[최종성과물]

건축구조기준

연구기관 : (사)대한건축학회
세세부책임자 : 홍성걸 서울대 교수

2020. 03

국가표준 한국건축규정 개발 연구단

AIK-G-005-2019

대한건축학회 기술표준
STANDARD of Architectural Institute of Korea

건축구조기준

2019.12

사단법인 대한건축학회
ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA

대한건축학회 한국건축기준센터
KOREAN BUILDING CODE CENTER

머리말

이 ‘건축구조기준 Korean Building Code-Structural’ 은 건축물 구조물의 안전에 관한 사항을 다룬 전문분야의 기준으로 ‘건축기술기준’을 보완하고 있고 3개의 응용적 기준과 다수준용기준의 지원을 받는 기준입니다.

이 기준은 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원의 도시건축연구사업의 일환인 대한건축학회(주관연구기관)의 ‘국가표준 한국건축규정개발연구’(2014. 11 – 2019.12)의 ‘건축기준의 선진화’ 세부과제에서 연구한 건축 관련 6개 기준 중의 하나입니다. 2006년에 제정되어 건축법령으로 고시되고 2016년에 개정된 ‘건축구조기준’을 신기술 등의 발전에 맞추어 개정 연구를 진행한 성과입니다.

이 기준의 법정 위계를 살피면, ‘건축기준의 선진화’의 목표를 “기준에 관한 행정적 규제는 현행 건축법-시행령-규칙-고시 등의 위계에 의하되 기술적 규제는 ‘고시’ 위계에 포괄적 내용을 담은 ‘건축기술기준’에 의하도록 함에 두었습니다. 그리고 ‘건축기술기준’의 하위에 전문적 내용을 다룬 ‘건축구조기준’과 ‘환경설비기준’ 등 2개의 기준을 두어 ‘건축기술기준’의 내용을 보다 구체화하고, 건축물의 규모 등 특성에 따른 응용적 내용의 ‘초고층건축물기준’, ‘소규모건축물기준’ 및 ‘기존건축물리모델링기준’ 등을 두었으며 이러한 응용적 기준에서도 다룰 수 없는 기술산업 및 상세한 현장실무분야는 관련 전문학술단체의 기술기준을 준용하도록 하였습니다.

이 기준은 1. 총칙, 2. 검사 및 검증, 3. 하중, 4. 지반 및 기초, 5. 콘크리트구조, 6. 조적식구조, 7. 강구조, 8. 강-콘크리트 합성구조, 9. 목구조, 10. 특수 재료 및 형식의 구조, 11. 내진설계, 12. 내화구조설계 로 구성하고 있습니다.

2020. 03

‘건축구조기준’ 집필자 대표 홍성걸

‘국가표준 한국건축규정 개발’ 책임연구원 전봉수

(사)대한건축학회 회장 이현수

집필진

홍성걸(집필책임, 서울대학교 교수)		천성철(집필간사, 인천대학교 교수)
		김재요(집필간사, 광운대학교 교수)
1.총칙		최준식 김재요
2.검사 및 검증		홍건호 김준희 나창순 양근혁 이승은
3.하중	고정하중	윤병익
	활하중	윤병익
	설하중	이성수
	풍하중	하영철 김대영 김동우 황종국
	토압 및 지하수압	우운택
	온도하중	우운택
	유체압 및 용기내용물 하중	우운택
	운반설비 및 부속장치하중	우운택
	시공하중	우운택 천성철
	홍수하중	홍성걸
4.지반 및 기초		김승원 김성수 김용석 박대영 이봉열
5.콘크리트구조		천성철 김용남 박홍근 서수연 윤현도 이강철 이정윤 조성우 최경규
6.조적식구조		홍성걸
7.강구조		양재근 이경구 김선웅 김성용 김태수 김희동 신진원 유정한 이강민 이은택 이철호 하성진
8.강-콘크리트 합성구조		신경재 박홍근 김창수 신진원 엄태성 이경구 이호준
9.목구조		심국보 김철기
10.특수 재료 및 형식의 구조	유리구조	홍성걸 김창수
	막구조	김승덕
	케이블구조	김재열 최인락
	부유식구조	이영욱 이인영 정현
11.내진설계		박홍근 유은종 김대호 김동관 김태완 박지훈 엄태성 윤병익 이기학 이상현 이철호 조성우
12.내화구조설계	콘크리트	신영수
	강구조	최성모 최인락
	목구조	홍성걸 박주생

자문위원

3.하중	설하중	김선웅 최성모
	풍하중	김종락 김석구
5.콘크리트구조		최창식 김승원 윤병익 황보석 김강수
7.강구조		김상섭 김승원 김우범 김원기 박대영 신경재 최선규 최준식
8.강-콘크리트 합성구조		김승원 양재근 이은택 이철호 최성모 홍성걸
9.목구조		김광철 김영민 김태진 박문재 오세창 오정권 이기학 이재훈 장상식 황원중
10.특수 재료 및 형식의 구조	막구조	이장복 장명호 진상욱 조병욱
	케이블구조	안승환
11.내진설계		안충원 유영찬 홍성걸
12.내화구조설계		김선희 김성배 김영민 김한수 김화중 민정기 심국보 신경재 안재권 여인환 염경수 이승재 이철호 채흥석 황보석 황종국

검증위원(한국건축구조기술사회)

강동철	강우영	강정임	곽동삼	곽철승	금동성	김대영	김상모	김상식	김승환
김영민	김용남	김은주	김재한	김점한	김진기	김진영	김태진	김현아	김형균
박상언	박선우	서대원	송병석	양영태	윤병익	이강철	이상구	이상원	이성모
이승일	이영인	이우호	이인영	이호찬	전형종	정석재	정지훈	최일섭	한용섭
홍재인	황보석	황정섭							

대한건축학회 기술표준 제정 심의위원

위원장	최창식(한양대학교 교수)
부위원장	이기학(세종대학교 교수)
심의위원	최동욱(한경대학교 교수)
	김점한(㈜네오크로스구조엔지니어링 대표이사)
	황재승(전남대학교 교수)
	홍건호(호서대학교 교수)
	오상훈(부산대학교 교수)
	김태진((주)창민우구조컨설턴트 사장)
	최인락(호서대학교 교수)
	김성호((주)티섹구조이엔씨 대표이사)
	김기철(서일대학교 교수)
	정석재((주)쓰리디구조엔지니어링 대표이사)
	유영찬(한국건설기술연구원 책임연구원)
	황보석(이에스건축구조엔지니어링 대표)

목 차

1. 총칙 ····· 1

2. 검사 및 검증 ····· 13

3. 하중 ····· 31

4. 지반 및 기초 ····· 141

5. 콘크리트구조 ····· 193

6. 조적식구조 ····· 203

7. 강구조 ····· 267

8. 강-콘크리트 합성구조 ····· 381

9. 목구조 ····· 443

10. 특수 재료 및 형식의 구조 ····· 541

11. 내진 설계 ····· 575

12. 내화구조설계 ····· 695

제 1 장 총칙

제1장 총칙

0101 일반사항 / 0102 용어의 정의 / 0103 건축물의 중요도분류 / 0104 구조설계 /
0105 각종 검사와 실험 및 구조재료의 성능검증 / 0106 구조안전의 확인 / 0107 책임구조기술자

0101 일반사항

0101.1 목적

이 건축구조기준은 「건축법」과 「주택법」 등의 관련법령에 따라 건축물 및 공작물(이하 '건축구조물'이라 한다)의 구조에 대한 설계, 검사 및 실험, 설계하중, 재료별 설계방법, 재료강도, 제작 및 설치, 시공, 품질관리 등의 기술적 사항을 규정함으로써 건축구조물의 안전성, 사용성, 내구성, 친환경성 및 경제적 합리성을 확보하여 공공의 복리와 안전을 기함을 그 목적으로 한다.

0101.2 적용범위

「건축법」과 「주택법」 등에 따라 신축·증축·개축·재축·이전·대수선 및 유지·관리하는 건축구조물의 구조체와 부구조체 및 비구조요소, 그리고 이들의 공사를 위한 가설구조물 등의 설계·시공·공사감리·유지·관리업무는 이 기준에 따라야 한다.

0101.3 규정내용

이 장에서는 이 기준의 목적, 적용범위, 구성, 용어의 정의, 건축물의 중요도 분류, 구조설계, 각종 검사와 실험 및 구조재료의 성능검증, 구조안전의 확인, 책임구조기술자에 관한 사항을 규정한다.

0101.4 기준의 구성

이 기준은 12개의 장으로 구성되며, 그 내용은 다음과 같다.

제1장 총칙
제2장 검사 및 검증
제3장 하중
제4장 지반 및 기초
제5장 콘크리트구조
제6장 조적식 구조
제7장 강구조
제8장 강-콘크리트 합성구조

제9장 목구조
제10장 특수 재료 및 형식의 구조
제11장 내진 설계
제12장 내화구조설계

0101.5 관련 구조기준 및 시방서
국토교통부에서 제정, 고시 또는 공고한 다음에 열거하는 최근의 기준 및 시방서는 필요한 경우, 이 기준의 일부로 사용한다. 그러나 설계·시공·재료물성에서 다음 각 호의 기준이나 이와 관련된 다른 기준 및 시방서의 내용이 이 기준과 상충될 경우에는 이 기준에 따른다.
(1) 콘크리트구조기준/한국콘크리트학회
(2) 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준/한국강구조학회
(3) 구조물기초설계기준/한국지반공학회
(4) 건축공사표준시방서/대한건축학회

0102 용어의 정의

이 기준에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.
가설구조물 : 건축구조물의 축조를 위하여 임시로 설치하는 시설 또는 구조물. 가설공연장·가설전람회장·견본주택 등 가설건축물을 포함한다.
감쇠 : 구조물이 진동할 때 진동에너지가 다른 형태로 변환되어 소산됨으로써 진폭이 작아지는 현상
강도 : 구조물이나 구조부재가 외력에 의해 발생하는 힘 또는 모멘트에 저항하는 능력
강도감소계수 : 재료의 공칭강도와 실제강도의 차이, 부재를 제작 또는 시공할 때 설계도와 완성된 부재의 차이, 그리고 내력의 추정과 해석에 관련된 불확실성을 고려하기 위한 안전계수
강도설계법 : 구조부재를 구성하는 재료의 비탄성거동을 고려하여 산정한 부재단면의 공칭강도에 강도감소계수를 곱한 설계용 강도의 값(설계강도)이 계수하중에 의한 부재력(소요강도) 이상이 되도록 구조부재를 설계하는 방법
강성 : 구조물이나 구조부재의 변형에 대한 저항능력을 말하며, 발생한 변위 또는 회전에 대해 적용된 힘 또는 모멘트의 비율
건설가치공학 : 건축공사의 기획·설계·시공·유지관리·해체 등 일련의 과정에서 최저비용으로 최대의 가치를 창출하기 위하여 여러 기능을 분석하여 개선해 가는 조직적 활동(밸류엔지니어링 또는 V.E.(브이이)라고 약칭)
건축구조물 : 건축물과 공작물 등 이 기준에서 규정하는 대상물을 총칭
건축물 : 토지에 정착하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 부수되는 시설물, 지하 또는 고가의 공작물에 설치하는 사무소·공연장·점포·차고·창고, 기타 건축법이 정하는 것
건축비구조요소 : 건축구조물을 구성하는 부재 중에서 구조내력을 부담하지 않는 구성요소. 배기구, 부가물·장식물, 부착물, 비구조벽체, 액세스플로어(이중바닥), 유리·외주벽, 천장, 칸막이, 캐비닛, 파라펫, 표면마감재, 표지판·광고판 등을 포함한다.

계수하중 : 강도설계법 또는 한계상태설계법으로 설계할 때 사용하중에 하중계수를 곱한 하중

계획설계 : 구조체에 대한 구조기준, 사용재료강도, 설계하중을 결정하고 구조형식을 선정하여 구조개념도와 주요 구조부재의 크기·단면·위치를 표현한 구조평면도 작성까지 기본설계 전 단계의 일련의 초기설계과정의 일

골조해석 : 구조설계의 한 과정으로 해당 구조체가 하중 등 외력에 반응할 때 구조공학의 이론을 이용하여 그 구조체의 각 구성요소에 생기는 부재력과 변위의 값 및 지점에서의 반력값을 찾아내는 일

공사시방서(구조 분야) : 구조 분야 공사에 관한 시방서

공작물 : 인공적으로 지반에 고정시켜 설치한 물체 중 건축물을 제외한 것. 계단탑, 교통신호등·교통표지판 등 교통관제시설, 광고판, 광고탑, 고가수조, 굴뚝, 기계기초, 기념탑, 기계식주차장, 기름탱크, 냉각탑, 방음벽, 배관지지대, 보일러구조, 사일로 및 벙커, 송전지지물, 송전탑, 승강기탑, 옥외광고물, 옹벽, 우수저류조, 육교, 장식탑, 저수조, 전철지지물, 조형물, 지하대피호, 철탑, 플랜트구조, 항공관제탑, 항행안전시설, 기타 구조물을 포함한다.

공칭강도 : 구조체나 구조부재의 하중에 대한 저항능력으로서, 적합한 구조역학원리나 현장실험 또는 축소모형의 실험결과(실험과 실제여건 간의 차이 및 모형화에 따른 영향을 감안)로부터 유도된 공식과 규정된 재료강도 및 부재치수를 사용하여 계산된 값

구조 : 자중이나 외력에 저항하는 역할을 담당하는 건축구조물의 구성요소. 구조체와 부구조체 및 비구조요소를 포함한다.

구조감리 : 건축구조물의 구조에 대한 공사감리

구조검토 : 건축구조물이 구조안전성을 확보하였는지에 대하여 책임구조기술자의 경험과 기술력을 바탕으로 하여 그 타당성 여부를 판단하는 일. 구조설계도서와 시공상세도서, 증축, 용도변경, 구조변경, 시공상태, 유지·관리상태에 대한 구조안전성 검토를 포함한다.

구조계산 : 구조체에 작용하는 각종 설계하중에 대하여 각부가 안전한가를 확인하기 위해 구조역학적인 계산을 하는 일

구조계획 : 건축구조물의 사용목적에 맞추어 각종 외력과 하중 및 지반에 대하여 안전하도록 구조체에 대한 3차원공간의 구조형태와 각종 하중에 대한 저항시스템, 기초구조 등을 선정하고 또한 경제성을 고려하여 구조부재의 재료와 형상, 개략적인 크기를 결정하여 구조적으로 안정된 공간을 창조하는 일련의 초기 작업과정

구조물 : 건축구조물의 뼈대를 이루는 부분으로, 구조공학적인 측면에서 건축구조물을 일컬을 때 사용

구조부재 : 기둥·기초·보·가새·슬래브·벽체 등 구조체의 각 구성 요소

구조설계 : 구조계획에 따라 형성된 3차원공간의 구조체에 대하여 구조역학을 기초로 한 골조해석 및 구조계산으로 이 기준에 따라 구조안전을 확인하고 구조체 각부에 대하여 이를 시공 가능한 도서로 작성하여 표현하는 일련의 창조적 과정의 업무

구조설계도 : 구조설계의 최종결과물로서 구조체의 구성, 부재의 형상, 접합상세 등을 표현하는 도면

구조설계도서 : 건축구조물의 구조체공사를 위해서 필요한 도서로서 구조설계도와 구조설계서, 구조 분야 공사시방서 등을 통틀어서 이르는 것

구조설계서 : 구조계획과 골조해석 및 부재설계의 결과를 책임구조기술자의 경험과 기술력으로 평가·조정하여 경제적이고 시공성이 우수한 구조체가 되도록 표현한 도면화 전 단계의 성과품. 구조설계 개요, 구조특기시방, 구조설계 요약, 구조계산 등을 포함한다.

구조안전 : 건축구조물이 외력이나 주변조건에 대하여 단기적으로나 장기적으로 충분한 저항력을 지니고 있는 것
구조체 : 건축구조물에 작용하는 각종 하중에 대하여 그 건축구조물을 안전하게 지지하는 구조물의 뼈대 자체를 말하며, 일반적으로 부구조체를 제외한 기본뼈대를 지칭
기계·전기비구조요소 : 건축구조물에 부착된 기계 및 전기 시스템 비구조요소와 이를 지지하는 부착물 및 장비
내구성 : 건축구조물의 안전성을 일정한 수준으로 유지하기 위해 필요한 것으로서 장기간에 걸친 외부의 물리적, 화학적 또는 기계적 작용에 저항하여 변질되거나 변형되지 않고 처음의 설계조건과 같이 오래 사용할 수 있는 구조물의 성능
리모델링 : 건축물의 노후화 억제 또는 기능 향상 등을 위하여 대수선 또는 일부 증축하는 행위
배근시공도 : 배근공사를 구조설계도의 취지에 맞게 하기 위하여 철근을 설치할 위치와 간격 등을 상세히 나타낸 도면
부구조체 : 건축구조물의 구조체에 부착하며, 구조설계단계의 골조해석에서는 하중으로만 고려하고, 시공단계에서 상세를 결정하여 시공하는 구조부재. 커튼월·외장재·유리구조·창호틀·천장틀·돌붙임골조 등을 포함한다.
부재력 : 하중 및 외력에 의하여 구조부재의 가상절단면에 생기는 축방향력·휨모멘트·전단력·비틀림 등
비구조요소 : 건축비구조요소와 기계·전기비구조요소를 총칭
비선형해석 : 실제 구조물에 큰 변형이 예상되거나 변형률의 변화가 큰 경우 또는 사용재료의 응력–변형률 관계가 비선형인 경우에 이를 고려하여 실제 거동에 가장 가깝게 부재력과 변위가 산출되도록 하는 해석
사용성 : 과도한 처짐이나 불쾌한 진동, 장기변형과 균열 등에 적절히 저항하여 마감재의 손상방지, 건축구조물 본래의 모양유지, 유지관리, 입주자의 쾌적성, 사용중인 기계의 기능유지 등을 충족시키는 구조물의 성능
사용수명 : 건축구조물의 안전성 및 사용성을 유지하며 사용할 수 있는 기한
사용하중 : 고정하중 및 활하중과 같이 이 기준에서 규정하는 각종 하중으로서 하중계수를 곱하지 않은 하중. 작용하중이라고도 한다.
설계하중 : 구조설계시 적용하는 하중. 강도설계법 또는 한계상태설계법에서는 계수하중을 적용하고, 기타 설계법에서는 사용하중을 적용한다.
성능설계법 : 기준에서 규정한 목표성능을 만족하면서 건축구조물을 건축주가 선택한 성능지표(안전성능, 사용성능, 내구성능 및 친환경성능 등)에 만족하도록 설계하는 방법
시공상세도 : 구조설계도의 취지에 맞게 실제로 시공할 수 있도록 각 구조부재의 치수 등을 시공자가 상세히 작성한 도면
실시설계 : 중간설계를 바탕으로 건축주와 설계사 및 시공사 등 관련자가 협의하여 중간설계의 문제점을 보완하고 중간설계도를 수정하여 최종 공사용 도면과 최종 구조계산서 및 구조체공사 특기시방서 등을 작성하는 일련의 최종 설계과정의 일
안전성 : 건축구조물의 예상되는 수명기간 동안 최대하중에 대하여 저항하는 능력으로서, 각 부재가 항복하거나 좌굴·피로·취성파괴 등의 현상이 생기지 않고 회전·미끄러짐·침하 등에 저항하는 구조물의 성능
안전진단 : 건축구조물에 대하여 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 보수·보강 등의 방법을 제시하는 행위
오프셋 : 기준이 되는 선에서 일정거리 떨어진 것
워킹포인트 : 제작·설치작업의 기준점

유리구조 : 건축구조물의 구조체에 부착되어 바람과 눈 및 자중을 지지하는 유리와 유리고정물을 포함한 구조. 유리벽·유리지붕(선루프)·유리난간·유리문 등을 포함한다.
응력 : 하중 및 외력에 의하여 구조부재에 생기는 단위면적당 힘의 세기
인성 : 높은 강도와 큰 변형을 발휘하여 충격에 잘 견디는 성질. 재료에 계속해서 힘을 가할 때 탄성적으로 변형하다가 소성변형 후 마침내 파괴될 때까지 소비한 에너지가 크면 인성이 크다고 말한다.
제작·설치도 : 구조설계도면의 취지에 맞게 실제로 제작 및 설치할 수 있도록 구조 각부의 치수 등을 시공자 또는 제작·설치자가 상세히 작성한 도면
제작물 : 부품 또는 제작 후 건축구조물에 설치하기 이전에 절단·천공·용접·이음·접합·냉간작업·교정과정을 거친 재료들로 구성된 조립품
중간설계 : 계획설계를 바탕으로 정적·동적해석을 통한 내진안전성 평가를 포함한 정밀구조해석과 주요부에 대한 사용성 평가 및 기본설계용 구조계산서 작성, 각층의 구조평면도와 슬래브·보·기둥·벽체 등 각종 배근도 및 주요부재의 배근상세도 작성, 착공용 기초도면 작성 등, 계획설계와 실시설계의 중간단계에서 진행하는 일련의 구조설계과정의 일
책임구조기술자 : 건축구조 분야에 대한 전문적인 지식, 풍부한 경험과 식견을 가진 전문가로서 이 기준에 따라 건축구조물의 구조에 대한 구조설계 및 구조검토, 구조검사 및 실험, 시공, 구조감리, 안전진단 등 관련 업무를 책임지고 수행하는 기술자
치올림 : 보나 트러스 등 수평부재에서 하중재하시 생길 처짐을 고려하여 미리 중앙부를 들어올리는 것 또는 들어올린 거리
친환경성 : 자연환경을 오염시키지 않고 자연 그대로 환경과 잘 어울리는 건축구조물의 성능
탄성해석 : 구조물이 탄성체라는 가정아래 응력과 변형률의 관계를 1차 함수관계로 보고 구조부재의 부재력과 변위를 산출하는 해석
하중계수 : 하중의 공칭값과 실제하중 사이의 불가피한 차이 및 하중을 작용외력으로 변환시키는 해석상의 불확실성, 환경작용 등의 변동을 고려하기 위한 안전계수
한계상태설계법 : 한계상태를 명확히 정의하여 하중 및 내력의 평가에 준해서 한계상태에 도달하지 않는 것을 확률통계적 계수를 이용하여 설정하는 설계법
허용강도설계법 : 허용강도법 하중조합 아래에서 부재의 허용강도가 소요강도 이상이 되도록 구조부재를 설계하는 방법
허용응력설계법 : 탄성이론에 의한 구조해석으로 산정한 부재단면의 응력이 허용응력(안전율을 감안한 한계응력)을 초과하지 아니하도록 구조부재를 설계하는 방법

0103 건축물의 중요도 분류

건축물의 중요도는 용도 및 규모에 따라 다음과 같이 중요도(특), 중요도(1), 중요도(2) 및 중요도(3)으로 분류한다.

0103.1 중요도(특)
(1) 연면적 1,000m^2 이상인 위험물 저장 및 처리시설

(2) 연면적 1,000m^2 이상인 국가 또는 지방자치단체의 청사·외국공관·소방서·발전소·방송국·전신전화국
(3) 종합병원, 수술시설이나 응급시설이 있는 병원
(4) 지진과 태풍 또는 다른 비상시의 긴급대피수용시설로 지정한 건축물

0103.2 중요도(1)
(1) 연면적 1,000m^2 미만인 위험물 저장 및 처리시설
(2) 연면적 1,000m^2 미만인 국가 또는 지방자치단체의 청사·외국공관·소방서·발전소·방송국·전신전화국
(3) 연면적 5,000m^2 이상인 공연장·집회장·관람장·전시장·운동시설·판매시설·운수시설(화물터미널과 집배송시설은 제외함)
(4) 아동 관련 시설·노인복지시설·사회복지시설·근로복지시설
(5) 5층 이상인 숙박시설·오피스텔·기숙사·아파트
(6) 학교
(7) 수술시설과 응급시설 모두 없는 병원, 기타 연면적 1,000m^2 이상인 의료시설로서 중요도(특)에 해당하지 않는 건축물

0103.3 중요도(2)
(1) 중요도(특), (1), (3)에 해당하지 않는 건축물

0103.4 중요도(3)
(1) 농업시설물, 소규모창고
(2) 가설구조물

0104 구조설계

0104.1 구조설계의 원칙
건축구조물은 안전성, 사용성, 내구성을 확보하고 친환경성을 고려하여야 한다.

0104.1.1 안전성
건축구조물은 제3장(하중)에 규정한 각종 하중에 대하여 제4장부터 제12장까지의 규정에 따라 안전하도록 설계하고 시공하여야 한다.

0104.1.2 사용성
건축구조물은 사용에 지장이 되는 균열, 변형이나 진동이 생기지 아니하도록 충분한 강성을 확보하여야 한다.

0104.1.3 내구성
건축구조물은 구조성능이 저하되지 않도록 환경조건을 고려하여 구조재나 마감재에 부식 또는 훼손을 방지할 수 있는 재료를 사용하는 등 필요한 조치를 취한다.

0104.1.4 친환경성

건축구조물은 저탄소 및 자원순환 구조부재를 사용하고 피로저항성능, 내화성, 복원가능성 등 친환경성의 확보를 고려한다.

0104.2 구조설계법

구조설계는 강도설계법, 한계상태설계법, 허용응력설계법, 허용강도설계법에 따르거나 국토교통부장관이 이와 동등 이상의 성능을 확보할 수 있다고 인정하는 구조설계법(성능설계법 등)에 따른다.

0104.2.1 강도설계법 또는 한계상태설계법

강도설계법 또는 한계상태설계법에 따라 구조부재의 설계를 할 때에는 다음 방법에 따른다.

(1) 구조부재는 제3장(하중)에 따른 하중 및 외력을 사용하여 산정한 부재력을 0301.5.1(강도설계법 또는 한계상태설계법의 하중조합)에 따라 하중계수를 곱하여 조합한 값 중 가장 불리한 값으로 설계한다.

(2) 구조부재의 계수하중에 따른 설계용 부재력은 그 부재단면의 공칭강도에 강도감소계수를 곱한 설계용 강도를 초과하지 않도록 한다.

0104.2.2 허용응력설계법 또는 허용강도설계법

허용응력설계법 또는 허용강도설계법에 따라 구조부재의 설계를 할 때에는 다음 방법에 따른다.

(1) 구조부재는 제3장(하중)에 따른 하중 및 외력을 사용하여 산정한 부재력을 0301.5.2(허용응력설계법의 하중조합)에 따라 조합하여 가장 불리한 값으로 설계한다.

(2) (1)의 설계하중 및 하중조합에 따른 구조부재의 응력 또는 부재력은 제4장(지반 및 기초), 제6장(조적식 구조) 및 제9장(목구조)의 허용응력 또는 허용강도 이하가 되도록 한다.

0104.2.3 성능설계법

성능설계법에 따라 구조부재의 설계를 할 때에는 다음 방법에 따른다.

(1) 구조물은 적절한 수준의 신뢰성과 경제성을 확보하면서 목표로 하는 사용수명 동안 발생 가능한 모든 하중과 환경에 대하여 요구되는 구조적 안전성능, 사용성능, 내구성능 및 친환경성능을 갖도록 설계한다.

(2) 구조부재의 설계는 의도하는 성능 수준에 적합한 하중조합에 근거하여야 하며, 재료 및 구조물 치수에 대한 적절한 설계 값을 선택한 후 합리적인 거동이론을 적용하여 구한 구조성능이 요구되는 한계기준을 만족시킨다는 것을 검증한다. 구조부재의 강성·강도와 감쇠·물성치는 관련 기준 또는 실험결과를 기초로 한다.

(3) 실험절차는 제2장(검사 및 검증)에 따른다.

(4) 구조부재, 비구조부재 및 그 연결부는 해석 또는 실험과 해석에 의하여 강도설계법에 따라 설계된 부재에서 기대되는 신뢰성 이상의 강도·강성을 보유한 것이 입증되어야 한다.

0104.3 구조설계의 단계

0104.3.1 구조계획

(1) 건축구조물의 구조계획에는 건축구조물의 용도, 사용재료 및 강도, 지반특성, 하중조건, 구조형식, 장래의 증축 여부, 용도변경이나 리모델링 가능성 등을 고려한다.

(2) 기둥과 보의 배치는 건축평면계획과 잘 조화되도록 하며, 보춤을 결정할 때는 기둥 간격 외에 층고와 설비계획도 함께 고려한다.
(3) 지진하중이나 풍하중 등 수평하중에 저항하는 구조요소는 평면상 균형뿐만 아니라 입면상 균형도 고려한다.
(4) 구조형식이나 구조재료를 혼용할 때는 강성이나 내력의 연속성에 유의하며, 사용성에 영향을 미치는 진동과 변형도 미리 검토한다.

0104.3.2 골조해석 및 부재설계
(1) 골조해석은 탄성해석을 원칙으로 하되 필요한 경우 비선형해석도 함께 수행하여 실제구조물의 거동에 가까운 부재력이 산출되도록 노력한다.
(2) 부재설계는 0104.2(구조설계법)에 따른다.

0104.3.3 구조설계서의 작성
구조설계서에는 최소한 다음의 내용을 포함하여야 한다.
(1) 구조설계 개요
구조형식에 대한 설명, 사용재료 및 강도, 하중조건 등 0104.3.1(구조계획)에서 검토하고 고려한 사항들을 기술한다.
(2) 구조특기사항
구조안전에 꼭 필요하여 구조체공사시방서에 반영하여야 할 주요사항을 기술한다.
(3) 구조설계 요약
구조계산결과를 책임구조기술자의 경험과 기술력으로 평가·조정하여 경제적이고 시공성이 우수한 구조체가 되도록 구조평면, 부재단면, 접합의 유형을 스케치하되, 구조계산으로는 산정할 수 없으나 구조실험 및 경험으로 구조안전이 확인된 상세와 이 기준에 규정한 구조세칙 등을 표현한다.
(4) 구조계산
골조해석과 이 기준의 재료별 설계법에 따른 계산결과를 싣는다.

0104.3.4 구조설계도의 작성
(1) 구조설계도는 구조평면도와 구조계산에 의하여 산정된 부재의 단면 및 접합부 상세를 표현하고, 아울러 구조계산에는 포함되지 않았으나, 이 기준에 규정한 구조세칙과 구조실험 및 경험 등으로 구조안전이 확인된 관련 상세까지도 표현하여 구조설계 취지에 부합하도록 작성하여야 한다.
(2) 구조설계도는 설계의 진척도에 따라 계획설계, 중간설계, 실시설계의 3단계로 나누어 작성할 수 있다.
(3) 구조설계도에 포함할 내용은 다음과 같다.
① 구조기준
② 구조재료 강도
③ 구조부재의 크기 및 위치
④ 철근과 앵커의 규격, 설치 위치
⑤ 철근정착길이, 이음의 위치 및 길이
⑥ 강부재의 제작·설치와 접합부 설계에 필요한 전단력·모멘트·축력 등의 접합부 소요강도
⑦ 기둥중심선과 오프셋, 워킹 포인트

⑧ 접합의 유형
⑨ 치올림이 필요할 경우 위치, 방향 및 크기
⑩ 부구조체의 시공상세도 작성에 필요한 경우 상세기준
⑪ 기타 구조시공상세도 작성에 필요한 상세와 자료
⑫ 책임구조기술자, 자격명
⑬ 구조설계 연월일

0104.3.5 구조체공사시방서의 작성
구조체공사시방서는 해당 장의 관련 부분을 포함하고, 별도의 특기시방서를 통하여 구조설계도에 나타낼 수 없는 골조공사의 특기사항을 기술함으로써 구조설계 취지에 부합하도록 작성하여야 한다.

0105 각종 검사와 실험 및 구조재료의 성능검증

구조설계에 적용한 재료 및 제작물 등의 품질 확인, 성능검증의 절차 및 방법과 규격 외 자재 사용 또는 특수한 공법을 적용할 경우의 사용승인을 위한 기술적 방법, 내진성능 구조실험 등에 필요한 사항은 제2장(검사 및 검증)에 따라야 한다.

0106 구조안전의 확인

건축구조물의 안전성, 사용성, 내구성을 확보하고 친환경성을 고려하기 위해서는 설계단계에서부터 시공, 감리 및 유지·관리 단계에 이르기까지 이 기준에 적합하여야 하며, 이를 위한 각 단계별 구조적합성과 구조안전의 확인사항은 다음과 같다.

0106.1 구조설계도서의 구조안전 확인
건축구조물의 구조체에 대한 구조설계도서는 책임구조기술자가 이 기준에 따라 작성하여 구조적합성과 구조안전이 확보되도록 설계하였음을 확인하여야 한다.

0106.2 시공상세도서의 구조안전 확인
시공자가 작성한 시공상세도서 중 이 기준의 규정과 구조설계도서의 의도에 적합한지에 대하여 책임구조기술자로부터 구조적합성과 구조안전의 확인을 받아야 할 도서는 다음과 같다.
(1) 구조체 배근시공도
(2) 구조체 제작·설치도(강구조 접합부 포함)
(3) 구조체 내화상세도
(4) 부구조체(커튼월·외장재·유리구조·창호틀·천장틀·돌붙임골조 등) 시공도면과 제작·설치도
(5) 건축 비구조요소의 설치상세도(구조적합성과 구조안전의 확인이 필요한 경우만 해당)

(6) 건축설비(기계·전기 비구조요소)의 설치상세도
(7) 가설구조물의 구조시공상세도
(8) 건설가치공학(V.E.) 구조설계도서
(9) 기타 구조안전의 확인이 필요한 도서

0106.3 시공 중 구조안전 확인
시공과정에서 구조적합성과 구조안전을 확인하기 위하여 책임구조기술자가 이 기준에 따라 수행해야 하는 업무의 종류는 다음과 같다.
(1) 구조물 규격에 관한 검토·확인
(2) 사용구조자재의 적합성 검토·확인
(3) 구조재료에 대한 시험성적표 검토
(4) 배근의 적정성 및 이음·정착 검토
(5) 설계변경에 관한 사항의 구조검토·확인
(6) 시공하자에 대한 구조내력검토 및 보강방안
(7) 기타 시공과정에서 구조의 안전이나 품질에 영향을 줄 수 있는 사항에 대한 검토

0106.4 유지·관리 중 구조안전 확인
유지·관리 중에 이 기준에 따라 구조안전을 확인하기 위하여 건축주 또는 관리자가 책임구조기술자에게 의뢰하는 업무의 종류는 다음과 같다.
(1) 안전진단
(2) 리모델링을 위한 구조검토
(3) 용도변경을 위한 구조검토
(4) 증축을 위한 구조검토

0107 책임구조기술자

0107.1 책임구조기술자의 자격
책임구조기술자는 건축구조물의 구조에 대한 설계, 시공, 감리, 안전진단 등 관련 업무를 각각 책임지고 수행하는 기술자로서, 책임구조기술자의 자격은 건축관련법령에 따른다.

0107.2 책임구조기술자의 책무
이 기준의 적용을 받는 건축구조물의 구조에 대한 구조설계도서(구조계획서, 구조설계서, 구조설계도 및 구조체공사시방서)의 작성, 시공, 시공상세도서의 구조적합성 검토, 공사단계에서의 구조적합성과 구조안전의 확인, 유지·관리단계에서의 구조안전 확인, 구조감리 및 안전진단 등은 당해 업무별 책임구조기술자의 책임아래 수행하여야 한다.

0107.3 책임구조기술자의 서명·날인

(1) 구조설계도서와 구조시공상세도서, 구조분야 감리보고서 및 안전진단보고서 등은 해당 업무별 책임구조기술자의 서명·날인이 있어야 유효하다.

(2) 건축주와 시공자 및 감리자는 책임구조기술자가 서명·날인한 설계도서와 시공상세도서 등으로 각종 인·허가행위 및 시공·감리를 하여야 한다.

제2장 검사 및 검증

제2장 검사 및 검증

0201 일반사항 / 0202 승인 / 0203 일반검사 / 0204 특별검사 / 0205 지진하중에 대한 특별검사 / 0206 풍하중에 대한 특별검사 / 0207 검증 / 0208 재료의 강도 / 0209 구조적 적합성 하중실험 / 0210 현장재하실험 / 0211 대안실험

0201 일반사항

0201.1 적용범위

이 장에서는 건축구조물에 사용하는 구조재료의 원자재에 대한 적정한 품질 확보와 제작물에 대한 성능검증을 위한 실험, 구조재료나 제작물의 현장설치, 해석, 설계, 시공 및 유지관리를 위한 검사, 그리고 이들 검사나 실험에 대한 승인절차 및 검증, 대안실험 등에 필요한 사항을 규정한다.

0201.2 용어의 정의

검사 : 재료나 조립된 부재의 품질과 시공상태를 일정한 기준에 따라 조사하고 확인하는 절차

검증 : 구조해석, 설계 및 시공공법 중 이 기준에서 지정하지 않은 해석, 설계, 공법의 구조안전을 검토하여 확인하는 절차

경골구조 : 큰 경간의 구조를 간략하게 비교적 단면이 작은 부재 여럿을 사용하여 구성한 목구조

공인시험 검사기관 : 정기적으로 성능실험과 검사서비스를 수행할 수 있는 전문학술단체 및 국가인정 시험검사기관

구조검사 : 구조물이 내진구조검사 및 내풍구조검사 대상인 경우 구조시스템의 전문성을 고려하여 책임구조기술자가 제3의 관계전문기술자와 협력하여 구조의 안전을 확인하는 검사

기준지정 외 재료 : 한국산업표준(KS)의 규격에 따라 인증된 재료이거나 동등 이상의 품질이 확보된 재료로써 이 기준에서 지정하지 않아 건축구조물의 구조재료로서의 성능 확인이 필요한 재료

기준지정재료 : 한국산업표준(KS)에 규격이 제정되어 있고, 이 기준에서 지정한 재료

발주자 대리인 : 다음 각목에 규정한 자

(1) 발주자가 지정한 감독자 및 감독보조원

(2) 건축법, 주택법 상의 감리원과 건설기술진흥법 상의 건설사업관리기술자

성능증명서 : 제조사가 생산품의 성능을 표기한 증명서로서 제조사명, 제품 또는 재료의 기능과 성능 특성, 그리고 그 제품이나 재료의 대표적인 표본에 대한 공인된 기관의 실험과 평가임을 나타내는 공인시험 검사기관의 증명 등을 표기한 서류

신재료 : 한국산업표준(KS)이나 단체표준 등의 국가인정 표준에 규격이 제정되어 있지 않은 재료

재료성능실험보고서 : 한국산업표준에서 품질기준을 규정하고 있지 않은 신재료의 경우, 신재료의 적정성을 실증하기 위하여 해당 분야의 연구성과를 보유한 책임구조기술자가 작성한 재료품질에 관한 기술기준과 해당 재료에 필요한

요구성능을 증명하는 실험 및 조사자료가 포함된 보고서
구조성능검증보고서 : 검사 및 검증의 대상인 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법의 적정성을 실증하기 위하여 해당 분야의 연구성과를 보유한 책임구조기술자가 작성한 품질에 관한 기술기준과 해당 구조에 필요한 구조성능을 증명하는 실험 및 조사자료가 포함된 보고서
인증접합부 : 적정 지진력저항시스템의 접합부로서 성능이 적합하다고 인증한 접합부
일반검사 : 건축구조물의 기초나 주요구조부 등 안전상, 방화상, 위생상의 주요 부위에 사용하는 구조재료에 대하여 그 성능을 확인하는 검사
전문학술단체 : 학술연구의 촉진과 기술발전을 목적으로 조직된 학자, 연구자 및 관련 분야 전문가로 구성된 비영리 학술단체
정기적인 특별검사 : 자격이 부여된 자가 현장에서 정기적으로 실시하는 특별검사
접합부 성능인증실험 : 적정 지진력저항시스템의 인증접합부로 성능인증을 받기 위해 수행하는 실험
제작물 : 부품 또는 제작해서 건축물에 설치하기 위하여 절단, 천공, 용접, 이음, 접합, 냉간작업, 교정과정을 거친 재료들로 구성된 조립품
지속적인 특별검사 : 자격이 부여된 자가 현장에 상주하며 지속적으로 실시하는 특별검사
특별검사 : 부품이나 연결 부위의 제작·가설·설치시 적절성을 확보하기 위하여 전문가의 확인이 필요한 검사

0201.3 주요기호

h : 부재의 전체 두께 또는 깊이, mm
l_t : (1) 재하실험에서 부재의 경간으로서 2방향슬래브의 경우 짧은 변, mm
(2) 받침부의 중심간 길이와 이웃 받침부 사이의 순경간에 부재두께 h를 합한 길이 중 작은 값, mm
(3) 캔틸레버의 경간은 받침부로부터 캔틸레버 단부까지 거리의 2배, mm
$\Delta_{\max}$: 측정된 최대처짐, mm (식(0210.3.1) 참조)
$\Delta_{r\max}$: 측정된 잔류처짐, mm (식(0210.3.2)와 식(0210.3.3) 참조)
$\Delta_{f\max}$: 2번째 실험을 시작할 때의 구조물의 위치를 초기값으로 하고, 2번째 실험에 의해 측정된 최대처짐, mm (식(0210.3.3) 참조)

0201.4 구조검사

0201.4.1 일반사항

대상 건축물이 0201.4.2(내진구조검사) 또는 0201.4.3(내풍구조검사)에 해당하는 경우, 0205(지진하중에 대한 특별검사) 및 0206(풍하중에 의한 특별검사)의 규정에 따른다.

0201.4.2 내진구조검사

내진구조검사 대상 건축물은 다음과 같다.
(1) 건축물의 중요도가 (특) 또는 (1)에 해당하는 구조물 및 1018.1.1.의 비구조요소 내진설계범위에 해당하는 건축·기

계·전기 설비 등의 비구조요소
(2) 제진 및 면진시스템
(3) 구조적 안전성 확보를 위하여 구조설계자가 요청한 경우

단, 다음 어느 하나에 해당하는 구조물은 제외한다.
(1) 단주기에서 설계응답 스펙트럼 가속도가 0.5g를 넘지 않으면서 구조물 높이가 10m 이하인 경골구조
(2) 단주기에서 설계응답 스펙트럼 가속도가 0.5g를 넘지 않으면서 구조물의 높이가 7m 이하인 보강조적조 또는 철근콘크리트조로 구성된 내진시스템
(3) 다음의 수평 또는 수직 비정형이 없는 2층 이하의 1가구 및 2가구 단위의 경량골조 독립주택
① 비틀림 비정형
② 비평행 시스템
③ 강성비정형-연층
④ 강도의 불연속-약층

0201.4.3 내풍 구조검사
내풍구조검사 대상 건축물은 다음과 같다.
(1) 기본풍속이 35m/sec를 초과하는 지역에 위치한 건축물 중 높이가 22m 이상인 경우
(2) 구조적 안전성 확보를 위하여 구조설계자가 요청한 경우

0202 승인

0202.1 서면승인
시공자는 시공재료, 부품, 장비, 시스템, 해석, 설계 및 시공공법 등이 이 장의 규정에 적합할 경우 이를 입증하는 성능증명서, 재료성능실험보고서 및 구조성능검증보고서를 발주자 대리인에게 제출하여 서면으로 승인받아야 한다.

0202.2 승인기록
발주자 대리인이 승인한 시공재료, 부품, 장비, 시스템, 해석, 설계 및 시공공법 등과 승인조건 및 제약사항을 포함하는 승인기록서는 발주자 대리인의 사무실에 서류로 보관하여야 하며, 필요시 공개하여야 한다.

0202.3 성능특성 표기
시공자는 한국산업표준에 따라 제작·제조되지 않은 신재료나 부품, 장비, 시스템, 해석, 설계 및 시공공법 등에 대하여 이 장에서 규정한 일반검사, 특별검사, 검증 및 구조적 적합성 하중실험을 수행한 후에 관련 문서에 성능특성을 표기하여야 한다.

0203 일반검사

0203.1 일반사항

(1) 이 절은 건축구조물의 기초 및 주요구조부 등 안전상, 방화상, 위생상 중요한 부위에 사용하는 구조재료에 대하여 구조성능에 대한 품질을 충족하기 위한 확인사항을 규정한다.

(2) 일반검사의 절차는 (1)항의 구조재료가 이 기준에서 지정한 재료인지 여부에 따라 다음의 각 절에 따라야 한다.

0203.2 기준지정 재료

시공자는 0203.1의 (1)항에서 정한 부위에 한국산업표준 제품 중에서 이 기준에서 지정한 구조재료를 사용하여야 하며, 한국산업표준에서 정한 시험방법에 따라 재료의 성능을 확인하여야 한다.

0203.3 신재료 및 기준지정 외 재료

시공자가 0203.1에서 정한 부위에 사용하려는 구조재료가 0203.2에 따른 기준지정 재료가 아닌 경우에는 다음 절차에 따라 구조성능을 확인하여야 한다.

0203.3.1 적용범위

0203.1(일반사항)에 정한 부위에 사용하는 신재료 및 기준지정 외 재료의 종류는 다음과 같다.

(1) 콘크리트 및 콘크리트 구성재료

(2) 철근

(3) 프리캐스트콘크리트

(4) 구조용 강재 및 주강

(5) 고력볼트 및 볼트

(6) 구조용 케이블, 와이어로프와 이와 유사품

(7) 용접재료(탄소강 및 스테인리스강의 용접)

(8) 기타 이 기준에 따라 검사 및 실험이 가능한 재료

0203.3.2 승인절차

(1) 신재료를 사용하기 위해서는 전문학술단체가 승인한 재료성능실험보고서, 구조성능검증보고서와 사용재료의 품질 확인을 위한 품질기준, 검사 및 정밀도, 품질관리체계 및 그 실태의 구체적인 자료 또는 이와 동등한 내용의 자료를 구비하여야 하며, 건설기술진흥법 제57조 '건설자재·부재의 품질관리 등'에 따라 국토교통부장관이 적합하다고 인정하는 경우에 사용할 수 있다.

(2) 기준지정 외 재료를 사용하기 위해서는 전문학술단체가 승인한 구조성능검증보고서를 구비하여 사용할 수 있다.

0203.3.3 구조성능검증보고서

시공자는 신재료 및 기준지정 외 재료의 적정성을 실증하기 위하여 해당 분야의 연구성과를 보유한 책임구조기술자가 작성한 품질에 관한 기술기준과 해당 구조에 필요한 구조성능을 증명하는 실험 및 조사자료를 제시하여야 한다.

0203.3.4 신재료의 품질 확인

시공자가 신재료를 사용하기 위해서는 다음과 같은 재료의 품질 확인이 필요하다.

0203.3.4.1 품질기준에 따른 확인

한국산업표준에서 품질기준을 규정하고 있는 경우에는 다음 사항을 확인한다.

(1) 한국산업표준의 품질기준에 따른 검사항목 확인

(2) 한국산업표준의 품질 측정방법에 따른 품질 확인

(3) 한국산업표준의 품질관리기준에 적합한 제조, 운반 및 보관 등의 품질 확인

0203.3.4.2 자체 검사기준에 따른 확인

한국산업표준에서 품질기준을 규정하고 있지 않은 경우에는 다음 사항을 확인한다.

(1) 제작사가 품질관리에 필요한 검사기준을 보유하고 있는지 여부

(2) 검사기준의 검사항목에 정밀도 기준과 성능기준이 포함되어 있는지 여부

(3) 제작사가 검사기준에 따라 실천하고 있는지 여부

0203.3.4.3 품질관리체계의 확인

(1) 제작사의 규격관리

제작사의 품질관리체계의 적정성과 그 운영실태에 대하여 다음 사항을 확인한다.

① 제작사가 해당 규격에 대하여 다음 사항을 적정하게 정비하고 있는지 확인한다.

·제품의 품질검사 및 보관

·자재의 품질검사 및 보관

·공정의 관리항목 및 관리방법, 품질특성, 검사방법, 작업방법

·제조설비 및 검사설비

·외주관리

·부적합 처리

② 제작사가 해당 규격에 대하여 적정하게 수정·보완하고 사원교육은 잘 실시하는지 확인한다.

(2) 제품 및 자재의 검사, 보관

제작사가 제품 및 자재의 검사, 보관을 제작사 자체 기준에 따라 적정하게 시행하고 있는지 여부를 확인한다.

(3) 공정관리

제작사가 공정관리를 적정하게 시행하고 있는지 다음 사항에 대하여 확인한다.

① 제조 및 검사를 공정별로 제작사 자체 기준에 따라 실시하는지 여부, 작업기록, 검사기록, 관리도 등 공정관리

② 공정 중에 발생한 부적합품 및 불합격 로드의 처리, 공정 중 이상에 대한 대처·재발 방지 방안

(4) 제조설비 및 검사설비

제작사가 점검, 검사, 교정, 보수를 제작사 자체 기준에 따라 적정하게 관리하고, 설비의 정도 및 성능을 적정하게 유지하고 있는지 확인한다.

(5) 외주관리

제작사가 자체 기준에 따라 적정하게 시행하고 있는지 확인한다.

(6) 제품, 자재, 공정, 설비의 관리

제작사가 제품관리, 자재관리, 공정관리, 설비관리, 외주관리, 고충처리에 관한 기록을 필요기간 동안 보존하고 품질관리에 반영하고 있는지 여부를 확인한다.

0203.3.4.4 품질관리조직의 운영 확인

(1) 공정별 품질관리의 계획 및 운영이 적정한지 확인한다.

(2) 각 조직의 책임, 권한이 명확하고 품질관리책임자를 중심으로 각 조직 간의 유기적 연대를 조성하고 있는지 확인한다.

(3) 품질관리추진을 위한 교육을 계획적으로 시행하고 있는지 확인한다.

0203.3.4.5 품질관리책임자의 직무 확인

품질관리책임자의 직무에 다음 사항을 포함하고 있는지 확인한다.

(1) 품질관리에 관한 계획 및 추진

(2) 제작사내 규격 제정, 개정 등의 총괄

(3) 품질수준의 평가

(4) 품질관리실시에 관한 지도, 조언, 부서간 조정

(5) 작업중의 이상, 고충 등의 처리 및 대책에 관한 지도

(6) 담당자에 대한 품질관리 교육훈련의 추진

(7) 외주관리에 관한 지도

0203.3.4.6 평가와 사후검사

0203.3.2에 기술한 승인절차 중에 외관검사를 위해 사용승인 신청제품을 사전에 제작하기 어려운 경우, 허가신청자는 유사한 기성제작물이나 타 현장에 사용한 동일 제작품에 대한 재료성능실험보고서나 구조성능검증보고서를 미리 제출하는 것으로 갈음할 수 있다. 이 재료성능실험보고서나 구조성능검증보고서에는 제작물에 대한 기술, 제작물의 구성, 실험결과 및 이와 유사한 정보 등을 포함하는 상세내용을 기술하여야 한다.

0204 특별검사

0204.1 일반사항

이 절은 건축구조물을 구성하는 부품이나 연결 부위의 제작·가설·설치시 적절성을 확보하기 위하여 책임구조기술자의 확인이 필요한 검사를 규정한다.

0204.2 강구조

강구조물에 대한 특별검사는 현장반입 전의 제작공장에서 실시하는 제작검사와 설치현장에서 실시하는 현장검사로 구성한다.

0204.2.1 제작검사

강구조물 제작에 대한 검사는 다음 항목을 실시하고 발주자 대리인의 승인을 받아야 한다.

0204.2.1.1 제작능력 검사

제작사의 제작능력 검사는 건설기술진흥법 시행령 제96조 및 같은 영 별표 10 '철강구조물 제작공장 인증의 세부기준

및 절차'에서 정하는 바에 따라 실시하고 적정 여부를 확인하여야 한다. 다만, 해당 구조물의 규모에 따른 제작능력 등급에 적정한 공장으로서 건설기술진흥법 제58조에 의한 철강구조물 제작공장인증의 인증서가 있는 공장에서 제작하는 경우는 예외로 한다.

0204.2.1.2 용접부 검사

용접검사는 「강구조 용접부 비파괴검사기준」에 따라 실시하여야 한다. 용접 검사자는 기타 승인된 과정에 따라 자격이 부여된 자여야 한다.

0204.2.1.3 접합상세 검사

발주자 대리인은 승인된 설계도서에 나타난 상세 등에 따라 강골조의 브레이스, 스티프너와 각 접합부에서 접합상세를 적절히 적용했는지, 부재의 위치는 적정한지 등 제작에 대한 적합성을 확인하여야 한다.

0204.2.1.4 고력볼트 검사

작업 중에 발주자 대리인은 볼트, 너트, 와셔, 세트, 페인트 및 마찰면 처리, 체결 부위, 그리고 설치 및 조립 등을 설계기준에 적합하게 시공하는지를 확인하여야 한다.

0204.2.1.5 평가와 사후검사

0204.2.1(제작검사)에 따라 제작공장은 발주자 대리인에게 실사에 필요한 자료를 제출하여야 하고, 발주자 대리인은 제출 자료를 토대로 실사를 하여 적합할 경우 승인한다. 발주자 대리인은 공사의 진행에 따라 사후검사 여부를 결정하여 필요한 경우 실시한다.

0204.2.1.6 서면승인

발주자 대리인은 0204.2.1(제작검사)에 따른 검사항목에 대하여 실사내용을 기록·보관하고 승인 여부를 서면으로 통보한다.

0204.2.1.7 승인기록

발주자 대리인은 0204.2.1(제작검사)에 따라 실사한 결과를 기록하여 공사일지와 함께 기록·보관한다.

0204.2.2 현장검사

0204.2.2.1 주각부 검사

시공자는 주각부에 대한 설계도서 및 시방서에 따라 앵커볼트, 베이스 모르타르 및 너트의 조임 등을 적합하게 시공하여야 하며, 발주자 대리인은 지속적인 특별검사나 정기적인 특별검사를 하여야 한다.

0204.2.2.2 설치계획의 적정성 검사

시공자는 건축구조물의 규모, 형상, 대지 및 공정 등의 조건을 근거로 하여 반입방법, 설치순서, 설치기계, 양중방법 등의 설치계획을 수립하고, 설치도중의 부분가구와 설치 후의 전체가구가 고정하중, 활하중, 풍하중, 지진하중, 적설하중, 설치기계의 충격하중 등에 대하여 안전한가를 검토하여 발주자 대리인에게 보고서를 제출하고 발주자 대리인은 이를 확인하고, 적절한 경우에 승인한다.

0204.2.2.3 접합부 검사

(1) 고력볼트 접합

시공자는 고력볼트 시공 요령서를 작성하여 발주자 대리인의 승인을 받아야 한다.

(2) 현장용접

설계도서에서 지시하지 않은 용접방법을 채택하는 경우 시공자는 발주자 대리인의 승인을 받아야 한다.

0204.2.2.4 데크플레이트와 스터드의 검사

데크플레이트와 스터드의 용접방법은 발주자 대리인의 승인을 받아야 한다.

0204.3 콘크리트구조

0204.3.1 특별검사의 절차

콘크리트재료, 구조부재 및 시공에 관한 특별검사는 <표 0204.3.1>과 같이 한국산업표준에 명시된 절차와 제5장(콘크리트구조)의 관련 규정에 준하여 실시한다.

0204.3.2. 재료의 품질확인

재료의 품질이 이 기준과 건축공사표준시방서에 적합하다는 자료나 서류가 없는 경우, 발주자 대리인은 그 재료에 대하여 건축공사표준시방서나 특기시방에 따라 실시한 재료시험 관련 자료나 서류의 제출을 요청할 수 있다.

<표 0204.3.1> 콘크리트구조의 시공에 대한 특별검사

검사내용	지속적인 특별검사	정기적인 특별검사
1. 보강철근과 배근 위치에 대한 검사 (예인장텐돈 포함)		○
2. 보강철근의 용접검사 1) KS B 0816, KS B 0892의 용접시험방법에 따라서 용접되지 않는 보강용 철근 2) 보통 또는 연성모멘트 골조, 그리고 경계요소를 갖는 전단벽에서 휨과 축력에 저항하는 보강철근, 전단보강근	○	○
3. 배합설계와 일치하는 배합을 사용하는지에 대한 검사		○
4. 슬럼프치와 공기량 측정을 위하여 채취한 굳지않은 콘크리트 시료의 적합성, 강도실험을 위한 콘크리트 제조시 굳지않은 콘크리트의 온도	○	
5. 콘크리트 타설 및 설치 방법의 기술적 적합성에 대한 검사	○	
6. 양생온도와 양생방법이 적절한지 여부에 대한 검사		○
7. 프리스트레스 콘크리트의 검사 1) 적용된 예인장력 2) 내진구조시스템에 정착된 예인장텐돈의 그라우팅	○ ○	
8. 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치에 대한 검사		○
9. 콘크리트에 포스트텐션을 가하기 전, 그리고 보와 슬래브에 설치된 동바리와 거푸집을 제거하기 전 현장타설 콘크리트의 강도검사		○

0204.4 기타 구조

0204.4.1 조적식 구조

조적식 구조의 시공은 이 기준에서 정의한 입주형태, 건축물의 종류에 따라 제6장(조적식 구조)의 관련 규정을 적용하여 검사하고, 평가하여야 한다.

0204.4.2 목구조

목구조부재의 조립에 관련된 제작공정에 대한 특별검사는 제8장(목구조)에 따른다.

0204.4.3 기초

0204.4.3.1 말뚝기초

발주자 대리인은 말뚝을 설치하거나 시항타 및 하중실험 등을 실시하는 동안 현장에 상주하여야 한다. 발주자 대리인은 모든 말뚝에 관한 설치기록과 하중실험결과치를 작성하고, 이를 보관하여야 한다.

0204.4.3.2 피어기초

건축법령에 따라 내진설계를 해야 하는 건축물의 피어기초는 특별검사를 받아야 한다.

0205 지진하중에 대한 특별검사

0205.1 일반사항

이 절은 0201.4.2에 규정한 구조물에 대해 적용한다.

0205.2 구조부재

(1) 구조용 강재에 대한 특별검사는 이 기준 제7장(강구조)의 품질보증 관련조항을 따른다.
단, 내진설계에 대해 특별한 상세가 언급되지 않고, 반응수정계수가 3 이하이며 내진설계범주 C로 분류된 캔틸레버 기둥 시스템을 제외한 구조의 강재는 제외한다.

(2) 정기적인 특별검사 대상은 다음과 같다.

① 강구조물이 주요지진력저항시스템일 경우 강구조부재 구성요소들의 용접작업과 스크류 및 고력볼트를 사용한 체결법
단, 냉간성형 강구조에서 다음 중 하나가 적용된 전단벽, 가새, 다이아프램, 버팀재 및 장선 등은 제외한다.
－피복마감재로서 석고보드 또는 섬유판을 사용한 경우
－피복마감재로서 마감재 체결 중심간격이 100mm 이상이면서 전단벽, 전단패널 또는 다이아프램의 한쪽면에 목구조 패널 또는 강재 시트가 시공된 경우

② 콘크리트구조물에서 주요 지진력저항시스템에 사용된 철근의 역학적 성능과 배근 위치에 대한 검사

③ 콘크리트구조물에서 철근의 용접검사

－KS B 0816-KS B 0892의 용접시험방법에 따라 용접되지 않은 보강용 철근

④ 목구조물에서 주요 지진력저항시스템 내의 구성요소들의 못접합을 사용한 체결법
단, 판재의 체결 중심간격이 100mm 이상인 내진시스템의 구성성분에 대한 못접합, 기타 철물을 사용한 체결법을 포함한 목재 전단벽, 목재 바닥, 가새, 버팀재(이중깔도리) 및 보막이장선 등은 제외한다.

0205.3 비구조요소

(1) 1018.1.3.3에 따라 기능유지에 대한 내진성능의 증명이 요구되는 특정 비구조요소는 해당 규정에 부합하는 것으로 지정된 내진시스템인지를 조사해야 하며, 인증서와 일치하는 라벨, 정착 및 설치를 확인하여야 한다.

(2) 내진설계범주 D로 분류된 구조물에서 외부 마감재, 내·외부 비내력벽, 내·외부 표면 마감재 등의 설치 및 접합에 대해서는 정기적인 특별검사를 수행하여야 한다.

단, 다음 중 하나에 부합하는 비구조요소는 제외한다.

① 지면에서 높이 9m 이하인 외부 마감재, 내·외부 비내력벽 및 내·외부 표면 마감재

② 중량이 20N/m^2 이하인 외부 마감재 및 내·외부 표면 마감재

③ 중량이 70N/m^2 이하인 내부 비내력벽

(3) 내진설계범주 D로 분류된 구조물에서 이중바닥의 설치 시 정기적인 특별검사를 수행하여야 한다.

(4) 기계 및 전기 구성요소는 다음에 대하여 정기적인 특별검사를 수행하여야 한다.

① 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에서 비상전원 또는 대기전력 시스템을 위한 전기설비들의 정착부

② 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에서 유해물질 이송을 위해 설계된 배관(파이프) 및 관련 기계장치의 설치 및 정착부

③ 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에서 유해물질 운반을 위해 설계된 덕트의 설치 및 정착부

④ 내진설계범주 C 또는 D로 분류된 구조물에서 승인된 시공도서가 장비를 지지하는 골조와 주변 구속 사이에 7 mm 이하의 좁은 간격을 요구하는 진동격리 시스템의 설치 및 정착부

⑤ 내진설계범주 D로 분류된 구조물에서 2.5 m 이상의 높이를 갖는 적재용 선반 구조의 정착부

⑥ 덕트, 파이프 및 그 지지구조를 포함하여 기계 및 전기 비구조요소를 스프링클러 헤드 및 헤드연결관에 영향을 줄 수 있는 위치에 설치 시 1018.1.3.4의 요구조건 부합 여부. 단 스프링클러가 유연한 배관을 가진 경우에는 제외.

0205.4 면진장치 및 감쇠장치

면진장치 및 감쇠장치의 제조 및 설치 시에는 책임구조기술자가 특별검사를 수행하여야 한다.

0206 풍하중에 대한 특별검사

0206.1 일반사항

이 절은 0201.4.3에 규정한 구조물에 대해 적용한다.

0206.2 구조부재

(1) 주요 풍하중저항시스템의 구성요소(전단벽, 가새, 다이아프램, 버팀재 및 장선 등을 포함)들의 접합 작업 및 설치 시에는 특별검사를 수행한다.

(2) 정기적인 특별검사 대상은 다음과 같다.

① 강구조물이 주요 풍하중저항시스템일 경우 구성요소들의 용접작업 ,스크류 및 고력볼트를 사용한 체결법
단, 냉간성형 강구조에서는 다음 중 하나가 적용된 전단벽, 가새, 다이아프램, 버팀재 및 장선 등은 제외한다.
－피복마감재로서 석고보드 또는 섬유판을 사용한 경우
－피복마감재로서 마감재 체결 중심간격이 100mm 이상이면서 전단벽, 전단패널 또는 다이아프램의 한쪽면에 목구조 패널 또는 강재 시트가 시공된 경우

② 콘크리트구조물에서 주요 풍하중저항시스템의 철근과 배근 위치에 대한 검사

③ 콘크리트구조물에서 철근의 용접검사
－KS B 0816-KS B 0892의 용접시험방법에 따라 용접되지 않은 보강용 철근

④ 목구조물에서 주요 풍하중저항시스템 내의 구성요소들의 접합을 사용한 체결법
단, 판재의 체결 중심간격이 100mm 이상인 풍하중저항시스템의 구성 성분에 대한 못접합, 기타 철물을 사용한 체결법을 포함한 목재 전단벽, 목재 바닥, 가새, 버팀재(이중깔도리) 및 보막이장선 등은 제외한다.

0206.3 비구조요소

다음 비구조시스템 및 구성 성분들에 대해 정기적인 특별검사가 필요하다.

(1) 지붕마감재의 설치 및 접합

① 직접적으로 풍하중의 영향을 받는 지붕마감재

② 지붕마감재로부터 풍하중이 전달되거나 직접풍하중을 받는 비구조요소(트러스, 지붕 시트, 시트 정착물, 전단벽, 외부 조적조, 콘크리트조, 목구조 스터드 접합 등)

(2) 커튼월, 창문, 문 등과 같은 벽체 마감재의 설치 및 접합

0207 검증

0207.1 일반사항

(1) 이 절은 건축구조물에 사용하는 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법에 대하여 이 기준에서 요구하는 구조성능에 대한 품질확보 여부를 확인하기 위한 검증 방법 및 절차를 규정한다.

(2) 검증의 절차는 (1)항의 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법이 이 기준에서 사용하는 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법이 아닌 경우에는 다음의 각 절에 따라야 한다.

0207.2 검증절차

(1) 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법이 이 기준에서 사용하는 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법이 아닌 경우에는 전문학술단체가 승인한 구조성능검증보고서를 구비하여 발주자 대리인의 승인을 득한 후 사용할 수 있다.

0207.2.1 구조성능검증보고서

시공자는 0207.1에서 규정한 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법의 적정성과 이 기준에서 요구하는 구조성능 확보여부를 검증하기 위하여 해당 분야의 연구성과를 보유한 책임구조기술자가 작성한 품질에 관한 기술기준과 해당 구조에 필요한 구조성능을 증명하는 실험 및 조사자료를 포함하는 구조성능검증보고서를 제시하여 전문학술단체의 승인을 득하여야 한다.

0207.2.2. 구조재료

0203.3에서 규정하는 기준지정 외 재료 중 한국산업표준에 규격이 제정되어 있지 않은 재료는 산업표준화법 제13조에 의한 인증기관의 인증을 득하거나 제27조에 의한 단체표준에 적합한 지의 여부와 이를 사용한 구조부재의 성능이 이 기준에서 요구하는 구조 요구성능의 확보 여부를 증명하는 실험 및 조사자료를 제시하여 전문학술단체의 승인을 득하여야 한다.

0207.2.3 공법

이 기준에서 사용하는 공법이 아닌 새로운 공법을 사용하여 건축물을 시공하는 경우에는 새로운 공법을 적용한 제품이 이 기준에서 요구하는 구조 요구성능의 확보가 가능한지의 여부를 해당 분야의 연구성과를 보유한 책임구조기술자가 작성하여 전문학술단체의 승인을 득하여야 한다. 단, 새로운 공법을 적용한 제품을 사전에 제작하기 어려운 경우, 유사한 기성제작물이나 타 현장에 사용한 동일 공법 적용 제품에 대한 구조성능검증보고서를 전문학술단체에 제출하여 승인을 요청할 수 있다. 이 구조성능검증보고서에는 공법에 대한 기술 원리, 공법의 구성, 실험결과 및 이와 유사한 정보 등을 포함하는 상세내용을 기술하여야 한다.

0207.2.4 해석

이 기준에서 사용하는 해석법이 아닌 새로운 해석법을 사용하여 구조해석을 실시하는 경우에는 해석의 결과가 이 기준에서 사용하는 해석법 이상의 신뢰도가 확보되는 지의 여부를 해당 분야의 연구성과를 보유한 책임구조기술자가 작성하여 전문학술단체의 승인을 득하여야 한다.

0207.2.5 설계방법

이 기준에서 사용하는 설계법이 아닌 새로운 설계법을 사용하여 구조설계를 실시하는 경우에는 구조설계의 결과가 이 기준에서 요구하는 구조 요구성능의 확보가 가능한지의 여부를 해당 분야의 연구성과를 보유한 책임구조기술자가 작성하여 전문학술단체의 승인을 득하여야 한다.

0207.3 검증기록의 보관 및 공고

발주자 대리인은 승인된 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법에 대한 승인조건 및 제약사항을 포함하는 검증기록서를 보관하여야 한다.

0208 재료의 강도

0208.1 사용재료의 적합성

발주자 대리인은 기초 및 주요구조부 등 안전상 중요한 부위에 사용하는 구조재료가 설계 시에 적용한 설계기준강도 및 기계적 성능과 일치하는지를 확인하여야 한다.

0208.2 신재료

이 기준에서 구체적으로 규정하지 않은 재료에 대하여는 "0203(일반검사)" 및 "0211(대안실험)"에서 규정한 절차에 따라 설계강도와 허용응력값을 결정하여야 한다.

0209 구조적 적합성 하중실험

0209.1 일반사항

시공자는 이 기준으로 검토할 수 없는 구조재료, 공법, 해석 및 설계방법을 사용하거나 이 기준으로 구조물의 특성을 평가할 수 없는 경우 시공 전에 하중실험을 실시하여 구조적 적합성을 확인하여야 한다. 책임구조기술자는 실험결과를 구조설계에 반영하여야 한다.

0209.2 설계기준 하중실험

하중실험 절차와 하중계수, 설계기준강도 및 기계적 성능은 제3장(설계하중)의 관련조항을 적용한다. 다만, 적절한 관련 조항이 없는 경우에는 0209.3에 따른 특별 하중실험을 실시하여 내력 및 성능을 확인할 수 있다.

0209.3 특별 하중실험

하중실험 절차를 명시한 관련 규정이 없을 경우 0210 현장재하실험에 규정된 사항에 따라 구조부재와 구조체에 대한 내력을 확인한다.

0209.4 실험체

시공 전 하중실험을 위한 실험체 및 실험구조물의 제작은 실제와 동일하도록 하되 책임구조기술자가 승인한 재료, 형상 및 상세에 따라야 한다. 실험은 공인시험 검사기관에서 실시하여야 한다.

0210 현장재하실험

0210.1 일반사항

(1) 건축물의 발주자 대리인은 시공자가 해당 구조물 전체 또는 일부를 설계도서대로 시공하지 않았거나 시공품질의 저하로 인하여 예상하중에 대한 구조물의 안전성이 의심스러울 경우 이에 대한 구조적 평가를 건축주에 요청할 수 있다. 구조적 평가 결과, 구조물의 보유내력이 기준에서 정한 내력에 미달할 경우에 건축주는 이 절에서 규정

한 현장재하실험을 실시하여 건축물의 구조적 안전성을 확인하여야 하며 해당 건축물이나 공작물이 시공중인 경우 건축주는 즉시 시공을 중단하고 이를 시정하여야 한다.

(2) 사용중인 건축물의 실제 내하력을 정량화하여 안전성을 평가하기 위한 경우에도 이 절에서 규정하는 현장재하실험을 사용할 수 있다.

(3) 건축주가 지정한 책임구조기술자는 현장재하실험 전에 재하하중, 계측, 실험조건, 수치해석 등을 포함한 현장재하실험 계획을 수립하여야 하며, 현장재하실험은 실험기간 중 과도한 영구변형이나 붕괴가 발생하지 않도록 계획하여 인명과 구조물의 안전을 확보할 수 있는 방식으로 수행하여야 한다.

(4) 안전을 위한 조치는 현장재하실험에 지장이 있거나 실험결과에 영향을 주지 않도록 하여야 한다.

0210.2 실험기준

구조물과 구조부재 및 접합부는 적절한 실험기준에 따라 실험하여야 한다. 콘크리트구조, 강구조 및 말뚝재하실험은 건축주가 지정한 책임구조기술자의 감독하에 0210.3, 0210.4 및 0210.5에 준하여 실시한다. 이 절에서 규정하는 실험기준이 없는 경우에는 실험방법 및 절차를 계획하여 책임구조기술자의 확인을 받아야 한다.

0210.3 콘크리트구조의 재하실험

재하실험 대상 구조물 또는 부재의 재료가 충분히 설계강도에 도달할 수 있는 재령일이 확보된 이후에 수행하여야 한다. 구조물의 일부분만을 재하할 경우, 내하력이 의심스러운 부분의 예상 취약원인을 충분히 확인할 수 있는 적합한 방법으로 실시하여야 한다.

(1) 재하실험방법은 다음의 사항을 따른다.

① 재하할 보나 슬래브 수와 하중배치는 강도가 의심스러운 구조부재의 위험단면에서 최대응력과 처짐이 발생하도록 결정하여야 한다. 만약 하나의 하중배열로 구조물의 적합성을 나타내는데 필요한 효과(처짐, 비틀림, 응력 등)들의 최대값을 나타내지 못한다면 2종류 이상의 실험하중의 배열을 사용하여야 한다.

② 재하할 실험하중은 해당 구조 부분에 작용하고 있는 고정하중을 포함하여 설계하중의 85%, 즉 $0.85(1.2D+1.6L)$ 이상이어야 한다. 활하중 L의 결정은 해당 구조물의 관련기준에 규정된 대로 활하중감소율 등을 적용시켜 허용범위 내에서 감소시킬 수 있다.

(2) 재하기준은 다음의 사항을 따른다.

① 처짐, 회전각, 변형률, 미끄러짐, 균열폭 등 측정값의 기준이 되는 영점 확인은 실험하중의 재하 직전 1시간 이내에 최초 읽기를 시행하여야 한다. 측정값은 최대응답이 예상되는 위치에서 얻어야 하며, 추가적인 측정값은 필요에 따라 구할 수 있다.

② 등분포실험하중은 재하되는 구조물이나 구조부재에 등분포하중을 충분히 전달할 수 있는 방법으로 적용시켜야 한다. 실험대상 부재에 하중이 불균등하게 전달되는 아치현상은 피하여야 한다.

③ 실험하중은 4회 이상 균등하게 나누어 증가시켜야 하며, 응답측정값은 각 하중단계에서 하중이 가해진 직후, 그리고 실험하중이 적어도 24시간 동안 구조물에 작용된 후에 읽어야 한다.

④ 전체 실험하중은 최종단계의 모든 측정값을 얻은 직후에 제거하며 최종잔류측정값은 실험하중이 제거된 후 24시간이 경과하였을 때 읽어야 한다.

(3) 재하실험의 허용기준은 다음의 사항을 따른다.

① 실험할 구조물은 파괴의 징후인 균열·박리 혹은 구조물의 안정성에 영향을 줄 수 있는 과대한 처짐 등이 없어야 한다. 압축된 콘크리트의 박리나 파쇄는 파괴의 징후로 볼 수 있다. 한편, 균열폭은 구조물의 상태 판단에 좋은 자료로서 전체 실험체 균열폭의 변화 및 새로 발생된 균열의 평가를 위한 근사적인 한계 및 기준 등을 확정하는 것이 바람직하다.

② 측정된 최대처짐이 다음 조건 중 하나를 만족하여야 한다.

$$\triangle_{\max} \leqq \frac{l_t^2}{20,000h} \qquad (0210.3.1)$$

$$\triangle_{r\max} \leqq \frac{\triangle_{\max}}{4} \qquad (0210.3.2)$$

측정된 최대처짐과 잔류처짐이 식(0210.3.1)이나 식(0210. 3.2)를 만족하지 않을 때 재하실험을 반복할 수 있다. 반복실험은 처음 실험하중 제거 후 72시간이 경과한 후에 다시 시행할 수 있다. 이때 재실험한 구조물의 해당 부분의 회복이 다음 조건을 만족할 때 수용할 수 있다.

$$\triangle_{r\max} \leqq \frac{\triangle_{f\max}}{5} \qquad (0210.3.3)$$

③ 실험할 구조부재는 스터럽 철근의 항복 혹은 일체성을 상실할 정도의 정착손실 등 갑작스러운 전단파괴의 가능성을 예시하는 균열이 없어야 한다.

④ 횡방향 철근이 없는 부분에서 부재축에 경사지게 균열이 발생하고, 균열의 중간점 위치에서 평가한 균열의 수평투영길이가 부재의 깊이보다 긴 사인장균열이 예상되면 취성파괴의 위험성을 반드시 검토하여야 한다.

⑤ 정착영역과 겹침이음영역에서 철근축을 따라 발생하는 균열은 철근과 콘크리트 사이의 힘 전달에 따른 높은 응력에 의하여 발생한다. 따라서 정착과 철근이음의 영역에서 일련의 짧은 경사균열과 수평균열이 철근을 따라 발생하면 이러한 균열은 반드시 검토되어야 한다.

(4) 실험대상구조물이 판정기준을 만족하지 않는 경우 책임구조기술자는 재하실험 또는 해석의 결과에 따라서 제한된 내하력 범위 내에서 구조물을 사용하도록 제한할 수 있다.

0210.4 강구조의 재하실험

강구조의 재하실험에 의한 내하력 결정은 다음 (1)에서 (4)에 따르며, 사용성 평가는 (5)에 따른다.

(1) 기존의 바닥이나 지붕구조물의 내하력을 실험에 의해 결정할 경우, 실험하중은 건축주가 지정한 책임구조기술자의 계획에 따라 점진적으로 증가시켜야 한다. 각 하중단계마다 구조물의 손상 정도와 붕괴 가능성에 대하여 정밀하게 외관조사를 수행하도록 한다. 이와 유사하거나 또는 비상상황이 발생하면 적절한 조치가 취해져야 한다.

(2) 구조물의 실험강도는 최대재하하중에 현장에서 확인된 고정하중을 더한 값으로 한다. 바닥구조물의 활하중에 대한 내하력은 실험강도를 $1.2D+1.6L$에 등치시켜서 산정한다. 바닥구조의 활하중은 적용 가능한 하중기준을 기초로 계산된 값을 초과해서는 안 된다. 지붕구조에 대해서는 L 대신에 L_r, S 또는 R 등으로 대치해서 평가한다.

(3) 사용하중 수준을 초과하는 구조물의 비탄성거동이 나타나면 주기적으로 재하하여 영구변형과 비탄성변형의 크기를 기록하도록 한다. 실험의 전체 과정을 통하여 구조물의 변위는 재하 이전의 초기 구조물 위치를 기준으로 위

험 위치에서 모니터링한다. 최대 실험하중이 1시간 유지되는 동안, 변형은 가력의 초기값보다 10% 이상 증가되지 않음이 입증되어야 한다. 기존 구조물의 내하력이 적합함을 입증하기 위해서 필요하다면 위의 과정을 반복할 수 있다.

(4) 영구변형의 크기를 결정하기 위해 실험하중을 제거한 이후 24시간 동안의 구조물 변형을 기록하여야 한다. 허용가능한 영구변형의 크기는 구조형식에 따라 변동하므로 최대하중에 대한 영구변형에 대한 제한값을 이 조항에서는 적시하지 않는다. 전체구조물을 대상으로 한 재하실험이 부적절한 경우는 적어도 1개 스팬 이상으로 이루어진 가장 불리한 부분구조를 선정하여 이 실험을 수행한다.

(5) 재하실험에 의한 사용성 평가를 수행할 때, 점진적 재하를 통하여 사용하중에 이르도록 한다. 1시간 동안 변형을 관찰토록 한 후, 하중을 제거하고 변형을 기록한다.

0210.5 말뚝재하실험

말뚝재하실험에는 압축재하, 인발재하, 횡방향재하실험이 있으며, 다음 사항을 고려하여 계획한다.

(1) 말뚝재하실험을 실시하는 방법으로는 정재하실험방법 또는 동재하실험방법을 고려할 수 있으며 설계지지력이 수천 톤에 이르는 현장타설말뚝의 경우에는 양방향 재하실험방법을 고려할 수 있다.

(2) 말뚝재하실험의 목적은 다음과 같다.

① 지지력 확인

② 변위량 추정

③ 건전도 확인

④ 시공방법과 장비의 적합성

⑤ 시간경과에 따른 말뚝지지력 변화

⑥ 부주면 마찰력

⑦ 하중전이 특성

(3) 압축정재하실험의 수량은 지반조건에 큰 변화가 없는 경우 전체 말뚝개수의 1% 이상(말뚝이 100개 미만인 경우에도 최소 1개) 실시하거나 구조물별로 1회 이상 실시하도록 한다.

(4) 기성말뚝에 대한 동재하실험을 실시할 때에는 다음 사항에 따라 실험방법과 횟수를 정한다.

① 시공 중 동재하실험(end of initial driving test)은 시공장비의 성능 확인, 장비의 적합성 판정, 지반조건 확인, 말뚝의 건전도 판정, 지지력 확인 등을 목적으로 실시한다. 재하실험 수량은 지반조건에 큰 변화가 없는 경우 전체말뚝 개수의 1%이상(말뚝이 100개 미만인 경우에도 최소 1개)을 실시하도록 한다.

② 시공 중 동재하실험이 실시된 말뚝에 대한 시간경과효과 확인을 위하여 지반조건에 따라 시공 후 일정한 시간이 경과한 후 재항타동재하실험(restrike test)을 실시한다. 재항타동재하실험의 빈도는 ①항에서 정한 수량으로 한다.

③ 시공이 완료되면 본시공 말뚝에 대해서 품질 확인 목적으로 재항타동재하실험을 실시하여야 하며 이의 시험빈도는 ①항에서 정한 수량으로 한다.

(5) 지형 및 지반조건, 시공장비, 말뚝종류 등 제반 시공조건이 변경될 때에는 실험횟수를 추가하도록

시방서에 명기한다. 또한 중요 구조물일 때에는 실험횟수를 별도로 정할 수 있으며, 필요시 발주자와 협의하여 재하하중의 규모를 증가시킬 수 있다.

0211 대안실험

0211.1 일반사항

시공자는 인증된 기준이 없는 새로운 재료나 조립품을 적용할 경우에 필요한 실험과 조사의 기준을 제시하고, 그 품질과 사용법에 대한 공인시험 검사기관의 시험결과와 관련 전문학술단체가 승인한 구조성능검증보고서를 구비하여야 한다.

0211.2 실험기준

설계에서 채택한 구조재료, 공법 및 설계방법이 이 기준과 일치하지 않을 경우, 이와 관련한 시스템이나 구조부재 및 접합부 등은 이 절에서 규정한 대안실험을 수행하여 적정성 및 안전성을 검증하여야 한다.

0211.3 실험절차

대안실험은 0203(일반검사), 0204(특별검사) 및 0207(검증)의 승인절차에 따른다.

건축구조기준

제3장 하중

제3장 하중

0301 일반사항 / 0302 고정하중 / 0303 활하중 / 0304 설하중 / 0305 풍하중 / 0306 지진하중 /
0307 토압 및 지하수압 / 0308 온도하중 / 0309 유체압 및 용기내용물 하중 / 0310 운반설비 및 부속장치하중 /
0311 시공하중 / 0312 홍수하중

0301 일반사항

0301.1 적용범위

이 장은 건축구조물에 작용하는 각종 하중을 산정할 때 적용한다. 다만, 특별한 조사 연구에 의한 설계하중 및 외력의 산정 시에는 이 기준을 적용하지 않을 수 있다. 이 경우에는 그 근거를 명시하여야 한다.

0301.2 용어의 정의

가스트영향계수 : 바람의 난류로 인해 발생되는 구조물의 동적 거동 성분을 나타내는 것으로 평균변위에 대한 최대변위의 비를 통계적인 값으로 나타낸 계수

강체구조물 : 바람과 구조물의 동적 상호작용에 의해 발생하는 부가적인 하중효과를 무시할 수 있는 안정된 구조물(공진효과를 고려하지 않은 가스트영향계수를 사용하며 건축물의 형상비에 따라 구분)

개방형 건축물 : 정압을 받는 벽에 위치한 개구부 면적의 합이 그 벽면적의 80% 이상되는 건축물 또는 각 벽체가 80% 이상 개방되어 있는 건축물

거주성 : 강풍으로 발생하는 진동에 의하여 거주자가 느끼는 불안, 불쾌감 등 삶의 질과 관련된 사항을 말함

경량칸막이벽 : 자중이 1kN/m^2 이하인 가동식 벽체

고정하중 : 구조체와 이에 부착된 비내력 부분 및 각종 설비 등의 중량에 의하여 구조물의 존치기간 중 지속적으로 작용하는 연직하중

골바람효과 : 산과 산 사이의 골짜기를 따라 평행하게 바람이 불어가면서 유선이 수평방향으로 수렴하여 풍속이 급격하게 증가하는 현상

공기력불안정진동 : 건축물 자신의 진동에 의해 발생하는 부가적인 공기력이 건축물의 감쇠력을 감소시키도록 작용함으로써 진동이 증대되거나 발산하는 현상

공진계수 : 건축물 변동 변위의 고유진동수 부근의 진동수 성분의 분산을 나타내는 계수

구조감쇠 : 구조체에 진동이 가해지면 일정한 시간이 지나면 진동이 감소되다가 마침내는 진동이 멈춘다. 이처럼 진동이 감소되다가 멈추는 것은 구조체를 구성하는 재료가 진동을 감소시킬 수 있는 능력을 가지고 있기 때문인데 이 성질을 말함

규모계수 : 건물의 크기에 따라 발생하는 난류영향의 저하를 나타내는 계수

기본풍속 : 지표면조도구분 C인 지역의 지표면으로부터 10m 높이에서 측정한 10분간 평균풍속에 대한 재현기간 100

년 기대풍속
기준경도풍 높이 : 지표면의 거칠기에 의해 발생하는 마찰력의 영향을 받지 않아 풍속이 거의 일정하게 되는 지상으로부터의 높이
난류강도 : 바람의 흐트러짐을 정량적으로 나타내기 위한 무차원량으로 변동풍속의 표준편차를 평균풍속으로 나눈 비율
내압가스트영향계수 : 건축물 개구부의 크기에 따라 내부에서 발생하는 내압의 변동 정도를 나타내는 척도로서 평균실내압에 대한 최대실내압의 비
내압계수 : 건축물 외벽의 틈새나 개구부를 통하여 공기가 건축물 내부로 유입되어 발생하는 내부압력의 정도를 나타내는 계수
대기경계층 : 지표면의 영향을 받아 마찰력이 작용함으로써 지상의 높이에 따라 풍속이 변하는 영역
대기경계층시작높이 : 지표면의 영향을 받아 연직방향의 풍속이 변화하는 대기층의 시작이 되는 높이(대기경계층 시작높이 이하에서는 지표면조도구분에 따라 일정풍속으로 한다)
독립편지붕 : 벽면이 없이 기둥 부재에 편지붕만 있는 지붕구조물
레벨크로싱수 : 구조물이 진동하는 경우 단위시간에 주어진 임의 레벨을 정의구배로 교차할 횟수로 단위는 Hz임.
밀폐형 건축물 : 탁월한 개구부가 없고 바람의 유통이 없도록 창호가 밀폐되어 있으며, 출입문도 강풍이 불 때에는 폐쇄장치가 있는 건축물로서 개구부 및 틈새의 면적이 전벽면적의 0.1% 이하인 경우
버펫팅 : 시시각각 변하는 바람의 난류성분이 물체에 닫아 물체를 풍방향으로 불규칙하게 진동시키는 현상
변장비 : 건축물의 깊이 D를 폭 B로 나눈 비율. 즉 D/B, 폭 B를 깊이 D로 나눈 비율. 즉 B/D
부골조 : 창호와 외벽패널 등에 가해지는 풍하중을 주골조에 전달하기 위하여 설치된 2차구조부재(파스너, 퍼린, 거트, 스터드 등)
부분개방형 건축물 : 탁월한 개구부가 없는 경우와 있는 경우로 구분되고, 전자는 개구부가 벽면적의 1% 이하로 개구부가 벽체에 균등하게 분포되어 있지 않는 경우이며, 후자는 환기구 및 개방형 문이 있는 공장건축물, 한쪽이 트인 임시건축물 등으로 한쪽 벽의 개구면적이 나머지 모든 벽의 개구부 및 틈새면적의 2배가 넘는 경우
부하면적 : 연직하중전달 구조부재가 분담하는 하중의 크기를 바닥면적으로 나타낸 것
비공진계수 : 건축물 변동변위의 고유진동수 부근 이외의 진동수 성분의 분산을 나타내는 계수
비틀림진동 : 난류의 비정상적 운동 및 박리로 인해 건축물에 불안정하게 비틀림이 유발되는 진동형태
설계속도압 : 건축물설계용 풍하중을 결정하기 위한 평균풍속의 등가정적 속도압
설계풍속 : 기본풍속에 대하여 건설지점의 지표면상태에 따른 풍속의 고도분포와 지형조건에 따른 풍속의 할증 및 건축물의 중요도에 따른 설계재현기간을 고려한 풍속으로 설계속도압 산정의 기본이 되는 풍속
설계하중 : 이 기준에 따라 건축구조물이 저항해야 하는 하중
순압력계수 : 지붕이나 막 등의 경우 상부와 하부에 동시에 작용하는 풍압력의 차를 기준높이에서의 속도압으로 무차원화한 것.
영향면적 : 연직하중전달 구조부재에 미치는 하중영향을 바닥면적으로 나타낸 것(기둥 또는 기초의 경우에는 부하면적의 4배, 큰보 또는 작은보의 경우에는 부하면적의 2배를 각각 적용한다)
와류방출 : 물체의 양측에서 박리한 흐름이 후류에 말려들어가 물체의 후면에서 교대로 서로 반대방향으로 회전하는

정형적인 2열의 와가되어 후류로 방출되는 현상. 원주의 경우에는 레이놀즈수가 30~5,000 범위, 각주의 경우에는 1,000 전후의 범위에서 발생하며, 이 와류방출로 인하여 물체는 풍직각방향으로 진동함.

와류진동 : 건축물 배후면에서 좌우 상호 규칙적으로 발생하는 와류의 영향에 의해 발생하는 건축물의 진동

외압가스트영향계수 : 외압의 변동 정도를 나타내는 척도로서 평균외압에 대한 최대외압의 비

외압계수 : 건축물 외피의 임의 수압면에 가해지는 평균풍압과 기준 높이에서 속도압의 비

외장재설계용 풍하중 : 창호, 외벽패널 등 풍하중을 직접 받는 건축물의 외장재와 이를 지지하는 파스너, 퍼린, 거트, 스터드 등 풍하중을 직접 또는 외장재를 통하여 받아 하중을 주골조로 전달하는 2차구조부재 및 그 접합부를 설계하기 위한 풍하중

유연구조물 : 바람과 구조물의 동적 상호작용에 의하여 부가적인 하중이 발생하는 바람에 민감한 구조물(동적 효과가 고려된 가스트영향계수를 사용해야 하며, 건축물의 형상비에 따라 구분된다.)

유효수압면적 : 풍하중을 산정하는데 기본이 되는 유효면적으로 풍방향 직각에 대한 투영면적. 다만, 외장재의 경우에는 외장재 하중분담 표면적

인접효과 : 건축물의 일정거리 풍상측에 장애물이 있는 경우 건축물은 장애물의 영향을 받아 진동이 증가하고 이로 인하여 건축물 전체에 가해지는 풍응답이 증가하며, 외장재에 작용하는 국부풍압도 크게 증가하는 현상

장비요소 : 건물 내·외부의 기계적 요소, 전기적 요소 또는 기계시스템의 한 부분이나 전기시스템의 한 부분

재현기간 : 일정 규모의 바람이 다시 내습할 때까지의 통계적 기간년수

적설하중 : 쌓인 눈의 중량에 의하여 건축물구조물에 작용하는 하중

주골조 : 풍하중에 저항하여 전체구조물을 지지하거나 안정시키기 위하여 배치된 구조골조 또는 구조부재들의 집합으로서 구조물 전체에 작용하는 풍하중을 지반에 전달하는 역할을 함. 기둥, 보, 지붕보, 도리 등을 말함. 또한, 구조부재인 브레이스, 전단벽, 지붕트러스, 지붕막 등이 전체하중을 전달하기 위하여 사용되었다면 주골조로 봄

주골조설계용 풍하중 : 구조물 전체에 가해지는 풍하중에 저항하는 구조부재들을 설계하기 위하여 사용하는 풍하중

중요도계수 I_s : 건축물의 중요도에 따라 적설하중의 크기를 증감하는 계수<표 0304.3.4>

중요도계수 I_w : 건축물의 중요도에 따라 설계풍속을 증감하는 계수<표 0305.5.6>

지붕골조설계용 풍하중 : 건축물의 지붕골조설계에 사용되는 풍하중

지붕활하중 : 유지·보수 작업시 작업자, 장비 및 자재에 의한 작업하중 또는 점유·사용과는 무관한 화분 또는 이와 유사한 소형 장식물 등 이동 가능한 물체에 의하여 지붕에 작용하는 하중

지표면조도구분 : 지표면의 거칠기 상태로 일정지역의 지표면 거칠기에 해당하는 장애물이 바람에 노출된 정도의 구분

지하수압 : 지하수위에 의하여 구조물에 작용하는 하중

지형계수 : 언덕 및 산 경사지의 정점 부근에서 풍속이 증가하므로 이에 따른 정점 부근의 풍속을 증가시키는 계수

탁월개구부 : 환기구 및 개방형 문이 있는 공장건축물, 한쪽이 트인 임시건축물 등과 같이 한쪽 벽의 개구부 면적이 나머지 모든 벽의 개구부 및 틈새 면적의 2배가 넘는 경우

특별풍하중 : 바람의 직접적인 작용 또는 간접적인 작용을 받는 대상건축물 및 공작물에서 발생하는 현상이 매우 불규칙하고 복잡하여 풍하중을 평가시키는 방법이 확립되어 있지 않기 때문에 풍동실험을 통하여 풍하중을 평가해야만 하는 경우

풍력계수 : 구조체와 지붕골조 또는 기타 구조물 등의 설계풍압을 산정하기 위한 계수로서 기타 구조물이나 독립편지

붕 등의 경우에는 풍력계수 C_D를 직접 사용하고, 주골조용의 풍력계수는 풍상측 외압계수 C_{pe1}와 풍하측 외압계수 C_{pe2}를 함께 고려한 $C_D = C_{pe1} - C_{pe2}$로 산정하며, 지붕골조용 풍력계수는 외압계수 C_{pe}와 내압계수 C_{pi}를 함께 고려한 $C_D = C_{pe} - C_{pi}$로 산정함.

풍력스펙트럼계수 : 건축물 풍방향의 1차고유진동수에 있어서 풍속변동의 파워를 나타내는 계수

풍방향진동가속도 : 바람의 난동작용으로 건축물이 바람이 부는 방향으로 진동하여 발생하는 가속도

풍상측 : 바람이 불어와서 맞닿는 쪽

풍속고도분포계수 : 지표면의 고도에 따라 기준경도풍 높이까지의 풍속의 증가분포를 지수법칙에 의해 표현했을 때의 수직방향 분포계수

풍속변동계수 : 가스트영향계수를 평가할 때 지표면의 상태에 따라 변하는 난류강도의 영향을 반영하기 위한 계수

풍압계수 : 주골조의 설계풍압을 산정할 때는 외압계수 C_{pe}와 내압계수 C_{pi}로 구성되며, 외장재의 설계풍압을 산정할 때에는 피크외압계수 GC_{pe}와 피크내압계수 GC_{pi}로 구성

풍직각방향진동 : 난류의 비정상적인 운동 및 건축물 배후면의 양측에서 규칙적으로 발생하는 와류에 의해 바람부는 직각방향으로 유발되는 건축물의 진동형태

풍직각방향진동가속도 : 건축물 양쪽 모서리부에서 배후면의 좌우쪽으로 상호 규칙적으로 발생되는 와류에 의하여 건축물이 바람부는 직각방향으로 진동하여 발생하는 가속도

풍하측 : 바람이 불어와 맞닿는 측의 반대쪽으로 바람이 빠져나가는 측

피크내압계수 : 외장재 설계용 풍하중 산정에 필요한 가스트영향계수와 내압계수를 함께 고려한 순간 최대에 상응하는 값

피크외압계수 : 외장재 설계용 풍하중 산정에 필요한 가스트영향계수와 외압계수를 함께 고려한 순간 최대에 상응하는 값

하중조합 : 동시에 작용하는 각각의 설계하중에 하중계수를 곱하여 합한 것

형상비 : 건축물 높이 H를 바닥면의 평균길이 $\sqrt{BD}$로 나눈 비율($H/\sqrt{BD}$을 말하는 것으로 B는 건물폭, D는 건물 깊이)

활하중 : 건축물 및 공작물을 점유·사용함으로써 발생하는 하중

활화중저감계수 : 영향면적에 따른 저감효과를 고려하기 위해 활하중에 곱하는 계수

후류버켓팅 : 풍상측에 놓인 물체에 의해 생성된 변동기류가 풍하측 물체에 작용하여 발생하는 불규칙한 진동.

0301.3 주요기호

A : 영향면적(단, $A \geq 36\text{m}^2$)

A : 유효수압면적, 독립벽체 또는 독립간판의 총면적, 옥상 구조물과 설치물의 풍향에 대한 수직 수압면적, m^2

a : 건축물의 벽면 및 지붕면 모서리 국부풍압력을 받는 곳으로 건축물 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값, m

A_C : 외장재 등의 유효수압면적, m^2

A_F : 지표면으로부터 높이 z에서 래티스형탑상구조물의 1구면 투영면적, m^2

A_f : 건축물의 기준층바닥면적, m^2

A_H : 옥상구조물과 설치물의 풍향에 대한 수평수압면적, m^2

A_P : 풍향에 수직인 파라펫의 수압면적, m^2

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적, m^2

A_t : 부하면적

B : 건축물의 대표 폭, 벽체·간판의 수평길이, 건축물의 풍직각방향 치수 또는 독립편지붕에서 풍직각방향 지붕치수, m

b : 0305에서는 래티스형탑상구조물의 폭, 각종 단일부재의 폭, m

b_c : 기둥 플랜지 폭

B_0 : 래티스형탑상구조물 밑면에서의 타워폭, m

B_1 : 아치지붕 건축물의 경간방향 길이, m

B_2 : 아치지붕 건축물의 경간직각방향 길이, m

B_D : 0305에서는 비공진계수

B_f : 주골조설계용 비공진계수(건축물 변동변위의 고유진동수 이외의 진동수 성분을 나타내는 계수)

B_H : 래티스형탑상구조물의 기준높이에서의 타워폭, m

B_M : 유효감쇠(β_M)에 대한 <표 0301.3.1>의 수치계수

B_{pe} : 지붕설계용 비공진계수

C : 활하중저감계수

C : 동적계수

C_b : 기본지붕적설 하중계수

C_D : 주골조설계용 풍력계수, 경화된 콘크리트 등 시공고정하중

C_e : 노출계수

C_e : 건설지 주변의 지표면상황에 따라 정하는 환경계수

$\widehat{C}_f$: 피크풍력계수

C_f : 간편법의 주골조설계용 풍력계수

C_H : 수평시공하중

C_M : 시공자재하중

$C_{M,L}{}'$: 풍직각방향 변동 전도모멘트계수

C_N : 독립지붕의 순압력계수

$\widehat{C}_N$: 독립지붕의 피크순압력계수

$C_{N,W}$: 독립편지붕의 풍상측 반쪽의 순압력계수

$C_{N,L}$: 독립편지붕의 풍하측 반쪽의 순압력계수

C_P : 시공 작업자 및 장비 하중

C_p : 수평하중계수

C_{pe} : 외압계수

C_{pe1} : 풍상측의 외압계수

C_{pe2} : 풍하측의 외압계수

C_{pi} : 밀폐형 건축물의 내압계수

C_s : 경사도계수

$C_T{}'$: 변동비틀림모멘트계수

C_t : 온도계수

D : 건축물의 깊이, m

d : 0305에서는 원형단면의 지름 또는 사각, 육각 혹은 팔각형 단면의 최소치수, 돔지붕 건축물의 지름, 독립편지붕 풍방향 수평길이, m

d' : 리브 및 스포일러와 같은 내민 요소의 깊이, m

F : 풍력스펙트럼계수(건축물 풍방향의 1차 고유진동수에 있어서 풍속변동의 파워를 나타내는 계수)

F_a : 홍수하중

F_D : 풍방향풍력스펙트럼계수

F_L : 풍직각방향진동의 풍력스펙트럼계수

f : 아치지붕 및 돔지붕의 아치높이, m

F_T : 비틀림진동의 스펙트럼계수

G_D : 풍방향가스트영향계수

g_D : 풍방향피크팩터

g_L : 풍직각방향피크팩터

G_f : 주골조설계용 풍방향 가스트영향계수

g_f : 피크팩터

G_i : 내압 가스트영향계수

G_{pe} : 지붕의 외압 가스트영향계수

g_{pe} : 지붕골조피크팩터

G_{pi} : 내압가스트영향계수

g_T : 비틀림모멘트 피크팩터

GC_{pe} : 외장재설계용 피크외압계수

GC_{pi} : 외장재설계용 피크내압계수

GC_{pn} : 파라펫의 순압력계수

GC_r : 옥상구조물과 설치물의 피크외압계수

H : 건축물의 기준높이, 언덕·산·경사지의 높이, 펜스의 정상부 높이, m

h : 지표면에서 아치지붕 및 돔지붕 처마까지의 높이, 벽체·간판의 높이, 굴뚝, 탱크 등 유사구조물의 높이, 기타 구조물 수압면적 중심까지의 높이, m

h_o : 지붕면에서 장애물까지 높이, m

h_b : 균형적설하중 높이, m

h_c : 낮은쪽 지붕 위의 균형적설하중 상부에서 인접된 높은쪽 지붕이나 파라펫 상부까지의 순높이, m

h_d : 적설퇴적량 깊이, m

h_i, h_x : 건축물의 밑면으로부터 i, x층까지의 높이, m

h_n : 밑면으로부터 최상층까지의 건축물의 높이, m

I^* : 일반화관성모멘트, kg·m^2

I_H : 기준높이 H에서의 난류강도

I_s : 적설하중에서의 중요도계수

I_w : 풍하중에서의 중요도계수

I_z : 높이 z에서의 난류강도

k_t : 지형형상계수

k_z : 높이방향압력분포계수

K_{zr} : 풍속고도분포계수

K_{zt} : 지형계수

k_1 : H/d의 영향계수

k_2 : 표면거칠기영향계수

k_3 : 단부효과계수

L : B, D 중 큰 값, m

l : 지붕의 경간, 아치지붕 건축물에서 $4H$, B_1, B_2 중 작은 값, 각종 단일 부재의 길이, m

L_H : 기준높이 H에서의 난류스케일, m

L_u : 언덕, 산, 경사지의 정점중앙으로부터 아래로 $H/2$인 지점에서 풍상측 경사지지점까지의 수평거리, m

L_z : 높이 z에서의 난류스케일, m

M : 극한하중계수

M^* : 풍방향1차진동일반화질량, kg

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량, kg

n_0 : 건축물의 풍방향, 풍직각방향 혹은 비틀림방향의 1차고유진동수 또는 지붕의 1차고유진동수, Hz

n_D : 건축물의 풍방향1차고유진동수, Hz

n_L : 건축물의 풍직각방향1차고유진동수, Hz

n_{R0} : 지붕의 1차고유진동수, Hz

n_T : 건축물의 비틀림진동1차고유진동수, Hz

n_1 : n_L과 n_T 가운데 작은 값, Hz

p_C : 외장재설계용 설계풍압, $\mathrm{N/m^2}$

p_F : 주골조설계용 설계풍압, $\mathrm{N/m^2}$

p_R : 지붕의 설계풍압, $\mathrm{N/m^2}$

q_H : 기준높이 H에 대한 설계속도압, $\mathrm{N/m^2}$

q_P : 파라펫 상부에서의 설계속도압, $\mathrm{N/m^2}$

q_h : 기타 구조물 수압면적 중심까지의 높이 h에서 설계속도압, $\mathrm{N/m^2}$

q_z : 임의 높이 z에서의 설계속도압, $\mathrm{N/m^2}$

R_D : 주골조설계용 공진계수

R_f : 주골조설계용 공진계수(건축물 변동변위의 고유진동수 성분을 나타내는 계수)

R_L : 풍직각방향 변동전도모멘트의 공진계수

R_{pe} : 지붕설계용 공진계수

R_T : 비틀림진동의 공진계수

R_1 : 풍상측 지붕 끝단에서 풍하측으로 $0.5B$ 거리까지의 지붕

R_2 : 거리 $0.5B$에서 $1.5B$ 거리까지의 지붕

R_3 : 거리 $1.5B$부터 풍하측 끝단까지의 지붕

s : 구조물 사이의 인접거리, m

s : 지형에서의 위치계수, 벽체·간판의 수직길이, m

S_D : 규모계수

S_d : 퇴적량으로 인한 추가적설하중, kN/m²

S_f : 평지붕적설하중, kN/m²

S_g : 지상적설하중, kN/m²

S_s : 경사지붕적설하중, kN/m²

V_H : 기준높이 H에 대한 설계풍속, m/s

V_{1H} : 재현기간1년풍속, m/s

V_o : 기본풍속, m/s

V_z : 지표면으로부터 임의 높이 Z에 따른 설계풍속, m/s

w : 퇴적량으로 인한 추가적설하중의 폭, m

W_a : 파랑하중

W_C : 외장재설계용 풍하중, N

W_D : 주골조설계용 풍하중, N

W_H : 옥상구조물 및 설치물의 수평풍하중, N

W_L : 풍직각방향풍하중, N

W_{LC} : 풍직각방향조합하중, N

W_R : 주골조설계용 지붕풍하중, N

W_{SC} : 간편법에 의한 외장재설계용 풍하중, N

W_{SF} : 간편법에 의한 주골조설계용 풍하중, N

W_{SFR} : 간편법에 의한 주골조설계용 지붕풍하중, N

W_T : 비틀림풍하중, N

W_V : 옥상구조물 및 설치물의 수직풍하중, N

W_r : 지붕골조설계용 풍하중, N/m^2

X_c : 독립편지붕에 있어서 풍상측 처마 끝점으로부터 풍압력의 중심점까지 거리, m

$X_{D,\max}$: 풍방향최대수평변위, m

$Y_{L,\max}$: 풍직각방향최대수평변위, m

z : 지표면에서의 임의 높이, m

z_b : 대기경계층시작높이, m

Z_g : 기준경도풍 높이, m

α : 풍속고도분포지수

$a_{D,\max}$: 풍방향최대응답가속도, m/s^2

$a_{L,\max}$: 풍직각방향최대응답가속도, m/s^2

$a_{T,\max}$: 비틀림최대응답각가속도, rad/s^2

β : 진동모드형에 관한 지수

γ_D : 풍속변동계수

ζ_D : 건축물의 풍방향1차감쇠비

ζ_f : 건축물의 풍방향, 풍직각방향 혹은 비틀림방향의 1차감쇄정수

ζ_L : 건축물의 풍직각방향1차감쇠비

ζ_T : 비틀림진동의 1차감쇠비

ζ_R : 지붕의 1차 감쇠비

θ : 지붕경사각, °

$\theta_{\max}$: 비틀림최대각변위, rad

κ : 카르만정수(≒ 0.4)

ν_D : 풍방향레벨크로싱수, H_z

ε : 전면적과 밀폐형 간판 면적의 비율

ρ : 공기밀도, kg/m^3

ϕ : 개방형 판구조물의 충실률(유효수압면적/판외곽선 총면적)

ϕ : 풍상측 가장 불리한 조건의 경사($\phi = H/2L_u$)

ϕ_d : 언덕, 산, 경사지의 정점으로부터 풍하측 빗변으로 $5H$되는 거리까지의 평균경사

0301.4 설계하중의 종류

건축구조물의 구조설계에 적용되는 설계하중은 다음과 같으며, 각 설계하중에 대한 사항은 0302부터 0311까지의 규정에 따른다.

(1) 고정하중(D)

(2) 활하중(L)

(3) 지붕활하중(L_r)

(4) 적설하중(S)

(5) 풍하중(W)

(6) 지진하중(E)

(7) 지하수압·토압, 분말 및 입자형 재료의 횡압력(H)

(8) 온도하중(T)

(9) 유체압(F) 및 용기내용물하중(F또는H)

(10) 홍수하중 (Fa)

(11) 운반설비 및 부속장치 하중(M)

(12) 강우하중(R)

(13) 시공하중(C)

(14) 파랑하중(Wa)

(15) 기타 하중

0301.5 하중조합

(1) 건축구조물은 이 장에서 규정한 하중을 기본으로 다음의 하중조합에 의한 하중효과에 저항하도록 설계하여야 한다.

(2) 다음의 하중조합에서 고정하중 외의 하중에 대해서는 하나 또는 그 이상의 하중이 작용하지 않을 경우도 검토하여야 한다.

(3) 구조재료에 따라 별도로 규정한 하중조합이 있는 경우에는 그 규정에 따라야 한다.

0301.5.1 강도설계법 또는 한계상태설계법의 하중조합

(1) 강도설계법 또는 한계상태설계법으로 구조물을 설계하는 경우에는 다음의 하중조합으로 소요강도를 구하여야 한다.

$1.4(D+F)$ (0301.5.1)

$1.2(D+F+T)+1.6L+0.5(L_r$ 또는 S 또는 $R)$ (0301.5.2)

하천 저지대 와 해안침수 지역 (0301.5.2-1)

$1.2D+1.0W+2.0F_a+L+0.5(L_r$ 또는 S 또는 $R)$

또는 $0.9D+1.0W+2.0F_a+1.6H$

기타 지역 (0301.5.2-2)

$1.2D+0.5W+1.0F_a+L+0.5(L_r$ 또는 S 또는 $R)$

또는 $0.9D+0.5W+1.0F_a+1.6H$

$1.2D+1.6(L_r$ 또는 S 또는 $R)+(1.0L$ 또는 $0.5W)$ (0301.5.3)

$1.2D+1.0W+1.0L+0.5(L_r$ 또는 S 또는 $R)$ (0301.5.4)

$1.2D+1.0E+1.0L+0.2S$ (0301.5.5)

$0.9D+1.0W$ (0301.5.6)

$0.9D+1.0E$ (0301.5.7)

(2) 주차장과 공공집회 장소를 제외하고 기본등분포활하중이 5.0kN/m^2 이하인 용도에 대해서는 식(0301.5.3), 식(0301.5.4) 및 식(0301.5.5.)에서 활하중 L에 대한 하중계수를 0.5로 감소할 수 있다.

(3) 지하수압·토압 또는 분말 및 입자형 재료의 횡압력에 의한 하중 H가 존재할 때는 다음의 하중계수를 적용하여 조합하여야 한다.

① H가 단독으로 작용하거나 H의 하중효과가 다른 하중효과를 증대하는 경우에는 하중계수를 1.6으로 하여야 한다.

② H의 하중효과가 영구적이면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0.9로 하여야 한다.

③ H의 하중효과가 영구적이지 않으면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0으로 하여야 한다.

(4) 별도 요구가 있는 경우 시공하중에 대한 하중조합 0311.2를 (1)에 추가하여 고려한다.

(5) 홍수지역에 위치한 구조물 설계에 대해서는 홍수재해지역의 분류에 적합한 하중조합을 설정해서 설계 또는 검토한다. 다만 기본 하중조합과 지하수압·토압 (H)을 고려한 하중조합에 추가한다.

0301.5.2 허용응력설계법의 하중조합

(1) 허용응력설계법으로 구조물을 설계하는 경우에는 다음의 하중조합으로 작용응력을 구하여야 한다.

$D+F$ (0301.5.8)

$D+F+L+T$ (0301.5.9)

$D+F+(L_r$ 또는 S 또는 $R)$ (0301.5.10)

$D+F+0.75(L+T)+0.75(L_r$ 또는 S 또는 $R)$ (0301.5.11)

하천저지대 및 해안지역

$D+F+1.5F_a+0.75(L+T)+0.75(L_r$ 또는 S 또는 $R)$

기타지역

$D+F+0.75F_a+0.75(L+T)+0.75(L_r$ 또는 S 또는 $R)$

$D+F+(0.75W$ 또는 $0.7E)$ (0301.5.12)

$D+F+0.75(0.75W$ 또는 $0.7E)+0.75L+0.75(L_r$ 또는 S 또는 $R)$ (0301.5.13)

$0.6D+0.75W$ (0301.5.14)

$0.6D+0.7E$ (0301.5.15)

(2) 지하수압·토압 또는 분말 및 입자형 재료의 횡압력에 의한 하중 H가 존재할 때는 다음의 하중계수를 적용하여 조합하여야 한다.

① H가 단독으로 작용하거나 H의 하중효과가 다른 하중효과를 증대하는 경우에는 하중계수를 1.0으로 하여야 한다.

② H의 하중효과가 영구적이면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0.6으로 하여야 한다.

③ H의 하중효과가 영구적이지 않으면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0으로 하여야 한다.

(3) 이 하중조합을 사용할 경우에는 허용응력을 증대하여 설계할 수 없다.

(4) 별도 요구가 있는 경우 시공하중에 대한 하중조합 0311.2를 (1)에 추가하여 고려한다.

(5) 홍수지역에 위치한 구조물 설계에 대해서는 홍수재해지역의 분류에 적합한 하중조합을 설정해서 설계 또는 검토한다. 다만 기본 하중조합과 지하수압·토압(H)을 고려한 하중조합에 추가한다.

0301.5.3 돌발하중에 대한 하중조합

(1) 건축구조물이 화재, 폭발, 차량충돌 등에 의한 돌발하중에 저항하여 비비례붕괴를 방지하도록 강도와 안정성을 확보하기 위해서는 다음의 하중조합을 사용하여 검토한다.

$(0.9$ 또는 $1.2)D + A_k + 0.5L + 0.2S$

여기서, A_k = 돌발사고 A에 의한 하중

(2) 돌발하중에 의하여 손상을 입은 구조물의 잔존저항능력은 책임구조기술자가 식별하여 선정한 구조요소를 가상적으로 제거하고, 다음의 하중조합으로 평가한다.

$(0.9$ 또는 $1.2)D + 0.5L + 0.2(L_r$ 또는 S 또는 $R)$

0302 고정하중

0302.1 일반사항

고정하중은 건축구조물 자체의 무게와 구조물의 생애주기 중 지속적으로 작용하는 수직하중을 말한다.

0302.2 기본방침

건축구조물 각 부분의 고정하중은 각 부분의 실상에 따라 산정한다. 각 부분의 중량은 사용하는 재료의 밀도, 단위체

적중량, 조합중량을 사용하여 산정한다.

0303 활하중

0303.1 일반사항

(1) 이 조항은 건축구조물의 설계에 적용하여야 하는 활하중의 최소값을 규정하고 있다.

(2) 활하중은 점유·사용에 의하여 발생할 것으로 예상되는 최대의 하중이어야 한다.

(3) 건축구조물은 이 조항에서 규정한 등분포활하중과 집중활하중 중에서 구조부재별로 더 큰 하중효과를 발생시키는 하중에 대하여 설계하여야 한다.

(4) 이 조항의 규정을 적용하지 않는 경우 또는 이 조항에 규정되지 않은 용도에 대해서는 합리적인 방법으로 활하중을 산정하여야 하며, 산정 근거를 명시하여야 한다.

0303.2 등분포활하중

0303.2.1 기본등분포활하중

건축구조물에 적용하는 기본등분포활하중의 용도별 최소값은 <표 0303.2.1>과 같다.

<표 0303.2.1> 기본등분포활하중 (단위 : kN/m^2)

용 도			등분포활하중
1	주택	주거용 건축물의 거실	2.0
		공동주택의 공용실	5.0
2	병원	병실	2.0
		수술실, 공용실, 실험실	3.0
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
3	숙박시설	객실	2.0
		공용실	5.0
4	사무실	일반 사무실	2.5
		특수용도사무실	5.0
		문서보관실	5.0
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
5	학교	교실	3.0
		일반 실험실	3.0
		중량물 실험실	5.0
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
6	판매장	상점, 백화점 (1층)	5.0
		상점, 백화점 (2층 이상)	4.0
		창고형 매장	6.0
7	집회 및 유흥장	모든 층 복도	5.0

용 도			등분포활하중
		무대	7.0
		식당	5.0
		주방	7.0
		극장 및 집회장 (고정 좌석)	4.0
		집회장 (이동 좌석)	5.0
		연회장, 무도장	5.0
8	체육시설	체육관 바닥, 옥외경기장	5.0
		스탠드 (고정 좌석)	4.0
		스탠드 (이동 좌석)	5.0
9	도서관	열람실	3.0
		서고	7.5
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
10	주차장 및 옥외 차도[1)]	총중량 30kN 이하의 차량(옥내)	3.0
		총중량 30kN 이하의 차량(옥외)	5.0
		총중량 30kN 초과 90kN 이하의 차량	6.0
		총중량 90kN 초과 180kN 이하의 차량	12.0
		옥외 차도와 차도 양측의 보도	12.0
11	창고	경량품 저장창고	6.0
		중량품 저장창고	12.0
12	공장	경공업 공장	6.0
		중공업 공장	12.0
13	지붕	점유·사용하지 않는 지붕(지붕활하중)	1.0
		산책로 용도	3.0
		정원 또는 집회 용도	5.0
		출입이 제한된 조경 구역	1.0
		헬리콥터 이착륙장	5.0
14	기계실	공조실, 전기실, 기계실 등	5.0
15	광장	옥외광장	12.0
16	발코니	출입 바닥 활하중의 1.5배 (최대 5.0kN/m^2)	
17	로비 및 복도	로비, 1층 복도	5.0
		1층 외의 모든 층 복도 (병원, 사무실, 학교, 집회 및 유흥장, 도서관은 별도 규정)	출입 바닥 활하중
18	계단	단독주택 또는 2세대 거주 주택	2.0
		기타의 계단	5.0

1) 총중량 90kN 초과 180kN 이하인 차량은 0303.4의 규정에 따를 수 있다.
총중량 180kN을 초과하는 중량차량의 활하중은 0303.4의 규정에 따라야 한다.

0303.2.2 진동, 충격에 의한 증가

진동, 충격 등이 있어 <표 0303.2.1>을 적용하기에 적합하지 않은 경우의 활하중은 구조물의 실제 상황에 따라 활하중의 크기를 증가하여 산정한다.

0303.2.3 칸막이벽 하중

사무실 또는 유사한 용도의 건물에서 가동성 경량칸막이벽이 설치될 가능성이 있는 경우에는 칸막이벽 하중으로 최소한 1 kN/m²를 기본등분포활하중에 추가하여야 한다. 다만, 기본활하중 값이 4 kN/m² 이상인 경우에는 이를 제외할 수 있다.

0303.3 집중활하중

0303.3.1 기본집중활하중

구조물의 용도별로 적용하는 활하중으로서 최소값의 집중활하중은 <표 0303.3.1>과 같다.

<표 0303.3.1> 기본집중활하중(단위 : kN)

용 도				집중 하중	하중접촉면 (m×m)
1	병원	병실 수술실, 공용실, 실험실 로비와 모든 복도		10.0	0.75×0.75
2	사무실	일반 사무실 특수용도사무실 문서보관실 로비와 모든 복도		10.0	0.75×0.75
3	학교	교실 일반 실험실 중량물 실험실 로비와 모든 복도		5.0	0.75×0.75
4	판매장	상점, 백화점 (1층) 상점, 백화점 (2층 이상) 창고형 매장		5.0	0.75×0.75
5	도서관	열람실 서고 로비와 모든 복도		5.0	0.75×0.75
6	주차장 및 옥외 차도[1)]	총중량 30kN 이하의 차량		15.0	0.12×0.12
		총중량 30kN 초과 90kN 이하의 차량		36.0	0.12×0.12
		총중량 90kN 초과 180kN 이하의 차량		54.0	0.25×0.60
		옥외 차도와 차도 양측의 보도		54.0	0.25×0.60
7	공장	경공업 공장		10.0	0.75×0.75
		중공업 공장		15.0	0.75×0.75
8	지붕	유지·보수 작업자의 하중을 받는 모든 지붕		1.5	0.75×0.75
		헬리콥터 이착륙장	최대허용이륙하중 20kN 이하	28.0	0.20×0.20
			최대허용이륙하중 60kN 이하	84.0	0.30×0.30
		작업장 상부에 노출된 지붕의 주 구조재 및 트러스 하현재 절점	공장, 창고, 자동차 정비소 등의 용도의 상부 지붕	10.0	–
			기타 용도의 상부 지붕	1.5	–
9	계단	계단 디딤판		1.5	0.05×0.05

1) 총중량 90kN 초과 180kN 이하인 차량은 0303.4의 규정에 따를 수 있다.
총중량 180kN을 초과하는 중량차량의 활하중은 0303.4의 규정에 따라야 한다.

0303.3.2 작용점

집중활하중은 각 구조부재에 가장 큰 하중효과를 일으키는 위치에 작용하도록 하여야 한다.

0303.3.3 하중접촉면

집중활하중은 <표 0303.3.1>에 명시된 하중접촉면에 등분포하는 것으로 가정하여야 한다.

0303.4 중량차량 활하중

총중량 180kN을 초과하는 중량차량과 소방차량 및 응급차량, 지게차 및 이동장비 등의 활하중은 이 조항에 따라야 한다.

0303.4.1 일반사항

총중량 180kN을 초과하는 중량차량이 통행하는 바닥의 활하중은 '도로교설계기준'의 활하중 규정에 따라 산정하며, 충격 및 피로를 고려하여 적용하여야 한다.

0303.4.2 소방차량 및 응급차량의 활하중

소방차량 및 이와 유사한 응급차량의 통행이 예상되는 바닥의 활하중은 다음 중 더 큰 하중을 적용하여야 한다.

(1) 차량의 외부안정장치 접촉면 반력을 포함한 차량의 실제 작동하중

(2) 0303.4.1의 규정에 따른 활하중

0303.4.3 중량차량의 주차장 활하중

총중량이 180kN을 초과하는 중량차량의 주차장 활하중은 0303.4.1의 규정에 따라야 하며, 충격 및 피로를 고려할 필요는 없다. 차량의 실제하중 크기와 배치를 합리적으로 고려하여 활하중을 산정한다면 이를 적용할 수 있으나 그 값은 5.0 kN/m^2 이상이어야 하며 0303.5(활하중의 저감)를 적용할 수 없다.

0303.4.4 지게차 및 이동장비의 활하중

지게차 및 이와 유사한 이동장비를 지지하는 바닥은 차량 및 이동장비의 전체 하중과 바퀴하중에 대하여 설계하여야 하며, 충격 및 피로를 고려하여야 한다. 설계목적상, 충격하중은 차량의 전체 하중 또는 바퀴하중의 30%로 한다.

0303.5 활하중의 저감

0303.5.1 저감계수

지붕활하중을 제외한 등분포활하중은 부재의 영향면적이 36m^2 이상인 경우 <표 0303.2.1>의 기본등분포활하중에 다음의 활하중저감계수 C를 곱하여 저감할 수 있다.

$$C = 0.3 + \frac{4.2}{\sqrt{A}} \qquad (0303.5.1)$$

여기서, C : 활하중저감계수

A : 영향면적(단, $A \geq 36\text{m}^2$)

0303.5.2 영향면적

영향면적은 기둥 및 기초에서는 부하면적의 4배, 보 또는 벽체에서는 부하면적의 2배, 슬래브에서는 부하면적을 적용한다. 단, 부하면적 중 캔틸레버 부분은 4배 또는 2배를 적용하지 않고 영향면적에 단순 합산한다.

0303.5.3 제한사항

(1) 1개 층을 지지하는 부재의 저감계수 C는 0.5 이상, 2개 층 이상을 지지하는 부재의 저감계수 C는 0.4 이상으로 한다.
(2) 5 kN/m²를 초과하는 활하중은 저감할 수 없으나 2개 층 이상을 지지하는 부재의 저감계수 C는 0.8까지 적용할 수 있다.
(3) 활하중 5 kN/m² 이하의 공중집회 용도에 대해서는 활하중을 저감할 수 없다.
(4) 승용차 전용 주차장의 활하중은 저감할 수 없으나 2개 층 이상을 지지하는 부재의 저감계수 C는 0.8까지 적용할 수 있다.
(5) 1방향 슬래브의 영향면적은 슬래브 경간에 슬래브 폭을 곱하여 산정한다. 이때 슬래브 폭은 슬래브 경간의 1.5배 이하로 한다.

0303.6 지붕활하중의 저감

지붕활하중은 이 조항의 규정에 따라 저감할 수 있다.

0303.6.1 부하면적과 지붕의 물매에 따른 저감

<표 0303.2.1>의 지붕활하중 L_0은 부재의 부하면적과 지붕의 물매에 따라 식(0303.6.1)에 의하여 저감할 수 있다.

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad (0.6 \le L_r \le 1.0) \tag{0303.6.1}$$

여기서, L_r : 수평투영면적에 대한 지붕활하중(kN/m²)

저감계수 R_1과 R_2는 다음 식으로 계산한다.

$$R_1 = \begin{cases} 1.0 & (A_t \le 20.0\text{m}^2) \\ 1.2 - 0.01A_t & (20.0\text{m}^2 < A_t < 60.0\text{m}^2) \\ 0.6 & (A_t \ge 60.0\text{m}^2) \end{cases}$$

여기서, A_t : 부재의 부하면적(m²)

$$R_2 = \begin{cases} 1.0 & (F \le 1/3) \\ 1.2 - 0.6F & (1/3 < F < 1) \\ 0.6 & (F \ge 1) \end{cases}$$

여기서, F : 경사지붕의 물매
아치 및 돔의 (높이/경간×8/3)

0303.6.2 용도에 따른 저감

지붕을 정원 및 집회 등의 용도로 점유·사용하는 경우에는 0303.5(활하중의 저감)를 적용하여 활하중을 저감한다.

0303.7 유사활하중

0303.7.1 손스침 하중

지붕, 발코니, 계단 등의 난간 손스침 부분에 대해서는 0.9 kN의 집중하중 또는 2세대 이하의 주거용 구조물일 때 0.4 kN/m, 기타의 구조물일 때 0.8 kN/m의 등분포하중을 임의의 방향으로 고려하여야 한다.

0303.7.2 내벽 횡하중

건축물 내부에 설치되는 높이 1.8m 이상의 각종 내벽은 벽면에 직각방향으로 작용하는 0.25 kN/m^2 이상의 등분포하중에 대하여 안전하도록 설계한다. 다만, 이동성 경량칸막이벽 및 이와 유사한 것은 제외한다.

0303.7.3 고정사다리 하중

가로대를 가진 고정사다리의 활하중은 최소한 1.5 kN의 집중하중을 각 부재에 가장 큰 하중효과를 일으키는 위치에 적용하여야 하며 3m 높이마다 하나 이상이 작용하도록 하여야 한다.

0303.8 차량방호하중

0303.8.1 승용차 방호하중

승용차용 방호시스템은 임의의 수평방향으로 30 kN의 집중하중에 저항하도록 설계하여야 한다. 이 집중하중은 바닥면으로부터 0.45m와 0.70m 사이에서 가장 큰 하중효과를 일으키는 높이에 적용하며 하중접촉면은 0.3m×0.3m 이하로 하여야 한다.

0303.8.2 화물차 및 버스 방호하중

화물차 및 버스의 방호하중은 국내·외의 공인된 설계지침에 따라 산정하여야 한다.

0303.9 크레인하중

주행보, 브래킷, 가새 및 접합부를 포함한 크레인의 모든 지지요소들은 크레인의 최대차륜하중, 수직충격하중, 횡방향 및 종방향 수평하중을 지지하도록 설계하여야 한다.

0303.9.1 최대차륜하중

최대차륜하중은 브리지의 무게에 의한 차륜하중에 트롤리가 최대의 차륜하중을 일으키는 위치에 있을 때의 정격용량과 트롤리의 무게에 의한 차륜하중을 더한 하중이다.

0303.9.2 수직충격하중

크레인의 수직충격하중은 최대차륜하중에 대하여 다음의 비율로 산정한다.

- 모노레일크레인(전동식) ---------- 25%
- 운전실조작 또는 원격조작 브리지크레인(전동식) --- 25%
- 펜던트조작 브리지크레인(전동식) ---------- 10%
- 수동식 브리지, 트롤리, 호이스트를 가진 브리지크레인 또는 모노레일크레인 ---------- 0%

0303.9.3 횡방향수평하중

전동식 트롤리를 가진 크레인의 주행보에 작용하는 횡방향수평하중은 크레인의 정격용량과 호이스트 및 트롤리의 무게를 합한 값의 20%로 한다. 횡방향수평하중은 주행보에 직각방향으로 주행레일 상부에 수평으로 작용하는 것으로 가정하며, 주행보와 그 지지구조체의 횡방향 강성에 따라 분배한다.

0303.9.4 종방향수평하중

수동식 브리지를 가진 브리지크레인을 제외한 크레인의 주행보에 작용하는 종방향수평하중은 최대차륜하중의 10%로 한다. 종방향수평하중은 주행보와 평행하게 주행레일 상부에 수평으로 작용하는 것으로 가정한다.

0304 설하중

0304.1 일반사항

(1) 지붕에 작용하는 설하중의 영향이 0303.2(등분포활하중) 및 0303.7(유사활하중)에 규정된 지붕의 최소 활하중보다 클 때에는 이 조항에서 규정한 설하중을 적용한다.

(2) 설하중의 작용이 예상되는 지붕과 벽면이나 기타 구조물의 표면에 대해서는 설하중의 영향을 고려한다.

(3) 설계용 지붕설하중은 기본지상설하중을 기준으로 하여 기본지붕설하중계수, 노출계수, 온도계수, 중요도계수 및 지붕의 형상계수와 기타 재하분포상태 등을 고려하여 산정한다.

(4) 기본지상설하중은 재현기간 100년에 대한 수직 최심적설깊이를 기준으로 하며, [그림 0304.2.1]의 값을 사용한다. 다만, 구조물의 용도 등에 따라 재현기간 100년을 적용하지 않을 때는 소요 재현기간에 맞추어 환산한 지상설하중 값을 사용할 수 있다.

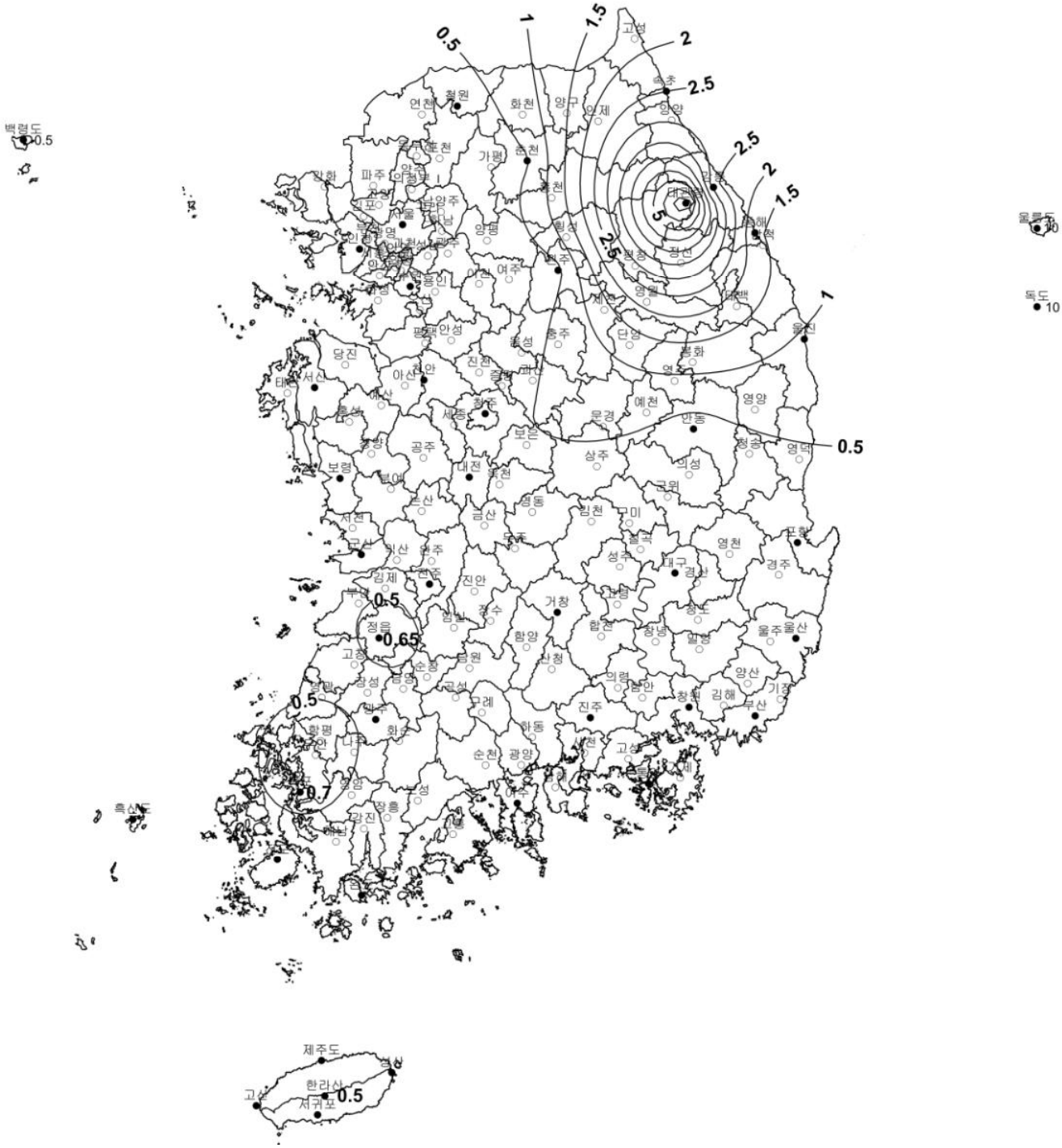
0304.2 지상설하중

0304.2.1 지상설하중의 적용조건

(1) 지붕설하중을 산정하기 위한 지상설하중은 [그림 0304.2.1]의 기본지상설하중에 따른다. 이때 지역적 기후와 지형에 따라 설하중에 국부적인 변동이 있을 수 있다는 점을 고려해야 한다. [그림 0304.2.1] 상의 지상설하중이 3.0kN/m^2 이하인 지역의 고지대나 산간지방 같은 특정한 지형조건에서는 [그림 0304.2.1]의 값을 1.5배하여 기본지상설하중으로 한다.

(2) 특정지역에 대한 지상설하중은 실제의 조사·연구에 의한 수직최심적설깊이 및 눈의 평균 중량 등을 고려하여 산정할 수 있다.

(3) 최소 지상설하중은 0.5 kN/m^2로 한다.



[그림 0304.2.1] 기본지상설하중 S_g(kN/m^2)

0304.2.2 기본지상설하중

구조물에 대한 지역별 지상설하중의 기본값 S_g는 [그림 0304.2.1]에 따른다.

0304.3 평지붕설하중

평지붕설하중 S_f은 식(0304.3.1)에 따라 산정한다.

$$S_f = C_b \cdot C_e \cdot C_t \cdot I_s \cdot S_g \ (\mathrm{kN/m^2}) \qquad (0304.3.1)$$

0304.3.1 기본지붕설하중계수 C_b

기본지붕설하중계수 C_b는 일반적으로 0.7로 한다.

0304.3.2 노출계수 C_e

노출계수 C_e는 일반적으로 <표 0304.3.1>에 따른다.

<표 0304.3.1> 노출계수 C_e

지역 구분	C_e
A. 모든 면의 주변이 바람막이가 없이 노출된 지붕이고, 거센바람이 부는 지역	0.8
B. 약간의 바람막이가 있고 거센 바람이 부는 지역	0.9
C. 주변환경에 의해 바람에 의한 설하중의 감소를 기대할 수 없는 위치	1.0
D. 바람의 영향이 많지 않은 지역 및 주변환경에 의하여 지붕에 바람막이가 있는 지역	1.1
E. 바람의 영향이 거의 없는 조밀한 숲 지역으로서, 촘촘한 침엽수 사이에 위치한 지붕	1.2

주) (1) 주변환경은 구조물의 수명기간에 지속되는 높은 구조물, 나무 또는 지형 등을 말한다.
(2) $10h_o$(h_o는 지붕면에서 주변환경까지의 높이) 거리 내에 있는 주변환경은 바람막이가 된다.
(3) 겨울에 잎이 떨어지는 낙엽수에 의한 장애물인 경우 C_e는 0.1만큼 저감할 수 있다.

0304.3.3 온도계수 C_t

온도계수 C_t는 일반적으로 <표 0304.3.2>에 따른다.

<표 0304.3.2> 온도계수 C_t

난 방 상 태	C_t
난방구조물(설하중 제어구조)	1.0
비난방구조물(설하중 비제어구조)	1.2

0304.3.4 중요도계수 I_s

중요도계수 I_s는 일반적으로 0103에서 정의한 중요도 등급별로 <표 0304.3.3>에 따른다.

<표 0304.3.3> 중요도계수 I_s

중요도	특	1	2	3
중요도계수 I_s	1.2	1.1	1.0	0.8

0304.3.5 완경사지붕의 최소설하중

(1) 15° 이내의 낮은 경사도를 가진 지붕 또는 처마에서 꼭대기까지를 연결한 직선이 수평면과 이루는 각도가 10° 보다 낮은 곡면지붕은 평지붕설하중의 최소허용값 이상이어야 하고, 그 값은 (2), (3)으로 구한다.

(2) 지상설하중이 1.0 kN/m^2 이하인 곳 : 지상설하중에 중요도계수를 곱한 값. 단, 그 값이 점유·사용하지 않는 지붕의 활하중보다 작은 경우는 1.0 kN/m^2 으로 함.

(3) 지상설하중이 1.0 kN/m^{2}을 초과하는 곳 : 1.0kN/m^{2}에 중요도계수를 곱한 값

(4) 설하중에 대해서는 활하중의 감소를 고려하지 않는다.

0304.4 경사지붕설하중

경사지붕설하중 S_s은 식(0304.3.1)에서 규정된 평지붕설하중에 지붕경사도계수 C_s를 곱한 식(0304.4.1)에 따라 산정한다.

$$S_s = C_s \cdot S_f \qquad (\text{kN/m}^2) \qquad (0304.4.1)$$

따뜻한 지붕과 차가운 지붕의 경사도계수는 0304.4.1.부터 0304. 4.4까지의 규정에 따른다.

0304.4.1 따뜻한 지붕의 경사도계수

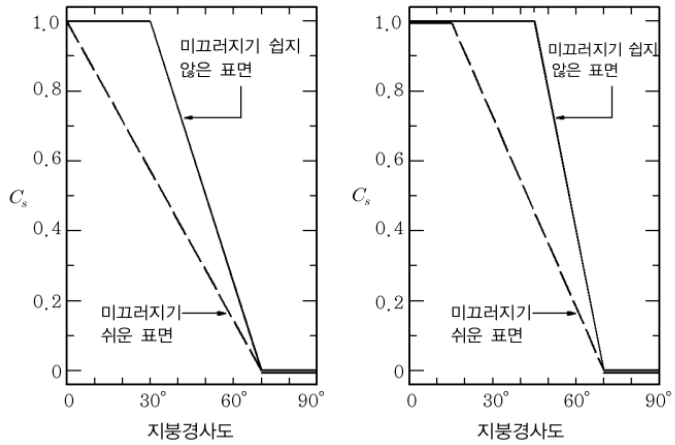
(1) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽고 열이 전달되는 따뜻한 경우, 지붕의 경사도계수는 [그림 0304.4.1(a)]의 점선에 따른다.

(2) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽지 않고 열이 전달되는 따뜻한 경우, 지붕의 경사도계수는 [그림 0304.4.1(a)]의 실선에 따른다.

0304.4.2 차가운 지붕의 경사도계수

(1) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽고 열이 전달되지 않는 차가운 경우, 지붕경사도계수는 [그림 0304.4.1(b)]의 점선에 따른다.

(2) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽지 않고 열이 전달되지 않는 차가운 경우, 지붕경사도계수는 [그림 0304.4.1(b)]의 실선에 따른다.



(a) 난방이 된 지붕, C_t=1.0 (b) 난방이 되지 않은 지붕, C_t >1.0

[그림 0304.4.1] 지붕경사도계수 C_s

0304.4.3 곡면지붕의 경사도계수

(1) 곡면지붕의 경사도계수는 [그림 0304.4.1]에 준하여 설정하되, 등가경사도는 처마에서 꼭대기까지를 연결한 직선이 수평면과 이루는 각도를 의미한다.

(2) 이 경우 곡면지붕 내의 접선경사도가 수평면과 70° 각도를 이루는 점을 처마로 하며, 70°를 초과하는 각도를 이루는 부분에 대해서는 설하중이 작용되지 않는 것으로 한다.

0304.4.4 연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕의 경사도계수

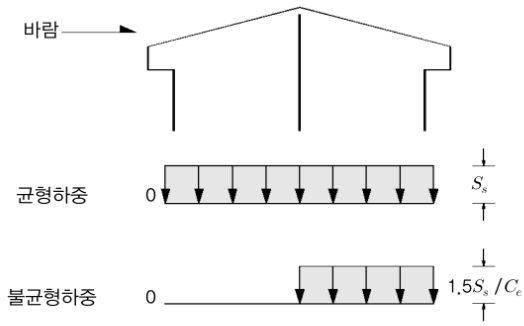
연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕의 경사도계수는 경사도에 관계없이 1.0으로 한다.

0304.5 지붕의 불균형설하중

지붕의 설하중은 균형하중과 불균형하중으로 분리하여 고려하며, 불균형하중 산정시 모든 방향에 대한 바람의 영향을 고려한다.

0304.5.1 경사지붕에서의 불균형설하중

(1) 지붕의 경사도가 15° 이하 혹은 70° 를 초과하는 경우에는 불균형설하중의 고려를 하지 않는다.



[그림 0304.5.1] 경사지붕의 균형설하중 및 불균형설하중

(2) 그 외의 경우에는 [그림 0304.5.1]과 같이 바람이 불어오는 쪽의 지붕면에는 설하중을 고려하지 않으며, 그 반대쪽의 경사 지붕면에는 $1.5S_s/C_e$의 설하중을 고려한다.

0304.5.2 곡면지붕에서의 불균형설하중

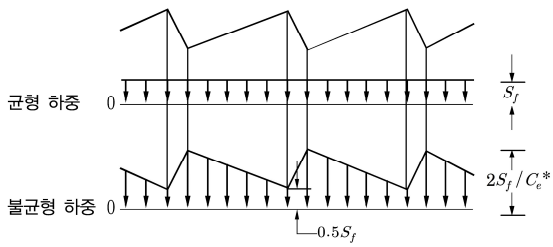
(1) 곡면지붕의 접선경사도와 수평면이 이루는 각도가 70°를 초과하거나 등가경사도가 10° 이하 또는 60° 이상인 경우에는 불균형하중을 고려하지 않는다.

(2) 그 외의 경우 불균형설하중은 [그림 0304.5.2]의 하중분포도에 따라 산정하며, 바람이 불어오는 방향은 불균형설하중을 고려하지 않는다.

(3) [그림 0304.5.2] (b)나 (c)의 곡면지붕의 처마로부터 0.9 m 이내에 지면이나 다른 지붕이 인접할 경우에는 경사의 증가로 인한 설하중의 감소를 고려하지 않고, 경사도 30° 지점과 처마 사이의 하중을 점선으로 나타낸 것과 같이 일정한 값 $2S_s/C_e$를 갖는 것으로 간주한다.

0304.5.3 연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕에서의
불균형설하중

(1) 연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕의 경우, 불균형설하중은 [그림 0304.5.3]과 같이 지붕마루의 $0.5S_f$에서 지붕골의 $2S_f/C_e$까지 증가한다.



(2) 지붕에서의 적설높이는 설하중을 식(0304.5.1)로 나눈 값으로 산정한다. 지붕골의 적설면은 지붕마루의 적설면보다 높지 않아도 된다. 그러므로 지붕골에서의 불균형설하중은 $2S_f/C_e$보다 작은 값으로 대치할 수 있다.

$$0.43S_g + 2.2 \leqq 4.7 \qquad (\mathrm{kN/m^3}) \qquad (0304.5.1)$$

0304.5.4 부분재하

설하중을 지지하는 지붕구조의 어느 부분에서나 균형하중의 반을 제거했을 때 발생할 수 있는 불리한 효과에 대해 고려한다.

0304.6 지붕의 국부설하중

인접한 높은 구조물이나 돌출부 주위의 몰림적설 또는 이들로부터 흘러내린 국부적인 설하중을 고려하여야 한다.

0304.6.1 주위보다 낮은쪽 지붕

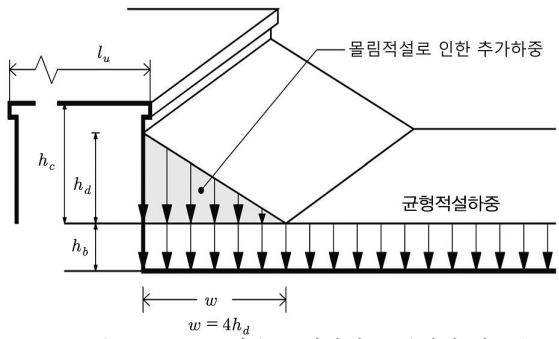
같은 구조물의 높은 부분 혹은 인접건물, 환경보다 낮게 위치하는 지붕에는 바람의 영향으로 눈이 한쪽으로 몰려 쌓이는 몰림적설을 고려한다.

0304.6.1.1 설하중이 작은 지역

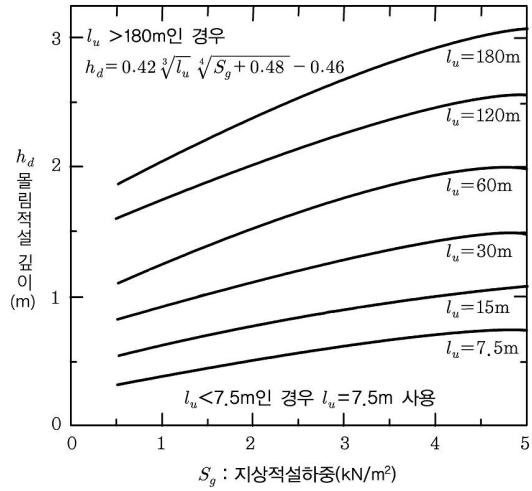
지상설하중이 0.5 kN/m²보다 작은 지역에서는 몰림적설에 의한 추가하중을 고려하지 않아도 무방하다.

0304.6.1.2 구조물에서의 낮은쪽 지붕

낮은쪽 지붕에서 눈의 몰림적설에 의한 추가하중은 [그림 0304.6.1]과 같이 산정되어 균형설하중에 중첩되며, h_c/h_b가 0.2보다 작은 경우에는 몰림적설에 의한 하중은 고려할 필요가 없다. 몰림적설 깊이 h_d는 [그림 0304.6.2]로부터 구하며, h_c보다 클 필요는 없다. 몰림적설 폭 w는 h_d이며, 낮은쪽 지붕의 길이 이하로 한다. 최대 몰림적설 하중은 h_d와 식(0304.5.1.)의 곱으로 구한다.



[그림 0304.6.1] 낮은쪽 지붕의 몰림적설 하중분포



[그림 0304.6.2] 몰림적설 깊이 h_d

0304.6.1.3 인접한 구조물이나 주위환경

수평 인접거리 6m 이내에 있는 높은 구조물이나 주위환경으로부터의 몰림적설에 의한 추가하중은 0304.6.1.1, 0304.6.1.2에 적용된 방법으로 구하며, 인접거리 s에 따른 보정은 최대 추가하중치에 $(6-s)/6$을 곱하여 사용한다. 그러나 6m를 넘는 경우에는 추가하중을 고려하지 않아도 무방하다.

0304.6.2 지붕의 수직돌출부

(1) 지붕의 수직돌출부 길이가 4.5m를 넘는 경우 몰림적설에 의한 추가설하중 산정은 돌출부의 모든 방향으로 0304.6.1을 적용한다.

(2) 파라펫에 의해 발생하는 지붕 주위의 몰림적설은 [그림 0304.6.2]의 몰림적설 깊이의 1/2인 $0.5h_d$를 사용하여 산정한다. 여기서, 파라펫의 길이 l_u는 돌출부로부터 지붕모서리까지의 최대 거리로 15m를 넘지 않는다.

(3) 돌출부가 서로 만나는 부분의 몰림적설은 2개의 몰림적설 중에서 큰 값을 사용한다.

0304.6.3 눈의 흘러내림

(1) 낮은쪽 지붕으로 흘러 내려 추가하중으로 작용하는 설하중은 높은쪽 지붕의 균형설하중이 낮은쪽 지붕으로 모두 흘러 내린다는 가정하에 산정하며, 총 추가하중 산출시 높은쪽 지붕의 표면상태에 관계없이 지붕경사도계수는 [그림 0304.4.1]의 실선으로 표시된 값을 사용한다.

(2) 이미 쌓인 눈으로 인하여 높은쪽 지붕의 일부 눈이 더 이상 흘러 내릴 수 없는 경우나 높은쪽 지붕의 눈이 흘러내려와서 낮은쪽 지붕에 쌓인 눈을 밀어낼 수 있다고 예상되는 경우에는 흘러내림 설하중을 감소할 수 있다.

(3) 흘러내림 설하중은 균형설하중과 중첩하여 작용한다고 간주되며, 낮은쪽 지붕이 높은쪽 지붕과 수평으로 h_c 혹은 6m 이상 이격되어 있다면 흘러내림에 의한 추가하중은 고려하지 않아도 무방하다.

0304.6.4 내민처마

처마가 지붕구조의 지지점에서 내민 경우에는 눈이 얼거나 적체된 경우를 고려하여 최소 $2.0S_f$의 일정한 설하중이 내민 부분에 작용한다고 간주한다.

0304.7 눈과 비의 혼합하중

0304.7.1 비로 인한 추가하중

지상설하중이 1.0 kN/m^2 이하인 지역에서는 지붕의 경사각이 $(w/15)^\circ$ (w는 처마에서 용마루까지의 수평거리, m) 이하인 모든 지붕에 눈 위의 비로 인한 하중 0.25kN/m^{2}을 추가하여야 한다. 이 추가하중은 평지붕설하중 또는 경사지붕설하중에 적용하여야 하며 최소설하중, 부분재하, 국부설하중에는 적용할 필요가 없다.

0304.7.2 물고임하중

눈 녹은 물이나 눈 위의 비로부터 물고임하중이 생길 때, 배수를 위한 적절한 경사가 주어져 있지 않으면 지붕에 처짐이 생기므로 이에 대한 하중을 고려해야 한다.

0304.8 기타 설하중

다음과 같은 기타 설하중이 구조물의 안전에 영향을 미친다고 인정되는 경우에는 그 영향을 고려한다.

(1) 구조물의 외벽은 직접 접하는 적설량으로 인한 측압을 고려한다.

(2) 구조물이 쌓인 눈 가운데에 묻힐 가능성이 있는 경우, 적설의 침강에 따른 하중을 고려한다.

(3) 발코니 등에 눈이 불어 닥치게 되는 경우, 불어온 눈의 하중을 고려한다.

0305 풍하중

0305.1 일반사항

0305.1.1 적용범위

(1) 이 절은 강풍이 작용하였을 때 건축구조물의 주구조체가 탄성적으로 거동하는 것을 전제로 한 최소풍하중을 산정하는 경우에 적용한다.

(2) 주골조설계용 풍하중은 건축구조물의 주골조를 설계하는 경우에 적용하고, 외장재설계용 풍하중은 외장재와 이를 지지하는 부골조(이하 외장재 등이라 한다)의 설계에 적용한다.

0305.1.2 기본방침

(1) 풍하중은 주골조설계용 수평풍하중·지붕풍하중과 외장재설계용 풍하중으로 구분한다.

(2) 주골조설계용 수평풍하중은 풍방향풍하중, 풍직각방향풍하중, 비틀림풍하중으로 구분하여 산정한다.

(3) 풍하중의 기본값은 주골조설계용의 경우에는 0305.5.2(기본풍속)에 정한 재현기간 500년 풍속에 근거하여 산정하고, 외장재설계용의 경우에는 0305.5.2(기본풍속)에 정한 재현기간 100년 풍속에 근거하여 산정한다. 주골조설

계용 풍하중 값은 한계상태 설계용에 해당하고, 외장재설계용 풍하중 값은 허용응력 설계용에 해당한다.

(4) 건축구조물의 종류에 따라 정한 재현기간에 상응하는 설계풍속은 0305.5.2(기본풍속)에 0305.5.6(중요도계수)를 곱하여 산정한다.

(5) 통상적인 건축구조물에서는 지붕의 평균높이를 기준높이로 하며, 그 기준높이에서의 속도압을 기준으로 풍하중을 산정한다.

(6) 주골조설계용 및 외장재설계용 풍하중을 산정할 때에는 각 건물표면의 양면에 작용하는 풍압의 대수합을 고려해야한다.

(7) 주골조설계용 풍하중은 0305.5(속도압), 0305.6(가스트영향계수), 0305.7(주골조설계용 풍압계수, 풍력계수)에 풍하중의 산정 목적에 따라 적절하게 정한 유효수압면적을 곱하여 산정한다. 다만, 0305.2.2(부분개방형건축구조물) 및 0305.3(주골조설계용 지붕풍하중)을 산정할 때에는 0305.7.2(내압계수 및 내압가스트영향계수)의 영향도 고려한다.

(8) 외장재설계용 풍하중은 0305.5(속도압)과 0305.8(외장재설계용 피크풍압계수)에 풍하중의 산정 목적에 따라 적절하게 정한 유효수압면적을 곱하여 산정한다. 단, 0305.7.2(내압 및 내압가스트영향계수)의 영향도 고려한다.

(9) 0305.1.4(특별풍하중)에 해당하는 경우에는 바람으로 인하여 건축구조물에 발생하는 특수한 영향들을 고려하여 풍하중을 산정하여야 한다. 단, 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정한 건축구조물인 경우에는 0305.9(풍직각방향) 및 0305.10(비틀림풍하중)에 따라 각각 풍직각방향풍하중과 비틀림풍하중을 산정한다. 평면형상이 원형인 경우에는 0305.11(와류진동)에 따라 풍하중을 산정한다.

(10) 풍진동으로 발생하는 수평변위 및 응답가속도에 대한 사용성은 0305.14(사용성 검토)에 따른다. 이 때 수평변위는 0305.14.3(1)①의 재현기간 100년 설계풍속, 응답가속도는 0305.14.3(2)①의 재현기간 1년 설계풍속을 적용하여 산정한다.

(11) 작은 규모의 건축구조물인 경우에는 0305.15(간편법에 따른 풍하중)에 따라 풍하중을 산정할 수 있다.

(12) 피로손상 등의 누적적인 하중효과는 0305.17(바람의 작용시간)을 고려하여 검토한다.

(13) 풍동실험을 수행하여 강풍으로 발생하는 건축구조물의 풍하중에 대한 구조안전성과 진동에 대한 사용성에 대해 다양한 목표성능수준을 만족하도록 건축구조물을 설계하고자 할 때는 0305.18(성능기반 내풍설계)에 따른다.

0305.1.3 설계하중조합 시의 풍하중계수

(1) 강도설계

강도설계 또는 한계상태설계를 수행할 경우 각 설계법에서 풍하중을 포함하는 하중조합에서의 풍하중계수는 1.0으로 한다.

(2) 허용응력설계

허용응력설계를 수행할 경우 풍하중을 포함하는 하중조합에서 풍하중계수는 0.75로 한다. 단, 재현기간 100년 풍속을 사용하여 풍하중을 산정하였을 경우에는 풍하중계수를 1.0으로한다.

0305.1.4 특별풍하중

다음의 각 조건에 해당하는 경우에는 바람으로 인하여 건축구조물에 발생하는 특수한 영향들을 고려하여 풍하중을 산정하여야 한다.

(1) 풍진동의 영향을 고려해야 할 건축구조물

형상비 $H/\sqrt{BD}$ 가 크고 유연한 건축구조물일 때는 풍직각방향진동, 비틀림진동, 와류진동, 공력불안정진동 등과 같은 특이한 진동에 대해 검토해야 한다. 이러한 종류의 진동이 발생할 조건과 그에 대한 대응은 아래와 같이한다.

1) 풍직각방향진동, 비틀림진동

① 아래 조건에 해당하는 사각형 평면형상의 건축구조물에 대해서는 0305.9(풍직각방향풍하중) 및 0305.10(비틀림풍하중)의 규정에 따라 풍직각방향풍하중 및 비틀림풍하중을 산정하거나, 0305.16(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 풍직각방향풍하중 및 비틀림풍하중을 산정한다.

$$\frac{H}{\sqrt{BD}} \geq 3 \quad \text{또는} \quad \frac{H}{\sqrt{A_f}} \geq 3 \qquad (0305.1.1)$$

여기서, H : 건축구조물의 기준높이(m), (0305.1.2(6))에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

D : 건축구조물의 깊이(m)

A_f : 건축구조물의 기준층 바닥면적(m^2)

② 아래 조건에 해당하는 L자형 평면형상의 건축구조물에 대해서는 바람이 건축구조물의 장변방향으로 분 경우와 단변방향으로 분 경우로 구분하고, 풍방향풍하중은 0305.2(주골조설계용 수평풍하중)에 따라, 풍직각방향풍하중은 0305.9(풍직각방향풍하중)에 따라, 비틀림풍하중은 0305.10(비틀림풍하중)에 따라 산정한 값에 <표 0305.1.1>에 주어진 비정형계수를 곱하여 풍하중을 산정하거나, 0305.16(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 풍직각방향풍하중 및 비틀림풍하중을 산정한다.

$$3.5 > \frac{H}{\sqrt{BD}} \geq 3 \quad \text{또는} \quad 3.5 > \frac{H}{\sqrt{A_f}} \geq 3 \qquad (0305.1.2)$$

여기서, H : 건축구조물의 기준높이(m), (0305.1.2(6))에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

D : 건축구조물의 깊이(m)

A_f : 건축구조물의 기준층 바닥면적(m^2)

<표 0305.1.1> 비정형계수

풍향	풍방향 비정형계수	풍직각방향 비정형계수	비틀림방향 비정형계수
바람이 장변방향으로 불 때	1.3	1.6	2.2
바람이 단변방향으로 불 때	1.4	2.2	2.2

2) 와류진동, 공력불안정진동

아래 조건에 해당하는 건축구조물은 0305.16(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 와류진동 및 공력불안정진동을 검토하고, 이들에 의해 발생하는 동적영향을 고려한 풍하중을 산정하여야 한다. 단, 건축구조물의 평면형상이 원형인 경우에는 0305.11(와류진동)에 따라 풍하중을 산정한다.

① 사각형평면인 건축구조물

$$\frac{H}{\sqrt{BD}} \geq 4.0 \text{ 또는 } \frac{H}{\sqrt{A_f}} \geq 4.0 \text{ 및}$$

$$1.21\frac{V_H}{n_L\sqrt{BD}} \geq V^*_{Lcr} \text{ 또는 } 1.21\frac{V_H}{n_T\sqrt{BD}} \geq V^*_{Tcr} \quad (0305.1.3)$$

여기서, V_H : 건축구조물의 설계풍속(m/s), V_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다.

V^*_{Lcr} : 풍직각방향에 대한 공력불안정진동의 무차원발진풍속으로 <표 0305.1.2>에 따른다.

V^*_{Tcr} : 비틀림에 대한 공력불안정진동의 무차원발진풍속으로 <표 0305.1.3>에 따른다.

n_L : 풍직각방향진동에 대한 1차고유진동수(Hz)

n_T : 비틀림진동에 대한 1차고유진동수(Hz)

② 원형평면인 건축구조물

$$\frac{H}{D_m} \geq 7 \text{ 및 } \frac{V_H}{n_L D_m} \geq 3.5 \quad (0305.1.4)$$

여기서, D_m : 높이 $2H/3$ 에서의 건축구조물의 바깥지름(m)

<표 0305.1.2> 사각형평면인 건축구조물의 풍직각방향 공력불안정진동의 무차원발진풍속 V^*_{Lcr}

지표면 조도구분	변장비 D/B	질량감쇠변수 δ_L 주)	무차원발진풍속 V^*_{Lcr}
C, D	$D/B \leq 0.8$	$\delta_L \leq 26$	$0.42\delta_L$
		$\delta_L > 26$	11
	$0.8 < D/B \leq 1.5$	모든 δ_L	$0.032\delta_L + 7.3$
	$1.5 < D/B \leq 2.5$	$\delta_L \leq 7.5$	2.3
		$7.5 < \delta_L \leq 30$	12
		$\delta_L > 30$	$0.4\delta_L$
	$2.5 < D/B$	$\delta_L \leq 15$	3.7
		$\delta_L > 15$	검토 불필요
A, B	$D/B \leq 0.8$	모든 δ_L	$0.12\delta_L + 6.7$
	$0.8 < D/B \leq 1.2$		$0.019\delta_L + 8.8$
	$1.2 < D/B$		11

주) $\delta_L = 4\pi\zeta_L M/(\rho BDH)$는 풍직각방향 질량감쇠변수로 감쇠비와 공기질량에 대한 건축구조물질량의 비에 의존함. 여기서, ζ_L은 풍직각방향진동의 1차감쇠비, M는 건축구조물의 총질량(kg), ρ는 공기밀도로 1.225 kg/m^{3}로 함

<표 0305.1.3> 사각형평면인 건축구조물의 비틀림 공력불안정진동의 무차원발진풍속 V_{Tcr}^{*}

변장비 D/B	질량감쇠변수 δ_T 주)	무차원발진풍속 V_{Tcr}^{*}
$D/B \le 1.5$	$\delta_T \le 0.05$	2
	$0.05 < \delta_T \le 0.1$	
	$\delta_T > 0.1$	검토 불필요
$1.5 < D/B \le 2.5$	$\delta_T \le 0.05$	2
	$0.05 < \delta_T \le 0.15$	$4 + 8\delta_T$
	$\delta_T \ge 0.15$	$8.6 + 7.4\delta_T$
$2.5 < D/B \le 5$	$\delta_T \le 0.05$	2
	$\delta_T > 0.05$	$5 + 10.5\delta_T$

주) $\delta_T = \zeta_T M(B^2 + D^2)/(36\rho B^2 D^2 H)$는 비틀림 질량감쇠변수임. 여기서, ζ_T는 비틀림진동의 1차감쇠비, M는 건축구조물의 총질량(kg), ρ는 공기밀도로 1.225 kg/m^{3}로 함

(2) 특수한 지붕골조

장경간의 현수, 사장, 막 지붕 등 경량이며 면외강성이 낮아 공기력불안정진동 거동을 하는 지붕골조의 경우에는 0305.16(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 주골조설계용 풍하중 및 외장재설계용 풍하중을 산정하여야 한다.

(3) 골바람효과가 발생하는 건설지점

국지적인 지형 및 지물의 영향 또는 풍상측의 장애물로 인하여 골바람효과가 발생하는 곳에 건축구조물이 위치하는 경우에는 0305.16(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 그 효과를 확인하여야 한다.

(4) 인접효과가 우려되는 건축구조물

신축건축구조물을 나란하게 또는 집단으로 배치할 경우, 풍상측 장애물의 후류버펫팅영역 또는 와류방출영역에 대상건축구조물이 위치할 때에는 난류 및 와류의 영향으로 주골조 및 외장재에 작용하는 풍하중이 증가한다. 후류 및 와류방출영역에 위치한 대상건축구조물이 $H/\sqrt{BD} \ge 3$인 경우의 주골조설계용 풍하중은 0305.1.4의 (1)(풍진동의 영향을 고려해야 할 건축구조물)에 따라 산정하여야 하고, 외장재설계용 풍하중은 인접효과에 의한 풍하중의 증가효과를 반영한 공인된 방법을 사용하거나, 0305.16(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 인접효과를 반영한 풍하중을 산정하여야한다. 단, 대상건축구조물의 고유진동수가 1Hz 이상일 때에는 주골조설계용 풍하중에 대해서는 인접효과에 따른 영향을 무시할 수 있다.

(5) 비정형적 형상의 건축구조물

이 항의 적용이 적합하지 않은 비정형적 형상을 가진 건축구조물의 경우에는 0305.16(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 주골조설계용 풍하중 및 외장재설계용 풍하중을 산정하여야한다.

0305.2 주골조설계용 수평풍하중

이 절은 건축구조물의 주골조를 설계하는 경우의 수평풍하중에 대한 산정방법을 정한다. 여기서의 수평풍하중은 바람의 난류에 의한 건축구조물의 풍방향의 동적하중효과 만을 고려하여 결정한 것으로 풍방향풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족해야 한다.

(1) 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.
(2) 건축구조물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.
(3) 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과 나 후류버펫팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.
주골조설계용 풍방향풍하중 W_D는 건축구조물의 밀폐와 개방 정도에 따라 다음과 같이 산정한다.

0305.2.1 밀폐형건축구조물

지상높이 z 에서 주골조설계용 풍방향풍하중 $W_D(z)$는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D(z) = G_D q_H (C_{pe1} - C_{pe2}) A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.2.1)$$

단, 원형평면을 가진 건축구조물의 경우에는 $C_{pe1} - C_{pe2}$ 대신에 C_D를 적용한다.

여기서, q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m²)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다.

G_D : 풍방향가스트영향계수(0305.6에 따른다)

C_{pe1} : 풍상벽의 외압계수(0305.7.1에 따른다)

C_{pe2} : 풍하벽의 외압계수(0305.7.1에 따른다)

C_D : 풍력계수(0305.7.3에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적(m²).

0305.2.2 부분개방형건축구조물

지상높이 z 에서의 주골조설계용 풍방향풍하중 $W_D(z)$는 아래 두 종류로 구분하여 산정한다.

(1) 풍상벽의 경우

$$W_D(z) = G_D q_H (C_{pe1} - C_{pi}) A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.2.2)$$

(2) 측벽 및 풍하벽의 경우

$$W_D(z) = G_D q_H (C_{pe} - C_{pi}) A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.2.3)$$

여기서, q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m²)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다.

G_D : 풍방향가스트영향계수(0305.6에 따른다)

C_{pe1} : 풍상벽의 외압계수(0305.7.1에 따른다)

C_{pe} : 측벽, 풍하벽의 외압계수(0305.7.1에 따른다)

C_{pi} : 내압계수(0305.7.2에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적(m²).

0305.2.3 개방형건축구조물

지상높이 z 에서의 주골조설계용 풍방향풍하중 $W_D(z)$는 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_D(z) = k_z q_H G_D C_D A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.2.4)$$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수(<표 0305.7.1>의 ①에 따른다)

q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m²)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

G_D : 풍방향가스트영향계수(0305.6에 따른다)

C_D : 풍력계수(0305.7.3에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적(m²).

0305.3 주골조설계용 지붕풍하중

이 절은 건축구조물의 주골조를 설계하는 경우의 지붕풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

(1) 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.

(2) 건축구조물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.

(3) 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 후류버펫팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

지붕풍하중 W_R은 건축구조물의 형상에 따라 다음과 같이 산정한다.

0305.3.1 밀폐형건축구조물 및 부분개방형건축구조물

주골조설계용 지붕풍하중 W_R은 다음 식으로 산정한다.

$$W_R = G_{pe} q_H (C_{pe} - C_{pi}) A_R \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.3.1)$$

여기서, q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m²) (0305.5.5에 따른다), q_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

G_{pe} : 지붕의 외압가스트영향계수(0305.6.4에 따른다)

C_{pe} : 외압계수(0305.7.1에 따른다)

C_{pi} : 내압계수(0305.7.2에 따른다)

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적(m²)

0305.3.2 독립지붕

주골조설계용 지붕풍하중 W_R은 다음 식으로 산정한다.

$$W_R = q_H G_{pe} C_N A_R \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.3.2)$$

여기서, q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m²)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

G_{pe} : 지붕의 외압가스트영향계수(0305.6.4에 따른다)

C_N : 독립지붕의 순압력계수(0305.7.3에 따른다)

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적(m²)

0305.4 외장재설계용 풍하중

이 절은 건축구조물의 외장재 등을 설계하는 경우의 풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

(1) 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.

(2) 건축구조물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.

(3) 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 후류버펫팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

외장재설계용 풍하중 W_C는 기준높이 H에 따라 다음과 같이 산정한다. 단, 외장재설계용 풍압에 해당하는 W_C/A_C는 675N/m^{2}보다 작아서는 안 된다.

0305.4.1 기준높이 20m 이상 건축구조물

외장재설계용 풍하중 W_C는 아래 두 종류로 구분하여 산정한다.

(1) 정압인 외벽

지상높이 z에서의 외장재설계용 풍하중 $W_C(z)$는 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_C(z) = q_H(k_z \hat{C}_{pe} - \hat{C}_{\pi}) A_C \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.4.2)$$

(2) 부압인 외벽 및 지붕면

외장재설계용 풍하중 W_C는 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_C = q_H(\hat{C}_{pe} - \hat{C}_{\pi}) A_C \qquad (0305.4.3.)$$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수(<표 0305.7.1>의 ①에 따른다)

q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m^2)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.2] 재현기간 100년 풍속 $V(100)$을 사용한다

$\hat{C}_{pe}$: 외장재설계용 피크외압계수(0305.8.1에 따른다)

$\hat{C}_{\pi}$: 외장재설계용 피크내압계수(0305.8.2에 따른다)

A_C : 외장재 등의 유효수압면적(m^2)

0305.4.2 기준높이 20m 미만 건축구조물

외장재설계용 풍하중 W_C는 벽, 지붕을 구분하지 않고 다음 식으로 산정한다. 단, 여기서 건설지점의 지표면조도구분이 A, B, C에 해당하는 경우에는 지표면조도구분 C에서의 속도압 q_H를 적용하고, 건설지점이 지표면조도구분 D인 경우에는 해당 지표면조도구분의 속도압 q_H를 적용한다.

$$W_C = q_H(\hat{C}_{pe} - \hat{C}_{pi}) A_C \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.4.4.)$$

여기서, q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m^2)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.2] 재현기간 100년 풍속 $V(100)$을 사용한다

$\hat{C}_{pe}$: 외장재설계용 피크외압계수(0305.8.1에 따른다)

$\hat{C}_{\pi}$: 외장재설계용 피크내압계수(0305.8.2에 따른다)

A_C : 외장재 등의 유효수압면적(m^2)

0305.4.3 독립지붕

외장재설계용 풍하중 W_C는 다음 식으로 산정한다.

$$W_C = q_H \hat{C}_N A_C \qquad (0305.4.5)$$

여기서, q_H : 기준높이 H에 대한 속도압(N/m²)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.2] 재현기간 100년 풍속 $V(100)$을 사용한다

$\hat{C}_N$: 독립지붕의 피크순압력계수(0305.8.3에 따른다)

A_C : 외장재 등의 유효수압면적(m²)

0305.5 속도압

기준높이 H에서의 속도압 q_H는 다음 식으로 산정한다.

$$q_H = \frac{1}{2}\rho V_H^2 \ (\mathrm{N/m^2}) \qquad (0305.5.1)$$

여기서, ρ : 공기밀도로써 균일하게 1.225 kg/m³로 한다.

V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다)

0305.5.1 설계풍속

설계풍속 V_H는 다음 식으로 산정한다.

$$V_H = V_0 K_D K_{zr} K_{zt} I_W(T) \ (\mathrm{m/s}) \qquad (0305.5.2)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (0305.5.2에 따른다), 주골조설계용의 경우에는 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용하고, 외장재설계용 및 수평변위를 산정할 때는 [그림 0305.5.2] 재현기간 100년 풍속 $V(100)$을 사용한다.

K_D : 풍향계수(0305.5.3에 따른다.)

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 기준높이 H에서의 값 (0305.5.4에 따른다)

K_{zt} : 지형계수(0305.5.5에 따른다)

$I_W(T)$: 중요도계수(0305.5.6에 따른다)

0305.5.2 기본풍속

(1) 건축구조물, 부속물 및 기타구조물의 주골조설계용 풍하중을 산정할 때의 기본풍속 V_0는 지표면상태가 0305.5.4에서 정한 지표면조도구분 C인 경우, 지상 10m 높이에서 10분간 평균풍속의 재현기간 500년에 대한 기대풍속 $V(500)$ 값으로 하고, 건설대상지의 지리적 위치에 따라 [그림 0305.5.1]에 따라 정한다. 바람은 항상 수평방향에서 불어오는 것으로 가정한다.

(2) 건축구조물의 외장재설계용 풍하중 및 수평변위를 산정할 때의 기본풍속 V_0는 지표면상태가 0305.5.4에서 정한 지표면조도구분 C인 경우, 지상 10m 높이에서 10분간 평균풍속의 재현기간 100년에 대한 기대풍속 $V(100)$ 값

으로 하고, 건설대상지의 지리적 위치에 따라 [그림 0305.5.2]에 따라 정한다. 바람은 항상 수평방향에서 불어오는 것으로 가정한다.

(3) 건설지점 부근의 유효한 풍관측자료가 있는 경우에는 그 값에 따라 기본풍속 V_0를 설정할 수 있다. 이 경우 풍속자료를 처리할 때에는 공인된 극치통계해석법을 사용하고, 자료의 길이, 측정오차, 평가시간, 풍속계높이, 풍속계 주변의 지표면상태 등을 고려해야하며, 풍속자료는 지표면조도구분 C인 지상 10m에서 10분간 평균풍속 값으로 균질화해야 한다.

주) 지도의 지역명칭 중 ●는 기상관청이 설치된 지역으로 기상관청이 위치한 곳을 나타내고, ○는 기상관청이 없는 지역으로 시청 및 군청 소재지가 위치한 곳이다.

[그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$(m/s)

주) 지도의 지역명칭 중 ●는 기상관청이 설치된 지역으로 기상관청이 위치한 곳을 나타내고, ○는 기상관청이 없는 지역으로 시청 및 군청 소재지가 위치한 곳이다.

[그림 0305.5.2] 재현기간 100년 풍속 $V(100)$(m/s)

0305.5.3 풍향계수

주골조설계용 및 외장재설계용 풍하중을 평가하는 경우의 풍향계수 K_D는 1.0으로 한다. 단, 주골조설계용에 대해서는 건설지점 부근의 유효한 풍관측자료가 있는 경우에는 그것에 의하여 8풍향(N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)에 대해 평가한 K_D를 사용할 수 있다. 이 경우의 K_D는 건축구조물의 주된 면에 직각인 4풍향을 고려하여 결정하고, K_D의 최소값은 0.85 이상으로 한다. K_D의 적용방법은 건축구조물의 주된 면에 직각인 풍향을 중심으로 22.5°의 부채꼴 범위에 8풍향 중 하나가 속하는 경우에는 그 풍향에 해당하는 K_D를 사용하고, 22.5°의 부채꼴 범위에 8풍향 중 하나가 속하지 않는 경우에는 좌우 인접한 풍향의 K_D가운데 큰 값을 그 풍향의 K_D로 사용한다. 기상관측소의 자료에 근

거하여 산정한 풍향계수 K_D는 건설지점이 기상관측소 인근에 있을 때에만 적용할 수 있고, 건설지점이 기상관측소로부터 멀고 주변 대규모지형의 영향 등에 의하여 풍향특성이 달라질 가능성이 있는 경우에는 풍향계수를 사용할 수 없다. 이 때에는 풍향계수를 고려하지 않고 $K_D = 1.0$으로 한다.

0305.5.4 풍속고도분포계수

평탄한 상태로 생각할 수 있는 환경에서의 풍속고도분포계수 K_{zr}은 (1)에서 정한 건설지의 지표면조도구분에 상응하여 (2)에 따라 정한다.

(1) 건설지점의 지표면조도구분은 주변지역의 지표면 상태에 따라 <표 0305.5.1>에 따라 정한다. 단, 건설지의 풍상측 $40H$(H는 기준높이) 또는 3km 이내에 건설지 방향으로 평탄한 상태에서 거친 상태로 지표면조도가 변하는 경우에는 지표면조도가 변하는 지점보다 풍상측 영역에서의 지표면조도구분을 건설지의 지표면조도구분으로 한다.

<표 0305.5.1> 지표면조도구분

지표면 조도구분	주변지역의 지표면 상태
A	대도시 중심부에서 고층건축구조물(10층 이상)이 밀집해 있는 지역
B	수목·높이 3.5m 정도의 주택과 같은 건축구조물이 밀집해 있는 지역 중층건물(4~9층)이 산재해 있는 지역
C	높이 1.5~10m 정도의 장애물이 산재해 있는 지역 수목·저층건축구조물이 산재해 있는 지역
D	장애물이 거의 없고, 주변 장애물의 평균높이가 1.5m 이하인 지역 해안, 초원, 비행장

지표면조도구분 A

지표면조도구분 B

지표면조도구분 C

지표면조도구분 D

(2) 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr}은 위 (1)에서 규정한 건설지점의 지표면조도구분에 따라 <표 0305.5.2> 및 <표 0305.5.3>에 따라 정한다.

<표 0305.5.2> 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr}

지표면으로부터의 높이 z (m)	지표면조도구분			
	A	B	C	D
$z \leqq z_b$	0.58	0.81	1.0	1.13
$z_b < z \leqq Z_g$	$0.22z^{\alpha}$	$0.45z^{\alpha}$	$0.71z^{\alpha}$	$0.98z^{\alpha}$

기호] z : 지표면에서의 높이(m)
z_b : 대기경계층시작높이(m)
Z_g : 기준경도풍높이(m)
α : 풍속고도분포지수

<표 0305.5.3> z_b, Z_g, α

지표면조도구분	A	B	C	D
z_b (m)	20m	15m	10m	5.0m
Z_g (m)	550m	450m	350m	250m
α	0.33	0.22	0.15	0.10

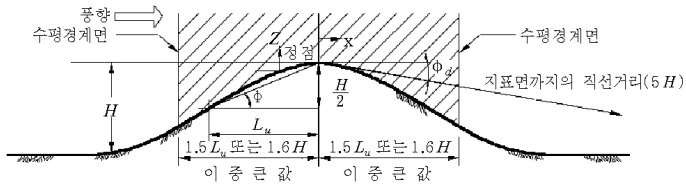
0305.5.5 지형계수

(1) 산, 언덕 및 경사지의 영향을 받지 않는 평탄한 지역에 대한 지형계수 K_{zt}는 1.0이다.

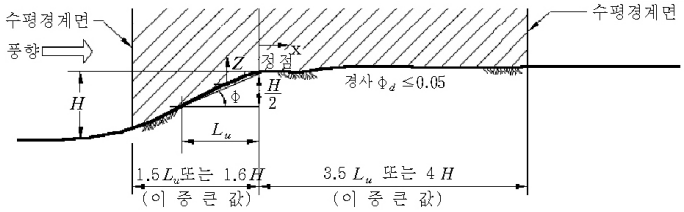
(2) 산, 언덕 및 경사지 정상 부근 등 풍속할증이 필요한 부분에 대한 적용범위는 <표 0305.5.4>와 같고, 지형계수 K_{zt}는 식(0305.5.3)으로 산정한다.

<표 0305.5.4> 지형계수 K_{zt}의 적용범위, m

지형구분	풍속할증 적용 범위	적용 범위	
		풍상측	풍하측
언덕, 산	수평거리 (정점에서)	$1.5L_u$와 $1.6H$ 중 큰 값	
경사지	수평거리 (정점에서)	$1.5L_u$와 $1.6H$ 중 큰 값	$3.5L_u$와 $4H$ 중 큰 값



(a) 언덕, 산



(b) 경사지

$$K_{zt} = 1 + \frac{k_t s \phi'}{1 + 3.7 I_z} \qquad (0305.5.3)$$

단, $k_t = \begin{cases} 1.4 & : \text{경사지} \\ 1.4 + 3.6(\phi_d - 0.05) \leq 3.2 & : \text{언덕,산} \end{cases}$

$$s = \begin{cases} \left(1 - \frac{|x|}{1.5L^*}\right)\left(1 - \frac{z}{L_u}\right) & : \phi \leq 0.3 \\ \left(1 - \frac{|x|}{1.5L^*}\right)\left(1 - \frac{0.6z}{H}\right) & : \phi > 0.3 \end{cases}$$

풍상측인 경우

$L^* = L_u$

$L^* = 1.7H$; $\phi > 0.3$일 때

풍하측인 경우

$L^* = L_u$와 $1.7H$ 중 큰 값 : 언덕·산

$L^* = 2L_u$와 $3.33H$ 중 큰 값 : 경사지

$$I_z = \begin{cases} 0.1\left(\frac{z}{Z_g}\right)^{-\alpha-0.05}, & z_b < z \leq Z_g \\ 0.1\left(\frac{z_b}{Z_g}\right)^{-\alpha-0.05}, & z < z_b \end{cases} \qquad (0305.5.3.a)$$

여기서, k_t : 형상계수

ϕ_d : 언덕·산·경사지의 정점으로부터 풍하측 빗변으로$5H$되는 거리까지의 평균경사

s : 위치계수

x : 정점으로부터의 수평거리(m)

z : 국지 지표면으로부터의 임의높이(m)

H : 언덕, 산, 경사지의 정점높이(m)

L_u : 언덕, 산, 경사지의 정점 중앙으로부터 아래로 $H/2$인 지점에서 풍상측 경사지 지점까지의 수평거리(m)

ϕ' : ϕ 또는 0.3 중 작은 값

ϕ : 풍상측경사 $\left(= \frac{H}{2L_u}\right)$

I_z : 높이 z에서의 난류강도

Z_g : 기준경도풍높이(m)

0305.5.6 중요도계수

중요도계수 $I_W(T)$는 0103에서 정의한 건축물의 중요도 분류에 따라 <표 0305.5.5>에 따라 정한다.

<표 0305.5.5> 중요도계수 $I_W(T)$

중요도 분류	초고층 건축구조물	특	1	2	3
중요도계수 $I_W(T)$	1.05	1.00		0.95	0.90
한계상태설계용 재현기간 T (년)	900	500		300	150

주] 초고층건축구조물은 50층 이상인 건축구조물 또는 200m 이상인 건축구조물

0305.6 가스트영향계수

0305.6.1 유연건축구조물 등의 주골조설계용

건축구조물의 풍방향고유진동수 n_D가 1 Hz 이하인 경우 또는 바람에 의한 동적효과를 무시할 수 없는 세장한 구조물 또는 기타 구조물인 경우의 주골조설계용 풍방향가스트영향계수 G_D는 다음 식으로 산정한다. 단, 굴뚝과 같이 수직으로 세장한 구조물은 H/B의 값이 7 이하인 경우에는 강체구조물로 한다.

$$G_D = 1 + g_D \gamma_D \sqrt{B_D + \phi_D^2 R_D} \tag{0305.6.1}$$

단, $g_D = \sqrt{2\ln(600\nu_D) + 1.2}$ (0305.6.1.a)

$$\nu_D = n_D \sqrt{\frac{R_D}{B_D + R_D}} \tag{0305.6.1.b}$$

$$\gamma_D = \left(\frac{3+3\alpha}{2+\alpha}\right) I_H \tag{0305.6.1.c}$$

$$B_D = 1 - \left[\frac{1}{\left\{1 + 5.1\left(\frac{L_H}{\sqrt{HB}}\right)^{1.3}\left(\frac{B}{H}\right)^{k}\right\}^{\frac{1}{3}}}\right] \tag{0305.6.1.d}$$

$$k = \begin{cases} 0.33 & : H \geqq B \\ -0.33 & : H < B \end{cases}$$

$$L_H = \begin{cases} 100\left(\frac{H}{30}\right)^{0.5} & , \ 30\text{m} < \text{H} \leq \text{Z}_\text{g} \\ 100 & , \ \text{H} \leq 30\text{m} \end{cases} \tag{0305.6.2.e}$$

$$\phi_D = \frac{1}{2+\beta}\frac{M}{M^*}\lambda \tag{0305.6.1.f}$$

$$M^* = \int_0^H m(z)\,\mu^2(z)dz \qquad (0305.6.1.g)$$

$$\mu(z) = \left(\frac{z}{H}\right)^{\beta} \qquad (0305.6.1.h)$$

$$\lambda = 1.0 - 0.4\ln\beta \qquad (0305.6.1.i)$$

$\beta = 0.5$: 비내력벽과 외장재 만으로 이루어진 모멘트저항골조 건축구조물

$\beta = 1.0$: 중앙에 코어가 있는 모멘트저항골조 건축구조물 또는 큰 기둥과 전단가새로 이루어진 건축구조물

$\beta = 1.5$: 세장한 캔틸레버형 건축구조물 및 중앙의 철근콘크리트 코어에 의해 지지되는 건축구조물

$\beta = 2.0$: 탑, 굴뚝

$$R_D = \frac{\pi}{4\zeta_D} S_D F_D \qquad (0305.6.1.j)$$

$$S_D = \frac{1}{\left(1 + 4.0\frac{n_D B}{V_H}\right)\left(1 + 2.3\frac{n_D H}{V_H}\right)} \qquad (0305.6.1.k)$$

$$F_D = \frac{4.0\frac{n_D L_H}{V_H}}{\left\{1 + 71\left(\frac{n_D L_H}{V_H}\right)^2\right\}^{5/6}} \qquad (0305.6.1.l)$$

여기서, g_D : 풍방향피크팩터 ([그림 0305.6.1])

γ_D : 풍속변동계수

B_D : 비공진계수 ([그림 0305.6.2])

R_D : 공진계수

ν_D : 풍방향레벨크로싱수(Hz)

α : 풍속고도분포지수 (0305.5.4에 따른다)

I_H : 기준높이에서의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에서 z를 H로 대체하여 산정한 값

L_H : 기준높이에서의 난류스케일(m)

B : 건축구조물의 폭(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2.(6)에 따른다)

ϕ_D : 풍방향진동모드보정계수 ([그림 0305.6.5])

β : 1차진동모드 $\mu_1 = \left(\frac{z}{H}\right)^{\beta}$의 연직분포형상지수, β는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 모드형상으로부터 산정한다. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β값을 사용할 수 있다.

$\frac{1}{2+\beta}\frac{M}{M^*}$: 풍방향 진동모드 차이에 따른 일반화질량의 진동모드보정계수

M : 건축구조물의 지상부 총질량(kg)

M^* : 건축구조물의 풍방향1차진동일반화질량(kg)

λ : 풍방향진동모드의 차이에 따른 일반화변동풍력의 진동모드보정계수

$m(z)$: 높이 z에서 단위높이당 질량(kg/m)

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드

ζ_D : 건축구조물의 풍방향1차감쇠비

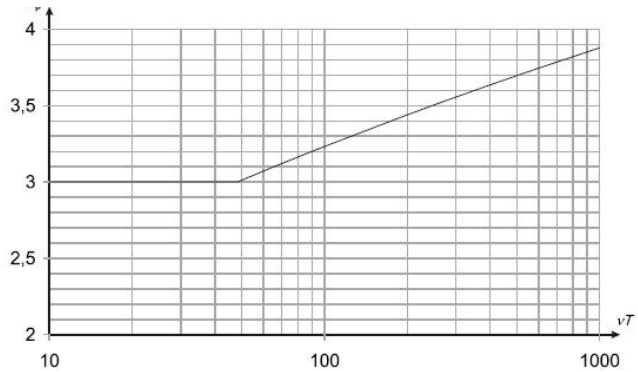
S_D : 규모계수 ([그림 0305.6.3])

F_D : 풍방향풍력스펙트럼계수 ([그림 0305.6.4.])

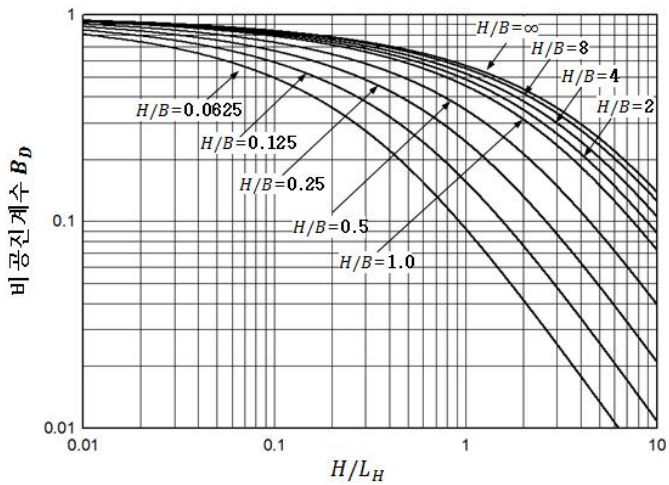
n_D : 건축구조물의 풍방향1차고유진동수(Hz)

Z_g : 기준경도풍높이(m) (0305.5.4에 따른다)

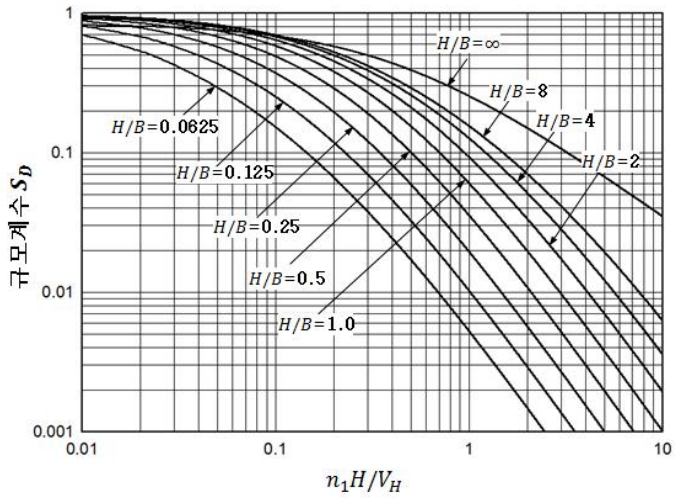
V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다)



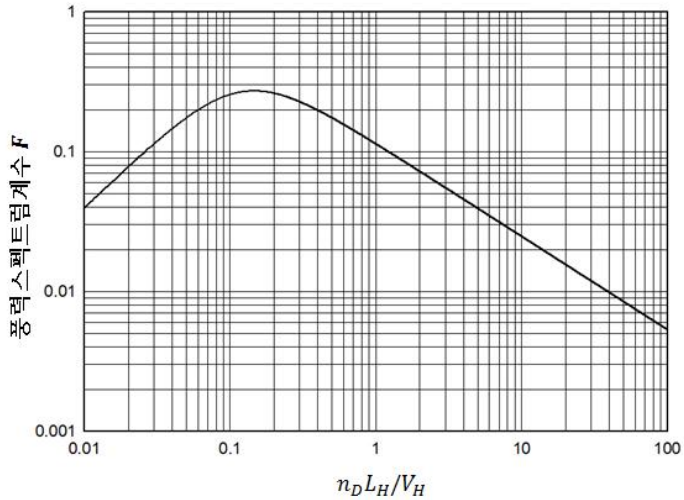
[그림 0305.6.1] 피크팩터 g_D



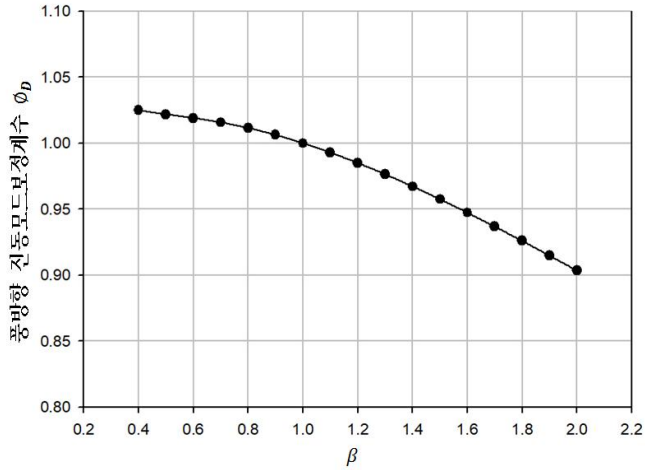
[그림 0305.6.2] 비공진계수 B_D



[그림 0305.6.3] 규모계수 S_D



[그림 0305.6.4] 풍력스펙트럼계수 F



[그림 0305.6.5] 풍방향 진동모드보정계수 ϕ_D

0305.6.2 강체건축구조물 등의 주골조설계용

건축구조물의 풍방향고유진동수 n_D가 1 Hz를 초과하는 경우 또는 바람에 의한 동적 효과를 무시할 수 있는 강체구조물 또는 기타 구조물인 경우의 주골조설계용 풍방향가스트영향계수 G_D는 다음 식으로 산정한다.

$$G_D = 1 + 4\,\gamma_D \sqrt{B_D} \tag{0305.6.2}$$

여기서, γ_D : 풍속변동계수 (식 (0305.6.1.c)에 따른다)

B_D : 비공진계수 ([그림 0305.6.2] 또는 식(0305.6.2.d)에 따른다.)

0305.6.3 래티스형탑상구조물

래티스형탑상구조물의 풍방향가스트영향계수 G_D는 다음 식으로 산정한다.

$$G_D = 1 + g_D \frac{C_g'}{C_g}\,\phi_{Dt}\,\sqrt{1+R_D} \tag{0305.6.3}$$

단, $g_D = \sqrt{2\ln(600\nu_D)} + 1.2$

$$\nu_D = n_D \sqrt{\frac{R_D}{B_D + R_D}}$$

$$C_g' = \frac{2I_H}{\alpha+3}\sqrt{B_D} \tag{0305.6.3.a}$$

$$C_g = \frac{1}{2\alpha+3} - \frac{\lambda_B}{2\alpha+4} \tag{0305.6.3.b}$$

$$\phi_{Dt} = \frac{M}{5M^*}\lambda_L \tag{0305.6.3.c}$$

$$\lambda_L = \left[\left(0.5\frac{B_H}{B_0} - 0.3\right)(\beta-2) + 1.4\right]\lambda \tag{0305.6.3.d}$$

$\beta = 2.0$: 수직으로 강성이 일정한 강재 래티스타워

$\beta = 2.3$: 수직으로 강성이 감소하는 강재 래티스타워

$$R_D = \frac{\pi}{4\zeta_D} S_D F_D$$

$$B_D = \left(1 - \frac{3}{4}\lambda_B\right)^2 \frac{1}{1 + \frac{2\sqrt{HB}}{L_H}}$$

$$\lambda_B = 1 - \frac{B_H}{B_0}$$

$$S_D = \left(1 - \frac{3}{4}\lambda_B\right)^2 \frac{1}{\left(1 + 3.5\frac{n_D B}{V_H}\right)\left(1 + 2\frac{n_D H}{V_H}\right)}$$

$$F_D = \frac{4.0\frac{n_D L_H}{V_H}}{\left\{1 + 71\left(\frac{n_D L_H}{V_H}\right)^2\right\}^{5/6}}$$

$$B = \frac{B_H + B_0}{2}$$

여기서, ν_D : 풍방향레벨크로싱수(Hz)

α : 풍속고도분포지수(0305.5.4에 따른다)

$\phi_{D\ell}$: 래티스탑상구조물의 풍방향진동모드보정계수

([그림 0305.6.7])

$\frac{M}{5M^*}$: 래티스형탑상구조물의 풍방향 진동모드 차이에 따른 일반화질량의 진동모드보정계수

M : 래티스탑상구조물의 지상부 총질량(kg)

M^* : 래티스탑상구조물의 풍방향1차진동일반화질량(kg)으로 식(0305.6.1.g)에 따라 산정한다.

B_0 : 래티스형탑상구조물 밑면에서의 타워폭(m)

B_H : 래티스형탑상구조물의 기준높이에서의 타워폭(m)

λ_L : 래티스형탑상구조물의 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수

β : 1차진동모드 $\mu_1 = \left(\frac{z}{H}\right)^{\beta}$의 연직분포형상지수, β는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 모드형상으로부터 산정함. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β값을 사용할 수 있음.

λ : 풍방향진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정한다.

I_H : 기준높이에서의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에서 z를 H로 대체하여 산정한 값

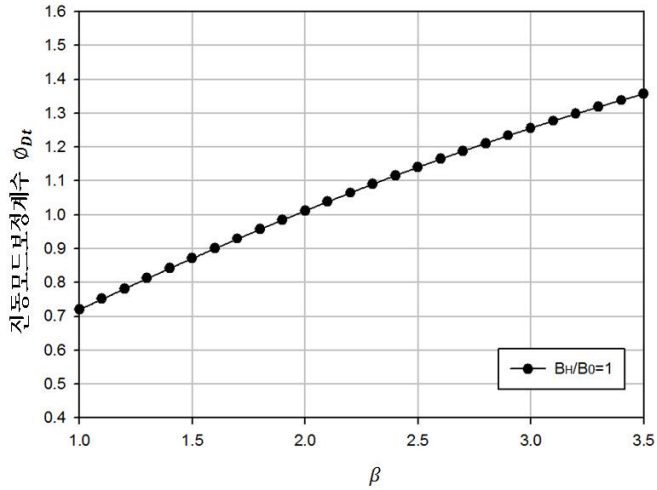
L_H : 기준높이에서의 난류스케일(m)로 식(0305.6.1.e)에 따라 산정한다.

n_D : 래티스형탑상구조물의 풍방향1차고유진동수(Hz)

ζ_D : 래티스형탑상구조물의 풍방향1차감쇠비

H : 기준높이로 래티스형탑상구조물의 최고높이(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다)



[그림 0305.6.7] 래티스탑상구조물의 진동모드보정계수 ϕ_{Dt}

0305.6.4 지붕의 외압가스트영향계수

유연하고 장경간인 건축구조물로서 바람에 의한 지붕의 공진효과를 무시할 수 없는 경우, 즉 식(0305.6.4)를 만족하는 경우의 외압가스트영향계수 G_{pe} 는 식(0305.6.6)으로 산정하고, 그 이외 바람에 의한 지붕의 공진효과를 무시할 수 있는 경우의 외압가스트영향계수 G_{pe} 는 식(0305.6.5)로 산정한다. 단, 직사각형 이외의 평면이면서 지붕구배가 10° 이상 30° 이하인 지붕 및 돔지붕의 외압가스트영향계수 G_{pe} 는 식(0305.6.5)로 산정한다.

$$\frac{n_{R0}H}{V_H} < 1.3 \qquad (0305.6.4)$$

단, n_{R0} : 지붕보의 1차고유진동수(Hz)

H : 기준높이(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다) V_H 산정 시의 기본풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

$$G_{pe} = 1+4r_{pe}\sqrt{B_{pe}} \qquad (0305.6.5)$$

$$G_{pe} = 1+g_{pe}r_{pe}\sqrt{B_{pe}+R_{pe}} \qquad (0305.6.6)$$

여기서, $g_{pe} = \sqrt{2\ln(600n_{R0})}+1.2$

$r_{pe} = 2.2I_H^{\,2}+0.19$

$$B_{pe} = \frac{0.36}{\left(\frac{l}{H}\right)^{0.84}\left(\frac{b}{H}\right)^{0.09}}$$:지붕보가 풍향과 평행일 때

$$B_{pe} = \frac{0.50\left(\frac{b}{H}\right)^{0.03}}{\left(\frac{l}{H}\right)^{0.49}}$$: 지붕보가 풍향과 직각일 때

$$R_{pe} = \frac{0.004}{(n^{*}_{R0})^{2.8}\left(\frac{l}{H}\right)^{1.5}\left(\frac{b}{H}\right)^{0.55}\zeta_R}$$: 지붕보가 풍향과 평행

$$R_{pe} = \frac{0.01\left(\frac{b}{H}\right)^{0.04}}{(n^{*}_{R0})^{3.4}\left(\frac{l}{H}\right)^{0.80}\zeta_R}$$: 지붕보가 풍향과 직각

여기서, g_{pe} : 피크팩터

r_{pe} : 외압변동계수

I_H : 기준높이에서의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에서 z를 H로 대체하여 얻은 값

l : 지붕의 경간(m)

b : 하중분담폭(m)

n^{*}_{R0} : 무차원고유진동수($=n_{R0}H/V_H$)

ζ_R : 지붕의 1차감쇠비

B_{pe} : 비공진계수

R_{pe} : 공진계수

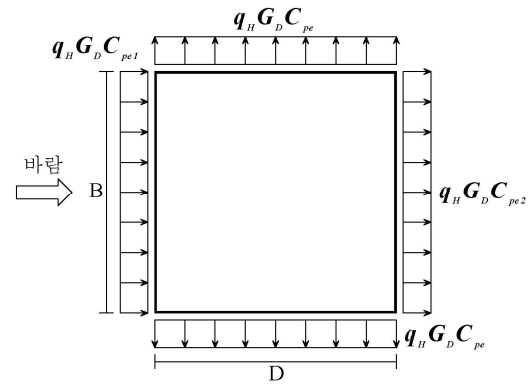
0305.7 주골조설계용 풍압계수, 풍력계수

0305.7.1 외압계수

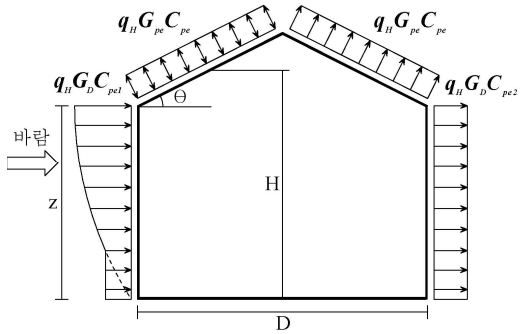
(1) 밀폐형건축구조물

사각형평면을 가진 밀폐형건축구조물에 대한 주골조설계용 외압계수 C_{pe}는 <표 0305.7.1>에 따라 정한다. 외벽면의 외압계수는 <표 0305.7.1>의 ①에 따르고, 지붕면 외압계수는 <표 0305.7.1>의 ②에 따른다. 단, 형상비 $H/\sqrt{BD}$가 8 이하인 건축구조물에만 적용한다.

<표 0305.7.1> 밀폐형건축구조물의 외압계수 C_{pe}



(a) 평면



(b) 단면

기호] B : 건물폭. 풍직각방향길이(m)
D : 건물깊이, 풍방향길이(m)
H : 지붕면평균높이(m)
θ : 지붕경사각(°)

① 벽면

외압계수 C_{pe}

	D/B	풍상벽 끝단으로부터의 수평거리(x)	C_{pe}
풍상벽 C_{pe1}	≤ 1	−	$0.8k_z$
	>1	−	$0.8k_z+0.05$
풍하벽 C_{pe2}	≤ 1	−	-0.5
	>1	−	-0.35
측벽 C_{pe}	모든 값	$\leq 1H$	-0.7
	모든 값	$1H \leq x < 3H$	-0.5
	모든 값	$3H \leq x$	-0.3

k_z는 높이방향압력분포계수로 아래 표로 주어진다.

높이방향 압력분포계수 k_z

$H \leq z_b$	$z \leq z_b$	$z_b < z < 0.8H$	$z \geq 0.8H$
1.0	$(z_b/H)^{2\alpha}$	$(z/H)^{2\alpha}$	$0.8^{2\alpha}$

기호] z : 지표면에서의 높이(m)

z_b : 대기경계층시작높이(m)로 <표 0305.5.3>에 의해 정함

α : 풍속고도분포지수로 <표 0305.5.3>에 의해 정함

② 지붕면

평지붕, $\theta<10°$인 용마루직각방향 및 모든 경사각의 용마루방향의 지붕면 외압계수 C_{pe}

풍상지붕 끝단으로부터의 수평거리	$H/D \leq 0.5$	$H/D \geq 1.0$
$0 \sim 0.5H$	$-0.9,\ -0.4$	$-1.3k_a,\ -0.6$
$0.5H \sim 1H$	$-0.9,\ -0.4$	$-0.7,\ -0.3$
$1H \sim 2H$	$-0.5,\ 0.0$*	$(-0.7,\ -0.3)$*
$2H \sim 3H$	$-0.3,\ 0.1$	
$>3H$	$-0.2,\ 0.2$	

$\theta \geq 10°$인 용마루직각방향의 풍상지붕면 외압계수 C_{pe}

H/D	지붕경사각 $\theta°$						
	10	15	20	25	30	35	45≥
≤0.25	−0.7 −0.3	−0.5 0.0*	−0.3 0.2	−0.2 0.3	−0.2 0.4	0.0* 0.5	
0.5	−0.9 −0.4	−0.7 −0.3	−0.4 0.0*	−0.3 0.2	−0.2 0.3	−0.2 0.4	0.0* $0.8\sin\theta$
≥1.0	$-1.3k_a$ −0.6	−1.0, −0.5	−0.7 −0.3	−0.5 0.0*	−0.3 0.2	−0.2 0.3	

* 값은 보간을 목적으로 사용한다

k_a는 면적감소계수로 아래 표에 주어진 것처럼 면적에 따라 선형적으로 감소하고, 중간 값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

면적감소계수 k_a

유효수압면적(m^2)	면적감소계수
≤10	1.0
25	0.9
≥100	0.8

$\theta \geq 10°$인 용마루직각방향의 풍하지붕면 외압계수 C_{pe},

H/D	지붕경사각 $\theta°$				
	10	15	20	≥25	
≤0.25	−0.3	−0.5	−0.6	$B/D<3$	−0.6
0.5	−0.5	−0.5	−0.6	$3 \leq B/D \leq 8$	−0.06(7+B/D)
≥1.0	−0.7	−0.6	−0.6	$B/D>8$	−0.9

주] (1) +기호는 표면을 향하는 정압, −기호는 표면에서 떨어져나가는 부압을 의미한다.

(2) 표에서 주어진 D/B, H/D 및 θ의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다. 직선보간은 동일한 부호를 가진 값일 때만 할 수 있다. 동일부호에서 값이 없을 때에는 직선보간 할 때 0.0으로 한다.

(3) C_{pe} 값이 두 가지일 때는 풍상측지붕이 정압과 부압을 다 받으며, 지붕골조는 이 두 가지 조건을 고려하여 설계한다. 이 때 H/D 중간에 있는 값의 보간은 동일한 부호의 C_{pe} 값만 한다.

(4) 편지붕일 때는 모든 지붕면이 풍상면 또는 풍하면이 된다.

(5) 이중경사지붕일 때는 지붕정상수평면과 풍하경사면을 풍하면으로 본다.

(6) 모멘트저항골조로 된 지붕에서 주골조를 제외하고, 수평전단력의 합은 지붕면에 작용하는 풍력을 무시하고 결정한 값보다 커야한다.

(2) 아치지붕

아치지붕의 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 <표 0305.7.2.>에 따른다.

<표 0305.7.2> 아치지붕의 외압계수 C_{pe}

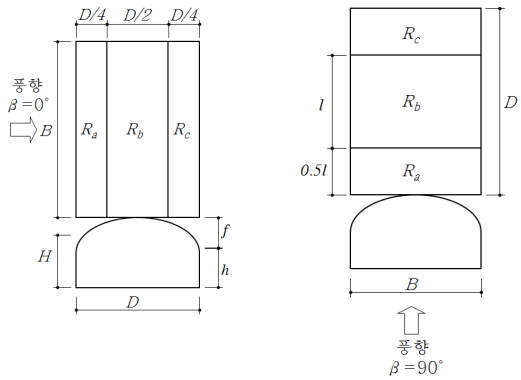
① 풍향 $\beta=0°$

f/D	R_a부			R_b부			R_c부		
	h/D =0	h/D =0.3	h/D =0.7	h/D =0	h/D =0.3	h/D =0.7	h/D =0	h/D =0.3	h/D =0.7
0	−0.4	−1.0	−0.9	−0.4	−1.0	−0.9	−0.4	−0.6	−0.9
0.1	−0.5	−1.2	−1.5	−0.9	−1.0	−1.0	−0.5	−0.5	−0.5
0.3	−0.1	−0.4	−0.9	−1.2	−1.4	−1.5	−0.5	−0.5	−0.5
0.4	0.2	0	−0.5	−1.2	−1.3	−1.4	−0.5	−0.5	−0.5

② 풍향 $\beta=90°$

f/B	R_a부			R_b부			R_c부		
	h/B =0	h/B =0.3	h/B =0.7	h/B =0	h/B =0.3	h/B =0.7	h/B =0	h/B =0.3	h/B =0.7
0	−0.4	−0.9	−0.8	−0.4	−0.5	−0.4	−0.4	−0.3	−0.2
0.1	−1.2	−1.1	−1.1	−0.7	−0.5	−0.5	−0.4	−0.4	−0.4
0.3	−1.1	−1.1	−1.1	−0.6	−0.5	−0.5	−0.4	−0.4	−0.4
0.4	−1.1	−1.1	−1.1	−0.5	−0.5	−0.5	−0.4	−0.4	−0.4

주] (1) 표에 주어진 f/B, h/B의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.
(2) +기호는 표면을 향하는 정압, −기호는 표면에서 떨어져나가는 부압을 의미한다.



기호] B : 건축구조물의 폭(m)
D : 건축구조물의 깊이(m)
H : 지붕면 평균높이(m)
f : 아치높이(m)
h : 지표면에서 아치지붕 처마까지의 높이(m)
l : $4H$와 B 중 작은 값(m)

(3) 돔지붕

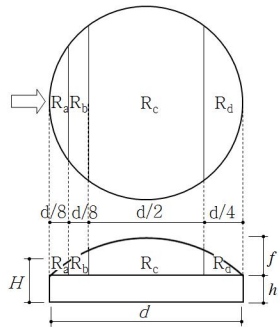
돔지붕의 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 <표 0305.7.3>에 따른다.

<표 0305.7.3> 돔지붕의 외압계수 C_{pe}

f/d	R_a부(정의 계수)			R_a부(부의 계수)		
	h/d =0	h/d =0.25	h/d =1	h/d =0	h/d =0.25	h/d =1
0	검토 불필요함			−0.6	−1.4	−1.2
0.05	0.3	0	0	0	−1.0	−1.6
0.1	0.4	0	0	0	−0.6	−1.2
0.2	0.5	0	0	0	0	−0.4
0.5	0.7	0.6	0.6	검토 불필요함		

f/d	R_b부			R_c부			R_d부		
	h/d =0	h/d =0.25	h/d =1	h/d =0	h/d =0.25	h/d =1	h/d =0	h/d =0.25	h/d =1
0	0	−0.8	−1.2	0	−1.0	−0.4	0	−0.1	−0.3
0.05	0	−0.4	−0.8	−0.2	−0.4	−0.4	−0.1	−0.3	−0.3
0.1	0	−0.4	−0.6	−0.4	−0.6	−0.6	−0.2	−0.4	−0.4
0.2	0	−0.4	−0.6	−0.6	−0.8	−1.0	−0.2	−0.4	−0.4
0.5	0	−0.3	−0.4	−1.1	−1.2	−1.3	−0.2	−0.4	−0.4

주] (1) 표에 주어진 f/D, h/D의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.
(2) +기호는 표면을 향하는 정압, −기호는 표면에서 떨어져나가는 부압을 의미한다.



기호] d : 건축구조물의 외경(m)
H : 기준높이(m)
f : 돔높이(m)
h : 지표면에서 돔지붕 처마까지의 높이(m)

0305.7.2 내압계수

주골조설계용 내압계수 C_{pi} 는 개구부의 크기에 따라 <표 0305.7.4>에 따라 정한다.

<표 0305.7.4> 주골조설계용_내압계수 C_{pi}

밀폐의 분류		C_{pi}
밀폐형건축구조물		0
부분개방형 건축구조물	탁월한 개구부가 없는 경우	+0.55 또는 −0.55
	탁월한 개구부가 있는 경우	+0.70 또는 −0.70
	개방된 사일로, 굴뚝	−0.60
개방형건축구조물		0

주) 밀폐의 분류가 위 표 구분의 중간에 속할 경우에는 직선보간 한다.

0305.7.3 풍력계수

(1) 원형평면을 가진 건축구조물

원형평면을 가진 건축구조물의 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.5>에 따른다. 단, $dV_H \geq 6$ (m²/s)이고, $H/d \leq 8$인 건축구조물에만 적용한다.

<표 0305.7.5> 원형평면을 가진 건축구조물의 풍력계수 C_D

$C_D = 1.2 k_1 k_2 k_z$

여기서, k_1 : H/d의 영향을 나타내는 계수

k_2 : 표면거칠기의 영향을 나타내는 계수

k_z : 높이방향압력분포계수로

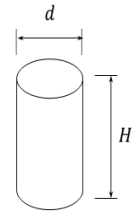
<표 0305.7.1>에 따라 구한다. 단, $H < z_b$ 일 때는 $k_z = 1.0$ 으로 한다.

H/d의 영향을 나타내는 계수 k_1

$H/d < 1$	$1 \leq H/d \leq 8$
0.6	$0.6\,(H/d)^{0.14}$

표면거칠기의 영향을 나타내는 계수 k_2

평탄한 표면(금속, 콘크리트, 평탄한 칸막이벽 등)	0.75
거친 표면(외경의 1% 정도의 요철이 있는 칸막이벽 등)	0.9
극히 거친 표면(바깥지름의 5% 정도의 요철)	1



기호]

d : 건축구조물의 외경(m)

H : 기준높이(m)

(2) 독립지붕

① 편지붕

독립된 편지붕의 주골조설계용 순압력계수 C_N는 <표 0305. 7.6>에 따른다.

<표 0305.7.6> 독립편지붕의 순압력계수 C_N ($\theta \leq 45°$, $\beta=0°$, 180°): 용마루직각방향

지붕 경사각 θ(°)	하중 상태	$\beta=0°$				$\beta=180°$			
		개방흐름		장애흐름		개방흐름		장애흐름	
		$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$
0	가	1.2	0.3	−0.5	−1.2	1.2	0.3	−0.5	−1.2
	나	−1.1	−0.1	−1.1	−0.6	−1.1	−0.1	−1.1	−0.6
7.5	가	−0.6	−1	−1	−1.5	0.9	1.5	−0.2	−1.2
	나	−1.4	0	−1.7	−0.8	1.6	0.3	0.8	−0.3
15	가	−0.9	−1.3	−1.1	−1.5	1.3	1.6	0.4	−1.1
	나	−1.9	0	−2.1	−0.6	1.8	0.6	1.2	−0.3
30	가	−1.8	−1.8	−1.5	−1.8	2.1	2.1	0.6	−1
	나	−2.5	−0.5	−2.3	−1.1	2.6	1	1.6	0.1
45	가	−1.6	−1.8	−1.3	−1.8	2.2	2.5	0.8	−0.9
	나	−2.3	−0.7	−1.9	−1.2	2.6	1.4	2.1	0.4

독립편지붕의 순압력계수 C_N ($\theta < 45°$, $\beta=90°$): 용마루방향

풍상 끝단으로부터의 수평거리	지붕경사각 (θ)	하중 상태	개방흐름 C_N	장애흐름 C_N
$\leq H$	모든 형상	가	−0.8	−1.2
	$\theta \leq 45°$	나	0.8	0.5
$> H$, $\leq 2H$	모든 형상	가	−0.6	−0.9
	$\theta \leq 45°$	나	0.5	0.5
$> 2H$	모든 형상	가	−0.3	−0.6
	$\theta \leq 45°$	나	0.3	0.3

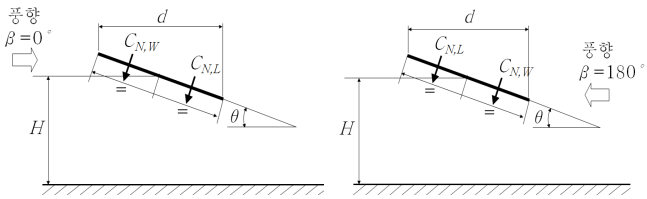
주)(1) $C_{N,W}$와 $C_{N,L}$은 각각 지붕의 풍상측 반쪽 및 풍하측 반쪽에 대한 순압력을 나타낸다.

(2) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물로 막힌 경우이다.

(3) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이고, −부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.

(4) 표에서 주어진 θ의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

(5) 설계 시에는 각 지붕경사각에 대해 주어진 모든 하중상태를 고려하여 가장 불리한 것으로 한다.



기호] H : 기준높이(m)

d : 지붕면의 풍방향 수평길이(m)

β : 풍향(°)

θ : 수평으로부터 지붕경사각(°)

② 경사지붕

독립된 경사지붕의 주골조설계용 순압력계수 C_N은 <표 0305. 7.7>에 따른다.

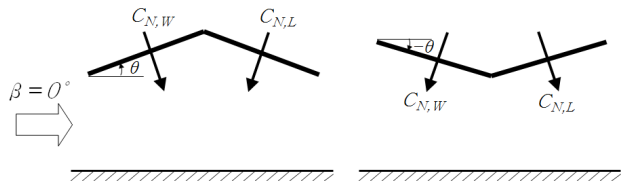
<표 0305.7.7> 독립경사지붕의 순압력계수 C_N ($\beta=0°$, $180°$): 용마루직각방향

지붕경사각 θ(°)	풍상지붕 $C_{N,W}$		풍하지붕 $C_{N,L}$	
	하향	상향	하향	상향
$-30° \le \theta \le -10°$	$0.7 + 0.01\theta$	$-0.6 + 0.03\theta$	$0.05 - 0.025\theta$	$-1.2 - 0.03\theta$
$-10° < \theta < 10°$	0.6	−0.9	0.3	−0.9
$10° \le \theta \le 30°$	$0.3 + 0.03\theta$	$-1.15 + 0.025\theta$	0.3	$-0.6 - 0.03\theta$

독립경사지붕의 순압력계수 C_N ($\theta < 30°$, $\beta=90°$): 용마루방향

풍상 끝단으로부터의 수평거리	지붕경사각 (θ)	하중 상태	개방흐름 C_N	장애흐름 C_N
$\le H$	모든 형상	가	−0.8	−1.2
	$\theta \le 30°$	나	0.8	0.5
$> H$, $\le 2H$	모든 형상	가	−0.6	−0.9
	$\theta \le 30°$	나	0.5	0.5
$> 2H$	모든 형상	가	−0.3	−0.6
	$\theta \le 30°$	나	0.3	0.3

주) (1) 하향은 지붕에 대해 풍압력이 아래로 작용하는 경우이고, 상향은 위로 작용하는 경우
(2) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물로 막힌 경우이다.이다.
(3) θ는 지붕경사각으로 부호는 아래 그림에 나타낸 방향에 따른다. 수평에서 반시계방향의 경사는 +, 시계방향은 −로 한다.
(4) 설계 시에는 각 지붕경사각에 대해 주어진 모든 하중상태를 고려하여 가장 불리한 것으로 한다.



기호] H : 기준높이(m)
d : 지붕면의 풍방향 수평길이(m)
β : 풍향(°)
θ : 수평으로부터 지붕경사각(°)

(3) 밀폐형독립벽체와 독립간판

밀폐형독립벽체와 독립간판의 주골조설계용 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.8>에 따른다.

<표 0305.7.8> 밀폐형독립벽체 및 독립간판의 풍력계수 C_D

C_D, 경우 A와 경우 B일 때

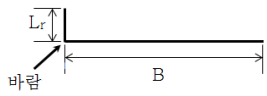
틈새비, s/h	변장비, B/s											
	≤0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	4	5	10	20	30	≥45
1	1.80	1.70	1.65	1.55	1.45	1.40	1.35	1.35	1.30	1.30	1.30	1.30
0.9	1.85	1.75	1.70	1.60	1.55	1.50	1.45	1.45	1.50	1.40	1.40	1.40
0.7	1.90	1.85	1.75	1.70	1.65	1.60	1.60	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
0.5	1.95	1.85	1.80	1.75	1.75	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.75
0.3	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.85	1.85
0.2	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.90	1.90	1.95
≤0.16	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.85	1.90	1.90	1.95

C_D, 경우 C일 때

영역 (풍상단에서의 거리)	변장비, B/s										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	≥45
0~s	2.25	2.60	2.90	3.10*	3.30*	3.40*	3.55*	3.65*	3.75*	4.00*	4.30*
s~2s	1.50	1.70	1.90	2.00	2.15	2.25	2.30	2.35	2.45	2.60	2.55
2s~3s	–	1.15	1.30	1.45	1.55	1.65	1.70	1.75	1.85	2.00	1.95
3s~10s	–	–	1.10	1.05	1.05	1.05	1.05	1.00	0.95	–	–
3s~4s	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.50	1.85
4s~5s	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.35	1.85
5s~10s	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.90	1.10
>10s	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.55	0.55

* 모서리가 ㄱ자형의 벽체일 때는 다음의 감소계수를 곱한다.

L_r/s	감소계수
0.3	0.90
1.0	0.75
≥2	0.6



주] (1) 총면적의 30% 이하의 개구부가 있는 벽체, 간판을 밀폐형벽체·간판으로 분류한다. 개구부가 있는 밀폐형벽체·간판의 풍력계수에는 저감률[1−(1−ε)$^{1.5}$]을 적용할 수 있다.

(2) 수직과 경사풍향의 양쪽을 허용하기 위해 다음 경우를 고려해야 한다.

s/h<1일 때

경우 A : 합력은 기하중심을 통과하는 간판의 면에 수직으로 작용한다.

경우 B : 합력은 기하중심으로부터 풍상측으로 간판 평균폭의 0.2배 거리에서 간판의 면에 수직으로 작용한다.

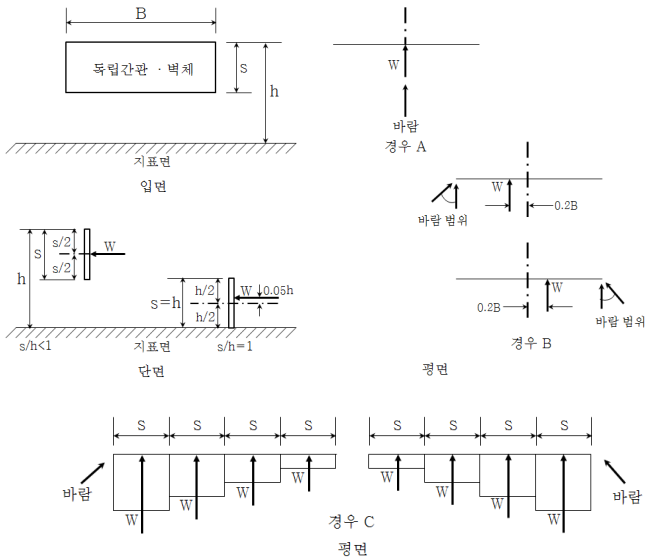
경우 C : 합력은 각 영역에서 기하중심을 통과하는 간판의 면에 수직으로 작용한다.

s/h=1일 때

위와 동일하다. 단, 합력의 수직 위치는 기하중심보다 위쪽으로 간판 평균높이의 0.05배 거리에 작용한다.

(3) 경우 C에서 s/h>0.8일 때는 풍력계수에 저감률(1.8−s/h)을 곱해야 한다.

(4) s/h, B/s의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다.



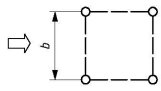
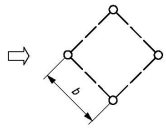
기호] B: 벽체·간판의 수평길이(m)
h : 벽체·간판의 높이(m)
s : 벽체·간판의 수직길이(m)
ε : 전면적과 밀폐형벽체·간판 면적의 비율
L_r : 모서리가 ㄱ자형의 벽체일 때 짧은 벽의 수평길이(m)

(4) 래티스형탑상구조물

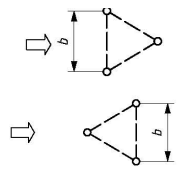
래티스형탑상구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.9>에 따른다.

<표 0305.7.9> 래티스형탑상구조물 풍력계수 C_D

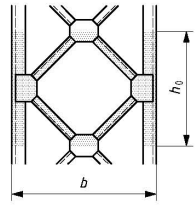
① 사각형 평면의 풍력계수 C_D

충실율 ϕ	풍향이 구면에 직각인 경우 		풍향이 구면에 45°인 경우 	
	앵글	원형 강관	앵글	원형 강관
0	3.8	2.3	4.4	2.5
0.5	1.9	1.4	2.3	1.7
0.6	1.9	1.4	2.3	1.7

② 삼각형 평면의 풍력계수 C_D



충실률 ϕ	앵글	원형 강관
0	3.8	2.3
0.5	1.9	1.4
0.6	1.9	1.4



주] (1) 유효수압면적은 타워부재의 투영면적으로 한다.
(2) 충실률은 ϕ=유효수압면적/외곽 전면적($=bh_0$)이다.
(3) 표에 나타낸 충실률 ϕ의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.

(5) 개방형간판과 래티스구조물

개방형간판과 래티스구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.10>에 따른다.

<표 0305.7.10> 개방형간판 및 래티스구조물의 풍력계수 C_D

ϕ	C_D		
	면으로 구성된 부재	원형부재	
		$d\sqrt{q_z} \le 5.3$	$d\sqrt{q_z} > 5.3$
0.1 미만	2.0	1.2	0.8
0.1~0.29	1.8	1.3	0.9
0.3~0.7	1.6	1.5	1.1

주)(1) 개방형판구조물의 개방률이 30% 이상인 경우에 적용한다.
(2) ϕ : 구조물의 충실률, ϕ의 정의는 <표 0305.7.9.>와 같다.
d : 원형부재의 지름(m)
q_z : 지표면에서 임의높이 z에 대한 속도압(N/m^2)

(6) 굴뚝, 탱크, 옥상설비 및 이와 유사한 구조물

굴뚝, 탱크, 옥상설비 및 이와 유사한 구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.11>에 따른다. 단면의 형태, 표면조건 및 단면 최소치수에 대한 높이의 비에 따라 적용한다. 옥상 위에 설치한 팔각뿔 형태 첨탑구조물의 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.12>에 따른다.

<표 0305.7.11> 굴뚝, 탱크 및 유사 구조물의 풍력계수 C_D

단면형태	표면조건	C_D		
		$h/d=1$	$h/d=7$	$h/d=25$
사각형(면에 직각풍)	모든 경우	1.3	1.4	2.0
사각형(단면 대각선풍)	모든 경우	1.0	1.1	1.5
육각형 혹은 팔각형	모든 경우	1.0	1.2	1.4
원형($d\sqrt{q_z}>5.3$)	미끄러운 면	0.5	0.6	0.7
	거친 면 ($d'/d \fallingdotseq 0.02$)	0.7	0.8	0.9
	매우 거친 면 ($d'/d \fallingdotseq 0.08$)	0.8	1.0	1.2
원형($d\sqrt{q_z} \le 5.3$)	모든 경우	0.7	0.8	1.2

주] 위 표에 없는 C_D 값은 h/d의 값에 따라 직선보간하여 사용할 수 있다.

기호] d : 원형 단면의 지름 또는 사각, 육각 혹은 팔각형 단면의 수평 최소치수(m)

d' : 리브 및 스포일러와 같은 내민 요소의 깊이(m)

h : 구조물의 높이(m)

q_z : 지표면으로부터 임의높이 z에 대한 속도압(N/m^2)

<표 0305.7.12> 팔각뿔 형태 첨탑구조물의 풍력계수 C_D

단면형태	표면조건	C_D		
		$\frac{h}{\sqrt{A_f}}<4$	$4 \le \frac{h}{\sqrt{A_f}}<15$	$\frac{h}{\sqrt{A_f}} \ge 15$
팔각뿔	모든 경우	1.0	1.1	1.2

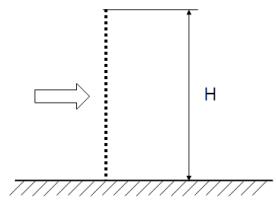
기호] h : 구조물의 높이(m)

A_f : 첨탑구조물의 바닥면적(m^2)

(7) 지상에 설치한 펜스

지상에 설치한 펜스의 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.13>에 따른다.

<표 0305.7.13> 지상에 설치한 펜스의 풍력계수 C_D

충실율 ϕ	C_D	
0	1.2	
0.2	1.5	
0.6	1.7	
≥ 0.9 (평판펜스도 포함)	1.2	

주] (1) 풍하중을 산정 할 때의 면적은 외곽면적에 충실률 ϕ를 곱한 것으로 한다.

(2) 충실률 ϕ의 정의는 <표 0305.7.9>와 같다.

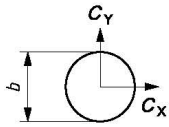
(3) 표에 나타낸 충실률 ϕ의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.

기호] H : 펜스의 정상부 높이(m)

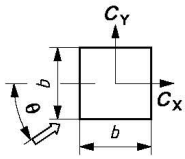
(8) 부재

각종 부재의 풍력계수 C_D는 <표 0305.7.14>에 따른다.

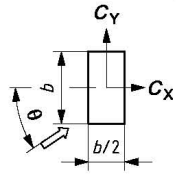
<표 0305.7.14> 부재의 풍력계수 C_D



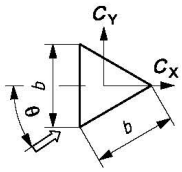
$C_X = C_Y$
1.2



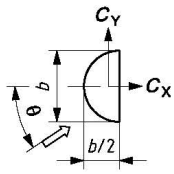
θ	C_X	C_Y
0°	2.1	0
45°	1.6	1.6



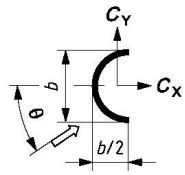
θ	C_X	C_Y
0°	2.4	0
45°	1.6	0.7
90°	0	0.8



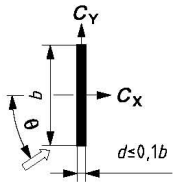
θ	C_X	C_Y
0°	2.1	0
30°	2.1	−0.2
60°	0.7	1.1



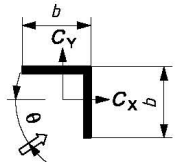
θ	C_X	C_Y
0°	1.2	0
45°	0.8	0.8
90°	0.6	0.5
135°	−1.7	0.6
180°	−2.3	0



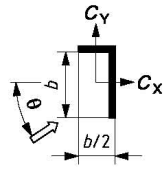
θ	C_X	C_Y
0°	1.1	0
45°	0.8	0.7
90°	0.9	0.5
135°	−2.3	0.6
180°	−2.5	0



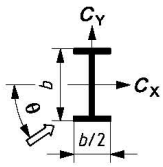
θ	C_X	C_Y
0°	2.0	0
45°	1.8	0.1
90°	0	0.1



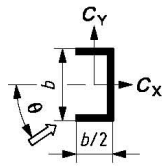
θ	C_X	C_Y
0°	1.9	2.2
45°	2.3	2.3
90°	2.2	1.9
135°	−1.9	−0.6
180°	−2.0	0.3
225°	−1.4	−1.4



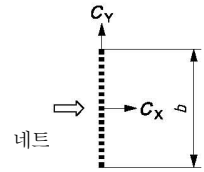
θ	C_X	C_Y
0°	2.0	1.1
45°	2.3	1.1
90°	1.8	0.8
135°	−1.7	0
180°	−2.0	0.1
270°	0.6	−0.8
315°	1.2	−0.2



θ	C_X	C_Y
0°	2.1	0
45°	2.1	0.6
90°	±0.6	0.7



θ	C_X	C_Y
0°	2.6	0
45°	2.0	0.8
90°	±0.6	0.8
135°	−1.6	0.6
180°	−2.0	0



충실률 ϕ	C_X
0	2
0.2	2
0.6	2.7
≥ 0.9 (평판도 포함)	2

주] (1) 풍하중을 산정할 때 사용하는 면적은 bl 이다.(b : 부재 폭, l : 부재 길이)
(2) 네트의 풍하중을 산정할 때 사용하는 면적은 $bl\phi$ 로 한다. 충실률의 정의는 <표 0305.7.9>와 같다
(3) 표에 나타낸 각도 θ 및 충실률 ϕ의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용 할 수 있다.

0305.8 외장재설계용 피크풍압계수

외장재설계용 피크풍압계수에는 피크외압계수, 피크내압계수, 피크순압력계수가 있다.

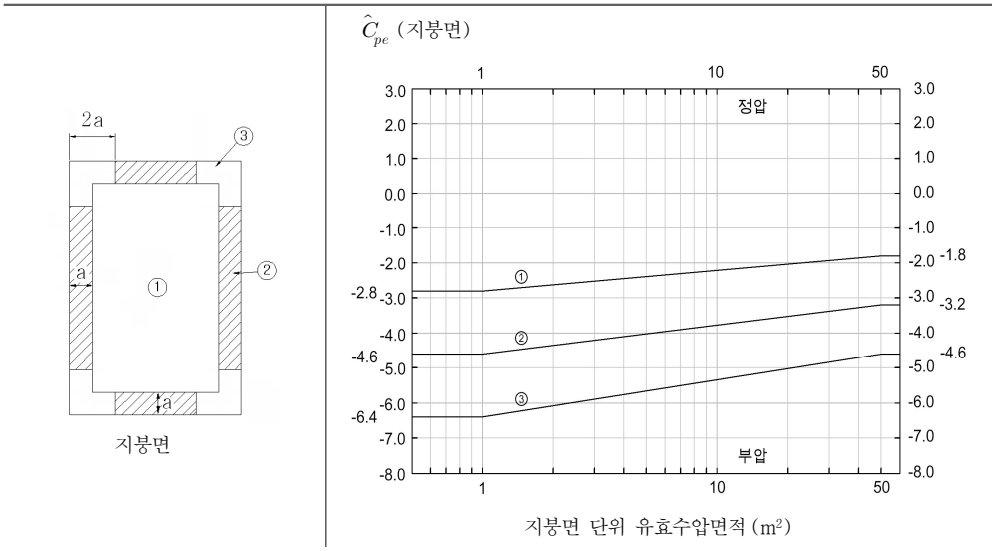
0305.8.1 피크외압계수

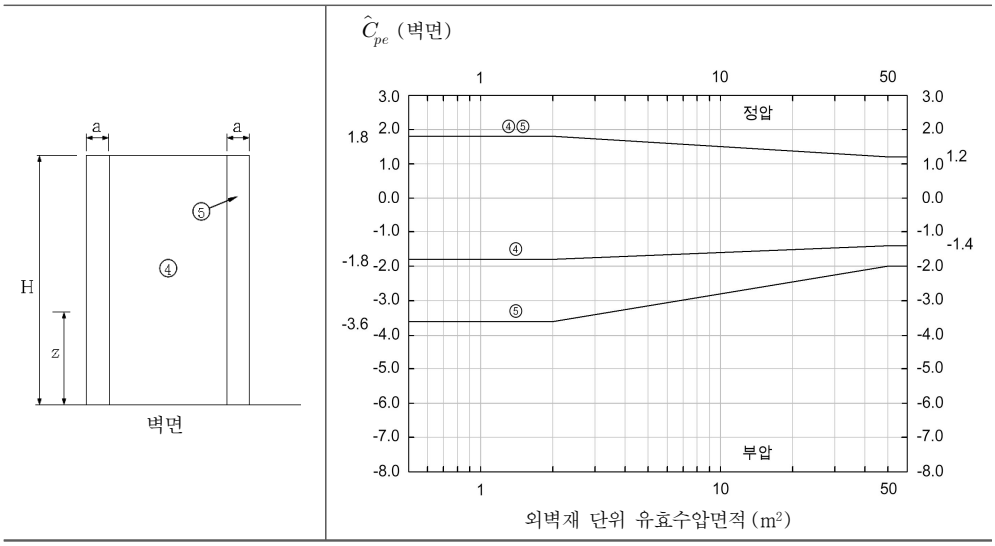
피크외압계수는 지붕높이 및 지붕형상에 따라 다음과 같이 산정한다.

(1) 기준높이 20m 이상인 건축구조물

기준높이가 20m 이상인 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.1>에 따른다. 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

<표 0305.8.1> 기준높이 20m 이상인 건축구조물의 지붕면 및 벽면 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$





주) (1) 유효수압면적은 외장재 및 마감재의 압력을 주골조에 전달하는 단위 2차 부재의 유효수압면적

(2) 지붕경사각이 10° 이상인 경우 <표 0305.8.2>의 ②, ③을 사용함.

(3) 각 외장재 벽면은 최대 정압 및 최대 부압으로 설계함.

(4) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배, 단 1.0m보다 작아서는 안됨.

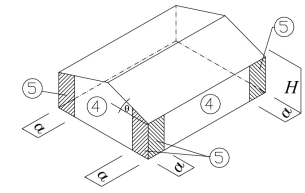
H : 기준높이(m)

z : 지표면으로부터의 임의높이(m)

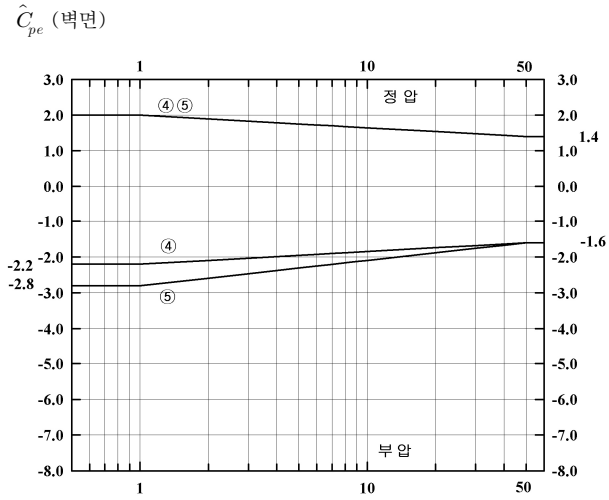
(2) 기준높이 20m 미만 박공지붕형 건축구조물

기준높이가 20m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축구조물의 벽면에 대한 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.2①>에 따르고, 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.2②>에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

<표 0305.8.2①> 기준높이 20m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축구조물의 벽면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



벽면



유효수압면적 (m^2)

(외장재 단위 2차 부재의 유효수압면적)

주) (1) 종축은 q_H를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값임.

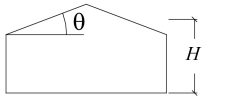
(2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정함..

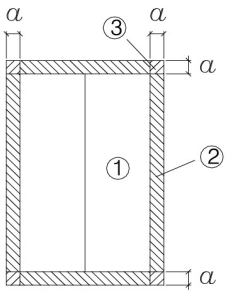
(3) $\theta \leq 10°$인 경우는 벽면의 $\hat{C}_{pe}$ 값을 10% 줄일 수 있음.

(4) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1m 보다 작아서는 안됨.
H : 기준높이(m)

<표 0305.8.2②> 기준높이 20m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축구조물 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

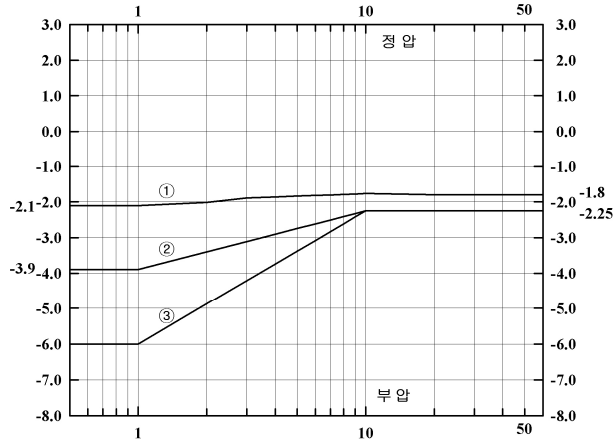
①



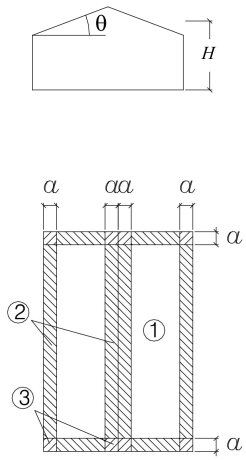
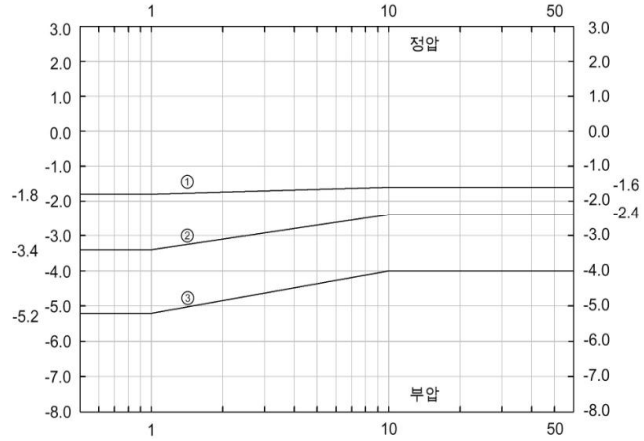
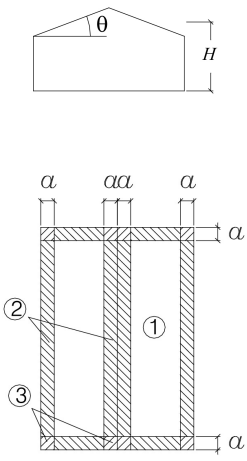
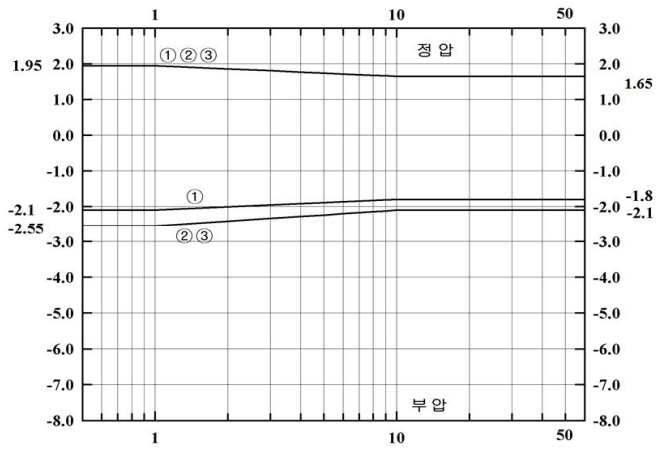


$\theta \leq 10°$
지붕면

$\hat{C}_{pe}$ (지붕면)



유효수압면적 (m^2)
(단위 마감재의 유효수압면적)

②  $10° < \theta \leq 30°$ 지붕면	$\hat{C}_{pe}$ (지붕면)  유효수압면적 (m^2) (단위 마감재의 유효수압면적)
③  $30° < \theta \leq 45°$ 지붕면	$\hat{C}_{pe}$ (지붕면)  유효수압면적 (m^2) (단위 마감재의 유효수압면적)

주) (1) 종축은 q_H를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값임.

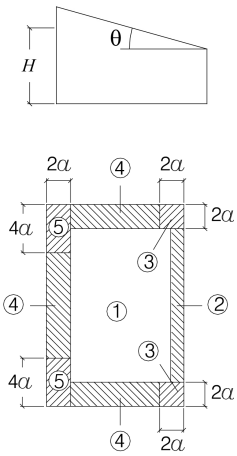
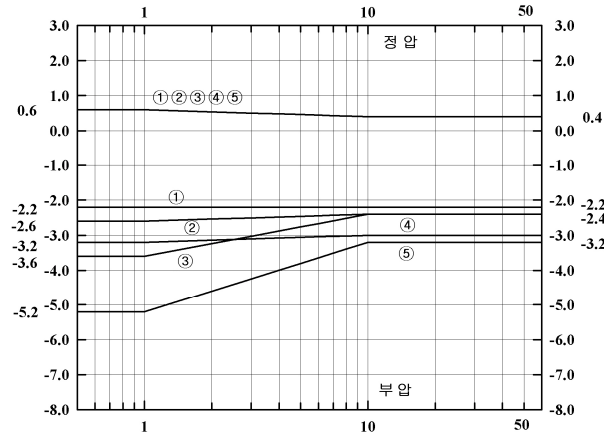
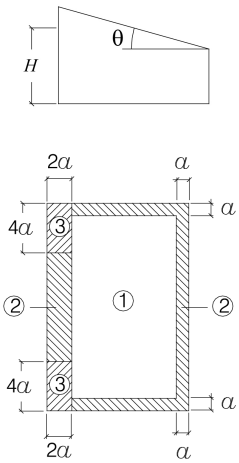
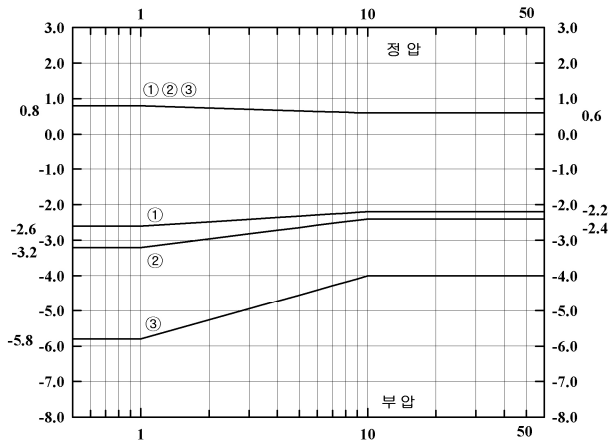
(2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정함.

(3) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1m보다 작아서는 안됨.
H : 기준높이(m)

(3) 기준높이 20m 미만 편지붕형 건축구조물

기준높이가 20m 미만인 편지붕형 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.3>에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

<표 0305.8.3> 기준높이 20m 미만의 편지붕형 건축구조물 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

<table>
<tr>
<td>①
 
$\theta \leq 10°$
지붕면</td>
<td>$\hat{C}_{pe}$ (지붕면)
 
유효수압면적 (m^2)
(단위마감재의 유효수압면적)</td>
</tr>
<tr>
<td>②
 
$10° < \theta \leq 30°$
지붕면</td>
<td>$\hat{C}_{pe}$ (지붕면)
 
유효수압면적 (m^2)
(단위 마감재의 유효수압면적)</td>
</tr>
</table>

주) (1) 종축은 q_H를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값임..

(2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정함

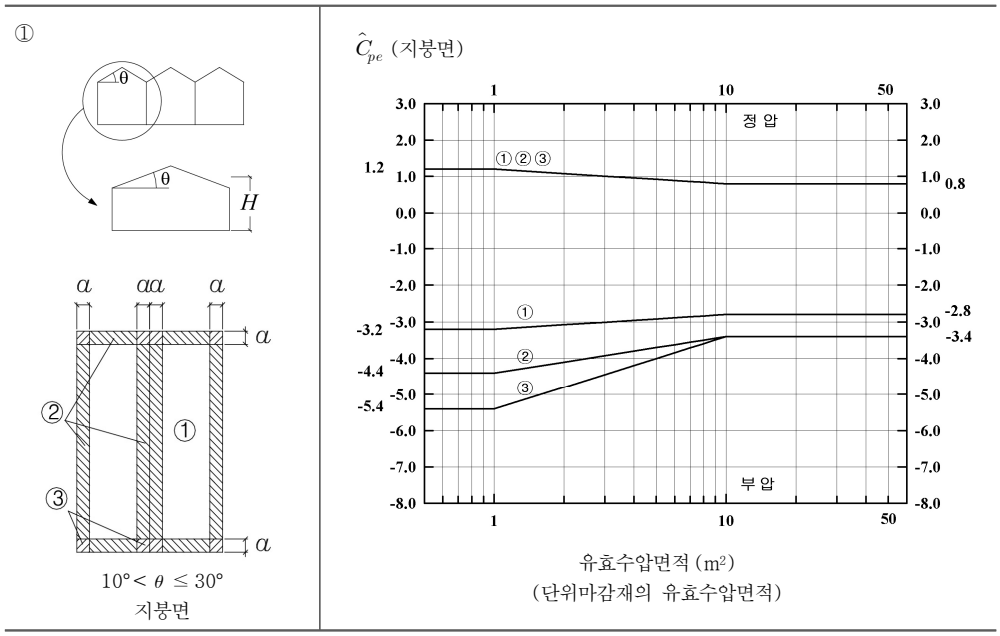
(3) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 혹은 0.4H 중 작은 값. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1m보다 작지 않아야함.

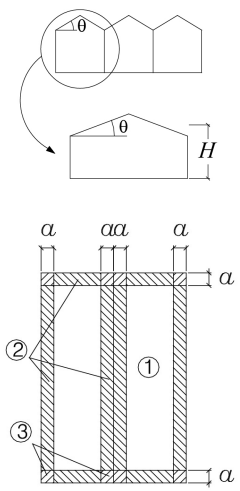
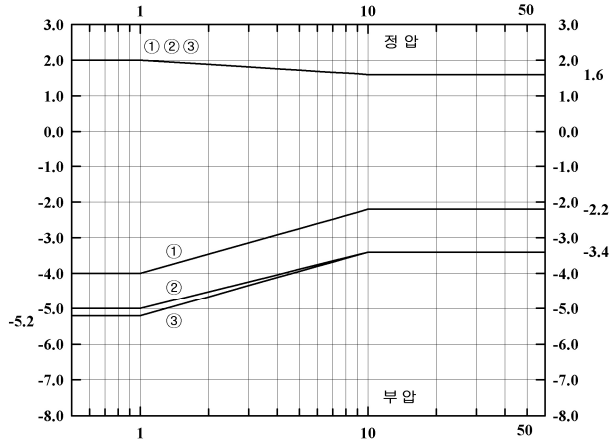
H : 기준높이(m)

(4) 기준높이 20m 미만 다중박공지붕형 건축구조물

기준높이가 20m 미만인 다중박공지붕형 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.4>에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

<표 0305.8.4> 기준높이 20m 미만의 다중 박공지붕형 건축구조물지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



②  30° < θ ≦45° 지붕면	$\hat{C}_{pe}$ (지붕면)  유효수압면적 (m^2) (단위 마감재의 유효수압면적)

주) (1) 종축은 q_H를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값임.

(2) $\theta \leqq 10°$인 경우 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.2.(2)>의 ①값을 사용할 수 있음.

(3) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압으로 정함

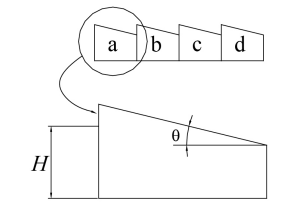
(4) a : 건축구조물 1개 스팬에 대한 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값. 단 1개 스팬에 대한 최소 폭의 0.04배 또는 1m 보다 작지 않아야함.

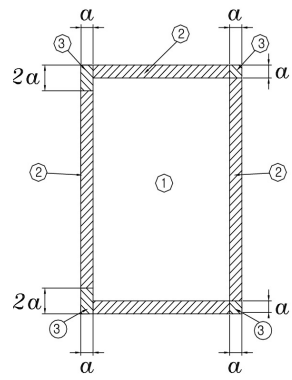
H : 기준높이(m)

(5) 기준높이 20m 미만 톱니지붕형 건축구조물

기준높이가 20m 미만인 톱니지붕형 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.5>에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

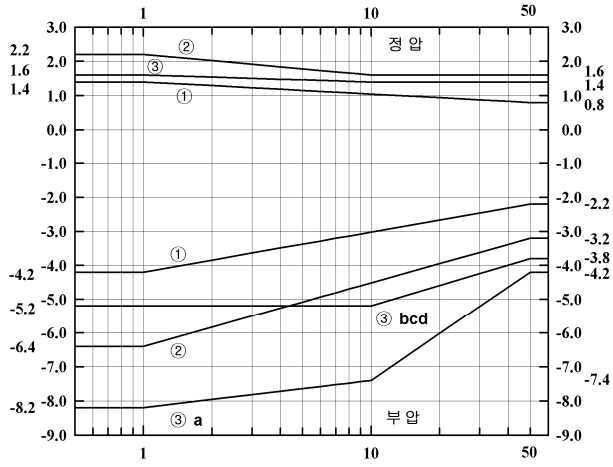
<표 0305.8.5> 기준높이 20m 미만인 톱니지붕형 건축구조물 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$





$10° < \theta \leq 30°$
지붕면

$\hat{C}_{pe}$ (지붕면)



유효수압면적 (m^2)
(외장재 단위 2차 부재의 유효 수압 면적)

주) (1) 종축은 q_H를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값임.
(2) $\theta \leq 10°$인 경우에는 <표 0305.8.2.②>의 ①값을 사용할 수 있음.
(3) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압으로 정함.
(4) a : 건축구조물 1개 스팬에 대한 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값. 단, 1개 스팬에 대한 최소 폭의 0.04배 또는 1m보다 작지 않아야함.
H : 기준높이, m

(6) 아치지붕을 가진 건축구조물

직사각형평면을 가진 기준높이 45m 이하인 아치지붕 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.6>에 따른다.

<표 0305.8.6> 아치지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

① 벽면

정 및 부의 피크외압계수는 지붕면 평균높이에 따라 <표 0305.8.1> 또는 <표 0305.8.2(1)>에 따라 정한다.

② 지붕면

정의 피크외압계수

f/B_1	R_a부			R_b부			R_c부		
	$h/B_1=0$	$h/B_1=0.3$	$h/B_1=0.7$	$h/B_1=0$	$h/B_1=0.3$	$h/B_1=0.7$	$h/B_1=0$	$h/B_1=0.3$	$h/B_1=0.7$
0.1	0.8	0.8	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
0.3	2.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	0.6	0.4	0.4
0.4	2.2	2.4	2.4	1.9	1.8	1.8	0.8	0.6	0.5

주) (1) 표에 주어진 f/B_1, h/B의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

(2) 정의 피크외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이다.

부의 피크외압계수

f/B_1	R_a부			R_b부			R_c부			R_d부		
	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	$h/B_1=0.7$	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7
0	−2.5	−3.2	−3.2	−2.5	−2.5	−2.5	−2.5	−2.5	−2.5	−2.5	−5.4	−5.4
0.1	−1.4	−4.2	−4.8	−1.8	−2.2	−3.2	−2.5	−2.5	−2.5	−3.4	−4.8	−4.4
0.3	−1.4	−2.4	−2.6	−2.0	−3.2	−3.2	−3.8	−4.4	−4.5	−4.0	−4.4	−4.5
0.4	−1.8	−2.4	−2.6	−2.4	−3.2	−3.2	−4.3	−4.4	−4.6	−4.0	−4.4	−4.8

주) (1) 표에 주어진 f/B_1, h/B의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

(2) 부의 피크외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 윗방향으로 작용하는 경우이다.

(3) B_1 : 건축구조물의 경간방향 길이(m)

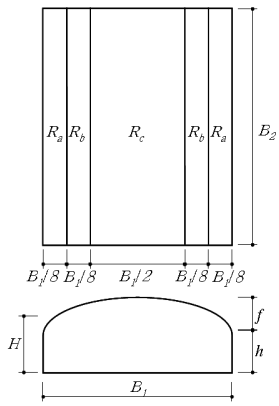
B_2 : 건축구조물의 경간직각방향 길이(m)

H : 기준높이(m)

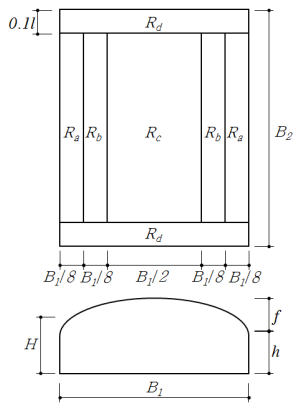
f : 아치높이(m)

h : 지표면에서 아치지붕 처마까지의 높이(m)

l : $4H$, B_1, B_2중 작은 값(m)



정의 피크외압계수 영역



부의 피크외압계수 영역

(7) 돔지붕을 가진 건축구조물

원형평면의 돔지붕을 가진 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$는 <표 0305.8.7>에 따른다. 단, 벽면부의 h/d가 1 이하인 건축구조물에만 적용한다.

<표 0305.8.7> 돔지붕을 가진 건축구조물의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

① 벽면

정 및 부의 피크외압계수는 <표 0305.8.8>에 따른다.

② 지붕면

정의 피크외압계수

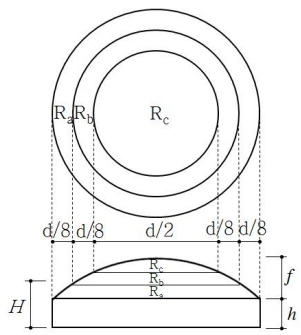
f/d	R_a부			R_b부			R_c부		
	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$
0	0.6	0.4	0.4	1.1	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
0.05	1.3	0.5	0.5	1.0	0.4	0.4	0.5	0.1	0.1
0.1	1.7	−0.7	0.7	0.9	0.3	0.3	0.4	0	0
0.2	$0.9(1+7I_H)$	$0.6(1+7I_H)$	$0.4(1+7I_H)$	1.2	0.6	0.6	0.2	0	0
0.5	$1+7I_H$	$1+7I_H$	$1+7I_H$	1.9	1.3	0.7	0.3	0	0

주) (1) I_H는 기준높이H에서의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에서 z를 H로 대체한 값.
(2) 표에 주어진 f/d, h/d의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.
(3) 정의 피크 외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이다.

부의 피크외압계수

f/d	R_a부			R_b부			R_c부		
	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$
0	−4.4	−5.1	−3.3	−1.5	−3.7	−3.0	−0.4	−2.3	−2.3
0.05	−3.0	−4.8	−3.3	−1.5	−2.7	−2.7	−1.3	−1.3	−1.3
0.1	−2.0	−4.2	−3.0	−1,5	−2.2	−2.2	−1.4	−1.4	−1.4
0.2	−2.0	−2.0	−2.0	−1.9	−1.9	−1.9	−2.1	−2.1	−2.1
0.5	−2.6	−2.6	−2.6	−2.8	−2.8	−2.8	−3.0	−3.0	−3.0

주) (1) 표에 주어진 f/d, h/d의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.
(2) 부의 피크 외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 윗방향으로 작용하는 경우이다.
(3) d : 건축구조물의 외경(m)
H : 기준높이(m)
f : 아치높이(m)
h : 지표면에서 돔지붕 처마까지의 높이(m)

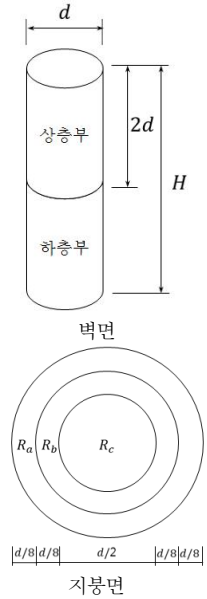


(8) 원형평면을 가진 건축구조물

원형평면을 가진 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수는 $\hat{C}_{pe}$<표 0305.8.8>에 따른다. 단, $H/d \le 8$ 인 건축구조물에만 적용한다.

<표 0305.8.8> 원형평면을 가진 건축구조물의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

① 벽면



• 정의 피크외압계수

$\hat{C}_{pe} = k_z(1+7I_z)$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수로 <표 0305.7 .1>에 따라 구한다.

I_z : 지표면으로부터 높이 z 에서의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에 따라 구한다.

단, $H < z_b$ 인 경우 위의 k_z, I_z 을 구할 때는 H 에서의 값으로 한다.

• 부의 피크외압계수

$\hat{C}_{pe} = -[(k_1-1)k_2+k_3+1.4](1+7I_H)$

여기서, k_1 : H/d의 영향을 나타내는 계수로 <표 0305.7.5>에 따라 구한다.

k_2 : 표면거칠기의 영향을 나타내는 계수로 <표 0305.7.5>에 따라 구한다.

k_3 : 단부효과를 나타내는 계수로 아래 표에 따라 구한다.

I_H : 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에서 z 를 H 로 대체한 값.

하층부	상층부		
0.2	$H/d \le 2$	$2 < H/d \le 7$	$7 < H/d \le 8$
	0.2	$0.1(H/d)$	0.7

d : 건축구조물의 외경(m)

H : 기준높이(m)

② 지붕면

• 정의 피크외압계수

검토할 필요 없다.

• 부의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

R_a부			R_b부			R_c부		
H/d =0	H/d =0.25	H/d =1	H/d =0	H/d =0.25	H/d =1	H/d =0	H/d =0.25	H/d =1
−4.4	−5.1	−3.3	−1.5	−3.7	−3.0	−0.4	−2.3	−2.3

주) (1) 표에 주어진 H/d의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

(2) $H/d > 1$인 경우에는 $H/d = 1$의 값을 사용한다.

0305.8.2 피크내압계수

외장재설계용 피크내압계수 $\hat{C}_{\pi}$는 개구부 크기에 따라 <표 0305.8.9>에 따라 정한다.

<표 0305.8.9> 외장재설계용 피크내압계수 $\hat{C}_{pi}$

밀폐의 분류		$\hat{C}_{pi}$
밀폐형건축구조물		0.00 또는 −0.52
부분개방형건축구조물	탁월한 개구부가 없는 경우	+0.83 또는 −0.83
	탁월한 개구부가 있는 경우	+1.40 또는 −1.40
개방형 건축구조물		0

주) 밀폐의 분류가 위 표 구분의 중간에 속할 경우에는 직선보간 한다.

0305.8.3 독립지붕의 피크순압력계수

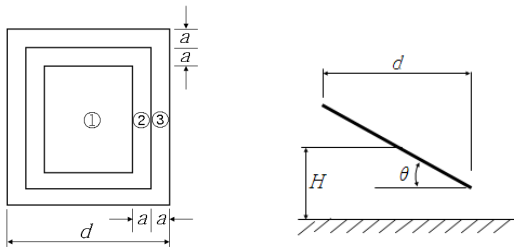
(1) 편지붕

직사각형 평면을 가진 독립편지붕의 외장재설계용 피크순압력계수 $\hat{C}_N$는 <표 0305.8.10>에 따라 정한다.

<표 0305.8.10> 독립편지붕의 피크순압력계수 $\hat{C}_N$

지붕 경사각 θ(°)	유효수압 면적	$\hat{C}_N$											
		개방흐름						장애흐름					
		영역③		영역②		영역①		영역③		영역②		영역①	
0	$\leq a^2$	5.1	−7.0	3.8	−3.6	2.6	−2.3	2.1	−7.7	1.7	−3.8	1.1	−2.6
	$> a^2, \leq 4a^2$	3.8	−3.6	3.8	−3.6	2.6	−2.3	1.7	−3.8	1.7	−3.8	1.1	−2.6
	$> 4a^2$	2.6	−2.3	2.6	−2.3	2.6	−2.3	1.1	−2.6	1.1	−2.6	1.1	−2.6
7.5	$\leq a^2$	6.8	−9.0	5.1	−4.5	3.4	−3.0	3.4	−10.9	2.6	−5.5	1.7	−3.6
	$> a^2, \leq 4a^2$	5.1	−4.5	5.1	−4.5	3.4	−3.0	2.6	−5.5	2.6	−5.5	1.7	−3.6
	$> 4a^2$	3.4	−3.0	3.4	−3.0	3.4	−3.0	1.7	−3.6	1.7	−3.6	1.7	−3.6
15	$\leq a^2$	7.7	−8.1	5.8	−6.2	3.8	−4.1	5.1	−9.0	3.8	−6.8	2.6	−4.5
	$> a^2, \leq 4a^2$	5.8	−6.2	5.8	−6.2	3.8	−4.1	3.8	−6.8	3.8	−6.8	2.6	−4.5
	$> 4a^2$	3.8	−4.1	3.8	−4.1	3.8	−4.1	2.6	−4.5	2.6	−4.5	2.6	−4.5
30	$\leq a^2$	11.1	−10.7	8.3	−8.1	5.5	−5.3	6.8	−9.8	5.1	−7.5	3.4	−4.9
	$> a^2, \leq 4a^2$	8.3	−8.1	8.3	−8.1	5.5	−5.3	5.1	−7.5	5.1	−7.5	3.4	−4.9
	$> 4a^2$	5.5	−5.3	5.5	−5.3	5.5	−5.3	3.4	−4.9	3.4	−4.9	3.4	−4.9
45	$\leq a^2$	11.1	−9.8	8.3	−7.5	5.5	−4.9	9.0	−8.1	6.8	−6.2	4.5	−4.1
	$> a^2, \leq 4a^2$	8.3	−7.5	8.3	−7.5	5.5	−4.9	6.8	−6.2	6.8	−6.2	4.5	−4.1
	$> 4a^2$	5.5	−4.9	5.5	−4.9	5.5	−4.9	4.5	−4.1	4.5	−4.1	4.5	−4.1

주) (1) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물로 막힌 경우이다.
(2) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이고, −부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.
(3) 표에서 주어진 θ의 중간 값은 직선보간하여 사용한다.
(4) 외장재설계는 표에 주어진 정압과 부압계수에 대해 수행해야 한다.
(5) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 또는 0.4H 중 작은 값, 단 1.0m보다 작아서는 안 된다.
H : 기준높이(m)
d : 건축구조물의 풍방향 수평길이(m)



(2) 경사지붕

직사각형평면을 가진 독립경사지붕의 외장재설계용 피크순압력계수 $\hat{C}_N$는 <표 0305.8.11>에 따라 정한다.

<표 0305.8.11> 독립경사지붕의 피크순압력계수 $\hat{C}_N$

① 정의 피크순압력계수

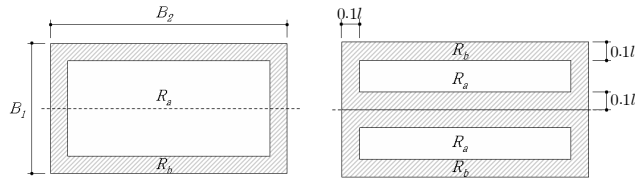
	지붕경사각 θ°	$\hat{C}_N$
R_a부	$-30° \le \theta \le -10°$	$(0.65-0.015\theta)(1+7I_H)$
	$-10° < \theta < 10°$	$0.8(1+7I_H)$
	$10° \le \theta \le 30°$	$(0.55+0.025\theta)(1+7I_H)$
R_b부	$-30° \le \theta \le -10°$	$(0.9-0.02\theta)(1+7I_H)$
	$-10° < \theta < 10°$	$1.1(1+7I_H)$
	$10° \le \theta \le 30°$	$(0.85+0.025\theta)(1+7I_H)$

주) I_H : 기준높이 H에서의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에서 z를 H로 대체한 값.
θ : <표 0305.7.7>의 주)에서 정해지는 지붕경사각.
l : $4H$, B_1, B_2 중 작은 값
정의 피크순압력계수는 지붕에 대해 풍압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이다.

② 부의 피크순압력계수

	지붕경사각 θ°	$\hat{C}_N$
R_a부	$\lvert\theta\rvert < 10$	-3.5
	$10 \le \lvert\theta\rvert \le 30$	$-2.9-0.06\lvert\theta\rvert$
R_b부	$\lvert\theta\rvert < 10$	-4.5
	$10 \le \lvert\theta\rvert \le 30$	$-3.8-0.075\lvert\theta\rvert$

주) θ : <표 0305.7.7>의 주)에서 정해지는 지붕경사각.
부의 피크순압력계수는 지붕에 대해 풍압력이 윗방향으로 작용하는 경우 이다.



0305.9 구조골조용 풍직각방향풍하중

0305.9.1 적용범위

이 절은 구조골조용 수평풍하중 가운데 풍직각방향풍하중을 산정하는 경우에 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하는 건축구조물이 벽면에 수직인 방향에서 바람을 받는 경우를 대상으로 한다.

(1) 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정하다.

(2) $\frac{H}{\sqrt{BD}} \leqq 6$

(3) $0.2 \leq \frac{D}{B} \leq 5$

(4) $\frac{V_H}{n_L\sqrt{BD}} \leq 10$

여기서, H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

D : 건축구조물의 깊이(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다.)

n_L : 풍직각방향1차고유진동수(Hz)

0305.9.2 산정식

지상높이 z 에서의 구조골조용 풍직각방향풍하중 $W_L(z)$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_L(z) = 3g_L C_{M,L}{}' q_H A\left(\frac{z}{H}\right)\sqrt{1+\phi_L^2 R_L}\,(\mathrm{N}) \qquad (0305.9.1)$$

단, $g_L = \sqrt{2\ln(600n_L)+1.2}$

$$C_{M,L}{}' = 0.0073(D/B)^3 - 0.0629(D/B)^2 + 0.1959(D/B) \qquad (0305.9.1.a)$$

$$\phi_L = \frac{M}{3M_L^*}\left(\frac{z}{H}\right)^{\beta-1}\lambda \qquad (0305.9.1.b)$$

$$M_L^* = \int_0^H m(z)\,\mu^2(z)dz \qquad (0305.9.1.c)$$

$\beta = 1.0$: 중앙부에 코어가 있는 모멘트저항골조 건축구조물 또는 큰 기둥과 전단가새로 이루어진 건축구조물

$\beta = 1.5$: 세장한 캔틸레버형 건축구조물 및 중앙의 철근콘크리트 코어에 의해 지지되는 건축구조물

$\beta = 2.0$: 탑, 굴뚝

$$R_L = \frac{\pi F_L}{4\zeta_L} \qquad (0305.9.1.d)$$

$$F_L = \sum_{j=1}^{m}\frac{4k_j(1+0.5\beta_j)\beta_j}{\pi}\,\frac{(n_L/n_{pj})^2}{\left[1-(n_L/n_{pj})^2\right]^2+4\beta_j^2(n_L/n_{pj})^2} \qquad (0305.9.1.e)$$

$k_1 = 1.0$

$k_2 = 0.01$

$$m=\begin{cases}1 & (D/B<3)\\ 2 & (D/B\geqq 3)\end{cases}$$

$$n_{p1}=\frac{0.11}{\left[1+0.39(D/B)^2\right]^{0.8}}\frac{V_H}{B} \quad (0.2\leqq D/B\leqq 5)$$

$$n_{p2}=\frac{0.61}{(D/B)^{0.89}}\frac{V_H}{B} \quad (3\leqq D/B\leqq 5)$$

$$\beta_1=\frac{17.25(D/B)^4-32.99(D/B)^3+25.37(D/B)^2-9.39(D/B)+1.41}{19.68(D/B)^4-24.49(D/B)^3+13.02(D/B)^2-4.77(D/B)+1}$$

$(0.2\leqq D/B\leqq 5)$

$$\beta_2=\frac{0.31}{(D/B)^{0.41}} \quad (3\leqq D/B\leqq 5)$$

여기서, g_L : 풍직각방향피크펙터

C_{ML}' : 풍직각방향변동전도모멘트계수

q_H : 속도압(N/m²)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

A : 지상높이 z에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적(m²)

z : 지표면으로부터의 높이(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

R_L : 풍직각방향변동전도모멘트의 공진계수

n_L : 풍직각방향진동의 1차고유진동수(Hz)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

D : 건축구조물의 깊이(m)

ϕ_L : 풍직각방향진동모드보정계수([그림 0305.9.1])

$\frac{1}{3}\frac{M}{M_L^*}$: 풍직각방향 진동모드차이에 따른 일반화질량의 진동모드보정계수

M : 건축구조물의 지상부 총질량(kg)

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량(kg)

λ : 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함

$m(z)$: 높이 z에서 단위높이당 질량(kg/m)

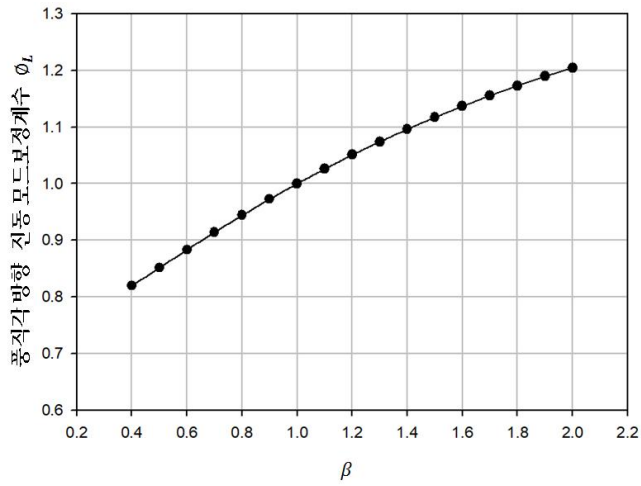
$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드로 식(0305.6.2.c)에 따름

β : 1차진동모드 $\mu_1=\left(\frac{z}{H}\right)^{\beta}$의 연직분포형상지수, β는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 모드형상으로부터 산정함. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β값을 사용할 수 있음.

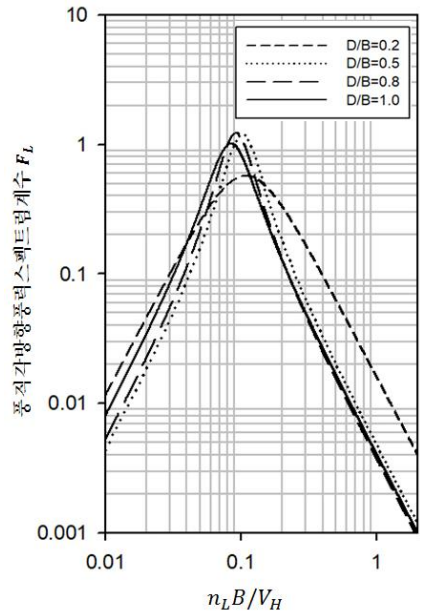
F_L : 풍직각방향진동의 풍력스펙트럼계수 ([그림 0305.9.2])

ζ_L : 풍직각방향진동의 1차감쇠비

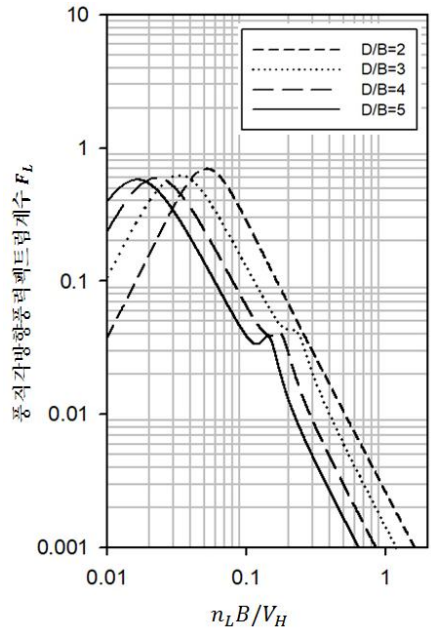
V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다.)



[그림 0305.9.1] 풍직각방향 진동모드보정계수 ϕ_L



(a) $D/B<1.0$



(b) $D/B \geq 1.0$

[그림 0305.9.2] 풍직각방향 풍력스펙트럼계수 F_L

0305.10 구조골조용 비틀림풍하중

0305.10.1 적용범위

이 절은 구조골조용 수평풍하중 가운데 비틀림풍하중을 산정하는 경우에 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하는 건축구조물이 벽면에 수직인 방향에서 바람을 받는 경우를 대상으로 한다.

(1) 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정하다.

(2) $\dfrac{H}{\sqrt{BD}} \leqq 6$

(3) $0.2 \leq \dfrac{D}{B} \leq 5$

(4) $\dfrac{V_H}{n_T\sqrt{BD}} \leq 10$

여기서, H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

D : 건축구조물의 깊이(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다.)

n_T : 비틀림1차고유진동수(Hz)

0305.10.2 산정식

지상높이 z에서의 구조골조용 비틀림풍하중 $W_T(z)$는 다음 식으로 산정한다.

$$W_T(z) = 1.8\, g_T C_T{}' \, q_H BA \left(\frac{z}{H}\right) \sqrt{1+\phi_T^2 R_T}\,(\text{N·m}) \quad (0305.10.1)$$

단, $g_T = \sqrt{2\ln(600 n_T)} + 1.2$

$$C_T{}' = 0.04(D/B)^2 + 0.02 \quad (0305.10.1.a)$$

$$\phi_T = \frac{M(B^2+D^2)}{36 I_T^*}\left(\frac{z}{H}\right)^{\beta-1}\lambda \quad (0305.10.1.b)$$

$$I_T^* = \int_0^H i(z)\,\mu^2(z)dz \quad (0305.10.1.c)$$

$$i(z) = \frac{m(z)(B^2+D^2)}{12} \quad (0305.10.1.d)$$

$\beta = 1.0$: 중앙부에 코어가 있는 모멘트저항골조 건축구조물 또는 큰 기둥과 전단가새로 이루어진 건축구조물

$\beta = 1.5$: 세장한 캔틸레버형 건축구조물 및 중앙의 철근콘크리트 코어에 의해 지지되는 건축구조물

$\beta = 2.0$: 탑, 굴뚝

$$R_T = \frac{\pi F_T}{4\zeta_T} \quad (0305.10.1.e)$$

$$F_T = 0.8F_B + \nu_1 F)V + w_1 F_W$$

$$F_B = \frac{18 n_m^*}{\left[1+0.46\,(18 n_m^*)^{1.8}\right]^{2.3}}$$

$$F_V = \frac{1}{\nu_2\sqrt{2\pi}}\exp\left\{-0.5\left[\frac{\ln(n_s^*/\nu_3)+0.5\nu_2^2}{\nu_2}\right]^2\right\}$$

$$F_W = \frac{1}{w_2\sqrt{2\pi}}\exp\left\{-0.5\left[\frac{\ln(n_m^*/w_3)+0.5w_2^2}{w_2}\right]^2\right\}$$

$$n_s^* = \frac{8.3\, n_T B\left[1+0.38(D/B)^{1.5}\right]^{0.89}}{V_H}$$

$$n_m^* = \frac{n_T B}{V_H}$$

<표 0305.10.1> 비틀림모멘트스펙트럼계수 F_T를 결정하는 변수

	$\frac{D}{B} \le 0.9$	$\frac{D}{B} > 0.9$	$\frac{D}{B} \le 1$	$\frac{D}{B} > 1$
ν_1	$-2\left[\left(\frac{D}{B}\right)^2 - \left(\frac{D}{B}\right)\right]$	$0.1\left(\frac{D}{B}\right)^{-1}$	–	–
ν_2	$0.56\, I_H \left(\frac{D}{B}\right)^{-1}$	$2 I_H \left(\frac{D}{B}\right)^{0.5}$	–	–
ν_3	–	–	$0.8\left(\frac{D}{B}\right)^{-0.2}$	$0.18\left(\frac{D}{B}\right)$
w_1	$0.04\left(\frac{D}{B}\right)^{-0.5}$	0.06	–	–
w_2	$1.75\sqrt{I_H}$	$0.7\sqrt{I_H}$	–	–
w_3	$0.24\left(\frac{D}{B}\right)^{-0.4}$		–	–

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크펙터

C_T' : 변동비틀림모멘트계수

q_H : 속도압(N/m²)(0305.5에 따른다), q_H 산정 시의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

A : 지상높이 z에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적(m²)

z : 지표면으로부터의 높이(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

ϕ_T : 비틀림진동모드보정계수([그림 0305.10.1])

I_T^* : 비틀림진동일반화관성모멘트(kgm²)

$i(z)$: 높이 z에서의 단위높이당관성모멘트(kg m²/m)

β : 1차진동모드 $\mu_1 = \left(\frac{z}{H}\right)^{\beta}$의 연직분포형상지수, β는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 모드형상으로부터 산정함. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β값을 사용할 수 있음.

$\frac{M(B^2+D^2)}{36\, I_T^*}$: 비틀림진동모드 차이에 따른 일반화관성모멘트의 진동모드보정계수

M : 건축구조물의 지상부 총질량(kg)

λ : 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함.

$m(z)$: 높이 z에서 단위높이당질량(kg/m)

D : 건축구조물의 대표깊이(m)

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드로 식(0305.6.2.c)에 따라 산정한다.

R_T : 비틀림진동의 공진계수

n_T : 비틀림진동의 1차고유진동수(Hz)

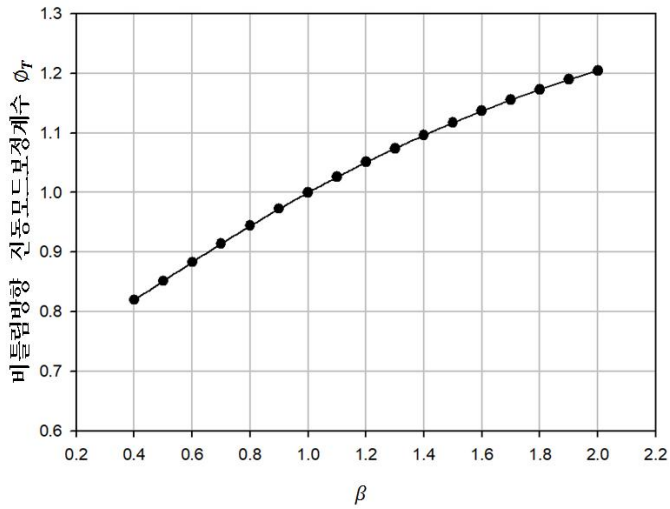
B : 건축구조물의 대표폭(m)

L : B와 D 중 큰 값(m)

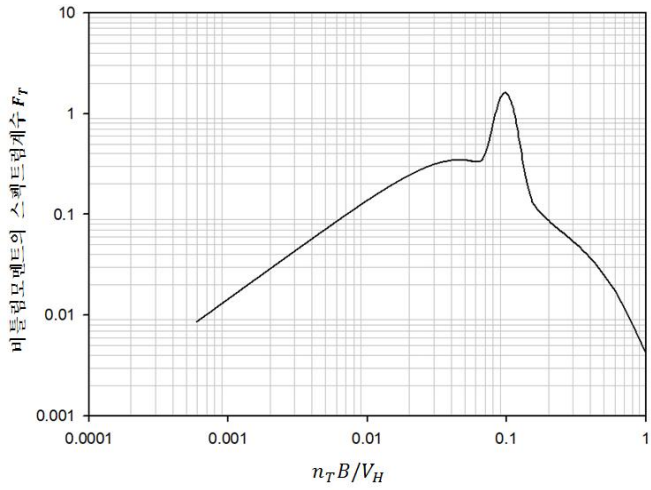
F_T : 비틀림모멘트의 스펙트럼계수([그림0305.10.2])

ζ_T : 비틀림진동의 1차감쇠비

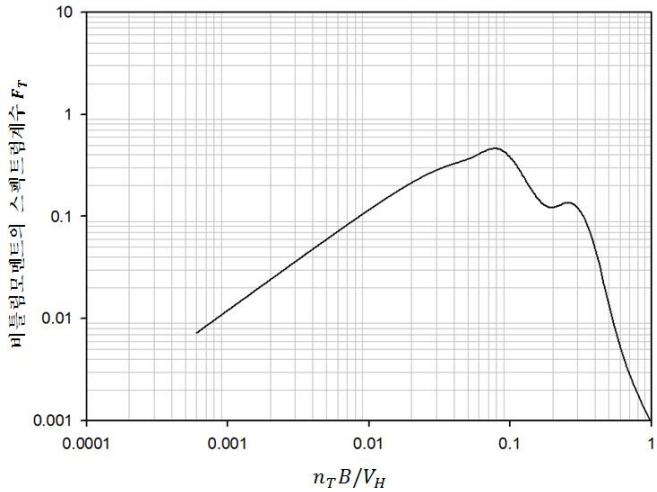
V_H : 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다.)



[그림 0305.10.1] 비틀림 진동모드보정계수 ϕ_T



(a) $D/B=0.5$



(b) $D/B=1.0$

[그림 0305.10.2] 비틀림모멘트의 스펙트럼계수 F_T

0305.11 와류진동

이 절은 세장한 건축구조물이나 부재에 발생하는 풍직각방향의 와류진동에 의한 풍하중을 산정할 때 적용하며, 원형평면인 건축물 및 원형단면인 부재를 대상으로 한다.

(1) 원형평면인 건축구조물의 와류진동

지상높이 z 에서 와류진동에 의한 풍하중 $W_r(z)$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_r(z) = 0.8\rho V_r C_r \frac{z}{H} A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.11.1)$$

단, V_r 은 공진풍속(m/s)이며, 다음 식으로 산정한다.

$$V_r = 5 n_L D_m \ (\mathrm{m/s}) \qquad (0305.11.2)$$

여기서, ρ : 공기밀도로 1.225 (kg/m^3)으로 함

C_r : 공진 시 풍력계수로 <표0305.11.1.>에 따른다.

z : 지표면으로부터의 높이(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 면적(m^2)

n_L : 풍직각방향의 1차고유진동수(Hz)

D_m : 높이 $2H/3$ 에서의 바깥지름(m)

<표 0305.11.1> 공진 시 풍력계수 C_r

$V_r D_m$	$\rho_s \sqrt{\zeta_L} < 0.5$	$\rho_s \sqrt{\zeta_L} \geq 0.5$
$V_r D_m < 3$	$\frac{1.3}{\sqrt{\zeta_L}} + \frac{1.5\rho}{\zeta_L \rho_s}$	$\frac{1.7}{\sqrt{\zeta_L}}$
$3 \leq V_r D_m < 6$	직선보간	직선보간
$6 \leq V_r D_m$	$\frac{0.53}{\sqrt{\zeta_L}} + \frac{0.16\rho}{\zeta_L \rho_s}$	$\frac{0.57}{\sqrt{\zeta_L}}$

주) ζ_L: 풍직각방향진동의 1차감쇠비, ρ_s: 건축구조물의 밀도(kg/m^3)=$M/(HD_mD_B)$, M: 건축구조물 지상부 총질량(kg/m^3), D_B: 건축구조물 밑면의 바깥지름(m)

(2) 원형단면인 부재의 와류진동

원형단면을 가진 부재로 다음 식의 조건에 해당할 경우에는

$$\frac{L}{D} \geq 15 \text{ 또한 } 0.29\, V_H \geq n_L D \qquad (0305.11.3.)$$

와류진동에 의한 풍하중 W_r을 다음 식으로 산정한다.

$$W_r = (2\pi n_L)^2 \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) \frac{M}{L} \frac{0.26\, V_r^*}{0.75 S_C^{1.1} + 0.36\, V_r^*} A \text{ (N)} \qquad (0305.11.4)$$

단, W_r은 부재 단부로부터 거리 x(m)에서 와류진동에 의한 풍하중(N), V_r^*은 무차원공진풍속, S_C는 질량감쇠변수로, 각각 다음 식으로 산정한다.

$$V_r^* = 5 + \frac{3}{S_C} \qquad (0305.11.5)$$

$$S_C = \frac{4\pi \zeta_L M}{\rho D^2 L} \qquad (0305.11.6)$$

여기서, L : 부재길이(m)

D : 부재의 바깥지름(m)

V_H : 부재 평균높이H(m)에서의 설계풍속(m/s) (0305.5.1에 따른다), V_H를 산정할 때의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

n_L : 풍직각방향의 1차고유진동수(Hz)

x : 부재 단부로부터의 거리(m)

M : 부재의 총질량(kg)

A : 부재단부에서 거리 x(m)에 있어서 대표면적(m^2)

ζ_L : 부재의 휨진동 1차감쇠비

ρ : 공기밀도로 1.225(kg/m^3)으로 함

0305.12 건축구조물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중

이 절은 밀폐형 독립벽체, 독립간판, 옥상구조물, 옥상설치물과 부착간판, 파라펫, 래티스 탑상형 구조물, 기타 구조물(개방형 간판, 래티스구조물, 굴뚝, 탱크)에 대한 풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

(1) 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.

(2) 건축구조물은 풍직각방향풍하중, 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답 특성을 나타내지 않아야 한다.

(3) 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 버피팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

0305.12.1 밀폐형독립벽체 및 밀폐형독립간판

밀폐형독립벽체, 밀폐형독립간판 및 밀폐형교통표지판에 대한 풍방향풍하중 W_D는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D = q_z G_D C_D A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.12.1)$$

여기서, q_z : 지표면으로부터 높이 z에서의 속도압으로, 식(0305.5.1)에서 H를 z로 교체한 값(N/m^2)으로 합력점의 높이, 중요도계수 $I_W(T)$는 1.0을 사용한다. q_z를 산정할 때의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

G_D : 풍방향가스트영향계수 (0305.6.1에 따른다)

C_D : 풍력계수(<표 0305.7.8>에 따른다)

A : 독립벽체 또는 독립간판의 총면적(m^2)

0305.12.2 옥상구조물 및 옥상설치물

(1) 지붕면 평균높이 20m 이하인 건물의 옥상구조물 및 옥상설치물의 수평풍하중 W_H는 다음 식으로 산정한다.

$$W_H = q_H (GC_r) A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.11.2)$$

여기서, q_H : 옥상구조물 또는 설치물의 평균높이 H에 대한 속도압(N/m^2) (0305.5에 따른다), q_H를 산정할 때의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

GC_r : A가 $0.1BH$ 이하인 옥상구조물과 설비에 대해서는 1.9이다. GC_r은 A값이 $0.1BH$에서 BH까지 증가하면 1.9에서 1.0까지 선형적으로 줄일 수 있다.

A : 옥상구조물과 설치물의 풍향에 대한 수직 수압면적(m^2)

(2) 지붕면 평균높이 20m 이하인 건물의 옥상구조물 및 옥상설치물의 수직풍하중 W_V는 다음 식으로 산정한다.

$$W_V = q_H (GC_r) A_H \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.12.3)$$

여기서, q_H : 옥상구조물 또는 설치물의 평균높이 H에 대한 속도압(N/m^2) (0305.5에 따른다), q_H를 산정할 때의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

GC_r : A_H가 $0.1BD$ 이하인 옥상구조물과 설치물에 대해서는 1.5이다. GC_r은 A_H값이 $0.1BD$에서 BD까지 증가하면 1.5에서 1.0까지 선형적으로 줄일 수 있다.

A_H : 옥상구조물과 설치물의 풍향에 대한 수평수압면적(m^2)

(3) 지붕면 평균높이가 20m를 초과하는 건물의 옥상구조물 및 옥상설치물의 주골조는 0305.2(주골조설계용 수평풍하중)에 따라 산정하고, 외장재는 0305.4(외장재설계용 풍하중)에 따라 산정한다.

0305.12.3 부착간판

간판의 평면이 벽면의 평면에 평행하게 접촉되어 있고, 간판이 벽체의 측단부와 상단부 밖으로 돌출하지 않는 건축구조물의 벽체에 부착된 간판의 풍방향풍하중은 0305.4(외장재설계용 풍하중)의 산정 절차를 따른다. 이때 피크내압계수 GC_{pi}는 0, k_z=1.0, H는 부착간판의 평균높이로 한다.

0305.12.4 파라펫

평탄한 지붕 또는 경사지붕을 가진 강체구조물 및 유연구조물 주골조의 파라펫에 작용하는 풍방향풍하중 W_D는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D = q_P(GC_{pn})A_P \text{ (N)} \qquad (0305.12.4)$$

여기서, q_P : 파라펫 최상단 높이에서의 속도압(N/m^2)
(0305.5에 따른다)
GC_{pn} : 순압력계수로 풍상측 파라펫은 1.5, 풍하측 파라펫은 −1.0
A_P : 풍향에 수직인 파라펫의 수압면적(m^2)

0305.12.5 래티스형탑상구조물

래티스형탑상구조물의 풍방향풍하중 W_D는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D = q_z G_D C_D A_F \text{ (N)} \qquad (0305.12.5)$$

여기서, q_z : 지표면으로부터 높이 z에서의 속도압으로, 식(0305.5.1)에서 H를 z로 교체한 값(N/m^2), q_z를 산정할 때의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다
G_D : 풍방향가스트영향계수(0305.6.3에 따른다.)
C_D : 풍력계수(<표 0305.7.9>에 따른다.)
A_F : 지표면으로부터 높이 z에서 래티스형탑상구조물의 1구면 투영면적(m^2)

0305.12.6 기타구조물

기타구조물(개방형간판과 래티스구조물, 굴뚝, 탱크, 펜스)에 대한 풍방향풍하중 W_D는 다음 식으로 구한다.

$$W_D = q_h G_D C_D A \text{ (N)} \qquad (0305.12.6)$$

여기서, q_h : 면적 A의 중심높이 h에서의 속도압(N/m^2)(0305.5에 따른다), q_h를 산정할 때의 풍속은 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다
G_D : 풍방향가스트영향계수(0305.6.1에 따른다)
C_D : 풍력계수(<표 0305.7.10>~<표 0305.7.13>에 따른다)
A : 풍향에 수직인 수압면적(m^2)

0305.12.7 설계용 최소풍하중

기타구조물(개방형간판, 래티스구조물, 굴뚝, 탱크)에 대한 설계용 최소풍하중은 650N/m^2×A 이상이어야 한다. 여기서, A는 유효수압면적이다.

0305.13 풍하중의 조합

이 절은 주골조설계용 수평풍하중 및 지붕풍하중의 조합에 관하여 정한 것이다.

(1) 직사각형 평면을 가진 건축구조물로서 식(0305.1.1)의 조건을 만족하지 않는 경우($H/\sqrt{BD} < 3$)에는 0305.13.1에 따라 풍방향과 풍직각방향의 조합을 고려하고, 식(0305.1.1)의 조건을 만족하는 경우($H/\sqrt{BD} \geq 3$)에는 0305.13.2에 따라 수평풍하중의 조합을 고려한다.

(2) 수평풍하중과 지붕풍하중에 관해서는 0305.13.3에 따라 조합을 고려한다.

(3) 밀폐형건축물인 경우에만 풍하중의 조합을 고려한다.

0305.13.1 저층 및 중층건축구조물의 수평풍하중 조합

$H/\sqrt{BD} < 3$로 식(0305.1.1)의 조건을 만족하지 않는 저층 및 중층건축구조물의 경우에는 0305.2에서 산정한 풍방향하중에 다음 식으로 구한 하중을 풍직각방향하중으로 동시에 작용시킨다.

$$W_{LC} = \gamma W_D \,(\mathrm{N}) \qquad (0305.13.1)$$

단, $\gamma = 0.35\dfrac{D}{B}$ 또한 0.2 이상

여기서, W_{LC} : 풍직각방향조합하중(N)

W_D : 풍방향하중(N) (0305.2에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

D : 건축구조물의 깊이(m)

0305.13.2 고층건축구조물의 수평풍하중 조합

$H/\sqrt{BD} \geq 3$로 식(0305.1.1)의 조건을 만족하는 고층건축구조물의 경우에는 <표 0305.13.1>에 나타낸 3종류의 조합하중을 고려한다.

<표 0305.13.1> 수평풍하중의 조합하중

조합조건	풍방향 조합하중	풍직각방향 조합하중	비틀림 조합하중
1	W_D	$0.4\,W_L$	$0.4\,W_T$
2	$W_D\left(0.4+\dfrac{0.6}{G_D}\right)$	W_L	$\kappa\,W_T$
3	$W_D\left(0.4+\dfrac{0.6}{G_D}\right)$	$\kappa\,W_L$	W_T

주) W_D : 밀폐형건축물의 풍방향풍하중으로 식(0305.2.1), 식(0305.2.2)에 따라 산정한다.

W_L : 밀폐형건축물의 풍직각방향풍하중으로 식(0305.9.1)에 따라 산정한다.

W_T : 밀폐형건축물의 풍직각방향풍하중으로 식(0305.10.1)에 따라 산정한다.

G_D : 풍방향가스트영향계수

<표 0305.13.2> <표 0305.13.1>의 κ값

D/B	n_1B/V_H	κ
≤0.5	0.1	0.55
	0.2	0.65
	0.6	0.80
1	0.1	0.55
	0.3	0.55
	0.6	0.65
≥2	–	0.55

주) n_1 : 풍직각방향과 비틀림1차고유진동수 n_L과 n_T 가운데 작은 값(Hz)
D/B 및 n_1B/V_H의 중간값은 직선보간하여 사용한다.

0305.13.3 수평풍하중과 지붕풍하중의 조합

0305.13.1 또는 0305.13.2로 조합을 고려한 수평풍하중에 0305.3에서 산정한 지붕풍하중을 동시에 작용시킨다.

0305.14 사용성 검토

이 절에서의 사용성 검토는 사용성한계상태설계를 대상으로 한다.

0305.14.1 적용범위

이 절은 다음 사항을 평가할 때 적용한다.

(1) 직사각형 평면 및 입면형상을 가진 일반적인 건축구조물의 풍방향최대수평변위와 최대응답가속도에 대한 사용성을 검토할 때

(2) 0305.9.1(적용범위)를 만족하는 건축구조물의 풍직각방향최대수평변위와 최대응답가속도에 대한 사용성을 검토할 때

0305.14.2 사용성 평가기준

(1) 수평변위

① 건축구조물의 기능과 사용성을 확보하기 위하여 강풍으로 발생하는 풍방향 및 풍직각방향최대수평변위로 인하여 건축구조물의 구조체 및 비구조체(비구조벽체, 칸막이벽, 외장재)가 손상을 입지 않도록 충분한 강성을 확보하여야 한다.

② 사용성 검토를 위해 건축구조물의 최대수평변위를 평가할 때는 [그림 0305.5.2] 재현기간 100년 풍속 $V(100)$을 사용한다. 건축구조물의 최대수평변위는 비구조요소(비구조벽체, 칸막이벽, 외장재 등)가 허용변위를 넘어서지 않도록 해야한다.

③ 풍방향수평변위는 식(0305.14.2)에 따라 산정하고, 풍직각방향수평변위는 식(0305.14.3)에 따라 산정한다.

(2) 응답가속도

① 재현기간 1년 풍속이 작용하여 건축구조물의 최상층에서 발생하는 풍방향진동 및 풍직각방향진동 최대응답가속도로 인하여 거주자가 불쾌감을 느끼거나 집무나 행동하는데 지장을 초래하지 않도록 사용성을 만족하여야한다.

② 사용성을 검토하기 위한 풍방향응답가속도는 식(0305.14.6)에 따라 산정하고, 풍직각방향응답가속도는 식

(0305.14.7)에 따라 산정한다.

0305.14.3 수평변위 및 응답가속도의 산정

(1) 수평변위

① 설계풍속

사용성 검토를 위한 수평변위를 산정할 경우의 재현기간 100년 설계풍속 $V_H(100)$ 은 [그림 0305.5.2]재현기간 100년 풍속 $V(100)$ 을 기본풍속으로 하는 다음 식으로 산정한다.

$$V_H(100) \equiv V(100) K_{zr} K_{zt} \qquad (0350.14.1)$$

여기서, K_{zr} : 풍속고도분포계수로 지붕면 평균높이 H 에서의 값(0305.5.4에 따른다)

K_{zt} : 지형계수(0305.5.5에 따른다)

② 풍방향수평변위

밀폐형 및 일부개방형 건축구조물의 최상층높이에서의 풍방향최대수평변위 $X_{D,\max}$ 및 임의높이 z 에서의 수평변위 $X_D(z)$ 는 각각 다음 식으로 산정한다.

$$X_{D,\max} = \frac{C_D q_H B H}{(2\pi n_D)^2 M^*} \left(\frac{1}{2\alpha+2} + \frac{1.5 g_D I_z \sqrt{B_D + \lambda^2 R_D}}{\alpha+2} \right) (\mathrm{m}) \qquad (0305.14.2.a)$$

$$X_D(z) = X_{D,\max} \mu(z) \ (\mathrm{m}) \qquad (0305.14.2.b)$$

단, $C_D = 1.2 \left(\frac{z}{H} \right)^{2\alpha}$

$g_D = \sqrt{2\ln(600 n_D) + 1.2}$

여기서, C_D : 평균풍력계수

q_H : 속도압(N/m^2)으로 식(0305.5.1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H 는 식(0305.13.1)을 사용한다.

B : 건축구조물의 풍방향대표폭(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m)(0305.1.2.(6)에 따른다.)

n_D : 건축구조물의 풍방향진동의 1차고유진동수(Hz)

M^* : 풍방향1차진동일반화질량(kg)으로 식(0305.6.1.g)에 따라 산정한다.

α : 고도분포지수(0305.5.3에 따른다)

g_D : 풍방향피크펙터

I_z : 풍속의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에 따라 산정한다.

B_D : 풍방향비공진계수(0305.6.2에 따른다)

R_D : 풍방향공진계수(0305.6.2에 따른다)

z : 지표면으로부터의 높이(m)

λ : 진동모드의 차에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상

③ 풍직각방향수평변위

0305.9.1(적용범위)를 만족하는 직사각형 평면인 건축구조물의 최상층높이에서의 풍직각방향최대수평변위 $Y_{L,\max}$ 및 임의높이 z에서의 수평변위 $Y_L(z)$는 각각 다음 식으로 산정한다.

$$Y_{L,\max} = \frac{g_L C_{ML}{}' q_H B H}{(2\pi n_L)^2 M_L^*}\sqrt{1+\lambda^2 R_L} \quad (\mathrm{m}) \qquad (0305.14.3.a)$$

$$Y_L(z) = Y_{L,\max}\,\mu(z)\,(\mathrm{m}) \qquad (0305.14.3.b)$$

단, $g_L = \sqrt{2\ln(600 n_L)} + 1.2$

여기서, g_L : 풍직각방향피크팩터

$C_{ML}{}'$: 풍직각방향변동전도모멘트계수로 식(0305.9.1.a)에 따른다)

q_H : 속도압(N/m²)으로 식(0305.5.1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H는 식(0305.13.1)을 사용한다.

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

n_L : 풍직각방향1차고유진동수(Hz)

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량(kg)로 식(0305.9.1.c)에 따라 산정한다.

λ : 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함

R_L : 풍직각방향 공진계수로 식(0305.9.1.d)에 따라 산정한다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상

④ 비틀림각변위

0305.10.1(적용범위)를 만족하는 직사각형 평면인 건축구조물의 최상층높이에서의 비틀림에 의한 최대각변위 $\theta_{\max}$ 및 임의높이 z에서의 각변위 $\theta(z)$는 각각 다음 식으로 산정한다.

$$\theta_{\max} = \frac{0.6 g_T C_T{}' q_H B^2 H}{(2\pi n_T)^2 I_T^*}\sqrt{1+\lambda^2 R_T}\ (\mathrm{rad}) \qquad (0305.14.4.a)$$

$$\theta(z) = \theta_{\max}\,\mu(z) \qquad (0305.14.4.b)$$

단, $g_T = \sqrt{2\ln(600 n_T)} + 1.2$

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크펙터

$C_T{}'$: 변동비틀림모멘트계수로 식(0305.10.1.a)에 따른다.

q_H : 속도압(N/m²)으로 식(0305.5.1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H는 식(0305.13.1)을 사용한다.

B : 건축구조물의 대표폭(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m)(0305.1.2.(6)에 따른다.)

n_T : 비틀림1차고유진동수(Hz)

I_T^* : 비틀림진동일반화관성모멘트(kgm²)로

식(0305.10.1.c)에 따라 산정한다.

λ : 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함.

R_T : 비틀림모멘트공진계수로 식(0305.10.1.e)에 따라 산정한다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상($=\frac{z}{H}$)

(2) 응답가속도

① 설계풍속

사용성 검토를 위한 응답가속도를 산정할 경우의 재현기간 1년 설계풍속 $V_H(1)$ 은 재현기간 1년 기대풍속 $V(1)$ 을 기본풍속으로 하는 다음 식을 사용한다.

$$V_H(1) = V(1)K_{zr}K_{zt} = 0.5\,V_0\,K_{zr}\,K_{zt} \qquad (0350.14.5)$$

여기서, $V(1)$: 재현기간 1년 풍속(m/s)

V_0 : 재현기간 500년 풍속(m/s)으로 [그림 305.5.1]에 주어진 값

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 지붕면 평균높이 H 에서의 값(0305.5.4에 따른다)

K_{zt} : 지형계수(0305.5.5에 따른다)

다만, 건설지점 부근의 풍관측자료에 의해 $V(1)$ 을 산정하고자 할 때에는 공인된 극치통계해석법을 사용하고, 자료의 길이, 측정오차, 평가시간, 풍속계높이, 풍속계 주변의 지표면상태 등을 고려해야하며, 풍속자료는 지표면조도구분 C인 지상 10m에서 10분간 평균풍속 값으로 균질화해야 한다.

② 풍방향응답가속도

건축구조물 최상층에서의 풍방향최대응답가속도 $a_{D,\max}$ 및 임의높이 z 에서의 응답가속도 $a_D(z)$ 는 각각 는 다음 식으로 산정한다.

$$a_{D,\max} = \frac{1.5 g_D C_D q_H B H I_z \lambda \sqrt{R_D}}{M^*(\alpha+2)}\,(\mathrm{m/s^2}) \qquad (0305.14.6.a)$$

$$a_D(z) = a_{D,\max}\,\mu(z) \qquad (0305.14.6.b)$$

단, $g_D = \sqrt{2\ln(600 n_D)} + 1.2$

$$C_D = 1.2\left(\frac{z}{H}\right)^{2\alpha}$$

여기서, g_D : 풍방향피크팩터

C_D : 평균풍력계수

q_H : 속도압($\mathrm{N/m^2}$)으로 식(0305.5.1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H는 식(0305.14.5)를 사용한다.

B : 건축구조물의 풍방향대표폭(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m)(0305.1.2.(6)에 따른다.)

I_z : 풍속의 난류강도로 식(0305.5.3.a)에 따라 산정한다.

λ : 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함

R_D : 풍방향공진계수(0305.6.2에 따른다)

M^* : 풍방향1차진동일반화질량(kg)로 식(0305.6.2.b)에 따라 산정한다.

α : 고도분포지수로 <표0305.5.3>에 따른다

$\mu(z)$: 건축구조물의 풍방향진동모드형상)

③ 풍직각방응답가속도

0305.9.1(적용범위)를 만족하는 직사각형평면인 건축구조물의 최상층에서 풍직각방향최대응답가속도 $a_{L,\max}$ 및 임의높이 z에서의 응답가속도 $a_L(z)$ 는 각각 는 다음 식으로 산정한다.

$$a_{L,\max} = \frac{g_L C_{M,L}{}' q_H B H \lambda}{M_L^*} \sqrt{R_L} \,(\mathrm{m/s^2}) \qquad (0305.14.7.a)$$

$$a_L(z) = a_{L,\max}\mu(z) \qquad (0305.14.7.b)$$

단, $g_L = \sqrt{2\ln(600n_L)+1.2}$

여기서, g_L : 풍직각방향피크펙터

q_H : 속도압(N/m²)으로 식(0305.5.4)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H는 식(0305.14.5)를 사용한다.

$C_{M,L}{}'$: 풍직각방향변동전도모멘트계수로 식(0305.9.1.a)에 따라 산정한다.

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량으로 (식(0305.9.1.c)에 따라 산정한다.(kg)

R_L : 풍직각방향공진계수로 식(0305.9.1.d)에 따라 산정한다.

n_L : 풍직각방향진동의 1차고유진동수(Hz)

λ : 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상

④ 비틀림응답각가속도

0305.10.1(적용범위)를 만족하는 직사각형평면인 건축구조물의 최상층에서 비틀림에 의한 최대응답각가속도 $a_{T,\max}$ 및 임의높이 z에서의 응답각가속도 $a_T(z)$ 는 각각 다음 식으로 산정한다.

$$a_{T,\max} = \frac{0.6 g_T C_T{}' q_H B^2 H \lambda}{I_T^*} \sqrt{R_T} \;(\mathrm{rad/s^2}) \qquad (0305.14.8.a)$$

$$a_T(z) = a_{T,\max}\mu(z) \qquad (0305.14.8.b)$$

단, $g_T = \sqrt{2\ln(600n_T)+1.2}$

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크펙터

$C_T{}'$: 변동비틀림모멘트계수로 식(0305.10.1.a)에 따른다.

q_H : 속도압(N/m²)으로 식(0305.5.4)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H는 식(0305.14.5)를 사용한다.

B : 건축구조물의 대표폭(m)

H : 건축구조물의 기준높이(m)(0305.1.2.(6)에 따른다)

n_T : 비틀림1차고유진동수(Hz)

I_T^* : 비틀림진동일반화관성모멘트(kgm²)로 식(0305.10.1.c)에따라 산정한다.

λ : 진동모드의 차이에 따른 변동일반화풍력의 진동모드보정계수로 식(0305.6.1.i)에 따라 산정함.

R_T : 비틀림모멘트공진계수로 식(0305.10.1.e)에 따라 산정한다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상($=\frac{z}{H}$)

0305.15 간편법에 따른 풍하중

0305.15.1 적용범위

이 절은 다음의 모든 조건을 만족하는 작은 규모의 건축구조물을 대상으로 간편한 풍하중을 산정할 때 적용한다.

(1) $H \leq 20\,\mathrm{m}$

(2) $H/\sqrt{BD} \leq 1.0$ 또는 $H/\sqrt{A_f} \leq 1.0$

(3) $0.5H \leq B \leq 30m$

(4) $\theta < 10^\circ$

(5) 형상이 정형적이고, 단면은 대칭에 가까워야한다.

여기서, H : 건축구조물의 기준높이(m)(0305.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭(m)

D : 건축구조물의 깊이(m)

A_f : 건축구조물의 기준층 바닥면적(m^2)

θ : 지붕경사각(°)

0305.15.2 주골조설계용 풍하중

주골조설계용 수평풍하중 W_{SF}는 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_{SF} = 0.25\,V_0^2 H^{0.44} C_e C_f A \ (\mathrm{N}) \qquad (0305.15.1)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (0305.5.2에 따른다), V_0는 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이 없는 평탄지인 경우에는 1.5으로 하며, 지형에 의해 풍속이 증가할 우려가 있는 경우에는 적절하게 할증한다. ~~해안가인 경우에는 2.0으로 한다.~~

$C_f = C_{pe1} - C_{pe2}$: 풍력계수(<표 0305.15.1>에 따른다.)

A : 유효수압면적(m^2)

단, 주골조설계용 풍압에 해당하는 W_{SF}/A는 675N/m^2보다 작아서는 안된다.

<표 0305.15.1> 저층건축구조물설계용 외압계수 C_{pe}

대 상	구 분	풍상끝단으로부터의 수평거리	C_{pe}
풍상면 C_{pe1}	$H/\sqrt{BD} < 1$	-	0.6
풍하면 C_{pe2}	$D/B = 0 \sim 1$	-	-0.5
	$D/B \geq 2$	-	-0.3
측벽 C_{pes}	$H/\sqrt{BD} < 1$	$0 \sim 0.5B$	-0.8
		$0.5B \sim 1.5B$	-0.7
		$1.5B \sim 2.5B$	-0.3
		$2.5B$ 이상	-0.2
지붕면 C_{per}	$H/\sqrt{BD} < 1$	$0 \sim 0.5B$	-1.0
		$0.5B \sim 1.5B$	-0.8
		$1.5B \sim 2.5B$	-0.3
		$2.5B$ 이상	-0.2

주) H : 기준높이(m)
B : 건물의 폭, 풍직각방향수평길이(m)
D : 건물의 깊이, 풍방향수평길이(m)
D/B의 중간 값은 직선보간하여 사용한다.

0305.15.3 주골조설계용 지붕풍하중

주골조설계용 지붕풍하중 W_{SFR}은 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_{SFR} = 0.25\, V_0^2 H^{0.44} C_e C_R A_R \text{ (N)} \qquad 0305.15.2)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (0305.5.2에 따른다), V_0는 [그림 0305.5.1] 재현기간 500년 풍속 $V(500)$을 사용한다

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이 없는 평탄지인 경우에는 1.5로 하며, 지형에 의해 풍속이 증가할 우려가 있는 경우에는 적절하게 할증한다. ~~해안가인 경우에는 2.0으로 한다.~~

$C_R = C_{per} - C_{pi}$: 풍력계수

C_{per} : 지붕면 외압계수(<표 0305.15.1>에 따른다.)

C_{pi} : 내압계수(0305.7.2에 따른다)

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적(m^2)

단, 주골조설계용 지붕풍압에 해당하는 W_{SRF}/A_R는 400N/m^2보다 작아서는 안된다.

0305.15.4 외장재설계용 풍하중

외장재설계용 풍하중 W_{SC}는 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_{SC} = 0.12\, V_0^2 H^{0.44} C_e \hat{C}_f A_C \text{ (N)} \qquad (0305.15.3)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (0305.5.2에 따른다), V_0는 [그림 0305.5.2] 재현기간 100년 풍속 $V(100)$을 사용한다

H : 건축구조물의 기준높이(m) (0305.1.2(6)에 따른다)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이 없는 평탄지인 경우에는 1.7로하며, 지형에 의해 풍속이 증가할 우려가 있는 경우에는 적절하게 할증한다.

$\hat{C}_f = GC_{pe} - GC_i$: 피크풍력계수

GC_{pe} : 외장재설계용 피크외압계수(0305.8.1에 따른다.)

GC_{pi} : 외장재설계용 피크내압계수(0305.8.2에 따른다.)

A_C : 외장재의 유효수압면적(m^2)

단, 외장재설계용 풍압에 해당하는 W_{SC}/A_C는 675N/m^2보다 작아서는 안된다.

0305.16 풍동실험

0305.16.1 일반사항

풍동실험에 따라 특별풍하중을 산정하여 건축구조물의 내풍설계를 할 경우에는 책임구조기술사의 책임아래 수행하되 다음 사항에 따른다.

① 풍동실험과 그 결과를 이용한 특별풍하중의 산정은 내풍설계전문가가 수행하여야한다.

② 풍동실험에 필요한 건축구조물의 동적특성 산정, 풍동실험결과의 분석, 풍동실험결과를 활용한 구조해석 및 부재설계를 통한 구조안전성의 확보는 책임구조기술사가 수행하여야한다.

③ 대상건축구조물에 대한 풍동실험의 종류와 방법은 책임구조기술자가 내풍설계전문가와 협의하여 결정하여야한다.

0305.16.2 적용범위

(1) 이 절은 건축구조물이 0305.1.3(특별풍하중)의 조건을 가질 때 적용한다.

(2) 이 풍동실험법은 0305.2(주골조설계용 수평풍하중), 0305.3(주골조설계용 지붕풍하중), 0305.4(외장재설계용 풍하중), 0305.9 (구조골조용 풍직각방향풍하중), 0305.10 (구조골조용 비틀림풍하중), 0305.11(건축구조물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중) 및 0305.14(간편법에 따른 풍하중)을 대신하여 건축구조물에 대한 풍압, 풍하중 및 풍응답을 평가할 때 사용한다.

0305.16.3 실험조건

풍동실험은 다음 조건을 만족하여야 한다.

(1) 풍동 내의 평균풍속의 고도분포, 난류강도분포 및 변동풍속의 특성은 건축 현지의 자연대기경계층 조건에 적합하도록 재현하여야 한다.

(2) 대상건축구조물을 포함하여 주변의 건축구조물 및 지형조건을 건축 현지조건에 적합하도록 재현하여야 한다.

(3) 실험풍향은 11.25도 이하의 등간격으로 최소 32개 풍향 이상이 되도록 하여야 한다.

(4) 풍동 내 대상건축구조물 및 주변 모형에 의한 단면 폐쇄율은 풍동의 실험단면에 대하여 8% 미만이 되도록 하여야 한다.
(5) 풍동 내의 압력 분포는 일정하도록 하여야 한다.
(6) 레이놀즈수에 의한 영향은 최소화하여 실험하여야 한다.
(7) 풍동 측정기기의 응답특성은 요구하는 조건을 충족하여야 한다.

0305.16.3 동적응답

건축구조물의 동적응답을 결정하기 위한 실험을 실시할 경우에는 0305.16.2(실험조건)을 만족해야 하고, 구조모델과 관련 해석을 수행할 경우에는 질량분포, 강성, 감쇠를 고려해야 한다.

0305.16.4 풍동실험에 따른 풍하중의 제한

(1) 풍동실험결과로부터 평가한 주골조설계용 수평풍하중은 x축과 y축 방향의 전체 주하중이 0305.2(주골조설계용 수평풍하중), 0305.9(구조골조용 풍직각방향풍하중)의 절차에 따라 산정한 값의 80% 이하가 되지 않도록 하여야 한다. 여기서 전체 주하중이란 유연건축구조물인 경우에는 전도모멘트, 기타 건축구조물은 밑면전단력이다.
(2) 풍동실험결과로부터 평가한 외장재설계용 풍압은 0305.4(외장재설계용 풍하중)의 절차에 따라 벽의 경우에는 ④영역, 지붕의 경우에는 ①영역에서 산정한 풍압의 80% 이하가 되지 않도록 하여야한다.
(3) 풍동실험을 위해 재현한 상세 주변 모형의 범위 안에 대상건축구조물에 특별한 영향을 미칠 건축구조물이나 장애물이 없는 경우에는 위 (1), (2)에서 규정한 80%의 제한 값을 적용하지 않고 풍동실험에서 얻어진 풍하중과 풍압을 사용할 수 있다.

0305.17 바람의 작용시간

바람의 작용시간에 대해서는 피로평가 대상부재의 공용기간 및 유지보수 사이클을 고려하여 설정한다.
구조골조부재 및 외장재, 면진부재, 제진부재에 관해 풍외력에 대한 피로를 검토할 필요가 있을 때에는 건설지점에 있어서 풍속과 그 작용시간을 적절하게 설정하여 그 작용시간 내에 누적하는 피로손상에 대해 안전할 것을 확인해야 한다.

0305.18 성능기반 내풍설계

(1) 적용범위

풍동실험을 수행하여 강풍으로 발생하는 건축구조물의 진동 및 변위에 대한 사용성과 풍하중에 대한 구조안전성에 대해 다양한 목표성능수준을 만족하도록 건축구조물을 설계하고자 할 때 이 설계법을 적용한다. 또한, 0305.1.4(특별풍하중) 조건에 해당되어 와류방출에 따른 풍직각방향진동, 비틀림진동 및 갤로핑, 플러터에 의한 공력불안전진동 등이 예상되는 건축구조물을 설계할 때는 이 설계법을 적용한다.

(2) 하중의 모델화 및 구조해석

건축구조물의 부재에 발생하는 힘과 변형 등으로 평가되는 하중효과는 산정된 하중에 근거하여 적절한 구조해석을 수행함으로서 구할 수 있다. 풍하중은 시간이력풍하중 또는 강풍으로 발생하는 건축구조물의 진동을 포함하

는 동적하중효과에 대응하는 정적풍하중인 등가정적풍하중으로 평가해야 한다.

(3) 응답해석 및 내풍설계 구조성능 단계별 목표성능수준

1) 풍동실험자료를 사용하여 스펙트럼모드해석법 또는 시간이력응답해석법을 통하여 응답변위 또는 응답가속도를 산정하고, 그것에 근거하여 각 방향의 등가정적풍하중을 평가한다.

2) 각 방향의 풍하중은 동시에 작용하므로 풍방향, 풍직각방향, 비틀림방향에 대해 하중 상호간의 상관에 근거하여 하중조합방법을 제시해야한다.

3) 건축구조물의 평면 및 입면 비정형성이 커서 연성진동 또는 고차모드를 고려해야할 경우에는 1)의 하중평가 및 2)의 하중조합을 위해 시간이력력응답해석법을 적용하여야 한다.

4) 성능기반 내풍설계의 각 구조성능에 대한 목표성능수준은 재현기간에 의해 아래와 같이하고, 이 목표성능수준에 상응하도록 풍하중을 산정한다.

① 구조안전성에 대해서는 건축구조물의 주골조는 재현기간 500년 풍속에 의해 발생하는 풍하중에 안전하도록 해야 한다.

② 수평변위의 사용성에 대해서는 재현기간 100년 풍속이 작용하였을 때 발생하는 구조물의 변위에 대하여 외장재, 비구조부재 및 기계·설비 등의 안전성과 사용성에 문제가 생기지 않도록 해야 한다.

③ 수평진동의 사용성에 대해서는 재현기간 1년의 풍속이 작용하였을 때 발생하는 가속도 응답 값에 대하여 거주자가 불쾌감을 느끼지 않도록 해야 한다.

(4) 최소풍하중

성능기반 내풍설계에 따라 평가한 구조골조용 풍하중은 각각 0305.2(주골조설계용 수평풍하중), 0305.9(풍직각방향풍하중), 0305.10(비틀림풍하중)의 절차에 따라 산정한 값의 50%이하가 되지 않도록 하여야 한다. 단 주변건물의 차폐효과로 인하여 성능기반 내풍설계에 의해 평가한 풍하중이 기준에 따라 평가한 풍하중에 비하여 작아진 부분은 구조설계용 풍하중을 줄이지 않는 것으로 한다.

(5) 성능기반 내풍설계의 책임 및 검증

성능기반 내풍설계를 수행할 때는 그 절차와 근거를 명확히 제시해야 하며, 전반적인 설계과정 및 결과는 설계자를 제외한 내풍설계전문가 및 책임구조기술자로 구성된 2인 이상의 전문가에게 타당성을 검증받아야 한다.

[0305 참고문헌]

1) 최심국, 길용식, 김동우, 하영철. (2005), 노풍도에 따른 고층건축물의 풍직각방향 변동풍력의 특성, 한국풍공학회논문집, 9(1), 79-85
2) 하영철, 길용식, 김동우. (2005), 초고층건축물의 풍직각방향 풍하중 평가를 위한 변동풍력계수 및 풍력파워스펙트럼밀도계수의 제안, 대한건축학회논문집-구조계, 21(10), 37-46
3) 하영철, 길용식, 김동우 (2006), 고층건축물의 풍직각방향 변동풍력 평가를 위한 경험식 제안, 대한건축학회논문집-구조계, 22(2), 83-90
4) 배진석, 김동우, 하영철. (2008), 풍하중을 받는 정방형 건축물의 형상비 변화에 따른 풍방향 및 풍직각방향 응답특성의 비교, 대한건축학회논문집-구조계, 24(10), 29-36
5) 길용식, 김동우, 하영철. (2006), 고층건축물의 비틀림방향 풍력 특성에 관한 풍동실험연구, 한국풍공학회논문집, 10(2), 233-240
6) 길용식, 김동우, 하영철. (2007), 초고층축물의 비틀림방향 풍하중 평가를 위한 변동풍력계수 및 파워스펙트럼밀도계수의 제안, 한국풍공학회논문집, 11(2), 187-194
7) 하영철, 길용식, 황성권, 김동우. (2007), 고층건축물의 풍직각방향 풍응답 평가식 제안, 대한건축학회논문집-구조계, 23(6), 9-18
8) 日本建築學會. (1993, 2004, 2015), 建築物荷重指針同解說, 丸善
9) International Organization for Standardization. (2009), Wind actions on structures, ISO 4354 : 2009(E)
10) Tamura. Y, Kawai. H, Uematsu. Y, Marukawa. H, Fujii. K and Taniike. Y. (1996), Wind load and wind-induced response estimations in the Recommendations for Loads on Buildings, AIJ 1993, Engineering Structures, 18(6), 399-411
11) 최원녕, 하영철. (2012), 두 산지 사이의 골바람효과에 의한 풍속할증 현상의 검토, 한국풍공학회논문집, 16(1), 13-22
12) 하성민, 이봉희, 하영철. (2013), 2차원산지 사이의 골바람 효과에 의한 풍속할증 평가, 한국풍공학회논문집, 17(2), 59-66
13) P. A. Bailey, K. C. S. Kwok. (1985), Interference excitation of twin tall buildings", Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics, 21, 323 -338
14) 조강표, 홍성일. (2005), 고층건물의 풍하중에 대한 인접건물의 영향에 관한 연구, 대한건축학회논문집-구조계, 21(1), 59-66
15) 조강표, 홍성일, 정명채. (2005), 인접 건물에 의한 고층건물의 풍하중 변동에 관한 연구, 대한건축학회논문집-구조계, 21(3), pp.37-44
16) National Research Council Canada. (2005), National Building Code of Canada 2005 Vol.1, Div. B, 4-18
17) American Society of Civil Engineers. (2010), Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE/SEI 7-10
18) International Organization for Standardization. (2009), Wind actions on structures, ISO 4354 : 2009(E)
19) National Research Council Canada, (2010), National Building Code of Canada, Vol.1, Div. B, 4-6
20) 하영철, 김종락, 김규석. (1998), 건축물 설계용 기본풍속분포도, 대한건축학회논문집, 14(8), 75-83
21) 정선하, 김병조, 하영철. (2012), 1990년대와 2000년대 우리나라를 내습한 태풍의 경년변화 특성, 한국풍공학회논문집, 16(4), 149-155
22) 정선하, 김병조, 하영철. (2014), 건축구조기준(KBC-2009) 기본풍속도의 개선, 대한건축학회논문집-구조계, 30(5), 37-47
23) 하영철. (2018), 강도설계용 풍하중 평가를 위한 재현기간과 기본풍속지도의 제안, 대한건축학회논문집-구조계, 43(2), 29-40
24) CEN. (2005), EN 1991-1-4:2005E), Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions- Wind actions, 141-142

25) 이성우, 김동우, 이석종, 하영철. (2000), 2차원 산지형의 풍속분포 특성에 관한 실험적 연구, 한국풍공학회논문집, 4(1), 67-73
26) 김무진, 이석종, 하영철. (2000), 3차원 산지형의 풍속분포특성에 관한 풍동실험 연구', 대한건축학회논문집-구조계, 16(7), 25-32
27) 김동우, 하영철. (2000), 다양한 경사지형의 풍속분포 특성에 관한 풍동실험 연구, 대한건축학회논문집-구조계, 16(12), 49-55
28) 日本建築センター. (1991), 高層建築物の構造評定用風荷重について, ビルデイングレター, 47-49
29) A. G. Davenport. (1967), Gust Loading Factors, Journal of Structural Division, ASCE, 93, 11-34
30) 한국풍공학회. (2010), 엔지니어를 위한 내풍공학, 기문당, 283-294
31) 電氣協同研究會. (2007), 電氣協同研究, 62(3), 47-52
32) B. R. Ellis. (1980), An assesment of the accuracy of predicting the fundamental natural frequencies of buildings and the implications concerning the dynamic analysis of structures, Proceedings of the Institution of Civil Engineers' Part 2, Vol. 69, 763-776
33) W. C. Hurty, M. F. Rubenstein. (1964), Dynamics of Structures, Prentice Hall
34) 日本建築學會. (2000), 建築物の減衰, 204~213
35) 윤성원. (2004), 강풍 시 철근콘크리트조 아파트의 사용성 설계용 감쇠율, 대한건축학회논문집 구조계, 23(8), 27-34
36) 윤성원, 김재웅. (1998), 철골조 고층건물의 감쇠율 및 진동수 계측, 한국풍공학회지논문집, 2(2), 233-241
37) Australian/New Zealand Standards. (2002), AS/NZS 1170.2:2002, Structural design actions, Part2: Wind actions
38) Asami, Y., Kondo, K., Hibi, K. (2002), Experimental research of aerodynamic force on rectangular prism, J. of Wind Engineering, No. 91, 83-88
39) 이은지, 황성권, 김동우, 하영철. (2008), 고층건축물의 풍상면 및 풍하면 평균풍압의 연직분포 특성, 대한건축학회논문집-구조계, 24(3), 35-42
40) 박재형, 황성권, 하영철. (2009), 건축물의 높이 및 변장비 변화에 따른 각주형 건축물의 평균풍압분포 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 25(4), 69-76
41) 조원근, 원종호, 하영철. (2009), 지붕경사각에 따른 박공형 저층건축물의 외압계수 분포 특성, 한국풍공학회논문집, 13(2), 57-66
42) 이석종, 하영철. (2001), 풍하중을 받는 건축물의 틈새 크기 및 위치 변화에 따른 실내압 평가, 대한건축학회논문집-구조계, 17(10), 43-50
43) 이석종, 하영철. (2002), 풍하중을 받는 일부 개방형 건축물의 개구부 위치 및 크기변화에 따른 실내압평가, 대한건축학회논문집-구조계, 18(9), 109-116
44) 김병조, 김효정, 하영철. (2017), 교회 첨탑 구조물의 형상비에 따른 풍력계수의 추정, 한국풍공학회논문집, 21(2), 83-89
45) 大熊武司 (1971), 自然風中における圓柱構造物の振動性狀に關する理論的研究Ⅲ, 日本建築學會論文報告集, 188, 25-32
46) 田村辛雄, 天野晶彦. (1984), 圓筒の渦勵振に關する研究3, 日本建築學會論文報告集, 337, 65-72
47) 日本建築學會. (2002), 鋼構造限界狀態設計指針•同解說", 丸善, 79~80
48) 한국풍공학회. (2010), 엔지니어를 위한 내풍공학, 기문당, 106-107
49) International Organization for Standardization. (2007), Bases for design of structures-serviceability of buildings and walkways against vibrations, ISO 13107 : 2007(E)
50) 신동현, 하영철. (2018), 풍향빈도를 고려한 고층건축물의 거주성평가에 관한 연구, 한국풍공학회 2018년도 학술대회발표집, 43-44
51) 한국풍공학회. (2010), 엔지니어를 위한 내풍공학, 기문당, 273-315

52) Asami, Y., Kondo, K., Hibi, K. (2002), Experimental research of aerodynamic force on rectangular prism, J. of Wind Engineering, No. 91, 83-88
53) 하영철. (2010), 사각형 건축물의 규모를 고려한 풍하중 평가방법의 제안, 대한건축학회논문집-구조계, 26(7), 45-52
54) 박재형, 하영철. (2009), 저층건축물의 구조골조 설계용 풍압계수 및 풍하중 평가 약산식의 제안, 한국강구조학회논문집, 21(3), 289-299
55) 한국풍공학회. (2010), 엔지니어를 위한 내풍공학, 기문당, 318-442
56) ASCE. (1999), ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 67 : Wind Tunnel Studies of Buildings and Structures, 1-207
57) 日本建築センター. (2008), 實務者のための建築風洞實驗ガイドブック, 日本建築センター出版部, 1-157
58) Australian Wind Engineering Society. (2001), AWES-QAM-1-2001, Quality Assurance Manual, Wind Engineering Studies of Buildings
59) 우수현, 김효정, 하영철, (2017), 우리나라 강풍의 발생성인별 계속시간 추정, 한국풍공학회논문집, 21(3), 127-134

0306 지진하중

지진하중은 제11장(내진 설계)에 따른다.

0307 토압 및 지하수압

0307.1 일반사항

이 절은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 토압 및 지하수압의 산정에 적용한다.

0307.2 벽체에 작용하는 토압 및 지하수압

(1) 지하외벽의 설계시 토압, 지하수압, 지표면에 재하되는 정적하중 및 동적하중의 영향을 고려하여야 한다.
(2) 지하수위 이하에서의 토압 산정시 부력에 의한 흙중량의 저하와 지하수압을 동시에 고려하여야 한다.

0307.3 바닥에 작용하는 지하수압

흙에 접하는 바닥 구조체는 최하부 바닥의 전면적에 작용하는 수압에 대해 안전해야 한다.

0308 온도하중

0308.1 일반사항

이 절은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 온도하중의 산정에 적용한다.

0308.2 온도하중

구조물의 설계시 온도에 의한 하중효과를 고려하여야 한다.

0309 유체압 및 용기내용물 하중

0309.1 일반사항

이 절은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 유체압 및 용기내용물 하중의 산정에 적용한다.

0309.2 유체압

(1) 지상에 있는 용기로서 수조, 기름탱크 등 이와 유사한 유체압이 작용하는 구조에 관한 사항을 고려하여야 한다.
(2) 용기의 설계시 벽체에 작용하는 수평압과 바닥에 작용하는 수직압을 고려하여야 한다. 또한 액체 표면에 공기압 등의 압력이 작용할 경우 이 압력에 의한 수평력과 수직력을 추가로 고려하여야 한다.

0309.3 용기내용물 하중

0309.3.1 액체압
용기내용물의 액체압은 0309.2(유체압)에 따른다.

0309.3.2 분말 및 입자형 재료의 압력

0309.3.2.1 저장재료의 설계압 산정조건
저장재료의 설계용 압력은 정지압뿐만 아니라 재료의 적재시, 배출시, 아치형태로 적재된 저장재료의 갑작스런 붕괴시, 공기압 및 편심배출시 예상되는 모든 압력의 증감을 고려하여야 한다. 군집용기에 대해서는 각 용기가 만재되어 있는 경우와 비어 있는 경우를 조합하여 고려하여야 한다.

0309.3.2.2 저장재료의 정지압
정지된 상태의 저장된 재료에 의하여 용기에 작용하는 정지압은 수직방향 단위정지압, 수평방향 정지압, 수직방향 마찰력 등으로 나타낼 수 있다.

0309.3.2.3 저장재료에 의한 설계압
저장재료에 의한 설계압은 정지압에 적절한 과하중계수 또는 충격계수를 곱하여 산출한다.

0309.3.2.4 공기압용기의 설계압
공기압용기의 설계압은 아래의 (1)과 (2) 중 큰 값을 선택한다.
(1) 공기압을 무시하고 산출한 설계압
(2) 공기압을 고려할 경우 공기중에 뜬 입자가 서로 접촉하지 않아서 정지상태의 밀도보다 작은 상태의 설계압(벽체의 단위길이당 수직방향 마찰력은 공기압이 없는 경우와 같다.)

0309.3.2.5 재료의 비대칭흐름으로 인한 압력의 증감 또는 감소
용기설계시 배출구로부터 비대칭흐름 영향을 고려하며 용기주변의 압력변화에 따른 원주방향 휨모멘트를 벽체설계에 반영한다.

0310 운반설비 및 부속장치하중

0310.1 일반사항
이 절은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 운반설비 및 부속장치하중의 산정에 적용한다.

0310.2 운반설비 및 그 장치에 의한 하중

0310.3 동력연동장치 지지구조물
동력연동장치를 지지하는 구조물의 경우 그 중량과 샤프트의 회전 등에 따른 진동이나 충격에 의한 하중

0310.4 건축물의 제반 설비 및 배관, 덕트 그 외 부수장치의 하중

0311 시공하중

0311.1 일반사항
(1) 시공하중은 구조물 시공시 구조체에 부하되는 하중으로서 작업원하중, 차량이동하중, 장비하중, 건축자재 야적하중, 임시시설하중, 수평 시공하중, 세우기 공정에 의한 추가 하중 등 시공과정에서 구조체에 영향을 끼치는 제반 하중이다.
(2) 이 조항은 별도 요구가 있는 경우 적용하며, 시공 중인 건축구조물 또는 가설구조물의 구조안전성과 사용성 설계에 적용하여야 하는 시공하중의 최소값을 규정한다.
(3) 단층 또는 다층의 연속된 건축물에서 하중의 재하 패턴에 의한 효과를 고려하여야 한다.
(4) 이 조항의 규정을 적용하지 않는 경우 또는 이 조항에 규정되지 않은 용도에 대해서는 합리적인 방법으로 시공하중을 산정하여야 하며, 산정 근거를 명시하여야 한다.

0311.2 하중조합
(1) 강도설계법 또는 한계상태설계법으로 구조물을 설계하는 경우에는 시공하중에 대해 다음의 하중조합으로 소요강도를 구하여야 한다.

$1.2C_D + 1.4C_M + 1.6C_P + 1.6C_H$ (0311.2.1)

$0.9C_D(+1.3W)$ (0311.2.2)

(2) 허용응력설계법으로 구조물을 설계하는 경우에는 시공하중에 대해 다음의 하중조합으로 작용응력을 구하여야 한다.

$C_D + C_M + C_P + C_H$ (0311.2.3)

$0.6C_D(+0.85W)$ (0311.2.4.)

0311.3 시공하중
(1) 시공고정하중
완전히 경화되지 않은 콘크리트와 같이 하중을 지지할 수 없는 건축구조물 자체 무게와 구조물의 시공 중 지속적으로 작용하는 거푸집 무게 등의 수직하중을 말한다. 철근콘크리트의 단위 중량은 보통 콘크리트 24kN/m^2, 제1종 경량 콘크리트 20kN/m^2, 제2종 경량 콘크리트 17kN/m^2, 그리고 거푸집의 무게는 최소 0.4kN/m^2 이상을 적용한다.
(2) 작업하중

① 가설구조물의 안전성 설계에 사용되는 작업하중의 최소값은 <표 0311.3.1.>과 같다. 단, 가설구조물이 전체 경간에 걸쳐 단일 부재로 거동하고, 일부 영역의 집중 작업하중이 가설구조물의 하중재분배효과로 넓은 영역으로 분산됨을 실험 또는 해석으로 입증하면 <표 0311.3.1.>의 값보다 최대 1kN/m^{2}를 줄일 수 있다.

<표 0311.3.1> 가설구조물 설계용 작업하중 (단위 : kN/m^2)

구 분			등분포 작업하중
1	작업원 하중, 경량의 장비하중, 기타 작업에 필요한 자재 및 공구, 그리고 이들의 충격하중	슬래브 두께가 0.5m 미만	2.5
		슬래브 두께가 0.5m이상 1.0m 미만	3.5
		슬래브 두께가 1.0m이상	5.0
2	전동식 카트 장비 (motorized carts)		3.75

② 시공 중인 건축구조물의 안전성 설계에 사용되는 작업하중의 최소값은 <표 0311.3.2>와 같다.

<표 0311.3.2> 시공 중인 건축구조물 설계용 작업하중

구 분			활하중
1	작업원 하중	집중하중	1.11 kN
		분포하중	1.0 kN/m^2
2	적재 자재 하중	집중하중	100kN
		분포하중	0.2 kN/m^2
3	경량 장비하중	집중하중	2.22 kN
		분포하중	0.5 kN/m^2

③ 하중의 영향면적이 36m^2 이상인 경우 0303.5에 따라 작업하중을 저감시킬 수 있다.

(3) 가설구조물의 안전성 설계에서, 시공고정하중과 작업하중을 합한 연직하중은 슬래브 두께에 관계없이 최소 5.0kN/m^2, 전동식 카트를 사용할 경우에는 최소 6.25kN/m^2 이상으로 한다. 단, 가설구조물이 전체 경간에 걸쳐 단일 부재로 거동하고, 일부 영역의 집중 작업하중이 가설구조물의 하중재분배효과로 넓은 영역으로 분산됨을 실험 또는 해석으로 입증하면 최대 1kN/m^{2}를 줄일 수 있다.

(4) 시공하중의 수평방향력

풍하중 외에 시공 중 충격 또는 시공오차 등에 의한 최소의 수평방향력을 고려하여야 하며, 다음 중 최대값을 X방향 및 Y방향에 대하여 각각 적용한다.

① 운송장비가 1대인 경우 운송장비 무게의 20%. 2대 이상의 운송장비가 사용되는 경우 총 운송장비 무게의 10%

② 장비의 반력으로 산정되는 수평하중

③ 작업원 1인당 0.22kN으로 고려된 총 작업원에 의한 수평방향력

④ 총 수직하중의 2%

⑤ 동바리 상단의 수평방향 단위 길이당 1.5kN

⑥ 철골 세우기 작업의 경우 1.33kN

0312 홍수하중

0312.1. 정의

기본홍수(base flood). 주어진 연도의 1% 이상 초과확률의 홍수

기본홍수위: 주어진 연도의 1% 이상 초과확률의 홍수의 홍수높이로 파고 포함.

홍수분리벽: 건물이나 기타 구조물의 지지력을 제공하지 않는 벽으로, 기본 홍수나 이 이하의 홍수조건에서는 붕괴되어 다음 사항들을 가능하게 함: (1) 홍수위의 상황에서 물이 자유롭게 통과할 수 있어서, (2) 구조물이나 기초구조물을 손상시키지 않음.

설계홍수: 다음 두 가지 홍수사건 가운데 큰 경우를 따른다.: (1) 기본홍수, (지방자치단체와 안전처에서 특별홍수재해지역으로 규정한 지역의 홍수), (2) 지역별 홍수재해지도의 홍수재해지역의 홍수. 그 외 합법적으로 지정된 지역의 홍수

설계홍수위: 설계홍수의 높이로 파고를 포함하며, 각 지역의 홍수재해지도에 표시한 자료에 대한 것임.

홍수재해지역: 설계홍수 상황에서 홍수발생 지역.

홍수재해지도: 지방자치단체에서 수용하는 홍수재해지역을 표시한 지도.

특별홍수재해지역: 주어진 연도의 1% 이상 초과확률의 홍수가 발생할 가능성 있는 지역.

0312.2 설계 요구조건

0312.2.1 설계하중

건축물의 구조시스템 및 구조물은 설계홍수와 다른 하중들과의 하중조합에 의한 홍수하중으로 인하여, 부유, 붕괴, 또는 영구 횡변위가 발생하지 않도록 설계, 시공 및 정착되어야 한다.

0312.2.2 침식과 세굴

홍수재해지역의 건축물과 구조물의 하중산정에서는 침식과 세굴효과를 고려해야 한다.

0312.2.3 홍수분리벽 하중

홍수 시 분리되어야 할 벽체나 칸막이의 구조물과 접합부는 벽체면에 직각방향으로 작용하는 다음 하중 가운데 가장 큰 값으로 설계한다.

1. 풍하중
2. 지진하중
3. 0.48 kN/m^2

붕괴하도록 설계된 홍수분리벽의 하중은 다음 요구조건을 만족하지 않는다면 0.96 kN/m^2 초과하지 않아야 한다.

1. 홍수분리벽 붕괴가 기본홍수보다 작은 홍수하중으로 설계된 경우
2. 건축물의 지지기초와 상승시킨 부분이 홍수와 다른 하중들과의 하중조합에 의한 홍수하중으로 인하여 붕괴 또는 영구 횡변위가 발생하지 않도록 설계된 경우

0312.3 홍수시 하중

0312.3.1 기본하중

홍수재해지역의 구조물은 설계홍수를 기본하중으로 설계한다.

0312.3.2 정수압하중

설계홍수위에 의한 물 높이의 정수압 하중은 지표면 위아래 모든 표면에 적용한다. 다만, 자유수면에 노출되어 있는 경우는 제외하고, 설계 높이는 0.30m단위로 증가시킨다.

0312.3.3 동수압하중

물의 움직임의 동적효과는 유체역학의 기본개념을 이용한 정밀해석으로 결정한다.

예외적으로 물의 속도가 3.05m/s를 초과하지 않는 경우에는, 설계홍수위에 동적효과를 고려하기 위한 추가높이(d_h)를 더해서 등가 정수압 하중으로 변환해서 고려할 수 있다. 이는 상류측과 지표면위에 대해서만 가능함.

$$d_h = \frac{a V^2}{2g}$$

여기서,

d_h : 동적효과를 고려하기 위한 추가높이

V : 물의 평균속도 (m/s)

g : 중력가속도 (9.81 m/s^2)

a : 항력계수 또는 형상계수 (1.25보다 작지 않도록 함)

0312.3.4 파랑하중

건축물이나 다른 구조물을 치면서 넘어오는 파랑하중을 고려한다.

파랑하중에 사용되는 파고의 높이는 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$H_b = 0.78 d_s$$

여기서,

H_b : 파랑 높이 (m)

d_s : 지역의 정지수 높이 (m)

지역의 정지수 높이는 다음 식으로 구한다.

$$d_s = 0.65(BFE - G)$$

여기서,

BFE : 기본홍수위 (m)

G : 지표면 높이 (m)

(1) 수직 파일과 기둥에 대한 파랑하중

$$F_D = 0.5 \gamma_w C_D D H_b^2$$

여기서,

F_D : 순수 파력 (kN)

γ_w : 물의 단위 중량 (담수 9.8 kN/m^3, 소금물 10.05 kN/m^3)

C_D : 파랑하중에 대한 항력계수 (원형 파일과 기둥에 대해서는 1.75, 정사각형 파일과 기둥에 대해서는 2.25)

D : 원형 파일과 기둥의 직경 (m), 정사각형 파일과 기둥은 단면 폭의 1.4배 (m)

H_b : 파랑 높이 (m)

(2) 수직 벽체에 대한 파랑하중

강한 수직 벽체에 보통 작용하는 파랑으로 발생하는 최대 압력과 순수 파력은 다음 식과 같이 구한다.

$$P_{\max} = C_P \gamma_w d_s + 1.2 \gamma_w d_s \text{ 과}$$

$$F_t = 1.1 C_P \gamma_w d_s^2 + 2.4 \gamma_w d_s^2$$

여기서,

$P_{\max}$: 동적 및 정적 파압의 조합의 최대치 (kN/m^2)

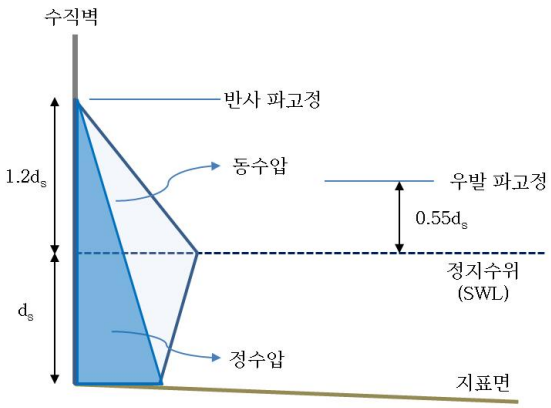
F_t : 구조물의 단위 길이당 작용하는 순수 파력 (kN/m)

C_P : 동적 압력계수 ($1.6 < C_P < 3.5$)

γ_w : 물의 단위 중량 (담수 9.8 kN/m^3, 소금물 10.05 kN/m^3)

d_s : 파랑이 발생하는 곳에서 건축물과 다른 구조물의 밑면에서부터 잰 정지수 높이 (m)

이 절차는 물이 밀려오는 수직벽체에서 파도 마루높이가 정지수위보다 $1.2d_s$ 위로 가정하여 정수압과 동수압 효과를 고려한 것이다. 또한, 수직벽체 너머의 공간은 그림 0312.3.1과 같은 공간인 경우를 가정한 것이다.



[그림 0312.3.1] 방수 수직벽인 경우

물이 밀려오는 수직벽체 너머의 공간에도 그림과 같이 자유수면이 형성되는 경우라면, 정지수위에 의한 정수압이 소멸되므로, 순수 파랑하중은 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$F_t = 1.1 C_P \gamma_w d_s^2 + 1.9 \gamma_w d_s^2$$

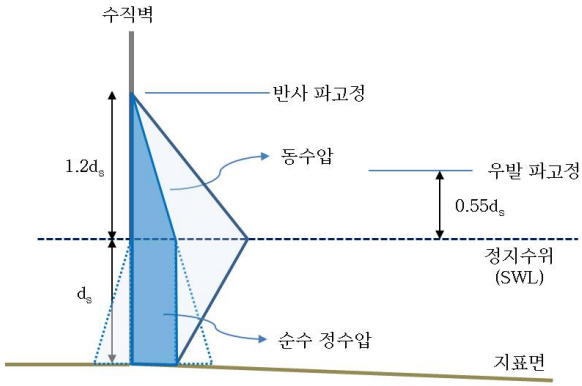
여기서,

F_t : 구조물의 단위 길이당 작용하는 순수 파력 (kN/m)

C_P : 동적 압력계수 ($1.6 < C_P < 3.5$)

γ_w : 물의 단위 중량 (담수 9.8 kN/m^3, 소금물 10.05 kN/m^3)

d_s : 파랑이 발생하는 곳에서 건축물과 다른 구조물의 밑면에서부터 잰 정지수 높이 (m)



[그림 0312.3.2] 개방형 수직벽인 경우

(3) 비수직 벽체에 대한 파랑하중

파랑하중을 받는 벽체가 수직으로 서 있지 않은 경우에는 수직벽체에 작용하는 파랑하중에 적절한 계수를 이용해서 파랑하중을 구한다.

$$F_{nv} = F_t \sin^2\alpha$$

여기서,

F_{nv} : 파랑하중의 수평분력 (kN/m)

F_t : 수직면에 작용하는 순수 파력 ($1.6 < C_P < 3.5$)

α : 비수직 면과 수평면이 이루는 각도

0312.3.5 충격하중

홍수에 의해서 밀려오는 유송잡물 등이 건축물과 구조물에 부딪혀서 발생하는 충격하중을 고려해야 한다. 충격하중의 크기는 설계홍수위 또는 그 이하의 임계위치에서 수평으로 발생하는 집중하중으로 작용한다고 합리적으로 고려해서 결정할 수 있다.

건축구조기준

제4장 지반 및 기초

제4장 지반 및 기초

0401 일반사항 / 0402 지반조사 / 0403 굴착, 정지 및 성토 / 0404 방습 및 방수 / 0405 추정 지내력
0406 기초벽, 옹벽, 근입지주 및 지지대 / 0407 기초 / 0408 얕은기초 / 0409 깊은기초 / 0410 깊은 지하층의 외벽, 바닥구조 및 기둥

0401 일반사항

0401.1 범위

(1) 이장의 규정들은 건축물과 기초시스템에 적용한다.

(2) 이 장에 규정하지 않은 내용은 지반설계기준 KDS 11을 따른다.

0401.2 설계기본

(1) 이 장에서 제시하는 허용지내력, 허용응력, 설계공식들은 KDS 41 10 15의 1.5.2에서 규정한 허용응력설계법의 하중조합과 함께 사용한다.

(2) 지반설계기준 KDS 11에 있는 한계상태설계법을 적용할 경우에는 KDS 41 10 15의 1.5.1에서 규정한 강도설계법 또는 한계상태설계법의 하중조합과 함께 사용한다.

(3) 굴착과 기초에서 구조적으로 사용하는 구조재료의 품질과 설계는 KDS 41 10 05, KDS 41 10 10 및 KDS 41 10 15(건물의 중요도, 구조검사/실험 및 하중 등), KDS 14 20 00(콘크리트구조), KDS 41 34 00(조적식구조), KDS 14 31 00(강구조), 8장(강-콘크리트 합성구조), KDS 41 33 00(목구조)에 규정된 내용을 따른다.

0401.3 용어 정의

건조상태(Dry condition) : 얕은기초의 경우 건조 상태는 가장 높은 예상 지하수위 깊이가 1m 이상이거나 얕은기초의 폭 중 더 큰 것인지를 의미한다. 얕은기초의 폭은 직사각형 얕은기초의 짧은 변의 치수 또는 불규칙한 비정형 얕은기초의 가장 큰 내접된 직사각형이거나 원형 얕은기초의 직경으로 정의한다.

극한지지력 : 흙에서 전단파괴가 발생되는 기초의 단위면적당 하중 (단위 : kN/m^2)

기초 피어(Foundation Pier) : 수평단면의 길이가 폭의 3배 이하이고 높이가 폭의 4배 미만인 수직기초 부재

깊은기초(Deep Foundation) : 기초의 지반 근입 깊이가 깊고 상부구조물의 하중을 말뚝 등에 의해 깊은 지지층으로 전달하는 기초형식으로 말뚝기초, 케이슨기초 등이 있다.

나선형 말뚝(Helical Pile) : 공장에서 제작된 중심 축과 하나 이상의 나선형 베어링 플레이트로 구성된 강재 깊은기초 요소. 각 나선형 베어링 플레이트는 일정한 간격의 나사산형상으로 제작된다. 나선형 말뚝은 회전시켜서 지반에 설치한다.

소구경 말뚝, 마이크로 파일 (Micro Pile) : 지반에 구멍을 뚫고 강봉을 삽입하여 그라우트한 깊은기초 요소로서 흙, 기반암 또는 흙과 기반암의 결합구역을 통하여 하중전달능력을 발현한다.

수직지내력 : 흙에서 전단파괴가 발생되는 허용침하량 이내 기초의 단위면적당 수직하중 (예, kN/m^2)

수평지내력 : 흙에서 전단파괴가 발생되는 허용침하량 이내 기초의 단위면적당 수평하중 (예, kN/m^2)

얕은기초(Shallow Foundation) : 기초의 지반 근입 깊이가 작고 상부구조물의 하중을 기초의 하부 지반에 직접 전달하는 기초형식으로 확대기초, 복합기초, 줄기초 및 전면기초 등이 있다.

암반정착구멍(rock socket) : 파일의 일부를 근입시키 위해 암반에 형성한 구멍

암반정착파일(Rock socketed pile or Socketed pile) : 암반과의 지압, 접착력 또는 마찰을 통해 하중저항력이 생기도록 암반정착구멍에 선단 일부가 근입된 말뚝

제어된 저강도 재료(Controlled low-strength material, CLSM) : ACI 229 Committee에서는 재령 28일의 압축강도가 8.3 MPa 이하가 되도록 제어된 시멘트계 슬러리 재료로 정의하고 있다. 흙의 채움 및 다짐이 곤란한 곳에 흙 대신의 채움재로 사용한다.

지반 조사(Ground investigation) : 지반 조건에 대한 정보를 얻기 위한 탐사 시추, 천공, 굴착 및 탐사, 장비 설치, 샘플링, 현장 테스트, 기타 현장 작업 및 그러한 작업으로 얻은 샘플의 실험실 테스트 포함.

파일캡(pile cap) : 구조물의 상부로부터의 하중을 단일말뚝 또는 무리말뚝으로 전달하기 위해 단일말뚝 또는 무리말뚝의 머리 위에 만든 콘크리트 구조물.

현장조사(Site investigation) : 부지의 물리적 특성을 조사하는 것으로 지반보고서작성, 현장 측량 및 지반조사 등을 포함한다.

허용하중(allowable load) : 극한지지력, 부마찰, 말뚝간격, 기초 하부 지반의 전반적인 지지력 및 허용침하를 고려한 후 기초에 안전하게 적용할 수 있는 최대하중

허용지압력(allowable bearing pressure) : 흙 또는 암의 극한지지능력, 예상되는 침하의 량과 유형, 그리고 이러한 침하를 도모할 수 있는 구조의 능력을 고려하여 기초의 밑면에 적용될 수 있는 최대 허용 지압력(허용지압력은 부근의 모든 구조물과 건설할 기초/구조의 특성을 포함한 현장조건의 결합된 기능이다.)

허용지지력 : 지반의 허용지지력 내에서 침하 또는 부등침하가 허용한도 이하로 발생되는 기초의 단위면적당 하중 (단위 : kN/m^2)

0401.4 기호 정의

A : 0406.3.2.1 지표면 불구속 조건에 있는 지주의 근입깊이를 산정하기 위한 매개변수($A = 2.34F_h/S_1b$)

A_g : 말뚝의 단면적 (mm^2)

A_{sh} : 횡보강 철근의 단면적 (mm^2)

b : 원형인 지주, 기초의 직경, 또는 정방형인 지주, 기초의 대각치수(m)

d : 지주, 지지대 또는 기둥의 지중 근입깊이(m)

D_f : 지표면으로부터 직접기초의 밑면까지의 깊이

f_{ck} : 콘크리트 또는 그라우트의 압축강도 (MPa)

F_h : 근입지주의 지주에 작용하는 횡력(kN)

f_{yh} : 나선철근 또는 횡보강 철근의 항복강도 (MPa)

h : 지표면에서 적용 횡력 F_h까지의 거리(m)

h_c : 후프철근의 중심간격으로 산정한 말뚝중심부의 단면치수 (mm)

M_g : 지표면에서 지주의 휨모멘트(kN.m)

q_a : 허용 수직지지력

q_u : 극한 수직지지력

q_o : 기초의 저면 수평선에서 상부지반의 유효중량에 의한 압력

P : 하중조합에 의해 결정된 말뚝의 축하중 (kN)

P_a : 나선형 말뚝의 허용설계축하중

P_u : 나선형 말뚝의 허용설계축하중을 산정할 때 사용하는 각 종 극한 지지력 중 최소 극한지지력

s : 말뚝의 길이 방향 횡보강 철근의 간격 (mm)

SF : 극한지지력으로부터 허용지지력을 산정하기 위한 안전계수

S_m : 철근과 케이싱을 무시한 말뚝단면의 탄성 단면계수 (mm^3)

S_t : 얕은기초의 수직 총침하량

S_1 : 근입깊이의 1/3깊이를 기준하여 0405.2(IBC 1806.2)에 명시된 허용횡방향 지내력(kPa)

S_3 : 근입깊이에 해당하는 깊이를 기준하여 0405.2에 명시된 허용횡방향지내력(kPa)

γ_s' : 기초저면 위에 있는 원지반의 유효 단위체적중량

ρ_s : 나선철근체적비 (나선철근체적/콘크리트체적)

0402 지반조사

0402.1 일반사항

지반조사는 0402.2의 규정에 따라 수행하여야 하고, 보고서는 0402.6의 규정에 따라 작성하여야 한다. 감독관이 요구하거나 현장시험, 실내시험 또는 공학적 계산을 포함한 지반조사는 해당분야 전문기술자(토질 및 기초)가 수행하여야 한다.

0402.2 조사요구사항

(1) 지반조사는 0402.3부터 0402.5까지의 규정에 따라서 수행하여야 한다.

(2) 예외조항 : 감독관은 0402.5.1~0402.5.6, 0402.5.10, 0402.5.11에 있는 조사조건 중 인접지역의 지반조사 자료를 활용하여 만족스러운 지반 자료를 얻을 수 있어 추가적인 조사가 필요 없는 경우, 지반조사를 요구하지 않을 수 있다.

0402.3 조사 기본

지반의 분류는 관찰과 적절한 위치에서 수행된 천공, 시험터파기, 기타 지하탐사에 의해 확인된 재료들에 대한 시험에 근거해야 한다. 사면안정성, 지반강도, 하중지지지반의 위치와 적합성, 지내력에 대한 지하수위의 영향, 압축성, 액상화, 팽창성 등을 평가하기 위하여 필요에 따라 추가적인 조사 및 시험을 수행하여야 한다.

0402.3.1. 조사 범위

보링 또는 샘플링의 수와 종류, 천공 또는 시료채취에 사용하는 장비, 원위치 시험장비 및 실내시험 계획 등을 포함한 지반조사의 범위는 해당분야전문기술자가 결정해야 한다.

0402.3.2 책임기술자

조사 절차와 장비는 일반적으로 통용되는 공학적 실무에 따른다. 해당분야 전문기술자는 보링이나 샘플링작업 동안 현장에 대한 전적인 권한 및 책임을 갖는다.

0402.5 조사조건

지반조사는 0402.5.1.부터 0402.5.12까지의 규정에 따라서 수행하여야 한다.

0402.5.1. 분류

토질의 분류는 KS F2324의 규정에 따른다.

0402.5.2 불확실한 지반

지반의 분류, 강도, 압축성이 불확실하거나 지내력이 이 기준에서 규정한 지내력 값보다 상당히 큰 값을 적용할 경우에는 감독은 지반조사를 요구할 수 있다.

0402.5.3 팽창성 토질

팽창성 토질이 있을 가능성이 있는 지역에서 감독관은 팽창성 토질이 있는 위치를 결정하기 위해서 토질시험을 요구하여야 한다.

다음의 조항 4개 모두에 해당하는 토질은 팽창성 토질로 간주하여야 한다.

단, 조항 4에 규정된 실험에 의해 조항 1, 2, 3에 대한 시험이 필요 없는 것으로 확인되면 조항 1, 2, 3에 대한 시험은 하지 않아도 된다.

1. KS F2304에 따라 결정된 소성지수(PI, Plasticity Index)가 15이상인 흙
2. KS F2302에 따라 결정된 체번호 200(0.075mm)을 통과한 토립자가 10%를 초과한 흙
3. KS F2302에 따라 결정된 크기 0.005mm 미만인 토립자가 10%를 초과하는 흙

4. KS F2316에 따라 결정된 팽창지수가 20을 초과하는 흙.

0402.5.4. 지하수

(1) 기초 및 지하층의 설계를 위한 지하수 조사는 지하수위 및 각 지층별 투수계수를 포함한다.

(2) 소규모 건축물에서 바닥이 기초에 인접한 지표 마감면보다 아래에 있는 경우, 현재의 지하수위가 최하부층 바닥보다 상부에 있는지 또는 바닥 아래쪽 1.5m 이내에 있는지를 결정하기 위하여 지하수위조사를 실시하여야 한다. 단, 0404에 따라 방수를 할 경우에는 지하수위의 위치를 결정하기 위한 지하수위조사를 하지 않아도 된다.

0402.5.5. 깊은기초

깊은기초를 사용할 경우, 설계 및 설치에 사용될 충분한 자료가 없는 한, 다음 모든 항목을 포함한 지반조사가 실시되어야 한다.

(1) 말뚝기초의 종류와 설치된 말뚝의 지지력

(2) 말뚝기초의 중심 간 간격

(3) 항타 시방

(4) 설치 절차

(5) 현장 검사 및 보고 절차 (필요한 경우 설치된 말뚝의 지지력을 검증하기 위한 절차를 포함한다.)

(6) 하중재하시험 요구사항

(7) 인위적으로 조성된 환경에 대한 말뚝기초 재료의 적합성

(8) 지지층 또는 지지지반의 결정

(9) 필요한 경우, 무리말뚝 효과에 대한 저감

0402.5.6 암반층

건설현장의 지하탐사에서 기초가 시공될 암반층의 구조에 변화 또는 의심스러운 특성이 나타날 경우, 기초저면의 건전성과 지지력에 대한 확신을 얻기 위하여, 보링의 수는 충분해야 하며 그 깊이는 기초저면으로부터 3m 이상으로 해야 한다.

0402.5.7 기초에 인접한 굴토

굴토로 인하여 기초의 횡지지부가 제거될 경우, 그에 따른 잠재적인 결과를 평가하고 완화대책을 세울 수 있도록 지반조사를 수행하여야 한다.

0402.5.8 다짐채움재

직접기초가 두께 300mm 이상의 다짐채움재에 지지되는 경우, 다음 사항을 모두 포함한 지반조사를 실시하여야 한다.

(1) 다짐채움재를 포설하기 전의 현장준비를 위한 시방서

(2) 다짐채움에 사용할 재료에 대한 시방서
(3) 다짐채움에 사용할 재료의 최대 건조밀도 및 최적 함수비를 결정하기 위해 사용할 시험방법
(4) 다짐채움재의 층별 최대 허용두께
(5) 다짐채움의 원위치 건조밀도를 결정하가 위한 현장 시험방법
(6) 3항에 따라 결정된 최대 건조밀도의 백분율로 나타낸 최소 허용 원위치 건조밀도
(7) 6항을 결정하기 위해 필요한 현장시험의 횟수와 빈도

0402.5.9 제어된 저강도 재료
직접기초를 제어된 저강도 재료 위에 지지하는 경우, 다음 사항을 모두 포함한 지반조사를 실시하여야 한다.
(1) 제어된 저강도 재료를 포설하기 전에 현장의 사전준비에 대한 시방서
(2) 제어된 저강도 재료에 대한 사양
(3) 제어된 저강도 재료에 대한 압축강도 또는 지지력을 결정하기 위해 사용할 시험실 또는 현장 시험방법.
(4) 현장의 제어된 저강도 재료에 대한 승인을 결정하기 위한 시험방법
(5) 4항을 결정하기 위해 필요한 현장시험의 횟수와 빈도

0402.5.10 이격거리 및 순간격 대안
0407.7의 요구사항 이외에 이격거리 또는 여유공간을 두어야 할 경우, 감독관은 0407.7에서 의도하는 바를 충족시킬 수 있음을 입증하기 위해 해당 전문기술자에 의한 지반조사를 요구할 수 있다. 이러한 지반조사에는 재료, 사면높이, 사면구배, 하중강도 및 사면재료의 침식특성을 포함하여야 한다.

0402.5.11 내진설계범주 'C' 및 'D'
내진설계범주 'C' 또는 'D'에 해당하는 구조물인 경우, 다음과 같은 지반조건 및 지진으로 인한 잠재적인 위험에 대한 모든 평가를 포함한 지반조사를 실시하여야 한다.
(1) 사면 불안정
(2) 액상화
(3) 총 침하량 및 부등 침하량
(4) 측방퍼짐 또는 측방유동을 야기하는 단층발생 또는 지진에 의한 지표면 변위

0402.5.12 내진설계범주 'D'
내진설계범주 'D'에 해당하는 구조물인 경우, 0402.5.11에서 요구하는 지반조사에 추가로 다음 중 해당사항 모두를 포함하여야 한다.
(1) 높이 1.8m 이상의 성토 지반을 지지하는 지하외벽 및 옹벽에 설계지진 지반운동으로 인한 동적 지진 횡토압의 결정
(2) 최대예상지진 지반운동과 일치하는 최대지반가속도, 지진규모 및 지반운동 기록자료에 대하여 평가된 액상화 및

지반강도손실 가능성. 여기서, 최대지반가속도는 다음 중 하나를 기준하여 결정하여야 한다.

① 부지고유해석에 의한 최대지반가속도

② KDS 41 17 00의 3에 따른 최대지반가속도.

(3) 다음 사항들을 포함한 액상화 및 지반의 강도손실과 같은 잠재적 결과에 대한 평가. 다음 사항에만 한정하지는 않는다.

① 총 침하량 및 부등침하량의 추정

② 지반의 횡이동량

③ 기초에 작용하는 횡토압

④ 기초의 지내력과 횡토압 반력의 감소

⑤ 말뚝기초에 대한 지반침하와 축방향 및 횡방향 지반반력의 감소

⑥ 옹벽에 작용하는 횡토압의 증가

⑦ 지중구조물의 부유

(4) 다음 사항과 같은 완화 대책 검토. 다음 사항에만 한정하지는 않는다.

① 적절한 기초 유형과 깊이의 선택

② 예상 변위와 외력을 수용할 수 있는 적합한 구조시스템의 선택

③ 지반안정화

④ 이러한 완화대책의 조합 및 구조설계 시에 고려하는 방법

0402.6 지반보고서 작성

지반 조사가 필요한 경우, 소유자 또는 권한을 위임받은 대리인은 허가신청 시에 지반조사 서면보고서를 감독관에게 제출하여야 한다. 지반보고서에는 다음 내용을 포함하여야 하며, 다음 내용에만 한정하지 않는다.

(1) 지반조사 위치도

(2) 지반시추, 관입시험로그 및 채취시료에 대한 완전한 기록

(3) 지층단면에 대한 기록

(4) 지하수위의 깊이

(5) 다음 사항을 포함한 기초유형 및 설계사양에 대한 권고. 다음 사항에만 한정하지는 않는다.

① 자연 지반 또는 다짐 지반의 지내력

② 팽창성 토질의 영향을 완화하기 위한 대책

③ 액상화, 부등침하 및 지반강도의 변화에 의한 영향을 완화하기 위한 대책

④ 인접재하의 영향

(6) 예상되는 총침하량 및 부등침하량

(7) 0402.5.5에 따른 말뚝기초의 정보

(8) 팽창성 지반위에 건설되는 구조물의 기초에 대한 특수설계 및 시공규정

(9) 0402.5.8에 따른 다짐채움재의 물성 및 시험

(10) 0402.5.9에 따른 제어된 저강도 재료의 물성 및 시험

(11) 지진하중 산정을 위한 관련 자료 및 지반분류

0403 굴토, 정지 및 성토

0403.1 기초에 인접한 굴토

어떠한 목적의 굴토라도 먼저 기초에 유해한 횡 방향 또는 수직 방향 변형에 대해 보강 또는 보호 조치를 하지 않고는 기초 또는 인접한 기초에 대한 수직적 또는 수평적 지지요소를 감소시키지 않아야 한다.

0403.2 되메움

(1) 기초 외면의 굴토부분은 유기물질, 건설폐기물, 자갈 및 전석 등이 없는 토질이나 제어된 저강도의 재료로 되메워야 한다. 되메움은 여러 층으로 나누어 포설하고 기초 또는 방수재 또는 방습재에 손상을 주지 않는 방법으로 다져야 한다.

(2) 예외조항 : 제어된 저강도의 재료는 다질 필요가 없다.

0403.3 부지정지

기초에 바로 인접한 지반은 벽면에 수직으로 최소 3.0m의 수평거리에 대해 건물에서 멀어지는 쪽으로 1/20(5%) 이상의 구배로 경사져야 한다. 물리적인 장애물이나 대지경계선의 한계로 인하여 수평거리 3.0m를 확보할 수 없는 경우에는 물길을 기초로부터 멀리 우회시킬 수 있는 승인된 대안에 5%의 구배로 경사져야 한다. 이러한 목적으로 사용하는 저습지는 건물 기초에서 3.0m 이내인 곳에 위치하고, 2% 이상의 구배로 경사져야 한다. 건물 기초에서 3.0m 이내의 불투수성 표면은 건물에서 멀어지는 쪽으로 2% 이상의 구배로 경사져야 한다.

예외조항 :

① 기후 또는 토질조건이 보증되는 경우, 건물 기초로부터 멀어지는 지면의 기울기는 1/48(2% 경사) 이상까지 저감할 수 있다.

② 불투수성 표면의 경우, 표면이 건축법규 조항을 준수하기 위해 요구되는 문, 경사로는 2% 이하의 경사가 허용된다.

기초에 인접한 최종지면의 높이설정에 사용되는 절차는 성토지반의 추가 침하를 고려하여야 한다.

0403.4 홍수범람 위험지역의 정지와 성토

국가에서 설정한 홍수 위험지역에서 다음사항을 만족시키지 않으면 정지 및/또는 채우기는 승인하지 않아야 한다.

(1) 홍수 수위가 상승 및 하강하는 동안(파동에 의한) 이동, 침하 및 침식을 최소화하기 위해 성토한 후 다지고 경사져야한다.

(2) 홍수범람지(홍수때 물에 잠기는 낮은 땅. 하천의 양쪽 곁에 있는 낮은 땅)에서는 표준 공학 관행에 따라 해당

전문기술자가 수행한 수문학적 및 수리학적 분석을 통해 제안된 경사 또는 채우기, 또는 둘 모두가 설계홍수 재현기간동안 홍수수위를 증가시키지 않는다는 것을 입증하여야 한다.

(3) 고속 파도가 작용하는 홍수 위험 지역에서는 물이나 파도가 건물이나 구조물로 흘러 들어가는 것을 막을 수 있도록 채우기를 실시하고 배치하여야 한다.

(4) 설계홍수높이가 지정되었으나 홍수범람지로 지정되지 않은 경우, 모든 다른 기존 및 예상 홍수재해지역의 잠식과 결합될 때, 제안된 홍수위험지역의 잠식 누적 효과가 어느 지점에서도 설계홍수높이보다 300mm 이상 증가하지 않는다는 것을 입증하여야 한다.

0403.5 다짐채움재료

(1) 직접기초가 다짐채움재위에 지지되는 경우, 다짐채움은 0402에 명시된 대로 승인된 지반보고서의 규정에 따라야 한다.

(2) 예외 : 두께 300mm 이하의 다짐채움재는 KS F2306에 따라 결정된 최적 함수비에서 현장건조밀도가 최대건조밀도의 90% 이상인 경우 승인된 보고서를 따르지 않아도 된다. 다짐은 KB F 2312에 따른 특별검사에 의해 검증되어야한다.

0403.6 제어된 저강도의 재료

직접기초가 제어된 저강도의 재료 위에 지지되는 경우에는 0402에 명시된 대로 승인된 지반보고서의 규정에 따라야 한다.

0404 방습 및 방수

0404.1 일반사항

토압을 지지하고 지면보다 낮은 내부공간과 바닥을 둘러싸는 벽 또는 그 일부는 이 절에 따라 방수 및 방습 처리를 해야 한다. 단, 방수 및 방습 처리하지 않은 경우 건물이나 거주에 해가되지 않는 주거 및 공공이 아닌 그룹을 포함한 공간들은 예외로 한다. 좁은 공간에 대한 환기는 건축법규의 실내 환기에 대한 관련규정을 준수해야한다.

0404.1.1 지면 위 층

지하실을 지표면보다 높게 고려한 경우와 지하실 벽 주변의 마감 지반면이 지하실 주변둘레의 25% 이상 지하실 바닥 높이보다 낮은 경우에는, 기초바닥면과 벽체는 0404.2에 따라서 방습 처리하여야 하고 기초 배수시설은 지하실 바닥이 지반면 보다 낮은 주변부를 따라 설치하여야 한다. 이러한 경우에는 0402.5.4.(2), 0404.3 및 0404.4.1의 규정들은 적용하지 않는다.

0404.1.2 바닥 하부 공간

(1) 좁은 공간과 같은 바닥하부 공간의 마감지반면은 기초판의 저면보다 낮아지지 않도록 하여야 한다. 지하수위가

건물주변의 외측 지표면으로부터 150mm이내까지 상승하거나, 또는 지표수가 건축부지에서 원활하게 배수되지 않는다고 확인된 경우, 승인받은 배수시설이 없다면 바닥하부 공간의 지반면은 외부 마감지반면만큼 높아야 한다.

(2) 이러한 경우에는 0402.5.4.(2), 0404.2 및 0404.3의 규정들은 적용하지 않는다.

0404.1.2.1 홍수범람 위험지역

(1) 국가에서 설정한 홍수 위험지역에 있는 건물 및 구조물의 경우, 낮은 공간과 같은 바닥하부 공간의 마감지반면은 최소 1면 이상은 외부 마감지반면과 같거나 더 높아야 한다.

(2) 홍수범람 위험을 방지할 수 있는 적절한 대책을 갖춘 소규모 건축물의 바닥 하부공간은 예외로 한다.

0404.1.3 지하수위 조절

(1) 지하수위를 낮추어 최하층 바닥저면 아래로 150mm 이상 낮게 유지되는 경우, 바닥과 벽체는 0404.2에 따라서 방습 처리하여야 한다.

(2) 지하수위를 낮추는 시스템의 설계는 반드시 제한될 필요는 없으나 지반의 투수계수, 배수시스템의 유입수량, 펌프의 용량, 펌프의 양정고 및 시스템 처리장의 용량 등을 고려한 용인된 공학적 원리에 근거하여야 한다.

0404.2 방습공사

(1) 0402.5.4에 의하여 결정된 정수압이 발생하지 않는 경우, 목재 기초시스템 이외의 바닥과 벽체는 이 절에 따라 방습 처리하여야 한다.

(2) 목재 기초시스템은 KDS 41 33의 관련기준에 따라 시공하여야 한다.

0404.2.1 바닥방습

(1) 콘크리트슬래브 위에 별도로 분리된 바닥을 설치하는 경우를 제외하고는, 바닥과 0404.4.1에서 요구하는 바닥지지층 사이에 설치하여야 한다.

(2) 슬래브 아래 설치되는 경우의 방습은 150mm 이상 겹쳐 이음한 두께 0.152mm 이상의 폴리에틸렌 또는 이외 승인된 방법이나 재료로 구성하여야 한다.

(3) 슬래브 상부에 설치가 허용된 경우의 방습은 역청칠, 두께 0.102mm 이상의 폴리에틸렌 또는 그 외 승인된 방법이나 재료로 구성하여야 한다.

(4) 방습막의 이음부는 제조사의 시공지침에 따라서 겹쳐 잇고 밀봉하여야 한다.

0404.2.2 벽체방습

(1) 벽체용 방습재료는 벽체의 외측표면에 위치해야 하며, 기초판의 상부에서 지면 위까지 확장하여야 한다.

(2) 방습은 역청질 재료, 16N/m^2의 아크릴 개량시멘트, 3.2mm 두께의 KCS 41 40 08의 규정에 따른 표면접착모르타르, 0404.3.2에서 방수용으로 허용한 재료 또는 그 이외 승인된 방법이나 재료로 구성하여야 한다.

0404.2.2.1 벽체의 표면준비

(1) 콘크리트벽면은 방습재 공사하기 전에 거푸집 폼 타이의 제거자리에 생긴 구멍 및 깊게 패인 곳은 역청재료 또는 다른 승인된 방법 또는 재료로 메워 보수하여야 한다.

(2) 조적벽은 두께 9.5mm이상의 포틀랜드 시멘트 모르타르로 지표면 하부 외벽표면을 미장하여야 한다. 기초판에도 모르타르로 미장하여야 한다.

(3) 예외조항 : 조적벽에 직접 적용 가능하도록 승인된 방습재의 경우에는 조적벽에 모르타르 미장을 할 필요가 없다.

0404.3 방수공사

0402.5.4에서 요구하는 지하수위조사에서 정수압조건이 존재하며, 0404.1.3에 기술되어 있는 지하수위 조절시스템을 설계에 반영하지 않는 경우에는 벽체와 바닥은 이 절에 따라 방수 처리하여야 한다.

0404.3.1 바닥방수

(1) 방수 처리해야 하는 바닥은 콘크리트구조이어야 하며, 바닥에 작용하는 정수압에 견딜 수 있도록 설계하고 시공하여야 한다.

(2) 방수공사는 150mm 이상 겹쳐 이은 고무 아스팔트 막, 완전 접착 고밀도 폴리에틸렌(HDPE) 또는 폴리올레핀 합성막 또는 두께 0.152mm 이상의 폴리염화비닐이나 또는 그 이외 승인된 방수재를 슬래브하부에 설치하여 방수처리를 완성하여야 한다.

(3) 방수막의 이음부는 제조사의 시공지침에 따라서 겹쳐 이음한 후 봉합하여야 한다.

0404.3.2 벽체방수

(1) 방수처리 해야 하는 벽체는 콘크리트 또는 조적 구조이어야 하며, 벽체에 작용하는 정수압 및 그 이외 횡하중에 견딜 수 있도록 설계하고 시공하여야 한다.

(2) 방수공사는 벽체의 최하부에서 최대 지하수위보다 300mm 이상 높은 곳까지 방수처리 하여야 한다. 방수처리하지 않은 벽체의 나머지 부분은 0404.2.2에 따라 방습처리 하여야 한다.

(3) 방수공사는 2겹의 가열 펠트, 두께 0.152mm 이상의 폴리염화비닐, 두께 1.02mm 폴리머 개량아스팔트, 두께 0.152mm의 폴리에틸렌 또는 그 이외 비구조적인 균열을 보완할 수 있는 승인된 방법이나 재료로 구성하여야 한다.

(4) 방수막의 이음부는 제조사의 시공지침에 따라서 겹쳐 이음한 후 봉합하여야 한다.

0404.3.2.1 벽체의 표면준비

콘크리트벽 또는 조적벽은 방수공사 전에, 벽면을 0404.2.2.1에 따라서 표면준비 하여야 한다.

0404.3.3 이음 및 관통

벽체 및 바닥의 이음부, 벽체와 바닥간의 이음부 그리고 벽체 및 바닥의 관통부는 승인된 방법과 재료를 이용하여 수밀하게 시공하여야 한다.

0404.4 하부토 배수공법

정수압조건이 존재하지 않는 경우, 바닥하부를 방습처리하고 바탕층을 설치하며, 기초주변을 따라 배수시설을 한다. 0404.1.3에 따라 설계 및 시공한 하부토 배수시스템은 지하수위를 저하시키는데 적합한 것으로 간주할 수 있다.

0404.4.1 바닥 기층(Floor base course)

(1) 지하층 바닥은 0404.1.1에서 제시된 것을 제외하고는, No.4(4.75mm)체를 통과하는 양이 10% 이하로 함유된 자갈 또는 쇄석으로 구성된 두께 100mm 이상의 바닥기층 위에 설치하여야 한다.

(2) 예외조항 : 부지가 배수가 잘되는 자갈 또는 모래/자갈의 혼합토 지반에 위치해 있는 경우, 바닥기층은 시공할 필요가 없다.

0404.4.2 기초의 배수시설

(1) 배수는 No.4체를 통과하는 양이 10% 이하로 함유된 자갈 또는 쇄석으로 구성된 배수 시설을 기초주변을 따라 설치하여야 한다.

(2) 배수시설은 기초판 외단에서 300mm이상 연장하여야 한다.

(3) 배수층의 두께는 그 하부가 바닥하부의 기층밑바닥보다 높지 않아야 하고, 그 상부는 기초판의 상부보다 150mm 이상 위에 있을 정도여야 한다.

(4) 배수층의 상부는 승인받은 여과막재로 덮어야 하며, 배수토관 또는 유공관을 사용하는 경우 유공관 또는 배수토관의 관저고(인버트)는 바닥표고보다 높지 않아야 한다.

(5) 이음부의 상부 또는 유공부의 상부는 승인된 여과막재로 보호하여야 한다. 유공관 또는 배수토관은 0404.4.1의 규정에 따라 두께 50mm이상의 자갈 또는 쇄석층 위에 설치하여야 하고, 두께 150mm이상의 동일한 자갈 또는 쇄석층으로 덮어야 한다.

0404.4.3 배수량

(1) 바닥기층 및 기초주변의 배수는 중력 또는 기계적 방법에 의하여 국제배수설비기준(IPC)에 따라 승인된 배수시설로 배출하여야 한다.

(2) 예외조항 : 부지가 배수가 잘되는 자갈 또는 모래/자갈의 혼합토 지반에 위치해 있는 경우, 전용 배수시설은 필요가 없다.

0405 추정 지내력

0405.1 하중조합

<표 0405.2>의 추정 지내력은 KDS 41 10 15의 1.5.2에서 규정한 허용응력설계법의 하중조합을 적용해야 한다.

0405.2 추정 지내력

(1) 지표면에 가까운 지반의 설계지내력은 더 큰 지내력값의 사용을 입증할 자료를 제출하여 승인을 받지 않는 한, <표 0405.2>에서 규정한 값을 초과해서는 안 된다. 감독관은 지반의 분류, 강도 또는 압축성에 대해 의심스러운 경우, 0402.5.2의 요구사항에 따른다.

(2) 추정 지내력은 물리적 특성과 성질이 유사한 토질에 적용한다. 진흙, 유기질 실트, 유기질 점토, 토탄 또는 검증되지 않은 매립토는 그러한 지내력을 입증할 자료를 제출하지 않는 한 추정 지내력을 사용할 수 없다.

(3) 예외조항 : 감독관이 진흙, 유기질 실트 또는 검증되지 않은 매립토의 지내력이 경량 또는 임시 구조물을 지지하는데 적합하다고 판단한 경우에는 추정 지내력을 사용할 수 있다.

<표 0405.2> 추정 지내력

지반분류	수직 지내력 (kN/m^2)	횡방향 지내력 (kN/m^2/0.3m)	횡방향 활동저항	
			마찰계수 a	점착력 (kN/m^2) b
1. 결정질 기반암	580	57.5	0.70	–
2. 퇴적암 및 엽리성암(Sedimentary and foliated rock)	190	19.2	0.35	–
3.모래질 자갈/자갈(GW 및 GP)	140	9.6	0.35	–
4. 모래, 실트질 모래, 점토질 모래, 실트질 자갈 및 점토질 자갈(SW, SP, SM, SC, GM 및 GC)	100	7.2	0.25	–
5. 점토, 모래질 점토, 실트질 점토, 점토질 실트, 실트 및 모래질 실트(CL, ML, MH 및 CH)	70	4.8	–	6.2

a. 마찰계수를 고정하중에 곱한다.

b. 점착력에 의한 횡방향활동저항력은 점착력에 접촉면적을 곱하여 구하되 0405.3.2절의 제한에 따른다.

0405.3 횡력저항

<표 0405.2>의 추정값을 사용하여 횡하중 저항력을 결정할 경우, 0405.3.1.부터 0405.3.4까지의 규정에 따라 산정하여야 한다.

0405.3.1 조합 저항력

횡하중에 대한 총저항력은 <표 0405.2>에 규정한 횡방향 지내력과 횡방향 활동저항력으로 부터 유도한 값을 조합하여 산정할 수 있다.

0405.3.2 횡방향 활동저항력의 한계값

점토, 모래질 점토, 실트질 점토, 점토질 실트, 실트 및 모래질 실트의 횡방향 활동저항력은 어떠한 경우에도 고정하중의 1/2을 초과해서는 안 된다.

0405.3.3 깊이에 따른 지내력증가

횡방향 지내력은 <표 0405.2>에서 규정한 횡방향 지내력을 매 깊이 0.3m마다 추가하여 증가시킬 수 있다. 단, 표값의 15배를 초과할 수 없다.

0405.3.4 지지대에 대한 지내력증가

깃대나 표지판과 같은 용도를 위한 독립지지대 및 단기 횡하중으로 인한 지표면의 13㎜정도 움직임에 유해한 영향을 받지 않는 건물의 지지용으로 사용하는 지지대는 <표 0405.2>에 있는 값의 2배에 상당하는 횡방향 지내력을 사용하여 설계할 수 있다.

0405.4 공식에 의한 수직 지내력 산정법

0405.4.1. 허용 수직지지력

직접기초의 허용 수직지지력은 다음 식(0405.4.1)으로 구할 수 있다.

$$q_a = \frac{q_u - q_o}{SF} + q_o \qquad (0405.4.1)$$

여기서,

q_a = 허용 수직지내력

q_u = 극한 수직지지력 , 최대 3,000kPa로 제한한다.

q_o = 기초의 저면 수평선에서 상부지반의 유효중량에 의한 압력(즉, $q_o = \gamma_s' D_f$, 여기서 γ_s'와 D_f는 기초저면 위에 있는 원지반의 유효 단위체적중량과 깊이)

SF = 안전계수(3 이상)

0405.4.2 침하량

얕은기초의 총침하량 S_t의 산정방법은 KDS 11 50 10의 3(사용성 한계상태의 변위와 지지력)에 따른다.

0405.4.3. 극한 수직지내력

얕은기초의 극한 수직지지력 q_u는 KDS 11 50 10의 4(극한한계상태의 지지력)에 따라 산정한 q_{ult}로 한다.

0406 기초벽, 옹벽, 근입 지주 및 지지대

0406.1 기초벽

(1) 기초벽은 0406.1.1.부터 0406.1.6의 규정에 따라 설계하고 시공하여야 한다.

(2) 기초벽은 0407에 따라서 설계한 기초에 지지되어야 한다.

0406.1.1 설계횡토압

기초벽은 KDS 41 10 15의 7.2에 규정한 토압 및 수압에 대하여 설계하여야 한다.

0406.1.2 불균형 되메움 높이

(1) 불균형 되메움 높이란 외측 마감지표면과 기초벽을 지지하는 콘크리트 기초의 상부면 또는 내측 마감지표면 중 낮은 면과의 차이이다.

(2) 내부에 콘크리트 지면슬래브가 기초벽의 내부면에 밀착되어 있는 경우, 불균형 되메움 높이는 외측 마감지표면에서 내부 콘크리트 슬래브의 상부면까지로 할 수 있다.

0406.1.3 거친돌쌓기 기초벽

거친돌쌓기 기초벽은 400mm이상의 두께이어야 한다. 거친돌쌓기는 내진설계범주 'C' 또는 'D'에 해당하는 구조물의 기초벽에 사용할 수 없다.

0406.1.4 영구 목재기초

(1) 영구 목재기초는 KDS 41 33에 따라서 설계 및 설치하여야 한다.

(2) 목재와 합판은 KDS 41 33에 따라서 방부 처리되어야 하며, KDS 41 33에 따라 구분되어야 한다.

0406.1.5 콘크리트 및 조적 기초벽

콘크리트 및 조적 기초벽은 KDS 41 30 00 및 KDS 41 34 00의 해당 사항에 따라 설계하여야 한다.

0406.2 옹벽

옹벽은 0406.2.1.부터 0406.2.3까지에 따라서 설계하여야 한다.

0406.2.1 일반사항

옹벽은 전도, 활동, 과도한 기초반력 및 부상에 대하여 안정성을 확보하도록 설계하여야 한다.

0406.2.2 설계 횡토압

옹벽은 KDS 41 10 15의 7.2에서 규정한 토압과 수압에 대하여 설계하여야 한다. 내진설계범주 'D'에 속하는 경우, 1.8m 이상의 채움높이를 지지하는 옹벽의 설계는 0402.2절에서 요구한 지반조사에 따라 추가적인 지진 횡토압을 고려해야 한다.

0406.2.3 안전계수

(1) 옹벽은 지반의 횡작용에 의한 활동과 전도에 대하여 안전율이 1.5이상이 되도록 설계하여야 한다.

(2) 이 경우에는 KDS 41 10 15의 1.5의 하중조합을 적용하지 않는다. 그 대신 지진하중계수는 0.7, 이외 하중계수는 1.0 및 0으로 설정한 하나 이상의 변동하중에 대한 검증을 근거로 설계하여야 한다. 활동에 대한 안전율은 옹벽기초 저면의 유효한 지반저항력을 옹벽에 작용하는 순횡력으로 나눈 값으로 한다.

(3) 예외조항: 지진하중을 고려한 경우, 옹벽의 활동 및 전도에 대한 안전율은 1.1이상이어야 한다.

0406.3 근입 지주 및 지지대

땅속 또는 땅속 콘크리트기초 속에 근입된 기둥과 같은 지주 또는 지지대를 이용하여 축력과 횡력에 저항하기 위한 설계는 0406.3.1.부터 0406.3.3까지의 조항에 따라야 한다.

0406.3.1. 제한사항

이 절의 요약된 설계절차는 다음의 제한사항에 따라야 한다.

(1) 실트 및 점토에 접한 구조 벽체 및 슬래브의 마찰저항은 기초 또는 슬래브의 무게에 의하여 지반에 작용하는 연직력의 절반으로 제한하여야 한다.

(2) 땅속에 근입된 지주는 제한된 처짐을 제어하는 가새가 없으면, 석고, 조적 또는 콘크리트와 같은 구조 또는 비구조 재료에 대한 횡지지로 사용해서는 안 된다.

목조 지지대는 제재목 지주에 대해서는 KDS 41 33 00 및 통나무(원목)지주에 대해서는 KDS 41 33 00에 따라서 취급하여야 한다.

0406.3.2 설계 기준

횡하중에 저항하는 깊이는 0406.3.2.1부터 0406.3.2.3까지에 규정된 설계기준을 이용하거나 또는 감독관이 승인한 다른 방법에 의해 결정하여야 한다.

0406.3.2.1 지표면 불구속 조건

횡하중 F_h에 저항하기 위해 필요한 근입깊이 d는 지표면에서 강체 바닥 또는 단단한 지표 포장면 등에 의한 횡구속이 없는 경우 및 지표면 상부에서 구조적 횡격막에 의한 횡구속이 없는 경우에는 다음 공식을 사용하여 산정할 수

있다.

$$d = 0.5A\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4.36h}{A}}\right) \qquad (0406.3.1)$$

여기서, $A = 2.34F_h/S_1b$

b: 원형인 지주, 기초의 직경, 또는 정방형인 지주, 기초의 대각치수(m)

d : 지중 근입깊이(m), 단 횡토압 산정 목적으로는 3.6m를 초과하지 않아야 한다.

h : 지표면에서 적용 횡력 F_h까지의 거리(m).

F_h : 적용횡력(kN)

S_1 : 근입깊이의 1/3깊이를 기준하여 0405.2에 명시된 허용횡방향 지내력(kPa)

0406.3.2.2 지표면 구속조건

횡하중 F_h에 저항하기 위해 필요한 근입깊이 d는 지표면에서 강체 바닥 또는 단단한 포장면 등에 의하여 횡구속이 되는 경우에는 다음 공식을 사용하여 산정할 수 있다.

$$d = \sqrt{\frac{4.25F_hh}{S_3b}} \qquad (0406.3.2)$$

또는

$$d = \sqrt{\frac{4.25M_g}{S_3b}} \qquad (0406.3.3)$$

여기서,

$M_g =$ 지표면에서 지주의 모멘트(kN.m).

$S_3 =$ 근입깊이에 해당하는 깊이를 기준하여 0405.2에 명시된 허용횡방향지내력(kPa)

0406.3.2.3 수직 하중

수직하중에 대한 저항력은 <표 0405.2>에 규정된 수직지내력을 사용하여 결정하여야 한다.

0406.3.3 되메우기

타설기초에 근입되지 않은 지주 주변의 환상형 공간은 다음 방법 중 하나에 의해 되메우기 하여야 한다.

(1) 되메우기는 기준압축강도 14MPa 이상의 콘크리트로 하여야 한다. 구멍은 지주저면의 직경보다 100mm 이상 또는 각형지주의 대각치수보다 100mm 이상 커야 한다.

(2) 되메우기는 깨끗한 모래로 하여야 한다. 모래는 매 층 두께 200mm 이하로, 층마다 충분히 다짐하여야 한다.

(3) 되메우기는 제어된 저강도 재료로 하여야 한다.

0407 기초

0407.1 일반사항

(1) 기초는 0407.2부터 0407.9까지에 따라 설계하고 시공하여야 한다.

(2) 얕은기초는 0408의 요구사항을, 깊은기초는 0409의 요구사항을 각각 만족하여야 한다.

0407.2 기초지반의 지지력 및 침하에 대한 설계

기초는 허용지내력을 초과하지 않고, 부등침하가 최소화 되도록 설계하여야 한다.

(1) 팽창성 토질인 지역에서의 기초는 0407.6의 규정에 의하여 설계하여야 한다.

(2) 연약지반에 대한 설계는 KDS 11 30 05에 따른다.

0407.3 설계하중

기초는 KDS 41 10 15의 1.5.1 또는 1.5.2에 규정된 하중조합에 의한 가장 불리한 영향에 대해 설계하여야 한다. 고정하중은 기초자중과 기초판에 상재되는 되메우기한 하중을 포함한다. 기초 설계 시 KDS 41 10 15의 3.5 및 3.6의 규정에 따라 저감한 활하중을 사용할 수 있다.

0407.3.1 지진에 의한 전도

KDS 41 10 15의 1.5.1 또는 1.5.2의 하중조합을 사용하여 기초를 설계할 때, 지진 전도영향을 등가정적해석법 또는 모드해석법에 의하여 결정하는 경우에는 1107.2.7에 따른다.

0407.3.2. 상재하중

(1) 건물 또는 구조물이 메우기나 상재하중으로 인한 추가하중을 지지할 수 없으면, 건물 또는 구조물에 인접하여 메우기나 상재하중과 같은 추가하중을 발생시켜서는 안 된다. 굴착으로 인하여 영향을 받게 될 기존의 기초는 기초하부를 보강하거나 또는 침하방지 조치를 해야 하며, 수평 또는 수직 변위 또는 수평수직변위 같은 유해한 변위에 대한 방지조치를 취하여야 한다.

(2) 예외조항: 조경목적의 소규모 정지공사에서 인력구동 소규모 장비로 시공하는 경우, 정지면이 원래 설계 정지면에서 300mm를 초과하지 않는 경우 또는 감독관이 승인한 경우에 허용된다.

0407.4 진동하중

(1) 기계장비의 운전 또는 기타 진동이 기초를 통해 지반에 전달되는 경우, 기초설계 시 토사의 유해한 교란을 방지하도록 고려하여야 한다.

(2) 진동기계기초에 대한 설계는 KDS 11 50 30에 따른다.

0407.5 이동성 토질에서의 설계

얕은 지표토가 이동성 토질인 경우 기초는 안전성이 확보도록 충분한 깊이로 설계되어야 한다.

0407.6 팽창성 지반에서의 설계

(1) 팽창성 지반위의 건물 또는 구조물의 기초는 0407.6.1. 또는 0407.6.2에 의하여 설계하여야 한다.

(2) 예외조항: 다음 조건 중 하나를 충족하는 경우, 기초설계는 0407.6.1. 또는 0407.6.2에 따를 필요가 없다.

① 0407.6.3에 따라 토사를 제거하거나,

② 0407.6.4에 따른 지반의 안정화를 감독관이 승인한 경우.

0407.6.1 기초

(1) 팽창성 지반의 활동구역 또는 구역 내에 위치한 기초는 부등 체적변화에 저항하며, 지지된 구조물의 구조적 손상이 방지되도록 설계하여야 한다. 구조물의 유용성과 사용성을 저해하지 않도록 지지된 구조물의 처짐과 변형을 제한하여야 한다.

(2) 체적변화가 발생하는 곳의 하부 또는 팽창성 지반의 하부에 설치되는 기초는 다음의 규정을 따라야 한다.

① 팽창성 지반까지 확장되거나 관통하는 기초는 지지된 구조물의 부상이 방지되도록 설계하여야 한다.

② 팽창성 지반을 관통하는 기초는 흙의 체적변화로 인해 기초에 가해지는 응력에 저항하도록 설계하거나 또는 팽창성 지반에서 분리시켜야 한다.

0407.6.2 지면슬래브기초

(1) 팽창성 지반 위의 지면슬래브기초, 전면기초 또는 뗏목기초의 설계 시 사용하는 모멘트, 전단력 및 처짐은 지반−구조물 상호작용을 고려하여 결정하여야 한다.

(2) 위에서 결정한 모멘트, 전단력 및 처짐을 사용할 때, 팽창성 지반위의 프리스트레스하지 않은 지면슬래브기초, 전면기초 또는 뗏목기초는 지반 위 지면슬래브 설계법에 따라 설계하여야 하고, 팽창성 지반 위의 포스트텐션한 지면슬래브기초, 전면기초 또는 뗏목기초는 지반 위 지면포스트텐션슬래브 설계법에 의하여 설계하여야 한다.

(3) 지반−구조물 상호작용, 지지지반의 변형된 형상, 중심부와 가장자리의 융기 조건들뿐만 아니라 슬래브의 판 또는 보강판 거동을 고려한 방법으로 위에서 언급한 슬래브를 해석하고 설계할 수 있다. 이러한 대체 방법은 합리적이어야 하고, 대체 방법의 모든 양상과 변수들에 대한 근거는 제3자의 정밀검토를 위해서 제공되어야 한다.

0407.6.3 팽창성 토사의 제거

(1) 0407.6.1. 또는 0407.6.2에 따라 설계하는 대신, 팽창성 토사를 제거하는 경우, 잔류토의 함수비가 일정하게 유지되도록 토사를 충분한 깊이까지 제거하여야 한다.

(2) 메우기 재료는 팽창성 토사가 포함돼서는 안 되며, 0403.5 또는 0403.6에 적합해야 한다.

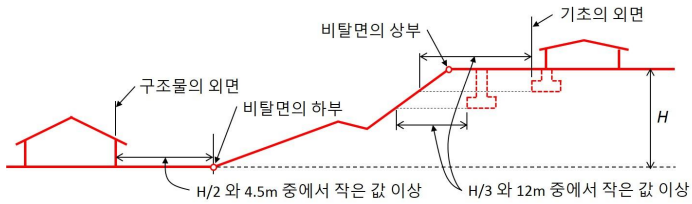
(3) 예외조항: 만약, 메우기와 지지된 구조물에 의해 발생한 팽창성 토사의 구속압력이 팽창압력을 초과한다면, 일정 습윤의 깊이까지 팽창성 토사를 제거할 필요는 없다.

0407.6.4 지반 안정화

0407.6.1. 또는 0407.6.2에 따라 기초를 설계하는 대신 팽창성 지반의 활성화(활동)구역을 안정화하는 경우, 토사는 화학적, 배수, 선포화 또는 동등한 기법으로 안정화하여야 한다.

0407.7 경사지반 기초

사면의 경사가 1/3(33% 경사) 이상인 경사면 위 또는 인접해 있는 건물과 구조물의 배치는 0407.7.1.부터 0407.7.5까지에 따른다.



[그림 0407.7.1.] 기초와 경사 사이의 순간격

0407.7.1 오르막경사로부터 건물 이격거리

(1) 일반적으로, 비탈면의 하부에 있는 건물은 비탈면의 배수, 침식 및 표면붕락으로부터 보호하기 위하여 충분한 거리를 이격시켜야 한다. 0407.7.5와 [그림 0407.7.1.]에 규정된 것을 제외하고, 다음의 규정은 이러한 보호조치를 한 것으로 간주된다.

(2) 기존 비탈면이 1/1(100%)경사 이상인 경우, 비탈면의 하부는 기초상부에서 그은 수평면과 수평에 대해 45도로 비탈면에 접선으로 그은 평면과의 교차점에 있는 것으로 가정하여야 한다. 옹벽이 비탈면 하부에 시공되는 경우, 비탈면의 높이는 옹벽의 상부에서 비탈면의 상부까지로 산정하여야 한다.

0407.7.2 내리막경사 비탈면에서의 기초의 이격

(1) 비탈면의 위 또는 비탈면에 인접한 기초는 단단한 지반에 매립하여 설치하고, 기초에 유해한 침하가 발생하지 않게 수직 및 횡 방향으로 지지할 수 있도록 비탈면으로부터 충분히 이격하여야 한다.

(2) 0407.7.5와 [그림 0407.7.1.]에 규정된 것을 제외하고, 다음의 이격은 규정을 충족하기에 적합한 것으로 간주된다. 비탈면의 경사가 1/1(100% 경사) 이상인 경우, 소요 이격거리는 비탈면 하부에서 위쪽으로 투영한 수평면에 45도인 가상면으로부터 산정하여야 한다.

0407.7.3. 풀

이 기준에서 규정된 풀과 비탈면 사이의 이격은 이 절에서 요구하는 건물기초 이격거리의 1/2이어야 한다. 비탈면의 상부로부터 수평거리 2.1m이내에 있는 풀의 벽체 부분은 외측지반의 지지없이 풀의 내측수압을 지지할 수 있어야 한

다.

0407.7.4 기초 높이

(1) 정지작업된 부지에서, 외부기초의 상부는 승인된 배수시설의 방류 또는 인입 지점에서 도로의 배수로 높이 위로 최소 300mm에 2%를 추가한 높이만큼 높여야 한다.

(2) 구조물로부터 그리고 방류지점까지 요구되는 배수가 부지내 모든 위치에서 원활하다는 것을 입증할 수 있다면, 감독관의 승인을 받아 높이를 달리 할 수 있다.

0407.7.5 대안 이격거리

감독관의 승인을 받아, 이격거리를 달리 할 수 있다. 감독관은 0402.5.10에 규정된 지반조사를 요구할 수 있다.

0407.8 콘크리트 기초

(1) 콘크리트 기초의 설계, 재료 및 시공은 0407.8.1.부터 0407.8.6까지 그리고 KDS 41 30 00의 규정들을 따라야 한다.

(2) 예외조항 : 경량골조의 벽체를 지지하는 콘크리트 기초를 0408.7의 <표 0408.7>에 따라 설계하는 경우, KDS 41 30 00에 따른 특정설계는 하지 않아도 된다.

0407.8.1 콘크리트 또는 충전재의 강도 및 배합비

(1) 기초용 콘크리트 또는 충전재의 설계 압축강도(f_{ck})는 <표 0407.8.1>에 제시된 해당 값 중 최대값 이상이어야 한다.

(2) 콘크리트를 깔때기 모양의 호퍼를 사용하여 깊은기초의 상부에서 타설하는 경우, 콘크리트 배합은 슬럼프값이 100mm이상 그리고 200mm이하인 점착력과 시공성 있는 배합이 되도록 배합설계 하여야 한다.

(3) 콘크리트 또는 충전재를 압송하는 경우, 슬럼프를 포함한 배합설계는 압송이 가능한 배합이 되도록 조절하여야 한다.

<표 0407.8.1.> 콘크리트 또는 충전재의 최소 설계기준압축강도

기초 요소 또는 조건	최소 설계기준압축강도 f_{ck}(MPa)
1. 내진설계범주 A, B, C에 해당하는 구조의 기초	18
2a. 내진설계범주 'D'에 해당하는 경량골조 및 2층 이하 높이 구조	18
2b. 내진설계범주 'D'에 해당하는 2a에 규정하지 않은 이외 구조의 기초	21
3. 기성콘크리트파일	27
4. 천공정착피어	27
5. 마이크로파일	27
6. 프리스트레스트 기성콘크리트파일	35

0407.8.2 콘크리트 피복두께

(1) 기초용 프리스트레스트 및 비프리스트레스트 보강재(철근 및 철선)에 대한 콘크리트 피복두께는 0407.8.2의 <표 0407.8.2>에 규정된 해당하는 값 중 최대값 이상이어야 한다.

(2) 순간격이 38mm 이하인 주근은 콘크리트 피복두께 또한 KDS 14 20 50의 4.3에서 요구한 것 이상이어야 하는 다발철근으로 간주하여야 한다.

(3) 콘크리트 피복두께는 콘크리트 표면에서 피복조건을 적용할 최외측 철근의 표면까지 거리로 산정한다.

(4) 콘크리트가 임시 또는 영구 케이싱 또는 맨드럴 내부에 타설되는 경우, 케이싱 또는 맨드럴의 내부면을 콘크리트 표면으로 간주하여야 한다.

<표 0407.8.2> 콘크리트 최소피복두께

기초 요소 또는 조건	최소 두께 (mm)
1. 얕은기초	KDS 14 20 50의 4.3에 따름
2. 비프리스트레스트 기성콘크리트말뚝	
해수에 노출되는 경우	80
공장제품 생산조건과 동일하지 않은 조건으로 생산된 말뚝	50
공장제품 생산조건과 동일한 조건으로 생산된 말뚝	KDS 14 20 50의 4.3에 따름
3. 프리스트레스트 기성콘크리트말뚝	
해수에 노출되는 경우	65
이외	KDS 14 20 50의 4.3에 따름
4. 강관, 튜브 또는 영구케이싱으로 감싸지 않은 현장타설말뚝	65
5. 강관, 튜브 또는 영구케이싱으로 감싸인 현장타설말뚝	25
6. 강관, 튜브 또는 영구케이싱 안의 구조용 강재코어	50
7. 견고한 암반의 천공구(소켓) 내부의 현장타설 말뚝	40

0407.8.3 콘크리트 타설

(1) 콘크리트는 어떤 이물질도 들어가지 않도록 그리고 기초크기 전체를 안전하게 할 수 있는 방법으로 타설하여야 한다.

(2) 콘크리트는 트레미관 이나 감독관의 승인을 받은 다른 방법을 사용하지 않는다면, 물을 통과하여 타설하여서는 안 된다.

(3) 물밑 또는 물이 있는 곳에 타설하는 경우, 콘크리트는 배합재료의 분리를 최소화 하고 물의 소용돌이를 무시할 수 있는 승인된 방법으로 타설하여야 한다.

(4) 깊은기초의 상부에서 콘크리트를 타설하는 경우, 표면이 매끄러운 관 속으로 직접 활송하거나 또는 깊은기초의 상부 중앙에 위치한 깔때기 호퍼를 통해서 신속하고 연속적인 작업으로 타설하여야 한다.

0407.8.4 콘크리트 보호

콘크리트 기초는 타설하는 동안 그리고 타설 후 5일 이상 동결보호 조치를 하여야 한다. 타설된 콘크리트에는 물이 통과해 흐르지 않도록 하여야 한다.

0407.8.5 콘크리트 형성

감독관의 의견에 따라 지반조건상 거푸집이 필요 없는 경우에는 콘크리트 기초는 지반에 직접 시공할 수 있다. 거푸집이 필요한 경우에는 KDS 21 50 00의 관련 조항에 따라야 한다.

0407.8.6 내진요구사항

(1) 내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 기초에 대한 추가적인 요구사항은 KDS 14 20 80의 4.7을 참조한다.

(2) 내진설계범주 'D'에 속하는 구조체의 경우, KDS 14 20 80의 4.7의 규정 중에 0407부터 0409까지의 규정과 상충하지 않는 것은 이를 적용하여야 한다.

예외조항:

① 경량골조로서 지상 2층 이하인 소규모건축물에 속하는 경우에는 KDS 14 20 80의 4.7의 규정을 따르지 않아도 된다.

② KDS 14 20 80의 4.7.4(4)에 있는 ①은 적용하지 않는다.

0407.9 수직 조적 기초

0401.31에 정의되어 있는 기초피어(교각)가 아닌 수직 조적기초 요소들은 KDS 41 34 00의 해당규정에 따라 피어, 벽체 또는 기둥으로 설계하여야 한다.

0408 얕은기초

0408.1 일반사항

얕은기초는 0408.2부터 0408.13에 따라 설계하고 시공하여야 한다.

0408.2 지지 지반

얕은기초는 교란되지 않은 지반, 다짐한 채움재 또는 제어된 저강도재료 위에 시공하여야 한다. 다짐한 채움재는 0403.5에 따라 설치해야 한다. 제어된 저강도재료는 0403.6에 따라 설치하여야 한다.

0408.3 계단식 기초

기초의 상부면은 평평하여야 하며, 기초의 하부면은 1/10을 초과하지 않는 경사(10% 경사)는 허용된다. 기초 상부면의 높이에 변화가 필요한 곳 또는 지표면의 경사가 1/10(10% 경사)을 초과하는 곳에서는 기초에 단차를 두어야 한다.

0408.4 기초의 깊이와 폭

교란되지 않은 지표면 아래로 기초의 깊이는 최소 300mm이어야 한다. 0408.5의 동결보호 요구사항을 적용하여야 할 경우, 이를 만족하여야 한다. 또한 기초의 폭도 최소 300mm이어야 한다.

0408.5 동결 보호

동결에 대한 보호조치를 하지 않아도 되는 경우를 제외하고는, 건축물과 구조물의 기초 및 그 외 영구 지지부는 동결로부터 다음의 방법 가운데 하나 이상의 방법으로 보호조치를 하여야 한다.

(1) 지역의 지반동결선 아래로 기초저면을 연장한다.

(2) 기초저면의 지반이 동결되지 않도록 적절한 방법으로 열전달을 차단하는 방법으로 시공한다.

(3) 단단한 암반위에 설치한다.

예외조항 : 다음의 조건을 모두 만족하는 자립식 건축물은 동결보호 조치를 하지 않아도 된다.

① KDS 41 10 05의 3(0103)에 따른 건축물의 중요도 분류에서 중요도(3)에 해당되는 경우.

② 경량골조로서 바닥면적이 $56m^2$ 이하이거나 경량골조이외의 구조로서 바닥면적이 $37m^2$ 이하인 경우.

③ 처마높이가 3m 이하인 경우.

직접기초를 이러한 동결조건이 영구적인 특성이 아니라면, 동결지반위에 지지해서는 안 된다.

0408.6 기초 위치

조립토질 지반위에 놓이는 기초는 만일 높은 위치의 기초를 지지하는 재료가 횡구속 되거나 유지되지 않는다면 또는 달리 승인된 방법으로 횡지지 되지 않는다면 또는 공학적 해석에 의해 더 큰 경사가 적합한 것으로 입증되지 않는다면, 인접한 기초들의 낮은 가장자리 사이를 연결한 선이 수평과의 이루는 경사가 30°(0.52 rad)보다 더 가파르지 않도록 위치하여야 한다.

0408.7 경량골조용 표준기초

경량골조의 벽체를 지지하는 콘크리트 또는 조적식 기초는 특별히 설계하지 않는 경우, <표 0408.7>에 따라서 설계할 수 있다.

<표 0408.7> 경량골조의 벽체지지용 기초 [a,b,c,d,e]

기초가 지지하는 바닥의 수[f]	기초폭(mm)	기초두께(mm)
1	300	150
2	380	150
3	460	200[g]

a. 기초의 깊이는 0408.4에 따른다.
b. 바닥 아래 지반은 기초 상부면의 높이까지 굴착이 허용된다.
c. 실내 스터드지지벽은 독립기초에 의해 지지하는 것이 허용된다. 기초 폭과 길이는 이 표에 있는 폭의 2배로 하고, 기초의 중심간 간격은 1.8m 이하로 한다.
d. 내진설계범주 'C' 또는 'D'에 해당하는 구조물의 콘크리트 기초에 대한 추가 요구사항은 KDS 14 20 80의 관련 기준에 따른다.
e. 기초벽의 두께는 0406.1.6에 따른다.
f. 기초는 규정한 층수 이외에 지붕을 지지할 수 있어야 한다. 지붕만을 지지하는 기초는 지지바닥 수를 1로 간주한다.
g. 주거용 소규모 건축물에 대한 무근콘크리트 기초는 150mm 두께까지 허용된다.

0408.8 무근콘크리트 기초

(1) 경량골조 이외 구조의 벽체를 지지하는 무근콘크리트 기초의 단부 두께는 지반 또는 암반에 설치되는 경우 200mm 이상이어야 한다.

(2) 예외조항 : 주거용 소규모 건축물을 지지하는 무근콘크리트 기초는 만일 기초가 지지벽체의 양측 어느 측에도 기초두께보다 더 크게 내밀지 않는다면, 기초단부의 두께를 150mm로 할 수 있다.

0408.9 조적식 기초

(1) 조적기초의 설계, 재료 및 시공은 0408.9.1과 0408.9.2 그리고 KDS 41 34 00의 규정에 따라야 한다.

(2) 예외조항 : 경량골조의 벽체를 지지하는 조적기초는 특별히 설계하지 않는 경우, <표 0408.7>에 따라서 설계할 수 있다.

0408.9.1 치수

조적기초는 KDS 41 34 00에서 규정한 모르타르로 쌓아야 하고 그 깊이는 벽체, 피어 또는 기둥에서 내민길이의 2배 이상이어야 하며, 그 폭은 지지되는 벽체의 폭보다 200mm 이상 넓어야 한다.

0408.9.2 간격 띄우기

기초로부터 계단식으로 쌓아올린 벽돌 기초벽에서 각 단의 최대 띄우기는 홑겹벽쌓기의 경우 38mm 그리고 다중겹벽쌓기의 경우 76mm이어야 한다.

0408.10 피어와 커튼월 지지기초

내진설계범주 'D'를 제외하고, 피어 및 커튼월 지지기초는 다음의 요구사항을 충족한다면, 지상 2층 이하의 경량골조용 기초로 사용할 수 있다.

(1) 모든 내력벽은 외벽기초와 함께 일체로 결합된 콘크리트 연속기초위에 설치해야 한다.

(2) 내력조적벽의 실제 최소두께는 공칭 100mm 이상이거나 실제 90mm 이상이어야 하며, 중심간 배치간격이 1.8m

인 피어와 일체로 결합하여야 한다.

(3) 피어는 KDS 41 34 00과 다음 사항을 준수하여 시공하여야 한다.

① 조적조피어의 비지지 높이는 피어 최소치수의 10배를 초과하지 않아야 한다.

② 구조용 점토타일 또는 중공 콘크리트조적이 보를 지지하는 피어에 사용될 경우, 셀의 공간을 콘크리트나 KDS 41 34 00에서 규정한 모르타르로 빈틈없이 충전해야 한다.

예외조항 : 피어의 비지지높이가 피어 최소치수의 4배를 초과하지 않는 경우, 비충전 중공피어를 사용할 수 있다.

③ 중공피어는 상부에 속찬 조적조 또는 콘크리트로 된 100mm의 캡을 씌우거나, 또는 상단의 중공에 콘크리트나 그라우트로 충전해야 한다.

(4) 목구조 벽체와 바닥을 지지하는 100mm 두께인 내력 조적기초벽의 최대높이는 1.2m 이하여야 한다.

(5) 100mm 두께인 기초벽의 불균형충전 간격은 속찬 조적조일 경우 600mm, 중공 조적조일 경우 300mm를 초과해서는 안 된다.

0408.11 강재격자기초

구조용형강으로 된 격자기초는 승인된 강재 스페이서로 분리해야 하고 하부로부터 최소 150mm, 그 외 모든 면에서 최소 100mm 콘크리트 속에 완전히 매입하여야 한다. 형강 사이의 공간에는 콘크리트 또는 시멘트 그라우트로 완전히 충전해야 한다.

0408.12 목재기초

(1) 경량의 구조요소, 외벽 및 내벽으로 구성된 소규모 건축물과 그 외 감독관의 승인아래 목재기초를 사용할 수 있다.

(2) 목재기초는 KDS 41 33 00에 따라 다루어야 한다. 취급되는 목재는 영구 지하수위보다 완전히 아래 설치하거나 수몰토지 또는 습지대의 수면위로 돌출한 나무말뚝의 두부로 사용할 경우 별도의 처리를 할 필요가 없다.

방부처리된 말뚝위에 지지되는 방부처리되지 않은 목재기초에서 나뭇결에 수직인 압축응력은 KDS 41 33 00에서 규정한 목재의 수종 및 등급에 따른 허용응력의 70%를 초과해서는 안 된다.

0408.13 기초 내진결속

내진설계범주 'D'에 속하는 구조물일 경우 KDS 17 10 00의 지반분류에서 S_5, S_6로 정의된 지반위에 설치되는 각각의 확대기초들은 타이로 서로 결속하여야만 한다. 지면슬래브 또는 철근콘크리트 지면슬래브 내의 철근콘크리트보에 의해 동등한 구속력이 있다는 것을 입증하지 못한다면, 타이는 큰 기초의 설계중력하중에 지진계수(S_{DS})를 곱한 값을 10으로 나눈 값과 작은 기초의 설계중력하중의 25% 중 작은 값에 상응하는 인장력 또는 압축력을 전달할 수 있어야 한다.

0409 깊은기초

0409.1 일반사항

깊은기초의 해석, 설계, 상세 및 설치는 0409.1부터 0409.4까지의 규정에 따른다.

0409.1.1 지반조사

깊은기초는 0402에서 규정한 지반조사에 근거하여 설계 및 설치하여야 한다.

0409.1.2 기존 말뚝의 사용

(1) 구조물이 철거된 자리에 남겨진 말뚝들은 이 말뚝들이 손상되지 않고 또한 이 기준의 요구사항들을 충족시킨다는 것을 나타내는 만족할 만한 증빙자료를 감독관에게 제출하지 않는다면, 신축건물의 지지에 사용해서는 안 된다.

(2) 그러한 말뚝들은 재하시험 또는 재항타에 의해 지지력을 검증하여야 한다. 재하시험 또는 재항타 자료에 의해 결정된 가장 낮은 허용하중을 말뚝에 적용할 설계하중으로 한다.

0409.1.3 기둥으로 분류되는 말뚝

(1) 지상, 수중 또는 유동성지반 등의 횡지지되지 않은 부분을 포함하고 있는 말뚝은 그들의 상부에서 0409.2.1에 부합되도록 적합하게 횡지지가 되어있는 지점까지는 이 기준의 규정에 따라 기둥으로 분류하여 설계하여야 한다.

(2) 예외조항 : 현장타설말뚝의 비지지 높이가 최소수평치수의 3배를 초과하지 않을 경우, KDS 14 20 00에 따라 페데스탈로 간주하여 그와 같은 말뚝을 설계하고 시공할 수 있다.

0409.1.4 특수형상 말뚝

여기서 특별히 언급하지 않은 말뚝형상에 대해서는 말뚝의 타당한 시험자료, 계산서 그리고 구조적 물성 및 하중지지력에 관련된 기타 정보에 근거하여 감독관의 승인을 받아 사용할 수 있다. 재료의 허용응력은 어떠한 경우에도 여기서 규정한 제한값을 초과해서는 안 된다.

0409.2 해석

말뚝설계를 위한 해석은 0409.2.1부터 0409.2.5까지의 규정에 따른다.

0409.2.1 횡지지

(1) 유동성 토사가 아닌 어떤 토사라도 말뚝의 좌굴을 방지하기에 충분한 횡지지를 할 수 있는 것으로 간주하여, 인정되는 엔지니어링 실무와 이 기준의 적용 규정에 따라서 말뚝을 설계할 수 있다.

(2) 지상, 수중 또는 유동성지반 등의 횡지지되지 않은 부분을 포함하고 있는 말뚝은 관련전문기술자에 의한 지반조사를 근거로 감독관의 승인을 별도로 받지 않는다면 단단한 지반의 경우 1.5m 깊이 지점 또는 연약한 지반의 경

우는 3.0m 깊이 지점에서 횡지지되는 것으로 간주할 수 있다.

0409.2.2 안정성

(1) 말뚝은 모든 방향에 대해 횡적 안정을 갖도록 횡지지 되어야 한다. 강체두부로 연결된 3개 이상의 말뚝들은 만일 말뚝들이 말뚝군의 도심에서 방사 방향으로 60° (1 rad)이상 떨어져 위치한다면 횡지지된 것으로 간주한다.

(2) 강체두부로 연결된 2개의 말뚝군은 2개의 말뚝을 연결하는 축방향에 대해서는 횡지지된 것으로 간주한다. 말뚝들의 횡지지를 위한 방법들은 감독관의 승인을 받아야 한다.

(3) 벽체를 지지하는 말뚝들은 효율적인 방법으로 편심 및 횡력에 대해 저항할 수 없거나, 또는 말뚝들의 횡적안정을 위하여 적합한 횡지지를 하지 않는다면, 300mm 이상의 간격으로 이격된 양쪽 선상에 번갈아 배치하고 또한 벽체 전달하중의 중심에 대해 대칭으로 배치해야 한다.

예외조항 :

① 최소수평치수가 600mm 이상이며, 전체 높이에 대해 0409.2.1에 의해서 적합하게 횡지지 되고 또한 높이가 최소수평치수의 12배를 초과하지 않는 경우, 횡지지가 없는 현장타설 독립말뚝을 사용할 수 있다.

② 말뚝들의 중심이 지지벽체의 폭내에 위치한다면, 1~2 가구의 주택이나 지상 2층 이하 또는 건물높이 10m 이하인 경량구조물에 대하여 한 줄로 배치된 말뚝들을 횡지지 없이 사용할 수 있다.

0409.2.3 침하

단일말뚝 또는 무리말뚝 기초의 침하는 승인된 해석법에 의하여 평가하여야 한다. 예상침하량에 의해 구조물에 유해한 변형이나 불안정성이 발생하지 않아야 하며, 각 말뚝들에 지지력을 초과하는 하중이 발생하여서도 안 된다.

0409.2.4 수평하중

말뚝의 설계용 모멘트, 전단력 및 수평변위는 관계전문기술자에 의해 결정된 말뚝본체와 지반의 비선형 상호작용을 고려하여 결정해야 한다. 말뚝의 최소 수평치수에 대한 말뚝 매입깊이의 비가 6 이하인 말뚝은 강체말뚝으로 가정할 수 있다.

0409.2.4.1 내진설계범주 'D'

내진설계범주가 'D'에 속하는 구조물로서 1104.1에서 규정한 지반분류 S_5, S_6에서의 말뚝은 지진에 의한 지반운동과 구조물의 응답에 따른 최대곡률에 저항할 수 있도록 설계 및 시공되어야 한다. 곡률은 구조물의 거동으로 기초에 전달된 지진하중에 의한 말뚝의 변형과 연관하여 지반-기초-구조물의 상호작용으로 발생된 수정된 자유장지반의 변형율을 포함해야 한다.

예외조항 : 다음의 부가적인 상세에 관한 요구사항들을 만족하는 말뚝들은 이절의 곡률 성능 요구사항을 준수하는 것으로 간주한다.

① 0409.3.8.3.3에 따라 내진보강 횡철근상세가 적용된 기성콘크리트말뚝

② 말뚝의 전체길이에 걸쳐 종방향철근의 최소철근비 0.005가 적용되고, 0409.3.9.4.2.2에서 제시된 KDS 14 20

80의 4.3.4에 따라 횡철근상세가 반영된 현장타설말뚝.

0409.2.5 무리말뚝 효과

횡력이 작용하는 방향으로 말뚝의 중심간 간격이 말뚝의 수평 최소치수의 8배 미만인 경우 횡방향 거동에 대한 무리말뚝의 효과를 해석에 포함해야 한다. 말뚝의 중심간 간격이 말뚝의 수평 최소치수의 3배 미만인 경우 축방향 거동에 대해서도 무리말뚝의 효과를 해석에 포함해야 한다.

0409.3 설계 및 상세

말뚝의 설계와 상세는 0409.3.1부터 0409.3.12까지에 따른다.

0409.3.1 설계조건

말뚝의 설계는 0409.3.1.1부터 0409.3.1.6까지에 명시된 해당 설계조건들을 포함하여야 한다.

0409.3.1.1 콘크리트 말뚝의 설계방법

콘크리트 말뚝이 전체 높이에 걸쳐 0409.2.1에 따라 횡지지되고, 작용하중에 의해 발생하는 휨모멘트가 우발편심에 의한 휨모멘트보다 크지 않은 경우에는 KDS 41 10 15의 1.5.2의 하중조합과 이 절에 명시된 허용응력을 사용하여 말뚝의 구조설계를 할 수 있다. 그렇지 않을 경우, 콘크리트 말뚝의 구조설계는 KDS 41 10 15의 1.5.1의 하중조합과 승인된 강도설계법을 사용하여야 한다.

0409.3.1.2 합성 및 복합 말뚝

단일말뚝이 2가지 이상의 상이한 재료 또는 상이한 말뚝종류로 이음된 단면으로 이루어진 경우, 합성체의 각 단면은 이 기준의 해당 요구사항들을 만족해야 하고, 각 단면의 최대 허용하중은 그 단면의 구조내력으로 제한한다.

0409.3.1.3 위치이탈

기초 또는 상부구조는 75mm 이상의 말뚝의 위치이탈 영향에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 말뚝은 위치이탈의 영향을 고려하여 허용설계하중의 110%까지 초과압축하중에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다.

0409.3.1.4 타입말뚝

타입말뚝은 취급, 항타 및 사용하중에 의해 발생하는 모든 응력에 저항할 수 있도록 용인된 엔지니어링 실무에 따라서 설계하고 제작하여야 한다.

0409.3.1.5 나선형말뚝

나선형말뚝은 지중내 설치 및 사용하중에 의해 발생하는 모든 응력에 저항할 수 있도록 인정된 엔지니어링 실무에

따라서 설계되고 제작되어야 한다.

0409.3.1.6 케이싱

임시 및 영구 케이싱은 강재로 하여야 하며, 콘크리트타설 중에 붕괴를 방지할 수 있도록 충분히 강해야 하고 이물질이 유입되지 않도록 수밀성이 충분히 확보되어야 한다. 영구케이싱을 구조용 보강 강재로 고려할 경우, 강재를 0409.3.2.5에 명시된 조건의 유해물질로 부터의 보호조치를 강구하여야 한다. 케이싱의 수평접합부는 0409.3.6에 따른 이음으로 하여야 한다.

0409.3.2 재료

말뚝에 사용하는 재료는 0409.3.2.1부터 0409.3.2.8까지의 해당 요구사항을 만족해야 한다.

0409.3.2.1 콘크리트

콘크리트를 강관내부에 타설하거나 또는 기저에 밀실콘크리트로 확대구근을 형성하는 경우, 굵은골재의 최대 크기는 20mm 이어야 한다. 밀실하게 채워져야 할 콘크리트의 슬럼프값은 0 이어야 한다.

0409.3.2.1.1 내진갈고리

내진설계범주 'C' 또는 'D'에 해당하는 구조물의 경우, 콘크리트말뚝에 사용하는 후프, 나선철근 및 타이의 끝은 KDS 14 20 00에 정의된 내진갈고리로 가공하고, 내진갈고리의 끝부분은 구속된 콘크리트코어 속에 묻어야 한다.

0409.3.2.1.2 콘크리트구조기준의 식

이 장에서 콘크리트구조기준 KDS 14 20 20의 4.3.4에 따른 콘크리트말뚝의 상세를 요구하는 경우에는 콘크리트구조기준의 KDS 14 20 80의 식(4.3-2)을 준수할 필요가 없다.

0409.3.2.2 긴장용강재

긴장용강재는 KS D 70020의 규정을 따른다.

0409.3.2.3 구조용강재

구조용 강말뚝, 강관 및 강판으로 제작한 완전용접 강말뚝은 한국산업표준의 관련 규정을 따른다.

0409.3.2.4 목재

나무말뚝은 KDS 41 33 00에 따라 말뚝 또는 기둥으로 설계한다. 원형나무말뚝은 KDS 41 33 00의 규정에 따르고, 제재목말뚝은 KDS 41 33 00의 규정에 따른다.

0409.3.2.4.1 방부처리

(1) 영구 구조물을 지지하는 나무말뚝은 방부처리하지 않은 나무말뚝의 상부가 구조물의 생애주기동안 존재할 것으로 추정되는 최저 지하수위보다 아래 있을 것을 입증할 수 없다면 이 절에 따른 방부처리를 하여야 한다.

(2) 방부제 및 최종잔류량의 최소치는 KDS 41 33 08 및 KS M 1701에 따른다.

(3) 방부처리한 나무말뚝은 공인기관이 운영하는 품질관리프로그램의 적용을 받아야 한다. 나무말뚝의 절단은 관련 표준시방서에 따라 처리한다.

0409.3.2.5 재료보호

(1) 시추기록 또는 지반조건이 토양성분, 지하수위의 변화 또는 기타요인으로 인하여 말뚝에 사용되는 재료에 유해한 작용을 할 것 같은 경우, 감독관의 승인을 받은 적합한 재료, 방법 또는 공정에 의해 말뚝을 보호하여야 한다. 말뚝의 설치작업 중 보호재의 효과가 없어지지 않도록 보호재를 적용하여야 한다.

(2) 특수목적을 위한 보호수단의 효력은 만족할만한 사용실적 또는 기타 증빙에 의해 철저히 입증되어야 한다.

0409.3.2.6 허용응력

말뚝에 사용하는 재료의 허용응력은 <표 0409.3.2.6>에서 규정한 값을 초과해서는 안 된다.

<표 0409.3.2.6> 말뚝에 사용하는 재료의 허용응력

재료 종류 및 조건	최대허용응력a
1. 압축을 받는 콘크리트 또는 그라우트 b	
• 0409.3.2.7에 따른 영구케이싱된 현장타설	$0.40f_{ck}$
• 강관 및 기타 영구케이싱 또는 암반 속 현장타설	$0.33f_{ck}$
• 영구케이싱이 없는 현장타설	$0.30f_{ck}$
• 프리캐스트	$0.33f_{ck}$
• 프리스트레스트 프리캐스트	$0.33f_{ck} - 0.27f_{pc}$
2. 압축을 받는 철근	$0.40f_y \leq 200\text{MPa}$
3. 압축을 받는 강재	
• 콘크리트충전강관 내부의 코어	$0.50F_y \leq 220\text{MPa}$
• 0409.3.2.8에 따라 입증된 강관 또는 H형강	$0.50F_y \leq 220\text{MPa}$
• 마이크로파일용 강관	$0.40F_y \leq 220\text{MPa}$
• 이외 강관 또는 H형강	$0.35F_y \leq 110\text{MPa}$
• 나선형 강재	$0.60F_y \leq 0.50F_u$
4. 인장을 받는 철근	
• 마이크로파일 내부 철근	$0.60f_y$
• 이외 철근	$0.50f_y \leq 165\text{MPa}$
5. 인장을 받는 강재	
• 0409.3.2.8에 따라 입증된 강관 또는 H형강	$0.50F_y < 220\text{MPa}$
• 이외 강관 또는 H형강	$0.35F_y \leq 110\text{MPa}$
• 나선형 강재	$0.60F_y \leq 0.50F_u$
6. 목재	KDS 41 33 00에 따른다.

a. f_{ck}는 콘크리트 또는 그라우트의 설계기준압축강도, f_{pc}는 유효 프리스트레스 힘에 의한 총콘크리트단면에 대한 압축응력, f_y는 철근의 설계기준항복강도, F_y는 강재의 설계기준항복강도, F_u는 강재의 최소인장강도.

b. 콘크리트 순단면적에 적용하는 응력(콘크리트 표면 안의 총단면에 적용하는 응력. 임시 또는 영구 케이싱이 사용되는 경우 케이싱의 내면이 콘크리트 표면으로 고려되어야 한다.).

0409.3.2.7 케이싱된 현장타설말뚝의 허용압축응력 증가

다음의 조건을 모두 충족하는 영구 케이싱된 현장타설말뚝에 대해서는 <표 0409.3.2.6>에 규정한 바와 같이 콘크리트의 허용압축응력을 증가시킬 수 있다.

(1) 케이싱은 부과되는 축하중을 부담하지 않도록 설계하여야 한다.

(2) 케이싱은 끝이 밀봉되고 심축구동으로 항타해야 한다.

(3) 케이싱의 두께는 제작자의 표준 게이지 No. 14 (1.75mm) 이상이어야 한다.

(4) 케이싱은 이음매가 없거나 또는 모재와 동등한 강도의 이음매이어야 하며, 현장타설콘크리트를 구속할 수 있는 형상이어야 한다.
(5) 설계기준압축강도(f_{ck})에 대한 강재의 항복강도(F_y)비는 6 이상이어야 한다.
(6) 말뚝의 공칭직경은 400mm 이하이어야 한다.

0409.3.2.8 더 높은 허용응력의 입증
(1) 0409.3.2.6에서 규정한 값보다 더 높은 허용응력을 사용할 경우, 더 높은 허용응력을 입증할 수 있는 근거자료를 감독관에게 제출하여야 하며, 그러한 근거자료에는 다음과 같은 내용이 포함되어야 한다.
① 0402에 따른 지반조사.
② 말뚝의 지지하중과 상관없이 0409.3.3.1.2에 따른 재하시험.
(2) 말뚝의 설계 및 시공은 토질역학 및 말뚝 분야에 전문적인 지식이 있는 관계전문기술자의 직접적인 감독하에 실시하여야 하며, 관계전문기술자는 설치된 말뚝이 설계기준에 충족하다는 내용의 보고서를 감독관에게 제출하여야 한다.

0409.3.3 허용하중의 결정
말뚝의 허용 축하중과 수평하중은 승인된 공식, 재하시험 또는 해석법에 의해 결정되어야 한다.

0409.3.3.1 허용축하중
말뚝의 허용축하중은 0409.3.1.1부터 0409.3.3.1.9까지에 따라 결정되어야 한다.

0409.3.3.1.1 항타기준
(1) 타입말뚝의 허용압축하중을 승인된 항타공식을 적용하여 산정하는 경우 360kN을 초과해서는 안 된다. 360kN을 초과하는 허용하중에 대해서는 극한하중에서의 타격당 타입응력 및 순변형에 대한 항타성을 파동방정식 분석법을 사용하여 평가하여야 한다.
(2) 1810.3.3.1.2에 따른 재하시험에 의해 허용하중을 검증하여야 한다. 중력낙하 또는 동력구동 햄머의 공식 또는 파동방정식 하중을 산정한다.
(3) 사용할 햄머의 에너지는 항타기의 크기, 힘 및 중량과 최대한 일관성있게 해야 한다. 타격추는 감독관의 승인하에서만 사용할 수 있다. 최종관입 직전에는 새로운 햄머쿠션 또는 말뚝쿠션을 사용할 수 없다.

0409.3.3.1.2 재하시험
(1) 설계압축하중이 0409.3.2.6에 규정한 허용응력을 사용하여 산정한 값보다 클 경우, 말뚝의 설계하중이 불확실할 경우, 또는 콘크리트 다짐이나 기성기저부를 타입하여 기저부에 확대구근을 형성한 현장타설말뚝인 경우, 제어 시험말뚝은 KS F 2445(정적재하시험) 또는 KS F 2591(동적재하시험)에 따라 시험하여야 한다.
(2) 지반조건이 균질한 매 구역마다 최소 1개의 말뚝을 재하시험 하여야 한다. 감독관이 요구할 경우, 안전하게 설계

성능을 확보할 필요가 있는 곳에 추가로 말뚝재하시험을 하여야 한다. 결과적으로 허용하중은 0409.3.3.1.3에 나열한 공개된 방법 중 하나로 시험형태, 기간 및 하층토를 고려하여 평가한 시험말뚝의 극한축하중의 1/2 이하여야 한다.

(3) 극한축하중은 0409.2.3에 따라 설계하중에 의한 허용 전체침하 및 부등침하를 고려하여 관계전문기술자가 결정하여야 한다.

(4) 차후에 시공하는 말뚝과의 균형을 위해, 모든 말뚝은 시험말뚝과 같은 형태, 규격 및 상대길이로 된 경우, 시험말뚝과 같거나 비슷한 방법 및 장비를 사용하여 시공한 경우, 시험말뚝과 유사한 지반조건에서 시공한 경우, 그리고 항타기는 관입율(타격당 순변형)이 동일한 햄머로 비슷한 항타거리에서 항타한 시험말뚝의 관입율 이하일 경우에는 제어말뚝(기준말뚝)의 지지력과 동등한 지지력을 갖는 것으로 간주한다.

0409.3.3.1.3 재하시험의 평가방법

다음의 방법 중 어느 하나를 사용하여 말뚝의 재하시험을 평가할 수 있다.

(1) 데이비슨 오프셋 한계

(2) 브린치-한센 90% 기준

(3) 버틀러-호이 기준

(4) 이외 감독관이 승인한 방법

0409.3.3.1.4 허용마찰저항력

케이싱이 없는 현장타설말뚝의 마찰저항력은 0402에서 규정한 지반조사를 근거로 감독관의 승인을 받거나 또는 0409.3.3.1.2에 따른 재하시험에 의해 더 큰 지지력을 입증하지 않는다면, <표 0405.2>에 규정한 최소깊이에서의 지반지내력의 1/6 그리고 최대 24kPa을 초과해서는 안 된다. 0402에 따른 지반조사에 의해 산정하지 않는다면, 주면마찰저항력과 선단지지력을 동시에 고려해서는 안 된다.

0409.3.3.1.5 단일말뚝의 인발저항력

인발에 대해 설계해야 할 경우, 단일말뚝의 인발저항력은 최소 안전율 3에 기반한 승인된 해석법에 의하거나 또는 ASTM D 3689에 따라 시행한 재하시험에 의해 산정해야만 한다. 최대 허용인발하중은 ASTM D 3689에 따라 시행한 재하시험의 결과를 사용하여 0409.3.3.1.2에서 산정한 극한지지력을 안전율 2로 나눈 값을 초과해서는 안 된다.

예외조항 : 풍하중 또는 지진하중에 의한 인발일 경우, 인발저항력에 대한 최소 안전율은 해석에 의해 산정할 경우 2로 해야 하고, 재하시험에 의할 경우 1.5로 해야 한다.

0409.3.3.1.6 무리말뚝의 인발저항력

인발을 받는 무리말뚝에 대해, 무리말뚝의 허용인발하중은 승인된 해석법으로 산정해야 한다. 무리말뚝의 중심간 배치간격이 최대 단일말뚝의 수평 최소치수의 3배 이하인 경우, 무리말뚝의 허용인발하중은 다음 중 작은 값으로 할 수 있다.

(1) 제시된 개별 말뚝의 허용인발하중에 무리말뚝의 본수를 곱한 값.
(2) 무리말뚝의 외측을 이은 둘레길이와 말뚝길이에 둘러싸인 블록내에 포함된 무리말뚝과 흙의 유효중량 2/3와 무리말뚝 외측면의 흙 블록면을 따라 발생하는 흙의 극한전단강도의 2/3를 합한 값.

0409.3.3.1.7 하중지지력
말뚝의 극한지지력은 지지층에서 설계하중의 2배 이상이어야 한다. 지지층 하부에 놓인 토사층의 영향으로 하중지지력에 대한 안전율이 2 미만이 아님을 해석으로 입증하여야 한다.

0409.3.3.1.8 굽은 말뚝
가파르게 또는 완만하게 굽은 말뚝의 하중지지력은 승인된 해석법 또는 시범말뚝의 재하시험에 의해 산정하여야 한다.

0409.3.3.1.9 나선형말뚝
나선형말뚝의 허용설계축하중, P_a 은 다음과 같이 산정한다.

$$P_a = 0.5P_u \qquad (0409.3.1)$$

여기서, P_u 는 다음 중 최소값으로 한다 ;
(1) 나선형 지지판의 면적에 지지층을 구성하는 흙 또는 암반의 극한지지력을 곱한 값의 합.
(2) 설치회전력과의 상관관계에 관한 충실한 증빙자료에 의해 산정한 극한지지력.
(3) 재하시험에 의한 극한지지력.
(4) 말뚝본체의 극한지지력.
(5) 말뚝본체 연결부의 극한지지력.
(6) 말뚝에 부착된 나선형 지지판의 극한지지력의 합.

0409.3.3.2 허용수평하중
(1) 수평하중에 대해 설계할 필요가 있는 경우, 단일말뚝 또는 무리말뚝의 수평하중지지력은 승인된 해석법 또는 설계하중의 최소 2배에 해당하는 수평재하시험에 의해 결정하여야 한다.
(2) 그 결과에 의한 최종 허용수평하중은 예상되는 수평이동으로 인하여 구조물에 유해한 비틀림이나 불안정을 초래하거나 또는 어느 말뚝의 하중도 지지력을 초과하는 문제가 일어나지 않는다는 것을 입증할 수 없다면, 말뚝상부와 지표면 사이 낮은 곳에서 총 25mm 수평이동 시키기 위한 하중의 1/2 이하로 해야 한다.

0409.3.4. 침강성 지반
(1) 침강성토지반 또는 그 외 침강지층에 말뚝을 설치하거나 하부의 더 단단한 지반에 말뚝이 지지될 경우, 상부의

침강지층에 의해 말뚝에 부과될 수 있는 부마찰력을 고려하여야 한다.

(2) 침강성토지반에 의한 영향으로 부과되는 하중을 말뚝에 고려할 경우, 만족할만한 증빙자료를 제출한다면, 이 장에서 규정한 허용응력을 증가시킬 수 있다.

0409.3.5 말뚝의 치수

말뚝의 치수는 0409.3.5.1부터 0409.3.5.3까지의 해당 조항에 따라야 한다.

0409.3.5.1 프리캐스트

기성콘크리트말뚝의 수평 최소치수는 200mm이다. 정방형말뚝의 모서리는 모따기를 해야 한다.

0409.3.5.2 제자리 타설 또는 그라우팅

제자리 타설 및 그라우팅 말뚝은 이 절의 다음과 같은 요구사항을 만족해야 한다.

0409.3.5.2.1 케이싱 있는 말뚝

영구적인 케이싱이 있는 제자리타설말뚝의 공칭외경은 200mm이상이어야 한다.

0409.3.5.2.2 케이싱이 없는 말뚝

영구적인 케이싱이 없는 제자리타설말뚝의 직경은 300mm이상이어야 한다. 말뚝길이는 평균직경의 30배를 초과하지 않아야 한다.

예외조항 : 만일 토질역학 및 말뚝기초 분야에 전문적인 지식이 있는 등록된 설계전문가의 직접적인 감독하에 말뚝의 설계와 시공을 한다면, 말뚝길이는 직경의 30배를 초과할 수 있다. 등록된 설계전문가는 말뚝이 승인받은 시공도서에 따라 설치되었음을 입증하는 보고서를 감독관에게 제출하여야 한다.

0409.3.5.2.3 마이크로파일

마이크로파일의 외경은 300mm이하 이어야 한다. 0409.3.5의 다른 곳에서 규정한 최소직경조항은 마이크로파일에는 적용하지 않는다.

0409.3.5.3 강재말뚝

강재말뚝은 이 절의 요구사항을 만족하여야 한다.

0409.3.5.3.1 H형강말뚝

(1) H형강말뚝의 단면은 다음에 따라야 한다.

(2) 플랜지의 내민길이는 플랜지 또는 웨브의 최소두께의 14배를 초과해서는 안 되며, 플랜지폭은 단면 춤의 80% 이상이어야 한다.
(3) 웨브방향의 공칭춤은 200mm 이상이어야 한다.
(4) 플랜지 및 웨브의 공칭두께는 최소 9.5mm 이어야 한다.

0409.3.5.3.2 강관말뚝
(1) 강관말뚝의 공칭외경은 200mm 이상이어야 한다.
(2) 선단개방형 강관말뚝을 타입할 경우, 강관말뚝은 말뚝햄머에너지에 저항할 수 있도록 1,360Nm 마다 강재단면이 최소 220mm^2 씩 증가하거나, 또는 항복강도가 240MPa을 초과하는 강재와 동등한 강도이거나 또는 말뚝단면이 선정된 햄머에 적합한지를 평가하기 위해 파동방정식해석을 사용하여 항타로 인한 압축응력을 평가할 수 있다. 4.6mm 미만의 벽두께를 가진 강관말뚝을 선단개방으로 타입할 경우, 적합한 커팅슈를 씌워야 한다.
(3) 내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물에 사용하는 콘크리트충전 강관말뚝은 강관벽 두께가 5mm 이상이어야 한다. 암반굴착 근입용 강관 케이싱의 공칭외경은 460mm 이상, 벽두께는 9.5mm 이상 그리고 적합한 강재 드라이빙슈를 하부선단에 용접한다. 암반소켓의 직경은 케이싱의 내경과 거의 같아야 한다.

예외조항 :
① 마이크로파일에 사용되는 강관의 최소직경은 제한이 없다.
② 심축구동 타입강관의 최소 벽두께는 2.5mm 이어야 한다.

0409.3.5.3.3 나선형말뚝
중심축의 치수 및 나선형 지압판의 수, 크기 및 두께는 설계하중을 지지하기에 충분하여야 한다.

0409.3.6 말뚝의 이음
말뚝의 이음은 설치 및 후속공사 중 말뚝의 구성부품들의 정확한 위치와 정렬을 유지하도록 시공하여야 하며, 항타작업 및 설계하중조합에 대하여 이음부에서 발생하는 축력, 전단력 및 모멘트에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.
동일 종류의 말뚝을 이음할 경우, 이음내력은 약한 단면의 휨강도의 50% 이상이어야 한다. 다른 재료 또는 다른 형태의 말뚝을 이음할 경우, 이음부 내력은 약한 단면의 전체 압축강도와 인장 및 휨 강도의 50% 이상이어야 한다. 강재코어 단면을 이음할 경우, 단부 접합면을 완전히 접촉되도록 가공 또는 연마하고 전체 두께를 용접하여야 한다.
말뚝매입부의 상부 3.0m 이내에서의 이음은 축하중의 가상편심 75mm에 의한 모멘트 및 전단력에 대해 허용응력으로 저항할 수 있도록 설계하여야 하며, 또는 말뚝을 매입부의 상부 3.0m 이내에 이음이 없는 다른 말뚝에 0409.2.2에 따라서 횡지지하여야 한다.

0409.3.6.1 내진설계범주 'C' 및 'D'
내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 말뚝이음은 다음 중 작은 값을 발현해야 한다.

(1) 말뚝의 공칭강도
(2) KDS 41 17 00의 6.1에 따른 초과강도계수를 포함한 지진하중효과에 의한 축력, 전단력 및 모멘트

0409.3.7 말뚝의 두부정리 상세
말뚝상부의 보강철근의 최소길이 또는 촘촘히 배근된 횡구속철근의 범위를 규정하는 경우, 규정한 길이 또는 범위가 두부정리 후에도 유지될 수 있도록 규정하여야 한다.

0409.3.8 프리캐스트 콘크리트말뚝
프리캐스트 콘크리트말뚝의 설계 및 상세는 0409.3.8.1부터 0409.3.8.3까지의 규정에 따라야 한다.

0409.3.8.1 철근
(1) 종방향 철근은 대칭형태로 배근하여야 하며, 다음과 같은 중심간 간격의 띠철근 또는 나선철근으로 횡방향을 구속하여야 한다.
① 양단에서 처음 5개의 띠철근 또는 나선철근은 25mm 이하 간격
② 양단으로부터 첫 600mm 내의 나머지 구간은 100mm 이하 간격
③ 그 외 구간은 150mm 이하 간격

(2) 띠철근과 나선철근의 규격은 다음과 같아야 한다.
① 말뚝의 수평 최소치수가 400mm 이하인 경우, 5.6mm 이상의 철선
② 말뚝의 수평 최소치수가 400mm를 초과 500mm 미만인 경우, 6mm 이상의 철선
③ 말뚝의 수평 최소치수가 500mm 이상인 경우, 6.4mm 이상 원형철근 또는 6.6mm 이상의 철선

0409.3.8.2 비인장 기성콘크리트말뚝
비인장 기성콘크리트말뚝은 0409.3.8.2.1부터 0409.3.8.2.3까지의 요구사항에 따라야 한다.

0409.3.8.2.1 최소철근비
종방향 철근은 4개 이상으로 최소철근비가 0.8% 이상 이어야 한다.

0409.3.8.2.2 내진설계범주 'C'와 'D'에서 내진보강
내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 경우, 비인장 기성콘크리트말뚝은 이 절의 규정에 따라 보강하여야 한다. 축방향 철근의 최소철근비는 전길이에 대해 1%이상으로 한다.횡방향 철근은 직경 9.5mm 이상의 폐쇄형 띠철근 또는 나선철근을 사용하여야 한다. 횡방향철근의 간격은 말뚝기초판 하부로부터 말뚝단면 최소치수의 3배 길이 이내에는 축방향 철근 최소직경의 8배 또는 150mm 중 작은 값을 초과하지 않아야 하며, 말뚝의 나머지 전구간에 대해서는 150mm를 초과하지 않아야 한다.

0409.3.8.2.3 내진설계범주 'D'에서 추가 내진보강
내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우는 횡방향 철근은 0409.3.9.4.2의 규정도 따라야 한다.

0409.3.8.3 프리스트레스트 기성콘크리트말뚝
프리스트레스트 기성콘크리트말뚝은 0409.3.8.3.1부터 0409.3.8.3.3까지의 규정에 따라야 한다.

0409.3.8.3.1 유효 프리스트레스
말뚝의 유효프리스트레스는 말뚝길이 9.0m까지는 2.76MPa이상, 9.0m에서 15.2m까지는 3.79MPa이상, 15.2m를 초과하는 경우 4.83MPa이상으로 해야 한다.
유효프리스트레스는 프리스트레싱 강재에서 207MPa의 프리스트레스 손실 가정에 근거한 것이며, 프리스트레싱 강재의 인장응력은 KDS 14 20 00에 규정된 값들을 초과해서는 안 된다.

0409.3.8.3.2 내진설계범주 'C'에서의 내진보강
내진설계범주 'C'에 속하는 구조물의 경우, 프리스트레스트 기성콘크리트말뚝은 이 절에 따라 횡방향 철근을 보강하여야 한다. 나선철근의 체적비는 말뚝의 상부 6.0m 구간은 다음 식에 의한 소요 값 이상이어야 하며, 나머지 그 하부 구간에서는 다음 식에 의한 소요 체적비의 50% 이상이어야 한다.

$$\rho_s = 0.04(f_{ck}/f_{yh})[2.8 + 2.34P/(f_{ck}A_g)] \quad (0409.3.2)$$

여기서,
A_g = 말뚝의 단면적 (mm^2)
f_{ck} = 콘크리트의 압축강도 (MPa)
f_{yh} = 나선철근의 항복강도 (586MPa 이하)
P = KDS 41 10 15의 식(1.5-5) 및 식(1.5-7)로 산정한 말뚝의 축하중 (kN)
ρ_s = 나선철근체적비 (나선철근체적/콘크리트체적)

예외조항 :
식(0409.3.2.)에 의해 요구되는 최소 나선철근량은 KDS 41 10 15의 1.5에 규정한 전체 하중조합을 고려하고 해당 초과강도계수를 포함하여 설계하는 경우에는 적용하지 않는다. 이 경우 최소나선철근량은 0409.3.8.1에 따른다.

0409.3.8.3.3 내진설계범주 'D'에서의 내진보강

내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우, 프리스트레스트 기성콘크리트말뚝은 다음 규정에 따라 횡방향 철근을 보강하여야 한다.

(1) 특별한 언급이 없는 경우, KDS 14 20 80의 요구사항은 적용할 필요가 없다.

(2) 지반에 매입된 말뚝길이가 10.5m 이하의 경우, 연성영역에서의 횡방향 보강은 말뚝의 전 길이에 걸쳐 이루어져야 한다. 말뚝길이가 10.5m를 초과하는 경우, 말뚝의 연성영역은 10.5m 또는 말뚝기초판 저면에서 곡률이 0인 지점(변곡점)까지의 길이에 말뚝 최소치수의 3배를 더한 값 중 큰 값으로 하여야 한다.

(3) 연성영역에서의 나선철근 또는 띠철근의 중심간 간격은 말뚝 최소치수의 1/5, 축방향 강연선 직경의 6배 또는 200mm 중 가장 작은 값을 초과하지 않아야 한다.

(4) 원형나선철근의 이음은 완전히 한 바퀴를 겹치고 각 나선철근의 끝을 90도 갈고리로 구부려 이음하거나, 또는 KDS 14 20 52의 4.5.1(3)에 따른 기계적이음 또는 용접이음으로 하여야 한다.

(5) 횡방향 보강을 원형나선철근으로 할 경우, 연성영역에서의 나선철근의 체적비는 다음 식 (0409.3.3)에 따라야 한다. 단, 그 값은 식(0409.3.4)의 값보다 클 필요는 없다.

$$\rho_s = 0.06(f_{ck}/f_{yh})[2.8 + 2.34P/(f_{ck}A_g)] \quad (0409.3.3)$$

$$\rho_s = 0.021 \quad (0409.3.4)$$

여기서,

A_g = 말뚝의 단면적 (mm2)

A_{ch} = 나선철근 외부직경으로 둘러쌓인 중심부 면적 (mm2)

f_{ck} = 콘크리트의 압축강도(MPa)

f_{yh} = 나선철근의 항복강도 (586MPa 이하)

P = KDS 41 10 15의 식(1.5-5) 및 식(1.5-7)로 산정한 말뚝의 축하중 (kN)

ρ_s = 나선철근 체적비 (나선철근체적/콘크리트체적)

나선철근의 소요철근량은 내측 및 외측에 나선철근을 배근함으로서 충족시킬 수 있다.

예외조항 :

식(0409.3.3)에 의해 요구되는 최소 나선철근량은 KDS 41 10 15의 1.5에 규정한 전체 하중조합 고려하고 해당 초과강도계수를 포함하여 설계하는 경우에는 적용하지 않는다. 이 경우 최소나선철근량은 0409.3.8.1에 따른다.

(6) 횡방향 보강을 사각형 후프철근 또는 연결철근으로 할 경우, 연성영역에서의 간격 s 및 그에 수직한 칫수 h_c인 횡방향 보강근의 총단면적은 식(0409.3.5)에 따라야 한다. 단, 그 값은 식(0409.3.6)에 의한 값 이상이어야 한다.

$$A_{sh} = 0.3sh_c(f_{ck}/f_{yh})(A_g/A_{ch} - 1.0)[0.5 + 1.4P/(f_{ck}A_g)] \quad (0409.3.5)$$

$$A_{sh} = 0.12sh_c(f_{ck}/f_{yh})[0.5 + 1.4P/(f_{ck}A_g)] \quad (0409.3.6)$$

여기서,

f_{yh} = 횡보강 철근의 항복강도 (483MPa 이하)

h_c = 후프철근의 중심간격으로 산정한 말뚝중심부의 단면치수 (mm)

s = 말뚝길이 방향 횡보강 철근의 간격 (mm)

A_{sh} = 횡보강 철근의 단면적 (mm2)

f_{ck} = 콘크리트의 압축강도 (MPa)

후프철근 또는 연결철근의 규격은 D10이상의 이형철근과 동등해야 하며, 사각형 후프철근의 끝단은 모서리에서 내진 갈고리로 정착을 해야 한다. 횡방향 구속을 위해 보강이 필요한 말뚝길이 이외의 부분은 나선철근이나 후프철근 보강의 체적비는 횡방향 구속을 위해 필요한 보강 철근비의 50% 이상이어야 한다.

0409.3.8.3.4 내진설계범주 'C' 및 'D'에서의 축력 한계

내진 설계 범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 경우, 지진 횡력과 축 방향 하중의 조합을 받는 프리 캐스트 프리스트레스 파일의 최대 계수 축력은 다음 값을 초과하지 않아야한다.

1. 사각형 단면 파일 $0.2f_{ck}A_g$
2. 원형 및 8각형 단면 파일 $0.4f_{ck}A_g$

0409.3.9 현장타설말뚝

현장타설말뚝의 설계 및 상세는 0409.3.9.1부터 0409.3.9.6까지의 규정에 따라야 한다.

0409.3.9.1 설계균열모멘트

구조용 강관으로 둘러싸지 않은 현장타설말뚝의 설계균열모멘트(ϕM_n)는 다음 식(0409.3.7)으로 산정하여야 한다.

$$\phi M_n = 0.25\sqrt{f_{ck}}S_m \qquad (0409.3.7)$$

여기서,

f_{ck} = 콘크리트 또는 그라우트의 압축강도 (MPa)

S_m = 철근과 케이싱을 무시한 탄성 단면계수 (mm^3).

0409.3.9.2 소요철근

인발력을 받거나 또는 KDS 41 10 15의 1.5.1의 하중조합으로 산정된 소요휨강도가 0409.3.9.1에 따라 산정한 설계균열모멘트를 초과하는 경우, 구조용 강관으로 둘러싸지 않은 현장타설말뚝은 보강하여야 한다.

0409.3.9.3 철근 배근

필요한 철근보강은 조립 후 함께 결속하여, 말뚝 보강부분을 콘크리트로 충전하기 전에 일체로 말뚝 내에 설치하여야 한다.

예외규정:

① 묻힘길이가 1.5m 이하인 다월은 콘크리트가 아직 반유동체 상태일 경우, 콘크리트 타설 후에 설치할 수 있다.

② 중공 오거로 설치하는 말뚝의 경우, 엮은 철근망은 말뚝 콘크리트를 타설한 후, 콘크리트가 아직 반유동체인 상태에서 설치하여야 한다. 횡방향 띠철근이 없는 종방향 철근은 콘크리트를 타설하기 전에 오거의 중공을 통해서 설치하거나, 또는 콘크리트를 타설한 후 콘크리트가 아직 반유동체인 상태에서 설치해야 한다.

③ 경량골조로 된 2층 이하의 주거용 소규모 건축물의 경우, 철근보강은 콘크리트를 타설한 후 콘크리트가 아직 반유동체인 상태에서 설치할 수 있으며, 시공방법이 감독관의 요구를 충족할 수 있다면, 콘크리트 피복두께는 50mm로 저감할 수 있다.

0409.3.9.4 내진보강

철근보강은 내진설계범주 'C'에 속하는 구조물의 경우 0409.3.9.4.1에 따르며, 내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우 0409.3.9.4.2의 규정에 따른다.

예외규정:

① 경량골조로 된 2층 이하의 주거용 소규모 건축물의 지주를 지지하는 독립말뚝은 합리적인 해석에 의해 필요한 철근을 보강할 수 있으나, 단 말뚝이 횡력을 받지 않고 지반에 의해 0409.2.1에 따라 적합하게 횡지지 되도록 상세설계 된 경우 띠철근 또는 나선철근 없이 13mm 철근 1개 이상으로 보강하여야 한다.

② 경량골조로 된 2층 이하의 주거용 소규모 건축물에 부속된 데크 및 파티오(차양)의 지주와 가새를 지지하는 독립말뚝은 합리적인 해석에 의해 필요한 철근을 보강할 수 있으나, 단 말뚝상부의 횡방향 지진하중 E가 890N을 초과하지 않고 지반에 의해 0409.2.1에 따라 적합하게 횡지지 되는 경우 띠철근 또는 나선철근 없이 13mm 철근 1개 이상으로 보강하여야 한다.

③ 경량골조로 된 2층 이하의 주거용 소규모 건축물의 콘크리트 기초벽을 지지하는 말뚝은 합리적인 해석에 의해 필요한 철근을 보강할 수 있으나, 단 0409.3.9.1에 따라 산정한 설계균열모멘트가 KDS 41 10 15에 있는 식(1.5-5) 및 식(1.5-7) 또는 식(1.5-12), 식(1.5-13) 및 식(1.5-15)의 초과강도계수를 포함한 하중조합으로 산정된 소요휨강도를 초과하고 지반에 의해 0409.2.1에 따라 적합하게 횡지지 되는 경우 띠철근 또는 나선철근 없이 13mm 철근 2개 이상으로 보강하여야 한다.

④ 내진설계범주 D에 속하는 경량골조로 된 2층 이하의 주거용 소규모 건축물을 지지하는 깊이 3.0m 이하인 말뚝의 상부 900mm까지 0409.3.9.4.2에서 요구되는 폐쇄형 띠철근 또는 나선철근을 제한적으로 사용할 수 있다.

0409.3.9.4.1 내진설계범주 'C'에서의 내진보강

내진설계범주 'C'에 속하는 구조물의 경우, 현장타설말뚝은 이 절의 규정에 따라 보강하여야 하며, 해석결과에 따라 보강이 이루어져야 한다. 말뚝의 상부로부터 다음에 규정하는 최소 보강길이에 걸쳐, 철근비 0.25%이상의 종방향 철근을 최소 4개 이상 보강하여야 한다. 말뚝의 최소 보강길이는 다음 중 가장 큰 값으로 한다.

(1) 말뚝길이의 1/3
(2) 3.0m
(3) 말뚝단면 최소치수의 3배
(4) 말뚝의 상부로부터 0409.3.9.1에 따라 산정한 설계균열모멘트가 KDS 41 10 15의 1.5.1의 하중조합으로 산정한 소요휨강도를 초과하는 점까지의 거리

횡방향 철근은 직경 10mm 이상의 폐쇄형 띠철근 또는 나선철근을 사용하여야 한다. 횡방향 철근의 간격은 말뚝기초판 저면으로부터 말뚝 최소치수의 3배 길이 이내에는 150mm 또는 종방향 철근직경의 8배 중 작은 값 이하이어야 하며, 나머지 보강구간에 대해서는 종방향 철근직경의 16배를 초과하지 않아야 한다.

예외규정:

① 이 절의 규정은 구조용 원형강관이나 각형강관 내부에 타설되는 콘크리트에는 적용되지 않는다.
② 폐쇄형 띠철근 또는 나선철근 대신에 두께 1.8mm 이상의 나선형 용접강관으로 콘크리트를 구속할 수 있다. 이렇게 사용되는 강관은 토양성분, 수위변화 또는 지반조건에 대한 시추기록에 표시된 기타 요인들로 인해 있을 수 있는 유해한 작용으로 부터 보호되어야 한다.

0409.3.9.4.2 내진설계범주 'D'에서의 내진보강

내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우, 현장타설말뚝은 이 절의 규정에 따라 보강하여야 하며, 해석결과에 따라 보강이 이루어져야 한다. 말뚝의 상부로부터 다음에 규정하는 최소 보강길이에 걸쳐 철근비 0.5% 이상의 종방향 철근을 최소 4개 이상 보강하여야 한다. 말뚝의 최소 보강길이는 다음 중 가장 큰 값으로 한다.

(1) 말뚝길이의 1/2
(2) 3.0m
(3) 말뚝단면 최소치수의 3배
(4) 말뚝의 상부로부터 0409.3.9.1에 따라 산정한 설계균열모멘트가 KDS 41 10 15의 1.5.1의 하중조합으로 산정한 소요휨강도를 초과하는 점까지의 거리

횡방향 철근은 말뚝의 최소치수가 500mm 이하인 경우 직경 10mm 이상, 500mm를 초과하는 경우 직경 13mm 이상의 폐쇄형 띠철근 또는 나선철근을 사용하여야 한다. 0409.3.9.4.2.1 또는 0409.3.9.4.2.2의 규정에 따라 횡구속 보강이 되어있는 구간 이외의 나머지 보강구간은 횡방향 철근의 간격이 다음 중 최소 값을 초과하지 않아야 한다.

(1) 종방향 철근직경의 12배
(2) 말뚝단면 최소치수의 1/2

(3) 300mm

예외규정:

① 이 절의 규정은 구조용 원형강관이나 각형강관 내부에 타설되는 콘크리트에는 적용되지 않는다.

② 폐쇄형 띠철근 또는 나선철근 대신에 두께 1.8mm 이상의 나선형 용접강관으로 콘크리트를 구속할 수 있다. 이렇게 사용되는 강관은 토양성분, 수위변화 또는 지반조건에 대한 시추기록에 표시된 기타 요인들로 인해 있을 수 있는 유해한 작용으로 부터 보호되어야 한다.

0409.3.9.4.2.1 지반종류 S_1~S_4

지반종류 S_1, S_2, S_3 또는 S_4에 속하는 지반인 경우, 말뚝기초판 저면으로부터 말뚝 최소치수의 3배 이내에는 KDS 14 20 80의 4.3.4의 규정에 따라 횡구속 보강을 하여야 한다. 횡방향 나선철근의 비는 KDS 14 20 80의 4.3.4(1)에 있는 ①에서 요구하는 철근비의 50% 이상이어야 한다.

0409.3.9.4.2.2 지반종류 S_5 및 S_6

지반종류 S_5 또는 S_6에 속하는 지반인 경우, 말뚝기초판으로부터 말뚝 최소치수의 7배 이내 그리고 단단하거나 또는 굳은 층 및 액상화 지층 또는 연약 내지 중간정도 굳은 점토로 이루어진 층의 접촉면으로부터 말뚝 최소치수의 7배 이내에는 KDS 14 20 80의 4.3.4에 있는 (1), (2) 및 (3)의 규정에 따라 횡구속 보강을 하여야 한다.

0409.3.9.5 저면확장말뚝

선단을 확장 천공한 저면확장말뚝의 경우, 벨의 가장자리 두께는 기초 가장자리에 필요한 두께 이상이어야 한다. 벨의 사면이 수평에서 60도(1 라디안)이내의 각도로 경사질 경우, 수직전단의 영향을 고려하여야 한다.

0409.3.9.6 암반정착말뚝

(1) 암반정착말뚝은 기암반까지 영구 원형강관이나 각형강관 케이싱을 설치하고, 암반속은 케이싱없이 천공하여, 케이싱과 암반속 모두 콘크리트로 충전하여야 한다. 암반정착말뚝은 승인된 해석법으로 구해진 길이에 대해 철근 또는 구조용 강재로 중심부를 보강해야 한다.

(2) 암반소켓 깊이는 2이상의 안전율로 말뚝의 전 지지력이 발현될 수 있도록 충분해야 하며, 또한 원형강관이나 각형강관 케이싱의 외경이상 이어야 한다. 암반소켓 깊이는 소켓저면의 허용지내력과 소켓측면의 부착력을 합한 것에 근거하여 설계할 수 있다.

(3) 구조용 강재로 중심부를 보강할 경우, 강재코어의 총단면적은 말뚝 총단면적의 25% 이하이어야 한다.

0409.3.10 마이크로파일

마이크로파일의 설계 및 상세는 0409.3.10.1부터 0409.3.10.4까지의 규정에 따라야 한다.

0409.3.10.1 마이크로파일의 시공

마이크로파일은 토사, 암 또는 토사와 암의 혼합지반에서는 부착구간에 의해 지지력이 발현되어야 한다. 마이크로파일은 그라우팅해야 하고, 말뚝의 전장을 따라 모든 단면에서 강관 또는 철근으로 보강하여야 한다. KDS 14 20 00의 규정에 따른 인장 정착길이 이상 강관의 단면내부로 철근을 연장함으로써 이형철근으로부터 강관으로 하중을 전이할 수 있다.

0409.3.10.2 마이크로파일의 재료

마이크로파일의 보강은 KS D 3504에 따른 이형철근으로 한다.

강관의 두께는 4.8mm 이상이어야 한다. 이음은 0409.3.6에 따라야 한다. 강관은 품질검사증명서(MTC) 또는 강관 중량 18.0ton당 2개의 시편 시험성적서에 표기된 항복강도는 310MPa 이상, 연신율은 15% 이상 이어야 한다.

0409.3.10.3 마이크로파일의 철근보강

임시 또는 영구 케이싱의 내부 또는 암반을 천공한 구멍이나 그라우트와 함께 천공한 구멍의 내부를 그라우트한 마이크로파일 또는 그 일부는, 강관 또는 보강철근이 설계압축하중의 40%이상을 지지하도록 설계하여야 한다. 임시 또는 영구 케이싱이 없이 그리고 그라우트하는 동안 구멍직경을 확인할 적절한 장치도 없이 지반에 노출된 구멍을 그라우트한 마이크로파일 또는 그 일부는 모든 압축하중을 보강철근이 지지하도록 설계하여야 한다. 강관이 보강용으로 사용된 경우, 강관내에 밀폐된 그라우트 부분은 그라우트의 허용응력을 산정하는데 포함할 수 있다.

0409.3.10.4 마이크로파일의 내진보강

내진설계범주 'C' 에 속하는 구조물의 경우, 마이크로파일 상부에서 곡률 0인 점(변곡점)까지 영구 강재케이싱으로 보강해야 한다. 내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우, 마이크로파일은 대안 시스템으로 고려하여야 한다. 검토 및 승인을 득하기 위하여, 대안 시스템에 대한 설계, 증빙서류 및 시험자료를 감독관에게 제출하여야 한다.

0409.3.11. 말뚝기초판

말뚝기초판은 철근콘크리트로 타설하고, 지중보, 기초판을 포함한 수직말뚝에 접합되는 모든 부재들을 포함한다. 말뚝기초판 바로 밑 지반은 어떠한 수직하중도 지지하는 것으로 고려해서는 안된다. 수직말뚝의 머리는 75mm이상 말뚝기초판에 매입하여야 하고, 말뚝기초판은 말뚝 가장자리에서 100mm이상 확장해야 한다. 말뚝머리는 기초판을 타설하기 전에 건전한 부분까지 절단 또는 쪼아내어 두부를 정리 한다.

0409.3.11.1 내진설계범주 'C' 및 'D'의 말뚝기초판

(1) 내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 경우, 콘크리트말뚝은 말뚝철근 또는 현장에서 말뚝에 정착 설치한 다월을 KDS 14 20 00에 따른 정착길이 만큼 말뚝기초판에 매립하여 말뚝기초판과 접합하여야 한다. 만일 접합부가 연성접합부라면, 말뚝의 프리스트레싱 강연선을 말뚝기초판 속에 정착함으로써 프리스트레스트 기성콘크리트말뚝과 말뚝기초판을 접합할 수 있다. 이형철근의 정착길이는 KDS 14 20 52의 4.1 규정에 있는 소요철근량

의 초과에 따른 정착길이의 저감 없이, 압축 또는 인발의 경우 인장에 대한 전체 정착길이이다. 만일 횡구속 구간에서 힌지가 발생하도록 설계되었다면, 콘크리트를 횡구속하고 말뚝상부에서의 인성과 유사연성거동을 유지하기 위한 대안이 허용된다.

(2) 횡구속을 위한 최소철근비는 기둥 최소철근비의 1/2 이상이어야 한다.
(3) 인발력에 저항하는 경우, 강관 또는 H 말뚝의 말뚝기초판에 대한 정착은 강재단면에 대한 콘크리트의 직접부착력이 아닌 그 외의 방법으로 정착하여야 한다.
(4) 콘크리트충전 강관은 충전콘크리트 단면적의 1% 이상의 철근을 말뚝기초판 속에 정착하고, 철근의 인장정착길이 이상으로서, 말뚝기초판 소요 매립깊이의 2배 길이를 충전콘크리트 속으로 연장하여야 한다.

0409.3.11.2 내진설계범주 'D'의 말뚝기초판

내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우, 인발로 인한 축력과 말뚝기초판의 고정으로 인한 휨모멘트의 조합효과를 고려하여 설계한 말뚝기초판에 말뚝을 정착시켜 인발력이나 회전구속에 대해 말뚝이 저항하도록 하여야 한다. 말뚝기초판내의 정착은 말뚝 인장강도의 25% 이상을 발현할 수 있어야 한다. 말뚝기초판내의 정착은 다음 규정에 따라야 한다.

(1) 인발에 대한 정착은 다음 중 최소값을 발현할 수 있어야 한다.
① 콘크리트속 종방향 철근의 공칭인장강도
② 강재의 공칭인장강도
③말뚝과 지반 사이 마찰력의 1.3배

예외조항: KDS 41 10 15에 있는 식(1.5-5) 및 식(1.5-7) 또는 식(1.5-12), 식(1.5-13) 및 식(1.5-15)의 초과강도계수를 포함한 지진하중효과로 인하여 발생하는 축인장력에 저항하도록 정착설계를 할 수 있다.

(2) 회전구속을 위한 정착은 KDS 41 10 15에 있는 식(1.5-5) 및 식(1.5-7) 또는 식(1.5-12), 식(1.5-13) 및 식(1.5-15)의 초과강도계수를 포함한 지진하중영향으로 인하여 발생하는 축력, 전단력 및 휨모멘트에 저항하도록 설계하거나, 또는 말뚝의 축력, 휨 및 전단에 대한 공칭강도를 완전히 발현할 수 있어야 한다.

횡력에 저항하는 수직부재가 기둥인 경우, 말뚝기초판의 휨강도는 기둥의 휨강도보다 커야한다. 경사말뚝과 말뚝기초판의 접합부는 단주로 거동하는 말뚝의 공칭강도에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 경사말뚝과 경사말뚝간의 접합은 KDS 41 10 15에 있는 식(1.5-5) 및 식(1.5-7) 또는 식(1.5-12), 식(1.5-13) 및 식(1.5-15)의 초과강도계수를 포함한 지진하중효과의 적용으로 발생되는 응력과 모멘트에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

0409.3.12 지중보

내진설계범주 'D'에 속하는 구조물의 경우, 지중보는 KDS 41 10 15에 있는 식(1.5-5) 및 식(1.5-7) 또는 식(1.5-12), 식(1.5-13) 및 식(1.5-15)의 초과강도계수를 포함한 지진하중효과에 저항하도록 설계된 경우를 제외하

고 KDS 14 20 80의 4.7.3 규정에 따라야 한다.

0409.3.13 내진보강용 연결재

내진설계범주 'C' 또는 'D'에 속하는 구조물의 경우, 각각의 말뚝기초는 연결재로 서로 연결하여야 한다. 만일 지면슬래브내의 철근콘크리트보나 철근콘크리트 지면슬래브, 또는 튼튼한 암반, 단단한 점토지반 또는 매우 조밀한 자갈층에 의한 구속으로 동등한 구속이 발휘될 수 없으면, 연결재는 말뚝기초판 또는 기둥의 설계 중력하중 중 큰 값에 내진계수S_{DS}(단주기설계스펙트럼 가속도)를 곱하여 10으로 나눈 값과 말뚝 또는 기둥의 설계 중력하중 중 작은 값의 25%에 상당하는 인장력 또는 압축력을 지지할 수 있어야 한다.

예외규정: 경량골조로 된 주거용 소규모 건축물에서 기초벽, 횡력을 받지 않도록 상세설계가 된 내부 독립지주 또는 외부 데크 및 파티오를 지지하는 말뚝은 지반의 강성이 적합한 경우, 감독관의 승인을 받아 서로 연결하지 않아도 된다.

0409.4 말뚝의 설치

말뚝기초는 0409.4에 따라 설치하여야 한다. 단일말뚝이 2개 이상의 이질재료로 구성된 단면이거나 또는 종류가 다른 단면을 이음한 경우, 각 단면은 해당 설치조건들을 만족하여야 한다.

0409.4.1. 구조적 건전성

말뚝기초는 인접 구조물 또는 설치 중이거나 또는 기 설치된 말뚝들의 구조적 건전성에 나쁜 영향을 끼칠 수 있는 비틀림이나 손상을 방지하고, 다른 말뚝들을 제대로 설치할 수 없을 정도의 주변지반 다짐을 피하기 위한 방법과 절차에 따라 설치하여야 한다.

0409.4.1.1 기성콘크리트말뚝의 압축강도

콘크리트는 설계기준압축강도(f_{ck})의 75% 이상의 압축강도에 도달해야 하며, 또한 취급 및 항타 과정에 충분히 견딜 수 있는 강도 이상이어야 한다.

0409.4.1.2 케이싱

현장타설말뚝이 불안정한 지반에 형성되고 또한 콘크리트를 개방천공에 타설하는 경우, 콘크리트 타설 전에 케이싱을 천공 속에 삽입해야 한다. 콘크리트를 타설하면서 케이싱을 빼낼 경우, 콘크리트 타설높이는 수압이나 횡토압을 상쇄하기에 충분한 높이를 케이싱 밑면에서 위로 유지하여야 한다.

0409.4.1.3 케이싱되지 않은 콘크리트의 인접항타

감독관의 승인 없이는, 콘크리트 충전 후 재령 48시간 경과 전에 케이싱되지 않은 말뚝으로부터 자갈층에서는 중심간 거리가 말뚝직경의 6배 이내 또는 점토질 지반에서는 말뚝길이의 1/2이내에서 말뚝의 항타작업을 해서는 안 된다.

완성된 말뚝의 콘크리트 표면이 상승하거나 또는 하강하면, 그 말뚝은 교체하여야 한다. 케이싱 안 된 타설말뚝은 융기를 야기할 수 있는 지반에 설치해서는 안 된다.

0409.4.1.4 케이싱된 콘크리트의 인접항타
감독관의 승인 없이는, 콘크리트 충전 후 재령 24시간 경과 전에 케이싱된 말뚝의 평균직경 4.5배 이내에서 말뚝의 항타작업을 해서는 안 된다. 타입 시 지반융기가 예상되는 케이싱에는 콘크리트를 타설해서는 안 된다.

0409.4.1.5 결함이 있는 목재말뚝
목재말뚝의 관입율이 상당히 급격하게 증가한다면 예상되는 손상에 대하여 조사하여야 한다. 관입율의 급격한 증가 원인이 지반층의 특성과 관계없으면, 말뚝은 조사를 위해서 제거하거나 또는 폐기하여야 한다.

0409.4.2 확인검사
말뚝재질은 제작 시점부터 설치 시점까지 지속적으로 유지된 동일재질의 규정된 등급에 대한 적합성을 확인하거나 또는 규정된 등급에 대한 적합성을 결정하기 위해서 승인된 기관에서 시험하여야 한다. 승인된 기관은 감독관에게 준법서약서를 제출하여야 한다.

0409.4.3 배치계획도면
말뚝을 설치하기 전에, 말뚝의 위치와 명칭(유형)이 표시된 도면을 감독관에게 제출하여야 한다. 말뚝에 대한 상세한 기록은 도면에 표시된 말뚝에 해당되는 재원을 지니고 있어야 한다.

0409.4.4 선굴착
분사, 굴착 또는 그 밖의 방법에 의한 선굴착은 감독관의 승인을 받아야 한다. 선굴착이 승인된 경우, 재하시험해야 하는 말뚝에 사용된 동일한 방식과 기 설치된 말뚝의 내력을 손상하거나 또는 인접구조물을 손상하지 않는 방식으로 선굴착하여야 한다. 말뚝선단은 소요 내력 또는 관입량에 도달할 때까지 선굴착된 깊이보다 아래로 더 깊이 타입하여야 한다.

0409.4.5 진동 항타
진동항타기는 말뚝지지력이 0409.3.3.1.2에 따른 재하시험으로 확인된 경우에만 말뚝의 설치에 사용하여야 한다. 공장제작말뚝은 동력소비량, 관입율 또는 그 외에 말뚝성능이 시험말뚝의 성능과 동등 이상임을 확보하는 승인된 방법에 따라 조절하여 설치하여야 한다.

0409.4.6 융기된 말뚝
인접말뚝의 항타작업 중 융기한 말뚝은 소요 내력과 관입량을 얻기 위해 필요한 경우 재항타 하거나, 말뚝의 내력을

0409.3.3.1.2에 따른 재하시험으로 확인하여야 한다.

0409.4.7 확대저면 현장타설말뚝

콘크리트 다짐 또는 기성콘크리트말뚝 저면을 항타하여 형성된 현장타설말뚝의 확대저면은 자갈층에 형성하거나 타입하여야 한다. 그러한 말뚝들은 현장에 적용하기 위해 시항타하여 성공한 시험말뚝과 같은 방식으로 시공하여야 한다. 토탄 또는 다른 유기질토양을 관통하는 말뚝본체는 영구적인 강재케이싱으로 피복해야 한다. 케이싱된 본체를 사용하는 경우, 본체는 기둥작용에 저항하도록 충분히 보강하거나 또는 지반에 의한 횡지지를 재확보하기 위해서 본체 주위의 환상공간을 충분히 충전하여야 한다. 지반융기가 일어나는 경우, 말뚝이 손상되지 않고 설계하중의 2배를 지지할 수 있다는 것을 입증하지 않으면, 그 말뚝은 교체하여야 한다.

0409.4.8 중공오거굴착 현장타설말뚝

콘크리트 또는 그라우트를 중공오거로 압송하여 타설하는 경우, 오거를 시계방향으로 회전하여 철거할 수 있다. 오거 장비는 일정한 속도 또는 300㎜ 이하의 증가속도로 철거해야 하므로, 콘크리트 타설 또는 그라우팅의 송출압력은 상시 측정하여, 정수압과 횡토압을 상쇄하기에 충분할 정도로 높게 항상 유지하여야 한다. 각 말뚝에 타설한 콘크리트 또는 그라우트의 체적이 오거로 천공한 구멍의 이론상 체적 이상임을 확인하기 위하여 콘크리트 또는 그라우트의 체적을 측정하여야 한다. 말뚝의 설치과정이 중단되거나 또는 콘크리트나 그라우트의 타설압력이 떨어진 경우, 말뚝은 설치가 중단되거나 또는 콘크리트나 그라우트의 타설압력이 떨어진 후 재가동되는 시점의 오거 선단 위치에서 아래로 1.5m까지 재천공하여야 한다. 오거로 천공하여 현장타설하는 말뚝은 감독관의 승인을 받지 않으면, 재령 12시간 미만의 콘크리트나 그라우트로 충전한 말뚝과의 중심간 거리가 말뚝직경의 6배 이내에서는 설치해서는 안 된다. 설치가 끝난 말뚝의 콘크리트 또는 그라우트의 높이가 인접말뚝의 설치로 인해 내려가면, 그 말뚝은 교체하여야 한다.

0409.4.9 암반정착말뚝

암반정착말뚝에서 암반구멍 및 강관 케이싱은 콘크리트를 충전하기 전에 이물질들을 완전히 청소해야 한다. 강재코아는 암반구멍 저면의 시멘트 그라우트에 묻어야 한다.

0409.4.10 마이크로파일

마이크로파일은 케이싱을 하거나 또는 케이싱 없이 회전이나 타격 천공법으로 굴착된 구멍에 형성할 수 있다. 말뚝은 액상 시멘트그라우트로 그라우팅해야 한다. 그라우트는 양질의 그라우트가 말뚝상부로 되돌아 흘러나올 때까지 말뚝 저면까지 내린 트레미관을 통해서 압송하여야 한다. 다음 요구사항들은 특정한 설치방법에 적용한다.

(1) 임시 케이싱 안에 그라우트한 마이크로파일의 경우, 케이싱을 회수하기 전에 보강철근을 삽입해야 한다. 케이싱은 그라우트가 천공구멍을 완전히 채우도록 말뚝상단에 그라우트 높이를 유지하는 제어된 방법으로 회수하여야 한다. 케이싱을 회수하는 동안, 케이싱내의 그라우트 흐름이 방해받지 않는 것을 확인하기 위하여 케이싱내의 그라우트 높이를 주시하여야 한다.

(2) 임시 케이싱이 없이 지반의 열린 천공에 그라우트한 마이크로파일 또는 그 일부에 대해, 그라우트하는 동안 천공의 최소 설계직경을 적절한 장치로 확인하여야 한다.
(3) 선단지지로 설계된 마이크로파일의 경우, 그라우팅 전에 적절한 수단을 사용하여 지지면이 적절히 청소되었는지를 확인하여야 한다.
(4) 후속 마이크로말뚝의 천공은 선 설치된 인접 마이크로말뚝의 그라우트가 경화하기에 충분한 시간을 가질 때까지 할 수 없다.
(5) 마이크로말뚝은 천공이 끝나자마자 그라우팅해야 한다.
(6) 전장 케이싱으로 설계된 마이크로파일의 경우, 케이싱 외부의 그라우트 범위를 확인하기 위하여 케이싱을 부착구간 상부까지 끌어올렸다가 재삽입하거나 또는 어떤 다른 적절한 수단을 사용하여야 한다.

0409.4.11 나선형 말뚝

나선형말뚝은 관계전문기술자가 결정한 규정된 매입깊이와 비틀림저항 기준에 따라 설치하여야 한다. 설치 시 적용토크는 나선형말뚝에 대한 최대허용설치토크를 초과하지 않아야 한다.

0409.4.12 특별검사

타입말뚝, 현장타설말뚝 및 나선말뚝의 경우는 다음에 따른 특별검사를 하여야 한다.

(1) 타입말뚝

특별검사와 시험은 <표 0409.4.12.1>에 명시한 바와 같이 타입말뚝을 설치하는 동안 수행되어야 한다. 승인된 지반보고서와 책임기술자에 의해 작성된 시공문서를 사용하여 적합성을 결정해야 한다.

<표 0409.4.12.1> 타입말뚝기초요소에 대한 특별검사와 시험 요구사항

종류	연속적인 특별검사	주기적인 특별검사
1. 요소에 대한 재료, 크기 및 길이가 요구사항에 적합한지 확인.	적용	–
2. 시험 요소들에 대한 저항능력을 결정하고 필요시 추가 재하시험 실시.	적용	–
3. 항타 운용 검사 및 각 요소에 대해 완전하고 정확한 기록 유지.	적용	–
4. 배치 위치와 수직도 검증, 해머의 종류와 크기 확인, 관입량 300mm당 타격 횟수 기록, 설계지지력을 확보하기 위해 필요한 관입량 결정, 선단과 butt 높이 기록, 그리고 기초요소에 대한 손상을 문서화.	적용	–
5. 강재말뚝의 경우, KDS 41 10 10의 4.2에 따른 추가 검사 실시.	–	–
6. 콘크리트 말뚝 및 콘크리트충전말뚝의 경우, KDS 41 10 10의 4.3에 따른 시험 및 특수검사 실시.	–	–
7. 특수말뚝의 경우, 등록된 책임 설계전문가가 결정한 추가검사 실시.	–	–

(2) 현장타설말뚝

특별검사와 시험은 <표 0409.4.12.2>에 명시한 바와 같이 현장타설말뚝을 설치하는 동안 수행되어야 한다. 승인된 지반공학보고서와 책임기술자에 의해 작성된 시공문서를 사용하여 적합성을 결정해야 한다.

<표 0409.4.12.2> 현장타설말뚝기초요소에 대한 특별검사와 시험 요구사항

종류	연속적인 특별검사	주기적인 특별검사
1. 시추작업 점검, 각 요소에 대한 완전하고 정확한 기록 유지	적용	–
2. 배치 위치와 수직도의 확인, 요소의 직경과 벨 직경(해당되는 경우)/길이 및 암정착길이(해당되는 경우), 적합한 선단지지층의 저항능력 확인. 콘크리트 및 그라우트의 부피 기록.	적용	–
3. 콘크리트 요소의 경우, KDS 41 10 10의 4.3에 따른 시험 및 추가 특별검사 실시.	–	–

(3) 나선말뚝

나선형 파일 기초를 설치하는 동안 지속적으로 특별검사를 수행하여야 한다. 기록문서에는 사용된 설치 장비, 말뚝 치수, 말뚝 선단 깊이, 최종 깊이, 최종 설치 토크 및 책임있는 등록된 설계전문가가 요구하는 기타 관련 설치 데이터가 포함되어야 한다. 승인된 지반공학 보고서와 등록된 설계전문가가 작성한 시공문서를 사용하여 적합성(준수 여부)을 결정하여야 한다.

0410 깊은 지하층의 지하외벽, 바닥구조 및 기둥

0410.1 일반사항

(1) 지하층의 지하외벽, 바닥구조와 기둥은 다음 사항들을 고려하여 설계하여야 한다.

(2) 지하구조물의 내진설계는 KDS 41 17 00의 14에 따른다.

0410.2 지하외벽구조

(1) 지하외벽구조는 지상층구조의 횡력 영향과 지하외벽에 직접 작용하는 토압 및 수압의 영향을 고려하여 설계되어야 한다.

(2) 지하외벽에 직접 작용하는 정적 횡토압과 횡수압은 KDS 41 10 15의 7.2(0307)에 따라 결정한다.

(3) 지하외벽에 직접 작용하는 지진토압은 KDS 41 17 00의14.5에 따라 산정한다.

(4) 지하외벽의 설계를 위한 지진토압을 포함한 하중조합은 KDS 41 17 00의 14.4.2와 14.4.3에 따른다.

0410.3 지하층 바닥구조

(1) 1층을 포함한 지하층 바닥구조는 연직하중에 의한 영향뿐만 아니라 지상층 구조의 횡력 영향과 지하외벽에 직접 작용하는 횡토압 및 횡수압에 의한 면내압축력도 고려하여 설계하여야 한다. 또한 세장 압축부재는 세장영향을 고려하여한다.

(2) 면내하중이 작용하는 바닥구조의 설계는 큰 개구부의 영향도 고려하여야 한다.

(3) 지하외벽에 직접 작용하는 정적 횡토압과 횡수압은 지속하중으로 간주하여야 한다.

(4) 횡력을 전달하는 지하층 바닥구조는 KDC 41 17 00의 8.4에 따라 격막 및 수집재들을 설계하여야 한다.

(5) 지하층 바닥구조의 상세는 격막, 경계부재, 수집재 들의 구성요소 사이에 힘이 안전하게 전달되도록 해당 기준에 따라 설계하여야 한다.

(6) 지하층 바닥구조의 하중전달 경로에 단면의 변화가 있는 경우에는 이에 대한 영향을 고려하여 설계하여야 한다.

(7) 지하층에 합성바닥구조를 사용한 경우에는 압축력을 받는 구조요소들의 접합부 주변은 합성구조기준의 11장 하중전달에 따라서 길이방향 전단력을 고려하여 설계하여야 한다.

(8) 압축력을 받는 합성부재의 각 요소(강재와 콘크리트의 단면)에 작용하는 압축력 산정에는 콘크리트의 장기경과에 따른 영향을 고려하여야 한다.

0410.4 지반에 접한 지하층 바닥구조

지반에 접한 바닥구조는 지하외벽으로 부터의 면내하중과 지반으로부터의 상향 수압 및 토압에 의한 면외 하중도 고려하여 설계하여야 한다.

0410.5 지하층 기둥

지하층 바닥의 폭이나 길이가 매우 큰 경우(상하 바닥구조의 총수축량 차이가 해당 기둥 높이의 1/500을 초과하는 경우)의 지하층 기둥은 지하층 바닥구조에 작용하는 면내압축력에 의한 바닥구조의 축방향 수축 영향도 고려하여 설계하여야 한다.

제 5 장 콘크리트구조

제5장 콘크리트구조

이 장은 별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준과 동일하며 추가 또는 변경된 부분만 별도 표기하였다. 콘크리트구조 학회기준과 다른 이유를 괄호 안에 추가, 삭제로 표기하고, 아무런 표기가 없으면 변경된 내용이다.

0501 일반사항

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 1장을 따른다.

1.1 목적

이 장은 무근콘크리트, 철근콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트 및 경량기포 콘크리트를 사용하는 건축구조물에 적용한다.

1.3 적용범위

(2) 콘크리트 구조물의 설계는 이 장에서 제시한 강도설계법을 적용하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 발주자가 필요하다고 인정하는 경우 허용응력설계법을 따를 수 있다.

(4) 이 장은 건축구조물과 관련된 옹벽, 측구, 저수조, 저장소, 굴뚝 등 구조물과 플랜트, 지하 구조물, 탱크 등 특수 구조물에 대하여서도 원칙적으로 이 구조기준을 적용하되 각 구조물의 거동 특성 및 기능에 따라 당해 시설에 맞는 기준을 적용할 수 있다.

1.5 구조설계 도서

(4) 구조설계 도서에 포함되어야 하는 내용은 0104.3.4.에 따른다.

1.6 참고 기준

(삭제) ~~도로교 설계기준(국토해양부, 2010)~~

(삭제) ~~콘크리트표준시방서(국토해양부, 2009)~~

(삭제) ~~콘크리트공사표준안전작업지침(노동부, 2009)~~

(추가) 경량기포 콘크리트 패널구조 설계기준 (대한건축학회)

(추가) 경량기포 콘크리트 블록구조 설계기준 (대한건축학회)
(추가) 콘크리트구조 학회기준 (한국콘크리트학회)

0502 재료

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 2장을 따른다.

0503 해석과 설계 원칙

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 3장을 따른다.

3.1 일반 사항

3.1.2 기호
(추가) H = 흙, 지하수 또는 기타 재료의 횡압력에 의한 수평방향 하중 또는 이에 의해서 생기는 단면력
(삭제) ~~H_h = 흙, 지하수 또는 기타 재료의 횡압력에 의한 수평방향 하중 또는 이에 의해서 생기는 단면력~~
(삭제) ~~H_v = 흙, 지하수 또는 기타 재료의 횡압력에 의한 연직방향 하중 또는 이에 의해서 생기는 단면력~~

3.3 강도

3.3.2 소요강도
0301.5.1.(1)에 따른다.

0504 사용성 및 내구성

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 3장을 따른다.

4.5.3 노출 범주 및 등급
(1) 책임구조기술자는 구조용 콘크리트 부재에 대해 예측되는 노출정도를 고려하여 <표 4.5.1>에 따라 노출등급을 정하여야 한다.

<표 4.5.1> 노출 범주 및 등급

범주	등급		조 건	
F (동결 융해)	무시	F0	동결융해의 반복작용에 노출되지 않는 콘크리트	
	보통	F1	간혹 수분과 접촉하고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트	
	심함	F2	지속적으로 수분과 접촉하고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트	
	매우 심함	F3	제빙화학제에 노출되며 지속적으로 수분과 접촉하고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트	
S (황산염)			토양 내의 수용성 황산염(SO_4)의 질량비(%)	물 속에 용해된 황산염(SO_4) (ppm)
	무시	S0	$SO_4 < 0.10$	$SO_4 < 150$
	보통	S1	$0.10 \le SO_4 < 0.20$	$150 \le SO_4 < 1,500$, 해수
	심함	S2	$0.20 \le SO_4 < 2.00$	$1,500 \le SO_4 \le 10,000$
	매우 심함	S3	$SO_4 > 2.00$	$SO_4 > 10,000$
P (낮은 투수성 요구)	무시	P0	낮은 투수성이 요구되지 않고 수분과 접촉되는 경우	
	적용	P1	낮은 투수성이 요구되고 수분과 접촉되는 경우	
C (철근 방식)	무시	C0	건조하거나 또는 수분으로부터 보호되는 콘크리트	
	보통	C1	수분에 노출되지만 외부의 염화물에 노출되지 않는 콘크리트	
	심함	C2	제빙화학제, 소금, 염수, 해수 또는 해수 물보라 등과 같은 염화물에 직접적으로 노출되는 콘크리트	

4.5.4 내구성 허용기준

(1) <표 4.5.1>에 따라 노출등급이 결정된 경우의 콘크리트 배합은 <표 4.5.2>에 규정된 가장 엄격한 요구 조건을 따라야 한다.

<표 4.5.2> 노출등급에 따른 내구성 허용기준

노출 등급	최대 물-결합재비	최소 설계기준압축강도 f_{ck}(MPa)	추가적인 최소 요구 사항		
			공기량		결합재 사용제한
F0	-	21	없음		없음
F1	0.45	30	<표 4.5.3>		없음
F2	0.45	30	<표 4.5.3>		없음
F3	0.45	30	<표 4.5.3>		<표 4.5.4>
			시멘트의 종류		염화칼슘 혼화제 사용 유무
S0	-	21	제한 없음		제한 없음
S1	0.5	27	보통포틀랜드시멘트(1종)+포졸란 혹은 슬래그[1)] 플라이애시시멘트(KS L 5211) 중용열포틀랜드시멘트(2종)(KS L 5201) 고로슬래그시멘트(KS L 5210)		제한 없음
S2	0.45	30	내황산염포틀랜드시멘트(5종) (KS L 5201) 고로슬래그시멘트(KS L 5210)+플라이애시		허용 안 됨
S3	0.45	30	내황산염포틀랜드시멘트(5종) (KS L 5201) +포졸란 혹은 슬래그[2)]		허용 안 됨
P0	-	21	해당사항 없음		
P1	0.50	27	해당사항 없음		
			콘크리트 내 최대 수용성 염소이온(Cl^-)량 (시멘트 질량에 대한 %)		관련 규정
			철근 콘크리트	프리스트레스트 콘크리트	
C0	-	21	1.00	0.06	없음
C1	-	21	0.30	0.06	
C2	0.40	35	0.15	0.06	0505 5.4

1) 1종시멘트가 포함된 콘크리트에 사용될 때, 황산염에 대한 저항을 개선시킨 실적이 있거나 또는 실험에 의해 증명된 포졸란 또는 슬래그
2) 5종시멘트가 포함된 콘크리트에 사용될 때, 황산염에 대한 저항을 개선시킨 실적이 있거나 또는 실험에 의해 증명된 포졸란 또는 슬래그

(2) 노출등급 F1, F2, F3에 해당하는 보통중량콘크리트나 경량 콘크리트는 <표 4.5.3>에 제시된 공기량을 확보하여야 한다. 이때 연행 공기량의 허용편차는 ±1.5%이다. 설계기준압축강도가 35MPa을 초과하는 콘크리트는 <표 4.5.3>에 제시된 공기량에서 1% 감소시킬 수 있다.

<표 4.5.3> 동해 저항 콘크리트에 대한 전체 공기량

굵은골재의 최대치수(mm)	공 기 량 (%)	
	노출 등급 F1	노출 등급 F2, F3
10.0	6.0	7.5
15.0	5.5	7.0
20.0	5.0	6.0
25.0	4.5	6.0
40.0	4.5	5.5

(3) 철근의 부식방지를 위해서 굳지 않은 콘크리트의 전체 염소이온량은 원칙적으로 0.30kg/m^3 이하로 하여야 한다. 다만, 책임구조기술자의 승인을 받는 경우 0.60kg/m^{3}까지 허용될 수 있다. 그러나 이미 굳은 콘크리트의 전체 염소이온량에 대한 검토가 염소이온 농도에 의해 이루어질 경우 재령 28일 이후의 콘크리트에서 최대 수용성 염소이온농도 시험은 KS F 2713 또는 KS F 2715에 따라 시행하고, <표 4.5.2>의 값으로 검토할 수 있다.

(4) 노출등급 C2의 경우 <표 4.5.2>의 최대 물-결합재비 및 콘크리트의 최소 설계기준압축강도 조건과 0505 5.4의 최소 콘크리트 피복조건을 만족하여야 한다.

(5) 노출등급 F3의 경우 콘크리트 배합에 사용되는 플라이애시, 실리카퓸, 슬래그, 포졸란의 결합재의 전 질량에 대한 비율이 <표 4.5.4>의 요건에 적합하도록 하여야 한다.

<표 4.5.4> 노출등급 F3의 콘크리트에 대한 최대 혼화재 비율

결 합 재	결합재 전중량에 대한 백분율(%)
KS L 5405에 따르는 플라이애시 또는 기타 포졸란	25
KS F 2563에 따르는 고로슬래그 미분말	50
실리카퓸	10
플라이애시 또는 기타 포졸란, 고로슬래그 미분말 및 실리카퓸의 합	50[1)]
플라이애시 또는 기타 포졸란과 실리카퓸의 합	35[1)]

1) 플라이애시나 기타 포졸란은 25 % 이하, 실리카퓸은 10 % 이하이어야 한다.

0505 철근상세

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 5장을 따른다.

5.5.2 압축부재의 횡철근

(3) 압축부재에 사용되는 띠철근은 다음 규정을 따라야 한다.

② 띠철근의 수직간격은 축방향 철근지름의 16배 이하, 띠철근이나 철선지름의 48배 이하, 또한 기둥 단면의 최소 치수 의 1/2 이하로 하여야 한다. 단, 200mm보다 좁을 필요는 없다.

5.6.3 접합부

(3) (추가) 보-기둥 접합부에서 둘레보강과 내부띠철근의 최대수직간격은 5.5.2의 규정을 따라야 한다. 이때 둘레보강과 내부띠철근의 상세는 기둥단부와 동일한 상세를 사용한다. 단, 접합부의 4면이 보로 둘러싸인 접합부 영역에서는 둘레보강과 내부띠철근을 생략할 수 있다.

0506 휨 및 압축

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 6장을 따른다.

0507 전단과 비틀림

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 2장을 따른다.

7.4.3 최소 전단철근

(1) 계수전단력 V_u가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ϕV_c의 1/2을 초과하는 모든 철근콘크리트 및 프리스트레스트콘크리트 휨부재는 다음의 경우를 제외하고 최소 전단철근을 배치하여야 한다.

⑥ 보의 깊이가 600mm를 초과하지 않고 설계기준압축강도가 60MPa를 초과하지 않는 강섬유 콘크리트 보에 작용하는 계수전단력이 를 초과하지 않는 경우

0508 정착 및 이음

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 8장을 따른다.

0509 프리스트레스트 콘크리트

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 9장을 따른다.

0510 슬래브

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 10장을 따른다.

0511 벽체

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 11장을 따른다.

0512 기초판

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 12장을 따른다.

0513 옹벽 및 지하외벽

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 13장을 따른다.

0514 아치

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 14장을 따른다.

0515 라멘 [삭제]

0516 프리캐스트콘크리트

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 2장을 따른다.

16.1 일반 사항

16.1.1 적용 범위
(3) (삭제)

16.4 프리캐스트콘크리트 세그멘탈 교량 (삭제)

0517 합성콘크리트 부재

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 2장을 따른다.

17.2 설계일반

(2) 각각의 부재요소는 각 재하단계에서 시공과정부터 발생 가능한 모든 사용하중 및 설계하중조건에 대해 합성 또는 비합성 단면을 고려하여 강도 및 사용성을 검토하여야 한다.
(9) (추가) 위험단면위치의 주위에서 단면의 크기, 힘의 흐름이 급격히 변화하는 경우에는 실험 및 해석으로 성능이 입증되거나 05A1에 따라 설계되어야 한다.

17.3 합성콘크리트 휨부재의 설계

17.3.1 수직전단강도

(4) (추가) 프리스트레스를 가하지 않은 합성 휨 부재에서 요소간의 콘크리트 강도가 서로 다를 경우에는 각 요소별 특성에 따라 V_c를 각각 계산하여 합산하여 V_c를 계산할 수 있다. 전단강도 계산을 위하여 식(7.3.1)과 식(7.3.3)을 사용한다. 단, 7.4.3 최소전단철근의 조건을 만족하지 않고 휨 인장철근비가 0.013 미만인 경우에는 각 요소별 $\sqrt{f_{ck}}$의 값이 7.1MPa를 초과하지 않도록 하여야 한다.
(5) (추가) 프리스트레스를 가한 요소를 포함하는 합성 휨 부재에서는 각 요소의 특성에 따라 V_c를 각각 계산하여 합산할 수 있다. 프리스트레스된 단면은 7.3.2(2)의 조건을 만족하는 식(7.3.7)을 사용하고, 프리스트레스되지 않은 단면은 식(7.3.1)을 사용하여 계산한다. 단, 휨철근 인장강도의 40% 미만의 유효프리스트레스 힘이 작용하는 경우에는 (4)에 따른다. 프리스트레스요소의 단부와 정착부에서는 프리스트레스의 영향을 무시하고 (4)에 따른다.
(6) (추가) (4)와 (5)에서 각 요소의 전단강도계산에 사용되는 유효깊이는, 요소가 압축대에 위치한 경우에는 요소의 총깊이이며, 요소가 인장대에 위치한 경우에는 해당요소의 유효깊이이다.
(7) (추가) 전단철근에 의한 전단강도 V_s의 최대값은 7.4.4(9)에 따르며, 이때 f_{ck}는 각 요소의 콘크리트강도 중 최소값을 사용한다.

17.3.4 구조용 강재를 철근콘크리트로 보강한 합성휨부재적용 범위

(5) (삭제)

0518 쉘과 절판부재

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 18장을 따른다.

0519 구조용 무근콘크리트

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 2장을 따른다.

19.1 일반 사항

19.1.1 적용 범위

(1) 현장치기콘크리트 또는 프리캐스트콘크리트 부재 등과 같은 구조용 무근콘크리트 부재의 설계와 시공은 이 절

의 규정에 따라야 하며, 다음의 ①과 ②는 제외할 수 있다.

① 구조용 무근콘크리트로 건설되는 지하층 벽체는 콘크리트구조 학회기준 4.5.3의 특별한 환경상태에 대한 요구사항에서 제외될 수 있다.

② 보도와 지표면 슬래브 등과 같이 지면에 바로 지지되는 슬래브의 설계와 시공은 이 기준을 적용하지 않는다. 다만, 이러한 부재가 다른 구조부재로부터 수직하중 또는 수평하중을 지면으로 전달하는 경우는 이 기준을 적용한다.

0520 기존 구조물의 안전성 평가

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 18장을 따른다.

제 21 장 내진설계시 특별 고려 사항

별도 표기한 부분을 제외하고 한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 1장을 따른다.

21.2.5 중간 및 특수 콘크리트 구조 시스템의 철근

(2) 골조의 주철근, 구조벽체의 수직철근 및 연결보의 주철근은 KS D 3504의 특수내진용 S등급 철근을 사용하여야 한다.

21.8.7 연결보

(5) (추가) $l_n/h<2$인 연결보에서 대각선 철근으로 설계되지 않는 경우, 150mm 이하 간격의 횡방향 철근과 수직 및 수평방향으로 각각 200mm 이하 간격의 연결철근을 배치하여야 한다. 각 연결철근과 횡방향 철근의 갈고리는 동등 이상의 직경인 축방향 철근에 연결하여야 하며 기계적 정착철근을 연결철근으로 사용할 수 있다.

05A1 스트럿-타이 모델

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 부록 I을 따른다.

05A2 재료계수를 적용한 휨 및 압축 부재의 별도 설계 [삭제]

05A3 균열의 검증

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 부록 III을 따른다.

05A4 장방형 슬래브 설계용 계수

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 부록 IV를 따른다.

05A5 기존 구조물의 안정성 평가 세부 사항

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 부록 V를 따른다.

05A6 성능기반설계기본 고려 사항

한국콘크리트학회에서 연구·제정한 콘크리트구조 학회기준 부록 VI를 따른다.

참고문헌

(추가) Kim, C.-G., Lee, H., Park, H.-G., Hong, G.-H., and Kang, S.-M. (2017), "Effect of Steel Fibers on Minimum Shear Reinforcement of High-Strength Concrete Beams", ACI Structural Journal, 114(5), pp.1109-1119.

(추가) Kim, C.-G., Park, H.-G., Hong, G.-H., and Kang, S.-M., (2016) "Shear Strength of Composite Beams with Dual Concrete Strengths", ACI Structural Journal, 113(2), pp.263-274.

(추가) Kim, C.-G., Park, H.-G., Hong, G.-H., Kang, S.-M., and Lee, H., (2017) "Shear Strength of Concrete Composite Beams with Shear Reinforcements", ACI Structural Journal, 114(4), pp.827-837.

(추가) Kim, C.-G., Park, H.-G., Hong, G.-H., Lee, H., and Suh, J.-I., (2018) "Shear Strength of Reinforced Concrete Composite Beams with Prestressed Concrete and Non-prestressed Concrete", ACI Structural Journal, 115(4), pp.917-930.

제 6 장 조적식 구조

제6장 조적식 구조

0601 일반사항 / 0602 재료의 기준 / 0603 설계일반사항 / 0604 허용응력설계법 / 0605 강도설계법 /
0606 경험적 설계법 / 0607 조적조 문화재 / 0608 고온고압증기양생시포콘크리트(조적조 강도설계) 구조설계

0601 일반사항

0601.1 적용범위

이 장은 조적식 구조의 일반적이고 기본적인 요구사항과 재료, 설계, 품질관리 등 이와 관련한 기준을 규정한 것으로 조적식 건축물 및 공작물에 적용한다.

0601.2 구조설계법

일반 조적식구조는 다음 3가지 설계법 중 어느 한 규정을 따른다.

0601.2.1 허용응력설계

허용응력설계는 0603절의 설계일반사항과 0604절의 허용응력설계법을 따른다.

0601.2.2 강도설계

강도설계는 0603절의 설계일반사항과 0605절의 강도설계법을 따른다.

0601.2.3 경험적설계

경험적설계는 0603절의 설계일반사항과 0606절의 경험적설계법을 따른다.

0601.3 용어의 정의

이 장에서 사용되는 용어들은 다음과 같이 정의한다.

가로줄눈 : 조적단위가 놓여지는 수평적인 모르타르 접합부

가로줄눈면적 : 가로줄눈에서 모르타르와 접한 조적단위의 표면적

겹 : 두께방향으로 단위 조적개체로 구성된 벽체

공칭치수 : 규정된 부재의 치수에 부재가 놓이는 접합부의 두께를 더한 치수

그라우트 : 시멘트 성분을 가진 재료와 골재의 혼합물로 구성되어 있으며, 조적개체의 사이 혹은 속빈 조적개체의 채움용으로 쓰이는 모르타르 혹은 콘크리트

기준치수 : 조적조, 조적단위, 접합부와 다른 구조요소의 시공과 제작을 위해 규정된 치수

대린벽 : 한 내력벽에 직각으로 교차하는 벽

면살 또는 살 : 조적을 쌓기 위한 속빈 블록 개체의 바깥살 부분

보강기둥 : 보강재와 조적체가 모두 압축력을 받는 수직부재
보강조적 : 보강근이 조적체와 결합하여 외력에 저항하는 조적시공형태
블록의 공동 : 전체 공동단면적이 967 mm^2보다 큰 빈 공간
블록전단면적 : 블록의 수평면의 외곽 4변 안에 있는 면적, 즉 속이 빈 공간 등을 포함한 전체면적
비보강기둥 : 두께에 수직이 되는 수평치수가 두께의 3배를 넘지 않는 수직구조부재
세로줄눈 : 수직으로 평면을 교차하는 모르타르 접합부
속빈단위조적개체 : 중심공간, 미세공간 또는 깊은 홈을 가진 공간에 평행한 평면의 순단면적이 같은 평면에서 측정한 전단면적의 75%보다 적은 조적단위
속찬단위조적개체 : 중심공간, 미세공간 또는 깊은 홈을 가진 공간에 평행한 평면의 순단면적이 같은 평면에서 측정한 전단면적의 75% 이상인 조적단위
순단면적 : 전단면적에서 채워지지 않은 빈 공간을 뺀 면적
실제치수 : 규정된 부재의 실측치수
유효보강면적 : 보강면적에 유효면적 방향과 보강면과의 사이각의 코사인값을 곱한 값
조적개체 : 규정한 요구조건을 만족하는 벽돌, 타일, 석재, 유리블록 또는 콘크리트블록
테두리보 : 조적조에 보강근으로 보강된 수평부재
프리즘 : 그라우트 또는 모르타르가 포함된 단위조적의 개체로 조적조의 성질을 규정하기 위해 사용하는 시험체
환산단면적 : 기준 물질과의 탄성비의 비례에 근거한 등가면적

0601.4 주요기호

a : 등가응력블록의 깊이(mm)
A_b : 앵커볼트의 단면적(mm^2)
A_e : 조적조의 유효단면적(mm^2)
A_g : 벽의 전체단면적(mm^2)
A_{jh} : 벽 격자접합부에 설치된 특정 가로철근의 전체면적(mm^2)
A_{mv} : 벽두께와 전단력이 작용하는 방향의 단면의 길이를 경계로 하는 조적단면의 순면적(mm^2)
A_p : 조적조에 삽입되어 묻힌 앵커볼트에 의한 콘크리트 깔때기형태의 원면적(mm^2)
A_s : 기둥이나 휨부재의 철근의 유효단면적(mm^2)
A_{se} : 철근의 유효단면적(mm^2)
A_{sh} : 중심공간을 구속하는 직사각형 이음철근의 전체단면적(mm^2)
A_v : 길이방향철근에 직교하는 전단보강근의 면적(mm^2)
A_s' : 휨부재의 압축철근의 유효단면적(mm^2)
b : 직사각형부재나 T형 또는 I형 단면의 플랜지의 폭(mm)
B_{sn} : 앵커볼트의 공칭전단력(N)
b_{su} : 앵커볼트에 의해 지지되는 계수전단력(N)

B_t : 앵커볼트의 허용인장력(N)

b_t : 앵커볼트에 작용하는 계산된 인장력(N)

B_{tn} : 앵커볼트의 공칭인장력(N)

b_{tu} : 앵커볼트에 의해 지지되는 계수인장력(N)

B_v : 앵커볼트의 허용전단력(N)

b_v : 앵커볼트에 작용하는 계산된 전단력(N)

b' : T형이나 I형 단면의 복부의 폭(mm)

c : 중립축에서 부재연단까지의 거리(mm)

C_d : 공칭전단강도계수

D : 고정하중 또는 고정하중으로 발생하는 부재의 응력

d : 휨부재의 압축면과 길이방향 인장철근의 중심 거리(mm)

d_b : 철근직경(mm)

d_{bb} : 접합부를 관통하거나 묻히는 가장 큰 보의 길이방향철근의 직경(mm)

d_{bp} : 접합부를 관통하는 가장 큰 기둥의 길이방향철근의 직경(mm)

E : 지진의 하중효과 또는 관련 내부모멘트와 힘

e : P_{uf} 의 편심길이(mm)

E_m : 조적조의 탄성계수(MPa)

e_{mu} : 압축최대변형률

E_s : 철근의 탄성계수(MPa)

F : 액체의 압력이나 무게 때문에 발생하는 하중이나 관계된 모멘트와 힘

F_a : 기둥에서 중심축하중만 작용할 때의 허용평균축압축응력(MPa)

f_a : 설계축하중에 의한 축압축응력(MPa)

F_b : 휨하중만 작용하는 부재에 대한 허용휨압축응력(MPa)

f_b : 설계휨하중에 의한 부재 맨 바깥쪽(최대) 휨응력(MPa)

F_{br} : 조적조의 허용지압응력(MPa)

f_{md} : 고정하중에 의해서만 발생하는 압축응력(MPa)

f_r : 파괴계수(MPa)

F_s : 철근의 허용응력(MPa)

f_s : 설계하중에 의한 철근의 응력(MPa)

F_{sc} : 기둥철근의 허용압축응력(MPa)

F_t : 조적조의 허용휨인장응력(MPa)

F_v : 조적조의 허용전단력(MPa)

f_v : 설계하중에 의한 전단력(MPa)

f_y : 철근의 인장항복응력(MPa)

f_{yh} : 수평철근의 인장항복응력(MPa)

$f_g{}'$: 28일 양생일 때 채움재의 규정 압축강도(MPa)

$f_m{}'$: 28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도(MPa)

G : 조적의 전단계수(MPa)

H : 흙속의 물과 흙의 무게와 압력에 의한 하중 또는 관련된 내부모멘트와 힘

h : 지지되는 지점 사이 벽의 높이(mm)

h_b : 보깊이(mm)

h_c : 구속철근의 중심과 중심 거리로 측정한 충전된 중심 공간의 단면치수(mm)

h_p : 벽 격자평면에서 기둥깊이(mm)

h' : 벽이나 기둥의 유효높이(mm)

I : 단면 중립축에서의 단면2차모멘트(mm^4)

I_e : 유효단면2차모멘트(mm^4)

I_g,I_{cr} : 벽단면에서 전체균열이 발생한 단면2차모멘트(mm^4)

j : 보깊이(d)에서 휨압축력의 중심과 인장력의 중심간의 거리 또는 비

K : 철근피복과 순간격 중 작은 값(mm)

k : 휨재에서 춤 d에 대한 압축응력블록의 깊이 비

L : 활하중 또는 활하중으로 발생하는 부재응력

L_w : 벽체의 길이(mm)

l : 벽체 또는 일부분의 길이(mm)

l_b : 앵커볼트의 정착길이(mm)

l_{be} : 앵커볼트 단부의 거리, 조적조 단부에서 앵커볼트 표면까지 최소거리(mm)

l_d : 필요한 철근콘크리트의 정착길이(mm)

M : 설계모멘트(N·mm)

M_a : 처짐이 계산된 단계에서 부재의 최대모멘트(N·mm)

M_c : 인장력 중심에 대한 휨부재의 압축철근모멘트(N·mm)

M_{cr} : 조적조의 공칭균열모멘트(N·mm)

M_m : 철근의 인장력중심에 대한 조적조의 압축력모멘트(N·mm)

M_n : 공칭모멘트(N·mm)

M_s : 조적조의 압축력중심에 대한 철근의 인장력모멘트(N·mm)

M_{ser} : 패널 중간높이에서 $P-\Delta$ 효과를 고려한 사용모멘트(N·mm)

M_u : 계수모멘트(N·mm)

n : 탄성계수비= E_s / E_m

P : 설계용 축하중(N)

P_a : 보강조적조기둥에서 허용중심축하중(N)

P_b : 평형상태에서 공칭설계용 축하중(N)

P_f : 바닥 또는 지붕의 기여면적에 대한 하중(N)

P_n : 조적조에서 공칭축하중(N)

P_o : 휨이 발생하지 않은 조적조에서 공칭축하중(N)

P_u : 계수축하중(N)

P_{uf} : 바닥 또는 지붕의 부담하중에 대한 계수하중(N)

P_{uw} : 시공 중인 단면에 대한 벽이 부담하는 계수자체하중(N)

P_w : 시공 중인 단면에 대한 벽의 부담자중(N)

r : 단면 2차 반경(mm)

r_b : 단면에서 총 철근단면적에 대한 절단철근면적의 비율

S : 단면계수(mm^3)

s : 주철근간격에 평행한 방향에서 스터럽 또는 굽힘철근의 간격(mm)

T : 온도, 크리프, 수축, 정착의 효과

t : 겹, 벽 또는 기둥의 유효두께(mm)

U : 계수하중 또는 이와 관련된 내부모멘트와 힘에 저항하는데 필요한 강도

u : 철근의 단위표면적에 대한 부착응력(MPa)

V : 총 설계전단력(N)

V_{jh} : 총 수평접합전단력(N)

V_m : 조적조의 공칭전단강도(N)

V_n : 공칭전단강도(N)

V_s : 전단보강근의 공칭전단강도(N)

V_u : 조적조의 소요전단강도(N)

W : 풍하중 또는 이와 관련된 내부모멘트나 힘

w_u : 계수등분포횡하중

Δ : 재하시험에서 24시간 하중작용시 최대처짐

Δ_s : 계수하중하에서 건축물 중간높이에 일어나는 횡변위(mm)

Δ_u : 계수하중에 대한 변위(mm)

ρ : 면적 bd에 대한 휨인장철근면적 A_s의 비율

ρ_b : 균형철근비

ρ_n : A_{mv}면에 수직인 면에 분포된 전단철근 비율

Σ_o : 모든 종방향보강근의 주장의 합(mm)

$\sqrt{f_m{}'}$: 28일 재령의 조적조강도에 대한 제곱근(MPa)
ϕ : 강도저감계수

0602 재료의 기준

0602.1 품질요건

조적조에 사용된 재료는 다음의 요건들을 충족해야 한다. 이 절에서 명확히 제시되지 않은 재료에 대한 품질은 일반적으로 공인된 시험소의 승인에 따라 허용범위 내에서의 성능을 유지하여야 한다.

0602.2 품질기준

아래의 품질기준은 산업표준화법에 의한 관련 한국산업규격(이하 “KS”라 칭한다.)과 대한건축학회 제정 건축공사표준시방서(이하 “KASS”라 칭한다.)에 제시된 기준이며, 다음의 표에 제시한 재료의 품질기준에 준한다.

<표 0602.2.1> 재료의 품질기준

재 료	기 준
골 재	KS F 2526「콘크리트용 골재」 KASS 09000「벽돌공사」의 '2.4 골재'에 따른다. KASS 10000「블록공사」의 '2.4 골재'에 따른다.
시멘트	KS L 5201「포틀랜드시멘트」
소석회	KS L 9501「공업용 석회」
점토 또는 혈암의 조 적용 개체	KS L 3204「규석벽돌」 KS L 4201「점토벽돌」 KS L 4204「규회벽돌」 KS F 2556「표면처리된 외벽용 도자기 타일, 외벽용 벽돌, 견고한 조적재」 KS F 2447「벽돌과 점토타일 시료채취 및 시험방법」
콘크리트의 조적용개체	KS F 4002「속빈 콘크리트 블록」 KS F 4004「콘크리트 벽돌」 KS F 4038「치장 시멘트 블록」 KS F 2440「콘크리트 조적재의 시료채취 및 시료방법」
기타재료를 사용한 조적재	KS L 9010「규석벽돌 제조용 생석회 및 소석회」 KS L 9015「석회 및 석회 제품의 시료 채취, 검사, 포장 및 표시방법」
연결철물	KASS 09000「벽돌공사」의 '2.8 나무벽돌·철물, 기타'에 따른다. KASS 10010「블록공사」의 '3.4 철근 및 기타의 규정'에 따른다.
모르타르	KASS 09000「벽돌공사」에 제시된 모르타르의 기준에 따른다. KASS 10000「블록공사」에 제시된 모르타르의 기준에 따른다.
그라우트	KASS 10000「블록공사」에 제시된 그라우트의 기준에 따른다.
철 근	KS D 3504「철근콘크리트용 봉강」 KS D 3527「철근콘크리트용 재생봉강」 KS D 2613「철근콘크리트용 아연도금 봉강」 KS D 3629「에폭시 피복 철근」

0602.3 모르타르와 그라우트

0602.3.1 개요

모르타르와 그라우트는 이 절의 조건을 만족하여야 한다. 다만, 요구성능을 만족시킬 수 있는 사항에 대하여 공인시험소의 승인을 거쳐 특수한 모르타르나 그라우트 또는 다른 재료를 사용할 수 있다.

0602.3.2 재료기준

모르타르나 시멘트페이스트의 성분으로 사용되는 재료들은 0602 재료의 기준을 만족하여야 한다.

(1) 그라우트는 시멘트 성분의 재료로서 석회 또는 포틀랜드시멘트 중에서 1가지 또는 2가지로 만들 수 있다.

(2) 모르타르는 시멘트 성분의 재료로서 석회, 포틀랜드시멘트 중에서 1가지 또는 그 이상의 재료로 이루어질 수 있다.

(3) 시멘트 성분을 지닌 재료 또는 첨가제들은 에폭시수지와 그 부가물이나 페놀, 석면섬유 또는 내화점토를 포함할 수 없다.

(4) 모르타르나 그라우트에 사용되는 물은 깨끗해야 하고, 산·알칼리의 양, 유기물 또는 기타 유해물질의 영향이 없어야

한다.

0602.3.3 모르타르

모르타르는 다음의 사항을 만족시켜야 한다.

(1) 모르타르는 시멘트성분을 가진 재료의 혼합물로 구성되어 있고, 시공연도와 반죽질기를 얻을 수 있는 물과 경우에 따라 소량의 첨가물로 이루어져 있다.

(2) 물의 양은 현장에서 적절한 시공연도를 얻도록 조절할 수 있다.

(3) 배합이 특별하게 제시되지 않았다면 다음 <표 0602.3.1>과 <표 0602.3.2>의 모르타르의 종류에 따른다.

<표 0602.3.1> 모르타르의 용적배합

모르타르의 종류		용적배합비(세골재/결합재)
줄눈 모르타르	벽체용	2.5~3.0
	바닥용	3.0~3.5
붙임 모르타르	벽체용	1.5~2.5
	바닥용	0.5~1.5
깔 모르타르	바탕 모르타르	2.5~3.0
	바닥용 모르타르	3.0~6.0
안채움 모르타르		2.5~3.0
치장줄눈용 모르타르		0.5~1.5

주) 1) 계량은 다음 상태를 표준으로 한다.
시멘트 : 단위용적중량은 1.2kg/ℓ 정도
세골재 : 골재는 표면건조 내부포수 상태
2) 혼화재료를 사용하는 경우는 요구 성능을 손상시키지 않는 범위로 한다.
3) 결합제는 주로 시멘트를 사용하며, 보수성 향상을 위해 석회를 약간 혼합할 때도 있다.

<표 0602.3.2> 벽돌 조적조의 충전 모르타르 배합

	단층 및 2층 건물		3층 건물	
	시멘트	세골재	시멘트	세골재
용적비	1	3.0	1	2.5

주) 1) 계량은 다음 상태를 표준으로 한다.
시멘트 : 단위용적중량은 1.2 kg/ℓ 정도
세골재 : 골재는 표면건조 내부포수 상태
2) 혼화재료를 사용하는 경우는 요구성능을 손상시키지 않는 범위로 한다.

0602.3.4 그라우트

그라우트는 다음의 요구조건을 만족시켜야 한다.

(1) 그라우트는 시멘트성분을 가진 재료와 골재로 구성되고, 재료의 분리가 없을 정도의 유동성을 갖도록 물을 첨가하여야 한다. 그라우트의 압축강도는 조적개체 강도의 1.3배 이상으로 한다.

(2) 배합의 결정은 주어진 현장조건하에서 재료분리현상을 일으키지 않으면서 타설이 용이한 적절한 시공연도를 지닐 수 있도록 물의 양으로 조절한다.

(3) 그라우트의 시공은 다음 방법 중 하나로 하여야 한다.

① 사용한 그라우트재료의 배합과 모든 첨가제의 비율의 결정은 실험이나 현장경험을 근거로 결정하여야 한다. 이때의 실험과 현장경험에 사용할 그라우트재료는 조적개체와 같은 것을 사용한 결과이어야 한다. 그라우트는 각 구성성분의 용적비에 따라 규정하여야 한다.

② 압축강도는 소요강도를 만족하는 최소 압축강도 이상이어야 한다.

③ 배합은 <표 0602.3.3>에 나타난 그라우트 종류에 따른 비율을 따라야 한다.

<표 0602.3.3> 줄눈 모르타르, 사춤 모르타르, 치장줄눈 모르타르 및 사춤 그라우트의 배합비(용적배합비)

종 류		배 합 비			
		시멘트	석 회	모 래	자 갈
모르타르	줄눈용	1	1	3	–
	사춤용	1	–	3	–
	치장용	1	–	1	–
그라우트	사춤용	1	–	2	3

0602.3.5 첨가제와 혼화제

첨가제와 혼화재료는 다음의 요구사항을 만족시켜야 한다.

(1) 모르타르나 그라우트에 사용하는 첨가제나 혼화재료는 담당원에 의해 승인된 제품을 사용한다.

(2) 동결방지용액이나 염화물 등의 성분은 모르타르나 그라우트에 사용할 수 없다.

(3) 실험에 의해서 규준의 요구조건에 합당한 결과가 나타나지 않으면 모르타르나 그라우트에 공기연행제를 사용할 수 없다.

(4) 착색제는 순수한 광물질산소나 카본블랙(carbon black), 합성연료만을 사용할 수 있다. 단, 카본블랙(carbon black)의 사용은 시멘트 전체중량의 3% 이하로 제한한다.

0603 설계일반사항

0603.1 일반사항

0603.1.1 공통규정

조적조구조설계는 0604 허용응력설계법, 0605 강도설계방법, 0606 경험적설계법 중 1가지 방법에 따르고, 이들에 공통으로 적용하는 이 절의 규정을 따라야 한다.

0603.1.2 설계도서

승인에 필요한 설계도서에는 조적조재료의 설계강도, 구조설계에 적용된 검사내용, 제시된 하중시험요구사항을 기술하여야 한다.

0603.1.3 설계하중

설계하중은 제3장에 따른다.

0603.1.4 통줄눈쌓기

치장벽을 제외한 내력벽 또는 비내력벽에서 가로방향의 연직면상에 위치한 개체의 75% 이하가 밑면에 위치한 조적조높이의 절반 이하 또는 조적조길이의 4분의 1 이하로 포개져 시공될 때, 이 벽체를 통줄눈쌓기로 간주한다.

0603.1.5 다중겹벽

다중겹벽의 모든 겹은 그라우트나 부식방지 벽체연결철선이나 철근에 의해 연결·부착되며, 사용재료는 0602와 이 절에서 규정한 방법을 따른다.

0603.1.5.1 공간쌓기벽의 벽체연결철물

(1) 벽체연결철물은 모든 홑겹벽을 충분히 연결할 수 있을 만큼 길이를 확보하여야 한다. 홑겹벽에 걸친 벽체연결철물 부분은 모르타르나 그라우트 내부에 완전히 매립되어야 한다. 벽체연결철물의 단부는 90°로 구부려 길이가 최소 50mm 이상이어야 한다. 벽체연결철물이 모르타르나 그라우트에 완전히 묻히지 않은 부분은 개별적으로 양단이 각각 홑겹벽에 연결되어야 한다.

(2) 벽체면적 $0.4m^2$당 적어도 직경 9.0mm의 연결철물 1개 이상 설치하여야 한다.
공간쌓기벽의 공간너비가 80mm 이상, 120mm 이하인 경우에는 벽체면적 $0.3m^2$당 적어도 직경 9.0mm의 연결철물을 1개 이상 설치해야 한다.

(3) 연결철물은 교대로 배치해야 하며, 연결철물 간의 수직과 수평간격은 각각 600mm과 900mm를 초과할 수 없다.

(4) 개구부 주위에는 개구부의 가장자리에서 300mm 이내에 최대 간격 900mm인 연결철물을 추가로 설치해야 있다.

(5) 길이조정 가능한 연결철물의 경우 다음 사항을 만족해야 한다.

① 벽체면적 매 $0.16m^2$당 적어도 1개 이상의 연결철물을 설치해야 하며, 수평·수직간격은 400mm 이하로 한다. 홑겹벽체를 연결하는 바닥연결철물은 최대 32mm까지의 오차를 허용할 수 있다.

② 연결철물 연결부분의 이격거리는 최대 1.6mm이다. 인장 갈고리가 부착된 연결철물은 적어도 2개 이상이어야 하며, 훅 부분의 직경이 4.8mm이어야 한다. 벽체연결철물의 크기나 간격이 다른 경우에도 홑겹벽체 사이에 동등한 강도를 확보할 수 있는 경우에는 사용 가능하다.

0603.1.5.2 그라우트를 사용한 다중홑겹벽에서의 벽체연결철물

다중홑겹벽에서 각각의 홑겹벽은 면적 $0.2m^2$마다 최소 직경 6.0mm의 벽체연결철물로 부착하여야 한다. 벽체 연결철물의 크기나 간격이 다른 경우에도 홑겹벽 사이에 동등한 강도를 제공할 수 있는 경우에는 사용 가능하다.

0603.1.5.3 줄눈보강

(1) 사전조립 줄눈보강은 벽체면적 $0.2m^2$마다 벽체두께방향으로 최소 지름 3.0mm 철선을 적어도 1개 이상 설치해야 한다. 줄눈보강철물의 수직간격은 400mm 이하로 한다. 길이방향의 철선은 가로줄눈 모르타르에 완전히 매입시켜야 하며, 줄눈보강철물은 모든 겹벽과 연결하여야 한다.

(2) 연결철물로 연결된 각 겹의 사이가 그라우트나 모르타르로 채워져 있는 경우 합성조적조로 간주하여 허용응력설계법과 기타 조적조 구조설계기준을 적용할 수 있다. 공간이 충전되어 있지 않은 벽체는 공간쌓기벽의 요구조건을 따라야 한다.

0603.1.6 수직방향지지

조적조가 치장목적으로 사용되거나 피복용도로 사용되는 경우를 제외한 조적조의 수직방향으로 지지역할을 하는 구

조부재의 최하단 가로줄눈은 비가연성재료로 최소 6mm, 최대 25mm폭을 갖는 지지면적을 확보해야 한다.

0603.1.7 측면지지

수평으로 걸쳐 있는 부분에서는 교차 벽체, 기둥, 벽기둥, 부벽, 또는 버트레스로서, 수직으로 걸쳐 있는 부분에서는 바닥판, 보, 테두리보 또는 지붕 등이 조적조의 횡지지역할을 할 수 있다. 보에 의한 횡지지의 안목거리는 압축측 면적의 최소 폭의 32배를 초과할 수 없다.

0603.1.8 연결철선과 줄눈보강근의 보호

연결철선 또는 줄눈보강근은 최소 20mm 피복두께를 확보해야 한다. 최대 직경 6mm 이하 철근이나 볼트를 사용하는 경우 조적조개체와 줄눈보강근 사이의 시멘트페이스트 또는 모르타르 두께는 철근이나 연결철선지름의 최소 2배 이상이어야 한다.

0603.1.9 파이프와 배관 매설

조적조에 묻힌 파이프와 배관은 조적조의 강도와 내화성을 요구조건 이하로 저하시키는 방식으로 설치해서는 안 되며, 파이프와 배관을 중공식 조적조개체의 사춤되어 있지 않은 중앙부에 배치되는 것은 매설된 것으로 간주하지 않으나 다음과 같은 사항은 예외로 할 수 있다.

(1) 견고한 전기배관의 위치가 승인된 도면에 의해 상세 설계되어 있는 경우에는 구조용 조적조 내부에 매설할 수 있다.

(2) 파이프나 배관은 허브 및 연결장치가 충분히 통과할 수 있을 만큼의 슬리브를 설치하여 조적조를 수직·수평으로 관통할 수 있으며, 슬리브 사이간격은 슬리브 직경의 3배 이상 떨어져 있어야 하며, 슬리브로 인해 구조물의 강도저하를 최소화해야 한다.

0603.1.10 재하시험

하중시험이 필요한 경우에는 해당 부재나 구조체의 해당 부위에 설계활하중의 2배에 고정하중의 0.5배를 합한 하중을 24시간 동안 작용시킨 후 하중을 제거한다. 시험도중이나 하중의 제거 후에 부재나 구조체 해당 부위에 파괴현상이 생기면 파괴현상발생시의 하중까지 지지할 수 있는 것으로 등급을 매기거나 그보다 하향조정한다. 휨재의 경우에는 24시간 동안 하중을 작용시켜 최대 처짐 D가 식(0603.1.1) 또는 식(0603.1.2)의 값을 초과하지 않으면 합격한 것으로 간주하며, 보와 바닥판의 경우에는 하중제거 후 24시간 내에 처짐 값의 최소 75%를 회복하면 합격한 것으로 간주한다.

$$\Delta = \frac{l}{200} \qquad (0603.1.1)$$

$$\Delta = \frac{l^2}{4{,}000t} \qquad (0603.1.2)$$

0603.1.11 조적조개체의 재사용

조적조개체는 이 절의 요구조건에 부합할 경우에 재사용이 가능하다. 개체를 재사용하여 만들어진 조적조의 구조적 특성은 승인된 시험에 의해 결정하여야 한다.

0603.2 허용응력설계법과 강도설계법

0603.2.1 개요

0603.1의 요구조건과 더불어 허용응력설계법과 강도설계법에 의한 비보강조적조와 보강조적조의 구조설계는 이 조항과 0603.3의 요구조건을 따라야 한다.

0603.2.2 기준압축강도 명시

조적벽체의 허용응력은 현장에서 선택한 f_m'에 근거한다. 다른 규정이 없는 경우에 f_m'는 재령 28일 강도를 기준으로 정해진다. 만약 재령 28일 강도 이외의 값들이 사용되는 경우에는 설계도면과 시방서에 명시된 f_m' 값을 사용한다. 설계도면에는 구조체의 각 부분에 대한 f_m' 값을 표시해야 한다.

0603.2.3 유효두께

0603.2.3.1 홑겹벽

일반 조적개체나 속빈개체로 된 홑겹벽의 유효두께는 해당 벽체의 두께와 같다.

0603.2.3.2 다중겹벽

다중겹벽의 유효두께는 홑겹벽 사이가 모르타르나 그라우트로 채워져 있는 경우에 해당 벽체의 두께와 같다고 본다. 홑겹벽 사이가 비어 있는 벽체의 유효두께는 공간쌓기벽과 같이 계산한다.

0603.2.3.3 공간쌓기벽

공간쌓기벽에서 2개의 홑겹벽이 모두 축하중을 받는 경우, 각각의 홑겹벽은 독립적으로 거동하는 것으로 간주하고, 이때 각 홑겹벽의 유효두께는 0603.2.3.1에서 정의된 것과 같이 구한다.

1개의 홑겹벽만이 축력을 받는 경우에 공간쌓기벽의 유효두께는 홑겹벽들의 두께 각각의 제곱합에 대한 제곱근으로 구한다.

$$t_e = \sqrt{{t_1}^2 + {t_2}^2} \qquad (0603.1.3)$$

공간이 있는 벽체가 홑겹벽과 다중겹벽으로 구성되어 있고 양쪽이 모두 축력을 받을 때, 각각의 홑겹벽은 독립적으로 거동하는 것으로 간주하고, 이때 각 홑겹벽의 유효두께는 0603.2.3.1과 0603.2.3.2에서 정의된 것과 같이 구한다. 그리고 1 쪽만이 축력을 받는 경우에 공간이 있는 벽체의 유효두께는 주어진 두께를 제곱합의 제곱근으로 구한다.

0603.2.3.4 기둥

장방형기둥의 유효두께는 각 방향으로 주어진 두께와 같다. 단면이 장방형이 아닌 기둥의 유효두께는 주어진 방향으로 같은 크기의 단면 2차 모멘트 값을 갖는 정사각형기둥의 두께와 같다.

0603.2.4 유효높이

기둥과 벽체의 유효높이는 부재의 양단에서 부재의 길이 축에 직각방향으로 횡지지된 부재의 최소한의 순 높이이다. 부재 상단에 횡지지되지 않은 부재의 경우 지지점부터 부재높이의 2배로 한다.

0603.2.5 유효단면적

유효단면적은 속이 빈 개체의 최소 가로줄눈면적 또는 속이 찬 개체의 전체면적에 그라우트의 면적을 더한 것으로부터 계산한다. 속이 빈 개체의 공간이 응력방향에 직각으로 놓여 있는 경우에는 최소 가로줄눈면적과 최소 단면적 중에서 작은 값을 유효면적으로 본다. 가로줄눈에 홈이 나 있을 때에는 그만큼 유효면적이 줄어든 것으로 본다. 공간쌓

기벽의 유효면적에 하중을 받는 단일 조적벽의 면적을 포함하지 않는다.

0603.2.6 대린벽의 유효폭

전단벽이 다른 벽체와 직각으로 만나는 경우, 전단벽 양쪽에 형성되는 플랜지는 휨강성 계산을 할 수 있으며, 플랜지의 유효폭은 교차되는 벽체두께의 6배를 초과할 수 없다. 수평전단력에 대해서는 전단력방향에 평행인 벽체의 유효면적만이 저항하는 것으로 가정한다.

0603.2.7 수직집중하중의 분산

막힌줄눈쌓기에서 수직집중하중에 대한 최대허용압축응력을 산정하기 위해 유효벽체의 길이는 수직하중 지점 사이의 중심간 거리 또는 지압판의 너비에 벽두께의 4배를 더한 값을 초과해서는 안 된다. 수직지점하중의 분산을 위한 별도의 구조부재가 설치되지 않는 경우 수직지점하중이 통줄눈과 같이 연속한 수직모르타르 또는 신축줄눈을 가로질러 분산하지 않는 것으로 가정한다.

0603.2.8 비내력벽에 대한 하중

내부칸막이 또는 건물의 다른 요소에 의해 부과되는 수직하중을 전달받지 않는 외부마감용도의 조적벽은 벽체의 자중과 마감재와 수평력에 견딜 수 있도록 설계해야 한다. 비내력벽의 부착 또는 정착은 해당 벽체를 지지하고 수평력을 다른 부재에 전달하기에 적합하여야 한다.

0603.2.9 수직변형

조적조를 지지하는 요소들은 총 하중하에서 그 수직변형이 순스팬의 1/600을 넘지 않도록 설계되어야 한다. 인방보는 조적조가 허용응력도를 초과하지 않도록 최소한 100㎜의 지지길이는 확보되어야 한다.

0603.2.10 구조적 연속성

교차되는 구조물이 설계하중에 대하여 하나의 단위로서, 작용하도록 서로 충분히 정착되어야 한다.

0603.2.11 바닥과 지붕 연결벽

벽은 모든 바닥과 지붕, 그리고 그 밖에 수평력을 지지할 수 있는 요소에 적절히 정착되어야 한다. 수평력을 전달하도록 설계된 바닥이나 지붕과 벽은 수평력에 저항할 수 있도록 적절한 정착상세가 확보되어야 한다.

0603.2.12 탄성계수

0603.2.12.1 조적재

조적재의 탄성계수를 아래와 같이 계산할 수 있다. 실제 값이 필요한 경우 실험을 통한 측정치를 사용할 수 있다. 조적재의 탄성계수는 탄성계수실험에서 $0.05f_m'$에서 $0.33f_m'$을 연결하는 할선기울기로 결정한다. 이 값들은 0604.1.2에서 설명하는 것과 같이 50%로 감소시킬 수 없다.

• 조적개체가 점토 또는 이판암재인 경우 :

$$E_m = 750f_m', \text{ 최대 } 20{,}500\text{MPa} \qquad (0603.2.1)$$

• 조적개체가 콘크리트인 경우 :

$$E_m = 750f_m', \text{ 최대 } 20{,}500\text{MPa} \qquad (0603.2.2)$$

0603.2.12.2 강재

$$E_s = 206{,}000\text{MPa} \qquad (0603.2.3)$$

0603.2.12.3 조적조재료의 전단탄성계수

$$G = 0.4E_m \qquad (0603.2.4)$$

0603.2.13 묻힌 앵커볼트의 설치

0603.2.13.1 일반사항

민머리 앵커볼트, 둥근머리 앵커볼트 및 후크형 앵커볼트의 설치요구조건은 이 조항에 따른다.

(1) 후크형 앵커볼트의 후크의 안지름은 볼트지름의 3배이고, 볼트지름의 1.5배 만큼 연장되어야 한다.

(2) 민머리 앵커볼트는 둥근머리 앵커볼트와 같은 크기의 정착효과를 가질 수 있도록 볼트몸통 부분에 강판이 용접되어야 한다. 민머리 앵커볼트나 둥근머리 앵커볼트에 대한 유효매입길이 l_b는 조적체의 표면으로부터 머리부분의 지압면 수직으로 측정된 묻힌길이로 한다. 후크형 앵커볼트의 매입길이 l_b는 조적조의 표면에서부터 후크의 지압지점 거리에서 앵커볼트 지름만큼을 뺀 값으로 한다.

(3) 모든 볼트를 최소한 25mm 이상 조적조와 긴결하되, 6.4mm 직경의 볼트가 두께 13mm 이상인 바닥 가로줄눈에 설치할 때는 예외로 한다.

0603.2.13.2 최소 연단거리

앵커볼트와 평행한 조적조의 연단으로부터 앵커볼트의 표면까지 측정되는 최소 연단거리 l_{be}는 40mm 이상이 되어야 한다.

0603.2.13.3 최소 묻힘길이

앵커볼트의 최소 묻힘길이 l_b는 볼트직경의 4배 이상 또는 50mm 이상이어야 한다.

0603.2.13.4 볼트의 최소간격

앵커볼트간의 최소 중심간격은 볼트직경의 4배 이상이어야 한다.

0603.2.14 공간쌓기벽의 휨저항

개체의 상대적인 강성 크기에 따라 수평력을 분배하여 공간쌓기벽의 휨저항을 계산한다.

0603.3 보강조적조의 구조세칙

0603.3.1 일반사항

0603.1과 0603.2의 기준과 허용응력설계법이나 강도설계법에 의한 보강조적조의 구조설계는 이 조항의 조건들을 만족해야 한다.

0603.3.2 원형철근

6mm 이상의 원형철근의 사용은 금지한다.

0603.3.3 길이방향철근의 간격

평행한 철근순간격은 기둥단면을 제외하고, 철근의 공칭직경이나 25mm보다 작아서는 안 되지만 이음철근은 예외로 한다. 철근과 조적조의 피복두께는 얇은 그라우트의 경우에 6mm 거친 그라우트의 경우에는 12mm보다 작

아서는 안 된다. 속빈 조적재의 중간살 부분은 수평철근의 설치대로 사용할 수 있다.

0603.3.4 휨철근의 정착

(1) 인장이나 압축이 작용하는 철근은 충분히 정착되어야 하며, 철근의 정착길이는 묻힘길이와 정착 또는 인장만 받는 경우는 갈고리의 조합으로 확보할 수 있다.

(2) 지지점이나 캔틸레버의 자유단을 제외하고, 모든 철근은 인장력에 저항하기 위해서 변곡점으로부터 철근직경의 12배나 보춤 중 큰 값 이상으로 연장하여 배근하여야 한다. 다음 중 하나 이상의 조건이 만족되지 않을 때는 정모멘트에 대한 휨철근은 연장 배근해야 한다.

① 전단보강근이 배근된 경우라도 작용전단력이 공칭전단강도의 1/2를 초과하지 않아야 한다.

② 소요강도 이상의 전단보강근은 절단점으로부터 각 방향으로 보 깊이의 크기범위 내에 배근되어야 하며, 간격은 $d/8r_b$를 초과할 수 없다.

③ 연속철근은 휨모멘트에 대해 필요한 철근단면적의 2배 또는 전단보강근의 부착강도에 필요한 지름의 2배 이상의 철근단면적이어야 한다.

(3) 부모멘트에 대한 소요철근량의 최소한 1/3 이상은 변곡점부터 소요강도의 1/2 이상이 발휘될 수 있을 만큼 충분히 연장되어야 하며, 연장길이는 순스팬의 1/16이나 보 깊이 d 중 큰 값 이상이어야 한다.

(4) 연속보나 캔틸레버보, 그리고 골조의 부재에 부모멘트에 대한 인장철근은 부착이나 갈고리 또는 기계적인 정착기구 등으로 지지부재에 적절히 정착되어야 한다.

(5) 단순보나 연속보의 자유단에서 필요한 정모멘트소요철근단면적의 최소한 1/3 이상 보를 지지하는 부재 내부로 최소한 150mm 이상 연장되어야 한다. 연속보의 경우 단부에서 정모멘트에 소요철근 단면적의 1/4 이상을 연장한다.

(6) 휨부재에서의 압축철근은 지름 6mm 이하인 띠철근이나 전단보강근으로 보강되어야 하며, 보강철근의 간격은 주방향철근지름의 16배나 띠철근지름의 48배 중 작은 값을 초과할 수 없다.

0603.3.5 전단보강근의 정착

전단보강근으로 사용되는 철근은 다음의 방법들 중의 하나에 의해 단부가 정착되어야 한다.

(1) 길이방향 철근에 180°로 감은 갈고리로 조립한다.

(2) 보 단면의 중립축에서 압축측으로 충분히 정착한다.

(3) 0604.2.2.5에서 명시한 표준갈고리가 소요응력 52MPa를 발휘할 수 있도록 충분한 정착길이가 확보되어야 한다. 묻힘길이는 보 중앙으로부터 갈고리까지의 거리를 넘지 않는 것으로 가정한다.

① U자형 또는 여러 개의 U자형 전단보강근의 단부는 위 (1)~(3)항에 전술된 방법들 중 하나에 의하거나 또는 전단보강근의 직경 이상으로 길이방향 철근을 따라 90° 이상 굽혀서 전단보강근 지름의 12배 이상 연장 정착해야 한다.

② 폐쇄형 전단보강근의 단부는 길이방향 철근을 따라 90° 이상 구부려 전단보강근 지름의 최소 12배 이상 연장하여 정착길이를 확보하여야 한다.

0603.3.6 띠철근

기둥의 길이방향철근은 테두리에 띠철근으로 둘러싸야 하며 길이방향철근은 135° 이하로 굽어진 폐쇄형띠철근으

로 고정되어야 한다.

(1) 길이방향철근 중 모서리에 위치한 철근은 둘러싸인 띠철근에 의해 고정되어야 하며, 하나씩 교대로 길이방향철근은 띠철근에 의해 고정되어야 한다.

(2) 띠철근과 길이방향철근은 기둥 표면으로부터 38mm 이상에서 130mm 이하로 배근되어야 한다. 띠철근이 길이방향철근에 대해 설치되거나 0604.1.8의 조건을 만족하는 경우에는 수평바닥연결부에 설치될 수 있다. 띠철근의 간격은 길이방향철근지름의 16배, 띠철근지름의 48배 또는 기둥의 단변길이를 초과하지 않아야 하고, 450mm 이하이어야 한다.

(3) 길이방향철근이 D22 이하일 경우에는 띠철근의 지름은 최소 6mm 이상으로 길이방향철근이 D22 이상의 경우에는 최소 D10 이상이어야 한다.

0603.3.7 기둥에 설치되는 앵커볼트 보강용 띠철근

기둥 상부에 설치된 앵커볼트 주위에는 띠철근을 추가적으로 배근해야 한다. 띠철근은 각각 최소 4개의 앵커볼트나 최소 4개의 수직방향철근으로 보강하거나 또는 합해서 4개의 앵커볼트와 수직방향철근에 대하여 보강해야 한다. 띠철근은 기둥 상부로부터 50mm 이내에 최상단 띠철근을 설치하며, 기둥 상부로부터 130mm 이내에 단면적은 260mm^2 이상으로 배근하여야 한다.

0603.3.8 압축면적의 유효폭

보강조적벽의 휨응력 산정을 위한 유효폭은 공칭벽두께나 철근간의 중심거리의 6배를 초과하지 않는다. 통줄눈쌓기 벽체의 유효폭은 마구리가 열린 조적개체가 사용된 경우가 아니면, 유효폭이 공칭벽두께나 철근중심간격 또는 홑겹벽길이의 3배를 초과하지 않는다.

0603.4 기준압축강도의 확인

0603.4.1 일반사항

구조설계에 적용한 기준압축강도 f'_m는 0603.4.2 또는 0603.4.3 또는 0603.4.4에 규정된 방법 중 택일하여 확인하여야 한다.

0603.4.2 프리즘시험

0603.4.5의 방법에 의해 시험된 각 프리즘 군의 압축강도는 기준 압축강도 f'_m 이상이어야 한다. 프리즘의 압축강도는 28일 압축강도를 기준으로 하며, 시공 전에 사용될 조적조의 7일 압축강도, 3일 압축강도, 28일 압축강도 사이의 상관관계가 확인된 경우에는 7일 압축강도 또는 3일 압축강도가 사용될 수 있다. 조적조프리즘시험에 의한 기준압축강도의 확인은 다음 각 규정에 따라야 한다.

(1) 시공 전에는 06034.4.5의 규정에 따라 5개의 프리즘을 제작, 시험한다. 프리즘 제작에 사용하는 재료는 시공시 사용될 재료로 하여야 한다. 담당원 또는 승인된 자의 입회하에 프리즘을 제작해야 하며, 승인된 기관이 시험해야 한다.

(2) 구조설계에는 규정된 허용응력을 모두 적용한 경우에는 벽면적 500m^{2}당 3개의 프리즘을 0603.4.5의 규정에 따라

제작·시험한다.

(3) 구조설계에는 규정된 허용응력의 1/2을 적용한 경우에는 시공 중 시험은 필요하지 않는다. 다만, 0603.4.2.(1) 규정에 따라 시공 전 프리즘시험에 사용된 재료와 동일한 재료가 반입됨을 입증하는 증명서가 재료반입과 동시 또는 반입 직전에 재료생산자에 의하여 제출되어야 한다.

0603.4.3 프리즘시험성적

프리즘시험성적에 따라 압축강도를 검증하고자 할 때는 다음의 규정에 따른다.

(1) 담당원에 의하여 승인되고, 규정 0603.4.5의 규정에 따라 제작·시험된 최소 30개의 프리즘에 의한 시험성적을 사용한다. 담당원 또는 승인된 자의 입회하에 프리즘을 제작하여 승인기관에서 시험하여야 한다.

(2) 프리즘은 실제 시공조건에 부합되어야 한다.

(3) 평균압축강도가 $1.33f'_m$ 이상이어야 한다.

(4) 구조설계를 위해 규정 허용응력을 모두 적용한 경우에는 벽면적 500m^{2}당 3개의 프리즘을 0603.4.5의 규정에 따라 제작·시험한다.

(5) 구조설계에 규정된 허용응력의 1/2을 적용한 경우에는 시공 중 별도의 시험은 필요하지 않는다. 다만, 0603.4.3.(1) 규정에 따라 시공 전 프리즘시험에 사용된 재료와 동일한 재료가 반입됨을 입증하는 증명서가 재료반입 시 또는 반입 직전에 재료생산자에 의하여 제출되어야 한다.

0603.4.4 조적개체강도법

조적개체의 강도로부터 기준압축강도를 정할 경우에는 다음의 규정에 따른다.

(1) 구조설계에 규정된 허용응력을 모두 적용한 경우에는 제시된 압축강도의 확인을 위하여 시공 전과 벽면적 500m^{2}마다 조적개체의 압축강도를 시험해야 한다. 단, 시공개시 전 조적개체강도시험을 대신하여 프리즘시험을 할 수 있다. 시공 중에는 조적개체강도시험 및 그라우트시험을 대신하여 프리즘시험을 할 수 있다.

(2) 구조설계에 규정된 허용응력의 1/2을 적용한 경우에는 시공중 조적개체강도시험은 필요하지 않다. 제시된 압축강도를 만족하는 것을 입증하는 증명서가 재료반입 당시 또는 반입 직전에 재료생산자에 의하여 제출되어야 한다.

0603.4.5 기시공된 조적조의 프리즘시험

담당원의 승인이 있는 경우 0603.4.2, 0603.4.3, 0603.4.4의 규정에 따르지 않더라도 기시공된 조적조로부터 프리즘을 채취하여 다음의 규정에 따라 시험할 수 있다.

(1) 벽면적 500m^2 마다 품질을 확인하지 않은 부분에서 재령 28일이 지난 3개의 프리즘을 채취한다. 프리즘의 길이, 폭, 높이와 프리즘의 운반, 준비, 시험 등은 0603.4.5의 규정에 따른다.

(2) 프리즘의 압축강도는 0603.4.5의 규정에 따른다.

0603.4.6 프리즘의 제작과 시험

프리즘의 제작과 시험은 다음 각 호의 규정에 따른다.

(1) 프리즘에 사용되는 조적개체와 모르타르는 조적체에 사용되 는 것과 같아야 한다.

(2) 조적시공에서 함수율, 모르타르의 유동성, 시공도 등을 구조 체에 사용되는 것과 동일한 것을 사용하여야 한다.

(3) 압축강도는 시험한 모든 프리즘의 평균값으로 하지만 최소 시험값의 125%를 초과할 수 없다.

(4) 압축강도는 최대하중을 프리즘에 사용한 조적체의 단면적으로 나누어 산정한다.

(5) 프리즘은 최소한 1개 이상의 가로줄눈이 포함되어야 하며, 두께 대 높이비가 1.5 이상 5를 초과할 수 없다.
(6) 압축강도는 프리즘의 압축강도에 <표 0603.4.1>의 수정계수 를 곱하여 결정한다.
(7) 프리즘은 온도 21±3℃, 상대습도 90% 이상의 조건에서 7일 동안 보양하고, 그 후에 21±3℃, 상대습도 30%~50%에서 시험할 때까지 보양한다.
(8) 현장에서 만든 프리즘은 90% 습도에서 48~96시간 동안 교란되지 않은 채 보양하고, 실험실에 운반하여 상기 한 바와 같이 계속 보양한다.
(9) 프리즘의 압축시험은 콘크리트 공시체의 경우와 같이 캡을 씌워 실시한다.
(10) 프리즘은 28일간 보양하는 것을 기준으로 한다.

<표 0603.4.1> 프리즘 h/t 비에 따른 압축강도 수정계수

h/t	1.5	2.0	3.0	4.0	1804.0
수정계수	0.86	1.00	1.20	1.30	1.37

h : 프리즘의 높이, t : 프리즘의 두께

0603.5 내진설계

0603.5.1 적용대상
제3장의 지진구역 I의 조적조 건축물은 0606절의 경험적설계법을 만족하여 설계·시공하는 경우에는 이 조항의 내진설계사항을 만족하는 것으로 간주할 수 있다. 그러나 0606.2, 0606.3, 0606.5, 그리고 0606.6을 만족하지 않는 경우 반드시 다음 사항을 만족하여야 한다.

0603.5.2 적용기준
조적조의 지진하중의 산정은 제3장에 따른다.

0603.5.3 구조해석

0603.5.3.1 구조해석법
지진하중에 대한 구조해석은 제3장에서 제시한 등가정적해석법, 동적해석법을 따른다.

0603.5.3.2 기본진동주기
구조물이 조적조 전단벽으로 간주되는 경우에는 제3장의 전단벽 규정에 따른다.

0603.5.3.3 반응수정계수
반응수정계수 R은 제3장에 따른다.

0603.5.3.4 바닥과 벽체의 접합부
바닥슬래브와 벽체간의 접합부는 최소 3.0kN/m의 하중에 저항할 수 있도록 최대 1.2m 간격의 적절한 정착기구로 정착력을 발휘하여야 한다.

0603.5.3.5 비구조체에 대한 지진하중
파라펫의 높이가 600mm을 초과는 경우 제3장에 따라 산정한 하중에 견디도록 해야 한다.

0603.5.4 비보강조적조

0603.5.4.1 높이제한

전체높이가 13m, 처마높이가 9m 이하의 건물로서 0606.2, 0606.3, 0606.5, 그리고 0606.6을 만족하지 않는 경우 비보강조적조의 내진설계는 0603.5.2와 0603.5.3을 따라야 한다.

0603.5.4.2 부재설계

부재의 설계는 0603절, 0604.3, 그리고 0605.3을 만족하여야 한다.

0603.5.5 보강조적조

0603.5.5.1 높이제한

전체높이가 13m, 처마높이가 9m를 초과하는 경우 반드시 0603.5.3과 다음의 내진설계규정을 만족해야 한다.

0603.5.5.2 부재설계

부재설계는 0603절, 0604.1, 0604.2, 그리고 0605.1과 0605.2에 따르고 다음 사항을 반드시 만족하여야 한다.

(1) 기둥

기둥은 0604.3.6, 0604.3.7, 0605.2.13에 따라 철근보강을 해야 한다.

(2) 전단벽

① 최소단면적 130㎟의 수직벽체철근을 각 모서리와 벽의 단부, 각 개구부의 각 면 테두리에 연속적으로 배근해야 하며, 수평배근의 최대간격은 1.2m 이내이어야 한다. 최소단면적 130㎟인 수평벽체의 철근배근은 다음 조건을 따른다.

② 벽체개구부의 하단과 상단에서는 600㎜ 또는 철근직경의 40배 이상 연장하여 배근하여야 한다.

③ 구조적으로 연결된 지붕과 바닥층, 벽체의 상부에 연속적으로 배근한다.

④ 벽체의 하부와 기초의 상단에 장부철근으로 연결 배근한다.

⑤ 균일하게 분포된 접합부철근이 있는 경우를 제외하고는 3m의 최대간격을 유지한다.

0604 허용응력설계법

0604.1 일반사항

0604.1.1 범위

허용응력설계법에 의한 조적조의 설계는 0605절과 이 절의 기준에 따른다. 사용하중하에서 점토재료나 콘크리트재료 조적조의 응력은 이 절에서 주어진 값을 초과하지 않아야 한다.

0604.1.2 허용응력

품질확인 규정상 특별한 검사를 필요하지 않을 때는 0605절에서 조적조의 허용응력은 절반으로 저감한다.

0604.1.3 설계가정

허용응력설계법은 허용응력과 선형적인 응력-변형률관계의 가정에 기초하여 모든 응력이 다음과 같이 탄성범위에 있

는 것으로 한다.
(1) 휨모멘트에 대한 단면의 평면유지법칙을 유지한다.
(2) 응력은 변형률에 비례한다.
(3) 조적조의 부재는 균질한 요소로 형성된다.

0604.1.4 앵커볼트

0604.1.4.1 일반
민머리앵커볼트, 둥근머리앵커볼트, 그리고 갈고리형 앵커볼트에 대한 허용하중은 이 조항에 따라 결정하여야 한다.

0604.1.4.2 인장
인장에 대한 허용하중은 식(0604.1.1)이나 식(0604.1.2) 중 작은 값으로 결정한다.

$$B_t = 0.042 A_p \sqrt{f_m{}'} \qquad (0604.1.1)$$

$$B_t = 0.2 A_b f_y \qquad (0604.1.2.)$$

면적 A_p는 식(0604.1.3)이나 식(0604.1.4) 중 작은 값이 되며, 인접한 앵커볼트의 투영면적이 겹쳐질 때, 각 앵커볼트 A_p의 겹침면적은 절반으로 감소시켜야 한다.

$$A_p = \pi l_b^2 \qquad (0604.1.3)$$

$$A_p = \pi l_{b_e}^2 \qquad (0604.1.4)$$

0604.1.4.3 전단
전단력에 대한 허용응력은 식(0604.1.5)나 식(0604.1.6) 중 작은 값으로 결정한다.

$$B_v = 1070^4 \sqrt{f_m{}' A_b} \qquad (0604.1.5)$$

$$B_v = 0.12 A_b f_y \qquad (0604.1.6)$$

하중방향의 앵커볼트의 단부거리 l_{be}가 볼트직경의 12배 이하인 경우 식(0604.1.5)에서의 값 B_v는 l_{be}가 40㎜인 곳이 0이 되도록 선형보간하여 저감시킨다. 인접한 앵커볼트가 $8d_b$ 이내에 있으면, 식(0604.1.5)에 의한 인접한 앵커볼트의 허용전단력은 볼트 중심간격이 볼트직경의 4배인 경우에 허용전단력의 0.75배까지 선형보간하여 저감시켜야 한다.

0604.1.4.4 전단력과 인장력이 작용할 때
전단력과 인장력을 받는 앵커볼트는 식(0604.1.7)에 따라 설계한다.

$$\frac{b_t}{B_t} + \frac{b_v}{B_v} \leq 1.0 \qquad (0604.1.7)$$

0604.1.5 벽과 기둥의 압축

0604.1.5.1 벽에 축하중이 작용할 때

벽의 중심에 작용하는 압축력에 의한 응력은 유효면적에 균등하게 분포한다고 가정하여 식(0604.1.8)에 의해 산정한다.

$$f_a = P/A_e \qquad (0604.1.8)$$

0604.1.5.2 기둥에 축하중이 작용할 때
기둥의 중심에 작용하는 압축력에 의한 응력은 유효면적에 균등하게 분포한다고 가정하여 식(0604.1.8)에 의해 산정한다.

0604.1.5.3 기둥에 휨모멘트와 축하중이 작용할 때
휨모멘트와 축하중이 기둥에 작용하는 응력은 f_a/F_a을 P/P_a로 바꿔서 0604.3.7의 조건을 만족해야 한다. 휨모멘트가 작용하는 기둥은 휨설계에 대한 적용 가능한 조건들을 만족해야 한다.

0604.2 합성조적조

0604.2.1 일반사항
이 조항의 조건들은 최소한 하나의 홑겹벽이 다른 홑겹벽과 다른 특성이나 강도를 가지는 경우 하나의 구조체로 작용할 수 있도록 적절히 연결된 다중겹벽조적조에 해당한다. 다음 가정들은 합성조적조의 설계에 적용한다.
(1) 해석은 순면적의 탄성환산단면에 기초한다.
(2) 합성조적조의 어떠한 부분에서도 계산된 최대응력은 그 부분의 재료의 허용응력을 초과할 수 없다.

0604.2.2 탄성계수의 결정
합성구조에서 각 형태의 조적조탄성계수는 0603.2.12에 의해 결정되는 조적조 각각의 상대적인 계수비가 2대 1을 초과하는 경우 실험에 의해 결정하여야 한다.

0604.2.3 구조일체성
(1) 벽겹의 연결
합성조적조부재의 홑겹벽은 요구조건으로 0603.1.5.2에서의 규정에 따라 연결되어야 한다. 추가적인 연결재 또는 그라우트와 금속연결재의 조합은 계산된 응력을 전달할 수 있도록 설치되어야 한다.
(2) 재료의 성능
다양한 재료의 치수변화와 여러 가지 겹벽의 상이한 경계조건의 영향을 설계시 포함하여야 한다.

0604.2.4 설계과정과 환산단면
환산단면의 산정은 하나의 재료가 기준재료로서, 다른 재료에 대해 단면적을 기준재료 탄성계수의 상대적인 비를 곱하여 등가면적으로 환산된다. 환산된 면적의 두께는 일정하며, 부재의 유효높이나 길이는 변하지 않는다.

0604.2.5 조적개체의 재사용
재사용되는 조적부재의 허용응력은 같은 성능을 갖는 신설 조적개체에 허용응력의 50%를 초과하지 않아야 한다.

0604.3 보강조적조

0604.3.1 일반사항

이 조항의 조건들은 0603절과 0604.1의 조건과 함께 보강조적조 설계에 적용된다. 수평하중을 저항하는 개구부가 있는 벽에서 피어와 보 요소가 0605.2.6.1(2)의 치수를 만족하면 0605.2.6에 따라 설계할 수 있으며, 만족하지 않는 경우 이 조항이나 0605.2.5에 따라서 설계하여야 한다.

0604.3.2 철근배근

0604.3.2.1 최대철근치수

최대철근치수는 35mm이어야 하며, 최대철근면적은 겹침이 없는 경우에는 공동면적의 6%, 겹침이 있는 경우에는 12%가 되어야 한다.

0604.3.2.2 피복두께

줄눈보강근 이외에 모든 철근은 모르타르나 그라우트에 묻혀 있어야 하고, 최소피복으로 조적개체를 포함하여 최소한 19mm, 외부에 노출되어 있을 때는 40mm, 흙에 노출되어 있을 때는 50mm묻혀 있어야 한다.

0604.3.2.3 정착길이

이형철근이나 이형철선에 대해 요구되는 정착길이는 다음과 같이 산정된다.

$l_d = 0.29 d_b f_s$ 인장력을 받는 경우 (0604.3.1)

$l_d = 0.22 d_b f_s$ 압축력을 받는 경우 (0604.3.2)

원형철근에 대한 정착길이는 식(0604.3.1)의 2배이다.

0604.3.2.4 철근의 부착응력

철근에서의 부착응력 u는 다음 값을 초과하지 않는다.

원형철근	0.413MPa
이형철근	1.378MPa
특별히 검사를 하지 않은 이형철근	0.689MPa

0604.3.2.5 갈고리

(1) 다음 사항을 만족하는 경우를 '표준갈고리'라 지칭한다.
  ① 철근의 자유단에서 63mm 이상, 최소한 철근직경의 4배 이상 연장된 180° 굽어진 갈고리
  ② 철근의 자유단에서 최소한 철근직경의 12배 이상 연장된 90°로 굽어진 갈고리
  ③ 스터럽이나 연결정착으로 쓰이는 경우에는 철근의 자유단에서 63mm 이상, 최소한 철근직경의 6배 이상 연장된 90° 또는 135°로 굽어진 갈고리

(2) 스터럽이나 연결철물로 쓰이는 경우를 제외하면 철근의 굽어진 안쪽지름은 KASS 표 0602.2.1에 제시한 수치 이상이어야 한다.

(3) 16mm 이하의 스터럽이나 연결철물의 굽어진 안쪽지름은 철근직경의 4배 이상이어야 한다. 16mm 이상의 스터럽이나 연결철물의 굽어진 안쪽지름은 KASS 표 0602.2.1에 제시한 수치 이상이어야 한다.

(4) 갈고리는 보의 인장부분에 배치할 수 없다. 다만, 단순보나 캔틸레버보의 끝단이나 연속보 및 구속된 보의 자유

단의 경우는 예외로 한다.

(5) 갈고리는 52MPa 이상의 인장응력을 발생하는 하중을 받지 않도록 하다.

(6) 갈고리는 압축력에 대해서는 효과적인 배근방법이 아니다.

(7) 조적조에 손상을 주지 않고 철근의 강도를 증진시킬 수 있는 어떠한 기계적장치도 갈고리 대신에 사용될 수 있다. 이때는 그러한 장치의 적합성을 보여주는 자료가 제시되어야 한다.

0604.3.2.6 이음

철근의 겹침 정도는 0603.3.4, 0604.2.2.3, 그리고 0604.2.12에서 규정된 철근의 허용응력을 전달할 수 있도록 충분해야 한다. 어떠한 경우에도 이음길이가 철근지름에 대해 압축에 대해서는 30배, 인장에 대해서는 40배 이상이어야 한다. 용접이나 기계적 이음은 인장력을 받는 경우의 철근의 기준항복강도의 125%를 발휘해야 한다. 다만, 내진구조의 일부가 아니고 휨을 받지 않는 경우의 기둥에 들어 있는 압축철근에 대해서는 압축강도만 발휘되면 된다. 충전이 웃한 이음부분이 76mm 이하로 떨어져 있는 경우에는 요구되는 이음길이는 30% 증가된다. 다만, 이음길이가 철근지름의 24배 이상이면 증가시킬 필요가 없다.

0604.3.3 설계가정

다음의 가정은 0604.1.4의 가정과 함께 적용한다.

(1) 조적조는 인장응력을 전달하지 않는다.

(2) 철근은 조적재료로 피복 부착되어서 허용응력 이내에서는 하나의 균일한 재료로 작용한다.

0604.3.4 직사각형이 아닌 휨부재

직사각형이 아닌 단면을 갖는 휨부재는 0604.1.4, 0604.3.3의 가정에 따라 설계할 수 있다.

0604.3.5 허용압축응력과 압축력

보강조적조기둥 외의 부재에 대한 허용압축응력 F_a는 다음과 같이 결정된다.

$$F_a = 0.25 f_m \left[1 - \left(\frac{h'}{140r}\right)^2\right] \quad h'/r \leq 99\text{인 경우} \qquad (0604.3.3)$$

$$F_a = 0.25 f_m{}' \left(\frac{70r}{h'}\right)^2 \quad h'/r > 99\text{인 경우} \qquad (0604.3.4)$$

보강조적조기둥의 경우 허용압축력 P_a는 다음과 같이 결정된다.

$$P_a = [0.25 f_m{}' A_e + 0.65 A_s F_{sc}] \left[1 - \left(\frac{h'}{140r}\right)^2\right]$$

$h'/r \leqq 99$인 경우 (0604.3.5)

$$P_a = [0.25 f_m{}' A_e + 0.65 A_s F_{sc}] \left(\frac{70r}{h'}\right)^2$$

$h'/r > 99$인 경우 (0604.3.6)

0604.3.6 허용휨압축응력

허용휨압축응력 F_b는 다음 값으로 한다.

$$F_b = 0.33 f_m{}', \text{ 최대 } 13.8\text{MPa} \qquad (0604.3.7)$$

0604.3.7 조합압축응력

축응력과 휨응력을 받는 부재는 역학적으로 수용되는 이론이나 식(0604.3.8)에 따라 설계할 수 있다.

$$\frac{f_a}{F_a}+\frac{f_b}{F_b}\leqq 1 \qquad (0604.3.8)$$

0604.3.8 휨부재의 허용전단응력

전단보강근이 없을 때, 휨부재의 허용전단응력 F_v는

$$F_v = 0.083\sqrt{f_m{}'} \quad (\text{최대} : 0.345\text{MPa}) \qquad (0604.3.9)$$

다만, 변곡점에서의 거리가 순경간의 1/16보다 작을 때 최대응력은 0.140MPa이 된다.

$$F_v = 0.25\sqrt{f_m{}'} \quad (\text{최대} : 1.0\text{MPa}) \qquad (0604.3.9a)$$

0604.3.9 전단벽의 허용전단응력

면내 휨모멘트에 대한 철근배근된 조적전단벽이 조적재만으로 발휘하는 전단벽의 허용전단응력 F_v는

$\frac{M}{Vd} < 1$일 때,

$$F_v = \frac{1}{36}\left(4-\frac{M}{Vd}\right)\sqrt{f_m{}'} \quad (\text{최대} : (80-45\frac{M}{Vd})) \qquad (0604.3.10)$$

$\frac{M}{Vd} \geqq 1$일 때,

$$F_v = \frac{1}{12}\sqrt{f_m{}'} \quad (\text{최대} : 0.24\text{MPa}) \qquad (0604.3.11)$$

모든 전단력을 전단보강근이 저항하도록 설계된 경우 전단벽의 허용전단응력 F_v는

$\frac{M}{Vd} < 1$일 때,

$$F_v = \frac{1}{24}\left(4-\frac{M}{Vd}\right)\sqrt{f_m{}'} \quad (\text{최대} : (120-45\frac{M}{Vd})) \qquad (0604.3.12)$$

$\frac{M}{Vd} \geqq 1$일 때,

$$F_v = 0.12\sqrt{f_m{}'} \quad (\text{최대} : 0.52\text{MPa}) \qquad (0604.3.13)$$

0604.3.10 허용지압응력

부재가 조적개체의 전면적으로 저항할 때 허용지압응력 F_{br}는

$$f_b = 0.26 f_m{}' \qquad (0604.3.14)$$

부재가 조적개체의 1/3 이하의 면적으로 지지할 때 허용지압응력 F_{br}는

$$f_b = 0.38 f_m' \qquad (0604.3.15)$$

식(0604.3.15)는 응력이 작용하는 부분과 응력이 없는 부분의 가장자리 간격이 적어도 응력이 작용하는 부분에서 평행 방향 치수의 1/4 이상일 때 적용된다. 지압면적이 1/3보다 크고 전단면적보다 작을 때는 식(0604.3.14)와 식(0604.3.15)를 직선보간해서 사용한다.

0604.3.11 철근의 허용응력

철근의 허용응력은 다음과 같다.

0604.3.11.1 인장응력

(1) 이형철근

$$F_s = 0.5 f_y \quad (\text{최대} : 165\text{MPa}) \qquad (0604.3.16)$$

(2) 와이어 철근

$$F_s = 0.5 f_y \quad (\text{최대} : 207\text{MPa}) \qquad (0604.3.17)$$

(3) 띠철근, 앵커 또는 원형철근

$$F_s = 0.4 f_y \quad (\text{최대} : 138\text{MPa}) \qquad (0604.3.18)$$

0604.3.11.2 압축응력

(1) 기둥에서의 이형철근

$$F_{sc} = 0.4 f_y \ (\text{최대} : 165\text{MPa}) \qquad (0604.3.19)$$

(2) 휨부재에서의 이형철근

$$F_s = 0.5 f_y \ (\text{최대} : 165\text{MPa}) \qquad (0604.3.20)$$

(3) 수평연결철물에 의해 구속되어 있는 전단벽의 압축부분 이형철근이 수평연결철물의 직경이 6mm 이상이고 간격이 철근직경의 16배, 띠철근직경의 48배 이하인 경우

$$F_{sc} = 0.4 f_y \ (\text{최대} : 165\text{MPa}) \qquad (0604.3.21)$$

0604.3.12 겹침이음의 보강

모멘트가 작용하는 구간에서 철근의 설계인장응력이 허용인장응력 F_s의 80%보다 큰 경우에는 이음의 겹침길이는 적어도 최소 요구량의 50% 이상 증가시킨다.

0604.3.13 기둥배근

기둥에서의 철근은 이 조항에서 규정한다.

수직철근의 단면적은 최소 $0.005A_e$ 이상 최대 $0.04A_e$ 이하이어야 하며, 10mm 철근이 최소 4개 이상 배근되어야 한다. 평행한 철근 사이의 순간격은 철근직경의 2.5배 이상이어야 한다.

0604.3.14 벽과 기둥의 압축력

0604.3.14.1 일반사항

압축력에 의해 발생한 기둥과 벽에서의 응력은 0604.3.5에 따라 산정한다.

0604.3.14.2 휨모멘트와 축력의 조합하중

휨모멘트와 축력으로 인한 조합응력은 0604.3.7을 만족해야 하며,f_a는 식(0604.1.8)을 따른다. $\frac{h'}{t}$비가 30보다 큰 벽의 설계는 구조물의 해석에 의해 결정된 하중과 모멘트를 근거로 하며, 축력과 부재강성의 단면 2차 모멘트 변화와 고정단 모멘트, 모멘트에 의한 처짐과 가력시간의 효과를 고려하여야 한다.

0604.3.15 휨설계

직사각형 휨부재는 다음 식(0604.3.22) 또는 0604.1.4, 0604.3.3과 이 조항에서 주어진 가정에 따른 또 다른 방법에 따라 설계한다.

0604.3.15.1 조적조의 압축응력

$$f_b = \frac{M}{bd^2}\left(\frac{1}{jk}\right) f_b \qquad (0604.3.22)$$

0604.3.15.2 길이방향 철근의 인장응력

$$f_s = \frac{M}{A_s\ j\,d} \qquad (0604.3.23)$$

0604.3.15.3 설계계수

$$k = \sqrt{(n\rho)^2 + 2n\rho} - n\rho \qquad (0604.3.24)$$

또는

$$k = \frac{1}{1+\frac{f_s}{n\,f_b}} \qquad (0604.3.25)$$

$$j = 1-\frac{k}{3} \qquad (0604.3.26)$$

0604.3.16 휨철근의 부착

휨부재에서 인장철근이 압축면에 평행한 경우의 부착응력은 다음 식으로 계산된다.

$$u = \frac{V}{\Sigma_o\, j\,d} \qquad (0604.3.27)$$

0604.3.17 휨부재와 전단벽의 전단

휨부재와 전단벽의 전단응력은 다음과 같이 계산된다.

$$f_v = \frac{V}{b\,j\,d} \qquad (0604.3.28)$$

T형 또는 I형 단면을 가진 부재에서 b'을 b 대신 쓴다. 식(0604.3.28)에 의해 산정한 f_v가 조적조의 허용전단응력 F_v를 초과하는 경우 전단보강근을 배근해야 한다. 길이방향철근에 수직으로 놓여지는 전단철근의 소요단면적은 다음과 같이 산정된다.

$$A_v = \frac{s\,V}{F_s\,d} \qquad (0604.3.29)$$

중간살 철근이 필요할 때, 보의 $d/2$ 지점에서 길이방향 인장철근 쪽으로 연장시킨 모든 45° 선이 적어도 하나 이상의 복부철근과 만나도록 해야 한다.

0604.4 비보강조적조

0604.4.1 일반사항

이 조항은 설치된 철근이 하중에 작용하지 않는 비보강조적조에 적용하며 0603절과 0604.1에 추가된다.

0604.4.2 허용축압축응력

허용축압축응력 F_a은

$$F_a = 0.25 f_m{}' \left[1 - \left(\frac{h'}{140r}\right)^2\right] \quad \text{단, } \frac{h'}{r} \leqq 99 \qquad (0604.4.1)$$

$$F_a = 0.25 f_m{}' \left(\frac{70r}{h'}\right)^2 \quad \text{단, } \frac{h'}{r} > 99 \qquad (0604.4.2)$$

0604.4.3 허용휨압축응력

허용휨압축응력 F_b은

$$F_b = 0.33 f_m{}' \text{ (최대 : 13.8MPa)} \qquad (0604.4.3)$$

0604.4.4 조합압축응력

축력과 휨모멘트에 의한 조합응력이 작용하는 부재는 다음 식을 만족해야 한다.

$$\frac{f_a}{F_b} + \frac{f_b}{F_b} \leqq 1 \qquad (0604.4.4)$$

0604.4.5 허용인장응력

휨모멘트와 축력에 의한 조합하중의 인장응력은 허용휨인장응력 F_t을 초과할 수 없다. 인장철근배근이 안 된 포틀랜드 시멘트와 함수석회가 사용된 벽체이나 시멘트모르타르를 사용한 벽체에 휨모멘트가 작용하는 경우 허용인장응력은 KASS값을 초과할 수 없으며, 통줄눈조적조에서는 수직줄눈에 인장력이 생겨서는 안 된다.

0604.4.6 휨부재의 허용전단응력

휨부재의 허용전단응력 F_v은

$$F_v = 0.083 \sqrt{f_m{}'} \text{ (최대 : 0.345MPa)} \qquad (0604.4.5)$$

다만, 변곡점에서의 거리가 순수경간의 1/16보다 작을 때, 최대응력은 0.138MPa이다.

0604.4.7 전단벽의 허용전단응력

전단벽에서 허용전단응력은 다음과 같다.

0604.4.7.1 점토조적체

$$F_v = 0.025\sqrt{f_m{}'} \quad (\text{최대 : } 0.551\text{MPa}) \qquad (0604.4.6)$$

0604.4.7.2 모르타르를 사용한 콘크리트 조적체

최대 $F_v = 0.234\text{MPa}$

0604.4.7.3 무근조적조

무근조적조의 허용전단응력(식 0604. 3.6)의 값에 $0.2f_{md}$ 만큼 증가된다.

0604.4.8 허용지압응력

부재가 조적요소의 전면적으로 지탱할 때 허용지압응력 F_{br}는

$$F_{br} = 0.26f_m{}' \qquad (0604.4.7)$$

부재가 조적요소의 1/3 이하의 면적으로 지탱할 때 허용지압응력 F_{br}는

$$F_{br} = 0.38f_m{}' \qquad (0604.4.8)$$

식(0604.4.8)은 응력이 작용하는 부분과 작용하지 않는 부분의 가장자리 간격이 적어도 응력이 작용하는 부분의 평행방향치수의 1/4 이상일 때 적용된다. 지압면적이 1/3보다 크고 전면적보다 작을 때 식(0604.4.7)과 식(0604.4.8)을 직선보간하여 사용한다.

0604.4.9 휨과 축력의 조합하중, 압축응력

휨과 축력의 조합하중에 의한 압축응력은 0604.4.4를 만족시켜야 한다.

0604.4.10 벽과 기둥의 압축력

압축력에 의한 벽과 기둥의 응력은 0604.3.5와 같이 산정한다.

0604.4.11 휨모멘트 설계

식(0604.4.9)로 산정된 휨모멘트에 의한 응력은 0604.1.2, 0604.4.3, 그리고 0604.4.5에 주어진 값을 넘지 못한다.

$$f_b = \frac{M_c}{I} \qquad (0604.4.9)$$

0604.4.12 휨부재와 전단벽의 전단

휨부재와 전단벽에서의 전단은 식(0604.4.10)에 근거하여 산정한다.

$$f_v = \frac{V}{A_c} \qquad (0604.4.10)$$

0604.4.13 코벨

무근조적조코벨의 경사부 기울기(수평면에서 경사면까지의 각도)는 60° 보다 작을 수 없다. 벽체의 면에서 코벨의 수평돌출 최대값은 허용응력을 넘지 않는 한도이다.

0604.4.14 통줄눈쌓기

통줄눈쌓기로 구성된 조적조는 최소한 벽체의 수직방향 단면적의 0.00027배 길이방향 보강이 수평방향으로 가로줄눈이나 연결보에 수직적으로 1220mm 이하 간격으로 설치하여야 한다.

0605 강도설계법

0605.1 일반사항

0605.1.1 범위

강도설계법을 사용하는 속이 빈 점토나 시멘트재료의 콘크리트 조적조구조 설계는 0603절과 이 절의 조항을 따른다. 단, 다중겹벽의 속이 비지 않은 조적조의 설계는 0605.2.1과 0605.2.2를 따른다.

0605.1.2 소요강도

기본하중조합강도설계는 다음의 계수하중 조항 중 가장 불리한 것에 저항하도록 하여야 한다.

$1.4D$ (0605.1.1)

$1.2D+1.6L+0.5(L_r \text{ or } S)$ (0605.1.2)

$1.2D+1.6(L_r \text{ or } S)+(f_1 L \text{ or } 0.8W)$ (0605.1.3)

$1.2D+1.3W+f_1 L+0.5(L_r \text{ or } S)$ (0605.1.4)

$1.2D+1.0E+(f_1 L+f_2 S)$ (0605.1.5)

$0.9D \pm (1.0E \text{ or } 1.3W)$ (0605.1.6.)

여기서, $f_1 = 1.0$ 공중집회시설, 49MPa 이상의 활하중, 차고의 활하중 $= 0.5$ 여타 활하중

$f_2 = 0.7$ 눈이 잘 흘러내리지 않는 모양의 지붕

$= 0.2$ 다른 모양의 지붕

기타 하중 F(수압), H(토압과 흙 속의 수압 포함), P(폰딩), T(온도)에 대해서는 $1.3F$, $1.6H$, $1.2P$, $1.2T$로 한다.

0605.1.3 설계강도

설계강도는 이 절에서 명시된 바와 같이 공칭강도에 강도감소계수 ϕ를 곱한 수치로 나타낸다.

0605.1.3.1 보와 피어와 기둥

(1) 휨에 대한 ϕ는 축하중이 작용하거나 또는 작용하지 않는 경우 식(0605.1.7)에 의해서 결정되며, 축하중이 작용하지 않는 경우에는 $\phi = 0.80$으로 한다.

$$\phi = 0.8 - \frac{P_u}{A_c f_m'} \text{ (단, } 0.6 \leq \phi \leq 0.8) \quad (0605.1.7)$$

(2) 전단 : $\phi = 0.60$

0605.1.3.2 면외하중에 대한 벽체설계

(1) 계수축하중이 $0.04 f_m{}' A_e$ 이하인 경우의 벽체의 휨 ; ϕ = 0.80

(2) 계수축하중이 $0.04 f_m{}' A_e$ 이상인 경우의 벽체의 단순한 축하중이나 휨을 포함하는 축하중 : ϕ = 0.80

(3) 전단 : ϕ = 0.60

0605.1.3.3 면내하중에 대한 벽체설계

(1) 단순한 축하중이나 휨을 포함하는 축하중 : ϕ = 0.65

f_y가 413MPa를 초과하지 않고 대칭 보강되어 있는 벽체에 대해서는 ϕP_n이 $0.10 f_m{}' A_e$ 또는 $0.25 P_b$에서 0까지 변할 때, ϕ값이 0.85까지 선형적으로 변한다. 속찬 충전벽에 대해서 P_b값은 식(0605.1.8)에 의해 구할 수 있다.

$$P_b = 0.85 f_m{}' b\, a_b \qquad (0605.1.8)$$

여기서, $a_b = 0.85d \left\{ \dfrac{e_{mu}}{e_{mu} + \dfrac{f_y}{E_s}} \right\}$ (0605.1.9)

(2) 전단 : ϕ = 0.60

공칭전단강도가 계수하중 조합에 있어 공칭휨강도에 의해 발생하는 전단을 초과하는 전단벽에 대해서는 ϕ값을 0.80으로 사용할 수 있다.

0605.1.3.4 모멘트저항벽체골조

(1) 축하중이 있거나 또는 없는 휨에 대해 ϕ값은 식(0605.1.10)에 의해서 결정된다. 하지만 ϕ값은 0.65보다 작거나 0.85보다 커서는 안 된다.

$$\phi = 0.85 - 2\left(\frac{P_u}{A_n f_m{}'}\right) \qquad (0605.1.10)$$

(2) 전단 : ϕ = 0.80

0605.1.3.5 앵커볼트 : ϕ = 0.80

0605.1.3.6 철근배근

(1) 정착 : ϕ = 0.80

(2) 이음 : ϕ = 0.80

0605.1.4 앵커볼트

(1) 매설된 앵커볼트의 요구강도는 0605.1.3에서 규정된 계수하중으로 결정한다.

(2) 앵커볼트의 공칭강도에 강도감소계수를 곱한 값이 요구강도 이상이어야 한다. 앵커볼트의 공칭인장성능은 식(0605.1.11)이나 식(0605.1.12)의 값 중에서 작은 값으로 한다.

$$B_{tn} = 0.084 A_p \sqrt{f_m{}'} \qquad (0605.1.11)$$

$$B_{tn} = 0.4\, A_b\, f_y \qquad (0605.1.12)$$

앵커볼트의 면적 A_p는 식(0605.1.13)과 식(0605.1.14)의 값 중에 작은 값으로 하여, 인접 앵커볼트가 겹쳐질 경우 면적 A_p값은 겹쳐진 넓이의 절반을 공제한 면적으로 한다.

$$A_p = \pi\, l_b^2 \qquad (0605.1.13)$$

$$A_p = \pi\, {l_{be}}^2 \qquad (0605.1.14)$$

앵커볼트의 공칭전단성능은 식(0605.1.15)와 식(0605.1.16)의 값 중에서 작은 값으로 한다.

$$B_{sn} = 2750\sqrt[4]{{f_m}' a_b} \qquad (0605.1.15)$$

$$B_{sn} = 0.25\, A_b\, f_y \qquad (0605.1.16)$$

하중방향에서 앵커볼트의 단부거리 l_{be}가 볼트지름의 12배 이하이면, 식(0605.1.15)의 B_{tn}값은 l_{be}가 40㎜인 곳이 0이 되도록 선형보간하여 감소시켜 사용한다. 인접한 앵커볼트가 $8d_b$ 이내에 있으면 식(0605.1.15)에 의한 인접 앵커볼트의 공칭전단성능은 볼트간 중심간격이 볼트직경의 4배인 경우에 공칭전단강도의 0.75배로 하여 직선보간 감소시켜 사용한다.

전단과 인장을 동시에 받는 앵커볼트의 경우 식(0605.1.17)을 만족하도록 설계한다.

$$\frac{b_{tu}}{\phi B_{tn}} + \frac{b_{su}}{\phi B_{sn}} \leqq 1.0 \qquad (0605.1.17)$$

(3) 앵커볼트는 단부거리, 매입깊이, 간격이 0603.2.13.2, 0603.2.13.3과 0603.2.13.4에 만족하도록 설치하여야 한다.

0605.2 보강조적조

0605.2.1 일반사항

0605.2.1.1 적용대상

이 조항의 요구사항들은 0603절과 0605.1의 요구사항에 추가사항으로서 내력벽 설계를 위해 보강되는 조적조에 적용된다.

0605.2.1.2 설계가정

(1) 조적조는 파괴계수 이상의 인장응력을 받지 못한다.

(2) 보강근은 조적 재료에 의해 완전히 부착되어야만 하나의 재료로 거동하는 것으로 한다.

(3) 단근보강된 조적조벽단면의 휨과 압축하중 조합에 대한 공칭강도는 변형률의 평형과 적합조건으로부터 구할 수 있다. 보강근과 조적조의 변형률은 중립축으로부터의 거리에 비례한다고 가정한다.

(4) 조적조압축면에서의 사용 최대 변형률 e_{mu}는 보, 피어, 기둥, 그리고 벽체 설계시에는 0.003을 사용하고, 0605.2.6.2(b)에서 규정된 횡지지보강을 하지 않으면 모멘트저항벽체골조에서 0.003을 초과하지 않는다.

(5) 보강근의 등급에 따라 결정되는 항복강도 f_y보다 작은 하중이 작용하는 경우 보강근에 작용하는 응력도는 E_s에 철근 변형률을 곱한 값으로 사용한다. f_y에 대응하는 값보다 큰 변형률의 경우에는 E_s에 무관하게 철근에 작용하

는 응력을 f_y라고 본다.

(6) 휨강도의 계산에서는 조적조벽의 인장강도를 무시한다. 단, 처짐을 구할 때는 제외한다.

(7) 조적조의 압축강도와 조적조의 변형률은 다음에 정의된 바와 같이 직사각형으로 가정한다. 조적조의 응력 $0.85f_m{}'$은 단면에서 등가압축영역에 균일하게 분포한다고 가정한다. 그 때 중립축에서 최대 압축면까지의 거리 $a = 0.85c$이다. 최대 변형률이 발생하는 평면과 중립축 사이의 거리인 c는 축에 수직인 방향으로 산정되어야 한다.

0605.2.2 보강근 요구사항과 상세

(1) 보강근의 최대 크기는 29mm으로 보강근의 지름은 공동의 최소 크기 1/4을 초과하지 않아야 한다. 벽체나 벽체 골조의 공동 안에는 최대 2개까지 보강근이 허용된다.

(2) 설치·보강근의 위치는 다음 조건을 만족해야 한다. 기둥과 피어에서는 수직보강근 사이의 간격은 보강근 공칭직경의 $1\frac{1}{2}$ 배 또는 40mm보다 작아서는 안 된다.

(3) 피복 : 모든 보강근은 모르타르나 그라우트에 완전히 매입되어야 하고, 40mm 또는 $2.5d_b$ 이상의 피복을 유지해야 한다.

(4) 표준갈고리는 다음 중 하나로 시공되어야 한다.

① 180° 갈고리의 내민길이는 보강근 직경의 4배 이상 또는 65mm 이상으로 한다.

② 135° 갈고리의 내민길이는 철근직경의 최고 6배 이상으로 한다.

③ 90° 갈고리의 내민길이는 보강근 직경의 최소 12배 이상으로 한다.

(5) 보강근의 최소 휨직경은 직경 10mm에서 25mm까지는 보강근의 6배이고, 직경 29mm부터 35mm까지는 8배로 한다.

(6) 정착 : 산정된 압축과 인장보강은 다음의 조항을 만족하도록 정착시켜야 한다.

보강근의 매입길이는 식(0605.2.1)에 의해서 결정된다.

$$l_d = \frac{l_{de}}{\phi} \qquad (0605.2.1)$$

여기서, $l_{de} = \dfrac{1.8\,{d_b}^2 f_y}{K\sqrt{f_m{}'}} \leqq 52\,d_b$ (0605.2.2)

K는 $3d_b$를 넘지 않도록 한다. 보강근의 최소매입길이는 305mm이다. 보강근 이음은 다음 중 하나를 만족해야 한다.

① 철근에 대한 최소이음길이는 305mm 또는 식(0605.2.3)에 의한 값으로 한다.

$$l_d = \frac{l_{de}}{\phi} \qquad (0605.2.3)$$

접촉되지 않는 철근의 이음인 경우 두 철근간의 간격은 필요이음길이의 1/5 또는 203mm를 넘지 않도록 한다.

② 용접이음을 하는 경우 철근의 항복강도 f_y의 125%를 발현할 수 있도록 접합하거나 용접해야 한다.

③ 기계적 이음인 경우에도 이음부가 원래 철근항복강도 f_y의 125%를 발현할 수 있도록 한다.

0605.2.3 보, 피어, 기둥의 설계

0605.2.3.1 일반사항

이 조항의 요구사항은 조적조의 보, 피어, 그리고 기둥에 대한 것이다. f_m'의 값은 10.3MPa보다 작아서는 안 된다. 계산상의 목적을 위해 f_m'의 값은 27.6MPa을 초과해서는 안 된다.

0605.2.3.2 설계가정

(1) 부재별 설계하중은 구조부재의 상대적 강성을 고려한 해석에 근거를 두어야 한다. 수평강성에 대한 계산은 모든 보, 피어, 기둥의 분배 정도를 고려하여야 한다. 부재의 강성계산시 균열의 영향이 고려되어야 한다.

(2) 한계압축상태에 있어서의 균형철근비 ρ_b에 대한 계산은 다음과 같은 가정에 근거를 둔다.

① 단면에 발생하는 변형의 분포는 최대압축 부위의 변위율 e_μ에서 최대인장 부위의 변위율까지 f_y/E_s로 선형적으로 변하는 것으로 가정한다.

② 압축력은 철근에 작용하는 인장력의 총합과 평형조건을 만족한다. 최대축하중은 $1.0D+1.0L+(1.0$ 또는 $0.8W)$의 조합하중이다.

③ 철근은 단면에 균일하게 분포된 것으로 간주하며, 균형철근비는 단면의 순면적에 대한 철근면적의 비로 계산된다.

④ 압축력에 저항하는 철근을 제외한 모든 길이방향 철근은 균형철근비에 포함되어야 한다.

0605.2.3.3 소요강도

0605.2.3.6에서 0605.2.3.12까지의 요구사항을 제외하고 소요강도는 0605.1.2의 조건에 의거하여 결정하여야 한다.

0605.2.3.4 설계강도

보, 피어, 기둥의 단면이 가지는 축방향, 전단, 휨에 대한 설계강도는 0605.1.4에서 규정하는 강도감수계수 ϕ를 적용한 공칭강도로 산정하여야 한다.

0605.2.3.5 공칭강도

(1) 단면의 공칭축력 P_n 및 공칭휨강도 M_n는 0605.2.1.2와 0605. 2.3.2의 설계가정에 의거하여 결정되어야 한다. 최대 공칭축방향압축강도는 식(0605.2.4)에 따라 결정되어야 한다.

$$P_n = 0.80\,[0.85\,f_m'(A_e - A_s) + f_y A_s] \quad (0605.2.4)$$

(2) 공칭전단강도는 식(0605.2.5)에 의해 결정된다.

$$V_n = V_m + V_s \quad (0605.2.5)$$

여기서, $V_m = 0.083\,C_d\,A_e\,\sqrt{f_m'}$ 최대 $63C_d A_e$이며 (0605.2.6)

$$V_s = A_e\,\rho_n\,f_y \quad (0605.2.7)$$

① 공칭전단강도는 <표 0605.2.5.5>에 주어진 값을 넘을 수 없다.

② 인장력이 작용하는 영역에서 V_m의 값은 0으로 본다.

③ M_u의 값이 $0.7M_n$보다 큰 경우 V_m의 값은 0.172 MPa로 가정한다.

0605.2.3.6 철근배근

(1) 전단철근이 필요한 곳에서 전단철근의 최대 간격은 단면 깊이의 1/2 혹은 1220mm를 초과해서는 안 된다.

(2) 휨철근의 배근은 단면 전체에 고루 분포하여야 한다.

(3) 하중이 대칭으로 작용할 경우 휨철근의 배근은 대칭으로 하여야 한다.

(4) 부재의 어떠한 부위의 단면에서도 공칭휨강도는 최대 휨강도의 1/4보다 적어서는 안 된다.

(5) 휨철근비 ρ는 $0.5\rho_b$를 넘을 수 없다.

(6) 겹침이음의 길이는 0605.2.2.(6)의 규정을 만족하여야 한다.

(7) 철근항복강도의 125% 이상을 발휘하도록 하는 용접이음과 기계적이음이 사용될 수 있다. 하나의 단면에 2개 이상의 철근이음이 있어서는 안 된다. 인접한 철근이음과의 위치는 길이방향을 따라 적어도 770mm 이상이어야 한다.

(8) 철근의 항복강도는 413MPa를 넘을 수 없다. 실험에 근거한 철근의 실제 항복강도는 규정된 항복강도의 1.3배를 넘을 수 없다.

0605.2.3.7 내진설계

0605.2.3.7.1 횡력저항

지진에 의해 작용되는 횡하중에 대한 저항은 전단벽 혹은 벽체를 가진 골조, 전단벽과 벽체를 가진 골조의 조합으로 이루어진다. 전단벽과 벽체를 가진 골조는 적어도 횡강성의 80%를 저항하여야 한다.

0605.2.3.7.2 부재의 치수

부재의 치수는 다음 사항을 만족하여야 한다.

(1) 보

① 보의 폭은 150mm보다 적어서는 안 된다.

② 보의 압축측에 설치된 횡방향 가새의 간격은 압축측 폭의 32배를 넘을 수 없다.

③ 보의 깊이는 적어도 200mm 이상이어야 한다.

(2) 피어

① 피어의 유효폭은 150mm 이상이어야 하며, 400mm를 넘을 수는 없다.

② 피어의 횡지지 간격은 피어 폭의 30배를 넘을 수 없다.

③ 피어의 횡지지 간격이 피어 공칭 폭의 30배를 넘을 경우, 설계시 0605.2.4의 규정이 적용되어야 한다.

④ 피어의 길이는 피어 폭의 3배 보다 작아서는 안 되며, 6배 보다 커서는 안 된다. 피어의 높이는 피어 공칭길이의 5배를 넘을 수 없다. 다만, 최대 휨이 작용하는 위치에서 축력의 크기가 $0.04 f_m' A_g$보다 작은 경우 피어의 길이는 피어의 폭과 같아질 수 있다.

(3) 기둥

① 기둥의 폭은 300mm보다 작을 수 없다.

② 기둥의 횡지지 간격은 기둥 폭의 30배를 넘을 수 없다.

③ 기둥의 공칭길이는 300mm보다 작을 수 없으며, 기둥의 폭의 3배를 넘을 수 없다.

0605.2.3.8 보

(1) 범위

우선적으로 휨에 저항하기 위해 설계된 부재는 여기에서 규정된 조건을 만족하여야 한다. 보에 작용하는 계수축방향 압축력은 $0.05 f_m A_g$을 초과할 수 없다.

(2) 길이방향 철근배근

① 길이방향 철근의 변화는 하나의 철근의 크기를 넘을 수는 없다. 하나의 보에서는 두 종류를 초과하는 배근의 크기를 쓰지 않도록 한다.

② 보의 공칭휨강도는 보의 공칭균열 휨강도의 1.3배 이상이어야 한다. 이 계산을 위한 파괴계수 f_r은 1.6MPa로 가정한다.

(3) 가로방향 철근배근

가로방향 철근은 V_u의 값이 V_m의 값을 초과하는 곳에 배근되어야 한다. 소요전단력 V_u는 변위의 영향을 고려하여야 한다. V_u의 값은 $\triangle_M$에 근거를 두어야 한다. 가로방향 전단철근이 요구되는 곳에서는 다음의 규정을 따라야 한다.

① 전단철근은 끝부분이 180° 갈고리를 가진 하나의 철근으로 이루어져야 한다.

② 전단철근은 길이방향 철근 주위로 배근되어야 한다.

③ 최소 전단철근비는 0.0007이다.

④ 첫 전단철근의 위치는 보의 단부에서 보 깊이의 1/4 이상을 넘을 수 없다.

(4) 시공

보는 콘크리트가 밀실하게 충전되어야 한다.

0605.2.3.9 피어

(1) 범위

축력과 동시에 휨과 전단에 대하여 저항하도록 설계된 피어는 여기서 제시된 조건을 만족하여야 하며, 피어에 작용하는 계수축방향 압축력은 $0.03 A_e f_m{}'$을 초과할 수 없다.

(2) 길이방향 철근배근

면내에서 양방향 응력을 받는 피어는 중립축에 대하여 대칭으로 양면에 길이방향 철근을 배근하여야 한다.

① 끝부분에 1개의 철근을 배근하여야 한다.

② 최소 길이 방향 철근비는 0.0007이다.

(3) 수평방향 철근배근

수평방향 철근은 V_u의 값이 V_m의 값을 초과하는 곳에 배근되어야 한다. 소요전단력 V_u는 변위의 영향을 고려하여야 한다. V_u의 값은 $\triangle_M$에 근거를 두어야 한다. 수평방향 전단철근이 요구되는 곳에서는 다음의 규정을 따라야 한다.

① 전단철근은 끝부분이 180° 갈고리를 가진 하나의 철근으로 이루어져야 한다. 단, 벽체와의 교차부에서는 90° 갈고리의 횡방향 철근을 길이방향 철근 주위로 배근할 수 있다.

② 최소 수평방향 철근비는 0.0015이다.

0605.2.3.10 기둥

(1) 범위

기둥은 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 길이방향 철근은 기둥의 각 모서리에 한 개씩, 최소 네 개의 철근으로 이루어져야 한다.

① 최대 철근의 단면적은 $0.03A_e$이다.

② 최소 철근의 단면적은 $0.005A_e$이다.

(3) 띠철근

① 띠철근은 0603.3.6의 규정에 따라 배근되어야 한다.

② 최소 띠철근의 면적은 $0.0018A_g$이다.

(4) 시공

기둥은 콘크리트가 밀실하게 충전되어야 한다.

0605.2.4 면외하중을 받는 벽체설계

0605.2.4.1 일반사항

여기에 제시된 규정은 면외하중을 받는 벽체의 설계에 관한 것이다.

0605.2.4.2 최대철근비

철근비는 $0.5\rho_b$를 넘을 수 없다.

0605.2.4.3 휨모멘트 및 변위의 계산

0605.2.4에 제시된 모든 휨모멘트 및 처짐의 계산은 부재 상·하단에 대하여 단순지지를 근거로 한다. 이와 다른 지지조건의 휨모멘트 및 처짐은 역학의 원리에 따라 계산되어야 한다.

0605.2.4.4 $0.04f_m'$ 이하의 축력을 받는 벽체

휨응력의 계산에 있어서 축력과 처짐에 영향을 미치는 벽체의 세장비를 고려하여 주어진 이 조항의 과정은 식(0605.2.8)에 주어진 것과 같이 최대 휨응력이 작용하는 위치에서 수직응력이 $0.04f_m'$을 넘지 않을 때 사용될 수 있다. 이때 f_m'의 값은 41.3MPa를 넘을 수 없다.

$$\frac{P_w + P_f}{A_g} \leqq 0.04 f_m' \qquad (0605.2.8)$$

벽체는 150mm의 최소 공칭두께를 가져야 한다. 소요휨응력 및 축력은 벽체높이의 중간지점에서 산정되어야 하며, 이 값이 설계시 사용되어야 한다.

벽체높이의 중간지점에 발생하는 계수휨응력 M_u는 식(0605.2.9)에 따라 산정한다.

$$M_u = \frac{w_u h^2}{8} + P_{uf}\frac{e}{2} + P_u \Delta_u \qquad (0605.2.9)$$

여기서, $\triangle_u$ = 계수하중에 의한 벽체 중앙부의 처짐

$$P_u = P_{uw} + P_{uf} \qquad (0605.2.10)$$

면외하중에 의한 벽체의 설계강도는 식(0605.2.11)에 의하여 산정한다.

$$M_u \leqq \phi M_n \qquad (0605.2.11)$$

여기서, $M_n = A_{se} f_y (d - a/2)$ (0605.2.12)

$A_{se} = (A_s f_y + P_u)/f_y$, 철근의 유효단면적 (0605.2.13)

$a = \dfrac{(P_u + A_s f_y)}{0.85 f_m{}' b}$, 계수하중에 의해 발생한 응력블록의 깊이

(0605.2.14)

0605.2.4.5 $0.04 f_m{}'$ 초과의 축력을 받는 벽체

여기에서 주어진 다음의 과정은 최대 휨응력이 작용하는 위치에서 수직응력이 $0.04 f_m{}'$ 이상이며, $0.2 f_m{}'$ 이하이고, 세장비 h'/t의 값이 30을 넘지 않는 곳에 사용할 수 있다.

단면에 의한 설계강도는 0605.1.4에서와 같이, 강도저감계수 ϕ가 곱해진 축력, 전단력 및 휨응력과 같은 소요강도로 나타낼 수 있다.

벽체는 이러한 설계강도가 소요강도보다 크게 설계된다.

공칭전단강도는 식(0605.2.15)에 의해 산정된다.

$$V_n = 0.166 A_{mv} \sqrt{f_m{}'} \qquad (0605.2.15)$$

0605.2.4.6 변위설계

수평 및 수직 사용하중을 받는 벽체의 중간높이에 발생하는 처짐Δ_s는 다음 식에 의해 제한된다.

$$\Delta_s = 0.007 h \qquad (0605.2.16)$$

처짐의 계산에 있어서 $P-\Delta$ 효과가 고려되어야 한다. 중간높이의 처짐은 다음 식을 통하여 산정한다.

$$\Delta_s = \frac{5 M_{ser} h^2}{48 E_m I_g} \quad (M_{ser} \leqq M_{cr}) \qquad (0605.2.17)$$

$$\Delta_s = \frac{5 M_{cr} h^2}{48 E_m I_g} + \frac{5 (M_{ser} - M_{cr}) h^2}{48 E_m I_g} \, (M_{cr} < M_{ser} < M_n) \qquad (0605.2.18)$$

벽체의 균열을 발생시키는 휨강도는 다음 식에 의해 산정한다.

$$M_{cr} = S f_r \qquad (0605.2.19)$$

여기서 파괴계수 f_r은 다음과 같다.

(1) 완벽하게 채워진 속빈조적조에 대하여

$$f_r = 0.33 \sqrt{f_m{}'}, \text{ 최대 } 1.6\text{MPa} \qquad (0605.2.20)$$

(2) 부분적으로 충전된 조적조에 대하여

$$f_r = 0.21 \sqrt{f_m{}'}, \text{ 최대 } 0.861\text{MPa} \qquad (0605.2.21)$$

(3) 이중겹벽조적조에 대하여

$$f_r = 0.166\sqrt{f_m'}, \text{ 최대 } 0.861\text{MPa} \qquad (0605.2.22)$$

0605.2.5 면내하중을 받는 벽체설계

0605.2.5.1 일반사항

이 조항은 면내하중을 받는 벽체에 관한 것이다. 이때 f_m'의 값은 10.3MPa 이상이어야 하며, 27.6MPa를 넘을 수 없다.

0605.2.5.2 철근배근

철근배근은 다음 사항을 따라야 한다.

(1) 여기서 제시된 해석방식을 따르는 모든 지진지역에 대하여 수직방향으로 최대 1,200mm 간격으로 최소철근량 130mm^2, 수평방향으로 최대 600mm 간격으로 최소철근량 130mm^{2}가 배근되어야 한다.

(2) 전단벽의 파괴양상이 휨파괴인 경우 전단벽의 공칭휨강도는 충실하게 채워진 벽체의 균열모멘트 강도의 최소 1.8배 이상이어야 하며, 부분적으로 채워진 벽체의 균열모멘트강도의 3배 이상이어야 한다.

(3) 수직으로 배근된 철근량은 수평철근량의 1/2 이상이어야 한다.

(4) 0605.2.5.5 (3)에서 제시된 영역에 대하여 수평철근의 간격은 유효벽체 두께의 3배 혹은 610mm를 넘을 수 없다.

0605.2.5.3 설계강도

단면에 의한 설계강도는 0605.1.3.3에서와 같이, 강도저감계수 ϕ가 곱해진 축력, 전단력 및 휨응력과 같은 공칭강도로 나타낸다.

0605.2.5.4 축방향강도

전단벽의 공칭축방향강도는 식(0605.2.23)에 의해 산정한다.

$$P_o = 0.85 f_m'(A_e - A_s) + f_y A_s 0 \qquad (0605.2.23)$$

전단벽의 단면을 통하여 발휘되는 축방향설계강도는 식(0605.2.24)를 만족하여야 한다.

$$P_u \leq 0.80\phi P_o \qquad (0605.2.24)$$

0605.2.5.5 전단강도

전단강도는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 전단강도는 아래의 (2), (3)의 조건에 따라 산정한다. 최대 공칭전단강도는 <표 0605.2.5.5>에 따라 결정한다.

(2) 아래 (3)의 경우를 제외하고는 전단벽의 유효전단강도는 식 (0605.2.25)에 의해 산정한다.

$$V_n = V_m + V_s \qquad (0605.2.25)$$

$$V_m = 0.083 C_d A_{mv}\sqrt{f_m'} \qquad (0605.2.26)$$

그리고 $V_s = A_{mv}\rho_n f_y \qquad (0605.2.27)$

(3) 공칭전단강도가 공칭휨강도에 의해 발생되는 전단강도를 초과하는 전단벽체는 2개의 전단영역이 존재한다. 전단

벽의 밑부분과 밑부분으로부터 L_w 이내의 거리에 있는 모든 단면에 대하여 전단강도는 식(0605.2.28)에 의해 산정한다.

$$V_n = A_{mv}\,\rho_n\,f_y \qquad (0605.2.28)$$

이 영역의 소요전단강도는 전단벽의 밑부분으로부터 $L_w/2$의 거리에 있는 단면으로부터 구할 수 있으며, 층고의 1/2을 넘지 않는다. 다른 영역의 공칭전단강도는 식(0605.2.25)으로부터 구한다.

<표 0605.2.5.5> 공칭최대전단강도

M/V_d	V_n 최대값
≦ 0.25	$322\sqrt{f'_m}A_e$ ≦ $1691A_e$
≦ 1.0	$214\sqrt{f'_m}A_e$ ≦ $1113A_e$

주) 1) M는 고려하고 있는 단면에 작용하는 전단하중 V가 작용하는 시점의 최대 휨모멘트이다.
0.25와 1.0 사이의 M/V_d 값은 직선보간에 의한다.
2) V_n은 N단위이며, f_m'는 $(10^{-3}\mathrm{N/mm^2})$ 단위이다

0605.2.5.6 경계부위의 부재

경계부위에 있는 부재는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 벽체에 압축변형률이 0.0015 이상일 경우에 경계부재는 전단벽의 경계부분에 보강되어야 한다.

(2) 경계부재의 최소길이는 벽두께의 3배이어야 한다. 그러나 0605.2.6.2(7)에서 산정된 압축에 의한 변형률이 0.0015보다 큰 경우에는 전 영역에 대하여 3배이어야 한다.

(3) 띠철근을 경계부재에 대하여 배근하여야 한다. 띠철근은 최소 9mm의 철근으로 200mm 이하의 간격으로 배근한다.

0605.2.6 모멘트저항벽체골조의 설계

0605.2.6.1 일반사항

(1) 범위

여기에서 제시된 것은 보강콘크리트블록조적조로 지어진 밀실하게 충전된 모멘트저항벽체골조에 관한 사항이다.

(2) 치수의 제한

치수에 관한 사항은 다음 조건을 따른다.

① 보 : 보의 순경간은 보깊이의 2배 이상이어야 한다.
보의 공칭깊이는 두 개의 단위 조적개체 혹은 400mm를 넘을 수 없으며, 보의 폭에 대한 보의 깊이 비는 6을 넘을 수 없다. 또한 보의 폭은 200mm 또는 피어 경간의 1/26을 넘을 수 없다.

② 피어 : 피어의 공칭깊이는 2,400mm를 넘을 수 없다. 공칭깊이는 2개의 피어 단위 또 810mm 중 큰 값보다 적지 않아야 한다. 피어의 공칭 폭은 보의 공칭 폭 또는 200mm 또는 보 사이의 순높이 1/14 중 큰 값보다 작아야 한다.
피어의 깊이에 대한 높이의 비는 5를 넘을 수 없다.

(3) 해석

부재의 설계하중은 줄눈의 강성 영향을 고려한 피어와 보의 상대적인 강성을 고려하여 분석되어야 한다. 설계를 위한 보의 휨응력의 계산은 슬래브 철근의 영향을 고려하여야 한다.

0605.2.6.2 설계과정

(1) 소요강도

0605.2.6.2(7)과 (8)에 제시된 규정 외에 필요강도는 0605.1.3의 규정에 따라 산정한다.

(2) 설계강도

골조단면에 의한 설계강도는 0605.1.3.4에서와 같이, 강도감소계수 ϕ가 곱해진 축력, 전단력, 및 휨응력과 같은 공칭강도로 나타낸다. 부재는 설계강도가 소요강도보다 크도록 설계하여야 한다.

(3) 공칭강도 산정을 위한 설계가정

부재의 단면이 발휘하는 공칭휨강도는 0605.2.1.2의 규정을 따라야 한다. 이때 $f_m{}'$의 값은 10.3MPa 이상이어야 하며, 27.6MPa를 초과할 수 없다.

(4) 철근배근

부재의 축을 따라 발생하는 공칭휨강도는 양 단부에서 발휘되는 휨강도 최대값의 1/4보다 작아서는 안 된다. 이음에 관한 규정은 0605.2.2.(6)의 규정을 따라야 한다. 이음의 중앙부가 부재 순길이의 가운데에 위치해야 한다. 배근의 종류에 따라 용접이음과 기계적 이음이 사용될 수 있다. 하나의 단면에 2 이상의 철근이음이 있어서는 안 된다. 인접한 철근이음과의 위치는 길이방향을 따라 적어도 610mm 이상이어야 한다. 철근의 항복강도는 413MPa를 넘을 수 없다. 실험에 근거한 철근의 실제 항복강도는 기준 항복강도의 1.3배를 초과할 수 없다.

(5) 휨부재(보)

여기에서 제시하는 규정은 휨에 저항하는 보부재에 적용된다. 계수하중에 의한 축방향 압축력은 $0.10A_nf_m{}'$을 초과할 수 없다.

① 길이방향 철근배근 : 보부재의 어느 단면에 대해서도 보의 깊이부분에 해당하는 벽돌은 길이방향 철근을 가져야 한다. 단면의 위치에 따른 길이방향 철근면적의 변화는 50%를 넘을 수 없다. 단, ϕ12 철근의 경우 이어지지 않은 곳을 제외하고는 최소 길이방향 철근면적의 100%를 넘을 수 없다.

최소철근비는 전체단면에 대하여 0.002이다

최대철근비는 전체단면에 대하여 $0.15f_m{}'/f_y$이어야 한다.

② 가로방향 철근배근 : 가로방향 철근은 0605.2.2.(3)에서 규정한 것과 같이 길이방향 주위로 배근되어야 하며 하나의 철근으로 180° 표준갈고리를 사용하여야 한다. 지진하중이나 풍하중에 의해 소성파괴가 일어날 가능성이 있는 보의 양 단부에 대하여 가로방향 철근은 최대 보깊이의 1/4를 넘어서 배근될 수 없다. 가로방향 철근의 최대간격은 보깊이의 1/2를 넘을 수 없다. 최초의 가로방향 철근은 피어의 표면 위치로부터 100mm를 넘어서 배근할 수 없다.

(6) 휨을 받는 압축부재

이 조항에서 설명된 규정들은 축하중과 함께 휨에 저항하도록 설계된 피어에 적용된다.

① 길이방향 철근 : 매 피어의 모든 단면에 최소 4개의 주근이 배근되어야 한다. 휨 철근은 부재깊이에 걸쳐 분포되어야 한다. 보강된 단면 사이에 있는 철근면적의 편차는 50%를 초과할 수 없다.

총 단면적에서 계산된 최소철근비는 0.002이다.

총 단면적에서 계산된 최대철근비는 $0.15 f_m{}' / f_y$이다.

최대철근지름은 피어 폭의 1/8이다.

② 수평보강철근은 0605.2.2.(4)에서 정의된 것처럼 표준 180°로 맨 끝의 길이방향 철근 주위에서 갈고리되어야 한다. 보의 끝부분으로부터 하나의 피어 깊이에 이르는 끝 부분 내에서 또는 지진이나 풍하중 동안에 휨항복이 발생할 수 있는 부분에서 수평방향 철근의 최대 간격은 피어 공칭깊이의 1/4을 초과할 수 없다.

수평보강 철근의 최대 간격은 피어 깊이의 1/2을 초과할 수 없다.

최소수평보강철근비는 0.0015이다.

③ 띠철근은 축력 또는 휨으로 인한 압축변형률이 0.0015를 초과할 때 R_w가 1.5인 계수력에 따라 밀실하게 충전된 코어를 횡구속해야 한다. 변형률이 0.0015를 초과하는 단면에서 횡구속되지 않은 부분은 단면의 공칭강도계산에서 무시된다.

횡구속된 코어에서 장방형 띠철근의 총 단면적은 다음 식의 값 이상이어야 한다.

$$A_{sh} = 0.09 s h_c f_m{}' / f_{yh} \qquad (0605.2.29)$$

또는 최소 0.006의 극한압축변형률이 일어날 수 있는 등가의 구속이 장방형 띠철근을 대체할 수 있다.

(7) 피어설계

피어의 공칭휨강도는 기초접합 부분을 제외하고는 보의 소성힌지의 발생에 따른 피어에 발생하는 모멘트의 1.6배 이상이어야 한다.

위에서 언급된 보의 소성힌지 발생에 근거한 계수고정하중과 활하중을 포함한 피어축하중은 $0.15 A_n f_m{}'$을 초과할 수 없다.

부재강성에 대한 균열의 영향이 고려되어야 한다.

피어의 기초소성힌지는 기초에서 지지된 횡지지 높이 근처에서 바로 형성되어야 한다.

(8) 전단설계

① 보나 피어의 공칭전단강도는 보의 휨항복의 발생에 따른 전단력의 1.4배 이상이어야 한다. 부재의 전단력계산에서 줄눈 부위에서 정모멘트가 작용하고 부재는 분포면적에 따른 중력하중을 받는 것으로 가정한다.

② 수직부재의 전단강도 : 공칭전단강도는 식(0605.2.30)에 의해 결정된다.

$$V_n = V_m + V_s \qquad (0605.2.30)$$

$$V_m = 0.083 C_d A_{mv} \sqrt{f_m{}'} \qquad (0605.2.31)$$

그리고 $V_s = A_{mv} \rho_n f_y \qquad (0605.2.32)$

보 표면으로부터 하나의 피어 깊이에 이르는 단부부분 내에서 그리고 지진하중시 피어의 휨항복이 발생할 수 있는 지역이나 순인장계수하중을 받는 피어에서는 V_m의 값은 0이다.

피어 공칭전단강도 V_n은 <표 0605.2.1>의 값을 초과할 수 없다.

③ 공칭전단강도는 식(0605.2.33)에 의해 결정된다.

$$V_m = 0.01 A_{mv} \sqrt{f_m{}'} \qquad (0605.2.33)$$

피어 표면으로부터 하나의 보깊이에 이르는 끝부분 내에서, 그리고 지진하중시 보의 항복이 발생할 수 있는 지역에서 V_m의 값은 0이다.

공칭보전단강도 V_n은 식(0605.2.34)에 의해 결정된다.

$$V_n \leqq 0.33 A_{mv} \sqrt{f_m{}'} \qquad (0605.2.34)$$

(9) 접합부

① 철근이 접합부까지 이를 경우 접합부의 크기는 다음과 같다.

$$h_p > \frac{52873\, d_{bb}}{\sqrt{f_g{}'}} \qquad (0605.2.35)$$

$$h_b > \frac{21685\ d_{bp}}{\sqrt{f_g{}'}} \qquad (0605.2.36)$$

그라우트의 강도는 식(0605.2.35), 식(0605.2.36)에 따르면

34.4MPa를 초과해서는 안 된다. 접합부전단력은 피어표면에서 보의 모든 휨인장철근응력이 $1.4 f_y$라는 가정하에 계산된다. 접합부의 강도는 0605.1.3.4에서 명시된 적절한 강도감소계수에 의해 결정된다.

피어에서 끝나는 보의 길이방향 철근은 피어의 표면에서 깊숙이 이어지게 하거나 0605.2.2.(4)에서 정의된 것처럼 보 방향으로 구부러진 표준 90° 혹은 180° 갈고리에 의해 부착되어야 한다.

보에서 끝나는 피어의 길이방향 철근은 보의 표면에서 깊숙이 이어지게 하거나 0605.2.2.(4)에서 정의된 것처럼 보 방향으로 구부러진 표준 90° 혹은 180° 갈고리에 의해 부착되어야 한다.

② 수평보강철근 : 모서리부분에서 4방향 접합부 전단균열이 발생할 가능성 있는 곳에 배근하는 수평접합부 전단철근과 피어 맨 끝의 철근 주위에 0605.2.2.(4)에 정의된 것처럼 표준갈고리로 정착된 특별한 수평접합부 전단철근은 다음 규정을 따른다.

$$A_{jh} = \frac{0.5\, V_{jh}}{f_y} \qquad (0605.2.37)$$

수직전단력은 조적조의 전단저항기구와 피어중간철근을 포함한 트러스기구의 조합에 의해 전달되는 것으로 고려한다.

③ 접합부의 공칭수평방향 전단강도는 $0.58\sqrt{f_m{}'}$ 또는 2.4MPa 중 작은 값을 초과할 수 없다.

0605.3 비보강조적조

0605.3.1 일반사항

0605.3.1.1 저항강도

비보강조적조의 저항강도는 단위조적조, 모르타르, 충전재의 휨인장강도를 사용하여 설계한다.

0605.3.1.2 보강철근의 강도 기여

보강철근은 설계강도에 기여하지 않는 것으로 간주한다.

0605.3.1.3 설계기준

비보강조적조는 균열이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.

0605.3.2 휨강도

비보강조적조의 휨강도를 산정을 위해 다음과 같이 가정한다.

(1) 조적부재의 휨과 압축에 대한 강도설계는 일반적인 역학의 원칙을 따른다.

(2) 조적부재에 발생하는 변형률은 중립축으로부터의 거리에 비례한다.

(3) 조적부재에 발생하는 휨인장응력은 변형률에 비례한다.

(4) 축압축응력과 함께 발생하는 휨압축응력은 변형률에 비례하는 것으로 본다. 단, 최대 압축응력은 $0.85f_m{}'$을 넘을 수 없다

0605.3.3 축방향 압축강도

설계축방향 압축강도는 다음 식을 따른다.

$\frac{h}{r} < 99$인 경우, $\phi P_n = \phi(0.8)(0.8)A_n f_m{}' \left[1-\left(\frac{h}{140r}\right)^2\right]$ (0605.3.1)

$\frac{h}{r} > 99$인 경우, $\phi P_n = \phi(0.8)(0.8)A_n f_m{}' \left(\frac{70r}{h}\right)^2$ (0605.3.2)

여기서, A_n : 조적조의 순단면적(mm^2)

$f_m{}'$: 조적조의 28일 압축강도(MPa)

h : 기둥이나 붙임 기둥, 벽의 유효높이(mm)

P_n : 조적조의 공칭압축강도(N)

r : 단면의 회전반경

0605.3.4 공칭전단강도

공칭전단강도 V_n은 다음 중에서 최소값을 택한다.

(1) $0.125\sqrt{f_m{}'}A_n$(MPa)

(2) $2.65A_n$(mm^2)

(3) 완벽하게 충전되지 않은 막힌줄눈쌓기 조적조 :
$2.86A_n + 0.3N_y$

(4) 완벽하게 충전된 통줄눈쌓기 개방형 조적조 :
$2.86A_n + 0.3N_y$

(5) 완벽하게 충전된 막힌줄눈쌓기 조적조 : $4.08A_n + 0.3N_y$

(6) 완벽하게 충전된 통줄눈쌓기 비개방형 조적조 :
$1.05A_n + 0.3N_y$

0606 경험적 설계법

0606.1 일반사항

경험적 설계법에 의해 조적구조물을 설계하려면 담당원의 승인을 얻은 후 0603과 이 절의 규정들을 따라야 한다.

0606.2 벽체의 높이

조적벽이 횡력에 저항하는 경우에는 전체높이가 13m, 처마높이가 9m 이하이어야 이 절의 경험적 설계법을 적용할 수 있다.

0606.3 횡안정

조적벽이 구조물의 횡안정성 확보를 위해 사용될 때는 전단벽들이 횡력과 평행한 방향으로 배치되어야 한다. 조적전단벽의 공칭두께는 최소 200mm 이상이어야 한다. 횡안정성을 위해 전단벽이 요구되는 각 방향에 대하여 해당 방향으로 배치된 전단벽길이의 합계가 건물의 장변길이의 최소 50% 이상 이어야 하며 층수에 따라 〈 표 0606.3.1〉의 벽량을 확보 하여야 한다. 이 때 개구부는 전단벽의 길이합계산정에서 제외한다. 전단벽간의 최대간격은 <표 0606.3.2>에 제시된 비율을 초과할 수 없다.

〈 표 0606.3.1 〉 경험적설계를 위한 길이방향 전단벽 량

층수		전단벽 량 (%)
1개층		50
2개층	2층	50
	1층	75
3개층	3층	50
	2층	75
	1층	100

<표 0606.3.2> 경험적 설계를 위한 전단벽 최대간격

바닥판 또는 지붕유형	벽체간 간격 : 전단벽 길이
현장타설 콘크리트	5 : 1
프리캐스트 콘크리트	4 : 1
콘크리트 타설 철재 데크	3 : 1
무타설 철재 데크	2 : 1
목재 다이어프램	2 : 1

0606.4 압축응력

0606.4.1 일반사항

풍하중 및 지진하중을 제외한 수직 고정하중과 활하중에 의한 벽체의 압축응력은 다음 0606.4.3의 규정에 따라 산정한다. 이때 제3장에 따라 활하중을 저감할 수 있다.

0606.4.2 허용응력

조적벽의 압축응력은 <표 0606.4.1>에 주어진 값을 초과하지 않아야 한다. 다중겹벽의 경우 <표 0606.4.1>에 주어진 허용응력 중 가장 불리한 경우를 모든 겹의 허용응력으로 사용한다.

0606.4.3 응력의 산정

응력의 산정에서는 공칭치수가 아닌 기준치수를 사용한다. 압축응력은 설계하중을 내력벽의 전체단면적으로 나누어 계산한다. 이 때 벽체내 개구부, 홈파기 등의 면적은 전체단면적 산정에서 제외한다.

<표 0606.4.1> 경험적 설계를 위한 허용압축응력

	조적개체의 압축강도 (10^{-3} MPa)	허용압축응력 (10^{-3} MPa)
속찬 점토벽돌 조적조	55120 이상	2067
	31000	1378
	17225	964
	10335	689
충진된 벽돌 조적조	31000	1378
	17225	964
	10335	689
콘크리트 조적객체에 의한 속찬 조적조	20670	1378
	13780	964
	8268	689
속빈 조적개체에 의한 내력 조적조	13780	826
	10335	689
	6869	482
	4823	378
속찬 조적개체에 의한 중공벽	17225	964
	10335	689

0606.4.4 앵커볼트

볼트 관련 값들은 <표 0606.4.2>의 값을 초과할 수 없다.

<표 0606.4.2> 비소성 점토개체를 제외한 경험적설계를 위한 볼트의 허용전단력

볼트지름 (mm)	매입 (mm)	속찬 조적 (N)	그라우트 조적 (N)
13	100	1557	2447
15	100	2225	3337
19	130	3337	4895
22	150	4450	6675
25	180	5562	8232
29	200	6675	10012

0606.5 측면지지

(1) 조적벽은 <표 0606.5.1>에 주어진 간격을 초과하지 않도록 수직, 수평방향으로 횡지지를 확보하여야 한다.

<표 0606.5.1> 경험적 설계를 위한 횡력지지

유 형	최대 l/t, h/t
내력벽	
속찬 또는 그라우트 충진 조적벽체	20
기타	18
비내력벽	
외부	18
내부	36

(2) 수평적으로는 대린벽, 붙임기둥 및 기타 골조 부재에 의해 수직적으로 바닥판 및 지붕에 의해 횡지지되어야 한다.

(3) 파라펫벽을 제외한 캔틸레버벽에서 공칭두께에 대한 높이의 비는 속찬조적개체의 경우 6, 속빈조적개체의 경우 4를 초과할 수 없다.

(4) 중공벽의 높이/두께비 계산에서 두께는 내부벽겹과 외부벽겹의 공칭두께의 합으로 산정한다. 조적개체와 모르타르의 등급이 다른 벽체들로 구성된 경우에는 가장 불리한 조합에 허용된 높이/두께비 또는 길이/두께비를 초과하지 않도록 하여야 한다.

0606.6 최소두께

0606.6.1 일반사항

2층 이상의 건물에서 조적내력벽의 공칭두께는 200mm 이상이어야 한다. 층고가 2,700mm를 넘지 않는 1층 건물의 속찬조적벽의 공칭두께는 150mm 이상으로 할 수 있으며, 이때 높이 1,800mm 이하의 박공지붕이 추가로 사용될 수 있다.

0606.6.2 두께의 변화

이 조항의 최소두께 규정으로 인하여 층간에 두께변화가 발생한 경우에는 더 큰 두께값을 상층에도 적용하여야 한다.

0606.6.3 두께의 감소

속빈조적개체 또는 조적부착중공벽으로 구성된 조적벽의 두께가 감소할 경우, 하부의 벽체와 두께가 감소된 상부의 벽체사이에 속찬조적체에 의한 연결체를 시공하거나 면살 또는 벽겹의 하중을 하부벽체로 전달할 수 있는 별도의 조치를 취하여야 한다.

0606.6.4 파라펫

파라펫벽의 두께는 200mm 이상이어야 하며, 높이는 두께의 3배를 넘을 수 없다. 파라펫벽은 하부 벽체보다 얇지 않아야 한다.

0606.6.5 기초벽

뒷채움의 높이(벽체 내부 지하층 바닥 또는 지표면과 외부 지표면 사이의 높이)와 횡지지 사이 벽체의 높이가 2,400mm를 넘지 않는 곳에서 뒷채움에 의한 측압이 4.8kN/m^{2}을 넘지 않을 때, 기초벽의 최소두께는 <표 0606.6.1>과 같다. <표 0606.6.1>에 허용된 뒷채움의 최대 춤은 토질조건이 허용하는 경우 담당원의 승인을 받아 증가시킬 수 있다.

<표 0606.6.1> 경험적 설계를 위한 기초벽의 두께

기초벽 유형	공칭두께(mm)	뒷채움의 최대춤(mm)
그라우트 안 된 중공개체에 의한 조적	200 250 300	1200 1500 1800
속찬 개체에 의한 조적	200 250 300	1500 1800 2100
그라우트된 중공 객체 또는 속찬 객체에 의한 조적	200 250 300	2100 2400 2400
중공 개체에 의한 조적 중심간격 600mm마다 압력면으로부터 120mm 이상 이격된 지름 13mm 철선으로 수직보강 및 그라우트됨	200	2100

0606.7 연결

0606.7.1 일반사항

다중겹벽의 내부벽겹과 외부벽겹은 이 조항의 규정에 따라 연결하여야 한다.

0606.7.2 마구리쌓기

(1) 속찬 조적체의 내부벽겹과 외부벽겹이 조적머리에 의해 연결된 곳에서는 각 벽겹 벽면의 4% 이상이 조적머리로 구성되어야 하며, 내부벽겹으로 80mm 이상 연장되어야 한다. 인접한 조적머리 간의 수평, 수직 간격은 600mm를 초과하지 않아야 한다. 하나의 조적머리로 벽체 전체를 연결할 수 없을 때는 반대편으로부터의 조적머리와 최소한 80mm 이상 겹치도록 하여야 한다.

(2) 2개 이상의 속빈개체가 한 벽체를 구성할 때, 가장 넓게 펴진 켜는 75mm 이상 하부와 겹치도록 하고, 이것은 수직으로 850mm 이하의 거리마다 두도록 한다. 혹은 하부두께보다 50% 두꺼운 벽체에 수직거리 40mm 이하의 거리에 겹치도록 한다.

0606.7.3 벽체연결철물

지름 4.8mm의 벽체연결철물 또는 등가의 강성을 갖는 금속연결철물이 수평줄눈에 매입되어 외부벽겹과 내부벽겹을 연결할 경우, 최소 0.42m^2 벽체면적마다 하나 이상의 벽체연결철물을 배치하여야 한다. 엇갈린 켜의 연결철물을 빗겨 배치하고, 연결철물을 2열로 배치할 경우 연결철물간 수직간격은 최대 600mm를, 수평간격은 최대 900mm를 넘지 않아야 한다. 수직으로 중공을 갖는 조적조에는 사각형으로 구부린 연결철물이 사용되어야 한다. 그 밖의 벽체에서는 연결철물의 끝을 50mm 이상 90°구부려 갈고리로 작용하도록 하여야 한다.

0606.7.4 길이방향 연결

조적체의 각 겹에서 세로줄눈은 조적개체 길이의 1/4 이상 상하부 켜와 겹치도록 쌓거나 또는 최소 철근에 $0.0007b_t$를 균등하게 벽체길이 방향으로 보강하여야 한다.

0606.8 정착

0606.8.1 교차벽

상호간 횡지지되고 있는 조적벽들은 벽체간 교차점에서 아래 규정된 방법 중 하나에 의해 앵커 또는 연결되어야 한다.

(1) 교차점 조적개체의 50%가 교차 조적되어야 하며, 교차되는 각 조적개체는 하부 조적개체에 75mm 이상 지지되어야 한다.

(2) 끝에서 50mm 이상 구부림되거나 또는 십자형의 앵커철물을 갖는 7mm×40mm 이상의 단면의 연결철물에 의하여 벽체가 정착되어야 한다. 이러한 앵커의 길이는 600mm 이상이어야 하고, 수직간격은 1,200mm 이하이어야 한다.

(3) 연결부 보강물을 수직간격 200mm 이하로 설치하여 정착시킨다. 이때 길이방향 철물은 직경 28mm 이상으로 하며, 각 교차벽방향으로 750mm 이상 매입한다.

(4) 내부 비내력벽의 경우에는 연결부 보강물 또는 6mm 철망을 수직간격 400mm 이하로 설치함으로써 정착시킬 수 있다.

(5) 기타의 연결철물 또는 앵커들도 이 조항에서 규정된 바와 등가의 면적을 갖는 경우에 사용될 수 있다.

0606.8.2 바닥판과 지붕의 정착

각 조적벽체에 횡지지성능을 부여하는 바닥판 또는 지붕은 아래 규정된 방법 중 하나에 의해 각 조적벽에 연결하여야 한다.

(1) 조적벽에 지지되는 목조바닥 조이스트는 승인된 연결철물 앵커에 의해 1,800mm 이하의 간격으로 벽체에 정착되어야 한다. 벽체에 평행한 조이스트는 중심거리 1,800mm 이하로 배치되며 조이스트 상하부에 걸쳐 연결하는 연결철물에 정착되어야 한다. 이때 3개 이상의 조이스트로 고정한다. 끝막기는 각각의 연결철물 정착 사이마다 있어야 한다.

(2) 강재바닥판 조이스트는 지름 10mm철근 또는 등가의 철물에 의해 1,800mm 이하의 간격으로 벽체에 정착되어야 한다. 조이스트가 벽체에 평행한 곳에서는 조이스트 직각방향의 수평재에 정착되어야 한다.

(3) 지붕구조체는 13mm의 볼트 또는 등가의 철물에 의해 1,800mm 이하의 간격으로 벽체에 정착되어야 한다. 볼트는 400mm 이상 조적체에 매입되거나 갈고리고 만들거나 벽체 최상부로부터 150mm 이하에 위치한 테두리보 보강물에 130mm^2 이상 용접하여야 한다.

0606.8.3 골조에 지지된 벽체

벽체가 골조에 의해 횡지지되는 경우 벽체는 금속앵커에 의해 골조에 정착되거나 골조에 연결되어야 한다. 금속앵커는 100mm 이상 조적체에 매입된 지름 13mm의 볼트를 1,200mm 이하의 간격으로 배치하거나 이와 등가의 면적을 갖도록 하여야 한다.

0607 조적조 문화재

0607.1 일반사항

조적조문화재는 지정문화재와 등록문화재 중 수직방향 구조체의 일부 혹은 전부가 벽돌조적조인 건축물을 말한다. 이 절은 설계보다는 보존을 중심으로 기술한다.

0607.2 보존의 개념

문화재건축물의 보존방식에는 다양한 접근방식이 있으나, 조적조 문화재는 사용성을 갖고 있어야 하므로 전통적 보존과 재이용 보존의 개념이 적용된다.

0607.3 보존계획

보존계획은 대상 건축물의 문화재적 가치, 역사적 가치 및 경제적 가치를 평가하여 수립하여야 한다. 계획수립절차는 인문조사를 통한 보존방안 설정, 구조안전성 평가, 보수·보강방안 수립, 유지관리방안 제시로 이루어진다.

0607.4 보존방안 설정

대상 건축물에 대한 인문학적 조사를 통해 얻은 자료를 근거로 가치평가를 하고 그 가치에 따른 보존의 기본방안을 설정한다.

0607.5 구조안전성 평가

문화재의 구조안전성 평가는 일반 건축물의 평가항목뿐만 아니라 추가적 항목이 포함된다. 구조안전성 평가의 주요 내용은 부재치수측정, 쌓기방법, 개체와 모르타르 상태, 균열조사, 박리·박탈현상, 인위적 손상조사 등의 현황조사와 건축물의 안전성 판정을 위한 구조해석으로 구성되며, 조사내용의 기록과 관리는 구체적이고 정밀하여야 한다.

(1) 부재치수 측정

벽체, 인방보와 개구부, 버트레스와 기둥 등의 힘의 흐름에 영향을 주는 요소들에 대해 측정·정리하고 상부 지붕틀에 대한 조사도 포함된다.

(2) 쌓기방법

조적벽체에 적용된 쌓기방법을 조사하여야 하며, 마구리의 위치와 접합 부위에 대한 조사가 이루어져야 한다.

(3) 개체와 모르타르 상태

문화재에 사용된 벽돌은 현행 KS기준에 맞지 않으므로 벽돌의 치수, 강도, 흡수율 등을 조사하고, 모르타르는 사용된 재료 및 배합비를 조사·분석한다. 또한, 모르타르의 충진 상태와 벽색, 탈락 위치를 조사·표시한다.

(4) 균열조사

벽체에 발생된 균열의 크기, 표시, 깊이, 길이의 조사와 진행성 여부를 판단하며, 발생 원인을 추정·기술한다.

(5) 박리·박탈 현상

동해나 재료적 결함으로 표면이 박리되거나 박탈된 벽돌을 조사하여 그 위치를 표시한다.

(6) 인위적 손상

전기·배관공사 등으로 인해 손상된 벽돌을 조사·표시한다.

(7) 구조해석

현황조사 결과를 근거로 하여 0604절 또는 0605절의 설계방법에 따라 구조계산을 행하고, 그 결과를 평가한다.

0607.6 보수·보강방안 수립

(1) 보수·보강은 원형훼손을 최소화하는 것을 원칙으로 한다. 단, 구조적 안전성에 문제가 있을 경우에는 부득이하게 원형을 변형할 수 있으나, 문화재 관련 전문가의 자문을 얻어 보수·보강 방안을 수립하여야 한다.

(2) 줄눈보수시에는 원재료와 동일한 재료 및 배합비를 사용하여야 하며, 건조 후 색상에 유의하여 시공하며, 시험시공을 하여야 한다.

(3) 벽돌보수는 기존 벽돌의 성능이 저하되지 않는 방법을 채택하여야 하며, 손상 정도가 심한 벽돌을 교체할 때에는 기존 벽돌과 동일 색상, 강도, 흡수율을 갖는 벽돌로 교체하여야 한다.

(4) 내부의 벽돌을 재사용할 경우, 소요 벽돌량과 채취 위치를 표시하여 검토하여야 한다.

(5) 보강공사는 건축물의 외관변형을 최소화하여야 하며 하중증가를 억제한다. 내진보강 여부를 사용자 및 관리자와 협의하여 결정한다.

0607.7 유지관리방안

문화재 건축물은 일반 건축물에 비해 엄격한 유지관리가 필요하므로 구체적이고 체계적 방안제시가 요구된다. 구조체의 변형계측, 균열관리, 보수·보강 부위의 점검 등의 방법과 점검양식을 제시하여야 한다.

0607.8 기타 사항

구조체의 변경 및 지진·태풍 등의 자연재해가 발생한 이후에는 구조전문가의 점검을 받아야 한다.

0608 고온고압증기양생기포콘크리트(조적조 강도설계)구조설계

0608.1 일반 사항

0608.1.1 범위

이 장은 고온고압증기양생기포콘크리트(autoclaved lightweight concrete, 이하 ALC) 구조설계의 최소요구사항을 제시한다.

(1) ALC 구조설계에 필요한 기준은 이 장에서 언급된 내용과 0608.5.5.1, 0608.5.5.2(d), 0608.5.3.2의 기준을 제외하고 0608.1 및 0608.2의 요구 사항을 따라야 한다.

(2) ALC 구조설계는 0608.1.2부터 0608.1.9까지 및 0608.2 또는 0608.3을 따른다.

(3) ALC 보강패널설계는 0608.3.7. 보강패넬을 따른다.

0608.1.2. 기호 및 용어 정의

A_n : 조적벽체 순단면적

A_{nv} : 전단벽체에 전단응력이 작용하는 순단면적

a : 압축대 깊이[mm]

c : 변형률의 중립축 깊이[mm]

C_d : 지진하중에 대한 변위산정계수

d_b : 보강철근의 단면 지름

E_{ALC} : ALC 탄성계수 [MPa]

E_s : 철근의 탄성계수[MPa]

e_u : 바닥 또는 지붕하중 계수축하중의 편심[mm]

f'_{ALC} : ALC 기준압축강도[MPa]

f'_g : 그라우트의 기준압축강도[MPa]

f_y : 철근의 항복강도[MPa]

f'_{rALC} : ALC의 파괴계수[MPa]

f'_{tALC} : ALC 쪼갬인장강도 [MPa]

f_v : 작용전단응력[MPa]

h_{wall} : ALC 전단벽체의 높이 [mm]

h/r : 벽체의 세장비

I_{cr} : 균열단면2차 모멘트[mm^4]

I_{eff} : 단면유효 2차 모멘트[mm^4]

I_n : 단면전체의 2차 모멘트[mm^4]

K_{ALC} : 줄눈의 최소 피복두께[mm]

l_{cross} : ALC 벽체의 폭[mm]

l_d : 철근정착길이[mm]

l_e : 표준후크의 등가 정착길이[mm]

M_{cr} : 벽체의 균열 모멘트[N-m]

M_u : 벽체작용 계수 모멘트[N-m]

P_{uf} : 벽체상부에 작용하는 바닥 또는 지붕하중 계수 축하중[N]

P_{uw} : 벽체에 작용하는 계수축하중[N]

r : 벽체단면 2차 반경[mm]

S_n : 벽체의 단면계수[mm^3]

V_{ALC} : 벽체의 전단강도[kN]

V_s : 보강철망으로 발휘하는 전단강도[kN]

w_{strut} : 압축스트럿의 폭[mm]

w_u : 벽체에 작용하는 단위 면적당 작용하는 계수등분포 하중

δ_e : 건물의 유효 높이에서 지진하중에 대한 횡변위[mm]

γ : 정착길이 보정계수

ϵ_μ : 조적조벽체의 최대변형률

ψ : 축력의 2차 효과를 고려한 모멘트 증폭계수

μ_{ALC} : 접합면 마찰계수

0608.1.3 요구 강도

요구강도는 건축기준에서 제시한 하중조합의 하중효과로 압축부재는 축하중과 모멘트의 조합응력을 고려하여야 하며 계수휨모멘트 M_u(소요 모멘트)는 2차 효과를 고려하여야 한다.

0608.1.4 설계 강도

0608.1.6의 강도감소계수(ϕ)로 저감된 공칭강도는 요구강도를 만족하여야 한다.

0608.1.5 줄눈 모르타르 강도

ALC 줄눈 모르타르 인장 강도는 0608.1.9.3의 한도를 초과해서는 안 된다. 막힌 줄눈쌓기에서 최대 높이가 200mm ALC 개체의 연결부사이에 마구리 줄눈을 채우지 않을 수 있다. 막힌줄눈을 설치하지 않은 ALC 조적조은 세로줄눈을 허용하지 않는다.

0608.1.6 강도감소계수

(1) 앵커볼트 – 앵커볼트의 공칭강도가 ALC 파괴강도로 결정되는 경우, ϕ는 0.50으로 취한다. 앵커볼트의 공칭강도가 앵커볼트강도로 결정되는 경우 ϕ는 0.90을 적용한다. 앵커볼트의 공칭강도가 앵커의 인발강도로 결정되는 경우 ϕ은 0.65를 적용한다.

(2) 지압 – 지압강도에 대해서는 ϕ는 0.60을 적용한다.

(3) 비보강 ALC 조적조의 휨 및 축하중 조합 – ϕ값을 0.60을 적용한다.

(4) 보강 ALC 조적조의 휨 및 축하중 조합 – ϕ값을 0.90을 적용한다.

(5) 전단 (shear) – ϕ값을 0.80을 적용한다.

0608.1.7 변형요구사항

(1) 비보강 ALC 조적조의 변형 – 비보강 ALC 부재의 변형은 비균열 단면을 기준으로 산정한다.

(2) 보강 ALC 조적조의 변형 – 보강 ALC 부재의 변형은 보강재 및 그라우트를 포함한 균열단면으로 간주하여 산정한다. 균열 단면으로 간주하지 않는 경우 처짐 계산에서 휨 및 전단강성은 전체단면성능의 절반을 초과하지 않아야 한다.

0608.1.8 앵커볼트

굽힌 앵커볼트는 그라우트에 매립되어, f'_m 대신 f'_g를 사용하고 연단거리와 매입깊이에 미치는 영향을 무시한다. 그라우트 없는 ALC에 설치된 앵커는 제조사에서 제시한 공칭값으로 설계하며 공인시험기관 시험결과를 이용하여 요

구조건을 검증해야 한다.

0608.1.9 재료 특성

0608.1.9.1 압축 강도

(1) ALC 벽돌공칭 압축강도, f'_{ALC}는 2.0 MPa 이상이어야 한다.

(2) 그라우트 공칭 압축 강도 f'_g 는 14 MPa 이상이어야 하며 35 MPa를 초과할 수 없다.

0608.1.9.2 조적조 쪼갬강도

쪼갬강도 f_{tALC}는 식(0608.1.1.)으로 결정한다.

$$f_{tALC} = 0.2\sqrt{f'_{ALC}} \qquad (0608.1.1)$$

0608.1.9.3 조적조 파괴계수

파괴계수, $f_{\gamma ALC}$는 조적조 쪼갬(할렬) 강도, f_{tALC}의 2 배로 한다. 단면에 M 또는 S형의 모르타르가 사용된 경우 f_{rALC}의 값은 340 kPa를 초과하지 않아야 한다. ALC 단면에 얇은 줄눈이 같이 있는 경우 f_{rALC}의 값은 해당 단면에서 550 kPa를 초과하지 않아야 한다.

0608.1.9.4 조적조 전단강도

ALC 계면에 평행하지 않은 직접전단 강도 f_v 는 식(0608.1.2)로 계산하고, 그라우트와 ALC 계면에 평행하지 않은 전단강도는 345 kPa로 한다.

$$f_v = 0.15f'_{ALC} \qquad (0608.1.2)$$

0608.1.9.5 마찰 계수

마찰 계수는 0.75을 적용하고 모르타르 사이의 마찰 계수는 1.0로 간주한다.

0608.1.9.6 철근강도

조적조 설계는 철근강도를 근거로 하며, 이때 철근강도는 항복강도 f_y로 사용한다. 항복강도는 420 MPa를 초과하지 않아야 한다. 실제 항복 강도는 항복강도의 1.3배를 초과하지 않아야한다.

0608.1.10 지압강도

(1) 지압강도는 f'_{ALC}에 0608.4.3.4에 정의된 지압 면적 A_{br}을 곱한 값으로 계산한다.

(2) 프리캐스트 바닥과 지붕을 단순 지지하는 ALC 조적조 전단벽체의 지압강도: 스팬 방향으로 허용오차를 고려한 지지벽체 단부에서 끝단까지 거리는 다음의 최소 규정을 따른다.

a. ALC 바닥 패널의 경우 50 mm

b. 슬래브 또는 중공형 슬래브의 경우 50 mm

c. 보 또는 장선 부재인 경우 75 mm

0608.1.11 코벨

지압을 받는 코벨은 허용하지 않는다. ALC의 지압 하중을 받지 않는 코벨은 0604.4.13 요구 사항을 따라야 한다. 코벨 단면의 뒷부분은 평면에서 6.4 mm이내에 있어야한다.

0608.2 비보강 ALC 조적조

0608.2.1 범위

0608.2의 요구사항에 0608.1, 0608.2 및 0608.1의 요구사항을 추가하여 인장력에 저항하는 비보강 ALC 조적조 설계에 적용된다.

(1) 부재강도 – 비보강 ALC 부재설계에 주어진 단위조적 부재, 모르타르 및 그라우트의 강도를 사용한다.

(2) 철근강도 – 철근응력은 내력산정에 포함하지 않는다.

(3) 비보강 ALC 부재는 균열발생을 허용하지 않는다.

0608.2.2 휨 강도

비보강 ALC 부재의 휨 강도 산정은 다음 가정을 따른다.

(1) 계수 휨 및 축하중에 대한 부재설계는 역학이론에 따라야 한다.

(2) 조적조의 변형은 중립축으로 부터 거리에 비례한다.

(3) 벽돌의 휨 인장은 변형에 비례한다.

(4) 벽돌의 축방향 압축응력과 휨응력은 변형에 비례하며 공칭압축강도는 $0.85f'_{ALC}$에 해당하는 응력을 초과하지 않아야한다.

(5) 공칭 휨인장 강도는 0608.1.9.3에 따른다.

0608.2.3 압축강도

압축강도 (P_n)는 식(0608.2.1) 또는 식(0608.2.2.)을 사용한다.

(1) h/r 비가 99 이하인 부재의 경우 :

$$P_n = 0.80\left\{0.85A_n f'_{ALC}\left[1-\left(\frac{h}{140r}\right)^2\right]\right\} \quad (0608.2.1.)$$

(2) h/r 비가 99를 초과하는 부재의 경우 :

$$P_n = 0.80\left\{0.85A_n f'_{ALC}\left[1-\left(\frac{70r}{h}\right)^2\right]\right\} \quad (0608.2.2)$$

0608.2.4. 인장강도

비보강 조적조 ALC의 인장강도는 무시한다.

0608.2.5 전단강도

전단강도 V_{nALC}는 0608.3.4.1.2.(1) 및 0608.3.4.1.2.(2)의 계산 값 중 가장 작은 값을 사용한다. 0608.3.4.1.2.(3)의 공칭 전단강도 산정에서 보강효과는 무시한다. 0608.3.4.1.2.(3)에서 막힌줄눈이 아닌 ALC 전단벽에 적용한다. 0608.3.4.1.2.(4)의 규정은 면외력을 받는 ALC 벽체에 적용한다.

0608.2.6 균열

휨 균열강도는 0608.3.6에 따라 산정한다.

0608.3 보강 ALC 조적조

0608.3.1 범위

이 절의 요구사항은 0608.1, 0608.2 및 0608.1의 요구사항에 추가되며 인장력에 저항하는 보강 ALC 조적조 설계에 적용한다.

0608.3.2 설계 가정

보강 ALC 조적조 설계에 다음 가정을 적용한다.

(1) 철근, 그라우트, ALC 조적조 사이에 변형을 허용한다.

(2) 휨과 축하중의 조합응력에 저항하는 보강 ALC 조적조 단면의 강도는 평형조건식으로 산정한다.

(3) ALC 조적조 압축연단의 최대변형률 ε_u는 등급 2 ALC의 경우 0.0012, 등급 4 ALC 이상의 경우 0.003으로 가정한다.

(4) 보강재의 인장 및 압축 응력은 강재의 탄성 계수 E_s 와 강재 변형률 ε_s으로 계산되며 f_y을 초과하지 않는다. 0608.3.3.5 절에서 허용한 휨 보강철근의 소요단면적의 산정을 제외하고 허용 보강철근의 압축응력은 0603.3.6의 요구조건에 필요한 횡구속보강이 없는 경우 무시해야 한다.

(5) ALC 조적조 인장강도는 부재의 강도 산정에서 무시한다.

(6) 휨을 받는 단면에서 ALC 압축응력 $0.85f'_{ALC}$는 단면 모서리에 의해 구속된 등가 압축응력블록에 균일하게 분포하는 것으로 가정한다. 압축대의 길이는 $a = 0.67c$로 정의하며, c는 압축 연단에서 중립축까지 거리이다.

0608.3.3 철근상세

0608.3.3.1 보강 철근 크기 제한

ALC에 D29을 초과하는 보강철근을 사용할 수 없다. 철근직경은 부재 두께의 1/8을 초과할 수 없으며, 시공줄눈 치수의 1/4을 초과할 수 없다. 소성 힌지 구역에서 줄눈에 배치된 철근면적은 줄눈 면적의 3 %를 초과해서는 안 된다. 소성힌지구역 이외의 그라우트에 위치한 철근의 면적은 줄눈 면적의 4.5 %를 초과해서는 안 된다.

0608.3.3.2 표준 후크

인장구역에서 사용되는 표준후크의 등가정착길이 l_e는 식(0608.3.1)으로 산정할 수 있다.

$$l_e = 13d_b \qquad (0608.3.1)$$

0608.3.3.3 정착

(1) 인장 및 압축 철근의 정착 – 필요한 인장 또는 압축 철근은 다음 조항에 따라 정착을 확보해야한다. 보강재의 정착 길이는 식(0608.3.2)으로 결정하지만, 300 mm 보다 작아서는 안 된다.

$$l_e = \frac{0.34 d_b^2 f_y \gamma}{K_{ALC}\sqrt{f'_g}} \qquad (0608.3.2.)$$

여기서, K_{ALC}는 줄눈의 최소 피복두께이고, 인접 보강재와의 순간격 및 $9d_b$ 중 가장 작은 것을 초과해서는 안 된다.

$\gamma = 1.0$ D−10에서 D−16까지

$\gamma = 1.3$ D−19에서 D−22까지

$\gamma = 1.5$ D−25에서 D−29까지

(2) 전단보강근 정착 – 전단보강근은 부재깊이 만큼 연장하고 피복두께를 확보해야 한다.
또한 벽체 단부를 제외하고, 0608.3.4.1.2의 전단강도 요구조건을 충족하기 위해 필요한 수평 철근의 단부는 180° 구부려 모서리 수직 보강 철근과 연결해야한다. 단일 스터럽 또는 U−스터럽의 단부는 다음 방법 중 한가지 방법으로 고정되어야 한다.

① 표준 후크의 묻힘길이 $l_d/2$ 이상 – 스터럽의 유효묻힘길이는 부재 중앙 깊이와 $d/2$에서 후크의 시작점 (접선 지점) 사이의 거리로 취한다.

② 전단 보강근의 직경이 D−16 및 이하인 경우에는 135° 이상 구부려 $l_d/3$이상의 정착길이를 확보하여 길이 방향 철근에 긴결한다. 묻힘 길이 $l_d/3$는 부재의 높이의 1/2($l_d/2$)과 후크의 시작점 (접선 지점) 사이의 거리로 취한다.

③ 정착 단부에서 U자 전단보강근의 굽힌 부분은 수직 철근에 연결되어야 한다.

추가로 벽체 교차점에서, 0608.3.4.1.2의 전단강도 요구 사항을 만족시키기 위해 필요한 수평 보강 철근은 90° 표준 후크를 가지고 모서리 수직 철근에서 구부려 연결하고 적어도 정착길이만큼 교차 벽체에 수평으로 연장되어야한다.

0608.3.3.4 이음

보강 이음은 다음 중 하나를 만족해야 한다.

(1) 철근최소이음 길이는 300 mm 또는 식(0608.3.2)로 정착 길이 중 큰 값이어야 한다.

(2) 용접이음은 철근의 인장 또는 압축 강도의 최소 125 % 이상 되도록 보강 용접해야 한다. 용접은 강구조설계기준을 준수해야한다. 용접보강은 탄소당량을 제시하여야 한다. 용접된 기존보강재도 A탄소당량을 분석한 서류를 제출하여야 한다.

(3) 기계식 이음은 철근의 인장 또는 압축 강도, 항복강도의 125%를 넘는 연결강재를 사용하여야 한다.

0608.3.3.5 최대 보강 비율

보강재의 비율 ρ은 0608.3.3.5에 따라 계산하나 다음과 같은 예외를 둘 수 있다. 최연단 압축단에서 사용 가능한 최대 변형량 ε_{mu}는 0608.3.2.(3) 절에 따라 산정한다. 압축 영역의 강도는 압축영역 면적의 2/3을 곱한 f'_{ALC} 의 85

%로 계산한다.

0608.3.3.6 보강 묶음 철근
묶음 철근을 사용할 수 없다.

0608.3.4 보, 피어 및 기둥의 설계
부재응력은 구조부재 상대강성을 고려하여 산정한다. 횡방향 강성을 계산할 때는 보, 피어 및 기둥에 대한 고려가 필요하다. 균열이 부재 강성에 미치는 영향을 고려해야 한다.

0608.3.4.1 강도

0608.3.4.1.1 압축강도와 휨 강도
압축강도 P_n 및 휨 강도 M_n은 0608.3.2의 설계 가정 및 0608.3.4.1의 규정에 따라 결정한다. 일부 휨 강도의 값에 대하여, 압축강도는 식(0608.3.3) 또는 식(0608.3.4)에 따라 좌굴에 대한 영향을 고려하여 수정한다. 부재의 임의 단면에서의 휨강도는 임계 단면에서의 최대 휨강도의 1/4 이상이어야 한다. 압축 강도는 식(0608.3.3) 또는 식(0608.3.4)의 값을 초과하지 않아야한다.
(1) h/r 비가 99 이하인 부재의 경우 :

$$P_n = 0.80\left[0.85f'_{ALC}(A_n - A_{st}) + f_y A_{st}\right]\left[1 - \left(\frac{h}{140r}\right)^2\right] \qquad (0608.3.3)$$

(2) h/r 비가 99를 초과하는 부재의 경우 :

$$P_n = 0.80\left[0.85f'_{ALC}(A_n - A_{st}) + f_y A_{st}\right]\left[\left(\frac{70r}{h}\right)^2\right] \qquad (0608.3.4)$$

0608.3.4.1.2 전단강도
전단강도V_n은 식(0608.3.5.)에서 식(0608.3.8.)으로 주어진 조건에 따라 최소값으로 산정한다.

$$V_n = V_{nALC} + V_{ns} \qquad (0608.3.5.)$$

여기서 V_n은 다음을 초과하지 않아야한다.

① ALC 개체와 박판 모르타르 또는 후판 모르타르 접합면에서 미끄럼 전단 강도는 0608.1.8.5 절의 마찰계수를 사용하여 식(0608.3.6.)으로 구한다.

$$V_n = \mu_{ALC} P_u \qquad (0608.3.6.)$$

② $M_u/(V_u d_v) \leq 0.25$일 때,

$$V_n \leq 0.5 A_{nv} \sqrt{f'_{ALC}} \qquad (0608.3.7.)$$

③ $M_u/(V_u d_v) \geq 1.0$일 때,

$$V_n \leq 0.33 A_{nv} \sqrt{f'_{ALC}} \qquad (0608.3.8.)$$

④ $M_u/(V_u d_v)$에 대한 V_n의 최대값은 0.25와 1.0 사이에서 선형보간한다.

전단강도는 0608.3.4.1.2(1) 및 0608.3.4.1.2(2)에 근거하여 계산된 값 중 최소값을 취한다.

(1) 웨브 전단 균열에 의한 전단강도 – 웨브 전단 균열에 의해 지배되는 단강도 V_{nALC}는 모르타르를 바른 마구리 조인트가 있는 ALC 조적조인 경우에는 식(0608.3.9)을 사용하여 계산한다. 모르타르가 없는 마구리 조인트를 가진 경우는 식(0608.3.10)을 사용하여 계산한다.

$$V_{nALC} = 0.079 l_w t \sqrt{f'_{ALC}} \sqrt{1 + \frac{P_u}{0.2\sqrt{f'_{ALC}} l_w t}} \qquad (0608.3.9.)$$

$$V_{nALC} = 0.055 l_w t \sqrt{f'_{ALC}} \sqrt{1 + \frac{P_u}{0.2\sqrt{f'_{ALC}} l_w t}} \qquad (0608.3.10)$$

통줄는 쌓기 ALC 조적조의 웨브 전단 균열이 지배하는 전단강도V_{nALC}는 식(0608.3.11)로 계산한다.

$$V_{nALC} = 0.075 \sqrt{f'_{ALC}} A_{nv} + 0.5 P_u \qquad (0608.3.11)$$

(2) 대각 압축 스트럿의 파괴가 지배하는 전단강도 – $M_u/(V_u d_v) < 1.5$인 벽체의 경우, 대각 스트럿 파괴로 결정되는 전단강도 V_{nALC}는 식(0608.3.12)으로 계산한다.

$$V_{nALC} = 0.17 f'_{ALC} t \frac{h \cdot l_w^2}{h^2 + \left(\frac{3}{4} l_w\right)^2} \qquad (0608.3.12)$$

$M_u/(V_u d_v)$가 1.5 이상인 벽체의 경우 대각 압축 스트럿의 파괴로 결정되는 전단강도를 계산하지 않는다.

(3) 전단보강 부재의 전단강도 – 전단강도 V_{ns}는 식(0608.3.13)으로 계산한다.

$$V_{ns} = 0.5\left(\frac{A_v}{s}\right) f_y d_v \qquad (0608.3.13)$$

전단강도 V_{ns}는 ALC 전단벽의 매립된 철근에 대해서만 적용한다.

(4) 보의 전단강도 및 다른 부재의 면외 하중은 식(0608.3.14)으로 계산한다.

$$V_{nALC} = 0.0664\sqrt{f'_{ALC}}\, bd \qquad (0608.3.14)$$

0608.3.4.2 보

(1) 보 설계는 0605.2.3.8의 요구사항과 0608.3.4.2.1부터 0608.3.4.2.5의 추가 요구 사항을 충족시켜야 한다.

(2) 0608.3.4.2.1 계수압축력은 $0.05A_n f'_{ALC}$를 초과하지 않아야 한다.

0608.3.4.2.2 종방향 철근

(1) 서로 다른 종방향 보강철근 직경차이는 2배를 넘어서는 안 된다, 보에 사용되는 보강철근 치수는 2종류까지 허용한다.

(2) 보의 휨강도는 보의 균열모멘트(M_{cr})의 1.3배보다 커야 한다. 파괴계수(f_{rALC})는 0608.1.8.3에 따라 산정한다.

0608.3.4.2.3 횡보강재

V_u가 ϕV_{nALC}를 초과하는 경우 횡방향 보강이 필요하다. 계수전단력 V_u는 횡하중의 영향을 포함해야 한다. 횡방향 보강이 요구되는 경우, 다음의 규정을 적용한다.

(1) 전단보강근의 양끝에 180° 후크가 있는 단일 철근이어야 한다.

(2) 전단보강근은 길이방향 철근에 긴결되어야 한다.

(3) 전단보강근의 최소 면적은 $0.0007bd_v$이어야 한다.

(4) 첫 번째 전단보강근은 보의 끝에서 보 깊이(d_v)의 1/4을 초과해서 위치하면 안 된다.

(5) 전단보강근의 최대 간격은 보 높이의 1/2, 또는 1200 mm 미만을 초과해서는 안 된다.

0608.3.4.2.4 시공

보는 완전히 그라우팅 되어야 한다.

0608.3.4.2.5 치수 한계

보 단면 깊이는 200 mm 이상이어야 한다.

0608.3.4.3 피어

(1) 피어에 가해지는 계수 압축력은 $0.3A_n f'_{ALC}$를 초과하지 않아야 한다.

(2) 길이방향 철근 – 면내에서 압축응력과 인장응력이 작용하는 피어는 단면 중심에 대칭으로 보강되어야 한다. 피어의 종 방향 보강은 다음에 따른다.

① 적어도 하나의 철근은 각 끝단에 도달하여야 한다.

② 길이방향 철근의 최소 면적은 $0.0007bd$이어야 한다.

(3) 치수 제한 – 치수는 다음 조건을 따라야 한다.

① 피어의 두께는 150 mm 이상이어야 하며 400 mm를 초과하지 않아야 한다.

② 피어의 횡방향 지지부재 사이의 거리는 0608.3.4.3.(3).③ 항에 규정을 제외하고는 공칭 두께의 25배를 넘어서는 안 된다.

③ 피어의 횡방향 지지부재 사이의 거리가 피어의 두께의 25배를 초과하는 경우에는 0608.3.5 규정에 따라 설계한다.

④ 피어의 길이는 공칭 두께의 3배 이상이어야 하며 6배 이하이여야 한다. 피어의 순높이는 길이의 5배를 넘을 수 없다.

예외 : 최대 모멘트 위치에서 계수가 적용된 축력이 $0.05f'_{ALC}A_g$ 미만인 경우, 피어의 길이와 두께는 같아야 한다.

0608.3.5 면외 하중을 받는 벽체

0608.3.5.1 범위

0608.3.5 규정을 적용하여 면외 하중을 받는 벽체를 설계하여야 한다.

0608.3.5.2 최대 철근비

최대 철근비는 0608.3.3.5에 따른다.

0608.3.5.3 축방향 강도 및 휨 강도

단면의 축강도 P_n 및 휨강도 M_n은 0608.3.2 설계가정에 따라 산정한다. 압축강도는 식(0608.3.3)또는 식(0608.3.4)으로 산정하는 압축강도를 초과해서는 안 된다.

0608.3.5.4 전단강도

전단강도는 0608.3.4.1.2에 따른다.

0608.3.5.5 $P-\triangle$ 효과

(1) 부재는 계수 축하중 P_n와 부재 곡률영향을 고려한 확대 모멘트 M_n에 대하여 설계되어야 한다. 확대 모멘트는 0608.3.5.5.(2) 또는 0608.3.5.5.(3)로 산정한다.

(2) 모멘트 및 처짐계산은 단순지지조건으로 가정하여 산정한다. 지지부재, 고정단조건, 모멘트 및 처짐은 적절한 가정을 토대로 역학적인 원리에 따라 계산한다.

최대모멘트 위치에서 계수축하중은 식(0608.3.15)의 요구사항을 만족할 때 사용한다.

$$\left(\frac{P_u}{A_g}\right) \leq 0.20f'_{ALC} \qquad (0608.3.15)$$

유효 높이와 공칭 두께의 비(h/t)가 30을 초과할 때, 계수 축응력은 $0.05f'_{ALC}$를 초과하지 않아야 한다.

계수모멘트와 축력은 벽체단면의 도심에서 산정한 값으로 벽체의 중앙부에서의 계수모멘트 M_u는 식(0608.3.16)을 사용한다.

$$M_u = \frac{w_u h^2}{8} + P_{uf}\frac{e_u}{2} + P_u \delta_u \qquad (0608.3.16)$$

$$P_u = P_{uw} + P_{uf} \qquad (0608.3.17)$$

계수 하중에 대한 처짐(δ_u)은 식(0608.3.18)과 식(0608.3.19)을 사용한다.

① $M_u < M_{cr}$ 일 때

$$\delta_u = \frac{5M_u h^2}{48E_{ALC}I_n} \qquad (0608.3.18)$$

② $M_{cr} \le M_u \le M_n$ 일 때

$$\delta_u = \frac{5M_{cr} h^2}{48E_{ALC}I_n} + \frac{5(M_u - M_{cr})h^2}{48E_{ALC}I_{cr}} \qquad (0608.3.19)$$

(3) 계수모멘트 M_u는 2차 해석 또는 1차 해석과 식(0608.3.20)에서 식(0608.3.22)으로 산정한다.

$$M_u = \psi M_{u,0} \qquad (0608.3.20)$$

여기서, $M_{u,0}$은 1차 해석에서 계수모멘트를 의미한다.

$$\psi = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{P_e}} \qquad (0608.3.21)$$

$$P_e = \frac{\pi^2 E_{ALC} I_{eff}}{h^2} \qquad (0608.3.22)$$

여기서, $M_u < M_{cr}$일 때, I_{eff}는 $0.75I_n$으로 한다.

$M_u \ge M_{cr}$일 때, I_{eff}는 I_{cr}가 된다.

P_u/P_e는 1.0을 초과할 수 없다.

(4) 벽체의 균열모멘트는 식(0608.3.23)으로 산정하며 f_{rALC}는 0608.1.8.3에서 정의한다.

$$M_{cr} = S_n\left(f_{rALC} + \frac{P}{A_n}\right) \qquad (0608.3.23)$$

ALC 조적조단면에 수평줄눈이 있는 경우에는 f_{rALC}의 값은 345 kPa 이하이어야 한다.

(5) 균열단면 2차 모멘트 I_{cr} 산정에서 중립축은 0608.3.2 설계가정에 따라 결정된다. 축 방향 하중영향은 I_{cr}을 계산할 때 고려할 수 있다. 전체 구조해석으로 강성 값을 구하지 않는 한, 벽면에서 중립축을 갖는 그라우트 주입된 벽 또는 부분적으로 그라우트 주입된 벽체의 균열 단면 2차 모멘트는 식(0608.3.24) 및 식(0608.3.25)으로 구해야 한다.

$$I_{cr} = n\left(A_s + \frac{P_u}{f_y}\frac{t_{sp}}{2d}\right)(d-c)^2 + \frac{b(c)^3}{3} \qquad (0608.3.24.)$$

$$c = \frac{A_s f_y + P_u}{0.57 f'_m b} \qquad (0608.3.25)$$

(6) 면외 하중을 받는 벽체 설계강도는 식(0608.3.26)에 따른다.

$$M_u \le \phi M_n \qquad (0608.3.26)$$

철근이 벽체 단면의 중심에 위치한다면 식(0608.3.27)과 식(0608.3.28)을 사용하여 휨 강도를 산정한다.

$$M_n = (A_s f_y + P_u)\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad (0608.3.27)$$

$$a = \frac{(P_u + A_s f_y)}{0.85 f'_{ALC} b} \qquad (0608.3.28)$$

0608.3.5.6 변형

허용 응력 설계의 하중 조합에 의한 수평 중앙부 변형(δ_s)은 식(0608.3.29)으로 제한된다.

$$\delta_s \le 0.007h \qquad (0608.3.29)$$

$P-\Delta$ 효과는 0608.3.5.6.1 절 또는 0608.3.5.6.2 절을 사용하여 전체 변형 계산에 포함된다.

(1) 단순 지지조건인 경우, 중앙부 처짐(δ_s)은 식(0608.3.18) 또는 식(0608.3.19)으로 계산할 수 있어야 한다. 이 식에서 M_u를 M_{ser}로 대체하고 δ_u를 δ_s로 치환하여야 한다.

(2) 처짐 δ_s는 균열영향을 고려한 2차 해석 또는 $1/(1-P/2)$를 계수로 사용하여 증가된 처짐을 계산하는 1차 해석에 의해 결정되어야 한다. P_e는 식(0608.3.22)로 계산한다.

0608.3.6 면내 하중을 받는 벽체

0608.3.6.1 범위

0608.3.6항은 면내 하중에 저항할 수 있는 벽체에 적용된다.

0608.3.6.2 철근배근

길이방향철근 설계는 다음사항을 준수 한다.

(1) 길이방향철근은 전단보강근과 직각으로 배치되며, 적어도 A_v의 1/3 이상이어야 한다. 길이방향철근은 균일하게 분포되어야 하며 간격은 2.4 m를 초과해서는 안 된다.

(2) 최대 철근비는 0608.3.3.5에 따라 결정된다.

0608.3.6.3 휨 및 압축강도

휨 및 축강도는 0608.3.4.1.1에 따라 결정한다.

0608.3.6.4 전단강도

전단강도는 0608.3.4.1.2에 따라 결정한다.

0608.3.6.5 휨 균열강도

휨 균열강도는 식(0608.3.30)에 따라 계산되며, 여기서 f_{rALC}는 0608.1.8.3에서 주어진다.

$$V_{cr} = \frac{S_n}{h}\left(f_{rALC} + \frac{P}{A_n}\right) \qquad (0608.3.30)$$

ALC 조적조 단면에 수평조절 줄눈이 있는 경우 f_{rALC}의 값은 345 kPa를 초과할 수 없다.

0608.3.6.6 요구사항

0608.3.3.5의 최대 보강 요구사항은 0608.3.6.6.(1) ~ 0608.3.6.6.(4) 조건을 만족하는 전단벽을 설계하는 경우에는 적용하지 않는다.

(1) 전단벽의 가장자리에서 특별한 경계 요소의 필요성은 0608.3.6.6.(2) 또는 0608.3.6.6.(3)에 따라 평가한다. 또한 0608.3.6.6.(4)의 요구 사항도 만족되어야 한다.

(2) 이 절은 휨 한계 상태가 벽체 기초의 항복에 의해 지배되는 단일 곡률 상태의 벽체에 적용한다. 이 조건을 충족시키지 못하는 벽은 0608.3.6.6.(3)에 따라 설계되어야한다.

① 특수한 경계요소들은 압축영역의 비율에 따라 만들어지고, 여기서 c는

$$c \geq \frac{l_w}{600(C_d\delta_e/h_w)}$$

KBC (2016) 하중 조합 5의 경우 $(1.2D+1.0E+L+0.2S)$에 따라 벽체하부 임계단면에서 해당 공칭강도 M_n에 대해 주어진 P_u에 대해 계산한다. 하중조합 5의 L에 대한 하중 계수는 0.5로 저감할 수 있다.

② ① 항에 의해 특별한 경계요소가 요구되는 경우, 특수경계요소 보강은 임계 단면으로부터 l_w 또는 $M_u/4V_u$의 값보다 더 길게 수직으로 연장되어야 한다.

(3) 0608.3.6.6.(2) 절의 조건으로 설계되지 않은 전단벽은 경계부와 전단벽의 개구부 모서리에서 특수경계요소가 설치되어 계수하중에 대응하는 지진효과를 고려한 최대연단요소의 압축응력은 $0.2f'_{ALC}$를 초과해야 한다. 특수경계요소는 계산된 압축응력이 $0.15f'_{ALC}$보다 작은 곳에서는 불연속을 허용할 수 있다. 응력은 선형탄성모델 및 전체단면특성을 사용하여 계수가 적용된 응력에 대해 계산한다. 플랜지가 있는 벽의 경우는 0608.5.1.1.2.3에 정의 된 유효플랜지 폭을 사용한다.

(4) 0608.3.6.6.(2) 또는 0608.3.6.6.(3)에서 특수경계요소는 ①부터 ④까지 기준을 만족하여야 하며, 요소의 변형능력을 검증하기 위한 시험을 수행한다.

① 특수경계 요소는 최연단 압축단에서 $(c-0.1l_w)$와 $c/2$ 중 큰 값 이상으로 수평방향으로 연장되어야 한다.

② 플랜지 부분의 특수경계요소는 압축측 유효 플랜지 폭을 포함하고, 적어도 300 mm 이상 웨브에서 떨어져야 한다.

③ 벽체 기초에서 특수경계요소의 횡보강은 특수 경계 요소가 기초까지 도달하지 않으면, 경계 요소에서 가장 큰 길이 방향 보강재의 정착길이만큼 지점에서 연장되어야 한다. 여기서, 특수 경계요소의 횡방향 보강재는 독립기초나 온통기초에 300 mm 이상 정착되어야 한다.

④ 벽체 웨브의 수평전단보강은 경계요소의 구속된 단면 중심에서 기준항복강도 f_y를 발휘할 수 있도록 정착되어야 한다.

0608.3.7. 보강 패널

0608.3.7.1 범위

0608.3.7은 면내와 면외하중이 작용하는 보강 패널의 설계에 적용된다.

0608.3.7.2 휨과 축강도

휨 및 축강도를 0608.3.4.1.1에 따라 결정한다.

0608.3.7.3 전단강도

전단강도는 0608.3.4.1.2에 따라 계산된다.

0608.3.7.4 지압강도

지압 강도는 0608.1.10에 따라 계산된다.

건축구조기준

제7장 강구조

제7장 강구조

0701 일반사항 / 0702 설계요구사항 / 0703 골조의 안정성 / 0704 인장재 / 0705 압축재 / 0706 휨부재 / 0707 전단력을 받는 부재 / 0708 조합력과 비틀림을 받는 부재 / 0709 합성부재 / 0710 접합, 절점 및 파스너 / 0711 강관구조접합 / 0712 사용성 설계 / 0713 강구조의 내진설계 / 0714 합성구조의 내진설계 / 0715 제작, 설치 및 품질관리 / 0716 비탄성해석 및 설계 / 0717 물고임에 대한 설계 / 0718 내화설계 / 0719 기존 구조물의 평가 / 0720 기둥과 보의 안정용가새 / 0721 직접해석법 / 0722 내진성능검증, 품질확보계획 및 용접규정 / 0723 박판강구조 / 724 알루미늄구조 / 725 스테인리스강구조

0701 일반사항

강구조 설계는 한국강구조학회에서 연구·제정한 “하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준”을 기본으로 한다. 이 장에서 별도 규정한 사항은 이 기준을 따르며, 이 장에서 규정하지 않은 사항은 “하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준”을 따른다.

0701.1 적용범위

이 장은 구조용 강재를 사용한 건축물 및 공작물(이하 강구조물)에 적용한다.

0701.1.1 내진설계기준의 비적용

반응수정계수 R이 3 이하인 강구조물의 설계, 제작 및 설치는 이 장을 따르고, 0713의 내진설계기준을 적용하지 않는다.

0701.1.2 내진설계기준의 적용

반응수정계수 R이 3을 초과하는 강구조물의 설계는 0713의 내진설계기준을 포함한 이 장의 요구사항을 만족하여야 한다.

0701.2 용어의 정의

하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 1장에 따른다. 다음의 용어는 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 1장에 정의된 괄호안의 용어를 대신하여 사용할 수 있다.

깊이 (높이)
끼움판 (끼움재)
뒤틀림 (뒴)
변형도 (변형률)
스티프너 (보강재)
반응수정계수 (응답수정계수)
파스너 (연결재)

커넥터 (연결재)
춤 (높이)
구속판요소 (양연지지판)
비구속판요소 (자유돌출판)
소요강도 (요구강도)
전단지연 (전단뒤짐)
미끄럼 (미끄러짐)

이외 추가로 정의되는 용어는 다음과 같다.

가새: 골조에서 기둥과 기둥 간에 대각선상으로 설치한 사재로 수평력에 대한 저항부재의 하나
가새골조: 횡력에 저항하기 위하여 건물골조시스템 또는 이중골조시스템에서 사용하는 중심형 또는 편심형의 수직트러스 또는 이와 동등한 구성체
가새실험체: 프로토타입의 가새를 모형화하기 위하여 실험에 사용하는 단일의 좌굴방지가새
가우징: 금속판의 뒷면깎기로 용접결함부의 제거 등을 위해 금속표면에 골을 파는 것
고성능강: 일반강에 비하여 강도, 내진성능, 내후성능 등에 있어서 1개 이상의 성능이 향상된 강을 통칭
고정용 철근: 합성부재 내의 철근으로 소요하중을 전달하도록 설계되지는 않았지만 다른 철근의 조립을 쉽게 하고 전단보강근을 고정시키는 앵커로 작용하는 철근. 일반적으로 이러한 고정용 철근은 연속되지 않음.
구조용강재: 건축, 토목, 선박 등의 구조재로서 이용되는 강재. 탄소함유량이 0.6% 이하의 탄소강
극저항복점강: 보통의 구조용강재에 비해 항복점이 매우 낮은 강재
극한강도: 부재가 붕괴 또는 파괴에 달할 때의 최대하중 또는 최대응력
금속아크용접: 아크의 고온을 이용하여 모재의 용접부를 가열하고 용가재 또는 용접봉을 용융시켜서 접합하는 방법
내화시간: 내화구조성능의 기준이 되며, 화재 시의 가열에 견딜 수 있는 시간. 3시간, 1시간 및 30분 등으로 나누어져 있음.
냉간성형: 강판 또는 대강을 냉간으로 성형하여 제조하는 것
네킹: 재료의 인장시험 시 극한하중에 도달하여 시험체가 잘록해지는 부분
대주축휨: 비대칭단면의 주축(Principle axis) 중에서 큰 값을 갖는 주축에 대한 휨
도급업자: 강구조제작자 또는 강구조설치자를 지칭
뒷댐판: 용접에서 부재의 밑에 대는 금속판으로 모재와 함께 용접됨.
매입된 강재: 철근콘크리트에 매입된 강재단면
메탈터치이음: 강재와 강재를 빈틈없이 밀착시키는 것의 총칭. 밀피니시이음(Mill finished joint)이라고도 함.
면내불안정한계상태: 횡좌굴(휨-비틀림좌굴)이 구속된 보가 압축력과 강축휨을 받는 경우에, 영향으로 강축휨모멘트가 확대되어 불안정해지는 한계상태
면외좌굴(또는 휨-비틀림좌굴)한계상태: 횡좌굴(휨-비틀림좌굴)이 구속되지 않는 보가 압축력과 강축휨을 받는 경우에 횡좌굴이 발생하는 한계상태

모멘트골조: 부재와 접합부가 휨모멘트, 전단력, 축력에 저항하는 골조로서 보통모멘트골조, 중간모멘트골조, 특수모멘트골조 등으로 분류
목두께: 용접부가 그 면에서 파단된다고 예상한 단면의 두께
미끄러짐: 볼트접합부에서 접합부가 설계강도에 도달하기 전에 피접합재간에 상대운동이 발생하는 한계상태
밀착조임볼트: 0710에서 기술된 견고하게 밀착되도록 조임한 볼트
변단면재: 부재의 단면의 형상이나 치수가 길이방향에 따라 변하는 부재
변형도경화: 응력을 가해 변형도를 증가시켰을 때 그 인장력이나 강성이 증가하는 현상
보통내진시스템: 설계지진에 대하여 몇몇 부재가 제한된 비탄성거동을 일으킨다는 가정 하에 설계된 내진시스템
보통모멘트골조: 0713의 요구사항을 만족하는 모멘트골조시스템
보통중심가새골조: 가새시스템의 모든 부재가 주로 축력을 받으며, 0713의 요구사항을 만족하는 대각가새골조
보호영역: 제작이나 부대물의 부착 시에 제한을 받아야 하는 부재의 특정영역, 0713참조
불완전강접합: 접합되는 부재 사이에 어느 정도 상대적 회전변형이 발생하면서 모멘트를 전달하는 접합
블로홀: 용접금속 중에 가스에 의해 생긴 구형의 공동
비가새골조: 부재 및 접합부의 휨저항으로 수평하중에 저항하는 골조
상향용접: 머리 위에 있는 부재를 위로 향해서 용접하는 것. 용접선이 거의 수평인 이음에 대하여 밑에서 위로 향하는 자세로 하는 용접
서브머지드아크용접: 두 모재의 접합부에 입상의 용제, 즉 플럭스를 놓고 그 플럭스 속에서 용접봉과 모재 사이에 아크를 발생시켜 그 열로 용접하는 방법
소요강도: 한계상태설계 하중조합에 대한 구조해석 또는 0701, 0712 및 이 기준의 규정에 의해 산정된 구조부재에 작용하는 힘, 응력 또는 변형을 지칭
소주축휨: 비대칭단면의 주축 중에서 작은 값을 갖는 주축에 대한 휨
스캘럽: 용접접합부에 있어서 용접이음새나 받침쇠의 관통을 위해 또한 용접이음새끼리의 교차를 피하기 위해 설치하는 원호상의 구멍. 용접접근공이라고도 함.
시험접합부: 0722의 요구사항을 만족하는 접합부
실험구성체: 실험체와 관련실험장치의 조합
실험장치: 실험체를 지지하고 가력하기 위해 사용되는 지지장치, 재하장비, 횡지지구조 등
실험체: 프로토타입을 모형화하기 위하여 실험에 사용하는 골조의 한 부분
심: 접촉면이나 지압면 사이에 두께 차이시 공간을 메우기 위해 사용되는 얇은 판재
아크용접: 모재와 전극 또는 2개의 전극 간에 생기는 아크열을 이용하는 용접법
안정성: 구조부재, 골조 또는 구조체가 하중의 작은 변화 또는 기학적인 변화에도 큰 변위를 발생하지 않고 안정한 평형상태에 있는 경우
압연강재: 강을 압연해서 마무리 롤에 의해 막대나 판 등의 각종 형상으로 가공한 강재
앵커볼트: 주각이나 토대를 콘크리트기초에 긴결하기 위하여 매입하는 볼트
언더컷: 용접부의 끝부분에서 모재가 패어져 도랑처럼 된 부분
에너지흡수능력: 구조물에 소성변형이 생겨 진동에너지의 일부를 열에너지로 해서 구조물이 흡수하는 능력 또는 그

크기
엔드탭: 용접선의 단부에 붙인 보조판으로 아크의 시작부나 종단부의 크레이터 등의 결함 방지를 위하여 사용하고 그 판은 제거함.
역V형가새골조: V형가새골조 참조
연강: 탄소함유량 0.3% 이하의 탄소강. 구조용강재로 이용됨. 경강에 비해서 신축률이 큼.
연성: 항복점 이상의 응력을 받는 금속재료가 소성변형을 일으켜 파괴되지 않고 변형을 계속하는 성질
연성한계상태: 연성한계상태에는 부재와 접합부의 항복, 볼트구멍의 지압변형, 그리고 4.10의 폭–두께비 제한을 만족하는 부재의 좌굴이 포함됨. 부재 및 접합부의 취성파괴 또는 접합요소의 좌굴은 연성한계상태에 포함되지 않음.
연속판: 패널존의 위와 아래에 설치되는 기둥스티프너, 수평스티프너로도 불림.
예열: 균열발생이나 열영향부의 경화를 막기 위해서 용접 또는 가스절단하기 전에 모재에 미리 열을 가하는 것을 말함.
오일러좌굴하중: 압축하중을 받는 장주의 탄성좌굴하중
완전재하주기: 하중 0으로부터 다시 하중이 0이 되는 하나의 사이클로 각각 하나의 양과 음의 최대치가 포함
외피: 가새축에 직각방향의 힘에 저항함으로써 강재코어의 좌굴을 방지하는 케이싱. 외피는 이러한 힘을 좌굴방지시스템의 나머지 부분으로 전달하는 수단을 갖추고 있어야 한다. 외피는 가새의 축방향의 힘에는 전혀 또는 거의 저항하지 않음.
용접선: 긴 용접부를 하나의 선으로 나타낼 때의 가정선을 말한다. 필릿용접 및 그루브용접의 비드방향을 나타내는 선
웨브크리플링: 보에서 집중하중이나 반력이 작용하는 위치의 웨브재에 발생하는 국부적인 파괴
윙플레이트: 철골주각부에 부착하는 강판으로서 사이드앵글을 거쳐서 또는 직접 용접에 의해 베이스플레이트에 기둥으로부터의 응력을 전함.
유공보: 웨브에 관통구멍이 규칙적 또는 불규칙적으로 있는 보
유효목두께: 보강용접을 포함하지 않는 목두께로서 강도상 유효한 부분
응력집중: 단면의 급변부위, 구멍, 결손부위 등의 주변에서 현저하게 응력이 집중되는 것을 말함.
이음: 두 부재를 접합하여 단일의 긴 부재를 형성하도록 두 부재의 단부를 연결하는 접합
인증접합부: 0722의 요구사항을 만족하는 접합부
임계세장비: 탄성좌굴과 비탄성좌굴과의 영역의 분계가 되는 세장비를 말함.
임계용접부: 0713의 내진기준에서 별도의 요구조건이 부과된 용접부
잔류응력: 하중을 제거한 후에도 남아 있는 응력
저항계수: 공칭강도와 실제강도 사이의 불가피한 오차 또는 파괴모드 및 파괴결과가 부차적으로 유발하는 위험도를 반영하기 위한 계수
전단중심: 단면에서 비틀림을 발생시키지 않는 점
전소성모멘트: 완전히 항복한 단면의 저항모멘트
전이보: 건물 상층부의 골조를 어떤 층의 하부에서 별개의 구조형식으로 전이하는 형식의 큰보
접합부인증위원회: 내진강구조접합부의 인증을 위하여 책임기관에서 권한을 위임받은 전문가위원회

정적해석: 시간에 따라 변하지 않는 정적하중을 받는 구조물에 발생하는 응력의 크기 및 변형상태를 규명하기 위한 해석
조합응력: 휨모멘트와 축력 등 응력이 조합되어 부재내부에 생기는 응력을 말함. 합성응력이라고도 함.
중간내진시스템: 설계지진에 대하여 몇몇 부재가 중간정도의 비탄성거동을 일으킨다는 가정하에 설계된 내진시스템
중간모멘트골조: 0713의 요구조건을 만족하는 모멘트골조시스템
중심가새골조: 부재에 주로 축력이 작용하는 가새골조. 동심가새골조라고도 함.
집합부재: 바닥 다이아프램과 지진하중저항시스템의 부재 사이에 힘을 전달하기 위해 사용되는 부재
취성파괴: 물체가 갖고 있는 강도 이상의 힘을 가할 경우, 변형이 어느 정도 진행이 되다가 급격히 내력이 저하되어 파괴에 이르는 현상
치올림: 보나 트러스 등 수평부재에서 하중재하 시 생길 처짐을 고려하여 미리 중앙부를 들어 올리는 것
크리플링: 집중하중이나 반력이 작용하는 위치에서 발생하는 국부적인 파괴
턴버클: 와이어로프 등 선재의 긴장용 조임구
특수강판전단벽: 0713의 요구사항을 만족하는 강판전단벽시스템
특수모멘트골조: 0713의 요구사항을 만족하는 모멘트골조시스템
특수중심가새골조: 가새시스템의 모든 부재들이 주로 축력을 받고 0713의 요구사항을 만족하는 대각가새골조
파괴강도: 재료가 외력에 의해 파괴할 때의 최대강도를 말한다. 파단강도라고도 함.
편심가새골조: 0713의 요구사항을 만족하는 대각가새골조로서, 각 가새부재에서 최소한 한쪽 끝이 보-기둥접합부나 다른 쪽 보-가새접합부에서 짧은 거리로 떨어져 편심접합된 골조
품질관리: 계약 및 제작·설치 요구사항을 만족시켰음을 입증하기 위해 철골제작자와 설치자가 수행하는 철골공장과 현장의 관리절차
품질보증: 건물주나 그 대리인에게 신뢰를 주기 위해 철골공장과 현장의 행위절차 및 건물주 또는 관리감독자가 수행하는 관리절차
품질확보계획: 품질요구사항, 시방서, 계약서류에 구조물이 부합토록 하기 위한 조건, 절차, 품질검사, 재료, 기록 등을 서면으로 기술한 문건. 프로토타입 특수 및 중간모멘트골조, 편심 및 좌굴방지가새골조 등의 건물에 실제로 사용될 접합부 또는 가새의 설계물
플러그용접: 겹치기한 2매의 판재에 한쪽에만 구멍을 뚫고 그 구멍에 살붙이하여 용접하는 방법. 주요한 부재에는 사용하지 않음.
피복아크용접: 피복아크용접봉을 전극으로 하는 아크용접
필러: 요소의 두께를 증가시키는 데 사용하는 플레이트
하향용접: 아래보기 용접
하중저항계수설계법 하중조합: 하중저항계수설계법에 적용되는 하중의 조합
합성: 내부힘의 분산에 있어 강재요소와 콘크리트요소가 일체로서 거동하는 조건
형상계수: 단면의 차이에 따른 변화를 고려하기 위한 계수. 부재의 소성모멘트의 항복모멘트에 대한 비로써 부재단면의 형상과 치수에 의하여 결정되는 계수
확장록커: 확장하면서 부재가 지압을 받는 곡면을 가진 지지대

확장롤러: 확장하면서 부재가 지압을 받는 롤러
회전능력: 초기항복에서 탄성회전에 대한 비탄성회전의 비
횡좌굴: 휨모멘트를 받는 보가 면외하중면에 대해 횡방향으로 좌굴하는 현상
k영역: k영역은 웨브와 플랜지-웨브필렛의 접점으로부터 38 mm 만큼 k 치수를 넘어선 웨브를 포함하는 부분

0701.3 주요기호
하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 1.3에 따른다. 이외 추가로 정의되는 기호는 다음과 같다.

F_a : 축방향응력, MPa
F_{bw} : 주축에 대한 가용휨응력, MPa
F_{bz} : 약축에 대한 가용휨응력, MPa
F_{cr} : 해석에 의해 결정된 단면의 좌굴응력, MPa
F_{nt} : 공칭인장응력, MPa
F_{nv} : 공칭전단응력, MPa
F_{nw} : 용접재의 공칭강도, MPa
F_w : 용접재의 인장강도(용접재의 등급강도), MPa
F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa
I_{yc} : 압축력을 받는 플랜지의 y축에 대한 단면2차모멘트 또 역곡률휨의 경우 작은 플랜지에 대한 단면2차모멘트, mm^4
$\left(\frac{KL}{r}\right)_m$: 조립부재의 수정된 기둥세장비
L_p : 소성한계비지지길이, mm
$M_{c(x,y)}$: 휨강도, N·mm
M_{cx} : 강축휨에 대한 휨-비틀림강도, N·mm
M_r : 소요휨강도, N·mm
P_o : 세장효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N
P_o : 편심이 없는 합성기둥의 공칭축강도, N
U : 전단지연계수
V_r : 소요전단강도, N
b_{eff} : 유효연단거리, mm, ($=2t+16$ mm). 다만, 구멍연단으로부터 작용하는 힘의 직각방향으로 측정한 부재의 연단까지 거리보다 커서는 안 된다.
d : 파스너의 공칭지름, mm
트러스접합의 편심, mm

d_b : 보의 깊이, mm

D_c : 기둥의 깊이, mm

f_a : 소요축방향응력 , MPa

$f_{b(w,z)}$: 대주축, 소주축에 대한 소요휨응력, MPa

g : 파스너 게이지선 사이의 응력 수직방향 중심간격, mm

h : 압연형강의 경우 플랜지간 순거리에서 필릿 또는 코너반경을 제외한 거리, 용접형강의 경우 플랜지간 순거리, 볼트조립단면에서는 파스너 열간거리, T형강의 경우 전체높이, mm

s : 2개의 연속되는 구멍의 종방향 중심간격, mm
인접한 2개 구멍의 응력방향 중심간격, mm

t_p : 부착된 직각방향플레이트의 두께, mm

η : 주강관폭에 대한 접합평면에서 주강관과 접촉하는 지강관의 길이비= N/B. 여기서 $N = H_b/\sin\theta$

ϕ_b : 휨저항계수

ϕ_c : 압축저항계수

ϕ_t : 인장저항계수

ϕ_v : 전단저항계수

0701.4 재료

0701.4.1 재질

0701.4.1.1 구조용강재

(1) 구조용강재는 <표 0701.4.1>에 나타낸 한국산업규격(이하 “KS”라 한다.)에 적합한 것을 사용하여야 한다.

<표 0701.4.1> 주요 구조용강재의 재질규격

번호	명칭	강종
KS D 3503	일반구조용 압연 강재	SS275
KS D 3515	용접구조용 압연 강재	SM275A, B, C, D, −TMC SM355A, B, C, D, −TMC SM420A, B, C, D, −TMC SM460B, C, −TMC
KS D 3529	용접구조용 내후성 열간 압연 강재	SMA275AW, AP, BW, BP, CW, CP SMA355AW, AP, BW, BP, CW, CP
KS D 3861	건축구조용 압연 강재	SN275A, B, C SN355B, C
KS D 3866	건축구조용 열간 압연 형강	SHN275, SHN355
KS D 5994	건축구조용 고성능 압연강재	HSA650

(2) 냉간가공재 및 주강은 <표 0701.4.2>에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

<표 0701.4.2> 냉간가공재 및 주강의 재질 규격

번호	명칭	강종
KS D 3530	일반 구조용 경량 형강	SSC275
KS D 3558	일반 구조용 용접 경량 H형강	SWH275, L
KS D 3602	강제갑판(데크플레이트)	SDP1, 2, 3
KS D 3632	건축구조용 탄소강관	SNT275E, SNT355E, SNT275A, SNT355A
KS D 3854	건축구조용 표면처리 경량형강	ZSS295Y
KS D 3864	건축구조용 각형 탄소 강관	SNRT295E, SNRT275A, SNRT355A

(3) 용접하지 않는 부분에 사용되는 압연강재, 냉간가공재, 주철, 주강 및 단강은 <표 0701.4.3>에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

<표 0701.4.3> 용접하지 않는 부분에 사용되는 강재의 재질 규격

번호	명칭	강종
KS D 3503	일반구조용 압연강재	SS315, SS410
KS D 3566	일반구조용 탄소강관	SGT275, SGT355
KS D 3568	일반구조용 각형강관	SRT275, SRT355
KS D 3710	탄소강 단강품	SF490A, SF540A

(4) 케이블은 <표 0701.4.4>에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

<표 0701.4.4> 케이블로 사용되는 강재의 규격

번 호	명 칭	종 류
KS D 3514	와이어 로프	E종, G종, A종, B종
KS D 7048	이형선 로프	E종, G종, A종, B종

0701.4.1.2 접합재료

(1) 볼트, 고장력볼트, 턴버클 등은 <표 0701.4.5>에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

<표 0701.4.5> 볼트, 고장력볼트 등의 규격

번호	명칭	강종
KS B 1002	6각 볼트	4.6
KS B 1010	마찰 접합용 고장력 6각 볼트, 6각 너트, 평 와셔의 세트	1종(F8T/F10/F35)1) 2종(F10T/F10/F35)1) 4종(F13T/F13/F35)1), 2)
KS B 1012	6각 너트	4.6
KS B 1016	기초 볼트	모양: L형, J형, LA형, JA형 강도등급구분: 4.6, 6.8, 8.8
KS B 1324	스프링 와셔	–
KS B 1326	평 와셔	–
KS F 4512 KS F 4513	건축용 턴버클 볼트 건축용 턴버클 몸체	S, E, D ST, PT
KS F 4521	건축용 턴버클	–

주 1) 각각 볼트/너트/와셔의 종류
주 2) KS B 1010에 의하여 수소지연파괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다.

(2) 용접재료의 품질

용접재료는 <표 0701.4.6>에 나타낸 KS에 적합한 것으로 하고, 모재의 재질 및 용접조건을 고려하여 적절히 선택한다.

<표 0701.4.6> 용접재료의 규격

번호	명칭
KS D 3508	피복아크 용접봉심선재
KS D 3550	피복아크 용접봉심선
KS D 7004	연강용 피복아크용접봉
KS D 7006	고장력강용 피복아크용접봉
KS D 7025	연강 및 고장력강용 마그용접 솔리드 와이어
KS D 7101	내후성강용 피복아크용접봉
KS D 7104	연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크용접 플럭스 코어선
KS D 7106	내후성강용 탄산가스 아크용접 솔리드 와이어
KS D 7109	내후성강용 탄산가스 아크용접 플럭스 충전 와이어

0701.4.1.3 철근 및 콘크리트

철근 및 콘크리트의 품질은 제5장에 따른다.

0701.4.2 형상 및 치수

(1) 구조용강재의 형상 및 치수는 <표 0701.4.1~0701.4.4>에 나타낸 KS가 규정하는 정밀도 내에 있는 것으로 하고, 열간압연강재는 <표 0701.4.7>에 나타낸 KS에 적합한 것으로 한다. 모든 강재는 라미네이션 등의 유해한 내부결함 및 표면결함, 심한 녹 등의 유해한 표면결함이 없어야 한다.

(2) 볼트, 고장력볼트, 턴버클 등 접합요소의 형상 및 치수는 <표 0701.4.5>에 나타낸 KS의 규정에 적합한 것으로 한다.

(3) 용접에 의한 조립재는 「건축공사표준시방서」에서 규정하는 제품정밀도표준에 합격하는 형상 및 치수로 한다.

<표 0701.4.7> 열간압연강재의 형상, 치수규격

번 호	명 칭
KS D 3051	열간압연봉강과 코일봉강의 형상 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3052	열간압연평강의 형상 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3500	열간압연강판 및 강대의 형상 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3502	열간압연형강의 형상 치수 및 무게와 그 허용차

0701.4.3 재료의 강도

0701.4.3.1 구조용강재

(1) <표 0701.4.1>에 나타낸 구조용강재의 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u는 <표 0701.4.8>에 나타낸 값으로 한다. 다만 강재 판두께 100mm (HSA650, SM275TMC, SM355TMC, SM420TMC와 SM460TMC인 경우 80 mm) 초과인 경우 2장(구조실험 및 검사)에 따라 안전성이 인정되어야 한다.

<표 0701.4.8> 주요구조용강재의 재료강도, MPa

강도	강재 기호 / 판 두께	SS275	SM275 SMA275	SM355 SMA355	SM420	SM460	SN275	SN355	SHN275	SHN355
F_y	16mm 이하	275	275	355	420	460	275	355	275	355
	16mm 초과 40mm 이하	265	265	345	410	450				
	40mm 초과 75mm이하	245	255	335	400	430	255	335		
	75mm 초과 100mm 이하		245	325	390	420			–	–
F_u	75mm 이하	410	410	490	520	570	410	490	410	490
	75mm 초과 100mm 이하								–	–

강도	강재기호 / 판 두께	HSA650	SM275-TMC	SM355-TMC	SM420-TMC	SM460-TMC
F_y	80mm 이하	650	275	355	420	460
F_u	80mm 이하	800	410	490	520	570

(2) <표 0701.4.2>에 나타낸 냉간가공재 및 주강의 재료강도는 <표 0701. 4.9>에 나타낸 값으로 한다.

<표 0701.4.9> 냉간가공재 및 주강의 재료강도, MPa

강재 종별		SSC275 SWH275	SNT275	SNT355	SNRT 275A	SNRT 295E	SNRT 355A	ZSS 295Y
판두께 (mm)		2.3~6.0[1)]	2.3~40[2)]		6.0~40[2)]			
강도	F_y	275	275	355	275	295	355	295
	F_u	410	410	490	410	410	490	400

주 1) SWH275의 판두께는 12 mm 이하
주 2) SNRT295E의 판두께는 22 mm 이하
비고 1) 강제갑판(SDP)의 재료강도는 모재의 강도 적용

(3) <표 0701.4.3>에 나타낸 압연강재, 냉간가공된 강재, 주철, 주강 및 단강의 재료강도는 <표 0701.4.10>에 나타난 값으로 한다.

<표 0701.4.10> 용접하지 않는 부분에 사용하는 강재 등의 재료강도, MPa

강도	강재종별 / 판두께	SS315	SS410	SGT2751) SRT2751)	SGT355 SRT3552)	SF490A	SF540A
F_y	16mm 이하	315	410	275	355	245	275
	16mm 초과 40mm 이하	305	400				
	40mm 초과 100mm 이하	295	–	–	–	–	–
F_u	40mm 이하	490	540	410	500	490	540
	40mm 초과 100mm 이하		–	–	–	–	–

주 1) SGT275, SRT275의 판두께는 22mm 이하
주 2) SRT355의 판두께는 30 mm 이하

(4) <표 0701.4.4>에 나타낸 케이블의 재료강도는 <표 0701.4.11>에 나타난 값으로 한다.

<표 0701.4.11> 케이블에 사용되는 강재의 재료강도(KS의 최소파단강도), MPa

종별	파단강도	적 요
E	1,320	비도금 및 도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)
G	1,470	도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)
A	1,620	비도금 및 도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)
B	1,770	비도금 및 도금(도금 후 냉간 가공한 것을 포함한다.)

0701.4.3.2 접합재료의 강도

(1) 고장력볼트의 재료강도는 <표 0701.4.12>에 나타낸 값으로 한다.

<표 0701.4.12> 고장력볼트의 재료강도, MPa

강도 \ 강종	F8T	F10T	F13T[1)]
F_y	640	900	1,170
F_u	800	1,000	1,300

주) 1)은 KS B 1010에 의하여 수소지연파괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다.

(2) 볼트의 재료강도는 <표 0701.4.13>과 같고, 표에서 규정하는 것 이외의 중볼트에 대한 항복강도 및 인장강도는 「KS B 1002」에 정해진 항복강도 및 인장강도의 최소값으로 한다.

<표 0701.4.13> 볼트의 재료강도, MPa

최소강도 \ 볼트등급	4.6[1)]
F_y	240
F_u	400

주 1) KS B 1002에 따른 강도 구분

(3) 용접재료의 강도는 <표 0701.4.14>의 값으로 한다. 용접재료는 책임구조기술자가 확인하고, 이를 구조감리자가 승인하는 절차를 통하여 선택 후 적용한다.

0701.4.4 재료정수

구조용 강재의 탄성계수, 전단탄성계수, 푸아송비 및 선팽창계수 등의 재료정수는 <표 0701.4.15>에 나타낸 값으로 한다.

<표 0701.4.14> 용접재료의 강도, MPa

용접재료	강도(MPa)		적용 가능 강종
	F_y	F_u	
KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉	345	420	인장강도 400MPa급 연강
KS D 7006 고장력강용 피복아크 용접봉	390	490	인장강도 490MPa~780 MPa 고장력강
	410	520	
	490	570	
	500	610	
	550	690	
	620	750	
	665	780	
KS D 7104 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크 용접 플럭스코어선	340	420	인장강도 400MPa급 연강 인장강도 490 MPa, 540 MPa, 590 MPa급 고장력강
	390	490	
	430	540	
	490	590	
KS D 7025 연강 및 고장력강용 마그용접용솔리드와이어	345	420	인장강도 400MPa급 연강인장강도 490 MPa, 590 MPa급 고장력강
	390	490	
	490	570	
KS D 7101 내후성강용 피복아크 용접봉 KS D 7106 내후성강용 탄산가스 아크용접 솔리드와이어 KS D 7109 내후성강용 탄산가스 아크용접 플럭스충전와이어	390	490	인장강도 490MPa ~ 570MPa급 내후성 고장력강
	490	570	

비고 1) 서브머지드아크용접(SAW) 용가재의 강도는 표의 피복아크 용접봉 값을 사용하거나, 구기준(KS B 0531 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크 용착 금속의 품질 구분 및 시험방법)의 값을 참고한다.

<표 0701.4.15> 강재의 재료정수

정수 / 재료	탄성계수(E) (MPa)	전단탄성계수 (G) (MPa)	푸아송비 ν	선팽창계수 α (1/℃)
강재	210,000	81,000	0.3	0.000012

0701.5 설계도서

0701.5.1 설계도서

(1) 설계도면에는 여러 가지 부재의 크기, 단면, 상대적인 위치 등을 완벽하게 표현해야 한다. 또한 바닥높이, 기둥중심 및 요철부의 치수 등을 표시하여야 한다.

(2) 트러스와 보의 치올림이 필요한 경우 설계도서에 기재해야 한다.

(3) 스티프너와 가새에 대한 요구사항도 설계도서에 명시해야 한다.

(4) 구조설계도서의 작성은 0104.3.3에 따른다. 또한, 0104.3.4에 따른 구조설계도에는 용접재료의 강도와 고장력볼트의 설계방법 등을 포함한 접합부 설계에 대한 내용이 포함되어야 한다.

0701.5.2 도면의 표시방법

(1) 설계도면과 제작·설치도면의 표시방법은 원칙적으로 KS F 1501에 따른다.

(2) 용접기호는 KS B 0052에 따른다.

(3) 검사기호는 KS B 0056에 따른다.

0701.5.3 용접에 대한 표기

변형을 최소로 하기 위해 용접순서와 방법을 주의 깊게 조정해야 하는 접합부는 설계도서와 제작·설치도면에 명시하여야 한다.

0701.6 제작·설치도면

0701.6.1 건축주의 책무

건축주는 강구조물에 대한 구조설계도면과 구조체공사시방서를 계약조건에 의해 공사용으로 적기에 제공하여야 한다.

0701.6.2 제작·설치자의 책무

(1) 제작·설치자는 계약조건에 별도 면책조항이 없는 한 제작·설치도면을 작성하여야 한다.

(2) 제작·설치도면은 구조설계도면의 취지에 적합하고 이 장의 규정에 따라 구조안전성을 확보하고 있는지 0106에 따라 책임구조기술자의 구조검토를 받아야 한다.

(3) 구조설계도면과 다른 방법의 접합상세 등을 적용할 경우에는 책임구조기술자의 서면승인을 받아야 한다.

(4) 제작·설치자는 용접설비와 용법방법에 따라 용접부의 유효단면적 등이 달라질 수 있으므로 용접접합상세와 계산근거를 책임구조기술자에게 미리 제출하여 승인을 받아야 한다.

(5) 기타 사항은 0715에 따른다.

0702 설계요구사항

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 1장을 따른다.

0702.1 일반사항

이 절은 기준 전반에 관련된 강구조물의 해석 및 설계의 일반적인 요구사항을 다룬다.

0702.2 하중과 하중조합

(1) 설계하중은 3장에 따른다.

(2) 하중조합은 0301.5에 따르며, 허용응력설계법의 하중조합은 적용하지 않는다.

0702.3 설계기본원칙

0702.3.1 소요강도

구조부재와 접합부의 소요강도는 0702.2의 하중조합을 적용한 구조해석에 의해 결정한다. 탄성해석, 비탄성해석 또는 소성해석에 의한 설계가 허용된다. 비탄성해석과 소성해석을 위한 규정은 0716에 기술되어 있다. 0716.3에 있는 연속보의 모멘트재분배에 대한 규정은 탄성해석의 경우에만 허용된다.

0702.3.2 한계상태

설계는 구조물이 모든 하중조합에 대하여 강도 및 사용성한계상태를 초과하지 않는다는 원리에 근거하여야 한다.

0702.3.3 강도설계

각 구조요소의 설계강도가 하중저항계수설계법의 하중조합에 근거하여 산정된 소요강도 이상이 되는 이 기준의 요구조건을 만족하여야 한다. 설계는 식(0702.3.1)을 만족하도록 수행되어야 한다.

$$R_u \leq \phi R_n \qquad (0702.3.1)$$

여기서, R_u : 소요강도

R_n : 공칭강도

ϕ : 저항계수

ϕR_n : 설계강도

0702.3.4 안정성설계

구조물과 그 요소의 안정성은 0703에 따라 결정된다.

0702.3.5 접합부설계

접합요소는 0710과 0711에 따라 설계되어야 한다. 설계에서 사용된 힘과 변형은 접합부의 의도된 성능과 구조해석에서 사용된 가정이 일치하도록 한다.

0702.3.5.1 단순접합

단순접합은 접합부 내에 무시할 정도의 모멘트를 전달한다. 구조해석에서 단순접합은 접합되는 골조요소 사이에 구속되지 않는 상대회전변형을 허용하는 것으로 가정할 수 있다. 단순접합은 구조물해석으로부터 산정된 요구회전변형을 수용할 수 있도록 충분한 회전변형능력을 보유하여야 한다.

0702.3.5.2 모멘트접합

모멘트접합은 접합부 내에 모멘트를 전달한다. 아래 규정된 것과 같은 2가지 형태의 모멘트접합, 완전강접합(FR)과 부분강접합(PR)이 허용된다.

(1) 완전강접합(FR)

완전강접합은 접합요소 사이에 무시할 정도의 회전변형을 가지면서 모멘트를 전달한다. 구조물의 해석에서 상대 회전변형이 없는 것으로 가정할 수 있다. 완전강접합은 강도한계상태에서 접합된 부재 사이의 각도가 유지되도록 충분한 강도와 강성을 보유하여야 한다.

(2) 부분강접합(PR)

부분강접합은 모멘트를 전달한다. 그러나 접합부재 사이의 회전변형은 무시할 정도가 아니다. 구조물의 해석에서 접합부의 힘-변형거동특성이 포함되어야 한다. 부분강접합의 거동특성은 기술문헌에 기술되어야 하거나 해석적 또는 실험적인 방법으로 정립되어야 한다. 부분강접합의 구성요소는 강도한계상태에서 충분한 강도, 강성 및 변형 능력을 보유하여야 한다.

0702.3.6 사용성설계

구조물 전체와 각 구조부재, 접합부 및 접합재는 사용성에 대해 검토하여야 한다. 사용성에 대한 요구사항은 0712에서 규정하고 있다.

0702.3.7 물고임설계

지붕시스템은 구조해석을 통하여 물고임상태 시의 적절한 강도와 안정성을 확보하도록 검토하여야 한다. 다만, 지붕의 표면이 배수방향으로 단위미터당 20㎜ 이상의 기울기를 갖는 경우 또는 물의 고임이 발생하지 않도록 적절한 배수시스템이 설치된 경우에는 검토가 제외된다. 0717 「물고임에 대한 설계」를 참조한다.

0702.3.8 피로설계

정상적인 건축물 횡하중지지시스템과 건축물의 외장요소에 대한 지진의 영향 또는 풍하중의 영향에 대해서는 피로를 고려할 필요가 없다. 이 장에 의해 설계된 건축물의 부재 및 접합부는 피로에 대해 별도로 고려하지 않아도 좋으나 반복하중을 받는 크레인주행보 및 기계장치 등의 지지구조물은 피로에 대비하여야 한다.

0702.3.9 내화설계

“건축법 시행령 제56조 「건축물의 내화구조」”에 의한 용도 및 규모에 해당하는 건축물의 주요구조부는 “건축물의 피난 및 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조 「내화구조」”에서 정하는 내화구조를 사용하여 화재에 대한 안전성을 확보하여야 한다. 내화구조에 대한 상세사항은 0718 「내화설계」에 기술되어 있다.

0702.3.10 부식설계

부식이 구조물의 강도 또는 사용성을 저하할 수 있는 경우 구조요소는 부식을 허용하도록 설계하거나 부식을 방지하도록 하여야 한다.

0702.3.11 강관부재의 설계판두께
강관구조부재의 두께를 포함하는 계산에서 설계판두께를 사용하여야 한다. 전기저항용접의 강관구조부재의 경우 설계판두께는 공칭두께의 0.93배로 하며 자동아크용접의 강관구조부재의 경우 공칭두께로 한다.

0702.3.12 총단면적과 순단면적의 산정
총단면적과 순단면적의 산정은 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 4.2에 따른다.

0702.4 국부좌굴에 대한 단면의 분류
강재의 단면은 한쪽만 지지된 판요소(자유돌출판) 또는 양쪽이 지지된 판요소(양연지지판)로 구성된다.
압축력을 받는 부재의 단면은 아래와 같이 비세장판단면과 세장판단면으로 분류된다. 세부사항은 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 5.1.1에 따른다.

(1) 비세장판단면 : 단면을 구성하는 모든 압축판요소가 비세장판요소인 경우
(2) 세장판단면 : 단면을 구성하는 요소 중 하나 이상의 압축판요소가 세장판요소인 경우

휨을 받는 부재의 단면은 아래와 같이 조밀단면, 비조밀단면 및 세장판단면으로 분류된다. 세부사항은 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 6장 <표 6.2.1.1.1-1>과 <표 6.2.1.1.1-2>에 따른다.
(1) 조밀단면 : 플랜지과 웨브에 연속되게 연결된 단면이며, 단면의 모든 압축판요소가 조밀판요소인 경우
(2) 비조밀단면 : 단면을 구성하는 요소 중 하나 이상의 압축판요소가 비조밀판요소인 경우
(3) 세장판단면 : 단면을 구성하는 요소 중 하나 이상의 압축판요소가 세장판요소인 경우

0702.5 제작, 설치 및 품질관리
제작, 공장도장, 설치 및 품질관리는 0715에 규정된 요구조건을 만족하여야 한다.

0702.6 기존구조물의 평가
기존구조물의 평가를 위한 규정은 0719에 기술되어 있다.

0703 골조의 안정성

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3장을 따른다.

0703.1 안정설계 요구조건

0703.1.1 일반요구조건

구조물설계 시 전체구조물과 각 구조부재의 안정성을 확보하여야 한다. 이를 위해 전체구조물과 각 구조부재의 안정성에 영향을 미치는 2차효과($P-\Delta$, $P-\delta$ 효과), 휨, 전단, 축방향 변형과 구조물에 변위를 발생시킬 수 있는 모든 변형, 기하학적 불완전성, 비탄성에 기인한 강성감소, 강성과 강도의 불확실성 등이 고려되어야 하며, 모든 하중종속효과들은 하중저항계수설계법의 하중조합에 따른 설계하중에 의해 계산되어야 한다.

상기의 사항들을 고려할 수 있는 어떠한 합리적인 안정설계법도 사용 가능하며, 이 절의 2차해석법 및 1차해석법과 0721 「직접해석법」은 이러한 요구조건을 만족한다.

구조물 비탄성해석시에는 0716 「비탄성해석 및 설계」를 만족하여야 한다.

0703.1.2 구조시스템 안정설계 요구조건

횡적 안정을 위하여 모멘트골조, 가새골조, 전단벽 또는 횡방향 하중저항구조시스템 등을 사용한다. 횡방향변위의 전도효과와 중력하중의 불안정화 효과를 고려하여야 한다. 또한, 골조구조시스템 요소간의 힘의 전달 및 하중분산도 고려하여야 한다. 가새골조 및 전단벽구조시스템, 모멘트골조구조시스템, 중력골조구조시스템과 기타 혼합시스템은 다음의 규정 사항을 만족하여야 한다.

0703.1.2.1 가새골조 및 전단벽시스템

대각선가새나 전단벽 또는 이와 유사한 수단에 의해서 횡적안정이 되는 구조에서는 압축재에 대한 유효좌굴길이계수 K를 1.0으로 한다. 다만, 구조해석에 의해 1.0보다 작은 값을 적용할 수 있다. 가새골조에서는 기둥, 보 및 사재는 단순접합된 것으로 설계할 수 있다.

0703.1.2.2 모멘트골조시스템

접합된 보와 기둥의 휨강성에 의해 횡적 안정이 되어 있는 골조에서는 보 및 보-기둥에 대한 유효좌굴길이계수 K 또는 탄성좌굴응력 F_e는 안정설계법에 따라 0703.2 또는 0721에 의해 산정한다.

0703.1.2.3 중력골조시스템

중력골조시스템의 기둥은 실제길이에 근거하여 설계한다($K=1.0$). 다만, 구조해석에 의해 1.0보다 작은 값을 적용할 수 있다. 중력골조시스템의 횡적 안정은 모멘트골조, 가새골조, 전단벽 또는 이와 유사한 횡하중저항시스템에 의해 제공된다. 기둥에 작용하는 연직하중에 의해 발생하는 $P-\Delta$효과는 횡하중저항시스템에 전달되며 횡하중저항시스템의 소요강도 산정 시에 고려한다.

0703.1.2.4 혼합시스템

모멘트골조, 가새골조, 전단벽, 중력골조시스템 등의 혼합시스템의 부재, 접합부 또는 기타 요소의 해석 및 설계는 그 각각의 구조시스템의 기준에 따른다.

0703.2 안정설계법

전층의 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.5 이하인 구조물의 부재, 접합부 또는 기타요소의 소요강도 및 설계강도는 0703.2.1 또는 0703.2.2의 방법이나 0721 「직접해석법」에 의해 산정할 수 있다. 그러나 일부 층이라도 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.5를 초과하는 구조물의 부재, 접합부 또는 기타요소의 소요강도 및 설계강도는 0721 「직접해석법」에 의해 산정한다.

0703.2.1과 0703.2.2의 기준에 따른 안정설계 시에는 아래의 조건을 따른다.

(1) 해석은 0702.3.3에 있는 설계 및 하중기준에 따라 수행한다.

(2) 구조물의 모든 요소는 공칭형상 및 공칭탄성강성을 사용하여 해석한다.

0703.2.1 2차해석법(유효길이법)

하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.3에 따른다.

0703.2.2 1차해석법

하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.4에 따른다.

0703.3 2차해석방법

0703.3.1 일반2차탄성해석

$P-\Delta$와 $P-\delta$효과를 모두 고려할 수 있는 어떠한 2차탄성해석방법도 사용할 수 있다.

가새골조, 모멘트골조 및 혼합골조에 대하여는 0703.3.2에 정의되어 있는 증폭1차탄성해석방법으로 2차탄성해석을 대신할 수 있다.

0703.3.2 증폭1차탄성해석에 의한 2차해석

근사2차해석이라고도 부르며, 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.5에 따른다.

0704 인장재

한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 4장의 교량을 제외한 건축 강구조물의 규정을 따른다.

0705 압축재

한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 5장의 교량을 제외한 건축 강구조물의 규정을 따른다. 다만, 조립압축재에 대한 설계는 다음의 0705.1의 규정을 따른다.

0705.1 조립압축재

0705.1.1 압축강도

(1) 볼트나 용접으로 접합된 2개 이상의 부재로 구성된 조립압축재의 공칭압축강도는 아래와 같이 수정하여 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 5.3, 5.4 또는 5.7에 따라 산정한다. 만일 좌굴모드가 각 개재간의 접합재에서 전단력을 발생시키는 상대변형을 포함하고 있다면 KL/r 대신에 다음과 같이 계산된 $(KL/r)_m$ 을 사용한다.

① 1차조임(snug-tight)의 볼트로 접합된 경우

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_0^2 + \left(\frac{a}{r_i}\right)^2} \qquad (0705.1.1)$$

② 용접이나 완전조임의 볼트로 접합된 경우

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_0^2 + 0.82\frac{\alpha^2}{(1+\alpha^2)}\left(\frac{a}{r_{ib}}\right)^2} \qquad (0705.1.2)$$

여기서, $\left(\frac{KL}{r}\right)_m$: 조립부재의 수정된 기둥세장비

$\left(\frac{KL}{r}\right)_0$: 단일부재로 거동하는 조립부재의 기둥세장비

a : 접합재 사이의 길이, mm

r_i : 각 개재의 최소단면2차반경, mm

r_{ib} : 좌굴의 부재축과 평행한 중심축에 대한 각 개재의 단면2차반경, mm

α : $h/2r_{ib}$

h : 좌굴의 부재축에 수직인 각 요소의 중심간거리, mm

(2) 적어도 1개의 개단면이 유공커버플레이트나 타이플레이트를 갖는 레이싱과 연결된 2개 이상의 형강이나 플레이트로 구성된 조립부재의 공칭압축강도는 0705.1.1(1)과 같이 수정하여 강구조설계기준 (5.3, 5.4 또는 5.7)에 따라 구한다.

0705.1.2조립압축재의 구조제한

2개 이상의 압연형강으로 구성된 조립압축재는 접합재 사이의 개재세장비가 조립압축재의 전체세장비의 3/4배를 초과하지 않도록 한다.

(1) 조립재의 단부에서 개재 상호간의 접합

① 용접접합 : 용접길이가 조립재의 최대폭 이상이 되도록 하며 연속용접으로 한다.

② 고장력볼트접합 : 조립재 최대폭의 1.5배 이상의 구간에 대해서 길이방향으로 볼트직경의 4배 이하 간격으로 접합한다.

(2) 조립압축재의 단부의 단속용접 또는 고장력볼트 길이방향 간격은 설계응력을 전달하기에 적절하여야 한다.

(3) 덧판을 사용한 조립압축재의 파스너 및 단속용접 최대간격은 가장 얇은 덧판두께의 $0.75\sqrt{E/F_y}$ 배 또는 300 mm 이하로 한다. 파스너가 엇모배치될 경우에는 $1.12\sqrt{E/F_y}$ 배 또는 450 mm 이하로 한다.

(4) 도장 내후성강재로 만든 조립압축재의 긴결간격은 가장 얇은 판두께의 14배 또는 170 mm 이하로 한다. 최대연단거리는 가장 얇은 판두께의 8배 또는 120 mm를 초과할 수 없다.

0705.1.3 래티스형식 조립압축재

(1) 평강, ㄱ형강, ㄷ형강, 기타 형강을 래티스로 사용한다.

(2) 조립부재의 재축방향의 접합간격은 소재세장비가 조립압축재의 최대세장비를 초과하지 않도록 한다.

(3) 단일래티스부재의 세장비 L/r은 140 이하로 하고, 복래티스의 경우에는 200 이하로 하며, 그 교차점을 접합한다.

(4) 압축력을 받는 래티스의 길이는 단일래티스 경우에는 주부재와 접합되는 비지지된 대각선의 길이이며 복래티스의 경우에는 이 길이의 70%로 한다.

(5) 부재축에 대한 래티스부재의 기울기는 다음과 같이 한다.

단일래티스 경우 : 60° 이상

복래티스 경우 : 45° 이상

(6) 조립부재개재를 연결시키는 재축방향의 용접 또는 파스너열 사이 거리가 380 mm를 초과하면, 래티스는 복래티스로 하거나 ㄱ형강으로 하는 것이 바람직하다.

(7) 부재의 단부에는 띠판을 설치하여야 하며, 래티스 설치에 지장이 있는 경우 그 부분의 양단부와 중간부에 띠판을 설치하여 유공커버플레이트 역할을 하도록 한다. 이때의 띠판은 다음 조건에 맞도록 설치하여야 한다.

① 부재단부에 사용되는 띠판의 폭은 조립부재개재를 연결하는 용접 또는 파스너열 간격 이상이 되어야 한다.

② 부재중간에 사용되는 띠판의 폭은 부재단부 띠판길이의 1/2 이상이 되어야 한다.

③ 띠판의 두께는 조립부재개재를 연결시키는 용접 또는 파스너열 사이 거리의 1/50 이상이 되어야 한다.

④ 띠판의 조립부재에 접합은 용접의 경우 용접길이는 띠판 길이의 1/3 이상이어야 하고 볼트접합의 경우 띠판에 최소한 3개 이상의 파스너를 파스너 직경의 6배 이하 간격으로 접합하여야 한다.

0705.1.4 유공커버플레이트형식 조립압축재

형강과 유공커버플레이트로 구성된 유공커버플레이트형식 조립압축재는 다음 조건에 맞도록 구성하여야 한다.

(1) 판폭두께비는 강구조설계기준 (5.1.1)에 따른다.

(2) 응력방향의 개구부길이는 개구부폭의 2배 이하로 한다.

(3) 응력방향의 개구부 순간격은 조립압축재개재를 연결시키는 용접 또는 파스너 열사이의 최소거리 이상이 되어야 한다.

(4) 개구부의 모서리는 곡률반경이 38 mm 이상이 되도록 하여야 한다.

0706 휨부재

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 6장을

따른다.

0706.1 횡좌굴모멘트수정계수 C_b

횡좌굴강도 산정 시 적용할 횡좌굴모멘트수정계수 C_b는 다음과 같다.

$$C_b = \frac{12.5\,M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} R_m \le 3.0 \qquad (0706.1.1)$$

여기서, $M_{\max}$: 비지지구간에서 최대모멘트 절대값, N·mm

M_A : 비지지구간에서 1/4지점의 모멘트 절대값, N·mm

M_B : 비지지구간에서 중앙부의 모멘트 절대값, N·mm

M_C : 비지지구간에서 3/4지점의 모멘트 절대값, N·mm

R_m : 단면형상계수

=1.0, 2축대칭부재

=1.0, 1축대칭 단곡률부재

$=0.5 + 2\left(\frac{I_{yc}}{I_y}\right)^2$, 1축대칭 복곡률부재

I_y : y축에 대한 단면2차모멘트, mm^4

I_{yc} : y축에 대한 압축플랜지의 단면2차모멘트 또는 복곡률의 경우 압축플랜지 중 작은 플랜지의 단면2차모멘트, mm^4

복곡률이 발생하는 1축대칭부재의 경우에는 상하플랜지 모두에 대하여 횡좌굴강도를 검토한다. 이때 C_b의 값은 모든 경우에 있어서 1.0으로 한다.

단, (1) 2축대칭부재의 횡지지된 양단부의 모멘트 값이 크기는 같고 부호가 반대인 경우에는 2.27을 초과할 수 없다.

(2) 자유단이 지지되지 않은 캔틸레버와 내민 부분의 경우 $C_b = 1.0$

0706.2 T형강 및 쌍ㄱ형강

0706.2.1 플랜지국부좌굴강도

$$M_n = F_{cr} S_{xc} \qquad (0706.2.1)$$

여기서, S_{xc} : 압축플랜지의 탄성단면계수

F_{cr}은 다음과 같이 산정한다.

(1) 콤팩트단면인 경우에는 국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) 비콤팩트단면의 경우에는

$$F_{cr} = F_y \left[1.19 - 0.50\left(\frac{b_f}{2t_f}\right)\sqrt{\frac{F_y}{E}}\right] \qquad (0706.2.2)$$

(3) 세장판단면의 경우에는

$$F_{cr} = \frac{0.69E}{\left(\frac{b_f}{2t_f}\right)^2} \qquad (0706.2.3)$$

0706.3 휨부재의 단면산정

0706.3.1 덧판

(1) 덧판의 단면적은 전체 플랜지단면적의 70%를 넘지 않아야 한다.

(2) 플랜지와 웨브 또는 덧판과 플랜지를 접합하는 고장력볼트나 용접은 보의 휨모멘트에 의해 발생한 전체수평전단력에 저항할 수 있어야 한다. 이러한 볼트 또는 단속용접의 종방향분포는 전단력의 크기에 비례하여야 한다.

(3) 그러나 종방향간격은 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 4.4 조립 인장부재 또는 0705.1 조립 압축재에 대한 최대허용간격을 초과하지 않아야 한다. 플랜지에 작용하는 하중이 직접 지압에 의해 웨브에 전달되는 것이 아닐 경우에는, 플랜지와 웨브를 접합하는 볼트 또는 용접은 플랜지에 작용하는 모든 하중이 웨브에 전달되도록 해야 한다.

(4) 부분적인 덧판의 길이는 이론상의 절단점을 넘어 연장되어야 하며, 그 연장부분은 절단점에서 발생하는 보의 휨응력 중 덧판이 부담하는 응력을 전달할 수 있도록 마찰형고장력볼트나 필릿용접으로 플랜지에 접합하여야 한다. 이때 고장력볼트, 필릿용접은 0710의 규정을 만족하여야 한다.

(5) 용접한 덧판의 경우, 그 연장길이는 이론상 절단점에서 보의 휨응력 중 덧판이 부담하는 응력을 발휘할 수 있도록 덧판의 길이방향 양연단을 따라 양단연속용접하여야 한다. 그리고 그 연장길이는 다음과 같다.

① 덧판단부면의 전체폭에 걸쳐 용접치수가 덧판두께의 $\frac{3}{4}$ 이상인 연속용접을 하였을 경우
연장길이=덧판 폭 (0706.3.1)

② 덧판단부면의 전체폭에 걸쳐 용접치수가 덧판두께의 $\frac{3}{4}$ 미만인 연속용접을 하였을 경우
연장길이=덧판 폭×1.5 (0706.3.2)

③ (추가) 덧판단부면에 용접하지 않았을 경우
연장길이=덧판폭×2.0 (0706.3.3)

0707 전단력을 받는 부재

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 6장을 따른다.

0707.1 인장역작용을 이용한 설계전단강도

0707.1.1 수직스티프너

인장역작용을 이용할 때 수직스티프너는 강구조설계기준 6.2.1.2.2 (2) 및 다음조건을 만족하여야 한다.

(1) $(b/t)_{st} \leq 0.56\sqrt{E/F_{yst}}$ (0707.1.1)

(2) $A_{st} > \frac{F_y}{F_{yst}}\left[0.15D_s h t_w(1-C_v)\frac{V_r}{V_c} - 18t_w^2\right] \geq 0$ (0707.1.2)

여기서, $(b/t)_{st}$: 스티프너의 판폭두께비

F_{yst} : 스티프너의 설계항복강도, MPa

C_v : 웨브전단항복응력에 대한 선형좌굴이론에 따른 웨브임계응력의 비율을 나타내는 정수로써 0707. 2.1에 따라 산정한 값

D_s =1.0 (양면 스티프너)

=1.8 (단일ㄱ형강 스티프너)

=2.4 (단일판 스티프너)

V_r : 스티프너 설치 지점의 소요전단강도, N

V_c : $\phi_v V_n$ (0707.3.2의 설계전단강도), N

0708 조합력과 비틀림을 받는 부재

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 7장을 따른다.

0708.1 1축휨과 압축을 받는 2축 대칭단면부재

압축력과 1축휨이 지배적인 2축대칭단면부재는 강구조설계기준 7.1.1의 조합법 대신에 면내불안정 한계상태 및 면외좌굴(또는 휨-비틀림좌굴) 한계상태를 각각 독립적으로 고려해도 무방하다.

(1) 면내불안정 한계상태에 대해서는 강구조설계기준 식(7.1.1-1)을 사용한다. P_c, M_r, M_c의 값은 휨이 발생한 면내에서 산정한다.

(2) 면외좌굴 한계상태에 대해서는 다음의 식을 사용한다.

$$\frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_r}{M_{cx}}\right)^2 \leq 1.0 \quad (0708.1.1)$$

여기서, P_{co} : 면외휨을 고려한 설계압축강도, N

M_{cx} : 0706에 따라 산정된 강축에 대한 설계휨비틀림좌굴강도, N·mm

만약 약축방향으로 휨이 발생하면 식(0708.1.1)의 모멘트비는 무시한다. 만일 양방향 모두 상당한 크기의 모멘트가 작용하는 경우는 (양방향 모두 $M_r/M_c \geq 0.05$인 경우) 강구조설계기준 7.1.1의 규정을 따라야 한다.

0708.2 휨과 축력을 받는 비대칭단면부재 및 기타 부재

이 조항에서는 0708.1의 취급범위를 벗어나는 단면형상을 갖는 부재에 대한 휨과 축응력의 상관관계를 규정한다. 0708.1의 규정 대신에 임의의 단면형상에 대해 이 조항의 다음 규정을 사용할 수 있다.

$$\left| \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bw}}{F_{bw}} + \frac{f_{bz}}{F_{bz}} \right| \leq 1.0 \qquad (0708.2.1)$$

여기서, f_a : 소요축방향응력, MPa

F_a : 설계축방향응력(압축은 0705, 인장은 0704.2의 규정에 따름), MPa

f_{bw}, f_{bz} : 부재단면의 특정 위치에서의 소요휨응력, MPa

F_{bw}, F_{bz} : 0706에 따라 결정된 설계휨응력, MPa

특정 위치의 단면계수의 값을 사용하고, 응력의 부호를 고려해야 한다.

w : 대주축휨을 나타내는 아래첨자

z : 소주축휨을 나타내는 아래첨자

ϕ_c : 압축저항계수(= 0.90)

ϕ_t : 인장저항계수(0704.2 참조)

ϕ_b : 휨저항계수(= 0.90)

식(0708.2.1)은 단면의 가장 불리한 부분에서의 휨응력의 부호를 고려하여 주축에 대해 적용한다. 휨응력항의 부호에 따라 축력항에 적절히 가감되어야 한다. 압축력이 작용하는 경우는 0703을 따라 2차효과가 고려되어야 한다. 식(0708.2.1) 대신에 좀 더 엄밀한 해석에 바탕을 둔 휨-인장상관관계를 사용해도 무방하다.

하중저항계수설계법이지만 응력도로 검토하여야 하는 경우(비대칭형강의 조합력 등)에는 다음과 같이 사용한다.

f : 소요응력 : 계수하중의 조합하중에 의해 산정된 응력, MPa

F : 설계응력 : 공칭응력에 저항계수를 곱한 값, MPa

0708.3 비틀림 또는 비틀림, 휨, 전단력, 축력을 동시에 받는 부재

원형강관에 대한 비틀림강도는 $0.6F_y$을 초과할 수는 없다.

0709 합성부재

합성부재 설계는 8장 합성구조설계에 따른다.

0710 접합, 절점 및 파스너

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 9장을 따른다.

0710.1 일반사항

0710.1.1 기둥의 이음 및 지압접합

기둥이음부의 고장력볼트 및 용접이음은 이음부의 응력을 전달함과 동시에 이들 인장내력은 피접합재 압축강도의 1/2 이상이 되도록 한다. 다만, 이음부에서 단면에 인장응력이 발생할 염려가 없고, 접합부 단부의 면이 절삭마감(메탈터치)에 의하여 밀착되는 경우에는 소요압축력 및 소요휨모멘트 각각의 1/2은 접촉면에 의해 직접 응력전달시킬 수 있다.

0710.2 용접

0710.2.1 부분용입용접 및 플레어그루브용접

(1) 부분용입그루브용접의 최소유효목두께는 계산에 의한 응력전달에 필요한 값 이상, 또한 <표 0710.2.1a>의 값 이상으로 한다. 다만, 표에서 t는 접합되는 얇은쪽 판두께이다.

(2) 부분용입용접부의 단면형상에 따른 유효목두께 산정은 <표 0710.2.1.b>에 따른다.

<표 0710.2.1a> 부분용입용접(PJP)의 최소 유효목두께

접합부의 얇은쪽 소재 두께 t (mm)	최소 유효목두께 (mm)
$t \leqq 6$	3
$6 < t \leqq 13$	5
$13 < t \leqq 19$	6
$19 < t \leqq 38$	8
$38 < t \leqq 57$	10
$57 < t \leqq 150$	13
$t > 150$	16

<표 0710.2.1b> 부분용입용접의 유효목두께

용접방법	용접자세 F(하향) H(수평) V(수직) OH(상향)	루트부의 개선각도	유효목두께
실드메탈 아크용접	전자세	J 또는 U자 홈 60° V자 홈	홈의 깊이
가스메탈 아크용접 플럭스코어드 아크용접			
서브머지드 아크용접	F	J 또는 U자 홈 60° 베벨 또는 V자 홈	
가스메탈 아크용접 플럭스코어드 아크용접	F, H	45° 베벨	홈의 깊이
실드메탈 아크용접	전자세	45° 베벨	홈의 깊이에서 3mm 공제
가스메탈 아크용접 플럭스코어드 아크용접	V, OH		

(3) 원형 단면이나 모서리를 90° 원호로 만든 각형강관 등의 용접표면을 직각으로 마감한 플레어그루브용접의 유효 목두께는 <표 0710.2.2>로 계산해야 한다.

<표 0710.2.2> 플레어그루브용접의 유효 목두께

플레어그루브용접의 유효목두께		
용접과정	플레어베벨용접	플레어V용접
가스메탈 아크용접, 플럭스코어드 아크용접-G	5/8 R	3/4 R
실드메탈 아크용접, 플럭스코어드 아크용접-S	5/16 R	5/8 R
서브머지드 아크용접	5/16 R	1/2 R

반경이 10mm 이내(R<10mm)인 플레어베벨용접의 경우, 민면으로(평평하게) 채운 조인트에 보강필릿용접만을 사용한다.
R=접합 표면의 반경(강관의 경우 2t로 산정할 수 있다.)

0710.2.2 설계강도

용접부의 설계강도 ϕR_n은 모재의 인장파단, 전단파단 한계상태에 의한 강도와 용접재의 파단한계상태 강도 중 작은 값으로 한다.

(1) 모재 강도

$$R_n = F_{nBM} A_{BM} \qquad (0710.2.1)$$

여기서, F_{nBM} : 모재의 공칭강도, MPa

A_{BM} : 모재의 단면적, mm^2

(2) 용접재 강도

$$R_n = F_{nw} A_{we} \qquad (0710.2.2)$$

여기서, F_{nw} : 용접재의 공칭강도, MPa

A_{we} : 용접재의 유효면적, mm^2

ϕ, F_{nBM}, F_{nw} 값은 <표 0710.2.4.>에 따른다.

<표 0710.2.4> 용접조인트 강도표

하중 유형 및 방향	적용 재료	ϕ	공칭강도 (F_{nBM}, F_{nw}) (MPa)	유효면적 (A_{BM}, A_{we}) (mm^2)	용접재 소요강도[1][2]
완전용입그루브용접					
용접선에 직교인장	용접조인트 강도는 모재에 의해 제한된다.				매칭용접재가 사용되어야 한다. 뒷댐재가 남아 있는 T조인트와 모서리조인트는 노치인성 용접재를 사용한다(섭씨 4도에서 27J 이상의 CVN 인성값 이상).
용접선에 직교압축	용접조인트 강도는 모재에 의해 제한된다.				매칭용접재 또는 이 보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
용접선에 평행한 인장, 압축	용접에 평행하게 접합된 요소들에 작용하는 인장 또는 압축은 그 요소들을 접합하는 용접부 설계에 고려할 필요가 없다.				매칭용접재 또는 이 보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
전단	용접조인트 강도는 모재에 의해 제한된다.				매칭용접재를 사용해야 한다.[3]
부분용입그루브용접 (플레어V그루브용접, 플레어베벨그루브용접 포함)					
용접선에 직교인장	모재	$\phi = 0.75$	F_u	0710.4 참조	매칭용접재 또는 이보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
	용접재	$\phi = 0.80$	$0.60F_w$	0710.2.1(1) 참조	
0710.1.5에 따라 설계된 기둥주각부와 기둥이음부의 압축	해당 용접부 설계에서 압축응력은 고려하지 않아도 된다.				
기둥을 제외한 부재의 지압접합부의 압축	모재	$\phi = 0.90$	F_y	0710.4 참조	
	용접재	$\phi = 0.80$	$0.60F_w$	0710.2.1(1) 참조	
지압응력을 전달할 수 있도록 마감되지 않은 접합부의 압축	모재	$\phi = 0.90$	F_y	0710.4 참조	
	용접재	$\phi = 0.80$	$0.90F_w$	0710.2.1(1) 참조	
용접선에 평행한 인장, 압축	용접에 평행하게 접합된 요소들에 작용하는 인장 또는 압축은 그 요소들을 접합하는 용접부 설계에 고려할 필요가 없다.				
전단	모재	0710.4에 따른다.			
	용접재	$\phi = 0.75$	$0.60F_w$	0710.2.1(1) 참조	
필릿용접 (구멍, 슬롯, 빗방향 T조인트 필릿 포함)					
전단	모재	0710.4에 따른다.			매칭용접재 또는 이보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
	용접재	$\phi = 0.75$	$0.60F_w$	0710.2.3.1 참조	
용접선에 평행한 인장, 압축	용접에 평행하게 접합된 요소들에 작용하는 인장 또는 압축은 그 요소들을 접합하는 용접부 설계에 고려할 필요가 없다.				
플러그 및 슬롯 용접					
유효면적의 접합면에 평행한 전단	모재	0710.4에 따른다.			매칭용접재 또는 이보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
	용접재	$\phi = 0.75$	$0.60F_w$	0710.2.4.1 참조	

(1) F_w는 용접재의 등급강도 곧 용접재의 인장강도이다.

(2) 원칙적으로 매칭용접재(matching weld metal)는 용접재의 인장강도가 모재의 인장강도와 같거나 거의 동등한 수준을 지칭한다. 일반적으로 용접재와 모재가 동일한 인장강도를 지녀도 용접재의 항복강도가 모재항복강도보다 크므로 보통 모재의 항복이 선행된다. 용접재의 인장강도가 모재의 인장강도를 상회/하회하는 경우 각각 오버매칭(overmatching), 언더매칭(undermatching)이라 칭한다. 용접재에서 '1단계 강도'는 70MPa의 강도크기를 지칭하며, '1단계 강도'를 상회하는 오버매칭 용접재의 사용은 불필요한 열영향의 증대 등 부작용을 고려하여 권장되지 않는다. 그러나 국내외의 사례에서 보듯이 경험과 실험결과를 바탕으로 종종 오버매칭 용접재가 사용되기도 한다(예를 들어, 인장강도 350~400MPa급 모재에 대해 인장강도 490MPa급 용접재가 사용되고 있음).

(3) 전단하중을 전달하는 조립단면의 웨브와 플랜지 사이의 그루브용접부 또는 높은 구속이 우려되는 곳의 그루브용접부에는 언더매칭용접재를 사용할 수 있다. 이 방법을 적용할 경우에는 해당 용접부를 지정하여야 하고, 용접부의 설계에서 유효목두께는 모재두께로 하고, 강도저항계수는 $\phi = 0.8$, 공칭강도는 $0.6F_w$를 적용한다.

0710.3 볼트

0710.3.1 고장력볼트

(4) 밀착조임 이외의 상태로 조여야 할 볼트는 설계도면과 제작·설치도면에 명확하게 구분되도록 표기하여야 한다.

(5) 프리텐션 또는 마찰전단 접합으로 사용하도록 설계도면에 명시된 모든 고장력볼트의 조임장력은 설계볼트장력보다 작아서는 안 된다.

0710.3.2 볼트의 인장과 전단강도

(1) 밀착조임 또는 전인장조임된 볼트의 설계인장강도 또는 전단강도 ϕR_n은 인장파단과 전단파단의 한계상태에 대하여 다음과 같이 산정한다.

$$\phi = 0.75$$

$$R_n = F_n A_b \qquad (0710.3.1)$$

여기서, F_n : <표 0710.3.1>에 따른 공칭인장강도 F_{nt} 또는 공칭전단강도 F_{nv}, MPa

A_b : 볼트의 공칭단면적, mm^2

(2) 소요인장강도는 접합부의 변형에 의한 지레작용을 고려한 인장력으로 한다.

<표 0710.3.1> 볼트의 공칭강도(MPa)

강종 / 강도		고장력볼트			일반볼트
		F8T	F10T	F13T[1)]	4.6[2)]
공칭인장강도, F_{nt}		600	750	975	300
지압접합의 공칭전단강도, F_{nv}	나사부가 전단면에 포함될 경우	320	400	520	160
	나사부가 전단면에 포함되지 않을 경우	400	500	650	

주 1) KS B 1010에 의하여 수소지연파괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다.
주 2) KS B 1002에 따른 강도 구분

0710.3.3 지압접합에서 인장과 전단의 조합

한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 9.1.3.4를 따른다. 단, 공칭인장강도 F_{nt}과 공칭전단강도 F_{nv}은 각각 <표 0710.3.1.>과 <표 0710.3.1.>에 따른다.

710.3.4 볼트구멍의 지압강도

마찰접합의 경우 사용성한계상태를 기준으로 한다.

0710.3.5 고장력볼트의 미끄럼강도

F13T는 KS B 1010에 의하여 수소지연파괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다. 설계볼트장력은 볼트의 인장강도의 0.7배에 볼트의 유효단면적을 곱한 값이고, 볼트의 유효단면적은 공칭단면적의 0.75배이다.

0711 강관구조접합

한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 9장을 따른다.

0712 사용성설계

한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 1장을 따른다.

0713 강구조의 내진설계

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 12장을 따른다.

0713.1 중간모멘트골조

0713.1.1 보-기둥접합부

0713.1.1.1 용접

임계용접부의 지정을 위해서는 이 조항의 일반적인 규정 대신에 특정접합부의 시험 관련 기준이 우선되어야 한다. 즉 이 조항이 특정용접부를 임계용접부라 지정하였어도 좀 더 구체적인 기준이나 시험에서 이를 지정하지 않으면 구체적 기준이나 시험이 우선한다. 마찬가지로 이 조항에서 지정하지 않은 부위를 구체적 기준이나 시험에서는 임계용접부로 지정할 수 있다.

0714 합성구조의 내진설계

합성구조의 내진설계는 8장의 합성구조 내진설계에 따른다.

0715 제작, 설치 및 품질관리

0715.1 일반사항

(1) 이 절은 제작·설치도면, 제작, 공장도장, 설치 및 품질관리 상의 요구사항을 규정한다.

(2) 제작 및 설치는 설계도서에 표시된 요구품질이 확보되어야 한다.

(3) 제작 및 설치의 품질관리는 이 절에서 규정된 내용 이외에 건축공사표준시방서의 제6장 「철골공사」의 규정을 따른다.

0715.2 제작도면, 제작요령서 및 설치계획서

0715.2.1 제작도면 및 제작요령서

(1) 철골가공제작자는 구조설계도서에 표시된 철골제작의 품질확보를 위해 실제제작 전에 제작도면 및 제작요령서를 작성하여야 한다.

(2) 제작도면 및 제작요령서에는 철골구조물의 구성요소의 제작에 필요한 용접과 볼트의 위치, 종류 및 크기 등을 포함한 필요한 모든 자료가 포함되어야 한다.

(3) 제작도면 및 제작요령서는 책임구조기술자의 승인을 받아야 한다.

0715.2.2 설치계획서

(1) 철골공사시공자는 철골의 시공품질을 확보하기 위하여 공사착수 전에 시공계획서를 작성한다.

(2) 설치계획서는 관리감독자의 검토와 책임구조기술자의 승인을 받는다.

0715.2.3 공통사항

(1) 제작도면, 제작요령서 및 설치계획서에는 용접 및 볼트접합부가 공장제작되는 부분과 현장제작할 부분을 명확히 구분하여 표기하여야 한다.

(2) 제작도면, 제작요령서 및 설치계획서에는 마찰형 고장력볼트에 대하여 명확히 구분하여 표기하여야 한다.

(3) 제작도면, 제작요령서 및 설치계획서는 제작 및 설치 시의 작업성과 경제성을 고려하여 작성한다.

0715.3 제작

0715.3.1 치올림, 굽힘 및 바로잡기

철골부재의 치올림, 굽힘 및 바로잡기는 국부적인 가열방법 또는 기계적 방법을 사용할 수 있다.

0715.3.2 절단

강재의 절단은 강재의 형상, 치수를 고려하여 최적의 방법을 선택한다.

0715.3.3 연단부 교정

상온 또는 가열하여 절단한 형강 및 판재의 단면은 구조설계도서에서 특별히 지시되어 있거나, 용접을 위한 면처리의

지시가 있는 경우에는 이에 따른다.

0715.3.4 용접시공

용접시공 및 용접부보수는 건축공사표준시방서 6장 「철골공사」의 해당규정에 따른다.

0715.3.5 고장력볼트시공

고장력볼트시공은 건축공사표준시방서 6장 「철골공사」의 해당규정에 따른다.

0715.3.6 밀착접합

설계도서에서 부재의 접합부가 밀착접합되도록 설계된 경우에 접합면은 상호부재가 충분히 밀착하도록 면처리가공을 하여야 한다.

0715.3.7 치수의 허용오차

철골의 제작 및 설치에 있어서 치수의 허용오차는 건축공사표준시방서 6장 「철골공사」의 부칙5. 「철골정밀도 검사기준」의 규정에 따른다.

0715.3.8 주각부의 마감

주각과 베이스플레이트는 내력이 기초에 충분히 전달될 수 있도록 다음과 같은 조건을 만족하는 마감을 하여야 한다.

(1) 베이스플레이트두께가 50mm 이하이고 충분한 지압력을 전달할 수 있는 경우, 접합면을 밀처리를 하지 않을 수 있다.

(2) 베이스플레이트두께가 50mm 초과 100mm 이하인 경우, 충분한 지압력을 전달할 수 있도록 접합면을 프레싱이나 밀처리를 통해 플레이트를 곧게 할 수 있다.

(3) 베이스플레이트두께가 100mm 초과인 경우, 접합면을 밀처리하여야 한다.

(4) 베이스플레이트 하부와 콘크리트기초 사이에는 무수축그라우트로 충전한다.

(5) 베이스플레이트와 강재기둥을 완전용입용접할 경우, 접합면을 밀처리하지 않을 수 있다.

0715.3.9 앵커볼트구멍

앵커볼트구멍은 강재의 형상, 치수를 고려하여 최적의 방법을 선택한다.

0715.3.10 배수구멍

철골공사 중 또는 사용 중에 각형강관이나 상자형단면으로 투수 가능성이 있는 경우, 방수처리하거나 배수구멍 등 적당한 방법을 통해 투수를 방지하여야 한다.

0715.3.11 아연도금부재

철골부재의 일부 또는 전체를 아연도금할 경우, 아연 및 세척용액이 잘 흐르고 배수할 수 있도록 하여야 한다.

0715.4 공장도장

0715.4.1 일반사항

강재의 공장도장과 표면처리는 건축공사표준시방서 6장 「철골공사」의 해당규정에 따른다.

0715.4.2 마찰면

고장력볼트접합부의 마찰면은 공장제작 전에 청소하여야 하고, 마찰면의 도장은 하지 않는다.

0715.4.3 마감면

기계가공마감면은 현장설치까지 그 면의 부식이 발생되지 않도록 하여야 한다.

0715.4.4 현장용접에 인접한 면

현장용접을 하는 부분과 이에 인접하는 50mm 이내의 구간에는 도장을 해서는 안 된다.

0715.5 설치

0715.5.1 주각부의 정렬

지압에 대하여 충분히 지지할 수 있는 콘크리트나 조적 위의 주각부는 정확한 위치에 수평을 유지하여 설치하여야 한다.

0715.5.2 가새

가설용가새는 시공 중에 예상되는 제반하중을 감안하여 필요한 위치에 설치하여야 하며, 안전을 위해 필요한 기간 동안 존치시켜야 한다.

0715.5.3 정렬

구조물에 영향을 줄 수 있는 인접부가 충분한 강성을 갖게 되고 적합한 정렬이 이루어지기 전까지는 영구적인 볼트접합이나 용접접합으로 시공하여서는 안 된다.

0715.5.4 기둥의 밀착접합부이음

(1) 기둥밀착접합이음에서 밀착면의 틈은 접합방법에 상관없이 2.0mm 이하이어야 한다.

(2) 기둥의 밀착접합이음에서 밀착면의 틈이 2.0mm 초과 6mm 이하이며 책임구조기술자가 밀착면이 충분하지 않다고 판단한 경우, 밀착면의 틈을 경사지지 않은 연철강재심을 설치할 수 있다.

0715.5.5 현장용접

(1) 현장용접접합부분에서 인접한 표면에 공장도장이 되어 있을 경우, 그 표면을 쇠솔질하여 도장막을 제거하여야 한다.

(2) 콘크리트면과 접합하는 부분의 현장용접은 앵커볼트에 과도한 응력발생이 발생하여 콘크리트의 박리나 균열이 발생하지 않도록 과도한 온도팽창이 발생하지 않는 방법으로 시행하여야 한다.

0715.5.6 현장도장

마무리도장, 청소 및 현장도장에 대한 책임은 구조설계도서에 명확히 규정되어야 한다.

0715.5.7 현장접합

구조물 설치기간 중 현장접합 부분은 예상되는 모든 고정하중, 풍하중 및 시공하중에 대하여 구조물이 안전하도록 볼트조임을 하거나 용접을 하여야 한다.

0715.6 품질관리

0715.6.1 요구품질의 확보
강재의 제작 및 설치는 구조설계도서에 표시된 요구품질이 확보되어야 한다.

0715.6.2 협조
(1) 가능한 한 담당원의 검사는 강재제작자의 공장에서 이루어져야 한다.
(2) 강재제작자는 담당원이 검사를 할 수 있도록 모든 장소의 출입을 허용하도록 협조하여야 한다.
(3) 검사담당자는 강재제작의 지장을 최소화할 수 있도록 일정을 조정하여야 한다.

0715.6.3 승인거부
담당원은 강재의 제작이 이 기준에 부적당하다고 판단될 경우나 강재제조자의 품질관리에 의의가 생겼을 때 필요한 조치에 관하여 협의하고, 승인을 거부할 수 있다.

0715.6.4 용접검사
(1) 용접검사는 건축공사표준시방서 6장「철골공사」6.5.12「용접부 반입검사」의 해당규정에 따른다.
(2) 승인된 용접검사자의 육안검사가 필요한 경우, 이를 구조설계도서에 시방하여야 한다.
(3) 비파괴검사가 필요한 경우 비파괴검사 과정 및 승인조건을 구조설계도서에 시방하여야 한다.

0715.6.5 고장력볼트접합부의 검사
마찰형고장력볼트접합부의 검사는 건축공사표준시방서 6장「철골공사」6.6.5「조임 후의 검사」의 해당 규정에 따른다.

0715.6.6 강재의 확인
제작자는 제작하는 자재의 규격별 및 운송단위별로 주요부재에 대한 강재재질의 확인이 용이하게 식별될 수 있도록 하여야 한다.

0715.6.7 반복하중을 받는 구조요소 및 접합부의 품질관리
구조설계자는 반복하중에 의해 피로설계를 수행한 구조요소 및 그에 인접한 부재에 대하여 접합부상세 및 그 마감정도를 구체적으로 제시한다. 구조설계자의 승인 없이는 설계변경이나 첨가물의 설치 등은 하지 않는다.

0715.7 보수 및 유지관리

0715.7.1 열화방지 대책
구조물의 열화방지에 대해서는 구조설계 시부터 보수 및 유지관리에 대하여 배려하여야 한다.

0715.7.2 피로설계한 부재의 정기검사 및 유지관리
피로설계를 수행한 부재는 사용기간 중 정기검사 및 유지관리에 관한 시방을 작성하여 사용자에게 제시한다.

0716 비탄성해석 및 설계

비탄성해석에 의한 설계는 이 절의 추가규정을 따라야 한다.

0716.1 일반사항

비탄성해석법은 하중저항계수설계법에 의한 구조설계에 허용된다.

0716.2 재료

비탄성해석법에 의하여 소성힌지의 발생이 예상되는 부재의 항복강도는 450MPa을 초과하지 않아야 한다.

0716.3 모멘트재분배

합성부재를 포함하여 0702.4의 콤팩트단면조건과 0716.7에서 규정한 비지지길이조건을 만족하는 큰보와 작은보의 설계에서 탄성해석법에 의하여 지점에 발생하는 중력하중에 의한 부모멘트의 크기는 10% 저감할 수 있다. 이 경우 최대정모멘트값은 부모멘트평균값의 10%를 더하여 계산해야 한다. 캔틸레버 및 0716.4~0716.8에 의한 설계에는 모멘트재분배에 의한 부모멘트저감을 할 수 없다.

큰보와 작은보에 강접으로 접합된 기둥부재의 설계 시 휨과 압축의 조합력에 의한 기둥부재의 설계에 사용되는 기둥의 부모멘트는 10% 저감할 수 있다. 다만, 기둥축력의 크기가 $0.15\phi_c F_y A_g$을 초과하지 않아야 한다.

여기서, A_g : 부재의 총단면적, mm^2

F_y : 강재의 항복강도, MPa

ϕ_c : 압축강도 감소계수(=0.90)

0716.4 국부좌굴

휨과 압축의 조합력에 의해 소성힌지가 발생하는 부재는 플랜지와 웨브의 폭두께비가 <표 0702.4.1>의 λ_p 또는 아래의 값을 초과하지 않는 콤팩트단면이어야 한다.

(1) 휨과 축력을 받는 2축대칭인 H형강 및 각형강관의 웨브

① $P_u/\phi_b P_y \le 0.125$일 때

$$h/t_w \le 3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}\left(1-\frac{2.75P_u}{\phi_b P_y}\right) \qquad (0716.4.1)$$

② $P_u/\phi_b P_y > 0.125$일 때

$$h/t_w \le 1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}\left(2.33-\frac{P_u}{\phi_b P_y}\right) \ge 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}} \qquad (0716.4.2)$$

여기서, E : 강재의 탄성계수(=200,000MPa)

F_y : 사용되는 강재의 항복강도, MPa

h : 0702.4에 규정된 값, mm

P_u : 소요압축강도, N

P_y : 부재의 항복강도, N

t_w : 웨브두께, mm

ϕ_b : 휨강도 감소계수(=0.90)

(2) 휨 또는 압축력을 받는 균일두께의 상자형 단면 및 강관의 플랜지, 플랜지의 커버플레이트, 파스너 혹은 용접부의 다이어프램 플레이트

$$b/t \leq 0.94\sqrt{E/F_y} \qquad (0716.4.3)$$

여기서, b : 0702.4에서 규정된 값, mm

t : 0702.4에서 규정된 값, mm

(3) 휨을 받는 원형강관

$$D/t \leq 0.045E/F_y \qquad (0716.4.4)$$

여기서, D : 강관의 외경, mm

0716.5 안정성 및 2차효과

(1) 축력을 받지 않으며 골조의 횡방향안정성에 기여하지 않는 연속보는 1차비탄성해석 또는 소성기구해석법으로 설계할 수 있다.

(2) 가새골조와 모멘트골조는 안정성 및 2차효과($P-\Delta$ 효과)가 적절하게 고려된 1차비탄성해석 혹은 소성기구해석법으로 설계할 수 있다.

(3) 구조물은 2차비탄성해석으로 설계해야 하며 조합력을 받는 부재, 접합부, 접합부와 연결된 부재의 소요강도는 2차비탄성해석으로 산정해야 한다. 이때 항복에 의한 강성의 변화를 고려한 변형된 형상에 대한 힘의 평형조건이 만족되어야 한다.

0716.5.1 가새골조

비탄성해석으로 설계된 가새골조에서 가새는 설계하중을 받을 때 탄성상태로 남아 있도록 설계되어야 한다. 기둥과 압축가새에 대한 소요축방향강도는 $\phi_c(0.85F_yA_g)$를 초과해서는 안 된다.

여기서, $\phi_c = 0.90$

0716.5.2 모멘트골조

비탄성해석으로 설계된 모멘트골조에서 기둥의 소요축방향강도는 $\phi_c(0.75F_yA_g)$를 넘어서는 안 된다.

여기서, $\phi_c = 0.90$

0716.6 기둥 및 기타 압축부재

비탄성해석으로 설계된 기둥의 소요축방향강도는 0716.5.1과 0716.5.2의 제한값과 0705.3의 규정에 따라 결정된 설계강도 $\phi_c P_n$을 초과해서는 안 된다.

만약 기둥의 세장비 L/r이 $4.71\sqrt{E/F_y}$을 초과하지 않는다면 비탄성해석으로 설계할 수 있다.

여기서, L : 부재의 횡방향비지지거리, mm

r : 좌굴면에 대한 단면2차반경, mm

0716.7 보 및 기타 휨부재

비탄성해석으로 설계된 보의 소요휨강도 M_u는 설계강도 ϕM_n을 초과해서는 안 된다.

여기서, $M_n = M_p = F_y Z < 1.6 F_y S$ (0716.7.1)

$\phi_c = 0.90$

0702.4와 0716.4의 콤팩트단면을 가진 부재인 경우 비탄성해석으로 설계할 수 있다.

소성힌지위치에 인접한 압축측플랜지의 횡방향 비지지거리 L_b는 다음과 같이 정의된 L_{pd}값을 초과할 수 없다.

(1) 웨브면 내에 재하되며 인장측플랜지보다 작지 않은 압축측 플랜지를 갖는 1축대칭, 2축대칭 H형강의 경우

$$L_{pd} = \left[0.12 + 0.076\left(\frac{M_1}{M_2}\right)\right]\left(\frac{E}{F_y}\right) r_y \qquad (0716.7.2)$$

여기서, M_1 : 보의 횡지지점모멘트 중 작은 값, N·mm

M_2 : 보의 횡지지점모멘트 중 큰 값, N·mm

r_y : 약축에 대한 단면2차반경, mm

(M_1/M_2)는 복곡률 모멘트의 경우 정(+), 단곡률 모멘트의 경우 부(−)로 한다.

(2) 각봉 및 대칭상자형 단면의 경우

$$L_{pd} = \left[0.17 + 0.10\left(\frac{M_1}{M_2}\right)\right]\left(\frac{E}{F_y}\right) r_y \geq 0.10\left(\frac{E}{F_y}\right) r_y \qquad (0716.7.3)$$

원형 혹은 정방형 단면의 부재 및 약축에 대해 휨을 받는 보의 경우 L_b에 대한 제한이 없다.

0716.8 조합력을 받는 부재

휨과 축력을 받는 대칭인 부재의 비탄성해석은 0708.1에 따른다. 보-기둥에 가해지는 하중이 비틀림을 유발한다면 소성설계는 허용되지 않는다.

0716.9 접합부

부재의 소성힌지영역 근처의 접합부는 소요하중에 의한 힘과 변형을 견딜 수 있는 충분한 강도와 연성을 갖도록 설계해야 한다.

0717 물고임에 대한 설계

0717.1 물고임에 대한 간략한 설계
하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 11.1에 따른다.

0717.2 물고임에 대한 개선된 설계
하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 11.2에 따른다.

0718 내화설계

강구조의 내화설계는 1203(강구조 내화설계)에 따른다.

0719 기존 구조물의 평가

이 절은 정적수직(중력)하중 하에 있는 기존구조물의 강도와 강성을 평가하는 방안에 대하여 취급한다. 구조물의 평가에는 구조해석이나 재하실험 또는 책임구조기술자나 도급계약서에 의해 요구될 경우는 해석과 실험을 모두 수행한다. 구조물의 평가를 위한 경우, 강종은 0701.4에 나열되어 있는 것에 국한되지는 않는다. 이 절에서는 지진하중이나 진동을 유발하는 이동하중에 대한 재하실험방법은 취급하지 않는다.

0719.1 일반사항
이 규정은 기존 강구조에 대해 다음과 같은 평가가 요구될 경우 적용할 수 있다 : (1)특정조합의 설계하중에 대한 구조물의 평가 또는 (2)하중에 저항하는 부재나 구조시스템의 설계강도의 결정이 요구되는 경우. 구조해석(0719.3), 재하실험(0719.4) 혹은 계약문건 상에 명시된 경우는 구조해석과 재하실험의 병용에 의해 평가를 수행한다. 재하실험에 의해 평가를 수행하는 경우 책임구조기술자는 먼저 구조물을 해석하고 실험절차를 서면상으로 구체적으로 수립하여 실험 중에 발생할 수 있는 과도한 영구변형이나 붕괴사고를 방지할 수 있어야 한다.

0719.2 재료 성질

0719.2.1 필요한 실험의 결정
책임구조기술자는 0719.2.2~0719.2.6의 규정에서 요구하는 특정의 실험방법과 실험부위를 결정해야 한다. 공사기록이 남아 있는 경우라면 소요실험의 개수를 줄이거나 생략할 수도 있다.

0719.2.2 인장물성
부재의 인장물성은 구조해석이나 재하실험에 의한 평가에 반영되어야 한다. 인장물성에는 항복응력, 인장강도, 연신율이 포함되어야 한다. 제철회사, 철골제작업체가 보증한 시험결과보고서 혹은 KS의 관련 시험법을 따라 수행된 공인시험소의 실험결과를 사용해도 된다. 이와 같은 자료가 없을 경우에는 KS관련 규정에 따라 구조부재에서 시편을

채취하여 인장시험을 수행하여야 한다.

0719.2.3 재료의 화학적 조성

기존구조물의 보수나 변경에 용접이 사용될 것이 예상되면, 용접절차시방서의 작성에 참조할 수 있도록 강재의 화학적성분에 대한 검사가 필요하다. 제철회사, 철골제작업체가 보증한 시험결과보고서 혹은 KS의 관련시험법을 따라 수행된 공인시험소의 실험결과를 사용해도 된다. 이들 자료가 없는 경우는 KS의 관련규정에 따라 인장시편을 사용하거나 동일위치에서 채취한 시편을 사용하여 성분분석을 수행하여야 한다.

0719.2.4 모재의 노치인성

후판의 형강이나 판재의 용접인장이음이 구조물의 성능에 결정적인 요인으로 작용하는 경우에는, 규정에 따라 샤르피 V-노치인성값을 결정해야 한다. 만약 그 결과치가 관련규정을 만족하지 못하면 책임구조기술자가 보완조처의 필요여부를 결정한다.

0719.2.5 용접재

구조물의 성능이 기존의 용접접합부와 밀접한 연관이 있는 경우에는 용접재의 대표시편을 채취해야 하며 화학적 조성과 역학적인 특성에 대한 분석이 이루어져야 한다. 결함의 크기와 그 결함이 부차적으로 가져올 결과에 대한 판단을 해야 한다. 관련규정에 미달되면 책임구조기술자가 보완조처의 필요 여부를 결정한다.

0719.2.6 볼트와 리벳

대표 샘플을 면밀하게 살펴서 볼트의 규격을 확인한다. 육안으로 명확히 식별이 되지 않은 경우에는 샘플을 채취하여 KS관련 규정에 의해 인장강도를 결정하여 분류한다. 혹은 대안으로 최저강도로 가정할 수 있다.

0719.3 구조해석에 의한 평가

0719.3.1 치수정보

평가에 필요한 모든 정보(스팬길이, 기둥높이, 부재간격, 가새위치, 단면치수, 두께 및 접합상세 등)는 현장조사를 통해 파악해야 한다. 혹은 몇몇 중요한 부분의 치수만을 현장조사로 확인한 후에 조사되지 않은 부분에 대한 것은 구조설계도면이나 제작도면의 치수를 사용할 수 있다.

0719.3.2 강도평가

부재와 접합부에 작용하는 응력(하중효과)은 구조물형식에 적합한 구조해석법을 적용하여 산정한다. 하중효과는 0702.2에서 명기된 하중과 하중조합을 사용하여 결정한다. 부재와 접합부의 설계강도는 0702에서 0711까지의 관련규정을 사용하여 결정한다.

0719.3.3 사용성평가

필요하다면 사용하중으로 인한 변형을 계산하여 보고한다.

0719.4 재하실험에 의한 평가

0719.4.1 실험에 의한 내하력의 결정

(1) 기존의 바닥이나 지붕구조물의 내하력을 실험에 의해 결정할 경우, 시험하중은 책임구조기술자의 계획에 따라 점진적으로 증가시켜야 한다. 각 하중단계마다 구조물의 손상 정도와 붕괴가능성에 대하여 정밀하게 외관조사를 수행하도록 한다. 이와 유사하거나 또는 비상상황이 발생하면 적절한 조치가 취해져야 한다.

(2) 구조물의 실험강도는 최고재하하중에 현장에서 확인된 고정하중을 더한 값으로 한다. 바닥구조물의 활하중에 대한 내하력은 실험강도를 $1.2D+1.6L$에 등치시켜서 산정한다(여기서 D는 그 구조물의 공칭고정하중, L은 공칭활하중을 의미한다). 바닥구조의 공칭활하중은 적용 가능한 하중기준을 기초로 계산된 값을 초과해서는 안 된다. 지붕구조에 대해서는 L 대신에 L_r, S 또는 R 등으로 대치해서 평가한다. 건축법에서 요구할 경우 좀 더 불리한 하중조합을 사용할 수 있다.

(3) 사용하중 수준을 초과하는 구조물의 비탄성거동이 확인되면 영구변형과 비탄성변형의 크기를 기록하기 위해 주기적으로 제하하도록 한다. 시험의 전체과정을 통하여 구조물의 변위는 재하 이전의 초기구조물의 위치를 기준으로 위험위치에서 모니터링한다. 최대시험하중이 1시간 유지되는 동안, 변형은 가력의 초기값보다 10% 이상 증가되지 않음이 입증되어야 한다. 기존구조물의 내하력이 적합함을 입증하기 위해 필요하다면 위의 과정을 반복할 수 있다.

(4) 영구변형의 크기를 결정하기 위해서 실험하중을 제거한 이후 24시간 동안의 구조물의 변형 역시 기록해야 한다. 허용 가능한 영구변형의 크기는 구조형식에 따라 변동하므로, 최대하중에 대한 영구변형에 대한 제한값을 이 조항에서는 적시하지 않는다. 전체구조물을 대상으로 한 재하실험이 부적절한 경우는 적어도 1개 스팬 이상으로 이루어진 가장 불리한 부분구조를 선정하여 이 실험을 수행한다.

0719.4.2 사용성평가

재하실험에 의한 사용성 평가를 수행할 때, 점진적 재하를 통하여 사용하중에 이르도록 한다. 1시간 동안 변형을 관찰토록 한 후, 하중을 제거하고 변형을 기록한다.

0719.5 평가보고서

기존의 구조물에 대한 평가가 완전히 끝나면 책임구조기술자는 평가를 문서화하여 보고서를 준비한다. 평가보고서에는 우선 평가에 적용한 방법을 분명히 기술되어야 한다(구조해석, 재하실험 또는 양자의 병용 등). 만일 재하시험을 사용했다면 하중, 하중조합, 계측된 하중-변위관계, 시간-변위관계가 보고서에 포함되어야 한다. 설계도서, 재료시험자료, 그리고 기타의 모든 유관정보 역시 평가보고서에 수록토록 한다. 마지막으로 평가대상 구조물이(모든 부재 및 접합부 포함) 적정의 내하력을 보유하고 있는지에 대한 여부를 분명하게 기술한다.

0720 기둥과 보의 안정용가새

한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 8.1에 따른다.

0721 직접해석법

다음에 규정한 사항을 제외하고 한국강구조학회에서 연구·제정한 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.2에 따른다.

0721.1 적용 범위

직접해석법에 의한 안정설계는 모든 유형의 구조물에 적용 가능하다.

0721.2 소요강도 산정

직접해석법을 적용한 안정설계 시 구조요소의 소요강도 산정을 위해 수행되는 구조해석은 0721.2.1을 만족해야 하며, 0721.2.2와 0721.2.3의 내용을 포함하여야 한다.

0721.2.1 해석요구조건

직접해석법에 적용되는 구조해석은 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.2.1.1에 따른다.

0721.2.2 초기변형 고려

초기 층수직도 오차와 같은 초기변형이 구조물의 안정성에 미치는 영향은 해석 시 초기변형을 직접 모델링하는 방법 또는 가상하중을 적용한 방법을 통하여 고려하여야 한다.

0721.2.2.1 초기변형 직접 모델링

하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.2.1.2 (1)에 따른다. 단, 모든 유형의 구조물에 초기변형의 영향을 고려하기 위해 구조해석 시에 초기변형을 직접 모델링에 반영하여 해석할 수 있고, 초기변형의 크기는 허용시공오차를 감안한 설계에서 고려되는 최댓값으로 한다.

0721.2.2.2 가상하중 적용

하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.2.1.2 (2)에 따른다.

0721.2.3 강성조정

하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.2.1.3에 따른다. 단$0.001\,Y_i$는 0721.2.2.2의 (2)와 같은 방법으로 가력되어야 하며 2차횡변위 대 1차횡변위의 비와 관계없이 모든 하중조합에 추가되어 적용되어야 한다.

0721.3 설계강도 산정

하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 3.2.2에 따른다. 단, 비지지길이를 결정하는 가새의 강성과 강도의 요구조건을 충족시키기 위한 방법은 0720 「기둥과 보의 안정용가새」에 수록되어 있다.

0722 내진성능검증, 품질확보계획 및 용접규정

0722.1 보-기둥 및 링크-기둥접합부의 인증

0722.1.1 적용범위

이 절은 특수모멘트골조와 중간모멘트골조의 보-기둥모멘트접합부와 편심가새골조의 링크-기둥접합부의 인증에 대한 최소 요구사항을 포함한다. 인증접합부는 인증의 허용범위 내에서 추가의 반복재하실험을 수행하지 않고 사용할 수 있다. 인증접합부에 대한 인증의 한계나 설계요구사항이 이 기준의 요구사항들과 상충되는 경우에는 인증접합부의 인증한계와 설계요구사항을 따른다.

0722.1.2 일반적 요구사항

0722.1.2.1 인증의 기본

접합부의 인증은 해석연구와 설계모델에 의하여 검증되고, 0722. 1.3을 만족하는 실험데이터에 근거하여 수행된다. 인증을 위한 요소들은 인증범위 내에서 일관성과 신뢰성을 유지하여야 하며, 특수모멘트골조와 중간모멘트골조에서 요구되는 층간변위각 또는 편심가새골조에서 요구되는 링크회전각을 접합부가 충분히 발휘할 수 있다는 것을 입증할 수 있어야 한다. 접합부와 지진하중저항시스템의 강성, 강도, 변형능력에 관련되는 접합부의 파단한계상태, 안정성한계상태 등의 모든 한계상태를 포함하도록 한다. 또한 0722.1.4에 열거된 설계변수의 영향을 접합부인증에 반영하도록 한다.

0722.1.2.2 인증의 권한

접합부의 인증과 그와 관련된 한계는 책임기관에서 권한을 위임받은 접합부인증위원회의 결정에 의한다.

0722.1.3 실험요구사항

접합부의 인증자료는 0722.2에 의거하여 수행된 실험에 근거하도록 한다. 접합부인증을 위해 필요한 실험변수와 실험횟수는 접합부인증위원회에서 결정한다. 또한 기존에 입증된 접합부의 인증한계를 변경하는 경우에 대해서도 접합부인증위원회는 동일한 자료를 제공하도록 한다. 요구되는 성능, 특수모멘트골조와 중간모멘트골조의 층간변위각 또는 편심가새골조에서 요구되는 링크회전각을 접합부가 발휘할 수 있다는 것을 입증하기 위해서는 실험체의 종류, 개수 및 실험횟수가 충분하여야 한다. 인증을 위한 부재의 크기는 0722.2.3.2에 규정된 한계를 초과하지 않도록 한다.

0722.1.4 인증변수

인증을 받기 위해서는 접합부성능에 관련된 다음 변수들의 영향을 고려하여야 한다. 각 변수에 대한 허용값의 한계는 접합부인증위원회에서 결정한다.

0722.1.4.1 보 또는 링크 관련 변수들

(1) 단면의 형상 : H형강, 박스 또는 기타 형상

(2) 단면제작방법 : 압연형강, 용접조립단면 또는 기타 단면

(3) 부재의 춤
(4) 단위길이당 중량
(5) 플랜지두께
(6) 재료특성
(7) 특수모멘트골조 또는 중간모멘트골조의 경간-춤비, 편심가새골조의 링크길이
(8) 단면요소의 폭두께비
(9) 횡지지
(10) 고려중인 특정한 접합부에 관련된 기타 요소

0722.1.4.2 기둥 관련변수
(1) 단면의 형상 : H형강, 박스 또는 기타 형상
(2) 단면제작방법 : 압연형강, 용접조립단면 또는 기타 단면
(3) 보와 링크에 대한 기둥의 방향 : 보 또는 링크가 기둥플랜지에 연결, 보 또는 링크가 기둥웨브에 연결, 보 또는 링크가 기둥플랜지나 웨브에 모두 연결 또는 기타
(4) 부재의 춤
(5) 단위길이당 중량
(6) 플랜지두께
(7) 재료특성
(8) 단면요소의 폭두께비
(9) 횡지지
(10) 고려중인 특정접합부에 관련된 기타 요소

0722.1.4.3 보(또는 링크)와 기둥의 관련 요소들
(1) 패널존강도
(2) 패널존보강판 부착상세
(3) 기둥-보(또는 링크) 모멘트비

0722.1.4.4 연속판
(1) 연속판이 요구되는 조건의 확인
(2) 두께, 폭, 춤
(3) 부착상세

0722.1.4.5 용접
(1) 위치, 크기(리턴을 포함), 유형(완전용입용접, 부분용입용접, 필릿용접 등), 필요한 보강이나 윤곽 마무리작업
(2) 용접봉의 규격강도와 노치인성도
(3) 뒷댐재와 용접탭의 상세와 처리
(4) 용접접근공 : 크기, 형상과 마무리
(5) 비파괴실험방법, 검사횟수, 허용기준과 문서화 요구사항을 포함한 용접품질관리와 품질보증

0722.1.4.6 볼트

(1) 볼트지름
(2) 볼트규격
(3) 볼트 체결조건 : 프리텐션, 밀착조임 또는 기타
(4) 구멍의 종류 : 표준, 과대, 단슬롯, 장슬롯 또는 기타
(5) 구멍가공방법 : 드릴링, 펀칭, 펀칭 후 리밍 또는 기타 사항들
(6) 고려중인 특정한 접합부와 관련된 기타 변수들

0722.1.4.7 작업의 숙련도
(1) 열절단 또는 연삭된 가장자리의 표면 거칠기
(2) 절단허용오차
(3) 용접보강 또는 윤곽마무리작업
(4) 부착을 위한 구멍, 파스너, 용접의 존재 유무

0722.1.4.8 부가적인 접합부상세
접합부인증위원회에서 설정된 특정접합부에 적절한 모든 변수

0722.1.5 설계절차
접합부가 인증을 받기 위해서는 포괄적인 설계절차가 제시되어야 한다. 제시된 설계절차는 인증범위 내에서 적용 가능한 모든 한계상태를 검토할 수 있어야 한다.

0722.1.6 인증기록
인증접합부에 관련한 다음의 정보들을 인증기록문서로 작성하여야 한다.
(1) 접합부의 주요특성과 요소들을 명확하게 확인할 수 있는 인증접합부에 대한 일반적인 서술과 도면

(2) 탄성과 비탄성영역에서 접합부의 예상거동에 대한 서술, 비탄성작용이 의도된 위치, 접합부의 강도와 변형능력을 지배하는 한계상태에 대한 설명
(3) 접합부가 인증되는 시스템의 목록 : 특수모멘트골조, 중간모멘트골조, 편심가새골조
(4) 0722.1.4에 열거된 모든 인증변수에 대한 한계의 목록
(5) 임계용접부목록
(6) 보호영역을 구성하는 접합부영역의 정의
(7) 0722.1.5에서 요구된 접합부를 위한 설계절차에 대한 상세한 기술
(8) 인증을 위한 근거로서 제공된 실험보고서, 연구보고서 및 기타 출판물 등의 참고문헌 목록
(9) 품질관리와 품질보증 절차의 요약

0722.2 보-기둥접합부와 링크-기둥접합부의 반복재하인증실험

0722.2.1 적용범위 및 목적
(1) 이 조항은 이 규정에 의한 모멘트골조 보-기둥접합부와 편심가새골조 링크-기둥접합부의 반복재하인증실험에 대

한 요구사항을 규정한다. 반복재하인증실험의 목적은 보-기둥접합부와 링크-기둥접합부가 이 규정에서 요구하는 소정의 강도와 층간변위각 또는 링크회전각의 확보 여부에 대해 그 판정근거를 제시하는 것이다. 관할책임자나 기관에서 승인된 경우에는 별도의 실험요구사항을 적용할 수 있다.

(2) 이 조항은 단순화된 실험조건에 대한 최소한의 요구만을 제시한다.

0722.2.2 실험구성체 요구사항

실험구성체는 지진에 의해 프로토타입에서 발생할 수 있는 실제적인 조건과 가능한 한 동일하게 구성한다. 실험구성체는 다음과 같은 특성을 갖는다.

(1) 실험체는 최소한 1개의 기둥과 기둥의 한 쪽 또는 양 쪽에 접합된 보 또는 링크로 구성한다.

(2) 실험구성체의 변곡점은 지진하중 하에서의 예상되는 프로토타입의 변곡점과 가능한 일치하도록 한다.

(3) 실험구성체의 횡방향 안정성을 확보하기 위하여 필요할 경우 가력위치나 반력 위치에 횡방향가새를 설치할 수 있다. 프로토타입에 추가의 횡방향가새가 설치되어 있지 않다면 가력위치나 반력위치를 제외한 실험구성체의 다른 위치에는 횡방향가새를 추가로 설치할 수 없다.

0722.2.3 필수실험변수

실험체는 프로토타입의 설계, 상세, 공사특성, 그리고 재료특성 등에 적합한 실제적인 조건들과 최대한 유사하도록 제작되어야 한다. 다음 변수들을 실험체에 반영해야 한다.

0722.2.3.1 비탄성회전의 요소

(1) 실험체의 부재와 접합요소(보 또는 링크, 기둥내부의 패널존, 패널존 외부의 기둥, 접합요소 등)의 비탄성작용에 의한 비탄성회전은 프로토타입에서 예상되는 것과 유사해야 된다.

(2) 실험체의 각 부재나 접합요소에서 발생하는 전체 비탄성회전은 예상되는 프로토타입의 상응하는 부재나 접합요소의 전체 비탄성회전의 25% 이내에 있어야 한다.

0722.2.3.2 실험체의 크기

(1) 실험체에 사용되는 보 또는 링크의 크기는 다음의 제한 이내로 한다.

① 실험체보나 링크춤은 프로토타입보나 링크춤의 90%보다 커야 한다.

② 실험체보나 링크의 단위길이당 중량은 프로토타입보나 링크의 단위길이당 중량의 75%보다 커야 한다.

(2) 실험체에 사용되는 기둥의 크기는 0722.2.3.1의 요구조건에 따라 기둥의 비탄성작용을 적절하게 반영할 수 있어야 한다. 또한, 실험체기둥의 춤은 프로토타입기둥 춤의 90%보다 커야 한다.

(3) 이 조항에서 규정한 제한을 벗어나는 경우에는 관할책임자의 승인을 받아야 한다.

0722.2.3.3 접합부상세

(1) 실험체의 접합부상세는 프로토타입의 상세와 최대한 동일하게 구성한다.

(2) 실험체 부재의 크기에 대한 실험체의 접합요소는 프로토타입에 사용된 실물 크기의 접합요소를 사용한다.

0722.2.3.4 연속판

실험체에 사용되는 연속판의 크기 및 접합상세는 프로토타입 접합부연속판 크기 및 접합상세와 대등하도록 비례를 맞추

어야 한다.

0722.2.3.5 재료강도

항복에 의해 소성회전이 발생하는 실험체의 각 부재나 접합요소는 다음의 추가적인 요구사항을 충족하여야 한다.

(1) 항복응력은 0722.2.6에서 규정된 것과 같이 실험체에 사용된 실제재료의 시험을 통하여 결정한다. 이 조항에서 제시하고 있는 사항에 대해서 공장재료증명서의 항복응력을 사용할 수 없다.

(2) 보의 항복응력은 상응하는 프로토타입요소의 강재등급에 의한 $R_y F_y$의 15% 이상 작아서는 안 된다. 인장시험에 의한 기둥과 접합요소의 항복응력은 상응하는 프로토타입요소의 강재등급에 의한 $R_y F_y$의 15% 이상 작거나 커서는 안 된다. $R_y F_y$는 0713.5.2에 제시된 방법에 의해 산정한다.

0722.2.3.6 용접부

실험체의 용접은 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.

(1) 용접은 적절한 규정에 따라 작성된 용접제작시방서를 엄격하게 따라야 한다. 용접제작시방서는 용접부의 품질에 근본적인 변화를 가져올 수 있는 변수들이 적절해야 하며 용접재료 제조업체가 규정하고 있는 조건들도 만족해야 한다.

(2) 실험체에 사용되는 용접재의 최소인장강도는 상응하는 프로토타입의 용접에 사용되는 용접재의 최소인장강도와 동일하여야 한다. 시험된 실험체용접의 인장강도는 프로토타입의 용접에 대하여 명기된 등급의 용접재인장강도보다 125MPa 이상 커서는 안 된다.

(3) 실험체에 사용되는 용접재의 최소샤르피V-노치인성은 상응하는 프로토타입의 용접에 사용되는 용접재의 최소샤르피V-노치인성보다 커서는 안 된다. 시험된 실험체 용접의 샤르피V-노치인성은 프로토타입의 용접에 대하여 명기된 등급의 샤르피V-노치인성보다 50% 또는 34kJ 중 큰 값 이상 커서는 안 된다.

(4) 실험체에 사용되는 용접위치는 프로토타입의 용접에 사용되는 용접 위치와 동일하여야 한다.

(5) 실험체 용접에 사용되는 뒷댐, 용접탭, 용접홀 및 유사한 사항의 상세는 상응하는 프로토타입의 용접에 사용되는 상세와 동일하여야 한다. 프로토타입에서 용접뒷댐 및 용접탭을 제거한 경우를 제외하고 용접뒷댐 및 용접탭은 실험체로부터 제거하지 말아야 한다.

(6) 실험체 용접에 적용된 조사, 비파괴검사방법, 승인기준은 프로토타입의 용접에 적용된 것들과 동일하여야 한다.

0722.2.3.7 볼트

실험체의 볼트 부분은 프로토타입의 볼트 부분을 가능한 유사하게 표현할 수 있어야 한다. 실험체의 볼트 부분은 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.

(1) 실험체에 사용된 볼트의 등급은 프로토타입에 사용된 볼트의 등급과 동일하여야 한다.

(2) 실험체에 사용된 볼트구멍의 방향 및 형상 (표준, 과대, 짧은슬롯, 긴슬롯 등)은 프로토타입에 사용된 볼트구멍의 방향 및 형상과 동일하여야 한다.

(3) 접합부 볼트 부분에 비탄성회전이 항복이나 미끄럼에 의해 발생한 경우, 실험체의 볼트구멍을 만들기 위해 사용된 방법들(드릴, 펀칭, 리밍 등)은 프로토타입 볼트구멍을 만들기 위해 사용된 방법들과 동일하여야 한다.

(4) 실험체의 볼트설치방법과 표면처리방법은 프로토타입에 사용된 설치방법 및 표면처리방법과 동일하여야 한다.

0722.2.4 재하이력

0722.2.4.1 일반요구사항

(1) 실험체는 0722.2.4.2에서 규정하고 있는 특수모멘트골조 및 중간모멘트골조의 보-기둥접합부와 0722.2.4.3에서 규정하고 있는 편심가새골조의 링크-기둥접합부의 요구조건들을 만족하도록 반복가력하여야 한다.

(2) 0722.2.4.2와 0722.2.4.3에 규정된 방법 이외의 하중이력의 경우에는 이 규정과 동등하거나 더 엄격한 규정임이 밝혀진 경우에만 사용할 수 있다.

0722.2.4.2 보－기둥모멘트접합부의 가력방법

특수모멘트골조 및 중간모멘트골조의 보-기둥접합부 인증반복가력실험은 실험체의 층간변위각 θ를 제어하여 다음과 같은 이력을 갖도록 가력하여야 한다.

(1) 6 주기, $\theta = 0.00375$rad
(2) 6 주기, $\theta = 0.005$rad
(3) 6 주기, $\theta = 0.0075$rad
(4) 4 주기, $\theta = 0.01$rad
(5) 2 주기, $\theta = 0.015$rad
(6) 2 주기, $\theta = 0.02$rad
(7) 2 주기, $\theta = 0.03$rad
(8) 2 주기, $\theta = 0.04$rad

이후에는 각 단계별로 $\theta = 0.01$rad씩 증가시키며 2주기씩 반복가력하며 실험을 진행한다.

0722.2.4.3 링크－기둥모멘트접합부의 가력방법

편심가새골조의 링크-기둥접합부 인증반복가력실험은 실험체의 전체링크회전각 γ을 제어하여 다음과 같은 이력을 갖도록 가력하여야 한다.

(1) 6 주기, $\gamma = 0.00375$rad
(2) 6 주기, $\gamma = 0.005$rad
(3) 6 주기, $\gamma = 0.0075$rad
(4) 6 주기, $\gamma = 0.01$rad
(5) 4 주기, $\gamma = 0.015$rad
(6) 4 주기, $\gamma = 0.02$rad
(7) 2 주기, $\gamma = 0.03$rad
(8) 1 주기, $\gamma = 0.04$rad
(9) 1 주기, $\gamma = 0.05$rad
(10) 1 주기, $\gamma = 0.07$rad
(11) 1 주기, $\gamma = 0.09$rad

이후에는 각 단계별로 $\gamma = 0.02$rad씩 증가시키며 1주기씩 반복가력하며 실험을 진행한다.

0722.2.5 측정장치

각 성능평가에 충분한 개수의 측정장치들을 실험체에 설치하여야 한다.

0722.2.6 재료시험 요구사항

0722.2.6.1 구조용강재의 인장시험 요구사항

(1) 인장시험은 각각의 실험체 주위에서 채취한 시험편을 사용하여야 한다.

(2) 공장재료증명서에 의한 인장시험결과를 보고서에 추가할 수는 있지만 이 조항의 목적을 위한 실험결과로 사용할 수는 없다.

(3) 인장시험은 0722.2.6.2의 절차를 따라야 하며, 실험체의 다음과 같은 부분에 대하여 수행하여야 한다.

1) 기준점의 보와 기둥의 플랜지 및 웨브

2) 항복에 의해 비탄성회전이 발생한 부분의 접합요소

0722.2.6.2 구조용강재의 인장시험방법

(1) 항복강도는 0.2% 영구변형률법을 사용하여 측정한다.

(2) 인장시험의 가력속도는 가능하면 시험에 사용된 가력속도와 유사하게 한다.

0722.2.7 실험보고서 요구사항

각 실험체에 대하여 이 조항의 요구사항을 만족하는 서면보고서를 작성해야 한다. 보고서는 모든 핵심요소와 주요실험결과를 완전히 포함하도록 작성해야 한다. 보고서에는 다음과 같은 내용을 수록하여야 한다.

(1) 주요치수와 가력점 및 반력점에서의 경계조건, 그리고 횡보강의 위치 등을 포함하는 실험체 도면이나 상세한 기술.

(2) 부재 크기, 강재등급, 모든 접합요소의 규격, 용접재를 포함한 용접상세, 볼트 또는 핀구멍의 크기와 위치, 볼트 규격 및 등급, 기타 적절한 접합상세를 나타내는 접합부상세도.

(3) 0722.2.3에 열거된 실험체의 기본변수 목록.

(4) 실험체의 변위이력이나 하중이력을 나타내는 목록이나 그림.

(5) 임계용접부 목록.

(6) 보호영역을 구성하는 접합부영역의 정의.

(7) 실험체의 하중-변위이력곡선. 이 그림에서 변위는 가력점이나 가력점 주위에서 측정한 값을 사용하여야 하며 하중과 변위를 측정한 지점의 위치를 정확하게 표시하여야 한다.

(8) 실험체의 보-기둥모멘트접합부의 모멘트-층간변위각 이력곡선 또는 실험체의 링크-기둥접합부의 링크전단력-링크회전각 이력곡선. 보-기둥모멘트접합부의 경우, 보의 모멘트와 층간변위각은 기둥의 중심선에서 산정한다.

(9) 층간변위각과 전체비탄성회전은 실험체로부터 측정한다. 항복이나 미끄러짐에 의한 전체비탄성회전에 기여하는 실험체의 요소를 규명해야 한다. 실험체의 각 요소에 의해 형성되는 전체비탄성회전 부분을 보고서에 포함해야 한다. 비탄성회전계산방법을 분명하게 나타내야 한다.

(10) 항복, 미끄럼, 불안정, 횡변형, 실험체 및 접합부의 파괴 등을 포함한 실험 중 관찰사항을 시간 순에 의해 기록하여야 한다.

(11) 실험체의 주 파괴모드. 만일 파괴 이전에 실험이 중단되었다면, 실험을 중단한 이유를 명확히 기록하여야 한다.
(12) 재료시험결과.
(13) 용접제작시방서와 용접검사보고서.
추가의 도면, 데이터 및 실험체나 실험결과에 대한 토의내용을 보고서에 포함할 수 있다.

0722.2.8 승인조건
(1) 실험체는 특수모멘트골조, 중간모멘트골조 또는 편심가새골조의 접합부에 대하여 이 규정의 강도와 층간변위각이나 링크회전각의 요구사항들을 만족하여야 한다.
(2) 실험체는 최소한 1회의 완전재하 주기 동안 요구되는 층간변위각이나 링크회전각을 유지하여야 한다.

0722.3 좌굴방지가새의 반복재하 인증실험

0722.3.1 적용범위 및 목적
(1) 이 조항은 좌굴방지가새와 좌굴방지가새 부분골조의 반복재하인증실험에 대한 요구사항을 규정한다.
(2) 개별 가새부재의 반복재하인 증실험목적은 이 규정에서 요구하는 소정의 강도와 비탄성변형능력의 확보 여부에 대한 판정근거를 제시하고, 접합요소를 설계할 때 최대가새부재력을 산정하는 것에 있다.
(3) 좌굴방지가새 부분골조의 반복재하 인증실험 목적은 가새설계안이 실제로 변형 및 회전요구를 수용할 수 있음을 입증하고 부분골조에 속한 가새의 이력거동이 1축가력실험에 의한 가새의 이력거동과 일치하는지 확인하는 것이다.
(4) 책임구조기술자 및 관할책임자의 승인이 있는 경우 다른 방식에 의한 시험을 허용할 수 있다.
(5) 이 조항은 단순화된 실험조건에 대한 최소한의 요구조건만을 제시한다.

0722.3.2 부분골조실험체
부분골조실험체는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.
(1) 부분골조실험체 가새의 비탄성회전수용 메커니즘은 프로토타입과 동일해야 하고 부분골조실험체 가새에 부과되는 비탄성회전의 요구치는 프로토타입 비탄성회전 요구치 이상이어야 한다.
(2) 부분골조실험체 가새의 강재코어 압축항복강도 P_{ysc}는 프로토타입가새의 강재코어압축항복강도 이상이어야 한다. 단, 2가지 강도 모두는 강재코어의 단면적 A_{sc}에 쿠폰인장시험에서 결정된 항복강도의 곱으로 산정한다.
(3) 부분골조실험체가새의 강재코어단면형상 및 방향은 프로토타입과 동일해야 한다.
(4) 부분골조실험체가새의 회전변형 요구치를 프로토타입의 그것과 비교할 수 있도록 프로토타입에 사용되는 설계방법과 동일하게 부분골조실험체를 설계해야 한다. 안정성을 검토할 때, 보, 기둥 및 코어를 접합하는 거셋플레이트는 이 시스템의 일부분으로 고려한다.
(5) 접합부설계, 강재코어의 안정성과 좌굴 등에 대한 프로토타입의 안전도 마진은 부분골조실험체 이상이어야 한다.
(6) 부분골조실험체의 횡보강가새는 프로토타입과 유사해야 한다.
(7) 가새실험체와 프로토타입은 동일한 품질관리 및 품질확보절차에 따라 제작하여야 한다.

0722.3.3 가새실험체

가새실험체는 가능한 프로토타입의 설계, 상세, 시공특성 및 강재특성과 동일하게 모형화하여야 한다.

0722.3.3.1 가새실험체설계

프로토타입과 가새실험체의 문서화된 동일한 설계방법을 사용해야 한다. 가새실험체설계를 위한 계산에는 최소한 다음 요구사항을 포함하여야 한다.

(1) 프로토타입의 전체좌굴에 대한 안전도마진은 가새실험체 이상이어야 한다.

(2) 프로토타입과 가새실험체의 안전도마진 산정에는 항복 및 극한응력, 극한신장 및 인성의 차이 등이 감안되어야 한다.

0722.3.3.2 가새실험체 제작

가새실험체와 프로토타입은 동일한 품질관리 및 품질확보절차에 따라 제작하여야 한다.

0722.3.3.3 가새실험체와 프로토타입의 유사성

가새실험체는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

(1) 강재코어의 단면형상과 방향은 프로토타입과 동일해야 한다.

(2) 가새실험체 강재코어의 축항복강도 P_{ysc}는 프로토타입 강재코어의 축항복강도와 50% 이상 벗어나서는 안 된다. 단 2가지 강도 모두는 강재코어의 단면적 A_{sc}에 쿠폰인장시험에서 결정된 항복강도의 곱으로 산정한다.

(3) 가새실험체의 강재코어와 좌굴방지외피 사이의 분리를 위한 재료와 방법은 프로토타입과 동일하여야 한다.

0722.3.3.4 접합부상세

가새실험체의 접합부상세는 프로토타입의 접합부상세와 최대한 동일하게 구성한다.

0722.3.3.5 재료

(1) 가새실험체의 강재코어는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다 :

① 가새실험체 강재코어의 공칭항복응력은 프로토타입과 동일하여야 한다.

② 가새실험체 강재코어 강재의 계측항복응력은 쿠폰인장시험으로부터 측정한 프로토타입항복응력의 90% 이상이어야 한다.

③ 가새실험체 강재코어의 공칭인장응력 및 극한변형률은 프로토타입 이하이어야 한다.

(2) 가새실험체의 좌굴방지메커니즘에 사용하는 재료는 프로토타입과 동일한 재료를 사용한다.

0722.3.3.6 접합부

가새실험체의 용접, 볼트 및 핀접합부는 프로토타입과 최대한 동일하게 구성한다.

0722.3.4 재하이력

0722.3.4.1 일반 요구사항

(1) 실험체는 0722.3.4.2 및 0722.3.4.3에서 규정하고 있는 요구조건들을 만족하도록 반복가력하여야 한다.

(2) 0722.3.4.3에서 규정하고 있는 재하이력 이상으로 재하할 수 있다.
(3) 각 이력은 규정한 변형까지 완전하게 인장 및 압축재하한다.

0722.3.4.2 실험제어
(1) 실험은 실험체의 축변형 또는 회전변형을 제어하며 수행한다.
(2) 대안으로, 규정된 축변형에 부합되도록 최대회전변형을 가하는 형식으로 재하할 수 있다.

0722.3.4.3 가력절차
실험체가 다음과 같은 변형이력을 갖도록 재하한다. 여기서 변형이라 함은 실험체강재코어의 축방향변형과 부분골조시험체의 회전변형을 지칭한다.
(1) $\Delta_b = \Delta_{by}$에 상당하는 변형까지 2주기재하
(2) $\Delta_b = 0.5\Delta_{bm}$에 상당하는 변형까지 2주기재하
(3) $\Delta_b = 1.0\Delta_{bm}$에 상당하는 변형까지 2주기재하
(4) $\Delta_b = 1.5\Delta_{bm}$에 상당하는 변형까지 2주기재하
(5) $\Delta_b = 2.0\Delta_{bm}$에 상당하는 변형까지 2주기재하
(6) 가새시험체의 경우는 $\Delta_b = 1.5\Delta_{bm}$의 변형레벨에서 항복변형의 최소 200배의 비탄성누적변형에 이르도록 추가의 완전재하가력을 실시한다(부분골조시험체에서는 요구되지 않는다).
Δ_{bm}을 계산할 때 층높이의 1% 보다 작은 설계층간변위를 취해서는 안 된다. 다른 재하방법은 최대비탄성변형 및 누적비탄성변형이 더 엄격한 가력조건인 경우에만 사용할 수 있다.

0722.3.5 측정장치
각 성능평가에 충분한 개수의 측정장치를 실험체에 설치하여야 한다.

0722.3.6 재료시험 요구사항

0722.3.6.1 인장시험 요구사항
(1) 인장시험은 강재코어제작에 사용된 강재와 동일한 강재를 채취한 시험편을 사용하여야 한다.
(2) 공장재료증명서의 인장시험결과를 보고할 수는 있지만 이 조항의 목적을 위한 인장시험을 대신할 수는 없다.
(3) 인장시험의 결과는 0722.3.6.2의 절차를 따라 수행된 시험을 기초로 해야 한다.

0722.3.6.2 인장시험방법
(1) 항복강도는 0.2% 영구변형률법을 사용하여 측정한다.
(2) 인장시험의 가력속도는 가능하면 시험에 사용된 가력속도와 유사하게 한다.
(3) 쿠폰은 강재코어의 재축방향과 평행하도록 제작하여야 한다.

0722.3.7 실험보고 요구사항
각 실험체에 대하여 이 조항의 요구사항을 만족하는 서면보고서를 작성해야 한다. 보고서는 모든 핵심요소와 주요 실험결과를 완전히 포함하도록 작성해야 한다. 보고서에는 다음과 같은 내용을 수록하여야 한다 :
(1) 주요 치수와 가력점 및 반력점에서의 경계조건 그리고 횡보강의 위치 등을 포함하는 실험체 도면이나 상세한 기

술

(2) 부재 크기, 강재등급, 모든 접합요소의 규격, 용접재를 포함한 용접상세, 볼트 또는 핀구멍의 크기와 위치, 볼트 규격 및 등급, 기타 적절한 접합상세를 나타내는 접합부상세도

(3) 0722.3.2 또는 0722.3.3에 열거된 실험체의 기본변수 목록

(4) 실험체의 변위이력이나 하중이력을 나타내는 목록이나 그림

(5) 실험체의 하중-변위(Δ_b)이력곡선. 변위의 결정방법을 명확하게 표시하여야 하며 하중과 변위를 측정한 지점의 위치를 정확하게 표시하여야 한다.

(6) 항복, 미끄럼, 불안정, 횡변형, 실험체 및 접합부의 파괴 등을 포함한 실험 중 관찰사항을 시간 순에 의해 기록하여야 한다.

(7) 0722.3.6에서 규정한 재료시험결과.

(8) 가새실험체의 제작에 사용된 품질관리 및 품질확보계획. 여기에는 용접제작시방서 및 용접검사보고서를 포함해야 한다.

추가의 도면, 데이터 및 실험체나 실험결과에 대한 토의내용을 보고서에 포함할 수 있다.

0722.3.8 승인조건

0722.3.2의 요구사항을 만족하는 최소 1개의 부분골조실험을 수행하여야 하며 0722.3.3의 요구사항을 만족하는 최소 1개의 가새실험체실험을 수행하여야 한다. 요구하는 재하이력 내에서 모든 실험은 다음 요구사항을 만족하여야 한다.

(1) 실험체의 하중-변위이력곡선은 강성이 증가하는 안정적이며 반복적인 거동을 보여주어야 한다.

(2) 파단, 가새의 불안정 및 가새접합부의 파괴가 없어야 한다.

(3) 가새실험에서, Δ_{by} 이상인 각 이력변위에서 최대인장 및 압축력은 코어의 공칭강도 이상이어야 한다.

(4) 가새실험에서, Δ_{by} 이상인 각 이력변위에서 최대압축력과 최대인장력의 비는 1.3을 초과할 수 없다.

0722.4 용접규정

0722.4.1 범위

이 조항은 용접 및 용접검사에 관한 추가상세를 제공한다.

0722.4.2 구조설계도, 기준, 제작도 및 현장설치도

0722.4.2.1 구조설계도와 시방서

구조설계도와 시방서는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

(1) 뒷댐재를 제거하여야 하는 부위

(2) 뒷댐재를 제거하지 않아도 되지만 보조필릿용접이 요구되는 부위

(3) 그루브용접을 보강하기 위하여 또는 접합모양을 향상하기 위하여 필릿용접이 요구되는 부위

(4) 엔드탭을 제거하여야 하는 부위

(5) 사다리꼴 변이가 요구되는 이음 부위

(6) 용접스캘럽의 형상이 특별히 요구되는 경우의 그 형상

(7) 조인트 또는 조인트그룹에서 특수한 조립순서, 용접순서, 용접기술 또는 기타 특별한 주의사항이 요구되는 경우

0722.4.2.2 제작도

제작도는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

(1) 용접스캘럽의 치수, 표면형상 및 마감요건

(2) 뒷댐재를 제거하여야 하는 부위

(3) 엔드탭을 제거하여야 하는 부위

(4) 제작사가 비파괴검사를 하여야 하는 부위

0722.4.2.3 현장설치도

현장설치도는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

(1) 뒷댐재를 제거하여야 하는 부위

(2) 뒷댐재를 제거하지 않아도 되지만 보조필릿용접이 요구되는 부위

(3) 엔드탭을 제거하여야 하는 부위

(4) 조인트 또는 조인트그룹에서 특수한 조립순서, 용접순서, 용접기술 또는 기타 특별한 주의사항이 요구되는 경우

0723 박판강구조(냉간성형강구조)

0723.1 적용범위

(1)이 기준은 냉간성형강(박판강)으로서 일반구조용 경량형강(SSC) 및 건축구조용 표면처리 경량형강(ZSS)을 부재로 한 건축물에 적용한다.

(2)이 기준에 규정되어 있지 않은 사항과 냉간성형강구조와 혼용되어 있는 기타 부재의 구조설계는 7장의 다른 절에서 정하는 바에 따른다.

(3) 이 기준을 적용하는 구조내력상 주요한 냉간성형강 부재의 판두께는 0.8mm이상, 6mm이하이어야 한다.

0723.2 재료

(1)냉간성형강은 한국산업규격(이하 KS라 한다)의 KS D 3530 일반 구조용 경량형강(SSC), KS D 3854 건축구조용 표면처리 경량형강(ZSS)에 적합한 것으로 한다. 다만, KS규격 이외의 제품은 KS규격품과 동등 이상의 품질이 확인된 경우에 사용할 수 있다.

0723.2.1 항복강도와 냉간성형가공에 의한 강도 증가

0723.2.1.1 항복강도

설계에 사용되는 항복강도(F_y)은 0723.2.1.2의 냉간성형가공에 따른 강도 증가에 의해 결정된 표준최소항복강도를 초과할 수 없다.

0723.2.1.2 냉간성형가공에 의한 강도 증가

냉간성형가공에 의한 강도 증가를 고려하여 F_y를 F_{ya}로 대체하여 사용할 수 있다. 여기서 F_{ya}는 전단면의 평균항복강도를 나타낸다.

이러한 강도 증가 적용은 0723.4, 0723.5, 0723.6(0723.6.4. 제외), 0723.8.1절과 응력 수준 F_y일 때 국부 또는 뒤틀림 좌굴로 인한 강도저감이 없는 단면일 경우로 제한된다. 단, 기둥의 경우 0723.5.3은 $P_{nl} = P_{ne}$, 0723.5.4는 $P_{nd} = P_y$ 그리고 보일 경우 0723.6.3은 $M_{nl} = M_{ne}$, 0723.6.4는 $M_{nd} = M_y$를 적용한다. 기타 적용 제한사항과 F_{ya} 산정 방법은 (a) ~ (c)를 따른다.

(a) 강재의 설계항복강도, F_{ya}는 다음의 방법 중 하나를
적용하여 산정한다.

(1) 전단면 인장시험

(2) 단주압축시험

(3) 식(0723.2.1)에 따른 산정

$$F_{ya} = CF_{yc} + (1-C)F_{yf} \leqq F_{uy} \qquad (0723.2.1)$$

여기서,

F_{ya} : 압축부재의 감소되지 않은 전단면 또는 휨부재의 플랜지 전단면의 평균항복강도

C : 압축부재의 경우 모든 코너부 단면적과 전단면적의 비율; 휨부재의 경우 검토 대상 플랜지의 모든 코너부 단면적과 검토 대상 플랜지 전체 단면적의 비율

F_{yc} : 코너부의 인장 항복강도

$B_c F_{yv}/(R/t)m$ (0723.2.2)

식(0723.2.2)는 $F_{uv}/F_{yv} \geqq 1.2$, $R/t \leqq 7$이고 협각이 120º 이하인 경우에만 적용가능

여기서,

$$B_c = 3.69(F_{uv}/F_{yv}) - 0.819(F_{uv}/F_{yv})^2 - 1.79 \qquad (0723.2.3)$$

F_{yy} : 0723.2에 의해 규정된 원소재 강재 인장 항복강도

R : 코너부 안쪽 반지름

t : 단면의 두께

m : $0.192(F_{uv}/F_{yv}) - 0.068$ (0723.2.4)

F_{uv} : 0723.2에 의해 규정된 원소재 강재의 인장강도

F_{yf} : 평판부의 가중 평균 인장 항복강도 또는 시험을 하지 않은 경우 소재 강재의 항복강도

(b) 축방향 인장하중을 받는 부재의 항복강도는 본 절의 (a)항 (1) 또는 (3)의 방법으로 산정된다.

(c) 부재의 기계적 성질에 대한 용접의 영향은 표점거리 내에 제조자가 사용하고자 하는 용접을 포함하는 전단면 시편 시험에 기초하여 결정된다. 이러한 효과를 위해 요구되는 허용량은 부재의 구조적 사용에 기반하여 결정되어야 한다.

0723.3 설계 요구사항

0723.3.1 치수 허용치 및 고려사항

유효보폭법(effective width method) 또는 직접강도법(direct strength method) 모두 적용 가능하다. 0723.5에서 0723.8에 걸쳐 제시된 유효보폭법이나 직접강도법을 적용할 경우, 0723.3.1.1에 설명된 제한 사항은 0723.5부터 0723.8까지 제공된 안전 및 저항 계수를 사용하기 위해 충족되어야한다.

0723.3.1.1 유효보폭법 또는 직접강도법의 적용 제한 사항

유효보폭법 또는 직접강도법에 따른 부재 설계 및 0723.5에서 0723.8에 걸친 안전계수, Ω 또는 저항계수, ϕ의 적용을 위해서는 표<0723.2.1>의 치수 제한을 만족해야 한다.

<표 0723.2.1> 0723.5에서 0723.8에 절친 부재 설계에 유효보폭법 또는 직접강도법 적용을 위한 제한사항

구분	항목a	유효보폭법	직접강도법
압축을 받는 구속요소	w/tb	≤ 500	≤ 500
압축을 받는 단부구속요소	b/t	≤ 90, Is ≥ Ia ≤ 60, Is < Ia	≤ 160
압축을 받는 비구속요소	d/tb	≤ 60	≤ 60
휨을 받는 구속요소 (예 : 웨브)	h/t	<200, 비구속 웨브 ≤260, 지압 스티프너 ≤300, 지압 및 중간 스티프너	≤ 300
내부 반지름	R/t	≤ 10d	≤ 20
단일 모서리 스티프너(립) 길이/폭 비	do/bo	≤ 0.7	≤ 0.7
모서리 스티프너(립) 형식		단일	단일 및 복합
w 중 최대 중간 스티프너 개수	nf	4	4
b 중 최대 중간 스티프너 개수	nfe	2	2
h 중 중간 스티프너 개수	nw	0	4
공칭항복강도	Fy	< 552 MPae	< 655 MPa

비고 :
a : 항목 정의
w : 구속 압축요소의 평판부 폭 (중간스티프너 무시)
t : 요소 두께
b : 모서리 스티프너(립)를 가진 단부구속요소의 평판부 폭 (중간스티프너 무시)
bo : 모서리 스티프너(립)를 가지는 단부구속요소의 외부 폭 (중간스티프너 무시)
d : 비구속요소(립)의 평판부 폭 (중간스티프너 무시)

do : 비구속 요소(립)의 외부 폭 (중간스티프너 무시)
h : 웨브면을 따라 측정된 웨브 평판부의 깊이 (중간스티프너 무시)
R : 코너부 내부 반경
nf : 구속된 압축요소의 중간 스티프너 개수
nfe : 모서리 스티프너를 가진 요소의 중간 스티프너 개수
nw : 응력구배가 있는 구속요소의 중간 스티프너 개수 (예 : 웨브)
Fy : 공칭항복강도
b : w/t > 250인 구속압축요소 및 d/t > 30인 비구속 압축요소는 최대내력 도달 이전에 상당한 변형이 발생할 가능성이 높다.
c : F5.1 절에 따른 지압 및 중간스티프너 요구사항
d : 내부 반경 R / t 비율이 10보다 큰 경우에는 합리적인 방법에 근거한 공학해석(rational engineering analysis)이 허용된다.
e : 추가제한사항은 0723.2 참조

0723.4 인장재

이 절은 중심축 인장력을 받는 부재에 적용한다.

0723.4.1 일반사항

(1) 인장재의 설계인장강도 $\phi_t T_n$은 총단면의 항복한계상태와 순단면의 파단한계상태에 대해 식 (0723.4.1)과 식 (0723.4.2.)에 저항계수를 적용해 산정된 값 중 작은 값으로 한다.

(2) 설계인장강도는 인장재의 연결부 강도를 고려하여 결정하여야 한다.

0723.4.2 총단면 항복

총단면 항복에 의한 공칭인장강도 T_n은 다음과 같이 산정한다.

$$T_n = A_g F_y \qquad (0723.4.1)$$

$$\phi_t = 0.90$$

여기서, A_g : 부재의 총단면적, mm^2

F_y : 항복강도, MPa

0723.4.3 순단면 파단

순단면의 파단에 의한 공칭인장강도 T_n은 다음과 같이 산정한다.

$$T_n = A_n F_u \qquad (0723.4.2)$$

$$\phi_t = 0.75$$

여기서, A_n : 순단면적, mm^2

F_u : 인장강도, MPa

0723.5 압축재

0723.5.1 일반사항

설계압축강도 $\phi_c P_n$은 0723.5.2에서 0723.5.4로 산정된 값 중 가장 작은 값으로 한다.

0723.5.2 항복과 전체좌굴 (휨좌굴, 휨-비틀림좌굴, 비틀림좌굴)

공칭압축강도 P_{ne}는 단면의 항복과 전체좌굴(휨좌굴, 휨-비틀림좌굴, 비틀림좌굴)에 대해서 다음과 같이 산정한다.

$$P_{ne} = A_g F_n \qquad (0723.5.1)$$

$$\phi_c = 0.85$$

여기서, A_g : 부재의 총단면적, mm^2

F_n : 부재의 압축응력, MPa

압축응력 F_n은 다음과 같이 산정한다.

(1) $\lambda_c \leq 1.5$인 경우

$$F_n = \left(0.658^{\lambda_c^2}\right) F_y \qquad (0723.5.2)$$

(2) $\lambda_c > 1.5$인 경우

$$F_n = \left(\frac{0.877}{\lambda_c^2}\right) F_y \qquad (0723.5.3)$$

여기서, $\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_{cre}}}$ (0723.5.4)

F_{cre} : 0723.5.2.1과 0723.5.2.2로 산정한 탄성좌굴응력의 최소값, MPa

F_y : 강재의 항복강도, MPa

0723.5.2.1 비틀림좌굴이나 횡-비틀림좌굴이 발생하지 않는 단면

2축대칭단면, 폐단면, 또는 기타 비틀림좌굴이나 횡-비틀림좌굴이 발생하지 않는 단면의 탄성좌굴응력 F_{cre}는 다음과 같이 산정한다.

$$F_{cre} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \qquad (0723.5.5)$$

여기서, E : 강재의 탄성계수, MPa

K : 유효좌굴길이계수

L : 부재의 횡좌굴에 대한 비지지길이, mm

r : 좌굴축에 대한 전단면의 단면2차반경, mm

(1) 박스형 단면

중심축압축을 받는 박스형 단면의 압축재에서 부재의 최소연신율이 3%에서 10% 사이이고, 유효좌굴길이 KL이 $1.1L_0$ 보다 작은 경우 식(0723.5.5)에서 감소된 단면2차반경 $(R_r)(r)$을 적용한다. 여기서, L_0와 R_r은 식(0723.5.6)과 식(0723.5.7)로 계산한다.

$$L_0 = \pi r \sqrt{\frac{E}{F_{crl}}} \qquad (0723.5.6)$$

$$R_r = 0.65 + \frac{0.35(KL)}{1.1L_0} \qquad (0723.5.7)$$

$$F_{crl} = k\frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)}\left(\frac{t}{w}\right)^2 \qquad (0723.5.8)$$

여기서, L_0 : 국부좌굴응력이 휨좌굴응력과 동일해지는 부재 길이, mm

F_{crl} : 최소 유효좌굴응력, MPa

R_r : 감소계수

KL : 유효좌굴길이, mm

k : 판좌굴계수, 수직단부가 웨브에 의해 구속된 요소의 경우 4.0 적용

t : 균일압축을 받는 구속판요소의 두께, mm

w : 평탄부의 폭, mm

μ : 푸아송비

0723.5.2.2 비틀림 또는 휨비틀림 좌굴이 발생하는 1축 또는 2축 대칭 단면

휨비틀림 좌굴이 발생하는 1축 대칭단면에서, F_{cre}는 0723.5.2.1절 및 식(0723.5.9)로 결정되는 값 보다 작아야 한다.

$$F_{cre} = \frac{1}{2\beta}\left[(\sigma_{ex}+\sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex}+\sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_{ex}\sigma_t}\right] \qquad (0723.5.9)$$

대안으로, F_{cre}을 다음 식(0723.5.10)과 같이 보수적으로 결정할 수 있다.

$$F_{cre} = \frac{\sigma_t\sigma_{ex}}{\sigma_t+\sigma_{ex}} \qquad (0723.5.10)$$

여기서, $\beta = 1-(x_o/r_o)^2$ (0723.5.11)

r_o = 전단중심에 대한 단면의 극회전반경

$$r_o = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2} \qquad (0723.5.12)$$

r_x, r_y = 주축에 대한 단면의 회전반경

x_o = 도심에서 전단중심까지 x주축 방향으로의 거리 (음수)

$$\sigma_t = \frac{1}{Ar_o^2}\left[GJ + \frac{\pi^2 EC_w}{(K_tL_t)^2}\right] \qquad (0723.5.13)$$

여기서, A = 부재의 총단면적

G = 강재의 전단계수

J = 단면의 Saint-Venant 비틀림 상수

E = 강재의 탄성계수

C_w = 단면의 뒤틀림 상수

K_t = 비틀림에 대한 유효길이 계수

L_t = 비틀림에 대한 부재의 비지지 길이

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K_x L_x / r_x)^2} \qquad (0723.5.14)$$

여기서, K_x = x축 휨에 대한 유효길이 계수

L_x = x축 휨에 대한 부재의 비지지 길이

1축 대칭 단면의 경우, 대칭축은 x축이다.

비틀림 좌굴이 발생하는 2축 대칭 단면의 경우, F_{cre}는 0723.5.2.1절에서 결정되는 F_{cre}와 식(0723.5.13)으로 결정되는 σ_t 중 작은 값으로 결정된다.

비보강 1축 대칭 ㄱ단면의 경우, 항복응력(F_y)에 대한 유효 단면적(A_e)이 유효보폭법으로 결정되는 총단면적과 같거나, 직접강도법에 의한 0723.5.3절에 따라 P_{nl} = P_{ne}인 경우, F_{cre}는 식(0723.5.9)에 따라 결정된다. 이 때, r은 단면의 회전반경이다.

0723.5.3 항복과 부재좌굴에 대한 국부좌굴 상호작용

항복 및 부재좌굴에 대한 상호작용으로 인한 국부좌굴의 경우, 공칭축강도, P_{nl}은 본 절에 따라 결정된다. 모든 부재는 국부좌굴에 대해 항복 및 부재좌굴의 상호작용으로 인한 강도감소를 고려해야 한다. 이러한 강도감소는 0723.5.3.1절의 유효보폭법 또는 0723.5.3.2절의 직접강도법 중 하나를 이용하여 결정한다.

본 절에서 제시된 저항계수는 0723.2절의 설계방법에 따라 설계축강도를 결정하는 데에 사용한다.

ϕ_c = 0.85

0723.5.3.1 유효보폭법

국부좌굴에 의한 공칭축강도, P_{nl}은 다음 식으로 결정된다.

$$P_{nl} = A_e F_n \le P_{ne} \qquad (0723.5.15)$$

여기서, F_n = 0723.5.2절에 따라 결정되는 전체 기둥 응력

A_e = 0723.5.3.1.1절에 따라 결정되는 응력 F_n에 대해 계산된 유효면적

P_{ne} = 0723.5.2절에 따라, 항복과 부재좌굴을 고려하여 결정된 공칭강도

집중하중이 작용하는 ㄱ단면은 0723.8.1.2절의 추가 휨모멘트, M_x, M_y를 고려하여 설계하여야 한다.

0723.5.3.1.1 구멍이 없는 부재

원형 강관을 제외한 구멍이 없는 단면의 경우, A_e는 단면을 구성하는 각 요소의 유효보폭과 두께의 곱으로 결정된다. 모든 요소의 유효보폭은 F_n의 응력상태에서의 보폭으로 결정된다.

가. 원형강관

원형강관의 폭두께비, D/t는 $0.441E/F_y$보다 커야하고, 유효면적, A_e는 다음의 식으로 결정된다.

$$A_e = A_o + R(A - A_o) \qquad (0723.5.16)$$

여기서,

$$A_o = \left[\frac{0.037}{(DF_y)/(tE)} + 0.667\right] A \le A, \quad \frac{D}{t} \le 0.441\frac{E}{F_y} \qquad (0723.5.17)$$

D=원형강관의 외부 직경

F_y=항복강도

t=두께

E=강재의 탄성계수

A=원형강관의 총단면적

$$R = F_y/(2F_{cre}) \le 1.0 \qquad (0723.5.18)$$

여기서, F_{cre}=0723.5.2.1절에 따른 탄성휨좌굴응력

0723.5.3.2 직접강도법

국부좌굴에 의한 공칭축강도, P_{nl}은 다음 식으로 결정된다.

가. 구멍이 없는 단면

$\lambda_l \le 0.776$ 인 경우, $P_{nl} = P_{ne}$ (0723.5.19)

$\lambda_l > 0.776$ 인 경우, $P_{nl} = \left[1 - 0.15\left(\frac{P_{crl}}{P_{ne}}\right)^{0.4}\right]\left(\frac{P_{crl}}{P_{ne}}\right)^{0.4} P_{ne}$ (0723.5.20)

여기서, $\lambda_l = \sqrt{P_{ne}/P_{crl}}$ (0723.5.21)

P_{ne} = 0723.5.2절에 따라 결정된 전체 기둥 강도

P_{crl} = 기둥의 임계 탄성국부좌굴하중

0723.5.4 뒤틀림좌굴

뒤틀림좌굴에 대한 공칭압축강도, P_{nd}은 이절에 따라 산정한다. 이절의 규정은 연단스티프너를 갖는 플랜지를 포함하는 I, Z, ㄷ, 모자형 그리고 다른 개단면 부재에 적용하여야 한다. 이 절에서 제시된 강도저항계수, ϕ_c는 하중저항계수설계법(LFRD에 따라 압축강도를 계산하는데 사용한다.

ϕ_c = 0.85 (압축저항계수)

0723.5.4.1 구멍이 없는 부재

뒤틀림좌굴에 대한 공칭압축강도, P_{nd}는 다음식에 의하여 산정한다.

$$P_{nd} = P_y, \quad \lambda_d \le 0.561 \qquad (0723.5.22)$$

$$P_{nd} = \left[1 - 0.25\left(\frac{P_{crd}}{P_y}\right)^{0.6}\right]\left(\frac{P_{crd}}{P_y}\right)^{0.6} P_y, \ \lambda_d > 0.561 \qquad (0723.5.23)$$

여기서, $\lambda_d > \sqrt{P_y/P_{crd}}$ (0723.5.24)

$P_y = A_g F_y$ (0723.5.25)

$A_g =$ 단면적, mm2

$F_y =$ 항복강도, N/mm2

$P_{crd} =$ 임계탄성비틀림 기둥좌굴하중, N

0723.5.4.2 구멍이 있는 부재

구멍이 있는 기둥의 국부좌굴에 대한 공칭압축강도, P_{nl}은 P_{crl}은 구멍의 영향을 포함해서 결정해야 하는 것을 제외하고 0723.5.4.1절에 의하여 산정한다.

$$P_{nl} \le P_{ynet} \qquad (0723.5.26)$$

여기서, $P_{ynet} = A_{net} F_y$ (0723.5.27)

$A_{net} =$ 구멍위치에서 순단면적, mm2

$F_y =$ 항복강도, N/mm2

뒤틀림좌굴에 대한 공칭압축강도, P_{nd}는 다음식에 의하여 산정한다.

$$P_{nd} = \left[1 - 0.25\left(\frac{P_{crd}}{P_y}\right)^{0.6}\right]\left(\frac{P_{crd}}{P_y}\right)^{0.6} P_y, \lambda_d > 0.561$$

(0723.5.28)

여기서, $\lambda_d > \sqrt{P_y/P_{crd}}$ (0723.5.29)

$P_y = A_g F_y$ (0723.5.30)

$A_g =$ 단면적, mm2

$F_y =$ 항복강도, N/mm2

$P_{crd} =$ 임계탄성비틀림 기둥좌굴하중, N

0723.6 휨재

이 장은 웨브를 관통하거나 수직인 중심축에 대한 하나의 주축 또는 Z형 단면부재에 대해 휨을 받는 부재에 적용한다. 또한, 이부재는 전단중심을 관통하거나 비틀림이 구속된 축에 평행한 평면에서 하중이 작용한다.

0723.6.1 일반사항

설계휨강도, $\phi_b M_n$은 0723.6.2~3절에 따라 산정된 강도 중 최솟값으로 정의한다.

0723.6.2 항복과 전체(횡-비틀림)좌굴

항복과 전체(횡-비틀림)좌굴에 대한 공칭휨강도, M_{ne}는 강관에 대해 0723.6.2.1절에 따라 최초항복강도 또는 비탄성 보유강도를 고려해서 산정한다.

이 절에서 제시된 강도저항계수, ϕ_b는 특별한 규정이 없다면 하중저항계수설계법(LFRD)에 따라 설계휨강도를 계산하는데 사용한다.

ϕ_b = 0.9 (휨저항계수)

0723.6.2.1 초기 항복강도

최초항복강도를 고려한 항복과 전체(횡-비틀림)좌굴에 대한 공칭휨강도, M_{ne}은 식(0723.6.1)에 따라 산정한다.

$$M_{ne} = S_f F_n \le M_y \qquad (0723.6.1)$$

여기서, M_{ne} = 항복과 전체좌굴에 대한 공칭휨강도, N·mm

S_f = 압축최연단에 대한 전체 비감소단면의 탄성단면계수, mm^3

$$M_y = S_{fy} F_y \qquad (0723.6.2)$$

S_{fy} = 최초항복 연단에 대한 전체 비감소단면의 탄성단면계수, mm^3

F_y = 항복강도, N/mm^2

F_n은 다음식으로 산정한다.

$$F_n = F_y, \quad F_{cre} \ge 2.78F_y \qquad (0723.6.3)$$

$$F_n = \frac{10}{9}F_y\left(1 - \frac{10F_y}{36F_{cre}}\right), 2.78F_y > F_{cre} > 0.56F_y \qquad (0723.6.4)$$

$$F_n = F_{cre}, \quad F_{cre} \le 0.56F_y \qquad (0723.6.5)$$

여기서, F_{cre} = 임계탄성 횡-비틀림 좌굴응력, N/mm^2

가. 1축 또는 2축 대칭 단면이 대칭축에 대하여 휨이 발생할 경우

1축 또는 2축 대칭 단면이 대칭축에 대하여 휨을 받을 경우의 탄성좌굴응력은 다음 식에 따라 산정한다.

$$F_{cre} = \frac{C_b r_o A}{S_f}\sqrt{\sigma_{ey}\sigma} \qquad (0723.6.6)$$

여기서, $C_b = \dfrac{12.5M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_c}$ (0723.6.7)

$M_{\max}$: 비지지 구간에서 최대 휨 모멘트 절대값, N·mm

M_A : 비지지 구간에서 1/4지점의 휨모멘트 절대값, N·mm

M_B : 비지지 구간에서 중앙지점의 휨모멘트 절대값, N·mm

M_C : 비지지 구간에서 3/4지점의 휨모멘트 절대값, N·mm

C_b는 모든 경우에 대하여 보수적으로 1.0을 적용할 수 있다. 자유단이 비지지되어 있는 캔틸레버 또는 돌출부의 경우, C_b는 1.0으로 한다.

r_o : 전단중심에 대한 단면극2차반경, mm

$$r_o = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2}, \text{ mm} \qquad (0723.6.8)$$

r_x, r_y : 주축에 대한 단면2차반경, mm

x_o : x축 방향 전단중심에서 도심까지의 거리, mm

A : 총 단면적, mm^2

S_f : 최외단 압축연에 대한 총 단면의 단면계수, mm^3

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E}{(K_y L_y / r_y)^2} \qquad (0723.6.9)$$

E : 강재의 탄성계수, MPa

K_y : y축의 휨에 대한 유효길이 계수

L_y : y축의 휨에 대한 부재의 비지지 길이, mm

$$\sigma_t = \frac{1}{A r_o^2}\left[GJ + \frac{\pi^2 E C_w}{(K_t L_t)^2}\right] \qquad (0723.6.10)$$

G : 강재의 전단계수, MPa

J : 단면의 비틀림 상수

C_w : 단면의 뒤틀림 상수

K_t : 비틀림에 대한 유효길이계수

L_t : 비틀림에 대한 부재의 비지지 길이, mm

1축 대칭 단면의 경우 x축은 대칭축이어야 한다.

2축 대칭 I형 단면의 경우는 F_{cre}를 다음 식으로도 산정할 수 있다.

$$F_{cre} = \frac{C_b \pi^2 E d I_{yc}}{S_f (K_y L_y)^2} \qquad (0723.6.11)$$

여기서, d : 단면의 깊이, mm

I_{yc} : 웨브에 평행한 전체 단면의 도심축에 대한 단면의 압축부 단면2차모멘트, mm^4

0723.6.2.2 원형강관 폐단면의 항복강도

바깥지름 대 두께의 비율이 $0.441E/F_y$보다 크지 않은 원형강관 부재의 경우, 공칭휨강도 M_{ne}는 다음 식에 따라 산정한다.

$$M_{ne} = S_f F_n \qquad (0723.6.12)$$

$\phi = 0.95$

여기서, M_{ne} : 항복 및 전체좌굴에 대한 공칭휨강도, N·mm

S_f : 감소 안된 총 단면의 최외단 압축연에 대한 탄성단면계수, mm3

F_n은 다음과 같이 산정한다.

(1) $D/t \leq 0.0714E/F_y$인 경우

$$F_n = 1.25F_y \qquad (0723.6.13)$$

(2) $0.0714E/F_y < D/t \leq 0.318E/F_y$

$$F_n = \left[0.970 + 0.020\left(\frac{E/F_y}{D/t}\right)\right]F_y \qquad (0723.6.14)$$

(3) $0.318E/F_y < D/t \leq 0.441E/F_y$

$$F_n = 0.328E/(D/t) \qquad (0723.6.15)$$

여기서, E : 강재의 탄성계수, MPa

F_y : 항복강도, MPa

D : 원형강관의 바깥지름, mm

t : 벽두께, mm

0723.6.3 항복 및 전체좌굴과 상호작용하는 국부좌굴

항복 또는 전체좌굴이 국부좌굴과 상호작용을 하는 모든 부재들에 대하여 설계강도의 저감을 검토해야 한다. 이 저감은 유호폭법 또는 직접강도법을 통하여 고려된다. 이 절에서는 설계휨강도 $\phi_b M_{nl}$에 대하여 저항계수 ϕ_b를 0.9로 적용한다.

0723.6.3.1 유효보폭법

유효보폭법의 경우, 국부좌굴에 대한 공칭휨강도 M_{nl}은 다음 식에 따라 산정한다.

$$M_{nl} = S_e F_n \leq S_{et} F_y \qquad (0723.6.16)$$

여기서, S_e : 최외단 압축응력에서 계산된 유효단면계수, mm^3

F_n : 0723.6.2.2에 따라 산정한 전체휨응력, MPa

S_{et} : 최외단 인장응력 F_y에서 계산된 유효단면계수, mm^3

F_y : 항복응력, MPa

0723.6.3.2 직접강도법

직접강도법의 경우 국부좌굴에 대한 공칭휨강도 M_{nl}은 다음과 같이 산정한다.

가. 구멍이 없는 부재

국부좌굴과 전체좌굴의 상호작용을 고려한 공칭휨강도 M_{nl}은 다음 식에 따라 산정한다.

(1) $\lambda_l \leq 0.776$인 경우

$$M_{nl} = M_{ne} \qquad (0723.6.17)$$

(2) $\lambda_l > 0.776$인 경우

$$M_{nl} = \left[1 - 0.15\left(\frac{M_{crl}}{M_{ne}}\right)^{0.4}\right]\left(\frac{M_{crl}}{M_{ne}}\right)^{0.4} M_{ne} \quad (0723.6.18)$$

여기서 $\lambda_l = \sqrt{M_{ne}/M_{crl}}$

M_{ne} : 0723.6.2.2에서 정의된 횡비틀림좌굴에 대한 공칭휨강도, N·mm

M_{crl} : 탄성국부좌굴모멘트, N·mm

$M_{crl} = S_f F_{crl}$

S_f : 최외단 압축연에 대한 총단면의 단면계수, mm^3

F_{crl} : 최외단 압축연에 대한 국부좌굴응력, MPa

$$F_{crl} = k\frac{\pi^2 E}{12(1-\mu^2)}\left(\frac{t}{w}\right)^2 \qquad (0723.6.13)$$

k : 판요소의 좌굴계수

E : 강재의 탄성계수, MPa

t : 평판의 두께, mm

μ : 강재의 프아송비

w : 평판의 폭, mm

0723.6.4 뒤틀림 좌굴

(1) 이 절은 가장자리 스티프너가 있는 압축 플랜지를 사용하는 I형, Z형, ㄷ형, 그리고 기타 개방형 단면부재에 적용하여야만 한다.

(2) 이 절에서는 설계휨강도(또는 계수저항강도), $\phi_b M_{nd}$ (또는 M_{nd}/Ω_b)를 산정하기 위해서는 적용 가능한 안전계수 및 저항계수는 다음의 값을 사용하여야만 한다.

$\phi_b = 0.9$

0723.6.4.1 구멍이 없는 부재

공칭휨강도, M_{nd}는 다음의 식(0723.6.14) 또는 식(0723.6.15)에 따라 산정해야 한다.

(1) $\lambda_d \leq 0.673$일 경우,

$$M_{nd} = M_y \qquad (0723.6.14)$$

(2) $\lambda_d > 0.673$일 경우,

$$M_{nd} = \left[1 - 0.22\left(\frac{M_{crd}}{M_y}\right)^{0.5}\right]\left(\frac{M_{crd}}{M_y}\right)^{0.5} M_y \qquad (0723.6.15)$$

여기서, $\lambda_d = \sqrt{M_y / M_{crd}}$

$M_y = S_{fy} F_y$

S_{fy}= 최초항복점에서 말단부에 비례하는 전단면 탄성단면계수

F_y= 항복응력

$M_{crd} = S_f F_{crd}$

S_f= 말단압축부에 비례하는 전단면 탄성단면계수

F_{crd}= 탄성 뒤틀림 좌굴응력

0723.7 전단부재 및 웨브 크리플링

이 장은 웨브평면내에 전단력이 가해지는 단일, 이중 또는 점 대칭 단면부재의 웨브 또는 웨브에 가해지는 큰 하중 또는 반력에 기인한 웨브 크리플링을 다룬다. 웨브는 구멍을 포함하거나 횡방향 웨브 보강재를 포함할 수 있다. 횡방향 웨브 스티프너의 설계도 고려된다.

0723.7.1 구멍이 없는 웨브의 전단강도

(1) 웨브에 구멍이 없는 휨부재의 공칭전단강도, V_n은 이 절에 따라 산정해야 한다. 0723.3.1.1절의 기하하적 및 재료적 기준을 만족하는 휨부재의 ϕ_v는 다음을 따라야만 한다.

$\phi_v = 0.95$

(2) 설계강도는 0723.3.1절의 적용가능한 설계법에 따라 결정하여야만 한다.

0723.7.1.1 횡방향 웨브 스티프너가 없는 휨부재

횡방향 웨브 스티프너가 없는 휨부재의 공칭전단강도, V_n은 다음에 따라 산정해야 한다.

(1) $\lambda_v \leqq 0.815$일 경우,

$$V_n = V_y \qquad (0723.7.1)$$

(2) $0.815 < \lambda_v \leqq 1.227$일 경우,

$$V_n = 0.815\sqrt{V_{cr} V_y} \qquad (0723.7.2a)$$

$$= 0.60 t^2 \sqrt{E k_v F_y} \qquad (0723.7.2b)$$

(3) $\lambda_v > 1.227$일 경우,

$$V_n = V_{cr} \qquad (0723.7.3a)$$

$$= 0.904 E k_v t^3 / h \qquad (0723.7.3b)$$

여기서,

$\lambda_v = \sqrt{V_y / V_{cr}}$

V_y= 단면의 항복전단강도

$= 0.6 A_w F_y$

A_w=웨브요소의 면적

$= ht$

h = 웨브 평면을 따라 측정된 웨브 플랫부의 깊이

t = 웨브 두께

F_y = 0723.2.1.1절에 따라 결정된 설계항복강도

V_{cr}= 표<0723.2.1>에서 정의된 부재의 전단면에 대한 탄성전단좌굴강도

E= 강재의 탄성계수

k_v= 전단좌굴계수

0723.7.1.2 횡방향 웨브 스티프너가 있는 휨부재

웨브가 횡방향 스티프너로 보강되어 있고 보강간격이 웨브 깊이의 2배가 넘지 않는 경우, 공칭전단강도, V_n은 다음에 따라 산정해야 한다.

(1) $\lambda_v \leq 0.776$일 경우,

$$V_n = V_y \qquad (0723.7.4)$$

(2) $\lambda_v > 0.776$일 경우,

$$V_n = \left[1 - 0.15\left(\frac{V_{cr}}{V_y}\right)^{0.4}\right]\left(\frac{V_{cr}}{V_y}\right)^{0.4} V_y \qquad (0723.7.5)$$

(0723.7.6)

여기서,

V_{cr}= 표<0723.2.1>에서 정의된 부재의 전단면에 대한 탄성전단좌굴강도

0723.7.2 구멍이 없는 웨브의 크리플링 강도

공칭 웨브 크리플링 강도, P_n은 식(0723.7.7) 또는 식(0723.7.8)로 산정한다. 0723.3.1.1절의 기하하적 및 재료적 기준을 만족하는 휨부재의 ϕ_v는 다음을 따라야만 한다.

$\phi_v = 0.8$

$$P_n = C t^2 F_y \sin\theta \left(1 - C_R\sqrt{\frac{R}{t}}\right)\left(1 - C_N\sqrt{\frac{N}{t}}\right)\left(1 - C_h\sqrt{\frac{h}{t}}\right) \qquad (0723.7.7)$$

여기서, P_n= 공칭 웨브 크리플링 강도

t = 웨브의 두께
F_y = 0723.2.1.1절에 따라 결정된 설계항복강도
θ = 웨브와 보강면 사이의 각도, $45^o \le \theta \le 90^o$
C_R = 내측 반경 계수
R = 내측 반경
C_N = 보강 길이 계수
N = 보강 길이 (최소 19mm)
C_h = 웨브 세장비계수
h = 웨브 평면에서 측정된 평면치수

대안으로 돌출부가 있는 ㄷ 및 Z 형강의 한쪽 플랜지에만 하중이 작용하는 경우, 공칭 웨브 크리플링 강도, P_{nc}는 다음 식으로 결정한다. 단, 이 때 P_{nc}는 한쪽 플랜지 내부에 하중이 작용하는 경우의 강도보다 작아야 한다.

$$P_{nc} = \alpha P_n \qquad (0723.7.8)$$

여기서, P_{nc}= 돌출부가 있는 ㄷ, Z형강의 공칭 웨브 크리플링 강도

$$\alpha = \frac{1.34(L_o/h)^{0.26}}{0.009(h/t)+0.3} \ge 1.0 \qquad (0723.7.9)$$

여기서, L_o= 부재 연단에서 보강재 연단까지의 돌출길이

P_n= 식(0723.7.7)에 따라 결정된, 한쪽 플랜지에만 하중이 작용하는 경우의 공칭 웨브 크리플링 강도

식(0723.7.8)은 $0.5 \le L_o/h \le 1.5$ 및 $h/t \le 154$인 경우에 적용이 가능하다. 그 밖의 경우, α=1을 사용한다. 웨브의 세장비, $h/t > 200$인 휨재의 경우, 플랜지에 작용하는 집중하중이나 반력을 웨브로 전달하기 위한 장치가 필요하다.

0723.8 조합력을 받는 부재

이 절은 축력과 1축 또는 2축휨을 받는 부재에 적용한다.

0723.8.1 휨과 축력이 작용하는 부재

0723.8.1.1 휨과 인장력을 받는 부재

휨과 인장력의 상관관계는 식(0723.8.1) 및 (0723.8.2)에 의하여 제한된다.

$$\frac{\overline{M_x}}{M_{axt}} + \frac{\overline{M_y}}{M_{ayt}} + \frac{\overline{T}}{T_a} \le 1.0 \qquad (0723.8.1)$$

$$\frac{\overline{M_x}}{M_{ax}} + \frac{\overline{M_y}}{M_{ay}} - \frac{\overline{T}}{T_a} \le 1.0 \qquad (0723.8.2)$$

여기서, $\overline{M_x}$, $\overline{M_y}$: 중립축에 대한 소요휨강도, N·mm

$\overline{T}$: 소요인장강도, N

M_{axt}, M_{ayt} : 인장항복을 고려한 중립축에 대한 설계휨강도(= $\phi_b S_{ft} F_y$), N·mm

ϕ_b : 휨저항계수(=0.90)

S_{ft} : 단면감소를 고려하지 않은 전체 단면의 단면계수, mm^3

F_y : 설계항복강도, MPa

M_{ax}, M_{ay} : 압축좌굴을 고려하여 0723.8에 따라 산정한 중립축에 대한 설계휨강도, N·mm

T_a : 0723.4에 따라 산정한 설계인장강도, N

0723.8.1.2 휨과 압축력을 받는 부재

(1) 휨과 압축력의 상관관계는 식(0723.8.3)에 의하여 제한된다.

(2) 단면감소가 없는 유효단면적 또는 $P_{nl} = P_{ne}$인 1축대칭 비구속판요소 ㄱ형강의 경우 $\overline{M_y}$는 소요휨강도만을 고려하여 산정한다.

(3) 다른 ㄱ형강 또는 설계항복강도(F_y)에서의 유효단면적(A_e)이 단면감소가 없는 총단면적 (A)보다 작거나 $P_{nl} < P_{ne}$인 1축대칭 비구속판요소 ㄱ형강의 경우 $\overline{M_y}$는 소요휨강도 또는 소요휨강도에 $(\overline{P})L/1{,}000$을 더한 값으로 산정한다. 단, 어느 경우에도 $\overline{P}$보다 작아야 한다.

$$\frac{\overline{P}}{P_a} + \frac{\overline{M_x}}{M_{ax}} + \frac{\overline{M_y}}{M_{ay}} + \quad \leq 1.0 \qquad (0723.8.3)$$

여기서, $\overline{P}$: 소요압축강도, N

P_a : 0723.5에 따라 산정한 설계압축강도, N

$\overline{M_x}$, $\overline{M_y}$: 소요휨강도, N·mm

M_{ax}, M_{ay} : 0723.8에 따라 산정한 중립축에 대한 설계휨강도, N·mm

P_{nl} : 0723.5.3.2에서 정의한 국부좌굴에 대한 공칭압축강도, N

P_{ne} : 0723.5.2에서 정의한 항복 또는 전체좌굴에 대한 공칭압축강도, N

0724 알루미늄구조

0724.1 적용범위

(1) 이 기준은 하중에 저항하는 알루미늄 합금 부재의 설계에 적용한다.

(2) 이 기준에 규정되어 있지 않은 사항은 합리적인 해석을 통하여 얻은 결과를 적용할 수 있다.

0724.2 재료

0724.2.1. 일반사항

(1) 구조용 알루미늄은 한국산업규격(이하 KS라 한다)의 KS D 6759 알루미늄 합금 압출 형재에 적합한 것으로 한다. 다만, KS규격 이외의 제품은 KS규격품과 동등 이상의 품질이 확인된 경우에 사용할 수 있다.

(2) 알루미늄의 재료정수는 <표 0724.2.1>에 나타낸 값으로 한다.

<표 0724.2.1> 알루미늄의 재료정수

재료정수	값
푸아송비 ν	0.33
탄성계수 E (MPa)	70,000
전단탄성계수 G (MPa)	26,000
선팽창계수 α (1/℃)	23×10^{-6}
밀도 γ (kg/m^3)	2.7×10^{3}

(3) 용접의 영향을 받지 않은 주조품의 재료 강도를 산정하기 위한 인장강도 Ftu와 항복강도 Fty는 <표 0724.2.2>에 나타난 값으로 한다. 주조품의 용접 강도는 AWS D1.2 용접 절차 인정 시험에서 얻은 강도로 한다.

<표 0724.2.2> 알루미늄 주조품 공칭강도

합금	열처리	ASTM기준 (KS기준)	Ftu (MPa)	Fty (MPa)
356.0	T6	B26	155	105
A356.0	T6	B26	175	125
354.0	T61	B108	325	250
			295	230
C355.0	T61	B108	275	205
			255	205
356.0	T6	B108	170	110
A356.0	T61	B108	230	180
			195	180
A357.0	T61	B108	315	250
			285	215
359.0	T61	B108	310	235
			275	205
359.0	T62	B108	325	260
			275	205
535.0	F	B108	180	95

0724.2.2. 접합재료의 강도

(1) 알루미늄볼트의 공칭재료강도는 <표 0724.2.2>에 나타난 값으로 한다.

<표 0724.2.2.> 알루미늄 볼트의 공칭강도

합금 및 열처리	전단극한강도 F_{su} (MPa)	인장극한강도 F_{tu} (MPa)
2024-T4	255	425
6061-T6	170	290
7075-T73	280	470

(2) 용접봉의 공칭강도는 표 <0724.2.3>에 나타낸 값으로 한다.

<표 0724.2.3> 용접봉의 공칭강도

용접봉	인장극한강도 F_{tuw} (MPa)
1100	75
2319	240
4043	165
4047	170
5183	275
5356	240
5554	215
5556	290
5654	205

(3) 알루미늄 리벳의 공칭강도는 <표 0724.2.4>에 나타낸 값으로 한다.

<표 0724.2.4> 알루미늄 리벳의 공칭강도

Designation Before Driving	전단극한강도 F_{su} (MPa)
2017-T4	225
2024-T42	255
2117-T4	180
2219-T6	205
6053-T61	135
6061-T6	170
7050-T7	270
7075-T6	290
7075-T73	280
7178-T6	315

0724.3 설계요구사항

0724.3.1. 일반사항

이 절은 기준 전반에 관련된 알루미늄 구조물의 해석 및 설계의 일반적인 요구사항을 다룬다.

0724.3.2. 하중과 하중조합

하중과 하중조합은 0702에 따른다.

0724.3.3. 설계기본원칙

(1) 소요강도와 강도설계는 0702.3에 따른다. 단 구조 부재와 접합부의 소요강도는 탄성해석으로 산정한다.

(2) 부재설계시 설계기준 전단 및 압축 재료강도는 인장항복강도 F_{ty}로부터 <표 0724.3.1>에 따라 결정한다.

<표 0724.3.1> 설계기준 전단 및 압축 재료강도

설계기준 재료강도		값
전단항복강도 F_{sy}		$0.6F_{ty}$
전단극한강도 F_{su}		$0.6F_{ty}$
압축항복강도 F_{cy}	비용접-H 템퍼재료	$0.9F_{ty}$
	나머지 모든 재료	F_{ty}

(3) 안정성 설계는 0724.4에 따른다.

0724.3.4 좌굴계수

좌굴계수 B, D과 C는 <표 0724.3.2.>과 <표 0724.3.3.>에 나타나 있다. 후좌굴계수 k_1과 k_2는 <표 0724.3.4.>

에 나타나 있다.

<표 0724.3.2.> 열처리 명칭이 O, H, T1, T2, T2, T4로 시작하는 제품의 좌굴계수 공식

부재와 응력 종류	intercept (MPa)	slope	intersection
기둥과 보 플랜지 압축	$B_c = F_{cy}\left(1+\left(\frac{F_{cy}}{6900}\right)^{1/2}\right)$	$D_c = \frac{B_c}{20}\left(\frac{6B_c}{E}\right)^{1/2}$	$C_c = \frac{2B_c}{3D_c}$
평판 요소의 축방향 압축	$B_p = F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/3}}{14.5}\right)$	$D_p = \frac{B_p}{20}\left(\frac{6B_p}{E}\right)^{1/2}$	$C_p = \frac{2B_p}{3D_p}$
곡면 요소의 축방향 압축	$B_t = F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/5}}{8.5}\right)$	$D_t = \frac{B_t}{3.7}\left(\frac{B_t}{E}\right)^{1/3}$	C_t 1)
평판 요소의 휨압축	$B_{br} = 1.3F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/3}}{13.3}\right)$	$D_{br} = \frac{B_{br}}{20}\left(\frac{6B_{br}}{E}\right)^{1/2}$	$C_{br} = \frac{2B_{br}}{3D_{br}}$
곡면 요소의 휨압축	$B_{tb} = 1.5F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/5}}{8.5}\right)$	$D_{tb} = \frac{B_{tb}}{2.7}\left(\frac{B_{tb}}{E}\right)^{1/3}$	$C_{tb} = \left(\frac{B_{tb}-B_t}{D_{tb}-D_t}\right)^2$
평판 요소의 전단	$B_s = \frac{F_{ty}}{\sqrt{3}}\left(1+\frac{(F_{ty}/\sqrt{3})^{1/3}}{11.8}\right)$	$D_s = \frac{B_s}{20}\left(\frac{6B_s}{E}\right)^{1/2}$	$C_s = \frac{2B_s}{3D_s}$

1) C_t는 탄성과 비탄성좌굴에 기반한 한계상태응력 곡선이나 시행착오방법을 통해서 결정되어야 한다.

<표 0724.3.3.> 열처리 명칭이 T5, T6, T7, T8, T9로 시작하는 제품의 좌굴계수 공식

부재와 응력 종류	intercept (MPa)	slope	intersection
기둥과 보 플랜지 압축	$B_c = F_{cy}\left(1+\left(\frac{F_{cy}}{15510}\right)^{1/2}\right)$	$D_c = \frac{B_c}{10}\left(\frac{B_c}{E}\right)^{1/2}$	$C_c = 0.41\frac{B_c}{D_c}$
평판 요소의 축방향 압축	$B_p = F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/3}}{21.7}\right)$	$D_p = \frac{B_p}{10}\left(\frac{B_p}{E}\right)^{1/2}$	$C_p = 0.41\frac{B_p}{D_p}$
곡면 요소의 축방향 압축	$B_t = F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/5}}{12.8}\right)$	$D_t = \frac{B_t}{4.5}\left(\frac{B_t}{E}\right)^{1/3}$	C_t 1)
평판 요소의 휨압축	$B_{br} = 1.3F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/3}}{13.3}\right)$	$D_{br} = \frac{B_{br}}{20}\left(\frac{6B_{br}}{E}\right)^{1/2}$	$C_{br} = \frac{2B_{br}}{3D_{br}}$
곡면 요소의 휨압축	$B_{tb} = 1.5F_{cy}\left(1+\frac{(F_{cy})^{1/5}}{12.8}\right)$	$D_{tb} = \frac{B_{tb}}{2.7}\left(\frac{B_{tb}}{E}\right)^{1/3}$	$C_{tb} = \left(\frac{B_{tb}-B_t}{D_{tb}-D_t}\right)^2$
평판 요소의 전단	$B_s = \frac{F_{ty}}{\sqrt{3}}\left(1+\frac{(F_{ty}/\sqrt{3})^{1/3}}{17.7}\right)$	$D_s = \frac{B_s}{10}\left(\frac{B_s}{E}\right)^{1/2}$	$C_s = 0.41\frac{B_s}{D_s}$

1) C_t는 탄성과 비탄성좌굴에 기반한 한계상태응력 곡선이나 시행착오방법을 통해서 결정되어야 한다.

<표 0724.3.4.> 좌굴후계수

부재의 종류	k_1	k_2
압축을 받는 평판 부재 중 템퍼구분이 O, H, T1, T2, T2, T4인 경우, 전열처리 중 용접의 영향을 받는 구간	0.50	2.04
압축을 받는 평판 부재 중 템퍼구분이 T5, T6, T7, T8, T9인 경우	0.35	2.27
평판 부재의 휨	0.50	2.04

0724.3.5. 요소 강도

(1) 균일한 압축을 받는 요소의 강도는 다음과 같이 산정한다.

– 용접되지 않은 요소

$$F_c = F_{co} \qquad (0724.3.1)$$

– 용접된 요소

$$F_c = F_{co}(1 - A_{wz}/A_g) + F_{cw}A_{wz}/A_g \qquad (0724.3.2)$$

여기서,

F_c : 요소의 단면 중 어느 부분도 용접의 영향을 받지 않는 부재에 균일 압축 하중이 작용할 경우 0724.3.5.(1)①이나 0724.3.5(1)② 에 따라 계산된 응력으로, 용접되지 않은 재료의 좌굴계수(<표 0724.3.2.>와 <표 0724.3.3.>)와 F_{cy}를 사용해야 함.

F_{cw}: 요소의 단면 전체가 용접의 영향을 받은 부재에 균일 압축하중이 작용할 경우 0724.3.5(1)①이나 0724.3.5(1)② 에 따라 계산된 응력으로 용접의 영향을 받은 구간에 해당하는 좌굴계수(<표 0724.3.3.>)와 F_{cyw}를 사용해야 하며, 요소의 단면을 따라 용접이 된 경우(transversely welded)에 $b/t \le \lambda_1$일때는 F_{cw} 대신 F_{co}를 사용함.

A_{wz}: 용접의 영향을 받은 구간의 단면적

A_g : 요소의 전단면적

① 일단구속 평판요소

일단구속 평판요소가 균일한 압축 하중을 받을 때의 압축강도 F_c는 <표 0724.3.5.>에 의해 결정한다.

<표 0724.3.4.> 일단구속 평판요소에 대한 압축강도

한계상태	F_c	b/t
항복	F_{cy}	$b/t \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$B_p - 5.0D_p b/t$	$\lambda_1 \le b/t \le \lambda_2$
좌굴모드의 축이 중립축과 상이한 기둥		
탄성좌굴	$\frac{\pi^2 E}{(5.0b/t)^2}$	$b/t \ge \lambda_2$
모든 기둥과 보		
좌굴후	$\frac{k_2\sqrt{B_p E}}{5.0b/t}$	$b/t \ge \lambda_2$

여기서,

$$\lambda_1 = \frac{B_p - F_{cy}}{5.0D_p} \qquad (0724.3.3)$$

$$\lambda_2 = \frac{C_p}{5.0}\text{(탄성좌굴 경우)} \qquad (0724.3.4)$$

$$\lambda_2 = \frac{k_1 B_p}{5.0D_p}\text{(좌굴후 경우)} \qquad (0724.3.5)$$

② 양단구속 평판요소

양단구속 평판요소가 균일한 압축 하중을 받을 때의 압축강도 F_c는 <표 0724.3.5.>에 의해 결정한다.

<표 0724.3.5.> 양단구속 평판요소에 대한 압축강도

한계상태	F_c	b/t
항복	F_{cy}	$b/t \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$B_p - 1.6D_p b/t$	$\lambda_1 \le b/t \le \lambda_2$
좌굴후	$\frac{k_2\sqrt{B_p E}}{1.6b/t}$	$b/t \ge \lambda_2$

여기서,

$$\lambda_1 = \frac{B_p - F_{cy}}{1.6D_p} \qquad (0724.3.6)$$

$$\lambda_2 = \frac{k_1 B_p}{1.6} \qquad (0724.3.7)$$

(2) 휨압축을 받는 요소의 강도

휨압축을 받는 요소의 강도는 다음과 같이 산정한다.

– 용접되지 않은 요소

$$F_b = F_{bo} \qquad (0724.3.5)$$

– 용접된 요소

$$F_b = F_{bo}(1 - A_{wzc}/A_{gc}) + F_{bw}A_{wzc}/A_{gc} \qquad (0724.3.6)$$

여기서,

F_{bo} : 요소의 단면 중 어느 부분도 용접의 영향을 받지 않은 부재에 대하여 0724.3.5.(2)①이나 0724.3.5(2)②에 따라 계산된 휨압축응력으로, 용접되지 않은 재료의 좌굴계수(<표 0724.3.2.>와 <표 0724.3.3.>)와 F_{cy}를 사용해야 함.

F_{bw}: 요소의 단면 전체가 용접의 영향을 받은 부재에 대하여 0724.3.5.(2)①이나 0724.3.5(2)② 에 따라 계산된 휨압축응력으로, 용접의 영향을 받은 구간에 해당하는 좌굴계수<표 0724.3.2.>와 F_{cyw}를 사용해야 함.

A_{wzc}: 용접의 영향을 받은 구간 중 압축을 받는 면적

A_{gc} : 요소의 전단면적 중 압축을 받는 면적

① 양단구속 또는 압축단구속–인장단자유 평판요소

양단구속 또는 압축단구속–인장단자유 평판요소의 휨압축강도 F_b는 <표 0724.3.6.>에 의해 결정한다.

<표 0724.3.6.> 양단구속 또는 압축단구속–인장단자유 평판요소

한계상태	F_b	b/t
항복	$1.5F_{cy}$	$b/t \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$B_{br} - mD_{br}b/t$	$\lambda_1 \le b/t \le \lambda_2$
좌굴후	$\frac{k_2\sqrt{B_{br}E}}{mb/t}$	$b/t \ge \lambda_2$

여기서,

$$\lambda_1 = \frac{B_{br} - 1.5F_{cy}}{mD_{br}} \qquad (0724.3.8)$$

$$\lambda_2 = \frac{k_1 B_{br}}{mD_{br}} \qquad (0724.3.9)$$

$$m = \begin{cases} 1.15 + c_o(2c_c) & -1 < c_o/c_c < 1 \\ 1.3/(1 - c_o/c_c) & c_o/c_c \le -1 \\ 0.65 & c_o = -c_c \end{cases} \qquad (0724.3.10)$$

c_c : 중심축에서 최대압축응력이 발생하는 압축연단까지의 거리

c_o : 중심축에서 반대편 연단까지의 거리

압축연단까지의 거리는 음수로 표현하며, 인장연단까지의 거리는 양수로 표현한다.

② 인장단구속-압축단자유 평판요소

인장단구속-압축단자유인 평판 요소의 휨압축강도 F_b는 <표 0724.3.7.>에 의해 결정한다.

<표 0724.3.7.> 인장단구속-압축단자유 평판요소

한계상태	F_b	b/t
항복	$1.5F_{cy}$	$b/t \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$B_{br} - 3.5D_{br}b/t$	$\lambda_1 \le b/t \le \lambda_2$
좌굴후	$\frac{k_2\sqrt{B_{br}E}}{3.5b/t}$	$b/t \ge \lambda_2$

여기서,

$$\lambda_1 = \frac{B_{br} - 1.5F_{cy}}{3.5D_{br}} \qquad (0724.3.11)$$

$$\lambda_2 = \frac{C_{br}}{3.5} \qquad (0724.3.12)$$

0724.4 골조의 안정성

2차효과를 고려하는 골조의 안정성 설계는 0703과 0721에 따른다.

0724.5 인장재

0724.5.1 일반사항

인장재의 설계인장강도 $\phi_t P_n$은 총단면의 항복한계상태와 유효순단면의 파단한계상태에 대해 산정된 값 중 작은 값으로 한다.

ϕ_t = 0.90 (항복한계상태)

= 0.75 (파단한계상태)

(1) 총단면의 항복한계상태

① 단면을 따라 용접되지 않은 부재

$$P_n = F_{ty} A_g \qquad (0724.5.1)$$

② 부재 길이방향으로 용접된 부재

$$P_n = F_{ty}(A_g - A_{wz}) + F_{tyw} A_{wz} \qquad (0724.5.2)$$

(2) 유효순단면의 파단한계상태

① 용접되지 않은 부재

$$P_n = F_{tu} A_e / k_t \qquad (0724.5.3.)$$

② 용접된 부재

$$P_n = F_{tu}(A_e - A_{ewz})/k_t + F_{tuw} A_{ewz} \qquad (0724.5.4)$$

여기서,

A_e : 유효순단면적

A_{ewz}: 용접의 영향을 받는 구간의 유효순단면적

인장 부재의 단부 접합부에 대한 블록전단 파단 강도는 0704에 따른다.

0724.5.2 단면적의 산정

(1)부재의 순단면적 A_n과 유효순단면적 A_e는 0702와 0704에 따라 산정한다.

(2) 다만, 알루미늄구조에서는 다음을 고려해야 한다.

① 드릴로 만든 구멍이나 리머구멍(reamed hole)의 폭은 구멍의 공칭 지름을 사용하며, 펀칭된 구멍의 폭은 공칭 지름에 0.8mm를 더한 값을 사용한다.

② 용접된 부재의 경우 플러그 또는 슬롯 용접 부분은 순단면적에 포함되어서는 안 된다.

0724.6 압축재

0724.6.1 일반사항

압축재의 설계압축강도 $\phi_c P_n$는 한계상태에서의 부재의 좌굴, 국부좌굴이나, 부재좌굴과 국부좌굴의 상호작용 중 작은 값을 사용한다. 저항계수 $\phi_c = 0.90$을 적용한다.

0724.6.2 부재좌굴

(1) 부재의 공칭좌굴강도 P_n는 다음과 같이 구한다.

$$P_n = F_c A_g \qquad (0724.6.1)$$

여기서, F_c는 한계상태에 따라 <표 0724.6.1.>에 의해 산정한다.

<표 0724.6.1.> 한계상태에 따른 좌굴강도

한계상태	F_c	λ
항복	F_{cy}	$\lambda \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$(B_c - D_c\lambda)\left(0.85 + 0.15\dfrac{C_c - \lambda}{C_c - \lambda_1}\right)$	$\lambda_1 \le C_c$
탄성좌굴	$\dfrac{0.85\pi^2 E}{\lambda^2}$	$\lambda \le \lambda_2$

$$\lambda_1 = \frac{B_p - F_{cy}}{D_p} \qquad (0724.6.2)$$

$$\lambda_2 = C_c \qquad (0724.6.3)$$

λ : (식 0724.6.2)와 (식 0724.6.3)를 통해 산정한 기둥 세장비 중 최댓값

(2)용접되지 않은 부재의 경우 부재의 공칭좌굴강도 $P_n = P_{no}$는 B_c와 D_c를 통해 산정하고, 용접된 부재의 경우 부재의 공칭좌굴강도는 C_c, <표 0724.3.2.>, <표 0724.3.3.>과 F_{cy}를 통해 산정한다.

(3)전체가 용접의 영향을 받는 부재의 경우 부재의 공칭좌굴 강도 $P_n = P_w$는 B_c와 D_c를 통해 산정되고, 용접된 부재의 경우 부재의 공칭좌굴강도는 <표 0724.3.2.>과 F_{cw}를 통해 산정된다.

(4)부재의 단면이 용접된 경우:

① 양단부가 지지되었으며 부재의 단부로부터 $0.05L$ 이상 길이로 용접되지 않은 경우

$$P_n = P_{no} \qquad (0724.6.4.)$$

여기서, L=부재 길이

② 양단부가 지지되었으며 부재의 단부로부터 $0.05L$ 이상 길이로 용접되었거나 한쪽 단부만 부재의 단면에 용접이 되어 지지되어 있는 경우

$$P_n = P_{nw} \qquad (0724.6.5)$$

③ 부재의 길이방향으로 용접된 경우

$$P_n = P_{no}(1 - A_{wz}/A_g) + P_{nw}(A_{wz}/A_g) \qquad (0724.6.6)$$

0724.6.3 국부좌굴

부재의 국부좌굴강도는 가중평균방법을 통해서 산정한다.

$$P_n = \sum_{i=1}^{n} F_{ci}A_i + F_{cy}\left(A_g - \sum_{i=1}^{n} A_i\right) \qquad (0724.6.7)$$

여기서,

F_{ci} : 0724.3.5.(1)①이나 0724.3.5(1)②를 통해 산정한 부재 i의 국부좌굴응력

A_i : 부재 i의 단면적

0724.6.4 부재좌굴과 국부좌굴의 상호작용

탄성좌굴응력 F_e 값이 부재의 좌굴응력 F_c보다 작을 경우 부재의 공칭 압축강도는 다음 값 이상이어서는 안 된다.

$$P_n = \left[\frac{0.85\pi^2 E}{\lambda^2}\right]^{1/3} F_e^{2/3} A_g \qquad (0724.6.8)$$

0724.7 휨부재

이 절은 다음 중 하나의 경우에 해당하는 부재에 적용한다.

(1)주축에 평행하며 전단중심을 통과하는 평면에 재하되는 경우

(2)부재 길이방향 축에 대한 회전강성이 지점과 재하위치에 구속된 경우

0724.7.1 일반사항

휨부재의 설계휨강도 $\phi_b M_n$은 한계상태에서의 항복, 파단, 국부좌굴, 횡비틀림좌굴 중 작은 값을 사용한다.

ϕ_b = 0.75(파단), 0.90(기타 휨한계상태)

0724.7.2 항복 및 파단

(1)항복한계상태에 대해 기성품의 공칭휨강도 M_n은 ZF_{cy}, $1.5S_tF_{ty}$와 $1.5S_cF_{cy}$ 중 가장 작은 값을 사용한다.

(2)항복한계상태에 대해 주조품의 공칭휨강도 M_n은 S_tF_{ty}와, S_cF_{cy} 중 가장 작은 값을 사용한다.

(3)파단한계상태에 대해 공칭휨강도는 다음과 같다.

$$M_n = ZF_{tu}/k_t \qquad (0724.7.1.)$$

여기서,

Z : 소성단면계수

S_t : 중립축에서 인장측의 단면계수

S_c : 중립축에서 압축측의 단면계수

0724.7.3 국부좌굴

평판요소와 곡면요소의 조합으로 이루어진 형태의 국부좌굴에 의한 공칭휨강도 M_{nlb}는 가중평균법으로 산정할 수 있다. 단, 국부좌굴한계상태는 와이어, 로드, 강봉에 적용할 수 없다.

$$M_{nlb} = F_c I_f / c_{cf} + F_b I_w / c_{cw} \qquad (0724.7.2)$$

여기서,

F_c : 0724.3.5.(2)①이나 0724.3.5(2)②를 통해 산정한 균일압축하중을 받는 요소의 응력

F_b : 0724.3.5.(2)①이나 0724.3.5(2)②를 통해 산정한 휨압축하중을 받는 요소의 응력

c_{cf} : 균일압축하중을 받는 요소의 중심선에서 단면중심축까지의 거리

c_{cw} : 휨압축 하중을 받는 요소의 압축연단에서 단면중심축까지의 거리

I_f : 단면중심축에서 측정한 균일압축하중을 받는 요소의 단면2차모멘트. 균일압축을 받는 요소, 균일인장을 받는 요소를 포함한다.

I_w : 단면중심축에서 측정한 휨압축하중을 받는 요소의 단면2차모멘트. 균일압축을 받는 요소, 균일인장을 받는 요소를 포함한다.

단면중심축에서 압축 플랜지보다 더 먼 위치에 스티프너가 설치되어 있다면, 휨압축강도는 다음 값 이상이어서는 안 된다.

$$F_{cy} I_f / c_{cs} + F_b I_w / c_{cw} \qquad (0724.7.3)$$

여기서

c_{cs} : 단면중심축에서부터 균일압축을 받는 요소의 최단부까지의 거리

0724.7.4 횡비틀림좌굴강도

(1)횡비틀림좌굴 한계상태에서의 x축으로 지정된 공칭휨강도 M_{nmb}는 <표 0724.7.1.>과 같다.

<표 0724.7.1.> 한계상태에 따른 횡비틀림좌굴강도

한계상태	M_{nmb}	세장비 제한
비탄성좌굴	$M_{np}\left(1 - \frac{\lambda}{C_c}\right) + \frac{\pi^2 E \lambda S_{xc}}{C_c^3}$	$\lambda < C_c$
탄성좌굴	$\pi^2 E S_{xc} / \lambda^2$	$\lambda \geq C_c$

(2)용접되지 않은 부재의 경우 횡비틀림좌굴강도 $M_{nmb} = M_{nmbo}$는 C_c를 사용하여 산정하며, 용접되지 않은 재료는 표 <표 0724.3.2.>와 <표 0724.3.3.>의 F_{cw}를 통해 산정된다.

(3)전체가 용접의 영향을 받는 부재의 경우 부재의 공칭 횡비틀림 좌굴강도 $M_{nmb} = M_{nmbo}$는 C_c를 통해 산정되고, 용접된 재료는 <표 0724.3.2.>의 F_{cyw}를 통해 산정된다.

(4)부재의 단면이 용접된 경우:

① 양단부가 지지되었으며 부재의 단부로부터 $0.05L$ 이상 용접되지 않은 경우 $M_{nmb} = M_{nmbo}$

② 양단부가 지지되었으며 부재의 단부로부터 $0.05L$ 이상 용접되었거나 한쪽 단부만 부재의 단면에 용접이 되어

지지되어 있는 경우 $M_{nmb} = M_{nmbw}$

③ 부재의 길이방향으로 용접된 경우, 부재의 공칭 좌굴 강도는 다음과 같다.

$$M_{nmb} = M_{nmbo}(1 - A_{wz}/A_f) + M_{nmbw}(A_{wz}/A_f) \quad (0724.7.5)$$

여기서

A_f : 중심축에서 $2c/3$이상 떨어진 부분의 면적

c : 중심축에서 압축연단까지의 거리.

0724.7.4.1 횡좌굴모멘트수정계수 C_b

(1)기본적으로 횡좌굴모멘트수정계수는 0706.1에 따라 산정하여 적용한다.

(2)다만, 다음의 경우는 별도로 고려한다.

① 양단이 지지된 경우 : 균일 휨하중을 받는 부재의 경우, $C_b = 1$을 사용한다.

② 캔틸레버 : 2축대칭인 단면 부재가 자유단에서 횡지지 되어 있지 않다면 C_b값은 하중의 경우에 따라 <표 0724.6.2.>에 의해 결정해야 한다.

<표 0724.7.2.> 하중에 따른 캔틸레버의 횡좌굴모멘트수정계수

하중	C_b
캔틸레버 자유단의 단면 도심에 집중하중이 작용하는 경우	1.3
길이 전체에 걸쳐 단면 도심에 등분포하중이 작용하는 경우	2.1

③ 1축 대칭 형태의 단면의 횡지지점 사이에 대한 C_b는 $I_{yc}/I_y \leq 0.1$ 이거나 $I_{yc}/I_y \geq 0.9$일 때, $C_b = 1.0$을 적용한다.

0724.7.4.2 횡비틀림좌굴의 세장비

(1) 휨축에 대칭인 단면

휨축에 대칭인 단면 형상의 세장비는 다음과 같다.

$$\lambda = \frac{L_b}{r_{ye}\sqrt{C_b}} \quad (0724.7.6)$$

여기서 r_{ye}는 다음과 같이 구한다.

① 횡지지점 사이의 보 단부에만 모멘트가 발생하는 경우 또는 보의 중심축이나 횡지지점에 횡방향하중이 작용하

는 경우

$$r_{ye} = \sqrt{\frac{\sqrt{I_y}}{S_x}\sqrt{C_w + 0.038JL_b^2}} \qquad (0724.7.7)$$

② 횡지지점 사이의 보 상부 또는 하부 연단에 횡방향하중이 작용하는 경우(즉, 보가 좌굴할 경우 하중은 보와 함께 횡방향으로 이동할 수 있는 경우), y축이 휨의 주축인 경우에 대하여 :

$$r_{ye} = \sqrt{\frac{I_y}{S_x}\left[\pm\frac{d}{4} + \sqrt{\frac{d^2}{16} + \frac{C_w}{I_y} + \frac{0.038JL_b}{I_y}}\right]} \qquad (0724.7.8.)$$

여기서,

d: 보의 춤으로 하중이 전단중심으로 향하는 방향 경우 음수, 전단중심에서 멀어지는 방향일 경우 양수를 적용

I_y : y축의 단면2차모멘트

S_x : x축의 단면계수

(2) 휨축에 대칭이지 않은 개방형 단면

휨축에 대칭이지 않은 개방형 단면 형상이 $I_{yc} \le I_{yb}$인 경우, 세장비는 식(0724.7.8)을 이용하여 산정하고, I_y, S_x와 J를 이용하여 r_{ye}를 구할 수 있으며, 두 플랜지가 압축플랜지와 같이 전체적인 춤 d에 일정하게 남아있는 것으로 판단할 수 있다.

(3) 폐쇄형 형상

폐쇄형 형상의 세장비는 다음과 같다.

$$\lambda = 2.3\sqrt{\frac{L_b S_{xc}}{C_b\sqrt{I_y J}}} \qquad (0724.7.9)$$

(4) 각형강봉 형상

각형강봉 형상의 세장비는 다음과 같다.

$$\lambda = \frac{2.3}{t}\sqrt{\frac{dL_b}{C_b}} \qquad (0724.7.10)$$

여기서,

d: 휨 거동시 단면의 강봉 치수

t: 단면에 수직인 방향의 강봉의 치수

(5) 그 외 다른 형상

그 외 다른 형상이나 휨주축에 대해 비대칭인 형상의 세장비는 다음과 같다.

$$\lambda = \pi \sqrt{\frac{ES_x}{M_e}} \qquad (0724.7.11)$$

0724.7.5 국부좌굴과 횡비틀림좌굴의 상호작용

(1) 다음에 모두 해당하는 개방형 단면에 적용한다.

① 플랜지가 평판 요소로 균일 압축 하중을 받으며 한쪽 단부가 지지된 경우

② 플랜지의 탄성좌굴응력 F_e가 0724.4절을 통해 산정된 보의 횡비틀림좌굴하중 F_b 보다 작은 경우

(2) 횡비틀림좌굴강도는 다음 값 이상이어서는 안 된다.

$$M_{nmb} = \left[\frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ye} \sqrt{C_b}} \right)^2} \right]^{1/3} F_e^{2/3} S_{xc} \qquad (0724.7.12)$$

0724.8 전단력을 받는 부재

전단력을 받는 부재의 설계전단강도 $\phi_v V_n$은 전단좌굴, 전단항복, 전단파단 한계상태 중 작은 값을 사용한다.

ϕ_v = 0.75(전단파단)

= 0.90(전단좌굴 또는 전단항복)

0724.8.1 전단파단

(1)전단파단 한계상태에 대한 공칭전단강도 V_n은 다음과 같다.

① 평판 웨브 또는 봉 부재의 경우

가) 용접되지 않은 부재

$$V_n = F_{su} A_n / k_t \qquad (0724.8.1)$$

나) 용접된 부재

$$V_n = F_{su}(A_n - A_{wz})/k_t + F_{suw} A_{wz} \qquad (0724.8.2)$$

여기서,

A_n: 웨브 또는 봉의 순단면적

A_{wz}: 웨브 또는 봉 면적 중 용접의 영향을 받은 면적

② 파이프, 원형 또는 타원형 강관 부재의 경우

가) 용접되지 않은 부재

$$V_n = F_{su}A_u/(2k_t) \qquad (0724.8.3)$$

나) 용접된 부재

$$V_n = F_{su}(A_n - A_{wz})/(2k_t) + F_{suw}A_{wz}/2 \quad (0724.8.4)$$

여기서,

A_n: 파이프 또는 강관의 순단면적

A_{wz}: 파이프 또는 강관의 면적 중 용접의 영향을 받은 면적

0724.8.2 전단항복 및 전단좌굴

(1)전단항복과 전단좌굴에 대한 공칭전단강도 V_n은 다음과 같다.

① 용접되지 않은 구조부재

$$V_n = F_{so}A_v \qquad (0724.8.5)$$

② 용접된 부재

$$V_n = F_{so}(A_v - A_{wz}) + F_{sw}A_{wz} \qquad (0724.8.6)$$

여기서,

F_{so} : 단면의 어느 부분도 용접의 영향을 받지 않은 경우의 전단응력. 용접되지 않은 재료의 좌굴계수 (<표 0724.3.2.>와 <표 0724.3.3.>)와 F_{sy}를 사용한다.

F_{sw}: 전체 단면이 용접의 영향을 받은 경우의 전단응력. 용접의 영향을 받은 구간에 해당하는 좌굴계수 (<표 0724.3.2.>)와 F_{syw}를 사용한다.

A_v: 전단면적

A_{wz}: 전단면적에서 용접의 영향을 받은 부분

(2)전단면적은 다음과 같이 산정한다.

① 양단지지 또는 일단지지의 평판 웨브 부재의 경우

$$A_v = dt \qquad (0724.8.7)$$

여기서,

d : 보의 춤

t : 웨브의 두께

② 파이프, 원형 또는 타원형 강관 부재의 경우

$$A_v = \pi(D_o^2 - D_i^2)/8 \qquad (0724.8.8)$$

여기서,

D_o : 파이프 혹은 강관의 외경

D_i : 파이프 혹은 강관의 내경

③ 봉 부재의 경우

$$A_v = \pi D^2/4 \qquad (0724.8.9)$$

여기서,

D : 봉의 지름

(3)전단응력은 다음과 같이 산정한다.

①양단지지의 평판 웨브 부재의 경우, F_s는 <표 0724.7.1>을 통해 결정한다.

<표 0724.7.1.> 한계상태에 따른 전단강도

한계상태	F_s	b/t
항복	F_{sy}	$b/t \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$B_s - 1.25D_s b/t$	$\lambda_1 < b/t < \lambda_2$
탄성좌굴	$\dfrac{\pi^2 E}{(1.25b/t)^2}$	$b/t \ge \lambda_2$

여기서,

$$\lambda_1 = \frac{B_s - F_{sy}}{1.25D_s} \qquad (0724.8.10)$$

$$\lambda_2 = \frac{C_s}{1.25} \qquad (0724.8.11)$$

b는 웨브의 순높이;

$$b = \frac{a_1}{\sqrt{1 + 0.7\left(\dfrac{a_1}{a_2}\right)^2}} \qquad (0724.8.12)$$

웨브의 단면방향으로 스티프너가 설치된 경우

a_1 : 웨브의 순 높이와 스티프너들 사이의 간격 중 작은 값

a_2 : 웨브의 순 높이와 스티프너들 사이의 간격 중 큰 값

② 일단지지의 평판 웨브 부재의 경우, F_s는 <표 0724.7.2>을 통해 결정한다.

<표 0724.7.2.> 한계상태에 따른 전단강도

한계상태	F_s	b/t
항복	F_{sy}	$b/t \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$B_s - 1.25D_s b/t$	$\lambda_1 < b/t < \lambda_2$
탄성좌굴	$\frac{\pi^2 E}{(3.0b/t)^2}$	$b/t \ge \lambda_2$

여기서,

$$\lambda_1 = \frac{B_s - F_{sy}}{3.0D_s} \qquad (0724.8.13)$$

$$\lambda_2 = \frac{C_s}{3.0} \qquad (0724.8.14)$$

b : 지지되지 않은 단부에서 지지요소의 두께 중간까지의 거리

③ 파이프, 원형 또는 타원형 강관 부재의 경우, F_s는 <표 0724.7.3>을 통해 결정한다.

<표 0724.7.3.> 한계상태에 따른 전단강도

한계상태	F_s	λ
항복	F_{sy}	$\lambda \le \lambda_1$
비탄성좌굴	$1.3B_s - 1.63D_s\lambda$	$\lambda_1 < \lambda < \lambda_2$
탄성좌굴	$\frac{1.3\pi^2 E}{(1.25\lambda)^2}$	$\lambda \ge \lambda_2$

여기서,

$$\lambda_1 = \frac{1.3B_s - F_{sy}}{1.63D_s} \qquad (0724.8.15)$$

$$\lambda_2 = \frac{C_s}{1.25} \qquad (0724.8.16)$$

$$\lambda = 2.9\left(\frac{R_b}{t}\right)^{5/8}\left(\frac{L_v}{R_b}\right)^{1/4} \qquad (0724.8.17)$$

여기서,

R_b : 파이프 혹은 원형 강관의 중간 두께에 대한 반지름 또는 타원형 강관의 중간 두께에 대한 최대 반지름

t : 파이프 또는 강관의 두께

L_v : 파이프 또는 강관의 전단력이 최대인 지점에서 0인 지점까지의 길이

④ 봉 부재의 경우, $F_s = F_{sy}$

0724.8.6 조합력을 받는 부재

휨과 축력을 받는 부재는 0708를 만족해야 한다.

0724.9 접합부 설계

(1) 접합부의 설계는 기본적으로 0710에 따른다.

(2) 알루미늄구조를 위한 특별고려사항은 다음과 같다.

0724.9.1 접합재

(1)접합재와 용접이 조합된 경우 접합재는 하중을 분담하지 않는 것으로 간주한다.

(2)접합재 간의 최대 간격

① 인장 부재를 접합하는 접합재의 피치와 게이지는 $75+20t$(mm) 이하이어야 한다. 여기서, t는 외부 부재(outside component)의 두께이다.

②압축 부재를 접합하는 외부 부재는 다음을 만족해야 한다.

가) 부재의 강도는 0724의 요구조건을 만족해야 하며 유효길이 $KL = s/2$로 한다. 여기서 s는 피치이다.

나) 접합재가 여러 열로 배치된 경우, 부재의 강도는 폭 $b = 0.8g$에 대해 0724.3의 요구조건을 만족해야 한다. 여기서 g는 게이지이다.

0724.9.2 용접

다음에 해당하는 그루브용접은 완전용입용접에 해당한다.

(1)양면 모두를 용접하되, 첫 번째 용접 후 두 번째 용접을 하기 전 백가우징하여 금속면을 건전하게 형성한 경우

(2)임시 혹은 영구 뒷댐재를 사용하여 한쪽 면을 용접한 경우

(3)루트부분은 뒷댐재 없이 AC-GTAW를 사용하여 한쪽 면을 용접함한 경우

(4) keyhole mode로 한쪽 면을 용접한 경우

0725 스테인리스강구조

0725.1 일반사항

0725.1.1 적용범위

(1) 이 기준은 열처리 및 냉간압연 과정으로 생산된 강판, 강대, 판재 또는 평강 스테인리스강을 냉간성형한 부재와 형강 등을 사용하여 하중을 지지하는 건축물 및 정적하중을 받는 구조물에 사용되는 구조부재에 적용하여야 한다.
(2) 온도 또는 동적효과에 대한 적절한 허용치가 제공되는 경우에는 건축물 이외에도 이 기준을 적용할 수 있다.
(3) 인장재로 적용하는 스테인리스 강봉은 열간압연 제품을 포함할 수 있다.

0725.1.1.1 기본방침
이 기준은 한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준을 따르며 스테인리스강 구조에 관한 재료, 하중, 구조해석 및 설계방법과 단면요소의 분류사항을 규정한다.

0725.1.1.2 용어정의
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준의 용어정의에 따른다.

0725.1.1.3 기호정의
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준의 용어정의에 따른다.

0725.1.2 기타 형상 및 제작방법
이 기준에서 규정되지 않은 별도의 대체 형상이나 제작방법의 사용을 제한하지 않는다. 이러한 대체 방법은 한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 9장의 요구사항을 만족해야 하며 관련 강구조설계기준을 만족하여야 한다.

0725.1.3 재료

0725.1.3.1 적용가능 스테인리스강
(1) 스테인리스강은 다음과 같은 한국산업표준(이하 “KS”라 한다.)에 적합한 것을 사용하여야 한다.
① 오스테나이트계 : STS 301, STS 301L, STS 304, STS 304L, STS 316L
② 페라이트계 : STS 430, STS 439, STS 430J1L, STS 445NF
③ 듀플렉스계 : STS 329LD, STS 329J3L, STS 329FLD

(2) 최대 두께 제한
오스테나이트계 및 듀플렉스계 스테인리스강의 최대 두께는 6.0 mm 이하, 페라이트계 스테인리스강의 최대 두께는

3.0 mm 이하로 제한한다.

(3) 적용가능 스테인리스강 관련 KS 기준
⑪ KS D 3576 : 배관용 스테인리스 강관
① KS D 3698 : 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대
② KS D 3690 : 냉간 성형 스테인리스강 등변 ㄱ형강
③ KS D 3706 : 스테인리스 강봉
④ KS D 3692 : 냉간가공 스테인리스 강봉
⑤ KS D 7014 : 스테인리스강 피복 아크 용접봉
⑥ KS D 3696 : 용접용 스테인리스강 선재
⑦ KS B 0241 : 내식 스테인리스 강제나사 부품의 기계적 성질
⑧ KS B 1002 : 6각 볼트
⑨ KS D 3536 : 기계구조용 스테인리스강 강관
⑩ KS D 3576 : 배관용 스테인리스 강관

0705.1.3.2 기타 스테인리스강
(1) 0725.1.3.1이외의 스테인리스강은 KS에서 정한 조건을 만족하는 것을 사용할 수 있다.
(2) 0725.1.3.1에 나열된 기준에서 제시하는 스테인리스강 이외의 스테인리스강이 0725.1.3.1의 KS 기준이나 다른 관련 기준에서 요구하는 화학적 조성과 기계적 요구사항을 만족하고 생산자 혹은 구매자가 0725.1.3.1의 KS기준과 0725.1.3.3에서 제시하고 있는 절차에 따라 해석, 시험 및 기타 사항을 만족하는 경우, 이 기준을 사용할 수 있다.
(3) <표 0725.1.1>에 제시된 스테인리스강 이외의 강종과 형강의 재료정수는 별도로 산정하여야 한다.

0725.1.3.3 연성
(1) 0725.1.3.1이외의 스테인리스강을 구조부재 또는 접합부에 사용하는 경우에는 다음의 연성 요구사항을 만족하여야 한다.
① 인장강도 대 항복강도의 비는 1.08 이상이어야 한다.
② KS B 0802의 표점거리 50 mm의 금속재료 인장시험편 기준 연신율은 10% 이상이어야 한다.
(2) 이 기준 0725.2부터 0725.8의 규정은 0725.1.3.3(1)의 요구사항을 만족하여야 한다.

0725.1.3.4 두께허용오차
(1) 구조용 부재로 사용되는 냉간성형 스테인리스강 부재의 두께에 대한 허용오차는 KS 기준에서 규정하고 있는 허용오차를 준수하여야 한다.
(2) 예외적으로 모서리와 같은 굽힘부는 냉간성형에 의한 효과를 고려하여 KS 기준에서 규정하고 있는 허용오차보다 클 수 있다.

0725.1.4 하중

설계하중, 하중계수 및 하중조합은 KDS 41 10 15과 한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 1.4에 따른다.

0725.1.4.1 고정하중

고정하중은구조물 자체의 무게와 구조물의 생애주기 중 지속적으로 작용하는 수직하중을 말한다.

0725.1.4.2 활하중 및 적설하중

활하중 및 적설하중은 설계하고자 하는 구조물 관련 기준을 준수하여야 한다.

0725.1.4.3 충격하중

충격을 유발하는 활하중을 지지하는 구조물은 충격을 충분히 지지할 수 있도록 설계하고자 하는 구조물 관련 기준을 준수하여야 한다.

0725.1.4.4 풍하중 및 지진하중

풍하중 및 지진하중은 설계하고자 하는 구조물 관련 기준을 준수하여야 한다.

0725.1.4.5 물고임

눈 녹은 물이나 눈 위의 비로부터 물고임하중이 생길 때, 배수를 위한 적절한 경사가 주어져 있지 않으면 지붕에 처짐이 생기므로 이에 대한 하중을 고려하여야 한다.

0725.1.5 구조해석 및 설계

0725.1.5.1 설계의 기본

(1) 이 기준은 모든 하중조합에 대하여 구조체가 한계상태를 초과하지 않도록 부재, 접합 및 연결재와 같은 구조요소의 단면을 산정하는 하중저항계수설계법을 기초로 한다.

(2) 다음의 두 가지 한계상태를 고려하여야 한다.

① 강도한계상태 : 항복, 소성힌지의 형성, 골조 또는 부재의 안정성, 인장파괴, 피로파괴 등 안정성과 최대하중지지력에 대한 한계상태

② 사용성한계상태 : 구조물의 외형, 유지 및 관리, 내구성, 사용자의 안락감 또는 기계류의 정상적인 기능 등을 유지하기 위한 구조물의 능력에 영향을 미치는 한계상태

0725.1.5.1.1 강도설계

(1) 구조부재와 접합부의 소요강도는 0725.1.5.2의 하중조합을 적용한 구조해석에 의하여 산정하여야 한다.

(2) 강도설계는 각 구조요소나 구조체의 공칭강도에 저항계수를 곱하여 산정한 설계강도가 소요강도보다 크도록 설계하여야 한다.

(3) 설계강도는 ϕR_n이다. 여기서, ϕ는 저항계수이고, R_n은 0725.3의 접합, 0725.4의 인장재, 0725.5의 압축재,

0725.6의 휨재, 0725.7의 조합력을 받는 부재, 0725.8의 조립부재 및 가새부재에 대한 설계식에 따라 산정한 공칭강도이다. 구조부재와 접합부는 적절한 구조적 안전성을 확보하여야 한다.
(4) 저항계수는 구조부재와 접합부의 한계상태에 따라 각각의 절에 규정된 값을 사용하여야 한다.

0725.1.5.1.2 사용성설계
전체 구조물, 각 부재, 접합부 및 접합요소는 사용성에 대하여 검토하여야 한다.

0725.1.5.2 하중계수 및 하중조합
(1) 공칭하중은 설계 대상 구조물의 관련 기준에서 제시하는 최소 설계하중을 사용하여야 한다.
(2) 관련 기준이 없는 경우, 한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준의 하중과 하중조합을 사용하여야 한다.
(3) 구조물과 이를 구성하는 요소의 소요강도는 다음과 같은 하중조합 중 가장 불리한 조건을 사용하여 산정하여야 한다.

① $1.4(D+F)$ (0725.1.1)

② $1.2(D+F+T)+1.6L+0.5(L_r$ 또는 S 또는 $R)$ (0725.1.2)

③ $1.2D+1.6(L_r$ 또는 S 또는 $R)+(1.0L$ 또는 $0.65W)$ (0725.1.3)

④ $1.2D+1.3W+1.0L+0.5(L_r$ 또는 S 또는 $R)$ (0725.1.4)

⑤ $1.2D+1.0E+1.0L+0.2S$ (0725.1.5)

⑥ $0.9D+1.3W$ (0725.1.6)

⑦ $0.9D+1.0E$

여기서,

D = 고정하중
L = 활하중
L_r = 지붕활하중
S = 적설하중
W = 풍하중
E = 지진하중
T = 온도하중
F = 유체압
R = 강우하중

(4) 주차장과 공공집회 장소를 제외하고 기본등분포활하중이 5 kN/m^2 이하인 용도에 대해서는 (3)항의 하중조합 ③, ④ 및 ⑤에서 활하중에 대한 하중계수를 0.5로 조정할 수 있다.
(5) 지하수압, 토압 또는 분말 및 입자형 재료의 횡압력에 의한 하중(H)가 존재할 때는 다음의 하중계수를 적용하여 조합하여야 한다.
① H가 단독으로 작용하거나 H의 하중효과가 다른 하중효과를 증대하는 경우에는 하중계수를 1.6으로 하여야 한다.
② H의 하중효과가 영구적이면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0.9로 하여야 한다.
③ H의 하중효과가 영구적이지 않으면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0으로 하여야 한다.

0725.1.5.3 저항계수
구조부재 및 접합부의 설계강도, ϕR_n 산정을 위한 저항계수는 각 부재의 설계사항에 의한다.

0725.1.5.4 항복강도 및 냉간성형에 따른 강도증가

0725.1.5.4.1 항복강도
설계 시에 사용하는 항복강도, F_y는 0725.1.5.5에 명시된 최소항복강도, 한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 9장의 스테인리스강 시험에 의해 결정된 강도 또는 0725.1.5.4.2 냉간성형에 의해 증가된 강도를 초과할 수 없다.

0725.1.5.4.2 냉간성형에 따른 강도증가
이 절에서 허용하지 않는 한, 재료의 공칭강도는 성형하지 않은 재료의 성능을 따라야 한다. 0725.1.5.4.2.1 및 0725.1.5.4.2.2의 제한사항에 따라 제품 최종 사용단계에서의 응력으로부터 강도가 증가한 경우 냉간성형에 의한 재료강도의 증가를 허용할 수 있다.

0725.1.5.4.2.1 단면의 종류
냉간성형에 따른 강도증가에 대한 1.5.4.2 기준은 응력 방향에 상관없이 다음과 같은 경우에만 적용할 수 있다.

(1) 0725.2.2에 따라 결정된 유효폭 감소계수, ρ에 의하여 단면의 각 구성요소의 비율이 결정된 축력을 받는 부재, 휨재의 플랜지 및 각형강관 단면
(2) 외경 대 부재 두께의 비, D/t가 $0.112E_o/F_y$를 초과하지 않는 원형강관

0725.1.5.4.2.2 제한사항
냉간성형에 따른 강도증가에 대한 0725.1.5.4.2 기준의 적용은 다음 사항을 준수하여야 한다.

(1) 기계적 성능은 한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 9.3에 따라 총단면에 대하여 산정하여야

한다.

(2) 이 규정은 다음 절에만 적용하여야 한다.

① 0725.4 인장재

② 0725.5.1 중심 집중하중을 받는 압축부재

③ 0725.6.1.1 단면의 공칭휨강도

④ 0725.6.1.2 횡좌굴강도

⑤ 0725.7.2 휨과 축력의 조합력을 받는 부재

⑥ 0725.7.3 원형강관 부재

이 기준 내의 다른 모든 규정의 적용은 냉간성형 이전의 재료특성을 준수하여야 한다.

(3) 용접 및 부재에 유해한 영향을 주는 처리과정이 기계적 성질에 미치는 영향은 전체 단면에 대한 재료시험에 의해 산정하여야 한다. 단, 재료 시험편의 표점거리 내부에 용접이나 다른 처리과정이 포함되어야 한다. 이러한 영향에 대한 허용치를 부재의 구조 설계에 따라 적용하여야 한다.

0725.1.5.5 스테인리스강 재료강도 및 재료정수

이 기준에서 사용하는 스테인리스강의 재료강도 및 재료정수는 표 0725.1.1.~ 표 0725.1.7에서 정의한다. 냉간성형 스테인리스강 부재의 설계에 있어서 초기탄성계수(E_o), 포아송비(ν) 할선탄성계수(E_s) 및 접선탄성계수(E_t)의 값과 산정식은 0725.1.5.5.2에 제시되어 있다. 또한, 할선탄성계수와 접선탄성계수를 계산하기 위한 n은 표 0725.1.7에 제시된 값 또는 식 0725.1.11의 수정 Ramberg-Osgood 방정식에 따라 산정한 값을 사용하여야 한다.

0725.1.5.5.1 재료강도

0725.1.3.1의 냉간성형 구조용 스테인리스강의 강판 및 강대, ㄱ형강, 봉강, 강관과 볼트의 항복강도 및 인장강도는 KS에 규정된 값을 기초로 하며 표 0725.1.1~표 0725.1.6에 나타낸 값으로 한다.

표 0725.1.1 냉간성형 스테인리스강 강판 및 강대의 재료강도(KS D 3698), (MPa)

스테인리스강 강재 종별		최소항복강도, F_y	최소인장강도, F_u
오스테나이트계	STS301	205	520
	STS301L	215	550
	STS304	205	520
	STS304L	175	480
	STS316	205	520
	STS316L	175	480
페라이트계	STS430	205	450
	STS439	175	360
	STS430J1L	205	390
	STS445NF	245	410
듀플렉스계 (오스테나이트계 · 페라이트계)	STS329J3L	450	620
	STS329LD	450	620
	STS329FLD	450	620

표 0725.1.2 냉간성형 스테인리스강 등변 ㄱ형강의 재료강도(KS D 3690) (MPa)

스테인리스강 강재 종별		최소항복강도, F_y	최소인장강도, F_u
오스테나이트계	STS304 CA	205	520
	STS304L CA	175	480
	STS316 CA	205	520
	STS316L CA	175	480
페라이트계	STS430 CA	205	450

표 0725.1.3 냉간가공 스테인리스 강봉 (스테인리스 강봉)의 재료강도(KS D 3692) (MPa)

스테인리스강 강재 종별		항복강도, F_y	인장강도, F_u
오스테나이트계	STS304	205	520
	STS304L	175	480
	STS316	205	520
	STS316L	175	480

표 0725.1.4 기계구조용 스테인리스강 강관의 재료강도(KS D 3536) (MPa)

스테인리스강 강재 종별		항복강도, F_y	인장강도, F_u
오스테나이트계	STS304 TKA STS304 TKC	205	520
	STS316 TKA STS316 TKC	205	520
듀플렉스계 (오스테나이트계 · 페라이트계)	STS329FLD TKA STS329FLD TKA	450	620
페라이트계	STS430 TKA STS430 TKC	245	410
	STS439 TKC	205	410

표 0725.1.5 배관용 스테인리스 강관의 재료강도(KS D 3576) (MPa)

스테인리스강 강재 종별		항복강도, F_y	인장강도, F_u
오스테나이트계	STS304 TP	205	520
	STS316 TP	205	520
듀플렉스계 (오스테나이트계 · 페라이트계)	STS329FLD J3LTP STS329FLD LDTP	450	620
페라이트계	STS430 TP	245	410

표 0725.1.6 스테인리스강 볼트, 스크류 및 스터드의 재료강도(KS B 0241)

스테인리스강 강재 종별	등급	강도구분	나사지름범위	인장강도 (MPa)	0.2% 영구변형시 응력 (MPa)	파단후 신장, (mm)
오스테나이트계	A1, A2, A3, A4, A5	50	≤ M39	500	210	$0.6d$
		70	≤ M24	700	450	$0.4d$
		80	≤ M24	800	600	$0.3d$
페라이트계	F1	45	$d \leq 24$mm	450	250	$0.2d$
		60		600	410	$0.2d$

* 오스테나이트계 강도구분 70과 80의 호칭 나사 지름이 24mm를 초과하는 볼트의 기계적 성질은 사용자와 생산자간의 협약에 따르고 이 표에 따라 강도구분을 표시한다.

** d는 호칭 나사지름

*** 너트는 볼트와 동일등급에 대해 동일 인장강도를 확보하여야 한다.

**** 스테인리스강 평와셔는 KS B 1326에 따라 비커스 경도 HV 120 이상을 확보하여야 한다.

0725.1.5.5.2 재료정수

(1) 초기탄성계수, E_o

스테인리스강의 초기탄성계수(initial modulus of elasticity) E_o는 다음의 값으로 한다.

① 오스테나이트계(austenitic type) : 195,000 MPa

② 페라이트계(ferritic type) : 200,000 MPa

③ 듀플렉스계(오스테나이트계 · 페라이트계)(duplex type) : 195,000 MPa

(2) 푸아송비, ν

스테인리스강의 푸아송비(Poisson's ratio) ν는 0.3으로 한다.

(3) 초기전단탄성계수, G_o

스테인리스강의 초기전단탄성계수(initial shear modulus) G_o는 다음과 같이 산정한다.

$$G_o = E_o/(2(1+\nu)) \qquad (0725.1.1)$$

(4) 할선탄성계수, E_s 및 접선탄성계수, E_t

스테인리스강의 응력-변형률 곡선에 따른 냉간성형 스테인리스강 구조부재설계를 위한 할선탄성계수(E_s), 접선탄성계수(E_t), 소성저감계수(η)가 주어진다. 이러한 스테인리스강의 재료물성은 수정 Ramberg-Osgood 방정식(Modified Ramberg-Osgood Equation)의 해석적 표현에 의해 산정한다.

- 할선탄성계수(secant modulus) E_s는 다음과 같이 산정한다.

$$E_s = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{E_o}{\left[1 + 0.002E_o\left(\frac{\sigma^{n-1}}{F_y^n}\right)\right]} \qquad (0725.1.2)$$

– 접선탄성계수(tangent modulus) E_t는 비탄성영역에서 응력–변형률 곡선의 기울기로서 정의된다. 따라서 접선탄성계수는 다음과 같이 산정한다.

$$E_t = \frac{d\sigma}{d\epsilon} = \frac{E_o F_y}{F_y + 0.002nE_o\left(\frac{\sigma}{F_y}\right)^{n-1}} \qquad (0725.1.3)$$

– 할선탄성계수 및 접선탄성계수를 구하기 위한 n값은 표 0725.1.7에 나타낸 값으로 하며, 이 기준에 포함되지 않은 스테인리스강에 대해서는 스테인리스강의 인장강도시험 결과를 통해 얻어진 두 재료정수를 적용하고자 하는 경우에는 다음의 식(0725.1.4)을 사용하여 그 값을 산정한다.

표 0725.1.7 스테인리스강 강재 종별 n값

스테인리스강 강재 종별		n값
오스테나이트계	STS301	10.30
	STS301L	5.94
	STS304	7.74
	STS304L	11.80
	STS316	7.59
	STS316L	11.51
페라이트계	STS430	9.81
	STS439	11.95
	STS430J1L	14.92
	STS445NF	12.86
듀플렉스계 (오스테나이트계 · 페라이트계)	STS329J3L	6.94
	STS329LD	12.0
	STS329FLD	7.62

$$n = \ln(20)/\ln(F_y/R_{p0.01}) \qquad (0725.1.4)$$

여기서,

$R_{p0.01}$ = 0.01% 오프셋 항복 응력(offset yield stress)

(5) 소성저감계수, η

냉간성형 스테인리스강 구조부재 설계에 적용되는 소성저감계수, η는 할성계수와 접선계수를 사용하여 다음 식으로 산정한다.

– 양연지지판 압축요소의 경우,

$$\eta = \sqrt{\frac{E_t}{E_s}} = \sqrt{\frac{F_y}{F_y + 0.002nE_o\left(\frac{\sigma}{F_y}\right)^{n-1}}} \qquad (0725.1.5)$$

– 자유돌출판 압축요소의 경우,

$$\eta = \frac{E_s}{E_o} = \frac{1}{1 + 0.002E_o\left(\frac{\sigma^{n-1}}{F_y^n}\right)} \qquad (0725.1.6)$$

(6) 유효비례한계 대 항복강도 비, F_{pr}/F_y

유효비례한계 대 항복강도 비, F_{pr}/F_y는 표 0725.1.8에 나타낸 값으로 하며, 이 기준에 포함되지 않은 스테인리스강에 대해서는 스테인리스강의 인장강도시험 결과를 통해 얻을 수 있다.

표 0725.1.8 스테인리스강 강재 종별 F_{pr}/F_y값

스테인리스강 강재 종별		F_{pr}/F_y값
오스테나이트계	STS301	0.62
	STS301L	0.49
	STS304	0.40
	STS304L	0.52
	STS316	0.53
	STS316L	0.53
페라이트계	STS430	0.58
	STS439	0.59
	STS430J1L	0.67
	STS445NF	0.67
듀플렉스계 (오스테나이트계 · 페라이트계)	STS329J3L	0.52
	STS329LD	0.43
	STS329FLD	0.44

0725.2 단면요소의 분류

0725.2.1 최대폭두께비

0525.2.1.1 플랜지 최대폭두께비

0725.2.1.1.1 최대폭두께비

최대 허용폭두께비(w/t)는 중간스티프너는 무시하고 요소의 실제두께 t를 사용하여 다음과 같이 산정한다.

(1) 웨브와 접합된 자유돌출판 압축요소, 플랜지요소, 단순 립으로 구속된 압축요소의 경우,

$$(w/t)_{\max} = 50$$

0725.2.4.2에 따라 $I_s > I_a$이고 $D/w < 0.8$인 다른 모든 스티프너의 경우,

$$(w/t)_{\max} = 90$$

(2) 양연지지판 압축요소의 경우,

$$(w/t)_{\max} = 400$$

(3) 0725.2.4.2에 따라 $I_s < I_a$이고 $D/w < 0.8$인 연단스티프너를 갖는 자유돌출판 압축요소의 경우,

$$(w/t)_{\max} = 50$$

여기서,

w = 평판 폭
t = 평판 두께
D = 립의 전체 깊이
I_a = 각 압축요소가 양연지지판 요소로 거동할 때 스티프너의 단면2차모멘트
I_s = 구속된 요소와 평행한 중립축에 대한 스티프너의 단면2차모멘트

0725.2.1.1.2 플랜지 면외변형

휨재의 플랜지 폭이 과도하게 넓고, 면외변형에 대한 최댓값의 제한이 필요할 때, 다음 식을 압축과 인장 플랜지에 적용하여야 한다.

$$w_f = \sqrt{\frac{0.061 t d E_o}{f_{av}}} \times \sqrt[4]{\frac{100 c_f}{d}} \qquad (0725.2.1)$$

여기서,

w_f = 플랜지폭 또는 각형강관형 또는 U형 보 웨브 간 거리의 1/2
t = 플랜지 두께
c_f = 면외변형의 크기(단, 단면깊이의 5% 이내로 제한한다)
d = 보춤
E_o = 0725.1.5.5.2에 제시된 초기탄성계수
f_{av} = 전체 플랜지 폭에서 평균응력(유효설계폭 개념에 의해 부재가 설계된 경우, 평균응력은 실제폭에 유효설계폭비를 곱한 최대응력과 동등하다)

0725.2.1.1.3 전단지연 효과

보의 경간길이가 $30w_f$보다 짧고 단일 집중하중을 받는 경우 또는 $2w_f$보다 큰 간격의 다중 하중을 받는 경우, 인장 또는 압축플랜지의 유효설계폭은 다음 표 0725.2.1과 같이 유효설계폭비 이하이어야 한다.

<표 0725.2.1> 짧은 H형강의 허용 가능한 실제 폭에 대한 유효설계폭비

L/w_f	유효설계폭비	L/w_f	유효설계폭비
30	1.00	14	0.82
25	0.96	12	0.78
20	0.91	10	0.73
18	0.89	8	0.67
16	0.86	6	0.55

* L : 단순보의 전체 경간길이, 연속보에서의 변곡점 사이 거리 또는 캔틸레버 보 길이의 2 배
** w_f : H형 보와 유사단면의 웨브 위에 투영되는 플랜지 폭 또는 각형강관, U형 단면의 웨브 간 거리의 1/2
*** H형 보 또는 바깥쪽 연단이 립으로 보강된 유사한 형태의 단면의 플랜지의 경우, w_f는 웨브 위에 플랜지 투영길이와 립춤의 합이다.

0725.2.1.2 웨브 최대 폭두께비

휨재 웨브의 폭두께비, h/t는 다음의 제한조건 이하이어야 한다.

(1) 비보강 웨브

$$(h/t)_{\max} = 200$$

(2) 07052.6의 요구조건을 만족하는 수평스티프너

– 지압스티프너만을 사용하는 경우,

$(h/t)_{\max} = 260$

– 지압스티프너와 중간스티프너를 사용하는 경우,

$(h/t)_{\max} = 300$

여기서,

h = 웨브 면을 따라 측정한 웨브의 평평한 부분의 깊이

t = 웨브 두께

단, 웨브가 두 개 이상의 판으로 구성되는 경우, 폭두께비는 각각의 평판에 대하여 산정하여야 한다.

0725.2.2 양연지지판 요소의 유효폭

0725.2.2.1 균일 압축을 받는 양연지지판 요소

0725.2.2.1.1 내력산정을 위한 유효폭

균일 압축을 받는 양연지지판 요소의 유효폭, b는 다음 식을 사용하여 결정하여야 한다.

$\lambda \le 0.673$ 일 때

$$b = w \qquad (0725.2.2)$$

$\lambda > 0.673$ 일 때

$$b = \rho w \qquad (0725.2.3)$$

여기서,

w= 평판 폭(지압판의 폭)(그림 2.2.1)

ρ : 감소계수 $(= \frac{1-0.22/\lambda}{\lambda})$ (0725.2.4)

단, λ는 다음 식에 의해 산정되는 세장비이다.

$$\lambda = \left(\frac{1.052}{\sqrt{k}}\right)\left(\frac{w}{t}\right)\left(\sqrt{\frac{f}{E_o}}\right) \qquad (0725.2.5)$$

여기서,

t : 균일 압축력을 받는 양연지지판 요소의 두께

f : 유효설계 폭에 근거한 압축요소의 응력

E_o : 초기탄성계수

k : 평판 좌굴계수(웨브에 의해 지지된 양연지지판 요소의 경우에 평판좌굴계수는 4.0이며, 연단 스티프너 또는 단일 중간스티프너로 보강된 요소의 경우에 평판좌굴계수는 0725.2.4를 준수하여야 한다)

f는 다음과 같이 산정한다.

휨부재의 경우,

(1) 휨부재의 경우,
– 0725.6.1.1(1)의 절차를 적용하는 경우,
요소의 초기 압축항복이 고려되는 경우, $f = F_{yc}$이고 요소의 초기압축항복이 고려되지 않는 경우, f는 초기항복모멘트, M_y에 대하여 유효단면을 고려하여 결정하여야 한다.
– 0725.6.1.1(2)의 절차를 적용하는 경우,
f는 유효단면을 근거로 결정된 공칭모멘트, M_n에서의 요소 응력이다.
– 0725.6.1.2를 적용하는 경우,
$f = M_c / S_f$이다.

(2) 압축부재의 경우,
f는 0725.5.2의 공칭좌굴응력, F_n과 동일하다.

0725.2.2.1.2 처짐산정을 위한 유효폭

처짐산정에 사용되는 유효폭은 다음 식을 사용하여 결정한다.

(1) $\lambda \leq 0.673$ 일 때,

$$b_d = w \qquad (0725.2.6)$$

(2) $\lambda > 0.673$ 일 때,

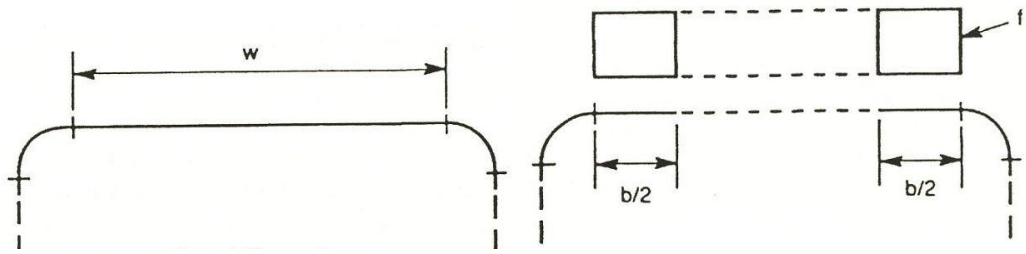
$$b_d = \rho w \qquad (0725.2.7)$$

여기서,
w : 평판 폭
ρ : 식 (0725.2.4.)과 식(0725.2.5)로 부터 결정되는 감소계수,
단, f는 f_d로 대체한다. 여기서, f_d는 고려 대상 요소에서 계산된 압축응력이고, 식(0725.2.5)의 초기탄성계수, E_o는 다음의 감소탄성계수, E_r로 대체한다.

$$E_r = \frac{E_{st} + E_{sc}}{2} \qquad (0725.2.8)$$

여기서, E_{st}= 인장플랜지의 할선탄성계수
E_{sc}= 압축플랜지의 할선탄성계수

할선탄성계수 값은 0725.1.5.5.2의 식 (0725.1.2)를 사용하여 결정한다.



(a) 실제요소 (b) 유효요소에 대한 유효요소에 대한 와 응력

[그림 0725.2.1.] 균일 압축을 받는 양연지지판 요소

0725.2.2.2 웨브와 응력구배를 갖는 양연지지판 요소의 유효폭

0725.2.2.2.1 내력산정을 위한 유효폭

[그림 0725.2.2]의 유효폭 b_1과 b_2는 다음 식을 사용하여 결정하여야 한다.

$$b_1 = \frac{b_e}{3-\psi} \qquad (0725.2.9)$$

(1) $\psi \leq -0.236$인 경우,

$$b_2 = \frac{b_e}{2} \qquad (0725.2.10)$$

단, b_1+b_2는 유효단면을 기초로 산정한 웨브의 압축 부분을 초과해서는 안된다.

(2) $\psi > -0.236$인 경우,

$$b_2 = b_e - b_1 \qquad (0725.2.11)$$

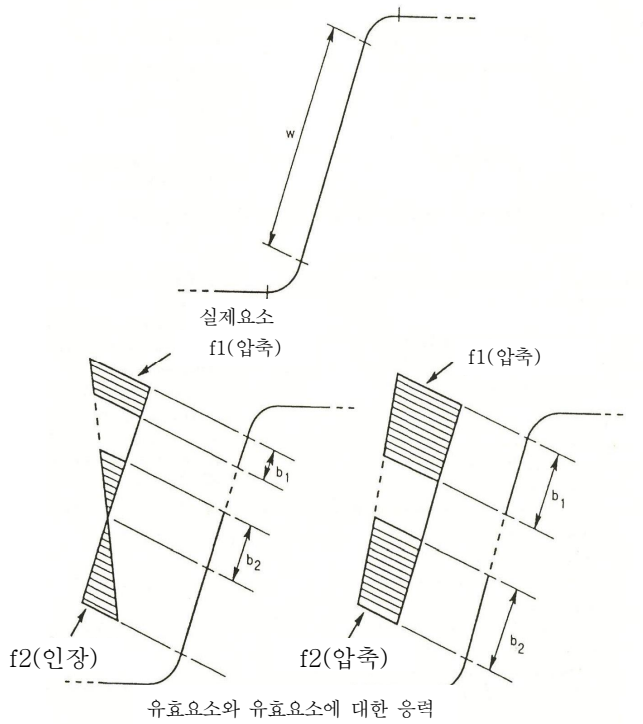
여기서,

b_e= 0725.2.2.1에 따라 결정된 유효폭 b로, f를 f_1으로 대체하고 다음 식에 의해 산정된 평판좌굴계수 k를 사용하여야 한다.

$$k = 4 + 2(1-\psi)^3 + 2(1-\psi) \qquad (0725.2.12)$$

여기서, $\psi = f_2/f_1$

f_1, f_2= 그림 0725.2.2에서 유효단면을 기초로 산정한 응력으로, f_1은 압축(+)응력이고 f_2는 인장(−)응력 또는 압축(+)응력이 될 수 있다. f_1과 f_2가 모두 압축응력인 경우, $f_1 \geq f_2$이다.



[그림 0725.2.2] 웨브와 응력구배를 갖는 양연지지판 요소

0725.2.2.2.2 처짐산정을 위한 유효폭

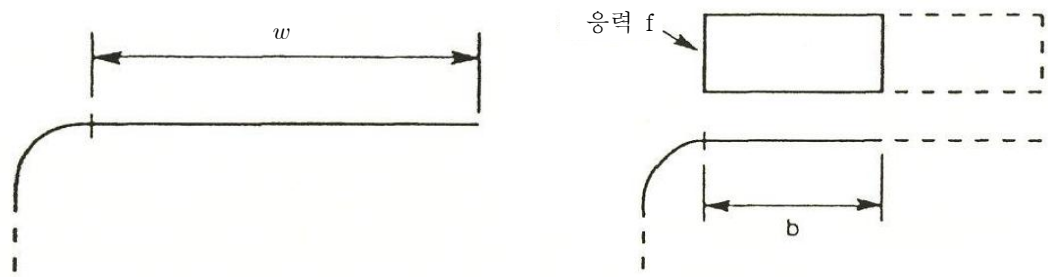
처짐을 계산할 때 사용되는 유효폭은 0725.2.2.2.1을 따른다. 단, f_1과 f_2를 f_{d1}과 f_{d2}로 대체할 경우는 예외로 한다. 여기서 f_{d1}, f_{d2}는 처짐산정을 위해 그림 0725.2.2에 따라 산정한 응력 f_1과 f_2이다. 상기의 계산과정은 처짐산정 시 하중에서의 유효단면을 기초로 산정한다.

0725.2.3 자유돌출판 요소의 유효폭

0725.2.3.1 균일 압축을 받는 자유돌출판 요소

0725.2.3.1.1 내력산정을 위한 유효폭

균일 압축을 받는 자유돌출판 요소의 유효폭, b는 0725.2.2.1.1에 따라 산정하여야 한다. 단, 평판좌굴계수 k는 0.5를 적용하고 평판폭 w는 그림 0725.2.3과 같이 결정하여야 한다.



(a) 실제요소 (b) 유효요소와 유효요소에 대한 응력

[그림 0725.2.3] 균일 압축을 받는 자유돌출판 요소

0725.2.3.1.2 처짐산정을 위한 유효폭

처짐을 산정할 때 적용되는 유효폭은 0725.2.2.2.1을 준수하여야 한다. 단, 처짐산정을 위해 f를 f_d로 대체하고 k는 0.5로 한다.

0725.2.3.2 응력구배를 갖는 자유돌출판 요소와 연단스티프너

0725.2.3.2.1 내력산정을 위한 유효폭

응력구배를 갖는 자유돌출판 압축요소와 연단스티프너의 유효폭 b는 0725.2.2.1.1에 따라 산정하여야 한다. 단, 그림 0725.2.5와 같이 요소에서 f는 f_3로 대체하고 k는 0.5로 한다.

0725.2.3.2.2 처짐산정을 위한 유효폭

응력구배를 갖는 자유돌출판 압축요소와 연단스티프너의 유효폭 b는 0725.2.2.1.2에 따라 결정하여야 한다. 단, 처짐산정을 위해 f를 f_{d3}로 대체하고 k는 0.5로 한다.

0725.2.4 연단스티프너 또는 단일 중간스티프너를 갖는 요소의 유효폭

이 절에서 사용된 기호의 정의는 다음과 같다.

S = $1.28\sqrt{E_o/f}$ (0725.2.11)

k = 판 좌굴계수;

b_o = 그림 0725.2.4에 표시된 치수

d, w, D = 그림 0725.2.5에 표시된 치수

d_s = 이 절에서 규정한 스티프너의 감소 유효폭으로, d_s는 0725.2.4.2에 따라 산정하며 전체 유효단면 성질을 계산할 때 사용된다(그림 0725.2.5 참조).

d'_s = 2.3.1절에 따라 계산한 스티프너 유효폭(그림 0725.2.5 참조)

C_1, C_2 = 그림 0725.2.4 및 0725.2.5에 정의된 계수

A_s = 이 절에 규정된 스티프너의 감소면적으로 전체 유효단면 성질을 계산할 때 사용된다. 스티프너의 도심은 스티프너 전체면적의 도심으로 가정한다. 도심축에 대한 스티프너의 단면2차모멘트는 스티프너 전체단면의 단면2차모멘트로 한다.

I_a = 각 압축요소가 양연지지판 요소로 거동할 때 스티프너 단면2차모멘트

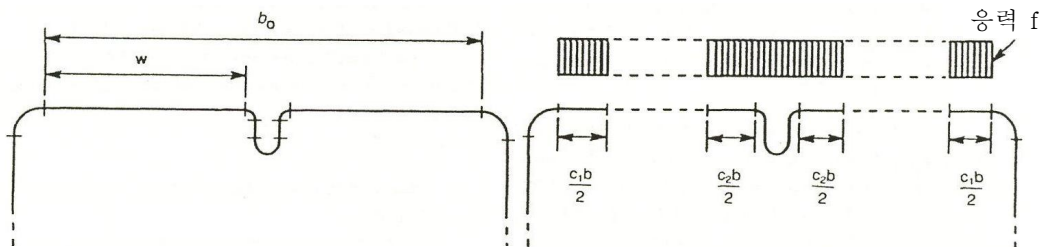
I_s = 구속된 요소와 평행한 중립축에 대한 스티프너 단면2차모멘트

A'_s = 스티프너 유효단면적. 연단스티프너의 경우, 스티프너와 구속될 요소 사이의 곡면 코너부는 스티프너의 일부로 고려하지 않는다.

[그림 0725.2.5]의 연단스티프너의 경우,

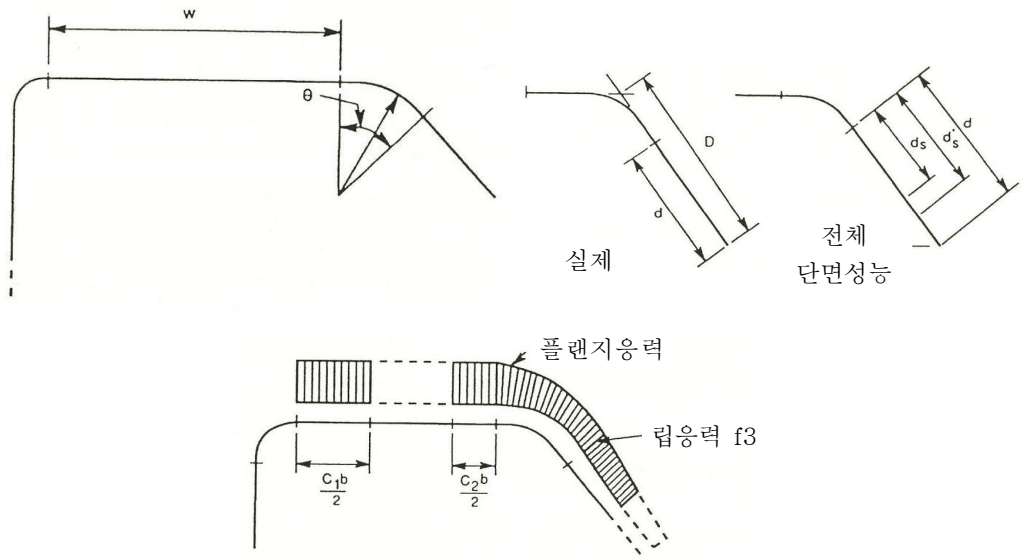
$$I_s = (d^3 t \sin^2\theta)/12 \quad (0725.2.12)$$

$$A_s^{'} = d_s^{'} t \quad (0725.2.13)$$



(a) 실제요소 (b) 유효요소와 유효요소에 대한 응력

[그림 0725.2.4] 중간스티프너를 갖는 요소



유효요소와 유효요소에 대한 응력

[그림 0725.2.5] 연단스티프너를 갖는 요소

0725.2.4.1 중간스티프너를 갖는 균일 압축요소

0725.2.4.1.1 내력산정을 위한 유효폭

(1) 경우 1

$b_o/t \le S$ (07252.14)

$I_a = 0$ (중간 스티프너 불필요) (0725.2.15)

$b = w$ (0725.2.16)

$A_s = A'_s$ (0725.2.17)

(2) 경우 2

$$S < \frac{b_0}{t} < 3S \qquad (0725.2.18)$$

$$\frac{I_a}{t^4} = (\frac{50(\frac{b_0}{t})}{s}) - 50 \qquad (0725.2.19)$$

단, b와 A_s는 0725.2.2.1.1에 따라 산정하여야 한다.

여기서,

$$k = 3(\frac{I_s}{I_a})^{1/2} + 1 \leq 4 \qquad (0725.2.20)$$

$$A_s = A_s^{'}(\frac{I_s}{I_a}) \leq A_s^{'} \qquad (0725.2.21)$$

(3) 경우 3

$$\frac{b_o}{t} \geq 3S$$

$$\frac{I_a}{t^4} = \frac{128(b_o/t)}{S} - 285 \qquad (0725.2.22)$$

단, b와 A_s는 0725.2.2.1.1에 따라 산정하여야 한다.

여기서,

$$k = 3(\frac{I_s}{I_a})^{1/3} + 1 \leq 4 \qquad (0725.2.23)$$

$$A_s = A_s^{'}(\frac{I_s}{I_a}) \leq A_s^{'} \qquad (0725.2.24)$$

0725.2.4.1.2 처짐산정을 위한 유효폭

유효폭은 0725.2.4.1.1에 따라 결정하여야 한다. 단 f를 f_d로 대체한다.

0725.2.4.2 연단스티프너를 갖는 균일 압축요소

0725.2.4.2.1 내력산정을 위한 유효폭

(1) 경우 1

$$\frac{w}{t} \le \frac{S}{3} \qquad (0725.2.25)$$

$I_a = 0$ (연단 스티프너 불필요) (0725.2.26)

$$b = w \qquad (0725.2.27)$$

−단순립 스티프너의 경우,

$$d_s = d_s' \qquad (2.4.2-4)$$

−기타 형상 스티프너의 경우,

$$A_s = A_s' \qquad (0725.2.28)$$

(2) 경우 2

$S/3 < w/t < S$

$$\frac{I_a}{t^4} = 399\left(\frac{w/t}{S} - \sqrt{\frac{k_u}{4}}\right)^3 \qquad (0725.2.29)$$

$$n = \frac{1}{2}$$

$$C_2 = \frac{I_s}{I_a} \le 1 \qquad (0725.2.30)$$

$$C_1 = 2 - C_2 \qquad (0725.2.31)$$

단, b는 0725.2.2.1에 따라 산정하여야 한다.

여기서,

$k = C_2^n(k_a - k_u) + k_u$

$k_u = 0.43$ (0725.2.32)

$40^\circ \le \theta \le 140^\circ$의 경사를 갖는 단순 립 스티프너와 $D/w \le 0.8$인 경우(θ는 그림 0725.2.5 참조),

$k_a = 5.25 - 5(D/w) \le 4.0$ (0725.2.33)

$$d_s = C_2 d_s' \qquad (0725.2.34)$$

단순립 이외의 다른 형상 스티프너의 경우,

$k_a = 4.0$

$$A_s = C_2 A_s' \qquad (0725.2.35)$$

(3) 경우 3

$w/t \ge S$

$$\frac{I_a}{t^4} = \frac{115(w/t)}{S} + 5 \qquad (0725.2.36)$$

단, C_1, C_2, b, k, d_s, A_s는 $n = 1/3$을 사용하여 0725.2.4.2.1(2)에 따라 산정하여야 한다.

0725.2.4.2.2 처짐산정을 위한 유효폭
유효폭은 0725.2.4.1.1절을 따라 결정해야 한다. 단, f를 f_d로 대체한다.

0725.2.5 중간스티프너를 갖는 연단 양연지지판 요소 또는 한개 이상의 중간스티프너를 갖는 양연지지판 요소의 유효폭

유효폭을 결정하기 위해서, 각각의 중간 스티프너가 다음과 같이 최소 단면2차모멘트, I_s를 확보하지 못할 경우, 연단 양연지지판 요소의 중간스티프너 또는 한 개 이상의 중간스티프너를 갖는 양연지지판 요소의 스티프너는 무시한다.

$$I_{\min} = \left(3.66\sqrt{\left(\frac{w}{t}\right)^2 - \frac{0.119E_o}{F_y}}\right)t^4 \qquad (0725.2.37)$$

단, $18.4t^4$ 이상이어야 한다.

여기서,
w/t = 더 큰 양연지지판 요소의 폭두께비
I_s = 구속된 요소와 평행한 중립축에 대한 전체 스티프너의 단면2차모멘트

(1) 두 개의 웨브 사이 중간스티프너의 간격이 0725.2.2.1에 따라 결정된 스티프너 사이 보조요소가 $b < w$일 경우, 두 개의 (각 웨브에 가장 가까운) 중간스티프너만이 유효한 것으로 간주한다.

(2) 한 개의 웨브와 연단스티프너 사이 중간스티프너의 간격이 0725.2.2.1에 따라 결정된 스티프너 사이 보조요소가 $b < w$일 경우, 한 개의 (웨브에 가장 가까운) 중간스티프너만이 유효한 것으로 간주한다.

(3) 중간스티프너의 간격이 0725.2.2.1에서 결정한 스티프너 사이의 요소 간격과 매우 근접한 경우($b = w$), 모든 스티프너가 유효한 것으로 간주할 수 있다. 전체의 다중 양연지지판 요소의 폭두께비를 산정할 때, 이와 같은 요소는 중간스티프너로 구속되는 않은 "등가요소"의 폭으로 대체하여 산정하여야 한다. 단, "등가요소"의 폭, b_o는 웨브의 전체 폭 또는 웨브에서 연단스티프너 사이의 거리를 적용하고, "등가요소"의 두께, t_s는 다음 식에 의해 산정하여야 한다.

$$t_s = \sqrt[3]{\frac{12I_{sf}}{b_o}} \qquad (0725.2.38)$$

여기서,

I_{sf}= 중간스티프너를 포함한 다중 양연지지판 요소 전체면적의 도심축에 대한 단면2차모멘트. 전체단면의 단면2차모멘트는 "등가요소"가 중간스티프너를 포함한 다중 구속요소(양연지지요소)의 도심축에 위치한 것으로 가정하여 산정하여야 한다. 실제 연단거리는 단면계수를 계산해서 사용한다.

(4) $w/t > 60$일 때, 요소의 유효폭 b_e는 다음 식을 사용하여 산정하여야 한다.

$$\frac{b_e}{t} = \frac{b}{t} - 0.10\left(\frac{w}{t} - 60\right) \qquad (0725.2.39)$$

여기서,

w/t = 부요소 또는 요소의 폭두께비

b = 2.2.1절의 규정에 따라 산정된 유효설계폭

b_e= 설계 시 적용하는 요소의 유효설계폭

압축보조요소 또는 감소된 유효폭을 갖는 요소의 유효구조성능 산정 시, 스티프너(연단스티프너 또는 중간스티프너)의 단면적은 다음과 같이 감소된 유효단면적을 사용한다.

$-60 < w/t < 90$인 경우,

$$A_{ef} = \frac{b_e}{w} A_{st} \qquad (0725.2.40)$$

여기서,

$$\alpha = \left(3 - \frac{2b_e}{w}\right) - \left(\frac{1}{30}\right)\left(1 - \frac{b_e}{w}\right)\left(\frac{w}{t}\right) \qquad (0725.2.41)$$

$-\frac{w}{t} \geq 90$인 경우,

$$A_{ef} = \frac{b_e}{w} A_{st} \qquad (0725.2.42)$$

단, 상기 식에서, A_{ef}와 A_{st}는 인접 요소를 배제하고 스티프너의 단면적만을 사용하여야 한다.

스티프너의 도심은 스티프너 전체면적의 도심에 위치하는 것으로 가정한다. 또한 스티프너의 도심축에 대한 단면2차모멘트는 스티프너 전체 단면적의 단면2차모멘트이어야 한다.

0725.2.6 스티프너

수직스티프너와 전단스티프너에 대한 설계규정은 KDS 41 31 00 (2.6)을 따른다.

0725.3 접합

0725.3.1 일반사항
접합은 계수하중을 적용한 하중조합에 의한 최대 축력 및 모멘트를 적절하게 전달할 수 있도록 설계하여야 한다.

0725.3.2 볼트접합
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 3.2에 따른다.

0725.3.3 용접접합
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 3.3에 따른다.

0725.4 인장재

0725.4.1 개요
인장재는 부재의 축방향으로 인장력을 받는 구조부재로서 단면의 인장강도는 다음과 같이 산정하여야 한다.

0725.4.2 인장재의 설계

한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 4.2에 따른다.

0725.5 압축재

0725.5.1 개요
이 절은 부재에 작용하는 모든 하중의 합력이 이 절에서 규정한 응력 F_n에서 계산된 유효단면의 도심을 통과하는 하나의 축하중인 부재의 압축강도를 산정하는데 적용하여야 한다.

0725.5.2 집중하중을 받는 압축부재의 설계
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 5.2에 따른다.

0725.6 휨재

0725.6.1 휨모멘트만 작용할 때의 강도
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 6.1에 따른다.

0750.6.2 전단력만이 작용할 때의 강도
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 6.2에 따른다.

0725.6.3 휨과 전단의 조합력이 작용할 때의 강도
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 6.3에 따른다.

0725.6.4 웨브 크리플링 강도
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 6.4에 따른다.

0725.6.5 휨과 웨브크리플링이 조합된 강도
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 6.5에 따른다.

0725.7 조합력을 받는 부재

0725.7.1 개요
대부분의 기둥부재에는 압축력이외에 휨모멘트도 함께 작용하게 된다. 이와 같이 축력과 휨모멘트를 동시에 받는 부재를 조합력을 받는 부재라고 하고 다음과 같이 상관식을 이용하여 구조안전성을 검토하여야 한다. 단, KS에 규정되지 않은 스테인리스 형강 등의 부재에 대해서는 실험 또는 적절한 구조해석을 통해 내력을 확인하여야 한다.

0725.7.2 축하중과 휨의 조합
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 7.2에 따른다.

0725.8 조립부재 및 가새부재

0725.8.1 조립 단면
한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 8.1에 따른다.

0725.8.2 복합 시스템
다른 재료와 함께 냉간성형강 요소를 사용한 복합구조의 부재설계는 이 기준과 다른 재료의 적용기준에 부합하여야 한다. 두 재료가 접촉된 경우, 책임구조기술자는 가능한 상호작용을 고려하여야 한다.

0725.8.3 횡가새
하중을 받는 보나 기둥의 횡방향 휨 또는 비틀림을 구속하고 부착부 지점에 국부 크리플링을 방지하도록 횡가새를 설계하여야 한다.
설계절차 및 방법은 한국강구조학회의 냉간성형 스테인리스강구조 설계기준 8.3에 따른다.

건축구조기준

제8장 강-콘크리트 합성구조

제8장 강-콘크리트 합성구조

0801 일반사항 / 0802 설계 요구사항 / 0803 재료 / 0804 구조해석 / 0805 압성단면의 분류와 강도 /
0806 축력을 받는 부재 / 0807 휨을 받는 부재 / 0808 축력과 휨의 조합 / 0809 재료계수 기반 휨압축설계 /
0810 전단강도 / 0811 하중전달 / 0812 강재앵커 / 0813 합성트러스 / 0814 합성 보-기둥 접합부 / 0815 합성데크슬래브/
0816 합성다이어프램과 하중수집보 / 0817 합성구조의 내진설계 / 0818 사용성 설계 / 0819 내화설계 /
0820 구조실험을 통한 검증

0801 일반사항

0801.1 적용범위

(1) 이 기준은 강-콘크리트 합성구조의 건축물 및 공작물의 설계와 시공에 적용한다.

(2) 적용대상은 다음과 같다.

① 압연형강, 용접형강 또는 강관이 구조용 콘크리트와 일체화된 합성부재와 그 접합부

② 철근콘크리트슬래브와 이를 지지하는 강재보가 서로 연결되어 보와 슬래브가 함께 휨에 저항하도록 구성된 강재보

③ 골(리브)방향으로 양단부에서 지지된 합성슬래브 및 캔틸레버 합성슬래브

(3) 이 기준에 규정되어 있지 않은 사항은 해당재료에 대한 기준의 규정을 따른다.

(4) 이 기준에서 정의되지 않는 경우, 실험 및 정밀구조해석방법을 통해 안전성을 입증하여 사용할 수 있다.

0801.2 용어의 정의

공칭강도 : 하중효과에 저항하기 위한 구조체 혹은 구조부재의 강도(저항계수가 적용되지 않은 값)

공칭휨강도 : 구조체나 구조부재의 하중에 대한 휨저항능력으로서, 규정된 재료강도 및 부재치수를 사용하여 계산된 값

구조해석 : 구조역학의 원리에 근거하여 구조부재 또는 접합부에 작용하는 하중효과를 산정하는 것

국부좌굴 : 부재 전체의 파괴를 유발할 수도 있는 압축판 요소의 좌굴

노출형합성보 : 강재단면이 철근콘크리트에 완전히 매입되지 않으며 기계적 연결재에 의해 철근콘크리트슬래브나 합성슬래브와 합성적으로 거동하는 합성보

매입된 강재 : 철근콘크리트에 매입된 강재단면

매입형 합성기둥 : 콘크리트기둥과 하나 이상의 매입된 강재단면으로 이루어진 합성기둥

매입형 합성보 : 슬래브와 일체로 타설되는 콘크리트에 완전히 매입되는 보

변형률적합법 : 각 재료의 응력-변형도 관계와 단면의 중립축에 대한 위치를 고려하여 합성부재의 응력을 결정하는 방법

부분강접합성접합부 : 강재기둥과 부분합성보 또는 완전합성보를 접합하며, 상부슬래브의 철근과 하부플랜지의 시트앵글(또는 다른 유사한 접합요소)에 의해 발휘되는 우력으로 휨에 저항하는 접합부

부분합성보 : 매입되지 않은 합성보로서 그 공칭휨강도가 스터드의 강도에 의해 결정되는 보

비콤팩트(비조밀)단면 : 국부좌굴이 발생하기 전에 압축요소에 항복응력이 발생할 수 있으나 회전능력이 3을 갖지 못하는 단면

사용성 한계상태 : 구조물의 외형, 유지 및 관리, 내구성, 사용자의 안락감 또는 기계류의 정상적인 기능 등을 유지하기 위한 구조물의 능력에 영향을 미치는 한계상태

설계강도 : 공칭강도와 저항계수의 곱, ϕR_n

설계하중 : 한계상태설계법의 하중조합에 따라 결정되는 적용하중

설계휨강도 : 부재의 휨에 대한 저항력으로, 공칭강도와 저항계수의 곱

세장판단면 : 탄성범위 내에서 국부좌굴이 발생할 수 있는 세장판요소가 있는 단면

소성모멘트 : 부재에 작용하는 휨모멘트가 완전소성에 도달하여 단면이 전체적으로 항복하는 것

소성해석 : 평형조건은 만족하고 응력은 항복응력이하인 완전소성거동의 가정에 근거한 구조해석

소요강도 : 한계상태설계 하중조합에 대한 구조해석에 의해 산정된 구조부재에 작용하는 힘, 응력 또는 변형을 지칭

압축강도 : 단순압축력을 받았을 때 최대응력도를 압축강도 또는 압축파괴강도라 함

앵커볼트 : 주각이나 토대를 콘크리트기초에 긴결하기 위하여 매입하는 볼트

완전합성보 : 충분한 개수의 전단연결재를 사용하여 합성단면의 공칭소성휨강도를 발휘하는 합성보

저항계수 : 공칭강도와 실제강도 사이의 불가피한 오차 또는 파괴모드 및 파괴결과가 부차적으로 유발하는 위험도를 반영하기 위한 계수, ϕ

전단연결재 : 합성부재의 두 가지 다른 재료 사이의 전단력을 전달하도록 강재에 용접되고 콘크리트 속에 매입된 스터드, ㄷ형강, 플레이트 또는 다른 형태의 강재

전소성모멘트 : 완전히 항복한 단면의 저항모멘트

접합 : 2개 이상의 단부, 표면 혹은 모서리가 접착된 영역. 파스너 혹은 용접의 사용 여부와 하중전달방법에 따라 종류를 나눌 수 있음

접합부 : 2개 이상의 부재 사이에 힘을 전달하는데 사용되는 구조요소 또는 조인트의 집합체

접합부인증위원회 : 내진강구조접합부의 인증을 위하여 책임기관에서 권한을 위임받은 전문가위원회

충전형 합성기둥 : 콘크리트로 충전된 사각 또는 원형강관으로 이루어진 합성기둥

콘크리트압괴 : 콘크리트가 극한변형률에 도달함으로써 압축파괴를 일으키는 한계상태

콘크리트충전강관 : 원형강관 또는 각형강관 속에 콘크리트를 충전한 것으로 주로 기둥부재에 쓰임

콤팩트(조밀)단면 : 완전소성 응력분포가 발생할 수 있고 국부좌굴이 발생하기 전에 약 3의 곡률연성비(회전능력)를 발휘할 수 있는 능력을 지닌 단면

한계상태 : 구조체 또는 구조요소가 사용하기에 부적당하게 되고 의도된 기능을 더 이상 발휘하지 못하는 상태(사용성 한계상태) 또는 극한하중지지능력에 도달한 상태(강도한계상태)

합성 : 내부힘의 분산에 있어 강재요소와 콘크리트요소가 일체로서 거동하는 조건

합성가새 : 철근콘크리트에 매입된 강재단면(압연 또는 용접단면) 또는 콘크리트가 충전된 강재단면으로써 가새로 사용되는 부재

합성강판전단벽 : 면외강성을 제공함으로써 강판의 좌굴을 방지할 수 있도록, 양면 혹은 한 면에 철근콘크리트가 부착된 강판으로 이루어지며 0817의 요구사항을 만족하는 벽

합성기둥 : 철근콘크리트가 피복된 강재단면이나 철근콘크리트가 충전된 강재단면을 사용한 기둥

합성보 : 강재보가 슬래브와 연결되어 하나의 구조물로서 구조적 거동을 할 수 있는 보로서, 노출형합성보와 매입형합성보가 있음
합성보통가새골조 : 0817의 요구사항을 만족하는 합성가새골조

합성부분구속모멘트골조 : 0817의 요구사항을 만족하는 합성모멘트골조
합성슬래브 : 데크플레이트에 부착되고 지지된 콘크리트슬래브로, 지진하중저항시스템의 부재 사이에 하중을 전달하는 다이어프램으로 거동하는 것
합성전단벽 : 매입되지 않은 강재단면이나 철근콘크리트에 매입된 강재단면을 경계부재로 갖는 철근콘크리트벽
합성중간모멘트골조 : 0817의 요구사항을 만족시키는 합성모멘트골조
합성특수모멘트골조 : 0817의 요구사항을 만족하는 합성모멘트골조

합성특수전단벽 : 0817의 소요조건을 충족하는 합성전단벽

합성특수중심가새골조 : 0817의 요구사항을 만족하는 합성가새골조

합성편심가새골조 : 0817의 요구사항을 만족하는 합성가새골조

항복모멘트 : 부재에 작용하는 휨모멘트가 항복모멘트에 도달하여 단면의 최연단부가 항복하는 것
횡방향철근 : 매입형 합성기둥에서 강재코어 주위의 콘크리트를 구속하는 역할을 하는 폐쇄형타이나 용접철망과 같은 철근

0801.3 주요기호

A_c : 합성기둥의 콘크리트 단면적 또는 노출형 합성보에서 유효폭 내의 콘크리트단면적, mm^2
A_g : 합성부재의 총단면적, mm^2
A_{gt} : 인장저항 총단면적, mm^2
A_{nt} : 인장저항 순단면적, mm^2
A_s : 강재의 단면적, mm^2
A_{sa} : 스터드앵커의 단면적, mm^2
A_{sh} : 띠철근의 최소단면적, mm^2
A_{sp} : 합성전단벽의 강판수평단면적, mm^2
A_{sr} : 연속된 길이방향철근의 단면적, mm^2
D : 원형강관의 외경, mm
D_c : 원형강관 내부의 심부콘크리트 직경, mm
E, E_s : 강재의 탄성계수, MPa
E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa

E_{sr} : 철근의 탄성계수, MPa

EI_{eff} : 합성단면의 유효강성, N·mm^2

F_{cr} : 강관의 국부좌굴강도, MPa

F_u : 강재의 공칭인장강도, MPa

F_u : 스터드앵커의 설계기준인장강도 또는 하현재의 최소인장강도, MPa

F_{ut} : 강재의 실험인장강도, MPa

F_y : 강재 또는 강관의 항복강도, MPa

F_y : 하현재의 최소항복강도, MPa

F_{yh} : 띠철근의 공칭항복강도, MPa

F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa

I_c : 콘크리트단면의 단면2차모멘트, mm^4

I_s : 강재단면의 단면2차모멘트, mm^4

I_{sr} : 철근단면의 단면2차모멘트, mm^4

K : 유효좌굴길이계수

L_a : ㄷ형강앵커의 길이, mm

L : 합성트러스의 설계길이, mm

L : 횡지지길이, mm

L_e : 정모멘트가 최대인 위치와 모멘트가 0인 위치 사이의 길이, mm

L_s : 반력지점에서 가력지점까지의 거리, mm

M_n : 공칭휨모멘트강도

M_p : 소성휨모멘트, N·mm

M_{test} : 실험에 의한 휨강도, N·mm

M_y : 항복휨모멘트, N·mm

N : 정모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이 안에 있는 스터드앵커 개수

P_e : 합성기둥의 탄성좌굴저항

P_n : 공칭인장강도 또는 공칭압축강도, N

P_{no} : 세장효과를 고려하지 않은 합성기둥의 공칭압축강도, N

Q_{ct} : 강재앵커 1개의 설계인장강도(= $\phi_t Q_{nt}$), N

Q_{cv} : 강재앵커 1개의 설계전단강도(= $\phi_v Q_{nv}$), N

Q_n : 강재앵커 1개의 공칭강도, N

Q_{nt} : 강재앵커 1개의 공칭인장강도, N

Q_{nv} : 강재앵커 1개의 공칭전단강도, N

Q_{rt} : 강재앵커 1개의 소요인장강도, N

Q_{rv} : 강재앵커 1개의 소요전단강도, N

Q_t : 강재앵커의 실험강도, N

R : 반응수정계수

R_g : 그룹의 효과를 고려한 계수

R_d : 재료계수를 적용하여 계산한 설계강도

R_n : 공칭강도

R_p : 전단연결재의 위치에 따른 효과를 고려한 계수

R_u : 한계상태설계법의 소요강도

V' : 전단연결재에 의해 전달되는 전단력, N

$V_{c,\min}$: 인장웨브재 부재의 최소계수압축설계전단력, kN

V_{ns} : 합성전단벽 내 강판의 공칭전단강도, N

$V_{I,Rd}$: 합성슬래브의 설계전단강도, N

W : 바닥의 유효중량, kN

Y_{con} : 강재보의 상부에서 콘크리트슬래브 또는 외피재의 상부까지의 거리, mm

Y_{PNA} : 콘크리트의 최대압축섬유에서 소성중립축까지의 최대거리, mm

a : 콘크리트 압축응력블록의 깊이, mm

a_p/g : 바닥구조의 계산된 가속도와 중력가속도의 비

a_o/g : 바닥구조의 제한가속도와 중력가속도의 비

b : 사각형단면 강관의 폭, mm

b : 매입형 합성기둥의 단면 폭, mm

b : 슬래브의 폭, mm

b_e : 트러스 상부에 있는 콘크리트슬래브의 유효폭, mm

b_0 : 골데크에서 리브의 평균폭 (단, 오목단면의 경우 최소폭 사용), mm

d : 볼트의 공칭직경 또는 스터드앵커의 몸체직경, mm

d_b : 강재보의 춤, mm

d_e : 모멘트저항 팔길이. 즉, 하현재의 단면중심에서 콘크리트슬래브 압축응력블록의 중심까지 거리, mm

d_j : 강재트러스의 전체 춤, mm

d_p : 데크의 중심에서 슬래브 최상단까지 거리, mm

e_{mid-ht} : 스터드 몸체의 바깥면으로부터 데크플레이트 웨브(데크골의 중간높이)까지의 거리이며 스터드의 하중저항 방향, 즉 단순보에서 최대모멘트의 방향으로의 거리

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

$f_{ck,c}$: 횡구속 콘크리트의 압축강도, MPa

f_{c2} : 횡구속에 의한 유효압축응력, MPa

f_n : 바닥구조의 기본진동주기, Hz

h : 압연형강의 경우 플랜지간 순거리에서 필릿 또는 코너반경을 제외한 거리, 용접형강의 경우 플랜지간 순거리, 볼트조립단면에서는 파스너 열간거리, T형강의 경우 전체높이, mm

h : 합성슬래브의 전체 두께, mm

h : 매입형 합성기둥에서 단면 춤, mm

h : 스터드 앵커의 전체 길이, mm

h_c : 골데크 상부의 콘크리트슬래브 두께, mm

h_{cc} : 합성기둥 내부 구속코어의 단면치수. 횡철근의 중심간 거리로 측정, mm

h_r : 강재데크플레이트 또는 콘크리트 리브의 공칭높이, mm

k : 회귀선의 시작 지점

l_{bc} : 합성데크슬래브 지점의 지압길이, mm

l_{bs} : 합성데크슬래브 지점의 지압길이, mm

m : 회귀선의 기울기

s : 합성구조부재의 종축을 따라 배치된 횡철근의 간격, mm

t : 강관 또는 플랜지 강판의 두께, mm

t_c : 데크 위에 있는 콘크리트슬래브의 두께, mm

t_f : ㄷ형강전단연결재의 플랜지두께, mm

t_w : ㄷ형강전단연결재의 웨브두께, mm

t_w : 웨브 두께, mm

w_L : 등분포활하중, kN/m

w_r : 콘크리트리브 또는 헌치의 평균폭, mm

y_{bc} : 하현재 최하부면으로부터 하현재의 단면 중심축까지의 거리, mm

Δ_a : 실험체가 항복할 때의 처짐, mm

Δ_y : 실험체의 이론 처짐, mm

β : 바닥구조의 모드감쇠비

ε_{cu} : 콘크리트의 한계압축변형률

$\varepsilon_{cu,c}$: 횡구속 콘크리트의 한계압축변형률

θ_u : 최대하중의 20%로 감소하였을 때의 단부 회전각, rad

θ_y : 실험체가 항복할 대의 단부 회전각, rad

λ : 판폭두께비

λ_L : 합성기둥에서 길이의 영향을 고려하는 감소계수

λ_p : 콤팩트판요소에 대한 판폭두께비 제한값

λ_r : 비콤팩트판요소에 대한 판폭두께비 제한값

ρ_{sr} : 길이방향철근의 철근비
ϕ : 강도감소계수
ϕ_b : 휨저항계수
ϕ_c : 압축저항계수 또는 콘크리트 재료계수(= 0.65)
ϕ_s : 철근의 재료계수(= 0.95)
ϕ_s : 강재의 재료계수(= 0.9)
ϕ_t : 인장저항계수
ϕ_v : 전단저항계수

0801.4 인용 및 참고 기준
(1) KDS 14 20 20 콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준 (콘크리트휨압축기준)
(2) KDS 14 20 22 콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준 (콘크리트전단비틀림기준)
(3) KDS 14 20 50 콘크리트구조 철근상세 설계기준 (콘크리트철근상세기준)
(4) KDS 14 20 52 콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준 (콘크리트정착이음기준)
(5) KDS 14 20 54 콘크리트용 앵커 설계기준 (콘크리트앵커기준)
(6) KDS 14 20 66 합성콘크리트 설계기준 (합성콘크리트기준)
(7) KDS 14 20 80 콘크리트 내진설계기준 (콘크리트내진기준)
(8) KDS 41 00 00 건축구조기준
(9) KDS 41 10 10 건축구조기준 구조검사 및 실험 (구조검사실험기준)
(10) KDS 41 10 15 건축구조기준 설계하중 (건축하중기준)
(11) KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준 (건축내진기준)
(12) KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준 (콘크리트구조기준)
(13) KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 (하중저항계수 설계법) (강구조기준)

0802 설계 요구사항

0802.1 일반사항
(1) 합성부재를 포함하는 구조물의 부재 및 접합부의 설계는 공사과정에서 각 증분하중이 가해지는 단계마다의 유효단면을 고려하여야 한다. 이외에 합성부재의 강도는 제작 및 공사과정에서 발생된 잔류응력, 잔류변형, 시공오차 등의 불완전성 영향을 고려하여야 한다.

0802.2 설계 기본원칙

0802.2.1 기본 요구조건

(1) 합성구조물은 다음 원칙에 따라 설계하고 시공하여야 한다.

① 구조물은 모든 하중조합에 대하여 강도한계상태 및 사용성한계상태의 요구조건을 만족하여야 한다.

② 성능목표에 따라 안전성과 사용성을 유지하고 설계수명과 유지비용을 고려하여야 한다.

③ 적절한 수준의 신뢰성을 가지고 사용기간 동안 예상되는 모든 하중작용과 기타 영향에 대하여 기능성과 내구성이 유지되어야 한다.

(2) 구조물은 충격 또는 인적오류로 인한 사고로 손상되지 않고 의도된 기능이 발휘될 수 있도록 설계되어야 한다.

(3) 구조물의 잠재적인 손상은 다음 중 한 가지 이상의 방법을 통하여 제한되거나 방지되어야 한다.

① 구조물의 기능이 유지될 수 있도록 위험을 방지, 제거 또는 축소하여야 한다.

② 예상되는 위험 요인에 대한 민감도가 낮아지도록 구조물의 형태를 선택한다.

③ 구성 요소의 우발적인 탈락 등 부분적인 기능이 상실되었을 때 급작스런 붕괴가 발생하지 않고 구조물의 전체적인 기능이 유지되도록 설계한다.

④ 구조물이 사전 징후 없이 붕괴되지 않도록 설계한다.

⑤ 구조물을 상호 연결하여 잉여도 또는 부정정도를 증가시킨다.

(4) 설계 시 구조물이 예상되는 하중에 의하여 한계상태를 초과하지 않았음을 모든 관련 설계 상황과 하중 종류를 고려하여 확인하여야 한다. 이때 하중의 방향 및 위치에 대한 가정으로 인하여 발생할 수 있는 편차를 고려하여야 한다.

(5) 설계는 모든 관련 변수를 포함한 적절한 설계모델을 이용하여 수행하며, 필요시 실험을 통해 보완한다. 모델은 충분한 신뢰도를 가지고 구조물의 거동을 예측할 수 있어야 한다.

0802.2.2 소요강도

(1) 구조부재와 접합부의 소요강도는 2.3에 규정된 하중 및 하중조합에 대한 구조해석으로 결정한다.

(2) 탄성해석, 비탄성해석 또는 소성해석에 근거한 설계가 허용된다.

(3) 비탄성해석과 소성해석을 위한 규정은 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.13에 따른다.

(4) 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.13.3 모멘트재분배 규정은 탄성해석의 경우에만 허용된다.

0802.2.3 강도설계

(1) 각 구조요소의 설계강도가 한계상태설계법의 하중조합에 근거하여 산정된 소요강도 이상이 되도록 이 기준의 요구조건을 만족하여야 한다.

(2) 강도설계는 다음 식을 만족하도록 수행되어야 한다.

$$R_u \leq \phi R_n \qquad (0802.2.1)$$

여기서, R_u : 구조해석에 의한 소요강도

R_n : 0805~0819에서 규정한 공칭강도 (0809 제외)

ϕ : 0805~0819에서 규정한 강도감소계수 (0809 제외)

(3) 재료계수 기반 휨압축설계에는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$R_u \leq R_d \qquad (0802.2.2)$$

여기서, R_d : 0809에서 규정한 설계강도

(4) 각 시공단계마다 작용 하중, 지지조건 및 합성거동 발현 여부를 고려하여 안전성을 검토하여야 한다.

(5) 합성부재의 강도 산정에는 제작 및 공사과정에서 발생된 잔류응력, 잔류변형, 시공오차 등의 불완전성 영향을 고려하여야 한다.

0802.2.4 안정성설계

(1) 구조물과 요소의 안정성은 강구조기준(KDS 41 31 00) 1.5.6에 따라 평가한다.

0802.2.5 사용성설계

(1) 구조물 전체와 각 구조부재, 접합부 및 접합재는 사용성에 대해 검토하여야 한다.

(2) 사용성에 대한 요구사항은 0816을 따른다.

0802.2.6 피로설계

(1) 일반적인 건축물 횡하중지지시스템과 건축물의 외장요소에 대해서는 지진 또는 풍하중의 영향에 대한 피로를 고려할 필요가 없다.

(2) 건축구조기준에 정의된 하중에 대해서는 피로에 대해 별도로 고려하지 않아도 좋다. 다만, 반복하중을 받는 크레인 주행보 및 기계장치 등의 지지구조물은 피로에 대비하여야 한다.

0802.2.7 내화설계

(1) 건축법 시행령 제56조에 의한 용도 및 규모에 해당하는 건축물의 주요 구조부는 건축물의 피난 및 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조에서 정하는 내화구조를 사용하여 화재에 대한 안전성을 확보하여야 한다.

(2) 내화구조에 대한 상세사항은 0818을 따른다.

0802.2.8 내구성

(1) 구조물의 적절한 내구성을 확보하기 위하여 다음 사항을 고려하여야 한다.

① 구조물의 용도
② 요구 성능 한계
③ 예상 환경조건
④ 재료의 구성, 특성, 성능
⑤ 부재의 형상 및 구조 상세
⑥ 기술 수준 및 관리 수준
⑦ 특정 보호대책
⑧ 설계수명 기간 중 가능한 유지관리

(2) 설계단계에서 내구성과 관련된 내적 및 외적 환경조건을 고려하여야 한다.

(3) 부식이 구조물의 강도 또는 사용성을 저하시킬 수 있는 경우 구조요소는 부식을 고려하여 설계하거나 부식을 방지하도록 하여야 한다.

0802.3 하중과 하중조합

(1) 합성구조 설계를 위한 공칭하중, 하중계수 및 하중조합은 건축하중기준(KDS 41 10 15)을 따른다.

(2) 충격이 발생하는 활하중을 지지하는 구조물은 그 효과를 고려하여 공칭활하중을 증가시켜야 하며, 별도의 규정이 없는 경우 최소한 다음의 증가율을 적용한다.

① 승강기의 지지부 100%

② 운전실 조작 주행크레인 지지보와 그 연결부 25%

③ 펜던트 조작 주행크레인 지지보와 그 연결부 10%

④ 축구동 또는 모터구동의 경미한 기계 지지부 20%

⑤ 피스톤운동기기 또는 동력구동장치의 지지부 50%

⑥ 바닥과 발코니를 지지하는 행거 33%

(3) 크레인 주행로의 수평력은 건축하중기준(KDS 41 10 15) 3.9에 따른다.

(4) 건축물의 실제 상태에 따라 진동 등에 의한 외력, 수축 및 크리프의 영향을 고려하여야 한다.

(5) 합성단면의 내력에 영향을 미치고 부재 곡률 및 길이의 변화를 유발할 수 있는 콘크리트 건조수축과 단면 내 온도분포를 고려하여야 한다.

0803 재료

0803.1 일반사항

0803.1.1 콘크리트 및 철근

(1) 합성구조에 사용하는 콘크리트와 철근의 재료 특성은 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)을 따른다.

0803.1.2 강재

(1) 합성구조에 사용되는 구조용강재의 재료성질은 강구조기준(KDS 41 31 00) 3장을 따른다.

(2) 합성구조에 사용되는 볼트, 고장력볼트, 용접재료 등 접합재료의 성질은 강구조기준(KDS 41 31 00) 3장을 따른다.

(3) 데크플레이트 또는 합성슬래브에 사용되는 판금재의 재료성질은 관련 KS규격에 적합해야 한다.

0803.2 재료강도 제한

(1) 합성구조에 사용되는 구조용강재, 콘크리트 및 철근은 실험 또는 해석으로 그 안전성이 검증되지 않을 경우 다음 ①과 ②의 제한조건을 만족하여야 한다.

① 설계강도의 계산에 사용되는 콘크리트의 설계기준압축강도는 21 MPa 이상이어야 하며 70 MPa를 초과할 수

없다. 경량콘크리트의 경우에는 설계기준압축강도는 21 MPa 이상이어야 하며 42 MPa를 초과할 수 없다.

② 합성기둥의 강도를 계산하는데 사용되는 구조용강재 및 철근의 설계기준항복강도는 650 MPa를 초과할 수 없다.

(2)0809에 규정된 변형적합 휨압축설계는 0809의 재료강도 제한을 따른다.

0804 구조해석

0804.1 일반사항

(1) 구조물과 그 부재 및 접합부의 설계 단면력 산정에는 건축하중기준(KDS 41 10 15)의 설계하중 및 하중조합에 대한 탄성해석을 사용한다.

(2) 탄성해석 시 구조물의 모든 합성요소는 공칭 형상 및 치수에 대하여 0804.2에 규정된 유효강성을 적용한다. 합성요소의 유효강성은 설계한계상태에서 발생할 수 있는 균열의 영향을 포함하여야 한다.

(3) 2차효과로 인한 설계 단면력과 변형의 증가를 고려하여야 한다. 2차효과를 고려한 골조의 안정성해석은 강구조기준(KDS 41 31 00) 1.5.6을 따른다.

(4) 접합부에 변형이 발생하는 경우, 해석과 모델링에 이를 고려하여야 한다. 0814의 접합상세를 준수한 경우, 강접으로 가정하여 접합부 변형을 무시할 수 있다.

(5) 크리프와 건조수축이 합성단면의 응력분포와 강성에 미치는 영향을 고려하여야 한다. 0804.2에 규정된 유효강성을 사용한 경우, 크리프와 건조수축의 영향이 포함된 것으로 간주한다.

(6) 강재와 콘크리트의 합성거동 발현 이전에 시공하중이 재하되는 경우, 시공하중의 영향을 해석과 설계에 고려하여야 한다.

0804.2 유효강성

(1) 기둥, 벽체, 보, 바닥판 및 지붕시스템으로 사용된 합성부재의 휨강성, 비틀림강성, 축강성 및 전단강성을 구할 때에는 어떠한 합리적 가정도 사용할 수 있다. 다만, 채택한 가정은 해석과정에서 일관성있게 사용되어야 한다.

(2) 충전형 및 매입형 합성부재에서 콘크리트 균열의 영향을 고려한 유효 휨강성으로 0806에 정의된 유효강성을 사용할 수 있다.

(3) 노출형 합성보에서, 정모멘트를 받는 경우 콘크리트 슬래브의 유효폭을 고려할 수 있다. 유효폭은 0807을 따른다. 부모멘트에 대해서는 강재단면만의 탄성강성을 적용한다.

(4) 강재만으로 이루어진 부재 및 접합부는 공칭 탄성강성을 적용할 수 있다.

0804.3 사용성 설계를 위한 강성

(1) 사용하중에 대하여 변위 및 처짐을 산정할 때에는 콘크리트에 균열이 없는 것으로 가정하여 전체 합성단면의 특

성값을 사용할 수 있다.

0805 합성단면의 분류와 강도

0805.1 합성단면의 분류

0805.1.1 일반사항

(1) 합성단면은 압축강재요소의 국부좌굴 여부에 따라 콤팩트단면, 비콤팩트단면, 및 세장단면으로 분류한다. 전체 합성단면은 그 단면에 포함된 압축강재요소들 중 가장 불리한 것에 따라 분류한다.

(2) 콘크리트 내부에 매입되지 않은 압축강재요소는 강구조기준(KDS 41 31 00) 1.5.3에 따라 콤팩트요소, 비콤팩트요소 또는 세장판요소로 분류한다. 콘크리트 내부에 매입되었거나 또는 콘크리트에 접하는 압축강재요소는 콘크리트에 의한 횡지지 효과를 고려하여 분류할 수 있다.

(3) 별도의 해석 또는 실험을 통하여 입증하지 않는 한 노출형 합성보, 매입형 합성부재, 충전형 합성부재는 각각 0805.1.2, 0805.1.3, 0805.1.4에 따라 분류한다.

(4) 시공 중 안전성을 검토하는 경우, 응력상태, 지지조건 및 합성거동 여부를 고려하여 강재단면 또는 합성단면을 분류한다.

0805.1.2 노출형 합성보

(1) 전단연결재에 의하여 콘크리트슬래브에 연결된 강재단면의 플랜지는 콤팩트요소로 분류한다. 이때 전단연결재는 0807.2의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 콘크리트슬래브와 직접 접하지 않는 강재단면의 웨브와 플랜지는 강구조기준(KDS 41 31 00) 1.5.3에 따라 콤팩트요소, 비콤팩트요소 또는 세장판요소로 분류한다.

0805.1.3 매입형 합성부재

(1) 강재단면이 콘크리트 내부에 매입되어 있어 국부좌굴이 방지된 매입형 합성부재는 콤팩트단면으로 분류할 수 있다.

(2) 콤팩트단면으로 분류되는 매입형 합성기둥은 다음 두 조건 중 하나를 만족해야 한다.

① 0806.2.1 및 0806.2.5의 상세 요구사항을 만족하는 경우

② 별도의 해석이나 실험을 통하여 압축강재요소의 국부좌굴이 억제됨을 입증한 경우

0805.1.4 충전형 합성부재

(1) 압축과 휨을 받는 충전형 합성부재의 단면은 콤팩트단면, 비콤팩트단면 또는 세장단면으로 분류한다. 충전형 합성단면의 압축강재요소 중 최대폭두께비가 λ_p를 초과하지 않는다면 콤팩트단면으로 분류한다. 하나 또는 그 이상의 압축강재요소의 최대폭두께비가 λ_p를 초과하고 λ_r을 초과하지 않는다면 비콤팩트단면으로 분류한다. 압축강재요소 중에서 최대폭두께비가 λ_r를 초과하는 요소가 있으면 세장단면으로 분류한다. 압축과 휨을 받는 충전형 합성부재에 대한 최대허용 판폭두께비는 각각 <표 0805.1.1>와 <표 0805.1.2>를 따른다.

(2) 각형강관과 원형강관의 폭(b) 또는 직경(D)과 두께(t)에 대한 정의는 강구조기준(KDS 41 31 00) 1.5.3을 따른다.

<표 0805.1.1> 압축력을 받는 충전형합성부재의 압축강재요소에 대한 판폭두께비 제한(0806.2에 사용)

구분	판폭두께비	λ_p 콤팩트/비콤팩트	λ_r 비콤팩트/세장	λ_{max} 최대허용
각형강관*	b/t	$2.26\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
원형강관	D/t	$\frac{0.15E}{F_y}$	$\frac{0.19E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

*은 사각형 강관 및 두께가 일정한 용접사각형강관

<표 0805.1.2> 휨을 받는 충전형합성부재 압축강재요소에 대한 판폭두께비 제한(0807.2에 사용)

구분	판폭두께비	λ_p 콤팩트/비콤팩트	λ_r 비콤팩트/세장	λ_{max} 최대허용
각형강관*의 플랜지	b/t	$2.26\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
각형강관*의 웨브	h/t	$3.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
원형강관	D/t	$\frac{0.09E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

*은 사각형 강관 및 두께가 일정한 용접사각형강관

0805.2 합성단면의 강도

(1) 합성단면의 강도는 다음 ①과 ② 중 한 방법으로 결정한다.

① 0805.2.1 응력분포법 또는 0805.2.2 변형률적합법 (강도저항계수 기반 휨압축설계). 축력, 휨 또는 축력과 휨의 조합에 대한 강도 산정 규정과 설계식은 0806, 0807 또는 0808을 따른다.

② 0809.3.2 응력분포법 또는 0809.3.3 변형률적합법 (재료계수 기반 휨압축설계)

(2) 합성단면의 공칭강도를 결정하는데 있어 콘크리트의 인장저항은 무시한다.

(3) 노출형 합성보와 충전형 합성부재는 단면강도 산정 시 압축강재요소의 국부좌굴을 고려해야 한다. 매입형 합성부재는 국부좌굴을 고려할 필요가 없다.

0805.2.1 응력분포법

(1) 극한한계상태에서 합성단면의 중립축과 공칭강도는 변형률 적합조건에 대한 고려없이 가정한 재료별 응력 분포에 대한 힘의 평형조건으로부터 산정할 수 있다.

(2) 압축강재요소의 국부좌굴을 고려하지 않는 콤팩트단면은 0805.2.1.1 소성응력분포법에 따라 공칭강도를 산정한다. 국부좌굴을 고려해야 하는 비콤팩트단면과 세장단면은 0805.2.1.2 탄성응력분포법을 따른다.

0805.2.1.1 소성응력분포법

(1) 소성응력분포법에서는 강재가 인장 또는 압축으로 항복응력에 도달할 때 콘크리트는 축력과 휨, 축력 또는 휨으로 인한 압축으로 $0.85f_{ck}$의 응력에 도달한 것으로 가정하여 공칭강도를 계산한다.

(2) 충전형 원형강관합성기둥의 콘크리트는 축력과 휨, 축력 또는 휨으로 인한 압축응력을 받는 경우 구속 효과를 고려한다. 원형강관의 구속효과를 고려한 콘크리트의 소성압축응력은 축압축력을 받는 원형충전강관기둥부재에서는 $0.85\left(1+1.56\frac{F_y t}{D_c f_{ck}}\right)f_{ck}$ 로 하고, 축압축력을 받지 않는 원형충전강관 휨부재에서는 $0.95f_{ck}$로 한다.

0805.2.1.2 탄성응력분포법

(1) 합성단면의 응력 분포는 합성방법(노출형, 매입형 또는 충전형) 및 하중작용(압축, 휨 또는 조합력)에 따른 극한한계상태에 적합하여야 한다.

(2) 별도 조사된 상세자료가 없다면, 압축, 휨 또는 조합력에 대한 합성단면의 탄성응력 분포와 공칭강도 산정은 0806, 0807 또는 0808을 따른다.

0805.2.2 변형률적합법

(1) 변형률적합법에서는 단면에 걸쳐 변형률이 선형적으로 분포한다고 가정하며, 합성단면을 구성하는 강재, 콘크리트 및 철근 요소 사이에는 부착 슬립이 없는 완전합성거동을 가정한다.

(2) 강재, 콘크리트 및 철근의 응력-변형률 관계는 구조검사실험기준(KDS 41 10 10)에 따라 실험을 통해 구하거나 유사한 재료에 대한 공인된 결과를 사용한다. 별도 조사된 자료가 없다면, 설계를 위한 강재, 콘크리트 및 철근의 유효 응력-변형률 관계는 0809.2를 따른다.

0806 축력을 받는 부재

0806.1 일반사항

(1) 이 규정은 축력을 받는 매입형 합성부재과 충전형 합성부재에 적용한다.

0806.2 매입형 합성부재

0806.2.1 구조제한

(1) 매입형 합성부재는 (2)~(4)의 제한사항을 만족해야 한다.

(2) 매입강재의 단면적은 합성기둥 총단면적의 1% 이상으로 한다.

(3) 강재를 매입한 콘크리트는 연속된 길이방향철근과 띠철근 또는 나선철근으로 보강되어야 한다.

(4) 연속된 길이방향 철근의 철근비 ρ_{sr}는 0.004 이상이어야 한다. ρ_{sr}은 다음과 같은 정의한다.

$$\rho_{sr}=\frac{A_{sr}}{A_g} \qquad (0806.2.1)$$

여기서,

A_{sr} : 연속된 길이방향철근의 단면적, mm^2

A_g : 합성부재의 총단면적, mm^2

0806.2.2 압축강도

(1) 축하중을 받는 2축대칭 매입형 합성부재의 설계압축강도 $\phi_c P_n$은 기둥세장비에 따른 휨좌굴한계상태로부터 다음과 같이 구한다. ($\phi_c = 0.75$)

① $\frac{P_{no}}{P_e} \leq 2.25$인 경우

$$P_n = P_{no}\left[0.658^{\left(\frac{P_{no}}{P_e}\right)}\right] \qquad (0806.2.2)$$

② $\frac{P_{no}}{P_e} > 2.25$인 경우

$$P_n = 0.877 P_e \qquad (0806.2.3)$$

여기서,

$$P_{no} = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} + 0.85 f_{ck} A_c \qquad (0806.2.4)$$

$$P_e = \pi^2 (EI_{eff})/(KL)^2 \qquad (0806.2.5)$$

여기서,

A_c : 콘크리트단면적, mm^2 (단, 매입된 강재의 설계기준공칭항복강도가 450 MPa를 초과할 경우는 $A_c = A_{ce}$로 산정해야 한다.)

A_{ce} : 매입형 합성부재의 경우 피복두께와 띠철근 직경을 제외한 심부 콘크리트의 유효단면적, mm^2

A_s : 강재단면적, mm^2

A_{sr} : 연속된 길이방향철근의 단면적, mm^2

EI_{eff} : 합성단면의 유효강성, N·mm^2

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

F_y : 강재의 설계기준항복강도, MPa

F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa

K : 부재의 유효좌굴길이계수

L : 부재의 횡지지길이, mm

(2) 매입형 합성단면의 유효강성EI_{eff}는 다음 식으로 구한다. 다만, 매입된 강재의 설계기준공칭항복강도가 450 MPa를 초과하여도 합성단면의 유효강성 산정에는 콘크리트 전체 단면적(A_c)을 사용한다.

$$EI_{eff} = E_s I_s + E_{sr} I_{sr} + C_1 E_c I_c \qquad (0806.2.6)$$

$$C_1 = 0.25 + 3\left(\frac{A_s + A_{sr}}{A_g}\right) \le 0.7 \qquad (0806.2.7)$$

여기서,

E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa

E_s : 강재의 탄성계수, MPa

E_{sr} : 철근의 탄성계수, MPa

I_c : 콘크리트단면의 단면2차모멘트, mm^4

I_s : 강재단면의 단면2차모멘트, mm^4

I_{sr} : 철근단면의 단면2차모멘트, mm^4

(3) 매입형 합성부재의 설계압축강도는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.2에서 결정된 순강재부재의 설계압축강도 이상으로 한다.

0806.2.3 인장강도

(1) 매입형 합성기둥의 설계인장강도 $\phi_t P_n$는 항복한계상태로부터 다음과 같이 계산한다. ($\phi_t = 0.90$)

$$P_n = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} \qquad (0806.2.8.)$$

0806.2.4 하중전달

(1) 매입형 합성부재의 하중전달에 대한 요구사항은 0811에 따른다.

0806.2.5 상세 요구사항

(1) 강재단면과 길이방향철근 사이의 순간격은 철근직경의 1.5배 이상 또는 40 mm 중 큰 값 이상으로 한다.

(2) 플랜지에 대한 콘크리트 순피복두께는 플랜지폭의 1/6 이상으로 한다.

(3) 2개 이상의 형강재를 조립한 합성단면인 경우 형강재들은 콘크리트가 경화하기 전에 가해진 하중에 의해 각각의 형강재가 독립적으로 좌굴하는 것을 막기 위해 띠판 등과 같은 부재들로 서로 연결되어야 한다.

(4) 길이방향철근은 직사각형 단면의 모서리마다 배치해야 한다. 횡방향철근의 중심간 간격은 직경 D10의 철근을 사용할 경우에는 300 mm 이하, 직경 D13 이상의 철근을 사용할 경우에는 400 mm 이하로 한다. 이형철근망이나 용접철근을 사용하는 경우에는 앞의 철근에 준하는 등가단면적을 가져야 한다. 횡방향 철근의 최대간격은 매입강재의 설계기준공칭항복강도가 450 MPa 이하인 경우에는 합성부재단면에서 최소크기의 0.5배를 초과할 수 없으며 매입강재의 설계기준공칭항복강도가 450 MPa를 초과하는 경우는 합성부재단면에서 최소크기의 0.25배를 초과할 수 없다.

(5) 강재단면에 대한 콘크리트 피복두께가 각 방향에 대해 $0.3h$ 또는 $0.4b$를 초과하는 합성단면은 다음 ①과 ②에 따라 콘크리트를 구속하기 위한 철근들을 배치하여야 한다. 여기서 h와 b는 강재단면의 춤과 폭이다.

① 길이방향철근의 중심간격은 합성부재단면 최소치수의 1/2 이하가 되도록 하여야 한다.

② 모든 모서리의 길이방향철근과 하나 건너 위치하고 있는 길이방향철근은 135도 이하로 구부린 띠철근의 모서리에 의해 횡지지되어야 한다. 다만, 띠철근을 따라 횡지지된 인접한 길이방향철근의 순간격이 150 mm 이상

인 경우에는 띠철근을 추가로 배치하여 길이방향철근을 횡지지하여야 한다. 또한 길이방향철근이 원형으로 배치된 경우에는 원형띠철근을 사용할 수 있다. 이때 원형 띠철근은 150 mm 이상 겹쳐서 표준갈고리로 길이방향 철근을 감싸야 한다.

0806.3 충전형 합성부재

0806.3.1 구조제한

(1) 강관의 단면적은 합성부재 총단면적의 1% 이상으로 한다.

(2) 충전형 합성부재는 <표 0805.1.1>에 따라 국부좌굴 효과를 고려하여 분류한다.

0806.3.2 압축강도

(1) 축하중을 받는 2축대칭 충전형 합성부재의 설계압축강도는 여기서 정의되는 P_{no}와 EI_{eff} 를 사용하여 0806.2.2에 따라 휨좌굴한계상태로부터 구한다.

① 콤팩트단면 ($\lambda \le \lambda_p$)

$$P_{no} = P_p \qquad (0806.3.1)$$

여기서,

$$P_p = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} + C_2 f_{ck} A_c \qquad (0806.3.2)$$

C_2 : 사각형단면에서는 0.85, 원형단면에서는 $0.85\left(1+1.56\frac{F_y t}{D_c f_{ck}}\right)$ 로 한다.

$D_c = D - 2t$

t : 강관의 두께

② 비콤팩트단면 ($\lambda_p \le \lambda \le \lambda_r$)

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2}(\lambda - \lambda_p)^2 \qquad (0806.3.3)$$

여기서,

$$P_y = F_y A_s + 0.7 f_{ck}\left(A_c + A_{sr}\frac{E_{sr}}{E_c}\right) \qquad (0806.3.4)$$

λ, λ_p 및 λ_r: <표 0805.1.1>의 판폭(직경)두께비 제한값

③ 세장단면 ($\lambda_r \le \lambda$)

$$P_{no} = F_{cr} A_s + 0.7 f_{ck}\left(A_c + A_{sr}\frac{E_{sr}}{E_c}\right) \qquad (0806.3.5)$$

여기서,

사각형단면 ; $F_{cr} = \frac{9E_s}{(b/t)^2}$ (0806.3.6)

원형단면 ; $F_{cr} = \dfrac{0.72F_y}{[(D/t)(F_y/E_s)]^{0.2}}$ (0806.3.7)

(2) 충전형 합성단면의 유효강성은 다음 식으로 구한다.

$$EI_{eff} = E_sI_s + E_{sr}I_{sr} + C_3E_cI_c \quad (0806.3.8)$$

여기서,

$$C_3 = 0.45 + 3\left[\frac{A_s + A_{sr}}{A_g}\right] \le 0.9 \quad (0806.3.9)$$

(3) 충전형 합성부재의 설계압축강도는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.2에서 결정된 순강재부재의 설계압축강도 이상으로 한다.

0806.3.3 인장강도

(1) 충전형 합성기둥의 설계인장강도 $\phi_t P_n$은 항복한계상태로부터 다음과 같이 구한다. ($\phi_t = 0.90$)

$$P_n = F_yA_s + F_{yr}A_{sr} \quad (0806.3.10)$$

0806.3.4 하중전달

(1) 충전형 합성부재의 하중전달에 대한 요구사항은 0811에 따른다.

0807 휨을 받는 부재

0807.1 일반사항

(1) 이 규정은 휨을 받는 다음 3종류의 합성부재에 적용한다.

① 노출형 합성보

② 매입형 합성부재

③ 충전형 합성부재

(2) 다른 형태의 휨부재인 합성트러스와 합성데크슬래브는 각각 0813과 0815에 따른다.

0807.1.1 유효폭

(1) 콘크리트슬래브의 유효폭은 보 중심을 기준으로 좌우 각 방향에 대한 유효폭의 합으로 정의되며 각 방향에 대한 유효폭은 다음 중에서 최솟값으로 결정한다.

① 보 스팬(지지점의 중심간)의 1/8

② 보 중심선에서 인접보 중심선까지 거리의 1/2

③ 보 중심선에서 슬래브 가장자리까지의 거리

0807.1.2 시공 중의 강도

(1) 동바리를 사용하지 않는 경우, 콘크리트의 강도가 설계기준강도의 75%에 도달하기 전에 작용하는 모든 시공하중은 강재단면만으로 지지할 수 있어야 한다.
(2) 강재단면의 휨강도는 강구조기준(KDS 41 31 10) 4.3에 따라 구한다.

0807.2 노출형 합성보

(1) 강재앵커로는 스터드앵커 또는 ㄷ형강을 사용한다. 강재앵커에 대한 설계는 0812를 따른다.

0807.2.1 정모멘트에 대한 휨강도

(1) 정모멘트에 대한 설계휨강도 $\phi_b M_n$은 항복한계상태로부터 다음과 같이 계산한다. ($\phi_b = 0.90$)
① $h/t_w \le 3.76\sqrt{E/F_y}$인 경우,
M_n은 합성단면의 항복한계상태에 대해 소성응력분포로부터 산정한다(소성모멘트).
② $h/t_w > 3.76\sqrt{E/F_y}$인 경우,
M_n은 동바리의 영향을 고려하여 항복한계상태에 대해 탄성응력을 중첩하여 구한다(항복모멘트).
(2) (1)에서 계산되는 응력에 대한 중립축깊이가 전체 단면깊이의 30%를 초과하는 경우, M_n은 0805.2.2에서 규정한 변형률적합법을 따른다.

0807.2.2 부모멘트에 대한 휨강도

(1) 부모멘트에 대한 설계휨강도 $\phi_b M_n$은 강구조기준(KDS 41 31 10) 4.3에 따라 강재단면만을 사용하여 구한다.
(2) 그 외 항복한계상태(소성모멘트)에 대해 슬래브 철근을 포함하여 합성단면의 소성응력분포로부터 구할 수 있다. ($\phi_b = 0.90$) 다만, 이때에는 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.
① 강재보는 콤팩트단면이며 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.3에 따라 적절히 횡지지되어야 한다.
② 부모멘트 구간에서 콘크리트슬래브와 강재보에 강재앵커로 결합되어야 한다.
③ 유효폭 내의 강재보에 평행한 슬래브철근은 적절히 정착되어야 한다.

0807.2.3 골데크플레이트를 사용한 합성보

(1) 강재보와 골데크플레이트 슬래브로 이루어진 합성부재의 설계휨강도는 0807.2.1과 0807.2.2에 따라 구하되 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.
① 데크플레이트의 공칭골깊이는 75 mm 이하이어야 한다. 더 큰 골높이의 사용은 실험과 해석을 통하여 정당성이 증명되어야 한다. 골 또는 헌치의 콘크리트 평균폭 w_r은 50 mm 이상이어야 하며 데크플레이트 상단에서의 최소순폭 이하로 한다.
② 콘크리트슬래브와 강재보를 연결하는 스터드앵커는 데크플레이트를 관통하여 강재보에 직접 용접되어야 한다. 스터드앵커는 부착 후 데크플레이트 상단 위로 38 mm 이상 돌출되어야 하며 스터드앵커의 상단 위로 13 mm 이상의 콘크리트피복이 있어야 한다.
③ 데크플레이트 상단 위의 콘크리트두께는 50 mm 이상이어야 한다.

④ 데크플레이트는 지지부재에 450 mm 이하의 간격으로 고정되어야 한다. 데크플레이트의 고정은 스터드앵커나 스터드앵커와 점용접의 조합, 또는 설계자에 의해 명시된 방법에 의해 이루어져야 한다.

(2) 데크플레이트의 골방향이 강재보와 직각인 경우, 골 내부의 콘크리트는 합성단면의 성능 산정이나 A_c의 계산에 포함할 수 없다.

(3) 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행인 경우, 골 내부의 콘크리트는 합성단면의 성능 산정에 포함될 수 있으며 A_c의 계산에 포함한다. 지지보 위의 데크플레이트 골은 길이방향으로 절단한 후 간격을 벌림으로써 콘크리트 헌치를 형성하도록 할 수 있다. 데크플레이트의 공칭깊이가 40 mm 이상일 때 골 또는 헌치의 평균폭 w_r은 스터드앵커가 일렬배치인 경우에는 50 mm 이상이어야 하며 추가되는 스터드앵커마다 스터드앵커 직경의 4배를 더해 주어야 한다.

0807.2.4 강재보와 슬래브 사이의 하중전달

0807.2.4.1 정모멘트 구간에서의 하중전달

(1) 0807.3의 매입형 합성단면을 제외하고는, 강재보와 슬래브면 사이의 전체 수평전단력은 강재앵커에 의해서만 전달된다고 가정한다.

(2) 휨모멘트를 받는 강재보와 콘크리트가 합성작용을 하기 위해서 정모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이의 총수평전단력 V'는 콘크리트의 압괴, 강재단면의 인장항복, 그리고 강재앵커의 강도 등의 3가지 한계상태로부터 구한 값 중에서 최솟값으로 한다.

① 콘크리트 압괴

$$V' = 0.85 f_{ck} A_c \qquad (0807.2.1)$$

② 강재단면의 인장항복

$$V' = F_y A_s \qquad (0807.2.2)$$

③ 강재앵커의 강도

$$V' = \Sigma Q_n \qquad (0807.2.3)$$

여기서,

A_c : 유효폭 내의 콘크리트단면적, mm^2

A_s : 강재단면적, mm^2

ΣQ_n : 정모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이의 강재앵커 공칭강도의 합, N

(3) 식(0807.2.3)에서 강재앵커의 공칭강도ΣQ_n은 다음 요구조건을 만족하여야 한다.

① 몸체 직경이 16 mm 이상 25mm 이하인 스터드앵커가 전단연결재로 사용된 경우, 식(0807.2.1)과 식(0807.2.2)에 의한 총수평전단력 중 작은 값 대비 ΣQ_n의 비율은 다음의 최솟값 이상이어야 한다. 다만, 이 비율은 100%보다 클 필요는 없고 40%보다는 커야 한다. L_e는 정모멘트가 최대인 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이의 구간 길이(m)이다.

가. 강재단면이 상하 대칭인 경우, $[100 - (355/F_y)(75-3L_e)]$ %

나. 하부 플랜지의 면적이 상부 플랜지 면적의 3배 이상인 경우, [100 − (355/F_y)(30−1.5L_e)] %

다. 하부 플랜지 면적이 상부 플랜지 단면을 초과하고 3배 이내인 경우, 위 두 비율을 직선보간한다.

② ㄷ형강앵커를 전달연결재로 사용한 경우, ΣQ_n은 식(0807.2.1)과 (7−2)에 의한 총수평전단력 중 작은 값 이상이어야 한다.

0807.2.4.2 부모멘트 구간에서의 하중전달

(1) 연속합성보에서 부모멘트 구간의 슬래브 내에 있는 길이방향철근이 강재보와 합성으로 작용하는 경우, 부모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이의 총수평전단력 V'는 슬래브철근의 항복과 전단연결재의 강도 등의 2가지 한계상태로부터 구한 값 중에서 최솟값으로 한다.

① 슬래브철근의 인장항복 한계상태

$$V' = F_{yr} A_r \qquad (0807.2.4)$$

여기서,

A_r : 콘크리트슬래브의 유효폭 내에 있는 적절하게 정착된 길이방향 철근의 단면적, mm^2

F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa

② 강재앵커의 강도

$$V' = \Sigma Q_n \qquad (0807.2.5)$$

0807.2.5 슬래브의 수평전단

(1) 정모멘트를 받는 노출형 합성보에서 길이방향으로 작용하는 슬래브 수평전단에 대한 위험단면은 보 플랜지 양 끝 또는 슬래브 두께가 가장 얇은 곳 중 응력이 더 큰 위치로 한다.

(2) 소요전단력은 합성보의 공칭휨강도에 의하여 위험단면 바깥의 슬래브 단면에 작용하는 압축력으로 한다.

(3) 슬래브의 전단강도는 위험단면에서 콘크리트의 기여와 전단파괴면을 가로지르는 슬래브 철근의 기여를 합하여 산정할 수 있다. 전단강도 산정은 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00) 4.5를 따른다.

0807.3 매입형 합성부재의 휨강도

(1) 매입형 합성부재의 설계휨강도$\phi_b M_n$에는 강도저항계수 $\phi_b = 0.90$를 사용한다.

(2) 공칭휨강도 M_n은 다음 방법 중의 하나를 사용하여 구한다.

① 항복한계상태(항복모멘트): 동바리의 효과를 고려하여 합성단면에 작용하는 탄성응력을 중첩하여 산정한다.

② 강재단면의 항복한계상태(소성모멘트): 강재단면만의 소성응력분포를 사용하여 구한다.

③ 합성단면에 작용하는 소성응력분포(0805.2.1)를 사용하여 구하거나 변형률적합법(0805.2.2)으로 구한다. 매입형 합성부재에는 강재앵커를 사용해야 한다.

0807.4 충전형 합성부재의 휨강도

0807.4.1 구조제한

(1) 충전형 합성단면은 0805.1.4에 따라 국부좌굴에 의해 분류한다.

0807.4.2 휨강도

(1) 충전형 합성단면의 설계휨강도 $\phi_b M_n$에는 강도저항계수 $\phi_b = 0.90$를 사용한다.

(2) 공칭휨강도 M_n은 0805.2.1의 응력분포법을 사용하여 다음과 같이 구한다.

① 콤팩트단면

$$M_n = M_p \qquad (0807.4.1)$$

여기서,

M_p : 합성단면의 소성응력분포로부터 구한 모멘트, N·mm

② 비콤팩트단면

$$M_n = M_p - (M_p - M_y)\left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}\right) \qquad (0807.4.2)$$

여기서,

λ, λ_p, 및 λ_r : <표 0805.1.2>의 판폭(직경)두께비 제한값

M_y : 인장플랜지의 항복과 압축플랜지의 첫 항복에 대응하는 항복모멘트, N·mm. 첫 항복에서의 저항능력은 $0.7f_{ck}$의 최대콘크리트압축응력과 f_y의 최대강재응력의 선형탄성응력분포로 가정하여 계산한다.

③ 세장단면

공칭휨강도는 첫 항복모멘트로부터 구한다. 압축플랜지응력은 식(0806.3.6) 또는 식(0806.37)로부터 구한 국부좌굴응력 F_{cr}로 제한한다. 콘크리트 응력분포는 최대압축응력을 $0.7f_{ck}$로 한 선형탄성응력분포로 한다.

0808 축력과 휨의 조합

(1) 합성부재에 압축력과 휨이 동시에 작용하는 경우 강구조기준(KDS 41 31 00) 1.5.6에서 요구되는 안정성을 고려하여야 한다.

(2) 설계압축강도와 설계휨강도는 0806 및 0807에 따라 각각 구한다. 압축강도에 미치는 부재길이의 영향을 고려한 공칭압축강도는 0806에 따라 구한다.

(3) 매입형 합성부재와 콤팩트단면의 충전형 합성부재에 대한 축력과 휨의 상호관계는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.5.1.1의 상호관계식 또는 0805.2에서 규정한 소성응력분포법과 변형률적합법 중의 1가지 방법을 따른다.

(4) 비콤팩트 또는 세장 단면의 충전형 합성부재에 대한 축력과 휨의 상호관계는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.5.1.1의 상호관계식에 따른다.

0809 재료계수 기반 휨압축설계

0809.1 일반사항

(1) 이 규정은 축력, 휨 또는 축력과 휨의 조합력을 받는 합성부재에 대하여 강도저항계수 대신 재료계수를 사용하여 휨압축 설계를 수행하는 경우에 적용한다.

(2) 합성단면의 설계강도R_d는 0809.3에 규정된 응력분포법 또는 변형률적합법으로 산정한다. 재료강도와 구조제한에 따른 강도 산정 방법의 허용 범위는 다음과 같다.

① 0803의 재료강도 제한과 0805 및 0806의 구조제한을 모두 만족하는 노출형, 매입형 또는 충전형 합성부재의 경우, 0809.3.2 응력분포법과 0809.3.3 변형률적합법이 모두 허용된다.

② 그 외 합성부재 중 실험 또는 해석으로 그 안전성이 검증된 경우, 0809.2에 규정된 재료별 유효 응력-변형률 관계에 기초한 변형률적합법(0809.3.3)만이 허용된다.

(3) 단면분류에 따른 강재와 콘크리트의 최대압축응력과 응력-변형률 관계는 0809.2를 따른다.

(4) 재료계수를 적용한 응력분포법과 변형률적합법에 의한 합성단면의 설계강도R_d 산정은 0809.3을 따른다.

0809.2 유효 최대응력 및 응력-변형률 관계

0809.2.1 강재

(1) 콤팩트요소, 비콤팩트요소 및 세장판요소로 분류되는 압축강재요소의 최대응력과 응력-변형률 관계는 다음을 따른다.

① 콤팩트요소의 최대압축응력은 항복강도F_y를 사용하며, 항복 이후 F_y를 유지한다.

② 비콤팩트요소의 최대압축응력은 항복강도F_y를 사용하며, 항복 후 좌굴변형률에 도달할 때까지 F_y를 유지한다. 좌굴 이후 잔존압축응력은 최대압축응력의 1/5을 사용한다. 강관의 좌굴변형률은 항복변형률의 2배로 정의된다.

③ 세장판요소의 최대압축응력은 국부좌굴강도F_{cr}를 사용하며, 좌굴 후 잔존압축응력은 최대압축응력의 1/5을 사용한다. 강재의 좌굴변형률은 국부좌굴강도F_{cr}에 해당하는 탄성변형률로 정의된다. 강관의 국부좌굴강도는 식(0806.3.6) 또는 식(0806.3.7)로 구한다.

(2) 매입형, 충전형 및 노출형 합성부재에서 압축강재요소의 최대응력과 응력-변형률 관계는 다음을 따른다.

① 매입형 합성부재에 사용된 압축강재요소는 콤팩트요소의 최대압축응력과 응력-변형률 관계를 따른다.

② 콤팩트단면, 비콤팩트단면 및 세장단면으로 분류되는 충전형 합성부재에 사용된 강관은 각각 콤팩트요소, 비콤팩트요소 및 세장판요소의 최대압축응력과 응력-변형률 관계를 따른다.

③ 노출형 합성보에 사용된 콤팩트단면, 비콤팩트단면 및 세장단면 강재보는 전체 단면에서 각각 콤팩트요소, 비콤팩트요소 및 세장판요소의 최대압축응력과 응력-변형률 관계를 따른다.

(3) 인장을 받는 강재의 최대인장응력은 항복강도F_y를 사용하며, 항복 이후 F_y를 유지한다.

0809.2.2 콘크리트

(1) 횡구속되지 않은 콘크리트의 최대압축응력과 한계변형률은 각각 $0.85f_{ck}$ 및 ε_{cu}로 정의된다. 응력−변형률 관계는 콘크리트구조학회기준(KCI 2017) 6.2.1(7)을 따른다.

(2) 강관 또는 횡철근에 의해 횡구속된 콘크리트의 최대압축응력과 한계변형률은 각각 $0.85f_{ck,c}$ 및 $\varepsilon_{cu,c}$로 정의된다. 응력−변형률 관계는 콘크리트구조학회기준(KCI 2017) 6.2.1(9)를 따른다. 별도의 조사된 상세한 자료가 없는 경우, 횡구속 콘크리트의 $f_{ck,c}$ 와 $\varepsilon_{cu,c}$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$f_{ck,c} = f_{ck} + 3.7f_{c2} \qquad (0809.2.1)$$

$$\varepsilon_{cu,c} = \varepsilon_{cu} + 0.2\left(\frac{f_{c2}}{f_{ck}}\right) \qquad (0809.2.2)$$

여기서,

f_{c2} : 극한한계상태에서 횡구속에 의한 유효압축응력, MPa.

(3) (2)에서 강관 또는 횡철근에 의한 유효 횡구속응력f_{c2}는 합성단면 상세 및 하중조건을 고려하여 적합한 방법으로 선정해야 한다. 별도 조사된 상세자료가 없다면, f_{c2}는 (4)~(6)을 따른다.

(4) 매입형 합성기둥에서 띠철근 또는 나선철근에 의한 구속효과를 고려한 f_{c2}의 산정은 콘크리트구조학회기준(KCI 2017) 6.2.1(9)를 따른다. 횡구속효과는 띠철근 또는 나선철근에 의해 구속된 코어 콘크리트에만 적용한다.

(5) 원형강관을 사용한 충전형 합성기둥에서 강관에 의한 횡구속응력f_{c2} 는 다음과 같다.

① 강관이 직접적으로 축력을 전달하지 않는 경우

$$f_{c2} = \left(\frac{2}{D/t}\right)F_y \qquad (0809.2.3)$$

② 그 이외의 경우, f_{c2} 는 식(0809.2.4)로 구하고 한계변형률$\varepsilon_{cu,c}$ 은 식(0809.2.2) 대신 식(0809.2.5)를 따른다.

$$f_{c2} = \left(\frac{0.38}{D/t-2}\right)F_y \qquad (0809.2.4)$$

$$\varepsilon_{cu,c} = \frac{10}{(D/t)^2} > 0.0025 \qquad (0809.2.5)$$

(6) 각형강관을 사용한 충전형 합성기둥에서 강관의 횡구속에 의한 강도 증가는 고려하지 않는다. (f_{c2} = 0 및 $f_{ck,c} = f_{ck}$) 다만, 콘크리트의 한계변형률은 식(0809.2.2) 대신 식(0809.2.6)을 따른다.

$$\varepsilon_{cu,c} = \varepsilon_{co,c}\left[1 + \frac{1.46}{b/t}\left(\frac{F_y}{f_{ck}}\right)\right] \le 0.01 \qquad (0809.2.6)$$

(7) 휨을 받는 합성부재에서는 횡구속에 의한 콘크리트의 강도 및 연성 증가는 고려하지 않는다.

0809.2.3 철근

(1) 철근의 최대응력은 인장과 압축에 대하여 모두 항복강도F_{yr}을 사용하며, 항복 이후 F_y를 유지한다.

(2) 철근의 한계변형률은 별도로 정의되지 않고 극한한계상태에서 합성단면의 변형률 분포에 의하여 제한된다.

0809.3 합성단면의 설계강도

0809.3.1 재료계수를 이용한 설계강도의 결정

(1) 강재, 콘크리트 및 철근에 다음의 재료계수를 적용한다.

① 강재 ϕ_s = 0.9

② 콘크리트 ϕ_c = 0.65

③ 철근 ϕ_r = 0.95

(2) 재료계수를 적용한 합성단면의 설계강도는 0809.3.2에 규정된 응력분포법 또는 0809.3.3에 규정된 변형률적합법에 따라 산정한다.

(3) 설계압축강도는 길이의 영향을 고려하여 감소계수λ_L ($=P_n/P_{no}$)을 곱하여 저감시켜야 한다. 이때 P_{no} 및 P_n 은 각각 길이 영향을 고려하기 전과 후의 공칭압축강도로서 0806을 따른다. 설계휨강도에는 감소계수λ_L 을 적용하지 않는다.

(4) (2)와 (3)에 의하여 결정된 합성부재의 설계압축강도와 설계휨강도에는 강도저항계수를 추가로 고려하지 않는다.

0809.3.2 응력분포법

(1) 매입형 합성부재와 콤팩트단면으로 분류되는 충전형 합성부재의 경우, 항복한계상태에 대한 다음의 소성응력분포를 적용한다.

① 압축대의 강재, 콘크리트 및 철근에는 각각 균일한 소성응력 $\phi_s F_y$, $0.85\phi_c f_{ck}$ 및 $\phi_r f_{yr}$ 을 적용한다. 원형강관합성기둥의 경우 구속효과를 고려하여 콘크리트 소성응력 크기를 0805.2.1.1(2)에 따라 증가시킬 수 있다.

② 인장대에서 강재와 철근의 응력은 각각 균일한 소성응력 $\phi_s F_y$ 와 $\phi_r f_{yr}$ 을 가정하며, 콘크리트 인장응력은 무시한다

(2) 비콤팩트단면으로 분류되는 충전형 합성부재의 경우, 최외단 압축강재요소의 항복한계상태에 대한 다음의 탄성응력분포를 적용한다.

① 압축대의 강재와 콘크리트에는 각각 최대응력 $\phi_s F_y$ 및 $0.7\phi_c f_{ck}$ 에 대한 선형탄성응력분포를 가정한다.

② 인장대에서 강재 응력은 중립축거리에 비례하는 선형 분포($\leq \phi_s F_y$)로 가정하며, 콘크리트 인장응력은 무시한다.

(3) 세장단면으로 분류되는 충전형 합성부재의 경우, 최외단 압축강재요소의 좌굴한계상태에 대한 다음의 탄성응력분포를 적용한다.

① 압축대에서 강재는 식(0806.3.6) 또는 식(0806.3.7)에 의한 국부좌굴강도$\phi_s F_{cr}$ 에 대한 선형탄성응력분포를 가정한다. 콘크리트는 최대응력 $0.7\phi_c f_{ck}$ 에 대한 선형탄성응력분포로 가정한다.

② 인장대에서 강재 응력은 중립축거리에 비례하는 선형 분포($\leq \phi_s F_y$)로 가정하며, 콘크리트 인장응력은 무시한다.

(4) 2축 휨이 작용하는 경우, 중립축이 주축에 대하여 일정한 각도로 기울어지도록 응력 분포를 가정할 수 있다. 이때 콤팩트단면, 비콤팩트단면 및 세장단면에 대한 한계상태와 그에 대응하는 응력분포는 각각 (1), (2) 및 (3)을 따른다.

0809.3.3 변형률적합법

(1) 압축과 휨의 상호관계는 0805.2.2에 규정된 변형률적합 단면해석으로 산정할 수 있다.

(2) 콤팩트단면, 비콤팩트단면 및 세장단면의 극한한계상태는 가장 먼저 한계변형률에 도달하는 요소에 의해 결정되며, 이때의 변형률 분포에 의해 아직 한계변형률에 도달하지 못한 요소들의 변형률이 제한된다.

(3) 강재, 콘크리트 및 철근의 응력-변형률 관계는 0809.2를 따르며, 이때 0809.3.1(1)에 정의된 재료계수를 적용하여 압축 및 인장 응력의 크기를 줄여야 한다.

(4) 2축 휨이 작용하는 경우, 중립축이 주축에 대하여 일정한 각도로 기울어지도록 변형률 분포를 가정하여 압축과 휨의 상호관계를 구한다.

0810 전단강도

0810.1 충전형 및 매입형 합성부재

(1) 설계전단강도 $\phi_v V_n$은 다음 중에서 한 가지 방법으로 구한다.

① 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.4에 따른 강재단면만의 설계전단강도

② 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00) 4.5에 따른 철근콘크리트만의 전단강도. ($\phi_v = 0.75$) 다만, 무근콘크리트로 채운 충전형 합성부재에서 콘크리트만의 전단강도는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 관련 기준에 따른다.

③ 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.4에 따른 강재단면의 공칭전단강도와 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에 따른 철근의 공칭전단강도의 합으로 한다. ($\phi_v = 0.75$) 다만, 강재단면과 철근콘크리트는 완전합성거동을 위한 강재앵커가 설치되어야 한다.

0810.2 노출형 합성보

(1) 강재앵커를 갖는 노출형 합성보의 설계전단강도는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.4에 따라 강재 단면만의 특성으로부터 구한다.

0811 하중전달

0811.1 일반 요구사항

(1) 외력이 매입형합성부재 또는 충전형합성부재에 축방향으로 가해질 때, 부재로의 힘 도입과 부재 안에서의 길이방향 전단력 전달은 이 조항에 있는 힘의 분배에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 0811.3에 따라 결정된 적절한 힘전달기구의 설계강도ϕR_n은 0811.2에서 구한 길이방향 소요전단력 V_r' 이상이어야 한다.

0811.2 힘의 분배

(1) 강재와 콘크리트 간에 전달되어야 할 힘의 크기는 다음 요구사항에 따른 외력의 분배로 한다.

0811.2.1 외력이 강재단면에 직접 가해지는 경우

(1) 모든 외력이 강재단면에 직접 가해지는 경우, 콘크리트에 전달되어야 할 힘 V_r'은 다음과 같이 구한다.

$$V_r' = P_r(1 - F_y A_s / P_{no}) \qquad (0811.2.1)$$

여기서,

P_{no} : 길이효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N. 매입형합성부재는 식(0806.2.4), 충전형합성부재는 식(0806.3.1)에 의해 구한다.

P_r : 합성부재에 가해지는 소요외력, N.

(2) 식(0811.2.1)은 세장단면의 충전형 합성부재에는 적용되지 않는다.

0811.2.2 외력이 콘크리트에 직접 가해지는 경우

(1) 모든 외력이 피복콘크리트 또는 충전콘크리트에 직접 가해지는 경우, 강재에 전달되어야 할 힘 V_r'은 다음과 같이 구한다.

① 매입형 합성부재와 콤팩트단면 또는 비콤팩트단면의 충전형 합성부재

$$V_r' = P_r(F_y A_s / P_{no}) \qquad (0811.2.2a)$$

② 세장단면의 충전형 합성부재

$$V_r' = P_r(F_{cr} A_s / P_{no}) \qquad (0811.2.2b)$$

여기서,

P_r : 합성부재에 가해지는 소요외력, N

F_{cr} : 사각형 단면은 식(0806.3.6), 원형 단면은 식 (0806.3.7)에 의해 구한다.

P_{no} : 길이효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N. 매입형합성부재는 식(0806.2.4), 충전형 합성부재는 식(0806.3.1)에 의해 구한다.

0811.2.3 외력이 강재단면과 콘크리트에 동시에 가해지는 경우

(1) 외력이 강재단면과 매입콘크리트 또는 충전콘크리트에 동시에 가해지는 경우, 콘크리트에서 강재 또는 강재에서 콘크리트로 전달되어야 할 힘 V_r'은 강재에 직접 가해지는 외력의 일부 P_{rs}와 식(0811.2.2)에서 산정한 힘 V_r'과의 차이로 한다.

① 매입형 합성부재와 콤팩트단면 또는 비콤팩트단면의 충전형 합성부재

$$V_r' = P_{rs} - P_r(F_y A_s / P_{no}) \qquad (0811.2.3a)$$

② 세장단면의 충전형 합성부재

$$V_r' = P_{rs} - P_r(F_{cr} A_s / P_{no}) \qquad (0811.2.3b)$$

(2) 세장단면의 충전형 합성부재에서는 강재에 직접 가해지는 외력P_{rs}이 합성부재에 가해지는 소요외력P_r의 50%를 초과할 수 없다.

0811.3 힘 전달기구

(1) 직접부착작용, 전단접합 및 직접지압에 의한 힘전달기구의 공칭강도 R_n은 다음과 같이 구한다. 이 중에서 가장 큰 공칭강도의 힘전달기구를 사용할 수 있으나 이러한 힘전달기구들은 중첩하여 사용할 수 없다.

(2) 길이방향 전단력 V_r'이 직접부착작용에 의한 설계전단강도를 초과할 경우에는 0811.3.1 또는 0811.3.2에 의한 힘전달기구를 사용하여야 한다.

0811.3.1 직접지압강도

(1) 힘이 내부 지압기구를 통한 직접지압에 의하여 매입형 또는 충전형 합성부재에 전달되는 경우, 설계지압강도는 다음과 같이 콘크리트압괴의 한계상태로부터 구한다. ($\phi_B = 0.65$)

$$R_n = 1.7 f_{ck} A_1 \qquad (0811.3.1)$$

여기서,

A_1 : 콘크리트의 재하면적, mm^2

0811.3.2 전단접합

(1) 힘이 전단접합에 의해 매입형 또는 충전형 합성부재에 전달되는 경우, 강재앵커의 설계전단강도R_c는 다음과 같이 구한다.

$$R_c = \Sigma Q_{cv} \qquad (0811.3.2)$$

여기서,

ΣQ_{cv} : 0811.4에 정의한 하중도입부 길이 안에 배치된 스터드앵커 또는 ㄷ형강앵커의 설계전단강도 ϕQ_{nv}의 합, N. 각 강재앵커의 설계전단강도 ϕQ_{nv}는 0812.3.1 또는 0812.3.4로부터 구한다.

0811.3.3 직접부착강도

(1) 힘이 직접부착작용에 의해 충전형합성부재 및 매입형합성부재에 전달되는 경우, 강재와 콘크리트 사이의 설계부착강도는 다음과 같이 구한다. ($\phi = 0.45$)

$$R_n = U_{in} L_{in} F_{in} \qquad (0811.3.3)$$

여기서,

R_n : H형강 또는 강관의 전둘레길이와 하중도입부의 길이에 해당하는 공칭부착강도, N

U_{in} : H형강 또는 강관의 둘레길이, mm

L_{in} : 0811.4에서 규정한 하중도입부의 길이, mm

F_{in} : <표 0811.3.1>의 공칭부착응력, MPa

(2) <표 0811.3.1>의 공칭부착응력은 콘크리트와 접하는 강재단면 표면에 도장, 기름, 윤활유 및 녹 등이 없는 경

우에 가정된 값이다. <표 0811.3.1>에서 콘크리트에 완전 매입된 H형강단면의 공칭부착응력 F_{in}은 플랜지에 대한 콘크리트의 최소유효피복두께가 40 mm이고 0806.2.5의 (1)과 (2)를 만족하며, 0806.2.1에 따른 횡방향 철근과 길이방향 철근이 있는 단면에 적용할 수 있다.

<표 0811.3.1> 공칭부착응력, F_{in}

단면 종류		F_{in}, MPa
콘크리트에 완전매입된 H형강단면		0.66
콘크리트충전 사각형강관단면	콤팩트, 비콤팩트, 세장	0.40
콘크리트충전 원형강관단면	콤팩트	1.22
	비콤팩트, 세장	0.40

(3) 플랜지에 대한 유효피복두께가 더 두껍고, 플랜지의 피복콘크리트를 충분히 구속시킬 수 있는 횡방향 철근과 길이방향 철근이 있는 경우에는 좀 더 높은 부착응력값을 사용할 수 있다. 유효피복두께를 고려한 공칭부착응력는 실험으로 증명되지 않는 한 $\beta_c F_{in}$ 값을 사용하여야 하며, β_c는 다음 식에 의해 결정한다.

$$\beta_c = 1 + 0.02\, c_e \left(1 - \frac{40}{c_e}\right) \le 2.5 \qquad (0811.3.4.)$$

여기서,

c_e : 플랜지면에 대한 콘크리트의 유효피복두께, mm

(4) 유효피복두께는 플랜지면에 대한 콘크리트의 순피복두께에서 띠철근의 외부면에 대한 순피복두께를 제외한 두께로 한다.

0811.4 상세 요구사항

0811.4.1 매입형 합성부재

(1) 길이방향 전단력을 전달하기 위한 강재앵커는 하중도입부의 길이 안에 배치한다. 하중도입부의 길이는 하중작용방향으로 합성부재단면의 최소폭의 2배와 부재길이의 1/3 중 작은 값 이하로 한다.

(2) 길이방향 전단력을 전달하기 위한 강재앵커는 강재단면의 축에 대해 대칭인 형태로 최소한 2면 이상에 배치한다.

(3) 하중도입부 길이와 이외 구간에서의 강재앵커 간격은 0812.3.5에 따른다.

0811.4.2 충전형 합성부재

(1) 길이방향전단력을 전달하기 위한 강재앵커는 하중도입부의 길이 안에 배치한다.

(2) 하중도입부의 길이는 하중작용방향으로 합성부재단면의 최소폭의 2배와 부재길이의 1/3 중 작은 값 이하로 한다.

(3) 하중도입부의 길이 안에 배치하는 강재앵커 간격은 0812.3.5에 따른다.

0811.5 하중도입부 이외 구간의 길이방향 전단력

(1) 부재의 직각방향하중 또는 단부모멘트 또는 직각방향하중과 단부모멘트에 의해 발생되는 하중도입부 이외 구간에서의 콘크리트와 강재 사이 접촉면의 길이방향 소요전단응력분포를 확인하여야 한다. 길이방향 소요전단응력이 <표 0811.3.1>의 값에 강도저항계수 $\phi = 0.45$를 곱한 설계전단응력 ϕF_{in}을 초과하는 경우에는 0812.3에 따라서 강재앵커(전단연결재)로 보강하여야 한다.

(2) 보다 정밀한 방법에 의하지 않는 한, 접촉면에서의 길이방향 소요전단응력은 콘크리트의 장기효과와 균열을 고려한 탄성해석에 의해 구한 값을 사용할 수 있다.

0812 강재앵커

0812.1 일반사항

(1) 스터드앵커의 직경은 19 mm 이하이어야 한다. 다만, 스터드앵커가 콘크리트 평슬래브에서 전단전달만의 목적으로 사용된 경우 스터드앵커 직경은 25 mm까지 허용된다. 스터드앵커의 직경은 강재단면의 웨브판과 직접 연결된 플랜지부분에 용접하는 경우 이외에 플랜지두께의 2.5배를 초과할 수 없다.

(2) 0812.2는 강재앵커(전단연결재)가 콘크리트 슬래브 또는 골데크의 콘크리트에 매입된 합성휨부재에 적용한다. 0812.3은 이외 모든 다른 경우에 적용한다.

0812.2 합성보의 강재앵커

(1) 용접 후 밑면에서 머리 최상단까지의 스터드앵커 길이는 몸체 직경의 4배 이상으로 한다.

0812.2.1 스터드앵커의 강도

(1) 콘크리트슬래브 또는 합성슬래브에 매입된 스터드앵커 1개의 공칭전단강도 Q_n은 다음과 같이 산정한다.

$$Q_n = 0.5 A_{sa} \sqrt{f_{ck} E_c} \le R_g R_p A_{sa} F_u \qquad (0812.2.1)$$

여기서,

A_{sa} : 스터드앵커의 단면적, mm^2

E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa

F_u : 스터드앵커의 설계기준인장강도, MPa

(2) R_g 와 R_p 의 값은 <표 0812.2.1> 또는 다음을 따른다.

① $R_g = 1.0$:

가. 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각이며 골내에 용접되는 스터드앵커의 개수가 1개인 경우

나. 스터드앵커가 일렬로 강재에 직접 용접된 경우

다. 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행하며 스터드앵커가 데크를 통해 일렬로 용접되고 골의 평균폭과

골의 높이의 비가 1.5 이상인 경우

② $R_g = 0.85$:

가. 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각이며 골 당 스터드앵커의 개수가 2개인 경우

나. 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행하며, 스터드앵커가 데크를 통해 용접되며 골의 평균폭과 골의 높이의 비가 1.5보다 작으며 스터드앵커의 개수가 1개인 경우

③ $R_g = 0.7$:

가. 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각이며 골 내에 용접되는 스터드앵커의 개수가 3개 이상인 경우

④ $R_p = 0.75$:

가. 형강에 직접 용접된 스터드앵커

나. 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각인 합성슬래브에 용접되고, $e_{mid-ht} \geq 50$ mm인 스터드앵커의 경우

다. 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행한 합성슬래브에 매입되는 스터드앵커가 데크플레이트를 통해 용접되거나 거더의 채움재로 (큰보의 강재보와 데크플레이트 사이의 길쭉한 틈에) 사용되는 평판을 통하여 용접되는 경우

⑤ $R_p = 0.6$:

가. 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각인 합성슬래브에 용접되고, $e_{mid-ht} < 50$ mm인 스터드앵커의 경우. e_{mid-ht}는 데크골의 중간높이에서, 스터드몸체 외면으로부터 스터드앵커의 하중저항 방향(즉 단순보에서 최대모멘트가 있는 방향)에 있는 데크플레이트 웨브까지의 순거리, mm.

<표 0812.2.1> R_g와 R_p의 값

조 건			R_g	R_p
데크플레이트를 사용하지 않은 경우			1.0	0.75
데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행한 경우	$\frac{w_r}{h_r} \geq 1.5$		1.0	0.75
	$\frac{w_r}{h_r} < 1.5$		0.85**	0.75
데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각인 경우에 데크플레이트의 골당 스터드앵커의 개수	약한 위치의 스터드앵커	1개	1.0	0.6
		2개	0.85	0.6
		3개 이상	0.7	0.6
	강한 위치의 스터드앵커	1개	1.0	0.75
		2개	0.85	0.75
		3개 이상	0.7	0.75

h_r = : 리브의 공칭높이, mm

w_r : 0807.2.3에서 정의한 콘크리트 리브 또는 헌치의 평균폭, mm

** : 스터드가 1개인 경우

약한 위치의 스터드앵커 : $e_{mid-ht} < 50$mm인 경우

강한 위치의 스터드앵커 : $e_{mid-ht} \geq 50$mm인 경우

0812.2.2 ㄷ형강앵커의 강도

(1) 충실형 콘크리트슬래브에 매입된 ㄷ형강앵커 1개의 공칭강도는 다음과 같은 식으로 계산한다.

$$Q_n = 0.3(t_f + 0.5t_w)L_a\sqrt{f_{ck}E_c} \qquad (0812.2.2)$$

여기서,

t_f : ㄷ형강앵커의 플랜지두께, mm

t_w : ㄷ형강앵커의 웨브두께, mm

L_a : ㄷ형강앵커의 길이, mm

(2) ㄷ형강앵커의 강도는 편심의 영향을 고려하여 Q_n의 힘을 받을 수 있도록 보플랜지에 용접되어야 한다.

0812.2.3 강재앵커의 소요개수

(1) 정 또는 부모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이에 배열되는 강재앵커의 소요개수는 0807.2.4.1과 0807.2.4.2에서 구한 총수평전단력을 0812.2.1 또는 0812.2.2에서 구한 강재앵커의 공칭강도로 나눈 값으로 구한다.

(2) 집중하중이 작용하는 위치와 이와 가장 가까운 모멘트가 0이 되는 위치 사이에 강재앵커의 소요개수는 집중하중이 작용하는 위치의 최대모멘트를 받을 수 있도록 충분한 수를 사용한다.

0812.2.4 상세 요구사항

(1) 별도의 요구사항이 없는 한, 정 또는 부모멘트가 최대가 되는 위치에서 양측에 소요되는 강재앵커는 최대 위치점과 모멘트가 0이 되는 위치 사이에 일정한 간격으로 배치한다.

(2) 데크플레이트의 골에 설치되는 강재앵커를 제외하고, 강재앵커의 측면피복은 25 mm 이상이 되어야 한다. 앵커의 중심에서 전단력방향에 있는 가장자리까지의 거리는 보통콘크리트에서는 200 mm 이상, 경량콘크리트에서는 250 mm 이상으로 한다.

(3) 스터드앵커의 중심간 간격은 합성보의 길이방향으로는 스터드 몸체직경의 6배 이상이 되어야 하며, 직각방향으로는 몸체직경의 4배 이상이 되어야 한다. 다만, 골방향이 강재보에 직각인 데크플레이트의 골 내에 설치되는 경우, 중심간 간격은 모든 방향으로 스터드 몸체직경의 4배 이상이 되어야 한다. 강재앵커의 중심간 간격은 슬래브 총두께의 8배 또는 900 mm를 초과할 수 없다.

0812.3 합성구성요소 내부에 사용하는 강재앵커

(1) 이 규정은 매입형 합성부재 안에 사용하는 스터드앵커 또는 ㄷ형강앵커의 설계에 적용한다.

① 보통콘크리트를 사용하는 경우, 전단력만 받는 스터드앵커의 길이는 몸체직경의 5배 이상으로 한다. 인장 또는 전단과 인장의 조합력을 받는 스터드앵커의 길이는 몸체직경의 8배 이상으로 한다.

② 경량콘크리트를 사용하는 경우, 전단력만 받는 스터드앵커의 길이는 몸체직경의 7배 이상으로 한다. 인장력을 받는 스터드앵커의 길이는 몸체직경의 10배 이상으로 한다.

③ 인장 또는 전단과 인장의 조합력을 받는 스터드앵커의 머리직경은 몸체직경의 1.6배 이상으로 한다.

(2) <표 0812.3.1>은 각 하중조건에 대한 스터드앵커의 최소 h/d값을 나타낸 것이다.

<표 0812.3.1> 스터드앵커의 최소 길이/직경비 h/d

하중 조건	보통콘크리트	경량콘크리트
전단	$h/d \geq 5$	$h/d \geq 7$
인장	$h/d \geq 8$	$h/d \geq 10$
전단과 인장의 조합력	$h/d \geq 8$	*

h/d = 스터드앵커의 몸체직경(d)에 대한 전체길이(h) 비
* 경량콘크리트에 묻힌 앵커에 대한 조합력의 작용효과는 관련 콘크리트 기준을 따른다.

0812.3.1 스터드앵커의 전단강도

(1) 한계상태가 콘크리트전단파괴가 아닌 경우, 스터드앵커 1개에 대한 설계전단강도는 다음과 같이 구한다. ($\phi_v = 0.65$)

$$Q_{nv} = F_u A_{sa} \qquad (0812.3.1)$$

여기서,

Q_{nv} : 스터드앵커의 공칭전단강도, N

A_{sa} : 스터드앵커의 단면적, mm^2

F_u : 스터드앵커의 설계기준인장강도, MPa

(2) 한계상태가 콘크리트전단파괴인 경우, 스터드앵커 1개에 대한 설계전단강도는 다음 중 1가지 방법으로 구한다.

① 스터드앵커 파괴면의 양측에 콘크리트앵커기준(KDS 14 20 54)에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 스터드앵커의 공칭전단강도 Q_{nv}는 식(0812.3.1)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.

② 콘크리트 앵커부 강도 산정은 콘크리트앵커기준(KDS 14 20 54)의 관련 규정을 참고한다.

0812.3.2 스터드앵커의 인장강도

(1) 앵커의 중심에서 스터드앵커의 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스터드앵커 상단까지 높이의 1.5배 이상이고, 스터드앵커의 중심간 간격이 스터드앵커 상단까지 높이의 3배 이상인 경우, 스터드앵커 1개에 대한 설계인장강도는 다음과 같이 구한다. ($\phi_t = 0.75$)

$$Q_{nt} = F_u A_{sa} \qquad (0812.3.2)$$

여기서,

Q_{nt} : 강재스터드앵커의 공칭인장강도, N

A_{sa} : 강재스터드앵커의 단면적, mm^2

F_u : 강재스터드앵커의 설계기준인장강도, MPa

(2) 앵커의 중심에서 스터드앵커의 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스터드앵커 상단까지 높이의 1.5배 미만이고, 스터드앵커의 중심간 간격이 스터드앵커 상단까지 높이의 3배 미만인 경우, 스터드앵커 1개에 대한 공칭인장강도는 다음 중 1가지 방법으로 구한다.

① 스터드앵커 파괴면의 양측에 콘크리트앵커기준(KDS 14 20 54)에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 스터드앵커의 공칭인장강도 Q_{nt}는 식(12-4)로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.

② 콘크리트 앵커부 강도 산정은 콘크리트앵커기준(KDS 14 20 54)의 관련 규정을 참고한다.

0812.3.3 전단과 인장의 조합력을 받는 스터드앵커 강도

(1) 한계상태가 콘크리트전단파괴가 아닌 경우, 앵커의 중심에서 스터드앵커 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스터드앵커 상단까지 높이의 1.5배 이상이고, 스터드앵커의 중심간 간격이 스터드앵커 상단까지 높이의 3배 이상이면, 스터드앵커의 1개에 대한 전단과 인장의 상호작용에 대한 공칭강도는 다음과 같이 구한다.

$$\left[\left(\frac{Q_{rt}}{Q_{ct}}\right)^{5/3}+\left(\frac{Q_{rv}}{Q_{cv}}\right)^{5/3}\right]\le 1.0 \qquad (0812.3.3)$$

여기서,

Q_{rt} : 소요인장강도, N

$Q_{ct}(=\phi_t Q_{nt})$: 설계인장강도, N

Q_{rv} : 소요전단강도, N

$Q_{cv}(=\phi_v Q_{nv})$: 설계전단강도, N

(2) 소요인장강도 Q_{rt}와 소요전단강도 Q_{rv}는 0802.3에 규정된 하중조합에서 요구하는 강도이다. 강도저항계수는 다음과 같다.

$\phi_t = 0.75$, 인장저항계수

$\phi_v = 0.65$, 전단저항계수

(3) 한계상태가 콘크리트전단파괴인 경우이거나 앵커의 중심에서 스터드앵커 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스터드앵커 상단까지 높이의 1.5배 미만이거나, 스터드앵커의 중심간 간격이 스터드앵커 상단까지 높이의 3배 미만인 경우, 스터드앵커의 1개에 대한 전단과 인장의 상호작용에 대한 공칭강도는 다음 중 1가지 방법으로 구한다.

① 스터드앵커 파괴면의 양측에 콘크리트앵커기준(KDS 14 20 54)에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 식(0812.3.3)에 사용하는 스터드앵커의 공칭전단강도 Q_{nv}는 식(0812.3.1)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 하고, 스터드앵커의 공칭인장강도 Q_{nt}는 식(0812.3.2)로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.

② 콘크리트 앵커부 강도 산정은콘크리트앵커기준(KDS 14 20 54)의 관련 규정을 참고한다.

0812.3.4 ㄷ형강의 전단강도

(1) ㄷ형강앵커의 설계전단강도는 0812.2.2에 따라 구한 공칭전단강도에 강도저항계수 $\phi_v = 0.75$를 곱하여 구한다.

0812.3.5 상세 요구사항

(1) 강재앵커의 측 방향의 콘크리트 순 피복두께는 25 mm 이상으로 한다.

(2) 스터드앵커의 중심간 최소간격은 어느 방향이든 몸체직경의 4배로 한다.
(3) 스터드앵커의 중심간 최대간격은 어느 방향이든 몸체직경의 32배로 한다.
(4) ㄷ형강앵커의 중심간 최대간격은 600 mm로 한다.

0813 합성트러스

0813.1 일반사항
(1) 이 절의 조항들은 1방향 바닥구조에서, 양단부가 단순접합된 합성트러스나 합성조이스트의 설계에 적용한다.
(2) 데크의 골방향이 합성트러스에 직각방향인 경우에는 데크 상단과 데크 하부 사이에 있는 리브 콘크리트는 단면특성을 결정할 때 콘크리트압축 블록의 계산에 포함하지 않는다.
(3) 압축 쪽 현재의 단면은 합성트러스의 휨강도 산정에서 무시한다.
(4) 지지점에서 첫 번째에 있는 상현재를 포함하고 있는 트러스 부분은 강재부재만으로 소요강도를 만족하여야 한다.
(5) 골데크를 사용한 합성트러스의 강도 산정에는 0807.2.3의 관련 규정을 따른다.
(6) 스터드앵커는 0812의 관련 규정을 따른다.

0813.2 적용 강재단면과 데크플레이트
(1) 합성트러스에서 강재트러스를 구성하고 있는 각 부재는 소요성능을 발휘할 수 있는 압연 또는 냉간성형 강재단면을 사용한다.
(2) 합성트러스 또는 합성조이스트에 사용하는 데크플레이트는 0807.2.3의 요구조건을 만족하여야 한다.

0813.3 강도

0813.3.1 현재의 설계
(1) 콘크리트슬래브의 유효폭은 0807.1.1에 따른다.
(2) 슬래브콘크리트 등가직사각형 압축응력블록의 깊이 a와 모멘트저항팔길이 d_e는 다음 식으로 구한다.

$$a = \frac{\phi_t F_y A_{gt}}{\phi_c 0.85 f_{ck} b_e} \le t_c \qquad (0813.3.1)$$

$$d_e = d_j - y_{bc} + h_r + t_c - a/2 \qquad (0813.3.2)$$

여기서,

d_e : 모멘트저항 팔길이, 즉 하현재의 단면중심에서 슬래브콘크리트 압축블록의 중심까지 거리, mm

a : 콘크리트압축응력블록의 깊이, mm

A_{gt} : 하현재의 인장저항 총단면적, mm^2

b_e : 트러스 상부에 있는 콘크리트슬래브의 유효폭, mm

d_j : 강재트러스의 전체 춤, mm

h_r : 강재데크플레이트 리브의 공칭높이, mm

t_c : 데크 위에 있는 콘크리트슬래브의 두께, mm

y_{bc} : 하현재의 최하부면으로부터 하현재의 단면 중심축까지의 거리, mm

(3) 합성트러스의 설계휨강도는 다음 한계상태 중에서 최솟값으로 한다.

① 하현재의 인장항복 : $\phi_t = 0.90$

$$\phi M_n = \phi_t F_y A_{gt} d_e \qquad (0813.3.3)$$

② 하현재의 인장파단 : $\phi_{tr} = 0.75$

$$\phi M_n = \phi_{tr} F_u A_{nt} d_e \qquad (0813.3.4)$$

③ 콘크리트 압괴 : $\phi_c = 0.85$

$$\phi M_n = \phi_c 0.85 f_{ck} b_e t_c d_e \qquad (0813.3.5)$$

④ 전단연결재의 강도 : $\phi_{stud} = 0.90$

$$\phi M_n = \phi_{stud} N Q_n d_e \geq 0.50 \phi_t F_y A_b d_e \qquad (0813.3.6)$$

여기서,

A_{gt}: 하현재의 인장저항 총단면적, mm^2

A_{nt}: 하현재의 인장저항 순단면적, mm^2

b_e: 트러스 상부에 있는 콘크리트슬래브 유효폭, mm

d_e: 상현재 중심에서 콘크리트압축블록 중심까지의 수직거리, mm

F_u: 하현재의 최소인장강도, MPa

F_y: 하현재의 최소항복강도, MPa

N: 정모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이 안에 있는 스터드앵커 개수

Q_n: 스터드앵커 1개의 공칭전단강도, N

t_c: 데크 위에 있는 콘크리트슬래브 두께, mm

0813.3.2 웨브재의 설계

(1) 합성트러스의 웨브재는 비합성 트러스에서의 설계방법에 따른다.

(2) 웨브재는 작용하중으로부터 합성트러스 양단까지의 전단력을 전달할 수 있도록 설계되어야 한다.

(3) 합성트러스의 웨브재는 최소한 계수하중에 의한 반력의 25%에 해당하는 수직전단력 이상에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다.

(4) 앞의 최소전단 요구사항에 의해 설계되는 인장웨브재는 지간의 반에 분포된 활하중에 의해 발생되는 응력반전(압축력)을 검토하여야 한다. 이러한 검토를 위해 등분포하중의 경우에는 다음 식을 사용할 수 있다.

$$V_{c,\min} = \frac{(1.6 w_L) L}{8} \qquad (0813.3.7)$$

여기서,

w_L : 등분포활하중, kN/m

L : 합성트러스의 설계길이, mm

$V_{c,\min}$: 인장웨브재 부재의 최소계수압축설계전단력, kN

(5) 변형형 와렌트러스 형태에 사용하는 내부 웨브재는 부재가 지지하는 하중에 합성거동시에 작용하는 하현재 축력의 2%를 합한 하중을 저항할 수 있도록 설계되어야 한다.

0813.3.3 전단연결재의 설계

(1) 콘크리트 슬래브와 트러스 사이의 길이방향 수평전단력은 강재데크를 통하여 상현재의 상부면에 용접된 스터드앵커에 의해 전달하도록 한다.

(2) 스터드앵커의 설계는 0812의 관련 규정을 따른다.

0814 합성 보-기둥 접합부

0814.1 일반사항

(1) 이 장은 합성구조의 보-기둥 연결부의 설계와 기둥-보 접합부의 전단설계에 적용한다.

(2) 접합부와 연결부의 강도와 변형이 구조체의 성능에 영향을 미치는 경우 구조해석에 접합부와 연결부를 포함하여야 한다. 이때 구조해석에 사용하는 접합부의 강성과 변형능력은 합리적으로 결정해야 한다.

(3) 구조해석 및 실험에 의하여 증명되지 않는 한, 연결부와 접합부의 강도는 각 부재의 소성힌지에 의하여 전달되는 요구내력 이상을 저항할 수 있도록 설계하여 연결부와 접합부에서 조기파괴 또는 과도한 비탄성변형이 발생하지 않도록 한다.

(4) 접합된 부재들에 의하여 전달되는 요구내력을 계산할 때에는 주기반복하중과 실제재료강도를 고려한 부재강도의 증가에 의한 영향을 고려해야 한다.

(5) 접합부는 설계층간변위에서의 소요강도에 저항할 수 있도록 적절한 변형능력을 발휘할 수 있어야 한다.

0814.2 보- 기둥의 연결

0814.2.1 강재기둥 - 합성보의 연결

(1) 강재기둥과 강재보의 연결은 강구조기준에 따른다.

(2) 연결부에서 합성보 콘크리트부분의 압축력을 강재기둥에 전달할 필요가 있는 경우, 지압에 의하여 기둥에 전달할 수 있다. 다만, 콘크리트가 접합부내에 채워지지않는 경우, 기둥판재의 안전성을 검토해야 한다. 지압강도는 콘크리트기준을 따른다.

(3) 연결부에서 합성보 콘크리트부분의 전단력을 강재기둥에 전달할 필요가 있는 경우, 전단연결재를 이용하여 강재기둥과 콘크리트를 연결한다.

(4) 연결부에서 합성보 또는 합성슬래브에 매입된 철근의 인장력을 기둥에 연결할 필요가 있는 경우에는, 철근을 직

접 기둥에 용접하거나 기둥에 연결되는 가로보에 용접하거나 정착하여 연결할 수 있다.

(5) 플랜지연결판과 웨브덧판등 강재기둥내의 접합부에 대한 보강은 강구조기준을 따른다.

0814.2.2 매입형 합성기둥 - 합성보의 연결

(1) 강재보는 강재기둥에 직접연결하며 이때 강재기둥과 강재보의 연결과 보강은 강구조기준에 따른다.

(2) 연결부에서 합성보 콘크리트부분은 합성기둥의 콘크리트와 일체화되도록 하며, 합성보 콘크리트의 압축력과 전단력이 전달될 수 있도록 한다.

(3) 연결부에서 합성보 또는 합성슬래브에 매입된 철근의 인장력을 기둥에 연결할 필요가 있는 경우에는, 철근을 직접 기둥내 콘크리트에 정착하거나 강재기둥에 용접하거나 기둥에 연결되는 가로보에 용접이나 정착을 통하여 연결할 수 있다.

(4) 강재기둥의 크기가 작아서 강재보의 휨모멘트를 콘크리트기둥에 직접 전달할 필요가 있는 경우에는 강재보와 콘크리트기둥의 연결은 0814.2.4 (2)와 (3)에 따른다.

(5) 보-기둥 접합부의 콘크리트를 횡구속할 수 있도록 접합부내부(패널부)와 접합부상하부(지압부)에서 단면둘레에 횡구속철근을 연속되도록 설치되어야한다. 횡보강근의 배치는 콘크리트구조기준에 따른다.

(6) 접합부 콘크리트의 최소 횡철근보강은 매입형 합성기둥의 상세 요구사항을 따른다.

0814.2.3 충전형 합성기둥 - 합성보의 연결

(1) 강재보를 강관기둥에 연결하기 위하여 강관기둥내 또는 외부에 연결판을 설치해야 하며, 이때 상세는 강구조기준에 따른다.

(2) 연결부에서 합성보 콘크리트부분의 압축력을 강재기둥에 연결할 필요가 있는 경우, 지압에 의하여 기둥에 전달할 수 있다.

(3) 연결부에서 합성보 콘크리트부분의 전단력을 강재기둥에 연결할 필요가 있는 경우, 전단연결재를 이용하여 강관기둥과 콘크리트를 연결한다.

(4) 연결부에서 합성보 또는 합성슬래브에 매입된 철근의 인장력을 기둥에 연결할 필요가 있는 경우에는, 철근을 기둥 또는 연결판에 직접 용접하거나 기둥에 연결되는 가로보에 용접 또는 정착을 통하여 연결할 수 있다.

0814.2.4 철근콘크리트기둥 - 합성보의 연결

(1) 강재보는 보-기둥 접합부를 관통하여 설치하거나, 하중전달을 위하여 접합부내부에 설치된 강재에 정착한다.

(2) 강재보를 접합부에 관통하여 설치하는 경우, 미끄러짐전단을 전달하기 위하여 강재보에 전단연결재와 웨브지압판을 설치해야 한다. 직각방향 교차보가 존재하는 경우 이 교차보에 의한 미끄러짐저항을 고려할 수 있다.

(3) 보의 휨변형과 휨모멘트전달시에 강재보하부에 콘크리트의 조기압괴가 발생하지 않도록 충분한 지압강도를 확보해야 하며, 필요시에는 지압판을 설치한다.

(4) 내진설계에서 고연성도 모멘트골조의 경우 지압판을 설치해야 하며 중연성도와 저연성도의 경우 지압판을 설치하지 않을 수 있다. 다만, 지압판을 설치하지 않을 경우 보 소성힌지의 최대강도는 보의 항복강도(M_y)를 초과할 수 없다.

(5) 보-기둥 접합부의 콘크리트를 횡구속할 수 있도록 접합부내부(패널부)와 접합부상하부(지압부)에서 단면둘레에 횡구속철근을 연속되도록 배치하여야 한다. 횡보강근의 배치는 콘크리트구조기준에 따른다.

0814.3 보-기둥 접합부의 전단설계

0814.3.1 강재기둥 - 합성보의 접합부

(1) 접합부의 전단력은 강재기둥의 웨브가 저항하도록 설계하며, 설계방법과 상세는 강구조기준을 따른다.

0814.3.2 매입형 합성기둥 - 합성보의 접합부

(1) 강재기둥과 콘크리트가 적절히 전단연결재에 의하여 연결되어 있고, 횡보강근에 의하여 콘크리트가 횡구속이 되어 있는 경우, 접합부의 전단저항은 콘크리트의 전단저항과 강재기둥의 웨브의 전단저항의 합으로 계산할 수 있다.

(2) 강재기둥의 웨브의 전단강도와 상세는 강구조기준을 따른다.

(3) 콘크리트패널의 전단강도는 0814.3.4를 따른다.

0814.3.3 충전형 합성기둥 - 합성보의 접합부

(1) 콘크리트의 전단저항과 강재기둥의 웨브의 전단저항을 동시에 고려할 수 있다.

(2) 원형강관의 경우, 횡구속에 의한 콘크리트강도의 증가를 고려할 수 있다. 각형강관기둥의 경우, 횡구속에 의한 콘크리트강도의 증가는 고려하지 않는다.

(3) 강재기둥의 웨브의 전단강도는 강구조기준을 따른다.

(4) 콘크리트의 전단강도는 콘크리트구조기준을 따른다. 이때 강관기둥이 콘크리트를 적절히 횡구속하는 것으로 가정할 수 있다.

0814.3.4 철근콘크리트기둥 - 합성보의 접합부

(1) 콘크리트패널은 보의 강재단면에 의하여 구속된 영역과 그 이외의 영역으로 구분할 수 있으며, 두 영역의 전단강도의 합으로 전체 접합부의 전단강도를 결정할 수 있다.

(2) 구속되지 않은 영역에서 콘크리트의 전단강도는 콘크리트기준을 따른다.

(3) 강재단면에 의한 구속 영역에 위치한 콘크리트의 전단강도는 구속효과를 고려하여 증가시킬 수 있다.

0815 합성데크슬래브

0815.1 일반사항

(1) 골(리브)방향으로 양단부에서 지지된 합성슬래브 및 캔틸레버 합성슬래브에 적용한다. 철선일체형 데크플레이트는 시공하중에 대한 검토시에만 적용한다.

(2) 합성슬래브에는 합성용 데크플레이트가 사용되어야 하며, 강판의 형상은 복부판 간격의 데크플레이트로 제한한다. 거푸집용 데크플레이트는 합성작용에 고려할 수 없다.

(3) 콘크리트와 하부강판은 긴결되어야 하며, 반복 및 충격하중을 받는 경우에 합성작용이 약화되지 않아야 한다.

(4) 합성슬래브는 강재보의 횡구속 역할과 수평 하중을 지지하는 격막으로 사용할 수 있다.

(5) 합성데크슬래브는 작용하고 있는 하중에 대해 충분히 저항할 수 있도록 내력을 가져야 하며, 구조성능이 실험적으로 검증되어야 한다.
(6) 합성데크슬래브는 장단기 처짐이 사용상, 내력상 유해하지 않도록 충분한 강성을 갖도록 설계되어야 한다.
(7) 데크플레이트는 강판과 콘크리트 사이의 접촉면에 작용하는 수평전단력을 전달할 수 있어야한다.

0815.2 상세 규정

0815.2.1 슬래브 두께와 철근보강

(1) 합성슬래브의 전체두께 h는 80 mm이상이어야 한다. 데크플레이트의 골 상부 평탄면 위 콘크리트 두께 h_c는 40 mm이상이어야 한다.
(2) 슬래브가 보와 합성으로 거동하거나 격막으로 사용될 경우, 전체 두께 h는 90 mm 이상, h_c는 50 mm 이상이어야 한다. 골 또는 헌치의 콘크리트 평균폭은 50 mm 이상이어야 하며 데크플레이트 상단에서의 최소순폭 이하로 한다.
(3) 폭과 길이방향 철근보강은 콘크리트의 두께 h_c내에 배근한다.
(4) 양방향의 철근량은 각각 80 mm^2/m 이상이어야 한다.
(5) 철근 간격은 $2h$와 350 mm 중 최솟값 이하이어야 한다.

0815.2.2 골재

(1) 골재의 공칭 크기는 콘크리트가 타설되는 단면의 최소 치수에 따르며, $0.40h_c$, $b_0/3$, 30 mm 중 최솟값 이하이어야 한다. b_0는 리브의 평균폭을 사용하되 오목 단면의 경우에는 최소폭을 사용한다.

0815.2.3 지압 요건

(1) 지압길이 l_{bc} 와 l_{bs}는 다음에서 제한하는 값 이상이어야 한다.
① 강재나 콘트리트 위에 지지된 합성슬래브:
l_{bc} = 75 mm 및 l_{bs} = 50 mm
② 기타 재료에 지지된 합성슬래브:
l_{bc} = 100 mm 및 l_{bs} = 70 mm

0815.3 설계 고려사항

(1) 안전성과 사용성을 확보 하기 위하여, 설계에 관련된 모든 상황에 대한 한계상태가 고려되어야 한다. 합성슬래브의 극한한계상태해석을 위해서 선형탄성해석방법, 소성해석, 탄소성 해석을 사용할 수 있다.
(2) 거푸집 용도의 데크플레이트는 시공하중에 대한 안전성 및 사용성의 검증이 요구된다. 필요에 따라 가설지주의 영향도 고려해야 한다.
(3) 합성 거동이 시작되거나 가설지주가 제거된 후에는 합성슬래브의 안전성과 사용성을 확보해야 한다.

0815.4 시공하중에 대한 데크플레이트의 검증

(1) 시공하중에 대한 데크플레이트의 설계와 극한한계상태 검증은 강구조기준(KDS 41 31 00)의 관련 규정을 따라

야 한다. 데크플레이트의 강도는 국부좌굴강도를 고려하여 결정하거나 실험 결과에 근거하여 결정한다.

(2) 가설지주가 사용될 경우, 모멘트재분배는 허용되지 않는다.

(3) 시공작업하중을 제외한, 콘크리트의 자중에 의한 데크플레이트의 처짐은 허용 처짐을 초과하지 않아야 한다. 허용 처짐은 길이의 1/150을 초과하지 않아야 하며, 캠버를 고려하는 경우는 처짐 제한을 고려하지 않을 수 있다.

0815.5 합성슬래브의 극한한계상태 검증

(1) 극한한계상태에서 부재력(소요강도)은 설계강도를 초과하지 않아야 한다.

(2) 완전합성슬래브의 경우, 단면의 휨강도는 소성응력분포법에 따라 결정한다.

(3) 단부정착이 없는 슬래브의 길이방향 전단을 검토해야 한다. 단부정착이 있는 슬래브의 길이방향 전단의 경우, 다른 전단 기구가 길이 방향 전단강도에 기여한다는 것이 시험에 의하여 입증되지 않으면, 극한한계상태에서 데크플레이트에 작용하는 인장력을 고려해야 한다.

(4) 리브 중심간 거리를 폭으로 하는 합성슬래브의 수직 전단 강도는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 관련 규정에 의해 산정하여야 한다.

(5) 집중 하중에 의한 합성 슬래브의 뚫림 전단 강도는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 관련 규정에 의해 산정한다. 여기서 집중하중둘레에 형성되는 뚫림전단의 위험둘레 길이는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 관련 조항에 따르며, 슬래브의 최소두께를 사용하여 정의한다.

0815.6 합성슬래브의 사용성한계상태 검증

0815.6.1 균열

(1) 연속 슬래브의 부모멘트에서 균열폭은 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 관련 규정에 따라 검토하여야 한다.

(2) 단순 지지로 설계된 연속 슬래브에서, 균열방지를 위한 수축온도철근의 단면적은 가설지지가 없을 경우에는 리브 상부 콘크리트 단면적의 0.2% 이상이어야 하며, 가설지지가 있을 경우에는 리브 상부 콘크리트 단면적의 0.4% 이상이어야 한다.

0815.6.2 처짐

(1) 데크플레이트 자체에 작용하는 하중에 의한 처짐은 강구조기준(KDS 41 31 00)의 관련 규정에 따라 산정한다.

(2) 합성슬래브에 작용하는 하중에 의한 처짐은 건조수축의 영향을 무시하고, 0804를 따라 탄성해석을 사용하여 산정하여야 한다.

(3) 합성슬래브에서 단부 미끄러짐이 발생하는 경우 이를 고려하여 처짐을 산정하여야 한다. 다만, 다음의 경우 처짐 검토를 생략 할 수 있다.

① 경미한 응력을 받는 콘크리트가 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 제시된 경간과 유효높이 비율의 한계를 초과하지 않는다.

② 시험에서 초기 미끄러짐 하중(0.5㎜의 단부 미끄러짐을 유발하는 하중으로 정의)이 설계 사용하중의 1.2배가 넘으면, 외부 경간에서는 단부 미끄러짐을 고려할 필요가 없다.

(4) 설계 사용하중의 1.2배보다 적은 하중에서 0.5㎜가 초과되는 단부 미끄러짐이 발생한 경우, 단부 미끄러짐을 방지하기 위한 별도의 정착 보강을 하거나 또는 단부 미끄러짐 효과를 고려하여 처짐을 계산해야 한다.

0816 합성다이어프램과 하중수집보

(1) 합성슬래브 다이어프램과 하중수집보는 다이어프램, 다이어프램의 경계부재, 수집재, 그리고 횡력저항시스템의 부재 사이에 하중을 전달하도록 설계하고 상세하게 구체화해야 한다.

0817 합성구조의 내진설계

0817.1 일반사항

(1) 이 규정은 건축물과 다른 구조물에 있어 지진하중저항시스템에 사용되는 철골철근콘크리트 합성부재와 접합부의 설계에 관하여 규정한다. 여기서 다른 구조물이란 건축물과 같이 수직 및 횡력저항시스템을 가지며 건축물과 유사한 방법으로 설계·제작되고 세워지는 구조물을 말한다. 이 규정은 건축내진기준(KDS 41 17 00)에서 정의된 반응수정계수 R의 값이 3보다 큰 경우에 적용한다. 반응수정계수 R의 값이 3 이하인 구조물은 건축내진기준(KDS 41 17 00)에 의해 요구되지 않는 한 이 규정을 만족할 필요가 없다.

(2) 이 장의 요구사항들은 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10의 요구사항을 수정하고 보충한 것이다. 합성지진하중저항시스템의 철근콘크리트요소의 설계에는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 관련 요구사항을 이 규정에 맞게 조정하여 사용한다.

(3) 탄성해석에 근거한 설계의 경우 합성시스템의 요소부재의 강성과 관련된 성질들은 구조물에 상당한 항복이 발생하기 시작하는 시점의 조건을 나타낼 수 있어야 한다.

0817.2 재료 시험방법

(1) 이 장에서 별도로 요구하는 강재의 인장 및 충격 성능은 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.2에 제시된 관련 한국산업표준을 따라 시험한다.

0817.3 내진설계 일반요건

(1) 소요강도와 내진설계범주 및 건물사용그룹에 대한 규정들과 높이와 비정형에 대한 제한사항들은 건축내진기준(KDS 41 17 00)을 따른다.

(2) 설계층간변위와 층간변위제한은 건축내진기준(KDS 41 17 00)을 따른다.

0817.4 하중, 하중조합 및 공칭강도

0817.4.1 하중 및 하중조합

(1) 이 규정에 의해 증폭지진하중이 요구되는 경우 지진하중의 수평성분에 건축내진기준(KDS 41 17 00)에 명시된 초과강도계수를 곱한다.

0817.4.2 공칭강도

(1) 시스템과 부재 그리고 접합부의 공칭강도는 이 규정을 통해 수정된 경우를 제외하고는 이 장의 요구사항에 따라 결정된다.

0817.5 일반 재료

0817.5.1 구조용 강재

(1) 합성지진하중저항시스템에 사용되는 구조용강재의 부재 및 접합부는 0803의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 0817.8, 0817.9, 0817.12, 0817.14, 0817.16, 그리고 0817.17의 합성지진하중저항시스템에 사용되는 구조용강재는 0817.6과 0817.7의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.5.2 콘크리트와 철근

(1) 합성지진하중저항시스템의 합성요소에 사용되는 콘크리트와 철근은 3장과 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.1.4 ~ 4.1.7의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 0817.11, 0817.13 그리고 0817.15의 합성보통내진시스템에 사용되는 콘크리트와 철근은 0803 또는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 일반규정(4.18 제외)을 만족하여야 한다.

0817.6 합성부재

0817.6.1 적용범위

(1) 0817.8에서 0817.17까지의 지진하중저항시스템에 사용되는 합성부재의 설계는 이 절의 요구사항과 0817.5의 재료에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.6.2 합성바닥판과 지붕슬래브

(1) 합성슬래브 다이어프램은 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.6.2.1 하중전달

(1) 상세는 다이어프램과 경계부재, 수집재, 수평골조시스템의 부재사이의 힘을 전달하도록 설계되어야 한다.

0817.6.2.2 공칭전단강도

(1) 합성다이어프램과 콘크리트로 채워진 데크플레이트 다이어프램의 공칭전단강도는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00) (4.18 제외)의 내용에 근거하여 데크플레이트의 리브 상단 위에 있는 철근콘크리트의 공칭전단강도로 구한다. 그 대안으로 합성다이어프램의 공칭전단강도는 콘크리트로 채워진 다이어프램의 면내전단실험에 의해 결정하여야 한다.

0817.6.3 합성보

(1) 합성보는 0805, 0807 그리고 0810의 요구사항을 만족하여야 한다. 합성특수모멘트골조의 일부분인 합성보는 0817.9.3의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.6.4 매입형 합성기둥

(1) 이 조항의 내용은 전체합성기둥 단면적의 최소한 1%의 강재단면적을 갖는 매입형 합성기둥과 0806.2에서 명시된 추가적인 제한조건을 만족시키는 매입형 합성기둥에 적용된다. 이러한 기둥은 이 절에서 수정되는 부분을 제외하고 0805, 0806 그리고 0808의 요구사항을 만족해야 한다. 0817.6.4(4)와 0817.6.4(5)에서 중간 및 특수지진시스템에 대해 명시된 추가적인 요구사항은 0817.8에서 0817.17에 걸쳐 설명된 합성지진시스템에서 요구되는 대로 적용해야 한다.

(2) 철근콘크리트 내에 강재단면이 매입된 합성기둥은 다음의 수정된 사항을 제외하고 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 명시된 철근콘크리트기둥의 요구사항을 만족해야 한다.

① 0817.6.4.1(3)의 강재단면의 전단연결재

② 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 제시된 기둥의 강도에 대한 매입된 강재단면의 분담

③ 0817.8에서 0817.17에 걸쳐 합성지진시스템에 대한 설명에서 명시된 철근콘크리트기둥에 대한 내진요구사항

0817.6.4.1 보통내진시스템 요구사항

(1) 매입형 합성기둥에 대한 (2)~(6)의 요구사항은 보통내진시스템을 포함하여 모든 합성시스템에 대하여 적용된다.

(2) 기둥의 설계전단강도는 0810.2에 따라 결정되어야 한다. 띠철근의 공칭전단강도는 콘크리트전단비틀림기준(KDS 14 20 22) 4.3.4의 규정에 따라 산정한다. 콘크리트전단비틀림기준(KDS 14 20 22) 4.3.4에서 치수 b_w는 콘크리트단면폭에서 전단방향과 수직방향으로 측정한 강재단면의 폭을 뺀 값으로 하여야 한다.

(3) 강재단면과 철근콘크리트가 작용하중을 나누어 부담하도록 설계된 합성기둥은 0806.2의 요구사항을 만족시키는 전단연결재를 설치하도록 한다.

(4) 횡방향 띠철근의 최대간격은 0806.2의 요구사항을 만족해야 한다. 기초의 상단으로부터, 그리고 각층에서 가장 낮은 위치의 보나 슬래브상단으로부터 띠철근간격의 1/2 위치 내에 첫 번째 띠철근이 배근되어야 한다. 그리고 각층에서 가장 낮은 위치의 보나 슬래브하단으로부터 띠철근간격의 1/2 위치 내에도 첫 번째 띠철근이 배근되어야 한다. 횡방향철근의 직경은 합성부재의 장변치수의 1/50 보다 작지 않도록 해야 한다. 다만, 띠철근은 D10 이상이어야 하며 D16 보다 클 필요는 없다. 중간 및 특수내진시스템에 대해 금지된 경우를 제외하고 동등한 단면의 용접철망을 횡방향철근으로 사용할 수 있다.

(5) 하중저항철근은 콘크리트철근상세기준(KDS 14 20 50) 4.5.1 및 콘크리트정착이음기준(KDS 14 20 52) 4.7에 제시된 세부사항과 이음요구사항을 만족하여야 한다. 하중저항철근은 장방형 단면의 모든 모서리에 배근해야 한다. 이외의 하중저항철근 또는 고정용 철근의 최대간격은 합성부재단면의 최소치수의 절반 이하로 해야 한다.

(6) 보통내진시스템에 있어서의 매입형 합성기둥에 대한 이음과 지압상세는 이 절과 콘크리트철근상세기준(KDS 14 20 50) 4.5.2의 요구사항을 만족해야 한다. 설계는 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.1.4 및 4.6에 따른다. 설계는 부재의 강성이나 공칭인장강도에 있어서의 갑작스러운 변화에 따른 불리한 영향을 고려해야 한다. 합성단면에서 철근콘크리트단면으로 변화하는 위치, 합성단면에서 강재단면으로 변화하는 위치, 그리고 주각부 등이 이

에 해당된다.

0817.6.4.2 중간내진시스템 요구사항

(1) 중간내진시스템에서의 매입형 합성기둥은 0817.6.4.2의 요구사항 외에 다음 (2)~(5)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 상부와 하부에서의 횡방향 철근의 최대간격은 다음 중 최솟값으로 한다.

① 단면의 최소치수의 1/2

② 길이방향 철근직경의 8배

③ 띠철근직경의 24배

④ 300 mm

(3) 횡방향 철근의 최대간격은 휨항복이 발생할 것으로 기대되는 위치에서 접합면(기둥의 양 측면 중 낮은 위치)으로부터 다음의 길이 중 가장 큰 값에 해당하는 수직거리에 걸쳐 유지하여야 한다.

① 기둥의 수직순높이의 1/6

② 단면치수의 최댓값

③ 450 mm

(4) 기둥 나머지 구간에 대한 띠철근간격은 위에서 명시된 간격의 2배를 초과해서는 안 된다.

(5) 용접철망은 중간내진시스템에서 횡방향 철근으로 허용되지 않는다.

0817.6.4.3 특수내진시스템 요구사항

(1) 특수내진시스템에서의 매입형 합성기둥은 0817.6.4.1과 0817.6.4.2의 요구사항뿐만 아니라 다음 (2)~(9)의 요구사항을 추가로 만족하여야 한다.

(2) 매입형 합성기둥에 대한 소요축방향강도와 이음부상세는 0817.8.3과 0817.8.4의 요구사항을 만족해야 한다.

(3) 길이방향의 하중저항철근은 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.2.3의 요구사항을 만족해야 한다.

(4) 횡방향철근은 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.2.4에 명시된 바와 같이 후프이어야 하며 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.

① 띠철근의 최소면적 A_{sh}는 다음 식을 만족하여야 한다. 단, 매입형 합성기둥의 강재단면만의 공칭강도가 하중조합 $1.0D+0.5L$ 하중효과보다 큰 경우 식(0817.6.1)은 만족하지 않아도 된다.

$$A_{sh}=0.09h_{cc}s\left(1-\frac{F_yA_s}{P_n}\right)\left(\frac{f_{ck}}{F_{yh}}\right) \qquad (0817.6.1)$$

여기서,

h_{cc} : 띠철근의 중심간 거리로 측정된 구속코어의 단면치수, mm

s : 구조부재의 길이방향으로 측정된 횡방향 철근의 간격, mm

F_y : 강재코어의 설계기준항복강도, MPa

A_s : 강재코어의 단면적, mm^2

P_n : 4.6에 따라 계산된 합성기둥의 공칭압축강도, N

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

F_{yh} : 띠철근의 설계기준항복강도, MPa

② 기둥의 길이를 따라 설치된 횡방향 철근의 최대간격은 길이방향 하중저항 철근직경의 6배 또는 150 mm 중 작은 값으로 하여야 한다.

③ 0817.6.4.3(5), 0817.6.4.3(6) 또는 0817.6.4.3(7)에서 명시된 횡방향 철근의 최대간격은 부재단면 최소치수의 1/4 또는 100 mm 중 작은 값으로 해야 한다. 이러한 횡방형 철근에 대해 연결철근, 겹친 후프의 다리, 그리고 다른 구속철근의 간격은 횡방향으로 350 mm보다 크게 할 수 없다.

(5) P_n의 0.2배보다 큰 압축력을 받는 가새골조의 매입형 합성기둥은 전체 부재길이에 걸쳐 0817.6.4.3(4)에 명시된 바와 같은 횡방향 철근을 배근하여야 한다. 매입형 합성기둥의 강재단면만의 공칭강도가 하중조합 $1.0D+0.5L$의 하중효과보다 큰 경우 이러한 요구사항을 만족하지 않아도 된다.

(6) 벽체나 가새골조 같은 불연속적인 강성부재로부터의 반력을 지지하는 합성기둥은 축방향 압축력이 P_n의 0.1배를 초과하면 불연속이 발생하는 위치 하부의 전체길이에 걸쳐서 0817.6.4.3(4)에 명시된 바와 같은 횡방향 철근을 배근하여야 한다. 횡방향 철근은 매입형강과 길이방향 철근이 항복강도를 충분히 발휘할 수 있도록 불연속부재 안으로 충분한 길이만큼 연장되어야 한다. 매입형 합성기둥의 강재단면만의 공칭강도가 하중조합 $1.0D+0.5L$의 하중효과보다 큰 경우 이러한 요구사항을 만족하지 않아도 된다.

(7) 합성특수모멘트골조에 사용된 매입형 합성기둥은 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.

① 횡방향철근은 기둥의 상부와 하부에서 0817.6.4.2에 명시된 구간에 걸쳐 0817.6.4.3(4)의 요구사항을 만족하여야 한다.

② 0817.9.5의 강기둥약보에 대한 설계요구사항을 만족해야 한다. 주각부의 상세는 비탄성휨힌지를 유지할 수 있도록 설계하여야 한다.

③ 기둥의 전단강도는 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.3.5의 요구사항을 만족하여야 한다.

(8) 기둥이 독립기초 또는 온통기초 위에 설치될 때, 이 조항에서 명시된 바와 같은 횡방향 철근은 독립기초 또는 온통기초 안쪽으로 최소한 300 mm를 연장하여 배근하여야 한다. 기둥이 벽체 위에 설치될 때 횡방향 철근은 매입형강과 길이방향 철근이 항복강도를 발휘할 수 있도록 벽체 안으로 충분한 길이만큼 연장되어야 한다.

(9) 용접철망은 특별지진시스템에 있어서 횡방향 철근으로 허용되지 않는다.

0817.6.5 충전형 합성기둥

(1) 이 조항은 0806.3의 제한사항을 만족하는 기둥에 적용한다. 이러한 기둥은 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 0805, 0806 그리고 0808의 요구사항을 만족하도록 설계되어야 한다.

(2) 합성기둥의 공칭전단강도는 유효전단면적에 근거하여 계산된 강재단면만의 공칭전단강도로 산정한다. 콘크리트와 강재 사이에 적절한 하중전달메커니즘을 고려하여 설계한 경우 콘크리트의 전단내력을 강재단면의 전단강도에 합산하여 계산할 수 있다.

(3) 0817.9, 0817.12, 그리고 0817.14에서 설명된 특별내진시스템에 있어서 충전형 합성기둥에 대한 설계하중과 기둥이음은 0817.6.5(2)의 요구사항에 추가하여 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.8의 요구사항을 만족하여야 한다.

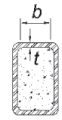
(4) 합성특수모멘트골조에 사용된 충전형 합성기둥은 0817.6.5(2)과 0817.6.5(3)의 요구사항과 함께 다음의 추가적인 요구사항을 만족하여야 한다.

① 기둥의 최소전단강도는 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.3.5의 요구사항을 만족하여야 한다.

② 0817.9.5의 강기둥약보의 설계요구사항을 만족해야 한다. 주각부는 비탄성 휨힌지를 유지할 수 있도록 설계하여야 한다.

(5) 중간내진시스템 및 특수내진시스템에 사용되는 충전형 합성부재의 압축강재요소의 판폭두께비는 <표 0817.6.1>의 한계값을 초과해서는 안 된다.

<표 0817.6.1> 충전형합성부재 압축강재요소의 판폭두께비 제한

구분	판폭 두께비	판폭두께비 제한값		사례
		λ_{hd} [a] (고연성)	λ_{md} [b] (중간연성)	
각형강관	b/t	$1.4\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$2.26\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
원형강관	D/t	$\frac{0.076E}{F_y}$	$\frac{0.15E}{F_y}$	

[a] 0817.9 합성특수모멘트골조의 보와 기둥, 0817.12 합성특수중심가새골조의 기둥과 가새, 0817.14 합성편심가새골조의 기둥에 요구됨.

[b] 0817.10 합성중간모멘트골조의 보와 기둥, 0817.12 합성특수중심가새골조의 보, 0817.13 합성보통가새골조의 가새 0817.14 합성편심가새골조의 가새에 요구됨.

0817.7 합성접합부

0817.7.1 범위

(1) 이 조항은 지진하중이 강재와 철근콘크리트부재 사이에서 전달되는 합성시스템 또는 강재와 콘크리트의 복합시스템을 갖는 건물의 접합부에 대하여 적용한다.

(2) 합성접합부는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10과 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 요구사항을 만족하는 철근콘크리트접합부 또는 강재접합부에 상응하는 강도, 연성, 그리고 인성을 발휘할 수 있어야 한다.

(3) 접합부강도의 계산법은 이 절의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.7.2 일반 요구사항

(1) 접합부는 설계층간변위에서의 소요강도에 저항할 수 있도록 적절한 변형능력을 발휘할 수 있어야 한다.

(2) 접합부는 지진력을 받는 건물의 횡방향 안정성을 확보할 수 있도록 그 접합부가 사용되는 특정시스템에 근거하여 0817.8에서 0817.17까지의 요구사항을 만족하여야 한다.

(3) 접합된 부재의 설계강도가 공칭 치수와 공칭재료강도에 근거할 때 접합부의 설계강도의 계산은 접합된 부재의 실제강도의 증가에 따른 효과를 고려하여야 한다.

0817.7.3 접합부의 공칭강도

(1) 합성구조시스템에서의 접합부의 공칭강도는 한계상태를 고려하여 구성재료 및 요소의 내부힘의 평형과 강도의 제한값을 만족하는 합리적 모델에 근거하여 결정되어야 한다. 접합부강도가 해석과 실험에 의해 결정되지 않는다면 접합부해석에 사용되는 모델은 (2)~(6)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 구조용강재와 철근콘크리트 사이에 힘은 다음과 같은 방법을 통해 전달되어야 한다.

① 스터드전단연결재나 적절한 장치에 의한 직접적인 지압

② 기계적인 방법

③ 전단력전달면에 직교하는 방향으로 조이는 힘에 의한 전단마찰

④ 이러한 여러 방법의 조합

구조용 강재와 철근콘크리트 사이의 부착강도는 접합부의 하중전달 메커니즘에서 고려하지 않는다. 서로 다른 메커니즘들의 기여도는 이러한 메커니즘들의 강성과 변형능력이 서로 적합조건을 만족할 때에 한하여 합산이 가능하다.

공칭지압과 전단마찰강도는 각각 콘크리트휨압축기준(KDS 14 20 20)과 콘크리트전단비틀림기준(KDS 14 20 22)의 요구사항을 만족하여야 한다. 더 높은 강도가 반복하중실험에 의해 입증되지 않는다면 0817.9, 0817.12, 0817.14, 0817.16, 그리고 0817.17에서 설명된 합성내진시스템에 대하여 공칭지압과 전단마찰강도를 25% 감소시켜야 한다.

(3) 합성접합부에서 구조용강재요소의 설계강도는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10과 이 기준에 의해 구해야 한다. 구속된 철근콘크리트에 매입된 강재부재는 면외좌굴에 대하여 지지된 것으로 볼 수 있다. 강재보가 철근콘크리트 기둥이나 벽에 묻히는 경우 강재보의 플랜지 사이에 설치된 스티프너에 해당하는 표면지압판이 필요하다.

(4) 철근콘크리트에 매입된 보-기둥접합부의 패널존의 공칭전단강도는 17.9.3과 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.3에서 각각 결정되는 강재의 공칭강도와 구속된 철근콘크리트전단요소의 공칭강도의 합으로 계산되어야 한다.

(5) 철근은 접합부의 철근콘크리트요소에 작용하는 모든 인장력에 저항할 수 있도록 배근되어야 한다. 이외에도 콘크리트는 횡방향철근에 의해 구속되어야 한다. 모든 철근은 인장 또는 압축을 저항하는데 필요한 위치 넘어서까지 충분히 정착되어야 한다. 정착길이는 콘크리트정착이음기준(KDS 14 20 52)에 따라 결정된다. 그리고 0817.9, 0817.12, 0817.14, 0817.16 그리고 0817.17에서 설명된 시스템에 대한 정착길이는 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.4.4의 요구사항을 만족하여야 한다.

(6) 접합부는 다음의 추가적인 요구사항을 만족하여야 한다.

① 슬래브가 수평방향의 다이아프램 힘을 전달할 때, 수집부재보, 기둥, 가새, 그리고 벽체와의 연결부를 포함하여 슬래브의 모든 위험단면에 작용하는 면내인장력을 지지할 수 있도록 슬래브철근을 설계하고 정착하여야 한다.

② 철골보 또는 합성보를 철근콘크리트기둥 또는 매입형 합성기둥과 접합하는 경우에는 횡방향 후프를 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.3의 요구사항을 만족하도록 기둥의 접합부영역 내에 설치하여야 한다. 다만, 다음의 수정사항에 해당할 경우는 예외로 한다.

가. 접합부에 연결된 강재단면은 보플랜지 사이에 용접된 표면지압판과 동일한 폭만큼 구속할 수 있는 것으로 간주한다.

나. 0817.10, 0817.11, 0817.13 그리고 0817.15에서 설명된 시스템에서 표면지압판 또는 다른 장치에 의해 콘크리트피복의 박락을 방지함으로써 이음에 대한 구속이 이루어지는 경우 바깥쪽 띠철근에 겹침이음을 사용하는 것이 허용된다.

③ 철근콘크리트기둥과 합성기둥에서, 보-기둥접합부의 높이에 걸친 기둥모멘트의 변화에 따른 큰 힘의 전달로 인한 접합부를 통한 길이방향 철근의 미끄러짐을 최소화할 수 있도록 길이방향철근의 치수와 배치를 설계하여야 한다.

0817.8 합성부분강접모멘트골조

0817.8.1 범위

(1) 이 조항은 부분강접모멘트접합부로 연결된 합성보와 강재기둥으로 구성된 골조에 대해 적용한다.

(2) 합성부분강접모멘트골조는 지진하중에 대해 합성부분강접 보-기둥모멘트접합부의 연성요소에서 항복이 발생하도록 설계해야 한다.

(3) 주각접합부와 같은 곳에서의 항복은 제한적으로 허용된다. 합성부분강접모멘트골조의 강도, 횡변위 및 동적특성을 결정하는 데에는 접합부의 연성도와 합성보작용이 고려되어야 한다.

0817.8.2 기둥

(1) 강재기둥은 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.6과 4.10.8, 그리고 이 장에 명시된 요구사항을 만족해야 한다.

0817.8.3 합성보

(1) 합성보는 노출형이며 완전합성이어야 하고 5장과 7장의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 해석을 위한 보의 강성은 합성단면의 유효단면2차모멘트를 사용하여 결정하여야 한다.

0817.8.4 합성부분강접모멘트골조 모멘트접합부

(1) 보-기둥 부분강접모멘트접합부의 소요강도는 접합부의 연성도와 2차모멘트의 영향을 고려하여 결정하여야 한다.

(2) 이외에도 합성접합부는 최소한 M_p의 50%에 해당되는 공칭강도를 가져야 한다. 여기서, M_p는 합성거동을 무시한 강재보의 공칭소성휨강도이다.

(3) 접합부는 0817.7의 요구사항을 만족하여야 하며 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.9.2(2)에서 명시된 반복하중실험에 의해 전체 층간변위각 0.04 rad을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다.

0817.9 합성특수모멘트골조

0817.9.1 범위

(1) 이 조항은 합성기둥 또는 철근콘크리트기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 모멘트골조에 적용한다.

(2) 합성특수모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 보에 상당한 크기의 비탄성변형이 발생하며 기둥 또는 접합부에는 제한된 크기의 비탄성변형이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

0817.9.2 기둥

(1) 합성기둥은 0817.6.4와 0817.6.5의 특수내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥은 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80)의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.9.3 보

(1) 합성특수모멘트골조의 구성요소인 합성보는 다음과 같은 요구사항을 만족하여야 한다.

① 콘크리트의 압축측연단으로부터 소성중립축까지의 거리는 다음과 같은 값을 초과할 수 없다.

$$Y_{PNA} = \frac{Y_{con} + d_b}{1 + \left(\frac{1{,}700F_y}{E}\right)} \qquad (0817.9.1)$$

여기서,

Y_{con} : 강재보의 상단에서 콘크리트 상단까지의 거리, mm

d_b : 강재보의 춤, mm

F_y : 강재보의 설계기준항복강도, MPa

E : 강재보의 탄성계수, MPa

② 철근으로 보강된 매입형 합성보의 피복두께가 50 mm 이상이며 지진에 의한 변형시 소성힌지가 발생하는 위치에서 후프에 의한 구속이 이루어지는 경우를 제외하고는 보플랜지는 0817.9.4의 요구사항들을 만족하여야 한다. 후프는 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.9.3의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 강재트러스 또는 합성트러스는 실험과 해석을 통해 적절한 연성과 에너지흡수능력을 발휘할 수 있음을 입증한 경우를 제외하고는 합성특수모멘트골조의 휨부재로 사용될 수 없다.

0817.9.4 합성특수모멘트골조 모멘트접합부

(1) 보-기둥모멘트접합부의 소요강도는 보의 예상되는 휨강도 $R_y M_n$과 관련된 휨과 전단으로부터 결정된다. 접합부의 공칭강도는 0817.7의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 이외에도 접합부는 0.04 rad의 총층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다.

(3) 접합부의 위치에서 보플랜지가 연속되지 않는 경우 접합부는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.9.2(2)에서 명시된 반복하중실험을 통해 최소한 0.04 rad의 총층간변위각을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다.

(4) 강재보가 철근콘크리트기둥을 통해 관통함으로써 보플랜지의 용접접합이 필요하지 않으며 접합부가 다른 조기파단의 위험이 없는 경우 비탄성회전능력은 실험 또는 다른 구체적인 자료에 의해 증명되어야 한다.

0817.9.5 기둥-보 모멘트비

(1) 철근콘크리트기둥의 설계는 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.2.2의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 합성기둥의 기둥-보모멘트비는 다음과 같은 수정사항 외에는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.9.6의 요구사항을 만족하여야 한다.

① 합성기둥의 설계휨강도는 소요축방향강도 P_{rc}를 고려하여 이 기준의 요구사항을 만족하여야 한다.

② 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.9.6의 예외조항(1)의 하중제한은 $P_{rc} \leq 0.1P_c$로 한다.

③ 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.9.6의 최소휨강도요구사항을 적용하지 않는 합성기둥은 횡방향철근은

0817.6.4.3(4)의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.10 합성중간모멘트골조

0817.10.1 범위

(1) 이 조항은 합성기둥 또는 철근콘크리트기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 모멘트골조에 적용한다.

(2) 합성중간모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의한 비탄성변형이 주로 보에서 발생하며 기둥 또는 접합부에는 부분적인 비탄성변형이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

0817.10.2 기둥

(1) 합성기둥은 0817.6.4와 0817.6.5의 중간내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 철근콘크리트기둥은 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.9의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.10.3 보

(1) 강재보와 합성보는이 기준의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.10.4 합성중간모멘트골조 모멘트접합부

(1) 접합부의 공칭강도는 17.7의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 보-기둥접합부의 소요강도는 다음과 같은 요구사항 중의 하나를 만족하여야 한다.

① 보-기둥접합부의 소요강도는 보의 소성힌지와 관련된 힘에 의해 결정된다.

② 접합부는 0817.7의 요구사항들을 만족해야 하며 반복하중실험을 통해 최소 0.03 rad의 총층간변위각을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다.

0817.11 합성보통모멘트골조

0817.11.1 범위

(1) 이 조항은 합성기둥 또는 철근콘크리트기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 모멘트골조에 적용한다.

(2) 합성보통모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의해 보와 기둥, 그리고 접합부에 제한된 비탄성변형이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

0817.11.2 기둥

(1) 합성기둥은 0817.6.4와 0817.6.5의 보통모멘트시스템에 대한 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 철근콘크리트기둥은 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 4.18을 제외한 일반규정을 만족하여야 한다.

0817.11.3 보

(1) 강재보와 합성보는 0805, 0807, 0810 그리고 강구조기준(KDS 41 31 00)의 요구사항들을 만족하여야 한다.

0817.11.4 모멘트접합부

(1) 접합부는 0802.3의 하중조합에 대해 설계해야 한다. 또한 접합부의 설계강도는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.7과 4.10.11.2의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.12 합성특수중심가새골조

0817.12.1 범위

(1) 이 조항은 부재들의 중심선이 서로 일치하도록 접합된 가새골조에 적용한다.

(2) 설계단계에서 고려된 경우 미세한 편심은 허용된다.

(3) 기둥으로는 강재부재, 합성부재, 또는 철근콘크리트부재를 사용해야 한다.

(4) 보와 가새로는 강재부재 또는 합성부재가 사용되어야 한다.

(5) 합성특수중심가새골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 가새의 좌굴이나 인장항복을 통해 비탄성거동이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

0817.12.2 기둥

(1) 강재기둥은 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.6과 4.10.8의 요구사항을 만족시켜야 한다. 합성기둥은 특수내진시스템에 관한 0817.6.4 또는 0817.6.5의 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥은 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.6.5(3)의 구조용트러스부재에 관한 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.12.3 보

(1) 강재보는 특수중심가새골조에 관한 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.12의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 합성보는 0805, 0807 그리고 0808의 요구사항 및 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.12의 특수중심가새골조에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.12.4 가새

(1) 강재가새는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.12에 명시된 특수중심가새골조에 관한 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 합성가새는 0817.12.2에 명시된 합성기둥에 관한 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.12.5 접합부

(1) 가새접합부는 0817.7과 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.12에 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.13 합성보통가새골조

0817.13.1 범위

(1) 이 조항은 철근콘크리트기둥이나 합성기둥, 강재보나 합성보, 그리고 강재가새나 합성가새로 이루어진 중심가새골조시스템에 적용한다.

(2) 합성보통중심가새골조의 설계는 설계지진에 의해 보, 기둥, 가새, 그리고 접합부에 제한된 비탄성거동이 발생한다는 가정하에 이루어진다.

0817.13.2 기둥

(1) 매입형 합성기둥은 보통내진시스템에 관한 0817.6.4의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 충전형 합성기둥은 보통내진시스템에 관한 0817.6.5의 요구사항을 만족해야 한다.

(3) 철근콘크리트기둥의 경우는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 4.18을 제외한 일반규정을 만족하여야 한다.

0817.13.3 보

(1) 강재보와 합성보는 이 기준의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.13.4 가새

(1) 강재가새는 이 기준의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 합성가새는 0817.6.4.1, 0817.6.5, 그리고 0817.13.2의 합성기둥에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.13.5 접합부

(1) 접합부는 0802.3에 따라 하중조합에 대하여 설계하며 접합부의 설계강도는 0817.7에서 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.14 합성편심가새골조

0817.14.1 범위

(1) 이 조항은 가새의 한쪽 끝이 보와 기둥의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나거나 혹은 보와 인접가새의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나는 가새골조에 적용한다.

(2) 합성편심가새골조는 설계지진에 의해 오직 링크의 전단 항복에 의해 비탄성변형이 발생하도록 설계하여야 한다.

(3) 대각가새, 기둥, 그리고 링크외부의 보부분은 링크의 완전항복과 변형도경화로 인해 초래될 수 있는 최대하중에 대해 기본적으로 탄성상태에 있도록 설계하여야 한다.

(4) 기둥은 합성부재나 철근콘크리트부재를 사용하여야 한다. 가새와 링크는 이 조항에서 설명하는 대로 강재부재를 사용하여야 한다.

(5) 부재의 설계강도는 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 이 절에 명시된 요구사항을 만족시켜야 한다.

(6) 합성편심가새골조는 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.14.2 기둥

(1) 철근콘크리트기둥은 구조트러스요소에 관한 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.6.5(3)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 합성기둥은 특수내진시스템에 대한 0817.6.4 또는 0817.6.5의 요구사항을 만족하여야 한다.

(3) 링크가 철근콘크리트기둥이나 매입형 합성기둥에 인접해 있을 때 콘크리트내진기준(KDS 14 20 80) 4.2.4(또는 합성기둥에 관한 0817.6.4.3(7)①)의 요구사항을 만족하는 횡방향철근을 링크접합부의 상하부에 배치하여야 한다.

(4) 모든 기둥은 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14.8의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.14.3 링크

(1) 링크는 매입되지 않은 구조용강재를 사용하며 편심가새골조의 링크에 관한 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 링크의 외부 보부분을 철근콘크리트로 피복하는 것은 허용된다.

(3) 링크의 공칭강도의 결정 시 합성거동을 고려하는 경우, 링크를 포함한 보는 보의 일부 또는 전부에 걸쳐 전단연결재를 사용하여 바닥슬래브와 합성적으로 거동하는 것이 허용된다.

0817.14.4 가새

(1) 구조용강재가새는 편심가새골조에 관한 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.14.5 접합부

(1) 접합부는 편심가새골조에 관한 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14의 요구사항과 함께 0817.7의 내용 또한 만족하여야 한다.

0817.15 합성보통전단벽

0817.15.1 적용범위

(1) 이 조항의 요구사항들은 철근콘크리트전단벽이 강재요소와 합성적으로 거동하는 경우에 적용한다.

(2) 인접한 두 철근콘크리트벽체를 연결시키는 강재연결보, 그리고 노출형 또는 매입형 강재단면을 경계부재로 갖는 강구조골조 내의 철근콘크리트벽체 등이 이에 해당된다.

(3) 철근콘크리트벽체는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 4.18을 제외한 일반 요구사항들을 만족하여야 한다.

0817.15.2 경계부재

(1) 경계부재는 (2)~(4)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 매입되지 않은 강재단면이 철근콘크리트벽체의 경계부재로 작용하는 경우 강재단면은 이 장의 요구사항을 만족하여야 한다. 경계부재의 축방향강도의 산정은 철근콘크리트벽체가 전단력을 지지하고, 구조물의 전체 연직하중과 전도력은 전단벽과 경계부재가 함께 지지한다는 가정 하에 산정한다. 철근콘크리트벽체는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 4.18을 제외한 일반 요구사항을 만족하여야 한다.

(3) 철근콘크리트에 매입된 강재부재들이 철근콘크리트벽체의 경계부재로 작용하는 경우, 해석은 탄성재료성질에 근거한 콘크리트환산단면을 사용하여야 한다. 철근콘크리트벽체는콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)에서 4.18을 제외한 일반 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트에 매입된 강재경계부재가 0805 및 0806에 명시된 합성기둥에 해당하는 경우 0817.6.4.1의 보통내진시스템의 요구사항을 만족하도록 설계하여야 한다.

(4) 구조용강재와 철근콘크리트 사이의 수직전단력을 전달할 수 있도록 스터드전단연결재 또는 용접앵커를 설치하여야 한다. 스터드전단연결재와 용접앵커는 0812의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.15.3 강재연결보

(1) 인접한 두 철근콘크리트벽체 사이에 사용되는 강재연결보는 (2)와 (3)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 연결보의 공칭휨강도와 공칭전단강도에 해당하는 최대휨모멘트와 전단력의 조합에 대해 저항할 수 있도록 철근콘크리트벽체 내의 연결보의 묻힘길이를 충분히 확보하여야 한다. 묻힘길이는 벽체경계부재의 구속철근의 첫 열에서부터 시작하는 것으로 산정한다. 연결보와 벽체 사이에서 전달되는 하중에 대한 접합강도는 0817.7의 요구사항을 만족하여야 한다.

(3) 연결보의 공칭전단강도와 동일한 공칭축방향강도를 갖는 벽체 내의 수직보강철근은 강재의 묻힘길이 시작점으로부터 묻힘길이의 1/2에 걸쳐 소요철근의 2/3를 배근하여야 한다. 이러한 벽체철근은 연결보플랜지의 상하방향으로 적어도 인장정착길이 만큼 연장하여야 한다. 수직경계부재를 위한 길이방향철근과 같이 다른 용도로 배근된 철근을 소요수직보강철근의 일부로 사용할 수 있다.

0817.15.4 매입형 합성연결보

(1) 매입형 합성단면연결보는 0817.15.3의 요구사항과 다음 (2)~(4)의 수정 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 매입형 합성연결보의 최대휨내력과 전단내력의 조합에 대해 저항할 수 있도록 철근콘크리트벽체 내의 연결보의 묻힘길이를 충분히 확보하여야 한다.

(3) 매입형 합성연결보의 공칭전단내력을 사용하여 0817.15.3(2)의 요구사항을 만족하도록 한다.

(4) 전단벽과 연결보의 소요강도를 계산할 때 매입형 합성연결보의 강성을 사용하여야 한다.

0817.16 합성특수전단벽

0817.16.1 적용범위

(1) 합성특수전단벽은 0817.15의 합성보통전단벽에 대한 요구사항과 콘크리트구조기준(KDS 14 20 80)의 전단벽에 대한 요구사항, 그리고 이 절의 내용을 만족하여야 한다.

0817.16.2 경계 부재

(1) 매입되지 않은 강재기둥은 0817.15.2(2)의 요구사항과 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.6과 4.10.8의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 매입된 강재경계부재를 갖는 벽체는 0817.15.2(3)의 요구사항과 다음 요구사항을 만족하여야 한다.

① 벽체는 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00)의 요구사항(4.18 포함)을 만족하여야 한다.

② 이 기준의 0805 및 0806에 규정된 합성기둥에 해당하는 철근콘크리트에 매입된 강재경계부재는 0817.6.4의 특수내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 그렇지 않은 경우, 이와 같은 부재들은 합성콘크리트기준(KDS 14 20 66) 4.3의 요구사항과 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00) 4.18.1의 특수철근콘크리트구조벽의 경계부재에 대한 요구사항을 만족하는 합성압축부재로 설계하여야 한다.

③ 합성경계부재의 구속을 위한 횡방향철근은 벽체 안으로 $2h$의 길이만큼 연장하여야 한다. 여기서, h는 벽체면내 방향으로 경계부재의 전체춤을 나타낸다.

(3) 스터드전단연결재나 용접앵커는 0817.15.2(4)에 명시된 대로 배치되어야 한다. 콘크리트에 매입되지 않은 강재단면과의 접합에 사용되는 용접앵커의 공칭강도는 항복강도를 25% 감소하여 사용한다.

0817.16.3 합성특수전단벽 강재연결보

(1) 강재연결보는 0817.15.3의 요구사항 이외에 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14.2와 4.10.14.3의 요구사항을 만족해야 한다. 설계지진 하에 예상되는 비탄성변형의 합리적인 해석에 의해 보다 작은 값이 입증되지 않는 경우에는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14.3에서 규정한 0.08 rad의 연결보회전성능을 만족시켜야 한다. 철근콘크리트벽의 표면 위치에서 연결보의 웨브 양쪽에 표면지압판을 설치하여야 한다. 이러한 스티프너는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.14.3의 상세요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 0817.15.3(3)에 명시된 벽체 내의 수직보강철근은 콘크리트구조기준(KDS 41 30 00) 4.18.1의 요구사항을 만족하는 횡방향철근에 의해 구속되어야 한다.

0817.16.4 매입형 합성연결보

(1) 연결보의 역할을 하는 매입형 합성단면은 0817.16.3의 요구사항을 만족해야 한다. 단, 강구조기준(KDS 41 31

00) 4.10.14.3의 요구사항은 만족할 필요가 없다.

0817.17 합성강판전단벽

0817.17.1 범위

(1) 이 조항은 한쪽 또는 양쪽에 철근콘크리트가 부착된 강판과 강재 또는 합성경계부재로 구성된 구조용 벽에 적용한다.

0817.17.2 벽부재

(1) (3)의 요구사항을 따르는 보강된 강판을 갖는 합성강판전단벽의 전단항복한계상태에 근거한 설계강도 ϕV_{ns}는 다음과 같이 계산한다. ($\phi = 0.9$)

$$V_{ns} = 0.6 A_{sp} F_y \qquad (0817.17.1)$$

여기서,

V_{ns} : 강판의 설계기준전단강도, mm

A_{sp} : 보강된 강판의 수평단면적, mm^2

F_y : 강판의 설계기준항복강도, MPa

(2) 합성강판전단벽의 강판이 (3)의 요구사항을 만족하는 경우 합성강판전단벽의 설계전단강도는 철근콘크리트의 강도를 무시한 강판만의 강도로 구해야 하며, 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.4.2와 4.4.3의 요구사항을 만족하여야 한다.

(3) 만약 탄성판좌굴해석을 통해 합성벽이 V_{ns}에 해당하는 공칭전단력을 지지할 수 있다는 것을 증명하는 경우 강판은 철근콘크리트와의 매입이나 부착에 의해 적절하게 보강되어야 한다. 강판의 양면에 콘크리트가 설치되는 경우 부착되는 콘크리트의 두께는 최소 100 mm가 되어야 하고 강판의 한쪽 면에만 콘크리트가 부착되는 경우 콘크리트의 두께는 200 mm 이상이 되어야 한다. 국부좌굴과 콘크리트와 강판의 분리를 막기 위해 스터드전단연결재나 다른 기계적 연결재가 설치되어야 한다. 콘크리트내부의 수평 및 수직방향 철근은 KDS 14 20 72 (4.2)의 상세요구사항을 만족시켜야 한다. 양방향의 철근비는 0.0025보다 작지 않아야 하고, 철근의 최대간격은 450 mm를 넘지 않도록 하여야 한다. 합성벽시스템을 설계할 때는 지진력이 벽면에 수직으로 작용하는 경우를 고려하여야 한다.

(4) 강판은 공칭전단강도를 발휘할 수 있도록 용접 혹은 고장력볼트마찰접합에 의해 모든 면을 따라 강재골조와 경계부재에 연속적으로 연결되어야 한다. 용접 또는 볼트접합에 의한 연결부의 설계는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.7에 명시된 추가적인 요구사항을 만족시켜야 한다.

0817.17.3 경계부재

(1) 강재 및 합성경계부재는 설계층간변위에서 벽의 강판 및 철근콘크리트부분의 전단내력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

(2) 합성 및 철근콘크리트경계부재는 0817.16.2의 요구사항을 만족시키도록 설계하여야 한다.

(3) 강재경계부재는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.16의 요구사항을 만족하여야 한다.

0817.17.4 개구부

(1) 개구부 주위에는 해석에 의해 요구되는 대로 경계부재를 설치하여야 한다.

0817.18 구조설계도, 시방서, 공장제작도 및 설치도

(1) 합성구조건축물과 강구조건축물의 구조설계도, 시방서, 공장제작도 및 설치도는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.10.5의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 철근콘크리트건축물과 합성구조건축물의 시공을 위한 계약서, 공장제작도, 설치도는 다음과 같은 사항을 명시하여야 한다.

① 철근의 배치, 절단, 겹침, 기계적 이음, 후크, 기계적 정착

② 띠철근 및 다른 횡방향철근의 배근에 대한 허용오차

③ 온도의 변화, 크리프, 건조수축에 따른 치수변화에 대한 규정

④ 프리스트레싱 또는 포스트텐셔닝에 대한 위치, 크기, 순서

⑤ 콘크리트바닥슬래브 또는 지반슬래브가 다이어프램 역할을 하는 경우 다이어프램과 주된 횡하중저항시스템 사이의 접합상세를 명확하게 나타내어야 한다.

0818 사용성 설계

0818.1 일반사항

(1) 이 장은 합성구조물과 부재의 사용성 설계를 위한 요구사항을 규정한다. 합성데크슬래브의 사용성 검토는 0815를 따른다.

0818.2 치올림

(1) 치올림을 고려하여 설계하는 경우에는 치올림의 크기, 방향 및 위치를 구조설계도면에 명시하여야 한다.

0818.3 처짐

(1) 사용하중에 의한 합성구조 부재 또는 골조의 처짐은 건물의 사용성을 저해하지 않도록 설계시 고려하여야 한다.

(2) 별도의 요구사항이 없다면, 바닥구조의 처짐 검토를 위한 하중조합과 처짐 허용한계는 <표 0818.3.1>을 따른다.

<표 0818.3.1> 바닥구조의 처짐 검토를 위한
사용하중 및 처짐 허용한계

구 분		L	S 또는 W	$D+L$
지붕 부재[2)]	회반죽천장을 지지하는 부재	$l/360$	$l/360$	$l/240$
	일반천장을 지지하는 부재	$l/240$	$l/240$	$l/180$
	천장을 지지하지 않는 부재	$l/180$	$l/180$	$l/120$
바닥 부재	일반용도의 바닥을 지지하는 부재	$l/360$	–	$l/240$

1) D = 고정하중, L = 활하중, S = 적설하중, W = 풍하중, l = 부재의 스팬길이 (단, 캔틸레버부재에서 l은 캔틸레버부재 길이의 2배로 한다.)

2) 상기 처짐은 물고임 설계에 적용하지 않는다. 적절한 배수를 위한 충분한 경사 또는 치올림이 없는 지붕은 물고임에 대하여 별도로 검토하여야 한다.

0818.4 수평변위

(1) 사용하중에 의한 건축물의 수평변위가 내부 칸막이벽과 외부 마감재의 손상을 포함한 건축물의 사용성을 저해하지 않도록 설계시 고려하여야 한다.

(2) 부재의 강도설계용 하중조합에 의한 수평변위는 인접건축물과 충돌을 유발하지 않아야 한다.

0818.5 수직진동

(1) 보행하중, 기계실 및 기타의 진동원에 의한 진동이 거주자의 편안함과 건축물의 기능을 저해하지 않도록 설계시 고려하여야 한다.

(2) 별도의 요구사항이 없다면, 사람의 활동에 의해 발생되는 일반적인 바닥구조의 수직진동에 대한 평가는 식(0818.5.1)에 의해 바닥구조의 가속도를 산정하고 <표 0818.5.1> 또는 ISO 2631-2의 가속도 허용한계를 만족하는지 검토한다.

$$\frac{a_p}{g} = \frac{P_o \exp(-0.35 f_n)}{\beta W} \le \frac{a_o}{g} \qquad (0818.5.1)$$

여기서,

a_p/g : 계산된 가속도/중력가속도

a_o/g : 제한 가속도/중력가속도

f_n : 바닥구조의 기본진동주기

P_o : 일정한 자극 힘 (<표 0818.5.1> 참조)

β : 바닥구조의 모드감쇠비 (<표 0818.5.1> 참조)

W : 바닥의 유효중량

<표 0818.5.1> 가속도 허용한계 및 평가변수 권장값

구분	일정 자극 힘 P_o (kN)	모드감쇠비 β	가속도 허용한계 $a_o/g \times 100\%$
사무실, 주거, 교회	0.29	0.02~0.05[1)]	0.5%
쇼핑몰	0.29	0.02	1.5%
실내 보행다리	0.41	0.01	1.5%
실외 보행다리	0.41	0.01	5.0%

1) 0.02 ; 비구조재(천정, 덕트, 칸막이벽 등)가 거의 없는 바닥
0.03 ; 비구조재와 가구가 있는 바닥(단, 낮은 높이 칸막이벽)
0.05 ; 바닥사이 전 높이의 칸막이벽이 있는 바닥

0818.6 바람에 의한 수평진동

(1) 바람에 의한 건축물의 흔들림은 거주자의 편안함을 저해하지 않도록 설계시 고려하여야 한다.

0818.7 팽창과 수축

(1) 건축물 외부마감재는 온도변화에 의한 팽창과 수축을 고려하여 설계하여야 한다.

0818.8 접합부 미끄럼

(1) 별도의 요구사항이 없다면, 볼트접합부에서는 사용하중 상태에서 미끄럼이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.

0819 내화설계

(1) 수직하중 및 수평하중을 지지하는 주요 구조부는 화재 시 고온 및 고열에 견디어 하중을 지지할 수 있는 내화성능을 확보하여야 한다.

(2) 합성구조물과 부재의 내화설계는 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.15를 따른다.

0820 구조실험을 통한 검증

0820.1 일반사항

(1) 합성구조가 이 기준에서 규정하는 일반적인 재료, 설계 또는 상세 요구사항을 만족하지 못하는 경우나, 새로운 강재앵커를 포함한 합성구조에 적용할 경우에 강도평가와 상세는 적합한 실험 또는 해석을 통하여 성능을 입증하

여야 하다. 합성구조의 성능 검증을 위한 실험방법 및 성능기준은 0820.2를 따른다.

(2) 중간 또는 특수 내진시스템으로 사용된 합성 보-기둥 접합부가 0814 및 0817에 제시된 접합부 설계 및 상세 요구조건을 만족하지 못하는 경우, 반복하중에 대한 실험을 통하여 내진성능의 확보 여부를 검증하여야 한다. 접합부 내진성능 검증을 위한 실험방법 및 성능기준은 0820.3을 따른다.

(3) 합성구조의 인증과 그와 관련된 평가는 책임기관에서 권한을 위임받은 전문학술단체의 합성구조인증위원회의 결정에 의한다.

0820.2 합성구조성능의 검증

0820.2.1 강재앵커 검증

(1) 강재 앵커의 일반 사항은 다음과 같다.

① 강재 보의 플랜지와 콘크리트 사이의 접합부에서 박리제를 바르거나 다른 적절한 방법으로 부착이 되지 않도록 한다.

② 푸시아웃 실험체는 공기 중에서 양생되도록 한다.

③ 각 슬래브의 길이 l은 합성구조에서 커넥터의 세로 간격과 관련되어야 한다.

④ 각 슬래브의 폭 b는 보의 슬래브의 유효폭을 초과하지 않아야 한다.

⑤ 각 슬래브의 두께 h는 보의 슬래브의 최소 두께를 초과하지 않아야 한다.

⑥ 슬래브의 헌치가 일반적인 경우와 다른 경우, 푸시아웃 실험체의 슬래브는 실제 사용되는 슬래브와 같은 형태로 제작한다.

⑦ 앵커에 사용되는 강재는 한국산업표준에서 지정하는 구조 재료를 사용해야 한다.

⑧ 각 재료별 재료 시험을 실시하여야 한다.

⑨ 앵커의 용접 상세를 명시하고 실제 사용 시 실험체에 사용된 용접부 강도 이상을 확보하도록 한다.

⑩ 용접된 강재 앵커에 굽힘 검사를 실시하여 15° 이상 구부린 경우에도 용접부 결함이 발생하지 않아야 한다.

(2) 강재 앵커의 실험 방법은 다음을 따른다.

① 하중 가력 방법은 합성보의 제작 시 앵커에 발생하는 전단력을 고려하여 반복 및 (또는) 단조 가력을 결정한다.

② 콘크리트 슬래브와 강재 부분 사이의 세로 방향 슬립은 양쪽 슬래브에서 측정하고, 각 하중 증가 시 연속적으로 측정되어야 한다. 슬립은 하중이 최대 하중보다 적어도 20% 낮아질 때까지 측정해야 한다.

③ 각 강재 앵커에 최대한 가깝게 강재 단면과 각 슬래브 사이의 가로방향 변형량을 측정해야 한다.

(3) 강재 앵커의 실험결과 평가는 다음을 따른다.

① 동일한 실험체에 대해 세 번의 실험을 수행하고 모든 시험에서 얻은 평균값에서 개별 실험 결과의 편차가 10%를 초과하지 않을 경우 실험강도 (Q_t)는 실험에서 얻은 최소 강도 (전단 연결재의 개수로 나눈 값)에 0.9를 곱하여 정한다.

② 평균값에서 개별 실험 결과의 편차가 10%를 초과하면 같은 종류의 실험을 3개 이상 더 수행한 후 평균강도에서 강도표준편차값의 1.25배 뺀 값을 실험강도 (Q_t)로 정한다.

③ 강재 앵커의 설계강도 (ϕQ_n)은 아래와 같이 계산되며, ϕ는 강재 앵커의 사용 위치에 따라 KDS 14 31 10에

따른다.

$$\phi Q_n = \phi \frac{F_u}{F_{ut}} Q_t \le \phi Q_t \qquad (0820.2.1)$$

여기서,

Q_n : 강재 앵커의 공칭강도, N

F_u : 강재의 공칭 인장강도, MPa

F_{ut} : 강재의 실험 인장강도, MPa

Q_t : 강재 앵커의 실험강도, N

0820.2.2 합성슬래브 검증

(1) 합성 슬래브의 일반 사항은 다음과 같다.

① 실험체의 변수는 강판의 두께와 종류, 강재 종류, 강판의 코팅, 콘크리트의 밀도와 강도, 슬래브 두께 및 전단 스팬 길이(L_s)로 한다.

② 실험체의 그룹은 전단 스팬 길이에 대해 2개로 하며 각 그룹별 3번의 실험을 실시해야한다. 실험체의 최소 길이는 $3h_t$ 이상이어야 한다.

③ 실험용 슬래브의 폭(b)는 전체 깊이의 3배 이상이어야 하며, 600 mm와 시트의 커버 폭보다 작아선 안된다.

④ 슬래브에 사용되는 재료는 한국산업표준에서 지정하는 구조 재료를 사용해야 한다.

⑤ 각 재료별 재료 시험을 실시하여야 한다.

(2) 합성 슬래브의 실험 방법은 다음을 따른다.

① 한 개의 그룹 안에서 1개는 최대 하중을 평가하기 위해 단조 가력을 실시하며, 다른 2개는 주기적으로 반복하중을 가력 한다.

② 반복 하중은 3시간 동안 5000회 적용되어야 한다.

③ 반복 하중은 단조 가력을 통해 얻은 최대 하중의 20%~60%로 반복하며, 반복 하중이 끝나면 1시간 이내의 슬래브가 파괴되지 않도록 단조 가력을 진행해야 한다.

(3) 합성 슬래브의 실험결과 평가는 다음을 따른다. m과 k를 이용한 설계 전단 강도 산정 방법은 아래와 같다.

① 실험 강도(V_t)는 최대 하중의 0.5배를 사용하며, 거동이 불안전한 경우 안전 계수 0.8을 추가로 감소시켜준다.

② 실험 강도를 통해 5%의 분위수로 하여 선정하고, m과 k의 산정을 위해 선형회귀선을 그려야한다.

③ 동일한 그룹에 대해 실험에서 얻은 평균값에서 개별 시험 결과의 편차가 10%를 초과하지 않는 경우, 실험 강도는 최솟값의 0.9를 곱하여 정한다.

④ 아래의 식을 통해 설계 전단 강도를 산정한다.

$$\phi V_{I,Rd} = \phi b d_p \left(\frac{m A_p}{b L_s} + k \right) \qquad (0820.2.2)$$

여기서,

$V_{I,Rd}$: 설계 전단 강도, N

b : 슬래브의 폭, mm

d_p : 데크의 중심에서 슬래브 최상단까지 거리, mm

m : 회귀선의 기울기

A_p : 데크의 단면적, mm2

L_s : 반력 지점에서 가력 지점 까지의 거리, mm

k : 회귀선의 시작 지점

0820.2.3 합성보 검증

(1) 합성보의 일반 사항은 다음과 같다.

① 실험체는 핀접합으로 된 단순 지지여야 하며, 집중 하중으로 가력한다.

② 합성보의 가력 경간은 합성보의 높이(h_t)의 15배 이상이어야 하며, 반력 지점에서 300mm가 연장되어야 한다.

③ 충전형 합성보의 경우 슬래브의 너비는 웨브 간격의 4배로 하여야 한다.

④ 합성보에 사용되는 재료는 한국산업표준에서 지정하는 구조 재료를 사용해야 한다.

⑤ 각 재료별 재료 시험을 실시하여야 한다.

(2) 합성보의 실험 방법은 다음을 따른다.

① 단조가력으로 실험을 진행하며, 가력속도는 0.01mm/sec로 한다.

② 가력은 최대 하중의 20%감소할 때까지 진행하여야 한다.

③ 보 단부의 회전, 수평 미끌림, 중앙부 처짐, 실험체의 변형률은 지속적으로 측정하여야 한다.

(3) 합성보의 실험결과 평가는 다음을 따른다.

① 합성보의 휨 성능은 실험체의 중간에서 측정된 M_{test}가 설계 휨강도 M_n보다 커야한다.

② 합성보의 처짐은 항복 하중시의 처짐 Δ_a와 측정된 치수와 재료 특성을 활용해서 계산한 처짐 Δ_y가 아래와 같은 관계를 만족해야한다.

$$1.0 \le \frac{\Delta_a}{\Delta_y} \le 1.3 \qquad (0820.2.3)$$

여기서,

Δ_a : 실험체가 항복하였을 때의 처짐, mm

Δ_y : 실험체의 이론 처짐, mm

③ 합성보의 연성 평가는 보 단부의 회전을 이용하여 평가하며 아래의 관계를 만족해야 한다.

$$\frac{\theta_u}{\theta_y} \ge 3.0 \qquad (0820.2.4)$$

여기서,

θ_u : 최대 하중의 80%로 감소하였을때의 단부 회전각, rad

θ_y : 실험체가 항복하였을 때의 단부 회전각, rad

0820.3 내진성능의 검증

(1) 접합부 내진성능 검증을 위한 실험방법 및 성능기준은 강구조기준(KDS 41 31 00) 4.19의 관련 규정을 따른다.

건축구조기준

제9장 목구조

제9장 목구조

0901 일반사항 / 0902 재료 및 허용응력 / 0903 설계요구사항 / 0904 부재설계 / 0905 접합부 설계 / 0906 내구계획 및 공법 / 0907 전통목구조 / 0908 경골목구조 / 0909 중목구조 / 0910 합성목구조

0901 일반사항

0901.1 적용범위

이 장은 구조용 목재 또는 구조용 목질재료를 구조부재로 사용한 건축물 및 공작물에 적용한다. 다만, 특별한 조사나 연구에 따라 설계할 때에는 이 기준을 적용하지 않을 수 있다.

0901.2 용어의 정의

0901.2.1 목구조 일반

건조사용조건 : 목구조물의 사용중에 평형함수율이 19% 이하로 유지될 수 있는 온도 및 습도 조건

경간 : 지점의 중심으로부터 다른 지점의 중심까지의 거리

경간등급 : 구조용목질판상재를 목구조 건축의 덮개재료로 사용할 때에 적용할 수 있는 골조부재의 최대간격으로서 관례적으로 인치 단위로 표시

경골목구조 : 주요구조부가 공칭두께 50mm (실제두께 38mm)의 규격재로 건축된 목구조

경사면 : 목재의 섬유방향과 0° 또는 90° 이외의 경사각으로 절단된 재면

공칭치수 : 목재의 치수를 실제치수보다 큰 25의 배수로 올려서 부르기 편하게 사용하는 치수

구조용집성재 : 규정된 강도등급에 따라 선정된 제재목 또는 목재 층재를 섬유방향이 서로 평행하게 집성·접착하여 공학적으로 특정 응력을 견딜 수 있도록 생산된 제품

구조용집성판 : 규정된 품질 기준을 만족하는 제재목 또는 목질판상재를 필요에 따라 섬유 방향이 서로 평행하게 길이 및 폭 방향으로 집성·접착하고 바로 인접층 간에 직교방향이 되도록 집성·접착하여 3층 이상으로 구성하여 구조용으로 생산된 제품

구조용목질판상재 : 구조물의 지붕, 벽, 바닥 골조 위에 덮어서 하중을 지지하는 용도로 사용하는 되는 구조용 합판 또는 OSB 제품으로서 판재의 용도 및 등급이 기계적 및/또는 물리적 성질들에 따라서 구분되는 목질 판상재료

규격재 또는 1종구조재 : 공칭두께가 50mm 이상, 100mm 이하(실제두께 38mm 이상, 90mm 이하)이고, 공칭너비가 50mm(실제너비 38mm) 이상인 구조용 목재

기계등급구조재 : 기계적으로 목재의 강도 및 강성을 측정하여 등급을 구분한 목재

기둥재 또는 3종구조재 : 두께와 너비가 공칭 125mm(실제 120mm) 이상이고, 두께와 너비의 치수 차이가 50mm 미만인 구조용 목재

끝면나뭇결 : 목재부재의 길이방향(일반적으로 섬유방향)에 수직한 단면의 나뭇결
구조벽 : 목구조의 벽체 중에서 수직하중 및 수평하중을 지지하는 벽체
다락공간 : 천장과 지붕의 서까래 사이에 확보하여 주거용 또는 저장용으로 사용되는 공간
단일부재 : 동일한 기능을 갖는 부재가 인접하여 있지 않고 하나의 부재만을 사용하여 하중을 지지하는 구조부재
단판적층재 : 단판의 섬유방향이 서로 평행하게 배열하여 접착된 구조용 목질재료
중목구조 : 주요구조부가 공칭치수 125mm×125mm(실제치수 114mm×114mm) 이상의 부재로 건축되는 목구조
덮개 : 장선, 서까래 또는 스터드 위에 설치하여 이들 부재와 못으로 접합됨으로써 수평 또는 수직 격막구조를 이루고, 그 위에 마감재료가 설치되는 구조용목질판상재
따냄 : 목재의 표면에 배관, 배선 또는 철물의 설치를 위하여 홈을 판 것
바닥격막구조 : 횡하중을 골조 또는 벽체 등의 수직재에 전달하기 위한 바닥 또는 지붕틀 구조
바닥밑공간 : 지하층이 없이 목구조로 1층의 바닥을 시공하는 경우에 목구조 바닥의 썩음 방지를 위한 환기와 내부수리 등의 목적을 위하여 바닥 밑에 확보하는 공간
박스못 : 목구조에서 판재와 구조용재 사이의 접합에 많이 사용하며, 동일한 길이의 일반철못보다 지름이 가는 못
반복부재 : 3개 이상의 부재가 중심간격 600mm 이하의 간격으로 배치되고, 그 위에 하중을 분산시킬 수 있는 구조체로 덮어져 있음으로써 작용하는 하중을 서로 분담할 수 있는 구조부재
방청못 : 목구조에서 외기에 노출되는 부위에 사용할 수 있도록 표면에 아연도금처리 등을 하여 녹스는 것을 방지한 못
보재 또는 2종구조재 : 두께 공칭 125mm(실제 120mm) 이상, 너비가 공칭 200mm(실제 180 mm) 이상이고, 두께와 너비의 치수 차이가 50 mm 이상인 구조용 목재
벽피어: 개구부와 접한 벽체의 일부분
보통못 : 일반적으로 목구조에 많이 사용되고, 철선으로 제조되며, 동일한 길이의 박스못보다 지름이 더 굵은 못
보막이장선 : 경골목구조 바닥 등 가장자리에 장선과 수직되게 설치하는 부재
분할 : 목재의 한 재면에서 맞보는 재면까지 관통하여 갈라진 것
섬유주행경사 : 부재의 길이방향에 대한 섬유방향의 경사
순단면적 : 목재의 단면에서 볼트 등의 철물을 위한 구멍이나 홈의 면적을 제외한 나머지 단면적
스터드 : 경골목구조에서 벽체의 뼈대를 구성하는 수직부재
습윤사용조건 : 목구조물의 사용중에 평형함수율이 19%를 초과하게 되는 온도 및 습도 조건
실제치수 : 목재를 제재한 후 건조 및 대패가공하여 최종제품으로 생산된 치수
쐐기 : 접합부를 단단하게 고정하기 위하여 사용하는 단면이 V자형으로 이루도록 만든 것
I형 장선 : 플랜지부재와 웨브부재로 구성된 I형 단면으로 제조된 구조용 목질재료
연귀 : 모서리 부분에서 각 부재의 끝면이 보이지 않도록 접합하는 방법
오에스비(OSB) : 강도와 강성을 향상시키기 위하여 배향성을 부여한 스트랜드형 플레이크로 구성되는 일종의 파티클 목질판상재제품
육안등급구조재 : 육안으로 목재의 표면결점(옹이, 갈라짐, 섬유경사, 뒤틀림 등)을 검사하여 등급을 구분한 목재
윤할 : 목재 건조시에 연륜 내부 또는 연륜 사이에서 연륜방향으로 갈라지는 것

이중깔도리 : 경골목구조의 벽에서 맨 끝에 있는 수평부재
인사이징 : 구조재에 방부제를 깊고 균일하게 침투시키기 위하여 약제처리가 어려운 목재의 재면에 칼자국 모양의 상처를 섬유방향으로 낸 후 방부제를 처리하는 방법
장부 : 두 부재 이상을 접합할 때 하나의 부재에 만들어낸 돌기
장부촉 : 원추형의 작은 봉으로, 접합 또는 접합부의 보강을 위해 쓰임
재하기간 : 구조물의 수명기간 중에 특정하중의 최대치(설계하중)가 연속하여 작용하는 것으로 가정되는 기간
절삭축 : 목재의 섬유방향과 상대적인 경사면의 방향
제재치수 : 원목을 제재하여 건조 및 대패가공이 되지 않은 치수
직각절삭면 : 목재의 끝면과 같이 섬유방향과 직각으로 절삭된 재면
측면나뭇결 : 목재부재의 길이방향(일반적으로 섬유방향)에 평행한 측면의 나뭇결
층전단 : 합판의 표면에 수직한 면내에 전단력이 작용하는 경우, 전단력의 방향에 직각으로 섬유방향이 배열된 가장 약한 단판 내에서 섬유가 전단파괴되는 현상
파스너 : 목구조에서 목재부재 사이의 접합을 보강하기 위하여 사용되는 못, 볼트, 래그나사못 등의 조임용 철물
표면 : 긴 수평보의 윗면, 밑면 및 측면과 같이 목재의 섬유방향과 평행한 재면
플랫폼구조 : 경골목구조에서 벽체의 스터드가 각 층마다 별도로 구조체로 건축되고 벽체 위에 윗층의 바닥이 올려지고 그 위에 다시 윗층의 벽체가 시공되는 공법
피에스엘(PSL) : 목재단판 스트랜드를 평행한 방향으로 접착한 고강도 구조용 복합목재로서, 일명 패럴램이라 한다.
할렬 : 건조 중에 발생한 인장응력에 의해 목재의 내부 또는 표면에서 목재섬유가 분리되는 것. 할렬은 연륜을 가로지르면서 길이방향으로 분리
헤더 : 목구조에서 평행하게 배치된 구조부재를 가로질러서 개구부(창, 문, 계단 등)가 설치되는 경우에 개구부에 의하여 끊어지는 구조부재에 작용하는 하중을 효과적으로 좌우측의 부재에 전달하기 위하여 개구부의 양 끝에 평행부재를 가로질러 설치되는 구조부재
홀드다운 : 전단벽체의 상부에 작용하는 수평하중에 따른 상승 모멘트에 저항하기 위해 벽체 하부에 설치하는 철물 또는 장치

0901.2.2 전통목구조
고주 : 건물 내부에 있는 기둥
기단 : 지면으로부터 집을 높여주는 역할을 하며 건물을 짓기 위해 지면에 흙이나 돌을 쌓고 다져서 단단하게 만든 것
기둥 : 초석 위에 수직방향으로 세워 보, 장여, 창방, 도리 등의 수평부재를 지지하는 부재
단연 : 5량가구 형식에서 종도리와 중도리 사이에 걸치는 상대적으로 짧은 서까래
대들보 : 건물 깊이 방향의 앞과 뒤에 놓인 기둥을 연결하는 보. 대량이라고도 한다
도리 : 외곽골조와 평행한 방향으로 서까래 하부에 놓이는 부재
동자기둥 : 5량가구 형식에서 대들보 위에 올라가는 짧은 기둥
바닥도리 : 다층 건물의 전통목구조에서 층바닥에 놓이는 도리
벽선 : 기본목골조 내부에 수직으로 존재하는 부재
벽체 : 전통목구조에서 기둥, 내부기둥, 벽선 등의 수직방향 목부재를 왼쪽과 오른쪽 경계로 하고 보, 도리, 장여, 창

방, 인방 등의 수평방향 목부재를 위쪽과 아래쪽 경계로 하여 형성된 공간을 채운 구조체
보 : 기둥 위에 수평방향으로 내부 공간을 가로질러 기둥 상부에 설치하는 부재
뺄목 : 도리나 장여, 평방 또는 창방과 같은 수평부재가 기둥으로부터 조금 빠져나온 머리 부분
삼량가구 : 전통목구조의 가구형식 중 가장 기본이 되는 형식으로 2개의 기둥과 1개의 보로 구성. 일반적으로 기둥과 보 맞춤 위에 주심도리를 두고 보 중앙에 세우는 대공 위에 종도리를 두어 3개의 도리를 사용
서까래 : 도리 위에 건너지르는 긴 부재로 지붕의 하중을 받아서 도리로 전달하는 부재
용마루 : 건물의 가장 높은 부분으로 종도리 위에 도리방향으로 길게 만들어지는 지붕마루
우주 : 건물 외부 테두리에 있는 기둥 중에서 외부 모서리에 있는 기둥
오량가구 : 3량가구 형식에서 주심도리와 종도리 사이에 중도리를 추가한 가구형식
인방 : 벽체를 구성하는 목골조 내부에 수평으로 존재하는 부재. 벽선과 함께 벽체의 세부목골조를 구성하며 창호와 벽체를 만들기 위한 목적에 활용
장여 : 도리 하부에 존재하여 도리를 보완하는 역할을 하는 부재
장연 : 3량가구 형식의 서까래 또는 5량가구 형식에서 중도리에서 주심도리를 거쳐 처마 끝까지 내밀어 거는 서까래. 긴 서까래라고도 한다.
전단벽체 : 전단력에 저항하기 위한 목적으로 설계된 벽체
종도리 : 용마루가 있는 곳에 놓이는 도리
종보 : 5량가구 형식에서 대들보 위에 2개의 동자기둥을 세우고 그 위에 건너지르게 놓인 보
주심도리 : 건물 외곽의 평주 위에 놓이는 도리
중도리 : 5량가구 형식에서 동자기둥 위에 놓이는 도리
창방 : 기둥 상부에 설치되어 목골조를 형성하는 가장 기본적인 부재
처마 걸침길이 : 서까래의 내부 시작점에서부터 외벽 기둥들의 중심을 이은 선까지의 수평거리
처마깊이 : 외벽 기둥들의 중심을 이은 선으로부터 처마선에 이르는 수평거리
처마선 : 처마의 가장 바깥부분으로 이루어지는 선
추녀 : 지붕 모서리에서 대략 45도 방향으로 걸린 방형단면 부재
추녀 걸침길이 : 추녀의 내부 시작점에서부터 모서리 기둥의 중심까지의 수평거리
추녀깊이 : 모서리 기둥의 중심으로부터 추녀의 처마선에 이르는 수평거리
판재중깃 : 전통목구조에서 구조용목질판상재를 이용하여 벽체를 구성할 때, 벽체의 뼈대를 구성하는 수직 또는 경계 각재
평방 : 창방 위에 올리는 창방보다 폭이 넓고 높이는 낮은 방형 부재
평주 : 건물 외부 테두리에 있는 기둥
회첨주 : 건물 외부 테두리에 있는 기둥 중에서 내부 모서리인 회첨골에 있는 기둥. 회첨기둥이라고도 한다.

0901.3 주요 기호

이 장의 계산식 및 도표에 사용된 기호는 특별히 언급된 경우를 제외하고는 다음과 같은 의미를 갖는다.

A : 단면적, mm^2

A_d : 순단면적, mm^2

A_m : 목재주부재의 단면적, mm^2

a_p : 섬유방향하중에 대한 최소끝면거리, mm

a_q : 섬유직각방향하중에 대한 최소끝면거리, mm

A_s : 측면부재의 단면적의 합, mm^2

b : 직사각형 휨부재의 너비, mm

c : 중립축으로부터 연단까지의 거리, mm

C_D : 하중기간계수

C_P : 제재목에 대한 치수계수

C_H : 전단응력계수

C_L : 보안정계수

C_M : 습윤계수

C_P : 기둥안정계수

C_T : 규격재에 대한 좌굴강성계수

C_V : 구조용집성재의 부피계수

C_b : 지압면적계수

C_c : 구조용집성재에 대한 곡률계수

C_d : 접합부에 대한 관입깊이계수

C_{di} : 못접합부에 대한 격막계수

C_{eg} : 접합부에 대한 끝면나뭇결계수

C_f : 형상계수

C_u : 평면사용계수

C_g : 접합부에 대한 무리작용계수

C_i : 구조용 제재목에 대한 인사이징계수

C_r : 규격재에 대한 반복부재계수

C_{sp} : 구조용 말뚝에 대한 단일말뚝계수

C_{st} : 100 mm 전단플레이트접합부에 대한 금속측면판계수

C_t : 온도계수

C_{tn} : 못접합부에 대한 경사못계수

C_v : 부피계수

C_Δ : 접합부에 대한 위치계수

COV_E : 탄성계수에 대한 변이계수

D : 지름, mm

d : 직사각형휨부재의 두께 또는 압축부재단면의 최소치수, mm

d : 못이나 스파이크의 페니치수, mm

d_e : 접합부에서 부재의 유효두께, mm

d_n : 따냄을 제외한 부재의 두께, mm

d_1, d_2 : 횡방향지지면에서 직사각형압축부재의 단면치수, mm

e : 편심, mm

E, E' : 기준 및 설계 탄성계수, MPa

E_m : 주부재의 탄성계수, MPa

e_p : 하중이 작용하지 않는 부위의 최소측면거리, mm

e_q : 하중이 작용하는 부위의 최소측면거리, mm

E_s : 측면부재의 탄성계수, MPa

f_b : 휨응력, MPa

F_b, F_b' : 기준 및 설계 허용휨응력, MPa

f_{b1} : 강축방향휨응력, MPa

F_{b1}' : 측면방향설계허용휨응력, MPa

f_{b2} : 약축방향휨응력, MPa

F_{b2}' : 평면방향설계허용휨응력, MPa

F_{bE} : 휨부재의 임계좌굴허용응력, MPa

f_c : 섬유방향압축응력, MPa

f_c' : 섬유방향설계압축응력, MPa

F_c, F_c' : 섬유방향의 기준 및 설계 허용압축응력, MPa

F_{cE} : 압축부재의 임계좌굴허용응력, MPa

F_{cE1}, F_{cE2} : 횡방향지지면에서 압축부재의 임계좌굴허용응력, MPa

$f_{c\perp}$: 섬유직각방향의 압축응력, MPa

$F_{c\perp}$, $F_{c\perp}'$: 섬유직각방향의 기준 및 설계 허용압축응력, MPa

F_e : 장부촉지압내력, MPa

F_{em} : 주부재의 장부촉지압내력, MPa

F_{es} : 측면부재의 장부촉지압내력, MPa

$F_{e\parallel}$: 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대한 섬유방향의 장부촉지압내력, MPa

$F_{e\perp}$: 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대한 섬유직각방향의 장부촉지압내력, MPa

$F_{e\theta}$: 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대한 섬유경사방향의 장부촉지압내력, MPa

f_g : 섬유방향의 지압응력, MPa

f_r : 굽은 휨부재에서 방사방향응력, MPa

f_t : 섬유방향의 인장응력, MPa

f_v : 섬유방향의 전단응력, MPa

F_g, F_g' : 섬유방향의 기준 및 설계 장부촉허용지압응력, MPa

$F_{rt'}$: 방사방향의 설계허용인장응력, MPa

F_t, F_t' : 섬유방향의 기준 및 설계 허용인장응력, MPa

F_v, F_v' : 섬유방향의 기준 및 설계 허용전단응력, MPa

F_{yb} : 파스너의 휨항복내력, MPa

G : 비중

g : 나사못의 게이지번호

H_R : 트러스의 예각감소계수

I' : 단면2차모멘트, mm^4

K_D : 목재용 나사못, 못 및 스파이크에 대한 지름계수

K_L : 집성재에 대한 하중조건계수

K_M : 목재트러스의 압축현재에 대한 함수율계수

K_T : 제재목에 대한 트러스압축현재계수

K_{bE} : 보에 대한 오일러좌굴계수

K_{cE} : 기둥에 대한 오일러좌굴계수

K_e : 압축부재에 대한 좌굴길이계수

K_r : 방사방향응력계수

K_t : 온도계수

K_v : 전단계수

K_θ : 볼트 및 래그나사못 접합부에 대한 섬유경사계수

L : 휨부재에서 모멘트가 0인 지점간 거리, mm

l : 휨부재의 경간 또는 압축부재의 횡방향지지거리, mm

l_b : 지압길이, mm

l_c : 순경간, mm

l_e : 휨부재의 유효경간 또는 압축부재의 유효길이, mm

l_{e1}, l_{e2} : 횡방향지지면에서 압축부재의 유효길이, mm

l_{e1}/d : 압축부재의 세장비

l_m : 목재주부재 내의 볼트길이, mm

l_n : 따냄의 길이, mm

l_p : 트러스플레이트의 길이, mm

l_s : 목재측면부재 내의 볼트길이의 합, mm

l_u : 휨부재에서 횡방향지지가 없는 경간, mm

l_1, l_2 : 직사각형압축부재의 각 면(1면 및 2면)에 대한 횡방향지지거리, mm

${}_LF$, ${}_LF'$: 목질판상재에 대한 기준 및 설계 허용응력, MPa

${}_LF_b$, ${}_LF_b'$: 목질판상재에 대한 기준 및 설계 허용휨응력, MPa

${}_LF_c$, ${}_LF_c'$: 목질판상재에 대한 기준 및 설계 허용압축응력, MPa

${}_LF_t$, ${}_LF_t'$: 목질판상재에 대한 기준 및 설계 허용인장응력, MPa

${}_LF_r$, ${}_LF_r'$: 목질판상재에 대한 기준 및 설계 허용층전단응력, MPa

${}_LF_{ps}$, ${}_LF_{ps}'$: 목질판상재에 대한 기준 및 설계 허용면전단응력, MPa

M : 최대휨모멘트, N·mm

$m.c.$: 목재의 함수율, %

n : 1열로 사용된 파스너의 수

N, N' : 단일 스프리트링 또는 전단플레이트 파스너에 대한 섬유경사방향의 기준 또는 설계 허용전단내력, N

P : 총집중하중 또는 총축하중, N

p : 파스너의 목재에 대한 침입깊이, mm

P, P' : 단일 스프리트링 또는 전단플레이트 파스너에 대한 섬유방향의 기준 또는 설계 허용전단내력, N

Q : 중립축에 대한 단면1차모멘트, mm^6

Q, Q' : 단일 스프리트링 또는 전단플레이트 파스너에 대한 섬유직각방향의 기준 또는 설계 허용전단내력, N

R : 곡률반경, mm

r : 단면2차반경, mm

R_B : 휨부재의 세장비

S : 단면계수, mm^6

s : 1열로 사용된 파스너의 중심간격, mm

T : 온도, ℃

t : 두께, mm

V : 전단력, N

W : 총균등분포하중, N

W, W' : 파스너에 대한 기준 또는 설계 못뽑기허용내력, N/mm

Z, Z' : 단일철물접합부에 대한 기준 및 설계 허용전단내력, N

$Z_{m\perp}$: 주부재는 섬유직각방향하중을 받고 측면부재는 섬유방향하중을 받는 단일 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대한 기준허용전단내력, N

$Z_{s\perp}$: 주부재는 섬유방향하중을 받고 측면부재는 섬유직각방향하중을 받는 단일 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대한 기준허용전단내력, N

$Z_{\parallel}$: 모든 목재부재가 섬유방향하중을 받는 단일 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대한 기준허용전단내력, N

$Z_{\perp}$: 모든 목재부재가 섬유직각방향하중을 받는 단일 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대한 기준허용전단내력, N

α : 경사면의 절삭축과 목재의 섬유방향 사이의 각도

ϕ : 경사면의 절삭축과 작용하중의 방향 사이의 각도

0902 재료 및 허용응력

0902.1 구조용 목재

0902.1.1 재종 및 등급

0902.1.1.1 재종

구조용 목재의 재종은 KS F 3020에 따른다. 구조용 목재의 재종은 육안등급구조재와 기계등급구조재의 2가지로 구분된다. 육안등급구조재는 다시 1종구조재(규격재), 2종구조재(보재) 및 3종구조재(기둥재)로 구분된다.

KS F 3020에 명시되지 아니한 목재에 대하여는 KS 등에 규정된 적절한 시험 및 평가 방법에 따라 구조용으로 타당한 것으로 판단되는 목재에 한하여 구조용 목재로 사용할 수 있다.

0902.1.1.2 등급

구조재의 등급은 다음과 같이 구분한다.

(1) 육안등급구조재 : 육안등급구조재의 1종, 2종 및 3종구조재는 KS F 3020에 제시된 침엽수 구조재의 각 재종에 따라 규정된 등급별 품질기준(옹이지름비, 둥근모, 갈라짐, 평균나이테간격, 섬유주행경사, 굽음, 썩음, 비틀림, 수심, 함수율, 방부·방충처리)에 따라 1등급, 2등급 및 3등급으로 각각 구분한다.

(2) 기계등급구조재 : 기계등급구조재는 휨탄성계수를 측정하는 기계장치에 의하여 등급구분한 구조재를 말하며, KS F 3020에 제시된 침엽수 기계등급구조재의 품질기준(휨탄성계수와 구조재의 결점사항)에 따라 E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13 및 E14 등 9가지 등급으로 구분한다.

0902.1.1.3 건조상태 구분

침엽수 구조재의 건조상태에 의한 구분은 <표 0902.1.1>에 따른다.

<표 0902.1.1> 침엽수 구조재의 건조상태 구분

구 분		기 호	함수율
건조재	건조 12	KD 12, D12	12% 이하
	건조 15	KD 15, D15	15% 이하
	건조 19	KD 19, D19	19% 이하
생재		G	19% 초과

0902.1.2 치수 및 수종 구분

0902.1.2.1 치수

침엽수 구조재의 치수는 KS F 3020에 따르며 <표 0902.1.2>와 같다. <표 0902.1.2>에서 건조재치수는 건조 및 대패가공이 된 후의 실제치수를 나타내며, 생재치수는 건조되지 아니하고 대패가공한 치수를 나타낸다.

<표 0902.1.2.> 침엽수 구조용재의 표준치수(단위 : mm)

구분	두께	너비	구분	두께	너비
1종 구조재 (규격재)	38	38, 64, 89, 114, 140, 184, 235, 286	3종 구조재 (기둥재)	120	120, 150
	64	89, 114, 140		150	150, 180
	89	89, 114, 140, 184		180	180, 210
2종 구조재 (보재)	120	180, 210, 240, 270, 300		210	210, 240
	150	210, 240,270, 300		240	240, 270
	180	240, 270, 300, 330		270	270, 300
	210	270, 300, 330, 360		300	300, 330
	240	300, 330, 360, 390		330	330, 360
	270	330, 360, 390, 420		360	360, 390
	300	360, 390, 420, 450		390	390, 420
	330	390, 420, 450		420	420, 450
	360	425, 450		450	450
	390	450			

주) 1종 구조재의 표준치수는 건조 및 대패 가공이 된 후의 실제 치수를 나타내며, 그 외의 표준치수는 건조되지 않고 대패 가공만 된 치수를 의미한다. 침엽수구조재의 치수 이외에 관행적으로 사용하여 온 치수의 목재도 KS F 3020의 품질기준에 적합한 경우 구조용으로 사용할 수 있다.

0902.1.2.2 수종 구분

침엽수 구조재는 <표 0902.1.4>에 허용응력이 주어진 수종은 개별 수종으로 사용하고 개별 수종에 대하여 허용응력이 주어지지 않은 수종에 대해서는 <표 0902.1.3>의 수종 구분에 따른다.

<표 0902.1.3> 침엽수 구조재의 수종 구분

수종군	포 함 수 종
낙엽송류	낙엽송, 북미 낙엽송, 북양 낙엽송
소나무류	소나무, 편백나무, 리기다소나무, 북미 전나무
잣나무류	잣나무, 가문비나무, 북미 가문비나무, 북양 가문비나무, 북양 적송, 라디에타소나무
삼나무류	삼나무, 전나무, 북미 삼나무

주) 더글라스퍼, 남부헴퍼, 북부헴퍼, 남부 SPF, 북부 SPF 및 남부소나무는 구조재로 많이 사용되는 수종으로서 개별 수종에 대한 허용응력이 <표 0902.1.4>에 수록되어 있으며 기타 수종들은 4개의 수종군으로 분류하여 각 수종군에 대한 허용응력을 적용한다.

0902.1.3 허용응력

0902.1.3.1 육안등급구조재의 허용응력

침엽수 육안등급구조재의 기준허용응력은 <표 0902.1.4>와 같다.

<표 0902.1.4> 침엽수 육안등급구조재의 기준허용응력 (단위 : MPa)

수종 구분		등급	기준허용응력					
			F_b	F_t	F_c	$F_{c\perp}$	F_v	E
수종군	낙엽송류	1등급	7.8	5.4	8.8	3.5	1.25	12,200
		2등급	5.9	3.9	5.9	3.5	1.25	10,800
		3등급	3.4	2.5	3.4	3.5	1.25	9,300
	소나무류	1등급	7.4	4.9	7.4	3.0	1.10	10,300
		2등급	5.9	3.9	4.4	3.0	1.10	9,000
		3등급	3.4	2.0	2.9	3.0	1.10	8,300
	잣나무류	1등급	5.9	4.9	6.9	2.5	0.95	8,500
		2등급	4.9	3.4	4.4	2.5	0.95	7,500
		3등급	2.9	2.0	2.9	2.5	0.95	7,000
	삼나무류	1등급	4.9	3.9	5.9	2.5	0.90	8,000
		2등급	3.9	2.5	3.9	2.5	0.90	7,000
		3등급	2.5	1.5	2.5	2.5	0.90	6,000
개별 수종	더글라스퍼	1등급	6.8	4.6	10.2	4.3	1.20	11,600
		2등급	6.2	3.9	9.2	4.3	1.20	10,900
		3등급	3.6	2.2	5.3	4.3	1.20	9,500
	남부헴퍼	1등급	6.7	4.3	9.3	2.8	1.00	10,300
		2등급	5.9	3.6	8.9	2.8	1.00	9,000
		3등급	3.4	2.0	5.0	2.8	1.00	8,300
	북부헴퍼	1등급	6.9	4.0	10.0	2.8	1.00	11,000
		2등급	6.9	4.0	10.0	2.8	1.00	11,000
		3등급	3.9	2.2	5.8	2.8	1.00	9,600
	남부SPF	1등급	6.0	2.7	7.2	2.3	0.90	8,300
		2등급	5.3	2.4	6.9	2.3	0.90	7,400
		3등급	3.1	1.3	3.9	2.3	0.90	6,900
	북부SPF	1등급	6.0	3.1	7.9	2.9	0.90	9,500
		2등급	6.0	3.1	7.9	2.9	0.90	9,000
		3등급	3.4	1.7	4.4	2.9	0.90	8,100
	남부 소나무	1등급	8.5	4.6	10.9	3.8	1.19	11,600
		2등급	6.6	3.7	9.9	3.8	1.19	10,900
		3등급	3.9	2.2	5.6	3.8	1.19	9,500

0902.1.3.2 기계등급구조재의 기준허용응력

침엽수 기계등급구조재의 기준허용응력은 <표 0902.1.5.>와 같다.

<표 0902.1.5.> 침엽수 기계등급구조재의 기준허용(단위 : MPa)

등급	기준허용응력					
	F_b	F_t	F_c	$F_{c\perp}$	F_v	E
E6	6.2	2.4	7.2	2.0	0.9	6,000
E7	7.2	3.1	8.5	2.0	0.9	7,000
E8	8.2	4.1	9.6	2.5	1.0	8,000
E9	9.0	5.5	10.1	2.5	1.0	9,000
E10	10.0	6.0	11.2	3.0	1.1	10,000
E11	11.3	7.4	11.7	3.0	1.1	11,000
E12	12.4	8.2	12.0	3.5	1.2	12,000
E13	14.0	10.7	12.8	3.5	1.2	13,000
E14	16.0	13.0	13.5	3.5	1.2	14,000

0902.1.4 기준허용응력의 보정

육안등급구조재와 기계등급구조재에 대한 기준허용응력은 건조사용조건 이하의 사용함수율에서 기준하중기간일 때 적용한다. 특정 최종용도에서 목재부재 및 접합부에 대한 설계허용응력은 함수율, 하중기간 및 처리조건 등에 따른 목재의 강도적 성질의 차이를 고려한 상태에서 목재가 사용되는 조건에 적합하여야 한다. 최종용도에 알맞은 기준허용응력의 보정은 책임구조기술자의 최종책임하에 수행한다.

0902.1.4.1 보정계수의 적용

설계허용응력(F_b', F_t', F_v', $F_{c\perp}'$, F_c', E')은 기준허용응력(F_b, F_t, F_v, $F_{c\perp}$, F_c, E)에 적용 가능한 모든 보정계수를 곱하여 결정한다. <표 0902.1.6>은 구조재와 집성재에 적용할 보정계수를 나타낸다.

<표 0902.1.6> 설계허용응력의 보정계수

설계허용응력	기준허용응력	하중기간계수	습윤계수	온도계수	보안정계수[1]	치수계수[2]	부피계수[3]	평면사용계수[4]	반복부재계수[5]	곡률계수[6]	형상계수	기둥안정계수	전단응력계수	좌굴강성계수[7]	지압면적계수	인사이징계수
$F_b'=$	F_b	C_D	C_M	C_t	C_L	C_F	C_V	C_{fu}	C_r	C_c	C_f	·	·	·	·	C_i
$F_t'=$	F_t	C_D	C_M	C_t	·	C_F	·	·	·	·	·	·	·	·	·	C_i
$F_v'=$	F_v	C_D	C_M	C_t	·	·	·	·	·	·	·	·	C_H	·	·	C_i
$F_{c\perp}'=$	$F_{c\perp}$	·	C_M	C_t	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	C_b	C_i
$F_c'=$	F_c	C_D	C_M	C_t	·	C_F	·	·	·	·	·	C_p	·	·	·	C_i
$E'=$	E	·	C_M	C_t	·	·	·	·	·	·	·	·	·	C_T	·	C_i
$F_g'=$	F_g	C_D	·	C_t	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

1) 휨하중을 받는 집성재에 대하여는 보안정계수 C_L과 부피계수 C_V를 함께 적용하지 아니하고, 두 보정계수 중에서 작은 값을 적용한다.

2) 치수계수 C_F는 휨하중을 받는 육안등급구조재와 원형단면 구조재에만 적용한다.

3) 부피계수 C_V는 휨하중을 받는 집성재에만 적용한다.

4) 평면사용계수 C_{fu}는 휨하중을 받는 1종구조재(규격재) 및 집성재에만 적용한다.

5) 반복부재계수 C_r은 휨하중을 받는 1종구조재(규격재)에만 적용한다.

6) 곡률계수 C_c는 휨하중을 받는 집성재의 굽은 부분에만 적용한다.

7) 좌굴강성계수 C_T는 38×89mm 이하인 작은 치수의 구조재 트러스압축현재에만 적용한다. 이 규정은 트러스압축현재의 윗면에 두께 9mm 이상의 합판 덮개를 못질하여 휨과 섬유방향 압축응력을 동시에 받는 경우에 한하여 적용한다.

0902.1.4.2 하중기간계수 C_D

(1) 목재는 장기하중보다 단기하중의 경우 더 큰 최대하중을 지지하는 성질을 가진다. 기준하중기간은 약 10년의 누적된 기간동안 총설계하중이 작용함으로써 부재에 설계허용응력까지의 응력을 최대로 가하는 경우에 해당한다. <표 0902.1.4> 및 <표 0902.1.5>에 규정된 기준허용응력은 기준하중기간에 적용한다. 최대하중의 총누적기간이 명시된 기간을 초과하지 않는 경우, 탄성계수 E 및 변형한계에 근거한 섬유직각방향 허용압축응력 $F_{c\perp}$을 제외한 모든 기준허용응력에 하중기간에 따른 목재강도의 변화를 고려하여 <표 0902.1.7>에 제시된 적합한 하중기간계수 C_D를 곱하여 보정한다.

(2) 하중조합에 대한 하중기간계수 C_D는 해당조합에서 가장 짧은 하중기간의 하중기간계수로 한다. 위험하중조합은 적용 가능한 모든 하중조합을 평가하여 결정하며, 구조부재와 접합부는 위험하중조합에 근거하여 설계한다.

<표 0902.1.7> 하중기간계수, C_D[1)]

설계하중	하중기간계수, C_D	하중기간
고정하중	0.9	영구
활하중	1.0	10년
적설하중	1.15	2개월
시공하중	1.25	7일
풍하중, 지진하중	1.6	10분
충격하중	2.0	충격[2)]

1) 하중기간계수는 변형한계에 근거한 탄성계수 E 및 섬유직각방향기준 허용압축응력 $F_{c\perp}$에는 적용하지 아니한다. 가설구조물에서의 하중기간계수는 3개월 이내인 경우 1.20을 적용할 수 있다.

2) 수용성방부제 또는 내화제로 가압처리된 구조부재에 대하여는 하중기간계수를 1.6 이하로 적용한다. 또한 접합부에는 충격에 대한 하중기간계수를 적용하지 아니한다.

0902.1.4.3 습윤계수 C_M

구조부재의 기준허용응력은 건조사용조건에 근거한 값이다. 구조부재의 사용함수율이 건조사용조건보다 높은 경우 기준허용응력에 <표 0902.1.8>에 명시된 습윤계수 C_M을 적용하여 보정한다.

<표 0902.1.8> 습윤계수, C_M

구분	두께	습윤계수, C_M					
		F_b	F_t	F_c	$F_{c\perp}$	F_v	E
육안등급 구조재	89mm 이하	0.85	1.0	0.97	0.67	0.8	0.9
	114mm 이상	1.0	1.0	1.0	0.67	0.91	1.0
기계등급구조재		0.85	1.0	0.8	–	–	0.9

0902.1.4.4 온도계수 C_t

허용응력은 일상적인 온도범위에서 주로 사용되며 65℃ 이하의 고온에 가끔 노출되는 구조부재에 적용한다. 65℃ 이하의 고온에 장시간 노출되는 구조부재에 대하여는 기준허용응력에 <표 0902.1.9>의 온도계수 C_t를 적용하여 보정한다.

<표 0902.1.9> 온도계수, C_t

기준허용응력	사용함수율 조건	C_t		
		T ≤ 35℃	35℃ < T ≤ 50℃	50℃ < T ≤ 65℃
F_t, E	습윤 또는 건조	1.0	0.9	0.9
F_b, F_v, F_c, $F_{c\perp}$	건조	1.0	0.8	0.7
	습윤	1.0	0.7	0.5

0902.1.4.5 보안정계수 C_L

기준허용휨응력 F_b에는 0904.4.2.3에 규정된 보안정계수 C_L을 적용하여 보정한다. 휨하중을 받는 집성재의 경우 보안정계수 C_L은 부피계수 C_V와 동시에 적용하지 아니하고 이들 계수 중 작은 값을 적용하여 보정한다.

0902.1.4.6 형상계수 C_f

원형단면 또는 대각면에 하중을 받는 정사각형단면(마름모꼴단면)의 휨부재에 대하여는 기준허용휨응력 F_b에 <표 0902.1.10>에 규정한 형상계수 C_f를 적용하여 보정한다. 원형 또는 마름모꼴 휨부재에 형상계수를 적용하면 동일한 횡단면적을 갖는 정사각형 부재와 동일한 모멘트지지성능을 갖게 된다. 테이퍼원형 단면부재의 경우 가변단면의 보로 취급한다.

<표 0902.1.10> 형상계수, C_f

단면의 형상	형상계수 C_f
원형단면	1.18
마름모꼴 단면	1.414

0902.1.4.7 기둥안정계수 C_p

섬유방향기준 허용압축응력 F_c에는 0904.3.2.1에 규정된 기둥안정계수 C_p를 적용하여 조정한다.

0902.1.4.8 전단응력계수 C_H

전단응력계수는 1종구조재 및 2종구조재에 적용한다. 기준 전단허용응력은 구조용재에 할렬, 분할 및 윤할 등의 갈라짐이 발생하는 것을 고려하여 주어진 값이므로 구조용재에 발생한 이들 갈라짐의 길이가 알려져 있고 그 값이 사용중에 증가되지 않을 것으로 예상되는 경우 <표 0902.1.11>의 전단응력계수를 곱할 수 있다. <표 0902.1.11>에서 중간길이의 갈라짐에 대하여는 직선보간법에 따라 전단응력계수를 산정할 수 있다.

<표 0902.1.11> 전단응력계수, C_H

공칭두께가 50mm인 구조용재의 넓은 재면에서 갈라짐의 길이	C_H	공칭두께가 75mm 이상인 구조용재의 넓은 재면에서 갈라짐의 길이	C_H	공칭두께가 50mm 이상인 구조용재에서 윤할[1]의 길이	C_H
분할 없음	2.00	분할 없음	2.00	분할 없음	2.00
0.5×너비	1.67	0.5×두께	1.67	1/6×너비	1.67
0.75×너비	1.50	0.75×두께	1.50	1/4×너비	1.50
1.0×너비	1.33	1.0×두께	1.33	1/3×너비	1.33
1.5×너비 이상	1.00	1.5×두께 이상	1.00	1/2×너비 이상	1.00

1) 윤할은 마구리에서 윤할의 양끝을 지나는 평행한 직선을 하중이 작용하는 면에 수직하게 그어서 이 두 직선 사이의 거리로 측정한다.

0902.1.4.9 좌굴강성계수 C_T

좌굴강성계수 C_T는 다음 조건을 만족하는 트러스압축현재의 탄성계수(E)에 적용한다.

(1) 부재치수는 38mm×89mm 이하이다.

(2) 트러스의 상현재 윗면에 두께 9.5mm 이상의 구조용 합판이나 OSB 등의 구조용 판재를 연속적으로 설치할 때 이 기준에 따라 요구되는 못 등의 적절한 파스너로 접합한다.

(3) 해당 부재는 휨과 축압축의 조합응력을 받는다.

(4) 트러스는 건조사용조건하에서 사용한다. 트러스의 압축현재가 위의 네 가지 조건을 모두 만족하지 못하는 경우에 C_T는 1.0이 되며, 위의 네 가지 조건을 모두 만족하는 경우 식(0902.1.1) 또는 식(0902.1.2)에 따라 계산된 C_T를 적용한다. 트러스의 상현재에 구조용 판재를 접합할 때에 목재의 함수율이 19% 이하로 건조된 상태인 경우 좌굴강성계수 C_T를 식(0902.1.1)에 따라 계산하고, 목재가 건조되지 않았거나 부분적으로만 건조된 경우 식(0902.1.2)에 따라 C_T를 계산한다.

$$C_T = 1 + \frac{0.624L'}{kE} \qquad (0902.1.1)$$

$$C_T = 1 + \frac{0.326L'}{kE} \qquad (0902.1.2)$$

여기서, L' = 최대값이 2,440mm인 유효좌굴길이, mm

k = 0.82($COV_E \le 0.11$인 기계등급구조재)

= 0.75($COV_E \le 0.15$인 기계식별구조재)

= 0.59($COV_E \le 0.25$인 육안등급구조재)

E = 탄성계수, MPa

0902.1.4.10 지압면적계수 C_b

섬유직각방향 기준허용압축응력 $F_{c\perp}$은 부재단부에서 임의의 길이로 지압되거나 단부 이외의 부분에서 지압길이가 150mm 이상인 지점에 적용한다. 부재 끝면에서 75mm 이상 떨어진 길이 150mm 이하인 지압의 경우, $F_{c\perp}$에 식

(0902.1.3)의 지압면적계수 C_b를 적용한다.

$$C_b = \frac{l_b + 10}{l_b} \qquad (0902.1.3)$$

여기서, l_b = 섬유방향의 지압길이(mm)

금속판 및 와셔 등 작은 면적의 지압길이에 대하여는 식(0902.1.3)에 따라 산정된 <표 0902.1.12>에 규정한 지압면적계수 C_b값을 적용하여 보정한다. 와셔 등의 둥근지압면적의 경우, 지압길이 l_b는 와셔 등의 지름으로 한다.

<표 0902.1.12> 지압면적계수, C_b

l_b (mm)	20	30	40	50	75	100	150 이상
C_b	1.50	1.33	1.25	1.20	1.13	1.10	1.00

0902.1.4.11 인사이징계수 C_i

구조재에 인사이징처리한 경우, 기준허용응력에 <표 0902.1.13>의 인사이징계수를 적용하여 보정한다.

<표 0902.1.13> 인사이징계수, C_i

기준허용응력	C_i
E	0.95
F_b, F_t, F_c	0.85
F_v, $F_{c\perp}$	1.00

0902.1.4.12 치수계수 C_F

(1) 두께 38~89mm의 육안등급구조재(1종구조재)에 대한 허용 휨, 인장, 압축응력은 <표 0902.1.14>에 규정된 치수계수를 곱하여 보정한다.

(2) 두께 114mm 이상의 육안등급구조재(2종구조재)의 기준허용휨응력 F_b는 0.95의 치수계수를 적용하여 보정하되 하중이 보의 넓은재면에 수직하게 작용하는 경우 <표 0902.1.14>의 치수계수를 적용하여 보정한다.

(3) 지름 336mm 이상의 원형단면보 또는 대각선방향으로 하중을 받는 한 면의 치수가 235mm 이상의 정사각형보에 대한 치수계수는 정상적인 하중을 받는 동일한 단면적의 정사각형보에 근거하여 (2)에 따라 보정한다.

<표 0902.1.14> 치수계수, C_F

1종 구조재(1, 2, 3등급)			2종 구조재의 넓은재면에 수직한 하중을 받는 경우			
너비 (mm)	두께 38~89mm인 구조재의 F_b, F_t	두께 38~89mm인 구조재의 F_c	등급	F_b	E	F_b와 E를 제외한 기타 허용응력
38~89	1.5	1.15	1등급	0.74	0.90	1.00
114	1.4	1.1				
140	1.3	1.1				
184	1.2	1.05	2등급	1.00	1.00	1.00
235	1.1	1.0				
286	1.0	1.0				
336 이상	0.9	0.9				

0902.1.4.13 평면사용계수 C_{fu}

두께 38~89mm의 구조재가 넓은재면에 하중을 받는 경우 기준허용휨응력 F_b에 <표 0902.1.15>에 규정된 평면사용계수 C_{fu}를 적용하여 조정한다.

<표 0902.1.15> 평면사용계수, C_{fu}

너비		38mm	89mm	114mm	140mm	184mm	235mm 이상
두께	38mm	1.0	1.1	1.1	1.15	1.15	1.2
	89mm	–	1.0	1.05	1.05	1.05	1.1

0902.1.4.14 반복부재계수 C_r

두께 38~89mm의 규격재를 장선, 트러스 현재, 서까래, 스터드, 널판, 갑판 또는 이와 비슷한 부재로 사용하는 경우 기준허용휨응력 F_b에 반복부재계수 C_r=1.15를 곱하여 조정한다. 반복부재는 이들 규격재가 서로 접하거나 간격이 600mm 이하이고, 규격재의 수가 셋 이상이며, 설계하중을 지지하기에 적당한 바닥, 지붕 또는 다른 하중분산요소에 따라 서로 접합되는 부재를 말한다.

하중분산요소는 구조적인 취약점이나 규정을 초과하는 처짐을 유발시키지 않고, 인접부재에 설계하중이 전달되도록 설계하거나 경험적으로 성능이 입증된 모든 구조를 의미한다. 못접합 또는 제혀쪽매접합과 관통못질한 바닥덮개, 마루판, 벽덮개 또는 기타 마감요소는 일반적으로 이 요건을 만족한다.

0902.2 구조용집성재

0902.2.1 종류와 품질

구조용집성재의 종류와 품질은 KS F 3021에 적합하여야 한다. KS F 3021에 따라 구조용집성재의 종류는 층재의 구성과 배치에 따라 같은 등급 구성 집성재와 대칭 또는 비대칭 다른 등급 구성 집성재로 구분한다. 다만, KS F

3021에 규정되지 아니한 집성재에 대하여는 KS 등에 규정된 적절한 시험 및 평가방법에 따라 구조용으로 적합한 것으로 판단되는 경우에 한하여 구조용집성재로 사용할 수 있다.

0902.2.2 허용응력

같은 등급 구성 집성재와 대칭 또는 비대칭 다른 등급 구성 집성재의 등급별기준허용응력은 <표 0902.2.1>, <표 0902.2.2>, <표 0902. 2.3> 및 <표 0902.2.4>와 같다. 각 등급별 집성재 층재의 구성방법은 KS F 3021에 따른다.

<표 0902.2.1> 같은 등급 구성 집성재의 기준허용응력(단위 : MPa)

적층수	등급	기준허용응력						
		$X-X$ 축에 대한 휨		$Y-Y$ 축에 대한 휨		축하중		
		F_{bx-x} 1)	E_{x-x} 2)	F_{by-y} 3)	E_{y-y} 4)	F_t 5)	F_c 6)	E 7)
4매 이상	17S-54B	18	14,000	13	13,000	13	15	13,000
	15S-46B	15	12,000	10	11,000	11	13	11,000
	13S-40B	13	11,000	9	10,000	9.5	11	10,000
	12S-37B	12	10,000	8	9,000	8.5	10	9,000
	10S-34B	11	9,000	7.5	8,000	8	9.5	8,000
	9S-31B	10.5	8,000	7	7,000	7.5	8.5	7,000
	8S-30B	10	7,000	6.5	6,000	7	8	6,000
	7S-27B	9	6,000	6	5,000	6.5	7.5	5,000
	6S-25B	8.5	5,000	5.5	4,000	6	7	4,000
3매	17S-49B	16	14,000	11	13,000	13	14	13,000
	15S-43B	14	12,000	10	11,000	11	12	11,000
	13S-37B	12	11,000	8	10,000	9.5	10	10,000
	12S-33B	11	10,000	7.5	9,000	8.5	9	9,000
	10S-30B	10	9,000	7	8,000	8	8.5	8,000
	9S-28B	9.5	8,000	6.5	7,000	7.5	8	7,000
	8S-27B	9	7,000	6	6,000	7	7.5	6,000
	7S-25B	8.5	6,000	5.5	5,000	6.5	6.5	5,000
	6S-24B	8	5,000	5	4,000	6	6	4,000
2매	17S-45B	15	14,000	11	13,000	13	14	13,000
	15S-39B	13	12,000	9	11,000	11	12	11,000
	13S-34B	11	11,000	7.5	10,000	9.5	10	10,000
	12S-30B	10	10,000	6.5	9,000	8.5	9	9,000
	10S-28B	9.5	9,000	6	8,000	8	8.5	8,000
	9S-27B	9	8,000	5.5	7,000	7.5	8	7,000
	8S-25B	8.5	7,000	5	6,000	7	7.5	6,000
	7S-24B	8	6,000	4.5	5,000	6.5	6.5	5,000
	6S-22B	7.5	5,000	4	4,000	6	6	4,000

1) $X-X$ 축에 대한 기준허용휨응력($X-X$ 축은 하중 또는 처짐의 방향이 적층면과 직교하게 작용하는 경우)
2) $X-X$ 축에 대한 기준 휨탄성계수(MOE)
3) $Y-Y$ 축에 대한 기준허용휨응력($Y-Y$ 축은 하중 또는 처짐의 방향이 적층면과 평행하게 작용하는 경우)
4) $Y-Y$ 축에 대한 기준 휨탄성계수(MOE)
5) 기준섬유방향 인장허용응력
6) 기준섬유방향 압축허용응력
7) 기준탄성계수

<표 0902.2.2> 대칭 다른 등급 구성 집성재의 기준허용응력 (단위 : MPa)

등급	기준허용응력						
	$X-X$ 축에 대한 휨		$Y-Y$ 축에 대한 휨		축하중		
	F_{bx-x} [1]	E_{x-x} [2]	F_{by-y} [3]	E_{y-y} [4]	F_t [5]	F_c [6]	E [7]
15S-43B	14	12,000	9	11,000	9	11	11,000
13S-37B	12	11,000	8	10,000	8	10	10,000
12S-33B	11	10,000	7.5	9,000	7	8	9,000
10S-30B	10	9,000	7	8,000	6.5	7.5	8,000
9S-27B	9	8,000	6	7,000	6	7	7,000
8S-25B	8	7,000	5	6,000	5.5	6.5	6,000
7S-24B	7	6,000	4.5	5,500	5	6	5,500
6S-22B	6	5,000	4	5,000	4.5	5.5	5,000

1), 2), 3), 4), 5), 6), 7) <표 0902.2.1>의 주와 같음

<표 0902.2.3> 비대칭 다른 등급 구성 집성재의 기준허용응력 (단위 : MPa)

등급	기준허용응력							
	$X-X$ 축에 대한 휨			$Y-Y$ 축에 대한 휨		축하중		
	F_{bx-x} [1]		E_{x-x} [2]	F_{by-y} [3]	E_{y-y} [4]	F_t [5]	F_c [6]	E [7]
	I 형 [8]	II 형 [9]						
14S-42B	14	9	11,000	9	10,000	9	10	10,000
12S-36B	12	8.5	10,000	8	9,000	8	9.5	9,000
11S-31B	10	8	9,000	7	8,000	7	8	8,000
10S-28B	9.5	7.5	8,000	6.5	7,000	6	7.5	7,000
9S-25B	8.5	7	7,000	5.5	6,500	6	7	6,500
8S-24B	8	6.5	6,500	5	6,000	5	6	6,000
7S-22B	7.5	6	6,000	4.5	5,500	4.5	5.5	5,500
6S-21B	7	5.5	5,000	4	5,000	4.5	5	5,000

1), 2), 3), 4), 5), 6), 7) <표 0902.2.1>의 주와 같음

8) $X-X$ 축에 대한 휨에서 인장쪽 최외층재에 인장응력이 작용하는 경우

9) $X-X$ 축에 대한 휨에서 압축쪽 최외층재에 인장응력이 작용하는 경우

<표 0902.2.4> 구조용집성재의 기준허용응력 (단위 : MPa)

수종군[1]	F_v	$F_{c\perp}$
A	2.0	3.5
B	1.6	3.0
C	1.4	2.5
D	1.2	2.0

1) <표 0902.2.5>의 수종구분을 나타내며 여러 가지 수종들이 혼합된 집성재의 경우에는 사용된 수종들 중에서 가장 약한 수종이 포함되는 수종군에 대한 값을 적용함

<표 0902.2.5> 구조용집성재 제조에 사용되는 층재의 수종 구분

수종군	포함 수종
A	낙엽송류[1], 더글라스퍼, 북부헴퍼, 단풍나무, 자작나무, 너도밤나무, 참나무, 느티나무 또는 전건비중 0.55 이상의 수종
B	소나무류[1], 남부헴퍼, 북부 SPF, 해송, 물푸레나무, 느릅나무, 남부소나무, 라왕 또는 전건비중 0.5 이상 0.55 미만의 수종
C	잣나무류[1], 남부 SPF, 로지폴소나무, 폰데로사소나무 또는 전건비중 0.45 이상 0.5 미만의 수종
D	삼나무류[1], 알래스카 삼나무 또는 전건비중 0.4 이상 0.45 미만의 수종

1) 각 수종군에 포함된 수종은 <표 0902.1.3>에 따른다.

0902.2.3 기준허용응력의 보정

구조용집성재의 기준허용응력에 대한 보정은 0902.1.4의 규정과 다음 각 항의 규정에 따른다.

0902.2.3.1 부피계수 C_V

집성재가 층재의 넓은재면에 수직한 하중을 받는 경우, 층재의 넓은재면에 수직한 하중에 대한 기준허용휨응력 F_{bx-x}에 식(0902.2.1)의 부피계수를 곱하여 보정한다.

$$C_V = K_L\left(\frac{6{,}400}{L}\right)^{1/10}\left(\frac{305}{d}\right)^{1/10}\left(\frac{130}{b}\right)^{1/10} \le 1.0 \qquad (0902.2.1)$$

여기서, L : 휨부재에서 모멘트가 영인 지점간거리, mm

d : 휨부재의 두께, mm

b : 휨부재의 너비, mm

K_L : 하중조건계수

단일지간보에 중앙집중하중이 작용하는 경우

$K_L = 1.09$,

2개의 1/3점 집중하중의 경우 $K_L = 0.96$,

단일지간보에 균일분포하중이 작용하거나 연속보 또는 캔틸레버인 경우 $K_L = 1.0$

부피계수 C_V는 보안정계수 C_L과 함께 적용하지 아니하고, 이 계수 중에서 작은 값을 적용하여 보정한다.

0902.2.3.2 곡률계수 C_c

휨부재의 굽은 부분에서는 기준허용휨응력에 식(0902.2.2)의 곡률계수를 곱하여 보정한다.

$$C_c = 1 - (2{,}000)\left(\frac{t}{R}\right)^2 \qquad (0902.2.2)$$

여기서, t : 층재의 두께, mm

R : 층재의 안쪽재면의 곡률반경, mm

$t/R \leq$ 침엽수에 대하여 1/125

굽은 부분이 있는 집성재의 경우, 집성재의 직선 부분에서는 기준허용응력에 곡률계수를 적용하지 아니한다.

0902.3 구조용목질판상재

구조용목질판상재로는 일반적으로 구조용 합판과 OSB가 주로 사용된다.

0902.3.1 구조용 합판

구조용 합판의 치수는 KS F 3113에 따른다. 규정되지 아니한 합판의 치수에 대하여는 KS 등에 규정된 방법으로 제조된 경우 구조용 합판으로 사용할 수 있다.

<표 0902.3.1> 구조용 합판의 치수 (단위 : mm)

두께	단판 매수	너비	길이
9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 28.0	3매 이상	900 1,200	1,800 2,400

0902.3.1.1 기준허용응력

구조용 합판의 기준허용응력은 <표 0902.3.2>, <표 0902.3.3>, <표 0902.3.4>, <표 0902.3.5>와 같다.

<표 0902.3.2> 구조용 합판의 기준허용응력 (단위 : MPa)

두께 (mm)	단판 매수	표판의 섬유방향 기준허용응력						표판의 섬유직각방향 기준허용응력					
		$_{L}F_{b}$		$_{L}F_{t}$		$_{L}F_{c}$		$_{L}F_{b}$		$_{L}F_{t}$		$_{L}F_{c}$	
		1등급	2등급	1등급	2등급	1등급	2등급	1등급	2등급	1등급	2등급	1등급	2등급
9.0	5	8.0	7.0	5.0	4.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.5	4.5	3.5	3.5
12.0	5	6.5	6.0	5.0	4.5	3.5	3.5	5.0	5.0	4.5	4.5	3.5	3.5
15.0	7	6.0	5.5	4.0	3.5	3.0	3.0	5.0	5.0	5.5	5.5	4.0	4.0
18.0	7	6.0	5.5	5.0	4.5	3.5	3.5	5.0	5.0	4.5	4.5	3.5	3.5
21.0	7	6.5	6.0	5.0	4.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5
24.0	9	6.5	6.0	5.0	4.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5
28.0	9	6.5	6.0	5.0	4.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5

주) 구조용 합판 1급에 대한 값임.

<표 0902.3.3> 구조용 합판 표판의 섬유와 일정각도를 가진 방향에 대한 기준허용인장, 압축, 전단응력 (단위 : MPa)

구분	표판의 섬유방향에 대한 응력의 방향	기준허용응력		
		$_{L}F$	1등급	2등급
인장	45°	$_{L}F_{t}$	1.8	1.6
압축	45°	$_{L}F_{c}$	2.4	2.3
층전단 (rolling shear of plywood)	0°, 90°	$_{L}F_{r}$	0.4	0.4
	45°	$_{L}F_{r}$	0.5	0.5
면전단	0°, 90°	$_{L}F_{ps}$	1.4	1.3
	45°	$_{L}F_{ps}$	2.8	2.6

주) 구조용 합판 1급에 대한 값임.

<표 0902.3.4> 구조용 합판의 탄성계수 (단위 : MPa)

두께 (mm)	단판 매수	탄성계수(E)			
		휨탄성계수		인장 및 압축 탄성계수	
		0°	90°	0°	90°
		1, 2등급	1, 2등급	1, 2등급	1, 2등급
9.0	5	6,500	2,500	4,500	4,500
12.0	5	5,500	3,500	4,500	4,500
15.0	7	5,000	4,000	4,000	4,500
18.0	7	5,000	4,000	4,500	4,500
21.0	7	5,500	3,500	4,500	4,500
24.0	9	5,500	3,500	4,500	4,500
28.0	9	5,500	3,500	4,500	4,500

주) 구조용 합판 1급에 대한 값이며, 0°, 90°의 각도는 표판의 섬유방향에 대한 응력의 방향을 나타낸 것임.

<표 0902.3.5> 구조용 합판의 허용응력과 탄성계수 (단위 : MPa)

두께 (mm)	허용응력				탄성계수	
	$_{L}F_{b}$		$_{L}F_{r}$	$_{L}F_{ps}$	휨탄성계수	
	0°	90°			0°	90°
9.0	3.9	0.8	0.4	0.8	5,000	300
12.0	3.3				4,000	300
15.0	2.7				4,000	600
18.0	2.4				4,000	1,100
21.0	2.2				4,000	1,100
24.0	2.2				3,500	1,400
28.0	2.0				3,300	1,700

주) 구조용 합판 2급에 대한 값이며, 0°, 90°의 각도는 표판의 섬유방향에 대한 응력의 방향을 나타낸 것임.

0902.3.1.2 기준허용응력의 보정

구조용 합판의 기준허용응력은 하중기간계수와 평형 함수율 조건에 따라 보정한다. 구조용 합판의 기준허용응력에 0902.1.4.2의 하중기간계수와 12개월 간 평형 함수율이 16% 이상시 <표 0902.3.6>의 보정계수를 곱하여 조정한다.

<표 0902.3.6> 구조용 합판 기준허용응력의 함수율조건에 따른 보정계수

구분	강도	탄성계수	지압		나사못유지력
			합판	OSB	
보정계수	0.75	0.85	0.50	0.20	0.75

0902.3.2 구조용 OSB

구조용 OSB의 치수는 KS F 2089에 따른다. 규정되지 아니한 OSB의 치수에 대하여는 KS 등에 규정된 방법으로 제조된 경우 구조용 OSB로 사용할 수 있다.

<표 0902.3.7> 구조용 OSB의 치수(단위 : mm)

두 께	너 비	길 이
9.5 11.1 11.9 12.7 15.1 15.9 18.3 19.1 22.2 24.5 28.6	1,200 1,220	2,400 2,440

0902.3.2.1 기준허용응력

구조용 OSB의 기준허용응력은 <표 0902.3.8>, <표 0902.3.9>와 같다. KS 등에 정해진 시험 및 평가방법에 따라 구조용으로 타당한 것으로 확인된 제품도 구조용 OSB로 사용할 수 있다.

<표 0902.3.8> 구조용 OSB의 기준허용응력(단위 : MPa)

경간 등급	최소 두께 (mm)	강축방향				약축방향				$_LF_v$ [1)]
		$_LF_b$	$_LF_t$	$_LF_c$	$_LF_{ps}$	$_LF_b$	$_LF_t$	$_LF_c$	$_LF_{ps}$	
R-24	9.5	7.4	3.5	4.4	0.3	2.4	1.2	3.8	0.3	0.4
R-24/F-16	11	6.9	3.4	4.3		2.1	1.7	3.3		0.3
R-32/F-16	12	7.0	3.4	4.4		2.6	2.0	3.8		0.3
R-40/F-20	15	7.3	2.8	4.1		2.6	2.0	3.9		0.3
R-48/F-24	18	6.7	3.2	4.0		2.7	2.0	3.4		0.3
SF-16	15	4.9	2.5	3.9		1.8	1.8	3.5		0.2
SF-20	15	5.6	2.8	4.1		2.4	2.0	3.9		0.3
SF-24	18	5.1	2.7	4.0		2.6	2.0	3.4		0.3
SF-32	22	4.7	2.6	4.1		3.1	2.1	4.1		0.2
SF-48	28.5	5.2	2.9	4.1		3.3	2.4	3.4		0.2

1) 기준전단허용응력은 강축방향과 약축방향에 대하여 동일한 값을 적용함

<표 0902.3.9> 구조용 OSB의 탄성계수(단위 : MPa)

경간 등급	최소 두께 (mm)	강축방향		약축방향		전단 탄성계수
		휨 탄성계수	축방향 탄성계수	휨 탄성계수	축방향 탄성계수	
R-24	9.5	7,800	3,400	1,300	2,000	1,000
R-24/F-16	11	6,500	3,400	1,200	2,000	1,000
R-32/F-16	12	7,600	3,500	1,500	2,000	900
R-40/F-20	15	7,400	3,500	1,700	2,000	800
R-48/F-24	18	7,800	3,500	1,600	2,000	700
SF-16	15	4,900	3,500	1,000	2,000	700
SF-20	15	7,100	3,500	1,200	2,000	700
SF-24	18	5,700	3,500	1,400	2,000	600
SF-32	22	6,800	3,400	2,300	2,000	600
SF-48	28.5	5,700	3,400	2,200	1,700	700

0902.3.2.2 기준허용응력의 보정

구조용 OSB의 기준허용응력은 하중기간계수와 함수율에 따라 보정한다. 구조용 OSB의 기준허용응력에 0902.1.4.2의 하중기간계수와 12개월 간 평형 함수율이 16% 이상 시 <표 0902.3.5>의 보정계수를 곱하여 보정한다. 구조용 OSB의 재하기간에 따른 판재 강도의 변화를 고려하여 <표 0902.3.7> 및 <표 0902.3.8>에 제시된 기준허용응력에 0902.1.4.2의 하중기간계수를 곱하여 보정한다.

0902.4 구조용 강재

0902.4.1 종류와 품질

구조용 강재의 종류와 품질은 제7장에 따른다.

0902.4.2 허용응력

구조용 강재의 허용응력은 제7장에 따른다.

0902.4.3 파스너

파스너의 품질과 치수, 허용응력은 0905 접합부의 설계에 의한다.

0902.5 기타 재료

조립부재, I형 장선, 단판적층재 및 PSL, 구조용집성판(CLT) 등은 KS 규격의 품질기준과 동등 이상으로 신뢰성 있게 제조하여 구조용으로 인정되는 재료에 한하여 사용한다.

0903 설계요구사항

0903.1 응력과 변형

0903.1.1 일반사항

건축물의 구조안전성을 검토하기 위하여 건축물 각부의 응력과 변형을 산정한다.

0903.1.2 하중과 하중조합

(1) 응력과 변형 계산에 적용하는 하중의 종류 및 크기는 제3장에서 정한 규정에 따른다.

(2) 목구조 설계에서는 다음의 네 가지 하중조합을 고려하여 위험하중조합을 결정한다.

① D

② $D+L$

③ $D+L+(L_r \text{ or } S)$

④ $D+L+(W \text{ or } 0.7E)+(L_r \text{ or } S)$

(3) 필요에 따라 구조물을 시공할 때의 하중이나 그 외의 특수한 하중도 고려한다.

0903.1.3 응력과 변형의 해석

(1) 응력과 변형의 해석을 위하여 골조의 구조특성에 적절한 계산방법을 적용한다.

(2) 크리프에 의한 변형이 클 경우 그 영향을 고려하여야 한다.

0903.1.4 구조해석의 기본가정

(1) 응력과 변형의 산정은 탄성해석에 의한다. 다만, 경우에 따라 접합부 등에서는 국부적인 탄소성 변형을 고려할 수 있다.

(2) 접합부 성상에 따라 핀 또는 강접합으로 가정한다. 핀 또는 강접합으로 가정하기 어려운 경우 접합부 실상을 적절히 고려한 탄성스프링접합으로 가정할 수 있다. 가정한 절점이 실상과 다를 경우 필요에 따라 2차응력의 영향을 고려한다.

(3) 목구조물을 구성하는 각 부재(선재 및 면재)는 적절한 구조요소로 모델화한다.

0903.2 구조계획 및 각부구조

0903.2.1 일반사항

0903.2.1.1 건축물 전체의 구조계획

건축물에 작용하는 외력의 종류, 응력의 전달, 구조물의 변형, 지반조건, 시공방법 등을 고려하여 기둥, 보, 골조, 내력벽 및 기초의 형식과 배치를 0903.2.2 및 0903.2.3에 따라 결정한다.

0903.2.1.2 각부의 구조계획

기초, 토대, 기둥, 보, 가새, 버팀대, 버팀기둥, 내력벽, 바닥틀, 지붕틀 등의 각부계획은 건축물 전체구조의 안정성을 확보하도록 계획하며, 각 부의 응력에 대하여 안전하고 유효하게 저항하도록 0903.2.4~0903.2.13에 따라 설계한다.

0903.2.1.3 접합부의 계획

접합부의 구조는 충분한 강도 및 강성, 인성을 갖도록 하며, 그 위치 및 구조는 0905에 따라 설계한다.

0903.2.1.4 강성의 확보

불필요한 변형 혹은 진동 등이 생기지 않도록 구조방법을 고려하여 접합부를 구성하고, 부재의 결손을 가능한 한 억제하여 구조물 전체의 강성을 확보한다.

0903.2.1.5 인성의 확보

구조 전체의 인성을 확보한다.

0903.2.1.6 시공에 대한 고려

시공상 문제가 발생하지 않도록 시공방법이나 시공순서를 고려한다. 또한 시공 방법이나 순서, 부재의 가공오차로 인하여 부재 및 접합부에 불리한 응력 및 변형이 생기지 않도록 한다.

0903.2.1.7 다른 재료를 사용한 구조의 병용

동일건축물에 다른 재료를 사용한 구조형식이 병용된 경우 각 구조의 특성 및 건축물 전체의 거동을 고려하여 계획한다. 또한 다른 재료를 사용한 구조형식간의 접합부는 해당 응력 및 변형이 충분히 전달되도록 계획한다.

0903.2.1.8 내구성 및 방화에 대한 고려

구조계획을 할 때 내구성 및 방화성능의 확보를 위하여 0906 및 1204에 따라 설계한다.

0903.2.2 수직하중에 대한 계획

(1) 고정하중, 활하중, 적설하중 등의 수직하중을 가능한 한 균등하게 분산하며, 안전성을 확보할 수 있도록 기둥-보의 골조 또는 벽체를 배치한다.
(2) 접합부를 구성할 때 부재에 2차응력이 발생하지 않도록 유의하며, 2차응력의 발생이 불가피한 경우 이를 고려하여 설계한다. 부재에 따냄을 실시할 경우 그 위치와 크기를 설계에 반영하고, 압축재에는 좌굴이 생기지 않도록 한다.
(3) 벽체는 상하벽이 가능한 일치하도록 배치하며, 수직하중이 국부적으로 작용하는 경우 편심을 고려하여 설계한다.
(4) 면외강성 확보와 좌굴을 방지하기 위하여 각 골조 및 벽체를 연결재로 연결하여 일체성을 확보한다.
(5) 부동침하가 일어나지 않도록 기초를 계획한다.

0903.2.3 수평하중에 대한 계획

(1) 건축물하중기준에서 정한 수평하중에 대하여 충분한 강성과 강도를 갖도록 설계한다.
(2) 각 골조 및 벽체는 되도록 균등하게 하중을 분담하도록 배치하며, 불균일하게 배치한 경우에는 평면적으로 가능한 한 일체가 되도록 하고, 뒤틀림의 영향을 고려한다.
(3) 골조 또는 벽체 등의 수평하중저항요소에 수평력을 적절히 전달하기 위하여 바닥평면이 일체화된 격막구조가 되도록 한다. 또한 각 수평하중저항요소에 동등한 수평력이 분포하는 경우에도 바닥 전체가 일체화된 격막구조가 되도록 한다.
(4) 수평하중이 격막구조를 통하여 구조 각부에 전달되도록 바닥구조와 구조 각부를 긴밀하게 접합한다.

0903.2.4 지진하중에 대한 계획

(1) 내진설계범주와 내진등급에 따른 소요강도와 내진규정, 높이 및 비정형에 따른 구조제한은 0306의 규정을 따르도록 한다. 설계 층간변위 역시 0306의 규정을 따른다.

(2) 증폭지진하중은 지진하중 E에 의한 횡력에 0306의 초과강도계수를 곱하여 산정한다.

(3) 0306에서 규정되어 있지 않은 목구조 시스템의 경우도 실험 또는 해석에 따라 이 절에서 요구하는 충분한 강도와 인성을 보유하는 것으로 입증된다면 내진시스템으로 허용할 수 있다.

(4) 구조물의 진동을 감소시키기 위하여 0306.12 또는 0306.13의 규정에 따라 관련 구조전문가에 의해 설계되고 그 성능이 검증된 면진 및 진동감쇠장치를 사용할 수 있다.

0903.2.5 기초

(1) 기초는 상부구조가 수직 및 수평 하중에 대하여 침하, 부상, 전도, 수평이동이 생기지 않고 지반에 안전하게 지지하도록 설계한다.

(2) 건물외주벽체 및 주요칸막이벽 등 구조내력상 중요한 부분의 기초는 가능한 한 연속기초로 한다.

(3) 기초는 철근콘크리트조로 한다.

(4) 기초 밑면은 함수량의 변화 및 동결의 우려가 없는 위치로 한다.

0903.2.6 토대

(1) 구조내력상 중요한 기둥의 하부에는 외벽뿐만 아니라 내벽에도 토대를 설치한다. 단, 기둥을 기초에 긴결하여 내구성 등을 고려한 경우는 그러하지 않을 수 있다.

(2) 토대는 그 부분에 작용하는 응력에 대하여 충분한 강도, 강성을 지니도록 한다.

(3) 토대는 기초에 긴결한다. 긴결철물은 약 2m 간격으로 설치하고, 가새단부와 토대의 이음 등의 응력집중이 예상되는 부근에는 별도의 긴결철물을 설치한다.

(4) 토대와 기둥 또는 가새와의 맞춤은 기둥·가새로부터의 압축력에 대하여 지압력이 충분하도록 통맞춤면적을 정하고, 또 기둥과 가새로부터의 인장력을 토대에 전달할 수 있도록 한다.

(5) 토대 하단은 지면에서 200mm 이상 높게 한다. 단, 방습상 유효한 조치를 강구했을 때는 이것을 감해도 된다.

(6) 토대에는 내구력이 있고 가압방부처리 목재를 사용한다.

0903.2.7 바닥

(1) 바닥구조는 수직하중에 대하여 충분한 강도, 강성을 가짐과 동시에 바닥구조에 전달되는 수평하중을 안전하게 골조와 벽체에 전달할 수 있는 강도와 강성을 지닌 구조로 한다.

(2) 바닥구조를 구성하는 보와 바닥판재 등은 충분한 휨강도 및 전단강도를 갖도록 한다. 또한 과도한 처짐이나 진동 등의 문제점을 일으키지 않도록 하여 사용목적에 합당하도록 한다.

(3) 보 또는 장선의 따냄은 되도록 피하고, 특히 부재의 중앙 하단부의 따냄을 피한다. 불가피하게 따냄을 설치할 경우는 충분한 유효단면을 확보한다.

(4) 보와 바닥판재와 이를 지지하는 부재의 접합부는 각부에 존재하는 응력을 안전하게 전달하는 구조로 한다.

(5) 강재보를 사용할 경우에는 품질과 강도가 보증된 제품을 사용한다.

(6) 바닥격막구조의 구조형식에는 수평격막구조, 수평트러스 등이 있고, 건축의 규모와 구조형식에 따라 선택한다.

(7) 수평격막구조의 외주에 배치된 보와 장선 등의 플랜지재와는 수평하중에 따라 발생하는 축방향력에 대해 충분한 강도, 강성을 갖도록 한다. 또한 구조용 바닥판재로 구성된 웹재는 수평하중에 따라 발생되는 면내전단력에 대해 충분한 강도와 강성을 지녀야 하며, 면재의 좌굴이 생기지 않도록 한다.
(8) 수평트러스를 구성하는 각 부재단면은 수평하중에 따라 발생하는 응력에 대하여 안전하도록 한다. 또한 트러스 각부의 접합부는 충분한 강도와 강성을 지닌 구조로 한다.
(9) 바닥격막구조와 골조, 벽체 등의 다른 구조부분과의 접합부는 응력을 전달할 수 있는 충분한 강도와 강성을 지닌 구조로 한다.

0903.2.8 기둥

(1) 기둥은 평면상 균등하게 배치한다.
(2) 기둥은 압축력에 의한 좌굴 및 지압에 대하여 안전하도록 설계한다. 휨을 받는 기둥에 대해서는 휨모멘트와 압축력의 조합응력에 대하여 안전하게 설계한다.
(3) 단일기둥은 원칙적으로 이음을 피하며, 부득이 이음을 할 경우는 접합방법에 주의하되 부재의 중앙 부분을 피한다.
(4) 기둥의 끝면은 횡이동, 인발 등이 생기지 않도록 응력을 충분히 전달하면서 필요한 강성을 확보하는 맞춤을 한다.
(5) 주각을 직접 기초 위에 설치하는 경우 철물로 긴결한다. 이때, 기둥의 밑면 높이는 지상 200mm 이상으로 한다. 단, 방습상 유효한 조치를 할 경우 이를 감해도 된다.
(6) 주각과 기둥, 창대와의 접합부 등 부식의 우려가 있는 부분에는 0910에 따라 방부구조로 한다.

0903.2.9 벽체

(1) 벽체는 수직하중과 수평하중에 의한 응력에 대하여 충분한 강도와 강성을 갖도록 건축물의 규모와 구조형식에 따라 적절하게 배치한다.
(2) 압축력에 의한 좌굴을 고려한다.

(3) 구조상 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 부재는 조합응력에 대하여 안전하게 설계한다.

0903.2.10 보, 층도리, 깔도리

(1) 보와 기타의 휨부재는 충분한 휨강도와 전단강도를 갖도록 하며 처짐이나 진동 등에 의한 사용상 지장이 없도록 적절한 강성을 갖도록 설계한다.
(2) 층도리와 깔도리, 기둥과의 맞춤은 철물을 사용하여서 견고하게 접합한다.
(3) 보의 경간이 큰 경우에는 사다리보나 포갬보, 트러스보, 못질충복보 등의 조립보를 사용할 수 있다.
(4) 보 양단의 걸침길이는 충분히 하며 주요한 보와 기둥과의 맞춤은 철물을 사용하여 긴결한다.
(5) 보의 따냄은 되도록 피하여야 하며, 부득이 따냄을 할 경우 유효단면을 충분히 확보하도록 한다.

0903.2.11 가새, 버팀대, 버팀기둥

(1) 가새는 건물의 외부와 내부 골조의 경간방향, 도리방향에 균형을 이루도록 배치한다. 이 경우 압축과 인장 효과를 고려하여 대칭이 되도록 배치한다.

(2) 가새는 그 단부를 기둥과 보, 기타 구조내력상 중요한 가로재와 접합한다.
(3) 가새에는 내력저하를 초래하는 따냄을 피한다.
(4) 버팀대 또는 버팀기둥과 결합하는 기둥과 보에 생기는 응력과 기둥·보와의 접합부에서 생기는 응력을 충분히 고려한다.
(5) 가새가 있는 골조에서 기둥과 보, 도리, 토대 기타 가로재와의 맞춤은 가새의 응력에 따라서 생기는 압축력과 인장력, 전단력에 대하여 철물 또는 구조내력상 안전한 방법으로 긴결한다.
(6) 버팀대에 접합하는 가새의 단부와 옥외에 노출되는 버팀기둥은 0910에 따라 방부구조로 한다.

0903.2.12 바닥틀
(1) 바닥틀은 수직하중에 대하여 충분한 강도와 강성을 가져야 하며, 수평하중에 따라서 생기는 전단력을 안전하게 수평하중저항요소에 전달할 수 있는 강도와 강성을 가진 구조로 한다.
(2) 바닥틀면에는 주요한 두개의 수평하중저항요소과 주요한 가로재의 교차부를 보강하는 귀잡이재를 설치하고, 볼트 또는 못, 기타 철물을 사용하여 가로재와 긴결한다. 단, 바닥틀면에 수평트러스를 설치한 경우는 귀잡이재를 두지 않아도 된다.
(3) 귀잡이재에 따라서 결합된 가로재에 생기는 응력과 가로재간의 맞춤부에 생기는 응력을 충분히 고려한다.

0903.2.13 지붕틀
(1) 지붕틀은 지붕면의 중력과 바람에 의한 압력과 양력에 대하여 충분한 강도·강성이 있어야 하며 수평하중에 의해 생기는 전단력을 안전하게 수평하중저항요소에 전달할 수 있는 강도와 강성을 갖는 구조로 한다.
(2) 지붕틀 부재 및 접합부의 강도는 준공 후의 사용하중에 대하여는 물론 시공 중의 하중에 대하여도 안전하여야 한다.
(3) 지붕틀은 사용상 지장을 초래할 수 있는 변형이 생기지 않는 충분한 강성을 지녀야한다. 특히 압축력을 받는 각 재는 좌굴에 대하여 안전하도록 설계하며, 필요에 따라 좌굴을 방지하기 위한 연결재 등을 설치한다.
(4) 각 부재의 따냄은 피한다. 특히 경간 중앙부 인장측에 따냄을 피한다. 불가피하게 따냄을 설치할 경우는 충분한 유효단면을 확보한다. 또한 지붕틀 트러스의 각 부재는 따냄을 피한다.
(5) 지붕틀 부재상호 및 지붕틀과 하부구조 등과의 접합은 충분한 강도와 강성을 가진 것으로 한다.
(6) 지붕면과 지붕 대들보면을 구성하는 수평구면은 수평하중을 각 골조 및 벽체에 적절히 전달하도록 0903.2.7과 같은 수평격막구조 또는 수평트러스 등의 바닥격막판구조를 설치한다.

0904 부재설계

0904.1 일반사항

0904.1.1 적용범위
0904는 이 장에서 다루는 모든 구조용 목재와 접합부에 적용한다. 구조용 목재와 접합부는 본 기준의 설계허용응력을 초과하지 않고, 작용하는 하중을 전달하기에 충분한 크기와 내력을 갖도록 한다.

0904.1.2 순단면적

(1) 순단면적은 구멍파기와 홈파기, 면파기, 따냄 등의 방법에 따라 제거되는 부재의 투영면적을 산정된 총단면적에서 뺀 값이다. 순단면적은 압축부재에 대한 0904.3.1의 기준을 제외하고는 모두 부재의 하중전달능력을 산정하는데 이용한다. 위험순단면에서 부재에 적용되는 편심하중의 영향을 고려한다.

(2) 엇갈리게 배열된 볼트와 드리프트볼트, 드리프트핀, 래그나사못을 갖는 접합부에 섬유방향하중이 작용할 경우, 인접한 열에 있는 파스너의 섬유방향간격이 파스너지름의 4배보다 작을 때, 인접한 파스너는 동일한 위험단면에 있는 것으로 간주한다.

(3) 스프리트링이나 전단플레이트 접합부에서의 순단면적은 부재의 총단면적으로부터 볼트구멍 및 스프리트링이나 전단플레이트의 홈 등에 대한 투영면적을 뺀 면적이다. 스프리트링이나 전단플레이트가 엇갈리게 배열된 경우, 인접한 열에 있는 철물간의 섬유방향 간격이 철물지름과 같거나 이보다 작을 때, 인접철물은 동일한 위험단면에 있는 것으로 판단한다.

0904.1.3 접합

접합부에서 구조부재와 파스너는 대칭이 되도록 배열한다. 대칭배열이 아닌 경우, 비대칭배열에 따라 유발되는 휨모멘트를 고려하여 설계한다. 접합부는 각 부재가 비례하는 응력을 받도록 설계한다.

0904.1.4 장기처짐

2개 이상의 층이나 단면으로 구성된 골조부재에서는 설계 시 0904.4.4.2에 장기처짐의 영향을 고려한다.

0904.1.5 합성구조

목재-콘크리트 또는 목재-강재, 구조용 목재-합판, 집성재-합판 등을 사용한 합성구조에서, 이 기준에 제시한 구조부재와 접합부에 대한 설계값을 사용하여 설계한다.

0904.2 인장부재

0904.2.1 섬유방향 인장응력

섬유방향의 실제인장응력은 0904.1.2.의 순단면적에 근거하고, 섬유방향 설계허용인장응력을 초과하지 않도록 설계한다.

$$f_t = \frac{P}{A} \leq F_t' \qquad (0904.2.1)$$

0904.2.2 섬유직각방향 인장응력

인장부재는 섬유직각방향으로 인장응력이 발생하지 않도록 설계한다. 섬유직각방향 인장응력이 발생하는 인장부재는 모든 응력에 저항하도록 충분히 보강한다.

0904.3 압축부재

0904.3.1 일반사항

0904.3.1.1 용어

이 장에서 기둥이라는 용어는 트러스의 일부를 구성하는 부재나 다른 구조성분을 포함하는 모든 형태의 압축부재를 지칭한다.

0904.3.1.2 기둥의 분류

(1) 단일기둥 : 단일기둥은 단일부재로 사용되거나 여러 개의 부재를 접착제 등으로 접합하여 하나의 부재처럼 작용하도록 구성한 기둥이다.

(2) 조립기둥 : 조립기둥은 여러 개의 부재를 못 또는 볼트 등의 파스너로 접합하여 구성한 기둥이다.

0904.3.1.3 섬유방향 압축응력

섬유방향 실제압축응력이 섬유방향 설계허용압축응력을 초과하지 않도록 설계한다. 즉

$$f_c = \frac{P}{A} \le F_c' \qquad (0904.3.1)$$

기둥 내에서 좌굴이 발생할 가능성이 많은 위험부분에서 단면이 감소할 때, f_c의 산정은 순단면적에 근거하고, 그렇지 않을 경우 f_c의 산정은 총단면적에 근거한다. 순단면적에 근거한 f_c는 섬유방향 기준허용압축응력에 기둥안정계수를 제외한 모든 가능한 보정계수를 곱한 값을 초과하지 않도록 한다. 즉

$$f_c \le (F_c)(C_D)(C_M)(C_t)(C_F)(C_i) \qquad (0904.3.2)$$

0904.3.1.4 편심하중 또는 조합응력

편심하중이나 휨과 축하중의 조합응력을 받는 압축부재의 설계는 0904.5에 의한다.

0904.3.1.5 기둥가새

기둥가새는 풍하중 또는 기타 수평하중을 지지하기 위하여 필요한 곳에 설치한다.

0904.3.2 기둥

0904.3.2.1 기둥안정계수 C_p

(1) 압축을 받는 부재가 모든 방향에서 횡방향변위를 막기 위하여 전체길이에 걸쳐 지지되면 C_p=1.0이다.

(2) 목재기둥에 대한 유효기둥길이는 구조역학의 원리에 따라 결정한다. 단부의 지지조건을 알 때 유효기둥길이를 결정하는 한 가지 방법은, 실제기둥길이에 <표 0904.3.1>에 제시된 적절한 좌굴길이계수를 곱하는 것이다. 즉

$$l_e = (K_e)(l) \qquad (0904.3.3)$$

(3) 직사각형기둥에 대한 세장비 l_e/d는 l_{e1}/d_1와 l_{e2}/d_2 중에서 큰 값으로 결정한다. 여기서 각각의 비는 <표 0904.3.1>에 있는 적절한 좌굴길이계수 K_e에 따라 보정한다.

<표 0904.3.1> 좌굴길이계수, K_e

좌굴 형태						
K_e	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.4
단부의 지지 조건		회전, 이동 모두 고정				
		회전 자유, 이동 고정				
		회전 고정, 이동 자유				
		회전, 이동 모두 자유				

(4) 기둥에 대한 세장비 l_e/d는 50을 초과하지 않도록 한다. 단, 시공 중에 75를 초과하지 않도록 한다.

(5) 기둥안정계수 C_P는 다음과 같이 구한다.

$$C_P = \frac{1+(F_{cE}/F_c^*)}{2c} - \sqrt{\left[\frac{1+(F_{cE}/F_c^*)}{2c}\right]^2 - \frac{F_{cE}/F_c^*}{c}} \quad (0904.3.4)$$

여기서, F_c^*=기준허용압축응력에 C_P를 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

$$F_{cE} = \frac{K_{cE}E'}{(l_e/d)^2}$$

K_{cE} = 0.510 − 0.839·COV_E <표 0904.3.2>

= 0.3 (육안등급구조재)

= 0.418 ($COV_E \le 0.11$인 제품)

c = 0.8 (구조용 목재)

= 0.9 (집성재)

<표 0904.3.2> 구조용 목재와 집성재에 대한 탄성계수의 변이계수(COV_E)

구 분	COV_E
육안등급구조재	0.25
기계등급구조재(MSR)	0.11
집성재	0.10

0904.3.2.2 변단면기둥

한쪽 또는 양쪽 끝의 단면적이 줄어드는 직사각형기둥의 설계에서 기둥의 각 단면에 대한 적용치수는 식(0904.3.5)로 구한다.

$$d = d_{\min} + (d_{\max} - d_{\min})\left[a - 0.15\left(1 - \frac{d_{\min}}{d_{\max}}\right)\right] \quad (0904.3.5)$$

여기서, $d_{\min}$ = 기둥단면의 최소치수

$d_{\max}$ = 기둥단면의 최대치수

지지조건

$a = 0.70$ (큰 단면쪽이 고정, 작은 단면쪽이 지지되지 않았거나 단순지지)

$a = 0.30$ (작은 단면쪽이 고정, 큰 단면쪽이 지지되지 않았거나 단순지지)

$a = 0.50$ (양쪽 다 단순지지이며, 한쪽으로 가늘어지는 경우)

$a = 0.70$ (양쪽 다 단순지지이며, 양쪽으로 가늘어지는 경우)

기타 모든 지지조건에 대하여

$$d = d_{\min} + (d_{\max} - d_{\min})(1/3) \quad (0904.3.6)$$

f_c나 C_P의 산정은 적용치수 d를 기초로 한다. 더욱이 변단면기둥의 임의 단면에서의 f_c는 섬유방향 기준허용압축응력에 기둥안정계수를 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값을 초과하지 않도록 한다. 즉

$$f_c \le (F_c)(C_D)(C_M)(C_t)(C_i) \quad (0904.3.7)$$

0904.3.2.3 원형기둥

원형기둥의 설계는 동일한 단면적과 경사를 갖는 정사각형기둥 설계에 따른다.

0904.4 휨부재

0904.4.1 일반사항

0904.4.1.1 휨부재의 경간

단순보와 연속보, 캔틸레버보에서 경간은 양지점의 안쪽 측면거리에 각 지점에서 필요한 지압길이의 1/2을 더한 값으로 한다.

0904.4.1.2 집중하중의 횡방향분배

큰 집중하중을 받는 휨부재는 마루바닥에 따라 그와 평행한 방향으로, 인접한 휨부재에 그 하중이 전달되므로 설계모멘트와 수직전단력을 구할 때 이를 고려한다.

0904.4.1.3 따냄

(1) 휨부재의 따냄은 가능한 한 피하며, 특히 부재의 인장측에서의 따냄을 피한다. 각진 따냄 대신에 완만한 경사로 따내어 응력집중을 피하도록 한다.

(2) 휨부재를 다음과 같은 치수로 따낼 경우 휨부재의 강성에는 영향이 없는 것으로 한다.
따냄깊이 ≤ (1/6)(보의 두께)
따냄길이 ≤ (1/3)(보의 두께)

(3) 제재목에서 따냄깊이는 제재목휨부재의 단부에서의 따냄을 제외하고는 부재 두께의 1/6을 초과하여서는 안 되며, 중간 1/3부분에 위치하지 않도록 한다. 지점에서의 부재단부를 제외하고, 두께가 89 mm 이상인 제재목휨부재의 인장측은 따냄을 하지 않는다. 휨부재의 단부에서의 따냄은 휨강도에 직접적으로 영향을 주지 않는다.

(4) 전단강도에 대한 따냄의 영향은 0904.4.3.4를 참조한다.

(5) 집성재에 있어서 부재가 지지되는 단부에서의 따냄을 제외하고는 집성재휨부재의 인장측에는 따냄을 하지 않으며, 단부에서도 따냄깊이가 부재 두께의 1/10을 초과하지 않도록 한다. 부재의 단부를 제외하고는 집성재휨부재의 압축측에도 따냄이 허용되지 않으며, 단부에서도 따냄깊이가 부재 두께의 2/5를 넘지 않도록 한다. 압축측의 단부따냄은 경간의 1/3 위치까지 연장되지 않도록 한다.
(예외규정) 집성재휨부재의 단부에서 압축측 경사따냄은 부재두께의 2/3를 초과하지 않도록 하며, 그 길이는 부재두께의 3배를 초과하지 않도록 한다. 경사면이 경간의 1/3 위치까지 연장되는 경사보에 대하여는 특별한 설계기준이 요구된다.

0904.4.2 휨

0904.4.2.1 휨강도

휨응력은 설계허용휨응력을 초과하지 않도록 한다. 즉

$$f_b \le F_b' \qquad (0904.4.1.)$$

0904.4.2.2 휨설계식

(1) 휨모멘트 M에 의한 휨응력은 식(0904.4.2)에 따라 산정한다.

$$f_b = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S} \qquad (0904.4.2)$$

직사각형단면의 휨부재에서는 너비 b와 두께 d에 따라 다음의 식이 성립한다.

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{6M}{bd^2} \qquad (0904.4.3)$$

(2) 중심에 중립축을 가진 직사각형단면의 휨부재에서

$$I = \frac{b d^3}{12}$$; 단면2차모멘트 (0904.4.4)

$$S = \frac{I}{c} = \frac{b d^2}{6}$$; 단면계수 (0904.4.5)

여기서, c = 단면의 중립축에서 연단까지의 거리

0904.4.2.3 보안정계수 C_L

(1) 휨부재의 두께가 너비를 넘지 않을 때, 즉 $d \le b$일 때 횡방향지지는 필요하지 않으며, C_L=1.0이다.

(2) 횡변위를 막기 위하여 휨부재의 압축측이 전체길이에 걸쳐 횡방향지지되어 있고 지점의 끝이 회전을 막기 위하여 횡방향지지되어 있을 때, C_L=1.0이다.

(3) 휨부재의 두께가 너비를 초과할 때, 즉 $d \le b$일 때에는 지점에서의 회전과 횡변위를 막기 위하여 횡방향지지가 지점에 설치한다. 지점에 횡방향지지가 설치되어 있을 때, 휨부재의 길이 전체에 대한 횡방향지지는 요구되지 않으며, 비지지길이 l_u는 양지점 사이의 거리 혹은 캔틸레버의 길이이다. 휨부재가 회전이나 횡변위에 저항하기 위하여 단부뿐만 아니라 중간에도 횡방향지지가 설치한다면 비지지길이 l_u는 횡방향지지점 사이의 거리이다.

(4) 단일지간 휨부재 또는 캔틸레버 휨부재에서의 유효경간 l_e는 <표 0904.4.1>에 따른다.

(5) 휨부재의 세장비는 다음 식에 따라 산정하며, 그 값이 50을 초과하지 않도록 한다.

$$R_B = \sqrt{\frac{l_e d}{b^2}}$$ (0904.4.6)

(6) 보안정계수 C_L은 다음의 식으로 산정한다.

$$C_L = \frac{1+\left(F_{bE}/F_b^*\right)}{1.9} - \sqrt{\left[\frac{1+\left(F_{bE}/F_b^*\right)}{1.9}\right]^2 - \frac{F_{bE}/F_b^*}{0.95}}$$ (0904.4.7)

여기서, F_b^*=기준허용휨응력에 C_{fu}, C_V, C_L을 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

$$F_{bE} = \frac{K_{bE} E'}{R_B^2}$$

K_{bE} = 0.745 − 1.225·COV_E <표 0904.3.2>

= 0.439 (육안등급구조재)

= 0.610 ($COV_E \le 0.11$을 가지는 제품)

(7) 양방향 휨을 받는 부재는 0904.5.2에 따라 설계한다.

<표 0904.4.1> 휨부재의 유효길이, l_e

캔틸레버[1]	l_u/d < 7일 때	$l_u/d \geq 7$일 때
등분포하중	$l_e = 1.33 l_u$	$l_e = 0.90 l_u + 3d$
비지지 단에서의 집중하중	$l_e = 1.87 l_u$	$l_e = 1.44 l_u + 3d$
단순보[1), 2)]	l_u/d < 7일 때	$l_u/d \geq 7$일 때
등분포하중	$l_e = 2.06 l_u$	$l_e = 1.63 l_u + 3d$
중간에 버팀지지가 없고 중앙에 집중하중	$l_e = 1.80 l_u$	$l_e = 1.37 l_u + 3d$
중앙에 버팀지지가 있고 중앙에 집중하중	$l_e = 1.11 l_u$	
1/3점에 버팀지지가 있고 1/3 점에 2개의 집중하중	$l_e = 1.68 l_u$	
1/4점에 버팀지지가 있고 1/4 점에 3개의 집중하중	$l_e = 1.54 l_u$	
1/5점에 버팀지지가 있고 1/5 점에 4개의 집중하중	$l_e = 1.68 l_u$	
1/6점에 버팀지지가 있고 1/6 점에 5개의 집중하중	$l_e = 1.73 l_u$	
1/7점에 버팀지지가 있고 1/7 점에 6개의 집중하중	$l_e = 1.78 l_u$	
7개 이상의 집중하중과 각 하중점에 버팀지지	$l_e = 1.84 l_u$	
단부모멘트	$l_e = 1.84 l_u$	

1) <표 0904.4.1>에 규정되지 않은 하중상태를 가진 단순보 혹은 캔틸레버 휨부재에 대하여
$l_e = 2.06 l_u$ $(l_u/d < 7)$
$l_e = 1.63 l_u + 3d$ $(7 \leq l_u/d \leq 14.3)$
$l_e = 1.84 l_u$ $(l_u/d > 14.3)$
2) 연속보의 경우 표의 값이나 구조해석에 기초하여 적용한다.

0904.4.3 전단

0904.4.3.1 섬유방향 전단강도

(1) 휨부재의 임의 단면에서 실제 섬유방향 전단응력은 설계허용전단응력을 초과하지 않도록 한다. 즉

$$f_V \leq F_V' \qquad (0904.4.8)$$

휨부재에서 섬유직각방향 전단응력에 대한 검토는 생략한다.

(2) 여기에 명시한 수직방향 지지점에서의 f_V 산정을 위한 전단설계절차는 제재목, 집성재 혹은 조립보와 같은 단일 휨부재로 한정한다. 트러스의 웨브, 현재와 같이 지지점에서 접합부를 가진 조립부재에 대한 전단설계는 실험이나 다른 기법에 의한다.

0904.4.3.2 전단설계식

제재목 및 집성재가 휨응력을 받을 때, 섬유방향 전단응력은 다음 식에 따라 산정한다.

$$f_V = \frac{VQ}{Ib} \qquad (0904.4.9)$$

직사각형 단면의 휨부재에서 최대전단응력은 다음의 식으로 산정한다.

$$f_v = \frac{3V}{2bd} \qquad (0904.4.10)$$

0904.4.3.3 휨부재에서 전단력 산정

(1) 윗면에 작용하는 하중을 아랫면에서 완전히 지지하는 보에 대하여는 지지점으로부터 휨부재의 두께와 같은 거리 이내에 있는 모든 하중은 무시할 수 있다.

(2) 가장 큰 단일이동하중은 휨부재의 지지점에서 두께와 같은 거리에 위치하도록 한다. 이때, 다른 하중과의 관계는 그대로 유지되며, 지지점으로부터 휨부재의 두께와 같은 거리 이내의 하중은 무시한다. 이러한 조건은 각 지지점에서 검토한다.

(3) 크기가 같고 인접하는 2개 이상의 이동하중을 가지고 있을 때, 하중은 최대 전단력이 발생하는 지점에 위치시키고, 휨부재의 지지점에서 두께와 같은 거리 이내에 있는 하중은 무시한다.

0904.4.3.4 따냄이 있는 휨부재의 전단설계

(1) 직사각형 단면을 가지며 단부 인장측에서 따냄을 한 휨부재에서 섬유방향 전단응력은 다음 식에 따라 산정한다.

$$f_V = \left[\frac{3\,V}{2\,b\,d_n}\right]\left[\frac{d}{d_n}\right] \qquad (0904.4.11)$$

여기서, d = 휨부재의 두께

d_n = 따냄 부위의 부재 두께

V = 전단력(0904.4.3.3에 주어진 경우는 제외)

(2) 원형 단면을 갖고 단부의 인장측에서 따냄을 한 휨부재에서 섬유방향 전단응력은 다음 식에 의한다.

$$f_V = \left[\frac{3\,V}{2\,A_n}\right]\left[\frac{d}{d_n}\right] \qquad (0904.4.12)$$

여기서, A_n = 따냄을 한 부재의 단면적

(3) 직사각형이나 원형 단면 이외의 단면을 가지고 단부의 인장측에 따냄을 한 휨부재에 대한 섬유방향 전단응력은 따냄에서 응력집중의 기존해석에 따른다.

(4) 사각형 따냄과 비교하여 완만한 경사의 따냄은 따냄이 없는 휨부재에서 산정한 값과 근사하게 전단응력을 감소시킨다.

(5) 휨부재가 단부의 압축측에 따냄이 있을 때 섬유방향 전단응력은 다음 식에 의한다.

$$f_V = \frac{3\,V}{2\,b\left[d - \left(\frac{d - d_n}{d_n}\right)e\right]} \qquad (0904.4.13)$$

여기서, e = 지지점의 안쪽면에서 연장된 따냄까지의 거리. 따냄의 깊이보다 작거나 같아야 한다.

즉 $e \le d_n$ 만약 $e > d_n$일 경우 d_n은 식(0904.4. 10)에서의 f_V의 산정에 사용한다.

d_n = 따냄을 하고 남은 부재의 두께

보의 단부가 경사져 있다면 지지점의 내부면으로부터 측정한다.

0904.4.3.5 접합부에서 휨부재의 전단설계

(1) 휨부재의 접합부를 스프리트링 또는 전단플레이트, 래그나사못 등으로 고정할 때, 전단응력 f_v는 다음과 같다

(0904.4.3.3에 주어진 경우는 제외).

① 접합부가 두께의 5배보다 작을 때, 섬유방향 전단응력은 다음 식에 의한다.

$$f_V = \left[\frac{3V}{2bd_e}\right]\left[\frac{d}{d_e}\right] \qquad (0904.4.14)$$

여기서, 스프리트링과 전단플레이트의 경우 : d_e = 부재의 두께에서 하중을 받지 않는 부재측면과 스프리트링이나 전단플레이트의 가장 가까운 측면 사이의 거리를 뺀 값

볼트 및 래그나사못의 경우 : d_e = 부재의 두께에서 하중을 받지 않는 부재측면과 볼트나 래그나사못 중심 사이의 거리를 뺀 값

실제 섬유방향 전단응력이 섬유방향 설계허용전단응력을 초과하지 않도록 한다. 즉

$f_V \leqq F_V'$

② 접합부가 적어도 두께의 5배일 때, 즉 $5d$일 때 전단응력은 다음 식에 의한다.

$$f_V = \left[\frac{3V}{2bd_e}\right] \qquad (0904.4.15)$$

부재의 감소된 두께 d_e에 따라 산정된 실제전단응력은 섬유방향 설계허용전단응력의 150%를 초과하지 않아야 한다. 더불어 부재의 총단면적에 기초한 전단응력은 설계허용전단응력을 초과하지 않도록 한다.

(2) 내부 파스너를 사용할 때 f_V는 0904.4.3.4에 따라 산정한다.

0904.4.4 처짐

0904.4.4.1 처짐의 산정

설계에서 휨에 의한 처짐을 산정할 필요가 있을 때에는 이 기준의 허용탄성계수 E'를 사용하여 산정한다. 보의 최대 처짐은 활하중만 고려할 때에는 부재길이의 1/360, 활하중과 고정하중을 함께 고려할 때에는 1/240보다 작아야 한다.

0904.4.4.2 장기하중

장기하중하에서 전체 처짐을 감소시킬 필요가 있을 때, 부재의 크기를 증가시켜 처짐에 대한 여분의 강성을 부여한다. 전체 처짐 Δ_T는 다음과 같이 산정한다.

$$\Delta_T = K_{cr}\ \Delta_{LT} + \Delta_{ST} \qquad (0904.4.16)$$

여기서, K_{cr}(장기처짐계수) = 1.5 (집성재, 건조된 제재목)

= 2.0 (미건조제재목)

Δ_{LT} = 장기설계하중에 의한 처짐

Δ_{ST} = 단기설계하중에 의한 처짐

0904.5 휨과 축하중의 조합

0904.5.1 휨과 축인장

휨과 축인장이 조합된 하중을 받는 부재는 다음의 식(0904.5.1)과 식(0904.5.2)를 만족하도록 한다.

$$\frac{f_t}{F_t'}+\frac{f_b}{F_b^*}\le 1.0 \qquad (0904.5.1)$$

$$\frac{f_b-f_t}{F_t^{**}}\le 1.0 \qquad (0904.5.2)$$

여기서, F_b^* : 기준허용휨응력에 C_L을 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

F_t^{**} : 기준허용휨응력에 C_V을 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

0904.5.2 휨과 축압축

1축 또는 2축 휨과 축방향압축이 조합된 하중을 받는 부재는 다음과 같은 식을 만족하도록 한다.

$$\left[\frac{f_c}{F_c'}\right]^2+\frac{f_{b1}}{F_{b1}'\left[1-(f_c/F_{cE1})\right]}$$

$$+\frac{f_{b2}}{F_{b2}'\left[1-(f_c/F_{cE2})-(f_{b1}/F_{bE})^2\right]}\leqq 1.0 \qquad (0904.5.3.)$$

$$\frac{f_c}{F_{cE2}}+\left(\frac{f_{b1}}{F_{bE}}\right)^2<1.0$$

여기서, 1축휨에 대하여 $f_c<F_{cE1}=\dfrac{K_{cE}E'}{(l_{e1}/d_1)^2}$

2축휨에 대하여

$$f_c<F_{cE1}=\frac{K_{cE}E'}{(l_{e1}/d_1)^2}$$

$$f_c<F_{cE2}=\frac{K_{cE}E'}{(l_{e2}/d_2)^2}$$

$$f_{b1}<F_{bE}=\frac{K_{bE}E'}{(R_B)^2}$$

f_{b1} = 부재의 좁은면에 작용하는 휨응력

f_{b2} = 부재의 넓은면에 작용하는 휨응력

d_1 = 넓은면의 치수

d_2 = 좁은면의 치수

유효기둥길이 l_{e1}과 l_{e2}는 0904.3.2.1에 따라 결정하고, F_c', F_{cE1}, 그리고 F_{cE2}는 0904.3.2에 따라 결정한다. F_{b1}', F_{b2}', 그리고 F_{bE}는 0904.4.2.3에 따라 결정한다.

0904.6 지압설계

0904.6.1 섬유방향지압

(1) 섬유방향 실제지압응력은 순지압면적에 근거하고, 섬유방향 설계허용지압응력을 초과하지 않도록 한다.

$$f_g \leqq F_g' \qquad (0904.6.1)$$

(2) 충분한 횡방향지지가 있고 단부절단면이 정확하게 사각형이고 수평이라면 섬유방향 설계허용지압응력 F_g'은 압축부재의 전면지압에 적용한다.

(3) $f_g > (0.75)(F_g')$일 때, 지압은 금속판이나 금속띠쇠 또는 작용하중을 분산시키기에 충분한 강성과 내구력을 갖는 균일한 재료 위에서 작용하도록 한다. 압축부재의 전면지압에 대하여 강성이 큰 삽입물이 필요한 경우 인접한 단부 사이에 꼭 들어맞게 삽입된 금속판이나 이와 동등 이상의 재료를 사용한다.

0904.6.2 섬유직각방향지압

섬유직각방향 압축응력은 순지압면적에 근거하고, 섬유직각방향 설계허용압축응력을 초과하지 않도록 한다. 즉

$$f_{c\perp} \leqq F_{c\perp}' \qquad (0904.6.2)$$

휨부재의 단부에서 지압면적을 산정할 때, 부재가 휨에 따라 지압의 안쪽가장자리에 작용하는 압력이 부재단부에서의 압력보다 커지는 현상은 고려할 필요가 없다.

0904.6.3 섬유방향과 경사진 지압

섬유방향과 임의의 경사각을 이루는 지압의 설계허용지압응력은 다음과 같이 산정한다.

$$F_\theta' = \frac{F_g' F_{c\perp}'}{F_g' \sin^2\theta + F_{c\perp}' \cos^2\theta} \qquad (0904.6.3)$$

여기서, θ = 하중이 가해지는 방향과 섬유방향(부재의 길이방향축)이 이루는 각

0904.7 수평하중저항구조의 설계

0904.7.1 적용범위

이 조항은 목구조 건축물에서 바람, 지진 및 기타 수평하중에 저항하는 전단벽(수직격막)과 바닥(수평격막)에 관한 설계에 적용한다.

0904.7.1.1 역학적 원리에 의한 전단성능 산정

바닥과 전단벽의 전단성능은 파스너의 허용내력과 덮개용 목질판상재의 허용응력을 사용한 역학적 원리에 따라 산정한다.

0904.7.1.2 골조

(1) 구조내력상 주요한 기둥과 보 등의 구조부재는 0306에 따라 결정되는 지진하중을 지지하도록 설계하여야 한다.

(2) 구조내력상 주요한 구조부재 사이의 접합부는 0306에 따라 결정되는 지진하중을 지지하도록 0905에 따라 설계하여야 한다.

(3) 벽, 기둥, 보 등의 주요구조부가 지진하중을 지지하도록 설계된 건축물에서, 벽이나 가새 등의 수평하중저항요소

를 각 층에서 길이 및 너비 방향으로 균형 있게 배치하여야 한다.

(4) 모든 격막구조는 인장 및 압축 하중을 전달하도록 가장자리에 경계부재를 설치하여야 한다. 개구부 주변의 경계부재는 전단응력을 분산하도록 설계하여야한다.

(5) 격막의 덮개용 목질판상재를 경계부재의 이음에 사용하지 않아야한다.

(6) 전단벽의 이중깔도리(버팀재)나 바닥의 보막이장선(현재) 등 골조부재의 끝부분에 직각방향으로 설치되는 부재는 해당 격막구조가 작용하중을 충분히 지지한다는 사실이 증명되지 않는 한 반드시 설치하여야 한다.

0904.7.1.3 골조부재

골조부재는 두께 38mm(공칭치수 50mm) 이상의 1종구조재 2등급 이상으로 한다. 일반적으로 격막에서 서로 인접한 덮개용 목질판상재는 골조부재의 중앙선을 따라 서로 맞대어 접합하여야 한다. 못은 판재의 측면으로부터 10mm 이상 떨어진 지점에서 골조부재에 단단히 박혀야 하며, 못박기 간격은 목질판상재의 가장자리에서 150mm 이하, 목질판상재의 중앙부에서 300mm 이하로 한다.

0904.7.1.4 개구부

전단벽의 내력에 영향을 주는 개구부는 설계도상에 자세히 표시하여야 하며, 개구부 주위는 전단응력을 전달하도록 적절하게 보강하여야 한다.

0904.7.1.5 전단벽의 접합부

전단벽과 연결구조 사이에는 설계하중을 지지하도록 접합 또는 고정하여야 한다. 수평격막으로부터 전단벽, 이중깔도리 또는 기타구조로 전달되거나 또는 전단벽으로부터 다른 구조로 전달되는 수평지진하중이 2kN/m를 초과하는 경우 이 하중을 지지하는 접합부에 경사못박기를 할 수 없다.

0904.7.1.6 파스너

파스너의 허용내력은 0905의 관련 규정에 따른다.

0904.7.1.7 덮개용 목질판상재

전단벽과 바닥격막의 덮개용 목질판상재는 작용하중을 충분히 지지하도록 허용응력설계법에 따라 설계하고, 허용응력은 0902의 관련 규정에 따른다.

0904.7.1.8 콘크리트구조 및 조적조로부터의 하중

전단벽, 바닥격막, 수평트러스 및 기타 목구조가 콘크리트구조 및 조적조에 따라 유발되는 지진하중을 지지하도록 설계하여서는 안 된다.

0904.7.2 목구조의 내진설계

0904.7.2.1 목구조의 내진설계방법

일반적으로 목구조는 0306.5의 등가정적해석법을 적용하여 내진설계하며, 0306.7의 동적해석법을 적용하여 설계할 수도 있다.

0904.7.2.2 목구조의 내진설계에 적용되는 계수

(1) 목구조 지진력저항시스템

목구조에 적용되는 지진력저항시스템에 대한 설계계수는 <표 0904.7.1>과 같다.

<표 0904.7.1> 목구조의 지진력저항시스템에 대한 설계계수

기본 지진력 저항시스템	설계계수			내진설계 범주에 따른 시스템의 제한과 높이(m) 제한		
	반응보정계수 R	시스템초과 강도계수 Ω_0	변위증폭계수 C_d	A 또는 B	C	D
1. 내력벽 시스템						
1-e 경골목구조 전단벽	6.0	3.0	4.0	허용	허용	허용
2. 건물 골조 시스템						
2-r 경골목구조 전단벽	6.5	2.5	4.5	허용	허용	허용

(2) 기본진동주기

0306.5.4의 식(0306.5.5)에서 목구조의 근사기본진동주기(T_a)를 산정하기 위하여 좌굴강성계수 C_T의 값으로 0.049를 적용한다.

(3) 지진력의 연직분포

0306.5.5의 식(0306.5.8)과 식(0306.5.9)에서 지진력의 연직분포 산정에 적용되는 건물주기에 따른 분포계수 k의 값으로 목구조 건축물에 대하여는 1을 적용한다.

(4) 수평전단력 분포

목구조의 수직 및 수평 격막은 유연한 격막으로 분류하며, 설계층전단력은 각 저항선상에 위치한 격막의 작용면적에 근거하여 각 수직부재에 분배한다.

(5) 층간변위

목구조의 층간변위를 결정하기 위하여 적용하는 변위증폭계수 C_d는 0904.7.2.2에 규정된 값을 적용한다.

0904.7.3 목재수평격막구조의 설계

0904.7.3.1 일반사항

목재수평격막구조는 구조계산, 시험 또는 모형에 따라 구한 격막면 내에서의 처짐이 격막과 접합된 하중전달 또는 지지구조의 허용처짐을 초과하지 않는 한 수평하중저항구조로 사용할 수 있다. 수평격막과 연결된 하중전달 또는 지지구조와의 접합부는 작용하중을 격막구조로 전달할 수 있을 정도로 충분한 거리만큼 격막구조 내부까지 연장하여야 한다.

0904.7.3.2 처짐

허용처짐은 수평격막과 이와 접합된 하중분산 또는 저항구조가 설계하중조건하에서 구조적인 성능을 유지하고 건축물 내의 사람이나 재산에 피해를 주지 않으면서 작용하중을 지지할 수 있는 정도의 처짐으로 한다. 수평격막구조의 처짐에 대한 산정에는 일반적인 휨 및 전단 요소들뿐만 아니라 수평격막의 처짐에 영향을 주는 파스너의 변형 같은 다른 요소들까지 고려한다.

<표 0904.7.2> 못의 미끄러짐에 따른 수평 및 수직격막의 처짐산정에 사용하는 e_n 값 [1,4]

못 1개당 작용하중(N)[3]	못의 종류별 e_n 값(mm)[2]		
	못		
	6d	8d	10d
300	0.23	0.15	0.12
400	0.38	0.23	0.18
500	0.60	0.32	0.25
600	0.95	0.44	0.33
700	1.49	0.61	0.43
800	–	0.85	0.57
900	–	1.17	0.74
1,000	–	–	0.98

1) 구조용 1급(Structural I) 이외의 다른 등급의 합판에 대하여는 e_n 값을 20% 증가시킨다.
2) 표의 값들은 보통못 표에 적용한다.
3) 못 1개당 작용하중(N)=수평격막의 가장자리 또는 전단벽의 상부에서 단위길이당 최대전단력에 판재 측면에서의 못질간격을 곱한 값
4) 미건조목재(함수율 19% 이상)에 대하여 표의 값을 2배로 한다.

<표 0904.7.3> 수평격막의 처짐을 산정하기 위하여 적용하는 덮개용 목질판상재의 전단강성계수

목질판상재의 종류	경간 등급	전단강성계수(G_t)(N/mm 목질판상재의 너비 또는 두께)							
		1등급				2등급			
		합판			OSB	합판			OSB
		3매 합판	4매 합판	5매 합판[1]		3매 합판	4매 합판	5매 합판[1]	
일반덮개용 (바닥 밑판에 적용하는 경우)	R-24	5,600	7,400	7,200	13,500	4,300	5,600	6,500	13,500
	R-24/F-16	6,100	7,900	7,700	14,600	4,700	6,100	7,000	14,600
	R-32/F-16	6,100	7,900	7,700	14,600	4,700	6,100	7,000	14,600
	R-40/F-20	6,400	8,400	8,300	15,400	4,900	6,400	7,500	15,400
	R-48/F-24	7,000	9,100	8,900	16,800	5,400	7,000	8,100	16,800
일체형 덮개용 (바닥 밑판에 적용하지 않는 경우)	SF-16	6,100	7,900	7,700	14,600	4,700	6,100	7,000	14,600
	SF-20	6,300	8,300	8,000	14,600	4,900	6,300	7,300	14,600
	SF-24	6,800	8,800	8,600	15,400	5,200	6,800	7,800	15,400
	SF-32	8,200	10,600	10,400	19,200	6,300	8,200	9,400	19,200
	SF-48	11,400	15,000	14,600	27,100	8,800	11,400	13,300	27,100

1) 5층 이상을 갖는 합판에 대해서는 5매 합판의 값을 적용한다. 5매/3층 합판에 대해서는 4매 합판에 대한 값을 적용한다.

전체적으로 균일하게 못박기하고 보막이를 한 목재수평격막구조의 처짐(Δ)은 식(0904.7.1)에 따라 산정한다. 불균일하게 못박기한 수평격막구조에 대하여는 식(0904.7.1)에서 세 번째 항의 계수인 0.000614를 시험이나 이론적 분석에 근거하여 보정한다.

$$\Delta = \frac{0.052vL^3}{EAb} + \frac{vL}{4G_t} + 0.000614Le_n + \frac{\Sigma(\Delta_c X_c)}{2b} \quad (0904.7.1)$$

여기서, A = 현재의 단면적(mm^2)

b = 수평격막의 너비(mm)

E = 현재의 탄성계수(MPa)

e_n = 못의 변형(mm) <표 0904.7.2> 참조

G_t = 덮개용 판재의 두께방향 전단강성계수(N/mm) <표 0904.7.3> 참조

L = 수평격막의 길이(mm)

v = 해당 방향에서 설계하중에 의한 최대단위전단력(N/mm)

Δ = 수평격막의 산정된 처짐(mm)

$\sum(\Delta_c X_c)$ = 수평격막의 양측면에 존재하는 현재 이음부의 미끄러짐 변형에 각 이음부에서 가장 가까운 지점까지의 거리를 곱한 값들의 합

0904.7.3.3 수평격막의 형상비

수평격막의 종류에 따른 치수 및 모양은 <표 0904.7.4>와 같다.

<표 0904.7.4> 수평 및 경사 격막에 있어서 최대 형상비

수평격막의 종류	길이-너비의 최대 비율
구조용목질판상재로 덮고 모든 측면에 못을 박은 격막	4 : 1
구조용목질판상재로 덮고 중간이음부에 보막이가 없는 격막	3 : 1
대각선덮개를 단층으로 설치한 격막	3 : 1
대각선덮개를 이중으로 설치한 격막	4 : 1
수평덮개를 단층으로 설치한 격막	2 : 1

0904.7.3.4 수평격막의 제작

목재수평격막은 0902.3에 적합한 구조용목질판상재를 덮개로 사용하여야 한다. 바닥의 가장자리나 골조부재가 바뀌는 지점에서는 작은 목질판상재를 사용할 수 있으나 600mm 이상의 너비를 가져야 하며, 이보다 작은 경우 4면이 모두 골조부재 또는 보막이에 못으로 접합되어야 한다. 수평격막의 덮개로 사용되는 구조용목질판상재의 두께는 바닥장선의 간격과 하중의 크기에 따라 <표 0904.7.5>에서 정한 값 이상으로 하여야 한다. 목재수평격막에서 수평격막의 형상에 따른 파스너의 크기와 간격, 허용단위전단내력은 <표 0904.7.6>에 따른다.

<표 0904.7.5> 구조용목질판상재의 경간, 두께 및 허용하중[1,2,3]

구조용목질판상재의 경간등급		지붕[4]				바닥[5]
경간등급 (지붕/바닥)	두께 (mm)	최대경간 (mm)		허용하중[6](kPa)		최대경간 (mm)
		측면지지[7]	측면비지지	총하중	활하중	
24/0	9, 12	600	500[8]	1.9	1.4	0
24/16	9, 12	600	600	2.3	1.9	410
32/16	12, 15	800	700	1.9	1.4	410[9]
40/20	15, 18, 21	1,000	800	1.9	1.4	510[9,10]
48/24	18, 21	1,200	900	2.1	1.6	610

1) 목질판상재의 너비가 600mm 이상인 경우에 적용한다.
2) 구조용목질판상재에 관한 규정은 0902.3에 따른다.
3) 강축방향이 지지점과 수직이고 2개 이상의 경간에 걸쳐 사용될 때 적용한다.
4) 등분포하중조건에서 고정하중과 활하중을 합한 경우 처짐의 제한요건은 경간의 1/180, 활하중만 있는 경우 처짐의 제한요건은 경간의 1/240로 한다.
5) 최소두께 6mm의 바닥덮개나 38mm의 경량콘크리트바닥이 바탕바닥 위에 있지 않으면, 구조용목질판상재의 측면은 제혀쪽매로 하여 있거나 아니면 보막이로 지지하여야 한다. 등분포허용하중에 따른 허용처짐이 경간의 1/360인 경우 610mm 경간은 3.2kPa을 기준으로 한 것이며, 이외의 경간은 4.6kPa을 기준으로 한 것이다.
6) 최대경간에서 허용하중
7) 소재보막이만으로 보막이된 격막의 요건에 적합하다.
8) 12mm 목질판상재의 경우 최대경간은 610mm로 하여야 한다.
9) 장선에 직각으로 19mm의 목재쪽마루를 시공할 경우 경간은 610mm까지 허용한다.
10) 38mm의 경량콘크리트를 목질판상재 위에 시공할 경우 경간은 610mm까지 허용한다.

<표 0904.7.6> 낙엽송류[1]로 골조를 구성한 수평격막의 허용단위전단내력[2] (단위 : kN/m)

못의 크기	목질판재의 최소 두께 (mm)	골조부재의 최소 너비[4] (mm)	보막이가 있는 수평격막				보막이가 없는 격막	
			격막의 경계부(모든 경우), 하중에 평행한 연속된 목질판상재의 가장자리(III, IV형 격막)에서 못박기 간격(mm)[3]				지지되는 가장자리에서 못박기 최대간격 150mm[3]	
			150	100	60	50	I형 격막	I형 격막 이외의 경우
			위와는 다른 모든 판재의 가장자리에서 못박기 간격(I, II, III, IV형 격막의 경우)(mm)[3]					
			150	150	100	75		
6d[5]	9	38	2.5	3.4	5.1	5.7	2.2	1.7
		64	2.8	3.8	5.7	6.4	2.5	1.9
8d	9	38	3.2	4.3	6.5	7.4	2.9	2.2
		64	3.6	4.9	7.3	8.3	3.2	2.4
	12	38	3.6	4.9	7.2	8.1	3.2	2.4
		64	4.1	5.4	8.1	9.2	3.6	2.7
10d	12	38	3.9	5.2	7.8	8.9	3.4	2.6
		64	4.4	5.8	8.8	10	3.9	2.9
	15	38	4.3	5.8	8.7	9.9	3.9	2.9
		64	4.9	6.5	9.8	11.1	4.3	3.2
	18	64	–	8.7[6]	12.7[6]	–	–	–
		89	–	10.2[6]	14.6[6]	–	–	–

1) 다른 수종의 경우 해당 수종의 비중을 찾아서 비중계수=1−(0.5−sg)를 구하여 해당 허용전단내력에 이 조정계수를 곱하여 허용단위전단내력을 산출한다.
여기서 sg는 골조부재의 비중이며 이 비중계수는 1을 초과할 수 없다.
2) 이 표의 값은 건조조건에서 정상하중기간에 근거한 값이다.
3) 중간의 골재부재를 따라 못박기 간격 300mm 이하(지지대의 간격이 1,200mm이면 150mm)
4) 가장자리나 목질판상재의 인접부에 위치하지 않는 골조부재의 최소너비는 38mm 이상이어야 한다.
5) 표에서 규정한 못의 크기가 아닌 다른 종류의 못을 사용할 경우 표의 값에 다음 식에서 구한 보정계수를 적용한다.
$\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$, $d_1 < d_2$ 여기서 d_1 : 표준이 아닌 못의 직경 d_2 : 표준 못의 직경
6) 못을 2열로 박는다.

0904.7.4 목재전단벽의 설계

0904.7.4.1 일반사항

실제 모든 건축물은 수직하중과 수평하중을 동시에 지지해야 하며 내력벽시스템인 경우에는 전단벽(수직격막)이 수평력의 100%를 지지하도록 설계하여야 하고, 건물골조 시스템인 경우에는 전단벽이 수평력의 100%를 지지하도록 설계하거나 또는 건물골조가 수평력의 25% 이하를 지지하도록 할 수 있다.

목재전단벽은 구조계산, 시험 또는 모형에 따라 구한 전단벽면 내에서의 수평변위가 전단벽과 접합된 구조의 허용변위를 초과하지 않는 한 연직방향의 하중분산 또는 저항구조 내에서 수평하중저항요소로 사용할 수 있다.

0904.7.4.2 변위

허용처짐은 전단벽과 이와 접합된 하중분산 또는 저항구조가 설계하중조건하에서 구조적인 성능을 유지하고, 건축물 내의 사람이나 재산에 피해를 주지 않으면서 작용하중을 지지할 수 있는 정도의 변위로 하여야 한다.

전체적으로 균일하게 못박기하고 보막이를 설치한 목재전단벽의 변위(Δ)는 식(0904.7.2)에 따라 산정할 수 있다.

$$\Delta = \frac{2vh^3}{3EAb} + \frac{vh}{G_t} + \frac{h\,e_n}{407.6} + \frac{d_a h}{b} \qquad (0904.7.2)$$

여기서, A = 경계부재(전단벽 경계의 수직부재)의 단면적(mm^2)

b = 전단벽의 너비(mm)

d_a = 설계전단하중(v)하에서 홀드다운의 수직변위(파스너의 미끄러짐, 접합철물의 인장변형, 고정볼트의 인장변형 등을 포함)(mm)

E = 경계부재(전단벽 경계의 수직부재)의 탄성계수(MPa)

e_n = 못의 변형(mm) <표 0904.7.2)> 참조

G_t = 덮개용판재의 두께방향 전단강성계수(N/mm) <표 0904.7.3> 참조

h = 전단벽의 높이(mm)

v = 전단벽의 윗면에 작용하는 설계하중에 의한 최대단위전단력(N/mm)

Δ = 전단벽의 산정된 처짐(mm)

0904.7.4.3 전단벽의 제작

목재전단벽은 0902.3에 적합한 구조용목질판상재를 덮개로 사용하여야 한다. 바닥의 가장자리나 골조부재가 바뀌는 지점에서는 이보다 작은 목질판상재를 사용할 수 있다. 모든 덮개용 목질판상재의 모든 가장자리는 골조부재 또는 보막이에 못으로 접합하여야 한다. 전단벽의 덮개로 사용되는 구조용목질판상재의 두께는 골조부재의 간격과 하중의 크기에 따라 <표 0904.7.5>에서 정한 값 이상으로 하여야 한다.

0904.7.4.4 전단벽의 형상비

전단벽, 개구부가 있는 전단벽 내에서 개구부가 없는 전단벽 부위 또는 전단벽 내에서 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계하는 벽의 치수 및 모양은 <표 0904.7.7>과 같다. 전단벽의 높이와 너비는 각각 0904.7.4.5와 0904.7.4.6에 따라 결정한다.

<표 0904.7.7> 전단벽의 형상비

전단벽의 종류	높이-너비의 최대비율
구조용목질판상재로 덮고 모든 측면에 못을 박은 전단벽	4 : 1[1)]
파티클보드로 덮고 모든 측면에 못을 박은 전단벽	2 : 1
대각선덮개를 단층으로 설치한 전단벽	2 : 1
섬유판으로 덮은 전단벽	1.5 : 1

0904.7.4.5 전단벽의 높이

전단벽의 높이는 다음과 같이 정의한다.

기초의 윗면으로부터 윗층 바닥격막 밑면까지의 최대높이 또는 바닥격막의 윗면으로부터 윗층 바닥격막 밑면까지의 최대높이

(1) 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이 : 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이는 0904.7.4.5의 전단벽 높이와 동일하게 정의한다.

(2) 하중전달전단벽피어의 높이 : 개구부가 있는 전단벽에서 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계하는 벽피어의 높이는 개구부 측면의 피어높이로 정의한다.

0904.7.4.6 전단벽의 너비

전단벽의 너비는 전단벽에서 하중의 작용방향으로 덮개용판재를 설치한 치수로 정의한다.

(1) 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 너비 : 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 너비는 개구부 주변에서 전체높이에 걸쳐서 덮개용 판재를 설치하는 부분의 너비로 정의한다.

(2) 하중전달전단벽피어의 너비 : 개구부가 있는 전단벽에서 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계하는 벽피어의 너비는 개구부 측면에서 덮개용 판재를 설치하는 피어의 너비로 정의한다.

0904.7.4.7 전도모멘트에 대한 고정

건축물의 고정하중에 의한 모멘트가 벽에 작용하는 전도모멘트에 의한 상향력을 방지하기에 불충분할 경우 이에 대한 고정이 필요하며 전도모멘트에 대한 고정방법은 하중을 기초구조까지 연속적으로 전달할 수 있도록 홀드다운을 설치하거나 앵커로 고정한다.

0904.7.4.8 수평격막과 전단벽의 모멘트 저항

수평격막과 전단벽의 모멘트저항은 식(0904.7.3)에 따라 산정할 수 있다.

$$M_r = P_r h \qquad (0904.7.3)$$

여기서, P_r = 현재의 응력에 저항하는 부재의 인장 및 압축 저항, N

h = 모멘트저항요소간의 중심간 거리, mm

= 격막에서 격막의 현재의 중심간 거리, mm

= 양쪽에 홀드다운이 설치된 전단벽에서 스터드의 중심간 거리, mm

= 양쪽에 홀드다운이 설치되지 않은 전단벽에서 전단벽의 거리에서 300mm를 뺀 거리, mm

전단벽에 작용하는 휨모멘트에 대해서는 벽체 단부의 기둥 또는 벽체 단부에 설치한 인장타이 및 홀드다운앵커가 지

지하도록 할 수 있으며 벽체 단부에 작용하는 압축력에 대해서도 별도 검토한다.

0904.7.4.9 개구부가 있는 전단벽

이 조항의 규정은 개구부가 있는 전단벽의 설계에 적용한다. 개구부 주변의 골조배치 및 접합부가 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계되는 경우 아래 (1)항을 적용하여야 하며, 하중전달을 위하여 설계되지 않는 경우 아래 (2)항을 적용하여야 한다.

(1) 개구부 주변의 하중전달 : 개구부가 있는 전단벽을 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계하는 경우 <표 0904.7.7>을 개구부를 포함하여 전단벽 전체와 개구부 측면에 존재하는 각각의 벽피어에 적용하여야 한다. 하중전달을 위한 구조설계는 역학적인 원리에 근거하여야 한다. 개구부 주변의 경계요소에 대한 상세한 자료를 이 항의 규정에 따라 제공하여야 한다.

(2) 개구부가 있는 전단벽

이 항의 규정은 개구부가 있는 전단벽의 설계에 적용한다. 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이 및 너비는 각각 0904.7.4.5(1) 및 0904.7.4.6(1)에 따라 결정하여야 한다.

① 이 항의 규정을 적용하는데 있어서 다음과 같은 제한규정을 적용한다.

(가) 개구부가 있는 전단벽의 양끝 부분에는 반드시 개구부가 없는 전단벽 부위를 설치하여야 한다. 개구부가 있는 전단벽의 양끝 바깥쪽에도 개구부를 설치할 수 있으나 이 경우 해당 개구부의 너비가 개구부가 있는 전단벽의 너비에 포함되지 않아야 한다.

(나) 개구부가 있는 전단벽의 허용단위전단력은 7kN/m를 초과할 수 없다.

(다) 벽의 요철부위가 있는 경우 요철부위의 양 측면에 존재하는 벽은 각각 별도의 분리된 개구부가 있는 전단벽으로 설계하여야 한다.

(라) 전단력의 전달을 위한 버팀재는 개구부가 있는 전단벽의 전체길이에 걸쳐서 설치하여야 한다.

(마) 개구부가 있는 전단벽은 전체길이에 걸쳐서 벽의 윗면 및 밑면의 높이가 균일하여야 한다. 높이가 균일하지 않은 개구부가 있는 전단벽은 다른 방법에 따라 설계하여야 한다.

(바) 개구부가 있는 전단벽의 높이는 6,000㎜를 초과할 수 없다.

② 개구부가 있는 전단벽의 전단내력 : 개구부가 있는 전단벽의 전단내력은 다음과 같이 산정하여야 한다.

(가) 전체높이에 덮개를 설치한 비율은 개구부가 없는 전단벽 부위의 너비의 합을 개구부를 포함하는 개구부가 있는 전단벽 전체의 너비로 나눈 값으로 산정한다.

(나) 최대개구부 높이는 개구부의 뚫려 있는 최대높이를 나타낸다. 개구부의 상하부에 덮개를 설치하지 않은 경우에 최대개구부 높이는 벽의 높이가 되어야 한다.

(다) 기준단위전단내력은 지진하중에 대하여는 2 : 1을 초과하지 않고 그 외의 하중에 대하여 3.5 : 1을 초과하지 않는 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이 대 너비비에 따라 <표 0904.7.8>에 주어진 허용단위전단내력을 나타낸다.

지진하중에 대한 산정에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 너비의 합 ΣL_i 을 산정하기 위하여 고려되는 개구부가 없는 전단벽부위 중의 어느 하나라도 그 높이 대 너비비가 2 : 1을 초과하고 3.5 : 1을 초과하지 않는 경우 기준단위전단내력에 $\frac{2w}{h}$ 를 곱하여야 한다.

<표 0904.7.8> 낙엽송류[1]로 골조를 구성한 전단벽의 허용전단내력[2] (단위 : kN/m)

못의 크기	목질판상재의 최소 두께 (mm)	목질판상재는 골조에 직접 설치			
		못박기 간격(mm)[3]			
		150	100	75	50
6d[5]	9	5.4	8.2	10.6	13.9
8d	9	6.0	8.7	11.1	14.4
	12	7.1	10.3	13.3	17.4
10d	12	8.4	12.5	16.3	20.9
	15	9.2	13.9	18.1	23.7

1) 다른 수종의 경우 해당 수종의 비중을 찾아서 비중조정인자=1−(0.5−sg)를 구하여 해당 허용전단내력에 이 조정인자를 곱하여 허용전단내력을 산출한다.
여기서 sg는 골조부재의 비중이며 이 비중 인자는 1을 초과할 수 없다.
2) 이 표의 값은 건조조건에서 정상하중기간에 근거한 값이다.
3) 중간의 골재부재를 따라 못박기 간격 300mm 이하(지지대의 간격이 1,200mm이면 150mm)
4) 가장자리나 목질판상재의 인접부에 위치하지 않는 골조부재의 최소너비는 38mm 이상이어야 한다.
5) 표에서 규정한 못의 크기가 아닌 다른 종류의 못을 사용할 경우 표의 값에다 다음 식에서 구한 보정계수를 적용한다.
$\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$, $d_1 < d_2$ 여기서 d_1 : 표준이 아닌 못의 직경 d_2 : 표준 못의 직경

(라) 설계허용단위전단내력은 기준허용단위전단내력에 <표 0904.7.9>의 허용전단저항보정계수를 곱한 값이어야 한다. <표 0904.7.9>에서 전체높이에 덮개가 설치된 비율과 최대개구부높이의 중간값에 대한 허용전단저항보정계수는 직선보간법에 따라 결정한다.

(마) 개구부가 있는 전단벽의 설계허용단위전단내력은 설계허용단위전단내력에 개구부가 없는 전단벽 부위의 너비의 합을 곱한 값이다.

<표 0904.7.9> 전단저항보정계수, C_{sr}

전체높이에 덮개가 설치된 비율[3] (%)	최대개구부 높이[1]에 대한 전단저항보정계수, C_{sr}				
	H/3[2]	H/2[2]	2H/3[2]	5H/6[2]	H[2]
10	1.00	0.69	0.53	0.43	0.36
20	1.00	0.71	0.56	0.45	0.38
30	1.00	0.74	0.59	0.49	0.42
40	1.00	0.77	0.63	0.53	0.45
50	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50
60	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56
70	1.00	0.87	0.77	0.69	0.63
80	1.00	0.91	0.83	0.77	0.71
90	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83
100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1) 0904.7.4.9(2)②(나) 참조
2) H=벽의 높이
3) 0904.7.4.9(2)②(가) 참조

③ 고정 및 하중전달경로 : 개구부가 있는 전단벽의 고정 및 하중 전달경로에 대한 설계는 다음에 따르거나 또는 역학적인 원리에 근거한다. 이 항에서 보정된 것을 제외한 벽의 골조, 덮개, 덮개의 부착 및 파스너박기 계획 등은 0904.7.2.4 및 <표 0904.7.5>에 적합하여야 한다.

④ 개구부가 있는 전단벽 양끝에서의 상향력에 대한 고정 : 전도모멘트에 의한 상향력에 대한 고정이 개구부가 있는 전단벽의 양끝에 설치되어야 한다. 상향력에 대한 고정은 0904.7.4.7에 적합하여야 하며 각 층에서 인장현재의 최소상향력 T는 다음 공식에 따라 산정한다.

$$T = \frac{Vh}{C_{sr} \Sigma L_i} \qquad (0904.7.4)$$

여기서, T = 인장현재의 상향력(N)

V = 개구부가 있는 전단벽에 작용하는 전단하중(N)

h = 개구부가 있는 전단벽의 높이(mm)

C_{sr} = <표 0904.7.9>의 전단저항보정계수

ΣL_i = 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단 벽 부위의 너비의 합(mm)

⑤ 면전단에 대한 고정 : 전체 층높이에 걸쳐서 덮개가 설치된 개구부가 있는 전단벽의 밑면으로부터 개구부가 없는 전단벽 부위들을 연결하는 버팀재를 통하여 개구부가 있는 전단벽의 윗면에 전달되는 단위전단력, v는 다음 공식에 따라 산정한다.

$$v = \frac{V}{C_{sr} \Sigma L_i} \qquad (0904.7.5)$$

여기서, v = 단위전단력(N/m)

V = 개구부가 있는 전단벽에 전달되는 전단하중(N)

C_{sr} = <표 0904.7.9>의 전단저항보정계수

ΣL_i = 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위 너비의 합(mm)

⑥ 개구부가 있는 전단벽 중간 부분에서의 상향력에 대한 고정 : 위의 ④의 요건에 추가로 개구부가 있는 전단벽에서 전체 벽높이에 걸쳐서 덮개가 설치된 부위의 밑깔도리는 위의 ⑤에서 결정되는 단위전단력 v와 같은 크기의 균일분포상향력 t에 대하여 고정한다.

⑦ 압축현재 : 각각의 개구부가 있는 전단벽의 양끝 부분은 위의 ④에서 결정하는 인장현재 상향력 T와 같은 크기의 압축현재하중 C에 대하여 설계한다.

⑧ 하중전달경로 : 각각의 상향력 T 및 t, 각각의 전단력 V 및 v, 그리고 각각의 압축현재하중 C에 대하여 기초구조까지의 하중전달경로를 제공하여야 한다. 여러 층으로부터의 전단벽하중을 지지하는 요소들은 유발되는 하중들의 합에 대하여 설계한다.

⑨ 개구부가 있는 전단벽의 처짐 : 전체적으로 균일하게 고정하고 보막이를 설치한 개구부가 있는 전단벽의 처짐은 0904.7.3.2에 따라 산정하는 구멍 없는 전단벽 부위의 최대처짐을 <표 0904.7.8>의 전단저항보정계수로 나눈 값이다.

0904.7.4.10 전단성능의 합

벽의 동일한 면에 서로 다른 성능을 가진 재료로 부착한 전단벽의 전단성능은 <표 0904.7.5>에서 허용한 것을 제외하고는 누적하지 않는다. 동일한 종류 및 성능의 재료가 벽의 양면에 부착된 경우에만 그 전단성능은 누적할 수 있다. 벽의 양면에 부착된 재료들의 전단성능이 서로 다른 경우에 허용전단성능은 약한 재료가 부착된 면의 전단성능의 2배와 강한 재료가 부착된 면의 전단성능 중에서 더 큰 값으로 한다. 서로 다른 종류의 재료가 벽의 양면이나 또는 동일한 면에 부착된 경우에 그 전단성능을 합하는 것은 허용하지 않는다.

0904.7.4.11 접착제

전단벽의 덮개재료를 기계적인 파스너 대신에 접착제로 부착하는 것은 허용하지 않으며, 파스너와 함께 사용한 경우에도 전단성능 산정에 접착제의 성능은 고려하지 않는다.

0904.7.4.12 토대의 치수 및 고정

토대는 공칭두께 50mm(실제 두께 38mm) 이상으로 하며, 지진하중의 크기가 5kN/m 이상인 경우 공칭두께 75mm (실제 두께 63mm) 이상의 토대를 사용하여야 한다. 토대는 고정볼트로 고정하여야 하며, 두께 3mm에 면적 250mm^2 이상의 와셔를 토대와 고정볼트의 너트 사이에 사용하여야 한다.

0905 접합부의 설계

0905.1 일반사항

0905.1.1 적용범위

(1) 이 절은 구조용 목재, 집성재 및 기타 공학목재를 이용한 목구조에서 사용하는 못, 볼트, 스프리트링 또는 전단플레이트, 래그나사못 및 트러스플레이트접합부 등의 공학적설계에 적용한다.

(2) 접합부 내의 부재나 파스너의 비대칭배열에 따라 발생하는 휨모멘트를 고려하여 설계하는 경우를 제외하고는 구조부재나 파스너는 접합부 내에서 대칭으로 배열함을 원칙으로 한다.

(3) 일반적으로 널리 알려진 이론, 실물 및 모형에 대한 시험, 이론모형의 연구 또는 광범위한 사용경험에 기초한 분석에 따라 어떤 접합부가 최종목적에 적합하다는 것이 증명된 경우에는 0905의 규정에 의한 제한을 받지 않는다.

(4) 0905에 수록된 접합부의 허용전단내력은 파스너에 따라 부재의 표면끼리 서로 밀착되고 함수율의 계절적 변이에 따른 부재의 수축이 허용되는 조건에만 적용된다.

0905.1.2 편심접합부

목재 내에 횡인장응력을 유발시키는 편심접합부는 적절한 시험이나 분석에 따라 작용하중을 지지하기에 충분하다는 사실이 증명된 경우에만 사용할 수 있다.

0905.1.3 접합부내력

(1) 0905에 수록된 단일파스너 접합부에 대한 기준허용전단내력은 접합부의 항복모드를 모형화한 항복한계공식에 근거한 것으로서 해당 수종의 모든 등급에 적용된다.

(2) 하나의 접합부에 동일한 항복모드를 나타내는 같은 형태 및 비슷한 치수의 파스너가 2개 이상 사용되는 경우에는 해당 접합부의 총설계허용내력은 각각의 파스너에 대한 설계허용내력의 합으로 한다.
(3) 설계허용내력은 기준허용전단내력에 적용 가능한 보정계수를 곱하여 산정한다.
(4) 목구조에 사용되는 파스너는 인장, 전단, 휨, 지압 및 좌굴에 저항하기 위하여 적절한 금속설계기법으로 설계한다. 접합부의 내력이 목재보다는 파스너의 내력에 따라 좌우되는 경우에는 0905에 주어진 기준허용전단내력의 보정계수를 적용할 수 없다.
(5) 목구조가 콘크리트 또는 벽돌 구조와 접합되고 그 접합부의 내력이 목재보다는 콘크리트 또는 벽돌의 내력에 따라 좌우되는 경우에는 0905에 주어진 기준허용전단내력의 보정계수를 적용할 수 없다.

0905.2 파스너접합부의 설계내력

파스너접합부에서 접합부의 설계내력은 파스너의 지압내력에 좌우되며 파스너의 지압내력은 접합부의 항복모드에 따라 결정한다.

0905.2.1 접합부에 사용되는 구조재의 수종 구분

0905에 수록된 접합부의 기준허용내력 결정을 위한 구조재의 수종 구분은 <표 0902.2.5>와 같다.

0905.3 맞춤과 이음 접합부

0905.3.1 일반사항

(1) 길이를 늘이기 위하여 길이방향으로 접합하는 것을 이음이라고 하고 경사지거나 직각으로 만나는 부재 사이에서 양 부재를 가공하여 끼워 맞추는 접합을 맞춤이라고 한다.
(2) 맞춤 부위의 목재에는 결점이 없어야 한다.
(3) 맞춤 부위에서 만나는 부재는 빈틈없이 서로 밀착되도록 접합한다.
(4) 맞춤 부위의 보강을 위하여 접착제 또는 파스너를 사용할 수 있으며, 이 경우 사용하는 재료에 적합한 설계기준을 적용한다.
(5) 접합부에서 만나는 모든 부재를 통하여 전달되는 하중의 작용선은 접합부의 중심 또는 도심을 통과하여야 하며 그렇지 않은 경우 편심의 영향을 설계에 고려한다.
(6) 인장을 받는 부재에 덧댐판을 대고 길이이음을 하는 경우에 덧댐판의 면적은 요구되는 접합면적의 1.5배 이상이어야 한다.
(7) 구조물의 변형으로 인하여 접합부에 2차응력이 발생할 가능성이 있는 경우 이를 설계에서 고려한다.
(8) 맞춤접합부의 종류에는 맞댐과 장부, 쐐기, 연귀 등이 있으며 접합부의 상세구조에 따라 다시 여러 가지로 세분할 수 있다.

0905.3.2 기준허용전단내력

맞춤접합부의 설계허용내력은 0903 및 0904의 허용응력 산정방법을 적용하거나 또는 실제 크기의 접합부 시험편 또는 접합부의 모형시험편에 대한 시험을 통하여 결정한다.

0905.4 못접합부

0905.4.1 일반사항

(1) 0905.4는 보통못과 박스못(방청못 포함)을 사용하는 경우와 구조설계가 필요한 경우에 적용되며, 이 경우에 못의 최소길이 및 지름을 명시하여야 한다.

(2) 보통못과 박스못은 <표 0905.4.1>에 명시한 공칭치수에 적합하여야 하며, <표 0905.4.1>의 지름은 모든 보호막도장 이전의 파스너에 적용된다.

(3) 이 장에 수록한 못접합부의 기준허용전단내력은 무결점목재부재에 대한 값이며, 접합부위에 결점이 있는 경우 결점 주변의 섬유주행경사가 접합부의 내력에 미치는 영향을 고려하여야 한다.

(4) 접합 부위에 못으로 인한 현저한 할렬이 발생하여서는 안 되며, 할렬이 발생할 가능성이 있는 경우 못지름의 80%를 초과하지 않는 지름의 구멍을 미리 뚫고 못을 박는다.

(5) 경사못박기는 부재와 약 30° 의 경사각을 갖도록 하고 부재의 끝면으로부터 못길이의 약 1/3되는 지점에서 박기 시작한다.

<표 0905.4.1> 보통못과 박스못의 치수

표시 (공칭)	보통못		박스못	
	지름(mm)	길이(mm)	지름(mm)	길이(mm)
$6d$	2.87	51	2.51	51
$8d$	3.32	64	2.87	64
$10d$	3.76	76	3.25	76
$12d$	3.76	83	3.25	83
$16d$	4.11	89	3.43	89
$20d$	4.88	102	3.76	102
$30d$	5.26	114	3.76	114
$40d$	5.72	127	4.11	127
$50d$	6.20	140	–	–
$60d$	6.68	152	–	–

0905.4.2 못뽑기 기준허용내력

(1) 못을 목재의 끝면에 설치하면 못뽑기하중을 받을 수 없다.

(2) 목재의 측면에 설치된 못에 대한 못뽑기기준허용내력(W)은 식(0905.4.1) 또는 <표 0905.4.2>에 의한다. 설계허용내력(W')를 구하기 위해서는 못뽑기기준허용내력에 모든 적용 가능한 보정계수 <표 0905.9.1>들을 곱해야 한다. 못접합부에 작용하는 못뽑기하중은 설계허용내력에 못의 관입깊이를 곱한 값을 초과할 수 없다.

$$W(\mathrm{N/mm}) = 9.7 D G^{2.5} \qquad (0905.4.1)$$

(3) 경사못접합부를 사용하는 경우 <표 0905.4.2>의 기준허용내력에 $C_{tn} = 0.67$의 경사못계수를 곱하며 이 경우에는 습윤계수 C_M을 적용할 수 없다.

<표 0805.4.2> 목재의 측면에 박은 못의 못뽑기기준허용내력(W) (단위 : N/mm)

지름 (mm)	목재의 비중						
	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
2.51	1.2	1.8	2.5	3.3	4.3	5.5	6.8
2.87	1.4	2.0	2.8	3.8	4.9	6.2	7.8
3.25	1.5	2.2	3.2	4.3	5.6	7.1	8.8
3.32	1.6	2.3	3.3	4.4	5.7	7.2	9.0
3.76	1.8	2.6	3.7	5.0	6.4	8.2	10.2
4.11	2.0	2.9	4.0	5.4	7.0	8.9	11.1
4.88	2.3	3.4	4.8	6.4	8.4	10.6	13.2
5.26	2.5	3.7	5.2	6.9	9.0	11.4	14.2
5.72	2.7	4.0	5.6	7.5	9.8	12.4	15.5
6.20	3.0	4.4	6.1	8.2	10.6	13.5	16.8

주1) 표에 나타나지 않은 못의 치수에 대하여대하여는 직선보간법을 적용한다.
주2) 표의 기준허용내력은 못의 관입깊이 1mm당 내력(N)값 (N/mm)이다.

0905.4.3 기준허용전단내력

0905.4.3.1 목재-목재접합부

(1) 주부재의 측면에 못을 수직하게 설치하고 주부재 내에 박은 못의 길이가 이 규정에 명시된 최소치보다 큰 경우에 대하여 계산한 값이다.

1면전단목재-목재접합부의 기준허용전단내력(Z)은 다음의 4가지 항복모드 식으로 산정한 값 중 최소치로 결정하거나 <표 0905.4.3>과 <표 0905.4.4>에 수록한 값으로 한다.

항복모드

I_s $$Z = \frac{D\, t_s\, F_{es}}{K_D}$$ (0905.4.2)

III_m $$Z = \frac{k_1\, Dp\, F_{em}}{K_D\,(1 + 2R_e)}$$ (0905.4.3)

III_s $$Z = \frac{k_2\, D\, t_s\, F_{em}}{K_D\,(2 + R_e)}$$ (0905.4.4)

IV $$Z = \frac{D^2}{K_D}\sqrt{\frac{2F_{em}\,F_{yb}}{3\,(1 + R_e)}}$$ (0905.4.5)

여기서, D = 못의 지름(mm)

F_{em} = 주부재의 장부촉지압내력(MPa)

F_{es} = 측면부재의 장부촉지압내력(MPa)

F_e = 목재의 장부촉지압내력 = $117(G^{1.84})$(MPa)

F_{yb} = 못의 휨항복내력(MPa)

G = 목재의 비중

= 0.35(삼나무류), 0.40(잣나무류), 0.45(소나무류), 0.50(낙엽송류)

$$k_1 = -1 + \sqrt{2(1+R_e) + \frac{2F_{yb}(1+2R_e)D^2}{3F_{em}p^2}}$$

$$k_2 = -1 + \sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e} + \frac{2F_{yb}(2+R_e)D^2}{3F_{em}t_s^2}}$$

K_D = 2.2 ($D \leq$ 4.5 mm인 경우)

= 2.4 (4.5 mm < $D \leq$5.0 mm인 경우)

= 2.6 (5.0 mm < $D \leq$5.5 mm인 경우)

= 2.8 (5.5 mm < D < 6.5 mm인 경우)

= 3.0 ($D \geq$ 6.5 mm인 경우)

L_n = 못의 길이(mm)

p = 주부재(못 끝이 박힌 부재)에 대한 못의 관입깊이(mm)

$R_e = F_{em}/F_{es}$

t_s = 측면부재의 두께 또는 경사못접합부에서는

L_n/3(mm)

(2) 못접합부에 대한 설계허용전단내력(Z')을 구하기 위하여 위에서 결정한 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 적용 가능한 모든 보정계수를 곱한다.

(3) 2면전단 못접합부에 대한 기준허용전단내력은 각 전단면에 대하여 1면전단 기준허용전단내력을 구한 후 그 중에서 최소치의 2배로 한다. 관입깊이계수 C_d 는 못 끝이 박히는 3번째 부재 내에서의 못의 깊이에 대해 적용한다.

0905.4.3.2 목재-금속 못접합부

(1) 금속측면판을 갖는 1면전단 못접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)은 금속의 장부촉지압내력을 F_{es}로 사용한 식(0905.4.3)과 식(0905.4.4), 식(0905.4.5)로 산정한 값 중에서 최소치로 결정하거나 <표 0905.4.3>과 <표 0905.4.4>에서 각각 5%(박스못), 10%(보통못) 증가시킨 값으로 한다.

(2) 금속측면판을 갖는 못접합부에 대한 설계허용전단내력(Z')를 구하기 위하여 산정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 적용 가능한 모든 보정계수를 곱한다.

(3) 금속판, 행거, 조임쇠 및 기타 금속부분들은 인장, 전단, 휨 및 좌굴 등에 따른 파괴에 저항하기 위하여 공인된 금속설계 과정에 따라서 설계하여야 한다.

(4) 접합부의 성능이 목재의 강도보다 금속의 강도에 따라 결정되는 경우에는 금속의 허용강도에 이 기준에 주어진 보정계수를 적용할 수 없다.

0905.4.3.3 보정계수

(1) 관입깊이계수 C_d : 못에 대한 기준허용전단내력은 주부재에 못이 그 지름의 12배(즉 $p = 12D$) 이상의 깊이로 박히는 경우를 기준한 것이다. 못의 관입깊이는 최소한 그 지름의 6배 이상이어야 한다. 관입깊이가

지름의 6배에서 12배 사이인 경우 기준허용전단내력에 식(0905.4.6)에 따라 산정되는 관입깊이계수를 곱한다.

$$C_d = \frac{p}{12D} \leq 1.0 \qquad (0905.4.6)$$

(2) 끝면나뭇결계수 C_{eg} : 못이 섬유에 평행하게 목재의 끝면에 박힌 경우 기준허용전단내력에 끝면나뭇결계수 C_{eg} = 0.67을 곱한다.

(3) 격막계수 C_{di} : 목재부재 위에 구조용 판재를 덮고 판재와 목재 사이를 못으로 접합하여 격막을 제조하는 경우 격막계수 C_{di} =1.1을 곱한다.

(4) 경사못계수 C_{tn} : 경사못접합부를 사용하는 경우 기준허용전단내력에 경사못계수 C_{tn} = 0.83을 곱한다.

<표 0905.4.3> 1면전단접합부에 대한 박스못 기준허용전단내력(Z)(단위 : N)

측면부재의 두께 (mm)	못의 길이 (mm)	못의 지름 (mm)	A[1)]	B[1)]	C[1)]	D[1)]
12	50	2.51	210	180	160	140
	63	2.87	260	230	200	170
	76	3.25	330	280	240	210
	82	3.25	330	280	240	210
	89	3.43	350	310	270	240
	101	3.76	400	350	300	270
	114	3.76	400	350	300	270
	127	4.11	470	410	360	320
19	50	2.51	240	220	190	160
	63	2.87	320	280	230	200
	76	3.25	390	330	280	240
	82	3.25	390	330	280	240
	89	3.43	420	360	310	260
	101	3.76	470	400	340	290
	114	3.76	470	400	340	290
	127	4.11	570	460	400	340
25	63	2.87	320	290	260	230
	76	3.25	410	370	320	270
	82	3.25	410	370	320	270
	89	3.43	460	410	350	290
	101	3.76	560	460	390	330
	114	3.76	560	460	390	330
	127	4.11	630	530	450	380
38	82	3.25	410	370	330	300
	89	3.43	460	410	370	330
	101	3.76	530	470	420	370
	114	3.76	530	470	420	370
	127	4.11	630	570	500	450

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

주1) 표의 값은 주부재와 측면부재가 동일 수종인 경우에 적용한다.

주2) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 못의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

주3) 표의 기준허용전단내력은 다음의 휨항복내력을 갖는 박스못에 적용한다.

지름 2.51, 2.87, 3.25 및 3.43mm의 박스못에 대하여 F_{yb} = 700MPa

지름 3.76 및 4.11mm의 박스못에 대하여 F_{yb} = 630MPa

<표 0905.4.4> 1면전단접합부에 대한 보통못기준허용전단내력(Z)(단위 : N)

측면부재의 두께 (mm)	못의 길이 (mm)	못의 지름 (mm)	A[1)]	B[1)]	C[1)]	D[1)]
12	50	2.87	260	230	200	170
	63	3.33	340	290	250	220
	76	3.76	400	350	300	270
	82	3.76	400	350	300	270
	89	4.11	470	410	360	320
	101	4.88	550	490	430	380
	114	5.26	600	530	470	420
	127	5.72	650	580	510	440
	139	6.20	670	600	530	450
	152	6.68	760	680	580	470
19	63	3.33	400	340	290	250
	76	3.76	470	400	340	290
	82	3.76	470	400	340	290
	89	4.11	540	470	400	340
	101	4.88	610	530	460	400
	114	5.26	650	570	490	430
	127	5.72	700	610	530	470
	139	6.20	720	630	550	490
	152	6.68	810	700	620	550
25	76	3.76	530	460	390	330
	82	3.76	530	460	390	330
	89	4.11	630	530	450	380
	101	4.88	710	600	510	440
	114	5.26	740	630	540	460
	127	5.72	790	670	580	500
	139	6.20	810	690	590	510
	152	6.68	890	750	660	570
38	89	4.11	630	570	500	450
	101	4.88	760	680	610	530
	114	5.26	830	740	650	560
	127	5.72	910	820	700	590
	139	6.20	940	840	710	600
	152	6.68	1,070	900	780	660

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

주1) 표의 값은 주부재와 측면부재가 동일 수종인 경우에 적용한다.

주2) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 못의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

주3) 표의 기준허용전단내력은 다음의 휨항복내력을 갖는 보통못에 적용한다.

지름 2.87 및 3.33mm의 보통못에 대하여 F_{yb} = 700MPa

지름 3.76 및 4.11mm의 보통못에 대하여 F_{yb} = 630MPa

지름 4.88, 5.26 및 5.72mm의 보통못에 대하여 F_{yb} = 560MPa

지름 6.20 및 6.68mm의 보통못에 대하여 F_{yb} = 490MPa

0905.4.3.4 전단 및 못뽑기 하중의 조합

못을 목재섬유에 수직하게 설치하고 하중은 목재표면에 경사지게 작용되는 경우, 접합부가 전단 및 못뽑기 하중의 조합을 받는 경우에 설계허용내력은 식(0905.4.7)에 의한다.

$$Z_{\alpha}{}' = \frac{(W'p)Z'}{(W'p)\cos^2\alpha + Z'\sin^2\alpha} \qquad (0905.4.7)$$

여기서, p = 주부재에 대한 관입깊이(mm)

α = 목재표면과 하중방향 사이의 각도

0905.4.4 못의 접합조건

(1) 접합부에서 목재의 갈라짐을 방지하기 위하여 요구되는 못에 대한 끝면거리와 연단거리, 그리고 간격의 최소치는 각각 <표 0905.4.5>와 같아야 한다.

(2) 하나의 접합부에 2개 이상의 못이 사용된 경우, 그 접합부의 설계허용내력은 0905.1.3.(2)를 따른다.

<표 0905.4.5> 못접합부에 대한 최소 끝면거리와 연단거리, 간격

구 분	미리 구멍을 뚫지 않는 경우	미리 구멍을 뚫는 경우
끝면거리	20D	10D
연단거리	5D	5D
섬유에 평행한 방향에서의 파스너 사이의 간격	20D	10D
섬유에 수직한 방향에서의 못 사이의 간격	10D	3D

주) D = 못의 지름 (mm)

0905.5 볼트접합부

0905.5.1 일반사항

(1) 0905.5의 각 규정은 지름 25mm 이하의 볼트를 사용한 접합부에 적용한다.

(2) 볼트구멍은 볼트지름보다 0.75~1.5mm 더 크게 하여야 하고 볼트를 설치하기 위하여 충격이나 힘을 가하는 것은 피하여야 한다.

(3) 볼트접합부에 대한 기준허용전단내력은 주부재와 측면부재 사이에 볼트구멍의 중심이 일치하는 경우에 적용한다.

(4) 볼트머리와 목재 사이 및 너트와 목재 사이에는 <표 0905.5.1>에 주어진 크기 이상의 금속판, 금속띠쇠 또는 와셔를 사용한다.

(5) 볼트접합부에 대한 기준허용전단내력은 조여진 접합부뿐만 아니라 목재의 수축으로 인하여 느슨해진 접합부에도 적용한다.

<표 0905.5.1> 볼트접합부에 사용되는 와셔 최소 크기

볼트의 지름 (mm)	와셔의 크기 (mm)			유효지압면적[1] (mm^2)
	두께	둥근 와셔의 지름	정사각형 와셔의 변의 길이	
6	1.6	30	25	200
8	2.0	36	32	350
10	2.5	45	40	570
12	3.0	55	50	750
16	4.0	65	57	1,330
20	5.0	75	65	1,960
24	6.0	90	80	2,830

1) 유효지압면적은 와셔의 굽음을 고려하였기 때문에 실제면적보다 작다.

0905.5.2 1면전단 볼트접합부의 기준허용전단내력

0905.5.2.1 목재−목재 볼트접합부

(1) 하중이 볼트의 축에 수직하게 작용하고 끝면거리와 연단거리, 그리고 간격이 충설계내력을 지지하기에 충분하게 설치한 접합부에 대하여 산정한다. 1면전단 목재-목재볼트접합부의 기준허용전단내력(Z)은 다음의 항복모드 식에 따라 산정한 값 중에서 최소치로 결정하거나 <표 0905.5.2>에 수록된 값으로 한다.

항복모드

$\mathrm{I_m}$ $\quad Z = \dfrac{D t_m \, F_{em}}{4.0 K_\theta}$ (0905.5.1)

$\mathrm{I_s}$ $\quad Z = \dfrac{D t_s \, F_{es}}{4.0 K_\theta}$ (0905.5.2)

II $\quad Z = \dfrac{k_1 D t_s \, F_{es}}{3.6 K_\theta}$ (0905.5.3)

$\mathrm{III_m}$ $\quad Z = \dfrac{k_2 D t_m \, F_{em}}{3.2 K_\theta (1 + 2 R_e)}$ (0905.5.4)

$\mathrm{III_s}$ $\quad Z = \dfrac{k_3 D t_s \, F_{em}}{3.2 K_\theta (2 + R_e)}$ (0905.5.5)

IV $\quad Z = \dfrac{D^2}{3.2 K_\theta} \sqrt{\dfrac{2 F_{em} \, F_{yb}}{3 (1 + R_e)}}$ (0905.5.6)

여기서, D = 볼트의 지름(mm)

F_{em} = 주부재(두꺼운 부재)의 장부촉지압내력(MPa)

F_{es} = 측면부재(얇은 부재)의 장부촉지압내력(MPa)

$F_{e\parallel}$ = 목재의 섬유방향 장부촉지압내력 = $79G$ (MPa)

$F_{e\perp}$ = 목재의 섬유직각방향 장부촉지압내력

$$= \frac{216G^{1.45}}{\sqrt{D}} (\text{MPa})$$

F_{yb} = 볼트의 휨항복내력(MPa)

$$k_1 = \frac{\sqrt{R_e + 2R_e^2(1+R_t+R_t^2) + R_t^2 R_e^3} - R_e(1+R_t)}{(1+R_e)}$$

$$k_2 = -1 + \sqrt{2(1+R_e) + \frac{2F_{yb}(1+2R_e)D^2}{3F_{em}t_m^2}}$$

$$k_3 = -1 + \sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e} + \frac{2F_{yb}(2+R_e)D^2}{3F_{em}t_s^2}}$$

$K_\theta = 1 + (\theta_{\max}/360°)$

$\theta_{\max}$ = 목재의 섬유방향에 대한 하중의 각도

$(0° \le \theta \le 90°)$

$R_e = F_{em}/F_{es}$

$R_t = t_m/t_s$

t_m = 주부재(두꺼운 부재)의 두께(mm)

t_s = 측면부재(얇은 부재)의 두께(mm)

(2) 목재가 섬유에 경사각 θ의 하중을 받는 경우에 그 부재에 대한 장부촉지압내력 $F_{e\theta}$는 식(0905.5.7)에 의한다.

$$F_{e\theta} = \frac{F_{e\parallel} F_{e\perp}}{F_{e\parallel} \sin^2\theta + F_{e\perp} \cos^2\theta} \qquad (0905.5.7)$$

(3) 볼트접합부에 대한 설계허용내력(Z')을 구하기 위해서는 위에서 결정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 적용 가능한 모든 보정계수를 곱한다.

<표 0905.5.2> 1면전단목재－목재볼트접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)(단위 : N)

부재의 두께(mm)		볼트지름 D (mm)	A[1]		B[1]		C[1]		D[1]	
주부재 t_m	측면부재 t_s		$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
38	38	12	2,100	1,000	1,900	850	1,700	700	1,500	600
		16	2,700	1,100	2,400	900	2,100	800	1,900	650
		19	3,200	1,200	2,900	1,000	2,600	850	2,200	700
		22	3,800	1,300	3,300	1,100	3,000	900	2,600	800
		25	4,300	1,400	3,800	1,200	3,400	1,000	3,000	900
89	38	12	2,700	1,500	2,500	1,300	2,300	1,200	2,100	1,100
		16	3,900	2,000	3,600	1,700	3,300	1,500	3,100	1,300
		19	5,300	2,300	5,000	1,900	4,700	1,600	4,200	1,300
		22	7,100	2,400	6,300	2,100	5,600	1,700	4,900	1,400
		25	8,100	2,600	7,200	2,200	6,400	1,900	5,700	1,600
	89	12	3,200	1,900	3,000	1,800	2,900	1,600	2,700	1,400
		16	5,000	2,500	4,700	2,100	4,400	1,800	4,100	1,500
		19	7,200	2,800	6,700	2,400	6,000	2,000	5,300	1,700
		22	8,800	3,000	7,800	2,500	6,900	2,100	6,100	1,700
		25	10,100	3,200	8,900	2,700	7,900	2,300	7,000	1,900
140	38	16	3,900	2,100	3,600	1,900	3,300	1,700	3,100	1,400
		19	5,300	2,600	5,000	2,200	4,700	1,800	4,300	1,600
		22	7,100	2,800	6,600	2,400	6,200	2,000	5,700	1,700
		25	9,100	3,000	8,300	2,500	7,400	2,100	6,500	1,800
	89	16	5,000	2,800	4,700	2,500	4,400	2,200	4,100	1,900
		19	7,200	3,500	6,800	3,000	6,400	2,500	5,900	2,200
		22	9,700	4,100	8,900	3,400	8,100	2,900	7,400	2,400
		25	11,800	4,300	10,900	3,700	9,900	3,100	9,000	2,600

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

주1) 표의 값은 주부재와 측면부재가 동일 수종인 경우에 적용한다.

주2) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 볼트의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

주3) 표의 기준허용전단내력은 휨항복내력(F_{yb})이 240MPa인 해당 지름의 볼트에 대한 값이다.

0905.5.2.2 목재-금속 볼트접합부

(1) 두께 6 mm 이상의 금속측면판을 갖는 1면전단볼트접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)은 금속의 장부촉지압내력을 F_{es}로 사용한 식(0905.5.1)과 식(0905.5.2), 식(0905.5.3), 식(0905. 5.4), 식(0905.5.5), 식(0904.5.6)로 계산한 값 중 최소치로 결정하거나 <표 0905.5.2>에서 20% 증가시킨 값으로 한다.

(2) 금속측면판을 갖는 볼트접합부에 대한 설계허용내력(Z')을 구하기 위해서는 산정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 적용 가능한 모든 보정계수를 곱하여야 한다.

(3) 금속판, 행거, 조임쇠 및 기타 금속부분들은 인장, 전단, 휨 및 좌굴 등에 따른 파괴에 저항하기 위하여 공인된 금속설계 과정에 따라서 설계하여야 한다.

(4) 접합부의 성능이 목재의 강도보다 금속의 강도에 따라 결정되는 경우에는 금속의 허용강도에 이 기준에 주어진 보정계수를 적용할 수 없다.

0905.5.2.3 목재-콘크리트 볼트접합부

(1) 콘크리트구조에 150mm 이상 깊이로 박혀 있는 볼트와 목재가 접합된 경우에 1면전단 목재-콘크리트볼트접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)은 콘크리트의 장부촉지압내력을 F_{es}로 사용한 식(0905.5.1)과 식(0905.5.2), 식(0905.5.3), 식(0905.5.4), 식(0905.5.5), 식(0904.5.6)으로 계산한 값 중 최소치로 결정하거나 <표 0905.5.3>에 수록된 값으로 한다.

(2) 목재-콘크리트볼트접합부에 대한 설계허용내력(Z')를 구하기 위해서는 산정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 적용 가능한 모든 보정계수를 곱한다.

(3) 콘크리트구조는 작용하중을 지지하기에 충분한 강도를 가져야 한다.

<표 0905.5.3> 1면전단목재-콘크리트볼트접합부에 대한 기준허용전단내력(Z) (단위 : N)

목재부재의 두께(mm)	볼트지름 (mm)	A[1]		B[1]		C[1]		D[1]	
		$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
38	12	2,800	1,700	2,600	1,500	2,500	1,400	2,300	1,300
	16	4,000	2,300	3,800	2,000	3,600	1,700	3,400	1,400
	19	5,400	2,600	5,200	2,200	5,000	1,800	4,700	1,600
	22	7,200	2,800	6,900	2,400	6,400	2,000	5,700	1,700
	25	9,300	3,000	8,300	2,500	7,400	2,100	6,500	1,800
89	12	3,300	2,200	3,100	2,100	3,000	2,000	2,900	1,800
	16	5,100	3,200	4,900	2,900	4,800	2,500	4,600	2,300
	19	7,300	3,900	7,100	3,500	6,800	3,200	6,400	2,900
	22	9,900	4,800	9,300	4,300	8,600	4,000	7,900	3,600
	25	12,000	5,800	11,600	5,300	10,500	4,900	9,700	4,200

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

주1) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 볼트의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

주2) 표의 기준허용전단내력은 휨항복내력(F_{yb})이 320MPa인 해당 지름의 볼트에 대한 값이다.

주3) 표의 기준허용전단내력은 압축내력이 14MPa 이상인 콘크리트가 42MPa 이상의 장부촉지압내력을 갖는 경우에 근거한 것이다.

0905.5.2.4 볼트축에 경사진 하중

(1) 볼트축에 수직한 방향에 대한 작용하중의 분력은 볼트접합부에 대한 설계허용내력(Z')을 초과해서는 안 된다.

(2) 볼트축에 평행한 방향에 대한 작용하중의 분력에 저항하기 위해서는 와셔 또는 금속판 밑에 충분한 지압면적이 확보 되어야 한다.

0905.5.3 2면전단 볼트접합부의 기준허용전단내력

0905.5.3.1 목재−목재 볼트접합부

(1) 하중이 볼트의 축에 수직하게 작용하고 동일한 수종 및 두께의 측면부재를 사용하며 끝면거리, 연단거리 및 간격이 총설계내력을 지지하기에 충분하게 설치한 2면전단 목재-목재볼트접합부의 기준허용전단내력(Z)은 다음의 항복모드 식에 따라 산정한 값 중에서 최소치로 결정하거나 <표 0905.5.4>의 값으로 한다.

항복모드

$\mathrm{I_m}$ $$Z = \frac{D\,t_m\,F_{em}}{4\,K_\theta} \qquad (0905.5.8)$$

$\mathrm{I_s}$ $$Z = \frac{D\,t_s\,F_{es}}{2\,K_\theta} \qquad (0905.5.9)$$

$\mathrm{III_s}$ $$Z = \frac{k_3\,D\,t_s\,F_{em}}{1.6\,K_\theta\,(2+R_e)} \qquad (0905.5.10)$$

IV $$Z = \frac{D^2}{1.6\,K_\theta}\sqrt{\frac{2\,F_{em}\,F_{yb}}{3\,(1+R_e)}} \qquad (0905.5.11)$$

여기서, D = 볼트의 지름(mm)

F_{em} = 주(중심)부재의 장부촉지압내력(MPa)

F_{es} = 측면부재의 장부촉지압내력(MPa)

$F_{e\parallel}$ = 목재의 섬유방향 장부촉지압내력

$= 79G$(MPa)

$F_{e\perp}$ = 목재의 섬유직각방향 장부촉지압내력

$$= \frac{216\,G^{1.45}}{\sqrt{D}}\text{(MPa)}$$

F_{yb} = 볼트의 휨항복내력(MPa)

$$k_3 = -1+\sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e}+\frac{2F_{yb}(2+R_e)D^2}{3F_{em}t_s^2}}$$

$K_\theta = 1+(\theta_{\max}/360^\circ)$

$\theta_{\max}$ = 목재의 섬유방향에 대한 하중의 각도

$(0^\circ \le \theta \le 90^\circ)$

$R_e = F_{em} / F_{es}$

t_m = 주(중심)부재의 두께(mm)

t_s = 측면부재의 두께(mm)

(2) 목재가 섬유에 경사각 θ의 하중을 받는 경우에 그 부재에 대한 장부촉지압내력 $F_{e\theta}$은 식(0905.5.7)에 의한다.

(3) 볼트접합부에 대한 설계허용내력(Z')을 구하기 위해서는 위에서 결정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 적용 가능한 모든 보정계수를 곱한다.

0905.5.3.2 목재−금속 볼트접합부

(1) 두께 6 mm 이상의 금속측면판을 갖는 대칭2면전단 볼트접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)은 금속의 장부촉지압내력을 F_{es}로 사용한 식(0905.5.8), 식(0905.5.9), 식(0905.5.10) 및 식(0905.5.11) 중에서 최소치 또는 <표 0905.5.4>에서 10% 증가시킨 값으로 한다.

(2) 금속측면판을 갖는 볼트접합부에 대한 설계허용내력(Z')을 구하기 위해서는 산정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 적용 가능한 모든 보정계수를 곱한다.

(3) 금속판, 행거, 조임쇠 및 기타 금속부분들은 인장, 전단, 휨 및 좌굴 등에 따른 파괴에 저항하기 위하여 공인된 금속설계 과정에 따라서 설계하여야 한다.

(4) 접합부의 성능이 목재의 강도보다 금속의 강도에 따라 결정되는 경우에는 금속의 허용강도에 이 기준에 주어진 보정계수를 적용할 수 없다.

(5) 금속을 주부재로 하는 대칭2면전단 볼트접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)은 금속의 장부촉지압내력을 F_{em}으로 사용한 식(0905.5.8), 식(0905.5.9), 식(0905.5.10), 식(0905.5.11) 중에서 가장 작은 값으로 한다.

<표 0905.5.4> 2면전단목재－목재볼트접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)(단위 : N)

부재의 두께(mm)		볼트지름 D (mm)	A[1]		B[1]		C[1]		D[1]	
주부재 t_m	측면부재 t_s		$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
38	38	12	4,700	2,100	4,200	1,800	3,700	1,500	3,300	1,300
		16	5,800	2,400	5,200	2,000	4,600	1,700	4,100	1,400
		19	7,000	2,600	6,200	2,200	5,600	1,800	4,900	1,600
		22	8,200	2,800	7,300	2,400	6,500	2,000	5,700	1,700
		25	9,300	3,000	8,300	2,500	7,400	2,200	6,500	1,800
89	38	12	5,500	3,800	5,000	3,500	4,600	3,200	4,200	2,900
		16	7,800	5,300	7,300	4,600	6,700	4,000	6,200	3,300
		19	10,700	6,100	10,000	5,100	9,300	4,300	8,600	3,600
		22	14,100	6,500	13,300	5,500	12,400	4,600	11,400	3,800
		25	18,200	7,000	16,600	5,900	14,800	5,000	13,000	4,200
	89	12	6,400	4,300	6,000	4,000	5,700	3,500	5,300	3,000
		16	10,000	5,500	9,400	4,600	8,900	4,000	8,300	3,300
		19	14,300	6,100	13,500	5,100	12,600	4,300	11,400	3,600
		22	19,100	6,500	16,900	5,500	14,900	4,600	13,300	3,800
		25	21,800	7,000	19,400	5,900	17,200	5,000	15,200	4,200
140	38	16	7,800	5,300	7,300	4,800	6,700	4,400	6,200	4,000
		19	10,700	7,000	10,000	6,400	9,300	5,900	8,600	5,400
		22	14,100	9,000	13,300	8,200	12,400	7,300	11,400	6,000
		25	18,200	11,000	16,600	9,300	14,800	7,900	13,000	6,600
140	89	16	10,000	6,500	9,400	6,100	8,900	5,600	8,300	5,200
		19	14,300	9,100	13,500	8,000	12,700	6,700	11,800	5,700
		22	19,500	10,300	17,900	8,600	16,300	7,300	14,800	6,000
		25	23,700	11,000	21,600	9,300	19,700	7,900	18,000	6,600

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

주1) 표의 값은 주부재 및 측면부재가 동일 수종인 경우에 적용한다.

주2) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 볼트의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

주3) 표의 기준허용전단내력은 휨항복내력(F_{yb})이 320 MPa인 해당 지름의 볼트에 대한 값이다.

0905.5.4 3면전단 이상의 볼트접합부의 기준허용전단내력

4개 이상의 부재를 갖는 볼트접합부 또는 비대칭 3부재(2면전단)볼트접합부의 경우 각각의 전단면은 1면전단접합부로 계산되어진다. 전체 접합부의 기준허용전단내력(Z)은 각 1면전단면에 대한 기준허용전단내력 중에서 최소치에 전단면의 수를 곱한 값으로 계산한다.

0905.5.5 볼트의 배치

0905.5.5.1 용어 정의

간격 : 볼트의 중심을 연결한 직선을 따라 측정된 볼트의 중심 사이의 거리

끝면거리 : 부재의 직각으로 절단된 끝면으로부터 가장 가까운 볼트의 중심까지 섬유에 평행하게 측정한 거리

볼트의 열 : 하중방향으로 배열된 2개 이상의 볼트

부하측면 : 섬유에 수직한 하중을 받는 부재에서 하중에 따라 볼트가 움직이는 방향에 있는 측면

비부하측면 : 부하측면의 반대쪽 측면

연단거리 : 부재의 측면으로부터 가장 가까운 볼트의 중심까지 섬유에 수직하게 측정한 거리

0905.5.5.2 위치계수 C_{Δ}

(1) 기준허용전단내력은 연단거리와 끝면거리, 그리고 간격이 총설계내력을 지지하기 위하여 요구되는 최소치 이상인 볼트접합부에 적용되는 값이다.

(2) 연단거리와 끝면거리, 그리고 간격이 요구되는 최소치에 미달하는 경우 볼트에 대한 끝면거리 및 간격 요건에 따라 결정되는 위치계수 중에서 최소치를 볼트접합부에 대한 기준허용전단내력에 곱한다.

(3) 2면전단 또는 다중전단 접합부에 대하여는 모든 전단면에 대한 위치계수 중에서 최소치를 그 접합부 내의 모든 볼트에 적용한다.

0905.5.5.3 연단거리

(1) 섬유에 평행 또는 수직한 하중을 받는 볼트에 대하여 요구되는 최소연단거리는 <표 0905.5.5>와 같다.

(2) 최소연단거리를 결정하기 위하여 사용되는 l/D는 식(0905. 5.12)와 식(0905.5.13) 중에서 작은 값으로 한다.

$$\frac{l_m}{D} \qquad (0905.5.12)$$

여기서, l_m = 목재 주부재 내의 볼트 길이(mm)

$$\frac{l_S}{D} \qquad (0905.5.13)$$

여기서, l_s = 목재 측면부재 내의 볼트 길이의 합(mm)

(3) 횡인장응력을 지지할 수 있는 보강이 이루어지지 않은 경우, 구조재나 집성재보의 중립축 아래에 집중하중이 작용되어서는 안 된다.

<표 0905.5.5> 볼트에 대한 최소연단거리

하중방향		최소연단거리
섬유에 평행한 하중	$l/D \le 6$ [1)]	1.5D
	$l/D > 6$ [1)]	1.5D와 볼트열 사이의 간격 중에서 더 큰 값
섬유에 수직한 하중	부하 측면	4D
	비부하 측면	1.5D

1) l/D의 값은 식(0905.5.12)와 식(0905.5.13) 중에서 작은 값으로 한다.

주) D=볼트 지름(mm)

0905.5.5.4 끝면거리

(1) 섬유에 평행 또는 수직한 하중을 받는 볼트에 대하여 요구되는 최소끝면거리는 <표 0905.5.6>과 같다.

<표 0905.5.6> 볼트에 대한 최소끝면거리

하중방향		최소끝면거리	
		감소된 기준허용 전단내력	총기준허용 전단내력
섬유에 수직한 압축		2D	4D
섬유에 평행한 압축		2D	4D
섬유에 평행한 인장	침엽수	3.5D	7D
	활엽수	2.5D	5D

주) D = 볼트 지름(mm)

(2) 볼트의 끝면거리가 <표 0905.5.6>에 수록된 감소된 기준허용전단내력을 위한 최소치와 총기준허용전단내력을 위한 최소치의 중간인 경우에 위치계수 C_{Δ}는 식(0905.5.14)에 의한다.

$$C_{\Delta} = \frac{\text{실제 끝면거리}}{\text{총기준허용내력에 대한 최소 끝면거리}} \quad (0905.5.14)$$

(3) 볼트의 축에 경사진 하중이 작용하는 경우, 총기준허용전단내력에 대한 최소전단면적은 총기준허용전단내력에 대한 최소끝면거리를 갖는 평행부재접합부의 전단면적과 같아야 한다. 감소된 기준허용전단내력을 위한 최소전단면적은 총기준허용전단내력을 위한 최소전단면적의 1/2로 하여야 한다. 실제 전단면적이 중간값을 갖는 경우에 위치계수 C_{Δ}는 식(0905.5.15)에 의한다.

$$C_{\Delta} = \frac{\text{실제 전단면적}}{\text{총기준허용내력에 대한 최소 전단면적}} \quad (0905.5.15)$$

0905.5.5.5 볼트의 간격

(1) 섬유에 평행 또는 수직한 하중을 받는 경우, 1열 내의 볼트의 최소간격은 <표 0905.5.7>과 같다.

<표 0905.5.7> 1열 내의 볼트의 최소간격

하중방향	최소간격	
	감소된 기준허용전단내력	총기준허용전단내력
섬유에 평행한 하중	$3D$	$5D$
섬유에 수직한 하중	$3D$	$5D$

주) D=볼트 지름(mm)

(2) 1열 내의 볼트의 간격이 <표 0905.5.7>에 수록된 감소된 기준허용전단내력을 위한 최소치와 총기준허용전단내력을 위한 최소치의 중간인 경우에 위치계수C_{Δ}는 식(0905.5.16)에 의한다.

$$C_{\Delta} = \frac{\text{실제 간격}}{\text{총기준허용내력에 대한 최소 간격}} \quad (0905.5.16)$$

0905.5.5.6 볼트의 열 간격

(1) 섬유에 평행 또는 수직한 하중을 받는 경우에 볼트 열의 최소간격은 <표 0905.5.8>과 같다.

(2) 볼트 열의 최소간격을 결정하기 위하여 사용되는 l/D은 식(0905.5.12)와 식(0905.5.13) 중에서 더 작은 값으로 한다.

(3) 하나의 금속측면판에 사용된 볼트에서 주부재의 섬유방향과 평행하게 배열된 볼트열의 가장 바깥쪽 열의 간격은 125mm를 초과할 수 없다.

<표 0905.5.8> 볼트 열의 최소간격

하중방향		최소간격
섬유방향하중		1.5D
섬유직각방향하중	$l/D \leq 2$ [1)]	2.5D
	$2 < l/D < 6$ [1)]	$(5l+10D)/8$
	$l/D \geq 6$ [1)]	5D

1) l/D의 값은 식(0905.5.12)와 식(0905.5.13) 중에서 더 작은 값으로 한다.
주) D=볼트 지름(mm)

0905.5.5.7 볼트군

(1) 하나의 접합부에 2개 이상의 볼트가 사용되는 경우에 0905. 9.2에 정의된 무리작용계수 C_g를 적용하여야 하며 접합부의 설계허용내력은 0905.1.3.2에 의한다.

(2) 섬유방향에 수직한 방향으로 하중이 가해지는 2개 이상의 볼트가 사용된 접합부의 경우에는 볼트를 대칭으로 엇갈리게 배치하는 것을 원칙으로 한다.

(3) 볼트접합부가 섬유방향에 경사진 방향으로 하중을 받는 경우, 주부재 내에서 응력의 균일한 분포와 각각의 볼트에 대한 하중의 균일한 분포를 위해 각 부재의 중심축이 볼트의 저항의 중심을 통과하도록 한다.

0905.6 스프리트링과 전단플레이트 접합부

0905.6.1 일반사항

(1) 0905.6에서 접합파스너는 다음 중의 하나로 정의한다.
① 1면전단 내에 자체 볼트 또는 래그나사못을 가지는 단일스프리트링
② 1면전단 내에 자체 볼트 또는 래그나사못을 가지며 목재-목재접촉면에서 뒷면을 맞대어 사용한 2개의 전단플레이트
③ 목재-금속접합부에서 금속띠쇠 또는 금속판과 함께 1면전단내에 자체 볼트 또는 래그나사못을 사용하는 단일 전단플레이트

(2) 0905.6의 기준은 <표 0905.6.1> 및 <표 0905.6.2>에 수록된 치수의 스프리트링과 전단플레이트 접합파스너를 사용한 접합부에 적용한다.

(3) 지름 64mm의 스프리트링에는 지름 12mm의 볼트 또는 래그나사못이 사용되고 지름 102mm의 스프리트링에는 지름 20mm의 볼트 또는 래그나사못이 사용된다.

<표 0905.6.1> 스프리트링의 치수(단위 : mm)

스프리트링의 공칭치수		60SR	100SR
스프리트링	링 지름	64	102
	중심부 금속의 두께	4	5
	깊이	19	25
설치를 위한 홈	내부 지름	65	104
	너비	4.5	5.5
	깊이	10	13
중앙부 볼트구멍의 지름		8	21
표준 와셔	지름	35	51
	두께	2.5	4
투영면적		710mm^2	1,445mm^2

<표 0905.6.2> 전단플레이트의 치수(단위 : mm)

전단플레이트의 공칭치수		60SP	100SP
전단플레이트	플레이트 지름	67	102
	두께	4.5	5
	깊이	11	16
중앙부 볼트구멍의 지름		21	24
표준 와셔	지름	51	57
	두께	4	4.5
투영면적		760mm^2	1,660mm^2

(4) 지름 67mm의 전단플레이트에는 지름 20mm의 볼트 또는 래그나사못이 사용되고 지름 102mm의 전단플레이트에는 지름 24mm의 볼트 또는 래그나사못이 사용된다.

(5) 볼트 또는 래그나사못을 설치하기 위한 구멍은 0905.5.1 또는 0905.7.1에 적합하여야 한다.

(6) 0905.6.2의 기준허용전단내력은 접합파스너를 설치하였을 때 부재의 표면이 서로 밀착되고 목재가 사용조건에 적합한 함수율조건까지 건조되었을 경우에 적용된다. 건조되지 않은 목재에 설치된 접합파스너에 대하여는 목재가 평형함수율에 도달할 때까지 주기적으로 너트를 조여 준다.

0905.6.2 기준허용전단내력

0905.6.2.1 섬유에 평행 또는 수직 하중

(1) 2개의 목재부재의 측면에 설치하여 1면전단의 볼트와 함께 사용되는 단일스프리트링 또는 단일전단플레이트의 소요부재 두께, 연단거리, 끝면거리 및 간격에 대한 기준허용전단내력(P, Q)는 각각 <표 0905.6.3> 및 <표 0905.6.4>와 같다.

(2) 스프리트링 및 전단플레이트에 대한 설계허용내력(P', Q')를 구하기 위해서는 <표 0905.6.3> 또는 <표 0905.6.4>의 설계치(P, Q)에 <표 0905.9.1>의 모든 적용 가능한 보정계수를 곱해야 한다.

(3) 전단플레이트에 대한 설계허용내력(P', Q')은 <표 0905.6.4>에 주3)의 제한치를 초과할 수 없으며, 이 제한치는 목재보다는 금속의 내력에 기초한 값이므로 이 규정에 주어진 보정계수를 곱할 수 없다.

(4) <표 0905.6.3> 및 <표 0905.6.4>에 명시된 부재두께의 최소치보다 더 작은 목재에 설치된 스프리트링 또는

전단플레이트에 대하여 표의 기준허용전단내력을 적용할 수 없다.

(5) <표 0905.6.3> 및 <표 0905.6.4>에 주어진 부재두께의 최소치와 최대치 사이의 중간두께를 갖는 목재에 설치된 스프리트링 또는 전단플레이트의 기준허용전단내력은 표에 수록된 값 사이에서 직선보간법에 의한다.

<표 0905.6.3> 스프리트링접합부의 기준허용전단내력 (단위 : N)

스프리트링 지름 (mm)	볼트 지름 (mm)	동일 볼트로 접합된 부재의 면수	부재의 두께 (mm)	섬유방향 기준허용전단내력(P)				섬유직각방향 기준허용전단내력(Q)			
				A[1]	B[1]	C[1]	D[1]	A[1]	B[1]	C[1]	D[1]
64	12	1	25[2]	11,700	10,100	8,500	7,300	8,500	7,200	6,000	5,200
			≥38	14,100	12,100	10,200	8,700	10,100	8,600	7,200	6,200
		2	38[2]	10,800	9,400	7,800	6,700	7,800	6,700	5,600	4,800
			≥51	14,100	12,100	10,200	8,700	10,100	8,600	7,200	6,200
102	19	1	25[1]	18,200	15,600	13,000	11,200	12,600	10,900	9,100	7,800
			38	26,800	22,900	19,000	16,500	18,600	16,000	13,300	11,500
			≥41	27,300	23,400	19,500	16,900	19,000	16,300	13,600	11,700
		2	38[2]	18,300	15,700	13,100	11,300	13,300	10,900	9,100	7,800
			51	22,000	18,900	15,700	13,600	15,300	13,200	10,900	9,400
			64	25,900	22,200	18,500	16,000	18,000	15,500	12,900	11,100
			≥76	27,300	23,400	19,500	16,900	19,000	16,300	13,600	11,700

1) <표 0902.2.5>에 따른다.
2) 주어진 조건에서 사용할 수 있는 최소치를 나타낸다.
주1) 표의 값은 주부재 및 측면부재가 동일 수종인 경우에 적용한다.
주2) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 볼트의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

<표 0905.6.4> 전단플레이트접합부의 기준허용전단내력 (단위 : N)

전단플레이트지름 (mm)	볼트 지름 (mm)	동일 볼트로 접합된 부재의 면수	부재의 두께 (mm)	섬유방향 기준허용전단내력(P)				섬유직각방향 기준허용전단내력(Q)			
				A[1]	B[1]	C[1]	D[1]	A[1]	B[1]	C[1]	D[1]
67	19	1	38[2]	11,900	11,900	9,900	8,900	9,700	8,300	6,900	5,900
		2	38[2]	9,300	9,300	7,700	6,700	7,500	6,500	5,400	4,600
			51	12,100	12,100	10,100	8,700	9,900	8,500	7,000	6,100
			≥ 64	12,700	12,700	10,600	9,200	10,300	8,900	7,300	6,400
102	19 또는 22	1	38[2]	16,700	16,700	13,900	12,000	13,500	11,700	9,700	8,300
			≥ 44	19,400	19,400	16,200	14,000	15,700	13,500	11,300	9,800
		2	44[2]	12,900	12,900	10,800	9,300	10,500	9,000	7,500	6,300
			51	14,400	14,400	12,000	10,400	11,700	10,100	8,400	7,300
			64	16,400	16,400	13,700	11,800	13,300	11,300	9,500	8,200
			76	18,400	18,400	15,300	13,300	14,900	12,800	10,700	9,200
			≥ 89	19,200[3]	19,200[3]	16,000	13,800	15,600	13,300	11,200	9,600

1) <표 0902.2.5>에 따른다.
2) 주어진 조건에서 사용될 수 있는 최소치를 나타낸다.
3) 이 값은 주3)의 제한치를 초과하지만 섬유에 경사하중에 대한 기준허용전단내력 산정에 필요하다.
주3)의 제한은 모든 경우에 적용한다.
주1) 표의 값은 주부재와 측면부재가 동일 수종인 경우에 적용한다.
주2) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 볼트의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.
주3) 전단플레이트에 대한 설계허용내력은 다음 값을 초과할 수 없다.
67mm 전단플레이트 : 13 kN
102mm 전단플레이트와 19 mm 볼트 : 19 kN
102mm 전단플레이트와 22 mm 볼트 : 27kN

0905.6.2.2 섬유에 경사진 하중

(1) 하중이 목재의 섬유방향과 0° 또는 90° 이외의 경사각으로 작용하는 경우에 스프리트링 또는 전단플레이트에 대한 설계허용내력(N')은 식(0905.6.1)에 의한다.

$$N' = \frac{P'Q'}{P'\sin^2\theta + Q'\cos^2\theta} \qquad (0905.6.1)$$

여기서, θ = 하중방향과 섬유방향 사이의 각도

P' = 섬유방향 설계허용내력(N)

Q' = 섬유직각방향 설계허용내력(N)

(2) 전단플레이트의 경우에 섬유에 경사진 방향의 설계허용내력 N'가 <표 0905.6.4> 주3)의 제한치를 초과할 수 없다.

0905.6.2.3 끝면에 설치된 스프리트링 및 전단플레이트

직각절단 끝면 또는 경사면에 설치된 스프리트링 및 전단플레이트의 설계허용내력은 다음에 의한다.

(1) 직각절단 끝면에 설치하여 임의의 방향으로 하중을 받는($\alpha = 90°$) 하나의 스프리트링 또는 전단플레이트의 설계허용내력은 식(0905.6.2)에 의한다.

$$Q_{90}' = 0.60Q' \qquad (0905.6.2)$$

(2) 경사면에 설치하여 절삭축에 평행한 방향으로 하중을 받는($0° < \alpha < 90°$, $\phi = 0°$) 하나의 스프리트링 또는 전단플레이트의 설계허용내력은 식(0905.6.3)에 의한다.

$$P_\alpha' = \frac{P'Q_{90}'}{P'\sin^2\alpha + Q_{90}'\cos^2\alpha} \qquad (0905.6.3)$$

(3) 경사면에 설치하여 절삭축에 직각방향으로 하중을 받는($0° < \alpha < 90°$, $\phi = 0°$) 하나의 스프리트링 또는 전단플레이트의 설계허용내력은 식(0905.6.4)에 의한다.

$$Q_\alpha' = \frac{Q'Q_{90}'}{Q'\sin^2\alpha + Q_{90}'\cos^2\alpha} \qquad (0905.6.4)$$

(4) 경사면에 설치하여 절삭축에 경사진 방향으로 하중을 받는($0° < \alpha < 90°$, $\phi = 0°$) 하나의 스프리트링 또는 전단플레이트의 설계허용내력은 식(0905.6.5)에 의한다.

$$N_\alpha' = \frac{P_\alpha' Q_\alpha'}{P_\alpha'\sin^2\varphi + Q_\alpha'\cos^2\varphi} \qquad (0905.6.5.)$$

0905.6.2.4 보정계수

(1) 관입깊이계수 C_d

① 볼트 대신에 래그나사못이 스프리트링 또는 전단플레이트와 함께 사용하는 경우 위에서 구한 기준허용전단내력에 <표 0905.6.5>에 명시된 적당한 관입깊이계수 C_d를 곱해야 한다.

② 못끝이 박히는 부재에 대한 래그나사못의 관입깊이가 <표 0905.6.5>의 감소된 기준허용전단내력을 위한 최소 관입깊이보다 작아서는 안 되며, 그 값이 총기준허용전단내력을 위한 값과 감소된 기준허용전단내력을 위한 값 사이의 중간인 경우에 관입깊이계수 C_d는 직선보간법에 의하고 어떠한 경우에도 관입깊이계수가 1을 초과할 수 없다.

<표 0905.6.5> 래그나사못과 함께 사용되는 스프리트링 및 전단플레이트에 대한 관입깊이계수, C_d

접합파스너	측면 부재	기준허용전단 내력	주부재에 대한 최소관입깊이			관입깊이 계수 C_d
			A[1]	B[1]	C[1] D[1]	
64mm 스프리트링 102mm 스프리트링 102mm 전단플레이트	목재 또는 금속	총기준허용전단내력	$8D$[2]	$10D$	$11D$	1.0
		감소된 기준허용전단내력	$3.5D$	$4D$	$4.5D$	0.75
67mm 전단플레이트	목재	총기준허용전단내력	$5D$	$7D$	$8D$	1.0
		감소된 기준허용전단내력	$3.5D$	$4D$	$4.5D$	0.75
	금속	총기준허용전단내력	$3.5D$	$4D$	$4.5D$	1.0

1) <표 0902.2.5>에 따른다.
2) D = 래그나사못의 못대 지름(mm)

(2) 금속측면판계수 C_{st}

102mm 전단플레이트가 목재측면부재 대신에 금속측면부재와 함께 사용되는 경우 섬유에 평행한 기준허용전단내력 P에 <표 0905.6.6>의 금속측면판계수 C_{st}를 곱해야 한다.

<표 0905.6.6> 섬유에 평행한 하중을 받는 102mm 전단플레이트에 대한 금속측면판계수, C_{st}

수종군	금속측면판계수, C_{st}
A[1]	1.11
B[1]	1.05
C[1]	1.00
D[1]	1.00

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

(3) 위치계수 C_Δ

① 스프리트링 또는 전단플레이트의 연단거리, 끝면거리 및 간격이 총기준허용전단내력을 위한 최소치보다 작은 경우 0905.6.3항에서 결정되는 위치계수 C_Δ의 최소치를 기준허용전단내력에 곱한다.

② 여러 개의 파스너가 동시에 사용되는 경우 그 파스너 내의 파스너에 대한 위치계수 중에서 최소치를 해당 파스너군 내의 모든 파스너에 적용한다.

0905.6.3 스프리트링 및 전단플레이트의 접합조건

0905.6.3.1 일반사항

부재의 끝면이 섬유방향에 경사지게 절단된 경우 파스너 직경의 중앙 1/2 내의 임의의 점으로부터 섬유방향에 평행

하게 측정된 끝면거리가 직각절단부재에 대하여 필요한 끝면거리 이상이어야 하며, 파스너의 중심으로부터 부재의 경사면까지의 수직거리가 최소연단거리 이상이어야 한다.

0905.6.3.2 연단거리

(1) 섬유방향에 평행 또는 수직하중을 받는 부재

목재의 측면에 설치되고 섬유방향에 평행 또는 수직하중을 받는 스프리트링 또는 전단플레이트에 대한 최소연단거리와 위치계수 C_{Δ}는 <표 0905.6.7>과 같다. <표 0905.6.7>에 주어진 값의 중간연단거리에 대한 위치계수를 구하기 위해서는 직선보간법을 적용한다.

(2) 섬유방향에 경사진 하중을 받는 부재

섬유에 경사각 θ($0° < \theta < 90°$)의 하중이 작용하는 경우에 최소비부하연단거리와 감소된 기준허용전단내력에 대한 최소부하연단거리는 <표 0905.6.7>의 값을 그대로 모든 경사각에 적용하여야 하며, 총기준허용전단내력에 대한 최소부하연단거리는 다음과 같이 결정한다.

① $45° \leq \theta < 90°$인 경우 : 섬유방향 하중에 대한 최소부하연단거리를 적용한다.

② $0° < \theta < 45°$인 경우 : 섬유방향 및 섬유직각방향 하중에 대한 부하연단거리의 최소치 사이에서 직선보간법에 의한다.

<표 0905.6.7> 스프리트링과 전단플레이트에 대한 위치계수, C_{Δ}

구 분		62mm 스프리트링 및 67mm 전단플레이트				102 mm 스프리트링 및 102 mm 전단플레이트			
		섬유방향하중		섬유직각방향하중		섬유방향하중		섬유직각방향하중	
		A[1]	B[2]	A	B	A	B	A	B
연단거리	비부하측면 C_{Δ}	45mm 1.0	45mm 1.0	45mm 1.0	45mm 1.0	70mm 1.0	70mm 1.0	70mm 1.0	70mm 1.0
	부하측면 C_{Δ}	45mm 1.0	45mm 1.0	45mm 0.83	70mm 1.0	70mm 1.0	70mm 1.0	70mm 0.83	95mm 1.0
끝면거리	인장부재 C_{Δ}	70mm 0.625	140mm 1.0	70mm 0.625	140mm 1.0	90mm 0.625	180mm 1.0	90mm 0.625	180mm 1.0
	압축부재 C_{Δ}	65mm 0.625	100mm 1.0	70mm 0.625	140mm 1.0	85mm 0.625	140mm 1.0	90mm 0.625	180mm 1.0
간격	섬유에 평행 C_{Δ}	90mm 0.5	170mm 1.0	90mm 1.0	90mm 1.0	130mm 0.5	230mm 1.0	130mm 1.0	130mm 1.0
	섬유에 수직 C_{Δ}	90mm 1.0	90mm 1.0	90mm 0.5	110mm 1.0	130mm 1.0	130mm 1.0	130mm 0.5	150mm 1.0

1) 감소된 기준허용전단내력에 대한 최소치

2) 총기준허용전단내력에 대한 최소치

0905.6.3.3 끝면거리

(1) 섬유방향에 평행 또는 수직 하중을 받는 부재

목재의 측면에 설치되고 섬유방향에 평행 또는 수직 하중을 받는 스프리트링 또는 전단플레이트에 대한 최소끝면거리와 위치계수 C_{Δ}는 <표 0905.6.7>과 같다. <표 0905.6.7>에 주어진 값의 중간끝면거리에 대한 위치계수는 직선보간법에 의한다.

(2) 섬유방향에 경사진 하중을 받는 부재

섬유에 경사각 θ ($0° < \theta < 90°$)의 하중이 작용하는 경우에 최소끝면거리는 <표 0905.6.7>의 섬유에 평행 및 수직 하중에 대한 끝면거리 사이에서 직선보간법에 의한다.

0905.6.3.4 간격

(1) 섬유방향에 평행 또는 수직 하중을 받는 부재

목재의 측면에 설치되고 섬유방향에 평행 또는 수직하중을 받는 스프리트링 또는 전단플레이트에 대한 섬유에 평행 또는 수직 방향의 간격과 위치계수 C_{Δ}는 <표 0905.6.7>과 같다. <표 0905.6.7>에 주어진 값의 중간간격에 대한 위치계수는 직선보간법에 의한다.

(2) 섬유방향에 경사진 하중을 받는 부재

섬유에 경사각 θ($0° < \theta < 90°$)의 하중이 작용하는 경우에 최소간격은 <표 0905.6.7>의 섬유에 평행 및 수직하중에 대한 간격 사이에서 직선보간법에 따라 결정한다.

0905.7 래그나사못접합부

0905.7.1 일반사항

(1) 0905.7의 규정은 <표 0905.7.1>의 치수에 적합한 래그나사못이 사용된 접합부에 적용한다.

(2) 래그나사못을 설치하기 위한 구멍은 <표 0905.7.2>에 의한다.

(3) 래그나사못은 망치로 박지 않고 렌치로 돌려서 설치한다.

(4) 래그나사못의 설치를 용이하게 하고 목재의 손상을 방지하기 위하여 필요한 경우 비누 등의 윤활물질을 사용할 수 있다.

0905.7.2 못뽑기기준허용내력

(1) 목재의 측면에 섬유에 수직하게 설치된 래그나사못에 대한 못뽑기기준허용내력(W)은 식(0905.7.1)에 의하거나 <표 0905.7.3>에 따른다. 설계허용내력(W')을 구하기 위해서는 못뽑기기준허용내력에 <표 0905.9.1>의 모든 적용 가능한 보정계수를 곱하여야 한다. 래그나사못접합부에 작용하는 못뽑기하중은 설계허용내력에 래그나사못의 나삿니부분 관입깊이를 곱한 값을 초과할 수 없다.

$$W = 28.4 G^{1.5} D^{0.75} \qquad (0905.7.1)$$

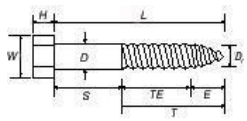
여기서, W = 목재의 옆면에 박힌 래그나사못나삿니 부분의 길이 1 mm에 대한 못뽑기기준허용내력 (N/mm)

G = 목재의 비중

= 0.35(삼나무류), 0.40(잣나무류), 0.45(소나무류), 0.50(낙엽송류)

D = 래그나사못의 못대지름(mm)

<표 0905.7.1> 래그나사못의 치수(단위 : mm)



D = 나삿니가 없는 못대 지름
D_r = 나삿니부분의 골 지름
W = 머리부분의 너비
H = 머리부분의 높이

S = 나삿니가 없는 못대의 길이
T = 나삿니부분의 길이
E = 경사못끝의 길이
N = 25 mm당 나삿니의 수

공칭길이	구분	나삿니가 없는 못대 지름, D						
		6.5	8	9.5	12.5	16	19	25
	D_r	4.5	6.0	6.5	9.0	12.0	14.5	20.0
	E	4.0	5.0	5.5	8.0	10.0	12.5	17.5
	H	4.5	5.5	6.5	8.5	10.5	12.5	17.0
	W	11.0	12.5	14.0	19.0	14.0	28.5	38.0
	N	10	9	7	6	5	4.5	3.5
25	S	6.5	6.5	6.5	6.5	–	–	–
	T	19.0	19.0	19.0	19.0			
	$T-E$	15.0	14.5	13.5	11.0			
38	S	6.5	6.5	6.5	6.5	–	–	–
	T	32.0	32.0	32.0	32.0			
	$T-E$	28.0	27.0	26.0	24.0			
51	S	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	–	–
	T	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0		
	$T-E$	34.0	33.0	32.0	30.0	28.0		
64	S	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	–	–
	T	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0		
	$T-E$	41.0	40.0	39.0	37.0	34.0		
76	S	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
	T	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0
	$T-E$	47.0	46.0	45.0	43.0	40.0	38.0	33.0
102	S	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
	T	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0
	$T-E$	60.0	59.0	58.0	56.0	53.0	51.0	46.0
152	S	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0
	T	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0
	$T-E$	85.0	84.0	83.0	81.0	79.0	76.0	71.0
203	S	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0	89.0
	T	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0	114.0
	$T-E$	111.0	110.0	109.0	106.0	104.0	102.0	97.0

<표 0905.7.2> 래그나사못 설치를 위한 구멍의 지름 및 깊이

목재의 비중(G)	못대를 위한 구멍	나삿니부분을 위한 구멍	
	지름 및 깊이	지름	깊이
$G > 0.6$	못대의 지름 및 길이와 동일한 지름 및 깊이	$0.7D \sim 0.8D$	나삿니 부분의 길이와 동일한 깊이
$0.5 < G \leq 0.6$		$0.6D \sim 0.7D$	
$G \leq 0.5$		$0.4D \sim 0.6D$	

주) D=나삿니가 없는 못대 지름(mm)

<표 0905.7.3> 래그나사못의 못뽑기기준허용내력(Z) (단위 : N/mm)

지름 (mm)	목재의 비중						
	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
6	19	23	28	34	39	46	51
9	26	31	38	46	53	62	70
12	32	39	47	56	66	77	88
19	44	53	64	77	90	104	116
25	54	65	80	95	111	129	145

주1) 표에 나타나지 않은 못의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.
주2) 표의 기준허용전단내력은 목재의 측면에 대한 래그나사못의 나삿니 부분관입깊이 1 mm당 하중값(N/mm)이다.

(2) 래그나사못이 못뽑기하중을 받는 경우, 래그나사못에 작용하는 인장응력은 나사골에서의 인장내력을 초과할 수 없다.

(3) 래그나사못이 목재의 끝면에 설치되어 못뽑기하중을 받는 경우 못뽑기기준허용내력에 끝면나뭇결계수 C_{eg} = 0.75를 곱한다.

0905.7.3 기준허용전단내력

0905.7.3.1 목재-목재접합부

(1) 래그나사못을 주부재의 측면에 수직하게 설치하고 주부재 내에 박힌 래그나사못의 길이가 이 규정에 명시된 최소치보다 크며 이 규정에서 요구하는 최소연단거리, 끝면거리 및 간격 요건에 적합한 경우에 1면전단 목재-목재 래그나사못접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)는 다음의 항복모드 식에 따라 산정된 값 중에서 최소치 또는 <표 0905.7.4>의 값으로 한다.

항복모드

$\mathrm{I_s}$ $\quad Z = \dfrac{D\,t_s\,F_{es}}{4K_\theta}$ (0905.7.2)

$\mathrm{III_s}$ $\quad Z = \dfrac{k\,D\,t_s\,F_{em}}{2.8K_\theta\,(2+R_e)}$ (0905.7.3)

IV $\quad Z = \dfrac{D^2}{3K_\theta}\sqrt{\dfrac{1.75\,F_{em}\,F_{yb}}{3\,(1+R_e)}}$ (0905.7.4)

여기서, D = 래그나사못에서 나삿니가 없는 못대의 직경(mm)

F_{em} = 주부재(래그나사못끝이 박힌 부재)의 장부촉지압내력(MPa)

F_{es} = 측면부재의 장부촉지압내력(MPa)

$F_{e\parallel}$ = 목재의 섬유방향 장부촉지압내력

$= 79G$(MPa)

$F_{e\perp}$ = 목재의 섬유직각방향 장부촉지압내력

$$= \frac{216 G^{1.45}}{\sqrt{D}} (\text{MPa})$$

F_{yb} = 래그나사못의 휨항복내력(MPa)

G = 목재의 비중

= 0.35(삼나무류), 0.40(잣나무류), 0.45(소나무류), 0.50(낙엽송류)

$$k = -1 + \sqrt{\frac{2(1+R_e)}{R_e} + \frac{F_{yb}(2+R_e) D^2}{2 F_{em} t_s^2}}$$

$K_\theta = 1 + (\theta_{\max} / 360°)$

$\theta_{\max}$ = 동일접합부 내의 부재에 대한 하중의 섬유주행경사각 중의 최대치($0° \le \theta \le 360°$)

$R_e = F_{em} / F_{es}$

t_s = 측면부재의 두께(mm)

(2) 목재가 섬유에 경사각 θ의 하중을 받는 경우에 그 부재에 대한 장부촉지압내력 $F_{e\theta}$는 식(0905.7.5)에 의한다.

$$F_{e\theta} = \frac{F_{e\parallel} F_{e\perp}}{F_{e\parallel} \sin^2 \theta + F_{e\perp} \cos^2 \theta} \qquad (0905.7.5)$$

(3) 래그나사못접합부에 대한 설계허용전단내력(Z')을 구하기 위해서는 위에서 결정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한다.

0905.7.3.2 목재−금속접합부

(1) 금속측면판을 갖는 1면전단 래그나사못접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)은 금속의 장부촉지압내력을 F_{es}로 사용한 식(0905.7.3)과 식(0905.7.4) 중에서 최소치 또는 <표 0905. 7.5>의 값이어야 한다.

(2) 금속측면판을 갖는 래그나사못접합부에 대한 설계허용전단내력(Z')을 구하기 위해서는 산정된 기준허용전단내력에 <표 0905.9.1>의 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한다.

(3) 금속판, 행거, 조임쇠 및 기타 금속부분들은 인장, 전단, 휨 및 좌굴 등에 따른 파괴에 저항하기 위하여 공인된 금속설계 과정에 따라서 설계하여야 한다.

(4) 접합부의 성능이 목재의 강도보다 금속의 강도에 따라 결정되는 경우에는 금속의 허용강도에 이 기준에 주어진 보정계수를 적용할 수 없다.

<표 0905.7.4> 1면전단목재-목재래그나사못접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)(단위 : N)

측면부재 두께 (mm)	래그나사 못 지름 (mm)	A[1]		B[1]		C[1]		D[1]	
		$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
12	6	700	500	700	400	600	400	500	300
	9	1,200	600	1,100	500	900	500	800	400
19	6	800	600	700	500	700	500	600	400
	9	1,400	900	1,300	800	1,200	700	1,100	500
25	6	900	600	900	600	800	500	700	500
	9	1,600	900	1,400	800	1,300	700	1,200	700
38	6	1,000	700	900	700	900	600	900	500
	9	1,800	1,100	1,700	1,000	1,600	900	1,500	800
	12	2,900	1,500	2,700	1,400	2,400	1,200	2,200	1,100
	19	5,500	2,600	5,100	2,200	4,700	1,800	4,400	1,600
	25	9,200	3,000	8,300	2,500	7,400	2,200	6,500	1,800

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

주1) 표의 값은 주부재 및 측면부재가 동일 수종인 경우에 적용한다.

주2) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 볼트의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

주3) 표의 기준허용전단내력은 다음과 같은 휨항복내력(F_{yb})을 갖는 래그나사못에 대한 값이다

지름 6mm의 래그나사못에 대하여 F_{yb} = 490MPa

지름 9mm 이상의 래그나사못에 대하여 F_{yb} = 320MPa

<표 0905.7.5> 1면전단목재-금속래그나사못접합부에 대한 기준허용전단내력(Z)(단위 : N)

강철측면 판두께 (mm)	래그나사 못 지름 (mm))	A[1]		B[1]		C[1]		D[1]	
		$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$	$Z_{\parallel}$	$Z_{\perp}$
6.5	6	1,400	1,000	1,300	900	1,200	800	1,100	800
	9	2,200	2,500	2,100	1,400	2,000	1,300	1,900	1,200
	12	3,500	2,200	3,400	2,000	3,200	1,900	3,000	1,800
	19	7,300	4,100	6,900	3,800	6,500	3,500	6,200	3,300
	25	12,500	6,600	11,800	6,100	12,300	5,700	10,600	5,200
6.0	6	1,200	900	1,200	800	1,100	800	1,000	700
	9	2,000	1,400	1,900	1,300	1,800	1,200	1,700	1,100
4.5	6	1,100	800	1,000	700	1,000	700	900	600
	9	1,900	1,200	1,800	1,200	1,700	1,100	1,600	1,000
3.0	6	1,000	700	900	700	900	600	900	600
	9	1,700	1,200	1,700	1,100	1,600	1,000	1,500	900

1) <표 0902.2.5>에 따른다.

주1) 표에 나타나지 않은 부재의 두께 및 볼트의 치수에 대해서는 직선보간법을 적용한다.

주2) 표의 기준허용전단내력은 다음과 같은 휨항복내력(F_{yb})을 갖는 래그나사못에 대한 값이다.

지름 6mm의 래그나사못에 대하여 F_{yb} = 490MPa

지름 9mm 이상의 래그나사못에 대하여 F_{yb} = 320MPa

주3) 표의 기준허용전단내력은 강철측면판에 대한 장부촉지압내력이 350MPa인 재료에 적용한다.

0905.7.3.3 보정계수

(1) 관입깊이계수 C_d

래그나사못에 대한 기준허용전단내력은 주부재에 래그나사못이 그 직경의 8배(즉 $p = 8D$) 깊이 이상으로 박히는 경우에 근거한 것이다. 래그나사못의 관입깊이는 최소한 그 직경의 4배 이상이어야 하며, 관입깊이가 직경의 4배에서 7배 사이인 경우 기준허용전단내력에 식(0905.7.6)에 따라 산정되는 관입깊이계수를 곱한다.

$$C_d = \frac{p}{8D} \leqq 1.0 \qquad (0905.7.6)$$

(2) 끝면나뭇결계수 C_{eg}

래그나사못이 섬유방향에 평행하게 목재의 끝면에 박힌 경우 기준허용전단내력에 끝면나뭇결계수 $C_{eg} = 0.67$을 곱한다.

0905.7.3.4 측방 및 못뽑기 하중의 조합

래그나사못을 목재섬유방향에 수직하게 설치하고 하중은 목재표면에 경사지게 작용하는 경우와 같이 래그나사못접합부가 측방 및 못뽑기 하중의 조합을 받는 경우에 설계허용내력은 식(0905.7.7)에 의한다.

$$Z_\alpha{}' = \frac{(W'p)\,Z'}{(W'p)\cos^2\alpha + Z'\sin^2\alpha} \qquad (0905.7.7)$$

여기서, p = 주부재에 대한 나삿니 부분의 관입깊이(㎜)

α = 목재표면과 하중방향 사이의 각도

0905.7.4 래그나사못의 접합조건

(1) 측방하중 또는 측방하중과 못뽑기하중의 조합을 받는 래그나사못에 대한 끝면거리, 연단거리 및 간격의 최소치는 0905.5.5의 규정 중에서 래그나사못의 못대와 동일한 직경을 갖는 볼트에 대한 값을 적용한다.

(2) 못뽑기하중만이 작용하는 래그나사못접합부에 대한 연단거리, 끝면거리 및 간격의 최소치는 각각 $1.5D$, $4D$ 및 $4D$이다.

(3) 하나의 접합부에 2개 이상의 래그나사못이 사용된 경우에 무리작용계수는 0905.9.2.6에 명시한 바와 같아야 하며, 접합부의 설계허용내력은 0905.1.3.2에 의한다.

0905.8 트러스플레이트접합부

0905.8.1 일반사항

(1) 0905.8의 각 규정은 트러스플레이트를 사용한 목재트러스 구조의 접합부에 적용한다.

(2) 목재트러스구조는 평면트러스로 해석하며 트러스 사이의 간격, 정확한 수직면으로의 설치, 올바른 부재의 사용 및 정밀한 제조 등의 요인에 따라 트러스의 성능이 좌우된다.

(3) 이 규정은 트러스플레이트접합부에 대한 사항만을 포함하며 트러스를 사용한 구조의 분석 및 설계는 설계자의 책임하에 적절한 방법으로 수행한다.

(4) 트러스의 제작, 저장, 운반 및 설치 중에 트러스구조에 피해가 발생하여 트러스구조의 하중지지능력이 감소되지

않도록 주의를 기울여야 한다. 트러스의 설치시에는 항상 모든 트러스에 임시받침대를 설치하여야 한다.

(5) 트러스플레이트는 아연도금강철을 사용하여야 하며 한 구멍에서 2~3개의 핀이 나오도록 제작한다.

(6) 트러스플레이트는 플레이트 전면에 골고루 압력을 가하면서 목재와 밀착되도록 설치하여야 한다.

0905.8.2 접합부의 설계

(1) 트러스플레이트접합부의 기준허용내력은 적절한 방법에 의한 접합부시험을 통하여 결정한다.

(2) 트러스플레이트접합부에 대하여는 수평하중저항시험, 인장시험 및 전단시험을 실시한다.

① 수평하중저항기준허용내력

(가) 트러스플레이트의 수평하중저항 기준허용내력은 수평하중저항시험에 따라 결정한다.

(나) 수평하중저항시험은 섬유방향에 평행 및 직각 방향에 대하여 실시하며 각각의 방향에서 부재가 1열로 배치된 경우와 직각으로 배치된 경우로 나누어서 시험을 실시한다.

(다) 트러스플레이트접합부의 수평하중저항기준허용내력은 다음 중에서 최소치로 한다.

- 트러스플레이트와 목재주부재 사이의 변형 0.4mm에서의 하중을 1.6으로 나눈 값
- 목재주부재와 측면부재 사이의 변형 0.8mm에서의 하중을 1.6으로 나눈 값
- 시험편파괴시의 최대하중을 3.0으로 나눈 값

(라) 트러스플레이트접합부에는 다음 4가지의 수평하중저항 기준허용내력이 필요하다.

- Z_{TP} : 섬유방향에 평행한 하중이 작용하고 플레이트의 축(핀의 너비방향)이 하중에 평행한 접합부의 수평하중저항 기준허용내력
- $Z_{TP\perp}$: 섬유방향에 직각인 하중이 작용하고 플레이트의 축(핀의 너비방향)이 하중에 평행한 접합부의 수평하중저항 기준허용내력
- Z_{TV} : 섬유방향에 평행한 하중이 작용하고 플레이트의 축(핀의 너비방향)이 하중에 직각인 접합부의 수평하중저항 기준허용내력
- $Z_{TV\perp}$: 섬유방향에 직각인 하중이 작용하고 플레이트의 축(핀의 너비방향)이 하중에 직각인 접합부의 수평하중저항 기준허용내력

(마) 수평하중에 대한 트러스플레이트접합부의 설계는 식(0905.8.1) 또는 식(0905.8.2)에 의한다.

$$A_p = \frac{P}{Z_T'} \qquad (0905.8.1)$$

$$n_t = \frac{P}{Z_T'} \qquad (0905.8.2)$$

여기서, A_p = 각 부재에 대하여 요구되는 트러스플레이트의 접촉면적(mm^2)

P = 목재부재에 작용하는 축하중(N)

Z_T' = 트러스플레이트에 대한 수평하중저항 설계허용내력(MPa 또는 핀 1개당 하중(N/핀))

n_t = 트러스플레이트에서 요구되는 핀의 수

(바) 하중이 섬유방향에 평행과 직각 사이의 경사각 θ로 작용하는 경우에 수평하중저항기준허용내력은 식(0905.8.3) 또는 식(0905.8.4)에 의한다.

$$Z_{TP\theta} = \frac{Z_{TP}\ Z_{TP\perp}}{Z_{TP}\ \sin_{\theta}^{2} + Z_{TP\perp}\ \cos_{\theta}^{2}} \quad (0905.8.3)$$

$$Z_{TV\theta} = \frac{Z_{TV}\ Z_{TV\perp}}{Z_{TV}\ \sin_{\theta}^{2} + Z_{TV\perp}\ \cos_{\theta}^{2}} \quad (0905.8.4)$$

여기서, $Z_{TP\theta}$ = 트러스플레이트의 축(핀의 너비방향)이 하중방향에 평행하고, 하중이 경사각 θ로 작용하는 접합부의 수평하중저항 기준허용내력

$Z_{TV\theta}$ = 트러스플레이트의 축(핀의 너비방향)이 하중방향에 수직하고 하중이 경사각 θ로 작용하는 접합부의 수평하중저항 기준허용내력

(사) 트러스플레이트의 축이 하중방향에 대하여 평행 또는 수직 이외의 경사각으로 설치된 접합부에 대한 수평하중저항 기준허용내력은 $Z_{TP\theta}$와 $Z_{TV\theta}$ 사이에서 직선보간법에 의한다.

② 기준허용인장내력

(가) 트러스플레이트접합부의 기준허용인장내력은 접합부에 대한 인장시험을 통하여 결정한다.

(나) 인장접합부에 사용되는 트러스플레이트의 요구되는 너비(w_p)는 식(0905.8.5)에 의한다.

$$w_p\,(\mathrm{mm}) = P_t\ /\ Z_t \quad (0905.8.5)$$

여기서, P_t = 목재부재에 작용하는 인장력(N)

Z_t = 양면에 트러스플레이트가 설치된 접합부의 기준허용인장내력(트러스플레이트의 너비 1mm당 하중단위(N/mm))

③ 기준허용전단내력

(가) 트러스플레이트접합부의 기준전단허용내력은 접합부에 대한 전단시험을 통하여 결정한다.

(나) 전단접합부에 사용되는 트러스플레이트의 요구되는 너비(w_p)와 길이(l_p)는 식(0905.8.6) 및 식(0905.8.7)에 의한다.

$$w_p\,(\mathrm{mm}) = P_s\ /Z_s \quad (0905.8.6)$$

$$l_p\,(\mathrm{mm}) = P_s\ /Z_s \quad (0905.8.7)$$

여기서, P_s = 전단면에 작용하는 하중(N)

Z_s = 양면에 트러스플레이트가 설치된 접합부의 기준허용전단내력(트러스플레이트의 너비 1mm당 하중단위(N/mm))

④ 목재부재의 순단면적

모든 트러스플레이트 접합부에서 목재부재에 작용하는 인장응력이나 압축응력이 감소된 순단면($h' \times b$)에서 목재의 허용인장응력 F_t 또는 축하중의 방향으로 목재-목재받침이 없는 접합부의 허용압축응력 F_c를 초과할 수 없다.

0905.8.3 기준허용내력의 감소

(1) 트러스플레이트를 함수율이 19%를 초과하는 목재에 설치한 경우 기준허용내력을 20% 감소시켜야 한다.

(2) 내화약제에 따라 가압처리된 목재에 설치된 트러스플레이트의 기준허용내력은 약제공급업체의 자료에 의한다.

(3) 45° 이하의 경사각 θ인 접합부에 작용하는 모멘트의 영향을 고려해 주기 위하여 접합부의 기준허용내력에는 식(0905.8.8)에 따라 결정되는 예각감소계수 H_R을 곱하여 줌으로써 트러스플레이트가 트러스의 상현재 및 하현재의 축하중을 견딜 수 있도록 설계한다.

$$H_R = 0.85 - 0.05\,(12\tan\theta - 2.0) \qquad (0905.8.8)$$

여기서, $0.65 \le H_R \le 0.85$

(4) 목재부재의 좁은면에 설치된 트러스플레이트에 대한 기준허용내력은 넓은면에 설치된 접합부에 대한 기준허용내력에서 15% 감소시킨 값으로 한다.

(5) 트러스플레이트접합부에서 목재부재의 끝면으로부터 12mm 이내와 측면으로부터 6mm 이내의 부위에는 트러스플레이트의 핀이 없어야 한다.

0905.9 파스너접합부에 대한 설계허용내력의 결정

0905.9.1 일반사항

(1) 접합부의 설계허용내력(Z', W')을 결정하기 위하여 접합부의 기준허용내력(Z, W)에 모든 적용 가능한 보정계수를 곱하여야 한다.

(2) 접합부에 작용하는 실제하중이 접합부의 설계허용내력을 초과할 수 없다.

0905.9.2 기준허용내력의 보정

0905.9.2.1 보정계수의 적용

각각의 접합부에 적용되는 보정계수는 <표 0905.9.1>과 같다.

<표 0905.9.1> 접합부에 적용되는 보정계수

접합부	기준허용전단내력	하중계수[1]	습윤계수[2]	온도계수	무리작용계수	위치계수[3]	관입깊이계수[3]	끝면나뭇결계수[3]	금속측면판계수[3]	격막계수[3]	경사못계수[3]
못	W	C_D	C_M	C_t	–	–	–	–	–	–	C_{tn}
	Z	C_D	C_M	C_t	–	–	C_d	C_{eg}	–	C_{di}	C_{tn}
볼트	Z	C_D	C_M	C_t	C_g	$C_\triangle$	–	–	–	–	–
스프리트링 및 전단플레이트	P	C_D	C_M	C_t	C_g	$C_\triangle$	C_d	–	C_{st}	–	–
	Q	C_D	C_M	C_t	C_g	$C_\triangle$	C_d	–	–	–	–
래그나사못	W	C_D	C_M	C_t	–	–	–	C_{eg}	–	–	–
	Z	C_D	C_M	C_t	C_g	$C_\triangle$	C_d	C_{eg}	–	–	–
트러스 플레이트	Z	C_D	C_M	C_t	–	–	–	–	–	–	–

1) 접합부에 대한 하중기간계수 C_D가 1.6을 초과하여서는 안 된다.

2) 습윤계수 C_M은 못뽑기하중을 받는 경사못에 적용할 수 없다.

3) 위치계수($C_\triangle$), 관입깊이계수(C_d), 끝면나뭇결계수(C_{eg}), 금속측면판계수(C_{st}), 격막계수(C_{di}) 및 경사못계수(C_{tn})의 값은 해당접합부에 대한 부분에 수록하여 있다.

0905.9.2.2 하중기간계수 C_D

접합부의 성능이 금속 또는 콘크리트나 벽돌에 따라 좌우되는 경우를 제외하고 접합부에 대한 기준허용내력에는 <표 0902.1.7>의 하중기간계수를 곱하여야 하며, 이때 하중기간계수의 값은 1.6 이하로 한다.

0905.9.2.3 습윤계수 C_M

접합부의 기준허용내력은 함수율 19% 이하로 건조된 목재가 사용되고 대부분의 밀폐구조 내에서와 같이 사용 중에 건조조건이 유지되는 목재접합부에 적용한다. 건조되지 않았거나 부분건조된 목재가 사용된 접합부 또는 사용 중에 습윤조건에 노출되는 접합부에는 기준허용전단내력에 <표 0905.9.2>의 습윤계수를 곱한다.

<표 0905.9.2> 접합부에 대한 습윤계수, C_M

파스너의 종류	함수율		하중	
	조립시	사용중	측방하중	못뽑기하중
못	≤ 19%	≤ 19%	1.0	1.0
	> 19%	≤ 19%	0.7	0.25
	≤ 19%	> 19%	0.7	0.25
	> 19%	> 19%	0.7	1.0
볼트	모든 경우	≤ 19%	1.0[2)]	–
	모든 경우	> 19%	0.7	–
스프리트링 및 전단플레이트[1)]	≤ 19%	≤ 19%	1.0	–
	> 19%	≤ 19%	0.8	–
	모든 경우	> 19%	0.7	–
래그나사못	모든 경우	≤ 19%	1.0[2)]	1.0
	모든 경우	> 19%	0.7	0.7
트러스 플레이트	≤ 19%	≤ 19%	1.0	–
	> 19%	≤ 19%	0.8	–
	모든 경우	> 19%	0.8	–

1) 스프리트링 또는 전단플레이트에 대하여 함수율제한은 목재표면으로부터 20mm 깊이까지 적용한다.
2) 조립시의 함수율이 19% 이상이고 사용 중의 함수율이 19% 이하이며 단일금속측면판에 2열 이상의 볼트 또는 래그나사못이 사용된 경우 C_M = 0.4를 적용한다.

0905.9.2.4 온도계수 C_t

38℃ 이상, 65℃ 이하의 고온에 장기간 노출되는 접합부에는 <표 0905.9.3>의 온도계수를 곱한다.

<표 0905.9.3> 접합부에 대한 온도계수 C_t

사용중의 수분조건[1)]	온도계수, C_t		
	온도 ≤ 35℃	35℃ < 온도 ≤ 50℃	50℃ < 온도 ≤ 65℃
건조	1.0	0.8	0.7
습윤	1.0	0.7	0.5

1) 접합부에 대한 건조 및 습윤 사용조건은 <표 0905.9.2>에 수록되어 있다.

0905.9.2.5 내화처리

(1) 약제로 가압처리된 목재에 대한 기준허용내력은 그 처리 및 재건조 작업을 실시하는 업체의 자료에 의한다.

(2) 약제로 가압처리된 목재 내의 접합부에 충격하중에 대한 하중기간계수를 적용할 수 없다.

0905.9.2.6 무리작용계수 C_g

(1) 여러 개를 사용하는 스프리트링, 전단플레이트, 지름 25mm 이하의 볼트 또는 래그나사못에 대하여는 식 (0905.9.1)의 무리작용계수 C_g를 곱한다.

$$C_g = \left[\frac{m\,(1-m^{2n})}{n\left\{(1+R_{EA}\,m^{n}\,)\,(1+m)-1+m^{2n}\right\}}\right]\left[\frac{1+R_{EA}}{1-m}\right] \qquad (0905.9.1)$$

여기서, n = 1열에 사용된 파스너의 수

$R_{EA} = \dfrac{E_s\,A_s}{E_m\,A_m}$ 또는 $\dfrac{E_m\,A_m}{E_s\,A_s}$ 중에서 작은 값

E_m = 주부재의 탄성계수(MPa)

E_s = 측면부재의 탄성계수(MPa)

A_m = 주부재의 총단면적(MPa)

A_s = 측면부재의 총단면적의 합(MPa)

$m = u - \sqrt{u^2-1}$

$u = 1+\gamma\dfrac{s}{2}\left[\dfrac{1}{E_m\,A_m}+\dfrac{1}{E_s\,A_s}\right]$

s = 1열에 사용된 파스너 사이의 중심간격(mm)

γ = 접합계수(joint modulus) = 하중/변형(N/mm)

= 102 mm 스프리트링 또는 전단플레이트에 대하여 89 kN/mm

= 64 mm 스프리트링 또는 67mm 전단플레이트에 대하여 71kN/mm

= 목재-목재 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대하여 $250(D^{1.5})$(N/mm)

= 목재-금속 볼트 또는 래그나사못 접합부에 대하여 $375(D^{1.5})$(N/mm)

D = 볼트 또는 래그나사못의 지름(mm)

(2) 무리작용계수의 적용 시 1열의 파스너는 다음 중의 하나로 정의한다.

① 하중방향으로 배열된 2개 이상의 스프리트링 또는 전단플레이트

② 하중방향으로 배열되고 전단하중을 받는 동일 직경의 2개 이상의 볼트

③ 하중방향으로 배열되고 동일한 형태 및 직경을 갖는 2개 이상의 래그나사못

(3) 인접한 열의 파스너가 서로 엇갈리게 배치되고 인접한 열 사이의 거리가 인접한 열 내에서 가장 근접한 파스너 사이의 거리의 1/4보다 작은 경우 무리작용계수를 결정하기 위한 목적으로 인접한 2열을 1열로 간주한다. 짝수의 열로 구성된 파스너에 대하여 이 원칙을 각 쌍의 열(인접한 2열)에 적용한다. 홀수의 열로 구성된 파스너에 대하여 가장 안전한 해석방법을 적용한다.

(4) 무리작용계수를 결정하기 위하여 A_m과 A_s를 산정하는 경우 순단면을 사용할 필요 없이 총단면적을 사용한다.

(5) 어떤 부재가 섬유에 수직한 하중을 받는 경우에 무리작용계수를 결정하기 위하여 필요한 부재의 단면적은 해당 부재의 두께와 파스너군의 총너비의 곱으로 한다. 파스너가 1열로 사용된 경우 파스너군의 총너비가 인접한 파스너 사이의 섬유에 평행한 최소간격으로 한다.

0906 내구계획 및 공법

0906.1 내구계획

0906.1.1 내구계획의 기본방침

내구계획 시 다음의 기본방침을 따라야 한다.

(1) 내구성에 관한 목표설정

(2) 건축물의 전 내용연수 동안 내구성 중시

(3) 유지관리계획의 주지

0906.1.2 내구성을 고려한 계획·설계의 방법

(1) 내구성을 고려한 계획·설계는 목표 내용연수를 설정하여 실시하여야 한다.

(2) 구조체의 목표 내용연수는 성능저하의 추정치를 기본으로 하고, 썩음 및 충해 방지를 위한 처리방법을 배려하여야 한다.

0906.2 내구공법

0906.2.1 기본사항

(1) 방우, 방수, 결로가 발생하지 않도록 건축물의 구조적인 배치 또는 구조체를 구성하여야 한다.

(2) 문제가 발생하기 쉬운 부분에는 환기 또는 제습 장치를 설치하거나 내구공법을 적용하여야 한다.

(3) 내구공법에는 썩음 방지를 위한 방부처리법과 충해 방지를 위한 방의처리법이 있다.

0906.2.2 방부처리법

(1) 방부목재의 품질기준은 국립산림과학원 고시 「목재제품의 규격과 품질기준」에 준하거나 동등 이상의 성능을 가져야 한다.

(2) 맞춤이나 이음 등의 접합부는 방부처리법과 동일하거나 그 이상의 성능을 갖도록 처리하여야 한다.

0906.2.3 방의처리법

(1) 방의처리법은 구조법, 방의제처리법, 토양처리법이 있다.

0906.2.3.1 구조법

(1) 흰개미 방제용 트랩, 흰개미 방제용 시트, 흰개미 탐지 및 베이팅 시스템, 흰개미군체제거용 예찰제어기 시스템 등 적절한 방법으로 처리한다.

0906.2.3.2 방의제처리법

(1) 방의제처리 목재는 한국임업진흥원 「방의효력시험」을 통과하거나 동등 이상의 시험을 통과한 성능을 갖춰야 한다.

(2) 맞춤이나 이음 등의 접합부는 방의제처리법과 동일하거나 그 이상의 성능을 갖도록 처리하여야 한다.

0906.2.3.3 토양처리법

(1) 토양처리용 약제의 품질 및 효력은 한국임업진흥원 「방의효력시험」을 통과하거나 동등 이상의 시험을 통과한 성능을 갖춰야 한다.

(2) 점살포법, 줄살포법, 면살포법 등으로 실시하고, 양생, 약제의 보관 및 작업장의 안전성에 유의하여야 한다.

0907 전통목구조

0907.1 일반사항

0907.1.1 적용범위

이 절은 구조내력상 중요한 부분에 0902에서 규정한 재료를 사용하여 방화구역 이외의 지역에서 전통목구조공법으로 건축한 단독주택, 공동주택, 기숙사, 노유자시설, 근린생활시설, 근린공공시설 등에 적용한다. 본 기준이 적용되는 건축물은 전통적인 방식으로 지어진 건축물뿐만 아니라, 최근의 재료와 공법의 변화를 반영하여 현대적인 방식으로 지어진 한옥 및 한옥건축양식의 건축물도 포함한다. 특별한 조사나 연구에 의하여 설계할 때는 당해 구조의 조사나 연구 결과를 근거로 설계할 수 있다.

0907.2 재료

(1) 휨모멘트나 축력을 받는 바닥장선, 판재중깃, 기둥, 보, 도리, 장여, 창방, 평방, 추녀, 서까래 등의 구조부재에는 구조용 제재목 또는 구조용집성재를 사용한다. 구조용 제재목은 국립산림과학원 고시 목재제품의 규격과 품질기준 또는 KS F 3020의 2등급 이상의 것을 사용한다. 구조용집성재는 국립산림과학원 고시 목재제품의 규격과 품질기준 또는 KS F 3021의 각 등급에 적합하거나 이와 동등 이상의 것을 사용한다.

(2) 구조내력상 중요한 부분에 사용하는 바닥, 벽 또는 지붕 덮개에는 KS F 2089의 구조용 합판이나 구조용 OSB가 사용되어야 한다.

(3) 구조내력상 중요한 부분에 사용하는 재료들은 KS 또는 이와 동등 이상의 성능이 있는 것을 사용한다.

0907.2.1 지면과 직접 접하거나 지면으로부터 200mm 이내에 설치되는 부재는 방부목재를 사용하며, 그 세부적인 사항은 0906.2에 따른다.

0907.3 부재설계

전통목구조에 사용되는 인장, 압축 및 휨부재는 0904에 따라 설계하여야 한다. 각 부재의 설계에는 다음 조건을 고려한다.

0907.3.1 가구형식

본 기준은 전통목구조의 전통적인 가구형식 뿐만 아니라, 이를 응용한 다양한 가구형식에 적용할 수 있다.

0907.3.2 지정과 기초

(1) 기초는 지반을 평평하고 단단하게 다지는 지정을 한 후 그 위에 설치한다.
(2) 기초는 건설 지역의 동결심도를 고려하여 안전하게 설치해야 한다.
(3) 기초는 전통적인 방식이나 현대적인 방식 모두 적용할 수 있다.

0907.3.3 기단

(1) 초석 아래에는 기단을 설치한다.
(2) 기단은 전통적인 방식이나, 현대적인 방식 모두 적용할 수 있다.

0907.3.4 초석

(1) 1층 기둥의 아래에는 초석을 설치한다.
(2) 초석은 기둥에서 전달되는 하중을 충분히 견딜 수 있도록 재료의 강도 및 크기를 결정한다.
(3) 초석은 전통적인 방식과 현대적인 방식 모두 적용할 수 있다.
(4) 기둥은 초석에 단순히 얹히는 방식 또는 철물 등으로 초석에 고정하는 방식을 적용할 수 있다.
(5) 수평하중 작용시 초석위에서 기둥이 수평으로 미끄러지지 않도록 해야 한다. 특히, 다층 건축물에서는 수평하중에 따른 건축물의 전체적인 전도를 막기 위한 방안을 강구해야 한다.
(6) 초석 하부는 바닥슬래브, 기단 또는 기초와 연결하여 초석이 수평으로 미끄러지지 않도록 해야 한다.
(7) 설계시 초석과 기둥간의 마찰력 또는 초석과 기둥간의 고정장치를 고려할 수 있다.

0907.3.5 기둥

기둥은 축력뿐만 아니라, 연결되어 있는 보나 도리와 같은 수평부재로부터 일방향 또는 이방향으로 전달되는 휨모멘트도 고려하여 설계해야 한다.

0907.3.6 공포

구조해석 시 공포는 전체적인 힘의 전달과정을 고려하여 몇 개의 부재로 단순화하여 적용 할 수 있다.

0907.3.7 대들보, 중보, 종보

(1) 대들보는 기둥과의 접합부에서 모멘트 저항능력에 따라 단순보 또는 반강접합된 보로 가정하여 설계할 수 있다. 이때, 수직하중 및 수평하중에 대한 설계시 각각 안전측이 되도록 접합부 강성을 달리하여 적용할 수 있다.

(2) 맞배지붕인 경우 건축물의 측벽에 위치하는 대들보나 중보, 종보는 도리뺄목의 길이에 따라 저감되는 모멘트 부재력을 고려하여 단면의 크기를 조절할 수 있다.

0907.3.8 툇보

툇보 위에 수직부재가 없는 경우에는 툇보는 축력으로 수평하중을 전달할 수 있는 수준으로 설계한다. 툇보 위에 동자기둥 등 수직부재가 있어 수직력이 전달되는 경우에는 축력과 함께 휨모멘트 등의 부재력도 고려하여 설계한다.

0907.3.9 충량

충량은 바로 위에 놓인 외기도리를 통해 지붕하중을 받으므로, 일반적으로 집중하중을 받는 경사진 보로 설계한다.

0907.3.10 우미량

우미량은 건물의 측벽에서 일종의 가새 역할을 하여 전체 가구의 종방향 횡강성을 확보하는 역할을 하므로, 주로 축력을 받는 가새로 설계한다.

0907.3.11 귓보와 귀접이보

(1) 귓보는 건축물 모서리에서 주로 추녀를 받쳐주고 외기도리를 지지하는데 사용되므로 일반적으로 집중하중을 받는 보로 설계한다.
(2) 귀접이보(또는 귀잡이보)가 건축물이 평면적으로 뒤틀리는 것을 막아주는 수평가새 역할을 하기 위해서는 걸쳐 놓여진 창방 등의 부재와 분리되지 않도록 충분히 긴결시켜야 한다.
(3) 다층 건축물에서 체감에 의해 귓보나 귀접이보 위에 상층의 귓기둥이 놓이는 경우 귓보나 귀접이보는 집중하중을 고려하여 설계한다.

0907.3.12 창방과 평방

(1) 평방과 창방 사이에 전단연결재가 없어 수평 미끄러짐이 생기는 경우, 두 개의 부재는 수직하중에 대해 각각의 휨강성에 따라 수직하중을 분담하는 수평 겹침부재로 설계한다.
(2) 평방과 창방이 연정이나 장부 등과 같은 전단연결재로 긴결되어 수평 미끄러짐이 없거나, 처음부터 하나의 부재로 제작된 경우, 두 개의 부재는 전체 휨강성으로 수직하중을 저항하는 하나의 부재로 설계한다.

0907.3.13 도리와 장여

(1) 도리는 서까래로부터 전달되는 지붕하중을 직접적으로 받으며, 분산된 집중하중 또는 분포하중 형식을 받는 보로 설계한다.
(2) 장여(또는 장혀)는 도리를 도와 수직하중을 지지하며, 도리로부터 수직하중을 전달 받아 분포하중을 받는 보로 설계한다.
(3) 도리와 장여 사이에 전단연결재가 없어 수평 미끄러짐이 생기는 경우, 두 개의 부재는 수직하중에 대해 각각의 휨강성에 따라 수직하중을 분담하는 수평 겹침부재로 설계한다.
(4) 평방과 창방이 연정이나 장부 등과 같은 전단연결재로 긴결되어 수평 미끄러짐이 없거나, 처음부터 하나의 부재

로 제작된 경우, 두 개의 부재는 전체 휨강성으로 수직하중을 저항하는 하나의 부재로 설계한다.

0907.3.14 추녀

(1) 추녀는 분포하중을 받는 내민보로 거동하며, 주심도리 부근에서 가장 큰 부모멘트를 받고 대부분의 구조적 손상도 이곳에서 발생하므로 구조설계시 이를 충분히 고려해야 한다.

(2) 일반적으로 추녀 걸침길이는 추녀깊이 보다 길게 해야 한다. 만약, 추녀 걸침길이가 추녀깊이 보다 짧은 경우에는 추녀 뒤 뿌리 들림이 발생할 수 있으므로 이에 저항할 수 있도록 해야 한다.

0907.3.15 서까래

(1) 서까래는 도리를 지점으로 하여 지붕하중을 분포하중으로 받는 보로 설계한다.

(2) 단연이나 중연은 분포하중을 받는 단순보로 거동하여 전체적으로 정모멘트를 받는 보로 설계한다. 연목과 장연은 분포하중을 받는 내민보로 거동하여 전체적으로 부모멘트를 받는 보로 설계한다.

(3) 일반적으로 장연은 처마 걸침길이를 처마깊이보다 길게 해야 한다. 만약, 처마 걸침길이가 처마깊이보다 짧은 경우에는 장연 뒤 뿌리 들림이 발생할 수 있으므로 이에 저항할 수 있도록 해야 한다.

0907.3.16 벽과 인방, 벽선

인방과 벽선이 벽체 가구틀의 면내강성에 증진에 기여하기 위해서는 벽체 가구틀과 분리되지 않도록 해야 한다.

0907.3.17 바닥

(1) 바닥도리의 하중분담면적은 장선이 놓이는 방향을 고려하여 산정하며, 바닥장선의 간격을 고려하여 분포된 집중하중 또는 분포하중을 받는 보로 설계한다.

(2) 평방과 멍에창방으로 구성된 바닥도리는 수직하중에 대해 각각의 휨강성에 비례하여 하중을 분담하는 것으로 설계한다.

(3) 바닥장선은 바닥도리에 충분히 지지되도록 하며, 등분포하중을 받는 보로 설계한다.

(4) 바닥덮개는 충분한 면내강성을 형성할 수 있는 두께의 구조용판재를 사용하고 이를 바닥장선 및 바닥도리에 못 등으로 고정한다.

(5) 바닥에 설치하는 개구부는 이를 구성하는 바닥장선과 동일한 단면을 가지는 부재로 개구부의 4면을 보강한다.

0907.3.18 지붕

전통목구조의 구조설계 시에는 지붕 무게에 따른 결구부위의 회전강성을 평가하여 반영할 수 있다.

0907.3.19 천장

천장은 0908.5의 설계조건 및 천장장선경간표를 따를 수 있으며, 이외 전통목구조 고유의 특성을 고려하여 반영할 수 있다.

0907.4 횡력저항시스템 설계

전통목구조는 수직하중 뿐만 아니라 수평하중에 대한 저항성능을 확보해야 한다.

0907.5 접합부의 설계

전통목구조의 접합부는 0905.3에 적합하여야 하며 철물을 사용하여 보강하는 경우 0905의 해당규정에 따라 설계하여야 한다. 맞춤접합부의 허용내력은 책임구조기술사의 기술적 판단, 경험, 연구결과에 따라 설계할 수 있다.

(1) 기둥-보 접합에는 전통목구조의 관례에 따른 이음과 맞춤 등의 접합형식 또는 현대식 철물로 보완한 접합형식을 적용할 수 있다.
(2) 접합철물 및 파스너의 설치, 검사 및 확인에 대한 세부사항은 KS F 9008에 따른다.
(3) 그 외의 접합부 및 접합방법에 대해서는 시험을 통하여 성능이 인정된 경우에만 사용할 수 있다.

0907.6 내진성능 확보를 위한 구조계획

전통목구조의 내진성능 확보를 위한 구조계획은 다음 사항을 고려한다.

(1) 기둥과 보 등의 기본적인 골조뿐만 아니라 인방으로 보강된 벽체가 수평하중에 저항하는 역할을 하므로 횡강성 평가 시 이를 반영할 수 있다.
(2) 경량화된 지붕구조 적용 시에는 접합부의 강성을 확보하기 위한 별도의 조치가 필요하다.
(3) 평면비정형 및 입면비정형에 대한 고려가 필요하다.
(4) 전통목구조의 내진 구조계획에는 다양한 횡력저항시스템을 적용할 수 있다. 이때, 수평하중 저항 구조요소의 균형적인 배치로 전체 구조물의 비틀림 거동이 최소화 되도록 해야 한다.
(5) 전통목구조의 내진, 제진 및 면진 구조계획에는 구조적인 성능뿐만 아니라 전통목구조의 가구구성 및 미적 특성 등을 충분히 고려하여 결정한다.

0908 경골목구조

0908.1 일반사항

0908.1.1 적용범위

이 절은 구조내력상 중요한 부분에 0902에서 규정한 재료를 사용하여 방화구역 이외의 지역에서 경골목구조 건축공법으로 건축한 단독주택, 공동주택, 기숙사, 노유자시설, 근린생활시설, 근린공공시설 등에 적용한다. 2층 이하의 경골목구조 건축물의 설계에 대한 세부적인 사항들은 KDS 41 90 33을 따를 수 있다.

0908.1.2 재료

(1) 구조내력상 중요한 부분에 사용하는 바닥, 벽 또는 지붕의 덮개에는 KS F 2089의 사용경간에 적합한 경간등급에 해당하는 구조용 합판이나 구조용 OSB를 사용하여야 한다.
(2) 구조내력상 중요한 부분에 사용하는 재료들은 KS 또는 이와 동등 이상의 성능이 있는 것을 사용한다.

0908.2 기초 및 토대

(1) 줄기초를 하는 경우에 기초벽의 두께는 최하층벽 두께의 1.5배 이상으로서 150mm 이상이어야 한다.
(2) 1층의 모든 벽 아래쪽에 토대를 설치한다.

0908.3 바닥

(1) 바닥장선에는 규격구조재(1종구조재) 2등급 이상으로서 너비 140mm 이상의 것을 사용하고 바닥장선 상호간의 간격은 650mm 이하로 한다.
(2) 윗층의 내력벽 바로 아래에 내력벽을 설치하지 않는 경우 해당내력벽 바로 아래의 바닥장선을 구조내력상 유효하게 보강한다.
(3) 바닥덮개는 바닥장선과의 사이에 내수접착제를 도포한 후 적정치수의 못으로 고정한다.
(4) 바닥구조의 최대처짐량은 <표 0908.3.1>의 값을 초과할 수 없다.

<표 0908.3.1> 활하중(지붕 및 바닥) 및 풍하중(벽) 하에서 주요구조부의 최대처짐 허용한계

주요구조부		활하중에 의한 처짐[1]
서까래 밑면에 천장 마감재료가 부착되지 않은 경사각 15도 이상의 지붕 서까래		$L/180$
천장	강성이 높은 마감재료(드라이비트 등)가 부착된 경우	$L/360$
	유연한 마감재료(석고보드 등)가 부착된 경우	$L/240$
바닥		$L/360$
실내벽 및 칸막이벽		$L/180$
외벽[2]	드라이비트가 부착된 경우	$L/360$
	다른 강성이 높은 마감 재료가 부착된 경우	$L/240$
	유연한 마감 재료가 부착된 경우	$L/120$[3]
기타 모든 구조부재		$L/240$

1) L = 경간, 외팔보의 경우에는 부재 길이의 2배로 한다.
2) 이 규정의 처짐한계를 결정하기 위한 목적으로 적용하는 풍하중은 건축물에 작용하는 풍하중에 0.7을 곱한 값으로 한다.
3) 외벽의 실내쪽 벽면에 석고보드가 부착된 경우에는 허용처짐한계를 L/180로 제한한다.

0908.4 구조벽

(1) 인접한 수평하중저항구조(내력벽 또는 전단벽) 사이의 거리는 12m 이하로 한다.
(2) 경골목구조 건축물의 각 층에는 각 방향으로 2개 이상의 구조벽이 존재하여야 한다.
(3) 구조벽에 사용되는 스터드의 간격은 650mm 이하로 한다.
(4) 구조벽의 덮개에는 KS F 2089에 적합하고 두께 11mm 이상의 구조용 합판이나 구조용 OSB를 사용한다.
(5) 구조벽에 설치되는 개구부 하나의 너비는 4m 이하로 한다.
(6) 구조벽의 최대처짐량은 <표 0908.3.1>의 값을 초과할 수 없다.

0908.5 지붕 및 천장

(1) 서까래 및 천장장선에는 2등급 이상의 규격구조재(1종구조재)를 사용하고 상호간의 간격은 650mm 이하로 한다.
(2) 트러스는 작용하는 하중 및 외력에 대하여 구조내력상 안전하게 설계한다.
(3) 서까래 또는 트러스는 파스너를 사용하여 구조내력상 안전하게 윗깔도리에 고정한다.
(4) 지붕덮개에는 KS F 2089에 적합하고 두께 11mm 이상의 구조용 합판이나 구조용 OSB를 사용한다.
(5) 실험 또는 산정에 따라 구조내력상 안전하다고 확인된 경우를 제외하고 지붕에 설치하는 개구부의 너비는 2m 이하로 하며 그 너비의 합계는 해당 지붕의 하단너비의 1/2 이하로 한다.
(6) 지붕 및 천장구조의 최대처짐량은 <표 0908.3.1>의 값을 초과할 수 없으며, 처짐량 산정 시 다락방이 없는 천장의 경우에는 1kPa의 활하중을 적용하고 다락방이 있는 전창의 경우에는 바닥활하중을 적용한다.

0908.6 계단구조

(1) 계단은 구조내력상 안전하여야 하며 통행 및 가구운반 등을 위한 적절한 상부공간을 확보하여야 한다.
(2) 계단각부의 치수는 <표 0908.6.1>에 따른다.
(3) 공동주택의 세대수 또는 기숙사의 침실수가 6을 초과하는 경우 <표 0908.6.2>에 따라 피난계단을 설치한다.
(4) 공동주택 내에는 나선형의 계단을 설치할 수 없다.

<표 0908.6.1> 계단각부의 치수

계단의 종류		계단의 너비	최대챌판높이	최소디딤판너비
주택의 계단	공동주택	1,200mm 이상	230mm 이하	150mm 이상
	공동주택 이외의 주택	750mm 이상		

<표 0908.6.2> 공동주택피난계단의 치수

계단의 종류	계단의 너비	최대챌판높이	최소디딤판너비
실내계단	1,200mm 이상	200mm 이하	240mm 이상
실외계단	900mm 이상		

0908.7 접합부

(1) 접합부는 부재와 부재 사이를 연결시키면서 하중을 전달하는 기능을 갖는다. 접합부에는 현저한 변형이 발생하거나 파스너의 강도를 초과하는 전단, 인장 및 휨하중이 작용하지 않도록 설계한다.
(2) KDS 41 90 33의 못박기 기준은 최소한의 요건이며 필요한 경우 별도의 구조계산을 통하여 이를 보강할 수 있다.
(3) 못 이외의 철물을 이용한 접합부의 경우 해당 철물 제조업체에서 제공하는 허용강도에 따라 구조계산을 실시하여야 하며 이보다 더 높은 하중이 작용하여서는 안 된다.

(4) 따냄에 대한 규정은 0904에 따른다.

0908.8 구조설계

(1) 0908의 기준은 허용응력설계법에 근거하여 이루어진 것이며, 이에 따르지 아니하는 목구조 건축물은 0903, 0904 및 0905의 규정에 따라 구조설계을 실시한다.

(2) 건축물의 사용 중에 각 구조부재에 작용하는 응력이 0902의 규정에 따라 산정된 해당 재료의 허용응력을 초과할 수 없다.

(3) 건축물의 사용중에 각 부재에는 과도한 변형이 발생하지 않아야 하며 주요구조부의 처짐이 <표 0908.3.1>의 값을 초과할 수 없다.

(4) 경골목구조 건축물에서 구조내력상 중요한 구조부로서 0906에서 규정되지 않은 부분은 적절한 공학적 방법에 따라 구조설계를 실시한다.

0909 중목구조

0909.1 일반사항

0909.1.1 적용범위

이 절은 구조내력상 중요한 부분에 0902에서 규정한 재료를 사용하여 방화구역 이외의 지역에서 중목구조로 건축한 단독주택, 공동주택, 기숙사, 노유자시설, 근린생활시설, 근린공공시설 등에 적용한다. 2층 이하의 중목구조 건축물의 설계에 대한 세부적인 사항들은 KDS 41 90 33을 따를 수 있다.

0909.1.2 재료

(1) 구조내력상 중요한 부분에 사용하는 바닥, 벽 또는 지붕의 덮개에는 KS F 2089의 사용경간에 적합한 경간등급에 해당하는 구조용 합판이나 구조용 OSB를 사용하여야 한다.

(2) 구조내력상 중요한 부분에 사용하는 재료들은 KS 또는 이와 동등 이상의 성능이 있는 것을 사용한다.

0909.2 기초 및 토대

(1) 기둥과 기초 사이에는 기둥을 기초에 고정시킬 수 있는 철물을 사용하여야 하며 철물의 하부 또는 철물 고정용 앵커볼트는 기초 콘크리트를 부어넣을 때에 함께 매립하는 방법으로 고정하여야 한다.

(2) 줄기초를 설치하는 경우에 기초벽의 두께는 최하층벽 두께의 1.5배 이상으로서 150㎜ 이상이어야 한다.

(3) 1층의 모든 벽 아래쪽에 토대를 설치한다.

0909.3 기둥

(1) 기둥은 건축물에 작용하는 수직하중을 안전하게 지지할 수 있도록 균형 있게 배치하여야 한다.

(2) 인접한 기둥과 기둥 사이에는 보를 구조내력 상 유효한 방법으로 접합하여 수직하중 및 수평하중이 효율적으로

전달될 수 있도록 하여야 한다.

(3) 건축물의 하중을 가로 및 세로 방향으로 분산시킬 수 있도록 기둥을 배치하여야 하며 기둥과 기둥 사이에 보의 설치 및 기둥-보 접합도 가로 및 세로 방향으로 유효하게 이루어져야 한다.

0909.4 보

(1) 보는 건축물에 작용하는 수직하중을 안전하게 지지할 수 있도록 균형 있게 배치하여야 한다.

(2) 보에 사용되는 재료는 직사각형 단면 부재를 세워서 사용하는 것을 원칙으로 한다.

(3) 인접한 기둥과 기둥 사이에 걸쳐서 설치하며 기둥과 보 사이에는 수직하중 및 수평하중을 효율적으로 전달할 수 있도록 구조내력 상 유효한 접합부를 설치하여야 한다.

(4) 건축물의 하중을 가로 및 세로 방향으로 분산시킬 수 있도록 보를 배치하여야 하며 기둥과 기둥 사이에 보의 설치 및 기둥-보 접합이 가로 및 세로 방향으로 유효하게 이루어져야 한다.

(5) 보 부재에 따냄은 가능한 피하여야 하며 꼭 필요한 경우에는 0904.4.1.3에 따른다.

(6) 보의 처짐은 활하중만 고려한 경우에는 부재길이의 1/360, 활하중과 고정하중을 함께 고려한 경우에는 부재길이의 1/240 이하가 되어야 하며 처짐의 산정방법은 0904.4.4에 따른다.

0909.5 바닥

바닥의 설치방법은 0908.3에 따른다.

0909.6 전단벽

중목구조에서 수평하중을 구조용목질판상재가 설치된 전단벽으로 지지하는 경우에 전단벽의 산정 및 설치 방법은 0908.4에 따른다.

0909.7 지붕 및 천장

지붕 및 천장의 설치는 0908.5에 따른다.

0909.8 계단

계단의 설치는 0908.6에 따른다.

0909.9 접합부

(1) 중목구조의 기둥-보 접합방법은 0905에 따르거나 또는 별도의 시험이나 이론에 근거한 접합방법을 적용한다.

(2) 홈에 장부를 끼워맞추는 접합부의 경우에는 홈과 장부 사이에 이격이 없이 밀착되어야 하며 보로 전달되는 인장하중에 의해 장부가 빠지지 않도록 볼트, 드리프트핀, 래그나사못, 목재장부촉 등으로 고정하여야 한다.

(3) KDS 41 90 31에 명시된 것 이외의 접합부 및 접합방법에 대해서는 시험을 통하여 성능이 인정된 경우에만 사용할 수 있다.

0909.10 구조설계

(1) 0909의 기준은 허용응력설계법에 근거하여 이루어진 것이며, 이에 따르지 아니하는 중목구조 건축물은 0903, 0904 및 0905에 따라서 구조설계을 실시하여야 한다.

(2) 건축물의 사용중에 각 구조부재에 작용하는 응력이 0902의 규정에 따라 산정된 해당 재료의 허용응력을 초과할 수 없다.

(3) 건축물의 사용중에 각 부재에는 과도한 변형이 발생하지 않아야 하며 주요구조부의 처짐이 <표 0908.3.1>의 값을 초과할 수 없다.

(4) 중목구조 건축물에서 구조내력상 중요한 구조부로서 0909에서 규정되지 않은 부분은 적절한 공학적 방법에 의하여 구조설계를 실시하여야 한다.

0910 합성목구조

0910.1 일반사항

(1) 이 절은 목재와 다른 구조재료가 함께 외부 하중에 대해 거동하도록 구성된 합성목구조 설계에 대해 적용한다.

(2) 합성목구조를 구성하는 부재 및 접합부의 설계는 강도, 사용성, 내구성 및 내화에 대한 요구조건을 만족해야 한다.

(3) 합성목구조 부재의 강도는 제작 및 공사과정에서 발생된 변형과 시공오차 등의 불완전성 영향을 고려하여야 한다.

(4) 본 절은 합성 바닥판, 합성 보, 합성 기둥, 합성 벽 등의 합성목구조시스템에 적용한다.

0910.2 기준과의 부합성

(1) 본 절에서 고려하는 합성목구조 및 연결재의 품질은 본 건축구조기준에서 명시하는 품질에 부합해야 하며 하중을 지지하는 합성부재와 접합부는 본 건축구조기준에 따라 설계되어야 한다.

(2) 본 절에서 규정되어 있지 않은 사항은 해당재료에 대한 장의 규정에 따른다.

0910.3 설계 기본 조건

0910.3.1 기본 요구 사항

(1) 합성목구조와 그에 따른 부재는 요구되는 구조적 성능과 사용성을 만족하도록 설계되어야 한다.

(2) 합성목구조의 설계는 모든 관련 변수를 포함한 적절한 설계모델을 이용하여 수행한다. 설계모델은 충분한 신뢰도를 가지고 구조물의 거동을 예측할 수 있어야 한다.

0910.3.2 하중

(1) 합성목구조와 그에 따른 부재는 예상되는 모든 하중을 안전하게 지지하기 위해 설계되고 시공되어야 한다.

(2) 사용기간 동안 예상되는 모든 하중작용과 기타 영향에 대해 기능성과 내구성이 유지되어야 한다.

0910.4 재료

0910.4.1 목재

합성목구조의 구조설계에 필요한 목재의 재료 특성은 제9장을 따른다.

0910.4.2 콘크리트

합성목구조의 구조설계에 필요한 보통 및 경량콘크리트의 재료 특성은 제5장을 따른다.

0910.4.3 철근

합성목구조의 구조설계에 사용되는 철근(철선 및 용접철망 포함)의 재료 특성은 제5장의 규정을 따른다.

0910.4.5 강재

합성목구조의 구조설계에 사용되는 강재의 재료 특성은 제7장의 규정을 따른다.

0910.4.6 전단연결재

전단연결재로 사용되는 강재의 강도 및 재료특성은 제5장 및 제7장의 규정을 따른다.

0910.5 내구성

내구성 확보를 위해 합성목구조의 설계는 제1장 및 0906을 따라야 한다.

0910.6 구조해석

(1) 구조해석 모델링과 이를 위한 기본가정은 부재, 접합부, 받침부를 포함한 구조물 전체의 예상되는 거동을 합리적으로 반영하여야 한다.

(2) 이 장의 규정은 부재 및 접합부의 전체 또는 일부가 목재–콘크리트 합성구조인 구조물에 적용할 수 있다. 다만, 주요한 구조거동이 철근콘크리트 또는 프리스트레스트 콘크리트 구조에 가까운 경우, 구조해석은 콘크리트구조 기준을 따른다.

제 10 장 특수 재료 및 형식의 구조

제10장 특수 재료 및 형식의 구조

1001 유리구조 / 1002 막구조 / 1003 케이블구조 / 1004 부유식구조

1001 유리구조

1001.1 일반 사항

1001.1.1. 범위
이 설계기준은 건축구조물 내부와 외부에 설치되는 일정규모 이상의 유리구조의 재료, 설계기준, 시공품질 및 시험방법을 규정한다.

1001.1.2 설계 일반

1001.1.2.1 설계 검토사항
유리구조 안전성과 사용성, 내구성은 다음 사항을 만족하여야 한다.
(1) 구조의 전반적인 구조안정성
(2) 설계하중과 지지구조의 변형으로 야기되는 파괴에 대한 충분한 강도확보
(3) 유리구조의 연쇄붕괴방지 및 저감을 위한 안전확보
(4) 사용성
(5) 수밀성능 및 기밀성능
(6) 내구성
(7) 품질 보장
(8) 유지관리

1001.1.3 관련기준 및 산업표준규격
KS L 2002 강화유리
KS L 2003 복층유리
KS L 2004 접합유리
KS L 2006 망 판유리 및 선 판유리
KS L 2012 플로트 판유리 및 마판 유리

KS L 2015 배강도 유리
KS L 2017 저방사유리
KS L 2504 유리 연화점 시험방법
KS L 2401 빔 굽힘을 이용한 서랭점 및 스트레인점 시험방법

1001.1.4 용어
유리: 규사, 소다회, 탄산석회 등의 혼합물을 고온에서 녹인 후 냉각화과정에서 결정화가 이루어지지 않은 투명도가 높은 고체
비강화유리: 열처리나 추가 보강하지 않은 유리
반강화유리 또는 배강도유리: 성형유리를 연화점 이하 온도로 가열한 후 찬공기를 약하게 불어 냉각한 유리로 표면응력이 24−70 MPa을 유지함
강화유리: 일반성형유리를 연화점 이상으로 가열한 상태에서 원하는 형상으로 변형한 후 압축공기로 급랭처리하여 유리표면에 70−200 MPa의 압축응력을 유발한 유리
접합유리: 비강화유리, 반강화유리, 강화유리를 이용하여 2장 이상 유리사이에 PVB 포일이나 아크릴 등의 레진을 삽입하여 유리에 부착한 유리
복층유리: 단열 및 차음성능 향상을 위해 2개 이상 유리판을 판사이 간격을 두어 지지프레임으로 제작한 단위 유리구조
망입유리: 규산염유리 내부에 철망을 삽입하여 화재시 유리가 파손되어도 유리파편의 비산을 최소화한 유리
내열유리: 일반유리에 비해 구조적으로 단단한 경질유리로 내열강화유리, 저팽창방화유리, 내열결정화 유리가 있다.
저방사유리(로이유리): 시설물 에너지 누출을 저감하기 위하여 태양의 적외선의 반사 및 실내 온도 방출을 저감시킨 유리
서랭점: 유리의 점도가 $10^{12.4}$ Pa · s에 해당되는 온도로서, 제품의 변형이 생기지 않으면서 내부 열응력을 해소시키는 최고온도
연화점: 유리가 연화하기 시작하는 온도로서, 이 온도에서 유리의 점도는 $10^{6.6}$ Pa · s

1001.1.5 주요기호
A : 단면적
a : 단변길이 또는 2변 단순지지에서 지지점 간격
B : 접합유리의 폭
b : 유리판의 너비
b_i : 최소 실란트 접착너비
c_t : 백킹바와 접합된 복층유리의 실란트 최소너비
E : 유리판의 탄성계수
e : 편심거리
G_i : 접합유리 및 복층유리에서 중간막 재료의 전단탄성계수

I : 단면2차모멘트

I_1, I_2 : 접합유리 또는 복층유리에서 각 유리판의 단면2차모멘트

I_{eq} : 접합유리에서 등가 단면2차모멘트

k_{pane} : 접합유리에서 검토할 유리판의 하중분담계수

L_{cr} : 좌굴길이

L_s : 각형 유리창의 단변길이

M : 모멘트

N : 축하중

N_{cr} : 좌굴하중

n : 접합유리에서 유리판의 총 개수

p : 설계압력 또는 유리창에 작용하는 허용풍압

p_0 : 바깥 유리창에 작용하는 허용풍압

p_b : 허용부착강도

t : 유리판의 최소두께

t_1, t_2 : 접합유리 또는 복층유리에서 각 유리판의 두께

t_{eq} : 접합유리의 등가 두께

t_i : 접합유리에서 각 유리판의 최소두께 또는 접합유리 및 복층유리에서 중간막의 두께

t_{pane} : 접합유리에서 검토할 유리판의 최소두께

W : 탄성단면계수

w_0 : 유리판 중앙부 처짐 또는 중앙부 초기처짐

$w_{\max}$: 유리판 중앙부 최대처짐

z_1, z_2 : 접합유리 또는 복층유리에서 전단면의 도심으로부터 각 유리판의 도심까지의 거리

λ : 접합유리에서 합성작용의 정도

λ_{test} : 접합유리에서 휨실험으로 증명한 합성작용의 정도

$\sigma_{\max}$: 최대압축응력

1001.2 설계 방법

1001.2.1 일반

유리구조는 유리의 설계강도를 통한 구조안전성을 확인해야 하며 처짐제한, 진동 등의 사용성을 확보하여야 한다.

1001.2.2 극한상태

1001.2.2.1 강도와 구조안정성
유리구조의 재료파괴 및 구조적 안정성을 유지하지 못하는 상태를 극한상태로 정의한다.

1001.2.2.2 연쇄붕괴
유리구조의 부분적인 파괴가 인접한 유리구조에 영향을 주어 연쇄적인 파괴로 발전하지 않아야 한다.

1001.2.3 사용성 한계

1001.2.3.1 처짐
유리판 및 유리구조지지 부재의 변형을 고려하여 성능저해 여부를 확인하여야 한다.

1001.2.3.2 진동
사용자 또는 하중으로 발생하는 진동이 과도한 경우 진동저감조치가 필요하다.

1001.3 설계 하중

1001.3.1 안전성
유리구조설계의 기본적으로 3장 하중 조항을 따르나 유리구조의 안전성을 확보하기 위하여 다음 하중조합에 따라 요구강도를 만족하여야 한다.

$$1.4D+1.6L+1.4(H+F_a) \quad (0301.5.1.)$$

$$1.4D+1.4(H+F_a)+1.2T \quad (0301.5.2.)$$

$$1.2D+1.2L+1.2(H+F_a)+1.2W+1.2T \quad (0301.5.3.)$$

1001.3.2 사용성
유리구조의 사용성 검토를 위한 하중조합 (0301.5.1.), (0301.5.2.), (0301.5.3.)에서 하중계수로 1.0을 사용한다.

1001.3.3 지지구조의 변형하중
유리구조를 지지하는 구조물에 가해지는 고정하중, 활하중, 풍하중 및 온도하중으로 인해 발생하는 변형이 유리 및 지지구조에 미치는 영향을 고려해야 한다.
(1) 콘크리트 구조의 장기처짐현상
(2) 지진 및 풍하중의 층간변위
(3) 다층구조의 기둥축소현상

1001.3.4 온도하중

(1) 유리구조는 -20C부터 50C범위의 온도로 발생하는 변형을 고려하여야 한다.

(2) 외부 투과 유리구조와 적외선저감 유리의 성능을 고려하여 유리의 열팽창효과를 고려해야 한다.

1001.3.5 하중지속시간

(1) 설계하중의 지속시간에 따라 설계강도를 저감해야 한다.

(2) 유리구조에 3초 이하의 하중은 단기하중으로 분류하며 3초 이상 1일 이내로 하중이 지속하는 중기하중으로 분류한다. 그리고 1일 이상 지속하는 장기하중으로 분류한다.

1001.4 유리의 설계강도

1001.4.1 품질 및 규격

유리구조의 품질은 산업규격에 정하는 기준을 만족하여야 한다. 유리구조의 설계에 사용되는 유리는 비강화유리, 반강화유리, 강화유리 등을 포함한다.

1001.4.2 비강화유리, 반강화유리, 강화유리

비강화유리의 재료 물성 값은 <표 1001.4.1.>을 따른다.

<표 1001.4.1> 비강화유리의 재료 물성 값

항목	물성값
압축강도	5000 ~ 8000 N/mm^2
인장강도	45 N/mm^2
탄성계수	$7x10^4$ N/mm^2
푸아송비	0.22
모스경도	6
선팽창율	9 ~ $10x10^{-6}$ /℃
연화온도	650 ~700℃
열전도율	0.68 Kcal/mh℃
비중	2.5

1001.4.2.1 설계강도와 허용응력

(1) 유리종류에 따라 정해진 강도를 확보해야 한다.

(2) 하중지속종류에 따라 설계강도를 저감하여야 한다.

(3) 유리표면처리에 따라 파괴확률을 고려하여 강도를 저감해야 한다.

<표 1001.4.2> 유리 종류별 설계강도

유리종류	설계강도 (N/mm^2)	허용응력 (N/mm^2)
비강화유리	20.0	18.0
반강화유리	40.0	29.0
강화유리	80.0	50.0

<표 1001.4.3> 하중지속시간에 따라 설계강도

유리종류	강도감소계수		
	단기하중	중기하중	장기하중
비강화유리	1.0	0.53	0.29
반강화유리	1.0	0.73	0.53
강화유리	1.0	0.81	0.66

<표 1001.4.4> 유리표면상태에 따른 강도감소계수

유리표면상태	표면처리감소계수
일반	1.0
세라믹처리 또는 에나멜처리	0.625
요철처리	0.5

1001.4.3 복합유리구조

1001.4.3.1 접합유리

2개 이상의 판유리 사이를 합성수지 등을 이용하여 접합시킨 유리로서, 실험을 통해 합성작용을 확인하지 않는 경우 응력전달은 무시한다.

1001.4.3.2 단열복층유리

2개 이상의 판유리와 중간공기층으로 이루어진 복층유리로서, 단열 및 소음저감을 목적으로 제작한 단위부재이다. 열반사 등 추가적인 기능이 가능하다.

1001.4.3.3 에너지단열유리

유리 표면의 도포로 열적성능을 향상시킨 유리로서 구조적인 성능의 변화는 고려하지 않는다.

1001.4.3.4 내화등급유리

유리구조의 기본성능 만족여부를 위한 재료성능시험을 수행하여야 한다.

1001.5 유리구조해석

1001.5.1 일반

(1) 유리구조의 안전성과 안정성 확보를 위하여 6 ㎜이상의 두께의 유리를 사용하여야 한다. 설계에 사용하는 유리 유리두께는 제품에서 제시한 공칭두께 대신 최소두께를 사용하여야 한다.

(2) 장기하중에 저항하는 유리구조부재의 경우 접합유리를 사용하여야 하며, 외기와 접하는 유리구조에는 강화유리를 사용하여야 한다.

(3) 유리판의 면적이 2.5 m^2 이상이거나 바닥에서 5 m 이상 높이 설치되는 유리구조에는 강화유리를 사용한 접합유리를 사용하여야 한다.

(4) 지붕유리구조와 출입이 가능한 캐노피형식의 유리구조, 바닥유리구조 등 중장기하중을 받는 경우 복합접합유리구조를 사용하여 안전성을 증대시켜야 한다. 또한 이러한 구조요소에서는 부분적으로 1개의 유리판 파괴가 후속적으로나머지 유리판 파괴를 유발하자 않도록 우발적인 하중에 지지할 수 있는 부정정구조로 여유 강도를 확보해야 한다.

1001.5.2 구조해석

유리판의 최대처짐이 유리두께의 3/4을 초과하지 않은 경우에는 설계검토를 위한 주요응력 산정은 탄성해석으로 가능하다. 최대처짐크기가 유리판 두께를 초과하는 경우 비선형해석을 통해 처짐을 산정하여 그 효과를 고려한다.

1001.5.2.1 접합유리의 해석

접합유리의 합성작용을 고려하지 않고 개별적인 유리판의 하중분담은 다음 식을 이용한다.

$$k_{pane} = \frac{t_{pane}^3}{\sum_i^n t_i^3} \qquad (1001.5.1)$$

여기서, k_{pane}: 검토할 유리판의 하중분담계수

t_{pane}: 검토할 유리판의 최소두께 (㎜)

t_i: 각 유리판의 최소두께 (㎜)

n: 유리판의 총 개수

실험으로 검증한 합성작용의 효과는 동등한 단일단면의 유리판 성능의 70%를 초과할 수 없다. 합성효과계수는 다음

과 같이 정한다.

$$\lambda = \frac{I_{eq}}{I} = \left(\frac{t_{eq}}{\sum_{i}^{n} t_i} \right)^3 \qquad (1001.5.2)$$

단 합성효과는 단기적으로 작용하는 하중에 대하여 고려하여야 한다.

여기서, λ: 합성작용의 정도 (λ_{test}와 0.7 중 작은 값)

λ_{test}: 휨실험으로 증명한 합성작용의 정도

$I_{eq} = Bt_{eq}^3/12$: 등가 단면2차모멘트 (mm^4)

$I = B(\sum_{i}^{n} t_i)^3/12$: 단면2차모멘트 ($mm^4$)

B: 접합유리의 폭 (mm)

t_{eq}: 접합유리의 등가 두께 (mm)

1001.5.2.2 복층단열유리 구조

복층사이의 공기압의 효과와 온도 등을 고려하여 개별유리판의 하중분담효과를 25% 증가하여야 한다.

1001.5.3 처짐 제한

1001.5.3.1 유리판의 처짐

유리판 지지조건에 따라 처짐제한은 다음과 같다.

(1) 4변 단순지지의 경우 단변길이의 1/60을 초과할 수 없다.

(2) 3변 단순지지의 경우 자유단 길이의 1/60과 다른 지지변 길이의 1/30 중 작은 값을 초과할 수 없다.

(3) 2변 단순지지의 경우 유리판 지지점 간격의 1/60을 초과할 수 없다.

(4) 캔틸레버는 자유단까지 길이의 1/30을 초과할 수 없다.

1001.5.3.2 테두리 지지구조의 처짐

(1) 7.2m 이하 경간의 지지부재는 경간의 1/180 또는 2 mm를 초과하지 않아야 하며, 7.2 m 이상 경간의 지지구조는 경간의 1/360을 초과할 수 없다.

(2) 캔틸레버식 지지구조는 경간의 1/90 또는 20 mm를 초과할 수 없다.

1001.6 유리구조부재 및 요소설계

1001.6.1. 벽체형 유리구조

1001.6.1.1 보 부재

유리지지구조와의 접합상태를 단순지지로 간주하여 처짐과 응력을 산정한다.

1001.6.1.2 처짐산정

최대 처짐과 압축응력 및 좌굴하중은 유리판의 개수에 따라 단면2차모멘트 값으로 산정한다. 중앙부의 최대처짐은 다음 식으로 산정한다.

$$w_{\max} = \frac{e}{\cos\left(L_{cr}/2\sqrt{N/N_{cr}}\right)} + \frac{w_0}{1-N/N_{cr}} \tag{1001.6.1}$$

여기서, $w_{\max}$: 중앙부 최대처짐

e: 편심거리

w_0: 중앙부 초기처짐

L_{cr}: 좌굴길이

N: 축하중

N_{cr}: 좌굴하중

중앙부 처짐은 지지구조와 접합조건에 따라 다음 식을 사용한다.

(1) 4변 단순지지

$$w_0 = \frac{k_w p a^4}{Et^2} \tag{1001.6.2}$$

여기서, w_0: 중앙부 처짐 (mm)

k_w: $= \dfrac{0.0284}{\left[1.056(a/b)^5 + 1\right]}$

p: 설계압력 (kPa)

a: 단변길이 (mm)

또는 2변 단순지지에서 지지점 간격 (mm)

E: 유리판의 탄성계수 (kPa)

t: 유리판의 최소두께 (mm)

(2) 2변 단순지지

$$w_0 = \frac{5pa^4}{32Et^2} \tag{1001.6.3}$$

1001.6.1.3 기둥부재

최대압축응력은 다음 식을 이용할 수 있다.

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{N}{A} \pm \frac{N}{W}\left(w_{\max} + w_0 + e\right) \tag{1001.6.4}$$

여기서, $\sigma_{\max}$: 최대압축응력

N: 축력

M: 모멘트

A: 단면적

W: 탄성단면계수

접합유리 또는 복층유리의 좌굴하중은 다음 식으로 산정한다.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2\left(1 + \alpha + \pi^2\alpha\beta\right)}{1 + \pi^2\beta} \frac{EI_s}{L_{cr}^2} \tag{1001.6.5}$$

여기서, E: 유리판의 탄성계수

2중 유리판 좌굴하중 산정에 적용하는 계수는 다음 식을 사용한다.

$$\alpha = \frac{I_1 + I_2}{I_s};\ \beta = \frac{t_i}{G_i b\left(z_1 + z_2\right)^2} \frac{EI_s}{L_{cr}^2};$$
$$I_s = b\left(t_1 z_1^2 + t_2 z_2^2\right) \tag{1001.6.6}$$

여기서, I_1, I_2: 각 유리판의 단면2차모멘트

t_1, t_2: 각 유리판의 두께

z_1, z_2: 전단면의 도심으로부터 각 유리판의 도심까지의 거리

b: 유리판의 너비

G_i: 중간막 재료의 전단탄성계수

t_i: 중간막 재료의 두께

3중 복층 유리판의 좌굴하중 산정을 위해 필요한 계수산정은 다음 식을 사용한다.

$$\alpha = \frac{2I_1 + I_2}{I_s};\ \beta = \frac{t_i}{2G_i b z_1^2}\frac{EI_s}{L_{cr}^2};\qquad (1001.6.7)$$
$$I_s = 2bt_1 z_1^2$$

1001.6.2 커튼 월

(1) 지지부재는 강구조기준과 알루미늄구조 설계기준에 따라 구조안전성을 확보해야 한다.

(2) 실물크기 시험체 실험을 통해 설계 요구성능의 만족여부를 확인하여야 한다.

(3) 횡하중 및 구조시스템의 변형효과, 열팽창효과, 수밀성과 기밀성의 확보, 내구성을 검토해야 한다.

1001.6.3 인장력 지지구조

(1) 구조시스템 또는 프리스트레스 공법을 이용한 인장케이블의 인장응력상태를 구조물의 변형을 유발하지 않도록 지속적으로 유지하여야 한다.

(2) 케이블의 장기간 응력완화 및 크리프 효과를 검토하여야 한다.

1001.6.4 난간형 유리구조

(1) 난간 손잡이 구조는 유리판 상부 또는 바닥에 연속 부재를 통해 고정되어야 한다.

(2) 모서리에 위치한 난간 유리구조는 풍하중 압력변화를 고려하여 추가 모멘트 응력을 고려하여 안전성을 확보해야 한다.

(3) 상부 손잡이 레일은 중간 유리판의 파괴가 발생할 경우에도 나머지 유리판에 부착되어 사용자 안전을 확보하여야 한다.

(4) 유리판 하부에 클램프 형의 접합부 폭은 100 mm 이상, 두께는 12 mm 이상 확보하여야 한다. 볼트형 클램프의 최대간격은 500 mm를 초과할 수 없다.

(5) 볼트를 사용하지 않는 클램프는 삽입깊이가 90 mm 이상 확보해야 한다.

1001.7 접합부설계

1001.7.1 실란트

(1) 유리와 유리지지구조부재의 접합용으로써 강도와 수밀성을 확보하여야 한다.

(2) 구조용 실란트의 허용강도는 130 kPa 이상 확보해야 하며, 구조용 및 내후용 실란트의 압축 및 인장 변형능력은 25% 이상 확보하여야 한다.

(3) 구조용 실란트의 접착너비는 최소 6 mm 이상이어야 한다.

1001.7.1.1 외부 유리판 지지용 실란트

4변 실란트지지의 경우, 실란트의 최소접착너비는 다음 식으로 결정한다.

$$b_i = \frac{0.5pL_s}{p_b} \qquad (1001.7.1.)$$

여기서, b_i: 최소 실란트 접착너비 (mm)
L_s: 각형 유리창의 단변길이 (mm)
p: 유리창에 작용하는 허용풍압 (kPa)
p_b: 허용부착강도 (kPa)

1001.7.1.2 복층유리용 실란트
복층유리판이 백킹바의 충분한 접착강도를 확보하기 위하여, 실란트의 최소너비는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$c_t = \frac{0.5p_0L_s}{p_b} \qquad (1001.7.2.)$$

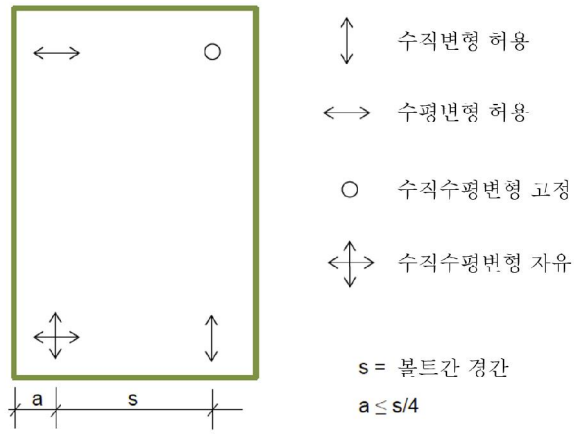
여기서, c_t: 백킹바와 접합된 복층유리의 실란트 최소너비 (mm)
p_0: 바깥 유리창에 작용하는 허용풍압 (kPa)

1001.7.2 유리접합
각각 유리재료가 직접 접촉하는 재료의 경도는 유리재료의 경도를 초과하지 않아야 한다.

1001.7.2.1 유리 프레임 구조
(1) 프레임 지지구조는 강도 및 처짐제한을 만족하여야 한다.
(2) 유리판 단부는 최소 10 mm 이상의 깊이로 프레임 틀에 삽입되어 접합재료로 부착되어야 한다.
(3) 유리재료는 프레임 재료 면에서 6 mm 이상 확보한다.
(4) 프레임과 유리판 사이 접합재료의 두께는 5 mm 이상 확보한다.
(5) 프레임 틀과 프레임 접합부는 유리판을 통해 전달되는 설계하중에 견딜 수 있어야 한다.

1001.7.2.2 접합재
1201.7.1.에서 명시한 재료강도 및 변형능력을 확보해야 한다.

1001.7.2.3 볼트접합
(1) 볼트와 유리판 사이에는 직경 50 mm 이상 조임판과 개스킷을 설치하여야 한다.
(2) 볼트 접합으로 이루어진 캔틸레버 길이는 볼트접합 사이 경간의 1/4를 초과할 수 없다.
(3) 열응력을 고려한 전형적인 유리판 볼트접합의 허용 면내변형방향은 다음 그림과 같다.



[그림 1001.7.1.] 유리판 볼트접합의 허용 면내변형 방향

1001.7.2.4 물림형 유리지지

(1) 물림접합의 고정부는 유리판재 당 최소 4개 이상 설치하여야 한다.

(2) 물림접합의 고정부 사이 간격은 600 mm를 초과할 수 없다.

(3) 각 고정부의 물림길이는 50 mm 이상 그리고 물림깊이는 최소 25 mm 이상 확보하여야 한다.

(4) 유리판 모서리부터 고정부 중심까지의 길이는 고정부간 길이의 1/4을 초과할 수 없다.

1001.7.3 유리판 구멍

1001.7.3.1 구멍 직경과 위치

(1) 구멍은 6.4 mm 이상 또는 유리판 두께보다 커야 한다. 원형이 아닌 구멍의 모서리는 완곡하게 마감하여야 하며, 내부반경은 최소 유리두께 이상이어야 한다.

(2) 유리판 단부와 구멍의 최소 간격은 6 mm 이상 또는 유리판 두께 2배 이상을 확보하여야 한다.

(3) 구멍의 순간격은 10 mm 이상 또는 유리두께 2배 이상 유지하여야 한다.

(4) 유리판 구석구멍의 대각선 단부 간격은 유리두께의 6.5배 이상 확보하여야 한다.

1001.7.4. 중간막 재료

접합유리 및 복층유리에 사용되는 중간막 재료는 규격에서 정하는 인장강도와 탄성계수 그리고 변형능력을 만족하여야 한다.

1002 막구조

1002.1 일반사항

1002.1.1 적용범위

이 조항은 막구조에 관한 설계하중, 재료, 구조해석 및 설계 등에 적용한다.

1002.1.2 용어의 정의

막구조 : 자중을 포함하는 외력이 셀구조물의 기본원리인 막응력에 따라서 저항되는 구조물로서, 휨 또는 비틀림에 대한 저항이 작거나 또는 전혀 없는 구조

초기 인장력 : 연성 막재의 형상을 유지하기 위해 도입하는 초기하중

공기막구조 : 공기막 내외부의 압력 차에 따라 막면에 강성을 주어 형태를 안정시켜 구성되는 구조물

내압 : 공기막구조를 형성하기 위한 내부압력

막재 : 직포, 코팅재에 따라 구성된 재료. 고무시트 등 구성재가 다른 재료는 고려하지 않음

직포 : 섬유실에 따른 직물 또는 망목상 직물

코팅재 : 직포의 보호 및 방수 등의 목적으로 직포에 도포하는 재료

인장크리프 : 지속하중으로 인하여 막재에 일어나는 장기변형

인장강도 : 재료가 견딜 수 있는 최대 인장응력

인열강도 : 재료가 접힘 또는 굽힘을 받은 후 견딜 수 있는 최대 인장응력

열판용착접합 : 판을 눌러 막재의 겹치는 부분을 코팅제 또는 해당 부분에 삽입한 용착필름을 용융하여 막재를 압착하는 접합방식

봉제접합 : 접합하고자 하는 막재료의 겹친 부분을 다른 막재의 단부와 평행하게 봉제하는 접합방식

열풍용착접합 : 열풍을 이용하여 접합하고자 하는 막재의 겹친 부분의 코팅재를 용융하고 압착하여 접합하는 방식

고주파용착접합 : 고주파를 이용하여 막재의 겹친 부분의 코팅재를 용융하여 막재를 압착하여 접합하는 방식

형상해석 : 설계자의 의도와 역학적인 평형조건을 동시에 만족하는 형상을 찾는 일련의 해석과정이며, 막구조물 및 케이블구조물과 같은 연성구조물에 적용되는 해석방법

1002.2 설계하중

1002.2.1 하중기준

이 조항에서 사용하는 설계하중은 제3장(설계하중)에 따른다. 다만, 막구조 및 케이블구조의 형식, 구법, 시공법 등에 따라 특별히 발생하는 하중은 실제 상황을 고려하여 적절히 산정한다.

1002.2.2 하중종류

막구조의 구조설계에 적용되는 설계하중은 다음과 같다.

(1) 고정하중(D)

(2) 활하중(L)

(3) 적설하중(S)

(4) 풍하중(W)

(5) 지진하중(E)

(6) 초기 인장력(T_i)

(7) 내부압력(P_i)

1002.2.3 하중조합

막구조의 허용응력설계법에 따른 하중조합은 <표1002.2.1>과 같으며 가장 불리한 경우로 설계한다.

<표 1002.2.2> 하중조합

구조형태	하중의 종류	하중조합	비고
막구조 및 케이블 구조	장기하중	$D+L+T_i(P_i)$	(P_i: 공기막구조 내압)
	단기하중	$D+L+S+T_i(P_i)$	(P_i: 공기막구조 내압)
		$D+L+W+T_i(P_i)$	(P_i: 공기막구조 내압)

D : 고정하중 L : 활하중 S : 적설하중 W : 풍하중
T_i : 초기장력 P_i : 내부압력

1002.3 막구조의 재료(막재)

1002.3.1 막재의 구성

기준에서 인정하는 막재는 직포, 코팅재 및 그 외 구성된 재료를 의미한다.

1002.3.2 막재의 강도 및 내구성

막재의 강도 및 내구성은 <표 1002.3.1>에 따른다.

1002.3.3 막재의 분류

구조내력상 주요한 부분에 사용하는 막재는 다음 각호에 해당하는 기준에 적합해야 한다.

(1) 막재는 <표 1002.3.2>와 같이 직포에 사용하는 섬유실의 종류와 코팅재(직포의 마찰방지 등을 위하여 직포에 도포)에 따라 분류된다.

(2) 두께는 0.5mm 이상이어야 한다.

(3) 1㎡당 중량은 <표 1002.3.3>과 같다.

(4) 섬유밀도는 일정하여야 한다.

(5) 인장강도는 폭 1cm당 300N 이상이어야 한다.

(6) 파단신율은 35% 이하이어야 한다.

(7) 인열강도는 100N 이상 또한 인장강도에 1cm를 곱해서 얻은 수치의 15% 이상이어야 한다.

(8) 인장크리프에 따른 신장률은 15%(합성섬유 직포로 구성된 막재료에 있어서는 25%) 이하이어야 한다.

(9) 구조내력상 주요한 부분에서 특히 변질 또는 마찰손실의 위험이 있는 곳에 대해서는 변질 또는 마찰손상에 강한 막재를 사용하거나 변질 또는 마찰손상 방지를 위한 조치를 취한다.

(10) 막재에 대하여 빛의 반사율과 투과율을 고려한다.

(11) 구조물의 상황에 따라서 막재의 다양한 특성을 고려하여 재료를 채택한다.

<표 1002.3.1> 막재의 강도 및 내구성

인장강도	300N/cm 이상
파단 신장률	35% 이하
인열강도	100N 이상, 인장강도×1cm의 15% 이상
인장크리프 신장률	15%(합성섬유실에 따른 직포의 막재는 25% 이하)
변질 및 마모손상	변질·마모손상에 강한 막재 또는 변질 혹은 마모손상 방지를 위한 조치를 한 막재

<표 1002.3.2> 막재의 분류

막재의 종류	직포	코팅재
A종	KS L 2507(직조용 유리실)을 만족하는 단섬유(섬유 직경 3.0㎛에서 4.05㎛의 3(B)로 한정)를 사용한 유리섬유실	4불화에틸렌수지, 4불화에틸렌-퍼플루오알킬-비닐에테르 공중합수지 또는 4불화에틸렌-6불화프로필렌 공중합수지
B종	KS L 2507(직조용 유리실)을 만족하는 단섬유를 사용한 유리섬유실	염화비닐수지, 폴리우레탄수지, 불소계수지(4불화에틸렌수지, 4불화에틸렌-퍼플루오알킬-비닐에테르 공중합수지 또는 4불화에틸렌-6불화프로필렌 공중합수지를 포함), 클로로프렌고무 또는 클로로술폰화 폴리에틸렌고무
C종	폴리아미드계, 폴리아라미드계, 폴리에스테르계 또는 폴리비닐알코올계의 합성섬유실	염화비닐수지, 폴리우레탄수지, 불소계수지, 클로로프렌고무 또는 클로로술폰화 폴리에틸렌고무

<표 1002.3.3> 막재의 단위중량

구성재	막재 A, B종 (유리섬유실의 직포)	막재 C종(합성섬유실의 직포)
막재 중량	550gf/㎡ 이상	500gf/㎡ 이상
직포 중량	150gf/㎡ 이상	100gf/㎡ 이상
코팅재 중량	겉과 안쪽 양면에서 400gf/㎡ 이상	겉과 안쪽 양면에서 400gf/㎡ 이상

1002.3.4 직포의 구성 및 섬유밀도

일반직물(직포)이란 제조시의 장력이 걸리지 않은 상태에서 종사와 종사 사이, 횡사와 횡사 사이의 망목 간격이 각각 0.5mm 이하인 것을 말한다. 망목 간격이 0.5mm를 초과하는 것을 통상 메시(Mesh)로 구별한다. 섬유밀도의 분산에 대한 기준치는 측정된 섬유밀도에 대하여 ±5% 이내이어야 한다.

1002.3.5 막재의 두께

막재 두께의 기준치는 두께 측정기를 이용하여 75mm 이상 간격으로 5개소 이상에 대하여 측정한 값의 평균치로 한다.

1002.4 막재의 강성 및 강도

1002.4.1 직물의 휨강성 측정

직물의 휨 측정은 KS L ISO 4604에 따라 300mm 이상 간격으로 5개소 이상에 대하여 측정한다.

1002.4.2 인장강도 및 인장신율 측정

종사방향 및 횡사방향의 인장강도 및 인장신율을 측정하여 품질기준치를 정한다.

1002.4.3 인열강도

종사방향 및 횡사방향의 인열강도를 측정하여 품질기준치를 정한다.

1002.4.4 코팅재 층의 접착강도

종사방향 및 횡사방향의 코팅재 밀착강도를 측정하여 품질기준치를 정한다.

1002.4.5 인장 크리프

종사방향 및 횡사방향의 인장크리프에 따른 신장률을 측정하여 품질기준치를 정한다.

1002.4.6 반복하중을 받는 경우의 인장강도 측정

반복하중을 받는 경우의 인장강도를 측정하여 품질 기준치를 정한다. 다만, 막재의 구성재 및 사용환경 조건에 따라 이 기준치를 요구하지 않는 경우 하지 않아도 된다.

1002.4.7 접힘 인장강도

막재의 접힘 인장강도는 종사방향 및 횡사방향 각각의 인장강도 평균치가 동일한 로트에 있어 시험 전에 측정된 각실 방향 인장강도 평균치의 70% 이상이어야 한다.

1002.4.8 내후성

막재는 외부 폭로에 대해 종사방향 및 횡사방향의 인장강도의 평균치가 막재의 종류에 따라 다음의 수치를 만족하여야 한다.

(1) A종 : 종사 및 횡사방향의 인장강도가 각각 초기인장강도의 70% 이상

(2) B종 및 C종 : 종사 및 횡사방향의 인장강도가 각각 초기인장강도의 80% 이상

1002.4.9 습윤시 인장강도

막재가 습윤상태에 있을 때 종사방향 및 횡사방향의 인장강도 평균치는 각각 초기인장강도의 80% 이상이어야 한다.

1002.4.10 고온시 인장강도

막재가 고온상태에 있을 때 종사방향 및 횡사방향의 인장강도 평균치는 각각 초기인장강도의 70% 이상이어야 한다.

1002.4.11 내흡수성
막재는 흡수길이의 최대치가 20mm 이하이어야 한다.

1002.5 막구조의 해석

1002.5.1 막구조의 해석순서
막구조의 해석은 형상해석, 응력-변형도해석, 재단도해석 순서로 이루어진다. 만약 필요하다면 시공해석도 수행하여야 한다.

1002.5.2 막구조의 해석방법
막구조의 구조해석에는 유한요소법, 동적이완법, 그리고 내력밀도법 등이 있다. 막구조의 해석에서 기하학적 비선형을 고려하여야 한다. 재료 비선형은 무시될 수 있지만 일반적으로 재료이방성은 고려하여 해석을 수행한다.

1002.5.3 형상해석
막구조에 있어서 케이블재와 막재의 초기장력 값은 막구조 형식, 하중, 변형, 시공 및 기타 요인들을 고려하여 결정한다. 막재에 도입하는 초기장력은 <표 1002.5.1> 값을 표준으로 한다.

<표 1002.5.1> 초기장력 값

막재의 종류	초기장력
A, B 종	2kN/m 이상
C 종	1kN/m 이상

1002.5.4 응력-변형도 해석
막구조의 응력-변형도 해석은 형상해석에서 결정된 초기장력과 기하학적 형상을 바탕으로 하며, 주어진 하중조합에 따라서 발생되는 막구조의 응력과 변형을 고려한다. 응력-변형도해석에 따른 결과가 형상 및 재료의 역학적 요구를 만족하지 않는 경우에는 형상해석을 다시 수행하여야 한다.

1002.5.5 재단도 해석
재단도 해석법에는 지오데식라인법, 플랫트닝법 등이 있으며, 커팅 라인을 결정하는 데 사용된다. 재단선의 외관, 막재의 폭을 고려한 효율적인 사용, 막의 직교이방성 등에 유의하여 재단선을 정한다. 재단도해석에서 초기장력과 막의 크리프 특성을 주의하여야 한다. 각각의 막 스트립의 수축 값에 따라 재단의 크기가 수정될 수 있기 때문에 막 특성에 근거하여 면밀히 확인하여야 한다.

1002.5.6 공기막구조 해석
공기막구조에 대해서 최대 내부압, 최소 내부압, 상시 내부압이 합리적으로 보장되어야 한다. 최대 내부압은 심각한 구조변경에서도 최악의 상태가 발생하지 않도록 설정하여야 한다. 최소 내부압은 정상적인 기후와 서비스 상태에서 구조 안전성을 확보하기 위한 것으로 일반적으로 $200\mathrm{N/m^2}$ 이상이어야 한다.

1002.6 막구조의 구조설계

1002.6.1 구조설계 고려사항

막재에 대한 설계는 허용응력설계법을 준용하며, 그 이외의 부재에 대해서는 허용응력설계법과 동등 이상의 구조설계법을 이용하여 막구조 또는 그 외의 구조를 병용한 건축물의 안전을 확인할 수 있는 구조계산이 이루어져야 한다.

1002.6.2 변위제한

막구조에 작용하는 하중 및 외력에 따른 변형은 비교적 크고 또한 바람에 따른 막면의 강제진동이 생길 수 있으므로 <표 1002. 6.1>과 같은 최대변위에 대한 제한규정을 적용한다.

<표 1002.6.1> 막재의 변위제한

막면의 지점간 거리	하 중	최대변위량/지점간 거리	
		주변이 골조 (골조막구조)	주변의 일부가 구조용 케이블 경계 (케이블막구조)
4m 이하	적설시	1/15 이하	1/10 이하
	폭풍시 하중의 1/2	1/20 이하	1/10 이하
4m 초과	적설시	1/15 이하	1/10 이하
	폭풍시	1/15 이하	1/10 이하

1002.6.3 막재의 허용인장응력

막재의 허용인장응력은 접합 등의 상황에 따라서 <표 1002.6.2.>에 따른다.

<표 1002.6.2> 막재의 허용인장응력

	접합상황		장기하중에 대한 허용인장응력 (N/cm)	단기하중에 대한 허용인장응력 (N/cm)
(1)	접합부가 없는 경우 또는 접합폭 및 용착폭이 40mm 이상인 경우	막재가 접히는 부분이 없는 경우	$\frac{F_t}{8}$	$\frac{F_t}{4}$
		개폐식 지붕과 같이 막재가 접혀지는 경우	$\frac{F_t}{8}$	$\frac{F_t}{5}$
(2)	(1)항 이외의 경우		$\frac{F_t}{10}$	$\frac{F_t}{5}$

F_t : 막재 각 방향의 기준강도(N/cm)

다만, 막재 및 막면 정착부 이외의 구조부재는 그 부재와 관련된 관계기준을 따른다.

1002.6.4 정착부의 허용인장응력

막면 정착부의 허용인장응력은 <표 1002.6.3>의 허용내력을 막면의 정착부 종류 및 형상에 따라 구한 유효단면적으로 나눈 수치로 하여야 한다.

<표 1002.6.3> 정착부의 허용인장응력

장기하중에 대한 인장의 허용내력	단기하중에 대한 인장력의 허용내력
$\frac{F_j}{6}$	$\frac{F_j}{3}$

여기서, F_j는 실험에 따른 막면 정착부의 최대인장력(단위 N)

1002.7 설계요구사항

1002.7.1 조명설계

반투명한 막재의 특성을 조명디자인에서 고려한다. 조명설비는 막 표면으로부터 최소 1.0m 떨어져 있어야 한다.

1002.7.2 배수설계

배수경사와 위치는 사용상 특성과 일반적인 평면의 요구에 따라 확인하여야한다. 또한 다설지역에서는 낙설 방지대책이 필요하다.

1002.7.3 막재와 구조물과의 이격거리

막재와 실내외 구조물과의 간격은 가장 불리한 조건을 고려하여 막 표면의 변형길이 보다 두 배 이상 길어야 하고 최소 1.0m로 하여야 한다.

1002.8 막재의 접합부 설계

1002.8.1 막재의 접합

구조내력상 주요한 부분의 막재 상호간 접합은 막재 상호 존재응력이 충분히 전달되도록 접합하여야한다. 막재의 종류에 따른 접합방법은 <표 1002.8.1>에 따른다. 다만, <표 1002.8.1>의 접합방법 이상으로 막재가 서로 존재응력을 전달하는 것이 가능한 경우는 <표 1002.8.1>의 제한을 따르지 않아도 된다.

<표 1002.8.1> 막재의 접합방법

구분	막재의 종류	접합방법
Ⅰ	A	열판용착접합
Ⅱ	B, C	봉제접합, 열풍용착접합, 고주파용착접합 또는 열판용착접합
Ⅲ	A, B, C 이외의 막재	막재의 품질 및 사용환경, 그 외의 실황에 따른 실험에 따라 Ⅰ 또는 Ⅱ와 동등 이상의 존재응력을 전달할 수 있는 접합

1002.8.2 접합부 인장강도

종사방향 및 횡사방향의 접합부 인장강도 평균치는 봉재접합부 인장시험에 이용하였던 막재에서 측정된 모재 초기인장강도의 70% 이상, 그 외의 다른 방법으로 접합된 접합부에 대해서는 같은 방식으로 동일 막재에서 측정된 모재 초기인장강도의 80% 이상으로 한다.

1002.8.3 접합부 내박리강도

종사방향 및 횡사방향 접합부의 내박리강도는 동일 로트 및 동일 접합방법으로 만들어진 시험편으로 접합부 인장시험에 따라 측정된 각 실 방향의 인장강도의 1% 이상이면서 또한 10N/cm 이상으로 한다.

1002.8.4 접합부 내인장 크리프
접합부의 내인장 크리프 특성에 대하여 종사방향 및 횡사방향 신장률의 평균치는 각각 15% 이하로 한다.

1002.8.5 고온상태에서의 접합부 인장강도
고온상태에 대한 종사방향 및 횡사방향의 접합부 인장강도 평균치는 초기인장강도의 60% 이상으로 하고, 또한 막재 A종에 대해서는 260℃의 온도에서 200N/cm 이상으로 한다.

1002.8.6 습윤상태에서의 접합부 인장강도
습윤상태에 대한 종사방향 및 횡사방향의 접합부 인장강도 평균치는 초기인장강도의 80% 이상이어야 한다.

1002.8.7 접합부 내후성
접합부의 폭로실험에 대해서 종사방향 및 횡사방향의 인장강도 평균치는 막재의 종류에 따라 다음의 수치를 만족하여야 한다.
(1) A종 및 B종 : 각 방향의 인장강도가 접합부 초기인장강도의 70% 이상
(2) C종 : 각 방향의 인장강도가 접합부 초기인장강도의 80% 이상

1003 케이블 구조

1003.1 일반사항

1003.1.1 적용범위
이 조항은 케이블 구조에 관한 설계하중, 재료, 구조해석 및 설계 등에 적용한다.

1003.1.2 용어의 정의
케이블구조 : 휨에 저항이 작은 구조로 인장응력만을 받을 목적으로 케이블 부재로 제작 및 시공되는 구조물
초기장력 : 연성 막재의 형상을 유지하기 위해 도입하는 초기하중
인장강도 : 재료가 견딜 수 있는 최대 인장응력
형상해석 : 설계자의 의도와 역학적인 평형조건을 동시에 만족하는 형상을 찾는 일련의 해석과정이며, 막 및 케이블구조물과 같은 연성구조물에 적용되는 해석방법

1003.2 설계하중

1003.2.1 하중기준
이 조항에서 사용하는 설계하중은 제3장(설계하중)에 따른다. 다만, 케이블구조의 형식, 구법, 시공법 등에 따라 특별

히 발생하는 하중은 실제 상황을 고려하여 적절히 산정한다.

1003.2.2 하중종류

케이블구조의 구조설계에 적용되는 설계하중은 다음과 같다.

(1) 고정하중(D)
(2) 활하중(L)
(3) 적설하중(S)
(4) 풍하중(W)
(5) 지진하중(E)

1003.2.3 하중조합

하중조합은 제3장 설계하중의 허용응력설계법의 하중조합 0301.5.2를 따른다. 막구조에 적용된 케이블 부재의 설계하중 조합은 1002.2.3에 따른다.

1003.5 케이블 재료

케이블 재료는 KS D 3509(피아노선재), KS D 3556(피아노선), KS D 3510(경강선), KS D 3559(경강선재), KS D 3514(와이어로프) 및 KS D 7002(PC 강선 및 PC 강연선) 규격에 맞는 선재를 냉간가공한 소선을 사용함을 원칙으로 하고, 다음 종류를 표준으로 한다.

(1) 구조용 스트랜드 로프
(2) 구조용 스파이럴 로프
(3) 구조용 록 코일 로프
(4) 구조용 평행선 스트랜드
(5) 피복 평행선 스트랜드
(6) PC 강연선

1003.6 케이블 재료의 성질

1003.6.1 파단하중

케이블 재료의 파단하중을 구하는 방법은 KS D 3514의 기준에 따른다. 단, PC 강선 및 강연선은 KS D 7002에 따른다.

1003.6.2 초기신장

케이블 재료에 대한 초기장력 도입 후의 초기신장의 크기는 <표 1003.6.1>에서 제시된 값을 표준으로 한다.

<표 1003.6.1.> 초기장력 도입 후의 초기신장

케이블 재료	초기신장 (%)
구조용 스트랜드 로프	0.1 – 0.2
구조용 스파이럴 로프 구조용 록 코일 로프	0.05 – 0.1
평행연 스트랜드 피복 평행연 스트랜드 PC 강연선(7가닥 꼬임, 19가닥 꼬임)	0

1003.6.3 탄성계수

케이블 재료의 탄성계수는 시험결과에 따라 구하는 것을 원칙으로 한다. 시험을 하지 않은 경우, 케이블 재료의 프리스트레싱 후의 탄성계수는 <표 1003.6.2>의 값으로 가정할 수 있다.

<표 1003.6.2> 프리스트레싱 후의 탄성계수

케이블 재료	탄성계수(N/mm^2)
구조용 스트랜드 로프	140,000
구조용 스파이럴 로프 구조용 록 코일 로프	160,000
평행연 스트랜드 피복 평행연 스트랜드	200,000
PC 강연선 (7 가닥 꼬임, 19 가닥 꼬임)	190,000

1003.6.4 크리프

케이블 재료의 크리프 변형은 <표 1003.6.3>에서 제시된 값을 표준으로 한다.

<표 1003.6.3> 케이블 재료의 크리프 변형도

케이블 재료	크리프 변형도(%)	응력 수준
구조용 스트랜드 로프	0.025	장기 허용인장응력 이하 단기 허용인장응력은 장기의 1.33배로 한다.
구조용 스파이럴 로프 구조용 록 코일 로프	0.015	
평행연 스트랜드 피복 평행연 스트랜드 PC 강연선	0.007	

1003.6.5 선팽창 계수

케이블 재료의 선팽창 계수는 $1.2\times10^{-5}/℃$ 를 기준으로 한다.

1003.9 케이블구조의 구조해석

1003.9.1 케이블 부재에 대한 해석상 가정

케이블 부재는 원칙적으로 인장력에만 저항하는 선형 탄성부재로 가정한다.

1003.9.2 케이블 부재의 모델링

구조해석은 경계조건을 포함한 구조모델을 적절히 설정한 후에 수행한다.

1003.9.3 초기형상해석

케이블구조의 형상은 케이블의 장력분포와 깊은 관계가 있으므로 초기형상해석을 수행한다.

1003.10 케이블구조의 구조설계

케이블구조에 대한 설계는 허용응력설계법을 적용한다. 허용응력설계법과 동등 이상의 구조설계법을 적용하여 케이블 또는 그 외의 구조를 병용하는 건축물을 설계할 수 있으며, 이 경우 구조물의 안전을 확인할 수 있는 구조계산이 적절히 이루어져야 한다.

1003.10.1 안전율

케이블 구조의 안전율은 3.0을 기준으로 한다. 따라서, 케이블 재료의 장기허용인장력은 파단하중의 1/3을 기준으로 하며, 단기허용인장력은 장기허용인장력에 1.33을 곱한 값으로 한다.

1003.10.2 케이블의 형상 설정

케이블 구조의 설계 형상은 고정하중에 대해 각 케이블이 목표로 하는 장력(초기장력)상태에서 평형이 되도록 설정한다.

1003.10.3 초기장력 설정

케이블 구조에서 각 케이블의 초기장력은 구조물에 필요한 강성을 확보하고, 외력변화 등에 따른 케이블의 장력손실에 따른 불안정 현상이 발생하지 않도록 설정한다.

1003.10.4 설계요구사항

케이블의 구조 설계 시에는 현장실정에 맞도록 다음과 같은 항목에 대하여 검토한다.

(1) 바람에 의한 진동

(2) 케이블 부재 및 정착부재의 크리프, 이완의 영향

(3) 피로

(4) 온도 변화에 의한 영향

1003.11 접합부 상세설계

1003.11.1 케이블 단부

(1) 케이블의 단부는 정착방식에 따라 마찰형, 압착형, 쐐기형으로 구분되며 케이블의 장력을 정착부에 충분히 전달할 수 있도록 한다.

(2) 케이블의 단부 정착철물은 케이블과 일체화 되어야 하며, 케이블과의 완전한 결합, 피로성능, 외부환경에 의한 충분한 내구성을 유지하여야 한다.

1003.11.2 케이블 교차부

케이블의 교차부는 케이블의 손상이 생기지 않도록 적절한 교점 정착철구를 사용하여 케이블 상호간의 힘의 전달을 확실히 하도록 하여야 한다.

1003.11.3 케이블 굴곡부

케이블의 굴곡부는 휨과 측압에 의한 강도저하를 고려하여 적절한 곡률을 갖는 정착철물로 지지한다.

1003.11.4 정착부

정착부는 케이블의 장력을 원활하고 확실하게 지지구조에 전달할 수 있는 구조로 하고, 케이블의 변형에 충분히 대응할 수 있어야 한다. 또한 2차 응력이나 케이블의 가설 및 장력 도입방법 등을 충분히 고려하여야 한다.

1003.11.5 마감재

케이블에 마감재를 부착하는 경우 부착철물의 구조는 마감재에 가해지는 외력을 케이블에 원활하고 정확하게 전달할 수 있는 것으로 한다. 또 마감재 및 부착철물은 케이블의 변형에 지장이 없도록 해야 하며, 케이블에 손상을 주지 않는 구조로 한다.

1003.11.6 케이블의 방식과 방청

케이블 및 접합부 상세 설계에 있어서는 방식성능에 관해 충분히 검토하여야 한다. 또한 케이블이 손상을 입을 가능성이 있는 경우에는 방청성능 확보에 특별한 주의를 요한다.

1003.11.7 내화피복

케이블재료 및 접합부재 등이 직접 화염에 노출될 위험이 있는 경우는 이들 재료의 고온상태의 특성을 충분히 고려한 내화피복을 해야 한다. 다만, 막구조에 적용되는 케이블 구조의 경우에는 건축법 제50조에 따라 주요구조부에만 내화구조로 할 수 있다.

1003.12 지지구조

지지구조는 케이블의 인장력을 원활하고 확실히 처리할 수 있는 구조로 하고, 적절한 강도와 강성을 확보해야 한다. 또한 케이블 구조와 지지구조는 서로 영향을 미칠 수 있으므로 이를 충분히 고려하여 설계해야 한다.

1004 부유식 구조

1004.1 일반사항

1004.1.1 적용범위

이 절은 정온수역의 위치에 설치되는 부유식 건물을 대상으로 한다. 이 절은 부유식 건물의 상부 구조와 하부 함체의 해석과 설계 절차에 대한 사항을 기술하며 철근콘크리트구조와 강구조, 강-콘크리트 합성구조 및 목구조 등과 같은 설계에 관련된 상세 내용은 이 기준의 해당 장들을 적용한다.

1004.1.2 용어설명

건현 : 부유식 구조물의 중앙에서 수면부터 부유식 함체의 상부 슬래브 위까지 수직으로 잰 거리.
계류시설 : 부유구조물이 바람, 유속에 따라 흘러가지 않도록 위치를 고정시키는 시설
밸러스트 : 함체의 안정을 유지하기 위해 함체의 바닥에 싣는 물이나 모래 따위의 중량물
부유식 건축물 : 대지 대신에 물 위에 뜨는 함체 위에 지어진 건축물
부유식 함체 : 자체 부력에 따라 물 위에 뜨는 구조로 된 함체
부유식 구조물 : 부유식 함체 위에 설치되는 부유식 건축물을 포함한 구조물의 총칭
저면바닥 : 물과 접촉하는 부유식 함체의 바닥면
정온수역 : 내수면 또는 해수면에서 항시 파고가 1m 이하인 곳을 의미한다.
정주형 : 거주용도의 건물을 의미하며, 장기 또는 단기 거주로 구분할 수 있다.
파랑하중 : 파도에 의해 구조물에 가해지는 하중
파압 : 파랑에 따라 함체가 물과 접하는 면에 발생하는 압력
측벽 : 함체에서 물과 접촉하는 외측벽
항주파 : 선박이 항해하면서 생기는 파도
흘수 : 함체가 떠 있을 때 수면에서 물에 잠긴 함체의 가장 밑 부분까지의 수직 거리

1004.2 하중

1004.2.1 일반사항

부유식 구조의 설계하중은 제3장(하중)과 구조물의 특수성, 사용조건, 작용환경 등으로 인한 하중을 적절히 고려하여야 한다.

1004.2.2 밸러스트에 의한 하중

부유식 구조에 적용된 항구적인 밸러스트의 하중은 고정하중으로 고려한다.

1004.2.3 부유식 구조의 활하중

(1) 부유식 건축물에 작용하는 활하중으로 0303(활하중)을 적용한다.

(2) 부유식 함체의 건현을 산정하기 위한 활하중은 부유식 구조의 사용에 필요한 소요건현으로 구한다.

1004.2.4 정수압과 부력

부유식 구조의 설계에서는 정수압과 부력의 영향을 고려한다. 정수압과 부력은 유체압(F)의 하중계수를 적용한다.

1004.2.5 계류, 견인장치에 의한 하중

부유식 구조의 계류 또는 견인으로 인한 하중에는 활하중의 하중계수를 적용한다. 계류력에 대해서는 1004.6(계류장치)을 참조한다.

1004.2.6 환경하중

(1) 파랑, 해류·조류 등의 유속, 조석, 지진, 지진해일·폭풍해일, 적설, 결빙, 유빙, 빙압, 생물부착 등의 환경하중을 고려하여야 한다.

1004.2.6.1 파랑하중

(1) 설계용 파고 및 주기는 부유식 구조의 설치위치 상황에 따른 파랑변형을 고려하여 설정해야 한다.

(2) 설계용 파향은 부유식 구조물 또는 그 부재에 불리한 영향을 줄 수 있는 모든 방향을 검토하여야 한다.

(3) 파랑하중은 수중에 잠긴 물체의 수평단면에서 파랑 진행방향에 직각인 길이(D)와 파랑의 파장(L) 비율 D/L에 따라 모리슨식 또는 수치계산 등을 선택 적용하여 산정한다.

(4) 파랑에 의해 부유식 구조가 흔들릴 때 동요에 의한 관성력이 상부구조물에 작용한다. 따라서 필요시 계류해석 등을 통해 부체의 동요에 따라 상부구조물 각각의 부재에 걸리는 가속도를 산정하여 관성력을 구하고 이에 따른 상부구조물의 안전성을 검토하여야 한다.

1004.2.6.2 해류·조류 등의 유체력

부유식 구조의 설계에서는 해류·조류 등에 의한 유체력을 고려해야 하며, 작용 유체력은 유향방향의 저항력과 그 직각방향의 양력으로 구분하여 산정한다. 홍수가 예상되는 위치에서는 0312(홍수하중)을 고려하여야 한다.

1004.2.6.3 지진하중

부유식 구조의 설계에서는 다음에 제시한 지진의 영향을 고려해야 한다.

(1) 계류장치를 매개로 해서 작용하는 진동력

(2) 지진에 의해 발생하는 지진해일

1004.2.6.4 적설하중

강설수역에 설치된 부유식 구조의 설계에 있어서 0304(설하중)에 규정된 내용을 포함하여 아래에 제시한 적설의 영향을 고려해야 한다.

(1) 부유식 구조에 중량으로 작용하는 적설

(2) 부유식 구조에 작용하는 풍하중 등을 증대시키는 적설
(3) 적설에 의한 부유식 구조의 복원성능에 대한 영향

1004.2.6.5 빙하중
유빙, 결빙 또는 착빙이 발생하는 수역에 설치된 부유식 구조의 설계에서 아래 항목에 제시된 얼음의 영향을 고려해야 한다.
(1) 해빙의 이동에 따라 작용하는 빙하중
(2) 결빙에 따른 빙압력
(3) 착빙에 따른 복원성의 영향
(4) 표류빙의 충돌

1004.2.6.6 생물부착 등
부유식 구조의 설계에서는 생물부착으로 인한 중량 증가와 증대된 외관치수에 작용하는 파력, 해·조류에 의한 유체력 증대 및 표면조도의 변화에 따른 저항력 증가와 같은 부착생물에 의한 영향을 고려한다.

1004.2.7 우발하중
부유식 구조의 특수성으로 인한 다음과 같은 우발하중이 작용할 수 있으므로, 구조물의 기능과 설계의도에 적합한 우발하중의 유형과 하중규모를 적절히 산정하여야 한다.
(1) 접안 과정이나 인접 부유식 구조와의 충돌에 의한 충격하중
(2) 화재, 폭발, 침수, 선박의 충돌 등에 의한 우발하중
(3) 수상 또는 수중의 쓰레기 침착에 의한 하중 등

1004.3 재료

1004.3.1 일반
부유식 구조물에 사용되는 재료는 건축구조기준의 콘크리트, 강구조, 목구조 등에서 정의하는 내용을 따르며, 아래의 사항을 추가 적용한다.

1004.3.2 재료 강도의 설정
환경하중 및 목표 내구년수를 고려하여 부유식 구조물에 적절한 콘크리트, 철근 및 강재를 선정하여 사용한다.

1004.3.3 콘크리트
콘크리트는 수·해양 환경에 있어 소요강도 및 내구성을 확보해야 하며, 품질의 편차가 적은 것으로 해야 한다.

1004.3.4 철근 및 PC강선
철근 및 PC강선은 설치되는 수·해양 환경의 조건하에서 충분히 안전하고 내구성을 가질 수 있도록 사용 실적을 고려

하여 선정한다. 어느 경우에도 KS 규격에 정해진 것 또는 그것과 동등 이상의 것을 사용해야 한다.

1004.3.5 강재

수·해양 건축물에 이용하는 강재는 구조재료 및 구조용 접합재료로 크게 구분할 수 있으며 그 구조물이 설치되는 노출상태 구분에 따라 적절한 방식을 고려한 뒤 강도, 인성, 용접성 등에 근거하여 선정한다.

1004.4 해석

1004.4.1 일반사항

(1) 부유식 구조의 구조해석은 자연 환경조건, 하중조건 및 구조물의 특성을 종합적으로 고려한 적절한 해석 방법에 근거하여야 한다. 해석 방법은 건축구조기준의 해당 설계를 기본으로 하지만 다른 관련 설계 규준, 문헌 등에 준해서 실시하여도 좋다.

(2) 복잡한 구조물의 경우에는 구조물을 단순화시키거나 축소 모형실험을 통하여 구조물의 거동을 확인하는 것이 바람직하다.

(3) 함체를 고정하는 계류시설의 해석 및 설계는 1004.6(계류장치)의 내용을 따른다.

1004.4.2 구조해석시 유의사항

부유식 구조물의 구조해석시에는 수·해양구조물의 특수성을 고려하여야 한다.

1004.4.3 정적해석

(1) 동적하중을 정적하중으로 치환하여, 정적해석에 의해서 구조물의 거동과 단면력을 산정한다.

(2) 설계요구에 적합한 계산 정확도를 얻을 수 있는 것이면 어떠한 해석방법이든 적용하여도 좋다. 동적해석에 의한 값보다 안전측의 해석결과 값을 제공하여야 한다.

1004.4.4 동적해석

(1) 정적하중으로 거동을 예측하기 어려운 구조물에 대해서는 동적해석에 따라 구조물의 거동과 단면력을 산정한다.

(2) 동적 해석은 전체적 응답(진동) 해석과 국부 응답(진동) 해석으로 나누어 실시할 수 있다.

1004.5 설계

1004.5.1 일반사항

(1) 부유식 구조의 상부구조물과 하부의 부유식 함체의 설계에 적용한다. 계류장치의 설계는 1004.6(계류장치)을 적용한다.

(2) 부유식 구조 위의 생명 및 재산에 대하여 위험이 될 만한 손상(부유식 함체의 침몰, 표류 및 파괴)을 일으키지 말아야 한다.

(3) 부유식 구조를 구성하는 구조물의 일부가 손상됨에 따라 일부가 기능하지 않은 경우에도 부유식 구조 본래의 기능은 상실하지 않아야 한다.

1004.5.2 하중계수 및 하중조합

(1) 공칭하중은 제3장 및 1004.2에 따른다.

(2) 부유식 구조물과 구조부재의 소요강도는 철근콘크리트구조의 경우 0503, 강구조의 경우 0702, 강-콘크리트 합성구조의 경우 0802, 목구조의 경우 0903의 하중조합 중에서 가장 불리한 경우에 따라 결정하여야 한다. 이 경우, 환경하중에 대한 하중계수는 환경하중에 대한 구조거동과 풍하중(W) 또는 지진하중(E)에 의한 거동이 반대로 작용하는 경우 0으로 한다.

1004.5.3 부유식 함체

1004.5.3.1 일반사항

(1) 부유식 함체는 수밀성과 안정성이 먼저 검토된 후에, 예상되는 하중에 대하여 함체시스템의 내력이 확보되고 각 부재별 내력이 만족하도록 설계한다.

(2) 부유식 함체는 철근콘크리트구조, 강구조, 강-콘크리트 합성구조 및 목구조 등의 적용이 가능하다. 단, 이 기준에서 구체적으로 규정하지 않은 재료에 대해서는 이 기준 0208장에 따라 설계기준강도 및 기계적 성능 등을 확인하여야 한다.

(3) 수직하중과 예상되는 파랑하중의 다양한 입사각에 대하여 종방향모멘트와 전단력에 저항하도록 설계하여야 한다.

(4) 수직하중에 따라 발생한 정수압과 파랑하중에 의한 파압에 저항할 수 있도록 부유식 함체의 측벽과 저면바닥을 설계하여야 한다.

(5) 부유식 함체는 파랑하중 등에 의한 피로항복이 발생하지 않도록 설계하여야 한다.

1004.5.3.2 강구조

(1) 부유식 함체를 강구조로 설계할 경우 제7장(강구조)과 제8장(강-콘크리트 합성구조)의 기준에 추가하여 아래의 규정을 고려하여야 한다.

(2) 부식에 따라 구조부재의 강도가 저하되는 것을 적절한 방법으로 방지하거나 부식을 허용하도록 설계하여야 한다. 부식을 허용하도록 설계하는 경우 강재의 부식에 의한 강도저하의 영향을 적절한 방법으로 고려하여야 한다.

(3) 파랑 등의 반복재하에 의한 피로를 고려하여야 한다.

(4) 두께 계측을 할 수 있도록 모든 구조체에 적절한 접근대책을 제공하도록 설계 및 제작해야 한다.

(5) 주요구조부재는 적절한 강도의 연속성을 보장할 수 있는 방법으로 배치하여야 한다. 갑작스런 부재 높이 또는 횡단면의 변화를 피해야 한다.

(6) 8mm를 초과하는 판 두께의 변화는 피해야 하며, 그러한 경우에는 중간 정도 두께의 판으로 전이구역을 두어야 한다. 맞댐용접의 개선은 이 기준에서 정하는 방법에 따라야 한다. 판두께의 국부적인 증가는 주로 필러를 사용한다. 필러는 모재와 같은 항복강도 및 재질의 판을 사용하여야 한다.

(7) 구조적 불연속이 존재하는 부분에서는 응력집중이 발생할 수 있으며, 그러한 응력집중을 줄이기 위하여 적절한 보강 등의 충분한 주의를 기울여야 한다.

(8) 2차구조부재가 주요구조부재 위치에서 끝나거나 절단되는 경우 구조적 연속성을 확보하기 위하여 브래킷 또는

보강재를 설치하여야 한다.

(9) 높은 응력이 발생한 지역은 개구부 설치도 가능한 피해야 한다. 개구부가 배치된 경우 개구부의 모양은 응력집중을 감소시킬 수 있도록 설계하여야 한다. 개구부는 둥글고 테두리가 매끄럽게 시공하여야 한다. 용접연결부는 응력집중부에서 적절히 벗어나도록 한다.

(10) 강도가 다른 강재를 사용하는 경우 경계부 응력에 주의를 기울여야 하며, 고강도강재의 주요구조부재의 강성과 변형에 의한 보강재의 과도한 응력을 피하기 위한 부재치수를 적절히 고려하여야 한다.

1004.5.3.3 철근콘크리트구조

(1) 부유식 함체를 철근콘크리트구조로 설계할 경우 제5장(콘크리트구조)에 추가하여 아래의 규정을 고려하여야 한다.

(2) 해풍, 해수 등에 노출된 부위는 0504에 따른 내구성 설계를 하여야 한다.

(3) 균열의 영향, 침투성, 표면손상 등을 고려하여 0505에서 정하는 최소 피복두께 이상이 되도록 한다.

(4) 파랑 등의 반복재하에 의한 피로를 고려하여야 한다.

(5) 철근 부식을 고려하여 에폭시도막철근, 내부식성 철근 등을 사용할 수 있다.

(6) 주요구조부재는 적절한 강도의 연속성을 보장할 수 있는 방법으로 배치하여야 한다. 갑작스런 부재 높이 또는 횡단면의 변화를 피해야 한다.

(7) 구조적 불연속이 존재하는 부분에서는 응력집중이 발생할 수 있으며, 그러한 응력집중을 줄이기 위하여 적절한 보강 등의 충분한 주의를 기울여야 한다.

(8) 철근의 용접이음 및 기계적 연결부는 저온의 영향을 고려하여 실험 등을 통하여 그 성능을 확인하여야 한다.

(9) 철근의 이음이나 프리스트레스 정착구가 정적허용응력의 50% 이상의 반복인장응력을 받을 경우 이음길이나 프리스트레스 정착길이를 50% 이상 증가시켜야 한다.

1004.5.3.4 기타구조

(1) 부유식 함체를 목구조로 설계할 경우 제9장의 기준 및 1004.5.3.1을 따른다.

(2) 이 기준에서 규정하고 있지 않은 기타구조로 설계할 경우 0207장에 따라 시스템이나 구조부재 및 접합부 등의 적정성 및 안전성을 검증해야 한다.

1004.5.4 상부구조물

(1) 상부구조물의 설계는 이 기준에 따르며 다음의 추가사항을 고려한다.

(2) 부유식 수·해양구조물은 저주파 진동에 의한 동요 영향이 최소화 되도록 설계한다.

(3) 부유식 수·해양구조물은 상하부 구조(RC, 프리스트레스, 강재)를 포함하여 사용하중에 의한 과도 처짐으로 비구조재 등의 손상을 유발하여 수·해양구조물의 사용성이 저해되지 않도록 설계한다.

1004.6 계류장치

1004.6.1 일반

이 절은 부유식 수·해양구조물을 일정 위치에 고정시키기 위한 계류장치에 대해 적용한다.

1004.6.2 계류장치의 종류
대표적으로 사용되는 계류 장치는 다음과 같은 종류가 있다.

1004.6.2.1 체인·와이어·탄성계류로프 계류장치
체인, 와이어, 탄성계류로프 등을 함체로부터 해저, 하저 또는 육상 등에 고정된 앵커까지 연결하여 함체의 위치를 고정하는 장치를 말한다.

1004.6.2.2 돌핀 계류장치
수직 강관말뚝이나 중력식 구조물, 자켓 구조물 등을 사용하여 함체에 작용하는 수평외력에 저항함으로써 함체의 위치를 고정하는 장치를 말한다.

1004.6.2.3 삼각대 계류장치
안벽이나 호안 그리고 함체에 각각 고정점을 설치하고 그 사이에 삼각대를 설치하여 함체를 고정하는 장치를 말한다.

1004.6.3 계류장치의 선정
계류장치는 설치장소의 환경조건과 함체의 운영조건 등을 정밀 검토하여 적절히 선정하여야 한다.

1004.6.4 계류해석
계류해석을 통해 계류장치에 걸리는 외력을 산정하고 함체의 동요량을 예측하여야 한다. 계류해석시 외력의 적용방향은 계류장치에 최대 하중을 발생시킬 수 있는 방향을 모두 고려하여야 한다.
체인·와이어·탄성계류로프 계류장치의 계류해석시는 임의의 한 계류삭이 파단되었을 때 다른 계류삭만으로도 안전한 위치유지가 가능한지에 대한 검토가 이루어져야 한다.

1004.6.5 체인·와이어·탄성계류로프 계류설계
체인·와이어·탄성계류로프 계류설계 시 설치 위치의 바람, 파랑, 조류 등 환경 자료와 수심 측량 및 지반조사 자료, 계류될 함체의 배치도와 상세도, 그리고 함체의 운영 및 유지관리 조건, 주변의 표류물, 선박 운항조건 등을 정밀 검토하여야 한다.
또한 기존의 해저배관이나 장애물, 난파선, 암초 등이 계류장치에 손상을 입힐 수 있으므로 설계시 주의하여야 한다.

1004.6.6 돌핀 계류설계
돌핀은 계류된 함체에 작용하는 모든 바람, 파랑, 조류 등 환경 외력과 수심, 지반조건, 표류물, 선박 등 주변 조건을 정밀 검토하여 충분히 안전하도록 설계하여야 한다.

1004.6.7 삼각대 계류설계

삼각대와 안벽 및 함체 연결부에 대한 설계시 모든 가능한 함체 동요와 환경 및 인위적 하중조건을 정밀 검토하여 충분히 안전하도록 설계하여야 한다.

[1002의 참고문헌]

1. 막구조 설계기준 및 해설, 사단법인 한국공간구조학회, 2010.6.
2. 막구조건축물·막재료 등의 기술기준 및 동해설, (사)일본막구조협회, 2003.
3. European Design Guide for Tensile Surface Structures, Tensinet, 1984.
4. Technical specification for membrane structures, DGJ08-97-2002, 209-2002, Shanghai, 2002.
5. Technical specification for inspection of membrane structures, DG/TJ08-2019-2007, J11015-2007, Shanghai, 2007.
6. 막재료의 탄성정수시험방법(MSAJ/M-02-1995, (사)일본막구조협회, 1995.
7. 막재료의 품질 및 성능시험방법(MSAJ/M-03-2003, (사)일본막구조협회, 2003.
8. 막구조건축물의 유지보전지침·동해설-막체등·강제부재편, (사)일본막구조협회, 1991.
9. KS, 산업자원부 기술표준원, 2007.9.

[1003의 참고문헌]

1. 케이블구조 설계기준 및 해설, 사단법인 한국공간구조학회, 2009.5.
2. 케이블 구조 설계지침·동해설, 일본건축학회, 1994.6.
3. Structural Applications of Steel Cables for Buildings, American Society of Civil Engineers, ASCE/SEI 19-16, 2016.
4. Technical specification for cable applications in building structures, DG/TJ08-019-2005, J10553-2005, Shanghai, 2005.

[1004의 참고문헌]

1. ACI Committee 357, “Report on Floating and Float-In Concrete Structures”, ACI357.2R-10, 2010.7
2. 한국선급, “초대형 부유식 해상구조물 Provisional Guidance”, 2006
3. 일본건축학회, “해양건축물 구조설계지침(부유식) ·동해설”, 1990
4. KDS 64 00 00 항만 및 어항 설계기준, 해양수산부, 2017

건축구조기준

제11장 내진 설계

제11장 내진 설계

1101 일반사항 / 1102 내진등급 및 성능목표 / 1103 지진구역 및 지진구역계수 / 1104 지반조건 및 설계응답스펙트럼 /
1105 내진설계범주 / 1106 지진력저항시스템 / 1107 지진하중의 계산 및 구조해석 / 1108 하중조합 및 설계 요구사항 /
1109 콘크리트구조의 고려사항 / 1110 강구조의 고려사항 / 1111 합성구조의 고려사항 / 1112 목구조의 고려사항 /
1113 조적구조의 고려사항 / 1114 지하구조물의 내진설계 / 1115 성능기반설계 / 1116 면진구조 /
1117 감쇠시스템을 적용한 구조물 / 1118 비구조요소 / 1119 건물외구조물 / 1120 기능수행 고려사항

1101 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 건축법과 주택법에 따라 건축하거나 대수선 및 유지·관리하는 건축물 및 건물외구조물의 구조체와 부구조체 및 비구조요소의 내진설계에 적용한다.

1.2 용어의 정의

- 가새골조 : 횡력에 저항하기 위하여 건물골조방식 또는 이중골조방식에서 중심형 또는 편심형의 수직트러스 또는 이와 동등한 구성체.
- 감쇠 : 점성, 소성 또는 마찰에 의해 구조물에 입력된 동적 에너지가 소산되어 구조물의 진동이 감소하는 현상
- 감쇠시스템 : 개별 감쇠장치 및 그로부터 구조물의 기초와 지진력저항시스템에 하중을 전달하는 구조요소 또는 가새 등을 모두 포함하는 구조체.
- 감쇠장치 : 감쇠시스템의 일부로서 장치 양 단부의 상대적 움직임에 따라 에너지를 소산시키는 유연한 구조요소. 감쇠장치를 다른 구조요소에 연결하기 위해 필요한 핀, 볼트, 거싯플레이트, 가새연장재 등의 구성요소들을 모두 포함. 감쇠장치는 변위의존형이나 속도의존형 또는 이들의 조합형으로 분류할 수 있으며, 선형 또는 비선형으로 거동.
- 강한격막 : 유연한 격막으로 분류되지 않는 격막.
- 건물골조방식 : 수직하중은 입체골조가 저항하고, 지진하중은 전단벽이나 가새골조가 저항하는 구조방식.
- 건물외구조물 : 건축법과 주택법의 적용을 받는 구조물 중 건물을 제외한 구조물
- 건물과 유사한 건물외구조물 : 건물외구조물 중 건물과 유사한 형태를 가지나 강도, 강성 혹은 질량의 분포가 건물과 다른 구조물.

- 건물과 유사하지 않은 건물외구조물 : 건물외구조물 중 건물과 유사하지 않은 형태를 가지는 구조물.
- 경계요소 : 격막이나 전단벽의 가장자리, 내부 개구부, 불연속면과 요각부에서의 인장 혹은 압축요소와 수집재.
- 기반암: 연암층, 퇴적층 또는 토층의 아래에 위치하는 전단파속도가 760m/s 이상인 단단한 암석층(보통암 등)
- 내력벽방식 : 수직하중과 횡력을 전단벽이 부담하는 구조방식.
- 내진설계책임구조기술자 : KDS 41 10 05의 7장에서 규정된 책임구조기술자의 자격을 갖춘 자로서 내진설계에 관련된 설계경험과 공학적 지식이 있는 자.
- 내진성능목표: 설계지반운동에 대해 내진성능수준을 만족하도록 요구하는 내진설계의 목표.
- 내진성능수준: 설계지진에 대해 시설물에 요구되는 성능수준. 기능수행수준, 즉시복구수준, 장기복구/인명보호수준과 붕괴방지수준으로 구분.
- 내진슬릿 : 내진설계상 조적조 혹은 비구조 콘크리트벽이 기둥과 접한 부분에 부재의 취성파괴를 방지하기 위해 설치하는 줄눈.
- 내진중요도 그룹 : 표 2.2-1에 따른 건물용도 및 내진중요도의 분류.
- 면진시스템 : 모든 개별 면진장치 사이에 힘을 전달하는 구조요소 및 모든 연결부의 집합체.
- 면진장치 : 설계지진 시 큰 횡변위가 발생되도록 수평적으로 유연하고 수직적으로 강한 면진시스템의 구조요소.
- 면진층 : 면진시스템과 상부·하부구조의 경계에 위치한 연결요소를 포함하는 부분.
- 모멘트골조방식 : 수직하중과 횡력을 보와 기둥으로 구성된 라멘골조가 저항하는 구조방식.
- 밑면 : 지반운동에 의한 수평지진력이 작용하는 기준면.
- 밑면전단력 : 구조물의 밑면에 작용하는 설계용 총 전단력.
- 변위의존형 감쇠장치 : 하중응답이 주로 장치 양 단부 사이의 상대변위에 의해 결정되는 감쇠장치로서, 근본적으로 장치 양단부의 상대속도와 진동수에는 독립적임.
- 보통모멘트골조 : 연성거동을 확보하기 위한 특별한 상세를 사용하지 않은 모멘트골조.
- 부착물 : 구성요소나 그 지지물을 구조물의 내진시스템에 연결하거나 견고하게 하는 장치(앵커볼트나 용접연결부, 기계적 고정장치를 포함).
- 비구조부재 : 차양·장식탑·비내력벽, 기타 이와 유사한 것으로서 구조해석에서 제외되는 건축물의 구성부

재.

- 비구조요소 : 건축비구조요소와 기계·전기비구조요소를 총칭.
- 설계변위 : 면진시스템의 강성 중심에서 구한 설계지진 시 횡변위.
- 설계스펙트럼가속도 : 설계지진에 대한 단주기와 주기 1초에서의 응답스펙트럼가속도(S_{DS}, S_{D1}).
- 설계지진 : 건축물 혹은 비구조요소의 중요도 및 성능목표별 지진의 재현주기에 따라 2장에서 정의한 기본설계지진에 중요도계수 및 위험도계수를 곱한 지진
- 성능기반 내진설계 : 엄격한 규정 및 절차에 따라 설계하는 사양기반설계에서 벗어나서 목표로 하는 내진성능수준을 달성할 수 있는 다양한 설계기법의 적용을 허용하는 설계.
- 속도의존형 감쇠장치 : 하중응답이 주로 장치 양 단부 사이의 상대속도에 의해 결정되는 감쇠장치로서, 추가로 상대변위의 함수에 종속될 수도 있음.
- 수집재 : 구조물의 일부분으로부터 지진력저항시스템의 수직요소로 횡력을 전달하기 위해 설치된 부재 혹은 요소.
- 연성모멘트골조 : 횡력에 대한 저항능력을 증가시키기 위하여 부재와 접합부의 연성을 증가시킨 모멘트골조. 중연성도와 고연성도의 연성능력을 발휘할 수 있도록 각 재료기준에 따라서 연성요구조건을 만족해야 함.
- 유연한 격막 : 격막의 횡변위가 그 층에서 평균 층간변위의 두 배를 초과하는 격막, 층전단력과 비틀림의 분포를 위하여 유연한 격막으로 분류.
- 유효감쇠 : 면진시스템의 이력거동에 의해 소산되는 에너지로부터 산정되는 등가점성감쇠.
- 유효강성 : 면진시스템의 수평력을 그에 상응하는 수평변위로 나눈 값.
- 유효지반가속도 : 지진하중을 산정하기 위한 기반암의 지반운동 수준으로 유효수평지반가속도와 유효수직지반가속도로 구분.
- 응답스펙트럼 : 지반운동에 대한 단자유도 시스템의 최대응답을 고유주기 또는 고유진동수의 함수로 표현한 스펙트럼.
- 위험물 : 유해화학물질관리법 또는 산업안전보건법에 따라 건강장해물질, 환경유해성 물질 또는 물리적 위험물로 분류되어 일반 대중의 안전에 위협을 미칠 수 있는 물질.
- 이중골조방식 : 지진력의 25 % 이상을 부담하는 연성모멘트골조가 전단벽이나 가새골조와 조합되어 있는 구조방식.
- 전단벽 : 벽면에 평행한 횡력을 지지하도록 설계된 벽.

- 전단벽 - 골조상호작용시스템 : 전단벽과 골조의 상호작용을 고려하여 강성에 비례하여 지진력을 저항하도록 설계되는 전단벽과 골조의 조합구조시스템.
- 중간모멘트골조 : 연성모멘트골조의 일종으로서 중연성도의 연성능력을 가지도록 설계된 모멘트골조.
- 중심가새골조 : 트러스메카니즘에 의하여 부재의 축력에 의하여 횡하중을 저항하는 가새골조.
- 중요도계수 : 건축물의 중요도에 따라 지진응답계수를 증감하는 계수 (표 2.2-1), I_E
- 재현주기 : 지진과 같은 자연재해가 특정한 크기 이상으로 발생할 주기를 확률적으로 계산한 값으로, 일년 동안에 특정한 크기 이상의 자연재해가 발생할 확률의 역수.
- 지반종류 : 지반의 지진증폭특성을 나타내기 위해 분류하는 지반의 종류(표 4.1-1).
- 지반증폭계수 : 기반암의 스펙트럼 가속도에 대한 지표면의 스펙트럼 가속도의 증폭비율
- 지진구역 : 유사한 지진위험도를 갖는 행정구역 구분으로서 지진구역I, 지진구역II로 구분
- 지진구역계수 : 지진구역I과 지진구역II의 기반암 상에서 평균재현주기 500년 지진의 유효수평지반가속도를 중력가속도 단위로 표현한 값, Z
- 지진력 : 지진운동에 의한 구조물의 응답에 대하여 구조물과 그 구성요소를 설계하기 위하여 결정된 힘.
- 지진력저항시스템 : 지진력에 저항하도록 구성된 구조시스템.
- 지진위험도 (=지진재해도) : 내진설계의 기초가 되는 지진구역을 설정하기 위하여 과거의 지진기록과 지질 및 지반특성 등을 종합적으로 분석하여 산정한 지진재해의 연초과 발생빈도.
- 지진위험지도 (=지진재해지도) : 내진설계 등에 활용하기 위하여 정밀한 지진위험도(또는 지진재해도) 분석결과를 표시한 지도로서 정의된 재현주기 또는 초과확률 내에서 지리적 영역에 걸쳐 예상되는 유효지반가속도를 등고선의 형태로 나타낸 지도,
- 지진응답계수 : 식 (7.2-2) ~ 식 (7.2-5)에 따라 결정된 계수, C_s
- 지진하중 : 지진에 의한 지반운동으로 구조물에 작용하는 하중.
- 총 설계변위 : 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 설계지진 시 횡변위.
- 총 최대변위 : 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 최대고려지진 시 횡변위.
- 최대변위 : 면진시스템의 강성중심에서 구한 최대고려지진 시 횡변위.
- 최대응답 : 응답의 절대값의 최댓값.
- 최대지반가속도 : 지진에 의한 진동으로 특정위치에서의 지반이 수평 2방향 또는 수직방향으로 움직

인 가속도의 절대값의 최댓값.

- 층간변위 : 인접층 사이의 상대수평변위.
- 층간변위각 : 층간변위를 층 높이로 나눈 값.
- 층지진하중 : 밑면 전단력을 건축물의 각 층별로 분포시킨 하중.
- 편심가새골조 : 경사가새가 설치되어 가새부재 양단부의 한쪽 이상이 보-기둥 접합부로부터 약간의 거리만큼 떨어져 보에 연결되어 있는 가새골조. 중심가새골조에 비하여 연성능력을 향상시킬 수 있음.
- 특수모멘트골조 : 연성모멘트골조의 일종으로서 고연성도의 연성능력을 가지도록 설계된 모멘트골조.
- 필로티구조 : 건축물 상층부는 내력벽이나 가새골조등 강성과 강도가 매우 큰 구조로 구성되어 있으나, 하층부는 개방형 건축공간을 위하여 대부분의 수직재가 기둥으로 구성되어 내진성능이 크게 저하될 수 있는 구조.
- 활성단층 : 지난 11,000년(충적세) 동안 지진활동의 지질학적 증거나 역사적으로 연평균 1mm 이상의 미끄러짐이 있는 단층.

1.3 주요기호

A_e : 1층에서 지진하중 방향에 평행한 전단벽의 전단단면적, ㎡

a_i : 건물 i층의 층응답가속도

A_{ix} : i층에서 x모드의 층가속도,

a_p : 비구조요소의 증폭계수

b : 구조물의 가장 짧은 평면치수로서 d에 대하여 직각으로 측정된 값, m

B_D : 유효감쇠(β_D)에 대한 표 16.3-1의 수치계수

d : 구조물의 가장 긴 평면치수, m

D : 탱크(또는 저장용기) 직경

D_i : 탱크(또는 저장용기) 내부 직경

D_{AF} : 비구조요소의 동적증폭계수 (그림 18.2-1)

D_e : 1층에서 지진하중 방향에 평행한 전단벽의 길이, m

D_D : 면진시스템의 강성중심에서 식 (16.3-2)로 구한 설계변위, m

D_M : 면진시스템의 강성중심에서 식 (16.3-3)로 구한 최대변위, m

D_p : 비구조요소가 수용해야 할 지진에 의한 상대변위

D_{pI} : 비구조요소가 수용해야 할 지진에 의한 상대변위로 건물의 중요도계수가 고려된 값

D_{TD} : 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 총 설계변위, m

D_{TM} : 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 총 최대변위, m

e : 면진 상부구조의 질량중심과 면진시스템의 강성중심 사이의 실제 편심거리와 힘의 방향에 직각인 건물 치수 중 최댓값의 5%로 정의되는 우발편심거리를 합한 값, m

E_D : 설계변위에서의 사이클당 소산에너지, kN·m

E_{loop} : 한 사이클의 하중재하 시 면진장치에서 소산된 에너지로서 힘 - 변위 곡선에 따라 둘러싸인 면적, kN·m

E_M : 최대변위에서의 사이클당 소산에너지, kN·m

F_i : i층의 층지진하중

F_p : 비구조요소의 수평지진하중

F_x : x층의 층지진하중

g : 중력가속도

h : 구조물의 밑면에서 지붕층까지의 높이

H_L : 탱크(또는 저장용기) 내부의 액체 높이

I_E : 지진하중에서의 중요도계수

I_p : 비구조요소의 중요도계수

k_{Dmax} : 식 (16.5-3)로 구한 설계변위에서의 면진시스템 최대유효강성, kN/m

k_{Dmin} : 식 (16.5-4)로 구한 설계변위에서의 면진시스템 최소유효강성, kN/m

k_{eff} : 개개 면진장치의 유효강성, kN/m

k_{Mmax} : 식 (16.5-5)로 구한 최대변위에서의 면진시스템 최대유효강성, kN/m

k_{Mmin} : 식 (16.5-6)로 구한 최대변위에서의 면진시스템 최소유효강성, kN/m

N_h : 원통형 탱크 또는 저장용기 벽에서 단위길이당 유체역학적 후프 힘

p_{ix} : i층에서 x모드의 모드참여계수,

R : 반응수정계수

R_p : 비구조요소의 반응수정계수

S : 재현주기 2400년을 기준으로 정의되는 최대고려지진의 유효지반가속도

S_{ac} : 슬로싱 성분의 스펙트럼가속도

S_{ai} : 지반운동에 대한 5% 감쇠비의 스펙트럼가속도에서 T_i 에 해당하는 값, (g)

S_{aV} : 수직설계응답가속도스펙트럼의 최댓값 또는 합리적인 해석을 통해 결정된 수직방향주기에 해당하는 수직설계스펙트럼가속도의 값

S_{D1} : 주기 1초의 설계스펙트럼가속도

S_{DS} : 단주기의 설계스펙트럼가속도

T : 건축물 또는 건물외구조물의 기본진동주기(초)

T_i : 탱크 구조물과 충격하중에 기여하는 내용물의 고유주기

T_c : 슬로싱 1차모드의 고유 주기

T_p : 비구조요소의 기본진동주기(초)

T_{1D} : 설계지진에 대한 구조물의 비선형거동에 따라 최대변위에서 결정되는 1차모드의 유효주기, 초(s)

T_{1M} : 최대고려지진에 대한 구조물의 비선형 거동에 따라 최대변위에서 결정되는 1차모드의 유효주기, 초(s)

T_D : 설계변위에서 면진구조물의 유효주기, 초(s)

T_M : 최대변위에서 면진구조물의 유효주기, 초(s)

V : 밑면전단력

V_b : 식 (16.3-6)으로 구한 면진시스템 또는 면진 하부구조물의 최소지진력, kN

V_c : 유효슬로싱질량의 슬로싱 효과에 의해 의한 밑면전단력

V_d : 시간이력해석을 통하여 얻은 밑면 전단력, kN

V_h : 설계지진에 대하여 시간이력해석을 통해 결정된 감쇠시스템 적용 구조물의 밑면 전단력, kN

V_{he} : V_h와 동일한 절차를 따르되, 감쇠장치의 하중 - 변위 관계에서 속도의존적 성분은 제거하고, 변위의존적 성분은 유효강성으로 치환하여 얻어진 밑면 전단력, kN

V_i : 탱크 및 내용물의 충격효과에 의한 밑면전단력

$V_{\min}$: 감쇠시스템적용 구조물의 해당 방향별 지진력저항시스템 설계를 위한 밑면전단력의 하한치, kN

V_s : 식 (16.3-7)로 구한 면진 상부구조의 최소지진력, kN

V_x : x층의 층전단력

W : 건축물의 전 중량

W_c : 슬로싱 하중을 유발하는 액체 중량의 일부

$W_{D+0.5L}$: 건축구조물의 내진중량, 활하중에 의한 효과의 1/2과 평균 고정하중의 합, kN

W_i : 건물외 구조물에서 충격하중을 유발하는 중량으로 내용물, 지붕、장비, 탱크 외벽、바닥, 내부요소 등의 충격효과를 포함.

W_i, W_x : i, x층의 건축물 중량

W_p : 비구조요소의 작동상태를 고려한 중량

y : 지진방향과 직각인 대상요소와 면진시스템의 강성중심과의 거리, 19장에서 탱크(또는 저장용기) 바닥으로부터 후프 힘이 고려되는 지점까지의 높이, m

Z : 지진구역계수, g

z : 구조물의 밑면으로부터 비구조요소가 부착된 높이

β_D : 식 (16.5-7)로 구한 설계변위시 면진시스템 유효감쇠

β_{eff} : 식 (16.5-2)로 구한 개개 면진장치의 유효감쇠

β_M : 식 (16.5-8)로 구한 최대변위 시 면진시스템 유효감쇠

δ_x : x층의 수평변위량

δ_{xe} : 탄성해석에 따라 구한 x층의 수평변위량

γ_L : 저장된 액체의 단위중량

$\lambda_{\max}$: 장치원형시험 결과에 품질관리 및 유지관리상의 추가적인 변동성을 고려한 특성치 증가 시 변동계수

$\lambda_{\min}$: 장치원형시험 결과에 품질관리 및 유지관리상의 추가적인 변동성을 고려한 특성치 감소 시 변동계수

$\left|F_D^+\right|_{\max}$: 정방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left|F_D^+\right|_{\min}$: 정방향 설계변위에서 면진장치의 최소하중 절대값, kN

$\left|F_D^-\right|_{\max}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left|F_D^-\right|_{\min}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최소하중 절대값, kN

$\left|F_M^+\right|_{\max}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left|F_M^+\right|_{\min}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절대값, kN

$\left|F_M^-\right|_{\max}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left|F_M^-\right|_{\min}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절대값, kN

1.4 내진설계의 절차

건축물의 일반적인 내진설계 절차는 다음을 따른다.

(1) 지진위험도, 내진등급, 성능목표의 결정
(2) 내진구조계획
(3) 지진력저항시스템 및 설계계수의 결정
(4) 지진하중의 산정
(5) 구조해석
(6) 해석결과의 분석
(7) 구조시스템과 부재에 대한 강도설계
(8) 부재 및 연결부의 구조상세에 대한 설계
(9) 필요시 비선형 해석에 대한 결과 검증
(10) 비구조요소에 대한 설계

1.5 내진구조계획

구조물의 내진안정성을 제고하기 위한 고려사항은 다음과 같다.

(1) 각 방향의 지진하중에 대하여 충분한 여유도를 가질 수 있도록 횡력저항시스템을 배치한다.
(2) 지진하중에 대하여 건물의 비틀림이 최소화되도록 배치한다. 긴 장방형의 평면인 경우, 평면의 양쪽 끝에 지진력저항시스템을 배치한다.
(3) 약층 또는 연층이 발생하지 않도록 수직적으로 구조재의 크기와 층고는 강성 및 강도에 급격한 변화가 없도록 계획한다.

(4) 한 층의 유효질량이 인접층의 유효질량보다 과도하게 크지 않도록 계획한다.
(5) 가급적 수직재는 연속되어야 한다.
(6) 슬래브에 과도하게 큰 개구부는 피한다.
(7) 증축계획이 있는 경우, 내진구조계획에 증축의 영향을 반영한다.

1.6 구조해석
(1) 구조해석모델에는 구조부재 뿐만 아니라 지진력과 구조물의 저항성능에 큰 영향을 줄 수 있는 비구조요소도 포함해야 한다.
(2) 구조물의 주기와 지진하중을 과소평가하지 않도록 구조물의 질량과 초기강성을 과소평가하지 않아야 한다.
(3) 구조물의 비탄성변형을 과소평가하지 않도록 항복 후 구조물의 강성을 과대평가하지 않아야 한다.
(4) 비틀림의 영향을 고려할 수 있도록 3차원 구조해석모델을 사용한다.

1.7 내진구조설계
(1) 각 부재가 연성능력을 발휘할 수 있도록 취성파괴를 억제하도록 설계해야 한다. 즉, 휨항복을 유도하기 위하여 전단파괴와 연결부파괴가 억제되도록 안전하게 설계한다.
(2) 취성파괴를 피할 수 없는 부재는 초과강도계수를 고려한 특별지진하중을 적용하여 안전하게 설계한다. 수직재가 연속이 아닌 경우와 취약한 연결부위 등이 이에 속한다.
(3) 보-기둥 연결부에서 가능한 한 강기둥-약보가 되도록 설계한다. 기둥이 큰 축력을 받는 경우 기둥의 휨강도가 보의 휨강도보다 크도록 설계한다.
(4) 기둥과 큰 보의 단부는 성능목표에 해당하는 연성능력을 유지할 수 있도록 콘크리트기준과 강구조기준에서 요구하는 연성상세를 사용한다.
(5) 보-기둥 접합부의 보강, 철근의 정착 및 이음, 강재의 접합(용접, 볼트이음) 등의 상세도서와 시방서에 설계 및 시공요구사항을 정확히 제공한다.

1.8 구조물 내진성능의 확인
시설물이 지진하중에 대하여 안전한 구조를 갖기 위해서는 설계단계에서부터 시공, 감리 및 유지.관리단계에 이르기까지 이 기준에 적합하여야 한다.

1.9 증축 구조물의 설계
1.9.1 독립증축
기존 구조물과 구조적으로 독립된 증축구조물은 신축구조물로 취급하여 이 장에 따라 설계 및 시공하여야 한다.

1.9.2 일체증축
기존 구조물과 구조적으로 독립되지 않은 증축구조물의 경우에는 전체 구조물을 신축구조물로 취급하여

이 장에 따라 설계 및 시공하여야 한다. 단, 기존 부분에 대해서는 전체 구조물로서 증가된 하중을 포함한 소요강도가 기존 부재의 구조내력을 5% 미만까지 초과하는 것은 허용된다.

1.10 용도변경

용도변경으로 인해 구조물이 KDS 41 10 05 건축구조기준 총칙의 3. 건축물의 중요도 분류에 따른 건축물의 중요도 분류에서 더 높은 내진중요도 그룹에 속하는 경우에 이 구조물은 변경된 그룹에 속하는 구조물에 대한 하중기준을 따라야 한다.

1.11 구조변경

기존 구조물의 구조변경으로 인하여 이 기준에 따라 산정한 소요강도가 기존 부재의 구조내력을 5% 이상 초과하는 경우에는 해당 부재에 대하여 이 장에서 정의되는 기준을 만족하도록 구조보강 등의 조치를 하여야 한다.

1.12 기준의 구성 및 적용

(1) 건물의 내진설계는 1장 ~ 14장을 따른다.
(2) 콘크리트구조를 비롯한 각 재료별 내진설계고려사항은 9장 ~ 13장을 따른다.
(3) 지하구조의 내진설계는 14장을 따른다.
(4) 건축물의 성능기반내진설계는 15장을 따른다.
(5) 면진구조와 감쇠시스템을 사용하는 내진설계는 각각 16장과 17장을 따르며, 추가하여 15장을 만족해야 한다.
(6) 비구조요소에 대한 내진설계는 18장을 따른다. 비구조요소에 대한 내진설계적용범위는 18.1.1을 따른다.
(7) 건물외구조물의 내진설계는 19장을 따른다.
(8) 건물의 기능유지를 위한 검토사항은 20장을 따른다.

1.13 내진설계책임구조기술자

내진설계책임구조기술자는 KDS 41 10 05의 7장에서 규정된 책임구조기술자의 자격을 갖춘 자로서 내진설계에 관련된 설계경험과 공학적 지식이 있는 자로 한정한다.

1102 내진등급 및 성능목표

2.1 일반사항

(1) 구조물은 기본적으로 낮은 지진위험도의 지진에 대하여 기능을 유지하고, 높은 지진위험도의 지진에 대해서는 붕괴를 방지함으로써 인명의 안전을 확보하는 것을 내진설계의 원칙으로 한다.
(2) 높은 내진등급의 건축물은 중요도를 고려하여 상향된 지진위험도에 대하여 내진설계를 수행한다.

2.2 건축물의 내진등급과 중요도계수

(1) KDS 41 10 05(3.)에서 정의된 건물의 중요도를 고려하여 표 2.2-1에 따라 건물의 내진등급과 내진설계 중요도계수 I_E 를 결정한다.

(2) 2개 이상의 건물에 공유된 부분 또는 하나의 구조물이 동일한 중요도에 속하지 않는 2개 이상의 용도로 사용되는 경우에는 가장 높은 중요도를 적용해야 한다.

(3) 건축물이 구조적으로 분리된 2개 이상의 부분으로 구성된 경우에는 각 부분을 독립적으로 분류하여 설계할 수 있다. 다만, 한 구조물에서 구조적으로 분리된 부분이 더 높은 중요도를 가진 다른 부분에 대해 그 중요도에 부합하는 사용을 위해서 필수 불가결한 접근로나 탈출로를 제공하거나 인명안전 또는 기능수행 관련 요소를 공유할 경우에는 양쪽 부분 모두 높은 중요도를 적용하여야 한다.

표 2.2-1 내진등급과 중요도계수

건축물의 중요도[1)]	내진등급	내진설계 중요도계수 (I_E)
중요도(특)	특	1.5
중요도(1)	I	1.2
중요도(2), (3)	II	1.0

1) KDS 41 10 05(3.)에 따름.

2.3 지진위험도

(1) 최대고려지진은 내진설계에서 고려하는 가장 큰 지진으로서 국가지진위험지도의 2400년 재현주기에 해당하며, 그 유효지반가속도의 크기는 3장의 규정에 따라서 정한다.

(2) 기본설계지진은 스펙트럼가속도가 최대고려지진에 의한 값의 2/3 수준에 해당하는 지진으로 정의한다.

2.4 성능목표

(1) 건축물의 성능수준은 기능수행, 즉시복구, 인명보호, 붕괴방지 수준으로 구분할 수 있으며, 이를 만족하기 위하여 건축물을 구성하는 구조요소와 비구조요소가 각각 갖추어야할 성능수준은 표 2.4-1과 같다.

표 2.4-1 건축물의 성능수준과 구조요소 및 비구조요소의 성능수준 사이의 관계

건축물의 성능수준	구조요소의 성능수준	비구조요소의 성능수준
기능수행	거주가능	기능수행
즉시복구	거주가능	위치유지
인명보호	인명안전	인명안전
붕괴방지	붕괴방지	–

(2) 내진안전성을 위하여 건축물의 내진설계에서 고려되어야 하는 내진등급별 최소성능목표는 표 2.4-2와 같다. 또는 15장에 따라 성능기반설계를 수행하여 구조요소의 성능목표 만족여부를 직접 확인할 수 있다.

표 2.4-2 건축물의 내진등급별 최소성능목표

내진등급	성능목표		설계지진
	재현주기	성능수준	
특	2400년	인명보호	기본설계지진 × 중요도계수(I_E)
	1000년	기능수행	-
I	2400년	붕괴방지	-
	1400년	인명보호	기본설계지진 × 중요도계수(I_E)
II	2400년	붕괴방지	-
	1000년	인명보호	기본설계지진 × 중요도계수(I_E)

(3) 구조요소는 이 기준에 따라 인명보호 성능수준의 설계지진에 대하여 강도설계법 또는 허용응력설계법을 적용하여 설계한 경우 표 2.4-2의 건축물 최소성능목표를 모두 만족하는 것으로 간주한다.
(4) 비구조요소는 18장에 따라 설계한 경우 성능목표를 만족하는 것으로 간주한다. 기계/전기 비구조요소의 경우 20장에 따라 장치의 작동여부를 추가로 검토하여야 한다.
(5) 설계자는 성능목표에 대하여 건축주 또는 발주처와 협의하여야 하며, 건축주 또는 발주처가 요구하는 경우 표 2.4-2의 성능목표를 만족시키는 동시에 추가적인 성능목표를 설정하여 설계하여야 한다.

1103 지진구역 및 지진구역계수

3.1 지진구역 및 지진구역계수
우리나라 지진구역 및 이에 따른 지진구역계수(Z)는 각각 KDS 17 10 00의 표 4.2-1과 표 4.2-2를 따른다.

3.2 유효지반가속도
설계스펙트럼가속도 산정을 위한 유효지반가속도(S)는 지진구역계수(Z)에 KDS 17 10 00의 표 4.2-3에 제시된 2400년 재현주기에 해당하는 위험도계수(I) 2.0을 곱한 값으로 하거나 그림 3.2-1 국가지진위험지도로부터 구할 수 있다. 단, 국가지진위험지도를 이용하여 결정한 S는 지진구역계수에 위험도계수를 곱하여 구한 S값의 80%보다 작지 않아야 한다.

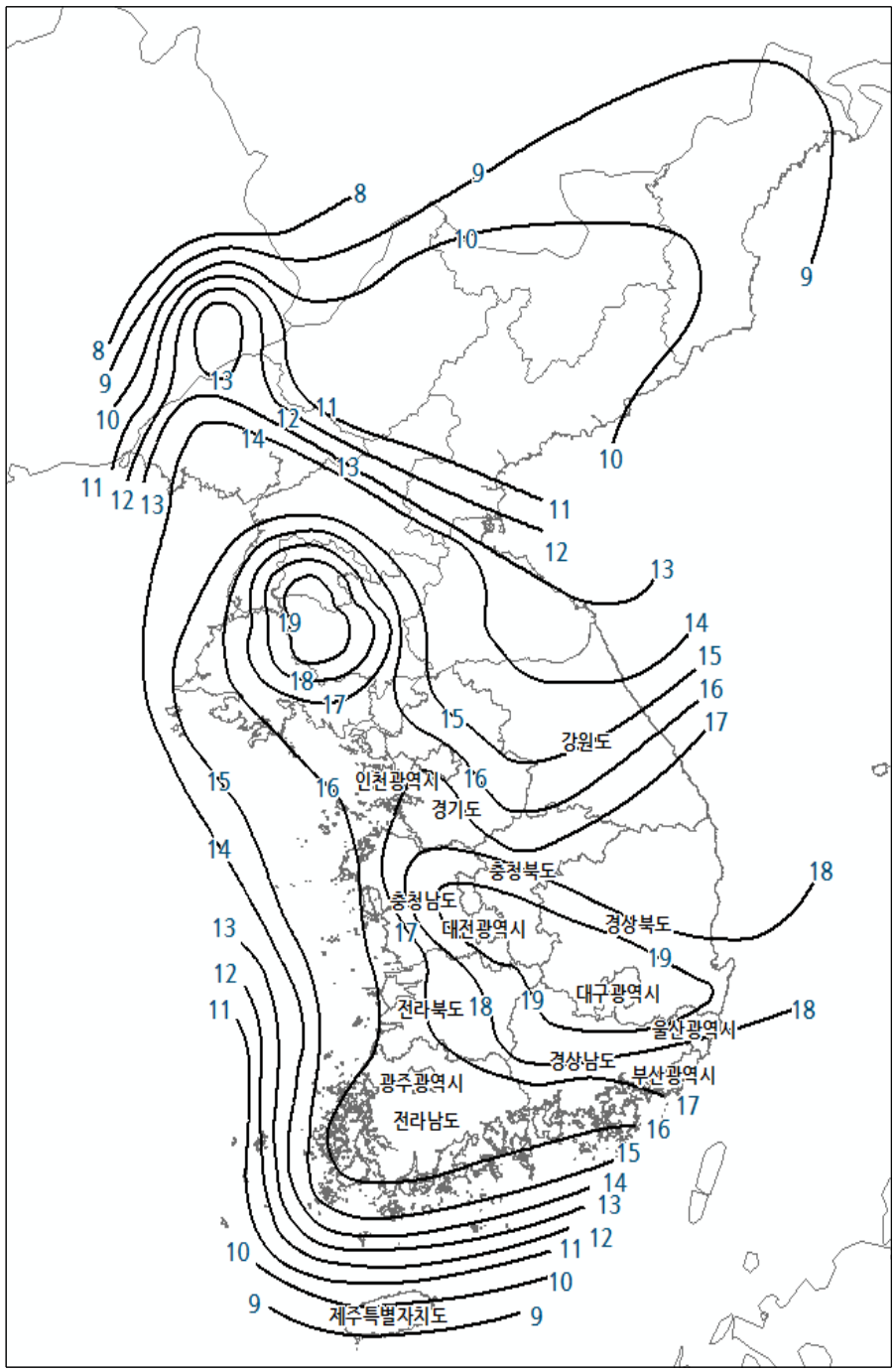


그림 3.2-1 국가지진위험지도, 재현주기 2400년 최대고려지진의 유효지반가속도(S)%(소방방재청, 2013)

1104 지반조건 및 설계응답스펙트럼

4.1 지반의 분류

4.1.1 지반 종류

지반의 분류는 KDS 17 10 00의 4.2.1.2를 따른다. 단, 건축물의 특성을 반영하여 아래와 같이 수정하여 적용할 수 있다.

(1) 기반암깊이가 3m 미만인 경우 S_1지반으로 볼 수 있다.

(2) 기반암의 위치가 기준면으로부터 30m를 초과하는 경우 상부 30m에 대한 평균 전단파속도를 토층의 평균전단파속도($V_{s,soil}$)로 볼 수 있다.

(3) 대상지역의 지반을 분류할 수 있는 자료가 충분하지 않고, 지반의 종류가 S_5 일 가능성이 없는 경우에는 지반종류 S_4 를 적용할 수 있다.

4.1.2 지반조사

대규모 건물, 경사지에 건설되는 건물, 또는 토사지반의 분포가 일정하지 않은 지반에 건설되는 건물에서 지반조사의 위치는 최소한 3곳 이상을 선정하고 지반조사를 수행한다.

4.1.3 지반분류의 기준면

각 지반조사 위치에서 지반분류의 기준면은 해당 위치의 지표면으로 정한다. 여기서, 지표면은 대상 건축물의 완공 후 지표면을 가리킨다.

4.2 설계응답스펙트럼

4.2.1 설계응답스펙트럼의 정의

지진의 설계응답스펙트럼은 다음 식에 따라 구한 후 그림 4.2-1과 같이 작성한다.

(1) $T \leqq T_0$일 때, 스펙트럼가속도 S_a는 식 (4.2-1)에 의한다.

(2) $T_0 < T \leqq T_S$일 때, 스펙트럼가속도 S_a는 4.2.2에 따라 산정되는 S_{DS}와 같다.

(3) $T_S < T \leqq T_L$일 때, 스펙트럼가속도 S_a는 식 (4.2-2)에 의한다.

(4) $T > T_L$ 일 때, 스펙트럼가속도 S_a는 식 (4.2-3)에 의한다.

$$S_a = 0.6\frac{S_{DS}}{T_o}T + 0.4S_{DS} \quad (4.2\text{-}1)$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (4.2\text{-}2)$$

$$S_a = \frac{S_{D1}\,T_L}{T^2} \quad (4.2\text{-}3)$$

여기서,

T : 구조물의 고유주기(초)

$T_o = 0.2\,S_{D1}/S_{DS}$

$T_S = S_{D1}/S_{DS}$

$T_L = 5$초

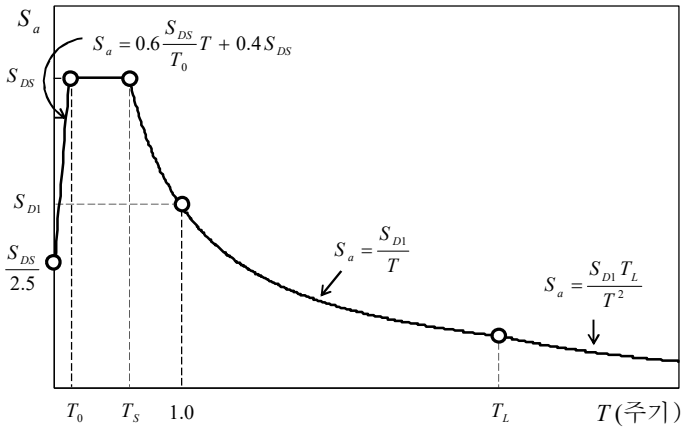


그림 4.2-1 설계응답가속도스펙트럼

4.2.2 단주기와 1초주기 설계스펙트럼가속도

(1) 단주기와 주기 1초의 설계스펙트럼가속도 S_{DS}, S_{D1}은 식 (4.2-4), (4.2-5)에 의하여 산정한다.

$$S_{DS} = S \times 2.5 \times F_a \times 2/3 \quad (4.2\text{-}4)$$

$$S_{D1} = S \times F_v \times 2/3 \quad (4.2\text{-}5)$$

여기서, F_a와 F_v는 각각 표 4.2-1과 표 4.2-2에 규정된 지반증폭계수이다.

(2) 기반암의 깊이가 20 m를 초과하고 지반의 평균 전단파속도가 360 m/s 이상인 경우, 표 4.2-2에 규정된 F_v의 80%를 적용한다.

(3) 지반분류가 S_5이고 기반암의 깊이가 불분명한 경우, 표 4.2-1과 표 4.2-2에 규정된 F_a와 F_v의 110%를 적용한다.

4.2.3 지반증폭계수

단주기 지반증폭계수 F_a와 1초 주기 지반증폭계수 F_v는 각각 표 4.2-1과 표 4.2-2에 따른다.

표 4.2-1 단주기 지반증폭계수, F_a

지반종류	지진지역		
	$S \leqq 0.1$	$S=0.2$	$S=0.3$
S_1	1.12	1.12	1.12
S_2	1.4	1.4	1.3
S_3	1.7	1.5	1.3
S_4	1.6	1.4	1.2
S_5	1.8	1.3	1.3

* S는 설계스펙트럼 가속도 산정식 (4.201)에 적용된 값이다. 위 표에서 S의 중간값에 대하여는 직선보간한다.

표 4.2-2 1초주기 지반증폭계수, F_v

지반종류	지진지역		
	$S \leqq 0.1$	$S=0.2$	$S=0.3$
S_1	0.84	0.84	0.84
S_2	1.5	1.4	1.3
S_3	1.7	1.6	1.5
S_4	2.2	2.0	1.8
S_5	3.0	2.7	2.4

* S는 설계스펙트럼 가속도 산정식 (4.2-1)에 적용된 값이다. 위 표에서 S의 중간값에 대하여는 직선보간한다.

(1) 지하층 및 지상층 건물의 설계에는 단일값의 대표지반증폭계수를 사용해야 하며, 이때 대표지반증폭계수는 각 지반조사 위치에서 결정된 값의 평균값으로 정하거나, 설계상에 가장 불리한 값으로 정한다. 하나의 지하층 구조로 연결된 복수의 지상층 건물의 설계에도 단일값의 대표지반증폭계수를 사용한다.

(2) 건물이 급격한 경사지에 건설되는 경우 대표지반증폭계수는 각 지반조사위치에서 결정된 값 중에서 설계상에 가장 불리한 값으로 정한다.

(3) F_a와 F_v값을 부지고유의 지진응답해석을 수행하여 결정할 수 있다. 이 경우 부지고유응답해석으로 산정한 설계스펙트럼가속도 S_{DS}와 S_{D1}는 지진구역계수(Z)와 2400년 재현주기에 해당하는 위험도계수(I) 2.0을 곱한 값에 표 4.2-1, 표 4.2-2, 4.2.2의 (2)항에 제시된 해당지반의 증폭계수를 적용하여 구한 값의 80 % 이상이어야 한다.

4.2.4 지하구조의 영향을 고려한 지반증폭계수의 보정

지하구조물이 14장 지하구조물의 내진설계에 따라 지진토압에 대하여 안전하게 설계되어 있는 것으로 판단되는 경우, 기초저면 지반종류가 S_1 혹은 S_2이고 지진토압과 지진하중이 기초저면의 지반에 직접

전달될 수 있도록 기초저면이 지반에 견고히 정착되어 있다면, 지하구조강성에 대한 지표면 운동의 강도를 반영하여 지진시 지반운동에 의한 지표면의 변위와 지진토압에 의한 지하구조물의 변위의 비율에 따라 지상구조에 적용되는 지반증폭계수를 조정할 수 있다.

1105 내진설계범주

5.1 일반사항

구조물은 내진등급과 지반상태를 고려하여 분류한 내진설계범주 A~D 중 하나에 속하며, 내진설계범주에 따라 구조물에 허용되는 지진력저항시스템, 높이와 비정형성에 대한 제한, 내진설계 대상 부재, 구조해석 방법 등을 결정한다.

5.2 내진설계범주의 결정

모든 구조물은 2.2에 따라 결정된 내진등급과 4.2.2에 따라 결정된 설계스펙트럼가속도 S_{DS} 및 S_{D1}을 사용하여, 표 5.2-1과 표 5.2-2로부터 내진설계범주를 결정한다. 표 5.2-1과 표 5.2-2에 따라 결정한 내진설계범주가 다를 경우에는 높은 내진설계범주로 분류한다.

표 5.2-1 단주기 설계스펙트럼가속도에 따른 내진설계범주

S_{DS}의 값	내진등급		
	특	I	II
$0.50 \leq S_{DS}$	D	D	D
$0.33 \leq S_{DS} < 0.50$	D	C	C
$0.17 \leq S_{DS} < 0.33$	C	B	B
$S_{DS} < 0.17$	A	A	A

표 5.2-2 주기 1초 설계스펙트럼가속도에 따른 내진설계범주

S_{D1}의 값	내진등급		
	특	I	II
$0.20 \leqq S_{D1}$	D	D	D
$0.14 \leqq S_{D1} < 0.20$	D	C	C
$0.07 \leqq S_{D1} < 0.14$	C	B	B
$S_{D1} < 0.07$	A	A	A

5.3 건물의 비정형성

모든 구조물은 이 조항에 따라 평면 비정형 및 수직 비정형의 유형을 구분한다.

5.3.1 평면 비정형성

표 5.3-1에 나열된 특징 중 하나 이상에 해당되는 건물은 평면 비정형성을 가진 것으로 정의한다.

5.3.2 수직 비정형성

표 5.3-2에 나열된 특징 중 하나 이상에 해당되는 건물은 수직 비정형성을 갖는 것으로 정의한다. 다만, 다음의 경우에는 예외로 한다.

(1) 설계지진하중 작용 시 임의의 층의 층간변위각에 대한 인접한 상부층의 층간변위각의 비가 130% 이하이면 표 5.3-2의 유형 V-1 혹은 V-2의 수직비정형성을 적용하지 않는다. 여기서 층간변위각의 산정에 비틀림효과를 고려할 필요가 없다. 또한 건축물의 최상 2개 층에 대한 층변위각 관계는 평가하지 않아도 된다.

(2) 표 5.3-2의 수직비정형성 유형 V-1과 V-2는 2층 이하의 건축물에 대하여는 적용하지 않아도 된다.

표 5.3-1 평면비정형성의 유형과 정의

유형번호	유형	정 의	관련 항목	적용내진 설계범주
H-1	비틀림비정형	격막이 유연하지 않을 때 고려함. 어떤 축에 직교하는 구조물의 한 단부에서 우발편심을 고려한 최대 층변위가 그 구조물 양단부 층변위 평균값의 1.2배보다 클 때 비틀림 비정형인 것으로 간주한다.	7.2.6.4	C, D
			표 7.1-1	D
			7.2.8.1	C, D
H-2	요철형 평면	돌출한 부분의 치수가 해당하는 방향의 평면치수의 15%를 초과하면 요철형 평면을 갖는 것으로 간주한다.	–	–
H-3	격막의 불연속	격막에서 잘려나간 부분이나 뚫린 부분이 전체 격막 면적의 50%를 초과하거나 또는 인접한 층간 격막 강성의 변화가 50%를 초과하는 경우, 격막의 불연속이 존재하는 것으로 간주한다.	–	–
H-4	면외 어긋남	수직 부재의 면외 어긋남 등과 같이 하중전달 경로의 불연속성이 존재하는 경우	8.3.3	B, C, D
H-5	비평행 시스템	횡력저항 수직 요소가 전체 횡력저항 시스템에 직교하는 주축에 평행하지 않은 경우	8.1.3.2	C
			8.1.3.3	D

표 5.3-2 수직비정형성의 유형과 정의

유형번호	유형	정 의	관련 항목	내진설계 범주
V-1	강성비 정형-연층	어떤 층의 횡강성이 인접한 상부층 횡강성의 70% 미만이거나 상부 3개 층 평균강성의 80% 미만인 연층이 존재하는 경우에는 강성분포의 비정형이 있는 것으로 간주한다.	표 7.1-1	D
V-2	중량비 정형	어떤 층의 유효중량이 인접층 유효중량의 150%를 초과할 때 중량 분포의 비정형이 존재하는 것으로 간주한다. 단, 지붕층이 하부층보다 가벼운 경우는 이를 적용하지 않는다.	표 7.1-1	D
V-3	기하학적 비정형	횡력저항 시스템의 수평치수가 인접층치수의 130%를 초과할 경우에는 기하학적 비정형이 존재하는 것으로 간주한다.	표 7.1-1	D
V-4	횡력저항 수직저항 요소의 비정형	횡력저항요소의 면내 어긋남이 그 요소의 길이보다 크거나 인접한 하부층 저항요소에 강성감소가 일어나는 경우에는 수직저항요소의 면내불연속에 의한 비정형이 있는 것으로 간주한다.	8.3.3	B, C, D
V-5	강도의 불연속-약층	임의 층의 횡강도가 직상층 횡강도의 80% 미만인 약층이 존재하는 경우에는 강도의 불연속에 의한 비정형이 존재하는 것으로 간주한다. 각층의 횡강도는 층전단력을 부담하는 내진요소들의 저항방향 강도의 합을 말한다.	8.3.1	B, C, D

1106 지진력저항시스템

6.1 지진력저항시스템의 설계계수

밑면전단력, 부재력, 층간변위를 산정할 때에는 표 6.2-1에 정해진 적절한 반응수정계수 R, 시스템초과강도계수 Ω_0, 그리고 변위증폭계수 C_d를 사용해야 한다. 표 6.2-1에 열거되지 않은 지진력저항시스템을 사용할 경우에도 해석과 실험을 통하여 평가된 횡력저항능력과 에너지소산능력이 표 6.2-1에 열거된 구조시스템 중 하나와 유사하다고 입증된다면 해당 시스템의 반응수정계수 R, 시스템초과강도계수 Ω_0, 그리고 변위증폭계수 C_d를 사용할 수 있다.

6.2 지진력저항시스템의 정의

6.2.1 내력벽시스템

내력벽시스템은 수직하중과 함께 횡하중을 벽체가 지지하는 지진력저항시스템으로, 벽체는 지진하중에 대하여 충분한 면내 횡강성과 횡강도를 발휘해야 한다.

6.2.2 모멘트저항골조 시스템

모멘트저항골조시스템은 수직하중과 횡하중을 보와 기둥으로 구성된 모멘트골조가 저항하는 지진력저항시스템이다.

표 6.2-1 지진력저항시스템에 대한 설계계수

기본 지진력저항시스템[1)]	설계계수			시스템의 제한과 높이(m) 제한		
	반응수정계수 R	시스템 초과강도 계수 Ω_0	변위증폭계수 C_d	내진설계 범주 A 또는 B	내진설계 범주 C	내진설계 범주 D
1. 내력벽시스템						
1-a. 철근콘크리트 특수전단벽	5	2.5	5	-	-	-
1-b. 철근콘크리트 보통전단벽	4	2.5	4	-	-	60
1-c. 철근보강 조적 전단벽	2.5	2.5	1.5	-	60	불가
1-d. 무보강 조적 전단벽	1.5	2.5	1.5	-	불가	불가
1-e. 구조용 목재패널을 덧댄 경골목구조 전단벽	6	3	4	-	20	20
1-f. 구조용 목재패널 또는 강판시트를 덧댄 경량철골조 전단벽	6	3	4	-	20	20
2. 건물골조시스템						
2-a. 철골 편심가새골조 (링크 타단 모멘트 저항 접합)	8	2	4	-	-	-
2-b. 철골 편심가새골조 (링크 타단 비모멘트 저항접합)	7	2	4	-	-	-
2-c. 철골 특수중심가새골조	6	2	5	-	-	-
2-d. 철골 보통중심가새골조	3.25	2	3.25	-	-	-
2-e. 합성 편심가새골조	8	2	4	-	-	-
2-f. 합성 특수중심가새골조	5	2	4.5	-	-	-
2-g. 합성 보통중심가새골조	3	2	3	-	-	-
2-h. 합성 강판전단벽	6.5	2.5	5.5	-	-	-
2-i. 합성 특수전단벽	6	2.5	5	-	-	-
2-j. 합성 보통전단벽	5	2.5	4.5	-	-	60
2-k. 철골 특수강판전단벽	7	2	6	-	-	-
2-l. 철골 좌굴방지가새골조 (모멘트 저항 접합)	8	2.5	5	-	-	-
2-m. 철골 좌굴방지가새골조 (비모멘트 저항 접합)	7	2	5.5	-	-	-
2-n. 철근콘크리트 특수전단벽	6	2.5	5	-	-	-
2-o. 철근콘크리트 보통전단벽	5	2.5	4.5	-	-	60
2-p. 철근보강 조적 전단벽	3	2.5	2	-	60	불가

2-q. 무보강 조적 전단벽	1.5	2.5	1.5	-	불가	불가
2-r. 구조용 목조패널을 덧댄 경골목구조 전단벽	6.5	2.5	4.5	-	20	20
2-s. 구조용 목재패널 또는 강판시트를 덧댄 경량철골조 전단벽	6.5	2.5	4.5	-	20	20
3. 모멘트-저항골조 시스템						
3-a. 철골 특수모멘트골조	8	3	5.5	-	-	-
3-b. 철골 중간모멘트골조	4.5	3	4	-	-	-
3-c. 철골 보통모멘트골조	3.5	3	3	-	-	-
3-d. 합성 특수모멘트골조	8	3	5.5	-	-	-
3-e. 합성 중간모멘트골조	5	3	4.5	-	-	-
3-f. 합성 보통모멘트골조	3	3	2.5	-	-	-
3-g. 합성 반강접모멘트골조	6	3	5.5	-	-	-
3-h. 철근콘크리트 특수모멘트골조	8	3	5.5	-	-	-
3-i. 철근콘크리트 중간모멘트골조	5	3	4.5	-	-	-
3-j. 철근콘크리트 보통모멘트골조	3	3	2.5	-	-	30
4. 특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템						
4-a. 철골 편심가새골조	8	2.5	4	-	-	-
4-b. 철골 특수중심가새골조	7	2.5	5.5	-	-	-
4-c. 합성 편심가새골조	8	2.5	4	-	-	-
4-d. 합성 특수중심가새골조	6	2.5	5	-	-	-
4-e. 합성 강판전단벽	7.5	2.5	6	-	-	-
4-f. 합성 특수전단벽	7	2.5	6	-	-	-
4-g. 합성 보통전단벽	6	2.5	5	-	-	-
4-h. 철골 좌굴방지가새골조	8	2.5	5	-	-	-
4-i. 철골 특수강판전단벽	8	2.5	6.5	-	-	-
4-j. 철근콘크리트 특수전단벽	7	2.5	5.5	-	-	-
4-k. 철근콘크리트 보통전단벽	6	2.5	5	-	-	-
5. 중간모멘트골조를 가진 이중골조시스템						
5-a. 철골 특수중심가새골조	6	2.5	5	-	-	-
5-b. 철근콘크리트 특수전단벽	6.5	2.5	5	-	-	-
5-c. 철근콘크리트 보통전단벽	5.5	2.5	4.5	-	-	60
5-d. 합성 특수중심가새골조	5.5	2.5	4.5	-	-	-
5-e. 합성 보통중심가새골조	3.5	2.5	3	-	-	-
5-f. 합성 보통전단벽	5	3	4.5	-	-	60
5-g 철근보강 조적 전단벽	3	3	2.5	-	60	불가
6. 역추형 시스템						
6-a. 캔틸레버 기둥 시스템	2.5	2.0	2.5	-	-	10
6-b. 철골 특수모멘트골조	2.5	2.0	2.5	-	-	-
6-c. 철골 보통모멘트골조	1.25	2.0	2.5	-	-	불가
6-d. 철근콘크리트 특수모멘트골조	2.5	2.0	1.25	-	-	-

7. 철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템	4.5	2.5	4	-	-	60
8. 6의 역추형 시스템에 속하지 않으면서 강구조기준의 일반규정만을 만족하는 철골구조시스템	3	3	3	-	-	60
9. 6의 역추형시스템에 속하지 않으면서 철근콘크리트구조기준의 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조 시스템	3	3	3	-	-	30
10. 지하외벽으로 둘러싸인 지하구조시스템	3	3	2.5			

1) 시스템별 상세는 각 재료별 설계기준 및 또는 신뢰성 있는 연구기관에서 실시한 실험, 해석 등의 입증자료를 따른다.

6.2.3 건물골조시스템

건물골조시스템은 수직하중은 보, 슬래브, 기둥으로 구성된 골조가 저항하고 지진하중은 전단벽이나 가새골조 등이 저항하는 지진력저항시스템이다.

6.2.4 특수모멘트골조 혹은 중간모멘트골조를 가진 이중골조시스템

이중골조시스템에서 모멘트골조는 적어도 설계지진력(밑면전단력)의 25%를 저항할 수 있어야 한다. 이중골조 전체의 횡력저항능력은 모멘트골조와 전단벽 또는 모멘트골조와 가새골조 각각의 횡력저항능력의 합으로 각각의 횡력저항능력은 그들의 횡강성에 비례하여 발휘된다.

6.2.5 역추형 시스템

역추형 시스템이란 바닥에 고정된 캔틸레버 기둥처럼 거동하며 횡력을 지지하는 지진력저항시스템을 말한다.

6.2.6 철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템

철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템은 보통전단벽과 보통모멘트골조가 같이 사용되는 구조이다. 철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템에서 전단벽의 전단강도는 각 층에서 최소한 설계층전단력의 75% 이상이어야 하고, 골조는 각 층에서 최소한 설계층전단력의 25%를 저항할 수 있어야 한다.

6.2.7 강구조기준의 일반규정만을 만족하는 철골구조시스템

KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준에서 4.10 강구조의 내진설계와 4.11 합성구조의 내진설계을 제외한 나머지 규정을 준수한 철골구조시스템을 말한다.

6.2.8 콘크리트구조기준의 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조 시스템
KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준에서 4.18 내진설계 시 특별 고려사항을 제외한 나머지 규정을 준수한 콘크리트구조시스템을 말한다.

6.3 서로 다른 축에서 시스템의 조합
구조물의 직교하는 2축을 따라 서로 다른 지진력저항시스템을 사용할 경우에는 표 6.2-1에서 각 시스템에 해당하는 반응수정계수 R, 시스템초과강도계수 Ω_0, 그리고 변위증폭계수 C_d를 사용하여야 한다.

6.4 동일축에서 시스템의 조합
서로 다른 지진력저항시스템이 동일방향의 지진하중에 저항하지만 이중골조시스템으로 분류되지 않는 구조물의 경우, 표 6.2-1에서 가장 불리한 시스템 제한사항을 적용하여 설계하여야 하며 또한 6.4.1 ~ 6.4.3의 요구사항을 따라야 한다.

6.4.1 수직 조합에 대한 계수
동일방향의 지진하중에 대하여 지진력저항시스템이 수직으로 조합되어 사용된 구조물의 경우, 다음 요구사항을 따른다. 단, 지하구조물은 이 절의 적용대상에서 제외한다.
(1) 하부 시스템의 R이 상부 시스템의 R보다 더 작은 경우, 상부 시스템의 설계에는 상부 시스템의 설계계수(R, Ω_o, 및 C_d)를 사용할 수 있다. 하부 시스템의 설계에는 하부 시스템의 설계계수(R, Ω_o, 및 C_d)를 적용하여야 하고, 또한 상부 시스템으로부터 하부 시스템으로 전달되는 힘은 상부 시스템의 R을 하부 시스템의 R로 나눈 값을 곱하여 증가시켜야 한다.
(2) 하부 시스템의 R이 상부 시스템의 R보다 큰 경우, 상부 시스템의 설계계수(R, Ω_o, 및 C_d)를 상부 및 하부 시스템 모두에 적용하여야 한다.

다만, 다음의 경우는 예외로 한다.
(1) 높이가 2층 이하이고 전체 구조물 중량의 10% 이하인 옥상 구조물
(2) 전체 구조물 중량의 10% 이하의 중량을 갖는 별도 지지된 구조물
(3) 1가구 및 2가구 단위의 경량골조 독립주택

6.4.2 2단계 해석에 의한 설계
강한 하부 구조 위에 유연한 상부 구조가 사용된 구조물의 경우, (1)과 (2)를 만족시킬 경우에는 (3)과 (4)의 2단계 등가정적해석을 사용할 수 있다.
(1) 하부 부분의 강성이 상부에 비해 10배 이상일 경우
(2) 전체 구조물의 주기가 상부 부분을 밑면이 고정된 별도의 구조물이라고 가정 하였을 때 얻어진 기본 주기의 1.1배를 초과하지 않을 경우
(3) 유연한 상부 부분은 적절한 R값을 사용하여 별도의 구조물로서 설계한다.

(4) 강한 하부 부분은 적절한 R값을 사용하여 별도의 구조물로 설계한다. 상부 부분으로부터의 반력은 상부 부분의 해석으로부터 얻은 반력값에 하부 부분의 R값에 대한 상부 부분의 R값의 비를 곱하여 구한다. 이 비는 1.0 이상이어야 한다.

6.4.3 수평 조합에 대한 계수

반응수정계수 R은 옥상층을 제외하고, 상부층들의 동일방향 지진력저항시스템에 대한 R값 중 최솟값을 사용하여야 한다. 변위증폭계수 C_d 및 시스템초과강도계수 Ω_0는 그 방향의 R에 상응하는 값을 사용하여야 한다.

6.4.4 조합골조의 설계

반응수정계수가 서로 다른 시스템들에 의하여 공유되는 구조부재의 경우에는 그중 큰 반응수정계수 R에 상응하는 상세를 갖도록 설계하여야 한다.

6.5 시스템 제한과 높이제한

각 지진력저항시스템에 대하여 내진설계범주에 해당되는 표 6.2-1의 시스템 사용제한과 높이제한 사항을 적용한다.

6.6 내진설계범주 'D'에 대한 시스템 제한

내진설계범주 'D'에 해당하는 구조물은 표 6.2-1의 시스템 제한과 다음을 만족하여야 한다.

6.6.1 상호작용 효과

강성이 큰 비구조요소에 연결되어 있는 모멘트골조는 이러한 요소의 영향으로 인해 수직하중 및 지진력저항능력이 저해되지 않도록 설계하여야 한다. 설계 시 7.2.8.1에서 산정된 설계층간변위 Δ에 해당하는 변형에서 구조시스템에 대한 이 요소의 영향을 고려하고 대비하여야 한다. 또한 어떤 구조물이 5.3에서 정의한 하나 혹은 그 이상의 비정형성을 갖는지 여부를 결정할 때에도 이 요소들의 영향을 반드시 고려하여야 한다.

6.6.2 변형의 적합성

고려하는 방향의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 모든 구조요소는 7.2.7.1에 따라 결정된 설계층간변위 Δ에 의하여 발생하는 모멘트와 전단력뿐만 아니라 수직하중에 저항할 수 있는 연성능력을 발휘하도록 설계한다. 허용응력설계법을 사용할 경우, Δ는 하중계수 0.7을 곱하지 않은 지진력에 대해 산정한다. 고려하는 방향의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 부재에 발생되는 모멘트와 전단력은 인접한 강한 구조 및 비구조요소에 의한 강성 증가효과를 포함하여 산정한다.

1107 지진하중의 계산 및 구조해석

7.1 해석법의 적용
내진설계범주에 따라 다음과 같은 구조해석방법을 적용한다.

7.1.1 내진설계범주 'A'와 'B'에 대한 해석법
내진설계범주 'A' 또는 'B'에 해당하는 구조물의 해석은 7.2에 규정한 등가정적해석법에 의하여 설계할 수 있다.

7.1.2 내진설계범주 'C'에 대한 해석법
내진설계범주 'C'에 해당하는 구조물의 해석은 7.2에서 정한 등가정적해석법에 의하여 설계할 수 있다. 단, 다음 중의 하나에 해당하는 경우에는 7.3에서 제시하는 동적해석법을 사용하여야 한다.
(1) 높이 70m 이상 또는 21층 이상의 정형구조물
(2) 높이 20m 이상 또는 6층 이상의 비정형구조물

7.1.3 내진설계범주 'D'에 대한 해석법
내진설계범주 'D'에 해당하는 구조물의 해석에는 표 7.1-1에 지정한 해석방법 또는 그 보다 정밀한 해석방법을 사용하여야 한다. 이 경우에 구조물이 표 5.3-1의 H-1 혹은 H-4에 해당하는 평면비정형성이 없거나 표 5.3-2의 V-1, V-4 혹은 V-5에 해당하는 수직비정형성이 없는 경우에 정형으로 볼 수 있다.

표 7.1-1 내진설계범주 'D'에 대한 해석법

구조물 형태	내진설계를 위한 해석방법
1. 3층 이하인 경량골조구조와 각 층에서 유연한 격막을 갖는 2층 이하인 기타 구조로서 내진등급 II의 구조물	등가정적해석법 또는 동적해석법
2. 상기 1항 이외의 높이 70m 미만의 정형구조물	등가정적해석법 또는 동적해석법
3. 표 5.3-2에서 유형 1, 2, 3을 제외한 수직비정형성 또는 표 5.3-1의 유형 1을 제외한 평면비정형성을 가지면서 높이가 5층 또는 20m를 초과하지 않는 구조물.	등가정적해석법 또는 동적해석법
4. 평면 또는 수직 비정형성을 가지는 기타 구조물 또는 높이가 70m를 초과하는 정형구조물	동적해석법

7.2 등가정적해석법
7.2.1 밑면전단력
밑면전단력 V는 식 (7.2-1)에 따라 구한다.

$$V = C_s W \qquad (7.2\text{-}1)$$

여기서,

C_s : 식 (7.2-2)에 따라 산정한 지진응답계수

W : 고정하중과 아래에 기술한 하중을 포함한 유효 건물 중량

① 창고로 쓰이는 공간에서는 활하중의 최소 25%(공용차고와 개방된 주차장 건물의 경우에 활하중은 포함시킬 필요가 없음.)

② 바닥하중에 칸막이벽 하중이 포함될 경우에 칸막이의 실제중량과 0.5kN/m^2 중 큰 값

③ 영구설비의 총 하중

④ 적설하중이 1.5kN/m^{2}을 넘는 평지붕의 경우에는 평지붕 적설하중의 20%.

⑤ 옥상정원이나 이와 유사한 곳에서 조경과 이에 관련된 재료의 무게

7.2.2 지진응답계수

지진응답계수 C_s는 식 (7.2-2)에 따라 구한다.

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left[\frac{R}{I_E}\right]} \qquad (7.2\text{-}2)$$

식 (7.2-2)에 따라 산정한 지진응답계수 C_s는 다음 값을 초과하지 않아도 된다.

$T \le T_L$:

$$C_s = \frac{S_{D1}}{\left[\frac{R}{I_E}\right] T} \qquad (7.2\text{-}3)$$

$T > T_L$:

$$C_s = \frac{S_{D1} T_L}{\left[\frac{R}{I_E}\right] T^2} \qquad (7.2\text{-}4)$$

그러나 지진응답계수 C_s는 다음 값 이상이어야 한다.

$$C_s = 0.044 S_{DS} I_E \ge 0.01 \qquad (7.2\text{-}5)$$

여기서,

I_E : 표 2.2-1에 따라 결정된 건축물의 중요도계수

R : 표 6.2-1에 따라 결정한 반응수정계수

S_{DS} : 4.2에 따른 단주기 설계스펙트럼가속도

S_{D1} : 4.2에 따라 결정한 주기 1초에서의 설계스펙트럼가속도

T : 7.2.3에 따라 산정한 건축물의 고유주기(초)

T_L : 5초

7.2.3 고유주기 산정법

구조물의 고유주기는 7.2.4의 약산식에 따라 산정하거나 저항요소의 변형특성과 구조적 특성을 고려한 수치해석적 방법으로 구할 수 있다. 다만, 수치해석적 방법에 의하여 산정한 고유주기는 약산식에 따라 구한 고유주기 T_a에 표 7.2-1의 주기상한계수 C_u를 곱한 값을 초과할 수 없다.

표 7.2-1 주기상한계수, C_u

S_{D1}	C_u
0.4 이상	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
0.1 이하	1.7

※ S_{D1}의 중간값에 해당할 경우 주기상한계수 C_u는 직선보간한다.

7.2.4 고유주기의 약산법

근사고유주기 T_a(초)는 식 (7.2-6)에 따라 구한다.

$$T_a = C_t h_n^x \qquad (7.2\text{-}6)$$

여기서,

C_t = 0.0466, x=0.9 : 철근콘크리트모멘트골조

C_t = 0.0724, x=0.8 : 철골모멘트 골조

C_t = 0.0731, x=0.75 : 철골 편심가새골조 및 철골 좌굴방지가새골조

C_t = 0.0488, x=0.75 : 철근콘크리트전단벽구조, 기타골조

h_n : 건축물의 밑면으로부터 최상층까지의 전체높이 (m)

강성에 영향을 줄 수 있는 비보강채움벽이 있는 철근콘크리트모멘트골조, 철골모멘트골조의 주기는 상기 식에 2/3를 곱하여 산정한다. 콘크리트 전단벽체가 주요 횡저항 시스템인 경우에는 기타골조의 주기식을 적용한다.

철근콘크리트와 철골 모멘트저항골조에서 12층을 넘지 않고 층의 최소높이가 3m 이상일 때 근사고유주기 T_a는 아래 식에 의하여 구할 수 있다.

$$T_a = 0.1N \qquad (7.2\text{-}7)$$

여기서,

N : 층수

7.2.5 지진력의 연직분포

밑면전단력을 수직분포시킨 층별 횡하중 F_x는 다음 식에 따라 결정한다.

$$F_x = C_{vx} V \qquad (7.2\text{-}8)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x \, h_x^k}{\sum_{i=1}^{n} w_i \, h_i^k} \qquad (7.2\text{-}9)$$

여기서,

C_{vx} : 수직분포계수

k : 건축물 주기에 따른 분포계수

$k = 1$: 0.5초 이하의 주기를 가진 건축물

$k = 2$: 2.5초 이상의 주기를 가진 건축물.

단, 0.5초와 2.5초 사이의 주기를 가진 건축물의 경우 k는 1과 2 사이의 값을 직선보간 하여 구한다.

h_i, h_x : 밑면으로부터 i 또는 x층까지의 높이

V : 밑면전단력

w_i, w_x : i 또는 x층 바닥에서의 중량

n : 층수

7.2.6 수평전단력분포

7.2.6.1 수평전단력의 계산

x층에서의 층전단력 V_x는 다음 식에 의해 결정한다.

$$V_x = \sum_{i=x}^{n} F_i \qquad (7.2\text{-}10)$$

여기서,

F_i : i층 바닥에 작용하는 지진력

7.2.6.2 강한 격막

격막이 강한 격막으로 분류될 경우에 설계층전단력은 그 층의 지진력저항 시스템을 구성하는 수직부재들의 횡강성비에 따라 분배한다.

7.2.6.3 유연한 격막

유연한 격막으로 분류될 경우에 설계층전단력은 격막의 설계면내강성을 고려하여 분배하거나 또는 각 저항선상에 위치한 격막의 작용면적을 기초로 각 수직부재에 분배한다.

7.2.6.4 수평비틀림모멘트

격막이 유연하지 않을 경우에는 설계 시 수평비틀림모멘트를 고려하여야 한다. 수평비틀림모멘트는 구조물의 질량 중심과 강성 중심 간의 편심에 의한 비틀림모멘트 M_t와 우발비틀림모멘트 M_{ta}의 합으로 한다. 이때 비틀림모멘트 M_t는 편심거리에 층전단력을 곱하여 산정하고, 우발비틀림모멘트 M_{ta}는 지진력 작용방향에 직각인 평면치수의 5%에 해당하는 우발편심과 층전단력을 곱하여 산정한 모멘트로 한다. 우발편심은 질량 중심에 대하여 양방향 모두 고려하여야 한다.

7.2.6.5 비틀림의 동적증폭

표 5.3-1에 의한 비틀림비정형(유형 H - 1) 건물이 5.2에 따라 내진설계범주 'C' 또는 'D'로 분류되는 경우에는 다음 식에 의한 비틀림증폭계수 A_x를 각 층에서 우발비틀림모멘트 M_{ta}에 곱하여야 한다.

$$A_x = \left[\frac{\delta_{\max}}{1.2\delta_{avg}} \right]^2 \quad (7.2\text{-}11)$$

여기서,

$\delta_{\max}$: x층 바닥에서의 최대변위

δ_{avg} : x층 바닥에서 건물 각 모서리 변위의 평균

단, 비틀림증폭계수 A_x가 3.0을 초과할 필요는 없다. 각 부재의 설계 시 가장 불리한 하중조건을 고려하여야 한다.

7.2.7 전도모멘트

건축물은 7.2에 따라 결정된 지진하중으로 인한 전도모멘트에 대하여 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. x층에서의 전도모멘트 M_x는 다음 식에 따라 결정한다.

$$M_x = \tau \sum_{i=x}^{n} F_i (h_i - h_x) \quad (7.2\text{-}12)$$

여기서,

F_i : i층 바닥에 작용하는 지진력

h_i 및 h_x : 밑면으로부터 층바닥 i 또는 x까지의 높이 (m)

τ : 다음에 의해 결정되는 전도모멘트감소계수

① 최상층으로부터 10번째 층까지는 1.0

② 최상층으로부터 20번째 층과 그 이하는 0.8

③ 최상층으로부터 10번째 층과 20번째 층 사이는 1.0과 0.8 사이를 직선보간한 값

7.2.8 층간변위 결정과 $\boldsymbol{P}-\Delta$효과

7.2.8.1 층간변위의 결정

층간변위 Δ는 주어진 층의 상·하단 질량 중심의 횡변위 차이로서 산정한다. 허용응력설계의 경우에도 Δ는 지진하중에 하중계수 0.7을 곱하지 않고 산정하여야 한다. 건물이 표 5.3-1에 의한 평면비정형성의 유형 H-1과 내진설계범주 'C'와 'D'로 분류된 경우에 Δ는 주어진 층의 상·하단 모서리 변위 간 차이 중 최대 값으로 한다.

x층의 층변위 δ_x는 다음 식에 의해서 결정한다.

$$\delta_x = \frac{C_d\,\delta_{xe}}{I_E} \qquad (7.2\text{-}13)$$

여기서,

C_d : 표 6.2-1에 의한 변위증폭계수

δ_{xe} : 지진력저항시스템의 탄성해석에 의한 층변위

I_E : 표 2.2-1에 따른 건축물의 중요도계수

표 8.2-1에 있는 허용층간변위에 대한 판정에 있어서 x층에서의 변위 δ_x는 이 조항의 규정에 따라 산정하여야 한다.

변위해석만을 목적으로 할 경우에는 건축물의 고유주기 T의 산정에 7.2-3에 제시된 주기의 상한값을 적용할 필요는 없다.

또한, 설계층간변위 Δ는 $P-\Delta$효과에 의한 증폭계수 $a_d = 1.0/(1-\theta)$를 곱하여 산정한다. 여기서, θ는 7.2.8.2에 정의된 안정계수이다.

7.2.8.2 $\boldsymbol{P}-\Delta$효과

(1) 다음 식에 따라 산정한 안정계수 θ가 0.1 이하인 경우에는 층전단력과 모멘트로 인한 부재력 및 층간변위의 산정에 $P-\Delta$ 효과를 고려하지 않아도 좋다.

$$\theta = \frac{P_x\,\Delta}{V_x\,h_{sx}\,C_d} \qquad (7.2\text{-}14)$$

여기서,

P_x : x층 및 그 상부층의 수직하중 합. 단, P_x 산정 시 각 하중의 하중계수는 1.0을 넘을 필요가 없다.

Δ : V_x에 의한 설계층간변위

V_x : x층과 $x-1$층 사이의 지진하중 전단력

h_{sx} : x층 아래의 층높이

C_d : 표 6.2-1에 의한 변위증폭계수

(2) 식 (7.2-14)에 따라 산정한 안정계수 θ는 다음 식에 의한 $\theta_{\max}$를 초과할 수 없다. θ가 $\theta_{\max}$를 초과할 경우에는 구조물이 불안정할 가능성이 크기 때문에 재설계하여야 한다.

$$\theta_{\max} = \frac{0.5}{\beta\, C_d} \leqq 0.25 \qquad (7.2\text{-}15)$$

여기서,

β : x층과 $x-1$층 사이의 설계전단강도에 대한 소요전단강도의 비이며, 별도의 산정 없이 안전측으로 $\beta = 1$을 사용할 수 있다.

(3) 안정계수 θ가 0.1보다 크고, $\theta_{\max}$ 이하일 경우에는 합리적인 방법으로 $P-\Delta$해석을 수행하여 층간변위와 부재력을 구하여야 한다. $P-\Delta$해석 대신에 증폭계수 $a_d = 1.0/(1-\theta)$를 곱하여 층간변위와 부재력을 증대하여 사용하여도 좋다.

(4) $P-\Delta$효과가 자동적으로 고려되는 해석을 하더라도 식 (7.2-15)의 제한값을 만족하여야 한다. 이 경우에는 $P-\Delta$해석에 의한 결과값으로 식 (7.2-14)의 θ를 산정하고, 이 값을 $(1+\theta)$로 나눈 값을 안정계수 θ로 하여 식 (7.2-15)의 제한값을 검토하여도 좋다.

7.2.9 지반-구조물 상호작용

기초 하부는 고정단으로 가정 하거나 또는 기초 하부지반의 강성을 고려하여 구조해석을 수행할 수 있다. 지하층이 있는 구조에 대하여 지상구조물의 지진하중 계산을 위해 주기를 산정하는 경우에는 지하층 벽체에 인접한 지반횡강성을 고려하거나 지표면에서 고정된 지상구조만을 고려해야 한다. 지진토압을 고려하는 지진해석과 내진설계는 14.6을 따른다.

7.3 동적해석법

7.3.1 해석방법의 선택

동적해석을 수행하는 경우에는 다음 중 한 가지 방법을 선택할 수 있으며, 세부 절차는 이 조항의 규정에 의한다.

(1) 응답스펙트럼해석법

(2) 선형시간이력해석법

(3) 비선형시간이력해석법

7.3.2 모델링

건축물의 수학적 모델은 질량과 강성의 공간적 분포를 표현할 수 있어야 한다.

(1) 서로 독립적이고 직각으로 배치된 횡력저항시스템을 갖는 정형구조물에 있어서는 독립적인 2차원 모델을 사용할 수 있다.

(2) 서로 독립적이 아닌 저항시스템을 갖는 비정형 구조물의 경우에는 각 층별로 평면상의 두 직각방향에 대한 변위와 수직축에 대한 회전을 포함하는 최소한 3개의 자유도를 갖는 3차원 모델을 사용하여야 한다.

(3) 격막이 횡력저항시스템의 수직부재에 비하여 유연한 경우에는, 해석모델은 격막의 유연성과 그것이 동적응답에 미치는 영향을 고려할 수 있는 추가적인 자유도를 포함시켜야 한다.

(4) 철근콘크리트조와 조적조의 경우 균열단면의 영향을 고려하여야 하고, 철골모멘트골조의 경우 변위 산정 시 패널존의 영향을 고려하여야 한다.

(5) $P-\Delta$효과가 큰 경우에는 반드시 이를 고려할 수 있는 모델을 사용하거나 해석결과에 $P-\Delta$효과를 반영하여야 한다.

(6) 지하층구조의 바닥면적이 지상구조의 바닥면적에 비하여 매우 큰 경우에는 지상구조를 분리하여 해석할 수 있다. 그렇지 않은 경우에는 지하구조를 지상구조와 함께 모델링하여야 한다.

7.3.3 응답스펙트럼해석법

7.3.3.1 모드특성

고유주기, 모드형상벡터, 질량참여계수, 모드질량 등과 같은 건축물의 진동모드특성은 횡력저항시스템의 질량 및 탄성강성에 의하여 밑면이 고정된 것으로 가정 하여 공인된 해석방법으로 구하여야 한다. 해석에 포함되는 모드개수는 직교하는 각 방향에 대하여 질량참여율이 90% 이상이 되도록 결정한다.

7.3.3.2 모드밑면전단력

m차 모드에 의한 밑면전단력 V_m은 다음 식으로 구한다.

$$V_m = C_{sm}\,\overline{W_m} \quad (7.3\text{-}1)$$

$$\overline{W_m} = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} w_i\,\phi_{im}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} w_i\,\phi_{im}^2} \quad (7.3\text{-}2)$$

여기서,

C_{sm} : 식 (7.3-3)에 의하여 결정되는 m차 모드 지진응답계수

$\overline{W_m}$: m차 모드 유효중량

ϕ_{im} : m차 모드벡터의 i층 성분

w_i : 유효건물중량 W중 i층의 유효중량으로 W는 모든 고정하중 및 다음의 하중을 포함한다.

① 창고로 쓰이는 공간에서는 활하중의 최소 25%(공용 차고와 개방된 주차장 건물의 경우에는 활하중은 포함시킬 필요가 없음)

② 바닥하중에 칸막이벽하중이 포함될 경우에는 칸막이의 실제중량과 0.5 kN/m^2 중 큰 값

③ 영구설비의 총 하중

④ 적설하중이 1.5 kN/m^{2}이 넘는 평지붕의 경우에는, 평지붕적설하중의 20%

⑤ 옥상정원이나 이와 유사한 곳에서 조경과 이에 관련된 재료의 무게

m차 모드 지진응답계수 C_{sm}은 식 (7.3-3)에 따라 결정한다.

$$C_{sm} = \frac{S_{am}}{\left(\frac{R}{I_E}\right)} \quad (7.3\text{-}3)$$

여기서,

I_E : 표 2.2-1에 따라 결정되는 중요도계수

S_{am} : 설계스펙트럼 또는 대지특성에 맞는 응답스펙트럼에 따라 결정되는 모드별 주기 T_m에 대응하는 모드 설계스펙트럼가속도

R : 표 6.2-1에 의한 반응수정계수

단, 각 방향별 1차 모드를 제외한 주기가 0.3초 미만인 고차모드의 지진응답계수 C_{sm}은 식 (7.3-4)로도 구할 수 있다.

$$C_{sm} = \frac{S_{DS}}{2.5\left(\frac{R}{I_E}\right)}(1.0 + 5.0\,T_m) \qquad (7.3\text{-}4)$$

여기서,

I_E : 표 2.2-1에 따라 결정되는 중요도계수

R : 표 6.2-1에 의한 반응수정계수

S_{DS} : 4.2에 의한 단주기 설계스펙트럼가속도

T_m : m차 모드의 진동주기

7.3.3.3 모드 층지진력, 변위, 층간변위

각 층의 모드하중 F_{xm}은 다음 식으로 구한다.

$$F_{xm} = C_{vxm}\,V_m \quad (7.3\text{-}5)$$

$$C_{vxm} = \frac{w_x\,\phi_{xm}}{\sum_{i=1}^{n} w_i\,\phi_{im}} \qquad (7.3\text{-}6)$$

여기서,

C_{vxm} : m차 모드의 수직분포계수

V_m : 식 (7.3-1)에 의하여 산정된 m차 모드의 밑면전단력

w_i , w_x : i 층과 x 층의 유효중량

ϕ_{im} : m차 모드벡터의 i층 성분

ϕ_{xm} : m차 모드벡터의 x층 성분

각 층에서의 모드변위 δ_{xm}은 다음 식으로 구한다.

$$\delta_{xm} = \frac{C_d\,\delta_{xem}}{I_E} \quad (7.3\text{-}7)$$

여기서,

C_d : 표 6.2-1에 의한 변위증폭계수

I_E : 표 2.2-1에 따라 결정되는 중요도계수

δ_{xem} : 탄성해석으로 구한 m차 모드의 x층 질량중심의 변위

탄성변위 δ_{xem}은 다음과 같은 식을 이용하여 구할 수도 있다.

$$\delta_{xem} = \left(\frac{g}{4\pi^2}\right)\left(\frac{T_m^2 \ F_{xm}}{w_x}\right) \quad (7.3\text{-}8)$$

여기서,

F_{xm} : m차 모드의 x층 지진력

g : 중력가속도

T_m : m차 모드의 진동주기

w_x : x층의 유효중량

모드층간변위 Δ_m은 상하층의 층변위 δ_{xm}의 차로 구한다.

7.3.3.4 모드 층전단력, 모멘트, 부재력

7.3.3.3에 따라 산정된 지진하중에 의하여 발생하는 층전단력, 층전도모멘트, 부재력 등은 모드별로 선형 정적해석법을 이용하여 구한다.

7.3.3.5 설계값의 산정

(1) 밑면전단력 V_t, 층전단력, 층간변위, 층변위, 부재력 등의 설계값은 각 모드의 영향을 제곱합제곱근법(Square Root of Sum of Square : SRSS) 또는 완전2차조합법(Complete Quadratic Combination : CQC)으로 조합하여 구한다.단, 일련된 각 모드의 주기 차이가 25퍼센트 이내일 때에는 CQC를 사용하여야 한다.

(2) 응답스펙트럼해석에 의한 밑면전단력 V_t가 7.2.3에 따라 구한 고유주기를 사용하여 등가정적해석법으로 산정한 밑면전단력 V의 85%보다 작은 경우에는 7.3.3.5(1)에서 구한 설계값에 다음의 보정계수 C_m을 곱하여 사용한다. 단, 층간변위에는 보정계수 C_m을 곱하지 않는다.

$$C_m = 0.85\frac{V}{V_t} \geq 1.0 \qquad (7.3\text{-}9)$$

7.3.3.6 횡변위 결정과 $\boldsymbol{P-\Delta}$ 효과

비탄성횡변위의 결정과 $P-\Delta$ 효과에 대한 고려는 7.2.7에 따른다. 다만, 해석에서 $P-\Delta$ 효과를 고려하는 경우에는 추가로 $P-\Delta$ 효과를 고려하지 않는다.

7.3.4 시간이력해석

7.3.4.1 설계지진파

(1) 시간이력해석은 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 최소한 3개 이상 이용하여 수행한다. 3개의 지반운동을 이용하여 해석할 경우에는 최대응답을 사용하여 설계해야 하며, 7개 이상의 지반운동을 이용하여 해석할 경우에는 평균응답을 사용하여 설계할 수 있다.

(2) 3차원해석을 수행하는 경우 각 지반운동은 평면상에서 서로 직교하는 2방향의 쌍으로 구성되며, 2방향의 성분이 대상 구조물의 평면상에 교대로 2회 해석되어야 한다. 개별 지반운동의 성분별로 5% 감쇠비의 응답스펙트럼을 작성하고, 주기별로 제곱합제곱근(SRSS)을 취하여 제곱합제곱근 스펙트럼을 산정하며, 이 제곱합제곱근 스펙트럼들의 평균값이 설계대상 구조물 기본진동주기의 0.2배부터 1.5배 사이에 해당되는 주기에 대해서 지반운동기록의 조성 및 생성방법에 따라 다음의 최소응답스펙트럼 가속도 이상 되도록 해야 한다. 지반운동의 크기를 조정하는 경우에는 직교하는 2성분에 대해서 동일한 배율을 적용하여야 한다.

① 4.1.1에서 정의된 지반조건에 해당하는 지진관측소에서 계측된 지반운동기록의 진폭을 조정하여 사용하는 경우에 최소응답스펙트럼 가속도는 설계응답스펙트럼의 1.3배의 90%로 정한다.

② 4.1.1에서 정의된 지반조건에 해당하는 지진관측소에서 계측된 지반운동기록의 주파수 성분을 조정하여 설계응답스펙트럼에 맞게 생성한 경우에 최소응답스펙트럼 가속도는 설계응답스펙트럼의 1.3배의 110%로 정한다.

③ 설계대상 구조물이 위치한 지반의 조건이 고려된 부지응답해석을 통해 지진동을 산정할 경우 최소응답스펙트럼 가속도는 설계응답스펙트럼의 1.3배의 80%로 정한다. 다만, 부지응답해석으로 구해진 지진파의 평균스펙트럼의 최대값이 설계대상 구조물 기본진동주기의 0.2배부터 1.5배 사이에 해당되는 구간 밖에 위치할 경우 최소응답스펙트럼 가속도는 설계응답스펙트럼의 1.3배의 90%로 정한다. 부지응답해석을 위한 입력 지진파는 4.1.1에서 정의하는 S_1 지반조건에서 계측된 지반운동기록을 사용하되 그 제곱합제곱근 스펙트럼들의 평균값은 S_1 지반의 설계응답스펙트럼의 1.3배와 비교하여 가속도 일정구간에서는 80% 이상, 그 외 구간에서는 100% 이상이어야 한다.

(3) 2차원 해석을 수행하는 경우에는 개별 지반운동에 대해 작성된 5% 감쇠비 응답스펙트럼의 평균값이 해석을 수행하는 방향의 구조물 고유주기의 0.2배부터 1.5배 사이에 해당되는 주기에 대해서 지반운동기록의 조성 및 생성방법에 따라 7.3.4.1(2)의 ①, ②, ③에 부합하도록 조정한다. 단, 설계응답스펙트럼의 1.3배 대신에 1.0배를 적용한다.

7.3.4.2 선형시간이력해석

층전단력, 층전도모멘트, 부재력 등 설계값은 시간이력해석에 의한 결과에 중요도계수를 곱하고 반응수정계수로 나누어 구한다. 이렇게 구한 설계값들은 7.3.3.5의 규정에 따라 조정하여야 한다.

7.3.4.3 비선형시간이력해석

부재의 비탄성 능력 및 특성은 중요도계수를 고려하여 실험이나 충분한 해석결과에 부합하도록 모델링해야 한다. 응답은 R/I_E에 의하여 감소시키지 않는다. 최대 비탄성변위응답은 8.2.3을 만족하여야 한다. 더불어 개별 부재의 강도 및 변형 능력 만족 여부도 함께 검토해야 한다.

7.3.4.4 지반효과의 고려

지반운동의 영향을 직접적으로 고려하기 위하여 구조물 인접지반을 포함하여 해석을 수행할 수 있다. 기반암 상부에 위치한 지반을 모델링하여야 하며, 되도록 넓은 면적의 지반을 모델링하여 구조물로부터 멀

리 떨어진 지반의 운동이 구조물과 인접지반의 상호작용에 의하여 영향을 받지 않도록 한다. 기반암의 특성을 가진 지진파를 이용하여 기반암의 지진입력에 대하여 해석을 수행한다. 이 때 기반암의 특성을 가진 입력지진파의 선정은 7.3.4.1(2)③을 따른다.

1108 하중조합 및 설계 요구사항

8.1 지진하중의 조합
8.1.1 일반사항
이 절은 구조물 및 부재 설계를 위한 하중조합과 특별지진하중을 규정한다. 또한 지진하중의 방향과 수직지진력의 영향을 고려하여 설계지진력을 결정하는 방법을 규정한다.

8.1.2 하중조합
8.1.2.1 강도설계
강도설계 또는 한계상태설계를 수행하는 경우 지진하중을 포함하는 하중조합은 KDS 41 10 15 건축구조기준 설계하중의 1.5 하중조합을 따른다.

8.1.2.2 허용응력설계
허용응력설계를 수행하는 경우 지진하중을 포함하는 하중조합은 KDS 41 10 15 건축구조기준 설계하중의 1.5 하중조합을 따른다.

8.1.2.3 특별지진하중
필로티 등과 같이 전체 구조물의 불안정성으로 붕괴를 일으키거나 지진하중의 흐름을 급격히 변화시키는 주요부재와 이를 지지하는 해당 위치의 수직부재 설계에는 지진하중을 포함한 하중조합에 일반 지진하중(E) 대신 특별지진하중(E_m)을 사용하여야 한다.

$$E_m = \Omega_0 E \pm 0.2 S_{DS} D \quad (8.1\text{-}1)$$

여기서, Ω_0는 표 6.2-1에서 정한 시스템초과강도계수, S_{DS}는 4.2에서 정의한 단주기설계스펙트럼가속도, D는 고정하중이다.
단, $\Omega_0 E$는 지진력저항 시스템에서 다른 부재의 내력에 의해 전달될 수 있는 최대하중을 초과할 필요는 없다.

8.1.3 지진하중의 방향
8.1.3.1 내진설계범주 'B'
설계지진력은 각 부재에 가장 큰 하중효과가 발생하는 방향으로 적용한다. 이러한 규정은 지진력을 직교

하는 임의의 두 방향으로 각각 작용시켰을 때 만족하는 것으로 간주한다.

8.1.3.2 내진설계범주 'C'

8.1.3.1의 규정을 만족하여야 하며, 특히 표 5.3-1에 규정된 평면비정형 유형 H-5에 해당하는 구조물의 설계부재력은 다음의 두 가지 방법 중 한 가지 방법을 이용하여 결정한다.

(1) 한 방향 지진하중 100%와 그에 직교하는 방향의 지진하중 30%에 대한 하중효과의 절대값을 합하여 구하되, 두 가지 조합 중 큰 값을 택한다.
(2) 직교하는 두 방향 하중효과의 100%를 제곱합제곱근(SRSS) 방법으로 조합한다.

8.1.3.3 내진설계범주 'D'

구조물의 설계부재력은 다음의 두 가지 방법 중 한 가지 방법을 이용하여 결정한다.

(1) 한 방향 지진하중 %와 그에 직교하는 방향의 지진하중 30%에 대한 하중효과의 절대값을 더하되, 두 조합 중 큰 값을 택한다.
(2) 직교하는 두 방향 하중효과의 %를 제곱합제곱근(SRSS) 방법으로 조합한다.

8.1.4 수직지진력

내진설계범주 'D'로 분류된 구조물의 수평 내민보와 프리스트레스를 받는 수평요소는 해당 하중조합에 추가하여 고정하중의 20% 이상에 해당하는 수직지진력에 저항할 수 있도록 설계한다.

8.2 설계 요구사항

지진력저항시스템에 대한 각 구조요소의 설계는 이 조항의 규정을 만족해야 한다.

8.2.1 강도 조건

지진력저항시스템을 구성하는 모든 구조부재는 재료별 설계기준을 따라 계산한 설계강도가 지진하중조합에 의한 설계지진력보다 작지 않아야 한다.

8.2.2 연성 조건

전체 구조물과 구조부재는 표 6.2-1의 지진력저항시스템별 연성 능력을 확보해야 한다. 연성능력 확보를 위한 재료별 요구사항 및 내진상세 규정은 9장~13장을 따른다.

8.2.3 변형과 횡변위 제한

설계층간변위 Δ는 어느 층에서도 표 8.2-1에 규정한 허용층간변위 Δ_a를 초과할 수 없다.

표 8.2-1 허용층간변위 Δ_a

	내진등급		
	특	I	II
허용층간변위 Δ_a	$0.010h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.020h_{sx}$

h_{sx} : x층 층고

8.2.4 건물간의 거리

내진설계범주 'D'로 분류된 구조물은 이웃한 구조물과 일정한 거리를 유지하여야 한다. 동일한 부지에서 인접한 2개의 건축물은 최소한 다음의 δ_{MT} 이상 격리시켜야 한다.

$$\delta_{MT} = \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2} \qquad (8.2\text{-}1)$$

여기서, δ_{M1}과 δ_{M2}는 7.2.8 또는 7.3.4에 따라 산정한 각 건축물의 횡변위이다.

구조물이 대지경계선에 인접한 경우에는, 구조물은 대지경계선으로부터 최소한 건물의 횡변위 δ_M만큼 떨어져야 한다.

8.3 비정형 구조물

비정형 구조물의 구조부재는 8.2의 설계 요구사항 이외에 다음 규정을 만족해야 한다. 단, 내진설계범주 'A'에 해당하는 구조물은 예외로 한다.

8.3.1 수직시스템의 불연속

표 5.3-2에 정의된 수직 비정형의 유형 V-5와 같이 횡력저항능력이 불연속이며, 약층의 강도가 바로 윗층 강도의 65% 미만인 구조물의 높이는 2층 또는 9m 이하이어야 한다. 단, 약층이 설계하중에 시스템초과강도계수 Ω_0를 곱한 지진력을 지지할 수 있다면 높이 제한을 적용하지 않는다.

8.3.2 역추형 구조물

역추형 구조물을 지지하는 기둥은 7.2에 따라 결정된 밑면에서의 휨모멘트 및 밑면휨모멘트의 1/2에 해당하는 최상부 모멘트 사이에 선형으로 변하는 모멘트에 대하여 설계하여야 한다.

8.3.3 불연속벽 또는 골조를 지지하는 부재

표 5.3-1의 평면비정형 유형 H-4 또는 표 5.3-2의 수직비정형 유형 V-4에 해당하는 구조물의 불연속벽 또는 골조를 지지하는 부재는 8.1.2.3의 특별지진하중과의 조합하중에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

8.4 격막과 수집재

격막 및 그 경계요소와 수집재는 8.4.1와 8.4.2에 따라 설계해야 한다.

8.4.1 격막의 설계
격막과 그 경계요소는 설계지진력으로부터 계산한 전단응력 및 휨응력에 대하여 설계해야 한다. 개구부, 오목한 모서리 등 격막의 불연속 부분에 대해서는 모서리 및 경계(또는 경계요소)에 작용하는 힘이 격막의 전단내력 및 인장내력보다 크지 않도록 설계해야 한다.

8.4.2 수집재의 설계
구조물의 한 부분에서 발생한 지진력을 다른 곳에 위치한 지진력저항부재가 저항하는 경우, 해당 지진력을 전달할 수 있는 수집재를 설치해야 한다. 수집재의 설계지진력은 표 6.2-1에 제시된 시스템초과강도계수가 곱해진 특별지진하중을 고려한 하중조합에 대하여 산정해야 한다.

1109 콘크리트구조의 고려사항

9.1 일반사항
이 장은 콘크리트구조의 내진설계를 위한 시스템분류, 설계요구사항, 상세요구사항, KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준과의 연관관계를 정의한다. 세부규정은 KDS 41 30 00 을 따른다.

9.2 시스템의 분류
9.2.1 모멘트골조
저연성도, 중연성도, 고연성도가 요구되는 모멘트골조는 각각 보통모멘트골조, 중간모멘트골조, 특수모멘트골조로 분류하며, 이러한 모멘트골조로 구성된 구조시스템의 지진하중 계산을 위한 설계계수는 6장을 따른다.

9.2.2 내력벽구조
저연성도, 고연성도가 요구되는 내력벽은 각각 보통전단벽, 특수전단벽으로 분류하며, 이러한 내력벽으로 구성된 구조시스템의 지진하중 계산을 위한 설계계수는 6장을 따른다.

9.2.3 무량판슬래브구조
기둥과 무량판슬래브로 구성되는 모멘트골조는 9.2.1을 따른다. 다만, 기둥을 연결하는 보가 없고 횡보강철근상세를 사용하지 않는 플랫플레이트 구조와 플랫슬래브 구조는 고연성도 구조로 사용할 수 없다.

9.2.4 모멘트골조와 전단벽 또는 가새골조의 혼합구조
모멘트골조와 전단벽 또는 가새골조로 구성되는 혼합구조는 모멘트골조의 기여도와 부재의 연성상세에

따라서 분류되며, 건물골조방식, 이중골조방식, 전단벽-골조 상호작용방식이 있다. 상세한 구조형식의 분류와 설계계수는 6장을 따른다.

9.2.5 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조시스템

내진상세가 아닌 일반상세를 사용하여 설계하고자 하는 경우에는 이 규정을 따를 수 있다. 관련 설계계수는 6장을 따른다. 제한적인 연성능력을 고려하여 반응수정계수가 상대적으로 작고, 건물높이 등이 제한된다. 대신에 구조형식의 제한없이 사용이 가능하며, 혼합구조에도 사용할 수 있다.

9.3 재료요구사항

중연성도와 고연성도가 요구되는 구조형식의 구조물에 사용하는 재료는 다음을 따른다.

9.3.1 철근

모멘트골조부재, 벽체의 경계요소, 연결보에 사용되는 주철근에 대해서는 다음과 같은 성능을 가지는 한국산업규격의 내진용 철근(SD400S, SD500S, SD600S)을 사용해야 한다.

(1) 철근의 인장강도는 항복강도를 일정이상 초과하는 충분한 강도를 가져야 한다.

(2) 철근의 실제 항복강도는 설계기준 항복강도대비 과도한 강도를 나타내서는 안 된다.

(3) 철근은 충분한 신장율을 나타내야 한다.

종류 기호	항복점 또는 항복 강도 N/mm²	인장 강도[a] N/mm²	인장 시험편	연신율[b] %	굽힘성	
					굽힘 각도	안쪽 반지름
SD300	300~420	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것.	16 이상	180°	D 16 이하 공칭 지름의 1.5배
			3호에 준한 것.	18 이상		D 16 초과 공칭 지름의 2배
SD400	400~520	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것.	16 이상	180°	공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것.	18 이상		
SD500	500~650	항복강도의 1.08배 이상	2호에 준한 것.	12 이상	90°	D 25 이하 공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것.	14 이상		D 25 초과 공칭 지름의 3배
SD600	600~780	항복강도의 1.08배 이상	2호에 준한 것.	10 이상	90°	D 25 이하 공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것			D 25 초과 공칭 지름의 3배
SD700	700~910	항복강도의 1.08배 이상	2호에 준한 것.	10 이상	90°	D 25 이하 공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것			D 25 초과 공칭 지름의 3배
SD400 W	400~520	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것.	16 이상	180°	공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것.	18 이상		
SD500 W	500~650	항복강도의 1.15배 이상	2호에 준한 것.	12 이상	180°	D 25 이하 공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것	14 이상		D 25 초과 공칭 지름의 3배
SD400 S	400~520	항복강도의 1.25배 이상	2호에 준한 것.	16 이상	180°	공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것	18 이상		
SD500 S	500~620	항복강도의 1.25배 이상	2호에 준한 것.	12 이상	180°	D 25 이하 공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것	14 이상		D 25 초과 공칭 지름의 3배
SD600 S	600~720	항복강도의 1.25배 이상	2호에 준한 것.	10 이상	90°	D 25 이하 공칭 지름의 2.5배
			3호에 준한 것			D 25 초과 공칭 지름의 3배

[a] 인장강도는 실측한 항복강도의 비율로서 규정된 비율 이상이어야 한다.

[b] 이형 봉강에서 치수가 호칭명 D 32를 초과하는 것에 대해서는 호칭명 3을 증가할 때마다 표 3의 연신율의 값에서 각각 2를 감한다. 다만, 감하는 한도는 4로 한다.

9.3.2 철근의 이음 및 정착

(1) 보와 기둥의 소성힌지구간에서는 겹침이음과 용접이음이 허용되지 않는다.

(2) 기계적이음의 강도는 철근의 강도보다 커야하며, 이음에서 취성파괴가 발생하지 않아야 한다.

(3) 철근의 이음과 정착은 콘크리트의 손상이 적을 것으로 예상되고 해당 철근의 인장력이 작은 구간에 설치한다.

9.4 보와 기둥에 대한 요구사항

중연성도와 고연성도가 요구되는 구조형식은 다음을 따른다.

9.4.1 전단강도

(1) 보와 기둥 단부의 소성힌지에서 충분한 비탄성변형이 발생할 수 있어야 한다. 이를 위하여 단부에서 휨모멘트강도와 비탄성변형이 발휘될 때까지 전단파괴가 발생하지 않도록 충분한 전단강도를 가져야 한다.

(2) 고연성도 구조에서는 비탄성변형의 증가에 따른 콘크리트의 전단강도저하를 고려해야 한다.

9.4.2 단부횡보강

(1) 보와 기둥 단부의 소성힌지에서 충분한 비탄성변형이 발생할 수 있어야 한다. 이를 위하여 콘크리트의 취성파괴와 철근의 국부좌굴을 방지하도록 단부는 충분히 횡보강되어야 한다.

(2) 소성힌지구간에서 보와 기둥의 횡보강근의 간격은 부재 춤의 1/2을 초과하지 않아야 한다.

9.5 보-기둥 접합부에 대한 요구사항

중연성도와 고연성도가 요구되는 구조형식은 다음을 따른다.

9.5.1 보와 기둥의 휨강도

(1) 모멘트골조의 모든 접합부에서 상하기둥의 휨강도의 합은 해당방향 좌우 보의 휨강도의 합보다 커야 한다.

(2) (1)을 만족하지 못하는 기둥에서는 전길이에 걸쳐서 횡보강근의 간격이 부재춤의 1/2이하이고 기둥단면 각 방향으로 1개 이상의 크로스타이를 설치해야 한다.

9.5.2 접합부의 횡보강

외부접합부와 모서리접합부는 횡구속철근을 사용하여 적절히 횡구속하여야 한다.

9.5.3 접합부의 전단강도

보 또는 기둥의 실제 휨모멘트강도가 발휘될 때 발생하는 전단력에 대하여 안전하도록 접합부를 설계하여야 한다.

9.5.4 외부접합부에서 보철근의 정착
외부접합부와 모서리접합부에서 보의 상하 휨철근은 90도 표준갈고리를 사용하여 정착되어야 하며, 충분한 정착길이를 가져야 한다. 접합부내에서 철근의 직선길이는 압축정착길이를 만족해야 한다.

9.6 전단벽에 대한 요구사항
고연성도가 요구되는 독립된 전단벽과 연결보로 연결된 병렬전단벽은 다음을 따른다.

9.6.1 단부횡보강
전단벽이 충분한 연성능력을 나타낼 수 있도록, 단부 압축대를 적절히 횡보강하여야 한다.

9.6.2 전단강도
벽체가 휨강도를 발휘할 수 있도록, 휨강도를 발휘하는데 필요한 전단력에 대하여 설계하여야 한다. 이때 벽체의 고차모드의 영향에 의한 전단력 증폭현상을 고려해야 한다.

9.6.3 연결보
길이대 춤의 비가 2이하인 연결보에서는 조기압괴가 발생하지 않도록 대각콘크리트를 횡보강하여야 한다. 연결보의 강도요구사항을 만족해야 하는 경우에는 전단강도를 만족하기 위한 대각철근을 배치해야 한다.

9.7 시스템별 상세설계
9.7.1 보통모멘트골조
저연성도가 요구되는 보통모멘트골조가 독립적으로 또는 지진력저항시스템과 함께 사용되는 경우, KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준의 4.1에서 4.17까지의 규정을 적용한다.

9.7.2 중간모멘트골조
중연성도가 요구되는 중간모멘트골조가 독립적으로 또는 지진력저항시스템과 함께 사용되는 경우, KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준의 4.1에서 4.17까지의 규정에 추가하여 4.18의 해당규정을 적용한다.

9.7.3 특수모멘트골조
고연성도가 요구되는 특수모멘트골조가 독립적으로 또는 지진력저항시스템과 함께 사용되는 경우, KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준의 4.1에서 4.17까지의 규정에 추가하여 4.18의 해당규정을 적용한다.

9.7.4 보통전단벽
저연성도가 요구되는 보통전단벽이 독립적으로 또는 모멘트골조와 함께 사용되는 경우, KDS 41 30

00 건축물 콘크리트구조 설계기준의 4.1에서 4.17까지의 규정을 적용한다.

9.7.5 특수전단벽

고연성도가 요구되는 특수전단벽이 독립적으로 또는 모멘트골조와 함께 사용하는 경우, KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준의 4.1에서 4.17까지의 규정에 추가하여 4.18의 해당규정을 적용한다.

9.8 기타요구사항

9.8.1 구조해석

(1) 하중계산을 위한 구조물의 구조해석에서는 콘크리트부재의 균열강성을 과소평가하지 않아야 한다.
(2) 비탄성변형을 계산하기 위한 구조해석에서는 콘크리트부재의 균열강성을 과대평가하지 않아야 한다.
(3) 구조해석을 위한 콘크리트부재의 균열강성은 KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준의 규정을 따를 수 있다.

9.8.2 비구조요소와의 연결

큰 강성을 발휘할 수 있는 비구조요소는 구조부재와 이격하여야 한다. 그렇지 않을 경우에는 비구조요소를 구조요소로 고려하여 구조해석과 설계에 반영해야 한다.

9.8.3 조적채움벽과 허리벽의 고려사항

(1) 조적채움벽이 모멘트골조로부터 이격되지 않아서 구조요소로 역할을 할 경우에는 채움벽의 영향을 구조해석에서 고려하여야 한다. 조적채움벽은 조적구조기준에 따라서 설계하여야 하며, 콘크리트 기둥과 보에는 조적채움벽으로부터 전달되는 추가하중에 대하여 설계하여야 한다.
(2) 조적허리벽 또는 콘크리트허리벽이 모멘트골조로부터 이격되지 않은 경우에는 허리벽에 의한 기둥 길이의 감소효과를 구조해석과 설계에 반영해야 한다.

9.8.4 필로티 기둥에 대한 고려사항

(1) 상부 콘크리트 내력벽구조와 하부 필로티 기둥으로 구성된 3층 이상의 수직비정형 골조의 경우 이 조항을 준수해야 한다.
(2) 계단실 등에 설치되는 콘크리트 코어벽구조는 건물평면에서 1개소 이상 설치하여야 하며 전이층에서 기초까지 연속되도록 설계하여야 한다. 코어벽 구조의 위치는 가급적 평면의 중앙에 또는 대칭으로 배치되도록 계획한다. 코어벽이 없는 경우에는 평면상 두 직각방향의 각 방향에 두 개소 이상의 내력벽을 설치하여야 하며, 전이층에서 기초까지 연속되도록 설계하여야 한다. 내력벽은 평면상 각 방향으로 대칭으로 배치해야 한다.
(3) 하부에 필로티기둥, 상부구조에 내력벽구조가 사용되는 경우, 필로티기둥과 내력벽이 연결되는 층 바닥에서는 필로티기둥과 내력벽을 연결하는 전이슬래브 또는 전이보를 설치하여야 한다.

(4) 지진하중계산 시에 반응수정계수 등의 지진력저항시스템의 내진설계계수는 내력벽구조에 해당하는 값을 사용한다.
(5) 필로티기둥, 전이구조 및 그 연결부는 8장에 따라서 특별지진하중을 적용하여 증폭된 지진하중에 대하여 설계하여야 한다. 상부내력벽과 직접 연결되지 않는 독립된 필로티층의 전단벽의 설계에도 특별지진하중을 적용해야 한다.
(6) 필로티 기둥에서는 전 길이에 걸쳐서 후프와 크로스타이로 구성되는 횡보강근의 수직 간격은 단면최소폭의 1/4 이하이어야 한다. 단 150mm 보다 작을 필요는 없다. 횡보강근에는 135도 갈고리정착을 사용하는 내진상세를 사용하여야 한다.
(7) 횡보강근으로 외부후프철근과 더불어 각 방향 최소 1개 이상의 단면내부 크로스타이를 설치하여야 한다. 크로스타이의 정착을 위하여 한쪽은 135도 갈고리정착을, 그리고 다른 쪽은 90도 갈고리 정착을 사용할 수 있으며, 이때 각 정착을 수직적으로 교차로 배치하여야 한다.
(8) 필로티 기둥의 설계전단력은 특별지진하중에 대한 구조해석을 사용하여 계산하되 $2M_n/L_n$이상이어야 한다. 여기서 M_n은 기둥의 해당방향 휨모멘트강도로서 압축력의 영향을 고려한 값이며 L_n은 기둥의 순길이이다.
(9) 전이보 또는 전이슬래브와 필로티기둥의 접합부에는 필로티기둥에 사용되는 횡보강근의 간격과 동일한 간격의 횡보강근을 배치해야 한다. 접합부에는 90도 갈고리를 가진 후프의 사용이 허용된다. 단, 외부접합부와 모서리 접합부에서는 90도 갈고리정착이 건물외면에 위치하지 않아야 한다. 보가 접합되는 접합부면에서 기둥주철근의 위치가 보의 폭내에 위치하여 보에 의하여 횡구속되는 수직철근에는 크로스타이를 설치하지 않아도 된다.
(10) 필로티 층에서 코어벽은 박스형태의 콘크리트 일체형으로 구성하며 개구부는 최소화한다. 각 콘크리트벽체에는 충분한 수직철근과 수평철근을 배치하며, 창문 등의 개구부 주위에는 추가로 보강철근을 배치한다.
(11) 기둥, 코어벽, 전단벽등의 주요 구조부재 내부에는 우수관등 비구조재를 삽입할 수 없다.

9.8.5 1층이 약층인 모멘트골조에 대한 고려사항
(1) 이 규정은 전 층이 동일한 구조형식인 모멘트골조로 구성되면서, 2층 이상의 상층부에는 콘크리트 채움벽 또는 조적채움벽으로 골조의 강성이 크고, 1층에서는 이러한 채움벽이 없이 개방형 골조로 되어 있어서 상대적으로 강성이 매우 작은 경우에 적용한다. 채움벽이 모멘트골조 부재와 구조적으로 이격되어 있는 경우에는 이 규정을 적용하지 않는다.
(2) 지진하중의 계산과 내진설계에 이 기준에 따른 수직비정형을 구조해석과 설계에 고려한다.
(3) 1층 기둥에서는 전 길이에 걸쳐서 후프와 크로스타이로 구성되는 횡보강근의 수직 간격은 단면최소폭의 1/4 이하이어야 한다. 단 150mm 보다 작을 필요는 없다. 횡보강근에는 135도 갈고리정착을 사용하는 내진상세를 사용하여야 한다.
(4) 횡보강근으로 외부후프철근과 더불어 각 방향 최소 1개 이상의 단면내부 크로스타이를 설치하여야 한다. 크로스 타이의 정착을 위하여 한쪽은 135도 갈고리정착을, 그리고 다른 쪽은 90도 갈고리 정착을 사용할 수 있으며, 이때 각 정착을 수직적으로 교차로 배치하여야 한다.

(5) 1층 기둥의 각 방향 설계전단력은 설계하중에 대한 구조해석으로부터 계산하되 $2M_n/L_n$이상이어야 한다. 여기서 M_n은 기둥의 해당방향 휨모멘트강도로서 압축력의 영향을 고려한 값이며 L_n은 기둥의 순길이이다.
(6) 가급적 콘크리트 코어벽을 설치하며, 코어벽에는 충분한 수직철근과 수평철근을 배치한다.

1110 강구조의 고려사항

10.1 일반사항
이 절에서는 강구조건물에 사용되는 지진력저항시스템 설계기본사항을 규정한다. 이 절에서 언급되지 않은 사항은 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.10 강구조의 내진설계를 따른다. 반응수정계수 R이 3이하인 지진력저항시스템에 대해서는 KDS 41 31 00의 4.10을 따를 필요가 없다.

10.2 강구조건물의 지진력저항시스템
강구조건물의 기본 지진력저항시스템은 모멘트골조, 가새골조, 및 전단벽으로 대별된다. 이들은 비탄성 연성거동을 통한 지진에너지 흡수능력에 따라 고연성도, 중연성도 및 저연성도 시스템으로 세분된다. 특수시스템은 고연성도, 중간시스템은 중연성도, 그리고 보통시스템은 저연성도 시스템에 대응된다.

10.2.1 모멘트골조
지진력저항시스템으로서 모멘트골조는 보유한 연성능력에 따라 철골 특수모멘트골조, 철골 중간모멘트골조, 및 철골 보통모멘트골조로 구분된다. 이들의 지진하중 산정을 위한 설계계수는 표 6.2-1을 따른다.

3. 모멘트 - 저항골조 시스템
    3 - a. 철골 특수모멘트골조
    3 - b. 철골 중간모멘트골조
    3 - c. 철골 보통모멘트골조
6. 역추형 시스템
    6 - b. 철골 특수모멘트골조
    6 - c. 철골 보통모멘트골조

10.2.2 가새골조
지진력저항시스템으로서 가새골조는 철골 특수중심가새골조, 철골 보통중심가새골조, 철골 편심가새골조, 및 철골 좌굴방지가새골조로 구분된다. 이 가운데 철골 특수중심가새골조, 철골 편심가새골조 및 철골 좌굴방지가새골조는 고연성도 시스템이다. 각 시스템의 지진하중 산정을 위한 설계계수는 표 6.2-1

을 따른다.

2. 건물골조시스템
   2 - a. 철골 편심가새골조(링크타단 모멘트저항 접합)
   2 - b. 철골 편심가새골조(링크타단 비모멘트저항 접합)
   2 - c. 철골 특수중심가새골조
   2 - d. 철골 보통중심가새골조
   2 - l. 철골 좌굴방지가새골조(모멘트저항 접합)
   2 - m. 철골 좌굴방지가새골조(비모멘트저항 접합)
4. 특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템
   4 - a. 철골 편심가새골조
   4 - b. 철골 특수중심가새골조
   4 - h. 철골 좌굴방지가새골조
5. 중간 모멘트골조를 가진 이중골조시스템
   5 - a. 철골 특수중심가새골조

10.2.3 강판전단벽구조

고연성 시스템인 철골 특수강판전단벽이 이에 해당되며, 강판의 인장항복 및 좌굴에 의해 안정적으로 지진에너지를 소산한다. 이 시스템의 지진하중 산정을 위한 설계계수는 표 6.2-1에 따른다.

2. 건물골조시스템
   2 - k. 철골 특수강판전단벽
4. 특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템
   4 - i. 철골 특수강판전단벽

10.3 재료요구사항

(1) 지진력저항시스템에 속한 강구조는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 3. 재료의 요구조건을 만족해야 한다.
(2) 강구조의 지진력저항시스템 중 반응수정계수가 상대적으로 큰 특수 및 중간모멘트골조,특수중심가새골조,편심가새골조, 좌굴방지가새골조 및 특수강판벽에서는 취성파단 방지 및 안정적 지진에너지 소산을 위해 내진강재를 사용하여야 한다. 내진구조용 강재는 1) 항복비가 0.85 이하이고(작을수록 바람직), 2) 항복강도의 상한과 하한이 규정되어 있으며, 3) 항복후 분명한 항복참을 형성한 후 충분히 변형경화하는 물성, 그리고 4) 양호한 용접성을 지녀야 한다. 내진강종에 대한 구체적 정보는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.10.6.1 재료규격을 참조한다.
(3) 두께 40mm 이상의 플랜지를 지닌 압연형강 그리고 KDS 41 31 00(4.10.6.3 후판단면의 샤르피노치 인성 요건)에 명시된 조건의 두께 40mm 이상의 후판재는 섭씨영도에서 최소 27J 이상의 샤르피노치

인성을 지녀야 한다.

10.4 접합부, 조인트 및 파스너에 대한 요구사항
지진력저항시스템을 구성하는 부재의 접합부는 조기취성파괴가 발생하지 않도록 접합부나 부재의 연성한계상태가 지배한계상태가 되도록 설계하여야 한다. 지진력저항시스템의 부재 및 접합부에 사용되는 모든 용접재는 지진 시에 의도한 성능을 나타내기에 충분한 CVN인성을 가져야 한다. 소성힌지부 등 보호영역으로 규정된 곳에서는 용접 등과 같은 작업에 의해 노치나 결함이 발생치 않도록 한다.

10.5 보와 기둥에 대한 요구사항
중연성도와 고연성도가 요구되는 구조형식은 다음을 따른다.

10.5.1 판재의 폭두께비
조기 국부좌굴이 방지될 수 있도록 폭두께비가 작은 콤팩트 또는 내진콤팩트 단면이어야 한다.

10.5.2 전단강도
휨재의 소성힌지부에서 충분한 휨강도와 비탄성변형이 발휘될 수 있도록 충분한 전단강도를 보유해야 한다.

10.5.3 부재의 연결
기둥의 연결부는 기둥에 작용하는 실제 축력과 휨모멘트가 안정적으로 전달되도록 충분한 강도를 보유해야 한다.

10.6 보-기둥 접합부에 대한 요구사항
중연성도와 고연성도 시스템의 경우 다음을 따른다.

10.6.1 접합부 회전능력 및 기둥의 휨강도
특수모멘특골조와 중간모멘트골조의 접합부는 각각 최소 0.03 라디안, 0.01 라디안의 소성회전능력을 발휘할 수 있어야 한다. 특수모멘트골조의 기둥은 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.9 특수모멘트골조의 규정에 따라 강기둥-약보 조건을 만족해야 한다.

10.6.2 접합부의 전단강도
보 또는 기둥의 실제 휨모멘트강도가 발휘될 때 발생하는 전단력에 대하여 안전하도록 접합부가 설계되어야 한다.

10.7 가새골조에 대한 요구사항
중연성도와 고연성도 시스템의 경우 다음을 따른다.

10.7.1 가새의 배치
한방향의 지진력에 대하여 압축가새와 인장가새의 비율이 비슷하도록 배치한다. 가새는 보-기둥 접합부 또는 보의 중간에서 골조와 연결되도록 배치하며, 기둥의 중간에는 배치하지 않는다.

10.8 강판전단벽에 대한 요구사항
강판의 인장항복 및 좌굴에 의해 안정적으로 지진에너지 소산이 가능하도록 강판이 연결되는 경계요소의 강도를 충분히 확보하고 강판과 경계요소를 접합한다.

10.9 시스템별 상세설계
이 절의 모든 지진력저항시스템은 아래의 시스템별 연성설계 요구사항을 만족해야 한다.

10.9.1 특수모멘트골조
특수모멘트골조의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.9 특수모멘트골조의 규정을 따른다.

10.9.2 중간모멘트골조
중간모멘트골조의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.10 중간모멘트골조의 규정을 따른다.

10.9.3 보통모멘트골조
보통모멘트골조의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.11 보통모멘트골조의 규정을 따른다.

10.9.4 특수중심가새골조
특수중심가새골조의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.12 특수중심가새골조의 규정을 따른다.

10.9.5 보통중심가새골조
보통중심가새골조의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.13 보통중심가새골조의 규정을 따른다.

10.9.6 편심가새골조
편심가새골조의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.14 편심가새골조의 규정을 따른다.

10.9.7 좌굴방지가새골조
좌굴방지가새골조의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.15 좌굴방지가새골조의 규정을 따른다.

10.9.8 특수강판전단벽
특수강판전단벽의 설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준 4.10.16 특수강판전단벽의 규정을 따른다.

1111 합성구조의 고려사항

11.1 일반사항
이 절에서는 강-콘크리트 합성구조에 사용하는 지진력저항시스템을 위한 기본규정을 기술한다. 이 절에서 언급되지 않은 사항은 KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준의 4.18 내진설계 시 특별 고려사항, KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.10 강구조의 내진설계 및 4.11 합성구조의 내진설계를 따른다.

11.2 지진력저항시스템의 정의와 설계계수
합성구조에 대한 지진력저항시스템의 정의 및 관련 설계계수값은 표 6.2-1 및 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준을 따른다.

2. 건물골조시스템
   2 - e. 합성 편심가새골조
   2 - f. 합성 특수중심가새골조
   2 - g. 합성 보통중심가새골조
   2 - h. 합성 강판전단벽
   2 - i. 합성 특수전단벽
   2 - j. 합성 보통전단벽
3. 모멘트 - 저항골조 시스템
   3 - d. 합성 특수모멘트골조
   3 - e. 합성 중간모멘트골조
   3 - f. 합성 보통모멘트골조
   3 - g. 합성 반강접모멘트골조
4. 특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템
   4 - c. 합성 편심가새골조

4 - d. 합성 특수중심가새골조
4 - e. 합성 강판전단벽
4 - f. 합성 특수전단벽
4 - g. 합성 보통전단벽
5. 중간 모멘트골조를 가진 이중골조시스템
5 - d. 합성 특수중심가새골조
5 - e. 합성 보통중심가새골조
5 - f. 합성 보통전단벽

11.3 재료, 접합부, 부재에 대한 요구사항

합성구조에서 콘크리트 및 강재에 대한 재료, 접합부, 부재에 대한 요구사항은 각각 KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준과 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준에 따른다. 구조시스템의 거동이 부재의 연성거동에 의하여 지배되도록 강-콘크리트 연결부, 부재의 접합부에서 조기파괴가 발생하지 않도록 충분한 강도를 가져야 한다.

11.4 콘크리트와 강재의 연결

모든 접합부와 부재에서 콘크리트와 강재는 일체화 되어야 하며 이를 위하여 다음과 같은 연결상세를 사용한다.

(1) 콘크리트와 강재사이에 압축력을 전달하는 경우에는 충분한 콘크리트 지압강도가 확보되어야 한다.
(2) 콘크리트와 강재사이에 전단력 또는 미끄러짐 전단력이 작용하는 경우에는 전단연결재를 설치한다.
(3) 철근과 강재사이에 인장력을 전달하는 경우에는 용접 또는 기계적 정착을 사용하여 연결한다.

11.5 보-기둥 접합부

(1) 매입형 기둥을 사용하는 경우, 접합부는 횡보강철근에 의하여 횡구속하며, 강재보는 기둥내부에 정착되어야 한다. 접합부는 요구전단력에 대하여 충분히 안전하게 설계되어야 한다.
(2) 충전형 강관기둥을 사용하는 경우, 강재보를 연결하고 접합부를 보강하기 위하여 강관내부 또는 외부에 연결판을 설치하여야 한다. 접합부는 요구전단력에 대하여 충분히 안전하게 설계되어야 한다.

11.6 합성시스템의 설계

합성지진력시스템의 반응수정계수, 변위증폭계수, 시스템초과강도 등의 설계계수는 표 6.2-1을 따른다. 상세설계는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.9 ~ 4.11.16을 따른다.

11.6.1 합성특수모멘트골조

합성특수모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 보에 상당한 크기의 비탄성변형이 발생하고 기둥 또는 접합부에는 제한된 크기의 비탄성변형이 발생하도록 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.9를 따른다.

11.6.2 합성중간모멘트골조
합성중간모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의한 비탄성변형이 주로 보에서 발생하고 기둥 또는 접합부에는 부분적인 비탄성변형이 발생하도록 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.10을 따른다.

11.6.4 합성특수중심가새골조
합성특수중심가새골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 가새의 좌굴이나 인장항복을 통해 비탄성거동이 발생하도록 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.12를 따른다.

11.6.5 합성보통가새골조
합성보통중심가새골조의 설계는 설계지진에 의해 보, 기둥, 가새, 그리고 접합부에 제한된 비탄성거동이 발생하도록 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.13을 따른다.

11.6.6 합성편심가새골조
합성편심가새골조는 설계지진에 의해 오직 링크의 전단 항복에 의해 비탄성변형이 발생하도록 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.14를 따른다.

11.6.7 합성보통전단벽
철근콘크리트 보통전단벽이 강재골조와 합성적으로 거동하는 경우에 적용하며 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.15에 따른다.

11.6.8 합성특수전단벽
철근콘크리트 특수전단벽이 강재골조와 합성적으로 거동하는 경우에 적용하며 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준의 4.11.16에 따른다.

1112 목구조의 고려사항

목구조의 내진설계에 따르는 고려사항은 KDS 41 33 04 목구조 부재설계의 1.7 수평하중저항구조의 설계에 따른다.

1113 조적구조의 고려사항

13.1 일반사항
이 절은 조적구조의 내진설계를 위한 시스템분류, 설계요구사항, 상세요구사항, KDS 41 34 01~07의 조적구조기준과의 연관관계를 정의한다. 세부규정은 KDS 41 34 01~07을 따른다.

13.2 지진력저항시스템의 정의와 설계계수
조적구조에 대한 지진력저항시스템의 정의 및 관련 설계계수값은 표 6.2-1 에 따른다.
1. 내력벽시스템
  1 - c. 철근보강 조적 전단벽
  1 - d. 무보강 조적 전단벽
2. 건물골조시스템
  2 - p. 철근보강 조적 전단벽
  2 - q. 무보강 조적 전단벽
5. 중간 모멘트골조를 가진 이중골조시스템
  5 - g 철근보강 조적 전단벽

13.3 내진성능의 확보
조적구조의 내진설계는 KDS 41 34 03 조적식구조 설계 일반사항의 1.5 내진설계에 따른다. 다만, KDS 41 90 34:2018 소규모건축구조기준 조적식구조에 따르는 경우에는 해당 조적구조가 내진성능을 확보한 것으로 간주할 수 있다.

13.4 비구조 조적벽체
13.4.1 최소두께
비구조 조적벽체는 최소 90 mm 이상 또는 0.035h를 확보해야 하며 공공장소 또는 비상구는 120 mm 이상 이어야 한다.

13.4.2 지진하중 산정
층고에 따른 바닥의 공진효과와 표 18.3-1 건축비구조요소의 설계계수에 따라 면내 지진하중을 산정한다.
13.4.3 면외하중 고려사항
외측에 배치된 비구조조적벽체는 풍하중을 포함하여 지진조건에 따라 안전성을 확보하여야 한다.

13.5 채움벽체
철근콘크리트모멘트골조 또는 철골모멘트골조의 내부에 밀착하여 채움벽이 배치되는 경우에는 채움벽의 강성 및 강도 기여도를 고려해야 한다. 이때 채움벽체의 대각방향의 압축대의 강도는 골조의 강성을 고려한 유효폭을 산정하여 골조의 강도 및 강성 증가 효과를 고려한다.

1114 지하구조물의 내진설계

14.1 일반사항
이 절에서 내진설계 대상으로 정하는 지하구조물은 건축물로 분류된 구조물(단독 지하주차장, 지하역사, 지하도 상가 등)과 건축물의 지상층과 연결되어 있는 지하구조물(공동주택의 지하주차장 등)이다.

14.2 지하구조물의 중요도
지하구조물의 중요도는 용도 및 규모에 따라 KDS 41 10 05 건축구조기준 총칙의 3. 건축물의 중요도 분류를 따른다. 다만, 지하층이 있는 건축물에서 지하층이 지상층에 비하여 넓은 평면을 가지는 경우, 지상층으로부터 전달되는 하중을 부담하는 영역 및 주요한 횡력(토압, 수압 등)을 지지하는 부재는 지상층의 중요도를 따르며, 그외 부분의 중요도는 지하층의 용도에 따라서 중요도계수를 다르게 적용할 수 있다.

14.3 지진력저항시스템
14.3.1 지상구조물의 지진력저항시스템
지하구조와 지상구조로 구성된 건축물에서 지상구조물의 지진력저항시스템은 지상구조물의 구조형식에 따라 표 6.2-1을 적용한다. 단, 표 6.2-1의 높이제한규정 적용시 지하구조물의 높이는 산입하지 않는다.

14.3.2 지하구조물의 지진력저항시스템
지하구조물은 콘크리트외벽으로 둘러싸여 있어서 큰 횡강성과 작은 연성능력을 가지고 있으므로 지하구조물 자체의 관성력에 의하여 발생하는 지진하중 산정 시 설계계수는 지상구조물의 설계계수와 별도로 표 6.2-1의 10에 따라 반응수정계수(R=3), 시스템초과강도계수($\Omega_0 = 3$), 변위증폭계수($C_d = 2.5$)를 적용한다.

14.3.3 지하구조물의 연성상세
지상구조와 연결되어 지상구조로부터 지진하중이 전달되는 지하구조물의 영역은 지상구조로부터 전달되는 지진하중을 전달할 수 있도록 안전하게 설계되어야 하며, 지상구조와 연결되는 부위는 지상구조와 동일한 연성등급의 상세를 사용하여 설계한다. 다만, 부재의 강도가 초과강도계수를 고려한 특별지진하중보다 큰 경우에는 연성상세를 사용할 필요는 없다.

14.4 지진하중과 하중조합
14.4.1 지진하중

(1) 지하구조물의 관성력에 의한 지진하중은 지상구조물과 동일한 방법으로 14.2의 중요도계수와 14.3.2의 설계계수를 적용하여 계산한다.
(2) 지진토압의 계산은 14.5에 따른다. 지진토압과 지진토압계수 산정 시 기본설계지진은 3.지진구역 및 지진구역계수에서 정의하는 2400년 재현주기 유효지반가속도(S)의 2/3값을 적용한다. 설계지진토압은 구해진 지진토압에 14.2의 중요도계수와 14.3.2의 반응수정계수를 적용하여 산정한다.

14.4.2 하중조합
하중조합은 KDS 41 10 15 건축구조기준 설계하중의 1.5 하중조합을 따른다. 단, 정적토압의 하중계수는 H의 1.6 대신에 1.0을 사용한다. 지진하중 E는 지상구조물의 관성력에 의한 지진하중, 지하구조물의 관성력에 의한 지진하중, 설계지진토압(토사의 관성력에 의해 지하구조물에 작용하는 하중)을 포함한다.

14.4.3 정적토압과 설계지진토압의 조합
하중조합시 지하구조물의 한쪽면에 정적토압과 설계지진토압의 합력이 작용하고 다른 쪽면에는 토압이 0인 경우와 두 면 모두에 합력이 작용하는 경우 모두를 고려해야 한다.

14.5 지진토압의 계산
14.5.1 지진토압산정의 기준면
지진토압은 지표면으로부터 기반암(지층의 전단파속도, V_S = 760m/s 이상)사이 토사의 운동을 고려하여 14.5.2에 따라 계산한다. 기반암은 지하구조물에 지진토압을 유발하지 않는 것으로 가정한다.

14.5.2 지진토압의 계산
(1) 일반적으로 지하구조물에 대한 지진해석 및 내진설계를 위한 지진토압은 응답변위법, 시간이력해석법을 이용하여 계산할 수 있다.
(2) 지표면으로부터 기반암까지 토사의 깊이가 15 m 이내이고, 지표면으로부터 지하구조물 기초의 저면까지의 깊이가 토사 깊이의 2/3 이하인 경우 지진토압은 (1)에서 기술된 두 가지 방법 이외에 추가로 등가정적법을 적용하여 구할 수 있다. 등가정적법에 의한 지진토압은 지표면에서 지하구조물 저면까지 깊이가 증가함에 따라 선형으로 증가하는 토압분포를 가지며 식 (14.5-1)~식 (14.5-3)으로 구한다.

$$P_{ae} = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_{ae} \qquad (14.5\text{-}1)$$

$$K_{ae} = 0.75 \times EPGA_{ff} \qquad (14.5\text{-}2)$$

$$EPGA_{ff} = S \times F_a \times \frac{2}{3} \qquad (14.5\text{-}3)$$

여기서,

P_{ae} : 등가정적법에 의한 지하구조물의 지하외벽에 작용하는 지진토압의 합력

γ : 지하외벽과 접하는 토사지반의 평균 단위중량
H : 지표면에서 지하외벽의 저면까지의 깊이
K_{ae} : 지진토압계수
$EPGA_{ff}$: 해당지반 지표면에서의 최대유효지반가속도
S : 3장에서 정하는 유효지반가속도
F_a : 표 4.2-1의 단주기 지반증폭계수

14.6 지하구조를 고려한 지진해석 및 내진설계 방법
(1) 지진하중과 설계지진토압에 대하여 지상구조와 지하구조가 안전하도록 설계해야 한다.
(2) 원칙적으로 구조물의 해석모델은 지상구조와 지하구조를 포함하고 기초면 하부가 고정된 해석모델을 사용한다. 부재력을 구하기 위한 해석모델에서 지표면으로부터 기반암 사이 토사에 접하는 지하구조의 측면에 어떠한 수평방향 구속조건도 적용하지 않아야 하나, 기반암에 접하는 지하구조의 측면에는 수평방향 구속조건을 적용할 수 있다. 지상구조의 지진하중과 주기를 계산하기 위한 해석모델에서는 지반에 의한 지하구조 측면의 구속효과를 고려해야 한다.
(3) 지하구조의 강성이 지상구조의 강성보다 매우 큰 경우, 지상구조와 지하구조를 분리하여 해석할 수 있다. 이때, 지상구조의 해석모델은 지표면에서 고정조건을 사용할 수 있다. 지하구조의 해석모델은 기초하부가 고정된 해석모델을 사용하며, 지상구조로부터 전달된 하중, 지하구조의 지진하중, 지진토압, 정적토압을 고려해야 한다.
(4) 말뚝기초를 포함한 모든 기초는 기초판저면의 밑면전단력이 지반에 안전하게 전달되도록 설계되어야 하며, 기초저면과 지반이 밀착되도록 시공되어야 한다.
(5) 지하구조물과 지반을 함께 모델링할 경우 지하구조물 측면의 토사와 기반암 상부에서 기초하부까지의 토사를 해석모델에 포함해야 한다.
(6) 지하구조에 대한 근사적인 설계방법으로, 설계지진토압을 포함하는 모든 횡하중을 횡하중에 평행한 외벽이 지지하도록 설계할 수 있다.
(7) 지하외벽은 직각방향으로 재하되는 설계지진토압에 대해서 안전하도록 설계해야 한다. 다만, 해당 영역의 손상이 중력하중과 횡하중에 대한 구조물 전체의 안전성과 인명피해에 영향을 주지 않는다면, 해당 벽체영역의 국부적인 파괴를 허용할 수 있다.

1115 성능기반설계

15.1 적용범위
성능기반설계법은 비선형해석법을 사용하여 구조물의 초과강도와 비탄성변형능력을 보다 정밀하게 구조모델링에 고려하여 구조물이 주어진 목표성능수준을 정확하게 달성하도록 설계하는 기법으로, 표 6.2-1에

규정된 시스템 계수를 적용하기 어려운 구조물과, 다양한 성능수준을 만족하고자 하는 구조물의 내진설계에 적용할 수 있다. 면진 및 감쇠장치를 사용하는 경우에는 16장과 17장을 따른다. 다만, 면진 및 감쇠장치를 사용하는 경우에도 15.7의 요구사항은 준수하여야 한다.

15.2 설계응답스펙트럼

설계에 사용되는 탄성설계응답스펙트럼은 4.2에 따라서 정의되어야 한다. 동적해석을 위한 설계지진파의 결정은 7.3.4.1을 따른다. 비선형정적해석을 사용하는 경우에는 구조물의 비탄성변형능력 (또는 연성도) 또는 에너지소산능력에 따라서 탄성응답스펙트럼가속도를 저감시켜서 비탄성응답스펙트럼을 정의할 수 있다.

15.3 성능목표 및 설계지진력의 정의

15.3.1 성능목표

건축물 및 건물외구조물을 성능기반설계법으로 설계하고자 할 때 표 15.3-1에 제시된 최소성능목표 중 2가지 이상을 만족해야 한다. 표 15.3-1의 성능수준은 전체 건축물의 성능수준으로 이를 만족하기 위해서는 표 2.4-1에 제시된 구조물과 비구조요소에 해당하는 성능수준을 모두 만족하여야 한다.

<표 1015.3.1> 내진등급과 성능목표

내진등급	성능목표	
	재현주기	성능수준
특	2400년	인명보호
	1000년	기능수행
I	2400년	붕괴방지[1)]
	1400년	인명보호
	100년	기능수행
II	2400년	붕괴방지
	1000년	인명보호
	50년	기능수행

1) 내진1등급 건축물의 붕괴방지 검토시에는 허용변형기준값을 1.2로 나눈 값을 혹은 인명보호과 붕괴방지의 중간수준의 허용기준을 적용

15.3.2 재현주기별 설계지진의 정의

(1) 표 15.3-1에서 2400년 재현주기지진은 최대고려지진, 1000년 재현주기지진은 2.3의 기본설계지진으로 정의한다. 또한, 1400년 재현주기지진은 기본설계지진의 1.2배에 해당하는 지진을 의미한다. 50년과 100년 재현주기지진은 기본설계지진에 각각 0.30과 0.43을 곱하여 구한다.

(2) 각 재현주기에 해당하는 지진의 설계응답스펙트럼은 기본설계지진의 설계응답스펙트럼에서 Sa 값에 재현주기에 따른 위험도계수를 반영하여 구한다.

15.4 구조물과 부재의 허용변위

(1) 표 15.3-1의 성능목표를 만족할 수 있도록, 구조시스템의 변형특성과 연성상세를 고려하여 구조물의 층간변위와 각 부재의 변형은 허용값 이내로 제어되어야 한다. 단, 기능수행검토시에는 부재별 강도와 변형 능력에 대한 검토는 생략할 수 있다.

(2) 내진특등급의 기능수행검토시 구조물의 허용층간변위는 1.0%로 한다. 또한 내진 1등급과 내진 2등급의 기능수행검토시 허용층간변위는 0.5%로 한다.

(3) 최대고려지진에서의 붕괴방지를 위한 층간변위는 내진2등급을 기준으로 3%를 초과할 수 없다. 다른 내진등급에 대해서는 중요도계수로 나눈 값을 적용한다.

15.5 해석 및 설계요구사항

비선형정적해석과 비선형동적해석법 중 적절한 방법을 사용하여 구조물에 대한 해석을 수행하고 선형해석 결과와의 검증을 통해 해석결과의 신뢰성을 확인하여야 한다.

(1) 정형인 저층건물에서는 비선형정적해석을 사용할 수 있다.

(2) 비정형 건물 혹은 고층건물에서는 비선형동적해석을 사용해야한다. 비선형동적해석법을 적용할 경우 시간이력해석과 설계지진파의 선정은 7.3.4를 따른다.

(3) 성능설계법에서는 목표성능수준에 따른 층별 최대 층간변위비, 15.6의 밑면전단력 최소강도규정, 각 부재별 소성회전각의 성능수준별 허용값, 각 부재별 강도에 대한 성능수준별 허용값을 만족해야 하며, 다축가진효과를 고려해야 한다.

(4) 비선형정적해석 혹은 비선형동적해석결과로 구한 구조물 주기, 최대밑면전단력, 주요 횡력저항요소의 횡하중 분담비율 및 파괴모드, 최대층간변위의 수직분포형상, 최상층최대변위 등은 등가정적 및 응답스펙트럼해석법 등 선형해석법으로 구한 결과와 비교하여 차이점과 유사점에 대한 분석을 통해 설계의 신뢰성을 제시해야 한다.

(5) 기능수행검토시 구조물과 비구조요소는 18장과 20장의 해당규정을 만족하여야 한다.

15.6 최소강도규정

구조체의 설계에 사용되는 밑면전단력의 크기는 등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 75% 이상이어야 한다.

15.7 성능기반설계 결과의 검증

성능기반설계법을 사용하여 설계할 때는 그 절차와 근거를 명확히 제시해야 하며, 전반적인 설계과정 및 결과는 설계자를 제외한 2인 이상의 내진공학 전문가로부터 타당성을 검증받아야 한다.

1116 면진구조

16.1 일반사항

(1) 모든 면진구조물과 그 구성요소는 이 조항에 따라 설계하고 시공하여야 한다. 면진구조물의 해석은 그 구조물의 생애주기에 걸쳐 발생될 면진장치의 재료특성 변화를 고려해야 한다.

(2) 16장에서 규정하는 면진구조의 설계는 15장에서 규정하는 성능기반설계의 일부로 본다.

(3) 16장에서 별도로 규정하지 않은 사항에 대해서는 15장의 성능기반설계에 따른다.

16.2 설계 요구사항

16.2.1 기본 요구사항

(1) 면진구조물은 중요도계수를 1.0으로 한다.

(2) 면진구조물의 설계지진과 최대고려지진 가속도스펙트럼은 각각의 단주기와 1초주기의 스펙트럼가속도를 사용하여 4.2에 따라 작성한다. 최대고려지진의 단주기와 1초주기 스펙트럼가속도 S_{MS}와 S_{M1}는 다음 식에 따라 결정한다.

$$S_{MS} = (3/2)\, S_{DS} \quad (16.2\text{-}1)$$

$$S_{M1} = (3/2)\, S_{D1} \quad (16.2\text{-}2)$$

여기서,

S_{DS}, S_{D1} : 단주기와 1초주기의 설계스펙트럼가속도 (4.2에 따른다)

16.2.2 면진시스템 요구사항

(1) 면진시스템은 생애주기 동안의 성능저하, 크리프, 피로, 온도, 습기 등의 환경조건에 대한 요구조건을 만족하여야 한다.

(2) 면진층에서 풍하중에 의한 횡변위는 면진 상부구조의 “8.2.3 변형과 횡변위 제한”에 따른 허용층간변위 이하로 구속하여야 한다.

(3) 면진시스템은 건축법의 용도구분에 따른 내화구조 요구사항을 만족하여야 한다.

(4) 면진시스템은 총 설계변위에서의 수평력이 총 설계변위의 50%에서의 수평력보다 최소 $0.025\, W_{D+0.5L}$ 이상의 복원력 특성을 가져야 한다.

(5) 면진구조물이 아래의 조건을 모두 만족하도록 설계된 경우가 아니라면, 면진시스템의 지진하중에 의한 횡변위는 최대고려지진 시의 변위 이하로 제한되어서는 안 된다.

① 최대고려지진 시의 응답이 면진시스템과 면진 상부구조의 비선형특성을 명확히 고려한 동적해석에 따라 산정된다.

② 면진시스템과 면진 하부구조의 극한성능이 최대고려지진 시의 강도와 변위 요구조건을 초과한다.

③ 면진 상부구조가 최대고려지진 시의 안정성과 연성 요구사항에 대해 충분히 검토된다.

④ 면진시스템의 지진하중에 대한 횡변위 제한 기능이 총 설계변위의 0.75배 이하에서는 작동하지 않는다.

(6) 면진시스템의 각 요소는 총 최대변위와 설계수직하중에 대하여 안정하도록 설계하여야 한다. 이를 위하여 설계 수직하중과 관련된 하중조합에서 지진하중효과를 1.5배로 하여 검토한다.
(7) 면진층에서 전체 구조물의 전도에 대한 안전계수는 요구하중조합에 대해 1.0 이상이어야 한다. 전도계산에 사용되는 지진력은 최대고려지진에 근거해야 하고, 수직방향 복원력의 산정에는 $W_{D+0.5L}$를 사용하여야 한다. 개별 요소의 국부적인 들림은 발생하지 않아야 한다. 단, 국부적인 들림이 면진장치나 다른 구조요소에 과응력이나 불안정을 일으키지 않을 경우에는 예외로 한다.
(8) 면진 상부구조의 변형이 작은 경우, 면진구조물의 감쇠는 면진시스템에 의한 에너지소산 능력만을 고려해서 산정해야 한다. 면진시스템의 이력거동이 비선형해석 모델에서 고려되고, 변형이 면진층에 집중되어 상부구조의 변형이 작은 경우 구조물의 감쇠비는 0%를 사용해야 한다. 단, 상부구조에 감쇠장치가 설치되는 등 비고전적 감쇠 모델을 적용하는 경우에 상부구조의 감쇠를 포함할 수 있다.

16.2.3 구조시스템 요구사항
(1) 수평격막이나 다른 구조요소들이 면진층 상부에 연속성을 부여하고, 지반운동에 의한 힘을 구조물의 한 부분으로부터 다른 부분으로 전달할 수 있는 적절한 강도와 연성을 지녀야 한다.
(2) 주변 옹벽 또는 다른 고정 장애물과 면진구조물 사이의 최소 이격거리는 총 최대변위 이상이어야 한다.
(3) 건물외구조물은 16.3에 따라 산정된 설계변위와 힘을 사용하여 19장의 요구조건을 만족하여야 한다.

16.2.4 구조·비구조 요소 요구사항
면진구조물의 구조요소와 가스, 전기, 엘리베이터와 같은 안전관련 비구조요소는 18장과 다음 사항을 만족하도록 설계하여야 한다.
(1) 면진층과 면진 상부구조의 구조·비구조 요소는 최대동적응답에 상응하는 전체 수평지진력을 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.
(2) 면진층을 관통하는 면진구조물의 구조·비구조 요소는 총 최대변위에 견딜 수 있도록 설계하여야 한다.
(3) 면진층 하부에 있는 면진구조물의 구조·비구조 요소는 5장, 6장, 7장, 8장, 18장의 요건에 따라 설계하고 시공하여야 한다.

16.3 해석절차
16.3.1 일반사항
면진구조물은 이 조항의 요구사항에 따라 직접적분법에 의한 3차원 시간이력해석을 수행하여야 한다.

16.3.2 모델링
면진시스템은 하중 – 변위 관계의 비선형성을 고려하여 시험에 의해 검증된 변형특성에 따라 모델링하여야 한다.

16.3.3 지반운동

시간이력해석을 위한 설계지진파는 7.3.4.1에 따른다. 다만, 지진파의 크기를 조정하기 위한 주기의 범위는 $0.5T_D$부터 $1.25T_M$으로 한다.

16.3.4 설계값의 산정

각 쌍의 지진파에 대한 최대응답의 평균을 사용하여 설계한다. 시간이력해석을 통하여 얻은 밑면전단력 V_d가 16.3.7(1)에서 제시하고 있는 최소지진력보다 작은 경우에는 해석을 통하여 얻은 부재력에 다음의 보정계수를 곱하여 사용한다.

$$C_m = \frac{V_b}{V_d} \geq 1.0 \quad (16.3\text{-}1)$$

여기서,

V_b : 식 (16.3-6)로 구한 면진시스템 또는 면진 하부구조물의 최소지진력, kN

V_d : 시간이력해석을 통하여 얻은 밑면 전단력, kN

16.3.5 횡변위 제한

면진구조물의 횡변위는 표 8.2-1의 횡변위 제한을 만족하여야 한다.

16.3.6 최소 횡변위

(1) 면진시스템의 설계변위 D_D와 최대변위 D_M는 각각 다음 식에 의한 값보다 작아서는 안 된다.

$$D_D = 0.9\frac{gS_{D1}T_D}{4\pi^2 B_D} \quad (16.3\text{-}2)$$

$$D_M = 0.8\frac{gS_{M1}T_M}{4\pi^2 B_M} \quad (16.3\text{-}3)$$

여기서,

S_{D1} : 1초주기 설계스펙트럼가속도(4.2에 따른다.)

S_{M1} : 최대고려지진의 1초주기 스펙트럼가속도

B_D, B_M : 유효감쇠(β_D, β_M)에 대한 감쇠계수 (표 16.3-1에 따른다.)

T_D : 설계변위에서 면진구조물의 유효주기

$$T_D = 2\pi\sqrt{\frac{W}{k_{Dmin}g}}$$

T_M : 최대변위에서 면진구조물의 유효주기

$$T_M = 2\pi\sqrt{\frac{W}{k_{Mmin}g}}$$

표 16.3-1 유효감쇠에 따른 감쇠계수, B_D 또는 B_M

유효 감쇠, β_D 또는 β_M (임계퍼센트) [a, b]	B_D 또는 B_M
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥ 50	2.0

a 감쇠계수는 16.5.3(2)에 따라 결정된 면진시스템의 유효감쇠에 근거해야 한다.
b 주어진 유효감쇠 이외의 유효감쇠에 해당하는 감쇠계수는 선형보간으로 구한다.

(2) 면진시스템 요소들의 총 설계변위 D_{TD}와 총 최대변위 D_{TM}는 다음 식보다 작아서는 안 된다.

$$D_{TD} = D_D \left[1 + y\frac{12\,e}{b^2 + d^2}\right] \qquad (16.3\text{-}4)$$

$$D_{TM} = D_M \left[1 + y\frac{12\,e}{b^2 + d^2}\right] \qquad (16.3\text{-}5)$$

여기서,

D_D : 설계변위, m

D_M : 최대변위, m

b : 구조물의 가장 짧은 평면치수. d에 대하여 직 각으로 측정된 값, m

d : 구조물의 가장 긴 평면치수, m

y : 지진방향과 직각인 대상요소와 면진시스템의 강성중심과의 거리, m

e : 면진 상부구조의 질량 중심과 면진시스템의 강성중심 사이의 실제 편심거리와 힘의 방향에 직각인 건물 치수 중 최댓값의 5%로 정의되는 우발편심거리를 합한 값, m

16.3.7 최소 지진력

(1) 면진시스템과 면진 하부구조의 밑면 전단력 V_b는 다음 식으로 구한 값보다 작아서는 안 된다.

$$V_b = 0.9 k_{Dmax} D_D \qquad (16.3\text{-}6)$$

여기서,

k_{Dmax} : 식 (16.5-3)로 구한 설계변위에서의 면진시스템 최대유효강성, kN/m

(2) 면진 상부구조의 최소전단력 V_s은 다음 식으로 구한 값보다 작아서는 안 된다.

$$V_s = 0.6\frac{k_{Dmax} D_D}{R_I} \qquad (16.3\text{-}7)$$

여기서, R_I는 표 6.2-1의 반응수정계수에 3/8을 곱한 값으로 2 이하이다. 다만, 면진 상부구조가 5.3에

정의된 비정형구조물인 경우에는 식 (16.3-7)에 1.33을 곱하여야 한다.

(3) V_s는 계수풍하중에 상응하는 밑면전단력보다 커야 하며, 다음 값 중 최댓값의 60%보다 작아서는 안 된다. 단, 면진 상부구조가 5.3에 정의된 비정형구조물인 경우에는 다음 값의 80%보다 작아서는 안 된다.

① 동일 내진 중량 $W_{D+0.5L}$와 면진주기 T_D를 갖는 밑면이 고정된 구조물에 대하여 7.2의 등가정적 해석법에 의한 밑면전단력

② 면진시스템의 탄성한계에 상응하는 수평지진력의 1.5배

16.4 설계검토

면진구조물의 해석, 설계와 장치시험결과에 대한 설계검토는 지진해석법과 면진시스템의 이론과 실무에 경험이 있는 등록된 전문가로 구성된 독립된 집단에 의해 수행하여야 한다. 설계검토는 다음 사항을 포함하여야 한다.

(1) 총 설계변위, 총 최대변위와 최소전단력의 결정을 포함한 기본설계의 검토

(2) 장치원형시험의 참관 및 검토

(3) 전체 구조시스템의 최종설계와 해석결과의 검토

(4) 면진장치 제품시험의 참관 및 검토

16.5 면진장치 시험

16.5.1 일반 사항

면진구조물의 설계와 해석에 사용된 장치는 이 조항에서 규정된 바에 따라 시공 전에 시험을 통하여 성능을 확인하여야 한다.

16.5.2 장치원형 시험

장치원형 시험은 면진시스템 내에서 면진장치의 종류별로 형상과 크기를 대표하는 2개 이상의 실물 시험체에 대하여 수행한다.

(1) 시험순서와 방법

면진장치의 압축-전단특성 결정을 위한 시험의 하중가력 순서와 방법은 다음의 사항에 따르며, 수직하중은 활하중의 50%와 고정하중의 조합(0.5L+D)으로 한다.

① 설계 풍하중 값으로 20회 반복가력

② 다음의 변위증분에 대하여 각각 3회 반복가력 : $0.25D_D$, $0.5D_D$, $1.0D_D$, $1.0D_M$,

③ 총 최대변위에 대하여 3회 반복가력 $1.0D_{TM}$

(2) 시험의 생략

다음의 두 조건을 모두 만족하는 경우에는 면진장치의 장치원형 시험을 수행할 필요가 없다.

① 내진설계책임구조기술자가 유사한 장치와 관련 시험에 관한 모든 데이터를 열람할 수 있는 상태에서 시험의 생략을 허가

② 내진설계책임구조기술자가 해당 면진장치와 사전에 시험이 수행된 장치 사이의 유사성을 인정

(3) 하중 - 변위특성의 결정

개개 면진장치의 유효강성 k_{eff}와 유효감쇠 β_{eff}는 장치원형 시험 결과에 기초하여 다음의 각 가력 사이클에 대하여 산정한다.

$$k_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|\Delta^+| + |\Delta^-|} \qquad (16.5\text{-}1)$$

$$\beta_{eff} = \frac{2}{\pi} \frac{E_{loop}}{k_{eff}(|\Delta^+| + |\Delta^-|)^2} \qquad (16.5\text{-}2)$$

여기서,

F^+ : Δ^+에서 정방향 하중, kM

F^- : Δ^-에서 부방향 하중, kN

E_{loop} : 사이클당 소산되는 에너지, kNm

(4) 면진장치 종속성 시험

① 속도의존성 : 면진장치의 하중 - 변형특성이 하중속도에 의존성이 있는 경우에는 16.5.2(1)에서 규정된 각각의 시험은 유효진동수($1/T_D$)에서 동적으로 수행하여야 한다.

② 압축하중 종속성 : 수직하중을 지지하는 면진장치는 총 최대변위에서 최소·최대 수직하중에 대하여 정적으로 시험하여야 한다. 지진하중 E 산정은 S_{DS}를 S_{MS}로 대체하여 산정하며, 지진에 의해 발생되는 수직하중 Q_E는 최대고려지진에 의한 최대응답으로 한다.

(5) 면진장치의 적합성 판정

다음의 조건을 만족하는 경우에 장치원형 시험의 성능은 적절한 것으로 판정한다.

① 모든 시험시의 하중 - 변형 관계에서 변형 증가에 따른 하중저하가 없다.

② 16.5.2(1)②에서 규정한 모든 변위 증분과 수직하중에 대응하는 시험에 대하여 다음을 만족한다.

㈎ 각 시험체에 있어서 3회 반복 시험시의 각 유효강성 값과 3회 평균 유효강성 값의 차이가 15% 이하

㈏ 각 시험 사이클에서 면진장치 시험체 2개의 유효강성과 평균 유효강성의 평균값 차이가 15% 이하

③ 각 시험체에 있어서 16.5.2(1)③에 규정된 반복가력시험에서 사이클별 강성변화가 초기 값의 20% 이내

④ 각 시험체에 있어서 16.5.2(1)③에 규정된 반복가력시험에서 사이클별 유효감쇠 저하가 초기 값의 20% 이내

⑤ 면진시스템의 수직하중저항요소에 대한 모든 시험체는 16.5.2(4)②의 시험에서 안정적인 거동을 보여야 한다.

16.5.3 면진시스템의 설계 특성값

(1) 최대·최소 유효강성

설계변위에서 면진시스템의 최대유효강성 k_{Dmax}와 최소유효강성 k_{Dmin}은 16.5.2(1)②의 $1.0D_D$ 변위에 대한 반복시험결과에 기초하여 다음 식에 따라 산정한다.

$$k_{Dmax} = \frac{\sum \left| F_D^+ \right|_{\max} + \sum \left| F_D^- \right|_{\max}}{2\,D_D} \quad (16.5\text{-}3)$$

$$k_{Dmin} = \frac{\sum \left| F_D^+ \right|_{\min} + \sum \left| F_D^- \right|_{\min}}{2\,D_D} \quad (16.5\text{-}4)$$

여기서,

$\left| F_D^+ \right|_{\max}$: 정방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left| F_D^+ \right|_{\min}$: 정방향 설계변위에서 면진장치 최소하중 절대값, kN

$\left| F_D^- \right|_{\max}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left| F_D^- \right|_{\min}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최소하중 절대값, kN

최대변위에서 면진시스템의 최대유효강성 k_{Mmax}와 최소유효강성 k_{Mmin}은 16.5.2(1)②의 $1.0D_M$ 변위에 대한 반복시험결과에 기초하여 다음 식에 따라 산정한다.

$$k_{Mmax} = \frac{\sum \left| F_M^+ \right|_{\max} + \sum \left| F_M^- \right|_{\max}}{2\,D_M} \quad (16.5\text{-}5)$$

$$k_{Mmin} = \frac{\sum \left| F_M^+ \right|_{\min} + \sum \left| F_M^- \right|_{\min}}{2\,D_M} \quad (16.5\text{-}6)$$

여기서,

$\left| F_M^+ \right|_{\max}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left| F_M^+ \right|_{\min}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절대값, kN

$\left| F_M^- \right|_{\max}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절대값, kN

$\left| F_M^- \right|_{\min}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절대값, kN

(2) 유효감쇠

설계변위와 최대변위에서 면진시스템의 유효감쇠 β_D, β_M는 16.5.2(1)②의 $1.0D_D$와 $1.0D_M$ 변위에 대한 반복시험결과에 기초하여 다음 식에 따라 각각 산정한다.

$$\beta_D = \frac{\sum E_D}{2\pi\, k_{Dmax} D_D^2} \quad (16.5\text{-}7)$$

$$\beta_M = \frac{\sum E_M}{2\pi\, k_{Mmax} D_M^2} \quad (16.5\text{-}8)$$

여기서,

$\sum E_D$: 설계변위에서 사이클당 전체 소산에너지

$\sum E_M$: 최대변위에서 사이클당 전체 소산에너지

16.5.4 제품시험

설치에 앞서 면진장치의 하중 - 속도 - 변위특성이 내진설계책임구조기술자가 정한 설계조건을 만족하는지 검증하기 위한 제품시험을 수행한다. 각각의 제품시험 결과는 16.5.2의 장치원형 시험내용을 포함하여 시험성적서로 제출하여야 한다.

(1) 시험순서와 방법

제품시험은 설계변위에 대하여 각각 3회 반복가력하며, 수직하중은 활하중에 의한 효과의 1/2과 고정하중의 합으로 한다.

(2) 면진장치의 적합성 판정

다음의 조건을 만족하는 경우에 제품시험에 따른 성능은 적절한 것으로 판정하며, 제품시험을 만족하지 못하는 면진장치는 현장에 설치되어서는 안 된다.

① 개개 면진장치에 있어서 설계변위에 대한 3회 반복시험시의 각 유효강성값과 3회 평균 유효강성값의 차이가 15% 이하

② 설계변위에 대한 면진시스템의 평균 유효강성값과 설계값의 차이가 10% 이하

(3) 제품시험결과의 설계반영

제품시험에 대한 적합성이 확인된 제품에 대하여 각 유효강성의 편차를 고려한 강성중심이 질량중심과 일치하도록 재배치한다.

1117 감쇠시스템을 적용한 구조물

17.1 일반사항

(1) 지진하중 저감을 목적으로 감쇠시스템이 적용된 모든 구조물(이하 '감쇠시스템 적용 구조물')과 감쇠시스템의 모든 구성요소는 이 조항의 요구사항에 따라 설계 및 시공하여야 한다.

(2) 17장에서 규정하는 감쇠시스템 적용 구조물의 설계는 15장에서 규정하는 성능기반설계의 일부로 본다.

(3) 17장에서 별도로 규정하지 않은 사항에 대해서는 15장의 성능기반설계에 따른다.

(4) 감쇠장치가 면진구조물의 면진경계면에 설치되는 경우에 변위, 속도, 가속도는 16장에 따라 산정하여야 한다.

17.2 설계 요구사항

17.2.1 내진설계범주 'A'에 대한 설계

감쇠시스템 적용 구조물은 내진설계범주 'A'에 속하더라도 내진설계범주 'B'에 해당되는 해석방법과 설계요구사항을 반영하여 설계하여야 한다.

17.2.2 시스템 요구사항

감쇠시스템 적용 구조물은 지진력저항시스템 단독으로 다음 (1)항에 정의된 하중을 지지할 수 있는 내력을 보유해야 한다.

(1) 지진력저항시스템

감쇠시스템 적용 구조물은 각각의 횡방향으로 표 6.2-1에 제시된 지진력저항시스템 중 하나를 보유해야 한다. 각 방향의 지진력저항시스템의 설계는 17.4의 요구사항과 다음을 만족하여야 한다.

① 지진력저항시스템의 설계에 사용된 지진하중에 의한 밑면전단력은 $V_{\min}$보다 작아서는 안되며, $V_{\min}$은 식(17.2-1)과 식(17.2-2)에 따라 산정한다.

$$V_{\min} = \eta V \qquad (17.2\text{-}1)$$

$$\eta \geq 0.75 \qquad (17.2\text{-}2)$$

여기서,

V : 7.2.1에 따라 결정되는 해당 방향의 설계지진하중에 의한 밑면 전단력, kN

η : 감쇠장치의 감쇠성능에 따라 구조물에 작용하는 하중이 저감되는 정도를 고려한 예상감쇠 보정계수로서, 17.4.3의 절차에 따라 확인하여야 한다.

② 지진력저항시스템의 구조요소 중에서 감쇠시스템에 속하거나 감쇠장치에 따라 발생하는 힘에 저항하도록 요구되는 구조요소의 최소강도는 17.2.2(2)의 추가적인 요구조건을 만족하여야 한다.

(2) 감쇠시스템

① 감쇠장치에서 에너지소산을 발생시키지 않는 부분 및 감쇠장치를 다른 구조요소에 연결하기 위해 사용되는 요소들은 접합부를 포함하여 성능목표를 규정하는 지진에 대하여 탄성상태를 유지하도록 설계하여야 한다. 그 밖의 구조요소들은 감쇠시스템의 기능에 부정적인 영향을 미치지 않음을 구조해석 또는 실험을 통해 입증한다면 비탄성 변형을 허용할 수 있다.

② 에너지소산을 발생시키는 부분을 포함하여 감쇠장치와 그 접합부는 최대고려지진에 따라 발생하는 힘, 변위, 속도에 대하여 파단 또는 심각한 강도저하 없이 저항할 수 있어야 한다.

③ ①과 ②에서 감쇠장치에 유발되는 힘은 강도저감계수를 곱하거나 반응수정계수로 나누지 않아야 한다.

④ 감쇠시스템 구성요소의 힘지배작용은 성능목표를 규정하는 지진에 대하여 17.3.4에서 규정한 평균 응답의 1.2배를 적용하여 설계한다.

17.2.3 감쇠시스템 요구사항

(1) 장치 설계

감쇠장치는 최대고려지진에 대한 응답과 다음의 조건들을 고려하여 설계, 시공, 설치하여야 한다.

① 지진하중에 의한 저진동·대변위 거동 시의 성능저하

② 풍하중·온도하중에 의한 고진동·소변위 거동 시의 성능저하
③ 중력하중에 의한 하중 또는 변위
④ 부식, 마모, 생물분해, 화학물 등에 의한 장치 일부분의 고착
⑤ 온·습도, 수분, 자외선 등과 그 밖의 환경조건에의 노출

(2) 다축 이동

감쇠장치의 접합부는 감쇠시스템에 동시에 발생하는 종방향, 횡방향, 수직방향 변위를 흡수할 수 있는 충분한 마디구조를 갖추어야 한다.

(3) 검사와 주기적 시험

모든 감쇠장치는 검사와 교체를 위한 접근방법을 확보해야 한다. 설계수명 동안 감쇠장치의 신뢰성을 보증하기 위하여 내진설계책임구조기술자는 모든 유형의 감쇠장치에 대한 적절한 검사와 시험계획을 수립하여야 한다. 검사와 시험방법의 수준은 감쇠장치의 사용기간과 설계수명 동안의 특성변화 가능성을 반영하여야 한다.

(4) 품질관리

KDS 41 10 10의 품질보증계획의 일환으로 내진설계책임구조기술자는 감쇠장치의 제작에 대한 품질관리계획을 수립하여야 한다. 품질관리계획은 최소한 17.6.2와 17.6.3의 시험요구조건을 포함하여야 한다.

(5) 설계특성치

감쇠장치의 공칭설계특성치를 17.6.2(3)에 따라 결정한다. 설계특성치의 변동성을 고려하기 위해 다음과 같이 상한계설계특성치 및 하한계설계특성치를 산정한다.

$$\text{상한계설계특성치} = \text{공칭설계특성치} \times \lambda_{max} \quad (17.2\text{-}3)$$

$$\text{하한계설계특성치} = \text{공칭설계특성치} \times \lambda_{min} \quad (17.2\text{-}4)$$

여기서,

λ_{max} = 장치원형시험 결과에 품질관리 및 유지관리상의 추가적인 변동성을 고려한 특성치 증가 시 변동계수로서 1.2 이상의 값

λ_{min} = 장치원형시험 결과에 품질관리 및 유지관리상의 추가적인 변동성을 고려한 특성치 감소 시 변동계수로서 0.85 이하의 값

(6) 설계특성치의 적용

상한계설계특성치와 하한계설계특성치를 적용하여 상한계해석 및 하한계해석을 수행한다. 상한계해석은 속도계수, 강성, 강도, 에너지소산 등의 최대치가 함께 고려된 해석이다. 하한계해석은 속도계수, 강성, 강도, 에너지소산 등의 최소치가 함께 고려된 해석이다.

17.3 해석절차

17.3.1 일반사항

(1) 감쇠시스템 적용 구조물은 17.3.2에 따라 수학적 모델을 작성하여 7.3.4.3에 따라 3차원 비선형 시

간이력해석을 수행하여야 한다.
(2) 감쇠장치로 인해 구조물이 비고전적 감쇠의 특성을 갖게 되는 경우 시간이력해석법은 이를 반영할 수 있어야 한다.
(3) 연직하중의 효과가 시간이력해석에 반영되어야 한다.

17.3.2 모델링

구조물의 수학적 모델은 7.3.2의 규정을 따르는 3차원 모델로서 구조물과 감쇠장치의 비선형이력거동을 직접적으로 고려하되 구조요소의 강도는 강도저감계수를 곱하지 않은 값을 적용해야 한다.

(1) 지진력저항시스템

구조물의 거동 특성을 고려하여 원감쇠비를 적용한다. 실험을 통해 지진력저항시스템이 유효항복변위나 이보다 약간 작은 변위에서 더 큰 감쇠비를 가진다는 것을 입증하지 못하는 경우에 감쇠시스템이 적용된 구조물의 지진력저항시스템에 적용하는 원감쇠비는 임계감쇠의 3%보다 큰 값을 취할 수 없다.

(2) 감쇠시스템

감쇠장치의 강성과 감쇠특성은 17.6에 규정된 시험에 따라 검증하거나 이를 근거로 결정하여야 하며, 비선형하중-변위특성은 지진하중의 진동수, 진폭, 지속시간 등에 대한 의존성을 명확하게 반영할 수 있도록 모델링하여야 한다. 변위의존형 감쇠장치의 수학적 모델은 강도, 강성, 이력곡선형상의 중요한 변화가 시험자료에 부합하는 이력거동을 모사할 수 있어야 한다. 속도의존형 감쇠장치의 수학적 모델은 시험자료에 부합하는 속도계수를 포함하여야 하며, 속도계수가 시간과 온도에 종속성이 있는 경우에는 그 영향을 명확히 반영하여야 한다. 감쇠장치를 구조물에 연결하는 구조요소는 반드시 구조해석 모델에 포함하여야 하며, 감쇠장치를 제외한 모든 구조요소는 탄성으로 모델링한다.

예외사항 : 시간이력해석 동안 감쇠장치의 특성변화가 예상되는 경우에 장치특성의 상한치와 하한치에 따라 동적응답의 변동범위를 결정할 수 있다. 17.2.3(5)의 상한계설계특성치 및 하한계설계특성치에 이를 반영할 수 있다.

17.3.3 지반운동

시간이력해석은 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 7쌍 이상 이용하여 수행한다. 지반운동기록은 7.3.4.1의 절차에 따라 선정 및 조정한다. 단, 응답스펙트럼 조정 대상 주기 범위는 다음과 같이 산정한다.

(1) 주기 범위의 하한치를 결정하기 위한 구조해석 모델에서 감쇠장치의 강성은 초기강성을 적용한다.
(2) 주기 범위의 상한치를 결정하기 위한 구조해석 모델에서 감쇠장치의 강성은 최대고려지진에 대한 최대변위에서 결정되는 유효강성을 적용한다.

17.3.4 설계값 산정

시간이력해석에 사용된 각각의 지반운동에 대한 응답변수로서 최대층간변위, 감쇠시스템 구조요소의 최대하중, 개별 감쇠장치의 최대하중, 최대변위와 최대속도(속도의존형 감쇠장치의 경우)를 결정하여야 한

다. 7개 이상의 지반운동에 대한 평균응답을 사용하여 설계한다.

17.4 감쇠시스템 적용 구조물의 허용기준

17.3의 시간이력해석법을 적용함에 있어서 지진력저항시스템과 감쇠시스템에 대한 하중조건과 설계값의 허용기준은 이 조항에 따라야 한다.

17.4.1 지진력저항시스템

(1) 지진력저항시스템은 감쇠시스템 없이 단독으로 17.2.2(1)에 주어진 밑면 전단력 $V_{\min}$에 저항할 수 있어야 한다. 내진설계범주와 비정형성에 따라 7.1에서 허용한 해석법을 적용하여 확인할 수 있다.

(2) 지진력저항시스템은 성능목표에 부합하는 강도와 변형능력을 갖고 있음을 감쇠장치를 포함한 비선형시간이력해석을 통해 확인하여야 한다.

(3) 층간변위의 요구조건은 15.4의 규정에 따르며 감쇠장치를 포함한 비선형시간이력해석에 의해 확인한다.

17.4.2 감쇠시스템

감쇠장치의 접합부를 포함한 감쇠시스템의 모든 구조요소는 17.2.2(2)의 요구조건을 만족하여야 한다.

17.4.3 감쇠성능 확인

(1) 감쇠보정계수

17.2.2(1)의 지진력저항시스템 설계를 위한 최소밑면전단력 $V_{\min}$ 결정에 적용된 감쇠보정계수 η는 다음 식에 따라 결정된 η_h보다 작지 않아야 한다.

$$\eta_h = \frac{V_h}{V_{he}} \qquad (17.4\text{-}1)$$

여기서,

V_h : 인명보호 성능목표에 해당되는 지진에 대하여 17.3에서 규정한 해석절차에 따라 결정된 감쇠시스템 적용 구조물의 밑면전단력, kN

V_{he} : V_h와 동일한 절차를 따르되, 감쇠장치의 하중-변위 관계에서 속도의존적 성분은 제거하고, 변위의존적 성분은 유효강성으로 치환하여 얻어진 밑면전단력, kN

단, V_h와 V_{he}를 산정할 때 지진력저항시스템에 속하는 부분의 밑면전단력만 산입한다.

(2) 감쇠장치의 변위의존적 성분의 유효강성

개별 감쇠장치의 하중-변위 관계에서 변위의존적 성분의 유효강성은 V_h의 산정과정에서 얻어진 감쇠

장치의 변위와 하중에 기초하여 다음 식에 따라 산정한다.

$$k_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|\Delta^+| + |\Delta^-|} \qquad (17.4\text{-}2)$$

여기서,

Δ^+, Δ^- : 각각 감쇠장치의 정, 부방향으로 발생하는 최대변위, m

F^+, F^- : 각각 Δ^+, Δ^-에서 발생하는 감쇠장치의 하중, kN

17.5 설계 검토

감쇠시스템의 해석, 설계와 장치시험결과에 대한 설계검토는 지진해석법과 에너지소산시스템의 이론과 실무에 경험이 있는 등록된 전문가로 구성된 독립된 집단에 따라 수행하여야 한다.

설계 검토는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

(1) 감쇠장치의 설계변수를 포함한 지진력저항시스템과 감쇠시스템 예비설계의 검토

(2) 지진력저항시스템과 감쇠시스템의 최종설계와 모든 관련 해석의 검토

(3) 감쇠장치 시험 요구조건, 장치의 품질관리와 성능보증, 유지관리 일정과 점검사항의 검토

17.6 감쇠장치의 시험

17.6.1 일반사항

감쇠시스템 설계에 적용된 감쇠장치의 힘－속도 또는 힘－변위관계와 감쇠특성은 이 조항에 규정한 장치원형 시험에 따라야 한다. 품질관리시험에 적용되는 감쇠장치의 제작과 품질관리 절차는 장치원형 시험과 똑같아야 한다.

17.6.2 장치원형 시험

설계에 사용된 감쇠장치의 종류와 크기별로 각각 2개의 실규모 감쇠장치에 대하여 이 조항에서 규정한 시험들을 실시하여야 한다. 구조물에 사용되는 장치의 종류와 크기별로 제조와 품질관리 절차가 동일하고, 동시에 내진설계책임구조기술자가 대표 크기에 대한 장치원형 시험을 허용한 경우에 한하여 각 종류별로 대표 크기의 감쇠장치만 장치원형 시험을 할 수 있다. 내진설계책임구조기술자가 허용하는 동시에 장치원형 시험과 제품시험에 관한 요구조건에 부합되지 않는다면 시험에 사용된 시험체는 구조물의 시공에 사용할 수 없다.

(1) 시험순서와 방법

시험은 다음과 같은 일련의 순서에 따라 수행하며, 각 감쇠장치를 실제 설치하였을 때의 고정하중과 활하중의 효과를 고려하고, 온도환경을 반영하여야 한다. 지진하중시험에서는 최대고려지진에 대한 장치의 변위를 사용하여야 한다.

① 풍하중시험 : 설계풍하중에 상응하는 진폭과 기본진동주기의 역수에 해당하는 진동수($f_1 = 1/T_1$)로 2,000회 반복재하

② 지진하중시험 : 다음과 같은 변위진폭 및 반복회수를 $1/(1.5T_1)$의 진동수를 갖는 정현파형태로 재하
(가) 최대고려지진 시 예상되는 장치변위의 0.33배를 10회씩 반복재하.
(나) 최대고려지진 시 예상되는 장치변위의 0.67배를 5회씩 반복재하.
(다) 최대고려지진 시 예상되는 장치변위의 1.0배를 3회씩 반복재하.

여기서, 감쇠장치 특성이 작동온도에 따라 변하는 경우에는 적어도 하나의 시험체는 온도범위를 포괄하는 최소한 3가지의 조건(최소온도, 상시온도, 그리고 최대온도)에서 지진하중시험을 수행

③ 진동수의존성 시험 : 감쇠장치가 진동수의존성이 있는 경우 풍하중시험과 지진하중시험을 진동수 $1/T_1$과 $2.5/T_1$에서 수행

(2) 시험의 생략

다음 조건들을 모두 만족하는 과거의 시험결과가 있는 경우에 장치원형 시험을 생략할 수 있다.

① 치수, 내부 구조 및 압력 등이 유사한 장치
② 유형과 재료가 동일하게 만들어진 장치
③ 문서화된 동일한 제작 및 품질관리 절차에 의해 제작
④ 유사한 최대변위 및 하중으로 시험

(3) 하중－속도－변위특성 결정

① 감쇠장치의 하중－속도－변위특성은 앞서 규정된 장치원형 시험용 반복가력시험에 근거해야 한다.
② 감쇠장치의 유효강성은 식 (17.4-2)를 사용하여 각 진폭레벨에 대해 산정하여야 한다.
③ 감쇠장치의 공칭설계특성치는 주어진 변위 진폭레벨에 대해서 처음의 3회 반복재하에서 얻어진 평균값으로 산정한다.

(4) 변위의존형 감쇠장치의 적합성

변위의존형 감쇠장치의 성능은 17.6.2(1)에 규정된 시험에 근거하여 다음 조건이 모두 만족된다면 적절하다고 간주한다.

① 풍하중시험 : 누출, 항복, 파손을 포함하는 손상 징후가 없음
② 지진하중시험과 진동수의존성 시험 :
(가) 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 임의 회차의 반복재하 시 변위 원점에서의 최대·최소하중이 모든 반복재하로부터 산정된 각각 평균치의 15% 이내
(나) 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 임의 회차의 반복재하 시 방향별 최대 장치변위에서의 하중이 모든 반복재하로부터 산정된 각각 평균치의 15% 이내
(다) 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 임의 회차의 반복재하 시 감쇠장치의 이력곡선 면적이 모든 반복재하로부터 산정된 평균치의 15% 이내
(라) 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 모든 반복재하로부터 산정된 변위 원점에서의 최대·최소하중의 각각 평균치, 방향별 최대 장치변위에서의 하중의 각각 평균치 및 이력곡선 면적의 평균치가 내진설계책임구조기술자에 따라 제시된 목표 값의 15% 이내

(5) 속도의존형 감쇠장치의 적합성

속도의존형 감쇠장치의 성능은 17.6.2(1)에 규정된 시험에 근거하여 다음 조건이 모두 만족된다면 적절하다고 간주한다.

① 풍하중시험 : 누출, 항복, 파손을 포함하는 손상징후가 없음
② 지진하중시험과 진동수의존성 시험 :
(가) 강성을 가진 속도의존형 감쇠장치의 경우, 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 임의 회차의 반복재하 시 감쇠장치의 유효강성이 모든 반복재하로부터 산정된 평균치의 15% 이내
(나) 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 임의 회차의 반복재하 시 변위 원점에서의 최대·최소하중이 모든 반복재하로부터 산정된 각각 평균치의 15% 이내
(다) 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 임의 회차의 반복재하 시 감쇠장치의 이력곡선 면적이 모든 반복재하로부터 산정된 평균치의 15% 이내
(라) 특정 변위진폭, 진동수 및 온도에서 수행된 시험에서, 모든 반복재하로부터 산정된 변위 원점에서의 최대·최소하중의 각각 평균치, 유효강성(강성을 가진 감쇠장치에 한함)의 평균치와 이력곡선 면적의 평균치가 내진설계책임구조기술자에 따라 제시된 목표 값의 15% 이내

17.6.3 품질관리시험
건축구조물에 설치하기에 앞서 설치될 모든 감쇠장치의 하중–속도–변위특성이 내진설계책임구조기술자가 정한 한계 내에 있는지를 보장하기 위한 시험을 수행한다. 제품시험의 범위와 빈도는 내진설계책임구조기술자에 따라 결정한다.
(1) 최대고려지진 장치변위의 0.67배의 진폭과 $1/(1.5T_1)$의 진동수로 3회 재하
(2) 시험에서 얻어진 설계특성치는 17.2.3(5)의 설계특성치 범위 설정에서 고려한 품질관리 변동폭 범위 이내에 들어야 한다.
(3) 비탄성 변형이 발생한 시험체는 구조물의 시공에 사용할 수 없다.

1118 비구조요소

18.1 일반사항
건축구조물에 영구히 설치되는 건축, 기계 및 전기설비 등의 비구조요소와 그 지지부 및 연결부는 이 절의 규정에 따라 설계되어야 한다. 단, 구조물 유효중량의 25%를 초과하는 비구조요소는 건물외구조로 분류하여 19장의 규정을 따른다.
또한, 기계 혹은 전기 비구조요소를 내장하고 있는 높이 1.8m 이상의 모듈형 공장제작품으로서 18장에 해당 설계규정이 없는 경우 19장의 건물과 유사한 건물외구조물의 규정에 따른다. 하지만 모듈형 시스템에 내장되거나 모듈형 시스템에 의해 지지되는 비구조요소는 18장의 규정에 따라 설계되어야 한다.
건물외구조물(창고용 선반과 탱크 포함)은 19장의 규정에 따라 설계된다.

18.1.1 적용범위

다음의 비구조요소는 18장의 규정에 따라 내진설계가 수행되어야 한다.

(1) 중요도계수 I_p가 1.5인 비구조요소

(2) 파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재

위의 규정에 속하지 않는 비구조요소의 내진설계 여부는 건축주와의 협의에 따른다.

다만, 다음에 해당하는 전기 및 기계비구조요소는 이 조항을 적용하지 않는다.

(1) 중요도계수 I_p가 1.0이면서 바닥으로부터 설치높이 1.2m 이하, 중량 1,800N 이하이고 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있는 경우

(2) 중량 100N 이하, 단위길이당 중량이 70N/m 이하인 경우

18.1.2 중요도계수

비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우 I_p를 1.5로 한다.

(1) 소화배관과 스프링클러 시스템 등 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능하여야 하는 비구조요소. 또한 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 중량칸막이벽 등 손상시 피난경로확보에 지장을 주는 비구조요소와 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치

(2) 규정된 저장용량 이상의 독성, 맹독성, 폭발위험 물질을 저장하거나 지지하는 비구조요소

(3) 표 2.2-1의 내진특등급에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 기능수행을 위해 필요하거나 손상시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소

18.1.3 설계 고려사항

18.1.3.1 설계절차

비구조요소의 설계는 다음 중 하나의 절차에 의해 수행될 수 있다.

(1) 내진설계책임구조기술자가 18장의 규정에 따라 해당건물내 비구조요소의 내진설계를 수행하는 경우

(2) 해당 비구조요소의 제조자가 정밀해석 혹은 18.1.3.2의 규정에 의한 실험을 통해 내진성능을 보유하고 있음을 입증하는 문서를 제출하는 경우

(3) 18.1.3.3의 절차에 따라 검토되고 승인된 경우

18.1.3.2 실험적 절차

18장에 규정된 해석적인 설계절차를 대신하여 실험을 통해 비구조요소 및 그 지지부의 내진성능을 확인할 수 있다. 실험적 절차에는 내진설계책임구조기술자가 인정한 공인된 실험규약이 사용되어야 하며 실험을 통해 이 기준이 요구하고 있는 내진요구사항과 동등하거나 이를 초과하는 내진성능을 보유하고 있음이 증명되어야 한다. 실험적 절차를 적용할 경우 식 (18.2-1)에 의해 산정되는 최대지진력은 $3.2I_pW_p$를 초과할 필요는 없다.

18.1.3.3 설계의 검토와 승인

개별 비구조요소의 공인된 설계기준에 따라 내진설계를 수행하고 내진설계책임구조기술자가 이를 승인하는 경우 비구조요소의 내진설계는 구조체의 내진설계와 분리하여 수행될 수 있다. 이때 설계계산서 혹은 시험성적서를 근거로 시공상세도가 작성되어야 하며 내진설계책임구조기술자에 의해 검토 및 승인되어야 한다.

18.1.3.4 내진성능의 증명이 요구되는 비구조요소

지진 이후에도 반드시 기능이 유지되어야 하는 비구조요소의 경우 다음의 규정을 통해 내진성능을 증명하여야 한다. 기능수행 목표의 설계지진은 2장 및 15장을 따른다.

(1) 설계지진에 대해 기능유지가 요구되는 기계 및 전기 비구조요소의 구동부분 혹은 동력부 부분은 18.1.3.2의 규정에 의한 진동대 실험을 통해 해당 설계지진 후에도 정상작동함을 증명하여야 한다.

(2) 중요도계수가 1.5인 위험물질과 관련된 비구조요소의 경우 제조자는 정밀해석과 진동대 실험 등을 통해 해당 설계지진 시에도 위험물질이 유출되지 않음을 증명하여야 한다.

(3) 해석을 통한 증명은 움직이지 않는 비구조요소에만 허용하고 $R_p/I_p=1.0$을 적용한 지진력에 대하여 수행한다.

18.1.3.5 타 비구조요소에 대한 영향

특정 비구조요소의 파괴가 다른 비구조요소의 손상을 유발하지 않도록 비구조요소들 간의 기능과 물리적인 간섭을 확인하여야 한다. 해석이나 실험을 통해 증명되지 않는 한 스프링클러 헤드 및 헤드연결관은 다음 항목으로부터 최소한 75mm의 유격을 확보하여야 한다.

(1) 영구히 설치되는 설비 및 그 지지부와 가새

(2) 다른 배관시스템 및 그 지지부와 가새

단, 유연한 배관을 가진 스프링클러는 이 규정에서 제외된다.

18.1.3.6 유연성

비구조요소와 그 지지부 혹은 연결부는 유연성과 강도를 고려하여 설계되고 평가되어야 한다.

18.2 설계지진력 및 변위

18.2.1 등가정적하중

18.2.1.1 수평설계지진력

지진에 의한 수평방향 등가정적하중 F_p는 식 (18.2-1)에 의하여 산정한다. 지진하중이 아닌 다른 하중이 F_p를 초과하여 그에 따라 설계될 경우에도 이 절의 상세나 제한규정은 적용되어야 한다.

$$F_p = \frac{0.4 a_p S_{DS} W_p}{\left(\frac{R_p}{I_p}\right)} \left(1 + 2\frac{z}{h}\right) \qquad (18.2\text{-}1)$$

F_p는 다음의 값을 초과할 필요는 없다.

$$F_p = 1.6 S_{DS} I_p W_p \quad (18.2\text{-}2)$$

그러나 F_p는 다음의 값 이상이 되어야 한다.

$$F_p = 0.3 S_{DS} I_p W_p \quad (18.2\text{-}3)$$

여기서,

F_p : 비구조요소 질량 중심에 작용하는 설계지진력

a_p : 비구조요소의 증폭계수(표 18.3-1 또는 표 18.4-1)

I_p : 비구조요소의 중요도계수

h : 구조물의 밑면으로부터 지붕층의 평균높이

R_p : 표 18.3-1 또는 표 18.4-1에 규정된 비구조요소의 반응수정계수

S_{DS} : 4.2에 따라 결정한 단주기에서의 설계스펙트럼가속도

W_p : 비구조요소의 작동상태를 고려한 중량

z : 구조물의 밑면으로부터 비구조요소가 부착된 높이

$z = 0$: 구조물의 밑면 이하에 비구조요소가 부착된 경우

$z = h$: 구조물의 지붕층 이상에 비구조요소가 부착된 경우

표 18.3-1과 표 18.4-1의 초과강도계수는 콘크리트나 조적조에 정착되는 앵커 설계 시 18.5에서 요구하는 경우에만 적용한다.

F_p는 최소한 두 직교축에 대해 독립적으로 산정되어야 하며 필요할 경우 그 요소의 사용하중 혹은 작동시 하중과 적절히 조합되어야 한다. 하지만 수직방향으로 캔틸레버 형식인 비구조요소의 경우 모든 수평방향으로 F_p가 작용하는 것으로 고려되어야 한다.

18.2.1.2 수직설계지진력

수직방향 설계지진력은 $\pm 0.2 S_{DS} W_p$으로 산정하며 작용하는 수직하중과 동시에 고려한다. 다만, 비부착식 바닥패널이나 비부착식 천장패널에는 적용하지 않는다.

18.2.2 동적해석법

식 (18.2-1)을 대신하여 다음과 같은 동적해석을 통해 구해진 구조물의 응답을 근거로 비구조요소의 수평설계지진력을 산정할 수 있다. 이때 구조물의 응답가속도는 R=1.0을 적용하여 산정한다.

(1) 응답스펙트럼해석법(7.3.3)
(2) 선형시간이력해석법(7.3.4.2)
(3) 비선형 시간이력해석(7.3.4.3)
(4) 층응답스펙트럼(18.2.2.1)
(5) 간략층응답스펙트럼 (18.2.2.2)

동적해석법에 의한 비구조요소의 설계지진하중은 식 (18.2-4)을 통해 산정한다. 이 경우에도 식 (18.2-2)와 식 (18.2-3)의 F_p의 상한치 및 하한치 규정은 적용되어야 한다.

$$F_p = \frac{a_i a_p W_p}{R_p / I_P} A_x \qquad (18.2\text{-}4)$$

여기서,

F_p : 비구조요소 질량 중심에 작용하는 설계지진력

a_i : 건물 i층의 층응답가속도. 응답스펙트럼해석 결과를 사용할 경우 a_i는 해석결과에 의한 i층의 최대응답가속도이다. 시간이력해석 결과를 사용할 경우 a_i는 해석결과에 의한 i층의 층응답가속도이다. 이때, 7개 이상의 지진파가 사용된 경우 지진파별 최대응답가속도의 평균값을 사용할 수 있으며 7개 미만의 지진파가 사용된 경우 지진파별 최대응답가속도중 최대치를 사용하여야 한다. 시간이력해석을 위한 설계지진파는 7.3.4.1에 따라 선정하고 조정한다.

a_p : 비구조요소의 증폭계수(표 18.3-1 또는 표 18.4-1)

R_p : 비구조요소의 반응수정계수(표 18.3-1 또는 표 18.4-1)

I_p : 비구조요소의 중요도계수

A_x : 7.2.6.5에 규정된 비틀림 증폭계수

18.2.2.1 층응답스펙트럼

층응답스펙트럼은 7.3.4.1에 따른 해당부지의 설계지진파를 사용한 7.3.4.2의 선형시간이력해석 혹은 7.3.4.3의 비선형시간이력해석을 통해 구해진 각 층의 층가속도로부터 산정한다. 감쇠시스템을 가진 구조물은 17장의 규정에 따른 비선형 시간이력해석 결과로부터 산정한다.

층응답스펙트럼은 사용된 각 지진파에 의한 층가속도마다 산정되어야 한다. 이때 비구조요소의 감쇠비는 실험결과에 근거하지 않는 한 5%를 초과할 수 없다.

식 (18.2-4)를 통한 설계지진하중 산정 시 a_i는 비구조요소의 주기에 해당하는 지진파별 층응답스펙트럼 값들 중 최대치를 사용하며, a_p는 1.0을 사용한다.

18.2.2.2 간략층응답스펙트럼

간략층응답스펙트럼은 7.3.3에 의한 응답스펙트럼해석결과로부터 결정한다. 이때 구조물의 고유주기와 모드형상은 각 직교방향별로 최소한 3차모드까지 고려되어야 한다. 포함되는 모드의 가장 짧은 주기는 설계대상 비구조요소 고유주기의 80%보다 작거나 같아야 한다.

각 방향별 모드별 층가속도스펙트럼은 식 (18.2-5)을 사용하여 비구조요소의 주기 T_p의 함수로 표현된다.

$$A_{ix} = p_{ix} S_{ax} D_{AF} \qquad (18.2\text{-}5)$$

여기서,

A_{ix}: i층에서 x모드의 층가속도,

p_{ix} : i층에서 x모드의 모드참여계수,

S_{ax} : x모드의 스펙트럼가속도,

D_{AF} : 비구조요소의 동적증폭계수. 비구조요소의 고유주기 T_p와 건물의 x 모드의 고유주기 T_x의 비율의 함수로서 그림 18.2-1로부터 구한다.

간략층응답스펙트럼은 각 모드의 층가속도스펙트럼중 최댓값으로 결정하나 건물저면의 스펙트럼가속도보다는 커야 한다.

수평방향의 설계지진력은 식 (18.2-4)에서 $a_i a_p$를 간략층응답스펙트럼에서 해당비구조요소의 주기에 해당하는 값으로 대치하여 산정한다.

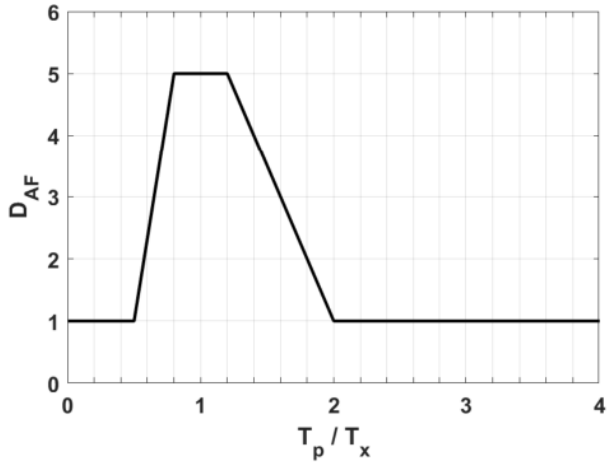


그림 18.2-1 비구조요소의 동적증폭계수 D_{AF}

18.2.3 상대변위

비구조요소가 수용해야 할 지진에 의한 상대변위 D_{pI}는 다음과 같이 계산한다.

$$D_{pI} = D_p I_E \qquad (18.2\text{-}6)$$

여기서,

I_E : 2.2의 중요도계수

D_p: 아래 (1)과 (2)의 규정에 의해 산정되는 상대변위

(1) 동일한 구조물 또는 구조시스템상의 수직 위치가 x와 y인 두 연결점에 대하여 D_p는 다음과 같이 계산한다.

$$D_p = \delta_{xA} - \delta_{yA} \qquad (18.2\text{-}7)$$

혹은 D_p는 7.3.3의 응답스펙트럼해석법 혹은 7.3.4.2의 선형시간이력해석에 의해 구해진 값을 사용할 수 있다.

D_p는 다음 값을 초과할 필요는 없다.

$$D_p = (X - Y)\frac{\Delta_{aA}}{h_{sx}} \qquad (18.2\text{-}8)$$

(2) 독립된 2개의 구조물 또는 구조시스템상의 수직 위치가 각각 x와 y인 두 연결점에 대하여 D_p는 다음과 같이 계산한다.

$$D_p = |\delta_{xA}| + |\delta_{yB}| \qquad (18.2\text{-}9)$$

D_p는 다음 값을 초과할 필요는 없다.

$$D_p = \frac{X\Delta_{aA}}{h_{sx}} + \frac{Y\Delta_{aB}}{h_{sx}} \qquad (18.2\text{-}10)$$

여기서,

D_p : 비구조요소가 수용해야 할 지진에 의한 상대변위

h_{sx} : 허용층간변위를 정의하기 위하여 사용된 층고

δ_{xA}, δ_{yA}, δ_{yB} : 식 (7.2-13)에 의해 산정된 구조물 A 또는 B상의 수직위치 x 또는 y에서의 변위

X : 구조물 밑면으로부터 상부부착지점 x까지의 높이

Y : 구조물 밑면으로부터 하부부착지점 y까지의 높이

Δ_{aA}, Δ_{aB} : 8.2.3에 규정된 구조물 A 또는 B의 허용층간변위

18.2.4 비구조요소의 주기

비구조요소의 기본주기(비구조요소의 지지점과 건물구조체와의 연결장치 포함) T_p는 요소와 지지점, 그리고 연결장치가 간단한 스프링과 질량으로 이루어진 단자유도시스템으로써 해석적으로 나타낼 수 있는 경우 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$T_p = 2\pi\sqrt{\frac{W_p}{K_p g}} \qquad (18.2\text{-}11)$$

여기서, T_p : 비구조요소의 기본주기

W_p : 비구조요소의 운전하중

g : 중력가속도

K_p : 지지점과 연결장치의 강성이 고려된 비구조요소의 무게중심에서 강성.

또 다른 방법으로, 기본주기 T_p는 실험데이터 또는 적절히 입증된 해석에 의하여 결정할 수 있다.

주기가 0.06초 미만일 경우 강체로 간주한다.

18.3 건축비구조요소

18.3.1 일반사항

표 18.3-1에 열거된 건축비구조요소 및 그 지지부와 연결부는 이 절의 규정에 따라 설계하여야 한다.

단, 체인이나 다른 형태로 구조물에 매달린 비구조요소의 경우 다음의 모든 조건을 만족하는 경우 이 절의 지진하중과 상대변위에 대한 검토를 수행하지 않아도 된다.

(1) 자중의 1.4배에 해당하는 연직하중과 자중의 1.4배에 해당하는 횡하중의 조합을 견딜 수 있도록 설계된 경우. 단, 이때 횡하중의 방향은 가장 불리한 방향이어야 한다.

(2) 18.1.3.5에 따라 타 비구조요소에 미치는 영향을 고려하는 경우

(3) 비구조요소가 수평면내에서 360도의 모든 방향으로 움직일 수 있도록 구조체와 연결된 경우

18.3.2 설계절차

모든 건축비구조요소 및 그 지지부와 부착부는 18.2의 규정에 따른 설계지진력을 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 또한 건축비구조요소는 인명안전에 위협이 되지 않도록 18.2.3의 규정에 따른 상대변위를 수용할 수 있도록 설계되어야 한다.

건축비구조요소는 캔틸레버 형식의 구조요소에서 발생하는 지점회전에 의한 수직방향 변위를 고려하여 설계되어야 한다.

설계하중에 의한 비구조요소의 면내방향 혹은 면외방향의 휨이나 변형이 비구조요소의 변형한계를 초과하지 않아야 한다.

18.3.3 칸막이벽

높이가 1.8m 이상인 칸막이벽 또는 천장재와 연결된 칸막이벽은 건물구조체에 횡지지되어야 한다. 칸막이벽의 횡지지부재는 천장재의 횡지지부재와 별도로 설치되어야 한다. 횡지지는 칸막이벽 상부의 변위를 제한함으로써, 18.3.5의 규정에 의한 매달린 천장의 변위제한 및 이 기준에 의한 다른 시스템의 변위제한에 상응하도록 한다.

매달린 천장의 경우 변위요구량은 18.3.5의 규정에 의해 구하며 다른 시스템의 경우 이 기준의 해당 규정으로부터 구한다.

단, 칸막이벽 높이가 2.7m 이하, 칸막이벽의 단위길이당 무게가 0.15 kN/m 이하, 칸막이벽의 수평지진하중이 0.25 kN/m2 미만인 조건 모두를 충족할 경우 이 규정은 적용하지 않는다. 칸막이벽에 끼워진 유리는 18.3.4에 따라서 설계되고 설치되어야 한다.

칸막이벽이 조적조 혹은 비구조 콘크리트벽으로 구성된 경우 다음을 만족하여야 한다.

(1) 구조설계 시 구조요소로 고려되지 않은 경우 내진슬릿과 같은 적절한 구조상세를 통해 인접한 기둥에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.

(2) 내진슬릿 없이 기둥과 밀실하게 접촉하도록 시공되는 경우 9.8.2 및 9.8.3의 규정에 따라 반드시 구조요소와의 상호작용을 고려하여 설계되어야 한다.

18.3.4 커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽에 끼워진 유리

커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽에 끼워진 유리는 식 (18.3-1)의 상대변위 요구조건을 만족하여야 한다.

$$\triangle_{fallout} \geq 1.25 D_{pI} \quad (18.3\text{-}1)$$

여기서,

$\triangle_{fallout}$: 커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽에서 유리의 탈락이 발생하는 상대변위로 해석 혹은 실험을 통해 산정하되 13mm 보다 커야 한다.

D_{pI} : 18.2.3에 의해 산정되는 구조물의 상대변위

단, 다음 조건을 만족하는 경우 예외로 한다.

(1) 유리와 틀사이에 유격이 충분하여 요구되는 상대변위에서 유리와 틀사이에 접촉이 발생하지 않는 경우, 즉, 식 (18.3-2)를 만족하는 경우

$$D_{clear} \geq 1.25 D_{pI} \quad (18.3\text{-}2)$$

여기서,

D_{clear} : 유리와 틀사이에 접촉이 발생하게 되는 틀의 상대변위로서 유리높이에 대해 정의됨. 직사각형 유리틀일 경우 식 (18.3-3)으로 산정한다.

$$D_{clear} = 2c_1\left(1+\frac{h_p c_2}{b_p c_1}\right) \quad (18.3\text{-}3)$$

여기서,

h_p : 직사각형 유리패널의 높이

b_p : 직사각형 유리패널의 폭

c_1 : 유리와 틀 사이 좌우측 수직방향 유격의 평균값

c_2 : 유리와 틀 사이 상하부 수평방향 유격의 평균값

(2) 내진 1등급 혹은 2등급 건축물에서 강화유리 재질의 통유리패널이 건물에 인접한 보도면으로부터 3m 이하의 높이에 설치된 경우

(3) 열처리유리 혹은 중간층의 두께가 0.8 mm이하인 열강화이중유리가 노출창문틀 형식으로 사용되고 가장자리는 최소 13 mm폭의 탄성중합체 실런트, 습식보양재 등으로 보호된 경우

18.3.5 매달린 천장

매달린 천장은 아래 조항을 따라야 한다. 단, 다음은 예외로 한다.

(1) 면적이 13 m^2이하이고 벽이나 처마 등으로 횡지지된 매달린 천장

(2) 석고보드 재질의 마감재가 나사나 못으로 부착된 매달린 천장으로, 전체 천장이 동일한 높이에 설치되며 벽이나 처마 등으로 횡지지된 경우

18.3.5.1 지진하중

천장의 무게 W_p는 천장 격자, 천장 타일 또는 패널, 천장격자에 부착되거나 횡지지되는 모든 비구조요소(조명기구 포함)의 무게를 포함하여야 하며 지진하중 산정을 위한 무게는 최소한 200N/m2 이상을 적용한다. 발생되는 지진력 F_p는 슬래브와의 연결부 혹은 구조체와의 접촉을 통해 구조부재로 전달되어야 한다.

18.3.5.2 흡음타일과 비부착식 천장패널

흡음타일 혹은 비부착식 천장패널은 18.1.3.2의 실험을 통한 검증 절차를 통해 인증되거나 18.3.5.3의 조항에 의해 설계되지 않는 한 아래의 규정을 만족하여야 한다.

(1) 내진설계범주 C와 D인 구조물에 설치될 때 흡음타일 혹은 비부착식 천장패널의 해당 산업규격이 있을 경우 그 규격을 만족하여야 한다.

(2) 내진설계범주 D인 구조물에 설치될 때 흡음타일 혹은 비부착식 천장패널은 아래 규정을 만족하여야 한다.

① 인증된 주변지지클립이 사용되지 않는 한 가장자리에 사용되는 앵글이나 채널단면의 폭은 50mm

이상이어야 한다. 가장자리 앵글이나 채널단면은 벽에 매립된 스터드에 나사로 접합되거나 다른 구조부재에 단단히 접합되어야 한다. 주변지지 클립은 18.1.3.2에 따라 승인된 시험 기준에 따라 인증되어야 한다. 주변지지 클립은 클립당 최소 2개의 나사로 가장자리 앵글 또는 채널에 부착되어야 하며, 천장의 모든 가장자리를 따라 설치되어야 한다. 천장그리드의 한쪽 단부는 가장자리 앵글, 채널 또는 주변지지 클립에 부착되어하며 다른쪽 단부는 벽으로부터 20mm의 유격을 가지고 가장자리 앵글, 채널 또는 주변지지 클립 위에서 자유롭게 미끄러질 수 있도록 설치되어야 한다.

② 천장면적이 250 m^2를 초과하는 경우, 구조해석을 통해 천장가새시스템이 설계지진력에 의해 예상되는 변위를 충분히 수용할 수 있을 정도로 천장관통물, 가장자리 앵글 혹은 채널단면에 유격이 있음을 증명하지 않는 한, 천장은 지진분리 조인트 또는 전 층 높이의 파티션을 통해 250 m^2를 넘지 않는 구역으로 분리되어야 하며 이 때 각 구역의 장변과 단변의 비율은 4 이하이여야 한다.

18.3.5.3 스프링클러 시스템과의 일체화된 경우

천장과 스프링클러 시스템을 일체화 하는 경우 천장재, 스프링클러, 조명, 기계공조설비 등 관련된 요소의 질량과 유연성을 고려하여 설계되어야 한다. 이러한 설계는 내진설계책임구조기술자에 의해 승인되어야 한다.

18.3.6 이중바닥

18.3.6.1 일반사항

이중바닥의 무게 W_p는 바닥시스템의 무게와 바닥에 고정된 모든 장비무게의 100%, 그리고 바닥에 지지되지만 고정되지 않은 장비 전체무게의 25%를 포함하여야 한다. 지진하중 F_p는 이중바닥의 상부면에 작용하며 지지구조체로 전달되어야 한다.

이중바닥 패널에 고정된 장비의 전도효과도 고려하여야 한다. 인장력을 받지 않도록 설계되는 슬립온 헤드를 사용할 경우 장비에 의해 발생하는 전도모멘트를 지지할 수 있는지 검토되어야 한다.

전도효과에 대해 각 지주를 검토할 때 고려되는 축력의 크기는 전체 W_p중 그 지주가 담당하는 분담면적에 의한 크기를 초과할 수 없다.

18.3.6.2 특수 이중바닥

다음의 조건들을 만족할 경우 특수 이중바닥으로 간주하여 표 18.3-1의 특수 이중바닥의 설계계수를 사용할 수 있다.

(1) 이중바닥의 접합부가 기계적 접합, 18.5 (2) 및 (4)에 따라 설계된 앵커, 용접 또는 지압을 통해 지진하중을 지지할 경우 그 설계하중은 공인된 설계기준에 부합하거나 실험에 의해 인증되어야 한다.

(2) 지진하중은 마찰력이나 동력고정앵커, 접착제로 지지되어서는 안된다.

(3) 가새의 해석과 설계시 개별부재의 압축좌굴을 고려하여야 한다.

(4) 가새와 지주부재의 재료는 관련산업규격을 만족하여야 한다. 단, 전기배관은 가새와 지주부재로 사용될 수 없다.

(5) 수평격자구조는 지진하중에 의한 축력에 견딜 수 있어야 하며 지주와 기계적 접합으로 연결되어야 한

다.

18.3.7 피난경로상의 계단 및 램프

지진력저항시스템의 일부가 아니고 단지 그에 부착된 피난경로상의 계단 및 램프는 다이어프램 변형을 포함하여 18.2.3에 정의된 지진 상대변위 D_{pI}를 수용할 수 있어야 한다. 순 상대변위는 임의의 수평방향으로 발생한다고 가정해야 한다. 이러한 요소는 다음의 요구 사항에 따라 직접적으로 구조에 지지되거나 기계적 연결 및 고정장치를 통해 지지되어야 한다.

(1) 슬롯 형 또는 대형 구멍이 있는 슬라이딩 연결부, 키퍼 어셈블리 또는 엔드 스톱이 있는 슬라이딩 베어링 지지부, 금속 부착물의 변형에 의한 이동을 허용하는 연결부는 수직방향 지지능력의 손실 혹은 변위에 의한 압축력의 유발없이 D_{pI} 혹은 13mm 중 큰 값에 해당하는 변위를 수용할 수 있어야 한다.

(2) 키퍼 어셈블리 또는 엔드 스톱이 없는 슬라이딩 베어링 지지대는 수직 지지력의 손실없이 $1.5D_{pI}$ 혹은 25mm 중 큰 값에 해당하는 변위를 수용할 수 있어야 한다. 이탈방지 장치는 파손시 연직지지력의 상실을 초래해지 않는다면 허용된다.

(3) 금속 지지대는 (2)에 정의된 상대변위를 수용할 수 있는 회전능력을 가져야 한다. 이 금속 지지대의 강도는 볼트 전단, 용접 파괴 또는 다른 취성 파괴모드에 의해 지배되어서는 안된다.

(4) 볼트, 인서트, 용접, 다우얼 및 앵커와 같은 모든 고정 장치 및 부착물은 18.2에 따라 결정된 설계하중에 대해 표 18.3-1에 주어진 R_p, a_p 및 Ω_0을 사용하여 설계되어야 한다.

예외 : 상대변위를 수용할 수 있는 슬라이딩 또는 연성 연결이 사용되지 않는 경우, 계단 또는 램프 구조의 강성 및 강도는 구조체 모델에 반영되어야 하며 계단은 지진력저항시스템의 Ω_0를 사용하여 설계하되 Ω_0는 2.5이상이어야 한다.

18.3.8 외부 비구조벽체와 그 접합부

치장벽돌을 제외하고 구조물에 부착되거나 구조물을 둘러싸는 외부의 비구조벽 패널 또는 그 요소는 18.2.3에 정의된 상대변위와 온도 변화로 인한 움직임을 수용하도록 설계되어야 한다. 이러한 요소는 다음의 요구 사항을 만족시키도록 구조물에 직접 부착되거나 기계적 정착 및 고정 장치를 통해 지지되어야 한다.

(1) 연결부 및 패널 조인트는 18.2.3에서 결정된 상대 지진 변위 (D_{pI}) 또는 13mm 중 큰 값에 해당하는 층변형을 수용할 수 있어야 한다.

(2) 미끄러짐 혹은 나사산이 있는 강봉의 휨을 통해 층변형을 수용하도록 설계된 연결부는 다음의 요구조건 모두를 만족해야 한다.

① 나사산이 있는 강봉 또는 볼트는 충분한 내부식성능과 기계적 성능을 확보하도록 관련 산업규격의 요구사항을 충족하여야 한다.

② 패널의 지지부에 슬롯 혹은 대형구멍이 사용된 경우 강봉의 길이 대 직경 비는 4 이하여야 한다. 이때 강봉의 길이는 너트 혹은 나사가 있는 강판 사이의 순길이이다. 슬롯 또는 대형구멍은 각 방향으로 설계층간변위를 수용할 수 있어야 하며, 너트는 풀림을 방지하는 상세를 가져야 한다.

③ 나사강봉의 휨에 의해 층변형을 수용하는 경우 연결부는 식 (18.3-4)를 만족하여야 한다.

$$(L/d)/D_{pI} \geq 0.24 \quad (18.3\text{-}4)$$

여기서,

L = 강봉의 순길이 (mm)

d = 강봉의 직경 (mm)

D_{pI} = 상대변위 요구량 (mm)

(3) 연결 부재 자체는 용접부 또는 용접부 부근의 콘크리트 파손 또는 취성 파괴를 방지하기에 충분한 연성 및 회전능력을 가져야 한다.

(4) 볼트, 인서트, 용접 및 다우얼과 같은 연결 시스템의 모든 접합재와 커넥터의 몸체는 18.2에 따라 결정된 설계하중 F_p에 대해 표 18.3-1에 주어진 R_p, a_p 및 Ω_0을 사용하여 설계되어야 한다. 여기서 연결 시스템은 구조체와 벽 패널 또는 요소사이의 연결, 또한 벽 패널 또는 요소 사이의 상호연결 모두를 포함한다.

18.3.9 치장벽돌벽체와 그 접합부

앵커지지 치장벽돌벽체는 18.3.9.1의 요구조건을 만족시켜야 하며, 접착식 치장벽돌벽체는 18.3.9.2의 요구조건을 만족시켜야 한다. 치장벽돌벽체는 온도변형을 고려한 상세를 적용하여야 한다.

18.3.9.1 앵커지지 치장벽돌벽체

앵커지지 치장벽돌벽체는 18.3.9.1.1의 조건을 만족시키도록 합리적인 구조계산 또는 실험결과에 근거하여 설계하거나 18.3.9.1.2에 규정된 방식을 따라 설계할 수 있다.

18.3.9.1.1 앵커지지 치장벽돌벽체의 일반 설계

(1) 주어진 지진하중에 대하여 치장벽돌벽체, 지지구조체, 그리고 이들을 연결하는 앵커에 작용하는 하중은 합리적인 역학원리에 따라 계산되어야 한다.

(2) 앵커는 지진에 의해 치장벽돌벽체로부터 지지구조체로 전달되는 하중을 지지할 수 있는 강도를 가져야 한다. 앵커에 전달되는 하중은 각 앵커가 부담하는 면적에 작용하는 치장벽돌벽체의 지진하중을 통해 산정할 수 있다.

(3) 콘크리트 또는 벽돌에 매립된 평평한 띠를 사용하여 앵커링되는 경우, 매립된 띠는 보강용 철근에 연결되거나, 그 주위로 갈고리정착되거나, 혹은 다른 적절한 방법 등을 통해 앵커의 뽑힘파괴를 억제하는 상세를 적용하여야 한다.

18.3.9.1.2 앵커지지 치장벽돌벽체의 사양설계

(1) 조적개체의 기준치수 두께는 67mm 이상 100mm 이하이어야 하며, 지지구조체는 치장벽돌벽체 두께 이상의 두께를 가진 철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체여야 한다. 사양설계에 따른 앵커는 주름이 잡힌 철판형 앵커, 주름이 없는 철판형 앵커, 철선 앵커, 줄눈보강근과 일체화된 앵커, 조정식 앵커로 구분된다. 치장벽돌벽체 내부면에서 지지구조체면까지의 거리는 120 mm이하여야 하며, 줄눈보강근과 일체화된 앵커나 조정식 앵커를 사용하는 경우 각각 (10)과 (11)의 120mm 초과에 대한 요구사항 만

족 시 170 mm 이하를 적용할 수 있다. 앵커의 지지구조체 정착부는 실험에 의해 검증된 뽑힘강도 1 kN 이상의 정착상세를 적용하여야 한다.

(2) 기본적으로 치장벽돌벽체 0.25㎡ 당 1개 이상의 앵커를 설치하여야 한다. 단, 주름이 없는 철판형 앵커, 직경 4.8mm 이상의 철선을 사용한 철선 앵커, 직경 4.8mm 이상의 보강근을 사용한 줄눈보강근과 일체화된 앵커는 0.34㎡ 당 1개 이상의 앵커를 설치할 수 있다. 내진설계범주 D에 해당하는 경우 이 면적제한은 0.75배를 적용하여야 한다.

(3) 앵커의 수평 간격은 800mm 이하, 수직 간격은 600mm 이하를 만족시켜야 한다.

(4) 치장벽돌벽체에 어느 한 방향으로라도 400mm를 초과하는 크기를 가진 개구부가 있는 경우 개구부로부터 300mm 이내의 구간에 900mm 이내의 간격으로 추가 앵커를 설치하여야 한다.

(5) 가로줄눈의 두께는 가로줄눈에 설치되는 앵커 또는 줄눈보강근 두께의 두배 이상이어야 한다.

(6) 치장벽돌벽체를 쌓을 때 조적개체 수평방향 길이의 4분의 1 미만으로 포개지는 조적개체 쌓기가 적용된 경우에는 가로줄눈 방향으로 직경 3.7mm 이상의 철선이 수직 간격 450mm 이내로 설치되어야 한다.

(7) 주름이 잡힌 철판형 앵커는 폭 20mm 이상, 두께 0.8mm 이상, 주름 부분의 고점간 또는 저점간의 거리는 7.5mm 이상 13mm 이내, 주름 부분의 고점과 저점의 높이 차는 1.5mm 이상 2.5mm 이내여야 한다. 앵커는 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 40mm 이상 묻혀야 하며, 15mm 이상 외부방향으로 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간이 확보되어야 한다.

(8) 주름이 없는 철판형 앵커는 폭 20mm 이상, 두께 1.5mm 이상이어야 한다. 앵커는 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 40mm 이상 묻혀야 하며, 15mm 이상 외부 방향으로 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간이 확보되어야 한다. 모르타르 줄눈에서의 정착 파괴를 억제하기 위해 모르타르 줄눈에 묻힌 구간에서는 직경 3.7mm 이상의 철선이 부착되어야 하며, 철선은 앵커 좌우로 각각 50mm 이상씩 돌출되어야 한다.

(9) 철선 앵커는 직경이 3.7mm 이상이어야 하며, 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 위치하는 구부러진 부분이 50mm 이상이어야 한다. 치장벽돌벽체와 지지구조체 사이에서 철선 앵커의 접힘은 허용되지 않는다. 철선 앵커는 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간에 40mm 이상 묻혀야 하며, 15mm 이상 외부 방향으로 모르타르 줄눈 또는 그라우트 구간이 확보되어야 한다.

(10) 줄눈보강근과 일체화된 앵커는 사다리형을 사용하여야 하며, 보강근의 직경은 3.7mm 이상이어야 한다. 치장벽돌벽체의 내부면과 이에 인접한 지지구조체면과의 거리가 120mm를 초과하는 경우에는 4.8mm 이상의 직경을 가진 보강근을 적용하여야 한다. 줄눈보강근의 교차근은 중심 간격이 400mm 이하여야 하며, 주근에 용접되어야 한다. 교차근에서의 접힘은 허용되지 않으며, 주근은 외부방향으로 15mm 이상의 모르타르 줄눈이 확보되어야 한다.

(11) 조정식 앵커는 그 형태에 따라 철판형 부분, 철선 부분, 그리고 줄눈 보강근 부분을 가질 수 있다. 조정식 앵커의 각 부분은 (7), (8), (9) 및 (10)에 기술된 해당 부분의 요구사항을 만족하여야 하며, 연결부 틈새간격은 1.6mm 이하여야 한다. 다리걸침형 앵커의 경우 걸치는 철선 부분은 4.8mm 이상의 직경을 가져야 하며, 연결부에서의 이격거리는 30mm 이하, 그리고 치장벽돌벽체 내부면으로부터 연결부까지의 거리는 50mm 이하여야 한다. 조정식 앵커에서 치장벽돌벽체의 내부면과 이에 인접한 지

지구조체면과의 거리가 120mm를 초과하는 경우에는 철선 부분이 4.8mm 이상의 직경을 가진 철선 2개 이상 또는 동등 수준 이상의 강도와 강성을 가진 상세로 이루어져야 한다.

18.3.9.2 접착식 치장벽돌벽체

접착식 치장벽돌벽체는 18.3.9.2.1의 조건을 만족시키도록 합리적인 구조계산 또는 실험결과에 근거하여 설계하거나 18.3.9.2.2에 규정된 방식을 따라 설계할 수 있다.

18.3.9.2.1 접착식 치장벽돌벽체의 일반 설계

(1) 주어진 지진하중에 대하여 치장벽돌벽체, 지지구조체, 그리고 이들을 연결하는 접착제에 작용하는 하중은 합리적인 역학원리에 따라 계산되어야 한다.

(2) 접착제는 지진에 의해 치장벽돌벽체로부터 지지구조체로 전달되는 하중을 지지할 수 있는 강도를 가져야 한다. 접착제의 소요강도는 단위면적당 작용하는 치장벽돌벽체의 지진하중을 통해 산정할 수 있다.

18.3.9.2.2 접착식 치장벽돌벽체의 사양설계

(1) 조적개체의 기준치수 두께는 67mm 이하, 중량은 0.73kN/㎡ 이하, 지지구조체는 치장벽돌벽체 두께 이상의 두께를 가진 철근콘크리트벽체 또는 보강조적벽체이어야 한다.

(2) 치장벽돌벽체는 지지구조체에 전단강도 345kPa 이상인 접착제를 적용하여 접착하거나, 압축강도 12.5MPa 이상, 두께 9.5mm 이상 32mm 이하인 모르타르로 접착하여야 한다. 접착제나 모르타르는 치장벽돌벽체와 지지구조체 사이에 밀실하게 채워져야 한다. 모르타르를 적용할 경우 조적개체 설치 시 마지막에는 두드려서 약간의 압력을 가하여야 하며, 줄눈은 오목줄눈을 사용하여 모르타르가 압력을 받게 눌러져야 한다.

표 18.3-1 건축비구조요소의 설계계수

건축비구조요소	증폭계수 a_p	반응수정계수 R_p	초과강도계수 Ω_0
내부 비구조벽체 및 칸막이벽			
비보강조적벽	1	1.5	1.5
그밖의 벽과 칸막이	1	2.5	2
캔틸레버 부재(횡지지되어 있지 않거나 질량중심 아래에서 구조체에 횡지지된 경우)			
파라펫 및 내부 캔틸레버 비구조벽체	2.5	2.5	2
굴뚝 및 골조구조에 지지된 수직 배기구	2.5	2.5	2
기타 캔틸레버형 수직구조물	2.5	2.5	2
캔틸레버 부재(질량중심 위에서 구조체에 횡지지된 경우)			
파라펫	1	2.5	2
굴뚝	1	2.5	2
외측 비구조벽체	1	2.5	2
외측 비구조벽체 부재 및 접합부			

벽체 부재	1	2.5	NA
벽체패널 접합부의 몸체	1	2.5	NA
연결시스템의 조임구	1.25	1	1
표면 마감재			
변형이 제한된 부재 및 부착물	1	2.5	2
변형성능이 낮은 부재 및 부착물	1	1.5	2
옥탑(건물골조가 연장된 골조의 경우 제외)	2.5	3.5	2
천장			
전체	1	2.5	2
캐비넷			
바닥판에 영구적으로 지지된 높이가 1,800 mm 이상인 캐비닛	1	2.5	2
바닥판에 영구적으로 지지된 높이가 1,800 mm 이상인 책장	1	2.5	2
실험실 장비	1	2.5	2
이중바닥			
특수 이중바닥 (18.3.6.2를 만족하는 경우)	1	2.5	2
그 밖의 모든 것	1	1.5	1.5
부속 장치 및 장식물	2.5	2.5	2
간판	2.5	3	2
기타 강체요소			
대변형이 가능한 부재 및 부착물	1	3.5	2
변형이 제한된 부재 및 부착물	1	2.5	2
변형성능이 낮은 재료 및 부착물	1	1.5	1.5
그밖의 유연한 비구조요소			
대변형이 가능한 부재 및 부착물	2.5	3.5	2.5
변형이 제한된 부재 및 부착물	2.5	2.5	2.5
변형성능이 낮은 재료 및 부착물	2.5	1.5	1.5
건물의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 출구 계단	1	2.5	2
출구 계단 및 램프 체결 장치 및 부착 장치	2.5	2.5	2.5
a. 강체요소와 단단히 부착된 요소의 경우 a_p = 1이며, 유연한 요소와 유연하게 부착된 요소의 경우 a_p = 2.5이다. 상세한 동적해석에 의해 증명되는 경우 표에 규정된 값보다 더 낮은 a_p를 사용할 수 있다. a_p의 값은 1보다 작아서는 안 된다. b. 초과강도계수는 콘크리트 및 조적조에 비연성앵커가 사용되었을 경우 적용한다.			

18.4 기계 및 전기 비구조요소

18.4.1 일반사항

기계 및 전기 비구조요소와 그 지지부는 18.4의 규정에 따라 설계하여야 한다. 설계계수는 표 18.4-1중 적절한 값을 선택한다. 기계 및 전기 비구조요소의 지지부와 정착부는 18.5의 규정을 따른다.

단, 체인이나 다른 형태로 구조물에 매달려 있으면서 덕트나 파이프에 연결되지 않은 조명기구, 사인보드, 천장 선풍기는 다음의 모든 조건을 만족하는 경우 이 절의 지진하중과 상대변위에 대한 검토를 수행하지 않아도 된다.

(1) 자중의 1.4배에 해당하는 연직하중과 자중의 1.4배에 해당하는 횡하중의 조합을 견딜수 있도록 설계

된 경우, 이때 횡하중의 방향은 가장 불리한 방향으로 한다.
(2) 18.1.3.4에 따라 타 비구조요소에 미치는 영향을 고려하는 경우
(3) 비구조요소가 수평면내에서 360도의 모든 방향으로 움직일 수 있도록 구조체와 연결된 경우

기계나 전기비구조요소의 내진설계가 필요한 경우 구성요소, 내용물, 지지부와 연결부의 동적효과를 고려하여야 한다. 이때 각 구성요소와 지지구조 및 다른 구성요소들 사이의 동적상호작용도 고려되어야 한다.

18.4.2 설계절차

18.4.2.1 기계 비구조요소

(1) 연성적이지 않은 재료로 이루어졌거나 사용시 연성도가 감소하는 환경에 놓이게 되어 (예를 들어 저온환경) 비구조요소가 충격에 취약해지는 경우 충격을 제거할 수 있도록 설계되어야 한다.
(2) 구조체사이 지점의 상대변위에 의해 서로 연결된 설비배관으로부터 비구조요소에 하중이 전달될 가능성도 검토되어야 한다.
(3) HVACR(난방, 환기, 공기조화, 냉장기기)의 파이프 혹은 배관이 구조물에 연결되어 있고 서로 상대변위가 발생하는 경우 또한 면진구조물에서 면진층을 통과하는 파이프와 배관의 경우 18.2.3에 의한 상대변위 요구량을 수용할 수 있도록 설계되어야 한다.

HVACR(난방, 환기, 공기조화, 냉장기)설비는 아래의 고려사항을 포함하는 인증절차를 만족하는 경우 내진성능을 만족하는 것으로 인정한다.
(1) 구동부 및 동력부의 내진성능은 진동대 실험을 통해 검증한다.
(2) 구동부가 아닌 부분의 요구량은 $R_p/I_p = 1.0$에 근거한 해석에 의해 산정한다.
(3) 해석을 통해 구동부가 아닌 부분의 내진능력을 평가할 경우 이 기준을 적용한다.

18.4.2.2 전기 비구조요소

(1) 지진 시 비구조요소사이의 부딛힘으로 인해 충격이 발생하지 않도록 설계되어야 한다
(2) 서로 다른 구조물사이에 연결된 설비 및 관로에서 발생하는 하중을 고려하여야 한다.
(3) 선반위의 축전지는 낙하하지 않도록 둘러싸는 고정장치로 고정되어야 하며 고정장치와 축전지사이에 스페이서를 두어 용기의 충돌로 인한 손상을 방지하여야 한다. 선반은 충분한 횡하중저항능력을 가져야 한다.
(4) 건식 변압기의 내부코일은 용기내 하부지지구조에 적절히 고정되어야 한다.
(5) 돌출 미닫이선반을 가진 전기설비제어장치, 컴퓨터장비, 혹은 그 밖의 장비들은 각 부분을 제자리에 고정시키기 위한 걸쇠장치가 있어야 한다.
(6) 전기 캐비넷은 관련 산업규격에 따라 충분한 강도를 가지도록 설계되어야 한다.
(7) 450N을 초과하는 장비의 정착부는 제조사에서 인증하지 않은 경우 개별적으로 안전성을 검토하여야 한다.

(8) 면진구조물에서 면진층을 통과하는 도관, 케이블 트레이 혹은 이와 유사한 배선 장치들은 18.2.3에 의한 상대변위 요구량을 수용할 수 있도록 설계되어야 한다.

18.4.2.3 지지부

지지부의 종류로는 구조부재, 가새, 골조, 스커트형 하부덮개, 지주, 안장, 케이블, 버팀줄 등과 주물 혹은 단조로 제작된 설비의 일부분 등이 있다.

(1) 기계 및 전기비구조요소의 지지부가 표준규격을 따를 경우, 지지부는 실험을 통해 결정된 정격하중 혹은 기준에 의한 지진하중 중의 하나를 사용하여 설계할 수 있다. 또한 설계시 가정과 같이 하중이 전달되게 하기 위해 필요할 경우 지지부의 강성도 설계되어야 한다.

(2) 지지부는 18.2.3에 의해 산정되는 각 지점사이의 상대변위를 수용할 수 있게 설계되어야 한다.

(3) 중요도계수가 1.5인 비구조요소에서 지지부가 일체형 (즉, 주물이나 단조 등으로 제작된 경우)이 아닌 부착형일 경우 부착된 지지부와 본체사이의 하중전달에 문제가 없는지 검토되어야 한다.

(4) 지지부의 재료는 비구조요소의 작동환경(예를 들어 저온환경)에 맞는 적절한 재료로 구성되어야 한다.

(5) 얇은 판에 볼트 접합부가 사용될 경우 하중전달에 문제가 없도록 스티프너 혹은 스프링와셔로 보강하여야 한다. 18.1.3.2 혹은 18.1.3.3에 따라 인증을 받은 비구조요소일 경우 인증시 적용된 앵커볼트와 그 밖에 고정에 필요한 부품을 제조자가 고지한 절차에 따라 설치하여야 한다. 인증을 받지 않았거나 설치절차가 고지되지 않은 경우 내진설계책임기술자가 보강상세를 제시하여야 한다.

(6) 지지부에서 지진하중이 냉간성형된 강재 부재의 약축방향 휨을 통해 지지될 경우 지지부의 안전성을 개별적으로 검토하여야 한다.

(7) 진동격리장치를 가진 비구조요소는 수평방향으로 변위제한장치(범퍼)를 가져야 하며, 전도방지를 위해 필요할 경우 수직방향으로도 구속되어야 한다. 진동격리장치의 덮개와 변위제한장치는 연성이 있는 재료를 사용하여야 한다. 범퍼와 비구조요소사이에는 충격하중을 감소시키기 위해 적절한 두께를 가진 점탄성 혹은 이와 유사한 재질의 패드가 사용되어야 한다.

18.4.3 승강기와 에스컬레이터

(1) 에스컬레이터, 승강기, 그리고 승강기 수직통로의 구조시스템은 18.2의 하중 및 변위 요구조건을 충족하도록 설계되어야 한다.

(2) 승강기설비와 제어장치의 지지부, 그리고 연결부는 18.2의 하중 및 변위 요구조건을 충족하도록 설계되어야 한다.

18.4.4 도관, 케이블 트레이 및 전선로

케이블 트레이와 전선로는 18.2의 설계지진력과 상대변위에 대해 설계되어야 한다.

60mm 이상의 규격을 가진 도관으로 패널, 케비넷, 혹은 지진에 의해 상대변위가 발생하는 요소에 연결된 경우 18.2의 설계지진력과 상대변위를 만족하도록 설계되거나 유연한 연결부를 가져야 한다.

단, 다음의 경우는 예외로 한다.

(1) I_p가 1.0인 전선로로써 상대변위를 수용할 수 있도록 유연한 연결부 혹은 그 밖의 장치가 적용되고 케

이블트레이나 전선로가 구조물에 튼튼히 고정된 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다.

(2) 중요도계수와 상관없이 도관의 크기가 60 mm 미만의 규격을 가지는 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다.

(3) 내진조인트를 지나가는 도관, 케이블 트레이 및 전선로로서 I_p가 1.5인 경우 규격과 상관없이 상대변위에 대해 설계되어야 한다.

18.4.5 덕트

HVACR 및 그 밖의 덕트는 18.2의 설계지진력과 상대변위에 대해 설계되어야 한다. 단, 독성, 맹독성, 가연성 가스를 수송하거나, 배연설비로 사용되지 않는 덕트로서 다음의 조건을 만족하는 경우 예외로 한다.

(1) I_p가 1.0인 덕트로서 상대변위를 수용하는 유연한 연결부 혹은 그 밖의 장치가 적용되고 덕트가 구조물에 튼튼히 고정된 경우 설계지진력과 상대변위를 고려하지 않을 수 있다.

(2) 18.2의 지진력 및 상대변위에 대한 설계는 다른 덕트 또는 기계 구성 요소와의 충돌을 방지하거나 그러한 충격이 가해질 경우 덕트를 보호하기 위한 조항이 있는 경우, 혹은 단면적이 $0.6m^2$ 미만이고 무게가 300N/m 이하인 덕트가 구조물에 튼튼히 부착된 경우 요구되지 않는다.

팬(fan), 터미널 장치, 열교환기 및 가습기와 같이 덕트와 함께 설치되는 비구조요소로서 무게가 330 N 이상인 요소는 덕트와 별도로 횡지지되어야 하며 그 횡지지력은 18.2의 설계지진력보다 커야 한다. 덕트와 나란히 설치되고 소형 터미널 장치, 댐퍼, 루버, 디퓨저와 같이 무게가 330N 이하이며 독립적으로 횡지지되지 않는 구성요소는 기계적 정착장치를 통해 덕트의 양쪽에 확실히 고정되어야 한다. 파이프 및 도관은 18.2.3의 상대변위를 수용할 수 있도록 적절한 유연성을 가지고 있어야 한다.

18.4.6 파이프 및 배관 시스템

파이프 및 배관 시스템은 18.2의 설계지진력 및 상대변위를 만족할 수 있도록 설계되어야 한다.

적용할 재료설계기준이 없을 경우 배관설계 시 각 부분별로 다음과 같이 제시된 허용응력을 기초로 설계한다.

① 연성재료(예 : 강철, 알루미늄 또는 구리)로 이루어진 배관의 경우 공칭항복강도의 90%,

② 연성재료로 이루어진 배관의 나사부분의 경우 공칭항복강도의 70%

③ 비연성재료(예 : 주철 또는 세라믹)로 이루어진 배관의 경우, 공칭 인장강도의 10%

④ 비연성재료로 이루어진 배관의 나사부분의 경우 공칭인장강도의 8%

다른 요소와의 연결부에 상대변위를 수용하기 위한 상세가 사용되지 않은 경우 유연한 연결부가 사용되어야 한다.

배관시스템의 수평보강의 필요성과 보강부재크기를 결정할 때 밸브, 스트레이너, 트랩, 펌프, 공기분리기 및 탱크와 같이 배관에 단단히 연결되고 지지되는 요소는 배관 시스템의 일부로 고려한다. 만약 이들 요소가 중량으로 인해 독립적으로 보강되지만 배관이 보강되지 않은 경우 상대변위를 수용할 수 있도록 설

계되어야 한다.

18.4.7 보일러와 압력저장시설

보일러와 압력저장시설은 18.2의 하중과 변위를 적용하며 설계하여야 한다. 공인된 전문기준에 따라 설계될 경우 이 기준에 부합하는 것으로 간주한다. 중요도계수가 1.5이지만 공인된 전문기준의 규정에 따라 설계되지 않은 보일러와 압력저장시설은 18.4.9의 규정을 만족하여야 한다.

18.4.8 수도 및 가스

인접구조물과의 경계 혹은 동일구조물내에서 서로 독립적인 변위가 발생하는 부분을 가로지르는 설비배관의 경우 예상되는 상대변위를 수용할 수 있도록 적절한 유연성을 가져야 한다. 상대변위는 18.2.3에 따라 산정한다.

S_{DS}가 0.33 이상인 지반에 설치되는 지하수도관과 설비배관의 경우 지진 시 파손가능성에 대해 특별한 주의가 필요하다.

18.4.9 기타 기계 및 전기 비구조요소

18장에서 설계법이 규정되지 않은 컨베이어 시스템을 포함한 기계, 전기비구조요소는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

(1) 구성요소와 그 지지물 및 부착물은 18.5, 18.4.2.1, 18.4.2.2 및 18.4.2.3의 요구 사항을 만족해야 한다.

(2) 위험물질과 관련되어 중요도가 1.5인 기계비구조요소 그리고 공인된 전문기준에 따라 설계되지 않은 보일러와 압력용기의 사용하중 및 그 밖의 환경적 영향과 조합된 지진하중에 대한 설계강도는 다음의 허용응력에 근거해야 한다.

① 연성재료(강재, 알루미늄, 구리 등)로 이루어진 기계부품의 경우 공칭강도의 90%

② 연성재료로 이루어진 나사 접합부의 경우 공칭강도의 70%

③ 비연성재료(플라스틱, 주철, 세라믹)로 이루어진 기계부품의 경우 공칭인장강도의 10%

④ 비연성재료로 이루어진 나사부분의 경우 공칭인장강도의 8%

표 18.4-1 기계 및 전기비구조요소의 설계계수

기계 및 전기비구조요소	증폭계수 a_p	반응수정계수 R_p	초과강도계수 Ω_0
기계 및 전기 비구조요소			
건기측 HVACR, 팬, 공조기, 냉난방장치, 캐비닛히터, 공기분배기 및 판금(sheet metal)으로 구성된 기타 기계 구성 요소	2.5	6	2
습기측 HVACR, 보일러, 용광로, 공기탱크 및 통, 칠러, 온열기, 열교환기, 증발기, 공기분리기, 제조장비, 고변형성 재료로 구성된 기계부품	1	2.5	2
에어 쿨러 (핀 팬), 공냉식 열교환기, 응축기, 건식쿨러, 원격 라디에이터 및 일체형 구조강 또는 판금 지지대로 지지되는 기계부품	2.5	3	1.5
스커트지지로 지지되지 않고 19장에 포함되지 않은 엔진, 터빈, 펌프, 압축기 및 압력	1	2.5	2

용기			
19장에 포함되지 않으면서 스커트지지로 지지되는 압력용기	2.5	2.5	2
엘리베이터 및 에스컬레이터 구성품	1	2.5	2
발전기, 배터리, 인버터, 모터, 변압기 및 고변형재료로 구성된 전기부품	1	2.5	2
모터 컨트롤 센터, 패널 보드, 스위치 기어, 계기 캐비닛 및 금속 박판 골조로 만들어진 유사한 비구조요소	2.5	6	2
통신 장비, 컴퓨터, 계측기 및 제어 장치	1	2.5	2
질량중심 아래에서 횡지지된 냉각 및 전기타워, 지붕에 설치된 굴뚝	2.5	3	2
질량중심 위에서 횡지지된 냉각 및 전기타워, 지붕에 설치된 굴뚝	1	2.5	2
조명기구	1	1.5	2
기타 기계 또는 전기 구성 요소	1	1.5	2
진동격리된 부품 및 시스템			
탄성중합체 완충장치 또는 탄성주변정지장치를 가진 네오프렌 요소 및 네오프렌 격리층으로 격리된 요소 및 시스템	2.5	2.5	2
탄성중합체 완충장치 또는 탄성주변정지장치를 가진 스프링 격리 장치 및 진동격리 바닥으로 격리된 요소 및 시스템	2.5	2	2
내부적으로 격리된 요소 및 시스템	2.5	2	2
매달림 형태의 진동방지장치를 가진 덕트 및 요소	2.5	2.5	2
배관시스템			
관련전문기준에 따른 파이프로 용접 또는 납땜을 사용한 접합부를 가진 경우	2.5	12	2
관련전문기준에 따른 파이프로 대변형이 가능한 재료 혹은 변형이 제한된 재료로 이루어져 있으면서 나사, 본드, 압축커플링, 그루브 커플링의 접합부를 가진 경우	2.5	6	2
관련전문기준을 따르지 않는 파이프 및 튜브로 대변형이 가능한 재료로 이루어져 있으면서 용접 또는 납땜을 사용한 접합부를 가진 경우	2.5	9	2
관련전문기준을 따르지 않는 파이프 및 튜브로 대변형이 가능한 재료 혹은 변형이 제한된 재료로 이루어져 있으면서 나사, 본드, 압축커플링, 그루브 커플링의 접합부를 가진 경우	2.5	4.5	2
주철, 유리 및 비연성 플라스틱과 같이 변형이 적은 재료로 제작 된 파이프 및 튜브	2.5	3	2
대변형이 가능한 재료로 이루어져 있으면서 용접 또는 납땜 접합부를 가진 덕트	2.5	9	2
대변형이 가능한 재료 혹은 변형이 제한된 재료로 이루어져 있으면서 용접 또는 납땜이 아닌 형식의 접합부를 가진 덕트	2.5	6	2
주철, 유리 및 비연성 플라스틱 등의 변형이 적은 재료로 제작 된 덕트	2.5	3	2
전기 전선 및 케이블 트레이	2.5	6	2
버스 덕트	1	2.5	2
급배수 배관(Plumbing)	1	2.5	2
공압 튜브 수송 시스템	2.5	6	2

a. 강체요소와 단단히 부착된 요소의 경우 a_p = 1이며, 유연한 요소와 유연하게 부착된 요소의 경우 a_p = 2.5이다. 상세한 동적해석에 의해 증명되는 경우 표에 규정된 값보다 더 낮은 a_p를 사용할 수 있다. 단, a_p의 값은 1보다 작아서는 안 된다.

b. 방진 장치에 장착된 부품은 각 수평 방향으로 범퍼구속 또는 완충장치가 있어야 한다. 설계하중은 공칭유격이 6 mm보다 큰

경우 $2F_p$로 하고 시공도면에 명시된 공칭유격이 6 mm이하일 경우 F_p로 할 수 있다. c. 초과강도계수는 콘크리트 및 조적조에 비연성앵커가 사용되었을 경우 적용한다

18.5 비구조요소의 정착부

비구조요소의 정착은 다음에 따라야 한다.

(1) 비구조요소 정착부에 작용하는 하중은 18.2에 의해 산정된 지진하중과 상대변위로부터 구한다. 단, R_p는 6을 초과하지 않아야 한다.

(2) 콘크리트에 묻히는 정착부의 내력은 KDS 14 20 54 콘크리트용 앵커 설계기준에 따르며, KDS 14 20 54에서 규정하지 않은 사항은 공인된 설계기준에 따를 수 있다. 단, KDS 14 20 54의 4.1 설계 일반 (3)⑥은 "④와 ⑤의 조건을 만족하지 못하는 경우, 앵커 또는 앵커 그룹은 초과강도계수 Ω_o에 의해 증대된 지진하중 E에 대하여 설계되어야 한다."로 수정하여 적용한다.

(3) 조적조에 묻히는 정착부의 내력은 공인된 설계기준에 따라 구한다.

(4) 콘크리트에 설치되는 후설치 앵커의 뽑힘 인장강도, 부착강도, 전단강도는 KDS 14 20 54의 규정에 따라 모의지진실험에 근거하여 평가되어야 하며, 공인기관의 인증서에 의해 공개된 것이어야 한다. 또한 조적조에 설치되는 후설치 앵커는 공인된 설계기준의 규정에 따라 내진인증된 것이어야 한다

(5) 정착부의 내력은 편심과 프라잉효과의 영향을 고려하여 정한다.

(6) 앵커 그룹의 경우 그룹내 개별 앵커간의 하중분배를 고려하여야 한다. 앵커그룹의 설계는 KDS 14 20 54에 따르며, KDS 14 20 54에서 규정하지 않은 사항은 공인된 설계기준에 따를 수 있다.

(7) 동력 고정앵커

내진설계범주 D의 구조물에서 콘크리트 혹은 강재의 정착부를 동력을 이용하여 고정하는 앵커는 지진하중에 대해 인증되지 않는 한 계속적으로 인장을 받는 부위나 가새부재에 사용할 수 없다. 조적조에 묻히는 정착부에 동력을 이용하여 고정하는 앵커는 지진하중에 대해 인증되지 않는 한 사용할 수 없다. 단, 다음의 경우는 예외로 한다.

① 콘크리트에 묻히는 정착부에 동력을 이용하여 고정하는 앵커는 각 앵커당 사용하중이 400N을 초과하지 않는 경우 흡음타일 혹은 비부착식 매달린 천장과 배관시스템에 적용할 수 있다.

② 강재의 정착부를 동력을 이용하여 고정하는 앵커는 각 앵커당 사용하중이 1100N을 초과하지 않는 경우 적용할 수 있다.

(8) 마찰클립

내진설계범주 D의 구조물에서 마찰클립은 지진하중을 지지하기 위해 사용될 수 있으나 추가로 연직하중지지를 위해 사용할 수 없다.

1119 건물외구조물

19.1 일반사항

19.1.1 적용범위

이 절은 건물외구조물의 내진설계에 적용한다. 건물외구조물은 이 절에서 규정된 최소 설계지진력에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다. 이 절에서 제시되지 않은 설계절차는 다른 장의 규정과 부합하여야 한다.

19.1.2 구조해석

건물외구조물의 구조해석은 7.1에 규정된 해석법 또는 15장에 규정된 해석절차를 따를 수 있다.

19.1.3 건물외구조물의 건축, 기계 및 전기 비구조요소

건물외구조물에 의해 지지되는 건축, 기계 및 전기 비구조요소의 설계는 18장에 따른다.

19.2 다른 구조물에 의해 지지되는 건물외구조물

표 19.3-2에 정의된 건물외구조물이 다른 구조물에 의해 지지되고, 건물외구조물이 주된 지진력저항시스템의 일부가 아닌 경우, 건물외구조의 중량과 전체중량의 비에 따른 설계절차는 다음과 같다.

19.2.1 중량 합계의 25% 미만일 경우

건물외구조물의 중량이 건물외구조물과 지지구조물의 중량 합계의 25%보다 작은 경우, 건물외구조물에 작용하는 설계지진력은 18장에 따라 산정하여야 한다. 여기서 R_p와 a_p의 값은 18장의 규정에 따라 결정하여야 한다. 지지구조물은 그 유효중량에 건물외구조물의 중량을 포함하여 8장 또는 '19.4 건물과 유사한 건물외구조물'의 요구사항에 따라 적절하게 설계하여야 한다.

19.2.2 중량 합계의 25% 이상일 경우

건물외구조물의 중량이 건물외구조물과 지지구조물의 중량 합계의 25% 이상인 경우, 건물외구조물의 설계지진력은 건물외구조물과 지지구조물로 구성된 전체 시스템의 해석결과로부터 다음과 같이 결정한다.

(1) 건물외구조물의 고유주기 T가 0.06초 미만인 경우에는 강체요소로 간주한다. 지지구조물은 1장에서 18장까지 또는 '19.4 건물과 유사한 건물외구조물'의 요구사항에 따라 적절하게 설계되어야 하며, 조합 시스템의 R값은 지지구조물의 R값을 사용할 수 있다. 건물외구조물과 부속물은 18장의 절차에 따라 설계하여야 하며, 여기서 R_p의 값은 표 19.3-2에 명시된 건물외구조물의 R값을 사용하며, a_p값은 1.0을 사용한다.

(2) 건물외구조물의 고유주기 T가 0.06초 이상인 경우에는 건물외구조물과 지지구조물은 적절한 강성과 유효중량 분포를 갖는 조합 모델로 함께 모델링해야 한다. 조합구조물은 건물외구조물 또는 지지구조물의 R값 중 더 작은 값을 조합 시스템의 R값으로 정하여 19.4에 따라 설계하여야 한다. 건물외구조물과 부속물은 함께 해석한 후 건물외구조물에 가해진 힘에 대하여 설계하여야 한다.

19.3 내진설계 규정

지진력에 저항하는 건물외구조물은 19.3의 설계지진력에 저항하도록 19.4, 및 19.5에 따라 설계하여야 한다.

19.3.1 유효중량

설계지진력 산정을 위한 유효중량은 7장의 규정에 따라 산정하되 탱크, 저장용기 및 파이프 내부의 내용물 등의 사용 시 중량도 포함하여야 한다. 눈이나 얼음으로 인한 하중이 유효중량의 25% 이상을 차지하는 경우에는 이 하중을 포함하여야 한다.

19.3.2 고유주기

고유주기는 7.2.3과 같이 저항요소의 변형특성과 구조적 특성을 고려한 적절한 구조해석을 통해 산정한다. 식 (7.2-6) 및 (7.2-7)은 건물외구조물의 주기 결정에 사용해서는 안 된다. 그 대신, 고유주기 T는 다음 식으로부터 계산할 수 있다.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \omega_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^{n} f_i \delta_i}} \qquad (19.3\text{-}1)$$

여기서,

f_i : 구조역학의 원리에 따라 가정된 횡력 분포

g : 중력가속도

δ_i : f_i를 적용하여 구한 탄성 변형

w_i : f_i에 대응하는 유효중량

19.3.3 설계지진력

건물외구조물의 설계지진력은 7.2.1, 7.3 및 다음의 사항을 고려하여 산정한다. 설계지진력의 수직분포는 7.2.5에 따른다.

(1) 건물과 유사한 건물외구조물의 경우에는 표 6.2-1 또는 표 19.3-1의 반응수정계수를 사용한다.

(2) 건물과 유사하지 않은 건물외구조물의 경우에는 표 19.3-2의 반응수정계수를 사용한다. 이 경우 식 (7.2-5)는 다음과 같이 변경한다.

$$C_S = 0.044\, S_{DS}\, I_E \geq 0.03 \qquad (19.3\text{-}2)$$

표 19.3-1 건물과 유사한 건물외구조물의 설계계수

지진력저항시스템	설계계수			시스템의 제한과 높이(m) 제한		
	반응수정계수 R	시스템초과강도계수 Ω_0	변위증폭계수 C_d	내진설계범주 A 또는 B	내진설계범주 C	내진설계범주 D
1. 골조시스템						
a. 철골 특수중심가새골조	6	2	5	–	–	–
b. 철골 보통중심가새골조	3.25	2	3.25	–	–	–
2. 모멘트저항골조시스템						
a. 철골 특수모멘트골조	8	3	5.5	–	–	–
b. 철근콘크리트 특수모멘트골조	8	3	5.5	–	–	–
c. 철골 중간모멘트골조	4.5	3	4	–	–	–
d. 철근콘크리트 중간모멘트골조	5	3	4.5	–	–	–
e. 철골 보통모멘트골조	3.5	3	3	–	–	–
f. 철근콘크리트 보통모멘트골조	3	3	2.5	–	–	30
3. 철제 적재 선반	4	2	3.5	–	–	–
4. 철제 형강 캔틸레버 적재 선반						
a. 보통모멘트골조	2.5	3	3	–	–	–
b. 보통가새골조	3	3	3	–	–	–
5. 철제 박판 캔틸레버 적재 선반						
a. 보통모멘트골조	3	3	3	–	–	–
b. 보통가새골조	3	3	3	–	–	–

표 19.3-2 건물과 유사하지 않은 건물외구조물의 설계계수

지진력저항시스템	설계계수			시스템의 제한과 높이(m) 제한		
	반응수정계수 R	시스템초과강도계수 Ω_0	변위증폭계수 C_d	내진설계범주 A 또는 B	내진설계범주 C	내진설계범주 D
1.고가탱크, 저장용기, 저장 상자 또는 깔대기형 상자[1)]						
a. 대칭형 가새지주에 지지된 경우	3	2	2.5	–	–	50
b. 비가새지주 또는 비대칭 가새지주에 지지된 경우	3	2	2.5	–	–	30
2.안장형 받침대에 지지된 용접접합의 철골조 수평저장용기	3	2	2.5	–	–	–
3.지면에 지지된 하부가 평평한 탱크 및 저장용기						

a. 철골조 또는 섬유보강 플라스틱조						
기계적 앵커로 고정된 경우	3	2	2.5	–	–	–
자체고정식일 경우	2.5	2	2	–	–	–
b. 철근콘크리트조 또는 프리스트레스 콘크리트조						
미끄럼방지 밑면일 경우	2	2	2	–	–	–
고정된 유연한 밑면일 경우	3.25	2	2	–	–	–
고정되지 않은 유연한 밑면일 경우	1.5	1.5	1.5	–	–	–
c. 기타	1.5	1.5	1.5	–	–	–
4.기초까지 연속된 벽체를 사용한 현장타설 콘크리트 사일로, 연도, 굴뚝	3	1.75	3	–	–	–
5. 보강조적조 구조물	2	2.5	1.75	–	50	불가
6. 비보강조적조 구조물	1.25	2	1.5	–	불가	불가
7. 굴뚝 및 연도						
a. 콘크리트조	2	1.5	2	–	–	–
b. 철골조	2	2	2	–	–	–
8. 표에서 언급되지 않은, 분포된 질량을 갖는 철골조 및 철근콘크리트조 단일 기둥 또는 스커트 지지 캔틸레버 구조물 (연도, 굴뚝, 사일로, 스커트 지지 수직 저장용기를 포함)						
a. 용접 철골	2	2	2	–	–	–
b. 특수상세를 가진 용접 철골	3	2	2	–	–	–
c. 프리스트레스 또는 철근 콘크리트	2	2	2	–	–	–
d. 특수상세를 가진 프리스트레스 또는 철근 콘크리트	3	2	2	–	–	–
9.트러스형 탑(자립형 또는 버팀줄형), 버팀줄지지 연도 및 굴뚝	3	2	2.5	–	–	–
10. 냉각탑						
a. 콘크리트조 또는 철골조	3.5	1.75	3	–	–	–
b. 목구조 골조	3.5	3	3	–	–	–
11.통신용 탑						
a. 트러스 : 철골	3	1.5	3	–	–	–
b. 장대 : 철골	1.5	1.5	1.5	–	–	–
목구조	1.5	1.5	1.5	–	–	–
콘크리트	1.5	1.5	1.5	–	–	–
c. 골조 : 철골	3	1.5	1.5	–	–	–
목구조	1.5	1.5	1.5	–	–	–
콘크리트	2	1.5	1.5	–	–	–
12. 육상풍력발전기의 철골 지지구조물	1.5	1.5	1.5	–	–	–
13. 놀이시설 구조물과 기념물	2	2	2	–	–	–
14. 역추형 구조물 (고가탱크 및 저장용기는	2	2	2	–	–	–

제외)[2]						
15. 지면지지 캔틸레버 벽체 또는 울타리	1.25	2	2.5	–	–	–
16. 간판, 표지판, 광고판	3.0	1.75	3	–	–	–
17.위에 포함되지 않은 자립형 구조물, 탱크 또는 저장용기	1.25	2	2.5	–	–	15

1) 5.3에서 정의한 비정형성을 갖는 타워
2) 조명탑과 집중조명기 등을 포함

19.3.4 건물외구조물의 중요도 계수

건물외구조물의 중요도계수는 표 19.3-3에 주어진 값으로 한다. 구조물의 내진등급, 위험성, 기능성을 고려하여 가장 큰 중요도계수를 적용한다.

표 19.3-3 건물외구조물의 중요도계수(I_E)와 내진등급의 분류

중요도계수	I_E = 1.0	I_E = 1.2	I_E = 1.5
2.2에 따른 내진등급	Ⅱ	Ⅰ	특
위험성	H-1	H-1	H-2
기능성	F-1	F-1	F-2

H-1 = 저장된 물품이 생물학적 또는 환경적으로 양호한 경우; 화재 또는 물리적 위험이 적은 경우
H-2 = 저장된 물품이 소방법, 유해화학물질관리법 또는 산업안전보건법에 의해 건강장해물질, 환경유해성 물질 또는 물리적 위험물로 분류되는 경우
F-1 = F-2로 분류되지 않은 건물외구조물
F-2 = 내진특등급에 해당하는 건물외구조물 또는 내진특등급으로 분류되는 지정된 부속물로서 내진특등급에 해당하는 구조물의 운용에 필요한 건물외구조물(통신탑, 연료저장탱크, 냉각탑 또는 전력변전 구조물과 같은 구조물 등)

19.3.5 강체 건물외구조물

고유주기가 0.06초 미만인 건물외구조물과 그 정착부는 다음과 같은 밑면전단력에 대하여 설계하여야 한다.

$$V = 0.3 S_{DS} W I_E \qquad (19.3\text{-}3)$$

여기서,

I_E : 표 19.3-3에 의한 중요도계수
S_{DS} : 4.2.2에 의한 단주기의 설계스펙트럼가속도
V : 건물외구조물의 전체 밑면전단력
W : 19.3.1에 의한 건물외구조물의 유효중량

설계지진력의 수직분포는 7.2.5에 따른다.

19.3.6 수직지반운동에 민감한 건물외구조물
19.3.6.1 수직지진하중
수평 캔틸레버를 가지는 탱크, 저장용기, 매달린 구조물의 경우, 수직방향 지반운동을 고려하여야 한다. 수직방향 지진력은 수직설계응답가속도스펙트럼을 사용하여 7.3.3의 응답스펙트럼해석법이나 7.2와 19.3의 등가정적해석법으로 산정할 수 있다. 시간이력해석법을 사용할 경우 수직설계응답가속도스펙트럼과 적합한 수직방향 지반운동을 포함하여야 한다. 수직설계응답가속도스펙트럼은 수평설계응답가속도스펙트럼에 대한 비로 결정하는데, 암반지반(S1)에서는 0.77, 토사지반(S2~S5)에서는 2/3를 사용한다. 토사지반에서의 이 비율은 공학적 판단 또는 공인된 관련 전문기준에 따라 산정할 수도 있다.
매달린 구조물과 수평 캔틸레버를 가지는 건물외구조물의 경우, 수직설계스펙트럼가속도 S_{aV}는 수직설계응답가속도스펙트럼에서 최댓값으로 하거나 합리적인 해석을 통해 결정된 수직방향주기에 해당하는 수직설계스펙트럼가속도의 값을 사용할 수 있다.
탱크 및 저장용기의 수직 지진하중은 19.6.2(3)에 따라 산정한다. 원통형 탱크 벽체에서 수직 설계지반운동에 의한 유체역학적 하중은 19.6.2(3)②에 따라 결정한다.
수직방향 지진력에 적용되는 반응수정계수 R은 원통형 탱크 벽체에서 유체역학적 후프 힘을 결정할 때를 제외하고는 1.0으로 한다.

19.3.6.2 수직지진하중의 하중조합
매달린 구조물과 수평 캔틸레버를 가지는 구조물의 경우, 수직방향 지진력은 다음의 규정에 따라 수평방향 지진력과 조합되어야 한다.

(1) 강도 설계
구조 부재의 강도설계에서는 가장 위험한 하중효과를 발생시키는 방향으로 작용하는 지진하중을 고려하여야 한다. 이 요구사항은 구조 부재가 다음의 하중조합에 대해 설계될 경우 만족하는 것으로 간주한다.
① 수평방향 힘(100%) + 수평직각방향 힘(30%) + 수직방향 힘(30%)
② 수직방향 힘(100%) + 수평방향 힘(30%) + 수평직각방향 힘(30%)

(2) 전도 및 안정성
구조물의 전도에 대한 안정성 및 미끄러짐 평가에서는 가장 위험한 하중효과를 발생시키는 방향으로 작용하는 지진하중을 고려하여야 한다. 이 요구사항은 구조물 및 기초가 다음의 하중조합에 대해 설계될 경우 만족하는 것으로 간주한다.
① 수평방향 힘(100%) + 수평직각방향 힘(30%) + 수직방향 힘(30%)

19.3.7 우발 비틀림

다음에 해당하는 건물외구조물에서 구조체, 건물외구조물내의 내용물과 비구조요소, 지지구조 등 전체적인 강성과 질량분포가 7.3.2에 따른 3차원해석을 통해 고려될 경우 7.2.6.4의 우발 비틀림 요구사항은 고려하지 않아도 된다.

(1) 강체로 볼 수 있는 건물외구조물

(2) 3.5 이하의 R값으로 설계하는 건물과 유사하지 않은 건물외구조물

(3) 3.5 이하의 R값으로 설계하는 건물과 유사한 건물외구조물 중 다음 조건 중 하나를 만족할 때

① 각 다이어프램에서 계산된 강성중심과 질량중심의 거리가 각 방향 다이어프램의 평면 치수의 5% 보다 작은 경우

② 수평비틀림 비정형유형 H-1에 해당하지 않고, 각 주축방향 에서 2개 이상의 횡하중 저항경로를 가지는 경우. 이때 적어도 1개의 횡하중 저항경로는 질량중심으로부터 구조물 평면 치수의 20%를 초과하지 않는 거리 내에서 확보되어야 한다.

19.3.8 변위제한

변위제한은 8.2.3의 규정에 따른다. 단, 합리적인 해석을 통해 구조적 안정성에 지장을 주지 않는 것으로 검증된 경우에는 8.2.3의 규정을 적용하지 않아도 된다.

19.3.9 기타 설계요구사항

(1) 19.6에서 다루고 있는 기초에 의해 직접 지지되는 액체, 기체, 가루형태의 고체를 담고 있는 건물외구조물의 경우, 설계지진력은 해당 시스템의 공인된 관련 전문기준에서 요구하는 값보다 작을 수 없다.

(2) 19장에서 다루고 있는 건물외구조물 중 특정 유형에 대해 내진설계 절차를 규정하는 전문기준이 있더라도 그 기준을 적용하기 위해서는 다음의 조건을 만족하여야 한다.

① 지반가속도와 설계계수는 3장 및 4장의 요구 사항을 따라야 한다.

② 설계에서 사용되는 총 횡하중과 총 전도모멘트는 이 기준에 따라 지반-구조물 상호작용을 고려하여 산정된 밑면전단력 및 전도모멘트의 80% 이상이어야 한다.

(3) 지반-구조물 상호작용에 의한 기초 감쇠의 영향을 고려할 경우 밑면전단력을 감소시킬 수 있으나 감소된 밑면전단력은 이 기준에 의한 밑면전단력의 70%이상이어야 한다.

(4) 별도로 명시되어 있지 않는 한, 중력하중과 지진하중은 각 구조재료별로 제시된 계수하중 조합에 따라 조합되어야 한다.

(5) 공인된 관련 기술표준 또는 관련 행정기관에서 요구하는 경우, 특정 형식의 건물외구조물은 부지고유 응답스펙트럼을 사용할 수 있다. 단, 대상 부지의 지역적인 지진활동도, 지질구조, 예상재현주기, 알려진 지진위험도로부터 구한 지진의 규모 등이 명확히 규명되어야 한다. 특정 건물외구조물의 전문기준에서 더 큰 재현주기를 정의한다면 해당 재현주기를 따를 수 있다.

19.3.10 콘크리트 또는 조적조 앵커

(1) 콘크리트에 묻히는 정착부의 내력은 KDS 14 20 54 콘크리트용 앵커 설계기준에 따르며, KDS 14 20 54에서 규정하지 않은 사항은 공인된 설계기준에 따를 수 있다. 단, KDS 14 20 54의 4.1 설계일반 (3)⑥은 "④와 ⑤의 조건을 만족하지 못하는 경우, 앵커 또는 앵커 그룹은 초과강도계수 Ω_o에 의해 증대된 지진하중 E에 대하여 설계되어야 한다."로 수정하여 적용한다.

(2) 조적조에 묻히는 정착부의 내력은 공인된 설계기준에 따라 구한다.

(3) 콘크리트에 설치되는 후설치 앵커의 뽑힘 인장강도, 부착강도, 강재 전단강도는 KDS 14 20 54의 규정에 따라 모의지진실험에 근거하여 평가되어야 하며, 공인기관의 인증서에 의해 공개된 것이어야 한다. 또한 조적조에 설치되는 후설치 앵커는 공인된 설계기준의 규정에 따라 내진인증된 것이어야 한다.

19.4 건물과 유사한 건물외구조물에 대한 요구사항

19.4.1 일반 사항

건물과 유사한 건물외구조물은 19.3를 포함한 KDS 41 17 00의 규정에 따라 설계하여야 한다. 지진하중 E의 조합은 각 구조재료별로 제시된 계수하중 조합을 따른다.

19.4.2 파이프 선반

19.4.2.1 설계고려사항

기초를 가진 파이프 선반은 19.4.1의 규정과 함께 7.2(등가정적해석법) 또는 7.3.3(응답스펙트럼해석법)의 하중 요구사항을 만족하도록 설계하여야 한다. 또한, 식 (19.4-1)에 의한 변위를 사용하여 파이프 선반의 변위와 상호 작용(배관 시스템의 부딪힘)의 발생가능성을 검토하여야 한다.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_E} \quad (19.4\text{-}1)$$

여기서,

C_d : 표 19.3-1의 변위증폭계수

δ_{xe} : 설계지진력을 사용하여 산정된 변위

I_E : 표 19.3-3에서 정의한 중요도계수

파이프 시스템과 정착부의 설계는 18장을 참조한다. 중력하중으로 인한 마찰력은 지진력에 대한 저항력으로 고려해서는 안 된다.

19.4.3 적재 선반

지표면 또는 지표면 아래에서 철골로 지지되는 캔틸레버 적재선반의 설계는 19.1, 19.2, 19.3, 19.4.1 및 19.4.3.1에서 19.4.3.4에 따른다.

19.4.3.1 주요 요구사항

적재선반은 19.4.3의 하중 요구사항을 충족해야 한다. 창고형 판매장과 같이 대중에게 공개된 적재선반의 중요도계수 I_E는 1.5로 한다.

예외 : 기초로 지지되는 철골조 적재선반은 KDS 41 17 00의 요구사항을 만족한다면 R=4를 갖는 구조물로 설계할 수 있다.

19.4.3.2 유효중량

적재선반은 다음과 두 경우에 해당하는 선반중량과 적재하중의 분포 모두를 고려하여 설계되어야 한다. 이때 각 적재물 질량중심의 실제 높이를 고려해야 한다.

(1) 선반의 모든 층에 정격 적재하중의 67%가 작용할 경우

(2) 선반의 최상층에 정격 적재하중의 100%가 작용할 경우

19.4.3.3 지진력의 수직 분포

적재선반의 지진력의 수직분포는 7.2.5의 규정을 다음과 같이 적용하여 산정한다.

(1) 철골조 적재선반의 밑면전단력은 일반건물의 밑면전단력 V와 동일한 방법으로 산정한다.

(2) 적재선반을 지지하는 바닥을 구조물의 밑면으로 한다. 식 (7.2-9)에서 h_i과 h_x는 밑면에서부터 측정한 선반 각 층의 높이로 한다.

(3) 계수 k는 1.0으로 할 수 있다.

19.4.3.4 횡변위

적재선반은 인접한 요소와의 사이에서 발생하는 상대변위를 수용할 수 있도록 설치되어야 한다. 철골조 적재선반의 총 상대변위는 시험자료 또는 해석에 의해 검증되지 않은 한, 바닥으로부터 구조체의 높이 h_n의 5% 보다 작을 수 없다.

19.4.4 발전시설

집단에너지 공급시설을 포함한 발전시설은 19.3에 규정된 계수 및 18장과 19장의 규정에 따라 설계하여야 한다.

19.4.5 탱크 및 저장용기 지지구조

탱크 및 저장용기를 지지하지만 탱크와 일체가 아닌 지지구조는 19.3의 요구 사항 및 아래의 사항을 만족하도록 설계하여야 한다.

(1) 지진하중의 수직분포는 탱크 또는 저장용기와 지지구조의 상대적인 강성을 고려하여 결정한다.

(2) 수직 반력의 분포는 탱크 또는 저장용기와 지지구조의 상대적인 강성을 고려하여 결정한다. 탱크 또는 저장용기가 격자 보로 지지되는 경우, 중량과 전도에 의해 계산된 수직 반력은 불균등 지지를

고려하여 최소한 20% 할증되어야 한다. 격자 보와 저장용기의 부착물은 할증된 하중에 대해 설계하여야 한다.

(3) P-Δ 효과 혹은 구조물과 탱크의 부딪힘을 검토할 경우 탱크 및 저장용기의 횡변위와 지지구조의 횡변형 모두를 고려하여야 한다. P-Δ 효과는 표 19.3-2의 적절한 C_d 값을 이용하여 탄성해석에 의한 변위에 C_d/I_e를 곱한 값을 사용하여 평가한다.

지지구조와 일체인 탱크 및 저장용기는 19.6.10에 따라 설계하여야 한다.

19.5 건물과 유사하지 않은 건물외구조물에 대한 요구 사항

건물과 유사한 수평 및 수직 지진력저항시스템이 없는 건물외구조물은 이 절에서 수정된 사항을 포함해서 KDS 41 17 00에서 제시된 사항과 관련된 전문기준에 따라 설계하여야 한다. 하중과 하중 분포는 KDS 41 17 00을 따라 결정된 것보다 작지 않아야 한다. 지진하중 E의 조합은 각 구조재료별로 제시된 하중조합을 따른다.

19.5.1 흙막이 구조물

이 절은 건축대지위의 건축물에 부속되거나 인접한 흙막이 구조물에 적용한다. 지반운동에 의한 횡방향 토압은 14.5 및 관련 전문기준에 따라 계산한다. 내진등급은 흙막이 구조물이 주위의 건물과 구조물에 얼마나 근접하였는지에 따라 결정한다. 흙막이 구조물의 파괴가 인접한 건물 또는 구조물에 영향을 미칠 경우 흙막이 구조물의 내진등급은 인접한 건물 또는 구조물의 내진등급보다 작아서는 안 된다.

흙막이 벽은 지진하중에 대해 항복 또는 비항복 벽으로 설계할 수 있다. 철근 콘크리트 캔틸레버 또는 조적조 옹벽은 항복하는 벽으로 가정해야 하고, 단순 휨벽체 요소로 설계하여야 한다.

19.5.2 굴뚝

19.5.2.1 일반 사항

굴뚝은 콘크리트, 철골 또는 조적조로 건설될 수 있다. 굴뚝은 적절하게 산정된 수평지진력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 굴뚝 내부에 라이너(chimney liner)가 있을 경우 상호 작용을 고려해야 한다. 굴뚝과 라이너는 횡변위를 고려하여 충분히 이격되어 있어야 한다.

19.5.2.2 콘크리트 굴뚝

응답스펙트럼해석법을 설계에 사용하는 경우 7.3.3의 절차를 적용할 수 있다. 콘크리트 굴뚝은 공인된 전문기술표준의 요구 사항에 따라 설계하나 다음의 사항을 준수하여야 한다.

(1) 설계밑면전단력은 19.3에 근거하여 결정한다.

(2) 설계계수는 표 19.3-2에 제시된 값을 적용한다.

(3) 개구부는 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.

내진설계범주 D에 해당하는 콘크리트 굴뚝의 경우 수직철근의 이음위치는 50% 이상의 수직철근의 이

음이 한군데에서 중복하지 않도록 엇갈려 배치되어야 한다. 겹침이음의 경우 정착길이만큼 서로 엇갈려야 한다.
개구부에 의한 단면적의 감소가 10%를 초과하는 경우 개구부의 가장 큰 폭의 절반에 해당하는 거리만큼 개구부의 위와 아래로 확장된 구간에 대해 초과강도계수 1.5를 사용하여 결정된 수직력, 전단력, 휨모멘트에 대하여 설계되어야 하며 수직철근은 그 구간 밖으로 적절한 정착길이를 가지고 정착되어야 한다.
개구부 주변은 KDS 14 20 50의 4.4.2 압축부재의 횡철근 규정에 따라 배근하여야 한다. 개구부 보강이 필요한 부분의 폭은 벽두께의 2배이상이어야 하며, 높이는 개구부 위아래 방향으로 벽두께의 2배이상 연장된 길이 혹은 수직철근의 정착길이 이상이어야 한다. 개구부 보강이 필요한 구간 내에 기초 또는 기초판이 있을 경우에도 보강이 이루어져야 한다. 보강부분의 수직철근비는 KDS 14 20 20의 4.3.2 압축부재의 철근량 제한 규정을 만족하여야 한다.

19.5.2.3 철골 굴뚝
응답스펙트럼해석법을 설계에 사용하는 경우, 7.3.3의 절차를 적용할 수 있다. 철골 굴뚝은 공인된 전문기술표준의 요구 사항에 따라 설계할 수 있으나 다음의 사항을 준수하여야 한다.
(1) 설계밑면전단력은 19.3에 근거하여 결정한다.
(2) 설계계수는 표 19.3-2에 제시된 값을 적용한다.

19.5.3 놀이시설 구조물
놀이시설 구조물은 주로 사람들의 수송과 오락을 위해 영구히 고정된 구조물이다. 놀이시설 구조물은 19.3에 따라 결정된 수평지진력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

19.5.4 하수처리시설
하수처리시설은 유체를 담고 있는 구조물로 평상시의 경우 이 구조물의 양측 벽에는 동일한 높이의 유체에 의한 압력이 작용하나 지진 시에는 양측 벽에 서로 다른 유체력이 지진과 위상차를 가지고 작용한다. 하수처리시설에는 분리 벽, 저수조 벽, 둑 및 기타 유사 구조물이 포함된다.

19.5.4.1 설계 고려사항
하수처리시설은 구조물과 유체의 관성력 및 유체의 슬로싱에 의해 발생하는 힘 모두를 고려하여 설계하여야 한다. 유체의 슬로싱에 의한 불균형력은 양측벽에 동시에 적용하여야 하며 지진과의 위상차를 고려하여야 한다. 예측된 슬로싱의 높이와 구조물의 여유 높이를 비교하여야 한다. 정류장치 또는 지붕지지대와 같은 내부요소 또한 불균형력과 슬로싱 효과에 대해 설계되어야 한다.

19.5.4.2 저수조 벽
저수조 벽은 공인된 관련 전문기준과 관련 행정기관의 요구 사항을 만족해야 한다. 저수조가 비어있을 경우에는 3장에 따라 결정된 최대고려지진에 대해, 가득차 있을 경우에는 최대고려지진의 2/3 및 모

든 유체역학적 힘에 대해 설계되어야 한다. 공인된 관련 전문기준 또는 관련 행정기관에 의해 요구된 위험도 평가에 의해 해당부지에서 최대고려지진과 동일한 규모의 여진이 발생할 수 있다고 판단되는 경우, 저수조벽은 최대고려지진 및 모든 유체역학적 힘을 견딜 수 있도록 설계하여야 한다.
저수조 벽의 높이는 유체의 출렁임을 고려하여 여유고를 가지도록 설계되어야 한다.
주구조물의 중요도계수가 공인된 전문기술표준에 따라 완화된 경우 여유고의 높이 δ_s는 식 (19.5-1)의 의한 값 이상이어야 한다.

$$\delta_s = 0.42 D S_{ac} \qquad (19.5\text{-}1)$$

여기서 S_{ac}는 슬로싱 성분의 스펙트럼가속도이며 0.5% 감쇠를 사용하여 19.6.6.1에 따라 결정한다. 원형 저수조인 경우 D는 저수조 벽의 직경을 사용한다. 직사각형 저수조일 경우, D는 고려하는 방향에 대한 저수조 벽의 평면 치수 L을 사용한다.
주구조물이 중요도계수 I_E의 완화 없이 설계된 경우 여유고 규정은 적용하지 않을 수 있다.

19.5.5 조명탑 및 통신용 탑
19.5.5.1 조명탑
광범위한 지역을 조명하기 위하여 많은 조명등기구 및 기타 부속장치를 장착하여 설치되는 조명탑은 19.3에 따라 결정된 설계지진력을 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

19.5.5.2 통신용 탑
스스로 지지하거나 버팀줄로 지지되는 통신용 탑은 19.3에 따라 결정된 설계지진력을 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

19.5.6 육상 풍력발전기의 지지구조물
육상풍력발전기를 위한 원형강관 지지구조물은 19.3에 따라 결정된 설계지진력을 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

19.5.7 지표면에 지지되는 캔틸레버 벽체 또는 울타리
건축대지위에 설치되며 지표면에 지지되는 높이 2.0m를 넘는 담장이나 울타리는 19.3에 따라 결정된 설계지진력을 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 흙막이 구조는 19.5.1을 따라야 한다.

19.6 탱크 및 저장용기
19.6.1 일반 사항
이 절은 건축대지 위에 설치되며 다른 구조물에 지지되지 않고 독립적으로 지어진 액체, 기체, 가루형태의 고체 등을 보관하는 모든 탱크, 저장용기, 통, 사일로, 유사한 컨테이너(이하 탱크 및 저장용기)에 적용한다. 탱크 및 저장용기에는 철근콘크리트, 프리스트레스콘크리트, 강재, 알루미늄, 섬유강화플라스

틱 재료를 사용한다. 건물 내부에 설치되어 건물 구조체에 의하여 지지되는 탱크는 19.2에 따라 설계한다.

19.6.2 설계 고려사항

액체, 기체, 가루형태의 고체를 저장하는 탱크 및 저장용기의 내진설계 시 다음 사항을 고려하여 지진에 대한 안전성을 검증해야 한다.

(1) 슬로싱 하중(출렁거림 효과)에 대한 감쇠비는 0.5%로 한다.

(2) 충격과 슬로싱의 모드주기가 완전히 분리된 경우, 두 하중효과는 직접합 또는 제곱합제곱근(SRSS)으로 합산한다. 충격과 슬로싱 모드 사이에서 커플링이 발생할 경우, 완전2차조합(CQC)을 사용한다.

(3) 수직 지진하중은 다음과 같이 정의한다.

① 비원통형 탱크 벽면에 작용하는 유체역학적 수직방향 및 수평방향 하중 : 유체의 수직운동에 의하여 발생하는 수직방향하중은 $0.4S_{aV}\gamma_L$로 계산한다. 여기서 γ_L은 유체의 단위중량이고 S_{aV}는 19.3.6에 정의된 수직설계응답가속도스펙트럼의 최댓값이다.

② 원통형 탱크 벽면에 작용하는 유체역학적 하중 : 원통형 탱크에서 유체의 수직운동에 의하여 높이 y에 작용하는 후프 힘 N_h는 식 (19.6-1)에 따라 계산한다. 직접합 또는 제곱합제곱근을 사용하여 충격 및 슬로싱 하중과 조합되어야 한다.

$$N_h = \frac{S_{aV}}{R}\gamma_L(H_L - y)(\frac{D_i}{2}) \qquad (19.6\text{-}1)$$

여기서,

D_i : 탱크(또는 저장용기) 내부 직경

H_L : 탱크(또는 저장용기) 내부의 액체 높이

y : 탱크(또는 저장용기) 바닥으로부터 후프 힘이 고려되는 지점까지의 높이

γ_L : 저장된 액체의 단위중량

S_{aV} : 액체 수직운동의 고유주기에 해당하는 수직설계스펙트럼가속도

N_h : 원통형 탱크 또는 저장용기 벽에서 단위길이당 유체역학적 후프 힘

③ 원통형 및 직사각형 탱크 벽체의 수직관성력 : 구조물 자체 수직방향 관성력은 $0.4S_{aV}W$로 계산한다. 여기서 S_{aV}는 19.3.6에 정의된 수직설계응답가속도스펙트럼의 최댓값이다.

19.6.3 강도 및 연성

지진력저항시스템을 구성하는 구조부재들은 다음의 요구조건을 만족하도록 설계한다.

(1) 콘크리트에 매입된 앵커를 제외하고, 지진력저항시스템을 구성하는 부재의 접합부는 산정된 설계하중의 Ω_o배에 대하여 설계한다. 콘크리트에 매입된 앵커는 19.6.5의 요구사항을 만족해야 한다. 단,

탱크 또는 저장용기에 연결되는 앵커 접합부는 앵커 인장강도와 산정된 설계하중의 Ω_o배 중 작은 값에 대하여 설계해야 한다. 8.1.2.3의 특별지진하중과 표 19.3-2의 Ω_o값은 탱크 또는 저장용기의 내벽을 포함한 벽면 설계에는 적용하지 않는다.

(2) 탱크 및 저장용기의 벽면에 배관통, 맨홀, 개구부 등을 설치하는 경우, 막 작용을 통하여 하중을 전달하는 탱크 벽면의 강도와 안정성이 유지되도록 설계해야 한다.

(3) 탱크 및 저장용기와 일체이면서 불규칙 가새, 비지지 패널, 비대칭 가새, 또는 집중질량을 갖는 타워형 지지대는, 5.3의 비정형 구조물에 대한 요구사항을 고려하여 설계해야 한다. V형 또는 편심가새골조를 사용하는 타워형 지지대는 이 절의 내진설계 요구사항을 따른다. 인장가새만을 사용하는 타워형 지지대에서 가새부재는 전단면 항복에 대하여 설계해야 한다.

(4) 탱크 및 저장용기와 일체로 시공된 타워형 지지대에서, 인장가새에 대응하여 압축력을 지지하는 스트럿부재는 가새의 항복하중 A_gF_y와 소요인장력의 Ω_o배 중 작은 값을 저항하도록 설계한다.

(5) 저장용기, 저항부재, 접합부 등에 작용하는 소요하중을 결정할 때 기초, 타워, 스커트(skirt) 등 지지구조에 대한 저장용기의 강성비를 고려하여야 한다.

(6) 액체를 저장하는 콘크리트 구조물의 경우 사용성에 지장을 줄 만한 수준의 비탄성변형에서 발휘되는 연성과 에너지소산능력은 인정되지 않는다. 구조물에 손상이 없거나 약간의 미세균열이 발생한 수준에 해당하는 강성의 감소와 에너지의 소산만이 허용된다.

19.6.4 배관 연결부의 유연성

배관시스템 파괴로 인한 누출을 방지하기 위해 탱크 및 저장용기에 연결되는 배관의 접합부는 지진에 의한 배관의 변위를 수용할 수 있도록 충분한 신축성을 가져야 한다. 배관시스템과 그 지지부는 연결부에 큰 하중이 전달되지 않도록 설계되어야 한다. 필요할 경우, 지진변위 및 사용 중 압력에 대하여 충분한 신축성을 가진 기계장치 또는 특수상세를 배관 접합부에 사용할 수 있다.

배관 연결부는 표 19.6-1에 제시된 최소변위를 수용할 수 있도록 설계되어야 한다. 지지부 혹은 기초보다 높은 곳에 위치한 연결부의 경우 표 19.6-1의 최소변위에 추가하여 지지부와 탱크 및 저장용기 사이에서 발생하는 상대변위를 고려하여야 한다.

별도로 계산하지 않는다면 배관시스템과 그 접합부는 표 19.6-1에 제시된 최소변위의 C_d배까지 파단 없이 견디도록 설계해야 한다. 이 경우 배관 지지부와 탱크의 비탄성거동과 그로 인한 영구변형의 발생은허용된다. 지지부 혹은 기초보다 높은 곳에 위치한 연결부의 경우 지지부와 탱크 및 저장용기 사이에서 발생하는 상대변위를 추가로 고려하여야 한다.

표 19.6-1에 제시된 값은 침하와 지진변위 등에 의한 기초의 움직임은 고려되어 있지 않다. 배관시스템 설계 시 기초 움직임의 영향은 탱크 및 저장용기의 설계하중과 배관연결부의 전체변형능력 검토시 고려되어야 한다.

표 19.6-1 배관 연결부의 최소 설계 변위

조건	변위 (mm)
기계적 앵커로 고정된 탱크 및 저장용기	
지지부 또는 기초와의 상대 수직 변위 (위 방향)	25
지지부 또는 기초와의 상대 수직 변위 (아래 방향)	12.5
지지부 또는 기초와의 상대 수평 변위의 범위 (직경 및 접선 방향)	12.5
자체고정식 탱크 또는 저장용기 (지면에 위치)	
지지부 또는 기초와의 상대 수직 변위 (위 방향):	
참고문헌(이 기준에서 일부 변경된 사항 포함)에 따라 설계한 경우:	
J ≤ 0.785 (인발이 없음을 의미)	25
J > 0.785 (인발을 의미)	100
참고문헌이 아닌 이 기준에 따른 지진력에 대해 설계한 경우:	
직경이 12.2m 미만인 탱크 및 저장용기	200
직경이 12.2m 이상인 탱크 및 저장용기	300
지지부 또는 기초와의 상대 수직 변위 (아래 방향):	
벽/매트 기초를 가진 탱크	12.5
둑턱(berm) 기초를 가진 탱크	25
지지부 또는 기초와의 상대 수평 변위의 범위 (직경 및 접선 방향)	50

표 19.6-1에서 자체고정식 탱크는 인발을 저항하기 위해 앵커가 필요하지 않는 탱크로서 식 (19.6-2)에 의해 산정되는 전도모멘트에 대한 고정비 J에 따라 표 19.6-2로 판정한다.

$$J = \frac{M_{rw}}{D^2(w_t + w_a)} \qquad (19.6\text{-}2)$$

$$w_t = \frac{W_s}{\pi D} + w_r \qquad (19.6\text{-}3)$$

여기서,

w_r : 외피 둘레를 따라 탱크 벽면에 작용하는 지붕하중(N/m). 영구적인 지붕하중만 포함하며, 지붕 활하중은 제외한다.

w_a : 전도모멘트(N-m)에 저항하는 탱크 외벽 주변의 내용물 중량으로, 그 크기는 탱크 바닥판의 휨강도에 의하여 결정됨.

M_{rw} : 설계지진하중에 의하여 탱크 바닥 위치에 작용하는 전도모멘트

D : 탱크 직경

W_s : 탱크 외벽의 총중량

표 19.6-2 고정비에 따른 자체고정식 탱크의 판정

고정비 J	기준
$J < 0.785$	자체고정식 탱크 : 설계지진전도모멘트 작용 시 인발력이 발생하지 않음
$0.785 < J < 1.54$	자체고정식 탱크 : 인발력이 발생할 수 있으나 탱크 가 압축력을 견딜 수 있을 경우 설계하중에 대하여 안정적임.
$J > 1.54$	탱크는 인발력에 대하여 불안정하며, 기계적 정착이 요구됨.

19.6.5 정착 및 고정

(1) 지면에 설치한 탱크 및 저장용기의 경우, 자체 고정식 탱크에 대한 요구사항을 만족한다면 정착없이 설계할 수 있다.

(2) 타워구조 또는 건축물에 의하여 지지된 지상 탱크 및 저장용기는 지지부에 고정되어야 한다. 다음의 특별요구사항은 내진설계범주 C 및 D의 강재 탱크 및 저장용기에 설치하는 앵커볼트에 적용해야 한다.

① 정착은 19.3.9에 따르고, 앵커를 콘크리트에 매설할 때에는 앵커 강재의 인장강도를 발휘하도록 충분한 묻힘 깊이로 설계해야 한다. 앵커 강재의 인장강도는 KDS 14 20 54의 식 (4.3-1)에 따라 결정한다.

② 앵커 길이는 최소한 직경의 8배 이상이어야 한다.

③ 앵커가 강재인장강도를 발휘하도록 콘크리트에 매입된다면, 후설치앵커를 19.3.10에 따라 사용할 수 있다.

④ 탱크와 수평·수직 저장용기에서 앵커볼트의 크기를 결정할 때에는, 8.1.2.3의 초과강도계수를 포함한 특별지진하중조합을 사용할 필요는 없다.

19.6.6 지표면에 지지되는 액체저장탱크

19.6.6.1 일반 사항

(1) 지반에 지지된 평바닥의 액체저장탱크는 다음 중 한 가지 방법으로 산정한 지진하중을 저항하도록 설계해야 한다.

① 밑면전단력 및 전도모멘트는 19.3.5에 따라 탱크 및 전체 내용물을 강체질량으로 가정하여 계산한다.

② 내진특등급이면서 액체를 저장하거나 또는 직경이 6m를 초과하는 탱크·저장용기는, 19.6의 요구사항과 공인된 전문기술표준에 따라 액체 저장물의 유체역학적인 거동을 고려하여 등가의 밑면전단력과 그 수직분포를 산정한다.

③ 19.3의 하중 및 변위 요구사항을 적용한다.

(2) 액체저장탱크의 설계는 탱크, 기초, 부착요소 등에 영향을 미치는 내용물의 충격 및 슬로싱(출렁거림) 효과를 고려해야 한다. 충격의 영향은 탱크 지붕, 외벽, 외벽과 일체로 움직이는 내용물 일부의 수평 지진운동에 대한 고주파 증폭 응답에 해당한다. 슬로싱의 영향은 슬로싱에 관한 1차모드에서 내용물의 저주파 증폭 응답에 해당한다. 공인된 전문기술표준에서 다르게 정의하지 않는 한 출렁거리는 액체의 경우 슬로싱의 감쇠비는 0.5%로 한다.

(3) 액체저장탱크에서 밑면전단력은 다음과 같이 충격 및 슬로싱 성분의 조합으로 산정한다.

$$V = V_i + V_c \qquad (19.6\text{-}4)$$

$$V_i = \frac{S_{ai} W_i}{(\frac{R}{I_E})} \qquad (19.6\text{-}5)$$

$$V_c = \frac{S_{ac} I_E}{1.5} W_c \qquad (19.6\text{-}6)$$

여기서,

V_i : 탱크 및 내용물의 충격효과에 의한 밑면전단력

V_c : 유효슬로싱질량의 슬로싱 효과에 의해 의한 밑면전단력

W_i : 충격하중을 유발하는 중량으로 내용물, 지붕・장비, 탱크 외벽・바닥, 내부요소 등의 충격효과를 포함한다.

W_c : 슬로싱 하중을 유발하는 액체 중량의 일부

S_{ai} : 중력가속도의 단위로 나타낸 지반운동에 대한 5% 감쇠비의 스펙트럼가속도에서 T_i 에 해당하는 값으로 다음과 같이 산정할 수 있다.

T_i : 탱크 구조물과 충격하중에 기여하는 내용물의 고유주기

$T_i \leq T_s$인 경우,

$$S_{ai} = S_{DS} \qquad (19.6\text{-}7)$$

$T_s < T_i \leq T_L$인 경우,

$$S_{ai} = \frac{S_{D1}}{T_i} \qquad (19.6\text{-}8)$$

$T_L < T_i$인 경우,

$$S_{ai} = \frac{S_{D1} T_L}{T_i^2} \qquad (19.6\text{-}9)$$

식 (19.6-8)과 식 (19.6-9)에 의한 S_{ai}는 19.3.3(2)에서 요구하는 최솟값 이상이어야 한다. 충격하중 및 슬로싱 하중은 식 (19.6-4)의 직접합 대신 제곱합제곱근법을 사용하여 조합할 수 있다.

S_{ac} : 슬로싱주기 T_c와 0.5% 감쇠비에 근거한 슬로싱 액체의 스펙트럼가속도로 다음과 같이 산정한다.

$T_c \leq T_L$인 경우,

$$S_{ac} = \frac{1.5 S_{D1}}{T_c} \leq S_{DS} \qquad (19.6\text{-}10)$$

$T_c > T_L$인 경우,

$$S_{ac} = \frac{1.5 S_{D1} T_L}{T_c^2} \qquad (19.6\text{-}11)$$

단, S_{ac}산정 시 T_c > 4초일 경우, S_{ac}는 부지특성을 반영하여 결정할 수 있다.

슬로싱 1차모드의 고유 주기 T_c는 다음과 같이 산정한다.

$$T_c = 2\pi \sqrt{\frac{D}{3.68g \tanh(\frac{3.68H}{D})}} \qquad (19.6\text{-}12)$$

여기서,

D : 탱크의 직경(m)

H : 탱크 내부의 액체 높이(m)

g : 중력가속도(m/sec^2)

19.6.6.2 유체역학을 고려한 관성력의 분포

원형 및 직사각형 탱크 벽면에 작용하는 액체 내용물의 수직·수평 지진하중 분포는 공인된 전문기술 표준을 따른다.

19.6.6.3 슬로싱

탱크 및 저장용기의 내진설계 시 저장된 액체의 슬로싱효과는 다음 요구사항을 따른다.

(1) 슬로싱 높이 δ_s는 식 (19.6-13)을 사용하여 산정한다.

$$\delta_s = 0.42 D_i I_E S_{ac} \quad (19.6\text{-}13)$$

여기서, D_i는 원통형 탱크일 경우 탱크의 내부 직경, 직사각형 탱크일 경우 고려 대상 지진력에 평행한 방향의 탱크 내부 길이 L을 사용한다.

(2) 슬로싱에 대비한 탱크의 여유고를 결정하는 경우 중요도계수 I_E= 1.0을 적용한다.

(3) 다음 중 한 가지 방법을 통해 슬로싱에 대비하여야 한다.

① 탱크 내부저장공간에 탱크 저장물의 설계높이에 추가로 표 19.6-3에 규정된 최소 여유고를 확보한다.

표 19.6-3 탱크의 최소 여유고

S_{DS}	내진 등급		
	특	I	II
S_{DS} < 0.33g	δ_s	–	–
S_{DS} ≥ 0.33g	δ_s	$0.7\delta_s$	–

② 확보된 탱크 여유고가 계산된 슬로싱 높이 δ_s보다 작은 경우 지붕 및 지지 구조를 슬로싱 액체를 가두도록 설계한다. 이때 탱크의 지붕과 지지구조물은 여유고를 초과하는 슬로싱 높이에 해당하는 슬로싱 하중에 대해 설계해야 하며 탱크·저장용기의 설계에는 슬로싱의 억제로 인한 충격효과를 추가로 고려해야 한다.
③ 저장된 액체의 유출을 막기 위한 2차 봉쇄 시스템의 설치
④ 개방형 탱크·저장용기의 경우 저장물 범람에 대비하여 탱크·저장용기 주변에 배수구를 확보한다.

단, 저장된 내용물이 독성 혹은 고독성, 폭발성 물질이 아니며 관계기관에 의해 내용물이 유출되어도 문제없음을 승인받은 경우, 또는 유출후 사후처리에 관한 계획이 수립되고 이를 관계기관에 승인을 받은 경우 이 규정은 적용되지 않는다.

19.6.6.4 설비 및 부속 배관
구조물에 부착된 설비, 배관, 보행로, 기타 부속물은 지진에 의한 변위에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다. 배관 부착물에 대해서는 19.6.4를 따른다.

19.6.6.5 내부 요소
탱크의 외벽·바닥에 부착되거나 또는 주요 구조요소를 지지하는 내부설비와 부속품은 관성력 외에 슬로싱 액체에 의한 횡하중을 추가로 고려하여 설계해야 한다.

19.6.6.6 미끄러짐 저항
탱크 또는 저장용기와 지면 사이에 작용하는 수평전단력은 다음과 같이 고려한다.
(1) 평평한 바닥을 가진 강구조 탱크의 경우, 전체 수평지진하중은 탱크 바닥과 기초 또는 지면 사이의 마찰에 의해 저항할 수 있다. 탱크가 내용물로 가득 차 있는 경우, 미끄러짐이 발생하지 않도록 설계해야 한다. 계산된 최대 밑면전단력 V는 다음과 같이 제한되어야 한다.

$$V < W\tan 30^\circ \quad (19.6\text{-}14)$$

W는 지진에 의한 수직운동으로 감소하는 탱크, 지붕, 내용물 등의 유효지진중량을 사용한다. 기초와 탱크 바닥 사이의 접합면에서 상기 마찰력을 확보하기 어려운 경우, 마찰계수를 줄여야 한다. 마찰계수는 공인된 전문기술표준을 따르거나 실험으로 결정할 수 있다.
(2) 요철이 있는 바닥, 춤이 높은 탱크 바닥, 목재 위에 설치한 탱크 등 특수 탱크의 경우, 별도의 공인된 전문기술표준을 따르거나 실험에 근거하여 설계한다.

19.6.6.7 국부적인 전단력의 전달
탱크 및 저장용기는 지붕, 외벽, 바닥으로 이어지는 전단력의 전달을 고려하여 설계해야 한다. 원통형

탱크 및 저장용기의 경우, 횡하중 V에 의하여 탱크 외벽 둘레를 따라 발생하는 단위길이당 최대 면내전단흐름은 식 (19.6-15)로 계산한다.

$$v_{\max} = \frac{2V}{\pi D} \qquad (19.6\text{-}15)$$

(1) 평평한 바닥을 갖는 강재 탱크에서, 외벽에 작용하는 전단력은 용접으로 접합된 바닥구조으로 전달되어야 한다.
(2) 활동하는 기초를 갖는 콘크리트 탱크에서 수평전단력을 탱크 벽면과 기초 사이의 마찰에 의해 저항하는 경우, 설계에 사용되는 마찰계수는 tan 30°를 초과할 수 없다.
(3) 고정단 또는 회전단 기초를 갖는 콘크리트 탱크에서 수평 밑면전단력은 탱크 벽면에 나란한 방향으로 작용하는 면내전단과 기초 전체에 방사형으로 퍼져가는 면외방향 전단에 의하여 기초로 전달된다. 유연한 기초에 고정된 콘크리트 탱크의 경우, 대부분의 밑면전단력은 탱크 외벽 바로 아래에서 벽면과 나란한 방향으로 작용하는 면내전단에 의하여 저항되며, 이러한 면내전단에 의하여 탱크 외벽에 발생하는 휨은 크지 않으므로 무시할 수 있다. 탱크 벽면과 기초 바닥 사이의 접합은 최대 면내전단력에 저항할 수 있도록 설계해야 한다.

19.6.6.8 압력 안정성
강재 탱크의 경우, 저장물의 내부압력은 얇은 원통형 셸요소인 탱크 외벽에 면내 인장응력을 유발하여 좌굴에 대한 안정성을 높인다. 이러한 효과는 지진에 의하여 탱크 외벽에 유발되는 압축력에 대하여 저항성능을 추가로 제공하는 것으로 간주할 수 있다.

19.6.6.9 탱크 벽면의 지지
콘크리트 원형 벽체 또는 슬래브 위에 놓인 강재 탱크는 균일한 지지를 위하여 벽면 아래에 둥근 테두리 보강재를 설치해야 한다. 또한 가동하중 및 지진하중으로 인한 최대압축력에 대하여 강재 탱크 외벽의 국부좌굴을 고려해야 한다.

19.6.6.10 수선, 개축, 또는 재축
탱크 및 저장용기의 수선, 개축, 또는 재축은 공인된 전문기술표준과 KDS 41 17 00을 따른다. 액체를 저장하는 용접 강재 탱크에 대해서는 공인된 전문기술표준을 따른다. 위치를 이동하여 재배치된 탱크는 공인된 전문기술표준과 KDS 41 17 00에 따라 새로운 부지의 지진하중과 신축에 대한 요구사항을 만족해야 한다.

19.6.7 저수 및 수처리를 위한 탱크와 저장용기
19.6.7.1 용접 강재
용접하여 제작하는 강재 물탱크 및 저장용기는 3.2에 정의된 지반운동에 대하여 공인된 전문기술표준

의 요구사항을 만족하도록 내진설계를 수행할 수 있다.

19.6.7.2 볼트접합 강재
볼트로 접합된 강재 저수 구조물은 3.2에 정의된 지반운동에 대하여 공인된 전문기술표준의 요구사항을 만족하도록 내진설계를 수행할 수 있다.

19.6.7.3 철근콘크리트 및 프리스트레스콘크리트
철근콘크리트 및 프리스트레스콘크리트 탱크는 공인된 전문기술표준의 요구사항을 만족하도록 내진설계를 수행할 수 있다. 다만, 중요도계수 I_E는 표 19.3-3에 따르고, 반응수정계수 R은 표 19.3-2를 따른다. 설계지반운동은 3.2에 따라 결정한다.

19.6.8 액체 저장 석유화학·산업용 탱크 및 저장용기
19.6.8.1 용접 강재
평평한 바닥을 갖고 지면에 지지된 액체 저장용 석유화학 탱크, 산업용 탱크, 저장용기 등은 공인된 전문기술표준에 따라 내진설계를 수행할 수 있다.

19.6.8.2 볼트접합 강재
액체저장에 사용되는 볼트접합된 강재 탱크의 내진설계가 요구되는 경우, 공인된 전문기술표준을 따라 내진설계를 수행할 수 있다.

19.6.8.3 철근콘크리트 및 프리스트레스콘크리트.
석유화학 및 산업용 액체의 저장을 위한 철근콘크리트 탱크는 19.6.7.3의 요구사항을 고려하여 내진설계를 수행한다.

19.6.9 지표면에 지지되는 입상물질 저장탱크
19.6.9.1 일반 사항
탱크의 유효질량 및 하중경로를 결정할 때에는 다음과 같은 입상물질의 상호작용을 고려해야 한다.
(1) 지진 시 진동하는 입자간 마찰손실로 인하여 발생하는 횡압력 증가와 그로인한 탱크의 후프응력 증가
(2) 탱크 내부에서 다져진 입상물질의 온도변화에 의한 팽창으로 발생하는 후프응력의 증가
(3) 지진에 의한 수평전단력을 기초구조로 직접 전달할 수 있는 입자간 마찰작용

19.6.9.2 횡하중의 결정
입상물질을 저장하는 탱크 및 저장용기에 작용하는 밑면전단력은 단주기 구조물에 대한 요구사항과 스펙트럼가속도(S_{DS})를 고려하여 결정해야 한다.

19.6.9.3 탱크 외벽 및 기초로의 하중 분배

(1) 증가된 횡압력: 정적설계횡압력 산정 시 탱크 외벽에 작용하는 면외방향 횡압력의 증가를 고려해야 한다. 하지만, 탱크 외벽의 축방향 좌굴에 대한 안정성 검토에는 적용하지 않는다.

(2) 유효질량: 유효질량은 전체 저장물 중 탱크 외벽과 함께 거동하는 부분의 질량을 의미하며 이 값은 저장된 입상물질의 물리적 특성, 탱크의 높이와 직경비(H/D), 지진강도 등의 영향을 받는다. 탱크 구조체가 저항해야하는 전단력과 전도모멘트 산정 시 유효질량을 고려하여야 한다.

(3) 유효밀도: 유효밀도계수(전체 저장물 중 지진에 의하여 가속도운동을 하는 부분의 질량)는 공인된 전문기술표준에 따라 결정한다.

(4) 수평방향 활동: 강재 바닥을 가진 입상물 저장탱크에서 강재바닥과 기초 사이의 마찰작용에 의하여 수평지진하중을 지지하도록 설계된 경우 미끄러짐 방지를 위한 추가적인 정착은 필요하지 않다. 강재 바닥판 없이 입상물질이 기초 위에 직접 놓인 있는 경우, 미끄러짐 방지를 위한 전단정착이 필요하다.

(5) 복합정착시스템: 전도 및 활동을 방지하기 위한 정착시스템을 각각 분리하여 설치한 경우, 각 정착시스템의 강성비를 고려하여 지진하중의 수평분포를 결정해야 한다.

19.6.9.4 용접 강구조

용접접합으로 제작된 입상물 저장 강구조물은 KDS 41 17 00의 내진 요구사항에 따라 설계해야 한다. 구조요소별 허용응력은 공인된 전문기술표준을 따른다.

19.6.9.5 볼트접합 강구조

볼트접합으로 제작된 입상물 저장 강구조물은 이 절의 내진 요구사항에 따라 설계해야 한다. 구조요소별 허용응력은 공인된 전문기술표준을 따른다.

19.6.9.6 철근콘크리트 구조

입상물 저장을 위한 철근콘크리트 구조물은 KDS 41 17 00의 지진하중과 공인된 전문기술표준의 내진설계 규정에 따라 설계할 수 있다.

19.6.9.7 프리스트레스트콘크리트 구조

입상물 저장을 위한 프리스트레스콘크리트 구조물은 KDS 41 17 00의 지진하중과 공인된 전문기술표준의 내진설계 규정에 따라 설계할 수 있다.

19.6.10 액체 및 입상물질 저장용 고가 탱크 및 용기

19.6.10.1 일반 사항

이 절은 탱크를 지지하는 타워가 일체로 시공된 고가 탱크 및 저장용기에 적용한다. 자립하지 못하여 다른 구조물에 의해 지지된 탱크와 저장용기는 기계설비로 간주하여 19.2에 따라 설계해야 한다. 고가 탱크 및 저장용기는 19.3의 지진하중과 변위 요구사항을 만족하도록 설계해야 한다.

19.6.10.2 유효질량

타워 또는 지지대, 정착부, 기초의 전도에 대한 설계는 저장물을 무게중심에 작용하는 강체질량으로 가정하여 수행한다. 유체-구조물 상호작용의 영향은 다음의 경우에 한하여 하중, 유효주기, 시스템 질량중심 등을 결정할 때 고려할 수 있다.

(1) 슬로싱주기 T_c가 저장된 액체를 강체질량으로 볼 경우의 탱크의 고유주기 T의 3배보다 클 경우

(2) 용기의 형상을 고려하여 저장물의 슬로싱 효과(슬로싱에 참여하는 질량비율, 중심 등)가 정밀한 유체-구조물 상호작용 해석 또는 실험에 의하여 결정된 경우

19.6.10.3 P-Δ효과

고가 탱크의 횡변위 산정 시 다음을 고려한다.

(1) 2차효과에 의하여 지지구조물에 부가되는 하중을 고려하기 위하여, 탄성해석에 의하여 산정된 설계변위를 C_d/I_E 만큼 증가시킨다.

(2) 탱크 바닥은 회전과 수평이동에 대하여 고정단으로 가정한다.

(3) 휨모멘트, 축방향 인장력 또는 압축력으로 인한 변형을 고려한다. 높이-직경 비가 5 미만인 받침형 탱크의 경우, 받침부의 전단변형을 고려한다.

(4) 해석시 지붕에 고정된 장비 또는 플랫폼에 의한 고정하중을 포함한다.

(5) 공사시방서에 지정된 수직도를 만족하도록 시공될 경우 기하학적 비선형을 고려하는 2차해석에서 초기 기울어짐을 무시할 수 있다.

19.6.10.4 타워구조로의 횡하중 전달.

기둥으로 지지된 탱크 및 저장용기를 X형 가새로 브레이싱한 경우, 다음 사항을 고려한다.

(1) 가새는 양방향 횡하중에 대해 균일한 저항성능을 가지도록 설치되어야 한다.

(2) 기둥과 탱크사이의 연결재와 가새 하중작용선 사이의 편심에 의하여 가새에 추가로 발생하는 하중을 포함해야 한다.

(3) 압축스트럿(지진력저항시스템에서 가새에 의하여 작용하는 인장력에 저항하는 요소)의 작용선과 접합지점 사이의 편심을 고려해야 한다.

(4) 기둥과 기초 사이의 접합부에서는 가새의 항복강도에 의하여 발생할 수 있는 수직력 및 수평력에 저항할 수 있도록 설계해야 하고, 지진하중은 기둥-기초의 접합면에서 최대 수평전단을 발생시키는 방향으로 가정한다. 여러 가새 부재가 동일한 위치에 연결되는 경우, 정착부는 가새 부재에서 동시에 발생하는 인장하중을 저항하도록 설계해야 한다.

19.6.10.5 좌굴에 민감한 구조물의 평가

큰 하중을 지지하는 셸구조는 지진하중으로 인한 받침부의 국부 또는 전체좌굴로 인하여 파괴될 수 있다. 이러한 구조에는 단일 받침 수조타워, 스커트구조로 지지된 저장용기, 이와 유사한 단일부재 타워가 포함된다. 구조평가결과 지지구조의 좌굴이 지배적인 파괴모드인 경우, 내진특등급인 구조물은 다음의

지진하중을 저항하도록 설계해야 한다.

(1) 지진하중에 대한 설계계수는 6.1을 따르되 I_E/R = 1.0을 사용한다. 지반-구조물 및 유체-구조물 상호 작용은 구조물의 응답 산정 시 고려할 수 있다. 지진하중의 수직조합 또는 직교조합을 고려할 필요는 없다.

(2) 구조물의 저항력은 지지구조요소의 임계좌굴강도로 한다. 즉, 안전계수로 1.0을 사용한다.

19.6.10.6 용접 강재 수조

용접으로 제작된 고가 강재 수조는 표 19.3-2에서 제시된 높이제한을 만족해야 하며, 공인된 전문기술표준에 따라 내진설계와 상세설계를 수행할 수 있다.

19.6.10.7 콘크리트 받침 탱크

콘크리트 받침을 갖는 고가 수조는 3.2에 따라 결정된 설계지반운동에 대하여 공인된 전문기술표준에 따라 내진설계를 수행할 수 있다.

19.6.11 보일러 및 압력용기

19.6.11.1 일반 사항

보일러 및 압력용기의 압력경계부, 지지부, 지진력에 저항하는 정착부에 설치하는 부속물은 19.2 또는 19.3의 하중 및 변위 요구사항과 이 절에 규정된 요구사항을 추가로 고려해야 한다. 내진1등급 또는 내진특등급으로 분류된 보일러와 압력용기는 19.2 또는 19.3의 하중 및 변위 요구사항을 만족하도록 설계해야 한다.

19.6.11.3 내부설비 및 내화물의 부착

압력경계부에 설치하는 내화물, 집진장치, 트레이 등 내외부 부속물은 KDS 41 17 00에 명시된 지진하중을 저항할 수 있도록 설계해야 한다. 다만, 부속물이 파괴되더라도 압력경계부가 위험하지 않다면, 압력경계부를 손상시키기 전에 부속물이 파괴되도록 설계할 수 있다. 액체를 저장하는 보일러 또는 저장용기의 경우, 내부설비가 압력경계부의 일체성을 훼손할 수 있다면 슬로싱 효과가 내부설비에 미치는 영향을 고려해야 한다.

19.6.11.4 저장용기와 지지구조의 상호작용

가동 중인 저장용기만의 질량이 저장용기와 지지구조물 총 질량의 25%를 초과하는 경우, 지지구조와 저장용기의 설계 시 동적 상호작용을 고려해야 한다. 다중타워와 같이 인접한 지지구조물 상호간에 하중을 전달하는 구조요소가 설치된 경우, 인접한 구조물 사이의 상호작용을 고려해야 한다.

19.6.11.5 유효질량

슬로싱이 일어날 수 있는 액체 표면이 존재하고 T_c가 $3T$보다 큰 경우, 유체-구조물 상호작용(슬로싱)을 고려하여 저장물의 유효질량을 결정해야 한다. 압력, 온도 등과 함께 물질밀도의 변화 또는 변동을

고려한다.

19.6.11.6 보일러 및 압력용기의 지지대와 부속물

보일러 및 압력용기의 부속물과 지지대는 다음 요구 사항을 만족해야 한다.

(1) 지진하중을 전달하는 부속물 및 지지대는 용도와 사용환경에 적합한 연성재료로 제작해야 한다.

(2) 정착부는 19.3.10을 따른다. 여기서 콘크리트에 매입한 앵커는 인장에 대하여 앵커 강재의 강도를 발휘하도록 설계한다. 앵커 강재의 강도는 KDS 14 20 54의 식 (4.3-1)에 따라 결정해야 한다. 앵커의 최소길이는 직경의 8배이다. 8.1.2.3에 규정된 초과강도계수를 포함한 특별지진하중조합은 탱크 및 저장용기에 사용되는 앵커볼트의 치수를 결정하는데 사용할 필요는 없다.

(3) 내진 지지대 및 부속물(또는 부착물)은 정·부 방향의 지진하중 및 변위에 대하여 연성을 유지하도록 설계·제작해야 한다.

(4) 저장용기 부속물(또는 부착물)의 설계는 지지요소의 강성비, 상세 차이, 불균일한 끼움판, 비정형 지지 등에 의하여 유발되는 불균등한 수직반력이 저장용기와 지지대에 미치는 영향을 고려해야 한다. 수평지진하중의 분포는 지지요소의 배열, 접합부의 거동, 저장용기 전단력 분포 등을 고려하여 결정해야 한다.

(5) 19.3과 19.6.10.5의 요구사항을 만족해야 한다.

19.6.12 액체 및 가스 저장용 구형 용기

19.6.12.1 일반 사항

액체 또는 가스를 저장하는 구형 용기에서 압력경계부, 액체경계부, 지지대, 지진력저항 정착부에 설치하는 부착물은 19.2 또는 19.3에 규정된 하중 및 변위 요구사항과 함께 이 절의 요구사항을 만족해야 한다. 내진1등급 또는 내진특등급으로 분류된 구형 용기는 내진설계 시 19.2 또는 19.3의 하중 및 변위 요구사항을 만족해야 한다.

19.6.12.2 내부설비 및 내화물의 부착

압력경계부에 설치하는 내화물, 집진장치, 트레이 등 내외부 부속물는 KDS 41 17 00에 명시된 지진하중을 저항할 수 있도록 설계해야 한다. 다만, 부속물이 파괴되더라도 압력경계부가 위험하지 않다면, 압력경계부를 손상시키기 전에 부속물이 파괴되도록 설계할 수 있다. 액체를 저장하는 구형 용기에서 내부설비가 압력경계부의 일체성을 훼손할 수 있다면, 슬로싱 효과가 내부설비에 미치는 영향을 고려해야 한다.

19.6.12.3 유효 질량

슬로싱이 일어날 수 있는 액체가 존재하고 T_c가 $3T$보다 큰 경우, 유체-구조물 상호작용(슬로싱)을 고려하여 저장물의 유효질량을 결정해야 한다. 압력, 온도 등과 함께 물질밀도의 변화 또는 변동을 고려한다.

19.6.12.4 기둥과 가새로 지지된 구형 저장용기

기둥과 X형 가새로 지지된 구형 저장용기는 다음 요구사항을 고려해야 한다.

(1) 19.6.10.4의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 가새의 프리텐션으로 인한 영향(강성 증가 또는 횡변위 감소)을 고유주기 산정에 포함한다.

(3) 기둥의 세장비와 국부좌굴을 고려한다.

(4) 기둥과 저장용기의 접합부에서 저장용기의 외벽에 발생할 수 있는 국부좌굴을 고려한다.

(5) 액체를 저장하는 구체의 경우, 가새 접합부는 가새 부재의 공칭항복강도를 발휘하도록 설계·제작하여야 한다. 가스만을 저장하는 구체의 경우, 가새 접합부는 가새 부재의 최대 설계하중에 초과강도계수 Ω_o를 곱한 값에 대하여 설계한다. 압력경계부와 액체경계부에서는 가새를 직접 접합하지 않는다.

19.6.12.5 스커트로 지지된 구형 저장용기

스커트로 지지된 구형 저장용기의 내진설계 시 다음 요구사항을 고려해야 한다.

(1) 19.6.10.5의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 압축하중과 휨모멘트에 의하여 스커트구조에 작용하는 면내 압축력에 대하여 강판의 국부좌굴을 고려해야 한다.

(3) 스커트 지지대에 맨홀, 배관 등 개구부를 설치하는 경우, 개구부를 설치하기 이전 강도를 유지하도록 설계·제작해야 한다.

19.6.13 냉각액체가스 저장용 탱크 및 저장용기

액화탄화수소 및 냉각액체의 저장을 위한 탱크 및 시설은 KDS 41 17 00의 요구사항을 만족해야 한다. 액화탄화수소가스(액화석유가스, 부탄 등)와 냉각액체가스(암모니아 등)를 저장하기 위한 평바닥, 지표면지지 저압 용접 강재 탱크의 경우, 19.6.8의 요구사항을 만족해야 한다.

19.6.14 액체 또는 증기 저장용 안장지지 수평저장용기

19.6.14.1 일반 사항

안장형태의 받침으로 지지된 수평저장용기는 19.2 또는 19.3의 하중 및 변위 요구사항을 만족하도록 설계해야 한다.

19.6.14.2 유효질량

저장물의 밀도 변화와 변동을 고려해야 한다. 전도에 대한 안장형 받침, 정착부, 기초의 설계는 저장물을 무게중심에서 작용하는 강체질량으로 가정하여 수행한다.

19.6.14.3 저장용기 설계

(1) 직경에 대한 길이의 비가 6 이상인 수평저장용기는 안장형 받침을 힌지로 하는 단순지지보로 가정하여 고유주기와 전체 구조체에 대한 모멘트를 결정할 수 있다.

(2) 직경에 대한 길이의 비가 6 미만인 수평저장용기는 고유주기와 응력을 결정할 때 깊은보에서 나타나는 전단의 영향을 고려해야 한다.
(3) 받침부에서는 지진하중조합에 의하여 저장용기 외벽에 발생하는 국부적인 휨과 좌굴을 고려해야 한다. 내부압력에 의하여 저장용기 외벽에 발생되는 면내 인장응력이 강판의 좌굴저항을 증가시키는 안정화 효과는 고려해서는 안 된다.
(4) 액체 및 가스 병용 저장용기인 경우, 저장용기와 그 받침은 가스압이 작용하는 경우와 작용하지 않는 경우 모두에 대하여 설계해야 한다.

1120 기능수행 고려사항

20.1 일반사항
(1) 기능수행 성능수준은 지진 이후에도 건축물이 그 용도에 따른 고유한 기능을 그대로 유지하여 지진 이전과 다름없이 사용될 수 있음을 의미한다. 이를 위하여 구조적 안전성 외에도 건축물의 용도와 관련된 각종 설비 및 내용물이 고유의 기능을 유지하면서 작동할 수 있어야 한다.
(2) 기능수행 성능수준에서 기능수행이 요구되는 비구조요소의 최소범위는 18.1.2에서 $I_p = 1.5$를 적용하도록 요구되는 비구조요소이다.
(3) 발주자가 요구하는 경우 15장에 따라서 성능목표, 지진위험도를 결정하고 해당 지진위험도에 대하여 비구조재의 기능수행 수준을 만족하도록 설계한다.
(4) 기능수행 성능수준이 요구되는 건축물은 이 기준에서 정한 수준의 지진 발생 직후 처짐, 횡변형 또는 다른 변형이 해당 시설물의 기능 장애를 유발하지 않도록 구조시스템과 부재 및 연결부가 충분한 강도와 강성을 갖도록 설계하여야 한다.
(5) 기능수행 성능수준이 요구되는 비구조요소의 시스템 및 그 정착부는 이 기준에서 정한 수준의 지진 발생 직후 해당 시설물의 기능에 장애가 발생하지 않도록 충분한 강도와 강성을 갖도록 설계되어야 한다.
(6) 기능수행 성능수준이 요구되는 기계 및 전기 비구조요소의 시스템 및 그 구성요소는 이 기준에서 정한 수준의 지진 발생 직후 중요한 기능을 수행할 수 있도록 설계되거나, 인증되거나 또는 보호되어야 한다.

20.2 구조체의 강도 및 강성 요구조건
(1) 기능수행이 요구되는 건축물에서 구조체의 강도는 이 기준에서 규정하는 내진특등급의 중요도계수를 적용하여 설계함으로써 충족되는 것으로 본다.
(2) 기능수행이 요구되는 건축물에서 구조체의 강성은 층간변위비를 표 8.2-1에 규정된 내진특등급의 허용층간변위비로 제한함으로써 충족되는 것으로 본다. 다만, 비구조요소의 기능수행을 위하여 요구되는 경우 구조체의 변위를 요구조건에 맞도록 제한할 수 있다.

건축구조기준

제12장 내화구조설계

제12장 내화구조설계

1201 일반사항 / 1202 콘크리트구조 내화구조설계 / 1203 강구조 내화구조설계 / 1204 목구조 내화구조설계

1201 일반사항

1201.1 적용범위

(1) 건축법 시행령 제641호「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」제3조에 따른 구조는 내화성능을 확보한 것으로 간주한다.

(2) 이 장은 1201.1(1)의 구조 및 주요 구조부재의 정확한 내화성능 검증하는데 적용할 수 있으며, 1201.1(1) 내용의 조정을 위해 적용할 수 있다.

1201.2 성능 목표

이 기준은 구조물의 구조설계 과정에서 화재로 인한 구조물의 붕괴 방지 및 지정된 방화구역 외의 화재 확산 방지 성능을 확보하는 데 있다.

1201.3 내화성능 검증 방법

건축물의 구조 시스템, 구조부재 혹은 접합부에 대한 내화성능 검증은 다음의 방법 중 선택하여 적용할 수 있다.

(1) 실험적 검증 방법

① KS F 2257(건축구조 부분의 내화시험방법) 시리즈 등에 규정된 방법에 따라 시험하고 시험조건 및 결과에 따라 내화성능을 검증한다.

② 국토교통부 고시(고강도콘크리트의 관리기준)에 따라 기둥, 보 등 콘크리트 부재에 대해 내화성능을 검증한다.

③ 시험결과 및 한국산업표준 구조의 인정 및 관리와 관련된 절차는 내화구조의 인정 및 관리기준(국토교통부 고시 제2016-416, 2016)을 따른다.

④ 기타 구조부재의 내화성능을 검증하기 위해 적합한 국내외 방법 및 기준에 따를 수 있다.

(2) 설계적 검증 방법

이 장의 1202.2, 1202.4, 1203.2, 1203.4, 1204.2, 1204.4에 규정한 방법에 따라 구조물의 내화성능을 검증한다.

(3) 대체 검증방법

1201.3 (1), (2)에 규정한 방법 외에도 합리적이고 검증된 방법을 적용하여 내화성능을 평가한다.

1201.4 용어의 정의

고온 : 의도하지 않은 화재로 인한 온도
공칭화재 : 화재하중, 환기 등의 건물의 특성과 관련이 없는 임의의 온도-시간 곡선
개구부 계수 : 공기공급을 정량화 한 것으로 창문, 문 등의 개구부의 크기 및 화재 구획의 크기와 관련이 있다.
규산질 골재 : 실리카(silica) 즉 규산을 많이 함유하고 있는 골재
내화구조 : 화재를 견딜 수 있는 성능을 가진 구조
내화구조설계 : 발생한 화재의 연소·확대를 방지하고, 화재하중을 고려하여 구획 부재나 골조를 설계하는 것
내화재 : 고온에서 내화성능을 유지하는 재료
내화피복재 : 기둥, 보 등의 구조를 화재로부터 열화를 방지하기 위해 사용하는 단열성이 있는 내화 재료
내화피복의 파괴시간: 내화피복재가 화재열로 견디는 시간
냉간압연 : 재결정 온도 이하로 회전하는 2개의 롤 사이에 재료를 통과시켜 성형하는 가공법
목질 재료: 판상이나 각재 또는 특별한 형태로 제조한 제재목을 제외한 목재 제품
목재 판상재: 목재 부재를 화재로부터 보호하기 위하여 내화피복재로 사용한 제재목
목질 판상재: OSB, 합판, 섬유판, 파티클보드 등 판상제품
밀도 : 물질의 질량을 부피로 나눈 값
방화구획 : 내화구조의 바닥·벽 및 방화문 또는 방화셔터 등으로 만들어지는 구획
변수화재 : 특정 건물의 물리적 매개변수에 대한 고려사항에 기초해 계산한 온도-시간 곡선
비열 : 단위질량의 온도를 1℃ 올리는데 필요한 열량
사양적내화구조설계 : 건축법규에 명시된 사양적 규정에 따라 건축물의 용도, 구조, 층수, 규모에 따라 요구내화시간 및 부재의 선정이 이루어지는 내화구조설계방법
석회질 골재 : 탄산칼슘을 50% 정도로 많이 함유하고 있는 골재
설계화재 : 설계화재 시나리오에 가정하여 적용하는 화재 특성값의 정량적 표현
설계화재 시나리오 : 결정론적 화재안전공학 분석에 적용하는 구체화된 화재 시나리오
성능적내화구조설계 : 건축물에 실제로 발생하는 화재를 대상으로 합리적이고 공학적인 해석방법을 사용하여 화재크기, 부재의 온도상승, 고온환경에서 부재의 내력 및 변형 등을 예측하여 건축물의 내화성능을 평가하는 내화구조 설계방법
자연화재 : 특정 건물의 물리적 매개변수에 대한 고려사항에 기초해 계산한 온도-시간 곡선
열간압연 : 금속재료를 재결정온도 이상의 온도에서 압연하는 가공법
열류량 : 단위 면적 시간당 방출, 전달 또는 흡수하는 열 에너지양
열변형률 : 온도 변화에 따라 나타나는 변형률
열전도율 : 열의 전달정도를 나타내는 물질에 관한 상수로 단위시간당 전달되는 에너지양
유효단면 : 탄화단면을 제외한 강도 및 강성산정을 위한 단면
자연화재 : 공칭화재와 달리 화재 및 화재발생구획의 특성을 보다 다양하고 정교하게 반영할 수 있는 설계화재의 종류
차열성 : 가열면 이외의 면의 온도가 가연물의 연소를 일으킬 수있는 온도 이상으로 상승하지 않은 성질
차염성 : 화염과 고온 가스 등의 화재 침투에 대한 저항하는 능력

탄화경계 : 탄화단면과 잔류단면의 경계
파스너 : 목구조에서 목재부재 사이의 접합을 보강하기 위하여 사용되는 못, 볼트, 레그나사못 등의 조임용 철물
판상재 : 두께가 75mm 미만이고, 너비가 두께의 4배 이상인 목재
폭렬 : 구조물이 고온에 노출되었을 때 부재 표면에서부터 콘크리트가 박리되는 현상
폭발성 폭렬 : 구조 부재에 발생하는 폭렬이 부재의 안정성이나 안전성에 문제를 일으킬 수 있는 폭렬
플래시오버 : 폐쇄 공간에서 가연성 재료의 화재가 전체 면적으 로 확산되는 화재의 성장 단계
하중지지력 : 건물이 붕괴되지 않도록 하중을 지지하는 능력
화재 : 인위적으로 제어할 수 없는 물질이 연소하거나 온도가 급격히 상승, 고온유지, 온도하강 등의 온도 변화 현상
화재곡선 : 화재가 발생하는 공간의 시간–온도변화를 일반화한 것으로 화재온도 시간곡선을 간략하게 나타낸 것

1201.5 주요기호

A_T : 설계화재로 인해 부재에 발생하는 하중 및 변형
A_v : 수직 개구부 넓이, m^2
A_t : 구획의 총 넓이, m^2
a : 열전달계수, $W/m^2°C$
a_c : 대류 열전달계수
a_r : 복사 열전달계수
C_b : 횡좌굴모멘트수정계수
c : 구획 경계의 비열, J/kg°C
c_s : 강재의 비열, J/kg°C
$c_{p,peak}$: 함수율에 따른 콘크리트의 비열의 최대값
c_p : 내화피복재 비열, J/kg°C
D : 화재노출 단면 둘레, m, 고정하중
d_p : 내화피복재의 두께, m
$E(T)$: 온도 T에서의 탄성계수, MPa
E_s : 철근의 탄성계수, MPa
$E_{s,T}$: 온도 T에서의 철근의 탄성계수, MPa
$F_{cr}(T)$: 온도 T에서 해석에 의해 결정된 단면의 좌굴응력
$F_e(T)$: 온도 T에서의 탄성좌굴응력
$F_y(T)$: 온도 T에서의 철근의 항복강도
f_{ck} : 콘크리트의 설계기준 압축강도, MPa
$f_{ck,T}$: 온도 T에서의 콘크리트의 최대압축응력 MPa
$f_{sp,T}$: 온도 T에서의 철근의 비례한계 인장강도, MPa
f_y : 철근의 설계기준 항복강도, MPa

$f_{y,T}$: 온도 T에서의 철근의 항복강도, MPa
H : 수직 개구부 높이, m
h_0 : 상하부 플랜지간 중심거리, mm
J : 비틀림상수, mm^4
k_p : 내화피복재 열전도율, W/m℃
k_s : 강재 열전도율, W/m℃
$k_{c,t}(T)$: 콘크리트의 인장강도 저감계수
$k_s(T)$: 철근의 강도 저감계수
L : 일반용도의 활하중
L_b : 보의 비지지길이, mm
M : 단위길이당 중량, kg/m
M_n : 공칭휨모멘트
M_p : 소성휨모멘트
M_r : 소요휨강도
$q_{t,d}$: 구획의 총면적에 대한 화재하중 밀도의 설계값, MJ/m^2
q'' : 강재에 입사하는 순 열류량
R_n : 온도상승에 따른 강도저하를 고려한 공칭강도
$R_{n,T}$: 화재 상태에서 열적 특성을 고려한 공칭강도
$r(T)$: 온도 T에서의 하부 플랜지 잔존강도 계수
S : 적설하중
S_T : 화재상태에서의 응력
S_x : 강축에 대한 탄성단면계수, mm^3
T : 화재 구획 내 온도, 구조 부재 주변 온도, ℃
t : 시간
$t_{\lim}$: 각각의 화재 증가율에 기초한 화재 지속 시간의 최소값
W : 단위길이 당 중량(질량), kg/m
Z_x : x축에 대한 소성단면계수, mm^3
$\triangle t$: 시간 간격, s
ω : 개구부 계수, $m^{1/2}$
ρ : 구획 경계의 밀도, kg/m^3
ρ_p : 내화피복재의 밀도, kg/m^3
$\rho_c(T)$: 온도 T에서의 콘크리트의 밀도, kg/m^3
ρ_s : 강재의 밀도, kg/m^3
$\rho_{c,20}$: 상온에서의 콘크리트의 밀도, kg/m^3

ϕ : 강도감소계수
$\epsilon_{c,T}$: 온도 T에서의 콘크리트의 변형률
$\epsilon_{cu,T}$: 온도 T에서의 콘크리트의 최종 크리프 변형률
$\epsilon_{sp,T}$: 온도 T에서의 철근의 비례한계 변형률
$\epsilon_{y,T}$: 온도 T에서의 철근의 항복 변형률
$\epsilon_{st,T}$: 온도 T에서의 철근의 항복한계 변형률
$\epsilon_{su,T}$: 온도 T에서의 철근의 최종 크리프 변형률
$\epsilon_c(T)$: 온도 T에서의 콘크리트의 열변형률
$\epsilon_s(T)$: 온도 T에서의 철근의 열변형률
λ : 구획 경계의 열전도율, W/m℃
$\lambda_c(T)$: 온도 T에서의 콘크리트의 열전도율, W/m℃

1201.6 설계화재

구조 부재, 구조 요소 및 건물 골조에 대한 내화구조설계에는 다음와 같은 설계화재(화재하중)를 적용할 수 있다.

1201.6.1 공칭화재

공칭화재는 규정된 하중 및 지지 조건에 따라 정의된 열 및 기계적 하중을 받는 구조체 및 구조부재의 내화성능을 평가하는데 적용할 수 있다. 단, 표준화재는 화재 성장에 영향을 미치는 어떤 물리적 변수도 고려하지 않는다.

1201.6.1.1 표준화재

표준화재는 KS F 2257-1(건축부재의 내화시험방법-일반 요구사항)에 따르며 식 1201.6.1과 같다.

$$T = 20 + 345\log_{10}(8t+1) \qquad (1201.6.1)$$

여기서, T = 가열로 내 평균 온도, ℃
t = 시간, 분

1201.6.1.2 외부화재

외부화재는 외부에 있는 주요 구조 부재에 사용되며, 다음 식 1201.6.2와 같다.

$$T = 20 + 660(1 - 0.687e^{-0.32t} - 0.313e^{-3.8t}) \qquad (1201.6.2)$$

1201.6.1.3 탄화수소화재

탄화수소화재는 석유화학 제품이나 플라스틱 제품이 전체 화재 부하의 상당 부분을 차지하는 상황에서 사용되며, 다음 식 1201.6.3과 같다.

$$T = 20 + 1080(1 - 0.325e^{-0.167t} - 0.675e^{-2.5t}) \qquad (1201.6.3)$$

1201.6.2 자연화재

1201.6.2.1 변수화재

(1) 내화성능 평가에 화재 발생 장소의 연소물, 개구부의 크기, 환기, 시간 등 화재변수를 고려해야 하는 경우 변수

화재를 사용할 수 있다.

(2) 변수화재로 식(1201.6.4)를 적용할 수 있다. 단, 방화구획 내부 온도는 균일한 것으로 가정한다.

(3) 변수화재곡선은 지붕에 개구부가 없고 바닥면적 500m², 높이 4m 까지의 구획화재에만 적용될 수 있으며, 구획 내의 화재하중은 완전 연소된 것으로 가정한다.

$$T = 20 + 1325(1 - 0.324e^{-0.2t^*} - 0.204e^{-1.7t^*} - 0.472e^{-19t^*}) \quad (1201.6.4)$$

여기서, T = 화재 구획 내 온도, ℃

t^* = $t\Gamma$, 시

t = 시간, 시

Γ = 열흡수율(b)과 개구부계수(O)의 시간계수

= $[O/b]^2/(0.04/1160)^2$

(Γ = 1경우 식 1201.6.4.은 표준화재 곡선으로 가정된다.)

b = 전체 구획에 대한 열흡수율

= $\sqrt{(\rho c \lambda)}$ $(J/m^2 s^{1/2}℃)$ (단, 100≤ b ≤2200)

O = 개구부 계수 ($A_v\sqrt{h_{eq}}/A_t$), $m^{1/2}$

(단 0.02≤ O ≤0.2)

A_v = 모든 벽의 수직 개구부 총 면적, m^2

A_t = 구획내의 총 면적, m^2

(모든 벽, 천정, 바닥 그리고 개구부 포함)

h_{eq} = 모든 벽의 창문 높이들의 가중평균, m

ρ = 구획 경계의 밀도, kg/m^3

c = 구획 경계의 비열, J/kg℃

λ = 구획 경계의 열전도율, W/m℃

(4) 화재 지속 시간은 화재 하중과 개구부 간의 관계를 고려하여 산정하고 가열 중 최고 온도일 때 시간 t_{max}는 식 (1201.6.5)를 적용한다.

$$t_{max} = 0.2 \times 10^{-3} \times q_{t,d}/O \text{ 또는 } t_{lim} \text{ 중 최대값} \quad (1201.6.5)$$

여기서, $q_{t,d}$ = 구획의 A_t에 대한 화재 하중 밀도의 설계값

= $q_{f,d} \cdot A_f/A_t$, MJ/m^2 (단 50≤ $q_{t,d}$ ≤1000)

$q_{f,d}$ = 바닥면적(A_f)에 따른 화재 하중 밀도의 설계값

A_f = 화재구획내의 바닥면적, m^2

t_{lim} = 각각의 화재 증가율에 기초한 화재 지속 시간의 최소값, (화재 증가율이 느리다면 t_{lim}는 25분, 빠르다면 15분, 중간이면 20분으로 가정)

(5) t_{max} = t_{lim} 일 때 t^* = $t\Gamma_{lim}$ $\Gamma_{lim} = [O_{lim}/b]^2/(0.04/1160)^2$

여기서 $O_{lim} = 0.1 \cdot 10^{-3} \cdot q_{t,d}/t_{lim}$

(6) $O > 0.04$, $q_{t,d} < 75$, $b < 1160$ 인 경우 $\Gamma_{\lim}$ 는 상수 K와의 곱으로 구한다.

여기서, $K = 1+\left(\frac{O-0.04}{0.04}\right)\left(\frac{q_{t,d}-75}{75}\right)\left(\frac{1160-b}{1160}\right)$

(7) 냉각 단계에 대한 시간-온도 곡선은 다음 식을 사용한다.

$$T_g = T_{\max} - 625(t^* - t^*_{\max} \cdot X) \qquad t^*_{\max} \le 0.5 \qquad (1201.6.6)$$

$$T_g = T_{\max} - 250(3 - t^*_{\max})(t^* - t^*_{\max} \cdot X) \qquad 0.5 < t^*_{\max} < 2 \qquad (1201.6.7)$$

$$T_g = T_{\max} - 250(t^* - t^*_{\max} \cdot X) \qquad t^*_{\max} \ge 2 \qquad (1201.6.8)$$

여기서, $t^*_{\max} = 0.2\times10^{-3}\times q_{t,d}/O \cdot \Gamma$

$t_{\max} > t_{\lim}$ 인 경우 $X=1$,

$t_{\max} = t_{\lim}$ 인 경우 $X=t_{\lim} \cdot \Gamma/t^*_{\max}$

1201.6.2.2 상세화재

상세화재는 유체역학(CFD) 모델에 기초한 구역 모델을 포함한 화재로 설계화재의 능동방화시스템, 자동 연기 및 열 환기구 등 상세 조건을 포함한 지정한 구역 내의 다양한 지점에서 열역학 및 유체역학적 변수를 고려하여 사용될 수 있다.

1201.7 하중조합 및 소요강도

(1) 화재에 노출된 구조 부재, 구조 요소 및 건물 골조에 대한 내화구조설계시 구조 및 부재의 소요강도는 0301.5.3과 같이 다음의 하중조합으로 결정한다. 단, 정확한 근거가 있는 경우 별도의 하중조합을 적용할 수 있다.

(0.9 또는 1.2)$D + A_T + 0.5L + 0.2S$ (1201.7.1)

여기서, A_T = 1201.6의 설계화재로 인해 부재에 부가적으로 발생하는 하중 및 변형

D = 고정하중

L = 일반용도의 활하중

S = 적설하중

(2) 이 기준에 의해 특별히 규정되지 않는 한, 고정하중(D), 활하중(L) 및 적설하중(S)는 0301.4에 명시된 설계하중이어야 한다.

(3) 구조해석에서 화재로 인한 변형모델을 직접 반영함으로써 초기변형의 영향을 고려할 수 있다.

1201.8 성능 요건

구조부재는 화재에 노출되는 동안 구조적 성능을 유지하고, 방화구획 밖으로의 화재확산을 방지하기 위하여 부재 종류에 따라 <표 1201.8.1>과 같이 하중지지력, 차염성, 차열성 가운데 필요한 성능을 확보하여야 한다.

(1) 기둥, 보, 바닥, 벽체와 같이 하중을 지지하는 요소의 경우 하중지지력을 확보해야 한다. 단, 비내력벽의 경우 하

중지지력 검토 대상에서 제외한다.

(2) 벽체와 바닥은 화재확산방지를 위하여 차염성 및 차열성을 확보하여야 한다.

(3) 하중지지력, 차염성, 차열성에 대한 성능기준은 이 기준에서의 1202 콘크리트 내화구조설계, 1203 강구조 내화구조설계, 1204 목구조 내화구조설계의 세부설계법이나 KS F 2257-1(건축부재의 내화시험방법 - 일반 요구사항)에서 제시하고 있는 기준을 적용하여 평가한다.

<표 1201.8.1> 주요 구조부재별 필요성능

구분		하중지지력	차염성	차열성
벽	내력벽	○	○	○
	비내력벽	×	○	○
바닥		○	○	○
기둥, 보		○	×	×

1202 콘크리트구조 내화구조설계

1202.1 일반사항

1202.1.1 적용범위

(1) 이 장은 건축법 시행령 제56조(건축물의 내화구조)에 의한 보통강도 및 고강도 콘크리트 건축물의 구조부재 및 구조물의 내화구조설계에 적용한다.

(2) 이 장은 외부 보강 프리스트레스트 콘크리트 구조와 쉘 구조에는 적용할 수 없다.

(3) 국토교통부령 제641호 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조에 따라 내화구조로 인정받은 구조는 이 장을 적용할 필요가 없다.

1202.2 내화구조설계 기본원칙

1202.2.1 일반사항

(1) 콘크리트 구조물은 화재 노출 시간 동안 필요한 구조성능을 유지하도록 설계·시공하여야 한다.

(2) 철근콘크리트 구조는 내화성능을 확보할 수 있는 피복 두께를 유지하여야 한다.

(3) 방화구획에 적용되는 벽체, 기둥, 슬래브 및 지붕은 필요한 내화성능을 유지하여야 한다.

(4) 내화성능 평가에는 규산질과 석회질 골재 등 골재의 종류를 고려하여야 한다.

(5) 콘크리트 구조체는 화재 지속시간 동안 필요한 내화성능을 확보해야 하며, 필요에 따라 화재 쇠퇴기를 포함한 성능 유지여부를 검토하여야 한다.

1202.2.2 하중 및 구조재료

1202.2.2.1 적용하중

(1) 화재 상태의 구조물에 적용하는 설계하중은 고정하중, 활하중, 적설하중 등 화재 중 작용하는 하중을 고려해야 하며, 구조물의 용도 및 특성에 적합한 하중을 선택·조합하여 적용할 수 있다.

(2) 화재 상태의 구조물에 적용하는 설계하중은 상온상태의 설계하중 및 식 1201.7.1의 하중조합을 적용할 수 있다. 단, 합리적인 근거가 있는 경우 별도의 하중계수를 적용할 수 있다.

1202.2.2.2 재료 특성

(1) 화재 상태에서 구조물의 안전성은 화재로 인한 온도 상승에 따른 구조재료의 특성 변화를 고려하여 검토하여야 한다.

(2) 화재 상태에서 구조재료의 열적 변화는 상온 상태의 재료 특성을 기준으로 온도 상승에 따른 재료의 성능변화를 나타낸 특성을 적용할 수 있다.

1202.3 고온에서의 재료특성

1202.3.1 일반사항

이 장에서는 구조체의 내화성능 평가를 위한 약산법과 상세계산법에 적용하는 재료 특성을 규정한다.

1202.3.2 고온에서의 강도 및 변형 특성

1202.3.2.1 일반사항

(1) 이 장에서 제시하는 강도와 변형 특성은 크리프 효과를 별도로 제시하고 있지 않으므로 가열 속도가 분당 2~50℃ 범위인 화재에 대해서 적용하여야 한다.

(2) (1)에 규정한 가열 속도를 벗어날 경우 강도와 변형 특성은 신뢰성이 증명된 다른 방법을 적용하여야 한다.

1202.3.2.2 콘크리트 압축강도

(1) 온도 T에서의 콘크리트의 압축강도 $f_{ck,T}$와 변형률 $\epsilon_{c,T}$은 <표 1202.3.1>을 적용한다.

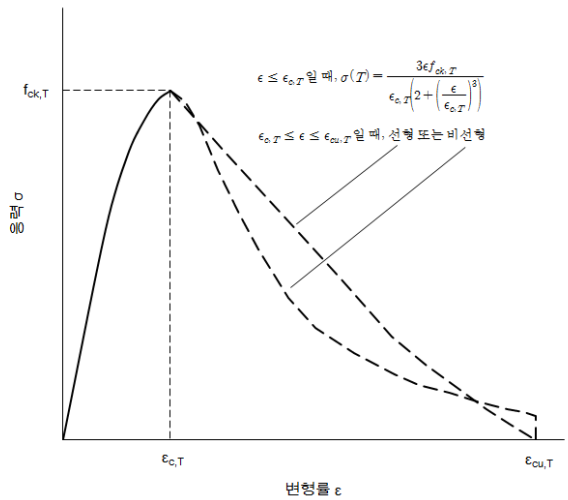
(2) <표 1202.3.1>에서 규정되지 않은 온도에 대한 콘크리트의 압축강도와 변형률은 직선 보간법을 사용하여 계산한다.

(3) 온도 T에서의 응력-변형률 곡선은 [그림 1202.3.1]을 적용하여 수정하여야 한다. 온도 증가에 따른 콘크리트의 응력-변형률 곡선은 [그림 1202.3.2]와 같다.

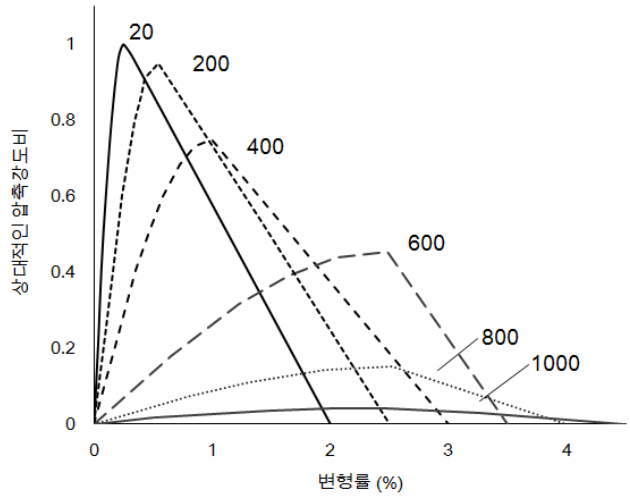
(4) 화재 후 냉각 단계에서의 콘크리트 강도 증가는 고려하지 않는다. 단, 설계목적상 필요한 경우 냉각단계 및 장기 강도회복에 대해 고려할 수 있다.

<표 1202.3.1> 고온에서 콘크리트의 강도 및 변형률

온도 (℃)	규산질 골재 콘크리트			석회질 골재 콘크리트		
	$f_{ck,T}/f_{ck}$	$\epsilon_{c,T}$	$\epsilon_{cu,T}$	$f_{ck,T}/f_{ck}$	$\epsilon_{c,T}$	$\epsilon_{cu,T}$
20	1.00	0.0025	0.0200	1.00	0.0025	0.0200
100	1.00	0.0040	0.0225	1.00	0.0040	0.0225
200	0.95	0.0055	0.0250	0.97	0.0055	0.0250
300	0.85	0.0070	0.0275	0.91	0.0070	0.0275
400	0.75	0.0100	0.0300	0.85	0.0100	0.0300
500	0.60	0.0150	0.0325	0.74	0.0150	0.0325
600	0.45	0.0250	0.0350	0.60	0.0250	0.0350
700	0.30	0.0250	0.0375	0.43	0.0250	0.0375
800	0.15	0.0250	0.0400	0.27	0.0250	0.0400
900	0.08	0.0250	0.0425	0.15	0.0250	0.0425
1000	0.04	0.0250	0.0450	0.06	0.0250	0.0450
1100	0.01	0.0250	0.0475	0.02	0.0250	0.0475
1200	0.00	0.0250	–	0.00	0.0250	–



[그림 1202.3.1] 콘크리트의 응력-변형률 곡선



[그림 1202.3.2] 온도 증가에 따른 콘크리트의 응력-변형률 곡선

1202.3.2.3 콘크리트 인장강도

(1) 콘크리트 인장강도의 저감은 다음 식으로 구한다.

$$f_{c,t}(T) = k_{c,t}(T) f_{c,t} \qquad (1202.3.1)$$

(2) 인장강도 저감계수 $k_{c,t}(T)$는 다음 식으로 구할 수 있다.

① $20℃ \le T \le 100℃$

$$k_{c,t}(T) = 1.0 \qquad (1202.3.2)$$

② $100℃ \le T \le 600℃$

$$k_{c,t}(T) = 1.0 - 1.0(T-100)/500 \qquad (1202.3.3)$$

1202.3.2.4 고강도 콘크리트 압축강도

(1) 고강도 콘크리트의 온도 T에서의 강도저감계수는 <표 1202.3.2>를 적용한다. 단, 재료의 특성 및 권장사항은 표준화재에 해당하는 화재 조건에 대해서만 주어진다.

<표 1202.3.2> 온도별 고강도 콘크리트의 강도저감계수

온도 (℃)	$f_{ck,T}/f_{ck}$		
	고강도 1 $55MPa \le f_{ck} \le 70MPa$	고강도 2 $70MPa < f_{ck} \le 90MPa$	고강도 3 $90MPa < f_{ck} \le 100MPa$
20	1.00	1.00	1.00
50	1.00	1.00	1.00
100	0.90	0.75	0.75
200	0.90	0.75	0.70
250	0.90	0.75	0.675
300	0.85	0.75	0.65
400	0.75	0.75	0.45
500	0.60	0.60	0.30
600	0.45	0.45	0.25
700	0.30	0.30	0.2
800	0.15	0.15	0.15
900	0.08	0.08	0.08
1000	0.04	0.04	0.04
1100	0.01	0.01	0.01
1200	0.00	0.00	0.00

1202.3.2.5 철근 강도 및 변형

(1) 고온에서의 철근의 강도 및 변형은 [그림 1202.3.3]과 <표1202.3.3>을 적용한다.

(2) 온도 T에서의 철근의 탄성계수 $E_{s,T}$, 비례한계 $f_{sp,T}$, 최대응력 $f_{y,T}$은 <표 1202.3.3>을 적용한다.

(3) <표 1202.3.4>에 규정되지 않은 온도에서의 값은 직선 보간법을 사용하여 계산한다.

(4) 단, 기둥의 압축철근이나 보와 슬래브에서 압축력은 받는 철근은 온도 T에서의 0.2% 옵셋 항복강도를 적용해야 하며, 다음의 온도별 강도저감계수를 반영한다. 이는 변형률이 2% 미만인 인장철근의 경우에도 마찬가지로 적용된다. [그림 1202.3.4의 곡선 3]

① $20℃ \le T \le 100℃$

$$k_s(T) = 1.0 \qquad (1202.3.4)$$

② $100℃ < T \le 400℃$

$$k_s(T) = 0.7 - 0.3(T-400)/300 \qquad (1202.3.5)$$

③ $400℃ < T \le 500℃$

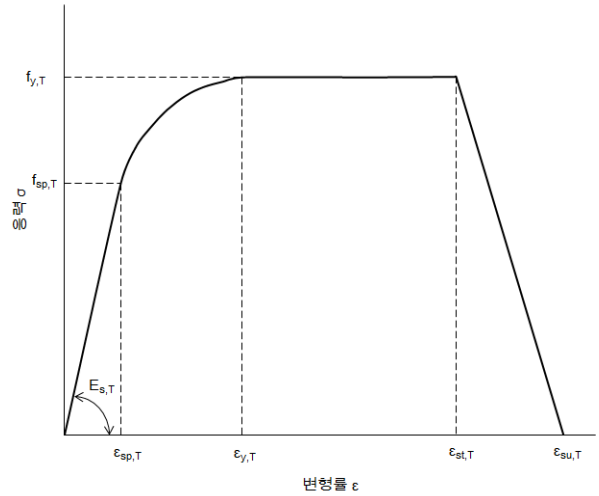
$$k_s(T) = 0.57 - 0.13(T-500)/100 \qquad (1202.3.6)$$

④ $500℃ < T \le 700℃$

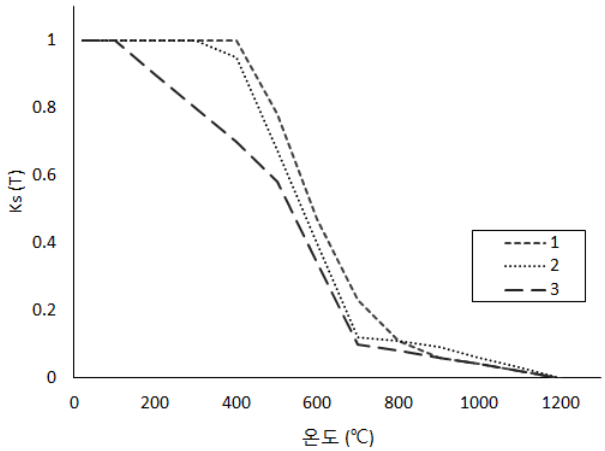
$$k_s(T) = 0.1 - 0.47(T-700)/200 \qquad (1202.3.7)$$

⑤ $700℃ < T \le 1200℃$

$$k_s(T) = 0.1 - (1200-T)/500 \qquad (1202.3.8)$$



[그림 1202.3.3] 철근의 응력-변형률 곡선



[그림 1202.3.4] 인장 및 압축영역 철근의 강도저감계수
(1: 인장변형률 2% 이상의 열간압연철근, 2: 인장변형률 2% 이상의 냉간압연철근, 3: 압축력을 받거나 인장변형률이 2% 미만인 열간압연 및 냉간압연철근)

<표 1202.3.3> 온도별 철근의 응력-변형률

온도 (℃)	$f_{y,T}/f_y$		$f_{sp,T}/f_y$		$E_{s,T}/E_s$	
	열간압연	냉간압연	열간압연	냉간압연	열간압연	냉간압연
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
100	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00
200	1.00	1.00	0.81	0.92	0.90	0.87
300	1.00	1.00	0.61	0.81	0.80	0.72
400	1.00	0.94	0.42	0.63	0.70	0.56
500	0.78	0.67	0.36	0.44	0.60	0.40
600	0.47	0.40	0.18	0.26	0.31	0.24
700	0.23	0.12	0.07	0.08	0.13	0.08
800	0.11	0.11	0.05	0.06	0.09	0.06
900	0.06	0.08	0.04	0.05	0.07	0.05
1000	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.03
1100	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02
1200	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

1202.3.3 고온에서의 열적 특성

1202.3.3.1 콘크리트 열변형률

콘크리트의 열변형률 $\epsilon_c(T)$은 상온(20℃)을 기준으로 골재 종류에 따라 다음 식으로 산정한다.

(1) 규산질 골재 콘크리트

① $20℃ \le T \le 700℃$

$$\epsilon_c(T) = -1.8\times10^{-4} + 9\times10^{-6}T + 2.3\times10^{-11}T^3 \quad (1202.3.9)$$

② $700℃ < T \le 1200℃$

$$\epsilon_c(T) = 14\times10^{-3} \quad (1202.3.10)$$

(2) 석회질 골재 콘크리트

① $20℃ \le T \le 805℃$

$$\epsilon_c(T) = -1.2\times10^{-4} + 6\times10^{-6}T + 1.4\times10^{-11}T^3 \quad (1202.3.11)$$

② $805℃ < T \le 1200℃$

$$\epsilon_c(T) = 12\times10^{-3} \quad (1202.3.12)$$

1202.3.3.2 콘크리트 비열

(1) 함수율이 0%인 콘크리트의 비열 $c_p(T)$은 골재 종류에 관계없이 다음 식으로 산정한다.

① $20℃ \le T \le 100℃$

$$c_p(T) = 900 \ [\mathrm{J/kg℃}] \quad (1202.3.13)$$

② $100℃ \leq T \leq 200℃$

$$c_p(T) = 900 + (T - 100) \ [\text{J/kg℃}] \quad (1202.3.14)$$

③ $200℃ \leq T \leq 400℃$

$$c_p(T) = 1{,}000 + (T - 200)/2 \ [\text{J/kg℃}] \quad (1202.3.15)$$

④ $400℃ \leq T \leq 1200℃$

$$c_p(T) = 1{,}100 \ [\text{J/kg℃}] \quad (1202.3.16)$$

(2) 함수율에 따른 100℃~115℃ 사이에서의 콘크리트의 비열의 최대값 $c_{p.peak}$은 다음 식으로 산정한다. 이외 함수율에 대한 콘크리트의 비열은 직선 보간법을 사용하여 계산한다.

① 함수율이 콘크리트 무게의 0%

$$c_{p.peak} = 900 \ [\text{J/kg℃}] \quad (1202.3.17)$$

② 함수율이 콘크리트 무게의 1.5%

$$c_{p.peak} = 1{,}470 \ [\text{J/kg℃}] \quad (1202.3.18)$$

③ 함수율이 콘크리트 무게의 3.0%

$$c_{p.peak} = 2{,}020 \ [\text{J/kg℃}] \quad (1202.3.19)$$

(3) 가열로 인한 콘크리트 내 수분의 증발로 인한 콘크리트의 밀도를 다음 식으로 산정한다.

① $20℃ \leq T \leq 115℃$

$$\rho_c(T) = \rho_{c,20} \quad (1202.3.20)$$

② $115℃ \leq T \leq 200℃$

$$\rho_c(T) = \rho_{c,20}(1 - 0.02(T - 115)/85) \quad (1202.3.21)$$

③ $200℃ \leq T \leq 400℃$

$$\rho_c(T) = \rho_{c,20}(0.98 - 0.03(T - 200)/200) \quad (1202.3.22)$$

④ $400℃ \leq T \leq 1{,}200℃$

$$\rho_c(T) = \rho_{c,20}(0.95 - 0.07(T - 400)/800) \quad (1202.3.23)$$

1202.3.3.3. 콘크리트 열전도율

콘크리트의 열전도율 $\lambda_c(T)$의 상한값과 하한값은 다음 식으로 산정한다.

① 상한값 ($20℃ \leq T \leq 1{,}200℃$, W/m℃)

$$\lambda_c(T) = 2 - 0.2451(T/100) + 0.0107(T/100)^2 \quad (1202.3.24)$$

② 하한값 ($20℃ \leq T \leq 1{,}200℃$, W/m℃)

$$\lambda_c(T) = 1.36 - 0.136(T/100) + 0.0057(T/100)^2 \quad (1202.3.25)$$

1202.3.3.4. 철근 열변형률

철근의 열변형률 $\epsilon_s(T)$은 상온(20℃)을 기준으로 다음 식으로 산정한다.

① $20℃ \le T \le 750℃$

$$\epsilon_s(T) = -2.416\times10^{-4} + 1.2\times10^{-5}T + 0.4\times10^{-8}T^2 \quad (1202.3.26)$$

② $750℃ \le T \le 860℃$

$$\epsilon_s(T) = 1.1\times10^{-2} \quad (1202.3.27)$$

③ $860℃ \le T \le 1200℃$

$$\epsilon_s(T) = -6.2\times10^{-3} + 2\times10^{-5}T \quad (1202.3.28)$$

1202.3.4 고강도 콘크리트(HSC)

1202.3.4.1 일반사항

(1) 고강도 콘크리트의 재료 특성은 이 장을 적용한다.

(2) 고강도 콘크리트 구조 부재는 화재 노출 시간 동안 하중 능력을 유지하도록 설계·시공하여야 한다.

(3) 방화구획에 적용되는 고강도 콘크리트 벽체, 기둥, 슬래브 혹은 지붕은 방화구획의 성능을 유지할 수 있도록 설계·시공하여야 한다.

1202.3.4.2 폭렬

(1) 고강도 콘크리트의 폭발성 폭렬은 발생하지 않도록 조치하는 것을 원칙으로 하며, 발생에 대비하여 폭발성 폭렬이 구조성능에 미치는 영향을 검토하여야 한다.

(2) 폭발성 폭렬은 콘크리트 내부의 함수량이 중량 대비 2.0% 이상일 때 발생할 수 있으므로 단면 감소에 의한 하중지지력 감소를 검토해야 한다.

1202.3.4.3 콘크리트의 탈락

화재에 노출된 부분의 콘크리트 탈락이 발생하지 않도록 하여야 하며, 발생할 경우 구조성능에 미치는 영향을 검토하여야 한다.

1202.3.4.4 재료의 열적 특성

고강도 콘크리트도 1202.3.3에서 제시한 콘크리트 열적 특성을 적용한다.

1202.4 구조해석과 내화구조설계

1202.4.1 일반사항

(1) 구조시스템의 구조해석 모델은 열적 및 구조적 거동을 반영할 수 있어야 한다.

(2) 화재 노출 시간에 따른 구조부재 및 구조시스템의 안전성 확보하기 위해서는 다음을 만족해야 한다.

$$R_{u,t} \le R_{n,t} \quad (1202.4.1)$$

여기서, $R_{u,t}$ = 화재시 소요강도

$R_{n,t}$ = 화재시 열적 특성을 고려한 공칭강도

t = 화재노출시간

(3) 1202.4.3에 따른 평가 외에도 내화성능은 화재실험을 통한 평가 또는 해석적 내화성능 평가와 화재실험을 통한 실험 결과를 조합하여 평가할 수 있다.

(4) 부재의 내화성능 평가는 1202.4.3.1과 1202.4.3.2에 규정한 약산법과 상세계산법을 적용할 수 있다.

(5) 1202.4.3.1은 표준화재에 의한 실험 결과에 근거한 것으로 표준화재에 의한 내화성능을 평가할 경우에 적용한다.

(6) 화재 상태에서의 재료특성은 실험 결과에 근거하여 결정되거나 데이터가 없을 경우 1202.3에서 규정한 재료 특성을 사용할 수 있다.

(7) 고강도 콘크리트는 구조부재의 구조성능 저하를 방지하기 위해 적절한 폭렬 방지 방안을 적용하여야 하며 폭렬을 고려하여 내화성능의 평가할 경우에는 1202.3.4.2를 적용한다.

1202.4.2 구조해석

1202.4.2.1 부재 해석

(1) 화재 상태에서의 부재 해석은 개별 부재에 대한 구조해석으로 1202.2.2에 규정한 재료 특성 및 하중을 적용한다.

(2) 부재의 응력은 상온에서 부재를 해석한 결과를 1202.2.2의 화재상태에서의 하중계수와의 비율을 적용하여 약산할 수 있다.

(3) 화재상태 구조물의 구조해석에는 부재의 내부 온도 분포에 따른 열적 변형을 고려하여야 한다. 단, 열적 팽창에 따른 축방향 변형이나 면내 응력은 고려하지 않을 수 있다

(4) 상온에서 구조설계에 적용한 부재의 지지점과 단부의 지지조건은 화재 노출 동안 변하지 않는 것으로 가정한다.

1202.4.2.2 부분구조 해석

(1) 화재 상태에서의 전체구조물에 대한 해석 대신 부분구조 해석을 적용할 수 있다. 부분구조 해석에는 1202.2.2에 규정한 재료 특성 및 하중을 적용한다.

(2) 부분구조해석에 적용하는 부재의 응력은 상온에서 전체구조해석 결과를 1202.2.2의 화재상태에서의 하중계수의 비율을 적용하여 약산할 수 있다.

(3) 부분구조는 연결되는 구조체와의 상호작용에 의해 지지조건 및 경계조건이 변화하지 않고 열변형을 고려할 수 있어야 한다. 또한, 상온에서 구조해석에 적용한 지점 조건과 지점에서 발생하는 응력과 휨모멘트는 화재 노출 동안에도 변화하지 않는 것으로 가정한다.

(4) 부분구조는 화재 노출 동안 발생할 수 있는 파괴모드, 온도에 따른 재료 특성과 부재의 강성, 열팽창과 열변형의 영향을 고려하여 해석하여야 한다.

1202.4.2.3 전체구조 해석

전체구조를 해석하는 경우 화재로 인해 발생할 수 있는 파괴모드, 온도에 따른 재료특성, 부재의 강성, 열팽창 및 열변형을 고려해야 한다.

1202.4.3 내화구조설계

1202.4.3.1 약산법

1202.4.3.1.1 일반사항

(1) 내화성능은 식 1202.4.1을 만족하여야 한다.

(2) 화재에 노출된 콘크리트 부재의 온도 분포는 실험 또는 1202.4.2.1의 부재해석에 의해 정한다. 단, 표준화재에 노출된 시간에 따른 부재의 온도 분포는 [그림 1202.4.1]~[그림 1202.4.3]을 적용할 수 있다.

(3) 설계법은 500℃ 등온선법과 구획법을 사용할 수 있다.

1202.4.3.1.2 500℃ 등온선법

(1) 500℃ 등온선법은 표준화재나 부재 단면 내부의 동일한 깊이에서 동일한 온도를 발생시키는 화재에 적용한다. 이 조건에 부합되지 않는 화재에 대한 내화구조설계는 부재의 시간-온도에 따른 각 부위별 온도에 따른 재료 특성 변화를 고려하여야 한다. 부재별 시간-온도 분포는 [그림 1202.4.1]~[그림 1202.4.3]의 예시를 적용할 수 있다. 단, 콘크리트 배합조건, 단면형상 및 크기, 철근배치 등 내화성능에 영향을 미칠 수 있는 조건을 정확하게 평가하기 위해서는 표준화재실험 측정치를 적용할 수 있다.

(2) 500℃ 등온선법에 의한 구조부재의 성능은 부재 단면에서 온도가 500℃를 초과하는 부분은 콘크리트의 재료성능을 상실한 것으로 간주하여 나머지 단면에 대해 상온에서의 콘크리트 재료성능을 적용하여 계산한다. 단, 철근의 재료특성은 부재 내부 위치에 따라 온도를 결정하여 적용한다.

(3) 500℃ 등온선법은 다음의 경우 <표 1202.4.1.>과 <표 1202.4.2>의 최소폭을 확보하여야 한다.

① 표준화재에 노출된 부재

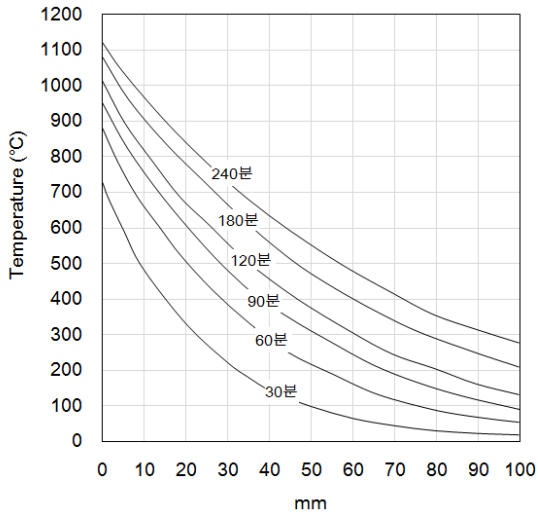
② 개구부계수 $O \geq 0.14 \mathrm{m}^{1/2}$ 인 변수화재에 노출된 부재

<표 1202.4.1> 내화시간에 따른 단면의 최소폭

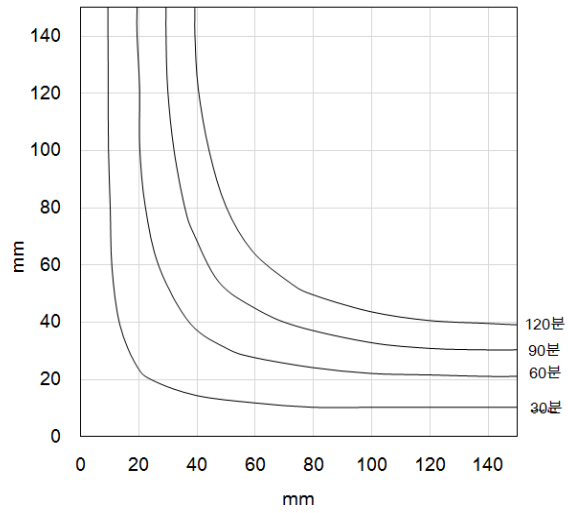
시간	60분	90분	120분	180분	240분
단면의 최소폭 (mm)	90	120	160	200	280

<표 1202.4.2> 화재 하중 밀도에 따른 단면의 최소폭

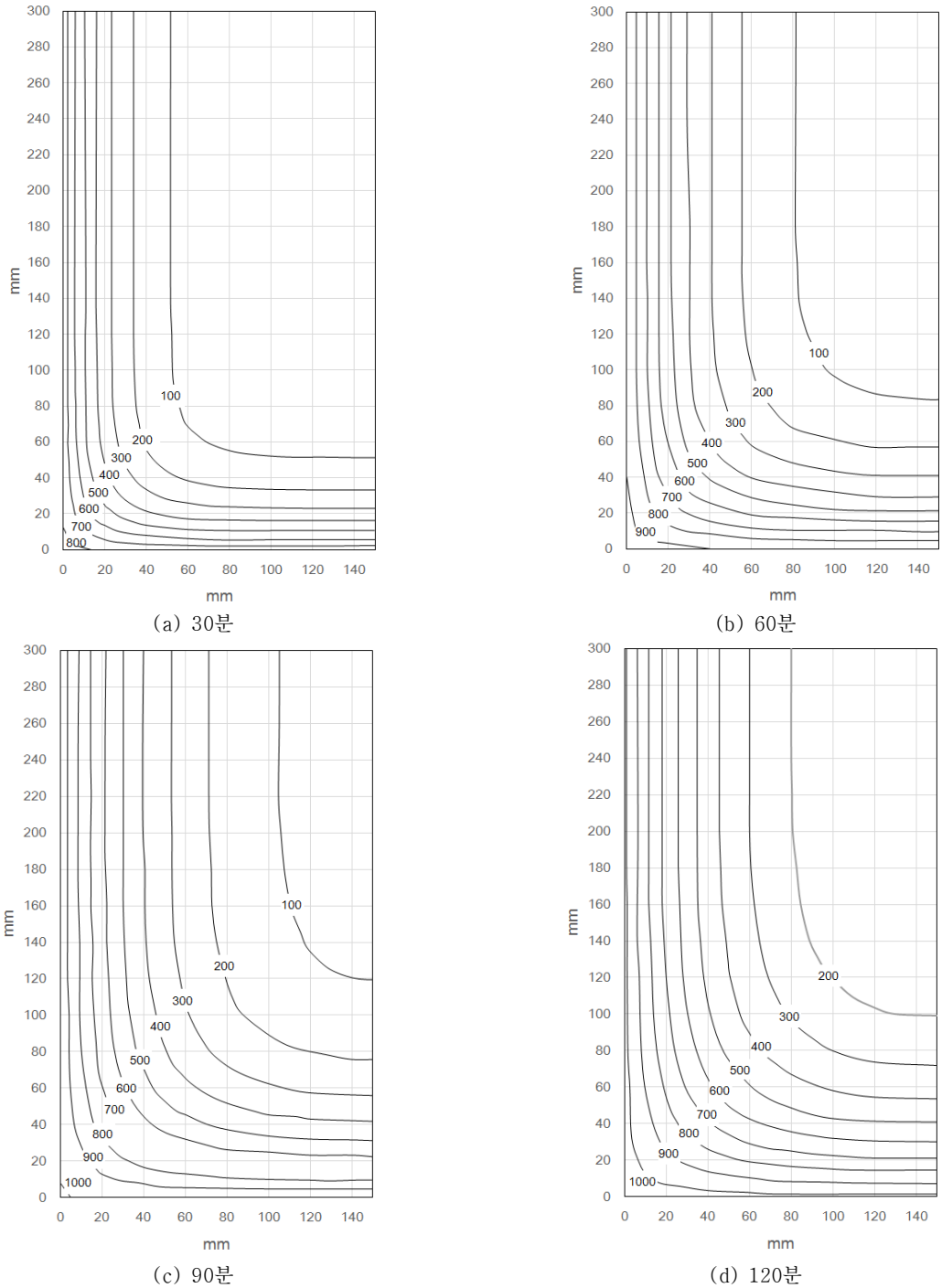
화재 하중 밀도 (MJ/m^2)	200	300	400	600	800
단면의 최소폭 (mm)	100	140	160	200	240



[그림 1202.4.1] 시간에 따른 슬래브의 온도 분포,
두께 h=200mm (30~240분)



[그림 1202.4.2] 기둥의 500℃ 등온선,
기둥의 크기=300mm×300mm



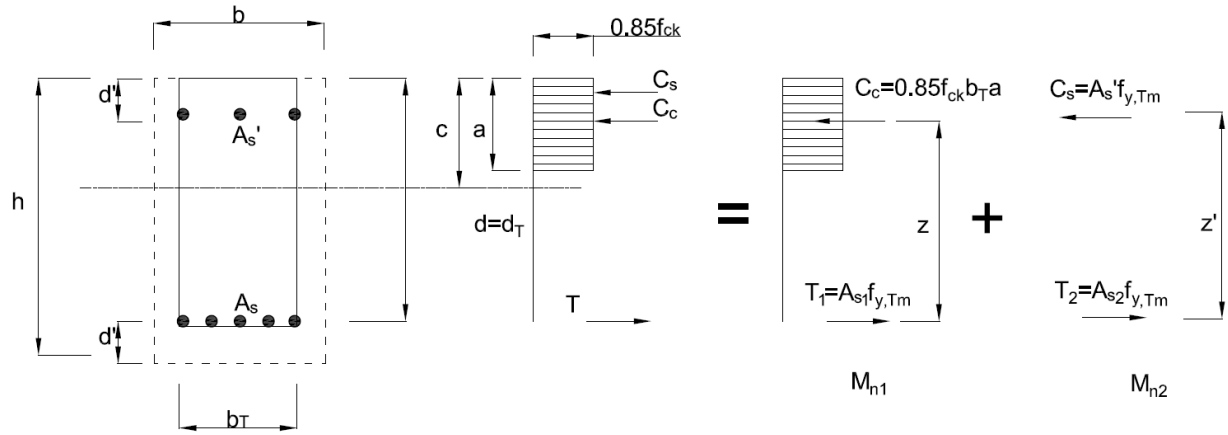
(a) 30분

(b) 60분

(c) 90분

(d) 120분

[그림 1202.4.3] 보의 온도 분포, 크기=b×h=300mm×600mm



여기서, b_T = 유효단면의 폭

d_T = 유효단면의 유효춤

z = 인장철근과 콘크리트의 응력중심간 거리

z' = 압축철근과 인장철근의 응력중심간 거리

A_s = 인장철근량

A_s' = 압축철근량

A_{s1} = 콘크리트의 압축력에 대응하는 인장철근

A_{s2} = 압축철근의 압축력에 대응하는 인장철근

f_{ck} = 상온에서의 콘크리트 설계기준압축강도

$f_{ck,T}$ = 온도 T에서의 콘크리트 압축강도

f_{y,T_m} = 철근층의 온도에 따른 평균 항복강도

a= 직사각형 응력블록의 깊이

d'= 단면의 외부에서 철근 중심까지의 거리

[해그림 1202.4.2] 압축 철근을 가진 직사각형 콘크리트 단면의 극한 한계 상태에서의 응력 분포

1202.4.3.1.3 구획법

구획법에 의한 내화성능은 다음과 같이 평가하여야 한다.

(1) 단면을 동일한 두께로 평행하게 3개 이상의 구역으로 나눈다.

(2) 각 세분한 단면에서 평균 온도를 구하고 콘크리트와 철근의 재료적 특성을 평가한다.

(3) 구해진 재료특성에 의해 계산된 단면의 구조적 성능을 조합하고 전체 단면의 구조성능을 구하여 내화성능을 평가한다.

1202.4.3.2 상세계산법

1202.4.3.2.1 일반사항

(1) 상세계산법은 화재에 노출된 구조체의 구조거동을 나타내도록 1202.4.2.2 또는 1202.4.2.3의 해석을 수행하여야 하며, 이 해석 결과에 근거하여 구조물의 내화성능을 평가하여야 한다.

(2) 상세계산법으로 폭렬, 압축철근의 국부 좌굴, 전단 및 부착 파괴, 정착 손상 등의 국부적 파괴현상을 적용한 내화성능의 평가에는 사용성 한계를 고려하여야 한다.

(3) 상세계산법은 다음 계산 결과를 포함하여야 한다.

① 구조부재 내부 온도의 상승과 분포

② 구조체 혹은 구조부재의 역학적 거동

(4) 상세계산법는 화재 온도구간과 가열속도에 대한 구조재료의특성이 제시되는 모든 화재곡선에 적용가능 하며, 어떤 형태의 단면에도 적용할 수 있다. 해석방법은 1202.4.2.2 또는 1202.4.2.3에 따른다.

1202.4.3.2.2 열응답

(1) 상세계산법에 의한 열적 반응의 계산은 열전달 이론의 가정 및 원칙을 따라야 한다.

(2) 상세계산법을 적용하여 화재 시간에 따른 주요 구조부 온도의 계산은 대류, 복사, 열전도에 의한 열전달 작용을 고려하여 해석하여야 한다.

(3) 상세계산법의 열적 반응 계산은 다음을 포함하여야 한다.

① 1201.6 설계화재에 따른 온도 작용

② 구조재료의 열적 특성

(4) 상세계산법에서 콘크리트 혹은 내화재 내부의 수분의 양 및 수분의 이동은 무시할 수 있다.

(5) 상세계산법에서 철근콘크리트 부재의 온도 분포는 철근을 무시하고 평가할 수 있다.

1202.4.3.2.3 역학적 거동

(1) 상세계산법에 의한 역학적 거동의 계산은 온도에 따른 재료의 역학적 특성 변화를 고려한 구조역학 이론의 가정과 원칙에 따라야 한다.

(2) 역학적 거동 평가에는 화재로 인한 온도 상승과 온도차에 의한 열변형과 열응력의 효과를 고려하여야 한다.

(3) 상세계산법에 의한 파괴변형률의 계산을 위해서는 구조물의 모든 부재 사이에 적합 조건을 만족하여야 한다.

(4) 필요한 경우 역학적 반응의 계산에 기하학적 비선형 효과를 고려해야 한다.

(5) 화재에 노출된 개별 부재, 부분구조 혹은 전체구조의 하중지지 능력은 소성해석법으로 평가할 수 있다.

(6) 철근콘크리트 단면의 소성변형 능력은 고열에 의해 증가된 콘크리트와 철근의 변형률인 $\epsilon_{c,T}$와 $\epsilon_{st,T}$을 고려하여

야 평가하여야 한다.

(7) 직접적으로 화재에 노출되는 단면의 압축응력을 받는 부분은 콘크리트 피복의 탈락 혹은 폭렬 발생으로 인한 단면감소의 구조적 영향을 검토하여야 한다.

(8) 구조부재 혹은 부분 구조체의 해석에서 부재 지지부의 손상으로 인한 구조체의 파괴를 방지하기 위하여 부재의 지점 상태를 평가하여야 한다.

1202.4.3.2.4 상세계산법에 의한 결과의 검증

(1) 상세계산법을 적용한 계산 결과의 정확도는 실험 결과와 비교를 통하여 검증할 수 있다.

(2) 상세계산법의 결과는 온도, 변형, 내화시간을 나타낼 수 있어야 한다.

(3) 좌굴길이, 부재 크기, 하중 크기 등 중요 변수는 대한 민감도 분석을 통해 해석 모델이 공학적 원리들이 적절히 구현되고 있는지 검토하여야 한다.

1202.4.3.2.5 화재상태에서의 압축재의 좌굴

(1) 이 장은 화재상태에서 좌굴에 의해 영향을 받는 압축부재에 적용한다.

(2) 화재상태에서의 압축재의 좌굴에 대한 검토는 상온에서의 좌굴 검토방법을 적용할 수 있다. 단, 화재상태에서의 압축부재의 재료특성 변화에 따른 강성 및 강도의 저하, 탄성계수의 변화, 단면감소 등을 고려하여야 한다.

(3) 압축재의 정확한 좌굴에 대한 평가는 화재로 인한 열변형, 재료특성 변화, 구조적 거동 변화 등을 나타내는 2차 해석을 수행하여야 한다.

1202.4.3.2.6 전단력, 비틀림을 받는 부재

(1) 최소 부재 크기를 만족하는 부재는 전단력과 비틀림에 대한 검토가 필요하지 않다.

(2) 전단, 비틀림, 정착을 위한 계산법은 실험 데이터를 바탕으로 수치해석을 활용할 수 있다.

1202.4.3.2.7 접합부

(1) 화재에 노출되는 구조부재의 접합부는 접합되는 부재의 성능 기준을 만족하여야 전체 구조물의 안정성이 충분히 확보되어야 한다.

(2) 팽창 줄눈과 같은 간격을 갖는 접합부 간격의 폭은 20mm를 초과할 수 없으며, 분리되는 간격에 사용하는 채움재의 두께는 분리되는 구조부재 최소 두께의 1/2을 초과할 수 없다. 채움재는 필요한 내화성능을 갖추어야 하며 채움재의 두께가 구조부재 최소 두께의 1/2을 초과하는 경우 내화성능을 평가하여야 한다.

1202.4.3.2.9 내화피복재

(1) 구조성능을 확보하기 위해 구조부재에 내화피복재를 적용할 수 있다.

(2) 구조부재에 사용하는 내화피복재의 화재 특성 및 성능은 실험으로 평가해야 한다.

[1202의 참고문헌]

1. KS F 2257-1 (2014), 건축 부재의 내화 시험방법 — 일반 요구사항, 국가기술표준원.
2. KS F 2257-4 (2015), 건축 부재의 내화 시험방법 — 내력 수직 구획 부재의 성능 조건, 국가기술표준원.
3. KS F 2257-5 (2014), 건축 부재의 내화 시험방법 — 수평 내력 구획 부재의 성능 조건, 국가기술표준원.
4. KS F 2257-6 (2014), 건축 부재의 내화 시험방법 — 보의 성능 조건, 국가기술표준원.
5. KS F 2257-7 (2014), 건축 부재의 내화 시험방법 — 기둥의 성능 조건, 국가기술표준원.
6. 신성우 외 9인, (2008), 고강도콘크리트 구조내화설계, 대한건축학회.
7. 김동준, 한병찬, 이재영, 권영진 (2011). 압축강도 및 함수율이 콘크리트의 폭렬에 미치는 영향. 한국화재소방학회 논문지, 25(1), pp. 42-49.
8. 최순욱, 이규필, 장수호, 박영택, 배규진 (2014). 화재곡선과 PET섬유 혼입량에 따른 고강도 세그먼트 콘크리트의 화재저항성 평가에 대한 연구. 한국터널지하공간학회논문집, 16(3), pp. 311~320.
9. ACI (1989), "216R-89: Guide for determining the fire endurance of concrete elements." ACI Farmington Hills, MI, USA.
10. ACI (2014), "216.1-14: Code requirements for determining fire resistance of concrete and masonry construction assemblies," Farmington Hills, Michigan: American Concrete Institute.
11. Anderberg, Y., and Thelandersson, S. (1976). Stress and deformation characteristics of concrete at high temperatures. 2. Experimental investigation and material behaviour model. Bulletin of Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Bulletin 54.
12. ASCE (1992), "Structural fire protection." ASCE Committee on Fire Protection, Structural Division, American Society of Civil Engineers, New York.
13. ASTM, E. (2000), "119, Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials," 1995 Annual Book of ASTM Standards, 4, 436.
14. Bilow, D.N. and Kamara, M.E. (2008), "Fire and concrete structures," Proc. Conf. Structures: Crossing Borders, ASCE.
15. Bo, S. (2011), “Finite Element Simulation of Fire Induced Spalling in High Strength Concrete Slabs,”
16. British Standards Institution (1985) “Structural use of concrete. Part 2: code of practice for special circumstance. BS 8110: Part 2,” London
17. British Standards Institution, "BS 476:Fire tests on building materials and structures,"
18. British Standards Institution (2004), "Eurocode 2: design of concrete structures-part 1-1: general rules and rules for buildings," European Committee for Standardization.
19. British Standards Institution (2005), "Eurocode 2: Design of concrete structures-Part 1-2: General rules-structural fire design," European Committee for Standardization.
20. Buchanan, A.H. and Abu, A.K. (2017), "Structural design for fire safety." John Wiley & Sons.
21. Chan, Y., Peng, G. and Anson, M. (1999), "Residual strength and pore structure of high-strength concrete and normal strength concrete after exposure to high temperatures," Cement and Concrete Composites, 21, pp. 23~27.
22. Choi, E. G. and Shin, Y. S. (2011). The structural behavior and simplified thermal analysis of normal-strength and high-strength concrete beams under fire. Engineering Structures, 33(4), 1123-1132.
23. Féderation International de la Précontrainte/Comité Euro-International du Béton (FIP/CEB) (1978) “FIP/CEB Report on Methods of Assessment of the Fire Resistance of Concrete Structural Members,” Cement and Concrete Association, Slough
24. Institution, B.S. (2004), "Eurocode 2: Design of concrete structures-part 1-1: general rules and rules for buildings," European Committee for Standardization.

25. Institution, B.S. (2005), "Eurocode 2: Design of concrete structures—Part 1—2: General rules—structural fire design," European Committee for Standardization.
26. Jumppanen, U. M. & Diederichs, U. (1991). Mechanical high temperatures properties and spalling behaviour of high strength concrete. In ACI Spring Convention.
27. Kang, J., Yoon, H., Kim, W., Kodur, V., Shin, Y. & Kim, H. (2016). Effect of wall thickness on thermal behaviors of RC walls under fire conditions. International Journal of Concrete Structures and Materials, 10(3), pp. 19—31.
28. Kodur, V. (1999). "Fiber reinforced concrete for enhancing structural fire resistance of columns," Special Publication, 182, pp. 215—234.
29. Kodur, V. (2014), "Properties of concrete at elevated temperatures," ISRN Civil Engineering, 2014.
30. Kodur, V. and Sultan, M. (2003), "Effect of temperature on thermal properties of high—strength concrete," Journal of Materials in Civil Engineering, 15, pp. 101~107.
31. Meyer—Ottens, C. (1972). The question of spalling of concrete structural elements of standard concrete under fire loading. Technical University of Braunschweig.
32. Phan, L.T., McAllister, T.P., Gross, J.L. and Hurley, M.J. (2010), "Best practice guidelines for structural fire resistance design of concrete and steel buildings," NIST technical note, 1681, 199.
33. Popovics, S. (1973), "A numerical approach to the complete stress—strain curve of concrete," Cement and Concrete Research, 3, pp. 583~599.
34. Ryu, E., Shin, Y. and Kim, H. (2018). Effect of loading and beam sizes on the structural behaviors of reinforced concrete beams under and after fire. International Journal of Concrete Structures and Materials, 12(1), 54.
35. Sanjayan, G. and Stocks, L. (1993), "Spalling of high—strength silica fume concrete in fire," Materials Journal, 90, pp. 170~173.
36. 豊田康二 他. (2003), "火災加熱を受ける超高強度コンクリートのカ学的特性に関する実験的研究," 日本建築学会構造工学論文集、Vol. 49B, pp. 367—374.
37. 日本建築学会編：鋼構造耐火設計指針、1999.
38. 日本建築学会：構造材料の耐火性ガイドブック、丸善、2009.
39. 豊田康二 他. (2003), "火災加熱を受ける超高強度コンクリートのカ学的特性に関する実験的研究," 日本建築学会構造工学論文集、Vol.49B、pp.367—374
40. 土井文好, 太田福男, 斉藤辰彦. (1993), "超高強度コンクリートの熱的性質に関する実験的研究", コンクリート工学年次論文報告集, Vol.15, No.1, pp. 109—114
41. 原田有. (1954), "高温度におけるセメントモルタル及びコンクリートの熱伝導率の変化"、日本建築学会論文報告集
42. 日本建築学会編, 鋼構造耐火設計指針, 1999年
43. 日本建築学会, 構造材料の耐火性ガイドブック, 丸善, 2009

1203 강구조 내화구조설계

1203.1 일반사항

1203.1.1 적용 범위

(1) 이 장은 강구조 건축물의 내화구조설계에 적용한다.

(2) 이 장은 강구조물의 조기붕괴를 방지하기 위해서 화재에 노출시 하중지지 성능을 확보할 필요가 있는 강구조물에 적용한다.

(3) 국토교통부령 제641호 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 제3조에 따라 내화구조로 인정받은 구조는 이 장을 적용할 필요가 없다.

1203.2 내화구조설계 기본원칙

1203.2.1 일반사항

(1) 강구조물은 화재 노출 시간 동안 필요한 구조성능을 유지하도록 설계·시공하여야 한다.

(2) 방호목적 또는 구획부재의 설계기준에 따라 하중을 지지하는 구조부의 변형을 고려해야 할 경우에는 요구하는 변형기준을 적용하여야 한다.

(3) 다음에 해당하는 경우에는 하중을 지지하는 구조부의 변형에 대하여 고려할 필요가 없다.

① 내화피복에 의한 효용성을 1203.3.4에 따라 평가하는 경우

② 구획부재들이 공칭화재 노출 조건에 따른 요구조건들을 충족하는 경우

(4) 표준화재를 적용하는 경우 부재는 하중지지력만을 평가하며, 화재노출 요구시간 동안 하중지지력을 유지하는 경우 요구조건을 만족하는 것으로 간주한다. 탄화수소화재를 적용하는 경우에도 동일한 기준을 적용하여야 하며, "HC"로 표기하여 참조할 수 있도록 한다.

(5) 변수화재를 적용하는 경우에는 화재의 쇠퇴기를 포함한 전구간 또는 화재노출 요구시간 동안 구조물이 붕괴되지 않을 경우 하중지지력을 유지하는 것으로 간주한다.

(6) 구조용 강재의 표면 방사율은 0.7을 적용한다.

1203.2.2 하중 및 구조재료

1203.2.2.1 하중조합 및 소요강도

(1) 화재 노출시 설계에 대한 관련 기준의 규정이 없는 경우, 구조 및 부재의 소요강도는 0301.5.3과 같이 식(1201.7.1)의 중력하중 조합으로 결정되어야 한다.

(2) 식(1201.7.1)에 규정된 중력하중 조합과 함께 0703.2.1에서 정의된 최소횡하중 $N_i = 0.002 Y_i$를 포함시켜 구조물의 각 층에 적용하여야 한다. 여기서, N_i = i층에 작용하는 횡하중, Y_i = 하중조합에 의해 i층에 작용하는 식(1201.7.1)에 규정된 설계중력하중. 이 기준에 의해 특별히 규정되지 않는 한, 고정하중(D), 활하중(L) 및 적설하중(S)는 0301.4에 명시된 설계하중이어야 한다.

1203.2.2.2 재료 특성

(1) 화재 상태에서 구조물의 안전성은 화재로 인한 온도 상승에 따른 구조재료의 특성 변화를 고려하여 검토하여야 한다.

(2) 화재 상태에서 구조재료의 열적 변화는 상온 상태의 재료 특성을 기준으로 온도 상승에 따른 재료의 성능변화를 나타낸 특성을 적용할 수 있다.

1203.3 고온에서의 재료특성

1203.3.1 일반사항

(1) 고온에서 재료의 열 및 기계적 특성은 시험결과로부터 결정하여야 한다.

(2) 일반적인 건축용 강재, 콘크리트, 접합재의 경우 별도의 시험결과가 없을 경우 이 절에서 규정한 물성값을 사용할 수 있다. 다만, 아래의 조건에 해당하는 경우 이 값을 사용할 수 없다.

① 강재의 항복강도가 650MPa를 초과하거나 콘크리트의 압축강도가 60MPa를 초과하는 경우

② 내화강(KS D 3865)과 같이 일반 건축용 재료와 고온 재료특성에 분명한 차이가 있는 경우

(3) 상온 20℃에서의 강재의 설계기준강도는 0701.4.3에 제시된 값을 사용하여야 한다.

1203.3.2 고온에서의 강도 및 변형 특성

구조용 강재, 콘크리트, 접합재에 대해 분당 가열속도가 2~50℃의 범위에 해당하는 경우 고온에서의 강도 및 변형특성은 다음과 같이 정의된다.

(1) 구조용 강재의 온도 T에서의 $F_{y,T}$, $F_{p,T}$, $F_{u,T}$, $E_{s,T}$, $G_{s,T}$ 값은 상온인 20°C에서의 값의 비율로 표현되며, <표 1203.3.1>과 같이 정의된다. 여기서, $F_{p,T}$는 고온시 비례한계로 항복강도에 대한 비율로 정의되며, 표에 제시된 값들 사이의 값은 직선보간하여 사용하는 것이 허용된다.

(2) 고온에서 강재의 응력-변형률 곡선은 [그림1203.3.1]과 같이 정의된다.

(3) 콘크리트의 온도 T에서의 $f_{ck,T}$, $E_{c,T}$, $\epsilon_{cu,T}$ 값은 상온인 20°C에서의 값의 비율로 표현되며, <표 1203.3.2>와 같이 정의된다. 이 값들 사이의 값은 직선보간하여 사용할 수 있다. 경량 콘크리트의 경우 ϵ_{cu} 값은 시험결과로부터 결정되어야 한다.

(4) 고장력볼트의 온도 T에서의 $F_{nt,T}$, $F_{nv,T}$ 값은 상온인 20°C에서의 값의 비율로 표현되며, <표 1203.3.3>과 같이 정의된다. 이 값들 사이의 값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

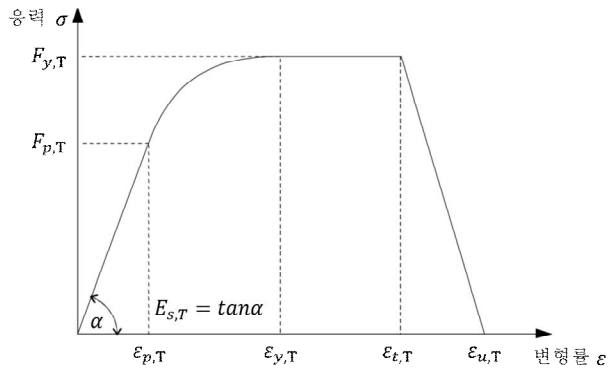
(5) 용접재의 온도 T에서의 $F_{w,T}$ 값은 상온인 20°C에서의 값의 비율로 표현되며, <표 1203.3.3>과 같이 정의된다. 이 값들 사이의 값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

(6) 구조용 강재의 밀도 ρ_s는 강재의 온도와 무관하게 7850kg/m^{3}를 적용할 수 있다.

<표 1203.3.1> 고온에서 구조용 강재의 기계적 성질

강재 온도 (℃)	$k_E = E_{s,T}/E_s = G_{s,T}/G_s$	$k_p = F_{p,T}/F_y$	$k_y = F_{y,T}/F_y$	$k_u = F_{u,T}/F_y$
20	1.000	1.000	*	*
100	1.000	1.000	*	*
200	0.900	0.807	*	*
300	0.800	0.613	*	*
400	0.700	0.420	1.000	1.000
500	0.600	0.360	0.780	0.780
600	0.310	0.180	0.470	0.470
700	0.130	0.075	0.230	0.230
800	0.090	0.050	0.110	0.110
900	0.068	0.038	0.060	0.060
1000	0.045	0.025	0.040	0.040
1100	0.023	0.013	0.020	0.020
1200	0.000	0.000	0.000	0.000

* 상온시 값을 사용



변형률 구간	응력 (σ)	탄성계수
$\epsilon \le \epsilon_{p,T}$	$\epsilon E_{s,T}$	$E_{s,T}$
$\epsilon_{p,T} < \epsilon < \epsilon_{y,T}$	$F_{p,T} - c + \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - [\epsilon_{y,T} - \epsilon]^2}$	$\frac{b[\epsilon_{y,T} - \epsilon]}{a\sqrt{a^2 - [\epsilon_{y,T} - \epsilon]^2}}$
$\epsilon_{y,T} \le \epsilon \le \epsilon_{t,T}$	$F_{y,T}$	0
$\epsilon_{t,T} < \epsilon < \epsilon_{u,T}$	$F_{y,T}\frac{1 - [\epsilon - \epsilon_{t,T}]}{\epsilon_{u,T} - \epsilon_{t,T}}$	–
$\epsilon = \epsilon_{u,T}$	0	–

$\epsilon_{p,T} = F_{p,T}/E_{s,T},\ \epsilon_{y,T} = 0.02,\ \epsilon_{t,T} = 0.15,\ \epsilon_{u,T} = 0.20$

$a^2 = [\epsilon_{y,T} - \epsilon_{p,T}][\epsilon_{y,T} - \epsilon_{p,T} + c/E_{s,T}]$

$b^2 = c[\epsilon_{y,T} - \epsilon_{p,T}]E_{s,T} + c^2$

$c = [F_{y,T} - F_{p,T}]^2 / \{[\epsilon_{y,T} - \epsilon_{p,T}]E_{s,T} - 2[F_{y,T} - F_{p,T}]\}$

여기서,

$F_{y,T}$ = 고온에서의 유효항복강도

$F_{p,T}$ = 고온에서의 비례한계

$E_{s,T}$ = 고온에서의 선형 탄성계수

E_s = 상온에서의 선형 탄성계수

$\epsilon_{p,T}$ = 고온에의 비례한계에 대한 변형률

$\epsilon_{y,T}$ =고온에서의 항복변형률

$\epsilon_{t,T}$ = 고온에서의 항복강도에 대한 한계변형률

$\epsilon_{u,T}$ = 고온에서의 극한변형률

[그림 1203.3.1] 고온에서 강재의 응력-변형률 곡선

<표 1203.3.2> 고온에서 콘크리트의 강도 및 변형률

콘크리트 온도 (℃)	$k_c = f_{ck,T}/f_{ck}$		$E_{c,T}/E_c$	$\epsilon_{cu,T}$, %
	일반 콘크리트	경량 콘크리트		일반 콘크리트
20	1.00	1.00	1.00	0.25
100	1.00	1.00	0.92	0.40
200	0.95	1.00	0.75	0.55
300	0.85	1.00	0.62	0.70
400	0.75	0.88	0.57	1.00
500	0.60	0.76	0.27	1.50
600	0.45	0.64	0.14	2.50
700	0.30	0.52	0.08	2.50
800	0.15	0.40	0.07	2.50
900	0.08	0.28	0.05	2.50
1000	0.04	0.16	0.03	2.50
1100	0.01	0.04	0.02	2.50
1200	0.00	0.00	0.00	–

<표 1203.3.3> 고온에서 접합재의 강도

접합재 온도 (℃)	고장력볼트 ($k_b = F_{nt,T}/F_{nt}$ or $F_{nv,T}/F_{nv}$)	필릿용접 ($k_w = F_{w,T}/F_w$)	그루브용접 ($k_w = F_{w,T}/F_w$)
20	1.000	1.000	1.000
100	0.968	1.000	1.000
200	0.935	1.000	1.000
300	0.903	1.000	1.000
400	0.775	0.876	1.000
500	0.550	0.627	0.780
600	0.220	0.379	0.470
700	0.100	0.130	0.230
800	0.067	0.074	0.074
900	0.033	0.018	0.018
1000	0.000	0.000	0.000

1203.3.3 고온에서의 열적 특성

구조용 강재 및 철근의 고온 열물성 계수는 다음과 같이 정의된다.

1203.3.3.1 열팽창율

구조용 강재 및 철근의 열팽창률 $\Delta l/l$은 다음과 같이 정의된다.

① $20℃ \le T < 750℃$

$$\Delta l/l = 1.2 \times 10^{-5} T + 0.4 \times 10^{-8} T^2 - 2.416 \times 10^{-4} \quad (1203.3.1)$$

② $750℃ \le T \le 860℃$

$$\Delta l/l = 1.1 \times 10^{-2} \quad (1203.3.2)$$

③ $860℃ < T < 1200℃$

$$\Delta l/l = 2 \times 10^{-5} T - 6.2 \times 10^{-3} \quad (1203.3.3)$$

여기서, l = 20℃ 에서의 길이

Δl = 온도에 의한 팽창 길이

T = 강재의 온도, ℃

1203.3.3.2 비열

구조용 강재 및 철근의 비열은 다음과 같이 정의된다.

① $20℃ \le T < 600℃$

$$c_s = 425 + 7.73 \times 10^{-1} T - 1.69 \times 10^{-3} T^2 + 2.22 \times 10^{-6} T^3 \quad (1203.3.4)$$

② $600℃ \le T < 735℃$

$$c_s = 666 + \left(\frac{13002}{738 - T} \right) \quad (1203.3.5)$$

③ $735℃ \le T < 900℃$

$$c_s = 545 + \left(\frac{17820}{T - 731} \right) \quad (1203.3.6)$$

④ $900℃ \le T \le 1200℃$

$$c_s = 650 \quad (1203.3.7)$$

여기서, c_s = 강재의 비열, J/kg℃

1203.3.3.3 열전도율

구조용 강재 및 철근의 열전도율은 다음과 같이 정의된다.

① $20℃ \le T < 800℃$

$$\lambda_s = 54 - 3.33 \times 10^{-2} T \quad (1203.3.8)$$

② $800℃ \le T < 1200℃$

$$\lambda_s = 27.3 \quad (1203.3.9)$$

여기서, λ_s = 강재의 열전도율, W/m℃

1203.3.4 내화피복재

(1) 강구조물에 사용되는 내화피복재의 열적 특성은 관련 시험 절차에 의해 적절히 평가하여 사용하여야 한다.

(2) 내화피복재는 화재에 노출시간 동안 일정하게 부착되어 있어야 한다.

1203.4 구조해석과 내화구조설계

1203.4.1 일반사항

(1) 이 기준에 의해 설계하기 위해 채택된 구조해석 모델은 화재시 구조물의 내화성능을 반영할 수 있어야 한다.

(2) 화재 노출시간에 따른 구조부재 및 구조시스템의 안전성을 확보하기 위해 아래의 요구조건을 만족하여야 한다.

$$R_{u,t} \le R_{n,t} \qquad (1203.4.1)$$

여기서, $R_{u,t}$ = 화재시 소요강도

$R_{n,t}$ = 화재시 열적 특성을 고려한 공칭강도

t = 화재노출시간

(3) 해석에 의한 설계 이외에도 화재실험을 통한 평가 또는 해석과 화재실험을 결과를 조합하여 내화구조설계를 할 수 있다.

(4) 접합부는 연결된 부재의 강도나 하중을 전달하도록 설계하여야 한다. 내화성능을 확보하기 위한 변형에 대한 요구조건을 만족하기 위하여 설계화재에 대한 구조시스템 또는 구조부재의 변형이 규정된 제한값을 초과하지 않아야 한다.

(4) 화재 노출에 의해 연결부의 인장력이 증가하거나 인접하는 골조로 중력하중이 재분배되도록 설계하는 경우, 내화성능에 합성 바닥슬래브에 의한 격막작용 효과를 반영하여야 한다.

1203.4.2 구조해석

1203.4.2.1 부재 해석

(1) 화재 상태에서의 부재 해석은 개별 부재에 대한 구조해석으로 1203.2.2에 규정한 재료 특성 및 하중을 적용한다.

(2) 부재의 응력은 상온에서 부재를 해석한 결과를 1203.2의 화재상태에서의 하중계수와의 비율을 적용하여 약산할 수 있다.

(3) 화재상태 구조물의 구조해석에는 부재의 내부 온도 분포에 따른 열적 변형을 고려하여야 한다. 단, 열적 팽창에 따른 축방향 변형이나 면내 응력은 고려하지 않을 수 있다

(4) 상온에서 구조설계에 적용한 부재의 지지점과 단부의 지지조건은 화재 노출 동안 변하지 않는 것으로 가정한다.

(5) 부재의 내화성능을 검증하기 위하여 1203.4.3의 약산법과 1203.4.4의 상세계산법을 적용할 수 있다.

1203.4.2.2 부분구조 해석

(1) 화재 상태에서의 전체구조물에 대한 해석 대신 부분구조 해석을 적용할 수 있다. 부분구조 해석에는 1203.2에 규정한 하중 및 재료 특성을 적용한다.

(2) 시간 t = 0인 조건에서는 화재상태에서 구조해석을 수행하는 대신에 구조물 내의 일부 경계부에서의 내력, 모멘트, 반력들에 대해 1203.4.2.1에 따른 상온에서의 구조해석으로부터 구할 수 있다.

(3) 부분구조는 연결되는 구조체와의 상호작용에 의해 지지조건 및 경계조건이 변화하지 않고 열변형을 고려할 수 있어야 한다. 또한, 상온에서 구조해석에 적용한 지점 조건과 지점에서 발생하는 응력과 휨모멘트는 화재 노출 동안에도 변화하지 않는 것으로 가정한다.

(4) 부분구조는 화재 노출 동안 발생할 수 있는 파괴모드, 온도에 따른 재료 특성과 부재의 강성, 열팽창과 열변형의 영향을 고려하여 해석하여야 한다.

1202.4.2.3 전체구조 해석

전체구조를 해석하는 경우 화재로 인해 발생할 수 있는 파괴모드, 온도에 따른 재료특성, 부재의 강성, 열팽창 및 열변형을 고려하여야 한다.

1203.4.3 내화구조설계

1203.4.3.1 약산법

1203.4.3.1.1 일반사항

(1) 약산법은 화재에 노출된 개별 부재의 내화성능을 검증하는 데 사용할 수 있다.

(2) 부재의 온도는 단면 내에서 균일한 것으로 가정한다. 불균일 온도분포를 가정하는 경우 설계시 온도구배의 영향을 반영하여야 한다.

(3) 고장력볼트 또는 용접 이음부의 내화성능은 이음부 내화피복재의 저항력 $(d_f/\lambda_f)_c$가 연결부재의 저항력 $(d_f/\lambda_f)_m$의 최소값이상으로 확보되는 경우 성능을 확보한 것으로 본다. 여기서, d_f는 내화피복재의 두께 (비보호 부재의 경우 d_f = 0), λ_f = 내화피복재의 유효 열전도율.

(4) 강재나 강합성 부재의 열응답은 1201.6에 정의된 설계화재를 사용하여 산정된 강재의 최고 온도에 대해 1차원 열전달 방정식을 사용하여 계산할 수 있다. 휨부재의 경우 강재의 최대 온도는 하부 플랜지에서 산정하여야 한다.

(5) 강재의 온도가 200℃보다 낮을 경우 부재와 접합부의 설계 강도는 온도의 영향을 고려하지 않고 산정할 수 있다.

(6) 설계강도는 이 기준 0702.3과 같이 산정한다. 고온에서의 공칭강도 $R_{n,t}$는 1203.3의 고온에서의 재료 물성을 사용하여 1203.4.3.1.3~1203.4.3.1.9에 따라 계산할 수 있다. 200℃ 이하의 온도에서는 강재의 재료물성을 저감하여 적용하지 않아도 되지만 온도 상승에 따라 부가되는 하중과 변형에 대해서는 고려하여야 한다.

1203.4.3.1.2 강재 온도

(1) 내화피복되지 않은 강재의 온도

① 단면의 균일한 온도분포 조건에 대하여 시간 간격 $\triangle t$에 대한 내화피복되지 않은 강재 부재의 온도증가 $\triangle T$는 다음과 같이 산정한다.

$$\triangle T = k_{sh}\frac{A_m/V}{c_s\rho_s}\dot{h}_{net}\triangle t \qquad (1203.4.2)$$

여기서, k_{sh} = 그림자 효과에 대한 보정 계수

A_m/V = 내화피복되지 않은 강재의 단면형상계수, 1/m

A_m = 단위 길이당 부재의 화재노출 표면적, m^2/m

V = 단위 길이 당 부재의 부피, m^3/m

c_s = 강재의 비열, J/kg°C

$\dot{h}_{net}$ = 단위 면적당 순입열량의 설계값, W/m^2

$= \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}$

$\dot{h}_{net,c} = \alpha_c (T_g - T_m)$

$\dot{h}_{net,r} = \Phi \epsilon_m \epsilon_f \sigma \left[(T_r + 273)^4 - (T_m + 273)^4 \right]$

α_c = 대류 열전달계수, $W/m^2°C$

T_g = 화재 온도, ℃

T_m = 강재 표면의 온도, ℃

Φ = 형상계수, 1.0 (그림자 효과를 고려하여 더 작은 값을 선택할 수 있다.)

ϵ_m = 강재 표면방사율, 0.7

ϵ_f = 화재 방사율, 1.0

σ = 스테판-볼츠만 상수, 5.67×10^{-8} $W/m^2°C^4$

T_r = 화재 복사온도, ℃

ρ_s = 강재의 밀도, kg/m^3

Δt = 시간 간격, 초

② 공칭화재 조건에서 H형강 단면의 그림자 효과에 대한 보정 계수를 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$k_{sh} = 0.9[A_m/V]_b / [A_m/V] \qquad (1203.4.3)$$

여기서, $[A_m/V]_b$ = 박스 가정 단면의 단면형상계수

③ H형강 이외의 단면의 경우 그림자 효과에 대한 보정계수를 다음과 같이 산정한다.

$$k_{sh} = [A_m/V]_b / [A_m/V] \qquad (1203.4.4)$$

여기서, 화재에 완전히 노출된 직사각형 또는 원형 중공 단면의 경우 그림자 효과는 역할을 하지 않으므로 보정계수는 1.0을 사용한다. 그림자 효과를 무시할 경우 ($k_{sh} = 1.0$) 보수적인 온도산정이 된다.

④ $\dot{h}_{net}$ 값은 $\epsilon_f = 1.0$을 사용하여 계산할 수 있다. Δt의 값은 5초를 넘지 않아야 하며, 식 (1203.4.2)와 식 (1203.4.3)에서 단면형상계수 A_m/V의 값은 $10 m^{-1}$ 이상이어야 한다.

(2) 내화피복된 강재의 온도

① 단면의 균일한 온도 분포 조건에 대하여 시간 간격 Δt에 대한 내화피복된 강재의 온도 증가량 ΔT는 $\phi = \frac{c_p \rho_p}{c_s \rho_s} d_p A_p / V$를 적용하여 다음과 같이 산정한다.

$$\Delta T = \frac{\lambda_p A_p / V}{d_p c_s \rho_s} \frac{(T_g - T_a)}{(1 + \phi/3)} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta T_g$$

($\Delta T_a \geq 0, \Delta T_g > 0$ 인 경우) (1203.4.5)

여기서, A_p/V = 내화피복된 강재의 단면형상계수

A_p = 부재의 단위 길이당 내화피복재의 면적, m^2/m

V = 단위 길이 당 부재의 부피, m^3/m

c_a = 강재의 온도에 따른 비열, J/kg℃

c_p = 내화피복재의 온도에 따른 비열, J/kg℃

d_p = 내화피복재의 두께, m

$\triangle t$ = 시간 간격, 초

T_a = 시간 t에서의 강재 온도, ℃

T_g = 시간 t에서의 화재 온도, ℃

$\triangle T_a$ = 시간 간격 t 동안 주변 화재온도의 증가 $\triangle t$, ℃

λ_p = 내화피복재의 열전도도, W/mK

ρ_s = 강재의 밀도, kg/m^3

ρ_p = 내화피복재의 밀도, kg/m^3

② c_p, λ_p 및 ρ_p의 값은 고온 시험을 통해 확인된 값을 사용해야 한다. $\triangle t$의 값은 30초 미만으로 적용해야 한다.

③ 내화피복재의 면적(A_p)은 일반적으로 피복재 하부의 면적으로 산정하지만, 강재 부재 주위에 여유 공간이 있는 중공형 단면의 경우에는 여유 공간을 고려하지 않고 산정한다.

④ 습윤한 내화피복재의 경우, 강재의 온도상승 $\triangle T_a$는 100℃에 도달할 때 강재의 온도상승에 대한 시간지연 효과를 반영하도록 수정할 수 있다.

1203.4.3.1.3 인장재

인장재의 공칭강도는 1203.3에 규정된 강재의 고온물성을 사용하고 부재 단면 전체의 온도가 부재의 최고온도로 균일한 것으로 가정하여 이 기준의 0704에 따라 산정한다.

1203.4.3.1.4 압축재

(1) 압축재의 공칭압축강도는 1203.3에 규정된 강재의 고온물성을 사용하여 이 기준의 0705의 식(0705.3.2)와 식(0705.3.3) 대신에 아래 식에 따라 휨좌굴을 고려한 공칭압축 강도를 산정한다.

$$F_{cr}(T) = \left[0.42\sqrt{\frac{F_y(T)}{F_e(T)}}\right] F_{y,T} \qquad (1203.4.6)$$

여기서, $F_{y,T}$는 고온에서의 항복강도이고, $F_e(T)$는 식(0705.3.4)에 고온에서의 탄성계수 $E_{s,T}$를 적용하여 계산된 탄성좌굴응력이다. $F_{y,T}$와 $E_{s,T}$는 <표 1203.3.1>의 계수를 사용하여 계산한다.

(2) 불균일 가열조건이나 그에 따른 온도구배의 영향을 받는 경우 압축재 설계시 강도감소를 고려하여 설계하여야 한다.

(3) 화재시 기둥의 유효좌굴길이는 상온시와 비교하여 이를 저감하여 사용할 수 있다.

1203.4.3.1.5 휨부재

(1) 강재 보에 대해서는 부재 전체 춤에 대하여 온도가 하부 플랜지의 온도로 일정하다고 가정하여 계산하는 것이

허용된다.

(2) 부재의 공칭휨강도는 1203.3에 규정된 강재의 고온물성을 사용하여 이 기준의 0706의 식(0706.2.2)~식(0706.2.6) 대신에 식(1203.4.7)~식(1203.4.14)을 사용하여 횡방향으로 비지지된 2축대칭 부재의 횡비틀림 좌굴에 대한 공칭휨강도를 산정한다.

① $L_b \le L_r(T)$ 일 때

$$M_n(T) = C_b\left\{M_r(T) + [M_p(T) - M_r(T)]\left[1 - \frac{L_b}{L_r(T)}\right]^{c_x}\right\} \le M_p(T) \quad (1203.4.7)$$

② $L_b > L_r(T)$ 일 때

$$M_n(T) = F_{cr}(T)S_x \le M_p(T) \quad (1203.4.8)$$

여기서, $F_{cr}(T) = \dfrac{C_b\pi^2 E_{s,T}}{\left(\dfrac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}\sqrt{1 + 0.078\dfrac{Jc}{S_x h_0}\left(\dfrac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}$ (1203.4.9)

$$L_r(T) = 1.95 r_{ts}\frac{E_{s,T}}{F_L(T)}\sqrt{\frac{Jc}{S_x h_0} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h_0}\right)^2 + 6.76\left[\frac{F_L(T)}{E_{s,T}}\right]^2}} \quad (1203.4.10)$$

$$M_r(T) = F_L(T)S_x \quad (1203.4.11)$$

$$F_L(T) = F_y(k_p - 0.3k_y) \quad (1203.4.12)$$

$$M_p(T) = F_{y,T}Z_x \quad (1203.4.13)$$

$$c_x = 0.6 + \frac{T}{250} \le 3.0 \quad (1203.4.14)$$

T = 화재 노출로 인한 강재의 온도, ℃

(3) 고온에서의 재료물성 $E_{s,T}$, $F_{y,T}$와 계수 k_p, k_y는 <표 1203.3.1>에 따라 계산되며 다른 기호는 이 기준의 0706에 정의된 것과 같다.

1203.4.3.1.6 합성보의 휨강도

(1) 합성보의 경우 계산된 하부 플랜지의 온도는 하부 플랜지와 웨브 춤의 중앙까지 일정하다고 가정할 수 있으며, 웨브 춤의 중앙에서 보의 상부 플랜지까지 25% 내로 선형적으로 감소한다고 가정한다.

(2) 합성 휨부재의 공칭 강도는 열응답 해석에 의한 강재의 온도분포에 따라 감소된 항복강도로 산정하며 설계방법은 이 기준의 0709에 따른다.

(3) 대안으로, 합성보의 공칭휨강도 $M_n(T)$는 다음과 같이 하부 플랜지의 온도를 사용하여 계산할 수 있다.

$$M_n(T) = r(T)M_n \quad (1203.4.15)$$

여기서, M_n = 이 기준 0709에 따라 계산된 상온에서의 공칭휨강도, kN · m

$r(T)$ = <표 1203.4.1>과 같이 하부 플랜지 온도 T에 따른 강도감소 계수

<표 1203.4.1> 합성 휨부재의 강도감소 계수

하부 플랜지 온도 (℃)	$r(T)$
20	1.00
150	0.98
300	0.95
400	0.91
500	0.78
600	0.59
700	0.39
800	0.21
900	0.10
1000	0.04
1100	0.00

1203.4.3.1.7 설계전단강도

공칭전단강도는 부재 단면의 온도가 균일하다고 가정하여 1203.3에 규정된 강재의 고온물성을 사용하여 이 기준의 0707의 규정에 따라 산정한다.

1203.4.3.1.8 조합력과 비틀림

비틀림의 유무에 관계없이 1축 또는 2축에 대한 축력과 휨모멘트의 조합력은 1203.4.3.3~1203.4.3.6을 적용하여 산정한 공칭축강도와 공칭휨강도에 대해 이 기준의 0708의 규정에 따라 산정한다. 비틀림에 대한 공칭강도는 부재 단면의 온도가 균일하다고 가정하여 1203.3에 규정된 강재의 고온물성을 사용하여 이 기준의 0708에 따라 산정한다.

1203.4.3.1.9 합성기둥

(1) 합성기둥의 공칭강도는 콘크리트구조와 마찬가지로 500℃ 등온선법이나 구획법을 적용하여 계산할 수 있다.

(2) 500℃ 등온법에서는 500℃를 초과하여 가열된 콘크리트의 강도나 강성은 무시하고 500℃ 미만의 콘크리트는 상온시의 강도와 강성을 유지한다고 가정한다. 철근은 콘크리트구조와 동일하게 계산된 온도분포를 적용하여 감소된 강도를 적용하여 계산에 포함한다. 상세한 설계방법은 1202.4.3.1.2에 따른다.

(2) 구획법은 직사각형 단면의 기둥에만 적용하며, 화재 피해를 입은 부재의 단면을 화재 온도 영향에 따라 단면을 세분하여 온도 영향에 대한 재료의 성능을 정의하고 이를 바탕으로 각 세분한 구역의 구조성능을 종합하여 성능을 평가한다. 구획법의 상세한 설계방법은 1202.4.3.1.3에 따른다.

1203.4.3.2 상세계산법

1203.4.3.2.1 일반사항

(1) 상세계산법에서는 화재에 노출된 화재에 구조물에 대한 실제적인 해석방법을 제공하여야 하며 화재 상태에서 구조 요소의 거동에 대한 현실적인 결과를 제공하기 위하여 근본적인 물리적 거동에 기초하여야 한다.

(2) 상세계산법에서 고려되지 않는 잠재적 파괴모드(국부좌굴, 전단파단 포함)는 발생하지 않도록 설계에 반영하여야 한다.

(3) 상세계산법은 다음의 계산 결과를 포함하여야 한다.
① 구조부재 내부 온도의 상승과 분포
② 구조체 혹은 구조부재의 역학적 거동
(4) 상세계산법은 화재 온도구간과 가열속도에 대한 구조재료의특성이 제시되는 모든 화재곡선에 적용가능 하며, 어떤 형태의 단면에도 적용할 수 있다.

1203.4.3.2.2 열응답
(1) 열응답의 계산은 열전달 이론의 가정 및 원칙을 따라야 한다.
(2) 상세계산법에 의한 열응답의 계산은 다음을 포함하여야 한다.
① 1201.6 설계화재에 따른 열응답
② 구조재료의 열적 특성
(3) 불균일한 화재 노출 효과와 인접한 건물 구성 요소에 대한 열전달 효과는 가능한 경우 포함하여야 한다.
(4) 내화피복재 내부의 함수량 및 수분의 이동은 무시할 수 있다.

1203.4.3.2.3 역학적 거동
(1) 상세계산법에 의한 역학적 거동의 해석은 온도에 따른 재료의 역학적 특성 변화를 고려한 구조역학 이론의 가정과 원칙에 따라야 한다.
(2) 역학적 거동 평가에는 화재로 인한 온도 상승과 온도차에 의한 열변형과 열응력의 효과를 고려하여야 한다.
(3) 역학적 거동 모델은 다음을 포함하여야 한다.
① 역학적 작용, 기하학적 불안정, 열적 작용이 결합된 효과
② 1203.3에 의한 고온에서 재료의 역학적 특성
③ 기하학적 비선형 효과
④ 구조물의 강성에 대한 재하 및 비재하의 불리한 영향을 포함한 재료 비선형 효과
(4) 1203.3에서 제시한 응력-변형률 관계를 사용하는 경우 일시적인 고온 크리프 효과는 고려할 필요가 없다.
(5) 해석모델은 극한한계상태에서 모든 구조 요소의 변형에 대한 적합성이 유지되도록 적용되어야 한다.
(6) 설계시에는 계산된 구조부재의 변형으로 하중지지력이 상실되어 구조물이 파괴되는 극한한계상태를 고려하여야 한다.
(7) 단일 수직 부재의 해석에서는 관련 기준에서 명시되지 않은 경우 부재 중앙에서의 초기변형이 $h/1000$인 사인곡선이 사용되어야 한다.

1203.4.3.2.4 상세계산법에 의한 결과의 검증
(1) 상세계산법을 적용한 계산 결과의 정확도는 실험 결과와 비교를 통하여 검증할 수 있다.
(2) 계산 결과는 온도, 변형, 내화시간을 나타낼 수 있어야 한다.
(3) 좌굴길이, 부재 크기, 하중 크기 등 중요 변수에 대한 민감도 분석을 통하여 해석 모델이 공학적 원리들이 적절히 구현되고 있는지 검토하여야 한다.

[1203의 참고문헌]

44. 김규용, 김영선, 이태규, 박찬규, 이승훈 (2008), 설계하중 사전재하 및 비재하방식에 의한 고강도콘크리트의 고온특성 평가, 한국콘크리트학회논문집 20(5), pp. 583-592.
45. 김규용, 이태규, 민충식, 이계혁, 남정수, 김영선 (2011), 고온 및 하중 재하조건을 고려한 콘크리트의 역학적 특성 평가, 대한건축학회논문집 구조계 27(3), pp. 91-98.
46. 김선희, 안재권, 여인환, 최성모 (2019), 인장강도 490급(FR355) 내화강의 고온크리프 특성 및 거동, 한국강구조학회 논문집, Vol.31 No.3 pp179-189
47. 김소영, 추다솜, 이희두, 신경재 (2018), 구조 강재의 온도에 따른 재료적 특성에 대한 실험적 연구, 한국강구조학회논문집 30(5), pp. 257-264.
48. 김홍렬 (2002), 고온 영역에서 고강도 콘크리트의 역학적 특성에 관한 실험적 연구, 건국대학교 박사학위논문.
49. 권인규 (2003), 구조용 강재의 내화 특성에 관한 실험적 연구, 한양대학교 박사학위 논문.
50. 일본건축학회, 강구조내화설계지침(2017), 권인규, 김성배, 최성모 역, pp 33-34.
51. Agarwal, A., Selden, K. and Varma, A.H. (2014b), "Stability Behavior of Steel Building Structures in Fire Conditions: Role of Composite Floor System with Shear-Tab Connections," Journal of Structural Fire Engineering, Multi Science Publishing, Vol. 5, No. 2, pp. 77-96.
52. Ahn, J.K., Lee, C.H., Park, H.N. (2013) Prediction of fire resistance of steel beams with considering structural and thermal parameters, Fire Safety Journal, Vol. 56, pp. 65-73.
53. Ahn, J.K., Lee, C.H. (2017) Fire behavior and resistance of partially encased and slim-floor composite beams, Journal of Constructional Steel Research, Vol. 129, pp. 276-285.
54. AISC 360-16 (2016), Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.
55. AISI (1979), Fire-Safe Structural Design—A Design Guide, American Iron and Steel Institute, Washington, DC.
56. Bailey, C.G. (2000), "The Influence of the Thermal Expansion of Beams on the Structural Behavior of Columns in Steel-Framed Structures During a Fire," Engineering Structures, Vol. 22, No. 7, pp. 755-768.
57. Bennetts, I.D. and Thomas, I.R. (2002), "Design of Steel Structures under Fire Conditions," Progress in Structural Engineering and Materials, Vol. 4, No. 1, pp. 6-17.
58. Boring, D.F., Spence, J.C. and Wells, W.G. (1981), Fire Protection Through Modern Building Codes, 5th Ed., American Iron and Steel Institute, Washington, DC.
59. Brozzetti, J., Law, M., Pettersson, O. and Witteveen, J. (1983), "Safety Concepts and Design for Fire Resistance of Steel Structures," IABSE Surveys S-22/83, IABSE Periodica 1/1983, ETH-Honggerberg, Zurich, Switzerland.
60. CEN (1991), Eurocode 1: Basis of Design and Actions on Structures, EC1 1991-2-2, Comite Européen de Normalisation, Brussels, Belgium.
61. Chalk, P.L. and Corotis, R.B. (1980), "Probability Model for Design Live Loads," Journal of the Structures Division, ASCE, Vol. 106, No. ST10, pp. 2,017-2,033.
62. Choi, I. R., Chung, K. S., and Kim, D. H. (2014) "Thermal and mechanical properties of high-strength structural steel HSA800 at elevated temperatures," Journal of Materials and Design (Elsevier). Vol. 63, pp. 544-551.
63. Choi, I. R., Chung, K. S., and Lee, H. R. (2017) "Thermal and Mechanical Properties of Structural Steel SN400 at Elevated Temperatures," International Journal of Steel Structures (KSSC). 17(3), pp. 999-1007.
64. Culver, C.G. (1978), "Characteristics of Fire Loads in Office Buildings," Fire Technology, Vol. 1,491, pp. 51-

60.
65. Ellingwood, B. and Leyendecker, E.V. (1978), “Approaches for Design Against Progressive Collapse,” Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 104, No. 3, pp. 413-423.
66. Ellingwood, B. and Corotis, R.B. (1991), “Load Combinations for Building Exposed to Fires,” Engineering Journal, AISC, Vol. 28, No. 1, pp. 37-44.
67. Fischer, E. and Varma, A.H. (2015), “Numerical Models for Predicting Fire Behavior of Composite Beams with Simple Connections,” Journal of Constructional Steel Research, Elsevier, Vol. 111, August, pp. 112-125.
68. Gustafson, K. (2009), “Meeting the 2009 IBC Structural Integrity Requirements,” Proceedings of the North American Steel Construction Conference, Phoenix, AZ, AISC.
69. Huang, Z., Burgess, I.W. and Plank, R.J. (2000), “Three-Dimensional Analysis of Composite Steel-Framed Buildings in Fire,” Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 126, No. 3, pp. 389-397.
70. Jeanes, D.C. (1985), “Application of the Computer in Modeling Fire Endurance of Structural Steel Floor Systems,” Fire Safety Journal, Vol. 9, pp. 119-135.
71. Kim S.H, Yom K.S and Choi S.M (2014), "Improving fire performance with fibers for internally anchored square composite column", Journal of Constructional Steel Research, Vol.103, pp. 264-274.
72. Kim S.H, Yom K.S and Choi S.M (2015), "Fire Resistance Performance of Welded Built-up Square CFT Columns with Reduced Intumescent Paint" Journal of Structural Fire Engineering Vol. 112, No. 3, pp. 103-112.
73. Kruppa, J. (2000), “Recent Developments in Fire Design,” Progress in Structures Engineering and Materials, Vol. 2, No. 1, pp. 6-15.
74. Lane, B. (2000), “Performance-Based Design for Fire Resistance,” Modern Steel Con- struction, AISC, December, pp. 54-61.
75. Lawson, R.M. (2001), “Fire Engineering Design of Steel and Composite Buildings,” Journal of Constructional Steel Research, Vol. 57, pp. 1,233-1,247.
76. Lie, T.T. (1978), “Fire Resistance of Structural Steel,” Engineering Journal, AISC, Vol. 15, No. 4, pp. 116-125.
77. Lie, T.T. and Almand, K.H. (1990), “A Method to Predict the Fire Resistance of Steel Building Columns,” Engineering Journal, AISC, Vol. 27, No. 4, pp. 158-167.
78. Magnusson, S.E. and Thelandersson, S. (1974), “A Discussion of Compartment Fires,” Fire Technology, Vol. 10, No. 4, pp. 228-246.
79. Milke, J.A. (1985), “Overview of Existing Analytical Methods for the Determination of Fire Resistance,” Fire Technology, Vol. 21, No. 1, pp. 59-65.
80. Milke, J.A. (1992), “Software Review: Temperature Analysis of Structures Exposed to Fire,” Fire Technology, Vol. 28, No. 2, pp. 184-189.
81. NFPA (2002a), Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems, NFPA 25, National Fire Protection Association, Quincy, MA.
82. NFPA (2002b), Standard on Smoke and Heat Venting, NFPA 204, National Fire Protection Association, Quincy, MA.
83. Nwosu, D.I. and Kodur, V.K.R. (1999), “Behavior of Steel Frames Under Fire Conditions,” Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 26, pp. 156-167.
84. Ruddy, J.L., Marlo, J.P., Ioannides, S.A. and Alfawakhiri, F. (2003), Fire Resistance of Structural Steel Framing, AISC Steel Design Guide 19, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL
85. Sakumoto, Y. (1992), “High-Temperature Properties of Fire-Resistant Steel for Buildings,” Journal of

Structural Engineering, ASCE, Vol. 18, No. 2, pp. 392-407.
86. Sakumoto, Y. (1999), "Research on New Fire-Protection Materials and Fire-Safe Design," Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 125, No. 12, pp. 1,415-1,422.
87. Selden, K. and Varma, A.H. (2016), "Flexural Capacity of Composite Beams Subjected to Fire: Fiber-Based Models and Benchmarking," Fire Technology, Springer Science Business Media New York, July, Vol. 52, Issue 4, pp. 995-1,014.
88. SFPE (2002), Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Ed., P.J. DiNenno (ed.), NFPA, Quincy, MA.
89. Takagi, J. and Deierlein, G.G. (2007), "Strength Design Criteria for Steel Members at Elevated Temperatures," Journal of Constructional Steel Research, Elsevier, Vol. 63, pp.1,036-1,050.
90. Toh, W.S., Tan, K.H. and Fung, T.C. (2001), "Strength and Stability of Steel Frames in Fire: Rankine Approach," Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 127, No. 4, pp. 461-468.
91. Usmani, A.S., Rotter, J.M., Lamont, S., Sanad, A.M. and Gillie, M. (2001), "Fundamental Principles of Structural Behaviour Under Thermal Effects," Fire Safety Journal, Vol. 36, No. 8.
92. Wang, Y.C. and Moore, D.B. (1995), "Steel Frames in Fire: Analysis," Engineering Struc- tures, Vol. 17, No. 6, pp. 462-472.
93. Wang, Y.C. and Kodur, V.K.R. (2000), "Research Toward Use of Unprotected Steel Structures," Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 120, No. 12, pp. 1,442-1,450.
94. Wang, Y.C. (2000), "An Analysis of the Global Structural Behavior of the Cardington Steel- Framed Building During the Two BRE Fire Tests," Engineering Structures, Vol. 22, pp. 401-412.

1204 목구조 내화구조설계

1204.1 일반사항

1204.1.1 적용범위

이 장은 주거용 목구조의 내화구조설계의 원칙, 관련 기준, 검토사항 및 승인사항을 기술한다.

1204.2 내화구조설계 기본원칙

1204.2.1 일반사항

(1) 목구조의 부재, 접합부, 그리고 구조시스템은 화재 노출 시간 동안 필요한 구조성능을 유지하도록 설계·시공하여야 한다.

(2) 방화구획 부재 및 접합부는 화재하중에 대하여 구획 기능을 유지하여 비가열면의 방열온도 300℃ 이하가 되도록 함으로써 화재확산의 위험이 없게 하여야 한다.

(3) 방화구획 부재의 성능은 화재로 인한 변형을 검토하여야 한다.

(4) 내화피복재의 변형성능시험 결과 만족여부를 확인하는 경우 변형에 대한 설계검토를 하지 않는다.

(5) 1201.6.1.1의 표준화재 노출 시 다음 기준에 대하여 내화성능을 만족하여야 한다.

① 내화성능은 차염성, 차열성, 그리고 하중지지력을 포함한다.

② 하중지지력은 설계화재하중에 대해 목표내화시간 동안 충분한 내력을 유지하여야 한다.

③ 차열성은 화재공간의 비가열면 온도 상승이 평균 140 K, 최고 180 K를 초과할 수 없다.

(6) 1201.6.2.1의 변수화재 노출 시 다음 기준에 대하여 내화성능을 만족하여야 한다.

① 내화구조내력은 화재시간 및 온도 그리고 화재저감 단계를 고려한 내화성능을 유지하여야 한다.

② 차열성은 화재발생공간의 화재온도가 최대값에 도달할 때까지 비가열면 온도 상승이 평균 140 K, 최대 180 K를 초과하지 않아야 한다.

③ 화재의 감쇠단계에서는 비가열면 온도 상승이 평균 180 K, 최대 240 K를 초과하지 않아야 한다.

(7) 목재, 목질 재료 및 석고보드 표면의 방사율은 0.8로 산정한다.

1204.2.2 하중 및 재료특성

1204.2.2.1 적용하중

(1) 화재 상태의 구조물에 적용하는 설계하중은 상온상태의 설계하중에 저감계수 0.6을 곱하여 산정하거나 식(1201.7.1)의 하중조합을 사용할 수 있다.

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d \qquad (1204.2.1)$$

여기서, E_d : 상온시 하중계수에 의한 설계하중

η_{fi} : 화재시 설계하중 저감계수

(2) 부재구속조건과 주변의 부재의 변형을 고려하여 부재에 가해지는 화재하중효과를 산정한다.

1204.2.2.2 재료 특성

(1) 부재 단면, 부재, 시스템의 내화 구조저항성능을 산정하기 위하여 설계강도 및 탄성계수는 다음과 같이 조정계수

를 적용한다.

$$f_{d,fi} = k_{\mathrm{mod},fi} f_{20} \quad (1204.2.2)$$

$$S_{d,fi} = k_{\mathrm{mod},fi} E_{20} \quad (1204.2.3)$$

여기서, $f_{d,fi}$: 화재 시 설계강도

$S_{d,fi}$: 화재 시 설계 강성 값

f_{20} : 상온 시 20퍼센트 초과확률 재료 및 부재 강도

E_{20} : 상온 시 20퍼센트 초과확률 강성 값

$k_{\mathrm{mod},fi}$: 1204.4.1.2의 화재 시 조정계수

(2) 접합부의 화재하중에 대한 설계강도는 다음 식으로 산정한다.

$$F_{Rd,fi} = \eta_{conn} F_{R,20} \quad (1204.2.4)$$

여기서, $F_{Rd,fi}$: 화재 시 접합부 강도

$F_{R,20}$: 상온 시 20퍼센트 초과확률 접합부 강도

η_{conn} : 1204.6.2의 접합부 강도 조정계수

(3) 20 백분위값 강도 및 강성은 다음 식과 같이 보정계수와 상온 시 특성의 곱으로 구한다.

$$f_{20} = k_{fi} f_k \quad (1204.2.5)$$

$$E_{20} = k_{fi} E_{05} \quad (1204.2.6)$$

$$F_{R,20} = k_{fi} F_{R,k} \quad (1204.2.7)$$

여기서, f_k, $F_{R,k}$: 상온시 설계 강도

k_{fi} : 보정계수 (<표 1204.2.1> 참조)

(4) 보정계수 k_{fi}는 다음 표의 값을 따른다.

<표 1204.2.1> 보정계수 k_{fi}

수종	k_{fi}
제재목	1.25
목질 판상재	1.15
구조용집성재	1.15
LVL	1.1
전단을 받는 목재-목재 파스너 접합부	1.15
전단을 받는 목재-금속 파스너 접합부	1.05
축력을 받는 파스너 접합부	1.05

1204.3 고온에서의 재료특성

1204.3.1 일반사항

목재의 열적 성질은 기준값 또는 시험을 통해 결정한다.

1204.3.2 탄화깊이

1204.3.2.1 일반사항

(1) 화재에 노출된 목재 또는 목질 재료의 모든 표면에서 탄화를 고려하여 구조성능을 평가하여야 한다.

(2) 탄화깊이는 화재노출시간과 탄화속도로 결정한다.

(3) 단면 모서리는 2면 열적 효과를 고려하여 산정하거나 모서리 효과를 무시한 공칭단면으로 산정할 수 있다.

(4) 탄화 경계선은 300℃ 등온선으로 간주한다.

(5) 탄화속도는 표면의 내화피복을 고려하여야 한다.

1204.3.2.2 내화피복이 없는 단면

(1) 1방향 탄화

1방향 탄화깊이는 다음 식으로 산정한다.

$$d_{char,0} = \beta_0 t \qquad (1204.3.1)$$

여기서, $d_{char,0}$: 1방향 탄화깊이

β_0 : 1방향 탄화속도 (시간단위: 분)

(2) 모서리 효과를 고려한 탄화속도

모서리는 양면의 온도를 고려하여 탄화 깊이를 산정한다.

$$d_{char,n} = \beta_n t \qquad (1204.3.2)$$

여기서, $d_{char,n}$: 1방향 탄화깊이

β_n : 모서리 효과를 고려한 탄화속도

<표 1204.3.1> 목재수종별 설계탄화속도

수종	β_0 (mm/min.)	β_n (mm/min.)
KS F 3020의 낙엽송류 제재목, 집성재, 구조용 집성판	0.60	–
KS F 3020의 소나무류 제재목, 집성재, 구조용 집성판	0.65	–
LVL (비중 0.48 이상)	0.65	–
판상재		
목재 판상재	0.9[1)]	–
합판	1.0[1)]	–
합판을 제외한 목질 판상재	0.9[1)]	–

[1)] 비중 0.45, 두께 20mm 이상의 경우

(3) <표 1204.3.1>의 범위를 벗어난 경우 다음 식을 이용하여 판상재의 탄화속도를 산정한다.

$$\beta_{0,\rho,t} = \beta_0 k_\rho k_h \qquad (1204.3.3)$$

여기서, $k_\rho = \sqrt{\frac{450}{\rho_k}}$

깊이의 보정 계수 $k_h = \max\left\{\sqrt{\frac{20}{h_p}},\ 1.0\right\}$

ρ_k : 판상재 밀도, kg/m^3

h_p : 판상재 두께, mm

1204.3.2.3 내화피복 단면

(1) 내화피복으로 단면의 탄화 시작시간이 지연된다.

(2) 내화피복으로 탄화지연시간이 10분 이내의 경우 내화피복 효과를 무시한다.

(3) 화재지속 중에 내화피복이 탈락한 이후에는 탄화깊이가 25mm 도달할 때까지 내화피복이 없는 단면보다 탄화속도가 2배 증가한다.

(4) 목재 또는 목질재료에 내화피복재가 설치된 경우 피복된 부재의 탄화 시작점은 다음 식으로 산정한다.

$$t_{ch} = \frac{h_p}{\beta_0} \qquad (1204.3.4)$$

여기서, h_p : 내화 피복재 두께, mm

(5) 석고보드 외장의 경우 내부 목재 또는 목질 재료와의 최소 2mm의 틈을 고려하여 목재 또는 목질 재료의 탄화 시작점은 다음과 같이 산정한다.

$$t_{ch} = 2.8h_p - 14 \qquad (1204.3.5)$$

(6) 석고 외장재와 틈새가 2mm 이상으로 간격이 있는 접합부에 인접한 위치의 경우 탄화시작점은 다음 식을 이용한다.

$$t_{ch} = 2.8h_p - 23 \qquad (1204.3.6)$$

(7) 석고보드가 2겹으로 설치된 경우 전체 두께를 2배로 하고 (5)항에 따라 산정한다. 단, 화재로 인해 석고보드가 탈락되는 경우 (5)와 (6)을 적용할 수 없다.

(8) 석고보드를 내화 피복재로 사용하는 경우 피복된 부재의 탄화속도는 다음 수정계수를 곱하여 적용한다.

$$k_2 = 1 - 0.018h_p \qquad (1204.3.7)$$

여기서, h_p: 내화 피복재의 두께, mm

(9) 밀도가 26kg/m^{3}이상의 내화용 광물도료를 20mm 이상 두께로 내화피복 처리한 보와 기둥의 경우 탄화시작점은 다음식을 사용한다.

$$t_{ch} = 0.07(h_{ins} - 20)\sqrt{\rho_{ins}} \qquad (1204.3.8)$$

여기서, h_{ins} : 내화피복재 두께, mm

ρ_{ins} : 내화피복재 밀도, kg/m^3

1204.3.2.4 접착제

(1) 접착제는 화재에 노출되는 동안 강도와 내구성을 유지해야 한다.

(2) 목재 또는 목질 재료에 사용되는 접착제는 페놀계, 아미노계, 이소시아네이트계 접착제 또는 이들과 동등 이상의 성능을 보유하여야 한다.

1204.4 구조해석과 내화구조설계

1204.4.1 일반사항

(1) 화재 노출시간에 따른 구조부재 및 구조시스템의 내화성능은 아래의 요구조건을 만족하여야 한다.

$$R_{u,t} \le R_{n,t} \qquad (1204.4.1)$$

여기서, $R_{u,t}$ = 화재시 소요강도

$R_{n,t}$ = 화재시 열적 특성을 고려한 공칭강도

t = 화재노출시간

(2) 접합부 철재 등 기타 재료의 팽창 등을 고려해야 한다.

(3) 내화시간 산정은 실험방법과 병행할 수 있다.

1204.4.2 구조해석

(1) 시간 t = 0인 조건에서의 응력은 일반적인 해석결과를 따른다.

(2) 지지점과 구속조건은 열하중의 효과를 무시하나 부재의 열팽창을 고려해야 한다.

(3) 주요 파괴양상과 온도에 따라 변화하는 재료특성 및 부재강성을 고려해야 한다.

(4) 부재의 열적 팽창 및 변형을 고려해야 한다.

1204.4.3 내화구조설계

1204.4.3.1 단순 단면계산법

1204.4.3.1.1 유효단면법

(1) 유효탄화깊이

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0 \qquad (1204.4.2)$$

여기서, d_0 : 7㎜

$d_{char,n}$: 식(1204.2.8)에 따른 탄화깊이

k_0 : 아래 (2), (3)에 따라 결정된 값

(2) 내화피복이 없는 단면

화재노출시간이 20분 이상의 경우는 k_0=1로 하고 그 미만인 경우 0에서 1 사이로 직선보간하여 사용한다.

(3) 내화피복된 단면

내화피복으로 탄화가 지연되어 탄화시작시간(t_{ch})이 20분을 초과하여 지연된 경우 탄화시작 시간까지 k_0 그 시

간에서 0과 1을 직선보간하여 구한다.

(4) 유효단면법으로 내화구조설계를 할 경우 성능조정계수는 1.0으로 한다.

1204.4.3.1.2 성능저감계수법

화재노출시간이 20분 이상인 경우 화재노출정도를 고려한 휨과 압축, 인장강도 및 탄성계수의 성능저감은 다음 식을 이용한다.

(1) 휨강도

$$k_{\mathrm{mod},fi} = 1.0 - \frac{1}{200}\frac{p}{A_r} \qquad (1204.4.3)$$

(2) 압축강도

$$k_{\mathrm{mod},fi} = 1.0 - \frac{1}{125}\frac{p}{A_r} \qquad (1204.4.4)$$

(3) 인장강도 및 탄성계수

$$k_{\mathrm{mod},fi} = 1.0 - \frac{1}{330}\frac{p}{A_r} \qquad (1204.4.5)$$

여기서, p : 화재에 노출된 부재 잔여단면 둘레의 길이, m

A_r : 잔여단면의 단면적, m^2

1204.4.3.2 구조부재 단순설계방법

1204.4.3.2.1 일반사항

(1) 섬유직각방향의 압축은 무시한다.

(2) 사각 또는 원형 단면 내의 전단은 무시할 수 있으나, 따냄이 있는 경우 잔여단면은 60% 이상 확보하여야 한다.

1204.4.3.2.2 보

가새가 화재 도중에 탈락할 가능성이 있는 경우 횡좌굴을 고려한다.

1204.4.3.2.3 기둥

(1) 좌굴현상을 고려한다.

(2) 2개 층에 걸쳐 연속된 기둥은 바닥슬래브로 고정되어 있는 것으로 간주하여 기둥을 해석한다.

1204.4.3.2.4 철물접합된 부재

(1) 철물접합된 부재의 경우, 접합부 요소의 미끄러짐 계수를 화재하중에 대해 조정계수를 곱하여 저감한다.

(2) 못과 나사못은 0.2로 볼트, 다우얼, 스프리트링 및 전단플레이트 접합요소는 0.67을 조정계수로 사용한다.

1204.4.3.3 상세계산법

1204.4.3.3.1 온도해석

(1) 기준 상온은 20℃로 가정한다.

(2) 열전달의 기본원칙을 따른다.

(3) 온도에 따라 변하는 재료 특성을 고려한다.

(4) 목재의 함수율을 고려한다.

1204.4.3.3.2 구조해석

(1) 온도와 습도에 따라 변하는 재료의 특성을 고려해야 한다.

(2) 온도와 습도로 인한 단기 크리프 현상을 고려해야 한다.

(3) 열팽창으로 인한 체적변화를 고려해야 한다.

(4) 재료의 비선형을 고려한다.

1204.5 경골 벽체와 바닥의 내화구조설계

1204.5.1 일반사항

내화구조로 인정된 내화시간 또는 내화성능이 검증되어 한국산업표준(KS)에서 인정한 내화시간을 적용할 수 있다.

1204.5.2 하중 지지력

(1) 구조체 내부의 빈공간을 고려하여야 한다.

(2) 화재 중 내화피복은 탈락하지 않아야 한다.

(3) 판상재를 하중저항요소로 사용할 경우 내화잔여단면은 60%이상 확보되어야 한다.

1204.5.3 차열성

(1) 화재에 노출되지 않는 곳의 판상재는 구조부재에 고정해야 한다.

(2) 접합철물은 탄화깊이 경계선에서 5㎜ 이상 거리를 확보하여야 한다.

(3) 화재확산차단 시간의 확보여부를 확인하여야 한다.

1204.6 접합부 내화성능

1204.6.1 접합부 내화시간 산정

1204.6.1.1 노출 접합부

(1) 접합 철물의 내화시간은 <표 1204.6.1.>과 같다.

<표 1204.6.1> 노출 접합 철물의 내화시간

종류	내화시간, $t_{d,fi}$ (분)	비고
못	15	$d \geq 2.8mm$
나사못	15	$d \geq 3.5mm$
볼트	15	$t_1 \geq 45mm$
다우얼	20	$d \geq 2.8mm$

여기서, d : 접합철물 지름, t_1 : 측면 접합요소의 두께

(2) 내화시간을 15 분이상 30분 범위에서 증가시키기 위해 측면 부재의 폭과 너비, 접합철물의 끝면거리와 연단거리를 다음과 같이 증가하여야 한다.

$$a_{fi} = \beta_n k_{flux}(t_{req} - t_{d,fi}) \qquad (1204.6.1)$$

여기서, β_n : <표 1204.2.2>에 의한 탄화속도

k_{flux} : 파스너의 열전달 계수 (=1.5)

t_{req} : 표준화재에 대한 요구내화시간

$t_{d,fi}$: <표 1204.6.1>에 의한 노출 접합 철물의 내화시간

1204.6.1.2 비노출 접합부

(1) 목재 판상재, 목질 판상재 또는 석고보드 등의 내화피복재로 접합부가 보호된 경우

$$t_{ch} = t_{req} - 0.5t_{d,fi} \qquad (1204.6.2)$$

여기서, t_{ch} : 탄화시작시간

t_{req} : 표준화재에 대한 요구내화시간

$t_{d,fi}$: <표 1204.6.1>에 의한 노출 접합 철물의 내화시간

(2) 방화 석고보드로 접합부가 보호된 경우

$$t_{ch} = t_{req} - 1.2t_{d,fi} \qquad (1204.6.3)$$

(3) 볼트 접합부에서 볼트 머리는 반드시 내화피복재로 보호하여야 한다.

(4) 못과 나사못으로 추가적인 피복재를 고정하는 경우, 철물간 거리는 피복재 측면을 따라 100mm 이내, 내부 철물로부터는 300mm 이상 떨어지게 설치하여야 한다.

1204.6.1.3 삽입 철판 접합부에 대한 추가 내화조건

(1) 너비 120mm 이상, 두께 2mm 이상의 삽입 철판을 사용하고, 그 너비가 목재의 부재와 같아 끝면이 화재에 노출되는 경우에는 내화시간을 30분으로 한다.

(2) 끝면이 노출된 접합부에 두께 10mm의 목질 판상재를 설치하면 내화시간은 30분, 두께 30mm 이상의 목질 판상재를 설치하면 내화시간은 60분으로 한다.

(3) 삽입 철판의 너비가 목재 부재보다 작고, 목재 표면에서 삽입 철판까지의 거리가 20mm 이상이면서 비어있을 때 내화시간은 30분, 그 거리가 60mm 이상이면서 비어있을 때 내화시간은 60분으로 한다.

(4) (3)의 비어있는 부분을 목질 판상재로 메우는 경우, 메운 길이가 10mm인 경우 내화시간은 30분, 메운 길이가 30mm 이상인 경우 내화시간은 60분으로 한다.

1204.6.2 성능저감계수법

1204.6.2.1 노출 접합부

표준화재에 노출된 파스너의 전단에 대한 하중저항 성능은 다음 식을 이용한다.

$$F_{v,Rk,fi} = \eta F_{v,Rk} \qquad (1204.6.4)$$

$$\eta = e^{-kt_{d,fi}}$$

여기서, $F_{v,Rk}$: 파스너를 사용한 접합부의 상온에서의 전단에 대한 횡하중 저항성능

η : 변환 계수

k : <표 1204.6.2>에 의한 계수

$t_{d,fi}$: 노출 접합 철물의 내화시간, 분

<표 1204.6.2> k 계수

접합	k	노출접합부에서 k 계수가 적용되는 최대 시간 (분)
못, 나사못	0.08	20
목재-목재 볼트접합, $d \geq 12$mm	0.065	30
금속-목재 볼트접합, $d \geq 12$mm	0.085	30
목재-목재 다우얼접합[1], $d \geq 12$mm	0.04	40
금속-목재 다우얼접합[1], $d \geq 12$mm	0.085	30

[1] 4개의 다우얼 당 1개의 볼트를 적용하는 경우에 적용

1204.6.2.2 비노출 접합부

접합요소의 끝면 거리와 연단거리를 식(1204.6.1.)에 의한 a_{fi} 만큼 확보하여 부재의 단부나 측부를 보호할 수 있다. 그러나 30분 이상의 내화시간이 요구되는 경우 끝면거리를 $2a_{fi}$ 만큼 증가시켜 적용한다.

1204.6.3 외부 철판 접합부를 사용한 접합부

1204.6.3.1 노출 접합부

외부 철판 접합부의 하중저항 성능은 1203절에 의해 산정한다.

1204.6.3.2 비노출 접합부

측면 부재로 사용한 외부 철판은 철판의 모서리까지 접합부의 내화시간 ($t_{d,fi}$) 5분에 대한 식(1204.6.1)에 의한 끝면거리 a_{fi}를 확보하도록 목재나 목질 판상재로 완전히 피복된 경우 보호된 것으로 간주할 수 있다.

1204.6.4 축력이 작용하는 나사못 접합부의 간편식

(1) 나사못의 요구내화시간에 대하여 나사 깊이의 측면과 깊이를 만족하여야 한다.

(2) 내화저감계수는 다음 식으로 산정한다.

$a_1 \le 0.6t_{d,fi}$의 경우

$$\eta = 0 \qquad (1204.6.5.a)$$

$0.6t_{d,fi} \le a_1 \le 0.8t_{d,fi} + 5$의 경우

$$\eta = \frac{0.44a_1 - 0.264t_{d,fi}}{0.2t_{d,fi} + 5} \qquad (1204.6.5.b)$$

$0.8t_{d,fi} + 5 \le a_1 \le t_{d,fi} + 28$의 경우

$$\eta = \frac{0.56a_1 - 0.36t_{d,fi} + 7.32}{0.2t_{d,fi} + 23} \qquad (1204.6.5.c)$$

$a_1 \ge t_{d,fi} + 28$의 경우

$$\eta = 1.0 \qquad (1204.6.5.d)$$

[1204의 참고문헌]

95. KS F 1611-3 (2018), 건축구조부재의 내화성능 표준-제3부: 구조용 집성재 보 및 기둥, 국가기술표준원.
96. KS F 3020 (2018), 침엽수 구조용재, 국가기술표준원.
97. AWC (2018), National Design Specification (NDS) for Wood Construction, American Wood Council, Washington, DC.
98. BSI (1978), Code of Practice for the Structural Use of Timber, BS 5268, Section 4.1. Methods of Calculating the Fire Resistance of Timber Members. British Standards Institution, UK.
99. Buchanan, A.H. and Abu, A.K. (2017), Structural design for fire safety, John Wiley & Sons., Inc, New York.
100. CEN (2004b), Eurocode 5: Design of timber structures - Part 1-2: General - Structural fire design. EN 1995-1-2. European Committee for Standardization, Brussels.
101. Fredlund, B. (1979), "Structural Design of Fire Exposed Rectangular Laminated Wood Beams with Respect to Lateral Buckling," Report No. 79-5. Department of Structural Mechanics, Lund University of Technology, Lund.
102. Janssens, M.L. and White, R.H. (1994), "Temperature profiles in wood members exposed to fire," Fire and Materials, 18, 263-265.
103. Klippel, M. (2014), Fire safety of bonded structural timber elements. PhD thesis. ETH Zurich, Zurich.
104. Noren, J.B. (1996), "Load-bearing capacity of nailed joints exposed to fire," Fire and Materials, 20, 133-143.
105. SA (2006), Timber Structures, Part 4: Fire Resistance for Structural Adequacy of Timber Members. AS 1720.4-2006. Standards Australia, Canberra.
106. Schaffer, E.L., Marx, C.M., Bender, D.A. and Woeste, F.E. (1986), "Strength Validation and Fire Endurance of Glued Laminated Timber Beams," Research Paper FPL 467. US Forest Products Laboratory, Madison, WI.
107. SNZ (1993) Timber Structures Standard. NZS 3603:1993. Standards New Zealand, Wellington.

대한건축학회 기술표준

STANDARD of Architectural Institute of Korea

사단법인 대한건축학회
ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA
대한건축학회 한국건축기준센터
KOREAN BUILDING CODE CENTER