

KDS 41 31 00 : 2017

건축물 강구조 설계기준

2017년 12월 20일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>



국토교통부



건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건축 구조물 및 공작물 등의 구조설계에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
건축구조설계기준	• 건축구조 설계기준 제정	제정 (2005.4.5.)
건축구조설계기준	• 재검토기한 신설 등 개정	개정 (2009.8.27.)
건축구조기준	• 부분 개정	개정 (2009.12)
건축구조기준	• 재검토기한의 연도 수정 등 개정	개정 (2013.12)
건축구조기준	• 특정한 지형조건의 기본지상적설하중 등 개정	개정 (2015.10)
건축구조기준	• 성능설계법 도입 및 돌발상황에 의한 하중 추가 등 기준 전반에 대한 최근 연구결과 및 개선된 공법 반영	개정 (2016.5)
KDS 41 31 00 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 41 31 00 : 2017	• 철강재 KS 개정에 따른 주요 기계적 성질인 강도, 연신율 등의 조정 및 세부규정 개정	개정 (2017.12)

제 정 : 2016년 6월 30일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 국토교통부 건축정책과
 관련단체 (작성기관) : 대한건축학회

개 정 : 2017년 12월 20일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 용어정의	1
1.3 기호정의	17
1.4 참고기준	28
1.5 해석과 설계원칙	28
1.6 구조설계도서	40
1.8 제작·설치도면	40
2. 조사 및 계획	40
3. 재료	41
3.1 재질	41
3.2 형상 및 치수	43
3.3 재료의 강도	44
3.4 재료정수	47
4. 설계	48
4.1 인장재	48
4.2 압축재	52
4.3 휨부재	61
4.4 전단력을 받는 부재	77
4.5 조합력과 비틀림을 받는 부재	82
4.6 합성부재	86
4.7 접합, 절점 및 파스너	107
4.8 강관구조접합	126
4.9 사용성 설계	141
4.10 강구조의 내진설계	142
4.11 합성구조의 내진설계	176
4.12 제작, 설치 및 품질관리	193
4.14 물고임에 대한 설계	201

4.15 내화설계	204
4.16 기존 구조물의 평가	205
4.17 기둥과 보의 안정용가새	208
4.18 직접해석법	212
4.19 내진성능검증, 품질확보 계획 및 용접규정	214
4.20 냉간성형강구조	228



건축물 강구조 설계기준

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 구조용 강재를 사용한 건축물 및 공작물(이하 “강구조물”)에 적용한다.

1.2 용어정의

- 1점 집중하중: 부재의 플랜지에 직교방향으로 작용하는 인장력이나 압축력
- 2점 집중하중: 부재의 한쪽 면에 1쌍으로 작용하는 동일한 힘
- 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 용접결합부의 제거 등을 위해 금속표면에 골을 파는 것
- 강도저항계수: 공칭강도와 설계강도 사이의 불가피한 오차 또는 파괴모드 및 파괴결과가 부차적으로 유발하는 위험도를 반영하기 위한 계수
- 강도한계상태: 항복, 소성힌지의 형성, 골조 또는 부재의 안정성, 인장파괴, 피로파괴 등 안정성과 최대하중지지력에 대한 한계상태
- 강성: 구조부재나 구조물의 변형에 대한 저항성으로써 적용된 하중(혹은 모멘트)에 대한 변위(혹은 회전)의 비율로 나타낼 수 있음.
- 강재코어: 좌굴방지가새골조에서 가새의 축력저항요소. 강재코어는 에너지소산을 위한 항복부와 인접요소로 축력을 전달하는 접합부를 포함
- 겹이음: 교차하는 지강관 사이에 주강관의 면에서 간격 또는 공간이 존재하는 강관트러스이음
- 거셋플레이트: 트러스의 부재, 스트럿 또는 가새재를 보 또는 기둥에 연결하는 판요소
- 건물사용그룹: 제3장에 규정된 건축물 및 공작물의 점유 용도에 따른 분류
- 게이지: 파스너 게이지선 사이의 응력 수직방향 중심간격
- 겹침이음: 서로 평행하게 겹쳐진 두 접합부재간의 접합부
- 겹침판: 집중하중에 대하여 내력을 향상시키기 위하여 보나 기둥에 웨브와 평행하도록 부착하는 판재

건축물 강구조 설계기준

- 경계부재: 강재단면과(또는) 수직과 수평보강근으로 보강되어 벽과 다이아프램 가장자리에 배치된 부재
- 계측휨강도: 4.19의 규정에 따라 수행된 보-기둥 실험시편에서 기둥 외주면에서 계측된 보의 휨모멘트
- 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.
- 공칭강도: 하중효과에 저항하기 위한 구조체 혹은 구조부재의 강도(저항계수가 적용되지 않은 값)
- 공칭치수: 단면의 특성을 산정하는데 적용되도록 인정된 치수
- 공칭하중: 건축구조설계기준에서 규정한 하중값
- 공칭휨강도: 구조체나 구조부재의 하중에 대한 휨저항능력으로서, 규정된 재료강도 및 부재 치수를 사용하여 계산된 값
- 구속판요소: 하중의 방향과 평행하게 양면이 직각방향의 판요소에 의해 연속된 압축을 받는 평판요소
- 구조요소: 구조부재, 접합재, 피접합재 또는 집합체
- 구조용강재: 건축, 토목, 선박 등의 구조재로서 이용되는 강재. 탄소함유량이 0.6% 이하의 탄소강
- 구조해석: 구조역학의 원리에 근거하여 구조부재 또는 접합부에 작용하는 하중효과를 산정하는 것
- 국부좌굴: 부재 전체의 파괴를 유발할 수도 있는 압축판 요소의 좌굴
- 국부크리플링: 집중하중이나 반력에 바로 인접한 부분에서 웹 판의 국부파괴의 한계상태
- 국부항복: 부재의 국부적인 영역에서 발생하는 항복
- 국부휨: 집중인장하중에 의한 플랜지변형의 한계상태
- 그루브용접: 접합부재면에 홈 만들어(개선하여) 이루어지는 용접
- 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

- 기둥: 주로 축력을 저항하는 구조부재
- 기둥곡선: 압축력을 받는 기둥의 좌굴강도와 세장비의 관계를 나타내는 곡선
- 기둥주각부: 철골 상부구조와 기초 사이에 힘을 전달하는데 동원되는 기둥 하부의 판재, 접합재, 볼트 및 로드 등의 어셈블리를 지칭
- 끼움재, 끼움판: 부재의 두께를 조절하기 위해 사용되는 판재
- 내진구조: 지진하중에 대한 안전성, 사용성, 내구성 확보를 목적으로 설계, 시공된 구조물 또는 그 구조형식
- 내진기준: 4.10과 4.11 및 4.19를 지칭
- 내진설계범주: KDS 41 10 15(6)에 규정된 건물의 내진등급 및 설계응답스펙트럼가속도값에 의해 결정되는 내진설계상의 구분
- 내풍구조: 강풍에 견디도록 설계된 구조
- 내화구조: 화재에 견딜 수 있는 성능을 가진 구조로서 국토교통부령이 정하는 기준에 적합한 구조
- 내화시간: 내화구조성능의 기준이 되며, 화재 시의 가열에 견딜 수 있는 시간. 3시간, 1시간 및 30분 등으로 나누어져 있음.
- 내후성강: 적절히 조치된 고강도, 저합금강으로써 부식방지를 위한 도막 없이 대기에 노출되어 사용되는 강재
- 냉간성형: 강판 또는 대강을 냉간으로 성형하여 제조하는 것
- 네킹: 재료의 인장시험 시 극한하중에 도달하여 시험체가 잘록해지는 부분
- 노출형합성보: 강재단면이 철근콘크리트에 완전히 매입되지 않으며 기계적 연결재에 의해 철근콘크리트슬래브나 합성슬래브와 합성적으로 거동하는 합성보
- 다이아프램: 지지요소에 힘을 전달하도록 이용된 면내 전단강성과 전단강도를 갖고 있는 플레이트
- 단곡률: 곡률에 반곡이 있는 복곡률에 반대되는 것으로서 1방향의 연속적인 원호를 그리는 변형상태
- 단부돌림: 동일 평면상의 모서리 주변까지 연결되는 필릿용접의 길이
- 단부패널: 한 쪽 면에만 인접하는 패널을 갖는 웹패널
- 단순접합부: 접합된 부재 간에 무시해도 좋을 정도로 약한 휨 모멘트를 전달하는 접합부
- 대각가새: 골조가 수평하중에 대해 트러스거동을 통해서 저항할 수 있도록 경사지게 배치된 (주로 축력이 지배적인) 구조부재
- 대각스티프너: 기둥의 패널존의 한쪽 혹은 양쪽 웹에서 플랜지를 향해 대각방향으로 설치된 웹스티프너

건축물 강구조 설계기준

- 대주축휨: 비대칭단면의 주축(Principle axis) 중에서 큰 값을 갖는 주축에 대한 휨
- 도급업자: 강구조제작자 또는 강구조설치자를 지칭
- 뒤틀림: 비틀림에 대한 전체저항 중 단면의 뒤틀림에 저항하는 부분
- 뒤틀림파단: 각형 주강관의 사다리꼴형 뒤틀림에 근거한 강관트러스이음의 한계상태
- 뒷댐판: 용접에서 부재의 밑에 대는 금속판으로 모재와 함께 용접됨.
- 뿔림하중: 주강관에 수직인 지강관의 하중성분
- 링크: 편심가새골조에서, 두 대각가새단부 사이 또는 가새단부와 기둥 사이에 위치한 보의 부분을 칭함. 링크의 길이는 2가새단부 사이 또는 가새와 기둥외주면 사이의 안목거리로서 정의
- 링크전단설계강도: 링크의 전단강도 또는 링크의 모멘트강도에 의해 발현 가능한 링크의 전단강도 중 작은 값
- 링크중간웹브스티프너: 편심가새골조 링크 내에 설치된 수직 웹브스티프너
- 링크회전각: 전체 층간변위가 설계층간변위에 도달했을 때, 링크와 링크 외측보 사이의 비탄성 회전각
- 마찰접합부: 접합부의 밀착된 면에서 볼트의 조임력이 유발하는 마찰력에 의해 접합된 부재의 저항하도록 설계된 볼트접합부
- 맞댐용접: 2개의 판 끝면을 거의 동일한 평면 내에서 맞대어 하는 용접
- 맞춤지압스티프너: 지점이나 집중하중점에 사용되는 스티프너로써 지압을 통하여 하중을 전달하기 위하여 보의 한쪽 혹은 양쪽 플랜지에 꼭 맞도록 만든 스티프너
- 매입된 강재: 철근콘크리트에 매입된 강재단면
- 매입형 합성기둥: 콘크리트기둥과 하나 이상의 매입된 강재단면으로 이루어진 합성기둥
- 매입형 합성보: 슬래브와 일체로 타설되는 콘크리트에 완전히 매입되는 보
- 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
- 면진: 건축물의 기초부분 등에 적층고무 또는 미끄럼받이 등을 넣어서 지진에 의한 건축물의 흔들림을 감소시키는 것
- 모멘트골조: 부재와 접합부가 휨모멘트, 전단력, 축력에 저항하는 골조로서 보통모멘트골조, 중간모멘트골조, 특수모멘트골조 등으로 분류

- 모멘트연성골조: 수평력에 대한 저항성능을 증가시키기 위하여 부재와 접합부의 연성을 크게 한 입체골조를 말함
- 목두께: 용접부가 그 면에서 파단된다고 예상한 단면의 두께
- 물고임: 평지붕골조의 처짐을 유발하는 물의 고임현상
- 미끄러짐: 볼트접합부에서 접합부가 설계강도에 도달하기 전에 피접합재간에 상대운동이 발생하는 한계상태
- 밀스케일: 열간압연과정에서 생성되는 강재의 산화피막
- 밀착조임볼트: 4.7에서 기술된 견고하게 밀착되도록 조임한 볼트
- 밀착조임접합부: 4.7에 명시된 바와 같이 견고하게 밀착된 겹으로 연결된 접합부
- 반강접합성접합부: 상부는 슬래브철근으로 하부플랜지는 시트앵글이나 유사한 방법으로 우력을 제공하여 기둥에 반강접이나 완전합성모로 휨저항하는 접합부
- 반응수정계수: 한계상태설계법(혹은 강도설계법) 수준으로 지진하중을 저감시키는데 사용되는 계수. KDS 41 10 15(6) 지진하중에 규정된 값 사용
- 변단면재: 부재의 단면의 형상이나 치수가 길이방향에 따라 변하는 부재
- 변형도경화: 응력을 가해 변형도를 증가시켰을 때 그 인장력이나 강성이 증가하는 현상
- 변형도적합법: 각 재료의 응력-변형도 관계와 단면의 중립축에 대한 위치를 고려하여 합성부재의 응력을 결정하는 방법
- 보: 주로 휨모멘트에 저항하는 기능을 갖는 구조부재
- 보단면감소부: 부재의 특정 부위에 비탄성거동을 유도하기 위해 보단면 일부를 감소시킨 부분
- 보통내진시스템: 설계지진에 대하여 몇몇 부재가 제한된 비탄성거동을 일으킨다는 가정 하에 설계된 내진시스템
- 보통모멘트골조: 4.10의 요구사항을 만족하는 모멘트골조시스템
- 보통중심가새골조: 가새시스템의 모든 부재가 주로 축력을 받으며, 4.10의 요구사항을 만족하는 대각가새골조
- 보통합성전단벽: 4.11의 요구사항을 만족시키는 합성전단벽
- 보호영역: 제작이나 부대물의 부착 시에 제한을 받아야 하는 부재의 특정영역, 4.10 참조
- 복곡률: 단부모멘트에 의해 부재가 S형태로 변형되는 휨상태

건축물 강구조 설계기준

- 부분강접합성접합부: 강재기둥과 부분합성보 또는 완전합성보를 접합하며, 상부슬래브의 철근과 하부플랜지의 시트앵글(또는 다른 유사한 접합요소)에 의해 발휘되는 우력으로 휨에 저항하는 접합부
- 부분골조시험체: 프로토타입 가새의 축변형 및 휨변형을 가장 근접하게 모형화하기 위한 가새, 접합부 및 실험장비의 조합체
- 부분용입그루브용접: 연결부재의 전체두께보다 적게 내부용입된 그루브용접
- 부분합성보: 매입되지 않은 합성보로서 그 공칭휨강도가 스티드의 강도에 의해 결정되는 보
- 불완전강접합: 접합되는 부재 사이에 어느 정도 상대적 회전변형이 발생하면서 모멘트를 전달하는 접합
- 블로홀: 용접금속 중에 가스에 의해 생긴 구형의 공동
- 블록전단파단: 접합부에서 인장파단-전단항복 혹은 인장항복-전단파단이 발생하는 한계상태
- 비가새골조: 부재 및 접합부의 휨저항으로 수평하중에 저항하는 골조
- 비골조단부: 스티프너나 접합부 부재에 의한 회전에 대하여 구속되지 않은 부재의 단부
- 비구속판요소: 하중의 방향과 평행하게 한쪽 끝단이 직각방향의 판요소에 의해 연결된 평판요소(예) H형강의 플랜지)
- 비균일분포하중: 강관접합에서, 피접합재의 단면에 분포하는 응력을 용이하게 산정할 수 없는 하중조건
- 비선형해석: 구조물에 큰 변형이 예상되거나 변형도의 변화가 큰 경우 또는 사용재료의 응력-변형도관계가 비선형인 경우에 이를 고려하여 실제거동에 가장 가깝게 부재력과 변위가 산출되도록 하는 해석
- 비지지길이: 한 부재의 횡지지가새 사이의 간격으로서, 가새부재의 도심 간의 거리로 측정
- 비콤팩트(비조밀)단면: 국부좌굴이 발생하기 전에 압축요소에 항복응력이 발생할 수 있으나 회전능력이 3을 갖지 못하는 단면
- 비탄성해석: 소성해석을 포함한 재료의 비탄성거동을 고려한 구조해석
- 비탄성회전: 실험체의 보와 기둥 또는 링크와 기둥 사이의 영구 또는 소성회전각. 비탄성회전은 실험체변형을 이용하여 산정한다. 비탄성회전은 부재의 항복, 접합부요소와 접합재의 항복 그리고 접합요소와 부재 사이의 미끄러짐 등에 의해 발생한다. 특수 및 중간모멘트골조의 보-기둥접합부에서 비탄성회전은 보중심선과 기둥중심선이 교차하는 한 점에 비탄성작용이 집중한다는 가정을 기초로 산정한다. 편심가새골조의 링크-기둥접합부에서 비탄성회전은 링크의 중심선과 기둥면이 교차하는 한 점에 비탄성작용이 집중한다는 가정을 기초로 산정
- 비틀림좌굴: 압축부재가 전단중심축에 대해 비틀리는 좌굴모드

- 사양적 내화설계: 건축법규에 명시된 사양적 규정에 의거하여 건축물의 용도, 구조, 층수, 규모에 따라 요구내화시간 및 부재의 선정이 이루어지는 내화설계방법
- 사용성 한계상태: 구조물의 외형, 유지 및 관리, 내구성, 사용자의 안락감 또는 기계류의 정상적인 기능 등을 유지하기 위한 구조물의 능력에 영향을 미치는 한계상태
- 사용하중: 사용성 한계상태를 평가하기 위한 하중
- 상향용접: 머리 위에 있는 부재를 위로 향해서 용접하는 것. 용접선이 거의 수평인 이음에 대하여 밑에서 위로 향하는 자세로 하는 용접
- 샤르피V노치충격시험: 시험편을 40 mm 간격으로 벌어진 2개의 지지대에 올려놓고 V노치부분을 지지대 사이의 중간에 놓고 노치부의 배면을 해머로 1회 타격을 주어 시험편을 파단시켜 그 때의 흡수에너지, 충격치, 파면율, 천이온도 등을 측정하는 시험
- 서브머지드아크용접: 두 모재의 접합부에 입상의 용제, 즉 플럭스를 넣고 그 플럭스 속에서 용접봉과 모재 사이에 아크를 발생시켜 그 열로 용접하는 방법
- 설계강도: 공칭강도와 저항계수의 곱
- 설계응력: 설계강도를 적용되는 단면의 특성으로 나눈 값
- 설계지진: KDS 41 10 15(6)에서 규정한 설계응답스펙트럼으로 표현되는 지진
- 설계충간변위: KDS 41 10 15(6)에서 규정한 방식에 따라 산정되는 중폭 충간변위(설계지진 내습시 비탄성거동을 감안하여 산정된 변위)
- 설계판두께: 단면의 특성을 산정하는데 가정되는 각형 강관의 판두께
- 설계하중: 한계상태설계법의 하중조합에 따라 결정되는 적용하중
- 설계화재: 건축물에 실제로 발행하는 내화설계의 대상이 되는 화재의 크기
- 설계휨강도: 부재의 휨에 대한 저항력으로, 공칭강도와 저항계수의 곱
- 성능적 내화설계: 건축물에 실제로 발생하는 화재를 대상으로 합리적이고 공학적인 해석방법을 사용하여 화재크기, 부재의 온도상승, 고온환경에서 부재의 내력 및 변형 등을 예측하여 건축물의 내화성능을 평가하는 내화설계방법
- 세장비: 휨축과 동일한 축의 단면2차반경에 대한 유효길이의 비
- 세장판단면: 탄성범위 내에서 국부좌굴이 발생할 수 있는 세장판요소가 있는 단면
- 소성단면계수: 휨에 저항하는 완전항복단면의 단면계수로서, 소성중립축 상하의 단면적의 중립축에 대한 1차모멘트
- 소성모멘트: 부재에 작용하는 휨모멘트가 완전소성에 도달하여 단면이 전체적으로 항복하는 것
- 소성해석: 평형조건은 만족하고 응력은 항복응력이하인 완전소성거동의 가정에 근거한 구조해석

건축물 강구조 설계기준

- 소요강도: 한계상태설계 하중조합에 대한 구조해석 또는 1.(일반사항), 3.(재료), 4.9 및 이 기준의 규정에 의해 산정된 구조부재에 작용하는 힘, 응력 또는 변형을 지칭
- 소주축휨: 비대칭단면의 주축 중에서 작은 값을 갖는 주축에 대한 휨
- 수직스티프너: 웨브에 부착하는 플랜지와 직각을 이루는 웨브스티프너
- 순단면적: 볼트구멍 등에 의한 단면손실을 고려한 총단면적
- 스캘럽: 용접접합부에 있어서 용접이음새나 받침쇠의 관통을 위해 또한 용접이음새끼리의 교차를 피하기 위해 설치하는 원호상의 구멍. 용접접근공이라고도 함.
- 스티프너: 하중을 분배하거나, 전단력을 전달하거나, 좌굴을 방지하기 위해 부재에 부착하는 ㄱ형강이나 판재 같은 구조요소
- 슬롯용접: 부재를 다른 부재에 부착시키기 위해 긴 을 뚫어서 하는 용접
- 시방서: 강구조물의 일반설계에 적용되어야 하는 1.(일반사항)부터 4.9를 지칭
- 시스템초과강도계수: 이 기준에서 요구하는 증폭지진하중을 산정할 경우 사용되는 계수. KDS 41 10 15(6)에서 규정된 값을 사용
- 시험접합부: 4.19의 요구사항을 만족하는 접합부
- 신축롤러: 둥근 강재봉 형태로, 부재의 신축을 수용할 수 있는 지지부
- 실험구성체: 실험체와 관련실험장치의 조합
- 실험장치: 실험체를 지지하고 가력하기 위해 사용되는 지지장치, 재하장비, 횡지구조 등
- 실험체: 프로토 타입을 모형화하기 위하여 실험에 사용하는 골조의 한 부분
- 심: 접촉면이나 지압면 사이에 두께 차이시 공간을 메우기 위해 사용되는 얇은 판재
- 아이바: 균일한 두께를 가진 특수한 형태의 편접합부재로서 편구멍이 있는 머리와 구멍이 없는 몸체에 거의 동일한 강도를 부여하도록 몸체의 폭보다 크게 단조되거나 산소절단된 머리 폭을 가진 인장부재
- 아크용접: 모재와 전극 또는 2개의 전극 간에 생기는 아크열을 이용하는 용접법
- 안전계수: 공칭강도와 실제강도 사이의 오차, 공칭하중과 실제하중 사이의 오차, 하중을 하중효과로 변환하는 해석 과정의 불확실성 또는 파괴모드 및 파괴 결과에 따른 위험도를 반영하기 위한 계수
- 안정성: 구조부재, 골조 또는 구조체가 하중의 작은 변화 또는 기하적인 변화에도 큰 변위를 발생하지 않고 안정한 평형상태에 있는 경우
- 압연강재: 강을 압연해서 마무리 롤에 의해 막대나 판 등의 각종 형상으로 가공한 강재
- 압축강도: 단순압축력을 받았을 때 최대응력도를 압축강도 또는 압축파괴강도라 함.

- 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.
- 연결보: 인접한 철근콘크리트벽 부재를 연결하여 함께 횡력에 저항하게 하는 강재보 혹은 합성보
- 연단거리: 리벳이나 볼트 등의 구멍중심으로부터 피접합재의 연단까지의 거리
- 연마면: 기계를 사용하여 평평하고 매끄러운 상태로 만든 면
- 연성: 항복점 이상의 응력을 받는 금속재료가 소성변형을 일으켜 파괴되지 않고 변형을 계속하는 성질
- 연성모멘트골조: 횡력에 대한 저항능력을 증가시키기 위하여 부재와 접합부의 연성을 증가시킨 모멘트골조
- 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.
- 열절단: 가스, 플라즈마 및 레이저를 이용한 절단
- 예상인장강도: 공칭인장강도 에 를 곱하여 산정되는 부재의 인장강도
- 예상항복강도: 예상항복응력에 단면적 를 곱하여 산정되는 부재의 인장강도
- 예상항복응력: 공칭항복강도 에 를 곱하여 산정되는 재료의 항복응력
- 예열: 균열발생이나 열영향부의 경화를 막기 위해서 용접 또는 가스절단하기 전에 모재에 미리 열을 가하는 것을 말함.
- 오버랩이음: 교차하는 지강관이 겹치는 강관트러스이음
- 오일러좌굴하중: 압축하중을 받는 장주의 탄성좌굴하중
- 완전강접합: 접합되는 부재 사이에 무시할 정도의 상대회전변형이 발생하면서 모멘트를 전달할 수 있는 접합

건축물 강구조 설계기준

- 완전용입그루브용접: 용접재가 조인트두께를 넘어 완전히 용접되는 그루브용접(강관구조 접합부에서는 예외로 한다)
- 완전재하주기: 하중 0으로부터 다시 하중이 0이 되는 하나의 사이클로 각각 하나의 양과 음의 최대치가 포함
- 완전합성보: 충분한 개수의 전단연결재를 사용하여 합성단면의 공칭소성휨강도를 발휘하는 합성보
- 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.
- 용입재: 용접접합을 구성하는데 첨가되는 금속 또는 합금재
- 용접선: 긴 용접부를 하나의 선으로 나타낼 때의 가정선을 말한다. 필릿용접 및 맞댐용접의 비드방향을 나타내는 선
- 용접접근공: 뒷받침판 등의 설치를 위한 구멍
- 용착금속: 용접과정에서 완전히 용융된 부분. 용착금속은 용접과정에서 열에 의해 녹은 용입재와 모재로 구성
- 우각부: 따내기나 용접접근공에서 오목한 노출면의 방향이 급변하는 절단면
- 웨브좌굴: 웨브의 횡방향 불안정한계상태
- 웨브크리플링: 보에서 집중하중이나 반력이 작용하는 위치의 웨브재에 발생하는 국부적인 파괴
- 웨브횡좌굴: 집중압축력작용점 반대편의 인장플랜지의 횡방향좌굴한계상태
- 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
- 유효순단면: 전단지연의 영향을 고려하여 보정된 순단면적
- 유효좌굴길이: 압축재 좌굴공식에 사용되는 등가좌굴길이로서 분기좌굴해석으로부터 결정
- 유효좌굴길이계수: 유효좌굴길이와 부재의 비지지길이의 비
- 응답스펙트럼: 어떤 지진동이 일정한 감쇠정수를 갖는 임의주기의 한 절점계에 작용해서 생기는 최대응답값을 절점계의 주기에 대하여 구성한 것
- 응력: 축방향력, 모멘트, 전단력이나 비틀림 등이 유발한 단위면적당 힘
- 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
- 이음부: 2개 이상의 단부, 표면, 가장자리가 접합되는 영역. 사용되는 파스너 또는 용접의 형태와 하중전달방법에 의해 분류됨.
- 이중골조시스템: 다음과 같은 특성을 갖는 구조시스템을 지칭함.
 - (1) 중력하중에 대해서는 거의 완전한 입체골조가지지
 - (2) 최소한 25%의 밑면전단력을 지지할 수 있는 모멘트골조가 콘크리트전단벽, 강판전단벽, 또는 철골가새골조와 함께 횡력을 저
 - (3) 전체 횡력을 각 상대강성에 비례하게 배분하여 각각의 시스템을 설계
- 인장강도: 재료가 견딜 수 있는 최대인장응력도
- 인장역작용: 플랫트러스와 유사하게 전단력이 작용할 때 웨브의 대각방향으로 인장력이 발생하고 수직스티프너에 압축력이 발생하는 패널의 거동
- 인장파단: 인장력에 의한 파단한계상태
- 인장항복: 인장에 의한 항복
- 인증접합부: 4.19의 요구사항을 만족하는 접합부
- 임계세장비: 탄성좌굴과 비탄성좌굴과의 영역의 분계가 되는 세장비를 말함.
- 임계용접부: 4.10과 4.11의 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
- 전단연결재: 합성부재의 두 가지 다른 재료사이의 전단력을 전달하도록 강재에 용접되고 콘크리트 속에 매입된 스티드, ㄷ형강, 플레이트 또는 다른 형태의 강재
- 전단좌굴: 면내에 순수전단력에 의해 보의 웨브와 같은 판요소가 변형하는 좌굴모드
- 전단중심: 단면에서 비틀림을 발생시키지 않는 점
- 전단파단: 전단력에 의한 파단한계상태
- 전단항복(뚫림): 강관접합에서, 지강관이 붙어 있는 주강관의 면외전단강도에 기반한 한계상태
- 전소성모멘트: 완전히 항복한 단면의 저항모멘트
- 전이보: 건물 상층부의 골조를 어떤 층의 하부에서 별개의 구조형식으로 전이하는 형식의 큰보
- 전체링크회전각: 링크 한쪽 단부의 상대쪽 단부에 대한 상대 변위(변형되지 않은 링크의 재축의 횡방향으로 측정함)를 링크길이로 나눈 값. 전체링크회전각은 링크 및 링크단부에 접합된 부재의 탄성 및 비탄성변형요소를 모두 포함

건축물 강구조 설계기준

- 접촉면: 전단력을 전달하는 접합부요소의 접촉된 면
- 접합: 2개 이상의 단부, 표면 혹은 모서리가 접촉된 영역. 파스너 혹은 용접의 사용 여부와 하중 전달방법에 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
- 정적항복강도: 변형률효과 또는 관성력효과가 발생치 않게 느린 속도로 진행된 단조가력과괴 실험을 기초로 산정된 구조부재 또는 접합부의 강도
- 정적해석: 시간에 따라 변하지 않는 정적하중을 받는 구조물에 발생하는 응력의 크기 및 변형 상태를 규명하기 위한 해석
- 제진구조: 제진구조 중 특히 지진에 대한 흔들림을 억제하는 메커니즘을 설치한 구조
- 조립부재: 용접, 볼트접합, 리벳접합으로 제작된 부재
- 조정가새강도: 설계충간변위의 2.0배에 상당하는 변위에서의 좌굴방지가새골조의 가새강도
- 조합응력: 휨모멘트와 축력 등 응력이 조합되어 부재내부에 생기는 응력을 말함. 합성응력이 라고도 함.
- 좌굴: 임계하중상태에서 구조물이나 구조요소가 기하학적으로 갑자기 변화하는 한계상태
- 좌굴방지가새골조: 4.10의 요구사항을 만족하는 대각선가새골조로서, 가새시스템의 모든 부재가 주로 축력을 받고, 설계충간변위의 2.0배에 상당하는 힘과 변형에 대해서도 가새의 압축 좌굴이 발생하지 않는 골조
- 좌굴방지시스템: 좌굴방지가새골조에서 강재코어의 좌굴을 구속하는 시스템. 좌굴방지시스템에는 강재코어의 케이싱과 접합부를 연결하는 구조요소 모두가 포함된다. 좌굴방지시스템은 설계충간변위의 2.0배에 상당하는 변위에 대해서 강재코어의 횡방향 팽창과 길이방향 수축이 가능하도록 거동하여야 함.
- 주강관: 강관트러스접합의 주강관부재
- 주강관소성화: 강관접합에서, 지강관이 접합된 주강관에서 면외 휨항복선기구에 기반한 한계 상태
- 중간내진시스템: 설계지진에 대하여 몇몇 부재가 중간정도의 비탄성거동을 일으킨다는 가정 하에 설계된 내진시스템
- 중간모멘트골조: 4.10의 요구조건을 만족하는 모멘트골조시스템
- 중심가새골조: 부재에 주로 축력이 작용하는 가새골조. 동심가새골조라고도 함.

- 증폭지진하중: 지진하중의 수평성분 에 시스템초과강도계수 를 곱한 것. 지진하중과 지진하중의 수평성분은 KDS 41 10 15(6)을 참조
- 지강관: 강관접합에서 주강관 또는 주요부재에 붙어 있는 부재
- 지레작용: 하중점과 볼트, 접합된 부재의 반력 사이에서 지렛대와 같은 거동에 의해 볼트에 작용하는 인장력이 증폭되는 작용
- 지압: 볼트접합부에서 볼트가 접합요소에 전달하는 전달력에 의한 한계상태
- 지압형식볼트접합부: 접합부재에 대한 볼트의 지압으로써 전달력이 전달되는 볼트접합부
- 지진반응수정계수: 지지하중효과를 강도수준으로 감소하는 계수
- 지진하중저항시스템: 스트럿, 컬렉터, 현재, 다이어프램과 트러스 등을 포함한 건물 내의 지진하중저항구조요소의 집합체
- 직접부착작용: 합성단면의 강재와 콘크리트 사이에서 힘이 부착응력에 의해 전달되는 메커니즘
- 집합부재: 바닥 다이어프램과 지진하중저항시스템의 부재 사이에 힘을 전달하기 위해 사용되는 부재
- 최소기대사용온도: 100년의 평균 재현기간을 기준으로 1시간 평균 최저온도
- 충전형 합성기둥: 콘크리트로 충전된 사각 또는 원형강관으로 이루어진 합성기둥
- 취성파괴: 물체가 갖고 있는 강도 이상의 힘을 가할 경우, 변형이 어느 정도 진행이 되다가 급격히 내력이 저하되어 파괴에 이르는 현상
- 층간변위각: 층간변위를 층고로 나눈 값
- 치올림: 보나 트러스 등 수평부재에서 하중재하 시 생길 처짐을 고려하여 미리 중앙부를 들어 올리는 것
- 커버플레이트: 단면적, 단면계수, 단면2차모멘트를 증가시키기 위하여 부재의 플랜지에 용접이나 볼트로 연결된 플레이트
- 커튼월: 비내력벽의 총칭. 일반적으로 칸막이용으로 설치하는 금속패널, 유리, 블록, 콘크리트 기성판 등을 말함.
- 콘크리트압괴: 콘크리트가 극한변형률에 도달함으로써 압축파괴를 일으키는 한계상태
- 콘크리트충전강관: 원형강관 또는 각형강관 속에 콘크리트를 충전한 것으로 주로 기둥부재에 쓰임.
- 콘크리트현치: 데크플레이트를 사용하는 합성바닥구조에서 데크플레이트를 절단한 후 간격을 벌림으로써 형성되는 거더 위의 콘크리트단면

건축물 강구조 설계기준

- 콤팩트(조밀)단면: 완전소성 응력분포가 발생할 수 있고 국부좌굴이 발생하기 전에 약 3의 곡률연성비(회전능력)를 발휘할 수 있는 능력을 지닌 단면
- 크리플링: 집중하중이나 반력이 작용하는 위치에서 발생하는 국부적인 파괴
- 타이플레이트: 조립기둥, 조립보, 조립스트럿의 두 개의 나란한 요소를 결집하기 위한 판재. 두 나란한 요소에 타이플레이트는 강접되어야 하고 두 요소 사이의 전단력을 전달하도록 설계되어야 함.
- 탄성해석: 구조체가 하중을 제거한 후에 원 위치로 돌아온다는 가정에 근거한 구조해석
- 턴버클: 와이어로프 등 선재의 긴장용 조임구
- 특수강판전단벽: 4.10의 요구사항을 만족하는 강판전단벽시스템
- 특수내진시스템: 설계지진 하에서 몇몇 부재가 상당한 비탄성거동을 일으킨다는 가정 하에서 설계된 내진시스템
- 특수모멘트골조: 4.10의 요구사항을 만족하는 모멘트골조시스템
- 특수중심가새골조: 가새시스템의 모든 부재들이 주로 축력을 받고 4.10의 요구사항을 만족하는 대각가새골조
- 파괴강도: 재료가 외력에 의해 파괴할 때의 최대강도를 말한다. 파단강도라고도 함.
- 파스너: 볼트, 리벳 또는 다른 연결기구 등을 총괄해서 지칭하는 용어
- 패널존: 접합부를 관통하는 보와 기둥의 플랜지의 연장에 의해 구성되는 보-기둥접합부의 웨브영역으로, 전단패널을 통하여 모멘트를 전달하는 영역
- 편심가새골조: 4.10의 요구사항을 만족하는 대각가새골조로서, 각 가새부재에서 최소한 한쪽 끝이 보-기둥접합부나 다른 쪽 보-가새접합부에서 짧은 거리로 떨어져 편심접합된 골조
- 표면지압판: 철근콘크리트벽이나 기둥 안에 묻히는 강재에 접합되는 스티프너로 철근콘크리트의 표면에 위치하여 구속력을 제공하고 하중을 직접 지압에 의해 콘크리트에 전달하는 판
- 표준최소인장강도: KS에 명시된 재료의 인장강도의 하한선
- 표준최소항복응력: KS에 규정된 재료에 따른 최소항복응력의 하한선
- 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

- 프로토타입: 실제건물의 골조에서 사용되는 접합부, 부재크기 및 강재특성과 그 밖의 설계, 상세와 공사특성
- 프리텐션접합부: 규정된 최소의 프리텐션으로 조여진 고장력볼트접합부
- 플러그용접: 겹치기한 2매의 판재에 한쪽에만 구멍을 뚫고 그 구멍에 살붙이하여 용접하는 방법. 주요한 부재에는 사용하지 않음.
- 플레이트거더: 강판과 Γ 형강 등을 리벳 또는 용접으로 I형의 큰 단면으로 만든 조립보 또는 강판만으로 용접한 용접보
- 피로: 활하중의 반복작용에 따른 균열생성 및 성장한계상태
- 피복아크용접: 피복아크용접봉을 전극으로 하는 아크용접
- 필러: 요소의 두께를 증가시키는 데 사용하는 플레이트
- 필릿용접: 용접되는 부재의 교차되는 면 사이에 일반적으로 삼각형의 단면이 만들어지는 용접
- 필릿용접보강: 그루브용접을 보강하기 위해 추가된 필릿용접
- 하중저항철근: 소요하중에 저항할 수 있도록 설계하고 배근한 합성부재 내의 철근
- 하향용접: 아래보기 용접
- 한계상태: 구조체 또는 구조요소가 사용하기에 부적당하게 되고 의도된 기능을 더 이상 발휘하지 못하는 상태(사용성한계상태) 또는 극한하중지지능력에 도달한 상태(강도한계상태)
- 한계상태설계법: 한계상태설계법 하중조합 하에서 부재의 설계강도가 소요강도 이상이 되도록 구조요소를 설계하는 방법
- 한계상태설계법 하중조합: 한계상태설계법에 적용되는 하중의 조합
- 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 4.11의 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: 4.11의 요구사항을 만족하는 합성가새골조
- 합성부분구속모멘트골조: 4.11의 요구사항을 만족하는 합성모멘트골조

건축물 강구조 설계기준

- 합성슬래브: 데크플레이트에 부착되고 지지된 콘크리트슬래브로, 지진하중저항시스템의 부재 사이에 하중을 전달하는 다이어프램으로 거동하는 것
- 합성전단벽: 매입되지 않은 강재단면이나 철근콘크리트에 매입된 강재단면을 경계부재로 갖는 철근콘크리트벽
- 합성중간모멘트골조: 4.11의 요구사항을 만족시키는 합성모멘트골조
- 합성특수모멘트골조: 4.11의 요구사항을 만족하는 합성모멘트골조
- 합성특수전단벽: 4.13의 소요조건을 충족하는 합성전단벽
- 합성특수중심가새골조: 4.11의 요구사항을 만족하는 합성가새골조
- 합성편심가새골조: 4.11의 요구사항을 만족하는 합성가새골조
- 항복강도: 응력과 변형의 비례상태의 규정된 변형한계를 벗어날 때의 응력
- 항복모멘트: 부재에 작용하는 휨모멘트가 항복모멘트에 도달하여 단면의 최연단부가 항복하는 것
- 항복응력: 항복점, 항복강도 또는 항복응력 레벨
- 허용강도: 공칭강도를 안전계수로 나눈 값
- 허용강도설계법: 허용강도설계법 하중조합을 받는 구조요소의 소요강도보다 구조요소의 허용강도가 동일하거나 초과되도록 구조요소를 설계하는 설계법
- 허용응력: 허용강도를 단면특성으로 나눈 값
- 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
- 횡가새: 대각가새, 전단벽 또는 이에 상응하는 방법으로 면내횡방향 안정을 제공하는 부재
- 횡방향스티프너: 웹에 부착되고 플랜지와 수직을 이루는 웹스티프너
- 횡방향철근: 매입형 합성기둥에서 강재코어 주위의 콘크리트를 구속하는 역할을 하는 폐쇄형 타이나 용접철망과 같은 철근
- 횡비틀림좌굴: 휨모멘트가 어떤 값에 달해서 부재가 가로방향으로 처지고 비틀림을 수반하면서 좌굴하는 현상
- 횡좌굴: 휨모멘트를 받는 보가 면외하중면에 대해 횡방향으로 좌굴하는 현상
- 횡지지부재: 주 골조부재의 횡좌굴 또는 횡비틀림좌굴이 방지되도록 설계된 부재

- 횡하중: 풍하중 또는 지진하중과 같이 횡방향으로 작용하는 하중
- 휨-비틀림좌굴: 단면형상의 변화 없이 압축부재에 휨과 비틀림변형이 발생하는 좌굴모드
- 휨좌굴: 단면의 비틀림이나 형상의 변화 없이 압축부재가 휨에 의해 발생하는 좌굴모드
- 힘: 일정 면적에 분포된 응력도의 합
- k영역: k영역은 웨브와 플랜지-웨브필렛의 접점으로부터 38 mm 만큼 k 치수를 넘어서 웨브를 포함하는 부분
- K-이음: 주강관을 횡단하는 지강관 또는 접합요소의 하중이 주강관의 같은 측면에서 다른 지강관 또는 접합요소의 하중에 의해 평형을 이루는 강관이음
- K형가새골조: 다이아프램이나 면외지지가 없는 위치에서 기둥과 접합된 가새로 구성된 골조
- SN강재: 용접성, 냉간가공성, 인장강도, 연성 등이 우수한 강재
- T-이음: 지강관 또는 접합요소가 주강관에 수직이고 주강관의 횡방향 하중을 주강관에서 전단에 의해 평형을 이루는 강관이음
- V형가새골조: 보의 상부 또는 하부에 위치한 한 쌍의 대각선가새가 보의 경간 내의 한 점에 연결되어 있는 중심가새골조. 대각선가새가 보 아래에 있는 경우는 역V형가새골조라고도 함.
- X-이음: 주강관을 횡단하는 지강관 또는 접합요소의 하중이 주강관의 반대편 다른 지강관 또는 접합요소의 하중에 의하여 평형을 이루는 강관이음
- X형가새골조: 한 쌍의 대각가새들이 가새의 중간 근처에서 교차하는 중심가새골조
- Y-이음: 지강관 또는 접합요소가 주강관에 수직이 아니며 주강관을 횡단하는 하중이 주강관에서 전단에 의해 평형을 이루는 강관이음
- Y형가새골조: Y자형의 스템 부분이 링크 역할을 하는 편심가새골조

1.3 기호정의

A	: 부재의 총단면적, mm^2
A	: 기둥의 횡단면적, mm^2
A_B	: 콘크리트의 재하면적, mm^2
A_b	: 볼트공칭단면적, mm^2
A_{bi}	: 겹치는 지강관의 단면적, mm^2
A_{bj}	: 겹치지강관의 단면적, mm^2
A_c	: 콘크리트단면적, mm^2
A_e	: 유효폭 내의 콘크리트단면적, mm^2
A_e	: 유효순단면적, mm^2

건축물 강구조 설계기준

A_{eff}	: 감소된 유효폭(b_e)을 고려하여 산정한 유효단면적의 합
A_{fc}	: 압축플랜지의 단면적, mm^2
A_{fg}	: 플랜지의 총단면적, mm^2
A_{fn}	: 인장플랜지의 순단면적, mm^2
A_{ft}	: 인장플랜지의 단면적, mm^2
A_g	: 부재의 총단면적, mm^2
A_g	: 설계벽두께를 기초로 한 강관의 전단면적, mm^2
A_g	: 합성부재의 총단면적, mm^2
A_{gt}	: 인장저항총단면적, mm^2
A_{gv}	: 전단저항총단면적, mm^2
A_n	: 부재의 순단면적, mm^2
A_{nt}	: 인장저항 순단면적, mm^2
A_{nv}	: 전단저항순단면적, mm^2
A_p	: 핀의 단면적, mm^2
A_{pb}	: 투영된 지압면적, mm^2
A_r	: 콘크리트슬래브의 유효폭 내에 있는 적절하게 정착된 길 이방향철근의 단면적, mm^2
A_s	: 강재의 단면적, mm^2
A_{sc}	: 스티드커넥터의 단면적, mm^2
A_{sh}	: 띠철근의 최소단면적, mm^2
A_{sp}	: 합성전단벽의 강관수평단면적, mm^2
A_{sr}	: 연속길이방향철근의 단면적, mm^2
A_{st}	: 스티프너의 단면적, mm^2
	$A_{st} = 2t(a + d/2), \text{mm}^2$
A_w	: 용접유효면적, mm^2
A_w	: 웨브의 단면적, 부재전체춤 d 와 웨브의 두께 t_w 의 곱(dt_w), mm^2
A_1	: 베이스플레이트의 면적, mm^2
A_2	: 베이스플레이트와 닮은꼴의 콘크리트지지부분의 최대면적, mm^2
B	: 접합평면과 90° 를 이루는 각형강관의 폭, mm
B	: 접합평면과 90° 를 이루는 각형주강관의 폭, mm
B_b	: 접합평면과 90° 를 이루는 각형지강관의 폭, mm
B_{bi}	: 겹치는 지강관의 폭, mm
B_{bj}	: 겹친지강관의 폭, mm
B_p	: 접합평면과 90° 를 이루는 판폭, mm
C	: 강관의 비틀림상수, 4.5.3.1 참조

C_b	: 횡좌굴모멘트수정계수
C_r	: 횡처짐좌굴상관계수
C_w	: 뒤틀림상수, mm ⁶
C_v	: 웨브의 전단상수
C_m	: 골조의 횡변형이 발생하지 않을 때의 계수
D	: 강관의 외경, mm
D	: 부재의 외경, mm
D	: 설계하중에 의한 1차층간변위
D	: 원형강관의 외경, mm
D	: 원형주강관의 외경, mm
D	: 주강관의 외경, mm
D_b	: 원형지강관의 외경, mm
D_b	: 지강관의 외경, mm
D_s	: 4.4-12에 사용되는 계수로 플레이트거더에 사용되는 수직스티프너의 종류와 관계 있는 계수
D/L	: 구조물의 모든 층에 대한 최대 L 에 대한 D 의 비
E, E_s	: 강재의 탄성계수, MPa
E_c	: 콘크리트의 탄성계수, MPa
E_{sr}	: 철근의 탄성계수, MPa
EI_{eff}	: 합성단면의 유효강성, N · mm ²
F_a	: 축방향응력(4.5.2 참조), MPa
F_{bw}	: 주축에 대한 가용휨응력(4.5.2 참조), MPa
F_{bz}	: 약축에 대한 가용휨응력(4.5.2 참조), MPa
F_c	: 가용응력, MPa
F_{cr}	: 해석에 의해 결정된 단면의 좌굴응력(4.5.3.3 참조), MPa
F_{cry}	: 식 (4.2-2)와 식 (4.2-3)에서 구한 F_{cr} 값을 사용

$$F_{cry} = \frac{GJ}{A_g r_0^2}$$

$$F_e : \text{탄성좌굴응력}, \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

$$F_{ex} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_x L}{r_x}\right)^2}$$

건축물 강구조 설계기준

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_y L}{r_y} \right)^2}$$

$$F_{ez} = \left(\frac{\pi^2 E C_w}{(K_z L)^2} + GJ \right) \frac{1}{A_g r_0^2}$$

F_L : 형강의 잔류응력을 고려하여 공칭강도의 산정에 이용된 응력, MPa

F_n : 공칭비틀림강도(4.5.3.3 참조), MPa

F_{nt} : 표 4.7-8에 의한 공칭인장응력, MPa

F_{nt}' : 전단응력의 효과를 고려한 공칭인장응력, MPa

F_{nv} : 표 4.7-8에 의한 공칭전단응력, MPa

F_{nw} : 용접재의 공칭강도, MPa

F_u : 강재의 인장강도, MPa

F_u : 강관의 인장강도, MPa

F_u : 강관부재의 극한강도, MPa

F_u : 인장강도, MPa

F_u : 스티드커넥터의 설계기준인장강도, MPa

F_u : 피접합재의 공칭인장강도, MPa

F_w : 용접재의 인장강도(용접재의 등급강도), MPa

F_y : 강재의 항복강도, MPa

F_y : 강관의 항복강도, MPa

F_y : 기둥웨브의 명시된 최소항복응력, MPa

F_y : 주강관의 항복강도, MPa

F_{yb} : 지강관의 항복강도, MPa

F_{yh} : 띠철근의 공칭항복강도, MPa

F_{ybi} : 겹치는 지강관재료의 항복응력, MPa

F_{ybj} : 겹친 지강관재료의 항복응력, MPa

F_{yf} : 플랜지의 항복응력, MPa

F_{yp} : 판재의 항복강도, MPa

F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa

F_{yst} : 스티프너의 설계항복강도, MPa

F_{yw} : 웨브의 항복응력, MPa

G : 강재의 전단탄성계수, MPa

$$H = 1 - \frac{x_0^2 + y_0^2}{r_0^2}$$

H	: 접합평면에서 측정한 각형주강관의 춤, mm
H_b	: 접합평면에서 측정한 각형지강관의 춤, mm
H_{bi}	: 겹치는 지강관의 춤, mm
I	: 휨평면에 대한 단면2차모멘트, mm ⁴
I_c	: 콘크리트단면의 단면2차모멘트, mm ⁴
I_s	: 강재단면의 단면2차모멘트, mm ⁴
I_{sr}	: 철근단면의 단면2차모멘트, mm ⁴
I_x	: x 축에 대한 단면2차모멘트, mm ⁴
I_y	: y 축에 대한 단면2차모멘트, mm ⁴
I_{yc}	: y 축에 대한 압축플랜지의 단면2차모멘트 또는 복곡률의 경우 압축플랜지 중 작은 플랜지의 단면2차모멘트, mm ⁴
I_{yc}	: 압축력을 받는 플랜지의 y 축에 대한 단면2차모멘트 또 역곡률휨의 경우 작은 플랜지에 대한 단면2차모멘트 (4.5.1 참조), mm ⁴
I_z	: 약축에 대한 단면2차모멘트, mm ⁴
J	: 비틀림상수, mm ⁴
K	: 유효좌굴길이계수
K_z	: 비틀림좌굴에 대한 유효좌굴길이계수
$\left(\frac{KL}{r}\right)_m$	: 조립부재의 수정된 기둥세장비
K_1	: 횡방향으로 구속된 골조에 대하여 산정한 휨평면에 대한 유효좌굴길이계수
K_2	: 횡방향으로 구속되지 않은 골조에 대하여 산정한 휨평면에 대한 유효좌굴길이계수
L	: 부재의 비지지길이, mm
L	: 중심라인에서 작업구간 사이의 부재길이, mm
L	: 층고, mm
L	: 횡좌굴에 대한 비지지길이, mm
L	: 횡지지길이, mm
L_b	: 횡지지길이, mm
L_b	: 보의 비지지길이, mm
L_c	: ㄷ형강전단연결재의 길이, mm
L_c	: 하중방향 순간격, 구멍의 끝과 피접합재의 끝 또는 인접구멍의 끝까지의 거리, mm
L_e	: 각형강관에서 맞댐용접과 필릿용접의 총유효길이, mm
L_p	: 소성한계비지지길이, mm
L_v	: 최대전단력작용점과 전단력이 0인 점 사이의 거리, mm
M_A	: 비지지구간에서 1/4지점의 모멘트
M_B	: 비지지구간에서 중앙부의 단부모멘트

건축물 강구조 설계기준

M_C	: 비지지구간에서 3/4지점의 모멘트
$M_{c(x,y)}$	: 휨강도 (4.3 참조), $N \cdot mm$
M_{cx}	: 강축휨에 대한 휨-비틀림강도 (4.3 참조), $N \cdot mm$
M_e	: 탄성횡좌굴모멘트
M_{lt}	: 골조의 횡변위가 발생할 때의 1차모멘트
M_{max}	: 비지지구간에서 모멘트 중 가장 큰 값
M_n	: 공칭휨모멘트
M_{nt}	: 골조의 횡변위가 발생하지 않을 때의 1차모멘트
M_p	: 소성휨모멘트, $N \cdot mm$
M_r	: 소요휨강도, $N \cdot mm$
M_{r-ip}	: 하중조합을 사용하는 지강관의 소요면내휨강도, $N \cdot mm$
M_{r-op}	: 하중조합을 사용하는 지강관의 소요면외휨강도, $N \cdot mm$
M_u	: 하중조합을 사용하는 주강관의 소요휨강도, $N \cdot mm$
M_y	: 항복휨모멘트, $N \cdot mm$
N	: 강관축과 나란한 하중지지길이, mm
N	: 집중하중이 작용하는 폭 (다만, k 보다 작지 않아야 한다), mm
N_b	: 인장력을 받는 볼트의 수
N_s	: 전단면의 수
O_v	: 오버랩접합계수
P_c	: 압축강도 (4.5.1 참조), N
P_c	: 설계축방향압축 또는 인장강도 (4.1 및 4.2 참조), N
P_{co}	: 면외휨을 고려한 압축강도 (4.5.1.3 참조), N
P_{e1}	: 횡방향으로 구속된 부재의 탄성좌굴저항
P_{lt}	: 골조의 횡변위가 발생할 때의 1차축강도
P_n	: 공칭인장강도, N
P_{nt}	: 골조의 횡변위가 발생하지 않을 때의 1차축강도
P_o	: 세장효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N
P_o	: 편심이 없는 합성기둥의 공칭축강도, N
P_p	: 콘크리트의 공칭지압강도, N
P_r	: 소요압축강도 (4.5.1.1 참조), N
P_u	: 합성기둥의 소요축강도, N
P_y	: 기둥의 축방향하중강도, N
P_y	: 부재의 항복강도
Q_f	: 주관-응력상관변수

Q_n	: 전단연결재 1개의 공칭강도, N
Q_a	: 세장한 구속판요소의 저감계수 $= \frac{A_{eff}}{A}$
Q_s	: 세장한 비구속판요소의 저감계수
R	: 반응수정계수
R_a	: 허용강도설계법의 소요강도
R_g	: 그룹의 효과를 고려한 계수
R_m	: 단면형상계수
R_n	: 공칭강도
R_p	: 전단연결재의 위치에 따른 효과를 고려한 계수
R_{pg}	: 휨강도감소계수
R_u	: 한계상태설계법의 소요강도
S	: 탄성단면계수, mm^3
S_c	: 휨축에 대한 다리 압축부분의 탄성단면계수, mm^3
S_{eff}	: 압축플랜지의 유효폭 b_e 에 대한 유효단면계수, mm^3
S_x	: 강축에 대한 탄성단면계수, mm^3
S_{xc}	: 압축플랜지의 탄성단면계수, mm^3
S_{xe}, S_{xt}	: 플랜지의 탄성단면계수, mm^3
S_{xt}, S_{xc}	: 인장과 압축플랜지에 대한 단면계수, mm^3
S_y	: ㄷ형강의 경우 최소단면계수, mm^3
T_c	: 비틀림강도 (4.5.3.1 참조), $\text{N} \cdot \text{mm}$
T_n	: 공칭비틀림강도 (4.5.3.2 참조), $\text{N} \cdot \text{mm}$
T_o	: 표 4.7-9에 따른 설계볼트장력, kN
T_r	: 소요비틀림강도 (4.5.3.2 참조), $\text{N} \cdot \text{mm}$
T_u	: 한계상태설계법의 하중조합에 의한 인장력, kN
U	: 전단지연계수(표 4.1-1 참조)
V	: 기둥에 작용하는 전단력, N
V'	: 전단연결재에 의해 전달되는 전단력, N
V_c	: 전단강도 (4.5.3.2 참조), N
V_n	: 공칭전단강도, N
V_{ns}	: 합성전단벽 내 강판의 공칭전단강도, N
V_r	: 스티프너 설치지점의 소요전단강도, N
V_r	: 소요전단강도 (4.5.3.2 참조), N
Y_{con}	: 강재보의 상부에서 콘크리트슬래브 또는 외피재의 상부까지의 거리, mm

건축물 강구조 설계기준

Y_{PNA}	: 콘크리트의 최대압축섬유에서 소성중립축까지의 최대거리, mm
Z	: 소성단면계수, mm ³
Z_b	: 휨축에 관한 지강관의 소성단면계수, mm ³
Z_x	: x 축에 대한 소성단면계수, mm ³
a	: 보강스티프너의 간격, mm
a	: 접합재 사이의 거리, mm
a	: 판구멍의 연단으로부터 힘의 방향과 평행하게 측정한 부재의 연단까지의 최단거리, mm
a/r_i	: 각 개재의 최대기둥세장비
b	: 압축판요소의 폭, mm
b	: 압축을 받는 다리부분의 외측
b	: 전단력을 저항하는 Γ 형강다리의 폭, mm
b	: 파스너 게이지선 사이의 간격, mm
b_{cf}	: 기둥플랜지의 폭, mm
b_e	: 감소된 유효폭, mm
b_{eff}	: 유효연단거리, mm, ($=2t+16$ mm). 다만, 구멍연단으로부터 작용하는 힘의 직각방향으로 측정한 부재의 연단까지 거리보다 커서는 안 된다.
b_{eoi}	: 주강관에 용접된 지강관면의 유효폭, mm
b_{eov}	: 겹친 브레이스에 용접된 지강관면의 유효폭, mm
b_f	: 플랜지의 폭, mm
b_{fc}	: 압축플랜지의 폭, mm
b_{ft}	: 인장플랜지의 폭, mm
b_l	: Γ 형강의 긴쪽다리의 길이, mm
b_s	: Γ 형강의 짧은쪽다리의 길이, mm
b_w	: 전단력방향과 직각으로 측정된 콘크리트단면폭과 형강폭의 차이, mm
d	: 강봉단면의 두께, mm
d	: 파스너의 공칭지름, mm
d	: 볼트의 공칭직경, mm
d	: 부재의 전체높이, mm
d	: 판의 직경, mm
d	: 트러스접합의 편심, mm
d_b	: 보의 깊이, mm
d_c, D_c	: 기둥의 깊이, mm
e	: 트러스접합의 편심, mm
e_{mid-h}	: 스티드 몸체의 바깥면으로부터 데크플레이트 웨브(데크골의 중간높이)까지의 거

	리이며 스티드의 하중저항방향, 즉 단순보에서 최대모멘트의 방향으로의 거리
f_a	: 소요축방향응력 (4.5.1 참조), MPa
$f_{b(w,z)}$	: 대주축, 소주축에 대한 소요휨응력 (4.5.1 참조), MPa
f'_c	: 콘크리트의 공칭압축강도, MPa
f_{ck}	: 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa
f_v	: 소요전단응력, MPa
g	: 겹 K이음에서 용접부를 무시한 지강관끝 사이의 간격, mm
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
h	: 좌굴의 부재축에 수직인 각 요소의 중심간의 거리, mm
h_c	: 압연형강의 경우 중립축으로부터 압축플랜지의 내측면 거리에서 필릿 또는 코너반경을 제외한 거리의 2배 값. 조립단면의 경우 중립축으로부터 파스너선 사이의 거리 또는 용접한 경우에는 플랜지의 내측면 거리의 2배 값, mm
h_{cc}	: 합성기둥 내부 구속코어의 단면치수. 횡철근의 중심간 거리로 측정, mm
h_o	: 상하부 플랜지간 중심거리, mm
h_p	: 중립축으로부터 압축플랜지의 최단 파스너선 사이의 거리의 2배 값 또는 용접에 의한 경우 압축플랜지의 내면까지 거리의 2배 값, mm
h_{sc}	: 구멍의 종류에 따른 계수
j	: 식 (4.4-9)에 사용되는 수직스티프너의 최소단면2차모멘트를 산정할 때 사용되는 계수
k	: 플랜지의 바깥쪽 면으로부터 웹플랫선단까지의 거리, mm
k	: 강관모서리의 외부반경. 외부반경을 모를 경우 1.5t로 한다, mm
k_c	: 비구속세장판요소의 계수
k_s	: 인장과 전단조합시 마찰접합의 감소계수
k_v	: 웹판좌굴계수
l	: 지압길이, mm
l	: 하중점에서 각 플랜지의 횡방향비지지길이, mm
n	: 인장력에 의한 파단선상에 있는 구멍의 수
p	: 주강관에 대한 겹치는 지강관의 투영길이, mm
q	: 2개 지강관 아래 있는 주강관의 접합면을 따라 측정된 겹친길이, mm
r	: 단면2차반경, mm
r_i	: 각 개재의 최소단면2차반경, mm
r	: 좌굴축에 대한 단면2차반경, mm

건축물 강구조 설계기준

r_{ib}	: 좌굴의 부재축에 평행한 중심축에 대한 각 요소의 단면2차반경, mm
r_x	: 접합된 다리의 단면2차반경, mm
r_y	: y 축에 대한 단면2차반경, mm
r_z	: 약축에 대한 단면2차반경, mm
$\overline{r_0}$	: 전단중심에 대한 극2차반경
$\overline{r_0^2} = x_0^2 + y_0^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g}$	
s	: 2개의 연속되는 구멍의 종방향 중심간격, mm
s	: 인접한 2개 구멍의 응력방향 중심간격, mm
s	: 합성구조부재의 종축을 따라 배치된 횡철근의 간격, mm
t	: ㄱ형강다리의 두께, mm
t	: 강관의 두께, mm
t	: 부재의 두께, mm
t	: 용접피접합재의 두께, mm
t	: 주강관의 두께, mm
t	: 휨축과 평행한 방향의 강봉단면의 폭, mm
t_b	: 지강관의 두께, mm
t_{bi}	: 겹치는 지강관의 두께, mm
t_{bj}	: 겹친 지강관의 두께, mm
t_{cf}	: 기둥플랜지의 두께, mm
t_{cw}	: 기둥웨브의 두께, mm
t_f	: ㄷ형강전단연결재의 플랜지두께, mm
t_f	: 플랜지의 두께, mm
t_{fc}	: 압축플랜지의 두께, mm
t_{min}	: 콘크리트충전각형강관의 최소벽두께, mm
t_p	: 부착된 직각방향플레이트의 두께, mm
t_p	: 판재의 두께, mm
t_w	: ㄷ형강전단연결재의 웨브두께, mm
t_w	: 웨브두께, mm
w	: 대주축휨을 나타내는 아래첨자 (4.5.2 참조)
w_c	: 콘크리트의 단위체적당 무게 ($1,500 \leq w_c \leq 2,500 \text{ kg/m}^3$)
w_r	: 콘크리트리브 또는 헌치의 평균폭, mm
x	: 강축을 나타내는 아래첨자 (4.5.1.1 참조)
x_0, y_0	: 중심에 대한 전단중심의 좌표
y	: 약축을 나타내는 아래첨자 (4.5.1.1 참조)

z	: 주축힘을 나타내는 아래첨자 (4.5.2 참조)
Δ_H	: 횡하중에 의한 1차 층간변위
Σ_H	: Δ_H 를 계산하는데 사용되는 횡하중에 의한 층전단력
ΣP_{e2}	: 횡방향으로 구속되지 않은 골조의 좌굴해석에 의한 부재의 탄성좌굴저항
ΣP_{nt}	: 중력기둥하중을 포함한 중력하중의 합
α	: 선팅창계수
α	: 분리비율(separation ratio) = $h/2r_{ib}$
β	: 압축강도보정계수
β	: 폭비 원형강관의 주강관에 대한 지강관지름의 비 = D_b/D 각형강관의 주강관에 대한 지강관폭의 비 = B_b/B
β_{eff}	: 유효폭비 ; K이음에서 2개 지강관의 원주를 주강관폭의 8배로 나눈 총합
μ	: 평균미끄럼계수
γ	: 주강관세장비 원형강관에서 관두께에 대한 1/2 지름의 비 = $D/2t$ 각형강관에서 관두께에 대한 1/2 폭의 비 = $B/2t$
γ_{total}	: 전체링크회전각
ζ	: 갭비 각형강관에서 주강관폭에 대한 갭 K이음의 지강관 사이의 간격비 = g/B 각형강관의 주강관에 대한 지강관폭의 비 = B_b/B
η	: 각형강관에서만 적용할 수 있는 하중길이변수 주강관폭에 대한 접합평면에서 주강관과 접촉하는 지강관의 길이비 = N/B . 여기서 $N = H_b/\sin\theta$
θ	: 지강관과 주강관 사이의 실제각도
θ	: 층간변위각
λ	: 판폭두께비
λ_p	: 콤팩트판요소에 대한 판폭두께비 제한값
λ_{pf}	: 콤팩트플랜지의 한계세장비
λ_{pw}	: 콤팩트웨브의 한계세장비
λ_r	: 비콤팩트판요소에 대한 판폭두께비 제한값
λ_{rf}	: 비콤팩트플랜지의 한계세장비
λ_{rw}	: 비콤팩트웨브의 한계세장비
ν	: 푸아송비
ρ_{sr}	: 길이방향철근의 최소철근비
ϕ	: 강도감소계수

건축물 강구조 설계기준

ϕ_B	: 콘크리트의 지압에 대한 저항계수
ϕ_b	: 휨저항계수(4.5.1 참조)
ϕ_c	: 압축저항계수(4.5.1 참조)
ϕ_t	: 인장저항계수(4.5.1 참조)
ϕ_v	: 전단저항계수

1.4 참고기준

KDS 14 31 00 강구조 설계기준(하중저항계수설계법)

KDS 41 10 05 건축구조기준 일반사항

KDS 41 10 15 건축구조기준 설계하중

KDS 41 30 00 건축물 콘크리트구조 설계기준

1.5 해석과 설계원칙

1.5.1 하중과 하중조합

- (1) 공칭하중, 하중계수 및 하중조합은 KDS 41 10 15(1.5)에 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 착구동 또는 모터구동의 경미한 기계 지지부	20%
⑤ 피스톤운동기기 또는 동력구동장치의 지지부	50%
⑥ 바닥과 발코니를 지지하는 행거	33%
- (3) 크레인 주행로의 수평력은 KDS 41 10 15(3.9)에 따른다.
- (4) 건축물의 실제 상태에 따라 진동 등에 의한 외력, 수축 및 크리프의 영향을 고려하여야 한다.

1.5.2 설계기본원칙

1.5.2.1 소요강도

구조부재와 접합부의 소요강도는 1.5.1의 하중조합을 적용한 구조해석에 의해 결정한다. 탄성해석, 비탄성해석 또는 소성해석에 의한 설계가 허용된다. 비탄성해석과 소성해석을 위한 규정은 4.13에 기술되어 있다. 4.13.3에 있는 연속보의 모멘트재분배에 대한 규정은 탄성해석의 경우에 한 허용된다.

1.5.2.2 한계상태

설계는 구조물이 모든 하중조합에 대하여 강도 및 사용성한계상태를 초과하지 않는다는 원리에 근거하여야 한다.

1.5.2.3 강도설계

각 구조요소의 설계강도가 한계상태설계법의 하중조합에 근거하여 산정된 소요강도 이상이 되는 이 기준의 요구조건을 만족하여야 한다.

설계는 식 (1.5-1)을 만족하도록 수행되어야 한다.

$$R_u \leq \phi R_n \quad (1.5-1)$$

여기서, R_u : 소요강도

R_n : 1.5부터 4.19에 규정한 공칭강도

ϕ : 1.5부터 4.19에 규정한 강도감소계수

ϕR_n : 설계강도

1.5.2.4 안정성설계

구조물과 그 요소의 안정성은 1.5.6에 따라 결정된다.

1.5.2.5 접합부설계

접합요소는 4.7과 4.8에 따라 설계되어야 한다. 설계에서 사용된 힘과 변형은 접합부의 의도된 성능과 구조해석에서 사용된 가정이 일치하도록 한다.

(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.

(2) 모멘트접합

모멘트접합은 접합부 내에 모멘트를 전달한다. 아래 규정된 것과 같은 2가지 형태의 모멘트 접합, 완전강접합(FR)과 부분강접합(PR)이 허용된다.

- ① 완전강접합(FR)은 접합요소 사이에 무시할 정도의 회전변형을 가지면서 모멘트를 전달한다. 구조물의 해석에서 상대회전변형이 없는 것으로 가정할 수 있다. 완전강접합은 강도한계상태에서 접합된 부재 사이의 각도가 유지되도록 충분한 강도와 강성을 보유하여야 한다.
- ② 부분강접합(PR)은 모멘트를 전달한다. 그러나 접합부재 사이의 회전변형은 무시할 정도가 아니다. 구조물의 해석에서 접합부의 힘-변형거동특성이 포함되어야 한다. 부분강접합

건축물 강구조 설계기준

의 거동특성은 기술문헌에 기술되어야 하거나 해석적 또는 실험적인 방법으로 정립되어야 한다. 부분강접합의 구성요소는 강도한계상태에서 충분한 강도, 강성 및 변형능력을 보유하여야 한다.

1.5.2.6 사용성설계

구조물 전체와 각 구조부재, 접합부 및 접합재는 사용성에 대해 검토하여야 한다. 사용성에 대한 요구사항은 4.9에서 규정하고 있다.

1.5.2.7 물고임설계

지붕시스템은 구조해석을 통하여 물고임상태 시의 적절한 강도와 안정성을 확보하도록 검토하여야 한다. 다만, 지붕의 표면이 배수방향으로 단위미터당 20 mm 이상의 기울기를 갖는 경우 또는 물의 고임이 발생하지 않도록 적절한 배수시스템이 설치된 경우에는 검토가 제외된다. 4.14를 참조한다.

1.5.2.8 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.

1.5.2.9 내화설계

건축법 시행령 제56조에 의한 용도 및 규모에 해당하는 건축물의 주요구조부는 건축물의 피난 및 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조에서 정하는 내화구조를 사용하여 화재에 대한 안전성을 확보하여야 한다. 내화구조에 대한 상세사항은 4.15에 기술되어있다.

1.5.2.10 부식설계

부식이 구조물의 강도 또는 사용성을 저하할 수 있는 경우 구조요소는 부식을 허용하도록 설계하거나 부식을 방지하도록 하여야 한다.

1.5.2.11 강관부재의 설계판두께

강관구조부재의 두께를 포함하는 계산에서 설계판두께를 사용하여야 한다. 전기저항용접의 강관구조부재의 경우 설계판두께는 공칭두께의 0.93배로 하며 자동아크용접의 강관구조부재의 경우 공칭두께로 한다.

1.5.2.12 총단면적과 순단면적의 산정

총단면적과 순단면적의 산정은 다음과 같다.

- (1) 부재의 총단면적 A_g 는 부재축의 직각방향으로 측정된 각 요소단면의 합이다.
- (2) 부재의 순단면적 A_n 은 식 (1.5-2) 또는 식 (1.5-3)과 같이 두께와 계산된 각 요소의 순폭을 곱한 값들의 합이다. 인장과 전단을 받는 부재의 순단면적을 산정하는 경우 볼트구멍의 폭은 표 1.5-1의 공칭구멍치수 값으로 한다. 중심인장을 받는 파스너접합부재의 순단면적은 파스너구멍의 영향을 고려하여 산정하여야 한다. 순단면적 A_n 은 최소순단면적을 갖는 파단선으로부터 구한다.

① 정열배치인 경우

$$A_n = A_g - n d t \quad (1.5-2)$$

여기서, n : 인장력에 의한 파단선상에 있는 구멍의 수

d : 파스너구멍의 직경, mm

t : 부재의 두께, mm

② 불규칙배치(엇모배치)인 경우

$$A_n = A_g - n d t + \Sigma \frac{s^2}{4g} t \quad (1.5-3)$$

여기서, s : 인접한 2개 구멍의 응력 방향 중심간격, mm

g : 파스너 게이지선 사이의 응력 수직방향 중심간격, mm

볼트구멍이 있는 Γ 형강의 순단면적은 다리를 동일평면에 전개한 후 산정한다. 이 경우 전개된 인접한 두 면의 구멍의 게이지는 Γ 형강의 뒷면으로부터 산정한 게이지들의 합에서 두께를 감한 값이다. 강관단면의 슬롯에 거셋플레이트를 용접하는 경우 강관의 순단면적은 총단면적에서 슬롯에 의해 공제된 단면적으로 한다. 플러그용접이나 슬롯용접된 부재의 순단면적을 계산할 때, 용접재는 순단면적 계산에 포함되지 않는다.

1.5.3 국부좌굴에 대한 단면의 분류

1.5.3.1 강재단면을 구성하는 요소의 분류

강재의 단면은 한쪽만 지지된 판요소와 양쪽이 지지된 판요소로 구성되며 이러한 단면을 구성하는 요소 중 압축력을 받는 판요소는 아래와 같이 콤팩트(조밀)요소, 비콤팩트(비조밀)요소 및 세장판요소로 구분된다.

- (1) 콤팩트요소: 압축요소의 판폭두께비 λ 가 표 1.5-1의 λ_p 를 초과하지 않는 요소($\lambda \leq \lambda_p$)
- (2) 비콤팩트요소: 압축요소의 판폭두께비 λ 가 표 1.5-1의 λ_p 를 초과하고 λ_r 을 초과하지 않는 요소($\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$)
- (3) 세장판요소: 압축요소의 판폭두께비 λ 가 표 1.5-1의 λ_r 를 초과하는 요소($\lambda > \lambda_r$)

건축물 강구조 설계기준

여기서, λ_p : 콤팩트요소의 판폭두께비 제한값

λ_r : 비콤팩트요소의 판폭두께비 제한값

1.5.3.2 비구속판요소

압축력방향과 평행한 면 중에서 한쪽 면에만 지지되어 있는 비구속판요소의 폭은 다음 값을 취한다.

- (1) I, H형강과 T형강 플랜지에 대한 폭 b 는 전체공칭플랜지폭 b_f 의 반이다.
- (2) Γ 형강, $\sqsubset$ 형강 및 Z형강의 다리에 대한 폭 b 는 전체공칭치수이다.
- (3) 플레이트의 폭 b 는 자유단으로부터 파스너의 첫 번째 줄 혹은 용접선까지의 길이이다.
- (4) T형강의 스템의 d 는 전체공칭축으로 한다.

1.5.3.3 구속판요소

압축력방향과 평행한 양쪽면에 지지된 구속판요소의 폭은 다음 값으로 한다.

- (1) 압연이나 성형단면의 웹에 대하여, h 는 각 플랜지에서 필릿이나 모서리반경을 감한 플랜지 사이의 순간격이다. h_c 는 도심에서 필릿이나 모서리반경을 감한 압축플랜지의 내측면까지의 거리의 2배이다.
- (2) 조립단면의 웹에 대하여 h 는 인접한 파스너 열간거리 또는 용접한 경우 플랜지 사이의 순간격이며, h_c 는 도심으로부터 압축플랜지에서 제일 가까운 파스너열 또는 용접한 경우 압축플랜지의 내측면까지 거리의 2배이다. h_c 는 소성중립축으로부터 압축플랜지에서 제일 가까운 파스너열 또는 용접한 경우 압축플랜지의 내측면까지 거리의 2배이다.
- (3) 조립단면에서 플랜지 또는 다이아프램에 대하여 폭 b 는 파스너열 또는 용접선간의 거리이다.
- (4) 각형강관 단면의 플랜지에 대하여 폭 b 는 각 변의 내측 모서리반경을 감한 웹 사이의 순간격이다. 각형강관단면의 웹에 대하여 h 는 각 변의 내측 모서리반경을 감한 플랜지사이의 순간격이다. 만일 모서리반경을 알 수 없으면 단면의 외부치수 폭에서 두께의 3배를 감한 값으로 취한다. 여기서 t 는 설계판두께이다.

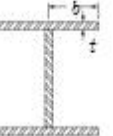
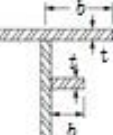
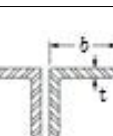
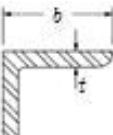
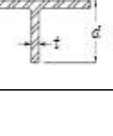
1.5.3.4 강재단면의 분류

강재의 단면은 1.5.3.1에 정의된 요소들의 조합에 따라 아래와 같이 콤팩트(조밀)단면, 비콤팩트(비조밀)단면 및 세장판단면으로 구분된다.

- (1) 콤팩트단면 : 단면을 구성하는 모든 압축판요소가 콤팩트 요소인 경우
- (2) 비콤팩트단면 : 단면을 구성하는 요소 중 하나 이상의 압축판요소가 비콤팩트요소인 경우

(3) 세장판단면 : 단면을 구성하는 요소 중 하나 이상의 압축판요소가 세장판요소인 경우

표 1.5-1 압축판요소의 판폭두께비 제한값

구분	판요소에 대한 설명	판폭 두께비	폭두께비 한계값		예
			λ_p (콤팩트)	λ_r (비콤팩트)	
비 구 속 판 요 소	1 압연 H형강과 ㄷ형강 휨재의 플랜지	b/t	$0.38\sqrt{E/F_y}$	$1.0\sqrt{E/F_y}$	
	2 2축 또는 1축 대칭인 용접 H형강 휨재의 플랜지	b/t	$0.38\sqrt{E/F_y}$	$0.95\sqrt{k_c E/F_L^{(1),2)}}$	
	3 균일 압축을 받는 - 압연 H형강의 플랜지 - 압연 H형강으로부터 돌출된 플레이트 - 서로 접한 쌍ㄱ형강의 돌출된 다리 - ㄷ형강의 플랜지	b/t	-	$0.56\sqrt{E/F_y}$	
	4 균일 압축을 받는 - 용접 H형강의 플랜지 - 용접 H형강으로부터 돌출된 플레이트와 ㄱ형강 다리	b/t	-	$0.64\sqrt{k_c E/F_y^{(1)}}$	
	5 균일 압축을 받는 - ㄱ형강의 다리 - 길이를 긴 쌍ㄱ형강의 다리 - 그 외 모든 한쪽만 지지된 판요소	b/t	-	$0.45\sqrt{E/F_y}$	
	6 휨을 받는 ㄱ형강의 다리	b/t	$0.54\sqrt{E/F_y}$	$0.91\sqrt{E/F_y}$	
	7 휨을 받는 T형강의 플랜지	b/t	$0.38\sqrt{E/F_y}$	$1.0\sqrt{E/F_y}$	
	8 균일압축을 받는 T형강의 스템	d/t	-	$0.75\sqrt{E/F_y}$	

건축물 강구조 설계기준

구분	판요소에 대한 설명	판폭 두께비	폭두께비 한계값		예
			λ_p (콤팩트)	λ_r (비콤팩트)	
구속판요소	9 힘을 받는 - 2축대칭 H형강의 웨브 - ㄷ형강의 웨브	h/t_w	$3.76\sqrt{E/F_y}$	$5.70\sqrt{E/F_y}$	
	10 균일압축을 받는 2축대칭 H형강의 웨브	h/t_w	-	$1.49\sqrt{E/F_y}$	
	11 힘을 받는 1축대칭 H형강의 웨브	h_c/t_w	$\frac{\frac{h_c}{h_p}\sqrt{\frac{E}{F_y}}}{\left(0.54\frac{M_p}{M_y} - 0.09\right)^2}$	$5.70\sqrt{E/F_y}$	
	12 힘 또는 균일압축을 받는 - 각형강관의 플랜지 - 플랜지 커버플레이트 - 파스너 또는 용접선 사이의 다이아프램	b/t	$1.12\sqrt{E/F_y}$	$1.40\sqrt{E/F_y}$	
	13 힘을 받는 각형강관의 웨브	h/t	$2.42\sqrt{E/F_y}$	$5.70\sqrt{E/F_y}$	
	14 균일압축을 받는 그 외 모든 양쪽이 지지된 판요소	b/t	-	$1.49\sqrt{E/F_y}$	
	15 - 압축을 받는 원형강관 - 힘을 받는 원형강관	D/t D/t	- $0.07E/F_y$	$0.11E/F_y$ $0.31E/F_y$	

주 1) $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$, 여기서 $0.35 \leq k_c \leq 0.76$

2) $F_L = 0.7F_y$: 약축힘을 받는 경우, 웨브가 세장판요소인 용접 H형강이 강축힘을 받는 경우,
 웨브가 콤팩트요소 또는 비콤팩트요소이고 $S_{xt}/S_{xx} \geq 0.7$ 인 용접 H형강이 강축힘을 받는 경우
 $F_L = F_y S_{xt}/S_{xx} \geq 0.5F_y$: 웨브가 콤팩트요소 또는 비콤팩트요소이고 $S_{xt}/S_{xx} < 0.7$ 인 용접 H형강이 강축힘을 받는 경우

15.4 제작, 설치 및 품질관리

제작, 공장도장, 설치 및 품질관리는 4.12에 규정된 요구조건을 만족하여야 한다.

1.5.5 기존구조물의 평가

기존구조물의 평가를 위한 규정은 4.16에 기술되어 있다.

1.5.6 골조의 안정성

1.5.6.1 안정설계 요구조건

(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 하중종속 효과들은 한계상태 설계법의 하중조합에 따른 설계하중에 의해 계산되어야 한다.

상기의 사항들을 고려할 수 있는 어떠한 합리적인 안정설계법도 사용 가능하며, 이 절의 2차 해석법 및 1차해석법과 직접해석법은 이러한 요구조건을 만족한다.

구조물 비탄성해석시에는 4.13을 만족하여야 한다.

(2) 구조시스템 안정설계 요구조건

횡적 안정을 위하여 모멘트골조, 가새골조, 전단벽 또는 횡방향 하중저항구조시스템 등을 사용한다. 횡방향변위의 전도효과와 중력하중의 불안정화 효과를 고려하여야 한다. 또한, 골조 구조시스템 요소간의 힘의 전달 및 하중분산도 고려하여야 한다. 가새골조 및 전단벽구조시스템, 모멘트골조구조시스템, 중력골조구조시스템과 기타 혼합시스템은 다음의 규정 사항을 만족하여야 한다.

① 가새골조 및 전단벽시스템

대각선가새나 전단벽 또는 이와 유사한 수단에 의해서 횡적안정이 되는 구조에서는 압축재에 대한 유효좌굴길이계수 K 를 1.0으로 한다. 다만, 구조해석에 의해 1.0보다 작은 값을 적용할 수 있다. 가새골조에서는 기둥, 보 및 사재는 단순접합된 것으로 설계할 수 있다.

② 모멘트골조시스템

접합된 보와 기둥의 휨강성에 의해 횡적 안정이 되어 있는 골조에서는 보 및 보-기둥에 대한 유효좌굴길이계수 K 또는 탄성좌굴응력 F_e 는 안정설계법에 따라 1.5.6.2 또는 4.18에 의해 산정한다.

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 소

건축물 강구조 설계기준

요강도 산정 시에 고려한다.

④ 혼합시스템

모멘트골조, 가새골조, 전단벽, 중력골조시스템 등의 혼합시스템의 부재, 접합부 또는 기타 요소의 해석 및 설계는 그 각각의 구조시스템의 기준에 따른다.

1.5.6.2 안정설계법

전층의 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.5 이하인 구조물의 부재, 접합부 또는 기타요소의 소요강도 및 설계강도는 다음의 (1) 또는 (2)의 방법이나 4.18에 의해 산정할 수 있다. 그러나 일부 층이라도 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.5를 초과하는 구조물의 부재, 접합부 또는 기타요소의 소요강도 및 설계강도는 4.18에 의해 산정한다.

다음의 (1)과 (2)의 기준에 따른 안정설계 시에는 아래의 조건을 따른다.

- ① 해석은 1.5.2.3에 있는 설계 및 하중기준에 따라 수행한다.
- ② 구조물의 모든 요소는 공칭형상 및 공칭탄성강성을 사용하여 해석한다.

(1) 2차해석법(유효길이법)

① 적용범위

2차해석에 의한 안정설계는 구조물이 기본적으로 수직기둥, 벽체 또는 골조에 의해 중력하중을 지지하고 전층의 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.5 이하인 모든 유형의 가새골조, 모멘트골조, 혼합골조시스템에 적용 가능하다.

② 소요강도 산정

2차해석에 의해 소요강도가 결정되는 경우에는

가. 2차해석과 관련된 사항은 1.5.6.3과 4.18.2.1(3)을 만족해야 한다.

나. 2차해석 시 모든 중력하중조합에 최소횡하중 $0.002 Y_i$ 를 포함시켜 구조물의 각층에 적용하여야 한다. 여기서, Y_i 는 하중조합에 의한 i 층에 작용하는 설계중력하중이다. 최소횡하중은 서로 직각인 두 방향에 대해 각각 고려하여야 하며, 4.18.2.2(2)②와 4.18.2.2(2)③의 가상하중 적용 사항을 따른다.

③ 설계강도 산정

각 부재 및 접합부의 설계강도는 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 및 4.6의 사항을 만족해야 한다.

가새골조나 전단벽시스템 또는 기타의 구조시스템에서 골조의 횡적안정과 수평하중의 저항이 휨강성에 의존하지 않는 압축부재의 유효좌굴길이계수 K 값은 합리적인 해석에 의해서 더 작은 값이 확인되지 않는 한 1.0으로 적용한다.

이에 해당하지 않는 모멘트골조시스템 또는 기타의 구조시스템에서 휨강성이 골조의 횡적안정과 횡력저항에 기여하는 기둥이나 보-기둥의 유효좌굴길이계수 K 값 및 탄성좌굴응력 F_e 는 구조물의 횡이동을 고려한 좌굴해석에 의해 산정하여야 한다. 또한 K 값 산정 시에는 기둥의 비탄성으로 인한 강성감소 조정이 허용된다.

단, 모든 층에서 1차해석 층간변위에 대한 2차해석 층간변위의 비가 1.1 이하인 경우에 모든 기둥의 유효좌굴길이계수 K 를 1.0으로 적용할 수 있다.

기둥과 보의 비지지길이를 정의하기 위해 가새로 거동하도록 설계된 부재는 가새절점에서의 부재이동을 제어할 수 있도록 충분한 강성과 강도를 가져야 한다.

(2) 1차해석법

① 적용범위

1차해석에 의한 안정설계는 구조물이 기본적으로 수직기둥, 벽체 또는 골조에 의해 중력하중을 지지하고 전층의 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.5 이하이고 휨강성이 구조물의 횡적 안정에 기여하는 모든 부재의 소요압축강도가 다음의 제한조건을 만족하는 모든 유형의 가새골조, 모멘트골조, 혼합골조시스템에 적용가능하다.

$$P_r \leq 0.5P_y \quad (1.5-4)$$

여기서, P_r : 소요압축강도, N

P_y : 부재의 항복압축강도($= AF_y$), N

② 소요강도산정

소요강도는 아래의 조건을 적용한 1차해석에 의해 결정할 수 있다.

가. 모든 하중조합은 다음과 같이 구조물의 각 층에 다른 하중과 함께 조합되는 추가적인 횡하중 N_i 를 포함한다.

$$N_i = 2.1(\Delta/L)Y_i \geq 0.0042Y_i \quad (1.5-5)$$

여기서, Y_i : 하중조합에 의한 i 층에 작용하는 중력하중, N

Δ/L : 구조물의 모든 층에 대한 L 에 대한 Δ 의 비 중에서 최댓값

Δ : 설계하중조합에 의한 1차해석 층간변위, mm. 평면상의 위치에 따라 Δ 값이 변하는 경우에는 연직하중에 비례하는 가중평균변위로 하거나 최대변위로 한다.

L : 층고, mm

추가적인 횡하중은 서로 직각인 두 방향에 대해 각각 고려하며, 각층의 중력하중분포와 유사한 형태로 적용하여야 한다. 또한 불안정효과가 가장 커지는 방향으로 적용하여야 한다.

나. 횡방향으로 구속된 보-기둥 모멘트증폭은 1.5.6.3(2)의 증폭계수 B_1 을 사용하여 전체 부재모멘트에 고려하여야 한다.

③ 설계강도 산정

각 부재 및 접합부의 설계강도는 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6의 사항을 만족해야 한다. 또한, 1차해석법에 의한 설계강도 산정 시 모든 압축부재의 유효좌굴길이계수 K 는 1.0으로 하여야 한다. 기둥과 보의 비지지길이를 정의하기 위해 가새로 거동하도록 설계된 부재는 가새절점에서의 부재이동을 제어할 수 있도록 충분한 강성과 강도를 가져야 한다.

건축물 강구조 설계기준

(3) 2차해석방법

① 일반2차탄성해석

$P-\Delta$ 와 $P-\delta$ 효과를 모두 고려할 수 있는 어떠한 2차탄성해석방법도 사용할 수 있다. 가새골조, 모멘트골조 및 혼합골조에 대하여는 다음 ②에 정의되어 있는 증폭1차탄성해석 방법으로 2차탄성해석을 대신할 수 있다.

② 증폭1차탄성해석에 의한 2차해석

횡하중저항구조시스템 부재의 소요휨강도 및 소요축강도를 산정하는 근사적 2차해석 순서는 다음과 같다. 소요2차휨강도 M_r 과 소요2차축강도 P_r 은 다음과 같이 산정된다.

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \quad (1.5-6)$$

$$P_r = P_{nt} + B_2 P_{lt} \quad (1.5-7)$$

여기서, M_r : 소요2차휨강도, N · mm

M_{nt} : 골조의 횡변위가 구속되었을 때의 1차휨모멘트, N · mm

M_{lt} : 골조의 횡변위에 의해 유발된 1차휨모멘트, N · mm

P_r : 소요2차축강도, N

P_{nt} : 골조의 횡변위가 구속되었을 때의 1차축력강도, N

P_{lt} : 골조의 횡변위에 의해 유발된 1차축력강도, N

B_1 : $P-\delta$ 효과를 고려하기 위한 증폭계수

B_2 : $P-\Delta$ 효과를 고려하기 위한 증폭계수

가. B_1 계수 산정

압축력을 받는 부재의 B_1 은 1차해석에 따라 산정된 $P_r (= P_{nt} + P_{rt})$ 에 의하여 계산할 수 있다.

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - P_r/P_{e1}} \geq 1 \quad (1.5-8)$$

여기서, C_m : 골조의 횡변형이 발생하지 않을 때의 계수이며, 다음과 같이 산정한다.

(가) 평면상의 지지점 사이에 횡하중이 작용하지 않는 보-기둥

$$C_m = 0.6 - 0.4(M_1/M_2) \quad (1.5-9)$$

위 식에서 1차해석에서 계산된 M_1 과 M_2 는 각각 절대값이 작은 모멘트와 큰 모멘트이다. 부재가 복곡률로 변형할 때는 M_1/M_2 부호는 양(+)이며, 부재가 단곡률로 변형할 때는 음(-)으로 한다.

(나) 지지점 사이에 횡하중이 작용하는 보-기둥 부재에서는 C_m 은 해석에 의해 산정하거나 모든 경우에 있어 안전측으로 1.0으로 할 수 있다.

$$P_{e1} = \frac{\pi^2 EI^*}{(K_1 L)^2} \quad (1.5-10)$$

여기서, P_{e1} : 횡방향으로 구속된 부재의 휨평면에 대한 탄성좌굴저항

EI^* : 직접해석법이 사용되는 경우 $0.8\tau_b EI$ 적용

그 이외의 경우 EI 적용

E : 강재의 탄성계수=210,000MPa

I : 휨평면에 대한 단면2차모멘트, mm⁴

K_1 : 횡방향으로 구속된 골조에 대해 산정한 휨평면에 대한 유효좌굴길이계수로 해석에 의해 더 작은 값의 사용이 확인되지 않은 경우 1.0 적용

L : 부재의 길이, mm

나. B_2 계수 산정

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_{nt}}{\Sigma P_{e2}}} \geq 1 \quad (1.5-11)$$

여기서, ΣP_{nt} : 횡력저항요소가 아닌 기둥재의 하중을 포함한 해당 층의 모든 중력하중의 합, N

ΣP_{e2} : 횡방향으로 구속되지 않은 골조의 좌굴해석에 의해 산정한 해당 층의 탄성좌굴강도의 합

$$\Sigma P_{e2} = R_M \frac{\Sigma HL}{\Delta_H} \quad (1.5-12)$$

R_M : 1.0 가새골조시스템

기타골조시스템 $(1 - 0.15(P_{mf}/\Sigma P_{nt}))$

P_{mf} : 모멘트 골조에 해당하는 기둥재에 작용하는 해당 층의 모든 수직하중의 합, N

L : 층고, mm

Δ_H : 횡하중에 의한 1차층간변위, mm. 구조물의 평면상 위치에 따라 Δ_H 값이 변하는 경우에는 연직하중에 비례하는 가중평균변위로 하거나 최대변위로 하며, 직접해석법이 적용된 경우 감소된 강성을 적용하여 계산한다.

ΣH : Δ_H 를 계산하는데 사용되는 횡하중에 의한 층전단력, N

1.5.4 내진설계기준의 적용

- (1) 반응수정계수 R이 3 이하인 강구조물의 설계, 제작 및 설치는 이 기준을 따르고, 4.10과 4.11의 내진설계기준을 적용하지 않는다.
- (2) 반응수정계수 R이 3을 초과하는 강구조물의 설계는 4.10과 4.11의 내진설계기준을 포함한 이 기준의 요구사항을 만족하여야 한다.

1.6 구조설계도서

1.7.1 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 KDS 41 10 05(4.3.3)에 따른다. 또한, KDS 41 10 05(4.3.4)에 따른 구조설계도에는 용접재료의 강도와 고장력볼트의 설계방법 등을 포함한 접합부 설계에 대한 내용이 포함되어야 한다.

1.7.2 도면의 표시방법

- (1) 설계도면과 제작·설치도면의 표시방법은 원칙적으로 KS F 1501에 따른다.
- (2) 용접기호는 KS B 0052에 따른다.
- (3) 검사기호는 KS B 0056에 따른다.

1.7.3 용접에 대한 표기

변형을 최소로 하기 위해 용접순서와 방법을 주의 깊게 조정해야 하는 접합부는 설계도서와 제작·설치도면에 명시하여야 한다.

1.8 제작·설치도면

1.8.1 건축주의 책무

건축주는 강구조물에 대한 구조설계도면과 구조체공사시방서를 계약조건에 의해 공사용으로 적기에 제공하여야 한다.

1.8.2 제작·설치자의 책무

- (1) 제작·설치자는 계약조건에 별도 면책조항이 없는 한 제작·설치도면을 작성하여야 한다.
- (2) 제작·설치도면은 구조설계도면의 취지에 적합하고 이 기준의 규정에 따라 구조안전성을 확보하고 있는지 KDS 41 10 05(6)에 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 4.12에 따른다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

3.1 재질

3.1.1 구조용강재

(1) 구조용 강재는 표 3.1-1에 나타난 한국산업표준(이하 ‘KS’라 한다)에 적합한 것을 사용한다.

표 3.1-1 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

건축물 강구조 설계기준

(2) 냉간가공재 및 주강은 표 3.1-2에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

표 3.1-2 냉간가공재 및 주강의 재질규격

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 3864	건축구조용 각형 탄소 강관	SNRT295E, SNRT275A, SNRT355A

(3) 용접하지 않는 부분에 사용되는 압연강재, 냉간가공재, 주철, 주강 및 단강은 표 3.1-3에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

표 3.1-3 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 3.1-4에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

표 3.1-4 케이블로 사용되는 강재의 규격

번호	명칭	강종
KS D 3514	와이어 로프	E종, G종, A종, B종
KS D 7048	이형선 로프	E종, G종, A종, B종

3.1.1 접합재료

(1) 볼트, 고장력볼트, 턴버클 등은 표 3.1-5에 나타낸 KS에 적합한 것을 사용하여야 한다.

표 3.1-5 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 와서의 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/와서의 종류

주 2) KS B 1010에 의하여 수소지연파괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다.

(2) 용접재료의 품질

용접재료는 표 3.1-6에 나타낸 KS에 적합한 것으로 하고, 모재의 재질 및 용접조건을 고려하여 적절히 선택한다.

표 3.1-6 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

3.1.3 철근 및 콘크리트

철근 및 콘크리트의 품질은 KDS 14 20 00에 따른다.

3.2 형상 및 치수

(1) 구조용강재의 형상 및 치수는 표 3.1-1~표3.1-4에 나타낸 KS가 규정하는 정밀도 내에 있는

건축물 강구조 설계기준

것으로 하고, 열간압연강재는 표 3.2-1에 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 3.1-5에 나타낸 KS의 규정에 적합한 것으로 한다.
- (3) 용접에 의한 조립체는 KCS 14 31 20에서 규정하는 제품정밀도표준에 합격하는 형상 및 치수로 한다.

표 3.2-1 용접재료의 규격

번호	명칭
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

3.3 재료의 강도

3.3.1 구조용강재

- (1) 표 3.1-1에 나타낸 구조용강재의 항복강도 및 인장강도는 표 3.3-1에 나타낸 값으로 한다. 다만 강재 판두께 100 mm(HSA650, SM275TMC, SM355TMC, SM420TMC와 SM460TMC인 경우 80 mm) 초과인 경우 KDS 41 10 10에 따라 안전성이 인정되어야 한다.

표 3.3-1 주요 구조용 강재의 재료강도 (MPa)

강도	강재 기호	SS275	SM275 SMA275	SM355 SMA355	SM420	SM460	SN275	SN355	SHN275	SHN355
	판 두께									
F_y	16mm 이하	275	275	355	420	460	275	355	275	355
	16mm 초과 40mm 이하	265	265	345	410	450				
	40mm 초과 75mm 이하	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								—	—

표 3.3-1 주요 구조용 강재의 재료강도 (MPa) (계속)

강도	강재 기호	HSA650	SM275-TMC	SM355-TMC	SM420-TMC	SM460-TMC
	판 두께					
F_y	80mm 이하	650	275	355	420	460
F_u	80mm 이하	800	410	490	520	570

(2) 표 3.1-2에 나타난 구조용강재의 재료강도는 표 3.3-2에 나타난 값으로 한다.

표 3.3-2 냉간가공재 및 주강의 재료강도 (MPa)

강재 종별	SSC275 SWH275	SNT275	SNT355	SNRT275A	SNRT295E	SNRT355A
판두께 (mm)	2.3~6.0 ¹⁾	2.3~40 ²⁾		6.0~40 ²⁾		
F_y	275	275	355	275	295	355
F_u	410	410	490	410	400	490

주 1) SWH275의 판두께는 12 mm 이하

주 2) SNRT295E의 판두께는 22 mm 이하

비고 1) 강재갑판(SDP)의 재료강도는 모재의 강도 적용

(3) 표 3.1-3에 나타난 압연강재, 냉간가공된 강재, 주철, 주강 및 단강의 재료강도는 표 3.3-3에 나타난 값으로 한다.

표 3.3-3 용접하지 않는 부분에 사용하는 강재 등의 재료강도 (MPa)

강도	강재 종별	SS315	SS410	SGT275 ¹⁾ SRT275 ¹⁾	SGT355 SRT355 ²⁾	SF490A	SF540A
	판두께						
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

건축물 강구조 설계기준

- (4) 표 3.1-4에 나타난 케이블의 재료강도는 표 3.3-4에 나타난 값으로 한다. KSD ISO 8369 태경 강선 로프의 파단강도는 KS를 참조한다.

표 3.3-4 케이블에 사용되는 강재의 재료강도(KS의 최소파단강도) (MPa)

종별	파단강도	적요
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.)

3.3.2 접합재료의 강도

- (1) 고장력볼트의 최소인장강도는 표 3.3-5에 나타난 값으로 한다.

표 3.3-5 고장력볼트의 재료강도 (MPa)

볼트등급	F8T	F10T	F13T ¹⁾
최소강도			
F_y	640	900	1,170
F_u	800	1,000	1,300

주 1) KS B 1010에 의하여 수소지연파괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다.

- (2) 일반볼트의 최소인장강도는 표 3.3-6에 나타난 값으로 한다.

표 3.3-6 일반볼트의 최소인장강도 (MPa)

볼트등급	4.6 ¹⁾
최소강도	
F_y	240
F_u	400

주 1) KS B 1002에 따른 강도 구분

- (3) 용접재료의 강도는 표 3.3-7의 값으로 한다. 용접재료는 책임구조기술자가 확인하고, 이를 구조감리자가 승인하는 절차를 통하여 선택 후 적용한다.

표 3.3-7 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	
KS D 7104 연강, 고장력강 및 저온용 강용 아크용접 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 마그용접용 솔리드와이어	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.

3.4 재료정수

구조용 강재의 탄성계수, 전단탄성계수, 푸아송비 및 선팽창계수 등의 재료정수는 표 3.4-1에 나타낸 값으로 한다.

표 3.4-1 강재의 재료정수

재료	정수	탄성계수(E) (MPa)	전단탄성계수(G) (MPa)	푸아송비 ν	선팽창계수 α (1/℃)
강재		210,000MPa	81,000MPa	0.3	0.000012

4.설계

4.1 인장재

이 절은 중심축 인장력을 받는 부재에 적용한다.

4.1.1 세장비 제한

인장을 받는 부재의 설계 시 최대세장비의 제한은 없다. 다만, 인장력에 기초하여 설계되는 부재의 세장비 L/r 은 가급적 300을 넘지 않도록 한다. 이 제한은 인장력을 받는 강봉이나 매달린 부재에는 적용하지 않는다.

4.1.2 인장강도

인장재의 설계인장강도 $\phi_t P_n$ 은 종단면의 항복한계상태와 유효순단면의 파단한계상태에 대해 식 (4.1-1)과 식 (4.1-2)에 의해 산정된 값 중 작은 값으로 한다.

4.1.2.1 종단면의 항복한계상태

$$P_n = F_y A_g \quad (4.1-1)$$

$$\phi_t = 0.90$$

4.1.2.2 유효순단면의 파단한계상태

$$P_n = F_u A_e \quad (4.1-2)$$

$$\phi_t = 0.75$$

여기서, A_g : 부재의 종단면적, mm^2

A_e : 유효순단면적, mm^2

F_y : 항복강도, MPa

F_u : 인장강도, MPa

P_n : 공칭인장강도, N

구멍이 없는 부재가 용접에 의해 접합되는 경우 식 (4.1-2)에서 사용된 유효순단면적은 4.1.3에 따른다. 용접에 의해 접합되거나 플러그 또는 슬롯용접이 사용된 부재에 구멍이 있는 경우, 구멍의 유효순단면적은 식 (4.1-2)에 따른다.

4.1.3 단면적의 산정

4.1.3.1 종단면적

부재의 종단면적 A_g 의 산정은 15.2.12에 따른다.

4.1.3.2 순단면적

부재의 순단면적 A_n 의 산정은 15.2.12에 따른다.

4.1.3.3 유효순단면적

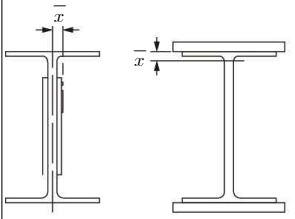
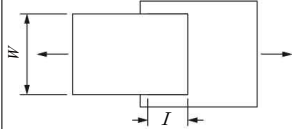
유효순단면적 A_e 는 다음과 같이 산정한다.

$$A_e = A_n U \quad (4.1-3)$$

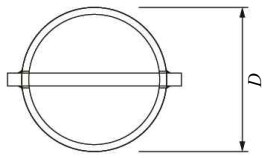
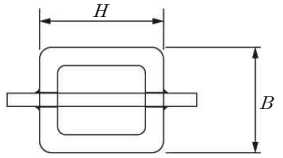
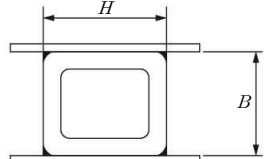
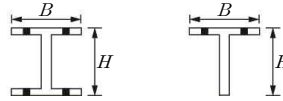
여기서, U : 전단지연계수 (표 4.1-1 참조)

단일 ㄱ형강, 쌍 ㄱ형강, T형강부재의 접합부는 전단지연계수가 0.6 이상이어야 한다. 다만, 4.5.1.2 및 4.5.2에 따라 편심효과를 고려하여 설계하는 경우, 0.6보다 작은 값을 사용할 수 있다.

표 4.1-1 인장재접합부의 전단지연계수

사례	요소 설명	전단지연계수, U	예
1	인장력이 용접이나 파스너를 통해 각각의 단면요소에 직접적으로 전달되는 모든 인장재 (사례 3, 4, 5, 6과 같은 경우는 제외한다.)	$U = 1.0$	—
2	인장력이 길이방향 용접이나 파스너를 통해 단면요소의 일부에 전달되는, 판재와 강관을 제외한 모든 인장재 (H형강은 사례 7을 적용할 수도 있다.)	$U = 1 - \bar{x}/l$	
3	인장력이 가로방향 용접을 통해 단면요소의 일부에 전달되는 모든 인장재	$U = 1.0$ $A_n = \text{직접 접합된 요소의 면적}$	—
4	인장력이 길이방향 용접만을 통해서 전달되는 판재	$l \geq 2w \cdots U = 1.00$ $2w > l \geq 1.5w \cdots U = 0.87$ $1.5w > l \geq w \cdots U = 0.75$	

건축물 강구조 설계기준

사례	요소 설명		전단지연계수, U	예
5	중심축에 단일 거셋플레이트를 용접한 원형강관		$l \geq 1.3D \cdots U' = 1.0$ $D \leq l < 1.3D \cdots U' = 1 - \bar{x}/l$ 여기서, $\bar{x} = D/\pi$	
6	각형강관 부재	중심축에 단일 거셋플레이트가 있는 경우	$l \geq H \cdots U' = 1 - \bar{x}/l$ 여기서, $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B+H)}$	
		양측에 거셋플레이트가 있는 경우	$l \geq H \cdots U' = 1 - \bar{x}/l$ 여기서, $\bar{x} = \frac{B^2}{4(B+H)}$	
7	H형강 또는 T형강 (사례 2와 비교하여 큰 값의 U를 사용할 수 있다.)	하중방향으로 1열에 3개 이상의 파스너로 접합한 플랜지의 경우	$B \geq 2/3H \cdots U' = 0.90$ $B < 2/3H \cdots U' = 0.85$	
		하중방향으로 1열에 4개 이상의 파스너로 접합한 웨브의 경우	$U' = 0.70$	—
8	단일 ㄱ형강 (사례 2와 비교하여 큰 값의 U를 사용할 수 있다.)	하중방향으로 1열에 4개 이상의 파스너가 있는 경우	$U' = 0.80$	—
		하중방향으로 1열에 2개 또는 3개의 파스너가 있는 경우	$U' = 0.60$	—

주) l = 접합길이(mm); w = 판재의 폭; $\bar{x}$ = 접합부편심(mm)

4.1.4 조립인장재

판재, 형강 등으로 조립인장재를 구성하는 경우 조립재가 일체가 되도록 다음 조건에 맞게 적절하게 조립해야 한다.

(1) 판재와 형강 또는 2개의 판재로 구성되어 연속적으로 접촉되어 있는 조립인장재의 재축방향 긴결간격은 다음 값 이하로 해야 한다.

- ① 도장된 부재 또는 부식의 우려가 없어 도장되지 않은 부재의 경우 얇은 판두께의 24배 또는 300 mm
- ② 대기 중 부식에 노출된 도장되지 않은 내후성강재의 경우 얇은 판두께의 14배 또는 180 mm

(2) 끼움판을 사용한 2개 이상의 형강으로 구성된 조립인장재는 개재의 세장비가 가급적 300을 넘지 않도록 한다.

(3) 띠판은 조립인장재의 비충복면에 사용할 수 있으며, 다음 조건에 맞도록 해야 한다.

- ① 띠판의 재축방향 길이는 조립부재 개재를 연결시키는 용접이나 파스너 사이 거리의 2/3 이상 되어야 하고, 띠판두께는 이 열 사이 거리의 1/50 이상 되어야 한다.
- ② 띠판에서의 단속용접 또는 파스너의 재축방향 간격은 150 mm 이하로 한다.
- ③ 띠판 간격을 결정할 때, 조립부재 개재의 세장비는 가급적 300을 넘지 않도록 한다.

4.1.5 핀접합부재

4.1.5.1 인장강도

핀접합부재의 설계인장강도 $\phi_t P_n$ 은 인장파단, 전단파단, 지압, 항복의 한계상태 중 가장 작은 값으로 한다.

(1) 유효순단면적에 대한 인장파단

$$P_n = 2tb_{eff}F_u \quad (4.1-4)$$

$$\phi_t = 0.75$$

여기서, b_{eff} : 유효연단거리 ($=2t+16$), mm

다만, 볼트구멍연단으로부터 작용하는 힘의 직각방향으로 측정된 부재의 연단까지 거리보다 크지 않아야 한다.

t : 판재의 두께, mm

(2) 유효단면적에 대한 전단파단

$$P_n = 0.6F_u A_{sf} \quad (4.1-5)$$

$$\phi_{sf} = 0.75$$

여기서, $A_{sf} = 2t(a+d/2)$, mm²

a : 핀구멍의 연단으로부터 힘의 방향과 평행하게 측정된 부재의 연단까지의 최단거리, mm

d : 핀직경, mm

(3) 핀의 투영면적에 대한 지압

4.1.7에 따른다.

(4) 총단면적에 대한 항복

식 (4.1-1)에 따라 산정한다.

4.1.5.2 핀접합부재의 구조제한

(1) 핀구멍은 부재의 중앙에 위치하여야 한다.

(2) 핀이 전하중상태에서 접합재들간의 상대변위를 제어하기 위해 사용될 때, 직경은 핀직경보다 1 mm 이상 크면 안 된다.

건축물 강구조 설계기준

- (3) 편구멍이 있는 플레이트 폭은 $2b_{eff} + d$ 이상이어야 하며, 재축에 평행한 편구멍의 연단거리 a 는 $1.33b_{eff}$ 이상이어야 한다.

4.1.6 아이바

4.1.6.1 인장강도

아이바의 인장강도는 4.1.2에 따른다. 다만, 아이바 몸체의 단면적을 A_g 로 한다. 아이바 몸체의 폭은 두께의 8배를 초과하지 않도록 한다.

4.1.6.2 아이바의 구조제한

- (1) 아이바의 원형 머리 부분과 몸체 사이 부분의 반지름은 아이바머리의 직경보다 커야 한다.
- (2) 편직경은 아이바 몸체 폭의 7/8배보다 커야 하고, 편구멍의 직경은 편직경보다 1mm를 초과할 수 없다
- (3) F_y 가 485MPa를 초과하는 강재의 구멍직경은 플레이트두께의 5배를 초과할 수 없고 아이바 몸체 폭은 그에 따라 감소되어야 한다.
- (4) 플레이트두께는 편플레이트나 필러플레이트를 조임하기 위해 외부 너트를 사용하는 경우에만 13mm 이하의 두께 사용이 허용된다.
- (5) 편구멍의 연단으로부터 힘의 방향에 수직으로 측정한 플레이트의 연단까지의 폭은 아이바 몸체 폭의 2/3보다 커야 하고, 3/4보다 커서는 안 된다.

4.2 압축재

이 절은 중심축 압축력을 받는 부재에 적용한다.

4.2.1 일반사항

설계압축강도 $\phi_c P_n$ 은 다음과 같이 산정한다.

공칭압축강도 P_n 은 휨좌굴, 비틀림좌굴, 휨-비틀림좌굴의 한계상태 중에서 가장 작은 값으로 한다.

- (1) 2축대칭부재와 1축대칭부재는 휨좌굴에 대한 한계상태를 적용할 수 있다.
- (2) 1축대칭부재와 비대칭부재, 그리고 십자형이나 조립기둥과 같은 2축대칭부재는 비틀림좌굴 또는 휨-비틀림좌굴에 대한 한계상태를 적용할 수 있다.

$$\phi_c = 0.90$$

4.2.2 유효좌굴길이와 세장비 제한

유효좌굴길이계수 K 와 기둥의 세장비(KL/r) 산정은 1.5.6에 따른다. 압축력에 기초하여 설계되

는 부재의 세장비(KL/r)는 가급적 200을 넘지 않도록 한다.

여기서, L : 횡좌굴에 대한 비지지길이, mm

r : 단면2차반경, mm

K : 1.5.6.2에서 결정되는 유효좌굴길이계수

4.2.3 휨좌굴에 대한 압축강도

이 조항은 콤팩트 및 비콤팩트 단면인 압축재에 적용된다. 비틀림에 대한 비지지길이가 횡좌굴에 대한 비지지길이보다 큰 경우, H형강 기둥과 그와 유사한 기둥의 설계는 이 조항에 따른다. 공칭압축강도 P_n 은 휨좌굴에 대한 한계상태에 기초하여 다음과 같이 산정한다.

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (4.2-1)$$

휨좌굴응력 F_{cr} 은 다음과 같이 산정한다.

$$(1) \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ 또는 } F_y/F_e \leq 2.25 \text{ 인 경우}$$

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y \quad (4.2-2)$$

$$(2) \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ 또는 } F_y/F_e > 2.25 \text{ 인 경우}$$

$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (4.2-3)$$

$$\text{여기서, } F_e : \text{탄성좌굴응력 } \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}, \text{ MPa} \quad (4.2-4)$$

A_g : 부재의 총단면적, mm²

F_y : 강재의 항복강도, MPa

E : 강재의 탄성계수, MPa

K : 유효좌굴길이계수

L : 부재의 횡좌굴에 대한 비지지길이, mm

r : 좌굴축에 대한 단면2차반경, mm

4.2.4 비틀림좌굴, 휨-비틀림좌굴에 대한 압축강도

1축대칭 또는 비대칭부재, 얇은 판으로 된 +형 또는 조립기둥과 같은 2축대칭기둥은 휨-비틀림과 비틀림좌굴의 한계상태를 고려하여야 한다. 4.2.5에서 다루어지는 단일 I형강은 이 절에 적용되지 않는다. 휨-비틀림좌굴, 비틀림좌굴에 대한 한계상태의 공칭압축강도 P_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (4.2-5)$$

건축물 강구조 설계기준

4.2.4.1 쌍 T형강 또는 T형강압축부재의 경우

$$F_{cr} = \left(\frac{F_{cry} + F_{crz}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{cry}F_{crz}H}{(F_{cry} + F_{crz})^2}} \right] \quad (4.2-6)$$

여기서, y 축 대칭에 대한 휨좌굴에 대해서 F_{cry} 는 식 (4.2-2)와 식 (4.2-3)에서 구한 F_{cr} 값을 사용하

$$\text{고 } \frac{KL}{r} = \frac{KL}{r_y} \text{ 을 사용한다. 또한, } F_{crz} = \frac{GJ}{A_g r_0^2} \quad (4.2-7)$$

4.2.4.1 다른 모든 경우

다음에서 산정되는 탄성비틀림좌굴응력과 탄성휨-비틀림좌굴응력 F_e 를 사용하여 식 (4.2-2)와 식 (4.2-3)에 따라 F_{cr} 값을 산정한다.

(1) 2축대칭부재의 경우

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y} \quad (4.2-8)$$

(2) y 축에 대칭인 1축대칭부재의 경우

$$F_e = \left(\frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right] \quad (4.2-9)$$

(3) 비대칭부재의 경우 다음 방정식의 해 중 가장 작은 해를 F_e 로 사용한다.

$$(F_e - F_{ex})(F_e - F_{ey})(F_e - F_{ez}) - F_e^2(F_e - F_{ey})\left(\frac{x_0}{r_0}\right)^2 - F_e^2(F_e - F_{ex})\left(\frac{y_0}{r_0}\right)^2 = 0 \quad (4.2-10)$$

여기서, A_g : 부재의 총단면적, mm^2

C_w : 뒤틀림상수, mm^6

$$r_0^2 = x_0^2 + y_0^2 + \frac{I_x + I_y}{A_g}$$

$$H = 1 - \frac{x_0^2 + y_0^2}{r_0^2}$$

$$F_{ex} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_x L}{r_x} \right)^2}$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K_y L}{r_y} \right)^2}$$

$$F_{ez} = \left[\frac{\pi^2 EC_w}{(K_z L)^2} + GJ \right] \frac{1}{A_g r_0^2}$$

G : 강재의 전단탄성계수, MPa

I_x, I_y : 주축에 대한 단면2차모멘트, mm^4

J : 비틀림상수, mm^4

K_z : 비틀림좌굴에 대한 유효좌굴길이계수

x_0, y_0 : 단면중심에 대한 전단중심의 좌표, mm

$\bar{r}_0$: 전단중심에 대한 극2차반경, mm

r_y : y 축에 대한 단면2차반경, mm

2축대칭 H형단면의 경우, $C_w = I_y h_0^2 / 4$ 값을 사용할 수 있다. 여기서 h_0 는 플랜지중심 간의 거리를 나타낸다. T형강 또는 쌍 T형강의 경우, F_{ez} 를 계산할 때 C_w 를 포함한 항을 삭제하고 x_0 를 0으로 놓는다.

4.2.5 단일 T형강 압축부재

단일 T형강부재의 공칭압축강도 P_n 은 4.2.5(1) 또는 4.2.5(2)의 수정된 세장비를 적용하여 4.2.3 또는 4.2.7에 따라 산정한다.

단일 T형강 압축부재가 하나의 다리를 통하여 양단에서 압축력을 받고 부재가 용접이나 최소한 2개의 볼트로 접합되고 부재중간에 하중이 작용하지 않는다면, 아래에서 정의된 유효세장비 중 하나를 사용한 압축부재로서 평가될 때, 단일 T형강의 편심에 대한 효과는 무시할 수 있다.

- (1) 등변 T형강 또는 긴 다리로 접합된 부등변 T형강이 단일부재 또는 평면트러스의 인접한 웹재 또는 현재와 동일 거셋플레이트 면으로 접합된 웹재인 경우

① $0 \leq \frac{L}{r_x} \leq 80$ 일 때

$$\frac{KL}{r} = 72 + 0.75 \frac{L}{r_x} \quad (4.2-11)$$

② $\frac{L}{r_x} > 80$ 일 때

$$\frac{KL}{r} = 32 + 1.25 \frac{L}{r_x} \leq 200 \quad (4.2-12)$$

부등변 T형강에서 다리길이의 비가 1.7 이하이고 T형강의 짧은 다리가 접합되는 부재는 식 (4.2-11)과 식 (4.2-12)에 $4[(b_l/b_s)^2 - 1]$ 를 더하여 KL/r 을 산정한다. 다만, 이 값은 0.95 L/r_z 이상이어야 한다.

- (2) 등변 T형강 또는 긴 다리로 접합된 부등변 T형강이 박스형 트러스 또는 입체트러스의 인접한 웹재 또는 현재와 동일한 거셋플레이트면으로 접합된 웹재인 경우

① $0 \leq \frac{L}{r_x} \leq 75$ 일 때

$$\frac{KL}{r} = 60 + 0.8 \frac{L}{r_x} \quad (4.2-13)$$

② $\frac{L}{r_x} > 75$ 일 때

$$\frac{KL}{r} = 45 + \frac{L}{r_x} \leq 200 \quad (4.2-14)$$

부등변 Γ 형강에서 다리길이의 비가 1.7 이하이고 Γ 형강의 짧은다리가 접합되는 부재는 식 (4.2-13)과 식 (4.2-14)에 $6[(b_l/b_s)^2 - 1]$ 를 더하여 KL/r 을 산정한다. 다만, 이 값은 0.82 L/r_z 이상이어야 한다.

여기서, L : 부재길이, mm

b_l : Γ 형강의 긴쪽다리의 길이, mm

b_s : Γ 형강의 짧은쪽다리의 길이, mm

r_x : 접합된 다리의 단면2차반경, mm

r_z : 약축에 대한 단면2차반경, mm

(3) 다리길이의 비가 1.7 이상 또는 중간하중을 받는 단일 Γ 형강이 4.2.5(1) 또는 4.2.5(2)의 조건과 다른 단부조건인 경우 4.5에 따라 산정한다.

4.2.6 조립압축재

4.2.6.1 압축강도

(1) 볼트나 용접으로 접합된 2개 이상의 부재로 구성된 조립압축재의 공칭압축강도는 아래와 같이 수정하여 4.2.3, 4.2.4, 4.2.7에 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

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_0^2 + \left(\frac{a}{r_i}\right)^2} \quad (4.2-15)$$

② 용접이나 완전조임의 볼트로 접합된 경우

$$\left(\frac{KL}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{KL}{r}\right)_0^2 + 0.82 \frac{\alpha^2}{(1 + \alpha^2)} \left(\frac{a}{r_{ib}}\right)^2} \quad (4.2-16)$$

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 4.2.6.1(1)과 같이 수정하여 4.2.3, 4.2.4 또는 4.2.7에 따라 구한다.

4.2.6.2 조립압축재의 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.

4.2.6.3 래티스형식 조립압축재

- (1) 평강, ㄱ형강, ㄷ형강, 기타 형강을 래티스로 사용한다.

- (2) 조립부재의 재축방향의 접합간격은 소재세장비가 조립압축재의 최대세장비를 초과하지 않도록 한다.

- (3) 단일래티스부재의 세장비 L/r 은 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 초과하

건축물 강구조 설계기준

면, 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 볼트 접합의 경우 띠판에 최소한 3개 이상의 파스너를 파스너 직경의 6배 이하 간격으로 접합하여야 한다.

4.2.6.4 유공커버플레이트형식 조립압축재

형강과 유공커버플레이트로 구성된 유공커버플레이트형식 조립압축재는 다음 조건에 맞도록 구성하여야 한다.

- (1) 판폭두께비는 1.5.3에 따른다.
- (2) 응력방향의 개구부길이는 개구부폭의 2배 이하로 한다.
- (3) 응력방향의 개구부순간격은 조립압축재개재를 연결시키는 용접 또는 파스너 열사이의 최소 거리 이상이 되어야 한다.
- (4) 개구부의 모서리는 곡률반경이 38 mm 이상이 되도록 하여야 한다.

4.2.7 세장판요소를 갖는 압축부재

이 조항은 등분포압축요소에 대하여 1.5.3에서 정의된 것처럼 세장한 단면을 갖는 압축부재에 적용한다. 세장한 단면을 갖는 압축부재의 공칭압축강도 P_n 은 휨좌굴, 비틀림좌굴, 휨-비틀림좌굴한계상태에 기초하여 다음과 같이 산정한다.

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (4.2-17)$$

(1) $\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{QF_y}}$ 또는 $QF_y/F_e \leq 2.25$ 일 경우

$$F_{cr} = Q \left[0.658 \frac{QF_y}{F_e} \right] F_y \quad (4.2-18)$$

(2) $\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{QF_y}}$ 또는 $QF_y/F_e > 2.25$ 일 경우

$$F_{cr} = 0.877F_e \quad (4.2-19)$$

여기서, F_e = 탄성임계좌굴응력. 식 (4.2-4)를 사용하여 F_e 를 산정하는 단일 γ 형강 이외의 2축대칭 부재는 식 (4.2-4)와 식 (4.2-8), 1축대칭부재는 식 (4.2-4)와 식 (4.2-9), 비대칭부재는 식 (4.2-10)을 사용하여 산정한다.

$$Q = 1.0,$$

1.5.3에서 정의된 것처럼 콤팩트 및 비콤팩트단면의 경우 $Q = Q_s Q_a$,

1.5.3에서 정의된 것처럼 세장한 단면의 경우 혹은 세장한 비구속판요소로만 조합된 단면의 경우 $Q = Q_s (Q_a = 1.0)$,

세장한 구속판요소로 조합된 단면의 경우 $Q = Q_a (Q_s = 1.0)$,

구속판요소와 비구속판요소로 조합된 단면의 경우 $Q = Q_s Q_a$

4.2.7.1 세장한 비구속판요소 Q_s

세장한 비구속판요소의 저감계수 Q_s 는 다음과 같이 산정한다.

(1) 압연기둥재 또는 다른 압축재로부터 돌출된 플랜지, γ 형강, 플레이트

① $b/t \leq 0.56 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.0 \quad (4.2-20)$$

② $0.56 \sqrt{E/F_y} < b/t < 1.03 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.415 - 0.74 \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad (4.2-21)$$

③ $b/t \geq 1.03 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = \frac{0.69E}{F_y \left(\frac{b}{t} \right)^2} \quad (4.2-22)$$

(2) 조립기둥재 또는 다른 압축재로부터 돌출된 플랜지, γ 형강, 플레이트

① $b/t \leq 0.64 \sqrt{Ek_c/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.0 \quad (4.2-23)$$

② $0.64 \sqrt{Ek_c/F_y} < b/t \leq 1.17 \sqrt{Ek_c/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.415 - 0.65 \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{Ek_c}} \quad (4.2-24)$$

③ $b/t > 1.17 \sqrt{Ek_c/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = \frac{0.90Ek_c}{F_y \left(\frac{b}{t} \right)^2} \quad (4.2-25)$$

건축물 강구조 설계기준

여기서, $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$, $0.35 < k_c \leq 0.76$

(3) 단일 ㄱ형강

① $b/t \leq 0.45 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.0 \quad (4.2-26)$$

② $0.45 \sqrt{E/F_y} < b/t \leq 0.91 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.34 - 0.76 \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad (4.2-27)$$

③ $b/t > 0.91 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = \frac{0.53E}{F_y \left(\frac{b}{t} \right)^2} \quad (4.2-28)$$

여기서, b : 가장 긴 ㄱ형강다리의 폭, mm

(4) T형강의 스템

① $d/t \leq 0.75 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.0 \quad (4.2-29)$$

② $0.75 \sqrt{E/F_y} < d/t \leq 1.03 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = 1.908 - 1.22 \left(\frac{d}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad (4.2-30)$$

③ $d/t > 1.03 \sqrt{E/F_y}$ 일 경우

$$Q_s = \frac{0.69E}{F_y \left(\frac{d}{t} \right)^2} \quad (4.2-31)$$

여기서, b : 1.5.3에서 정의된 비구속압축요소의 폭, mm

d : T형강의 깊이, mm

t : 부재의 두께, mm

4.2.7.2 세장한 구속판요소 Q_a

세장한 구속판요소의 저감계수 Q_a 는 다음과 같이 산정한다.

$$Q_a = \frac{A_{eff}}{A} \quad (4.2-32)$$

여기서, A : 부재의 총단면적, mm²

A_{eff} : 감소된 유효폭 b_e 를 고려하여 산정한 유효단면적의 합, mm²

감소된 유효폭 b_e 는 다음과 같이 산정한다.

- (1) 균일한 두께를 갖는 정방향이나 장방향 단면의 플랜지를 제외한 등단면압축력을 받는 세장

한 부재 $\left(\frac{b}{t} \geq 1.49\sqrt{\frac{E}{f}}\right)$:

$$b_e = 1.92t \sqrt{\frac{E}{f}} \left[1 - \frac{0.34}{(b/t)} \sqrt{\frac{E}{f}} \right] \leq b \quad (4.2-33)$$

여기서, f 는 $Q = 1.0$ 일 때의 F_{cr} 의 값이다.

- (2) 균일한 두께를 갖는 정방향이나 장방향의 세장한 요소단면의 플랜지

$\left(\frac{b}{t} \geq 1.40\sqrt{\frac{E}{f}}\right)$:

$$b_e = 1.92t \sqrt{\frac{E}{f}} \left[1 - \frac{0.38}{(b/t)} \sqrt{\frac{E}{f}} \right] \leq b \quad (4.2-34)$$

여기서, $f = P_n / A_{eff}$

- (3) 축력을 받는 원형단면

$0.11 \frac{E}{F_y} < \frac{D}{t} < 0.45 \frac{E}{F_y}$ 일 경우

$$Q = Q_a = \frac{0.038E}{F_y(D/t)} + \frac{2}{3} \quad (4.2-35)$$

여기서, D : 부재의 외경, mm

t : 부재의 두께, mm

4.3 힘부재

4.3.1 일반사항

설계휨강도를 산정할 때 다음의 내용은 이 절에 포함된 모든 부재에 공통적으로 적용한다. 이 절에서 포함하는 단면의 종류는 표 4.3-1과 같다.

4.3.1.1 설계휨강도 $\phi_b M_n$ 의 산정

$$\phi_b = 0.90$$

공칭휨강도 M_n 은 4.3.2~4.3.12에 따라 적용한다.

4.3.1.2 횡좌굴모멘트수정계수 C_b

횡좌굴강도 산정 시 적용할 횡좌굴모멘트수정계수 C_b 는 다음과 같다.

$$C_b = \frac{12.5 M_{\max}}{2.5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} R_m \leq 3.0 \quad (4.3-1)$$

건축물 강구조 설계기준

여기서, M_{max} : 비지지구간에서 최대모멘트 절대값, $N \cdot mm$

M_A : 비지지구간에서 1/4지점의 모멘트 절대값, $N \cdot mm$

M_B : 비지지구간에서 중앙부의 모멘트 절대값, $N \cdot mm$

M_C : 비지지구간에서 3/4지점의 모멘트 절대값, $N \cdot mm$

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 : y 축에 대한 단면2차모멘트, mm^4

I_{yc} : y 축에 대한 압축플랜지의 단면2차모멘트 또는

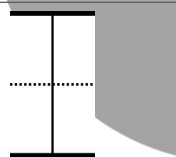
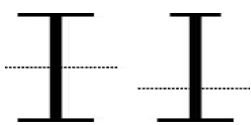
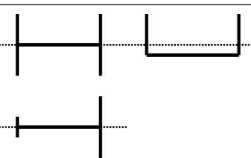
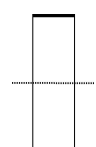
복곡률의 경우 압축플랜지 중 작은 플랜지의 단면2차모멘트, mm^4

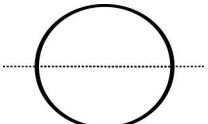
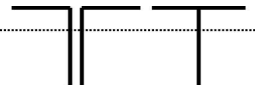
복곡률이 발생하는 1축대칭부재의 경우에는 상하플랜지 모두에 대하여 횡좌굴강도를 검토한다. 이때 C_b 의 값은 모든 경우에 있어서 1.0으로 한다.

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 $C_b=1.0$

표 4.3-1 휨재단면의 분류

해당 절	단면의 형태	플랜지	웹	한계상태
4.3.2		컴팩트	컴팩트	항복 횡좌굴
4.3.3		비컴팩트 세장판요소	컴팩트	횡좌굴 플랜지국부좌굴
4.3.4		컴팩트 비컴팩트 세장판요소	컴팩트 비컴팩트	항복 횡좌굴 플랜지국부좌굴 인장플랜지항복
4.3.5		컴팩트 비컴팩트 세장판요소	세장판요소	항복 횡좌굴 플랜지국부좌굴 인장플랜지항복
4.3.6		컴팩트 비컴팩트 세장판요소	—	항복 플랜지국부좌굴
4.3.7		컴팩트 비컴팩트 세장판요소	컴팩트 비컴팩트	항복 플랜지국부좌굴 웹국부좌굴

해당 절	단면의 형태	플랜지	웹	한계상태
4.3.8		—	—	항복 국부좌굴
4.3.9		컴팩트 비컴팩트 세장판요소	—	항복 횡좌굴 플랜지국부좌굴
4.3.10		—	—	항복 횡좌굴 플랜지국부좌굴
4.3.11		—	—	항복 횡좌굴
4.3.12	비대칭단면	—	—	모든 한계상태 포함

4.3.2 강축힘을 받는 2축대칭 H형강 또는 ㄷ형강 콤팩트부재

이 조항은 강축에 힘을 받는 2축대칭 H형강 또는 ㄷ형강 콤팩트부재에 적용한다. 다음 한계상태 중 최솟값으로 한다.

4.3.2.1 소성휨모멘트

$$M_n = M_p = F_y Z_x \quad (4.3-2)$$

여기서, F_y : 강재의 항복강도, MPa

Z_x : x 축에 대한 소성단면계수, mm^3

4.3.2.2 횡좌굴강도

(1) $L_b \leq L_p$ 의 경우에는 횡좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) $L_p < L_b \leq L_r$ 의 경우

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (4.3-3)$$

(2) $L_b > L_r$ 의 경우

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p \quad (4.3-4)$$

여기서, L_b : 보의 비지지길이, mm

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J_C}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \quad (4.3-5)$$

건축물 강구조 설계기준

E : 강재의 탄성계수, MPa

J : 단면비틀림상수, mm⁴

S_x : 강축에 대한 탄성단면계수, mm³

소성한계비지지길이 L_p 및 탄성한계비지지길이 L_r 은 다음과 같이 산정한다.

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (4.3-6)$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_o}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E} \frac{S_x h_o}{Jc} \right)^2}} \quad (4.3-7)$$

$$\text{여기서, } r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} \quad (4.3-8)$$

$$c = 1 : 2\text{축대칭 H형부재의 경우} \quad (4.3-9)$$

$$c = \frac{h_o}{2} \sqrt{\frac{I_y}{C_w}} : \text{ㄷ형강의 경우} \quad (4.3-10)$$

h_o : 상하부플랜지간 중심거리, mm

4.3.3 강축힘을 받는 2축대칭 H형강(컴팩트웨브, 비컴팩트플랜지 또는 세장판플랜지) 부재

이 조항은 강축에 힘을 받는 2축대칭 H형강(컴팩트웨브, 비컴팩트플랜지 또는 세장판플랜지) 부재에 적용한다. 다음 한계상태 중 최솟값으로 한다.

4.3.3.1 횡좌굴강도

횡좌굴강도의 산정은 4.3.2.2에 따른다.

4.3.3.2 압축플랜지 국부좌굴강도

(1) 비컴팩트플랜지의 경우

$$M_n = \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (4.3-11)$$

(2) 세장판요소단면의 경우

$$M_n = \frac{0.9 E k_c S_x}{\lambda^2} \quad (4.3-12)$$

$$\text{여기서, } \lambda = \frac{b_f}{2t_f}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$ 이며 표 4.3-1에 제시된 콤팩트단면의 한계세장비

$\lambda_{rf} = \lambda_r$ 이며 표 4.3-1에 제시된 비컴팩트단면의 한계세장비

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}, 0.35 \leq k_c \leq 0.76$$

4.3.4 콤팩트웨브 또는 비콤팩트웨브를 갖는 강축힘을 받는 H형강부재

이 조항은 비콤팩트웨브를 갖는 강축에 힘을 받는 2축대칭 H형강단면과 콤팩트웨브 또는 비콤팩트웨브를 갖는 강축에 힘을 받는 1축대칭 H형강단면에 적용한다.

공칭휨강도 M_n 은 압축플랜지항복강도, 횡좌굴강도, 플랜지국부좌굴강도, 인장플랜지항복강도 한계상태 중 최솟값으로 한다.

4.3.4.1 압축플랜지항복강도

$$M_n = R_{pc} M_{yc} = R_{pc} F_y S_{xc} \quad (4.3-13)$$

4.3.4.2 횡좌굴강도

(1) $L_b \leq L_p$ 의 경우에는 횡좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) $L_p < L_b \leq L_r$ 의 경우

$$M_n = C_b \left[R_{pc} M_{yc} - (R_{pc} M_{yc} - F_L S_{xc}) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq R_{pc} M_{yc} \quad (4.3-14)$$

(3) $L_b > L_r$ 의 경우

$$M_n = F_{cr} S_{xc} \leq R_{pc} M_{yc} \quad (4.3-15)$$

$$\text{여기서, } M_{yc} = F_y S_{xc} \quad (4.3-16)$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J}{S_{xc} h_o} \left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \quad (4.3-17)$$

$\frac{I_{yc}}{I_y} \leq 0.23$ 의 경우 J 의 값은 0으로 한다.

공칭휨응력 F_L 은 다음과 같이 산정한다.

① $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0.7$ 의 경우

$$F_L = 0.7 F_y \quad (4.3-18)$$

② $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} < 0.7$ 의 경우

$$F_L = F_y \frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0.5 F_y \quad (4.3-19)$$

항복한계상태에서의 한계비지지길이 L_p 는

$$L_p = 1.1 r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (4.3-20)$$

횡좌굴한계상태에서의 한계비지지길이 L_r 은

건축물 강구조 설계기준

$$L_r = 1.95 r_t \frac{E}{F_L} \sqrt{\frac{J}{S_{xc} h_o}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \left(\frac{F_L}{E} \frac{S_{xc} h_o}{J} \right)^2}} \quad (4.3-21)$$

웨브소성계수 R_{pc} 는 다음과 같이 산정한다.

① $\frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw}$ 의 경우

$$R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} \quad (4.3-22)$$

② $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$ 의 경우

$$R_{pc} = \left[\frac{M_p}{M_{yc}} - \left(\frac{M_p}{M_{yc}} - 1 \right) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_p}{M_{yc}} \quad (4.3-23)$$

여기서, $M_p = Z_x F_y \leq 1.6 S_{xc} F_y$

S_{xc}, S_{xt} : 압축, 인장플랜지 각각의 탄성단면계수, mm³

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

$\lambda_{pw} = \lambda_p$: 표 4.3-1의 콤팩트웨브의 한계세장비

$\lambda_{rw} = \lambda_r$: 표 4.3-1의 비콤팩트웨브의 한계세장비

형좌굴에 대한 유효단면2차반경 r_t 는 다음과 같이 산정한다.

① 사각형태 압축플랜지를 갖는 H형강부재의 경우

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12 \left(\frac{h_o}{d} + \frac{1}{6} a_w \frac{h^2}{h_o d} \right)}} \quad (4.3-24)$$

여기서,

$$a_w = \frac{h_c t_w}{b_{fc} t_{fc}} \quad (4.3-25)$$

b_{fc} : 압축플랜지의 폭, mm

t_{fc} : 압축플랜지의 두께, mm

② 압축플랜지에 ㄷ형강으로 캡을 씌우거나 커버플레이트가 부착된 H형강부재의 경우

r_t : 압축플랜지요소와 압축측 웨브의 1/3에 해당하는 면적을 합한 단면의 y 축에 대한 단면 2차반경, mm

a_w : 압축웨브면적에 2배한 값과 압축플랜지요소면적의 비

여기서, 다음의 근사식을 식 (4.3-24) 대신 사용할 수 있다.

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{1}{6} a_w \right)}}$$

4.3.4.3 압축플랜지국부좌굴강도

(1) 콤팩트플랜지인 경우에는 플랜지국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) 비콤팩트플랜지의 경우에는

$$M_n = \left[R_{pc} M_{yc} - (R_{pc} M_{yc} - F_L S_{xc}) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (4.3-26)$$

(3) 세장판플랜지의 경우에는

$$M_n = \frac{0.9 E k_c S_{xc}}{\lambda^2} \quad (4.3-27)$$

여기서, F_L : 식 (4.3-18) 또는 식 (4.3-19)에 따라 산정

R_{pc} : 식 (4.3-22) 또는 식 (4.3-23)에 따라 산정

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}, 0.35 \leq k_c \leq 0.76$$

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{2t_{fc}}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$: 표 1.5-1의 콤팩트플랜지 한계세장비

$\lambda_{rf} = \lambda_r$: 표 1.5-1의 비콤팩트플랜지 한계세장비

4.3.4.4 인장플랜지항복강도

(1) $S_{xt} \geq S_{xc}$ 의 경우 인장플랜지항복강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) $S_{xt} < S_{xc}$ 의 경우

$$M_n = R_{pt} M_{yt} \quad (4.3-28)$$

여기서, $M_{yt} = F_y S_{xt}$

인장플랜지항복 시 적용하는 웨브단면소성계수 R_{pt} 는 다음과 같이 산정한다.

① $\frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw}$ 의 경우

$$R_{pt} = \frac{M_p}{M_{yt}} \quad (4.3-29)$$

② $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$ 의 경우

$$R_{pt} = \left[\frac{M_p}{M_{yt}} - \left(\frac{M_p}{M_{yt}} - 1 \right) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_p}{M_{yt}} \quad (4.3-30)$$

여기서, $\lambda = \frac{h_c}{t_w}$

$\lambda_{pw} = \lambda_p$: 표 1.5-1의 콤팩트웨브 한계세장비

건축물 강구조 설계기준

$\lambda_{rw} = \lambda_r$: 표 1.5-1의 비콤팩트웨브 한계세장비

4.3.5 강축힘을 받는 세장판 웨브단면의 1축 또는 2축대칭 H형강부재

이 조항은 강축에 힘을 받는 세장한 웨브단면의 1축 또는 2축대칭 H형강부재에 적용한다.

공칭휨강도 M_n 은 압축플랜지항복강도, 횡좌굴강도, 플랜지국부좌굴강도, 인장플랜지항복강도 중 최솟값으로 한다.

4.3.5.1 압축플랜지항복강도

$$M_n = R_{pg} F_y S_{xc} \quad (4.3-31)$$

4.3.5.2 횡좌굴강도

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc} \quad (4.3-32)$$

(1) $L_b \leq L_p$ 의 경우에는 횡좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) $L_p < L_b \leq L_r$ 의 경우

$$F_{cr} = C_b \left[F_y - (0.3 F_y) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq F_y \quad (4.3-33)$$

(3) $L_b > L_r$ 의 경우

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \leq F_y \quad (4.3-34)$$

여기서, L_p : 식 (4.3-20)에 따라 산정한다.

$$L_r = \pi r_t \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}} \quad (4.3-35)$$

R_{pg} : 휨강도 감소계수

$$R_{pg} = 1 - \frac{a_w}{1,200 + 300 a_w} \left(\frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) \leq 1.0 \quad (4.3-36)$$

여기서, a_w 는 식 (4.3-25)에 따라 산정하며 10을 초과할 수 없다. r_t 는 4.3.4에 제시된 유효단면2차반경이다.

4.3.5.3 압축플랜지국부좌굴강도

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc} \quad (4.3-37)$$

(1) 콤팩트플랜지인 경우에는 플랜지국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) 비콤팩트플랜지의 경우에는

$$F_{cr} = \left[F_y - (0.3F_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (4.3-38)$$

(3) 세장판플랜지의 경우에는

$$F_{cr} = \frac{0.9Ek_c}{\left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^2} \quad (4.3-39)$$

$$\text{여기서, } k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}, 0.35 \leq k_c \leq 0.76$$

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{t_{fc}}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$: 표 1.5-1의 콤팩트플랜지 한계세장비

$\lambda_{rf} = \lambda_r$: 표 1.5-1의 비콤팩트플랜지 한계세장비

4.3.5.4 인장플랜지항복강도

(1) $S_{xt} \geq S_{xc}$ 의 경우 플랜지인장항복강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) $S_{xt} < S_{xc}$ 의 경우

$$M_n = F_y S_{xt} \quad (4.3-40)$$

4.3.6 약축힘을 받는 H형강 또는 ㄷ형강부재

이 조항은 약축에 힘을 받는 H형강 또는 ㄷ형강부재에 적용한다. 공칭휨강도 M_n 은 항복강도(전 소성모멘트), 플랜지국부좌굴강도의 한계상태 중 최솟값으로 한다.

4.3.6.1 항복강도

$$M_n = M_p = F_y Z_y \leq 1.6F_y S_y \quad (4.3-41)$$

4.3.6.2 플랜지국부좌굴강도

(1) 콤팩트플랜지인 경우에는 국부좌굴강도를 고려하지 않는다.

(2) 비콤팩트플랜지의 경우에는

$$M_n = \left[M_p - (M_p - 0.7F_y S_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (4.3-42)$$

(3) 세장판플랜지의 경우에는

$$M_n = F_{cr} S_y \quad (4.3-43)$$

여기서

$$F_{cr} = \frac{0.69E}{\left(\frac{b_f}{2t_f}\right)^2} \quad (4.3-44)$$

$$\lambda = \frac{b}{t}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$: 표 1.5-1의 콤팩트플랜지 한계세장비

$\lambda_{rf} = \lambda_r$: 표 1.5-1의 비콤팩트플랜지 한계세장비

S_y : ㄷ형강의 경우 최소단면계수

4.3.7 각형강관

이 조항은 정사각형 및 직사각형 각형강관에 적용한다.

공칭휨강도 M_n 은 항복강도(전소성모멘트), 플랜지국부좌굴강도, 웨브국부좌굴강도의 한계상태 중 최솟값으로 한다.

4.3.7.1 항복강도

$$M_n = M_p = F_y Z \quad (4.3-45)$$

여기서, Z : 소성단면계수, mm^3

4.3.7.2 플랜지국부좌굴강도

(1) 콤팩트플랜지인 경우에는 플랜지국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) 비콤팩트플랜지의 경우에는

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S) \left(3.57 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4.0 \right) \leq M_p \quad (4.3-46)$$

(3) 세장판플랜지의 경우에는

$$M_n = F_y S_{eff} \quad (4.3-47)$$

여기서, S_{eff} : 압축플랜지의 유효폭 b_e 에 대한 유효단면계수.

$$b_e = 1.92 t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left[1 - \frac{0.38}{b/t} \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right] \leq b \quad (4.3-48)$$

4.3.7.3 웨브국부좌굴강도

(1) 콤팩트웨브인 경우에는 웨브국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) 비콤팩트웨브의 경우에는

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x) \left(0.305 \frac{h}{t_w} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 0.738 \right) \leq M_p \quad (4.3-49)$$

4.3.8 원형강관

이 조항은 D/t 비가 $\frac{0.45E}{F_y}$ 보다 적은 원형강관에 적용한다.

공칭휨강도 M_n 은 항복강도(전소성모멘트), 국부좌굴강도를 산정한 후 적은 값으로 한다.

4.3.8.1 항복강도

$$M_n = M_p = F_y Z \quad (4.3-50)$$

4.3.8.2 국부좌굴강도

(1) 콤팩트단면인 경우에는 국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) 비콤팩트단면의 경우에는

$$M_n = \left(\frac{0.021E}{\frac{D}{t}} + F_y \right) S \quad (4.3-51)$$

(3) 세장판단면의 경우에는

$$M_n = F_{cr} S \quad (4.3-52)$$

여기서,

$$F_{cr} = \frac{0.33E}{\frac{D}{t}} \quad (4.3-53)$$

S : 탄성단면계수, mm^2

4.3.9 T형강 및 쌍꺾형강

이 조항은 T형강 및 쌍꺾형강에 적용한다.

공칭휨강도 M_n 은 항복강도(전소성모멘트), 횡좌굴강도, 플랜지 국부좌굴강도의 한계상태 중 최솟값으로 한다.

4.3.9.1 항복강도

$$M_n = M_p \quad (4.3-54)$$

여기서,

$$M_p = F_y Z_x \leq 1.6 M_y (\text{스택이 인장인 경우}) \quad (4.3-55)$$

$$\leq M_y (\text{스택이 압축인 경우}) \quad (4.3-56)$$

건축물 강구조 설계기준

4.3.9.2 횡좌굴강도

$$M_n = M_{cr} = \frac{\pi \sqrt{EI_y GJ}}{L_b} [B + \sqrt{1 + B^2}] \quad (4.3-57)$$

여기서,

$$B = \pm 2.3 \left(\frac{d}{L_b} \right) \sqrt{\frac{I_y}{J}} \quad (4.3-58)$$

(+)부호는 스템이 인장인 경우에 적용하며, (-)부호는 스템이 압축인 경우에 적용한다. T형강 스템의 연단이 압축을 받는 경우에는 (-)부호를 적용한다.

4.3.9.3 플랜지국부좌굴강도

$$M_n = F_{cr} S_{xc} \quad (4.3-59)$$

여기서, S_{xc} : 압축플랜지의 탄성단면계수

F_{cr} 은 다음과 같이 산정한다.

(1) 콤팩트단면인 경우에는 국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

(2) 비콤팩트단면의 경우에는

$$F_{cr} = F_y \left[1.19 - 0.50 \left(\frac{b_f}{2t_f} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right] \quad (4.3-60)$$

(3) 세장판단면의 경우에는

$$F_{cr} = \frac{0.69E}{\left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^2} \quad (4.3-61)$$

4.3.10 단일 ㄱ형강

이 조항은 횡지지가 있거나 횡지지가 없는 단일 ㄱ형강에 대하여 적용한다.

연속적인 횡지지가 되어 있는 단일 ㄱ형강의 경우에는 기본축인 x , y 축을 기준으로 한 단면계수를 이용하여 설계 가능하며, 연속적인 횡지지가 없는 경우에는 단면의 주축(강축, 약축)을 기준으로 한 단면계수를 이용하여 설계해야 한다.

공칭휨강도 M_n 은 항복강도(전소성모멘트), 횡좌굴강도, 국부좌굴강도의 한계상태 중 최솟값으로 한다.

4.3.10.1 항복강도

$$M_n = 1.5 M_y \quad (4.3-62)$$

여기서, M_y : 항복모멘트, N · mm

4.3.10.2 횡좌굴강도

연속적인 횡지지가 없는 경우에 대하여

(1) $M_e \leq M_y$ 의 경우

$$M_n = \left(0.92 - \frac{0.17M_e}{M_y} \right) M_e \quad (4.3-63)$$

(2) $M_e > M_y$ 의 경우

$$M_n = \left(1.92 - 1.17 \sqrt{\frac{M_y}{M_e}} \right) M_y \leq 1.5M_y \quad (4.3-64)$$

여기서, M_e 는 탄성횡좌굴모멘트이며 다음과 같이 산정한다.

① 횡지지가 없는 등변 Γ 형강의 경우

가. 형강의 다리 끝부분이 압축을 받는 경우

$$M_e = \frac{0.66E b^4 t C_b}{L^2} \left[\sqrt{1 + 0.78 \left(\frac{Lt}{b^2} \right)^2} - 1 \right] \quad (4.3-65)$$

나. 형강의 다리 끝 부분이 인장을 받는 경우

$$M_e = \frac{0.66E b^4 t C_b}{L^2} \left[\sqrt{1 + 0.78 \left(\frac{Lt}{b^2} \right)^2} + 1 \right] \quad (4.3-66)$$

M_y 의 값은 x, y 축에 대한 단면계수를 사용하여 계산된 항복모멘트에 0.8배를 곱한 값을 취한다.

② 최대모멘트가 발생한 위치에만 횡지지되어 있는 경우, M_e 의 값은 식 (4.3-65) 또는 식 (4.3-66)에 산정된 M_e 값에 1.25배를 곱한 값을 취한다.

M_y 의 값은 x, y 축에 대한 단면계수를 사용하여 산정된 항복모멘트값을 취한다.

③ 등변 Γ 형강이 강축에 휨을 받는 경우

$$M_e = \frac{0.46E b^2 t^2 C_b}{L} \quad (4.3-67)$$

④ 부등변 Γ 형강이 강축에 휨을 받는 경우

$$M_e = \frac{0.46EI_z C_b}{L^2} \left[\sqrt{\beta_w^2 + 0.052 \left(\frac{Lt}{r_z} \right)^2} + \beta_w \right] \quad (4.3-68)$$

여기서, C_b : 식 (4.3-1)에 따라 산정한 횡좌굴모멘트 수정계수로 1.5를 초과해서는 안 된다.

L : 횡지지길이, mm

I_z : 약축에 대한 단면2차모멘트, mm⁴

r_z : 약축에 대한 단면2차반경, mm

t : Γ 형강다리의 두께

$$\beta_w = \frac{1}{I_w} = \int_A z(w^2 + z^2) dA - 2z_0$$

건축물 강구조 설계기준

여기서, z_0 는 단면중심에서 z 축의 전단중심까지의 거리이고 I_w 는 주축에 대한 단면2차모멘트이다.
압축을 받는 다리길이가 짧은 경우 (+)의 값을, 압축을 받는 다리길이가 긴 경우 (-)의 값을 갖는다.

4.3.10.3 국부좌굴강도

- (1) 콤팩트단면인 경우에는 국부좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.
- (2) 비콤팩트단면의 경우에는

$$M_n = F_y S_c \left[2.43 - 1.72 \left(\frac{b}{t} \right) \sqrt{\frac{F_y}{E}} \right] \quad (4.3-69)$$

- (3) 세장판단면의 경우

$$M_n = F_{cr} S_c \quad (4.3-70)$$

$$\text{여기서, } F_{cr} = \frac{0.71E}{(b/t)^2} \quad (4.3-71)$$

b : 압축을 받는 다리 부분의 외측 폭, mm

S_c : 휨축에 대한 다리 압축부분의 탄성단면계수, mm³ 연속적인 횡지지가 없는 경우, S_c 의 값은 기본축인 x , y 축에 대해 산정한 값의 0.8배를 취한다.

4.3.11 각형 또는 원형강봉

이 조항은 각형 또는 원형강봉에 적용한다.

공칭휨강도 M_n 은 항복강도(전소성모멘트), 횡좌굴강도의 한계상태 중 작은 값으로 한다.

4.3.11.1 항복강도

$\frac{L_b d}{t^2} \leq \frac{0.08E}{F_y}$ 을 만족하는 강축휨을 받는 각형강봉, 약축휨을 받는 각형강봉 또는 원형강봉의 경우

$$M_n = M_p = F_y Z \leq 1.6M_y \quad (4.3-72)$$

4.3.11.2 횡좌굴강도

- (1) 강축휨을 받는 각형강봉에서 $\frac{0.08E}{F_y} < \frac{L_b d}{t^2} \leq \frac{1.9E}{F_y}$ 인 경우

$$M_n = C_b \left[1.52 - 0.274 \left(\frac{L_b d}{t^2} \right) \frac{F_y}{E} \right] M_y \leq M_p \quad (4.3-73)$$

- (2) 강축휨을 받는 각형강봉에서 $\frac{L_b d}{t^2} > \frac{1.9E}{F_y}$ 인 경우

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p \quad (4.3-74)$$

$$\text{여기서, } F_{cr} = \frac{1.9EC_b}{\frac{L_b d}{t^2}} \quad (4.3-75)$$

t : 휨축과 평행한 방향의 강봉단면의 폭, mm

d : 강봉단면의 두께, mm

L_b : 횡지지길이, mm

(3) 원형강봉 또는 힘을 받는 각형강봉의 경우에는 횡좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

4.3.12 비대칭단면

이 조항은 단일 ㄱ형강을 제외한 비대칭단면에 적용한다.

공칭휨강도 M_n 은 항복강도(전소성모멘트), 횡좌굴강도, 국부좌굴강도를 산정한 후 최솟값으로 한다.

$$M_n = F_n S \quad (4.3-76)$$

여기서, S : 휨축에 대한 탄성단면계수 중 최솟값, mm³

4.3.12.1 항복강도

$$F_n = F_y \quad (4.3-77)$$

4.3.12.2 횡좌굴강도

$$F_n = F_{cr} \leq F_y \quad (4.3-78)$$

여기서, F_{cr} : 해석으로부터 산정된 좌굴응력, MPa

4.3.12.3 국부좌굴강도

$$F_n = F_{cr} \leq F_y \quad (4.3-79)$$

여기서, F_{cr} : 해석으로부터 산정된 좌굴응력, MPa

4.3.13 휨부재의 단면산정

4.3.13.1 구멍단면적 공제

압연형강, 조립(용접)부재, 플레이트거더, 그리고 덧판이 있는 보는 일반적으로 총단면적의 휨강도에 의해 단면을 산정해야 한다. 이 조항에서의 공칭휨강도는 인장플랜지의 인장파괴한계강도로 산정한다.

(1) $F_u A_{fn} \geq Y_t F_y A_{fg}$ 의 경우, 인장파괴에 따른 공칭휨강도를 산정하지 않는다.

(2) $F_u A_{fn} < Y_t F_y A_{fg}$ 의 경우, 공칭휨강도는 다음의 값을 초과하지 않아야 한다.

건축물 강구조 설계기준

$$M_n = \frac{F_u A_{fn}}{A_{fg}} S_x \quad (4.3-80)$$

여기서, A_{fg} : 1.5.2.12에 따라 산정된 인장플랜지의 총단면적, mm^2

A_{fn} : 1.5.2.12에 따라 산정된 인장플랜지의 순단면적, mm^2

$Y_t = 1.0$ ($F_y / F_u \leq 0.8$ 의 경우)

$= 1.1$ (그 이외의 경우)

4.3.13.2 H형강부재의 형태제한

1축대칭 H형강부재는 다음 사항을 만족해야 한다.

$$0.1 \leq \frac{I_{yc}}{I_y} \leq 0.9 \quad (4.3-81)$$

또한, 세장판요소 웨브단면적을 가진 H형강부재는 다음 사항도 만족해야 한다.

(1) $\frac{a}{h} \leq 1.5$ 의 경우

$$\left(\frac{h}{t_w} \right)_{\max} = 11.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (4.3-82)$$

(2) $\frac{a}{h} > 1.5$ 의 경우

$$\left(\frac{h}{t_w} \right)_{\max} = \frac{0.42 E}{F_y} \quad (4.3-83)$$

여기서, a : 수직보강스티프너의 순간격, mm

스티프너가 없는 보는 h/t_w 의 값이 260을 초과해서는 안 되며, 압축플랜지단면적에 대한 웨브단면적의 비가 10을 초과해서는 안 된다.

4.3.13.3 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 4.1 또는 4.2에 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 4.7의 규정을 만족하여야 한다.

- (5) 용접한 덧판의 경우, 그 연장길이는 이론상 절단점에서 보의 휨응력 중 덧판이 부담하는 응력을 발휘할 수 있도록 덧판의 2연단을 따라 양단연속용접하여야 한다. 그리고 그 연장길이는 다음과 같다.

① 덧판단부면의 전체폭에 걸쳐 용접치수가 덧판두께의 $\frac{3}{4}$ 이상인 연속용접을 하였을 경우
연장길이 = 덧판 폭 (4.3-84)

② 덧판단부면의 전체폭에 걸쳐 용접치수가 덧판두께의 $\frac{3}{4}$ 미만인 연속용접을 하였을 경우
연장길이 = 덧판 폭 $\times 1.5$ (4.3-85)

③ 덧판단부면에 용접하지 않았을 경우
연장길이 = 덧판폭 $\times 2.0$ (4.3-86)

4.4 전단력을 받는 부재

4.4.1 일반사항

4.4.1.1 적용범위

이 절은 웨브에 전단력을 받는 1축 또는 2축대칭단면, 단일 Γ 형강과 강관, 그리고 약축방향에 전단력을 받는 1축 또는 2축대칭단면에 적용한다.

4.4.1.2 설계전단강도

- (1) 전단강도는 다음 2가지 방법으로 산정한다.

- ① 4.4.2는 부재의 좌굴 이후 강도(인장역작용)를 이용하지 않고 산정한다.
② 4.4.3은 인장역작용을 이용하여 산정한다.

- (2) 4.4.2.1(2)①의 $h/t_w \leq 2.24 \sqrt{E/F_y}$ 인 압연 H형강의 웨브를 제외하고 이 절의 설계전단강도 $\phi_v V_n$ 은 다음과 같이 산정한다.

$$\phi_v = 0.90$$

4.4.2 비구속 또는 구속웨브를 갖는 부재

4.4.2.1 공칭전단강도

- (1) 이 조항은 웨브면 내에 전단력을 받는 1축 또는 2축대칭단면과 Γ 형강의 웨브에 적용한다.
(2) 비구속 또는 구속판요소웨브의 공칭전단강도 V_n 은 전단항복과 전단좌굴의 한계상태에 따라 다음과 같이 산정한다.

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v \quad (4.4-1)$$

건축물 강구조 설계기준

① $h/t_w \leq 2.24\sqrt{E/F_y}$ 인 압연 H형강의 웨브

여기서, $\phi_v = 1.00$

$$C_v = 1.0$$

② 원형강관을 제외한 모든 2축 대칭단면, 1축대칭단면 및 ㄷ형강의 전단상수 C_v 는 다음과 같이 산정한다.

가. $h/t_w \leq 1.10\sqrt{k_v E/F_y}$ 일 때

$$C_v = 1.0 \quad (4.4-2)$$

나. $1.10\sqrt{k_v E/F_y} < h/t_w \leq 1.37\sqrt{k_v E/F_y}$ 일 때

$$C_v = \frac{1.10\sqrt{k_v E/F_y}}{h/t_w} \quad (4.4-3)$$

다. $h/t_w > 1.37\sqrt{k_v E/F_y}$ 일 때

$$C_v = \frac{1.51Ek_v}{(h/t_w)^2 F_y} \quad (4.4-4)$$

여기서, A_w : 부재 전체춤 d 와 웨브의 두께 t_w 의 곱, mm^2

③ 웨브판좌굴계수 k_v 는 다음과 같이 산정한다.

가. T형강의 스템을 제외한 $h/t_w < 260$ 인 비구속지지된 판요소웨브

$$k_v = 5 \quad (4.4-5)$$

나. $h/t_w < 260$ 인 T형강의 스템

$$k_v = 1.2 \quad (4.4-6)$$

다. 구속판요소웨브

$$k_v = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} \quad (4.4-7)$$

$a/h > 3.0$ 또는 $a/h > \left[\frac{260}{(h/t_w)} \right]^2$ 인 경우

$$k_v = 5 \quad (4.4-8)$$

여기서, a : 수직스티프너의 순간격, mm

h : 압연형강 플랜지간 순거리에서 필릿 또는 코너반경을 뺀 거리, mm

용접형강 경우 플랜지간 순거리, mm

볼트조립단면에서는 파스너 열간거리, mm

T형강의 경우 전체높이, mm

4.4.2.2 수직스티프너

- (1) $h/t_w \leq 2.46 \sqrt{E/F_y}$ 이거나 계수하중에 의한 구조해석으로 결정된 소요전단강도가 4.4.2.1의 $k_v = 5$ 를 적용하여 산정한 전단강도 이하일 때 수직스티프너는 필요하지 않다.
- (2) 양면스티프너의 경우 웹중심축에 대한 단면2차모멘트와 단일스티프너의 경우 웹판과 스티프너의 접합면에 대한 단면2차모멘트는 $at_w^3 j$ 이상이어야 한다.
여기서,

$$j = \frac{2.5}{(a/h)^2} - 2 \geq 0.5 \quad (4.4-9)$$

- (3) 수직스티프너는 집중하중이나 반력을 전달하기 위한 지압이 필요하지 않는 경우 인장플랜지에 접합하지 않아도 된다. 이 경우 수직스티프너를 웹에 접합시키는 용접은 웹과 플랜지가 만나는 끝에서 웹두께의 4배 이상, 그리고 6배 이하에서 끝나야 한다.
 - ① 사각형의 단일스티프너가 사용될 때 부재의 비틀림에 의한 플랜지의 상향변형에 저항하기 위하여 스티프너는 압축플랜지에 용접하여야 한다.
 - ② 단일 또는 양면스티프너에 횡가새가 설치되어 있을 때 플랜지가 Γ 형강만으로 구성되어 있지 않으면 총플랜지응력의 1%를 전달할 수 있도록 압축플랜지에 접합시킨다.
- (4) 거더웹에 스티프너를 접합시키는 볼트의 중심간격은 300 mm 이하로 한다.
- (5) 단속필릿용접을 사용하면 용접간 순간격은 웹두께의 16배 또는 250 mm 이하이어야 한다.

4.4.3 인장역작용을 이용한 설계전단강도

4.4.3.1 인장역작용 사용의 제한사항

- (1) 인장역작용을 사용하기 위해서는 웹의 4면 모두가 플랜지나 스티프너에 의해 지지되어 있어야 한다.
- (2) 다음과 같은 경우에는 인장역작용을 사용할 수 없고 공칭전단강도는 4.4.2에 따라 산정한다.
 - ① 수직스티프너를 갖는 모든 부재 내의 단부 패널
 - ② $a/h > 3.0$ 또는 $a/h > \left(\frac{260}{h/t_w} \right)^2$ 인 경우
 - ③ $\frac{2A_w}{A_{fc} + A_{ft}} > 2.5$ 인 경우
 - ④ $\frac{h}{b_{fc}}$ 또는 $\frac{h}{b_{ft}} > 6.0$ 인 경우

여기서, A_{fc} : 압축플랜지의 단면적, mm^2

A_{ft} : 인장플랜지의 단면적, mm^2

b_{fc} : 압축플랜지의 폭, mm

b_{ft} : 인장플랜지의 폭, mm

건축물 강구조 설계기준

4.4.3.2 인장역작용을 이용한 공칭전단강도

인장역작용을 이용한 공칭전단강도 V_n 은 인장역 항복의 한계상태에 따라 다음과 같이 산정한다.

(1) $h/t_w \leq 1.10 \sqrt{k_v E/F_{yw}}$ 인 경우

$$V_n = 0.6 F_{yw} A_w \quad (4.4-10)$$

(2) $h/t_w > 1.10 \sqrt{k_v E/F_{yw}}$ 인 경우

$$V_n = 0.6 F_{yw} A_w \left(C_v + \frac{1 - C_v}{1.15 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right) \quad (4.4-11)$$

여기서, C_v : 웨브전단항복응력에 대한 선형좌굴이론에 따른 웨브임계응력의 비율을 나타내는 정

수로써 4.4.2.1에 따라 산정한 값

k_v : 웨브좌굴계수로써 4.4.2.1에 따라 산정한다.

4.4.3.3 수직스티프너

인장역작용을 이용할 때 수직스티프너는 4.4.2.2 및 다음 조건을 만족하여야 한다.

$$(1) (b/t)_{st} \leq 0.56 \sqrt{E/F_{yst}} \quad (4.4-12)$$

$$(2) A_{st} > \frac{F_y}{F_{yst}} \left[0.15 D_s h t_w (1 - C_v) \frac{V_r}{V_c} - 18 t_w^2 \right] \geq 0 \quad (4.4-13)$$

여기서, $(b/t)_{st}$: 스티프너의 판폭두께비

F_{yst} : 스티프너의 설계항복강도, MPa

C_v : 웨브전단항복응력에 대한 선형좌굴이론에 따른 웨브임계응력의 비율을 나타내는 정

수로써 4.4.2.1에 따라 산정한 값

$D_s = 1.0$ (양면 스티프너)

=1.8 (단일 ㄱ형강 스티프너)

=2.4 (단일판 스티프너)

V_r : 스티프너 설치 지점의 소요전단강도, N

V_c : $\phi_v V_n$ (4.4.3.2의 설계전단강도), N

4.4.4 단일 ㄱ형강

단일 ㄱ형강 다리의 공칭전단강도 V_n 은 식 (4.4-1)로 산정한다.

여기서, $C_v = 1.0$

$$A_w = bt$$

b : 전단력을 저항하는 T형강다리의 폭, mm

$$k_v = 1.2$$

4.4.5 각형강관 및 상자형단면

각형강관 및 상자형단면의 공칭전단강도 V_n 은 4.4.2.1에 따라 산정한다.

$$\text{여기서, } A_w = 2ht$$

h : 코너반경 안쪽의 플랜지간 순거리, mm

코너반경을 모른다면 단면 외부치수에서 두께의 3배를 감한 값을 취한다.

$$t_w = t$$

$$k_v = 5.0$$

4.4.6 원형강관

원형강관의 공칭전단강도 V_n 은 전단항복 및 전단좌굴의 한계상태에 따라 다음과 같이 산정한다.

$$V_n = F_{cr} A_g / 2 \quad (4.4-14)$$

여기서, F_{cr} 은 다음 중 큰 값을 사용하되 $0.6F_y$ 를 초과하여서는 안 된다.

$$F_{cr} = \frac{1.60E}{\sqrt{\frac{L_v}{D} \left(\frac{D}{t} \right)^{\frac{5}{4}}}} \quad (4.4-15)$$

$$F_{cr} = \frac{0.78E}{\left(\frac{D}{t} \right)^{\frac{3}{2}}} \quad (4.4-16)$$

여기서, A_g : 강관의 전단면적, mm²

D : 강관의 외경, mm

L_v : 최대전단력작용점과 전단력이 0인 점 사이의 거리, mm

t : 강관의 두께, mm

4.4.7 1축 또는 2축 대칭단면 약축전단

약축에 하중이 작용하는 1축 또는 2축 대칭단면의 공칭전단강도 V_n 은 식 (4.4-1)과 4.4.2.1(2)②에 따라 산정한다.

$$\text{여기서, } A_w = b_f t_f$$

$$k_v = 1.2$$

4.4.8 웨브에 구멍이 있는 보

강재보 및 합성보의 웨브에 구멍이 있을 때에는 그 효과를 고려하여 공칭전단강도를 산정한다. 웨브에 구멍이 있는 부분에 계수하중이나 구조해석으로 결정된 소요전단력이 설계전단강도를 초과하는 경우 이를 적절히 보강하여야 한다.

4.5 조합력과 비틀림을 받는 부재

이 절에서는 축력과 1축 또는 2축 휨의 조합상태에 비틀림응력이 작용하거나 작용하지 않는 부재 혹은 비틀림응력만을 받는 부재에 적용한다.

4.5.1 휨과 축력이 작용하는 1축 및 2축 대칭단면부재

4.5.1.1 압축력과 휨을 받는 1축 및 2축 대칭단면부재

2축대칭단면부재와 I_{yc}/I_y 의 값이 0.1 이상 0.9 이하로서 x 축 또는 y 축으로만 휨이 발생하도록 구속된 1축대칭단면부재에 있어서 휨과 압축력의 상관관계는 식 (4.5-1)과 식 (4.5-2)에 의하여 제한된다. 여기서 I_{yc} 는 압축력을 받는 플랜지의 y 축에 대한 단면 2차모멘트를 나타낸다. 이 조항의 규정 대신 4.5.2의 규정을 적용해도 무방하다.

(1) $\frac{P_r}{P_c} \geq 0.2$ 인 경우

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (4.5-1)$$

(2) $\frac{P_r}{P_c} < 0.2$ 인 경우

$$\frac{P_r}{2P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1.0 \quad (4.5-2)$$

여기서, P_r : 소요압축강도, N

P_c : 4.2에 따라 정해지는 설계압축강도, N

M_r : 소요휨강도, N · mm

M_c : 4.3에 따라 정해지는 설계휨강도, N · mm

x : 강축휨을 나타내는 아래첨자

y : 약축휨을 나타내는 아래첨자

ϕ_c : 압축저항계수(=0.90)

ϕ_b : 휨저항계수(=0.90)

4.5.1.2 인장력과 휨을 받는 1축 및 2축 대칭단면부재

2축대칭단면부재와 x 축 또는 y 축으로만 휨이 발생하도록 구속된 1축대칭단면부재에 있어서 휨과 인장력의 상관관계는 식 (4.5-1) 및 식 (4.5-2)로 제한한다.

P_r : 소요인장강도, N

P_t : 4.1.2에 따라 정해지는 설계인장강도, N

M_r : 소요휨강도, N · mm

M_c : 4.3에 따라 정해지는 설계휨강도, N · mm

ϕ_t : 인장저항계수 (4.1.2 참조)

ϕ_b : 휨저항계수 (=0.90)

2축대칭단면을 가진 부재에서 인장력과 휨이 동시에 작용할 때, 4.3(휨부재)의 C_b 값은 $\sqrt{1 + \frac{P_u}{P_{ey}}}$ 만큼 증가시킬 수 있다. 여기서, P_u 는 소요인장강도로서, 양(+)값을 사용한다. 또한 $P_{ey} = \frac{\pi^2 EI_y}{L_b^2}$ 이다. 식 (4.5-1) 및 식 (4.5-2)를 대신해서 인장과 휨과의 상관관계에 대한 좀 더 정밀한 해석결과를 사용해도 무방하다.

4.5.1.3 1축휨과 압축을 받는 2축 대칭단면부재

압축력과 1축휨이 지배적인 2축대칭단면부재는 4.5.1.1의 조합법 대신에 면내불안정 한계상태 및 면외좌굴(또는 휨-비틀림좌굴) 한계상태를 각각 독립적으로 고려해도 무방하다.

- (1) 면내불안정 한계상태에 대해서는 식 (4.5-1)을 사용한다. P_c , M_r , M_c 의 값은 휨이 발생한 면 내에서 산정한다.
- (2) 면외좌굴 한계상태에 대해서는 다음의 식을 사용한다.

$$\frac{P_r}{P_{co}} + \left(\frac{M_r}{M_{cx}} \right)^2 \leq 1.0 \quad (4.5-3)$$

여기서, P_{co} : 면외휨을 고려한 설계압축강도, N

M_{cx} : 4.3에 따라 산정된 강축에 대한 설계휨비틀림좌굴강도, N · mm

만약 약축방향으로 휨이 발생하면 식 (4.5-3)의 모멘트비는 무시한다. 만일 양방향 모두 상당한 크기의 모멘트가 작용하는 경우는 (양방향 모두 $M_r/M_c \geq 0.05$ 인 경우) 4.5.1.1의 규정을 따라야 한다.

4.5.2 휨과 축력을 받는 비대칭단면부재 및 기타 부재

이 조항에서는 4.5.1의 취급범위를 벗어나는 단면형상을 갖는 부재에 대한 휨과 축응력의 상관관계를 규정한다. 4.5.1의 규정 대신에 임의의 단면형상에 대해 이 조항의 다음 규정을 사용할 수 있다.

$$\left| \frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bw}}{F_{bw}} + \frac{f_{bz}}{F_{bz}} \right| \leq 1.0 \quad (4.5-4)$$

여기서, f_a : 소요축방향응력, MPa

건축물 강구조 설계기준

F_a : 설계축방향응력(압축은 4.2, 인장은 4.1.2의 규정에 따름), MPa

f_{bw}, f_{bz} : 부재단면의 특정위치에서의 소요휨응력, MPa

F_{bw}, F_{bz} : 4.3에 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(4.1.2 참조)

ϕ_b : 휨저항계수(= 0.90)

식 (4.5-4)은 단면의 가장 불리한 부분에서의 휨응력의 부호를 고려하여 주축에 대해 적용한다. 휨응력항의 부호에 따라 축력항에 적절히 가감되어야 한다. 압축력이 작용하는 경우는 1.5.6을 따라 2차효과가 고려되어야 한다. 식 (4.5-4) 대신에 좀 더 엄밀한 해석에 바탕을 둔 휨-인장상관 관계를 사용해도 무방하다.

한계상태설계법이지만 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

4.5.3 비틀림 또는 비틀림, 휨, 전단력, 축력을 동시에 받는 부재

4.5.3.1 원형과 각형강관의 비틀림강도

원형과 각형강관의 설계비틀림강도 $\phi_T T_n$ 는 다음과 같이 산정한다.

$$\phi_T = 0.90$$

비틀림항복과 비틀림좌굴 한계상태에 의한 공칭비틀림강도 T_n 은 다음 식을 사용해서 산정한다.

$$T_n = F_{cr} C \quad (4.5-5)$$

여기서, C 는 강관의 비틀림상수이고, F_{cr} 은 다음과 같이 산정한다.

(1) 원형강관

다음 가운데 큰 값을 사용한다. 그러나 $0.6F_y$ 를 초과할 수는 없다.

$$F_{cr} = \frac{1.23E}{\sqrt{\frac{L}{D} \left(\frac{D}{t} \right)^{\frac{5}{4}}}} \quad (4.5-6)$$

$$F_{cr} = \frac{0.60E}{\left(\frac{D}{t} \right)^{\frac{3}{2}}} \quad (4.5-7)$$

여기서, L : 부재의 길이, mm

D : 외경, mm

(2) 각형강관

$$\textcircled{1} h/t \leq 2.45 \sqrt{E/F_y}$$

$$F_{cr} = 0.6F_y \quad (4.5-8)$$

$$\textcircled{2} 2.45 \sqrt{E/F_y} < h/t \leq 3.07 \sqrt{E/F_y}$$

$$F_{cr} = 0.6F_y (2.45 \sqrt{E/F_y}) / (h/t) \quad (4.5-9)$$

$$\textcircled{3} 3.07 \sqrt{E/F_y} < h/t \leq 260$$

$$F_{cr} = 0.458\pi^2 E / (h/t)^2 \quad (4.5-10)$$

비틀림전단상수 C 는 다음과 같이 보수적으로 취할 수 있다.

$$\text{원형강관} : C = \frac{\pi (D-t)^2 t}{2}$$

$$\text{각형강관} : C = 2(B-t)(H-t)t - 4.5(4-\pi)t^3$$

4.5.3.2 비틀림, 전단, 휨, 축력을 동시에 받는 강관

소요비틀림강도 T_r 가 설계비틀림강도 T_c 의 20% 이하일 경우, 강관의 비틀림, 전단, 휨, 그리고 축력에 의한 조합응력에 대한 상관관계는 4.5.1의 규정을 따르고, 비틀림효과는 무시한다. 만약 T_r 이 T_c 의 20%를 초과하면 비틀림, 전단, 휨, 축력의 상관관계는 다음의 식에 의해 제한된다.

$$\left(\frac{P_r}{P_c} + \frac{M_r}{M_c} \right) + \left(\frac{V_r}{V_c} + \frac{T_r}{T_c} \right)^2 \leq 1.0 \quad (4.5-11)$$

여기서, P_r : 소요축강도, N

P_c : 설계축방향 압축 또는 인장강도(4.1 및 4.2 참조), N

M_r : 소요휨강도, N · mm

M_c : 설계휨강도(4.3 참조), N · mm

V_r : 소요전단강도, N

V_c : 설계전단강도(4.4 참조), N

T_r : 소요비틀림강도, N · mm

T_c : 설계비틀림강도(4.5.3.1 참조), N · mm

4.5.3.3 비틀림과 조합응력을 받는 비강관부재

비강관부재들의 설계비틀림강도 $\phi_T F_n$ 는 다음의 여러 한계상태 중 가장 작은 값을 택한다.

$$\phi_T = 0.90$$

(1) 수직응력항복한계상태

$$F_n = F_y \quad (4.5-12)$$

건축물 강구조 설계기준

(2) 전단응력항복한계상태

$$F_n = 0.6F_y \quad (4.5-13)$$

(3) 좌굴한계상태

$$F_n = F_{cr} \quad (4.5-14)$$

여기서, F_{cr} : 해석에 의해 결정된 단면의 좌굴응력도, MPa

탄성영역에 이웃한 부분의 약간의 제한된 국지항복은 허용된다.

4.6 합성부재

이 절은 압연형강, 용접형강 또는 강관이 구조용콘크리트와 함께 거동하도록 구성된 합성부재와 철근콘크리트슬래브와 이를 지지하는 강재보가 서로 연결되어 보와 슬래브가 함께 휨에 저항하도록 구성된 강재보에 적용한다. 스티드앵커를 갖는 단순 및 연속합성보, 그리고 매입형합성보, 충전형합성보에도 동바리 사용 여부와 상관없이 적용한다.

4.6.1 일반사항

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.

4.6.1.1 콘크리트와 철근

합성구조에 사용된 콘크리트와 철근에 관련된 설계, 배근상세 및 재료 성질은 KDS 41 30 00을 따르며, 다음의 예외사항 및 제한사항을 준용한다.

- (1) KDS 14 20 50(4.5.2), KDS 14 20 66(4.3) 및 KDS 41 30 00(4.18)의 모든 내용을 제외한다.
- (2) 콘크리트와 철근의 재료강도에 대한 제한사항은 4.6.1.3을 따른다.
- (3) 횡방향철근에 대한 구조제한사항은 4.6.2.1(1)②와 KDS 41 30 00을 따른다.
- (4) 매입형 합성부재에서 길이방향철근의 최소철근비는 4.6.2.1(1)③을 따른다.

KDS 41 30 00에 따른 콘크리트와 철근의 설계는 한계상태설계법의 하중조합에 따른다.

4.6.1.2 합성단면의 공칭강도

합성단면의 공칭강도는 소성응력분포법 또는 변형률적합법에 따라 결정한다. 합성단면의 공칭강도를 결정하는데 있어 콘크리트의 인장강도는 무시한다. 4.6.1.4에 정의된 충전형합성부재는 국부좌굴의 영향을 고려해야 한다. 매입형합성부재는 국부좌굴을 고려할 필요가 없다.

(1) 소성응력분포법

소성응력분포법에서는 강재가 인장 또는 압축으로 항복응력에 도달할 때 콘크리트는 축력과 / 또는 휨으로 인한 압축으로 $0.85f_{ck}$ 의 응력에 도달한 것으로 가정하여 공칭강도를 계산한다. 충전형원형강관합성기둥의 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.

(2) 변형률적합법

변형률적합법에서는 단면에 걸쳐 변형률이 선형적으로 분포한다고 가정하며 콘크리트의 최대압축변형률을 0.003 mm/mm 로 가정한다. 강재 및 콘크리트의 응력-변형률관계는 KDS 41 10 10에 따라 실험을 통해 구하거나 유사한 재료에 대한 공인된 결과를 사용한다.

4.6.1.3 재료강도 제한

합성구조에 사용되는 구조용강재, 철근, 콘크리트는 실험 또는 해석으로 검증되지 않을 경우 다음과 같은 제한조건들을 만족해야 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 구조용 강재 및 철근의 설계기준항복강도는 650 MPa를 초과할 수 없다. 다만, 매입형합성기둥의 강도산정은 4.5.2.1 매입형 합성부재 제한사항을 따른다.

4.5.1.4 국부좌굴에 대한 충전형합성단면의 분류

압축력을 받는 충전형 합성부재의 단면은 조밀, 비조밀, 세장으로 분류한다. 충전형합성단면의 압축강재요소 중 최대폭두께비가 λ_p 를 초과하지 않는다면 조밀로 분류한다. 하나 또는 그 이상의 압축강재요소의 최대폭두께비가 λ_p 를 초과하고 λ_r 를 초과하지 않는다면 비조밀로 분류한다. 압축강재요소 중에서 최대폭두께비가 λ_r 를 초과하는 요소가 있으면 세장으로 분류한다. 최대허용 폭두께비는 표 4.6-1을 따른다.

휨을 받는 충전형 합성부재의 단면은 조밀, 비조밀, 세장으로 분류한다. 충전형합성단면의 압축강재요소 중 최대폭두께비가 λ_p 를 초과하지 않는다면 조밀로 분류한다. 하나 또는 그 이상의 압축강재요소의 최대폭두께비가 λ_p 를 초과하고 λ_r 를 초과하지 않는다면 비조밀로 분류한다. 압축강재요소 중에서 최대폭두께비가 λ_r 를 초과하는 요소가 있으면 세장으로 분류한다. 최대허용 폭두께비는 표 4.6-2를 따른다.

건축물 강구조 설계기준

각형강관과 원형강관의 폭(b) 또는 직경(D)과 두께(t)에 대한 정의는 표 1.5-1을 참고한다.

표 4.6-1 압축력을 받는 충전형합성부재의 압축강재요소에 대한 판폭두께비 제한(4.5.2.2에 사용)

구분	판폭 두께비	λ_p 조밀/비조밀	λ_r 비조밀/세장	λ_{max} 최대허용
각형강관 ¹⁾	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	$\frac{0.15E}{F_y}$	$\frac{0.19E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

주 1) 사각형 강관 및 두께가 일정한 용접사각형강관

표 4.6-2 휨을 받는 충전형합성부재 압축강재요소에 대한 판폭두께비 제한(4.6.3.4에 사용)

구분	판폭 두께비	λ_p 조밀/비조밀	λ_r 비조밀/세장	λ_{max} 최대허용
각형강관 ¹⁾ 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 ¹⁾ 의 웹	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	$\frac{0.09E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

주 1) 사각형 강관 및 두께가 일정한 용접사각형강관

4.6.2 축력을 받는 부재

이 규정은 매입형 합성부재와 충전형 합성부재에 적용한다.

4.6.2.1 매입형 합성부재

(1) 구조제한

매입형 합성부재는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

- ① 강재코어의 단면적은 합성기둥 총단면적의 1% 이상으로 한다.
- ② 강재코어를 매입한 콘크리트는 연속된 길이방향철근과 띠철근 또는 나선철근으로 보강되어야 한다. 횡방향철근의 중심간 간격은 직경 D10의 철근을 사용할 경우에는 300 mm 이하, 직경 D13 이상의 철근을 사용할 경우에는 400 mm 이하로 한다. 이형철근망이나 용접 철근을 사용하는 경우에는 앞의 철근에 준하는 등가단면적을 가져야 한다. 횡방향 철근의 최대간격은 강재 코어의 설계기준공칭항복강도가 450 MPa 이하인 경우에는 부재단면에서 최소크기의 0.5배를 초과할 수 없으며 강재코어의 설계기준공칭항복강도가 450 MPa를 초과하는 경우는 부재단면에서 최소 크기의 0.25배를 초과할 수 없다.
- ③ 연속된 길이방향철근의 최소철근비 ρ_{sr} 는 0.004로 하며 다음과 같은 식으로 구한다.

$$\rho_{sr} = \frac{A_{sr}}{A_g} \quad (4.6-1)$$

여기서, A_{sr} : 연속길이방향철근의 단면적, mm²

A_g : 합성부재의 총단면적, mm²

(2) 압축강도

축하중을 받는 2축대칭 매입형합성부재의 설계압축강도 $\phi_c P_n$ 은 기둥세장비에 따른 휨좌굴 한계상태로부터 다음과 같이 구한다.

$$\phi_c = 0.75$$

① $\frac{P_{no}}{P_e} \leq 2.25$ 인 경우

$$P_n = P_{no} \left[0.658 \left(\frac{P_{no}}{P_e} \right) \right] \quad (4.6-2)$$

② $\frac{P_{no}}{P_e} > 2.25$ 인 경우

$$P_n = 0.877 P_e \quad (4.6-3)$$

여기서,

$$P_{no} = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} + 0.85 f_{ck} A_c \quad (4.6-4)$$

$$P_e = \pi^2 (EI_{eff}) / (KL)^2 \quad (4.6-5)$$

여기서, A_s : 강재단면적, mm²

A_c : 콘크리트단면적, mm² (단, 강재코어의 설계기준공칭항복강도가 450 MPa를 초과할 경우는 $A_c = A_{ce}$ 로 산정해야 한다.)

A_{ce} : 매입합성기둥의 경우 피복두께와 띠철근 직경을 제외한 심부 콘크리트의 유효단면적, mm²

A_{sr} : 연속된 길이방향철근의 단면적, mm²

E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa

E_s : 강재의 탄성계수, MPa

E_{sr} : 철근의 탄성계수, MPa

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

F_y : 강재의 설계기준항복강도, MPa

F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa

I_c : 콘크리트단면의 단면2차모멘트, mm⁴

I_s : 강재단면의 단면2차모멘트, mm⁴

I_{sr} : 철근단면의 단면2차모멘트, mm⁴

K : 부재의 유효좌굴길이계수

L : 부재의 횡지길이, mm

w_c : 콘크리트의 단위체적당 무게 ($1,500 \leq w_c \leq 2,500 \text{ kg/m}^3$)

EI_{eff} : 합성단면의 유효강성, N · mm² (단, 강재코어의 설계기준 공칭항복강도가

450 MPa를 초과하여도 합성단면의 유효강성 산정에는 콘크리트 전체 단면적(A_c)을 사용한다.)

건축물 강구조 설계기준

$$EI_{eff} = E_s I_s + 0.5 E_{sr} I_{sr} + C_1 E_c I_c \quad (4.6-6)$$

$$C_1 = 0.1 + 2 \left(\frac{A_s}{A_c + A_s} \right) \leq 0.3 \quad (4.6-7)$$

합성부재의 설계압축강도는 4.2에서 결정된 순강재부재의 설계압축강도 이상으로 한다.

(3) 인장강도

매입형 합성기둥의 설계인장강도 $\phi_t P_n$ 는 항복한계상태로부터 다음과 같이 구해진다.

$$P_n = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} \quad (4.6-8)$$

$$\phi_t = 0.90$$

(4) 하중전달

매입형합성부재의 하중전달에 대한 요구사항은 4.6.6에 따른다.

(5) 상세요구사항

- ① 강재단면과 길이방향 철근 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.

4.6.2.2 충전형 합성부재

(1) 구조제한

강관의 단면적은 합성부재 총단면적의 1% 이상으로 한다.

충전형합성부재는 4.6.1.4에 따라서 국부좌굴효과를 고려하여 분류한다.

(2) 압축강도

축하중을 받는 2축대칭 충전형 합성부재의 설계압축강도는 다음과 같은 보정된 식들을 사용하여 4.6.2.1(2)에 따라 휨좌굴한계상태로부터 구한다.

① 조밀단면

$$P_{no} = P_p \quad (4.6-9)$$

여기서,

$$P_p = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} + C_2 f_{ck} A_c \quad (4.6-10)$$

C_2 : 사각형단면에서는 0.85, 원형단면에서는

$$0.85 \left(1 + 1.56 \frac{f_y t}{D_c f_{ck}} \right) \text{로 한다.}$$

여기서, $D_c = D - 2t$, t : 강판의 두께

② 비조밀단면

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2 \quad (4.6-11)$$

여기서, λ , λ_p 와 λ_r 은 표 4.6-1의 판폭(직경) 두께비 제한값

$$P_y = F_y A_s + 0.7 f_{ck} \left(A_c + A_{sr} \frac{E_{sr}}{E_c} \right) \quad (4.6-12)$$

③ 세장단면

$$P_{no} = F_{cr} A_s + 0.7 f_{ck} \left(A_c + A_{sr} \frac{E_{sr}}{E_c} \right) \quad (4.6-13)$$

여기서,

$$\text{사각형단면 ; } F_{cr} = \frac{9E_s}{(b/t)^2} \quad (4.6-14)$$

$$\text{원형단면 ; } F_{cr} = \frac{0.72F_y}{[(D/t)(F_y/E_s)]^{0.2}} \quad (4.6-15)$$

합성단면의 유효강성은 다음 식으로 구한다.

$$EI_{eff} = E_s I_s + E_{sr} I_{sr} + C_3 E_c I_c \quad (4.6-16)$$

여기서, C_3 는 충전형합성압축부재의 유효강성을 구하기 위한 계수

$$C_3 = 0.6 + 2 \left[\frac{A_s}{A_c + A_s} \right] \leq 0.9 \quad (4.6-17)$$

합성부재의 설계압축강도는 4.2에서 결정된 순강재부재의 설계압축강도 이상으로 한다.

(3) 인장강도

충전형 합성기둥의 설계인장강도 $\phi_t P_n$ 은 항복한계상태로부터 다음과 같이 구해진다.

$$P_n = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} \quad (4.6-18)$$

$$\phi_t = 0.90$$

(4) 하중전달

충전형합성부재의 하중전달에 대한 요구사항은 4.6.6에 따른다.

4.6.3 휨을 받는 부재

4.6.3.1 일반사항

이 규정은 휨을 받는 다음 3종류의 합성부재에 적용한다.

스터드앵커 또는 ㄱ형강으로 구성된 강재앵커(전단연결재)가 있는 합성보, 매입형 합성부재 및 충전형 합성부재. 이외 다른 형태의 휨부재인 합성트러스와 합성데크슬래브는 4.6.9와 4.6.11에

건축물 강구조 설계기준

따른다.

(1) 유효폭

콘크리트슬래브의 유효폭은 보중심을 기준으로 좌우 각 방향에 대한 유효폭의 합으로 구해지며 각 방향에 대한 유효폭은 다음 중에서 최솟값으로 구해진다.

- ① 보스팬(지지점의 중심간)의 1/8
- ② 보중심선에서 인접보 중심선까지 거리의 1/2
- ③ 보중심선에서 슬래브 가장자리까지의 거리

(2) 시공 중의 강도

동바리를 사용하지 않는 경우, 콘크리트의 강도가 설계기준강도의 75%에 도달하기 전에 작용하는 모든 시공하중은 강재단면 만으로 지지할 수 있어야 한다. 강재단면의 휨강도는 4.3에 따라 구한다.

4.6.3.2 강재앵커(전단연결재)를 갖는 합성보

강재앵커는 스티드앵커 또는 ㄷ형강을 사용한다.

(1) 정모멘트에 대한 휨강도

정모멘트에 대한 설계휨강도 $\phi_b M_n$ 은 항복한계상태로부터 다음과 같이 구해진다.

$$\phi_b = 0.90$$

- ① $h/t_w \leq 3.76 \sqrt{E/F_y}$ 인 경우

M_n 은 합성단면의 항복한계상태에 대해 소성응력분포로부터 산정한다(소성모멘트).

- ② $h/t_w > 3.76 \sqrt{E/F_y}$ 인 경우

M_n 은 동바리의 영향을 고려하여 항복한계상태에 대해 탄성응력을 중첩하여 구한다(항복모멘트).

(2) 부모멘트에 대한 휨강도

부모멘트에 대한 설계휨강도 $\phi_b M_n$ 은 4.3에 따라 강재단면만을 사용하여 구하거나, 다음과 같은 계수를 사용하여 항복한계상태(소성모멘트)에 대해 합성단면의 소성응력분포로부터 구할 수 있다.

$$\phi_b = 0.90$$

다만, 이때에는 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.

- ① 강재보는 조밀단면이며 4.3에 따라 적절히 횡지지되어야 한다.
- ② 부모멘트 구간에서 콘크리트슬래브와 강재보에 강재앵커로 결합되어야 한다.
- ③ 유효폭 내의 강재보에 평행한 슬래브철근은 적절히 정착되어야 한다.

(3) 골데크플레이트를 사용한 합성보

① 일반사항

강재보와 골데크플레이트 슬래브로 이루어진 합성부재의 설계휨강도는 4.6.3.2(1)과 4.6.3.2(2)에 따라 구하되 다음과 같은 조건들을 만족하여야 한다.

가. 데크플레이트의 공칭골깊이는 75 mm 이하이어야 한다. 더 큰 골높이의 사용은 실험과 해석을 통하여 정당성이 증명되어야 한다. 골 또는 헌치의 콘크리트 평균폭 w_r 은 50 mm 이상이어야 하며 데크플레이트 상단에서의 최소순폭 이하로 한다.

나. 콘크리트슬래브와 강재보를 연결하는 스테드앵커의 직경은 19 mm 이하이어야 하며 데크플레이트를 통하거나 아니면 강재보에 직접 용접되어야 한다. 스테드앵커는 부착 후 데크플레이트 상단 위로 38 mm 이상 돌출되어야 하며 스테드앵커의 상단 위로 13 mm 이상의 콘크리트피복이 있어야 한다.

다. 데크플레이트 상단 위의 콘크리트두께는 50 mm 이상이어야 한다.

라. 데크플레이트는 지지부재에 450 mm 이하의 간격으로 고정되어야 한다. 데크플레이트의 고정은 스테드앵커나 스테드앵커와 점용접의 조합, 또는 설계자에 의해 명시된 방법에 의해 이루어져야 한다.

② 데크플레이트의 골방향이 강재보와 직각인 경우

골 내부의 콘크리트는 합성단면의 성능산정이나 A_c 의 계산에 포함할 수 없다.

③ 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행인 경우

골 내부의 콘크리트는 합성단면의 성능산정에 포함될 수 있으며 A_c 의 계산에 포함한다. 지지보 위의 데크플레이트골은 길이방향으로 절단한 후 간격을 벌림으로써 콘크리트 헌치를 형성하도록 할 수 있다. 데크플레이트의 공칭깊이가 40 mm 이상일 때 골 또는 헌치의 평균폭 w_r 은 스테드앵커가 일렬배치인 경우에는 50 mm 이상이어야 하며 추가되는 스테드앵커마다 스테드앵커 직경의 4배를 더해주어야 한다.

(4) 강재보와 슬래브 사이의 하중전달

① 정모멘트 구간에서의 하중전달

4.6.3.3의 매입형 합성단면을 제외하고는, 강재보와 슬래브면 사이의 전체수평전단력은 강재앵커에 의해서만 전달된다고 가정한다. 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.

가. 콘크리트 압괴

$$V' = 0.85f_{ck}A_c \quad (4.6-19)$$

나. 강재단면의 인장항복

$$V' = F_y A_s \quad (4.6-20)$$

건축물 강구조 설계기준

다. 강재앵커의 강도

$$V' = \Sigma Q_n \quad (4.6-21)$$

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

② 부모멘트 구간에서의 하중전달

연속합성보에서 부모멘트구간의 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.

가. 슬래브철근의 인장항복 한계상태

$$V' = F_{yr} A_r \quad (4.6-22)$$

여기서, A_r : 콘크리트슬래브의 유효폭 내에 있는 적절하게 정착된 길이방향 철근의 단면적, mm^2

F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa

나. 강재앵커의 강도

$$V' = \Sigma Q_n \quad (4.6-23)$$

4.6.3.3 매입형합성부재의 휨강도

매입형 합성부재의 설계휨강도는 다음과 같이 구한다.

$$\phi_b = 0.90$$

공칭휨강도 M_n 은 다음 방법 중의 하나를 사용하여 구한다.

- ① 항복한계상태(항복모멘트): 동바리의 효과를 고려하여 합성단면에 작용하는 탄성응력을 중첩하여 산정한다.
- ② 강재단면의 항복한계상태(소성모멘트): 강재단면만의 소성소성응력분포를 사용하여 구한다.
- ③ 합성단면에 작용하는 소성응력분포를 사용하여 구하거나 변형률적합법을 사용하여 구한다. 매입형합성부재에는 강재앵커를 사용해야 한다.

4.6.3.4 충전형합성부재의 휨강도

(1) 구조제한

충전형합성단면은 4.6.1.4에 따라 국부좌굴에 의해 분류한다.

(2) 휨강도

충전형합성단면의 설계휨강도는 다음과 같이 구한다.

$$\phi_b = 0.90$$

공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 구한다.

① 조밀단면

$$M_n = M_p \quad (4.6-24)$$

여기서, M_p = 합성단면의 소성응력분포로부터 구한 모멘트, N · mm

② 비조밀단면

$$M_n = M_p - (M_p - M_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \quad (4.6-25)$$

여기서, λ , λ_p 와 λ_r 은 표 4.6-2의 판폭(직경)두께비 제한값

M_y = 인장플랜지의 항복과 압축플랜지의 첫 항복에 대응하는 항복모멘트, N · mm. 첫 항복에서의 저항능력은 $0.7f_{ck}$ 의 최대콘크리트압축응력과 f_y 의 최대강재응력의 선형 탄성응력분포로 가정하여 계산한다.

③ 세장단면

공칭휨강도는 첫 항복모멘트로부터 구한다. 압축플랜지응력은 식 (4.6-14) 또는 식 (4.6-15)로부터 구한 국부좌굴응력 F_{cr} 로 제한한다. 콘크리트응력분포는 최대압축응력을 $0.7f_{ck}$ 로 한 선형탄성응력분포로 한다.

4.6.4 전단강도

4.6.4.1 충전형 및 매입형 합성부재

설계전단강도 $\phi_v V_n$ 은 다음 중에서 한 가지 방법으로 구한다.

(1) 4.4에 따른 강재단면만의 설계전단강도

(2) KDS 41 30 00(4.5)에 따른 철근콘크리트만의 전단강도. 강도저항계수는 다음 값을 사용한다.

$$\phi_v = 0.75$$

단, 무근콘크리트로 채운 충전형합성부재에서 콘크리트만의 전단강도는 KDS 41 30 00의 관련 기준에 따른다.

(3) 4.4에 따른 강재단면의 공칭전단강도와 KDS 41 30 00에 따른 철근의 공칭전단강도의 합으로 한다. 강도저항계수는 다음 값을 사용한다.

$$\phi_v = 0.75$$

4.6.4.2 데크플레이트를 사용한 합성보(또는 노출형 합성보)

강재앵커를 갖는 노출형 합성보의 설계전단강도는 4.4에 따라 강재 단면만의 특성으로부터 구한다.

4.6.5 힘과 축력의 조합

합성부재에 압축력과 힘이 동시에 작용하는 경우 1.5.6에서 요구되는 안정성을 고려하여야 한다. 설계압축강도와 설계휨강도는 4.6.2와 4.6.3에 따라서 각각 구한다. 압축강도에 미치는 길이의 영향을 고려한 부재의 공칭압축강도는 4.6.2에 따라 구한다.

매입형합성부재와 조밀단면의 충전형합성부재에 대한 축력과 휨의 상호관계는 4.5.1.1의 상호관계식 또는 4.6.1.2에서 규정한 방법 중의 1가지 방법에 따른다.

비조밀 또는 세장 단면의 충전형합성부재에 대한 축력과 휨의 상호관계는 4.5.1.1의 상호관계식에 따른다.

4.6.6 하중전달

4.6.6.1 일반 요구사항

외력이 매입형합성부재 또는 충전형합성부재에 축방향으로 가해질 때, 부재로의 힘 도입과 부재 안에서의 길이방향 전단력 전달은 이 조항에 있는 힘의 분배에 대한 요구사항에 따라 평가한다. 4.6.6.3에 따라 결정된 적절한 힘전달기구의 설계강도 ϕR_n 은 4.6.6.2에서 구한 길이방향 소요전단력 V_r' 이상이어야 한다.

4.6.6.2 힘의 분배

강재와 콘크리트 간에 전달되어야 할 힘의 크기는 다음 요구사항에 따른 외력의 분배로 한다.

(1) 외력이 강재단면에 직접 가해지는 경우

모든 외력이 강재단면에 직접 가해지는 경우, 콘크리트에 전달되어야 할 힘 V_r' 은 다음과 같이 구한다.

$$V_r' = P_r (1 - F_y A_s / P_{no}) \quad (4.6-26)$$

여기서, P_{no} : 길이효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N

매입형합성부재는 식 (4.6-4), 충전형합성부재는 식 (4.6-9)에 의해 구한다.

P_r : 합성부재에 가해지는 소요외력, N

(2) 외력이 콘크리트에 직접 가해지는 경우

모든 외력이 피복콘크리트 또는 충전콘크리트에 직접 가해지는 경우, 강재에 전달되어야 할 힘 V_r' 은 다음과 같이 구한다.

$$V_r' = P_r (F_y A_s / P_{no}) \quad (4.6-27)$$

여기서, P_{no} : 길이효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N

매입형합성부재는 식 (4.6-4), 충전형합성부재는 식 (4.6-9)에 의해 구한다.

P_r : 합성부재에 가해지는 소요외력, N

(3) 외력이 강재단면과 콘크리트에 동시에 가해지는 경우

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 (4.6-27)에서 산정한 힘 V_r' 과의 차이로 한다.

$$V_r' = P_{rs} - P_r (F_y A_s / P_{no}) \quad (4.6-28)$$

여기서, P_{rs} : 강재에 직접 가해지는 외력의 일부 힘, N

4.6.6.3 힘 전달기구

직접부착작용, 전단접합 및 직접지압에 의한 힘전달기구의 공칭강도 R_n 은 다음과 같이 구한다. 이 중에서 가장 큰 공칭강도의 힘전달기구를 사용할 수 있으나 이러한 힘전달기구들은 중첩하여 사용할 수 없다.

길이방향 전단력 V_r' 이 직접부착작용에 의한 설계전단강도를 초과할 경우에는 4.6.6.3(1) 또는 4.6.6.3(2)에 의한 힘전달기구를 사용하여야 한다.

(1) 직접지압강도

힘이 내부지압기구에 의한 직접지압에 의해 매입형 또는 충전형 합성부재에 전달되는 경우, 설계지압강도는 다음과 같이 콘크리트압괴의 한계상태로부터 구한다.

$$R_n = 1.7 f_{ck} A_1 \quad (4.6-29)$$

$$\phi_B = 0.65$$

여기서, A_1 : 콘크리트의 재하면적, mm²

(2) 전단접합

힘이 전단접합에 의해 매입형 또는 충전형 합성부재에 전달되는 경우, 강재앵커의 설계전단강도는 다음과 같이 구한다.

$$R_c = \Sigma Q_{cv} \quad (4.6-30)$$

여기서, ΣQ_{cv} = 4.6.6.4에 정의한 하중도입부 길이 안에 배치된 스티드앵커 또는 ㄱ형강앵커의 설계전단강도 ϕQ_{nv} 의 합, N

각 강재앵커의 설계전단강도 ϕQ_{nv} 는 4.6.8.3(1) 또는 4.6.8.3(4)로부터 구한다.

(3) 직접부착강도

힘이 직접부착작용에 의해 충전형합성부재 및 매입형합성부재에 전달되는 경우, 강재와 콘크리트 사이의 설계부착강도는 다음과 같이 구한다.

$$\phi = 0.45$$

$$R_n = U_{in} L_{in} F_{in} \quad (4.6-31)$$

여기서, R_n : H형강 또는 강관의 전둘레길리와 하중도입부의 길이에 해당하는 공칭부착강도, N

건축물 강구조 설계기준

U_{in} : H형강 또는 강관의 둘레길이, mm

L_{in} : 4.6.6.4에서 규정한 하중도입부의 길이, mm

F_{in} : 표 4.6-3의 공칭부착응력, MPa

다음 표 4.6-3의 공칭부착응력은 콘크리트와 접하는 강재단면 표면에 도장, 기름, 윤활유 및 녹 등이 없는 경우에 가정된 값이다.

표 4.6-3 공칭부착응력, F_{in}

단면 종류		F_{in} , MPa
콘크리트에 완전매입된 H형강단면		0.66
콘크리트충전 사각형강관단면	조밀, 비조밀, 세장	0.40
콘크리트충전 원형강관단면	조밀	1.22
	비조밀, 세장	0.40

표 4.6-3에 주어진 콘크리트에 완전 매입된 H형강단면의 공칭부착응력 F_{in} 은 플랜지에 대한 콘크리트의 최소유효피복두께가 40 mm이고 4.6.2.1(5)의 ①과 ②를 만족하고, 4.6.2.1(1)에 따른 횡방향 철근과 길이방향 철근이 있는 단면에 적용할 수 있다. 플랜지에 대한 유효피복두께가 더 두껍고, 플랜지의 피복콘크리트를 충분히 구속시킬 수 있는 횡방향 철근과 길이방향 철근이 있는 경우에는 좀 더 높은 부착응력값을 사용할 수 있다. 피복두께를 고려한 공칭부착응력은 실험으로 증명되지 않는 한, $\beta_c F_{in}$ 값을 사용하여야 하며, β_c 는 다음 식에 의해 결정한다.

$$\beta_c = 1 + 0.02 c_e \left(1 - \frac{40}{c_e} \right) \leq 2.5 \quad (4.6-32)$$

여기서, c_e : 플랜지면에 대한 콘크리트의 유효피복두께, mm

유효피복두께는 플랜지면에 대한 콘크리트의 순피복두께에서 띠철근의 외부면에 대한 순피복두께를 제외한 두께로 한다.

4.6.6.4 상세요구사항

(1) 매입형 합성부재

길이방향 전단력을 전달하기 위한 강재앵커는 하중도입부의 길이 안에 배치한다. 하중도입부의 길이는 하중작용방향으로 합성부재단면의 최소폭의 2배와 부재길이의 1/3 중 작은 값 이하로 한다. 길이방향 전단력을 전달하기 위한 강재앵커는 강재단면의 축에 대해 대칭인 형태로 최소한 2면 이상에 배치한다.

하중도입부 길이와 이외 구간에서의 강재앵커 간격은 4.6.8.3(5)에 따른다.

(2) 충전형 합성부재

길이방향전단력을 전달하기 위한 강재앵커는 하중도입부의 길이 안에 배치한다. 하중도입부의 길이는 하중작용방향으로 합성부재단면의 최소폭의 2배와 부재길이의 1/3 중 작은 값 이하로 한다.

하중도입부의 길이 안에 배치하는 강재앵커 간격은 4.6.8.3(5)에 따른다.

4.6.6.5 하중도입부 이외 구간의 길이방향 전단력

- (1) 부재의 직각방향하중 또는 단부모멘트 또는 직각방향하중과 단부모멘트에 의해 발생하는 하중도입부 이외구간에서의 콘크리트와 강재 사이 접촉면의 길이방향 소요전단응력분포를 확인해야한다. 길이방향 소요전단응력이 표 4.6-3의 값에 강도저항계수 $\phi = 0.45$ 를 곱한 설계전단응력 ϕF_{in} 을 초과하는 경우에는 4.6.8.3에 따라서 전단연결재로 보강해야 한다.
- (2) 보다 정밀한 방법에 의하지 않는 한, 접촉면에서의 길이방향 소요전단응력은 콘크리트의 장기효과와 균열을 고려한 탄성해석에 의해 구한 값을 사용할 수 있다.

4.6.7 합성다이어프램 및 하중수집보

합성슬래브 다이어프램과 하중수집보는 다이어프램, 다이어프램의 경계부재, 수집재, 그리고 횡력저항시스템의 부재 사이에 하중을 전달하도록 설계하고 상세하게 구체화해야 한다.

4.6.8 강재앵커(전단연결재)

4.6.8.1 일반사항

스터드앵커의 직경은 강재단면의 웨브판과 직접 연결된 플랜지부분에 용접하는 경우 이외에 플랜지두께의 2.5배를 초과할 수 없다.

4.6.8.2은 강재앵커(전단연결재)가 콘크리트 슬래브 또는 골데크의 콘크리트에 매입된 합성휨부재에 적용한다. 4.6.8.3은 이외 모든 다른 경우에 적용한다.

4.6.8.2 합성보의 강재앵커

용접 후 밑면에서 머리 최상단까지의 스테드앵커길이는 몸체 직경의 4배 이상으로 한다.

(1) 스테드앵커의 강도

콘크리트슬래브 또는 합성슬래브에 매입된 스테드앵커 1개의 공칭전단강도 Q_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$Q_n = 0.5 A_{sa} \sqrt{f_{ck} E_c} \leq R_g R_p A_{sa} F_u \quad (4.6-33)$$

여기서, A_{sa} : 스테드앵커의 단면적, mm²

E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa

F_u : 스테드앵커의 설계기준인장강도, MPa

$R_g = 1.0$:

- (a) 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각이며 골내에 용접되는 스테드앵커의 개수가 1개인 경우
- (b) 스테드앵커가 일렬로 강재에 직접 용접된 경우
- (c) 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행하며 스테드앵커가 데크를 통해 일렬로 용접되고 골의 평균폭과 골의 높이의 비가 1.5 이상인 경우

건축물 강구조 설계기준

$$R_g = 0.85 :$$

- (a) 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각이며 골 당 스테드앵커의 개수가 2개인 경우
- (b) 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행하며, 스테드앵커가 데크를 통해 용접되며 골의 평균폭과 골의 높이의 비가 1.5보다 작으며 스테드앵커의 개수가 1개인 경우

$$R_g = 0.7 :$$

- (c) 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각이며 골 내에 용접되는 스테드앵커의 개수가 3개 이상인 경우

$$R_p = 0.75 :$$

- (a) 형강에 직접 용접된 스테드앵커
- (b) 데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각인 합성슬래브에 용접되고,
 $e_{mid-h_t} \geq 50 \text{ mm}$ 인 스테드앵커의 경우
- (c) 데크플레이트의 골방향이 강재보와 평행한 합성슬래브에 매입되는 스테드앵커가 데크플레이트를 통해 용접되거나 거더의 채움재로 (큰보의 강재보와 데크플레이트 사이의 길쭉한 틈에) 사용되는 평판을 통하여 용접되는 경우

$$R_p = 0.6 :$$

데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각인 합성슬래브에 용접되고, $e_{mid-h_t} < 50 \text{ mm}$ 인 스테드앵커의 경우

e_{mid-h_t} : 데크골의 중간높이에서, 스테드몸체 외면으로부터 스테드앵커의 하중저항 방향(즉 단순보에서 최대모멘트가 있는 방향)에 있는 데크플레이트웹까지의 순거리, mm

표 4.6-4는 몇 가지 슬래브 조건에 대한 R_g 와 R_p 의 값을 나타낸 것이다.

표 4.6-4 R_g 와 R_p 의 값

조건			R_g	R_p
골데크플레이트를 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 ¹⁾	0.75
데크플레이트의 골방향이 강재보에 직각인 경우에 데크플레이트의 골당 스테드앵커의 개수	약한 위치의 스테드앵커	1개	1.0	0.6
		2개	0.85	0.6
		3개 이상	0.7	0.6
	강한 위치의 스테드앵커	1개	1.0	0.75
		2개	0.85	0.75
		3개 이상	0.7	0.75

주 1) 스테드가 1개인 경우

약한 위치의 스테드앵커 : $e_{mid-h_t} < 50 \text{ mm}$ 인 경우

강한 위치의 스테드앵커 : $e_{mid-h_t} \geq 50 \text{ mm}$ 인 경우

2) h_r = 리브의 공칭높이, mm

w_r = 4.6.3.2(3)에서 정의한 콘크리트 리브 또는 현치의 평균폭, mm

(2) ㄷ형강앵커의 강도

충실형 콘크리트슬래브에 매입된 ㄷ형강앵커 1개의 공칭강도는 다음과 같은 식으로 구해진다.

$$Q_n = 0.3(t_f + 0.5t_w)L_a \sqrt{f_{ck}E_c} \quad (4.6-34)$$

여기서, t_f : ㄷ형강앵커의 플랜지두께, mm

t_w : ㄷ형강앵커의 웨브두께, mm

L_a : ㄷ형강앵커의 길이, mm

ㄷ형강앵커의 강도는 편심의 영향을 고려하여 Q_n 의 힘을 받을 수 있도록 보플랜지에 용접되어야 한다.

(3) 강재앵커의 소요개수

정 또는 부모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이에 배열되는 강재앵커의 소요개수는 4.6.3.2(4)①과 4.6.3.2(4)②에서 구한 총수평전단력을 4.6.8.2(1) 또는 4.6.8.2(2)에서 구한 강재앵커의 공칭강도로 나눈 값으로 구한다. 집중하중이 작용하는 위치와 이와 가장 가까운 모멘트가 0이 되는 위치 사이에 강재앵커의 소요개수는 집중하중이 작용하는 위치의 최대모멘트를 받을 수 있도록 충분한 수를 사용한다.

(4) 상세요구사항

- ① 별도의 시방이 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. 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.
- ③ 스티드앵커의 중심간 간격은 합성보의 길이방향으로는 스티드직경의 6배 이상이 되어야 하며, 직각방향으로는 직경의 4배 이상이 되어야 한다. 다만, 골방향이 강재보에 직각인 데크플레이트의 골 내에 설치되는 경우, 중심간 간격은 모든 방향으로 스티드직경의 4배 이상이 되어야 한다. 강재앵커의 중심간 간격은 슬래브총두께의 8배 또는 900 mm를 초과할 수 없다.

4.6.8.3 합성구성요소 내부에 사용하는 강재앵커

이 규정은 매입형 합성부재 안에 사용하는 스티드앵커 또는 ㄷ형강앵커의 설계에 적용한다. 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

- ① 보통콘크리트를 사용하는 경우, 전단력만 받는 스티드앵커의 길이는 몸체직경의 5배 이상으로 한다. 인장 또는 전단과 인장의 조합력을 받는 스티드앵커의 길이는 몸체직경 8배 이상으로 한다.

건축물 강구조 설계기준

- ② 경량콘크리트를 사용하는 경우, 전단력만 받는 스테드앵커의 길이는 몸체직경의 7배 이상으로 한다. 인장력을 받는 스테드앵커의 길이는 몸체직경의 10배 이상으로 한다. 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.
- ③ 인장 또는 전단과 인장의 조합력을 받는 스테드앵커의 머리직경은 몸체직경의 1.6배 이상으로 한다.

표 4.6-5는 각 하중조건에 대한 스테드앵커의 최소 h/d 값을 나타낸 것이다.

표 4.6-5 스테드앵커의 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	$h/d \geq 8$	1)

주 1) 경량콘크리트에 묻힌 앵커에 대한 조합력의 작용효과는 관련 콘크리트 기준을 따른다.

2) h/d = 스테드앵커의 몸체직경(d)에 대한 전체길이(h) 비

(1) 스테드앵커의 전단강도

한계상태가 콘크리트전단파괴강도가 아닌 경우, 스테드앵커의 1개에 대한 설계전단강도는 다음과 같이 구한다.

$$Q_{nv} = F_u A_{sa} \quad (4.6-35)$$

$$\phi_v = 0.65$$

여기서, Q_{nv} = 스테드앵커의 공칭전단강도, N

A_{sa} = 스테드앵커의 단면적, mm^2

F_u = 스테드앵커의 설계기준인장강도, MPa

한계상태가 콘크리트전단파괴강도인 경우, 스테드앵커의 1개에 대한 설계전단강도는 다음 중 1가지 방법으로 구한다.

- ① 스테드앵커 파괴면의 양측에 KDS 14 20 52에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 스테드앵커의 공칭전단강도 Q_{nv} 는 식 (4.6-35)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.
- ② 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

(2) 스테드앵커의 인장강도

앵커의 중심에서 스테드앵커의 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스테드앵커 상단까지 높이의 1.5배 이상이고, 스테드앵커의 중심간 간격이 스테드앵커 상단까지 높이의 3배 이상인 경우, 스테드앵커 1개에 대한 설계인장강도는 다음과 같이 구한다.

$$Q_{nt} = F_u A_{sa} \quad (4.6-36)$$

$$\phi_t = 0.75$$

여기서, Q_{nt} = 강재스터드앵커의 공칭인장강도, N

A_{sa} = 강재스터드앵커의 단면적, mm²

F_u = 강재스터드앵커의 설계기준인장강도, MPa

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 KDS 14 20 52에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 스터드앵커의 공칭인장강도 Q_{nt} 는 식 (4.6-36)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.
- ② 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

(3) 전단과 인장의 조합력을 받는 스터드앵커 강도

한계상태가 콘크리트전단파괴강도가 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.

$$\left[\left(\frac{Q_{rt}}{Q_{ct}} \right)^{5/3} + \left(\frac{Q_{rv}}{Q_{cv}} \right)^{5/3} \right] \leq 1.0 \quad (4.6-37)$$

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

소요인장강도 Q_{rt} 와 소요전단강도 Q_{rv} 는 1.5.1에 따른 하중조합에서 요구하는 강도이다. 강도저항계수는 다음과 같다.

$\phi_t = 0.75$, 인장저항계수

$\phi_v = 0.65$, 전단저항계수

한계상태가 콘크리트전단파괴강도인 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 KDS 14 20 52에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 식 (4.6-37)에 사용하는 스터드앵커의 공칭전단강도 Q_{nv} 는 식 (4.6-35)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커 철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 하고, 스터드앵커의 공칭인장강도 Q_{nt} 는 식 (4.6-36)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.
- ② 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

건축물 강구조 설계기준

(4) ㄷ형강의 전단강도

ㄷ형강앵커의 설계전단강도는 4.6.8.2(2)에 따라 구한 공칭전단강도와 다음의 강도저항 계수에 의해 구한다.

$$\phi_v = 0.75$$

(5) 상세요구사항

강재앵커의 측 방향의 콘크리트 순 피복두께는 25 mm 이상으로 한다. 스테드앵커의 중심간 최소간격은 어느 방향이든 몸체직경의 4배로 한다. 스테드앵커의 중심간 최대간격은 어느 방향이든 몸체직경의 32배로 한다. ㄷ형강앵커의 중심간 최대간격은 600 mm로 한다.

4.6.9 합성트러스

이 절의 조항들은 1방향 바닥구조에서, 양단부가 단순접합된 합성트러스나 합성조이스트의 설계에 적용한다.

4.6.9.1 일반사항

- (1) 데크의 골방향이 합성트러스에 직각방향인 경우에는 데크 상단과 데크 하부 사이에 있는 리브 콘크리트는 단면특성을 결정할 때 콘크리트압축 블록의 계산에 포함하지 않는다.
- (2) 압축 쪽 현재의 단면은 합성트러스의 휨강도 산정에서 무시한다.
- (3) 지지점에서 첫 번째에 있는 상현재를 포함하고 있는 트러스 부분은 강재부재만으로 소요강도를 만족하여야 한다.
- (4) 골데크를 사용한 합성트러스의 강도 산정에는 4.6.3.2(3)의 관련 기준을 따른다.
- (5) 스테드앵커는 4.6.8의 관련 기준을 따른다.

4.6.9.2 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 4.6.3.2(3)의 요구조건을 만족하여야 한다.

4.6.9.3 강도

(1) 현재의 설계

① 유효폭

콘크리트슬래브의 유효폭은 4.6.3.1(1)에 따른다.

② 슬래브콘크리트의 압축응력블록깊이와 모멘트저항팔길이

슬래브콘크리트 등가직사각형 압축응력블록의 깊이 a 와 모멘트저항팔길이 d_e 는 다음 식으로 구한다.

$$a = \frac{\phi_t F_y A_{gt}}{\phi_c 0.85 f_{ck} b_e} \leq t_c, \text{ mm} \quad (4.6-38)$$

$$d_e = d_j - y_{bc} + h_r + t_c - a/2, \text{ mm} \quad (4.6-39)$$

여기서, d_e : 모멘트저항 팔길이, 즉 하현재의 단면중심에서 슬래브콘크리트 압축블록의 중심까지 거리, mm

a : 콘크리트압축응력블록의 깊이, mm

A_{gt} : 하현재의 인장저항 총단면적, mm²

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 설계휨강도

합성트러스의 설계휨강도는 다음 한계상태 중에서 최솟값으로 한다.

가. 하현재의 인장항복 : $\phi_t = 0.90$

$$\phi M_n = \phi_t F_y A_{gt} d_e \quad (4.6-40)$$

나. 하현재의 인장파단 : $\phi_{tr} = 0.75$

$$\phi M_n = \phi_{tr} F_u A_{nt} d_e \quad (4.6-41)$$

다. 콘크리트 압괴 : $\phi_c = 0.85$

$$\phi M_n = \phi_c 0.85 f_{ck} b_e t_c d_e \quad (4.6-42)$$

라. 전단연결재의 강도 : $\phi_{stud} = 0.90$

$$\phi M_n = \phi_{stud} N Q_n d_e \geq 0.50 \phi_t F_y A_b d_e \quad (4.6-43)$$

여기서, A_{gt} = 하현재의 인장저항 총단면적, mm²

A_{nt} = 하현재의 인장저항 순단면적, mm²

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 스티드앵커 개수

Q_n = 스티드앵커 1개의 공칭전단강도, N

t_c = 데크 위에 있는 콘크리트슬래브 두께, mm

건축물 강구조 설계기준

(2) 웨브재의 설계

- ① 합성트러스의 웨브재는 비합성 트러스에서의 설계방법에 따른다.
- ② 웨브재는 작용하중으로부터 합성트러스 양단까지의 전단력을 전달할 수 있도록 설계되어야 한다.
- ③ 합성트러스의 웨브재는 계수하중에 의한 반력의 25% 이상에 해당하는 수직전단력에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다.
- ④ 앞의 최소전단 요구사항에 의해 설계되는 인장웨브재는 지간의 반에 분포된 활하중에 의해 발생하는 응력반전(압축력)을 검토하여야 한다. 이러한 검토를 위해 등분포하중의 경우에는 다음 식을 사용할 수 있다.

$$V_{c,min} = \frac{(1.6w_L)L}{8} \quad (4.6-44)$$

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.

(3) 전단연결재의 설계

콘크리트 슬래브와 트러스 사이의 길이방향 수평전단력은 강재데크를 통하여 상현재의 상부면에 용접된 스티드앵커에 의해 전달하도록 한다. 스티드앵커의 설계는 4.6.8의 관련 기준에 따른다.

4.6.10 합성접합부

합성접합부는 작용하고 있는 하중의 종류에 따라 사용성과 안전성이 확보되도록 설계되어야 한다.

4.6.11 합성데크슬래브

합성데크슬래브는 작용하고 있는 하중에 대해 충분히 저항할 수 있도록 내력을 가져야 하며, 또한 장단기 처짐이 사용상, 내력상 유해하지 않도록 충분한 강성을 가질 수 있도록 설계되어야 한다.

4.6.12 특수한 경우

합성구조가 4.6.1에서 4.6.11까지의 요구사항을 만족하지 못하는 경우, 강재앵커의 강도와 합성구조의 상세는 실험을 통하여 결정하여야 한다.

4.7 접합, 절점 및 파스너

4.7.1 일반사항

4.7.1.1 설계일반

- (1) 접합부 설계강도 ϕR_n 은 이 절과 1.5에 따라 산정한다.
- (2) 접합부 소요강도는 명시된 설계하중에 대한 구조해석에 의해 결정되어야 한다.
- (3) 축력을 받는 부재의 축이 한 점에서 만나지 않을 경우에는 편심의 영향을 고려하여야 한다.
- (4) 접합부는 건축강구조표준접합상세지침에 따른다. 그 외의 경우에는 구조안전상 이상이 없도록 해야 한다.

4.7.1.2 단순접합

- (1) 설계도서에서 별도 지정이 없는 한 작은보, 큰보 또는 트러스의 단부접합은 일반적으로 반력에 따른 전단력에 대해서만 설계한다.
- (2) 단순보의 접합부는 충분한 단부의 회전능력이 있어야 하며, 이를 위해서는 소정의 비탄성변형도 허용할 수 있다.

4.7.1.3 모멘트접합

- (1) 단부가 구속된 작은보, 큰보 및 트러스의 접합은 접합강성에 의하여 유발되는 모멘트와 전단의 조합력에 따라 설계하여야 한다.
- (2) 모멘트접합의 종류는 1.5.2.5(2)에 명시되어 있다.

4.7.1.4 편심접합

편심력이 작용되는 접합에서는 편심의 영향을 고려하여야 한다.

4.7.1.5 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 소요 휨모멘트 각각의 1/2은 접촉면에 의해 직접 응력전달시킬 수 있다.

4.7.1.6 접합부의 최소강도

접합부의 설계강도는 45 kN 이상이어야 한다. 다만, 연결재, 새그로드 또는 띠장은 제외한다.

건축물 강구조 설계기준

4.7.1.7 용접 또는 볼트의 배열

- (1) 편심에 대한 별도의 지정이 없는 경우, 축방향 힘을 전달하는 부재의 단부에서 용접이나 볼트의 군은 그 군의 중심이 부재의 중심과 일치하도록 배열해야 한다.
- (2) 정적으로 재하되는 Γ 형강, 쌍 Γ 형강부재 또는 이와 유사한 부재의 단부접합에서는 4.6.1.7(1)은 해당되지 않는다.

4.7.1.8 용접과 볼트의 병용

- (1) 볼트는 용접과 조합해서 하중을 부담시킬 수 없다. 이러한 경우 용접에 전체하중을 부담시키도록 한다.
- (2) 다만, 전단접합 시에는 용접과 볼트의 병용이 허용된다. 전단접합 시 표준구멍 또는 하중방향에 수직인 단슬롯구멍이 사용된 경우 볼트와 하중방향에 평행한 필릿용접이 하중을 각각 분담할 수 있다. 이때 볼트의 설계강도는 지압접합볼트설계강도의 50%를 넘지 않도록 한다.
- (3) 마찰볼트접합으로 기 시공된 구조물을 개축할 경우 고장력볼트는 기 시공된 하중을 받는 것으로 가정하고 병용되는 용접은 추가된 소요강도를 받는 것으로 용접설계를 병용할 수 있다.

4.7.1.9 볼트와 용접접합의 제한

다음의 접합에 대해서는 용접접합, 마찰접합 또는 전인장조임을 적용해야 한다.

- (1) 높이가 38 m 이상되는 다층구조물의 기둥이음부
- (2) 높이가 38 m 이상되는 구조물에서, 모든 보와 기둥의 접합부 그리고 기둥에 횡지지를 제공하는 기타의 모든 보의 접합부
- (3) 용량 50 kN 이상의 크레인구조물 중 지붕트러스이음, 기둥과 트러스접합, 기둥이음, 기둥 횡지지가새, 크레인지지부
- (4) 기계류 지지부 접합부 또는 충격이나 하중의 반전을 일으키는 활하중을 지지하는 접합부

4.7.1.10 이음부 설계세부규칙

- (1) 응력을 전달하는 단속필릿용접 이음부의 길이는 필릿사이즈의 10배 이상 또한 30 mm 이상을 원칙으로 한다.
- (2) 응력을 전달하는 겹침이음은 2열 이상의 필릿용접을 원칙으로 하고, 겹침길이는 얇은쪽 판 두께의 5배 이상 또한 25 mm 이상 겹치게 해야 한다.
- (3) 고장력볼트 구멍 중심에서 측연단까지의 최소거리는 표 4.7-2에 따른다.
- (4) 고장력볼트의 구멍중심간의 거리는 공칭직경의 2.5배 이상으로 한다.

- (5) 고장력볼트의 구멍중심에서 피접합재의 연측단까지의 최소거리는 연측단부 가공방법을 고려하여 표 4.7-2에 따른다.
- (6) 고장력볼트의 구멍중심에서 볼트머리 또는 너트가 접하는 재의 연단까지의 최대거리는 판두께의 12배 이하 또한 150 mm 이하로 한다.
- (7) 판과 판 또는 판과 형강이 연속으로 접속되는 경우에 길이방향 볼트의 간격은 다음과 같아야 한다.
- ① 부식을 고려하지 않는 경우에는 얇은쪽 두께의 24배 또는 300 mm를 초과하지 않는 간격
 - ② 페인트하지 않은 내후성강재가 대기중에 노출되는 경우에는 얇은쪽 두께의 14배 또는 180 mm를 초과하지 않는 간격

표 4.7-1 고장력볼트의 구멍치수, mm

고장력볼트의 호칭	표준구멍	대형구멍	단슬롯구멍	장슬롯구멍
M16	18	20	18×22	18×40
M20	22	24	22×26	22×50
M22	24	28	24×30	24×55
M24	27	30	27×32	27×60
M27	30	35	30×37	30×67

표 4.7-2 표준볼트구멍 중심에서 측연단까지의 최소거리, mm

볼트의 공칭직경(mm)	연단부의 가공방법	
	전단절단, 수동가스절단	압연형강, 자동가스절단, 기계가공마감
16	28	22
20	34	26
22	38	28
24	42	30
27	48	34

4.7.2 용접

4.7.2.1 그루브용접

- (1) 그루브용접의 유효면적은 용접의 유효길이에 유효목두께를 곱한 것으로 한다.
- (2) 그루브용접의 유효길이는 접합되는 부분의 폭으로 한다.
- (3) 완전용입된 그루브용접의 유효목두께는 접합판 중 얇은 쪽 판두께로 한다.

4.7.2.2 부분용입용접 및 플래어그루브용접

- (1) 부분용입그루브용접의 최소유효목두께는 계산에 의한 응력전달에 필요한 값 이상, 또한 표 4.7-3의 값 이상으로 한다. 다만, 표에서 t 는 접합되는 얇은쪽 판두께이다.
- (2) 부분용입용접부의 단면형상에 따른 유효목두께 산정은 표 4.7-4에 따른다.
- (3) 원형 단면이나 모서리를 90° 원호로 만든 각형강관 등의 용접표면을 직각으로 마감한 플래어 그루브용접의 유효목두께는 표 4.7-5로 계산해야 한다.

표 4.7-3 부분용입용접(PJP)의 최소 유효목두께

접합부의 얇은쪽 소재 두께 t (mm)	최소 유효목두께 (mm)
$t \leq 6$	3
$6 < t \leq 13$	5
$13 < t \leq 19$	6
$19 < t \leq 38$	8
$38 < t \leq 57$	10
$57 < t \leq 150$	13
$t > 150$	16

표 4.7-4 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 3 mm 공제
가스메탈 아크용접 플럭스코어드 아크용접	V, OH		

표 4.7-5 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 10 mm 이내($R < 10 \text{ mm}$)인 플레어베벨용접의 경우, 민면으로(평평하게) 채운 조인트에 보강필릿용접만을 사용한다.
 R = 접합 표면의 반경(강관의 경우 $2t$ 로 산정할 수 있다.)

4.7.2.3 필릿용접

(1) 유효면적

- ① 필릿용접의 유효면적은 유효길이에 유효목두께를 곱한 것으로 한다.
- ② 필릿용접의 유효길이는 필릿용접의 총길이에서 2배의 필릿사이즈를 공제한 값으로 하여야 한다.
- ③ 필릿용접의 유효목두께는 용접루트로부터 용접표면까지의 최단거리로 한다. 단, 이음면이 직각인 경우에는 필릿사이즈의 0.7배로 한다.
- ④ 구멍필릿과 슬롯필릿용접의 유효길이는 목두께의 중심을 잇는 용접중심선의 길이로 한다.

(2) 제한사항

- ① 필릿용접의 최소사이즈는 표 4.7-6에 따른다.

표 4.7-6 필릿용접의 최소 사이즈, mm

접합부의 얇은 쪽 모재두께 t	필릿용접의 최소 사이즈
$t \leq 6$	3
$6 < t \leq 13$	5
$13 < t \leq 19$	6
$19 < t$	8

② 필릿용접의 최대사이즈

가. $t < 6 \text{ mm}$ 일 때, $s = t$

나. $t \geq 6 \text{ mm}$ 일 때, $s = t - 2 \text{ mm}$

- ③ 강도를 기반으로 하여 설계되는 필릿용접의 최소길이는 공칭용접사이즈의 4배 이상으로 해야 한다. 또는 유효용접사이즈는 그 용접길이의 1/4 이하가 되어야 한다.
- ④ 평판인장재의 단부에 길이방향으로 필릿용접이 될 경우 각 필릿용접의 길이는 필릿용접 수직방향 간격보다 길게 해야 한다. 이때 인장재의 유효순단면적은 4.1.3.3에 따른다.
- ⑤ 단부하중을 받는 필릿용접에서 용접길이가 용접사이즈의 100배 이하일 경우에는 유효길이를 실제길이와 같은 값으로 간주할 수 있다. 100배를 초과하는 경우에는 실제길이에 저

건축물 강구조 설계기준

감계수 $\beta (= 1.2 - 0.002(l/w) \leq 1.0)$ 를 곱하여 유효길이를 산정한다. 여기서 l 은 단부하중을 받는 용접부의 실제길이(mm), w 는 용접치수이다. 용접길이가 용접치수의 300배를 초과하는 경우에는 유효길이를 $180w$ 로 택한다.

- ⑥ 단속필릿용접은 접합부나 접합면을 따라 응력을 전달하고 빌트업 부재의 요소들을 연결하는데 활용한다. 단속필릿용접에서 모든 부위의 길이는 용접사이즈의 4배 이상이면서 최소 38 mm이어야 한다.
- ⑦ 겹침이음에 있어서의 최소겹침길이는 얇은 부재 두께의 5배가 되어야 하고 최소 25 mm이어야 한다. 수직방향 필릿용접으로만 축방향 응력을 전달하는 겹침이음의 경우 양쪽단부를 필릿용접해야 한다. 그러나 최대하중 시 겹친 부분의 처짐이 접합부의 열림현상을 충분히 방지할 수 있도록 구속될 경우는 예외로 한다.
- ⑧ 돌출요소의 유연성이 요구되는 접합부에서 단부돌림용접이 사용되는 경우, 단부돌림용접의 길이는 공칭용접사이즈의 4배 이하, 용접되는 부분 폭의 1/2 이하이어야 한다.

4.7.2.4 플러그 및 슬롯용접

(1) 유효면적

플러그 및 슬롯용접의 유효전단면적은 접합면 내에서 구멍 또는 슬롯의 공칭단면적으로 한다.

(2) 제한사항

- ① 플러그용접의 최소중심간격은 구멍직경의 4배로 해야 한다.
- ② 슬롯용접길이에 횡방향인 슬롯용접선의 최소간격은 슬롯폭의 4배로 한다. 길이방향의 최소중심간격은 슬롯길이의 2배로 한다.

4.7.2.5 설계강도

용접부의 설계강도 ϕR_n 은 모재의 인장파단, 전단파단 한계상태에 의한 강도와 용접재의 파단한계상태 강도 중 작은 값으로 한다.

(1) 모재 강도

$$R_n = F_{nBM} A_{BM} \quad (4.7-1)$$

여기서, F_{nBM} : 모재의 공칭강도, MPa

A_{BM} : 모재의 단면적, mm²

(2) 용접재 강도

$$R_n = F_{nw} A_{we} \quad (4.7-2)$$

여기서, F_{nw} : 용접재의 공칭강도, MPa

A_{we} : 용접재의 유효면적, mm²

ϕ , F_{nBM} , F_{nw} 값은 표 4.7-7에 따른다.

표 4.7-7 용접조인트 강도표

하중 유형 및 방향	적용재료	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. 뒷면재가 남아 있는 T조인트와 모서리조인트는 노치인성 용접재를 사용한다(접씨 4도에서 27J 이상의 CVN 인성값 이상).
용접선에 직교압축	용접조인트 강도는 모재에 의해 제한된다.				매칭용접재 또는 이 보다 한단계 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 한단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
전단	용접조인트 강도는 모재에 의해 제한된다.				매칭용접재를 사용해야 한다. ³⁾
부분용입그루브용접 (플래어V그루브용접, 플래어베벨그루브용접 포함)					
용접선에 직교인장	모재	$\phi = 0.75$	F_u	4.7.4 참조	매칭용접재 또는 이보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
	용접재	$\phi = 0.80$	$0.60 F_w$	4.7.2.1(1) 참조	
4.7.1.5에 따라 설계된 기둥주각부와 기둥이음부의 압축	해당 용접부 설계에서 압축응력은 고려하지 않아도 된다.				
기둥을 제외한 부재의 지압접합부의 압축	모재	$\phi = 0.90$	F_y	4.7.4 참조	
	용접재	$\phi = 0.80$	$0.60 F_w$	4.7.2.1(1) 참조	
지압응력을 전달할 수 있도록 마감되지 않은 접합부의 압축	모재	$\phi = 0.90$	F_y	4.7.4 참조	
	용접재	$\phi = 0.80$	$0.90 F_w$	4.7.2.1(1) 참조	
용접선에 평행한 인장, 압축	용접에 평행하게 접합된 요소들에 작용하는 인장 또는 압축은 그 요소들을 접합하는 용접부 설계에 고려할 필요가 없다.				
전단	모재	4.7.4에 따른다.			
	용접재	$\phi = 0.75$	$0.60 F_w$	4.7.2.1(1) 참조	
필릿용접 (구멍, 슬롯, 빗방향 T조인트 필릿 포함)					
전단	모재	4.7.4에 따른다.			매칭용접재 또는 이보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.
	용접재	$\phi = 0.75$	$0.60 F_w$	4.7.2.3(1) 참조	
용접선에 평행한 인장, 압축	용접에 평행하게 접합된 요소들에 작용하는 인장 또는 압축은 그 요소들을 접합하는 용접부 설계에 고려할 필요가 없다.				

건축물 강구조 설계기준

플러그 및 슬롯 용접				
유효면적의 접합면에 평행한 전단	모재	4.7.4에 따른다.		
	용접재	$\phi = 0.75$	$0.60 F_w$	4.7.2.4(1) 참조

매칭용접재 또는 이보다 한 단계 낮은 강도의 용접재가 사용될 수 있다.

주 1) F_w 는 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 70 MPa의 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 350~400 MPa급 모재에 대해 인장강도 490 MPa급 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 $0.6 F_w$ 를 적용한다.

4.7.2.6 용접의 혼용

접합부에서 2가지 이상의 용접유형(맞댐용접, 필릿용접, 플러그용접, 슬롯용접)을 혼용할 경우, 용접군의 축에 대하여 독립적으로 계산하여야 한다.

4.7.3 볼트

4.7.3.1 고장력볼트

(1) 마찰접합 또는 전인장조임되는 고장력볼트는 너트회전법, 직접인장측정법, 토크관리법, 토크쉬어볼트 등을 사용하여 표 4.7-9에 주어진 설계볼트장력 이상으로 조여야 한다.

(2) 마찰접합에서 하중이 접합부의 단부를 향할 때는 적절한 설계지압강도를 갖도록 4.7.3.5에 따라 검토되어야 한다.

(3) 다음의 경우에는 밀착조임이 사용될 수 있다.

① 지압접합 또는

② 진동 또는 하중변동에 의한 고장력볼트의 풀림이나 피로가 설계에 고려할 필요가 없는 경우 여기서, 밀착조임이란 임팩트렌치로 수 회 또는 일반렌치로 최대한 조여서 접합판이 견실하게 밀착된 상태를 말한다.

(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 표 4.7-9에 주어진 설계볼트장력보다 작아서는 안 된다.

4.7.3.2 일반볼트

- (1) 일반볼트는 영구적인 구조물에는 사용하지 못하고 가체결용으로만 사용한다.
- (2) 일반볼트의 인장과 전단강도는 표 4.7-8에 따른다.
- (3) 일반볼트의 접합에서 인장과 전단의 조합의 경우에는 4.7.3.4에 따른다.
- (4) 일반볼트구멍의 지압강도는 4.7.3.5에 따른다.

4.7.3.3 볼트의 인장과 전단강도

- (1) 밀착조임 또는 전인장조임된 볼트의 설계인장강도 또는 전단강도 ϕR_n 은 인장과 전단과 단의 한계상태에 대하여 다음과 같이 산정한다.

$$\phi = 0.75$$

$$R_n = F_n A_b \quad (4.7-3)$$

여기서, F_n : 표 4.7-8에 따른 공칭인장강도 F_{nt} 또는 공칭전단강도 F_{nv} , MPa

A_b : 볼트의 공칭단면적, mm²

- (2) 소요인장강도는 접합부의 변형에 의한 지레작용을 고려한 인장력으로 한다.

표 4.7-8 볼트의 공칭강도(MPa)

		강종	고장력볼트			일반볼트
강도			F8T	F10T	F13T1)	4.6 ²⁾
공칭인장강도, F_{nt}			600	750	975	300
지압접합의 공칭전단 강도, F_{nv}	나사부가 전단면에 포함될 경우		320	400	520	160
	나사부가 전단면에 포함되지 않을 경우		400	500	650	

주 1) KS B 1010에 의하여 수소지연과괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다.

주 2) KS B 1002에 따른 강도 구분

4.7.3.4 지압접합에서 인장과 전단의 조합

- (1) 지압접합이 인장과 전단의 조합력을 받을 경우 볼트의 설계강도는 다음의 인장과 전단파괴의 한계상태에 따라서 산정한다.

$$\phi = 0.75$$

$$R_n = F_{nt}' A_b \quad (4.7-4)$$

여기서, F_{nt}' : 전단응력의 효과를 고려한 공칭인장강도, MPa

$$F_{nt}' = 1.3F_{nt} - \frac{F_{nt}}{\phi F_{nv}} f_v \leq F_{nt} \quad (4.7-5)$$

건축물 강구조 설계기준

F_{nt} : 표 4.7-8에 의한 공칭인장강도, MPa

F_{nv} : 표 4.7-8에 의한 공칭전단강도, MPa

f_v : 소요전단응력, N/mm²

- (2) 볼트의 설계전단응력이 단위면적당 전단소요응력 f_v 이상이 되도록 설계한다.
- (3) 전단 또는 인장에 의한 소요응력 f 가 설계응력의 20% 이하이면 조합응력의 효과를 무시할 수 있다.

4.7.3.5 볼트구멍의 지압강도

- (1) 지압한계상태에 대한 볼트구멍에서 설계강도 ϕR_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$\phi = 0.75$$

- ① 표준구멍, 대형구멍, 단슬롯구멍의 모든 방향에 대한 지압력 또는 장슬롯구멍이 지압력방향에 평행일 경우

- (가) 사용하중상태에서 볼트구멍의 변형이 설계에 고려되어야 하는 경우

$$R_n = 1.2L_c t F_u \leq 2.4dt F_u \quad (4.7-6)$$

- (나) 사용하중상태에서 볼트구멍의 변형이 설계에 고려될 필요가 없는 경우

$$R_n = 1.5L_c t F_u \leq 3.0dt F_u \quad (4.7-7)$$

- ② 장슬롯구멍에 구멍의 방향에 수직방향으로 지압력을 받을 경우

$$R_n = 1.0L_c t F_u \leq 2.0dt F_u \quad (4.7-8)$$

여기서, d : 볼트 공칭직경, mm

F_u : 피접합재의 공칭인장강도, MPa

L_c : 하중방향 순간격, 구멍의 끝과 피접합재의 끝 또는 인접구멍의 끝까지의 거리, mm

t : 피접합재의 두께, mm

- (2) 접합부의 지압강도는 각 볼트마다의 지압강도를 합하여 산정한다.
- (3) 지압접합과 사용성한계상태의 마찰접합 모두에 대하여 볼트구멍의 지압강도가 검토되어야 한다.

4.7.3.6 고장력볼트의 미끄럼강도

- (1) 마찰접합(slip-critical connection)은 미끄럼을 방지하고 지압접합에 의한 한계상태에 대하여도 검토해야 한다.
- (2) 마찰접합볼트에 필러를 사용할 경우에는 미끄럼에 관련되는 모든 접촉면에서 미끄럼에 저항할 수 있도록 해야 한다.
- (3) 미끄럼 한계상태에 대한 마찰접합의 설계강도는 다음과 같이 산정한다.

$$R_n = \mu h_f T_o N_s \quad (4.7-9)$$

① 표준구멍 또는 하중방향에 수직인 단슬롯 구멍에 대하여, $\phi = 1.00$

② 대형구멍 또는 하중방향에 평행한 단슬롯구멍에 대하여, $\phi = 0.85$

③ 장슬롯구멍에 대하여, $\phi = 0.70$

여기서, μ ; 미끄럼계수(페인트 칠하지 않은 블라스트 청소된 마찰면)

h_f ; 필러계수로서,

$h_f=1.0$; 필러를 사용하지 않는 경우와 필러 내 하중의 분산을 위하여 볼트를 추가한 경우
또는 필러 내 하중의 분산을 위해 볼트를 추가하지 않은 경우로서 접합되는 재료 사이에 한 개의 필러가 있는 경우

$h_f=0.85$; 필러 내 하중의 분산을 위해 볼트를 추가하지 않은 경우로서 접합되는 재료 사이에 2개 이상의 필러가 있는 경우

T_o ; 표 4.7-9에 따른 설계볼트장력, kN

N_s ; 전단면의 수

표 4.7-9 고장력볼트의 설계볼트장력

볼트의 등급	볼트의 호칭	공칭단면적(mm ²)	설계볼트장력 ²⁾ (T_o) kN
F8T	M16	201	84
	M20	314	132
	M22	380	160
	M24	453	190
F10T	M16	201	106
	M20	314	165
	M22	380	200
	M24	453	237
F13T1)	M16	201	137
	M20	314	214
	M22	380	259
	M24	453	308

주 1) KS B 1010에 의하여 수소지연과괴민감도에 대하여 합격된 시험성적표가 첨부된 제품에 한하여 사용하여야 한다.

2) 설계볼트장력은 볼트의 인장강도의 0.7배에 볼트의 유효단면적을 곱한 값
볼트의 유효단면적은 공칭단면적의 0.75배

4.7.3.7 마찰접합에서 인장과 전단의 조합

마찰접합이 인장하중을 받아 장력이 감소할 경우 4.7.3.6에서 산정된 설계미끄럼강도에 다음 계수를 사용하여 감소한 후 산정한다.

$$k_s = 1 - \frac{T_u}{T_o N_b} \quad (4.7-10)$$

여기서, N_b : 인장력을 받는 볼트의 수

건축물 강구조 설계기준

T_o : 표 4.7-9에 따른 설계볼트장력, kN

T_u : 소요인장력, kN

4.7.3.8 핀접합

(1) 휨모멘트를 받는 핀의 설계강도 ϕM_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$\phi = 0.90$$

$$M_n = 1.00 F_y Z \quad (4.7-11)$$

여기서, F_y : 핀의 항복강도, MPa

Z : 핀의 소성단면계수, mm³

(2) 휨모멘트를 받는 핀의 설계전단강도 ϕV_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$\phi = 0.9$$

$$V_n = 0.6 F_y A_p \quad (4.7-12)$$

여기서, A_p : 핀의 단면적, mm²

4.7.4 접합부재의 설계강도

4.7.4.1 설계인장강도

접합부재의 설계인장강도 ϕR_n 은 인장항복과 인장파단의 한계상태에 따라 다음 중 작은 값으로 산정한다.

(1) 접합부재의 인장항복에 대하여

$$\phi = 0.90$$

$$R_n = F_y A_g \quad (4.7-13)$$

(2) 접합부재의 인장파단에 대하여

$$\phi = 0.75$$

$$R_n = F_u A_e \quad (4.7-14)$$

여기서, A_e : 유효단면적, mm²

볼트접합부의 경우에는 $A_e = A_n \leq 0.85 A_g$

4.7.4.2 설계전단강도

접합부재의 설계전단강도 ϕR_n 은 전단항복과 전단파단의 한계상태에 따라 다음 중 작은 값으로 산정한다.

(1) 접합부재의 전단항복에 대하여

$$\phi = 1.00$$

$$R_n = 0.60 F_y A_g \quad (4.7-15)$$

(2) 접합부재의 전단파단에 대하여

$$\phi = 0.75$$

$$R_n = 0.6 F_u A_{nv} \quad (4.7-16)$$

여기서, A_{nv} : 유효전단단면적, mm^2

4.7.4.3 블록전단강도

블록전단파단의 한계상태에 대한 설계강도는 전단저항과 인장저항의 합으로 산정한다. 보단부 이음부의 상단플랜지 없는 이음부 및 거셋플레이트 등은 블록전단강도를 검토해야 한다. 설계블록전단강도 R_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$\phi = 0.75$$

$$R_n = 0.6 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt} \leq 0.6 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt} \quad (4.7-17)$$

여기서, A_{gv} : 전단저항 총단면적, mm^2

A_{nv} : 전단저항 순단면적, mm^2

A_{nt} : 인장저항 순단면적, mm^2

인장응력이 일정한 경우 $U_{bs} = 1.0$ 이고, 인장응력이 일정하지 않은 경우에는 $U_{bs} = 0.5$ 이다.

4.7.4.4 설계압축강도

접합부재의 압축강도는 다음과 같이 산정한다.

(1) $KL/r \leq 25$ 인 경우

$$\phi = 0.90$$

$$P_n = F_y A_g \quad (4.7-18)$$

(2) $KL/r > 25$ 인 경우, 4.2의 설계사항을 적용한다.

4.7.5 끼움재

- (1) 용접구조에서 두께 6 mm 이상의 끼움재는 이음판의 연단 밖으로 돌출해야 하며 끼움재의 표면에 작용하는 하중을 이음판에 전달하는데 충분하도록 용접되어야 한다.
- (2) 두께가 6 mm 이하인 끼움재의 단부는 이음판의 단부와 일치되게 용접해야 한다. 이음두께에 끼움재 두께를 더한 크기의 하중을 전달할 수 있도록 용접해야 한다.
- (3) 볼트접합에서 끼움재의 두께가 6 mm 이하이면 전단강도는 감소하지 않는다고 가정한다.
- (4) 볼트접합에서 끼움재의 두께가 6 mm 초과하고 19 mm 이하일 때 다음의 감소계수

건축물 강구조 설계기준

$[1 - 0.0154(t - 6)]$ 를 곱한다. 여기서 t 는 끼움재의 전체두께이다.

4.7.6 이음

- (1) 플레이트거더 또는 보의 맞댐용접이음은 작은쪽 이음단면의 전강도로 설계해야 한다.
- (2) 플레이트거더 또는 보의 단면 내에서 다른 형태의 이음은 이음점에서의 소요강도에 충분하도록 설계해야 한다.

4.7.7 지압강도

설계지압강도 ϕR_n 은 국부압축항복의 한계상태를 가정하여 다음과 같이 산정한다.

$$\phi = 0.75$$

공칭지압강도 R_n 은 지압형태에 따라 다음과 같이 산정한다.

4.7.7.1 공장가공면, 핀의 구멍, 지압스티프너 등의 지압

$$R_n = 1.8 F_y A_{pb} \quad (4.7-19)$$

여기서, F_y : 항복강도, MPa

A_{pb} : 투영된 지압면적, mm²

4.7.7.2 확장롤러 및 확장록커

- (1) $d \leq 635\text{mm}$ 인 경우

$$R_n = 1.2(F_y - 90) l d / 20 \quad (4.7-20)$$

- (2) $d > 635\text{mm}$ 인 경우

$$R_n = 30.2(F_y - 90) l \sqrt{d} / 20 \quad (4.7-21)$$

여기서, d : 직경, mm

l : 지압길이, mm

4.7.8 주각부 및 콘크리트의 지압

주각부는 기둥의 하중과 모멘트를 기초에 전달할 수 있도록 설계되어야 한다. 콘크리트의 설계 지압강도 $\phi_c P_p$ 는 콘크리트압괴의 한계상태에 대하여 다음과 같이 산정한다.

$$\phi_c = 0.65 \text{ (단, 무근콘크리트인 경우 } \phi_c = 0.55 \text{)}$$

- (1) 콘크리트 총단면이 지압을 받는 경우

$$P_p = 0.85 f_{ck} A_1 \quad (4.7-22)$$

- (2) 콘크리트 단면의 일부분이 지압을 받는 경우

$$P_p = 0.85 f_{ck} A_1 \sqrt{A_2/A_1} \leq 1.7 f_{ck} A_1 \quad (4.7-23)$$

여기서, A_1 : 베이스플레이트의 면적, mm^2

A_2 : 베이스플레이트와 닮은꼴의 콘크리트 지지부분의 최대면적, mm^2

4.7.9 앵커볼트

- (1) 앵커볼트는 주각부의 베이스플레이트가 부담해야 할 휨모멘트, 전단력, 인장력 등 모든 설계 조건에 대해 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (2) 기타 사항은 KDS 41 30 00에 따른다.

4.7.10 집중하중을 받는 플랜지와 웨브

H형 단면부재에서 플랜지에 수직이며 웨브에 대하여 대칭인 단일 또는 이중집중하중을 받는 경우에 적용한다.

- (1) 한쪽의 플랜지에 집중하중을 받는 경우에는 플랜지국부휨, 웨브국부항복, 웨브크리플링 및 웨브횡좌굴에 대하여 4.7.10.1, 4.7.10.2, 4.7.10.3 및 4.7.10.4에 의해 각각 설계한다.
- (2) 양측의 플랜지로부터 집중하중을 받는 경우에는 웨브국부항복, 웨브압축좌굴에 대하여 4.7.10.2 및 4.7.10.5에 의해 각각 설계한다.
- (3) 큰 전단력을 받는 웨브패널존은 4.7.10.6에 의해 설계한다.
- (4) 소요강도가 한계상태의 설계강도를 초과하는 경우에는 소요강도와 설계강도의 차이만큼 스티프너 또는 2중플레이트를 설치하여야 한다.
- (5) 추가되는 스티프너, 2중플레이트에 대하여는 4.7.10.7 및 4.7.10.8에 의해 각각 설계한다.

4.7.10.1 플랜지국부휨강도

플랜지에 수직으로 용접된 판에 작용된 인장력에 의해 국부휨을 받는 플랜지의 설계강도 ϕR_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$R_n = 6.25 t_f^2 F_{yf} \quad (4.7-24)$$

여기서, $\phi = 0.90$

F_{yf} : 플랜지의 항복강도, N/mm^2

t_f : 하중을 받는 플랜지의 두께, mm

플랜지부재에 걸쳐 작용하는 하중구간의 길이가 $0.15b_f$ 보다 작으면 (여기서, b_f 는 플랜지부재의 폭), 식 (4.7-24)의 검토는 필요하지 않다. 다만, 부재단부로부터 집중하중에 저항하는 거리가 $10t_f$ 보다 작은 경우 R_n 의 50%를 저감한다.

건축물 강구조 설계기준

4.7.10.2 웨브국부항복강도

단일집중하중과 이중집중하중의 인장·압축 2요소에 모두 적용된다. 집중하중이 작용하는 지점에서 웨브모살 선단부의 설계강도 ϕR_n 은 다음에 의해 산정한다.

$$\phi = 1.00$$

웨브 국부공칭강도 R_n 은 다음에 의해서 산정한다.

- (1) 인장 또는 압축 집중하중의 작용점에서 재단까지의 거리가 부재깊이 d 를 초과할 경우

$$R_n = (5k + N)F_{yw}t_w \quad (4.7-25)$$

- (2) 상기의 집중하중의 작용점에서 재단까지의 거리가 부재깊이 d 이하일 경우

$$R_n = (2.5k + N)F_{yw}t_w \quad (4.7-26)$$

여기서, k : 플랜지의 바깥쪽 면으로부터 웨브플랫선단까지의 거리, mm

F_{yw} : 웨브의 항복응력, N/mm²

N : 집중하중이 작용하는 폭(다만 보의 단부 반력에 대해서는 k 보다 작지 않을 것), mm

t_w : 웨브두께, mm

d : 부재의 전체깊이, mm

필요한 경우 수직스티프너 또는 이중플레이트 한 쌍을 설치한다.

4.7.10.3 웨브크리플링강도

이 조항은 압축 단일집중하중과 2중집중하중의 압축요소에 적용된다. 웨브국부크리플링에 대한 설계강도 ϕR_n 은 다음에 의해 산정한다.

$$\phi = 0.75$$

웨브크리플링공칭강도 R_n 은 다음에 의해서 산정한다.

- (1) 집중하중이 재단에서 $d/2$ 이상 떨어진 지점에 작용할 때

$$R_n = 0.80t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{N}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \quad (4.7-27)$$

- (2) 집중하중이 재단에서 $d/2$ 미만 떨어진 지점에 작용할 때

- ① $N/d \leq 0.2$ 인 경우

$$R_n = 0.40t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{N}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \quad (4.7-28)$$

- ② $N/d > 0.2$ 인 경우

$$R_n = 0.40t_w^2 \left[1 + \left(\frac{4N}{d} - 0.2 \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \quad (4.7-29)$$

여기서, t_f : 플랜지두께, mm

강도가 부족할 경우, 한 개의 수직스티프너 또는 한 쌍의 수직스티프너 또는 최소한 웨브깊이의 절반을 덮는 2중플레이트를 설치한다.

4.7.10.4 웨브횡좌굴강도

집중압축하중을 받는 휨부재의 하중작용점에서의 압축플랜지와 인장플랜지의 상대적 횡방향 이동이 구속되어 있지 않은 경우에 적용된다. 웨브의 횡좌굴에 대한 설계강도 ϕR_n 은 다음에 의해 산정한다.

$$\phi = 0.85$$

웨브횡좌굴공칭강도 R_n 은 다음에 의해 산정한다.

(1) 압축플랜지가 회전에 대해서 구속될 때,

① $(h/t_w)/(l/b_f) \leq 2.3$ 일 때,

$$R_n = \frac{C_r t_w^3 t_f}{h^2} \left[1 + 0.4 \left(\frac{h/t_w}{l/b_f} \right)^3 \right] \quad (4.7-30)$$

② $(h/t_w)/(l/b_f) > 2.3$ 일 때, 웨브횡좌굴의 한계상태에 대한 검토는 필요하지 않다.

웨브의 소요강도가 설계강도를 초과할 때, 국부가로방향가새를 인장플랜지에 설치하거나 또는 한 쌍의 수직스티프너 또는 2중플레이트를 설치한다.

(2) 압축플랜지가 회전에 대해서 구속되지 않을 때,

① $(h/t_w)/(l/b_f) \leq 1.7$ 일 때,

$$R_n = \frac{C_r t_w^3 t_f}{h^2} \left[0.4 \left(\frac{h/t_w}{l/b_f} \right)^3 \right] \quad (4.7-31)$$

② $(h/t_w)/(l/b_f) > 1.7$ 일 때, 웨브횡좌굴의 한계상태에 대한 검토는 필요하지 않다.

웨브의 소요강도가 설계강도를 초과할 때, 국부횡가새를 집중하중에 작용하는 지점의 양측 플랜지에 설치한다. 식 (4.7-30), 식 (4.7-31)은 다음의 정의를 따른다.

b_f : 플랜지폭, mm

C_r : 하중작용지점에서 $M_u < M_y$ 일 때, 6.62×10^6 , N/mm²

: 하중작용지점에서 $M_u \geq M_y$ 일 때, 3.31×10^6 , N/mm²

h : 플랜지 사이의 순거리, mm

(압연형강은 필릿을 제외한 거리, 용접형강은 플랜지 안쪽 사이의 거리로 함)

l : 하중점에서 각 플랜지의 횡방향 비지지길이, mm

t_f : 플랜지두께, mm

t_w : 웨브두께, mm

건축물 강구조 설계기준

4.7.10.5 웨브압축좌굴강도

양쪽플랜지에 집중압축력이 작용할 때 무보강웨브의 설계강도 ϕR_n 은 다음에 의해 산정한다.

$$R_n = \frac{24t_w^3 \sqrt{EF_{yw}}}{h} \quad (4.7-32)$$

여기서, $\phi = 0.90$

부재단부로부터 한 쌍의 집중하중에 저항하는 거리가 $d/2$ 보다 작을 경우, R_n 의 50%를 저감한다. 필요한 경우에 단일 수직스티프너와 한 쌍의 수직스티프너 또는 웨브의 전체깊이를 덮는 2중 플레이트를 설치한다.

4.7.10.6 웨브패널존 전단강도

전단력과 압축력을 받는 패널존의 설계강도 ϕR_n 은 다음에 의해 산정한다.

$$\phi = 0.90$$

웨브패널존 공칭강도 R_n 은 다음에 의해 산정한다.

(1) 골조안정성에 대한 패널존 변형의 효과가 해석에서 고려되지 않을 때

① $P_r \leq 0.4P_c$ 일 때,

$$R_n = 0.60F_y d_c t_w \quad (4.7-33)$$

② $P_r > 0.4P_c$ 일 때,

$$R_n = 0.60F_y d_c t_w \left(1.4 - \frac{P_r}{P_c} \right) \quad (4.7-34)$$

(2) 골조안정성에 대한 소성패널존변형을 포함하는 것이 해석에서 고려될 때

① $P_r \leq 0.75P_c$ 일 때,

$$R_n = 0.60F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3b_{cf}t_{cf}^2}{d_b d_c t_w} \right) \quad (4.7-35)$$

② $P_r > 0.75P_c$ 일 때,

$$R_n = 0.60F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3b_{cf}t_{cf}^2}{d_b d_c t_w} \right) \left(1.9 - \frac{1.2P_r}{P_c} \right) \quad (4.7-36)$$

식 (4.7-33) ~ 식 (4.7-36)은 다음의 정의를 따른다.

A : 기둥횡단면적, mm^2

b_{cf} : 기둥플랜지의 폭, mm

d_b : 보깊이, mm

F_y : 기둥웨브의 명시된 최소항복응력, N/mm^2

P_c : P_y , N

P_r : 소요강도, N

P_y : $F_y A$, 기둥의 축방향항복강도, N

t_{cf} : 기둥플랜지의 두께, mm

t_w : 기둥웨브의 두께, mm

필요한 경우 2중플레이트 또는 1쌍의 대각스티프너를 강접합경계 내에 설치해야 한다.

4.7.10.7 집중하중에 대한 추가 스티프너 요구사항

- (1) 인장집중하중에 저항하기 위해 요구되는 부재는 4.1에 따라 설계하고 스티프너가 필요한 경우, 소요강도와 한계상태강도의 차이만큼 설계한다. 스티프너를 웨브에 용접하는 경우, 스티프너 단부에 작용하는 인장력의 차이만큼을 웨브에 전달할 수 있도록 설계한다.
- (2) 압축집중하중에 저항하기 위해 요구되는 스티프너는 4.2.6.2와 4.7.4.4에 의해 설계한다. 스티프너를 플랜지에 용접하는 경우, 소요강도와 설계강도의 차이만큼 용접설계한다. 스티프너를 웨브에 용접하는 경우, 스티프너 단부에 작용한 압축력의 차이만큼을 웨브에 전달할 수 있도록 설계한다.
- (3) 압축력에 저항하는 전체깊이에 걸친 수직스티프너는 4.2.6.2와 4.7.4.4에 따라 축방향압축력을 받는 부재로 설계되어야 한다. 부재의 성능은 유효좌굴길이를 $0.75h$ 로 하고 유효단면은 2개의 스티프너와 부재 안쪽으로 폭 $25t_w$, 부재단부쪽으로 폭 $12t_w$ 를 가지는 웨브의 스트립으로 구성되는 십자형 단면을 사용하여 결정한다.
- (4) 수직, 그리고 대각스티프너는 다음의 추가적인 기준을 만족하여야 한다.
 - ① 집중하중을 받는 스티프너 설계 시, 기둥웨브 두께의 1/2에 스티프너 한쪽의 폭을 더한 길이는 플랜지 또는 모멘트접합플레이트 폭의 1/3보다 작아서는 안 된다.
 - ② 집중하중을 받는 스티프너 설계 시, 스티프너의 두께는 t_f 의 1/2, 그리고 b_f 의 1/15 이상으로 한다.
 - ③ 수직스티프너의 길이는 4.7.10.5에서 요구하는 사항을 제외하고 부재깊이의 최소 1/2 이상으로 한다.

4.7.10.8 집중하중에 대한 추가 2중플레이트 요구사항

2중플레이트는 압축강도에 대해서 4.2의 요구사항을, 인장강도에 대해서 4.1의 요구사항을 따른다. 전단강도(4.7.10.6 참고)에 대해서는 4.4를 따른다.

4.8 강관구조접합

이 절은 균일두께의 강관접합부설계에 적용한다. 강관구조볼트접합의 부가적인 요구사항은 4.7을 참조한다.

4.8.1 강관구조의 집중하중

4.8.1.1 적용한계

접합형태가 다음 적용한계 내에 있는 경우 이 기준을 적용할 수 있다.

(1) 강도: 강관에 대하여 $F_y \leq 360 \text{ MPa}$

(2) 연성: 강관에 대하여 $F_y/F_u \leq 0.8$

4.8.1.2 축직각방향 집중하중

(1) 원형강관

집중하중이 강관축에 직각으로 분포할 때, 국부항복한계상태에 관한 설계강도 ϕR_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$\phi R_n = F_y t^2 [5.5 / (1 - 0.81 B_p / D)] Q_f \quad (4.8-1)$$

$$\phi = 0.90$$

여기서, Q_f 는 식 (4.8-1)에 따른다.

추가적인 적용한계는 다음과 같다.

① $0.2 < B_p / D \leq 1.0$

② T-접합에 대하여 $D/t \leq 50$, X-접합에 대하여 $D/t \leq 40$

(2) 각형강관

집중하중이 강관축에 직각으로 분포할 때, 설계강도 ϕR_n 은 비균일하중분포로 인한 국부항복, 전단항복(뚫림), 측벽강도의 한계상태에 따라 구한 값 중에서 최솟값으로 한다. 부가적인 적용한계는 다음과 같다.

① $0.25 < B_p / D \leq 1.0$

② 하중을 받는 관벽의 $B/t \leq 35$

가. 가력플레이트에서 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태

$$R_n = [10 F_y t / (B/t)] B_p \leq F_{yp} t_p B_p \quad (4.8-2)$$

$$\phi = 0.95$$

나. 전단항복(뚫림)의 한계상태

$$R_n = 0.6 F_y t [2 t_p + 2 B_{ep}] \quad (4.8-3)$$

$$\phi = 0.95$$

여기서, $B_{ep} = 10B_p/(B/t) \leq B_p$

$B_p > (B - 2t)$ 인 경우와 $B_p < 0.85B$ 인 경우 한계상태는 검토할 필요가 없다.

다. 인장력을 받는 측벽의 한계상태의 경우, 설계강도는 측벽의 국부항복응력으로 한다.
압축력을 받는 측벽의 한계상태의 경우 설계강도는 측벽의 국부항복응력, 측벽의 국부
크리플링, 측벽의 국부좌굴의 한계상태에 따라 구한 최솟값으로 한다.
주강관과 지강관의 폭이 동일($\beta = 1.0$)하지 않다면 이러한 한계상태는 검토할 필요가
없다.

(가) 측벽 국부항복의 한계상태

$$R_n = 2F_y t [5k + N] \quad (4.8-4)$$

$$\phi = 1.0$$

여기서, k : 강관모서리의 외부반경, 언급이 없으면 1.5 t 로 한다. mm

(나) T-접합에서 측벽의 국부크리플링 한계상태

$$R_n = 1.6t^2 [1 + 3N/(H - 3t)] (EF_y)^{0.5} Q_f \quad (4.8-5)$$

$$\phi = 0.75$$

여기서, Q_f 는 식 (4.8-21)에 따른다.

(다) X-접합에서 측벽의 국부좌굴 한계상태

$$R_n = [48t^3/(H - 3t)] (EF_y)^{0.5} Q_f \quad (4.8-6)$$

$$\phi = 0.90$$

여기서, Q_f 는 식 (4.8-21)에 따른다.

플레이트와 강관접합에서 관벽의 유연성으로 인해 용접선에 따른 하중전달이 균일하
지 않으므로 용접할 때 이러한 사항을 고려하여야 한다. 이러한 요구사항은 각형강관
에 맞댐용접과 필릿용접의 전체유효용접길이 L_e 를 다음과 같이 제한하여 충족시킬 수
있다.

$$L_e = 2[10/(B/t)] [(F_y t)/(F_{yp} t_p)] B_p \leq 2B_p \quad (4.8-7)$$

여기서, L_e : 직각플레이트 양쪽면 용접에 대한 전체유효용접길이, mm

식 (4.8-18) 대신에 다른 합리적인 방법에 의하여 구할 수 있다.

4.8.1.3 강관중심에서 길이방향으로 분포하고, 강관축에 직각으로 작용하는 집중하중
집중하중이 강관중심에서 축길이방향으로 분포하며, 또한 강관축에 직각방향으로 작
용한다면(강관축의 직각방향 성분), 강관축에 직각인 설계강도 ϕR_n 은 주강관 소성화
한계상태에 대하여 다음과 같이 결정된다.

건축물 강구조 설계기준

(1) 원형강관

추가적인 적용한계 : T-접합에 대하여 $D/t \leq 50$, X-접합에 대하여 $D/t \leq 40$

$$R_n = 5.5F_y t^2 (1 + 0.25N/D) Q_f \quad (4.8-8)$$

$$\phi = 0.90$$

여기서, Q_f 는 식 (4.8-12)에 따른다.

(2) 각형강관

추가적인 적용한계 : 하중을 받는 관 벽에 관한 $B/t \leq 40$

$$R_n = [F_y t^2 / (1 - t_p/B)] [2N/B + 4(1 - t_p/B)^{0.5} Q_f] \quad (4.8-9)$$

$$\phi = 1.00$$

여기서, $Q_f = (1 - U^2)^{0.5}$

U 는 식 (4.8-23)에 따른다.

4.8.1.4 강관폭 중심에서 길이방향으로 분포하고 강관축에 평행한 집중하중

집중하중이 각형강관축의 길이방향으로 분포하고 부재축에 평행이지만 편심으로 작용할 때, 접합부는 다음과 같이 검증되어야 한다.

$$F_{yp} t_p \leq F_u t \quad (4.8-10)$$

4.8.1.5 캡플레이트를 갖는 각형강관단부에 작용하는 집중축하중

집중하중이 캡강관구조의 단부에서 강관축방향으로 작용할 때, 설계강도 ϕR_n 은 벽국부항복(인장 또는 압축에 의한)과 벽국부크리플링(압축력만에 의한)의 한계상태에 대하여 전단지연을 고려하여 다음과 같이 결정된다.

집중하중은 캡플레이트(두께 t_p)를 통하여 2.5 : 1의 분산경사도를 갖고 폭 B 인 강관의 2개 관벽으로 분산된다고 다음 절차에서는 가정한다.

$5t_p + N \geq B$ 인 경우, 강관의 설계강도는 4개 관벽 모두의 기여분을 합하여 계산한다.

$5t_p + N < B$ 인 경우, 강관의 설계강도는 하중이 분포하는 관벽 2개의 기여분을 합하여 계산한다.

(1) 벽국부항복의 한계상태(1개 벽당)

$$R_n = F_y t [5t_p + N] \leq BF_y t \quad (4.8-10)$$

$$\phi = 1.00$$

(2) 벽국부크리플링의 한계상태(1개 벽당)

$$R_n = 0.8t^2 [1 + (6N/B)(t/t_p)^{1.5}] [EF_y t_p/t]^{0.5} \quad (4.8-11)$$

$$\phi = 0.75$$

4.8.2 강관-강관 트러스접합

강관구조의 트러스접합은 하나 이상의 지강관으로 구성되고 접합부를 연속하여 통과하는 주강관에 직접 용접된 접합부로 정의되며 다음과 같이 분류된다.

- (1) 지강관의 뿔림하중($P_r \sin \theta$)이 주강관의 보전단력과 평형을 이루며, 그 접합을 지강관이 주강관과 수직이면 T-이음으로 분류하고, 다르면 Y-이음으로 분류한다.
- (2) 지강관의 뿔림하중($P_r \sin \theta$)이 접합부의 같은 측면상에서 다른 지강관의 하중과(20% 이내로) 평형을 이룬다면, 그 접합을 K-이음으로 분류한다. 힘의 평형을 이루는 주요 지강관 사이에 적절한 틈(갭)이 있어야 한다. N-이음은 K-이음의 한 형태로 고려될 수 있다. 하나의 지강관이 주강관에 수직인 K-이음을 N-이음으로 부른다.
- (3) 뿔림하중($P_r \sin \theta$)이 주강관을 관통하고 반대편 지강관에 의해 평형을 이룰 때, 그 접합을 X-이음으로 분류한다.
- (4) 접합부가 2개 이상의 주요 지강관을 가지고 있거나 한 평면 이상의 평면에서 지강관을 갖는 경우, 그 접합은 일반이음 또는 다평면이음으로 분류된다. 지강관이 일부하중은 K-이음으로 일부하중은 T, Y 또는 X-이음으로 전달할 때 공칭강도는 전체에서 각각의 비례에 따라 보간법에 의해 결정된다.

지강관과 주강관의 중심선은 같은 평면에 놓여 있어야 한다. 각형강관접합은 모든 부재가 그 평면과 평행으로 관벽이 위치하도록 제한하고 있다. 지강관을 주강관에 용접한 강관구조의 트러스에 대하여 모멘트의 결과에 관계없이 적용한계 내에서 편심이 허용된다.

4.8.2.1 원형강관

주강관하중과 국부지강관이음 하중에 의한 응력상호작용은 주강관응력상관변수 Q_f 를 통하여 구한다.

- (1) 주강관이 인장인 경우

$$Q_f = 1.0$$

- (2) 주강관이 압축인 경우

$$Q_f = 1.0 - 0.3U(1 + U) \quad (4.8-12)$$

$$\text{여기서, } U = \left| P_r / A_g F_c + M_r / SF_c \right| = \text{유용성비} \quad (4.8-13)$$

P_r : 주강관의 소요압축강도, N ; K-이음에서 P_r 은 더 작은 압축응력을 갖는 이음 부분에서 결정된다(작은 U 값).

M_r : 주강관의 소요휨강도, N · mm

A_g : 주강관의 총단면적, mm²

F_c : 설계응력, MPa

건축물 강구조 설계기준

S : 주강관의 탄성단면계수, mm^2

$P_r = P_u$: 주강관의 소요압축강도, N

$M_r = M_u$: 주강관의 소요휨강도, N · mm

$F_c = F_y$, MPa

(1) 적용한계

이음형상이 다음의 적용한계 내에 있을 때만 이 규정을 적용할 수 있다.

- ① 이음부편심 : $-0.55D \leq e \leq 0.25D$, 여기서 D 는 주강관지름, e 는 지강관에서 떨어진 거리로서 양의 수를 나타낸다.
- ② 지강관각도 : $\theta \geq 30^\circ$
- ③ 주강관벽세장비 : 벽지름두께비로 T, Y, K-이음에서 50 이하 ; X-이음에서 40 이하
- ④ 인장지강관벽의 세장비 : 벽지름두께비로 50 이하
- ⑤ 압축지강관벽의 세장비 : 벽지름두께비로 $0.05E/F_y$ 이하
- ⑥ 폭비 : $0.2 < D_b/D \leq 1.0$ 이고 겹 K-이음은 $0.4 \leq D_b/D \leq 1.0$
- ⑦ 겹접합인 경우 : g 는 지강관벽두께 총합 이상
- ⑧ 오버랩접합인 경우 : $25\% \leq O_v \leq 100\%$
여기서, $O_v = (q/p) \times 100\%$; p 는 주강관에 대한 겹치는 지강관의 투영길이 ; q 는 2개 지강관 아래에 있는 주강관의 접합면을 따라 측정된 겹친 길이. 오버랩접합의 경우 더 큰 지강관(또는 직경이 같다면 더 두꺼운 지강관)이 주강관에 직접 연결되는 “관통부재”이다.
- ⑨ 오버랩접합의 지강관두께비 : 겹치는 지강관의 두께는 겹쳐지는 지강관두께 이하로 한다.
- ⑩ 강도 : 주강관과 지강관에 대하여 $F_y \leq 360 \text{ MPa}$
- ⑪ 연성 : $F_y/F_u \leq 0.8$

(2) T, Y, X-이음에서 지강관의 축력

T, Y-이음에서 지강관의 설계강도 ϕP_n 은 주강관의 소성화, 전단항복(뚫림)의 한계상태에 따라 얻어진 값 중에서 작은 값으로 한다.

① T, Y-이음에 주강관 소성화의 한계상태

$$P_n \sin \theta = F_y t^2 [3.1 + 15.6 \beta^2] \gamma^{0.2} Q_f \quad (4.8-14)$$

$$\phi = 0.90$$

② 전단항복(뚫림)의 한계상태

$$P_n = 0.6 F_y t \pi D_b [(1 + \sin \theta) / 2 \sin^2 \theta] \quad (4.8-15)$$

$$\phi = 0.95$$

$\beta > (1 - 1/\gamma)$ 일 때, 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

③ X-이음에서 주강관소성화의 한계상태

$$P_n \sin \theta = F_y t^2 [5.7 / (1 - 0.81\beta)] Q_f \quad (4.8-16)$$

$$\phi = 0.90$$

(3) K-이음에서 지강관의 축력

K-이음에서 지강관의 설계강도 ϕP_n 은 겹접합과 오버랩접합에 관한 주강관소성화의 한계상태와 겹접합에 관한 전단항복(뚫림)의 한계상태에 따라 얻어진 값 중 작은 값으로 한다.

① 주강관소성화의 한계상태

$$\phi = 0.90$$

압축지강관의 경우

$$P_n \sin \theta = F_y t^2 [2.0 + 11.33 D_b / D] Q_g Q_f \quad (4.8-17)$$

여기서, D_b 는 단지 압축지강관에 대하여만 관련된다.

$$Q_g = \gamma^{0.2} \left[1 + \frac{0.024 \gamma^{1.2}}{e^{\left(\frac{0.5g}{t} - 1.33\right)} + 1} \right] \quad (4.8-18)$$

겹접합에서 g (용접치수를 무시한 주강관 상단부를 따라 측정된)는 양수이다. 오버랩접합에서 g 는 음수이고 q 와 같다.

인장지강관의 경우

$$P_n \sin \theta = (P_n \sin \theta)_{\text{압축지관}} \quad (4.8-19)$$

② 겹 K-이음에서 전단항복(뚫림)의 한계상태

$$P_n = 0.6 F_y t \pi D_b [(1 + \sin \theta) / 2 \sin^2 \theta] \quad (4.8-20)$$

$$\phi = 0.95$$

4.8.2.2 각형강관

주강관하중과 국부지강관이음하중에 의한 응력상호작용은 주강관응력상관변수 Q_f 를 통하여 반영된다.

주강관이 인장인 경우

$$Q_f = 1.0$$

T, Y, X-이음에서 주강관이 압축인 경우

$$Q_f = 1.3 - 0.4 U / \beta \leq 1 \quad (4.8-21)$$

겹 K-이음에서 주강관이 압축인 경우

$$Q_f = 1.3 - 0.4 U / \beta_{eff} \leq 1 \quad (4.8-22)$$

건축물 강구조 설계기준

여기서,

$$U = |P_r/A_g F_c + M_r/SF_c| = \text{유용성비} \quad (4.8-23)$$

P_r : 주강관의 소요축강도, N ; 겹 K이음에서 P_r 은 더 큰 압축응력을 갖는 이음부분에서 결정 된다(더 큰 U 값).

M_r : 주강관의 소요휨강도, N · mm

A_g : 주강관의 총단면적, mm²

F_c : 설계응력, MPa

S : 주강관의 탄성단면계수, mm³

$P_r = P_u$: 주강관의 소요축강도, N

$M_r = M_u$: 주강관의 소요휨강도, N · mm

$F_c = F_y$: MPa

(1) 적용한계

이음형상이 다음 한계 내에 있을 때에만 이 규정을 적용할 수 있다.

- ① 이음부편심 : $-0.55H \leq e \leq 0.25H$, 여기서 H 는 주강관의 춤, e 는 지강관에서 떨어진 거리로 양의 수
- ② 지강관각도 : $\theta \geq 30^\circ$
- ③ 주강관벽 세장비 : 벽의 폭두께비로 겹 K, T, Y, X-이음에서 35 이하 ; 오버랩 K-이음에서 30 이하
- ④ 인장지강관벽 세장비 : 벽의 폭두께비로 35 이하
- ⑤ 압축지강관벽 세장비 : 벽의 폭두께비로 $1.25(E/F_{yb})^{0.5}$ 이하이며 겹 K-이음과 T, Y, X-이음에서 35 이하 ; 오버랩 K-이음에서 $1.1(E/F_{yb})^{0.5}$ 이하
- ⑥ 폭비 : 주강관의 벽폭에 대한 지강관의 벽폭의 비로 T, Y, X와 오버랩 K-이음에서 0.25 이상 ; 겹 K-이음에서 0.35 이상
- ⑦ 형상비 : $0.5 \leq \text{춤과 폭의 비} \leq 2.0$
- ⑧ 오버랩 : $25\% \leq O_v \leq 100\%$,
여기서, $O_v = (q/p) \times 100\%$. p 는 주강관에 대한 겹쳐지는 지강관의 투영길이 ; q 는 2지강관 아래의 주강관의 연결면을 따라 측정된 겹친길이. 오버랩접합에서 더 큰 지강관(또는 폭이 같다면 두께가 더 큰)이 주강관에 연결되는 “관통부재”이다.
- ⑨ 오버랩접합에서 지강관의 폭비 : 겹친진 지강관의 폭에 대한 겹치는 지강관의 폭비로 0.75 이상
- ⑩ 오버랩접합에서 지강관두께비 : 겹치는 지강관의 두께는 겹쳐지는 지강관의 두께 이하로 한다.
- ⑪ 강도 : 주강관과 지강관에 대하여 $F_y \leq 360 \text{ MPa}$
- ⑫ 연성 : $F_y/F_u \leq 0.8$
- ⑬ 다른 제한들은 특별규정을 적용한다.

(2) T, Y, X-이음에서 지강관의 축력

T, Y, X-이음에서 지강관의 설계강도 ϕP_n 은 주강관 소성화, 전단항복(뚫림), 측벽강도, 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태들에 따라 얻어진 값들 중 최솟값으로 한다. 또한 4.8.2.2(1)의 적용범위 β 는 0.25 이하로 할 수 없다.

① 주강관벽 소성화의 한계상태

$$P_n \sin \theta = F_y t^2 [2\eta / (1 - \beta) + 4 / (1 - \beta)^{0.5}] Q_f \quad (4.8-24)$$

$$\phi = 1.00$$

$\beta > 0.85$ 일 때, 이 제한은 검토할 필요가 없다.

② 전단항복(뚫림)의 한계상태

$$P_n \sin \theta = 0.6 F_y t B [2\eta + 2\beta_{eop}] \quad (4.8-25)$$

$$\phi = 0.95$$

식 (4.8-25)에서 유효 외부 뚫림변수 $\beta_{eop} = 5\beta/\gamma$ 는 β 를 초과하지 못한다. 이 한계상태는 $\beta > (1 - 1/\gamma)$ 일 때와 $\beta < 0.85$, $B/t \geq 10$ 일 때 검토할 필요가 없다.

③ 측벽강도의 한계상태에 관하여 인장지강관의 설계강도는 측벽국부항복의 설계강도로 취급한다. 측벽강도의 한계상태에 관하여 압축지강관의 설계강도는 측벽국부항복응력과 측벽국부크리플링강도 중 작은 값으로 한다. 90°보다 작은 지강관을 갖는 X-이음에 대하여는, 주강관 측벽의 전단파괴에 관하여 4.5.5에 추가로 검토해야 한다.

주강관과 지강관이 같은 폭($\beta=1.0$)이 아니라면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

가. 국부항복의 한계상태

$$P_n \sin \theta = 2F_y t [5k + N] \quad (4.8-26)$$

$$\phi = 1.00$$

여기서, k : 강관모서리의 외부반경, 일반적으로 $1.5t$ 로 한다, mm

N : 주강관축에 평행한 하중지지길이, $H_b/\sin \theta$, mm

나. T, Y-이음에서 측벽 국부크리플링의 한계상태

$$P_n \sin \theta = 1.6t^2 [1 + 3N/(H - 3t)] (EF_y)^{0.5} Q_f \quad (4.8-27)$$

$$\phi = 0.75$$

다. X-이음에서 측벽 국부크리플링의 한계상태

$$P_n \sin \theta = [48t^3/(H - 3t)] (EF_y)^{0.5} Q_f \quad (4.8-28)$$

$$\phi = 0.90$$

④ 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태

$$P_n = F_{yb} t_b [2H_b + 2b_{eoi} - 4t_b] \quad (4.8-29)$$

$$\phi = 0.95$$

건축물 강구조 설계기준

여기서,

$$b_{eoi} = [10/(B/t)] [F_y t / (F_{yb} t_b)] B_b \leq B_b \quad (4.8-30)$$

$\beta < 0.85$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

(3) 겹 K-이음에서 지강관의 축력

겹 K-이음의 경우, 지강관의 설계강도 ϕP_n 은 주강관벽 소성화, 전단항복(뚫림), 전단항복, 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태들에 따라 구한 최솟값으로 한다. 4.8.2.2(1)의 적용한계와 더불어 다음의 한계상태들을 적용하여야 한다.

- ① $B_b / B \geq 0.1 + \gamma / 50$
- ② $B_{eff} \geq 0.35$
- ③ $\zeta \geq 0.5(1 - \beta_{eff})$
- ④ 겹: g 지강관 벽두께의 총합 이상
- ⑤ 더 작은 $B_b >$ 더 큰 B_b 의 0.63배 값

가. 주강관벽 소성화의 한계상태

$$P_n \sin \theta = F_y t^2 [9.8 \beta_{eff} \gamma^{0.5}] Q_f \quad (4.8-31)$$

$$\phi = 0.90$$

나. 전단항복(뚫림)의 한계상태

$$P_n \sin \theta = 0.6 F_y t B [2\eta + \beta + \beta_{eop}] \quad (4.8-32)$$

$$\phi = 0.95$$

위 식에서 유효 외부 뚫림변수 $\beta_{eop} = 5\beta/\gamma$ 는 β 를 초과해서는 안 된다. 이 한계상태는 $B_b < (B - 2t)$ 또는 지강관이 정사각형이 아닌 경우만 검토할 필요가 있다.

다. 겹에서 주강관의 전단항복의 한계상태에 관하여, 설계강도는 4.2에 따라 검토한다. 이 한계상태는 주강관이 정사각형이 아닌 경우에만 검토할 필요가 있다.

라. 비균일 하중분포로 인한 국부항복의 한계상태

$$P_n = F_{yb} t_b [2H_b + B_b + b_{eoi} - 4t_b] \quad (4.8-33)$$

$$\phi = 0.95$$

여기서,

$$b_{eoi} = [10/(B/t)] [F_y t / (F_{yb} t_b)] B_b \leq B_b \quad (4.8-34)$$

이 한계상태는 지강관이 정사각형이 아니거나 $B/t < 15$ 인 경우에만 검토할 필요가 있다.

(4) 오버랩 K-이음에서 지강관의 축력

오버랩 K-이음에서 지강관의 설계강도 ϕP_n 은 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태로부터 결정된다.

$$\phi = 0.95$$

접치는 지강관에 대하여, 그리고 접치는 지강관의 측정된 겹침이 $25\% \leq O_v \leq 50\%$ 인 경우

$$P_n = F_{ybi} t_{bi} [(O_v/50)(2H_{bi} - 4t_{bi}) + b_{eoi} + b_{eov}] \quad (4.8-35)$$

접치는 지강관에 대하여, 그리고 접치는 지강관의 측정된 겹침이 $50\% \leq O_v \leq 80\%$ 인 경우

$$P_n = F_{ybi} t_{bi} [2H_{bi} - 4t_{bi} + b_{eoi} + b_{eov}] \quad (4.8-36)$$

접치는 지강관에 대하여, 그리고 접치는 지강관의 측정된 겹침이 $80\% \leq O_v \leq 100\%$ 인 경우

$$P_n = F_{ybi} t_{bi} [2H_{bi} - 4t_{bi} + B_{bi} + b_{eov}] \quad (4.8-37)$$

여기서, b_{eoi} 는 주강관에 용접된 지강관 면의 유효폭

$$b_{eoi} = [10/(B/t)] [(F_y t)/(F_{ybi} t_{bi})] B_{bi} \leq B_{bi} \quad (4.8-38)$$

b_{eov} 는 접친 브레이스에 용접된 지강관 면의 유효폭

$$b_{eov} = [10/(B_{bj}/t_{bj})] [(F_y t_{bj})/(F_{ybi} t_{bi})] B_{bi} \leq B_{bi} \quad (4.8-39)$$

B_{bi} : 접치는 지강관의 폭, mm

B_{bj} : 접친 지강관의 폭, mm

f_{ybi} : 접치는 지강관재료의 항복응력, MPa

f_{ybj} : 접친 지강관재료의 항복응력, MPa

H_{bi} : 접치는 지강관의 춤, mm

t_{bi} : 접치는 지강관의 두께, mm

t_{bj} : 접친 지강관의 두께, mm

접쳐진 지강관에 대하여 P_n 은 접치는 지강관의 P_n 을 초과할 수 없고 식 (4.8-35) 또는 식 (4.8-37)을 사용하며 계수 $(A_{bj} F_{ybj}/A_{bi} F_{ybi})$ 를 곱하여 계산한다.

여기서, A_{bi} : 접치는 지강관의 단면적, mm²

A_{bj} : 접친 지강관의 단면적, mm²

(5) 지강관의 용접

강관이음부에서 강관벽의 상대적 유연성의 차이로 인하여 용접선을 따라 하중전달의 비균일성은 용접부에 비례하여 고려되어야 한다. 각형강관에 맞댐용접과 필릿용접의 총유효용접길이 L_e 는 다음과 같이 제한한다.

① T, Y, X-이음에서

$\theta \leq 50^\circ$ 인 경우

$$L_e = \frac{2(H_b - 1.2t_b)}{\sin\theta} + (B_b - 1.2t_b) \quad (4.8-40)$$

$\theta \geq 60^\circ$ 인 경우

$$L_e = \frac{2(H_b - 1.2t_b)}{\sin\theta} \quad (4.8-41)$$

50° 와 60° 사이의 θ 값에 대한 L_e 를 구하기 위하여 직선보간법이 사용된다.

건축물 강구조 설계기준

② 각 지강관 주위의 갭 K-이음에서

$\theta \leq 50^\circ$ 인 경우

$$L_e = \frac{2(H_b - 1.2t_b)}{\sin\theta} + 2(B_b - 1.2t_b) \quad (4.8-42)$$

$\theta \geq 60^\circ$ 인 경우

$$L_e = \frac{2(H_b - 1.2t_b)}{\sin\theta} + (B_b - 1.2t_b) \quad (4.8-43)$$

50° 와 60° 사이의 θ 값에 대한 L_e 를 구하기 위하여 직선보간법이 사용된다.

식 (4.8-40)~식 (4.8-43)까지의 위 규정 대신에 다른 합리적인 규정을 사용할 수 있다.

③ 오버랩 K-이음에서

겹치는 지강관에 대한 총유효용접길이는

가. $25\% \leq O_v < 50\%$ 인 경우

$$l_{e,j} = \frac{2O_v}{50} \left[\left(1 - \frac{O_v}{100} \right) \left(\frac{H_{bi}}{\sin\theta_i} \right) + \frac{O_v}{100} \left(\frac{H_{bi}}{\sin(\theta_i + \theta_j)} \right) \right] + b_{eoi} + b_{eov} \quad (4.8-44)$$

나. $50\% \leq O_v < 80\%$ 인 경우

$$l_{e,j} = 2 \left[\left(1 - \frac{O_v}{100} \right) \left(\frac{H_{bi}}{\sin\theta_i} \right) + \frac{O_v}{100} \left(\frac{H_{bi}}{\sin(\theta_i + \theta_j)} \right) \right] + b_{eoi} + b_{eov} \quad (4.8-45)$$

다. $80\% \leq O_v \leq 100\%$ 인 경우

$$l_{e,j} = 2 \left[\left(1 - \frac{O_v}{100} \right) \left(\frac{H_{bi}}{\sin\theta_i} \right) + \frac{O_v}{100} \left(\frac{H_{bi}}{\sin(\theta_i + \theta_j)} \right) \right] + B_{bi} + b_{eov} \quad (4.8-46)$$

여기서, b_{eoi} 는 식 (4.8-38)를 따르고, b_{eov} 는 식 (4.8-39)를 따른다.

$B_{bi}/B_b > 0.85$ or $\theta_i > 50^\circ$ 일 경우, $b_{eoi}/2$ 는 $2t$ 를 초과해서는 안 되며, $B_{bi}/B_{bj} > 0.85$ 또는 $(180 - \theta_i - \theta_j) > 50^\circ$ 일 경우, $b_{eov}/2$ 는 $2t_{bj}$ 를 초과해서는 안 된다.

겹쳐진 지강관에 대한 총유효용접길이는

$$l_{e,j} = \frac{2H_{bj}}{\sin\theta_j} + 2b_{eoj} \quad (4.8-47)$$

$$b_{boj} = \frac{10}{B/t} \left(\frac{F_y t}{F_{yb} t_{bj}} \right) B_{bj} \leq B_{bj} \quad (4.8-48)$$

$B_{bj}/B > 0.85$ or $\theta_j > 50^\circ$ 인 경우

$$l_{e,j} = 2(H_{bj} - 1.2t_{bj})/\sin\theta_j$$

4.8.3 강관-강관 모멘트접합

강관모멘트접합은 하나 이상의 지강관으로 구성되고 접합부를 관통하는 연속주강관에 직접 용접되며 지강관에 휨모멘트가 작용하는 접합부로 정의된다. 접합부는 다음과 같이 분류된다.

- (1) 지강관이 하나이며 주강관에 직각인 T-이음과 지강관이 하나이고 주강관에 직각이 아닌 Y-이음
- (2) 주강관에 하나의 지강관이 개개의 한쪽(반대) 편에 위치한 X-이음
지강관과 주강관의 중심선은 동일평면에 위치해야 한다.

4.8.3.1 원형강관

주강관하중과 국부지강관이음하중에 의한 응력도 상호작용은 주강관응력상관변수 Q_f 를 통하여 반영된다.

주강관이 인장인 경우

$$Q_f = 1.0$$

주강관이 압축인 경우

$$Q_f = 1.0 - 0.3U(1 + U) \quad (4.8-49)$$

$$\text{여기서, } U = |P_r / A_g F_c + M_r / S F_c| = \text{유용성비} \quad (4.8-50)$$

P_r : 주강관의 소요축강도, N

M_r : 주강관의 소요휨강도, N · mm

A_g : 주강관의 총단면적, mm²

F_c : 설계응력, MPa

S : 주강관의 탄성단면계수, mm³

$P_r = P_u$: 주강관의 소요축강도, N

$M_r = M_u$: 주강관의 소요휨강도, N · mm

$F_c = F_y$: MPa

(1) 적용한계

이음형상이 다음의 적용한계 내에 있을 때만 이 규정을 적용할 수 있다.

- ① 지강관 각도 : $\theta \geq 30^\circ$
- ② 주강관벽 세장비 : 벽지름두께비로 T, Y, K-이음에서 50 이하, X-이음에서 40 이하
- ③ 인장지강관벽의 세장비 : 벽지름두께비로 50 이하
- ④ 압축지강관벽의 세장비 : 벽지름두께비로 $0.05E/F_y$ 이하
- ⑤ 폭비 : $0.2 < D_b/D \leq 1.0$
- ⑥ 강도 : 주강관과 지강관에 대하여 $F_y \leq 360 \text{ MPa}$
- ⑦ 연성 : $F_y/F_u \leq 0.8$

건축물 강구조 설계기준

(2) T, Y, X-이음에서 지강관의 면내휨모멘트

설계강도 ϕM_n 은 주강관의 소성화, 전단항복(뚫림)의 한계상태에 따라 구해진 값 중 최저값으로 한다.

① 주강관 소성화의 한계상태

$$M_n \sin \theta = 5.39 F_y t^2 \gamma^{0.5} \beta D_b Q_f \quad (4.8-51)$$

$$\phi = 0.90$$

② 전단항복(뚫림)의 한계상태

$$M_n = 0.6 F_y t D_b^2 [(1 + 3 \sin \theta) / 4 \sin^2 \theta] \quad (4.8-52)$$

$$\phi = 0.95$$

$\beta > (1 - 1/\gamma)$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

(3) T, Y, X-이음에서 지강관의 면외휨모멘트

설계강도 ϕM_n 은 주강관의 소성화, 전단항복(뚫림)의 한계상태에 따라 구해진 값 중 최저값으로 한다.

① 주강관 소성화의 한계상태

$$M_n \sin \theta = F_y t^2 D_b [3.0 / (1 - 0.81 \beta)] Q_f \quad (4.8-53)$$

$$\phi = 0.90$$

② 전단항복(뚫림)의 한계상태

$$M_n = 0.6 F_y t D_b^2 [(3 + \sin \theta) / 4 \sin^2 \theta] Q_f \quad (4.8-54)$$

$$\phi = 0.95$$

$\beta > (1 - 1/\gamma)$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

(4) T, Y, X-이음에서 지강관의 휨모멘트와 축력의 조합

지강관의 축력, 면내휨모멘트, 면외휨모멘트 또는 이러한 하중효과들의 조합력을 받는 접합부는 다음을 만족하여야 한다.

$$(P_r / \phi P_n) + (M_{r-ip} / \phi M_{n-ip})^2 + (M_{r-op} / \phi M_{n-op}) \leq 1.0 \quad (4.8-55)$$

여기서, $P_r = P_u$: 하중조합을 사용하는 지강관의 소요축강도, N

ϕP_n : 4.8.2.2(2)로부터 구한 설계강도

M_{r-ip} : 지강관의 소요면내휨강도, N · mm

ϕM_{n-ip} : 4.8.3.2(2)로부터 구한 설계강도

M_{r-op} : 지강관의 소요면외휨강도, N · mm

ϕM_{n-op} : 4.8.3.2(3)으로부터 구한 설계강도

4.8.3.2 각형강관

주강관하중과 국부지강관이음하중에 의한 응력도 상호작용은 주강관응력상관변수 Q_f 를 통하여 반영된다.

주강관이 인장인 경우

$$Q_f = 1.0$$

주강관이 압축인 경우

$$Q_f = (1.3 - 0.4U/\beta) \leq 1 \quad (4.8-56)$$

$$\text{여기서, } U = |P_r/A_g F_c + M_r/SF_c| = \text{유용성비} \quad (4.8-57)$$

P_r : 주강관의 소요축강도, N

M_r : 주강관의 소요휨강도, N · mm

A_g : 주강관의 총단면적, mm²

F_c : 설계응력, MPa

S : 주강관의 탄성단면계수, mm³

$P_r = P_u$: 주강관의 소요축강도, N

$M_r = M_u$: 주강관의 소요휨강도, N · mm

$F_c = F_y$: MPa

(1) 적용한계

이음형상이 다음의 제한한계 내에 있을 때만 이 규정을 적용할 수 있다.

- ① 지강관 각도는 약 90°
- ② 주강관벽세장비 : 벽의 폭두께비로 35 이하
- ③ 인장지강관의 벽세장비 : 벽의 폭두께비로 35 이하
- ④ 압축지강관의 벽세장비 : 벽의 폭두께비로 $1.25(E/F_{yb})^{0.5}$ 이하이며 또한 35 이하
- ⑤ 폭비 : 주강관의 폭에 대한 지강관의 폭비로 0.25 이상
- ⑥ 형상비 : $0.5 \leq \text{춤과 폭의 비} \leq 2.0$
- ⑦ 강도 : 주강관과 지강관에 대하여 $F_y \leq 360 \text{ MPa}$
- ⑧ 연성 : $F_y/F_u \leq 0.8$
- ⑨ 다른 제한은 특별규정을 적용한다.

(2) T, X-이음에서 지강관의 면내휨모멘트

설계강도 ϕM_n 은 주강관소성화, 측벽국부항복, 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태들에 따라 구한 최솟값이다.

① 주강관벽 소성화의 한계상태

$$M_n = F_y t^2 H_b [(1/2\eta) + 2/(1-\beta)^{0.5} + \eta/(1-\beta)] Q_f \quad (4.8-58)$$

$$\phi = 1.00$$

$\beta > 0.85$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

건축물 강구조 설계기준

② 측벽국부좌굴의 한계상태

$$M_n = 0.5F_y^* t (H_b + 5t)^2 \quad (4.8-59)$$

$$\phi = 1.00$$

여기서, F_y^* : T-이음에 대하여 F_y

F_y^* : X-이음에 대하여 $0.8F_y$

$\beta < 0.85$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

③ 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태

$$M_n = F_{yb} [Z_b - (1 - b_{eoi}/B_b) B_b H_b t_b] \quad (4.8-60)$$

$$\phi = 0.95$$

여기서, $b_{eoi} = [10/(B/t)] [F_y t / (F_{yb} t_b)] B_b \leq B_b$ (4.8-61)

Z_b : 휨축에 관한 지강관의 소성단면계수, mm²

$\beta < 0.85$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

(3) T, X-이음에서 지강관의 면외휨모멘트

설계강도 ϕM_n 은 주강관벽 소성화, 측벽국부항복, 비균일하중분포로 인한 국부항복, 주강관의 뒤틀림파단의 한계상태들에 따라 구한 최솟값으로 한다.

① 주강관벽 소성화의 한계상태

$$M_n = F_y t^2 [0.5H_b(1+\beta)/(1-\beta) + [2BB_b(1+\beta)/(1-\beta)]^{0.5}] Q_f \quad (4.8-62)$$

$$\phi = 1.00$$

$\beta > 0.85$ 이상이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

② 측벽 국부항복의 한계상태

$$M_n = F_y^* t (B - t)(H_b + 5t) \quad (4.8-63)$$

$$\phi = 1.00$$

여기서, F_y^* : T-이음에 대하여 F_y

F_y^* : X-이음에 대하여 $0.8F_y$

$\beta < 0.85$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

③ 비균일하중분포로 인한 국부항복의 한계상태

$$M_n = F_{yb} [Z_b - 0.5(1 - b_{eoi}/B_b)^2 B_b^2 t_b] \quad (4.8-64)$$

$$\phi = 0.95$$

여기서, $b_{eoi} = [10/(B/t)] [F_y t / (F_{yb} t_b)] B_b \leq B_b$ (4.8-65)

Z_b : 휨축에 관한 지강관의 소성단면계수, mm²

$\beta < 0.85$ 이면 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

④ 주강관 뒤틀림과단의 한계상태

$$M_n = 2F_y t \left[H_b t + [BHt(B+H)]^{0.5} \right] \quad (4.8-66)$$

$$\phi = 1.00$$

주강관 뒤틀림과단이 다른 조치에 의하여 방지되어 있다면 X-이음 또는 T-이음에서 이 한계상태는 검토할 필요가 없다.

(4) T, X-이음에서 지강관의 휨모멘트와 축력의 조합

지강관의 축력, 면내휨모멘트, 면외휨모멘트 또는 이러한 하중효과들의 조합력을 받는 접합부는 다음을 만족하여야 한다.

$$(P_r / \phi P_n) + (M_{r-ip} / \phi M_{n-ip})^2 + (M_{r-op} / \phi M_{n-op}) \leq 1.0 \quad (4.8-67)$$

여기서, $P_r = P_u$: 하중조합을 사용하는 지강관의 소요축강도, N

ϕP_n : 4.8.2.2(2)로부터 구한 설계강도

M_{r-ip} : 지강관의 소요면내휨강도, N · mm

ϕM_{n-ip} : 4.8.3.2(2)로부터 구한 설계강도

M_{r-op} : 지강관의 소요면외휨강도, N · mm

ϕM_{n-op} : 4.8.3.2 참조

4.9 사용성 설계

이 절은 사용성 성능에 대한 요구사항에 적용한다.

4.9.1 일반사항

사용성은 건축물을 일상적으로 사용할 때 건축물의 기능, 외관, 유지관리, 내구성 및 거주자의 편안함 등이 확보되는 상태를 말한다. 이러한 사용성에 대한 평가에 이용되는 최대변위 및 가속도 등의 구조반응은 적절한 하중조합을 고려하여야 한다.

4.9.2 치울림

치울림을 고려하여 설계하는 경우에는 치울림의 크기, 방향, 위치를 구조설계도면에 명시하여야 한다.

4.9.3 처짐

사용하중에 의한 구조부재 또는 골조의 처짐은 건축물의 사용성이 저해되지 않도록 설계한다.

건축물 강구조 설계기준

4.9.4 수평변위

사용하중에 의한 건축물의 수평변위는 내부칸막이벽과 외부마감재의 손상을 포함한 건축물의 사용성이 저해되지 않도록 설계해야 한다. 그리고 부재의 강도설계용 하중조합에 의한 수평변위는 인접건축물과 충돌을 유발하지 않도록 해야 하며 설계기준에 제시된 수평변위제한값을 초과해서는 안 된다.

4.9.5 진동

보행하중, 기계실 및 기타의 진동원에 의한 진동은 거주자의 편안함과 건축물의 기능을 저해하지 않도록 설계시 고려하여야 한다.

4.9.6 바람에 의한 수평진동

바람에 의한 건축물의 흔들림은 거주자의 편안함을 저해하지 않도록 설계시 고려하여야 한다.

4.9.7 팽창과 수축

건축물 외부마감재의 손상은 누수와 부식을 야기할 수 있으므로 열팽창과 수축에 의한 효과를 고려하여 설계하여야 한다.

4.9.8 접합부미끄럼

구조물의 사용성이 볼트접합부의 미끄럼으로 인해 저해될 수 있는 설계에서는 접합부의 미끄럼 효과를 고려하여야 한다. 이를 위하여 접합부에 미끄럼현상이 발생하지 않도록 설계하는 것을 원칙으로 한다.

4.10 강구조의 내진설계

4.10.1 적용범위

- (1) 이 절은 강구조건축물 또는 이와 유사한 횡력저항구조 및 이 방식으로 축조되는 공작물에 대한 지진력저항시스템의 부재 및 접합부에 대한 설계, 제작, 시공에 적용한다. 그리고 지진력저항시스템에 속하지 않는 기둥이라도 이의 이음부에는 이 절을 적용한다.
- (2) 이 절은 내진설계범주에 관계없이 반응수정계수 R 이 3을 초과하는 경우 적용하여야 한다. 반응수정계수 R 이 3 이하인 경우 KDS 41 10 15(6)의 일반설계 요구사항에서 특별히 요구하지 않는 한 이 절을 적용하지 않는다.
- (3) 이 절은 1.(일반사항)에서 4.9까지 함께 적용하도록 한다. 지진력저항시스템의 모든 부재 및 접합부는 1.(일반사항)에서 4.9에 이르는 요건을 충족해야만 한다. 이 절에서 언급되지 않은 하중조합, 시스템의 제한사항 및 일반설계요구사항은 KDS 41 10 15(6)에 따른다.

4.10.2 참고 기준

이 절에 사용된 한국산업표준은 다음과 같다.

KS B 0801 금속재료 인장시험편

KS B 0802 금속재료 인장시험방법

KS B 0821 용착금속의 인장 및 충격시험

KS B 0809 금속재료충격시험편

KS B 0810 금속재료충격시험방법

4.10.2 내진설계 일반요건

내진설계범주와 내진등급에 따른 소요강도와 내진규정, 높이 및 비정형에 따른 구조제한은 KDS 41 10 15(6)의 규정을 따르도록 한다. 설계층간변위 역시 KDS 41 10 15(6)의 규정을 따른다.

4.10.4 하중, 하중조합 및 공칭강도

4.10.4.1 하중 및 하중조합

하중은 KDS 41 10 15의 설계하중을 따르고, 하중조합은 1.5.1을 따른다. 이 절의 요구에 따른 증폭지진하중은 지진하중 E 에 의한 횡력에 KDS 41 10 15(6)의 초과강도계수를 곱하여 산정한다.

4.10.4.2 공칭강도

시스템, 부재 및 접합부의 공칭강도는 이 절에서 특별히 변경하지 않는 한 이 장에서 제시된 값을 적용하도록 한다.

4.10.5 구조설계도면, 시방서, 제작도면 및 설치도면

4.10.5.1 구조설계도면 및 시방서

구조설계도면 및 시방서에는 1.6에서 요구하는 항목과 더불어 수행하여야 하는 작업을 표기하여야 하고, 시방서에서 요구하는 내용과 더불어 아래의 항목 중 관련 있는 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 지진력저항시스템의 지정
- (2) 지진력저항시스템에 속하는 부재 및 접합부의 지정
- (3) 접합부의 형상
- (4) 접합재의 규격 및 크기
- (5) 임계용접부의 위치
- (6) 만약 구조물이 마감재로 보호되지 않거나 10 °C 이상으로 유지되지 않을 경우의 강구조의 최저예상서비스온도

건축물 강구조 설계기준

- (7) 보호영역의 크기 및 위치
- (8) 비탄성회전거동을 수용할 수 있도록 상세를 갖추어야 하는 거셋플레이트의 위치
- (9) 4.19.4에 명기한 용접요구사항

4.10.5.2 제작도면

제작도면에는 1.8에서 요구하는 항목과 더불어 다음의 사항 가운데 관련되는 항목이 포함되어야 한다.

- (1) 지진력저항시스템을 구성하는 부재 및 접합부의 지정
- (2) 접합부 재료규격
- (3) 임계용접부의 위치
- (4) 보호영역의 위치 및 크기
- (5) 비탄성거동의 수용이 요구되는 거셋플레이트의 축적에 따른 도면
- (6) 4.19.4에 명기한 용접요구사항

4.10.5.3 설치도면

설치도면에는 1.8에서 요구하는 항목과 더불어 다음의 사항 가운데 관련되는 항목이 포함되어야 한다.

- (1) 지진력저항시스템을 구성하는 부재 및 접합부의 지정
- (2) 접합부 재료규격
- (3) 임계용접부의 위치
- (4) 보호영역의 위치 및 크기
- (5) 비탄성거동의 수용이 요구되는 거셋플레이트의 축적에 따른 도면
- (6) 4.19.4에 명기한 용접요구사항

4.10.6 재료

4.10.6.1 재료규격

- (1) 지진력저항시스템에 속하는 강구조는 3.(재료)의 재료에 관한 요구조건을 만족해야 한다. 그 중 특수모멘트골조, 중간모멘트골조, 특수중심가새골조, 편심가새골조, 좌굴방지가새골조 및 특수강판벽에서는 내진성이 뛰어난 강재인 SN 및 SHN강 또는 TMC강을 사용하여야 한

다. 단, 국가공인기관에 의한 실험결과나 다른 합리적 기준에 의해 강재의 적합성을 입증할 수 있는 경우는 표 3.1-1에 등록된 구조용 압연강재를 사용할 수 있다. 앞에 언급하지 않은 지진력저항시스템에 대해서는 표 3.1-1에 등록된 구조용 압연강재를 사용할 수 있다.

- (2) 좌굴방지가새에 사용되는 여타의 강재 및 강재에 속하지 않는 재료는 4.10.15와 4.19.3의 요건을 만족할 경우 사용할 수 있다.

4.10.6.2 부재 및 접합부소요강도의 결정을 위한 재료적 특성

- (1) 이 절의 규정에 의해 각 요소(부재 또는 접합부)의 소요강도를 산정할 경우, 그 강도는 연결되는 부재의 예상항복강도 $R_y F_y$ 를 기준으로 산정한다. 단, F_y 는 연결부재의 최소항복강도이고 R_y 는 예상항복강도 대 최소항복강도의 비이다.
- (2) 요소의 설계강도 ϕR_n 는 소요강도 이상이 되어야 한다. 소요강도가 동일부재에서 산정되고, 파단 및 항복한계상태에 대한 공칭강도 R_n 을 계산할 때에는 공칭값 F_u 와 F_y 대신에 예상인장강도 $R_t F_u$ 와 예상항복강도 $R_y F_y$ 를 사용할 수 있다.
- (3) 여러 강재의 R_y 및 R_t 값을 표 4.10-1에 수록하였다. 만약 규정된 강재등급에 대한 요구조건에 따라서 비슷한 재질 및 크기의 표본에 대해 수행된 실험으로 결정된 값이라면 다른 R_y 및 R_t 값을 사용할 수 있다.

표 4.10-1 강재의 종류별 R_y 및 R_t 값

적용		R_y	R_t
구조용 압연형강 및 냉간가공재	KS D 3503 SS275 KS D 3530 SSC275 KS D 3558 SWH275 KS D 3566 SGT275 KS D 3568 SRT275 KS D 3632 SNT275, SNT355	1.2	1.2
	KS D 3515 SM275, SM355, SM420 KS D 3864 SNRT295E, SNRT275A, SNRT355A	1.2	1.2
	KS D 3861 SN275, SN355 KS D 3866 SHN275, SHN355	1.1	1.1
플레이트	KS D 3503 SS275	1.2	1.2
	KS D 3515 SM355, SM355TMC, SM420, SM420TMC, SM460, SM460TMC, KS D 3529 SMA275, SMA355	1.2	1.2
	KS D 3861 SN275, SN355 KS D 5994 HSA650	1.1	1.1

4.10.6.3 후판단면의 샤르피노치인성 요건

지진력저항시스템에 사용되는 두께 40mm 이상의 플랜지를 갖는 압연형강이나 다음의 용도로 사용되는 두께 40 mm 이상의 강재는 0℃에서 최소 27J의 CVN 인성을 보유해야 한다.

- (1) 플레이트를 이용한 조립부재
- (2) 지진하중하에서 비탄성변형이 예상되는 접합플레이트: 비탄성거동이 예상되는 접합플레이트의 예로서는, 가새의 면외좌굴을 허용하여 힌지로서 기능하도록 의도한 거셋플레이트, 모멘트접합부의 볼트플랜지플레이트, 볼트모멘트접합부의 엔드플레이트, 그리고 편으로 설계된 기둥주각부의 베이스플레이트 등을 들 수 있다.
- (3) 좌굴방지가새의 강재코어

4.10.7 접합부, 조인트 및 파스너

4.10.7.1 적용범위

- (1) 지진력저항시스템에 속한 접합부, 조인트 및 파스너는 4.7을 따르고 아울러 4.19.1의 추가사항을 따르도록 한다.
- (2) 지진력저항시스템을 구성하는 부재의 접합부는 접합부나 부재의 연성한계상태가 지배한계상태가 되도록 설계하여야 한다.

4.10.7.2 볼트조인트

- (1) 모든 볼트는 프리텐션 고장력볼트를 사용하여야 하고, 마찰면의 조건은 미끄럼한계상태에 대한 4.7.3.6의 표면조건을 만족해야 한다.
- (2) 볼트는 표준구멍에 설치해야 한다. 만일 짧은 슬롯구멍의 경우는 응력의 작용방향과 슬롯의 길이방향이 직각이 되어야 한다. 대각가새의 경우, 접합부를 미끄럼한계상태에 대해 설계할 때는 큰 구멍의 사용이 가능하지만 큰 구멍은 한쪽 판에만 존재해야 한다. 4.19.1의 절차에 따라 인증된 경우 또는 4.19.2 또는 4.19.3의 실험에 따라 인증된 것이라면, 다른 형식의 구멍도 사용할 수 있다.
- (3) 표준구멍을 사용한 볼트이음부의 설계전단강도는 4.7에 따라 지압형식조인트로 검토한다. 단, 볼트구멍의 공칭지압강도는 $2.4dtF_u$ 를 초과할 수 없다.
- (4) 엔드플레이트 모멘트접합부의 표면은 미끄럼저항에 대해 시험을 거치지 않은 코팅이나 표준 표면보다 작은 미끄럼계수를 갖는 코팅도 사용할 수 있다.

- (5) 볼트와 용접이 한 조인트에서 응력을 분담하거나 또는 한 접합부에서 같은 응력성분을 분담하도록 설계할 수 없다. 가새의 압축력과 같은 부재력은 접합부에서 한 가지 형식의 조인트(즉, 전체를 볼트조인트 또는 전체를 용접조인트)에 의해 지지되어야 한다. 용접에 의해 지지되는 응력과 직각방향의 응력을 볼트가 지지하는 경우(가령 용접플랜지는 모멘트를 전달하고 볼트웨브는 전단력을 전달하는 모멘트접합부 같은 경우)는 응력을 분담하는 것으로 보지 않는다.

4.10.7.3 용접조인트

용접은 4.19.4에 따라서 시행하도록 한다. 용접은 용접부가 적절한 성능을 갖도록 하는 검증된 용접시공시방서에 의해 시행한다. 용접변수들은 용입재를 만드는 제조자에 의해서 설정된 값 이내로 한다.

(1) 일반요건

- ① 지진력저항시스템의 부재 및 접합부에 사용되는 모든 용접은 지진 시에 예측한 성능을 나타내기 충분한 CVN인성을 가져야 한다.
- ② 이 CVN인성에 대한 요구조건은 이 규정에서 요구하는 경우에는 지진력저항시스템이 아닌 경우에도 만족하여야 한다.

(2) 임계용접부

- ① 임계용접부로 지정된 곳의 용접은 용접제조자의 보증 또는 표준시험법에 의해 -30°C 에서 28 J 이상의 CVN인성값을 지닌 용입재를 사용한다.
- ② 이 절에서 임계용접부로 지정하지는 않았지만, 임계용접부의 지정이 합당한 용접부가 있을 수가 있다. 이런 경우는 비탄성변형도 및 파괴가 유발하는 결과를 감안하여 판단한다.
- ③ 지진하중저항시스템에서 기둥이음에 사용된 완전용입그루브용접을 임계용접부로 지정하였다면, 기둥과 베이스플레이트의 완전용입그루브용접부도 기둥이음과 마찬가지로 임계용접부로 고려하여야 한다. 특수 및 중간모멘트골조에서 임계용접부로 지정되어야 하는 완전용입그루브용접에는 다음의 경우가 포함된다.

가. 보플랜지와 기둥의 용접

나. 단일전단플레이트와 기둥의 용접

다. 보웨브와 기둥의 용접

라. 기둥이음부의 용접(기둥주각부를 포함)

- ④ 보통모멘트골조의 경우 위의 ①, ② 및 ③과 관련된 완전용입그루브용접부가 전형적인 임계용접부의 예가 된다. 편심가새골조의 경우는, 링크보와 기둥 사이의 완전용입그루브용접부가 임계용접부에 해당된다. 또 다른 임계용접부의 예로는, 조립편심가새골조의 링크보에서 웨브플레이트와 플랜지플레이트를 연결하는 용접, 그리고 완전용입그루브용접을 사용하는 기둥이음부를 생각할 수 있다.

건축물 강구조 설계기준

4.10.7.4 보호영역

이 절에 의해서 보호영역이라 규정된 곳에서는 아래의 조건을 따라야 한다.

- (1) 보호영역 안에서 가용접, 가설작업, 가우징 및 열절단 등에 의해 발생한 노치나 결함은 책임 구조기술자의 지시에 따라 보수한다.
- (2) 데크의 정착을 위한 아크점용접은 허용된다.
- (3) 건물 외곽부의 앵글, 건물의 외피, 칸막이, 덕트 및 파이프, 그리고 기타 구조물의 부착을 위한 용접, 볼트, 스크루, 그리고 기타 접합물은 보호영역 내에 사용할 수 없다.
- (4) 4.19.1의 인증절차 또는 4.19.2의 접합부 성능인증시험에 근거할 경우는 용접전단스터드 및 다른 접합을 보호영역 내에 허용할 수 있다.
- (5) 보호영역 밖에서, 부재를 관통하는 접합이 사용될 때, 예상모멘트에 근거한 계산을 통해서 순간면의 적합성을 입증할 수 있어야만 한다.

4.10.7.5 연속판 및 스틱프너

- (1) 압연형강의 웹에 설치된 연속판 및 스틱프너의 모서리는 아래 설명대로 클립한다. 웹방향의 클립치수는 압연형강의 K -영역이 38 mm 이상 되도록 한다.
- (2) 플랜지방향의 클립치수는 K -영역보다 13 mm를 초과하지 않도록 한다. 플랜지 및 웹의 단부용접이 수월하게 시공될 수 있도록 클립의 상세를 만들어야 한다. 원형클립을 사용하는 경우는 최소반경은 13 mm 이상이 되어야 한다.
- (3) 책임구조기술자가 승인하지 않으면, 기둥웹과 기둥플랜지의 교차점에 인접한 용접단부에서의 연속판용접에 엔드탭을 사용할 수 없다. 책임구조기술자가 엔드탭을 제거할 것을 요구하지 않으면, 이 위치의 엔드탭은 제거하지 않는다.

4.10.8 부재

4.10.8.1 적용범위

지진력저항시스템의 부재는 이 장과 이 절을 따른다. 지진력저항시스템에 속하지 않는 기둥은 4.10.8.4(2)를 참조한다.

4.10.8.2 국부좌굴에 대한 단면의 분류

(1) 콤팩트단면

이 절에 의해 콤팩트단면이 요구될 때, 지진력저항시스템의 부재는 웹과 연속적으로 접합된 플랜지로 이루어져야 하며, 압축요소의 판폭두께비 λ_p 는 표 1.5-1의 한계값을 초과해서는 안 된다.

(2) 내진콤팩트단면

이 절에 의해 내진콤팩트단면이 요구될 때, 지진력저항시스템의 부재는 웨브와 연속적으로 접합된 플랜지로 이루어져야 하며, 압축요소의 판폭두께비는 이의 한계판폭두께비 λ_{ps} 를 초과해서는 안 된다.(표 4.10-2 참조)

표 4.10-2 압축요소에 대한 판폭두께비 제한값

	요소 설명	판폭 두께비	판폭두께비 제한값
			λ_{ps} (내진콤팩트)
비 구 속 판 요 소	힘을 받는 압연 및 조립 H형강의 플랜지 [a], [c], [e], [f]	b/t	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	균등압축을 받는 압연 및 조립 H형강의 플랜지 [b]	b/t	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	균등압축을 받는 압연 및 조립 H형강의 플랜지 [d]	b/t	$0.38 \sqrt{E/F_y}$
	ㄷ형강의 플랜지, 연속으로 접합된 앵글의 다리, 가새 플랜지의 균등압축 [c]	b/t	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	H파일단면의 플랜지의 균등압축	b/t	$0.45 \sqrt{E/F_y}$
	평강	b/t	2.5
	단일앵글의 다리, 분리자를 갖는 더블앵글의 다리, T형강의 플랜지의 균등압축	b/t	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
	균일압축을 받는 T형강시스템	b/t	$0.30 \sqrt{E/F_y}$
구 속 판 요 소	달리 지정되지 않는 한 특수모멘트골조 보의(힘에 의한 압축을 받는) 웨브	h/t_w	$2.45 \sqrt{E/F_y}$
	힘에 의한 압축 또는 힘과 압축의 조합력을 받는 웨브 [a], [c], [f], [g], [h]	h/t_w	$C_a \leq 0.125$ [i] $3.14 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \cdot (1 - 1.54 C_a)$
			$C_a > 0.125$ [i] $1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \cdot (2.33 - C_a) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	축력에 의한 압축, 축력과 힘에 의한 압축 또는 힘에 의한 압축을 받는 원형강관 [c]	D/t	$0.044 E/F_y$
	축력에 의한 압축, 축력과 힘에 의한 압축 또는 힘에 의한 압축을 받는 직사각형강관 [c]	b/t 또는 h/t_w	$0.64 \sqrt{E/F_y}$
	H형파일단면의 웨브	h/t_w	$0.94 \sqrt{E/F_y}$

[a] 4.10.9의 특수모멘트골조, 4.10.16의 특수강관전단벽의 보에 요구됨.

[b] 2.4.1의 λ_p 의 사용이 허용되지만, 식 (4.10-3)의 비가 2.0보다 이하이면, 4.10.9의 특수모멘트골조기둥에 요구됨.

[c] 4.10.12의 특수중심가새골조의 기둥·가새 및 4.10.13 보통중심가새골조의 가새에 요구됨.

[d] 4.10.13 편심가새골조의 기둥은 표 1.5-1의 λ_p 를 사용하는 것이 허용됨.

[e] 4.10.13 편심가새골조의 링크에 대한 요구조건; 단, 링크길이가 $1.6M_p/V_p$ 이하인 플랜지의 경우 표 1.5-1의 λ_p 를 사용하는 것이 허용됨.

[f] 4.10.15 좌굴방지가새골조의 보와 기둥에 대한 요구조건.

[g] 4.10.16 특수강관전단벽기둥에 대한 요구조건.

[h] 식 (4.10-3)의 비가 2.0보다 크면, 4.10.9의 특수모멘트골조의 기둥, 4.10.13의 편심가새골조의 기둥; 링크길이가 $1.6M_p/V_p$ 이하인 편심가새골조의 웨브에 대해서는, 아래의 λ_p 를 사용하는 것이 허용됨.

$$C_a \leq 0.125, \lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 2.75 C_a)$$

$$C_a > 0.125, \lambda_p = 1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \cdot (2.33 - C_a) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

[i] 한계상태설계, $C_a = \frac{P_u}{\phi_t P_y}$

여기서, P_u : 소요압축강도(N), P_y : 압축항복강도(N), $\phi_t = 0.90$

4.10.8.3 기둥의 강도

중폭지진하중을 고려하지 않은 상태에서 $P_u / \phi_c P_n > 0.4$ 인 조건에 있으면, 다음의 요구조건을 만족시켜야 한다.

(1) 소요압축강도 및 인장강도는 모멘트의 영향은 무시하고 중폭지진하중을 포함한 4.10.4.1의 하중조합에 의해 산정한다.

(2) 소요압축강도 및 인장강도는 아래의 값 중 어느 것도 초과할 필요는 없다.

- ① 건물의 가세요소 또는 연결된 보의 공칭강도에 $1.1 R_y$ 를 곱하여 산정되는 기둥에로의 최대 전달하중
- ② 전도인발에 대한 기초의 저항력으로 결정되는 한계값

$$\phi_c = 0.9$$

여기서, P_n : 기둥의 공칭압축강도, N

P_u : 기둥의 소요압축강도, N

4.10.8.4 기둥의 이음

(1) 일반사항

- ① 지진력저항시스템의 기둥이음부 소요강도는 4.10.8.3, 4.10.9.9, 4.10.10.9, 4.10.11.9, 4.10.12.5 및 4.10.15.5(1)의 규정을 고려해야 하고 기둥의 소요강도와 같도록 한다.
- ② 또한 중폭지진하중이 포함된 4.10.4.1의 하중조합을 적용했을 때 인장응력을 받는 것으로 계산된 기둥의 용접이음부는 다음의 조건을 모두 만족해야 한다.
 - 가. 부분용입그루브용접조인트가 사용된다면, 설계강도는 적어도 소요강도의 200% 이상이 되어야 한다.
 - 나. 각 플랜지이음부의 설계강도는 적어도 $0.5 R_y F_y A_f$ 이상이 되어야 한다. 여기서 $R_y F_y$ 는 기둥부재의 예상항복응력이고 A_f 는 연결된 기둥 가운데 작은 기둥의 플랜지면적이다.
- ③ 부분용입그루브용접을 사용한 기둥이음에서 플랜지와 웨브의 두께와 폭의 변화가 발생할 때, 베벨가공은 필요하지 않다.
- ④ 기둥웨브의 이음은 전체가 볼트, 아니면 용접으로 하거나 또는 한쪽 기둥은 용접하고 다른 한쪽은 볼트로 접합할 수 있다. 모멘트골조에서 볼트이음을 사용할 경우, 플레이트 또는 ㄷ형강을 기둥웨브 양쪽에 사용한다.
- ⑤ 필릿용접 또는 부분용입그루브용접으로 된 기둥이음부의 중심선은 보-기둥접합부로부터 1.2 m 혹은 그 이상 이격시켜야 한다. 보와 기둥접합부 사이의 기둥순높이가 2.4 m 이하일 때 이음은 순높이의 중간에 위치해야 한다.

(2) 지진력저항시스템이 아닌 기둥

지진력저항시스템의 부재에 속하지 않는 기둥이음은 다음 사항을 만족해야 한다.

- ① 이음은 보-기둥접합부로부터 1.2 m 이상 이격시켜야 한다. 보와 기둥접합부 사이의 기둥의 순높이가 2.4 m보다 작을 때, 기둥이음은 순높이의 중간에 위치하여야 한다.
- ② 기둥의 양 직각축 모두에 대한 기둥이음의 소요전단강도는 M_{pc}/H 가 되어야 한다. 여기서 M_{pc} 는 해당되는 방향의 기둥단면 중 작은 공칭소성휨강도이며, H 는 층고이다.

4.10.8.5 기둥주각부

기둥주각부의 소요강도는 4.10.8.5.1, 4.10.8.5(2) 및 4.10.8.5(3)에 따라서 계산한다. 앵커볼트의 설계강도는 4.7.9를 참고한다. 철근의 정착, 보강철근 관련 사항, 기둥주각부 콘크리트의 설계강도는 KDS 41 30 00의 RC 및 PS콘크리트의 휨 및 정착을 참고한다.

(1) 소요압축강도

기둥주각부의 소요압축강도는 기둥주각부에 접합된 모든 강재요소소요강도의 수직성분의 합으로 산정한다.

(2) 소요전단강도

기둥주각부의 소요전단강도는 기둥주각부에 접합된 모든 강재요소소요강도의 수평성분의 합으로 하되 다음과 같이 산정한다.

- ① 대각가새의 경우, 수평성분은 지진력저항시스템의 가새접합부의 소요강도로부터 산정한다.
- ② 기둥의 경우, 수평성분은 아래의 2가지 가운데 작은 값 이상이 되어야 한다.
 가. 기둥의 $2R_y F_y Z_x / H$. 여기서, H 는 층고로서 바닥골조의 중심선 사이의 거리 또는 각층 바닥 상부간 거리로 취할 수 있다(mm).
 나. 증폭지진하중을 포함하여 4.10.4.1의 하중조합을 사용하여 계산된 전단력.

(3) 소요휨강도

기둥주각부의 소요휨강도는 기둥주각부에 접합된 모든 강재요소 소요강도의 합으로 하되 다음과 같이 산정한다.

- ① 대각가새의 경우, 소요휨강도는 지진력저항시스템의 가새접합부의 소요강도 이상이어야 한다.
- ② 기둥의 경우, 소요휨강도는 아래의 2가지 가운데 작은 값 이상이 되어야 한다.
 가. 기둥의 $1.1R_y F_y Z$
 나. 증폭지진하중을 포함한 4.10.4.1의 하중조합을 사용하여 계산한 모멘트

4.10.8.6 H형강말뚝

(1) H형강말뚝의 설계

H형강말뚝의 설계는 조합응력을 받는 부재의 설계와 관련된 4.5을 따른다. H형강말뚝은 4.10.8.2의 요구조건에 부합하여야 한다.

(2) 경사H형강말뚝

경사말뚝 및 수직말뚝을 하나의 그룹말뚝(무리말뚝)으로서 사용할 경우, 수직말뚝은 고정하중과 활하중에 의한 조합효과에 대해 지지할 수 있도록 설계하며, 경사말뚝에 하중을 분담해서는 안 된다.

(3) H형강말뚝의 인장력

각 말뚝의 인장력은 말뚝매립부의 전단키, 보강근 혹은 스테드처럼 기계적인 방법에 의해서 말뚝캡에 전달되어야 한다. 말뚝캡의 바로 아래에, 적어도 말뚝단면 춤 정도가 되는 길이 부분에는 부착 및 용접을 금한다.

4.10.9 특수모멘트골조

4.10.9.1 적용범위

특수모멘트골조는 설계용 지진동이 유발한 외력을 받을 때 상당한 비탄성변형을 수용할 수 있는 골조를 지칭하며 이 조항의 규정을 만족하도록 설계한다.

4.10.9.2 보-기둥접합부

(1) 요구사항

지진하중저항시스템에 속한 보-기둥접합부는 다음의 3가지 조건을 만족해야 한다.

- ① 접합부는 최소 0.04 rad의 층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다.
- ② 기둥 외주면에서 접합부의 계측 휨강도는 0.04 rad의 층간변위에서 적어도 보 M_p 의 80% 이상이 유지되어야 한다.
- ③ 접합부의 소요전단강도는 다음의 지진하중효과 E 에 의해 산정한다.

$$E = 2 [1.1R_y M_p] / L_h \quad (4.10-1)$$

여기서, R_y : 공칭항복강도(F_y)에 대한 예상항복응력의 비

M_p : 공칭소성모멘트

L_h : 보 소성힌지 사이의 거리

위에 언급된 요구조건을 만족시키는 외에도, 접합부자체의 변형에 의해 발생할 수 있는 추가 횡변위까지도 구조물이 수용할 수 있음을 설계과정에서 입증해야 한다. 이 경우 2차효과를 포함한 골조전체의 안정성해석이 이루어져야 한다.

(2) 성능입증

상기 (1)에서 요구하는 지진하중저항시스템의 보-기둥접합부의 성능요건은 다음의 1가지 방법에 의해 입증되어야 한다.

- ① 4.19.1의 특수모멘트골조용 인증접합부를 사용
- ② 4.19.2의 접합부성능인증 시험절차에 의해 얻어진 시험결과를 제시한다. 최소 2개의 반복 재하실험결과를 제시해야 하며 다음 2가지 중 하나에 근거를 둘 수 있다.
 - 가. 연구논문 또는 신뢰할 만한 연구보고서의 실험결과, 또는 해당 프로젝트의 조건과 유사한 타 프로젝트를 위해 4.19.2의 제한조건을 준수하여 수행된 실험결과.
 - 나. 해당 프로젝트를 위해 부재사이즈, 재료강도, 접합조건, 시공과정 등을 반영하여 4.19.2의 접합부성능인증 시험절차에 의한 실험결과.

(3) 용접

- ① 4.19.1의 인증접합부에서 예외로 인정하는 경우, 그리고 4.19.2의 접합부성능인증시험에 의해 별도로 결정된 경우를 제외하고는 보플랜지, 전단플레이트, 그리고 보웹브와 기둥 사이의 완전용입용접부는 4.10.7.3(2)에서 기술한 임계용접부로 고려한다.
- ② 임계용접부의 지정을 위해서는, 이 조항의 일반적인 규정 대신에 특정접합부의 시험관련 기준이 우선되어야 한다. 즉 이 조항이 특정용접부를 임계용접부로 지정하였어도, 좀 더 구체적인 기준이나 시험에서 이를 지정하지 않으면 구체적 기준이나 시험이 우선한다. 마찬가지로 이 조항에서 지정치 않은 부위를 구체적 기준이나 시험에서는 임계용접부로 지정할 수 있다.

(4) 보호영역

- ① 비탄성변형이 발생하는 보의 양단부분은 보호영역으로서 이 영역은 4.10.7.4의 요구조건을 만족해야 한다. 보호영역의 범위는 4.19.1의 인증접합부에 따르거나 또는 4.19.2의 접합부성능시험에서 결정된 부분을 따른다.
- ② 특수모멘트골조의 보 소성힌지영역은 보호영역으로 고려해야 한다. 보의 소성힌지영역의 범위는 4.10.9.2.(2)에 규정한 접합부의 성능인증요소의 하나로서 제시되어야 한다. 일반적으로, 비보강접합부의 보호영역은 기둥외주면에서부터 소성힌지점을 지나 보춤의 1/2 지점까지 확장된 범위가 된다.

4.10.9.3 보-기둥접합부 패널존(보웹브와 기둥웹브가 평행한 경우)

(1) 전단강도

패널존의 소요두께는 성능인증에 사용된 시험체의 접합부 또는 인증접합부의 패널존 설계에 사용된 방법에 따라 산정한다. 패널존의 최소소요전단강도는 소성힌지점에서의 예상모멘트를 기둥외주면으로 외사하여 구한 모멘트의 합으로부터 산정한다. 패널존의 설계전단강도는 $\phi_v R_v$ 가 된다 (여기서, $\phi_v = 1.0$).

그리고 공칭전단강도는 전단항복한계상태에 해당되는 강도로서 4.7.10.6의 규정에 의하여

건축물 강구조 설계기준

산정한다.

(2) 패널존의 두께

기둥웹과 패널존보강판 각각은 다음의 기준을 만족해야 한다.

$$t > (d_z + w_z)/90 \quad (4.10-2)$$

여기서, t : 기둥웹 또는 패널존보강판의 두께, mm

d_z : 접합부에 연결된 보 중 보다 깊은 보의 $d-2t_f$, mm

w_z : 기둥플랜지 사이의 패널존의 폭, mm

만일 기둥웹과 패널존보강판을 플러그용접에 의해 접합해서 국부좌굴이 방지되도록 하면 기둥웹과 패널존두께의 총합이 식 (4.10-2)를 만족하면 된다.

(3) 패널존보강판

기둥웹의 두께가 식 (4.10-2)를 만족시키지 못할 경우에는 패널존보강판을 기둥웹에 직접 적용해야 한다. 그렇지 않은 경우에는 패널존보강판을 기둥웹과 떨어져 배치하는 것도 가능하다.

① 기둥웹에 붙은 보강판

보강판은 보강판 전체 두께의 강도가 발현되도록 완전용입용접이나 필릿용접을 사용해서 기둥플랜지에 용접한다. 연속판이 없는 경우 보강판과 기둥웹이 식 (4.10-2)를 만족시키지 못하면, 보강판을 통한 하중전달을 고려하여 보강판의 상하변을 필릿용접한다.

② 기둥웹과 떨어진 보강판

보강판은 보강판 전체 두께의 강도가 발현되도록 완전용입용접을 사용해서 기둥플랜지에 용접한다. 보강판은 보 플랜지 끝단과 기둥 중심선간 거리의 1/3 ~ 2/3에 위치하여야 하며, 좌우 대칭으로 배치한다.

③ 연속판이 있는 보강판

보강판은 연속판을 통한 하중전달을 고려하여 연속판에 용접한다.

④ 연속판이 없는 보강판

연속판이 없는 경우 보강판을 접합부에 연결된 보 중 보다 깊은 보의 위 아래로 최소 150 mm 연장해야 한다.

4.10.9.4 보와 기둥의 구조제한

다음의 사항과 더불어 4.10.8.1의 요구사항을 만족하여야 한다.

(1) 폭-두께비제한

실험에 의해 별도로 입증되지 않는 한, 보와 기둥부재들은 4.10.8.2(2)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 보플랜지

소성힌지영역에서의 급격한 보플랜지단면의 변화는 허용되지 않는다. 드릴로 보플랜지를 천공하거나 혹은 플랜지폭을 절취하는 것은 실험이나 인증을 통해 안정적으로 소성힌지가 발현될 수 있음을 입증한 후에 허용된다. 그 형상은 4.19.1의 절차를 만족한 접합부, 또는 4.19.2에 따른 접합부성능인증 실험절차를 통과한 접합부의 형상과 일관성이 유지되어야 한다.

4.10.9.5 연속판

연속판은 4.19.1의 절차를 만족하는 접합부 또는 4.19.2에 따른 접합부성능인증 실험절차를 통과한 접합부의 연속판과 일관성이 유지되도록 한다.

4.10.9.6 기둥-보의 모멘트비

보기둥접합부에서는 다음의 관계식이 만족되어야 한다.

$$\frac{\Sigma M_{pc}^*}{\Sigma M_{pb}^*} > 1.0 \quad (4.10-3)$$

여기서, ΣM_{pc}^* : 보와 기둥의 중심선의 교점에서의 접합부 상하 기둥의 모멘트들의 합. 접합부 상하 기둥의 공칭휨강도를 기둥의 축력을 감안하여 감소시킨 후 보중심선으로 외사하여 합산하며 (현치가 있을 경우는 이의 존재를 고려함) 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\Sigma M_{pc}^* = \Sigma Z_c (F_{yc} - P_{uc}/A_g)$$

만약 양측 보의 중심선이 일치하지 않을 경우에는 2중심선의 중간선을 기준으로 사용한다.

ΣM_{pb}^* : 보와 기둥의 중심선의 교점에서의 보모멘트들의 합. 보 소성힌지부에서의 예상보휨강도를 기둥중심선으로 외사하여 합산하며 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\Sigma M_{pb}^* = \Sigma (1.1 R_y F_{yb} Z_b + M_{uv}).$$

대안으로서는 4.19.1의 절차를 만족한 접합부 또는 4.19.2에 따른 접합부 성능인증 실험절차를 통과한 접합부의 자료를 기준으로 산정할 수 있다. 만약 보단면감소부를 갖는 접합부라면, 다음의 식에 의한 계산이 허용된다.

$$\Sigma M_{pb}^* = \Sigma (1.1 R_y F_{yb} Z_{RBS} + M_{uv})$$

여기서, A_g = 기둥의 전체단면적, mm²

F_{yc} = 기둥의 공칭항복응력, MPa

M_{uv} = 소성힌지 위치에서 기둥중심선까지의 전단중폭에 의한 누가모멘트, N · mm

P_{uc} = 소요압축강도(압축을 양의 부호로 고려), N

Z_b = 보의 소성단면계수, mm³

Z_c = 기둥의 소성단면계수, mm³

Z_{RBS} = 보단면감소부의 최소소성단면계수, mm³

건축물 강구조 설계기준

예외사항: 위의 요건은 다음의 2조건 중 하나가 만족될 경우 따르지 않아도 된다.

- (1) 중폭지진하중을 제외한 나머지 모든 하중조합에 대해 $P_{rc} < 0.3P_c$ 를 만족하고 다음의 2가지 가운데 하나를 만족하는 기둥

- ① 단층건물의 기둥이나 다층건물의 최상층부 기둥
- ② 다음의 기둥

가. 해당 층에서 규정적용이 면제되는 기둥들의 설계전단강도의 합이 그 층의 모든 모멘트 골조기둥의 설계전단강도 총합의 20% 이하이면서 또한,

나. 각 모멘트골조 기둥열에 위치한 규정 적용이 면제된 기둥의 설계전단강도의 합이, 모든 모멘트골조기둥의 설계전단강도의 33%보다 작은 경우. 위의 면제 규정을 적용함에 있어 기둥열은 다음과 같이 정의한다. 기둥들이 단일한 선으로 연결되거나 기둥열에 직각인 평면치수의 10% 폭 내에 위치하는 일군의 평행한 기둥선으로 정의한다.

여기서, $P_c = F_{yc}A_g : N$

$P_{rc} = P_{uc} : \text{소요압축강도, } N$

- (2) 위 층보다 설계전단강도 대 소요전단강도의 비가 50% 이상 큰 기둥

4.10.9.7 보-기둥접합부의 횡지지

- (1) 횡지지된 접합부

보웹브와 기둥웹브가 동일 평면상에 있고 기둥의 패널존 외부가 탄성상태를 유지한다면, 보-기둥접합부의 기둥플랜지는 보의 상부플랜지 위치에서만 횡지지가 요구된다. 식 (4.10-3)을 사용하여 계산한 비가 2.0보다 크다면 기둥은 탄성상태를 유지하는 것으로 가정할 수 있다. 만약 패널존 외부의 기둥이 탄성상태에 있지 않다면 다음의 규정을 만족하여야 한다.

- ① 보의 상하플랜지 위치 모두에서 기둥플랜지는 직접 혹은 간접적으로 횡지지가 이루어져야 한다. 기둥플랜지의 직접 횡지지는 횡좌굴방지를 위해 기둥플랜지의 적합한 위치의 부착된 가새나 기타 부재, 데크 또는 슬래브에 의해 이루어진다. 간접횡지지는 기둥플랜지에 직접 부착되지는 않지만 기둥웹브나 스티프너플레이트를 통해 작용하는 부재나 접합부의 강성에 의한 횡지지를 지칭한다.
- ② 기둥플랜지 각각의 횡지지가새의 소요강도는 보플랜지강도 $F_y b_f t_{bf}$ 의 2%에 대해 설계한다.

- (2) 횡지지되지 않은 접합부

횡지지되지 않은 보-기둥접합부를 갖는 내진골조의 기둥은, 인접한 횡지지간의 거리를 기둥의 좌굴길이로 사용하여 4.5에 의해 설계를 하며 다음의 사항을 반영한다.

- ① 기둥의 소요강도는 1.5.1의 적절한 하중조합을 사용하되, 지진하중 E 는 다음 2가지 중 작은 값을 택한다.
 - 가. 중폭지진하중
 - 나. 보의 설계휨강도 또는 패널존의 설계전단강도를 기반으로 계산된 골조설계강도의 125%

- ② 기둥의 세장비 L/r 은 60을 넘지 않도록 한다.
- ③ 내진골조에 직각인 방향의 기둥의 소요휨강도는 4.10.9.7(1)②의 보플랜지횡지지력이 유발한 모멘트와 이로 인한 기둥플랜지변형에 의한 2차효과를 고려하여 산정한다.

4.10.9.8 보의 횡지지

- (1) 보의 상하플랜지는 모두 $L_b = 0.086r_y E / F_y$ 이하로 횡지지되어야 한다. 횡지지재는 식 (4.17-7) 과 (4.17-8)를 만족하여야 한다. 여기서 $M_r = M_u = R_y Z F_y$, 그리고 $C_d = 1.0$ 을 사용한다.
- (2) 집중하중점이나 단면의 변하는 위치에는 추가로 횡지지를 설치한다.
- (3) 횡지지재의 설치위치는 4.19.1의 절차를 만족하는 접합부 또는 4.19.2에 따른 접합부성능인 중 실험절차를 통과한 접합부의 조건과 일관성이 유지되도록 한다.

4.10.9.9 기둥의 이음

- (1) 기둥의 이음은 4.10.8.4(1)의 규정을 따라야 한다.
- (2) 그루브용접을 사용할 경우는 4.10.7.3(2)에 부합되게 완전용입용접으로 해야 한다. 용접탭은 제거하도록 한다.
- (3) 만약 그루브용접이 사용되지 않을 경우에는, 이음부의 소요강도는 적어도 작은 쪽 기둥의 휨강도 $R_y F_y Z_x$ 이상이 되어야 한다. 기둥 웨브의 이음의 소요전단강도는 적어도 $\Sigma M_{pc} / H$ 이상이 되어야 한다, 여기서 ΣM_{pc} 는 이음부의 상하에 위치한 기둥의 공칭소성휨강도의 합이다.
- (4) 적절한 응력집중계수 또는 파괴역학의 응력집중계수를 고려하여 산정된 기둥이음부의 소요강도는 비탄성해석에서 얻어진 이음부소요강도를 초과할 필요가 없다.

4.10.10 중간모멘트골조

4.10.10.1 적용범위

중간모멘트골조는 설계용지진동에 의한 외력을 받을 때 제한된 크기의 비탄성변형을 수용할 수 있는 골조를 지칭하며 이 조항의 규정을 만족하도록 설계한다.

4.10.10.2 보-기둥접합부

(1) 요구사항

지진하중저항시스템에 속한 보-기둥접합부는 다음의 조건을 제외하고는 4.10.9.2(1)의 요구조건을 만족해야 한다.

- ① 접합부는 최소 0.02 rad의 층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다.
- ② 접합부의 소요전단강도는 4.10.9.2(1)에 따라 산정하되, 해석에 의하여 입증된 경우에는

건축물 강구조 설계기준

V_u 또는 V_a 보다 작은 값을 적용할 수 있다. 소요전단강도는 증폭지진하중을 사용한 1.5.1의 적절한 하중조합을 이용하여 산정된 전단력을 초과할 필요는 없다.

- ③ 기둥외주면의 접합부의 휨강도는 0.02 rad의 중간변위각에서 적어도 보의 공칭소성모멘트의 80% 이상이 되어야 한다.

(2) 접합부성능입증

4.10.10.2(1)에서 요구하는 지진하중저항시스템의 보-기둥접합부의 성능요건은 다음의 1가지 방법에 의해 입증되어야 한다.

- ① 보플랜지를 완전용입용접으로 접합하고 보의 웨브는 용접 또는 고장력볼트로서 접합한 접합부로서 보의 춤이 750 mm를 초과하지 않으면 중간모멘트골조의 접합부로서 인정할 수 있다.
- ② 4.19.1의 중간모멘트골조용 인증접합부를 사용
- ③ 이 규정의 4.19.2의 접합부성능인증 시험절차에 의해 얻어진 실험결과를 제시한다. 최소 2개의 반복재하실험결과를 제시해야 하며 다음 2가지 가운데 하나에 근거를 둘 수 있다.
 - 가. 연구논문 또는 신뢰할 만한 연구보고서의 실험결과, 또는 해당 프로젝트의 조건과 유사한 타 프로젝트를 위해 4.19.2의 제한조건을 준수하여 수행된 실험결과.
 - 나. 해당 프로젝트를 위해 부재사이즈, 재료강도, 접합조건, 시공과정 등을 반영하여 4.19.2의 접합부성능인증 시험절차에 의한 실험결과.

(3) 용접

- ① 4.19.1의 인증접합부에서 예외로 인정하는 경우나 4.19.2의 접합부성능인증시험에 의하여 별도로 결정된 경우를 제외하고는 보플랜지, 전단플레이트, 그리고 보웨브와 기둥 사이의 완전용입용접부는 4.10.7.3(2)에서 기술한 임계용접부로 고려한다.
- ② 임계용접부의 지정을 위해서는 이 조항의 일반적인 규정 대신에 특정접합부의 시험 관련 기준이 우선되어야 한다. 즉, 이 조항이 특정용접부를 임계용접부로 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.

(4) 보호영역

- ① 비탄성변형이 발생하는 보의 양단부분은 보호영역으로서 이 영역은 4.10.7.4의 요구조건을 만족해야 한다. 보호영역의 범위는 4.19.1의 인증접합부에 따르거나 또는 4.19.2의 접합부성능시험에서 결정된 부분을 따른다.
- ② 중간모멘트골조의 보소성힌지영역은 보호영역으로 고려되어야 한다. 보의 소성힌지영역의 범위는 접합부의 성능인증 요소의 하나로서 제시되어야 한다. 일반적으로 비보강접합부의 보호영역은 기둥외주면에서부터 소성힌지점을 지나 보춤의 1/2지점까지 확장된 범위가 된다.

4.10.10.3 보-기둥접합부 패널존(보웨브와 기둥웨브가 평행한 경우)

이 기준에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

4.10.10.4 보 및 기둥의 구조제한

다음 사항과 더불어 4.10.8.1의 요구사항을 만족하여야 한다.

(1) 폭두께비 제한

실험에 의해 별도로 입증되지 않는 한 보와 기둥부재들은 4.10. 8.2(1)의 요구사항을 만족해야 한다.

(2) 보플랜지

소성힌지영역에서의 급격한 보플랜지단면의 변화는 허용되지 않는다. 드릴로서 보플랜지를 천공하거나 플랜지폭을 절취하는 것은 실험이나 인증을 통해 안정적으로 소성힌지가 발현될 수 있음을 입증한 후에 허용된다. 그 형상은 4.19.1의 절차를 만족한 접합부 또는 4.19.2에 따른 접합부성능인증실험절차를 통과한 접합부의 형상과 일관성이 유지되어야 한다.

4.10.10.5 연속판

연속판의 두께는 편측 접합부에서는 접합된 보플랜지두께의 1/2 이상, 양측접합부에서는 접합된 보플랜지두께 이상으로 하거나, 4.19.1의 절차를 만족한 접합부 또는 4.19.2에 따른 접합부 성능인증실험절차를 통과한 접합부의 연속판과 일관성이 유지되도록 한다.

4.10.10.6 기둥-보의 모멘트비

이 기준에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

4.10.10.7 보-기둥 접합부의 횡지지

7장에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

4.10.10.8 보의 횡지지

- (1) 보의 상하플랜지 모두 횡지지되어야 한다. 횡지지간격은 $L_b = 0.17r_y E / F_y$ 를 넘지 않도록 한다. 횡지지가새는 식 (4.17-7)과 식 (4.17-8)을 만족해야 한다. 여기서, $M_r = M_u = R_y Z F_y$, 그리고 $C_d = 1.0$ 을 사용한다.
- (2) 횡지지는 집중하중이 작용하는 부근이나 단면의 변화가 생기는 위치에는 추가로 설치되어야 한다.
- (3) 횡지지의 위치는 4.19.1의 절차를 만족한 접합부 또는 4.19.2에 따른 접합부성능인증실험절차를 통과한 접합부의 조건과 일관성이 유지되도록 한다.

건축물 강구조 설계기준

4.10.10.9 기둥의 이음

기둥의 이음은 4.10.8.4(1)의 규정을 따라야 한다. 그루브용접을 사용할 경우는 4.10.7.3(2)의 기준에 부합되게 완전용입용접으로 해야 한다.

4.10.11 보통모멘트골조

4.10.11.1 적용범위

보통모멘트골조는 설계지진력이 구조물에 작용할 때 부재와 접합부가 최소한의 비탄성변형을 수용할 수 있는 골조를 지칭하며 이 조항의 규정을 만족하도록 설계한다. 4.10.11.2(1), 4.10.11.2(3)과 4.10.11(5)의 요구사항을 만족하지 않더라도 4.10.9.2(2)와 4.10.9.5 또는 4.10.10.2(2)와 4.10.10.5의 요구사항을 만족하는 접합부는 보통모멘트골조에 사용될 수 있다. 중간모멘트골조의 요구사항을 충족하더라도 보의 높이가 750 mm를 초과하는 경우에는 보통모멘트골조로 분류한다.

4.10.11.2 보-기둥접합부

보-기둥접합부는 용접이나 고장력볼트를 사용하여야 하며, 다음 규정에 따라 완전강접 또는 부분강접으로 설계할 수 있다.

(1) 완전강접모멘트접합부의 요구사항

- ① 지진하중저항시스템에 속한 완전강접모멘트접합부의 소요휨강도는 보단면에 대한 $1.1 R_y M_p$ 또는 구조시스템에서 발생할 수 있는 최대모멘트 중 작은 값으로 산정할 수 있으며 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.

가. 용접접근공의 형상은 보플랜지에서의 응력집중이 최소화될 수 있도록 가공한다. 용접접근공의 표면거칠기는 $13 \mu\text{m}$ 를 초과하지 않도록 하며, 노치와 가우지가 없어야 한다. 책임구조기술자의 지시에 따라 노치와 가우지를 보수하도록 한다. 엔드플레이트 볼트모멘트접합부에서 엔드 플레이트에 연결되는 보웨브에는 용접접근공을 설치하지 않는다.

나. 접합부에서 인장력에 저항하는 양면부분용입용접과 양면 필릿용접의 소요강도는 연결되는 요소나 부분에 대해서 $1.1 R_y F_y A_g$ 로 산정한다. 접합부에서 인장력이 작용하는 부분에는 1면부분용입용접이나 1면필릿용접을 사용하지 않는다.

- ② 완전강접모멘트접합부의 소요전단강도 V_u 는 다음의 지진하중효과 E 를 이용하여 산정한다.

$$E = 2 [1.1 R_y M_p] / L_h \quad (4.10-4)$$

정밀한 해석에 의하여 입증된 경우에는 V_u 보다 작은 값을 적용할 수 있다. 소요전단강도는 증폭지진하중을 사용한 1.5.1의 적절한 하중조합을 이용하여 산정된 전단력을 초과할 필요는 없다.

(2) 부분강접모멘트접합부의 요구사항

다음의 요구사항을 만족하는 경우에는 부분강접모멘트접합부를 사용할 수 있다.

- ① 부분강접접합부는 4.10.11.2(1)에서 규정된 소요강도에 대하여 설계하여야 한다.
- ② 접합부의 공칭휨강도 M_n 은 연결되는 보의 M_p 의 50% 이상이어야 한다. 단, 1층 구조물의 경우, 접합부의 공칭휨강도 M_n 은 연결되는 기둥의 M_p 의 50% 이상이어야 한다.
- ③ 부분강접모멘트접합부의 강성과 강도는 전체골조의 안정성에 미치는 영향을 포함하여 설계에 반영하도록 한다.
- ④ 부분강접모멘트접합부에 대한 V_u 는 하중조합에 의한 전단력과 접합부가 저항할 수 있는 최대단부모멘트로부터 산출된 전단력을 합산하여 산정한다.

(3) 용접

보플랜지, 전단플레이트, 그리고 보웨브와 기둥사이의 완전용입용접부는 4.10.7.3(2)에서 기술된 임계용접부로서 고려한다.

4.10.11.3 보-기둥접합부의 패널존(보웨브와 기둥웨브가 나란한 경우)

이 기준에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

4.10.11.4 보와 기둥의 구조제한

4.10.8.1 이외의 추가로 요구되는 사항은 없다.

4.10.11.5 연속판

- (1) 완전강접모멘트접합부에서 보의 플랜지 또는 보-플랜지 연결플레이트를 기둥플랜지에 직접 용접하는 경우에는 연속판을 설치하여야 한다. 또한, 기둥 플랜지의 두께가 다음 조건에 해당하는 경우에도 연속판을 설치하여야 한다.

$$t_{cf} < 0.54 \sqrt{b_f t_{bf} F_{yb} / F_{yc}} \text{ 또는 } t_{cf} < b_f / 6$$

- (2) 연속판이 필요한 경우 두께는 다음에 따라 산정한다.

- ① 편측접합부에서 연속판두께는 보플랜지두께의 1/2 이상으로 한다.
- ② 양측접합부에서 연속판두께는 연결되는 보플랜지의 두께 중 큰 것 이상으로 한다.

- (3) 기둥플랜지와 연속판의 용접부는 완전용입용접이나 필릿용접으로 보강된 양면부분용입용접 또는 양면필릿용접에 의하여 제작한다. 이러한 용접부의 소요강도는 연속판과 기둥플랜지의 접촉면에서의 설계인장강도보다 커야 한다. 연속판과 기둥웨브의 용접부의 소요강도는 다음 중 가장 작은 값으로 한다.

- ① 기둥플랜지와 연속판의 접합부에서 설계인장강도의 합
- ② 기둥웨브와 연속판접촉면에서의 설계전단강도
- ③ 기둥패널존의 설계전단강도를 발휘하는 용접의 설계강도

건축물 강구조 설계기준

④ 스티프너에 의하여 전달되는 실제응력

4.10.11.6 기둥-보의 모멘트비

이 기준에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

4.10.11.7 보-기둥접합부에서의 횡지지가새

이 기준에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

4.10.11.8 보의 횡지지가새

이 기준에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

4.10.11.9 기둥의 이음부

기둥의 이음부는 4.10.8.4(1)의 요구사항에 따른다.

4.10.12 특수중심가새골조

4.10.12.1 적용범위

특수중심가새골조는 설계지진력이 작용할 때 상당한 비탄성변형능력을 발휘할 수 있어야 하며 이 조항에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다. 인장력만 지지할 수 있는 가새는 4.10.13 보통중심가새골조의 설계규정을 적용해야 한다.

4.10.12.2 가새부재

(1) 세장비

가새부재의 세장비는 다음 조건을 만족하여야 한다.

$$Kl/r \leq 4\sqrt{E/F_y} \quad (4.10-5)$$

예외: $4\sqrt{E/F_y} < Kl/r \leq 200$ 인 가새부재는 기둥의 설계강도가 가새부재의 공칭강도에 R_y 를 곱하여 산정한 기둥으로 전달되는 최대하중 이상인 경우에만 허용한다. 기둥의 강도는 비선형해석 또는 시스템으로부터 전달되는 최대소요강도를 초과할 필요는 없다.

(2) 소요강도

가새부재의 유효순단면적이 총단면적보다 작은 경우, 가새부재의 순단면파단한계상태에 대한 소요인장강도는 다음 중 작은 값보다 커야 한다.

① $R_y F_y A_g$ 의 식으로 산정한 가새부재의 예상인장항복강도

② 해석으로 산정한 시스템에 의해 가새에 전달될 수 있는 최대하중효과

참고사항: 이 규정은 단면이 감소된 가새부재에 적용한다. 거셋플레이트접합부에 슬롯이 있는 강관가새가 가장 전형적인 경우이다.

(3) 횡하중 분배

동일 가새열에서 각 가새부재의 압축설계강도가 중폭지진하중을 포함하는 KDS 41 10 15(6.3.1)의 하중조합에 의한 소요강도보다 크지 않을 경우에는, 그 가새열에 작용하는 횡하중의 최소 30%, 최대 70%를 인장가새에 의해 저항할 수 있도록 가새부재를 엇갈린 방향으로 배치하여야 한다. 여기서 동일 가새열이라 함은 단일 가새열 또는 가새열에 직각방향으로 건물폭의 10% 이하의 오프셋을 갖는 평행한 가새열을 말한다.

(4) 판폭두께비 제한

기둥 및 가새부재는 4.10.8.2(2)의 요구사항을 만족하여야 한다.

참고사항 : 강관부재는 이 요구사항을 만족시키기 위하여 보강할 수 있다.

(5) 조립가새부재

① 단속긴결재 사이의 개재세장비 l/r 은 조립가새부재의 지배세장비의 0.4배 이하이어야 한다.

② 단속긴결재의 설계전단강도의 합은 개재의 설계인장강도 이상이어야 한다.

③ 단속긴결재의 간격은 일정하여야 한다.

④ 최소 2개 이상의 단속긴결재를 사용하여야 한다.

⑤ 볼트단속긴결재는 가새부재 중앙으로부터 가새순길이의 1/4 이내에는 설치하지 않는다.

예외: 임계좌굴축에 대한 조립가새부재의 좌굴에 의하여 단속긴결재에 전단이 발생하지 않는 경우, 단속긴결재 사이의 개재세장비 l/r 은 조립가새부재의 지배세장비의 0.75배 이하로 할 수 있다.

4.10.12.3 가새접합부의 소요강도

(1) 소요인장강도

가새접합부의 소요인장강도는 다음 중 작은 값을 적용한다. 보-기둥접합부가 가새시스템의 일부를 구성하는 경우도 이에 포함된다.

① $R_y F_y A_g$ 의 식으로 산정한 가새부재의 예상인장항복강도

② 해석으로 산정한 시스템에 의해 가새에 전달될 수 있는 최대하중효과

(2) 소요휨강도

가새접합부의 소요휨강도는 임계좌굴축에 대하여 다음과 같이 산정한다.

가새부재의 $1.1R_y M_p$

예외: 4.10.12.3(1)의 요구사항을 만족하고 가새부재의 좌굴이후 비탄성회전을 수용할 수 있는 가새부재접합부는 이 규정을 따르지 않아도 된다.

참고사항: 가새접합부에서 비탄성회전변형의 수용은 통상 단부의 구속효과가 없어지는 가새 끝단의 단일거셋플레이트에 의해 이루어진다. 접합부상세에 대한 요구사항은 해설을 참조한다.

건축물 강구조 설계기준

(3) 소요압축강도

가새접합부는 가새부재의 좌굴한계상태를 기초로 $1.1R_y P_n$ 의 식으로 산정된 값 이상의 소요 압축강도를 보유하도록 설계한다. 여기서, P_n 은 가새부재의 공칭압축강도이다.

4.10.12.4 가새배치에 따른 특별요구사항

(1) V형 및 역V형가새골조

V형 및 역V형가새골조는 다음 조건을 만족하여야 한다.

- ① 가새부재와 접합하는 보와 접합부 및 지지부재의 소요강도는 가새부재가 고정하중 및 활하중을 부담하지 않는다는 가정 하에 1.5.1의 하중조합에 따라 산정한다. 지진하중을 포함하는 하중조합의 경우 보에 작용하는 지진하중효과 E 는 다음과 같이 산정한다.

가. 인장력을 받는 모든 가새의 인장력은 $R_y F_y A_g$ 로 산정한다.

나. 인장가새와 인접한 압축가새의 압축력은 $0.3 P_n$ 으로 산정한다.

- ② 보는 기둥 사이에서 연속이어야 하며 보의 상하플랜지는 식 (4.13-6) 및 식 (4.13-7)에 따라 비지지길이 $L_b \leq L_{pd}$ 가 되도록 횡지지되어야 한다.

- ③ 보의 횡지지재는 식 (4.17-7) 및 식 (4.17-8)을 만족해야 한다. 여기서, $M_r = M_u = R_y Z F_y$ 이고 $C_d = 1.0$ 이다.

- ④ 가새접합부의 안정성 확보를 위한 충분한 보의 면외강도 및 강성을 확보하지 못한 경우, V형 또는 역V형가새의 교차점에 최소 1쌍의 횡지지재를 설치해야 한다.

참고사항 : 보가 충분한 면외방향의 강도와 강성을 갖고 있음을 입증하는 1가지 방법은 식 (4.17-7)에 규정된 가새응력을 우력의 형태로 각 플랜지에 가해보는 것이다. 이 하중은 상기 ①에서 언급한 휨응력과 동시에 가해져야 한다. 이 비틀림응력에 대해 식 (4.17-8)을 만족시킬 수 있는 보의 강성이 확보되어야 한다.

(2) K형가새골조

K형가새골조는 특수중심가새골조의 범주에 포함할 수 없다.

4.10.12.5 기둥이음

- (1) 특수중심가새골조의 기둥이음은 4.10.8.4의 요구사항을 만족하여야 하며, 기둥이음은 이음부상하부재 중 작은 설계휨강도의 50%보다 크도록 설계한다.

- (2) 특수중심가새골조 기둥이음의 소요전단강도는 $\Sigma M_{pc}/H$ 에 의하여 산정한다. 여기서, ΣM_{pc} 는 이음부 상하기둥의 공칭소성휨강도의 합이다.

4.10.12.6 보호영역

- (1) 특수중심가새골조의 가새부재의 보호영역은 가새길이의 중앙부 1/4 영역과 각 접합부로부터 가새부재의 좌굴면의 춤만큼 인접한 영역을 포함한다.

- (2) 특수중심가새골조의 보호영역은 가새와 보 또는 기둥의 접합요소를 포함하여야 하고 4.10.7.4의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.10.13 보통중심가새골조

4.10.13.1 적용범위

- (1) 보통중심가새골조는 설계지진력이 작용할 때 골조 내의 가새부재 및 접합부가 제한된 비탄성변형능력이 요구될 것으로 기대되는 구조시스템으로서 이 절에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다.
- (2) 지진격리구조물의 격리시스템의 상부에 위치한 보통중심가새골조는 4.10.13.4 및 4.10.13.5의 요구사항을 만족하여야 하며 4.10.13.2 및 4.10.13.3의 요구사항은 따르지 않아도 된다.

4.10.13.2 가새부재

- (1) 보통중심가새골조의 가새부재는 4.10.8.2(2)의 요구사항을 만족하여야 한다.
예외 : 콘크리트충전강관가새는 이 규정을 만족하지 않아도 된다.
- (2) K, V 및 역V형가새골조의 가새부재의 세장비는 다음 조건을 만족하여야 한다.

$$Kl/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$$

참고사항 : 압축강도는 무시하고 인장력만 받는 부재로 설계된 가새부재는 K, V 및 역V형가새골조에 사용할 수 없다. 인장력만 받는 가새부재는 다른 형상의 가새골조에는 사용 가능하며 이러한 경우에는 이 규정을 적용하지 않아도 된다.

4.10.13.3 가새골조 배치에 따른 특별요구사항

V 및 역V형보통중심가새골조의 보와 K형보통중심가새골조의 기둥은 연속이어야 하며 다음 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 소요강도는 가새부재가 고정하중 및 활하중을 지지하지 않는다는 가정 하에 1.5의 하중조합에 의해 산정한다. 지진하중을 포함하는 하중조합의 경우 부재에 작용하는 지진하중 E 는 다음과 같이 산정한다.
- ① 가새부재에 작용하는 인장력은 $R_y F_y A_g$ 로 산정한다. V 및 역V형보통중심가새골조의 가새부재에 작용하는 인장력은 시스템으로부터 전달되는 최대하중보다 크지 않아도 된다.
 - ② 가새부재에 작용하는 압축력은 $0.3 P_n$ 으로 산정한다.
- (2) 보의 상하플랜지는 식 (4.13-6) 및 식 (4.13-7)에 따라 비지지길이가 $L_b \leq L_{pd}$ 가 되도록 횡지 지되어야 한다.

건축물 강구조 설계기준

- (3) 보의 횡지지재는 식 (4.17-7) 및 식 (4.17-8)를 만족해야 한다. 여기서, $M_r = M_u = R_y Z F_y$ 이고 $C_d = 1.0$ 이다.
- (4) 가새접합부의 안정성확보를 위하여 충분한 보의 면외강도 및 강성을 확보하지 못한 경우에는 가새골조의 가새의 교차점에 최소 1쌍의 횡지지재를 설치해야 한다.
- 참고사항: 충분한 보의 면외강도와 강성에 대한 정의는 4.10.12.4를 참조한다.

4.10.13.4 가새접합부

가새접합부의 소요강도는 다음과 같이 산정한다.

- (1) 볼트의 마찰한계상태에 대한 가새접합부 소요강도는 증폭지진하중을 적용하지 않은 1.5의 하중조합에 의하여 결정한다.
- (2) 다른 한계상태에 대한 가새접합부 소요강도는 가새부재의 예상인장항복강도 $R_y F_y A_g$ 으로 산정한다.

예외: 가새접합부의 소요강도는 다음을 초과할 필요는 없다.

- ① 시스템으로부터 전달되는 최대하중
- ② 증폭지진하중에 의하여 산정된 하중효과

4.10.13.5 지진격리시스템 상부에 위치한 보통중심가새골조

- (1) 가새부재

가새부재는 4.10.8.2의 요구사항을 만족하여야 하고 세장비는 다음 조건을 만족하여야 한다.

$$Kl/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$$

- (2) K형가새골조

K형가새골조는 지진격리시스템 상부의 보통중심가새골조로 사용할 수 없다.

- (3) V 및 역V형가새골조

지진격리시스템 상부의 V 및 역V형보통중심가새골조 내의 보는 기둥과 기둥 사이에서 연속이어야 한다.

4.10.14 편심가새골조

4.10.14.1 적용범위

- (1) 편심가새골조는 설계지진력이 작용할 때 링크가 상당한 비탄성변형능력을 발휘할 수 있어야 한다.
- (2) 가새, 기둥 및 링크 외부의 보 부분은 링크가 완전항복하고 변형도경화하여 유발할 수 있는 최대하중에서 탄성범위 내에 있도록 설계하여야 한다.

- (3) 5층 이상 건축물에서 편심가새골조의 상부층은 보통중심가새골조 또는 특수중심가새골조로 설계할 수 있다. 이 경우에도 시스템계수를 결정할 때에는 편심가새골조로 고려할 수 있다.
- (4) 편심가새골조는 이 조항에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다.

4.10.14.2 링크

(1) 제한사항

- ① 링크는 4.10.8.2(2)의 요구사항을 만족하여야 한다.
- ② 링크의 웨브는 단일판이어야 하고 2중판으로 보강하거나 웨브관통부를 둘 수 없다.

(2) 전단강도

- ① 링크의 설계전단강도 $\phi_v V_n$ 는 전단항복한계상태를 기초로 다음과 같이 산정한다.

$$V_n = \text{공칭전단강도} (V_p \text{ 또는 } 2M_p/e \text{ 중 작은 값})$$

여기서, $\phi_v = 0.90$

$$M_p = F_y Z, \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$V_p = 0.6 F_y A_w, \text{ N}$$

e : 링크길이, mm

$$A_w = (d - 2t_f)t_w, \text{ mm}^2$$

- ② 링크의 설계강도에 영향을 주는 압축력의 존재는 다음과 같은 조건에서는 고려하지 않아도 된다.

$$P_u \leq 0.15 P_y$$

여기서, P_u : 하중조합에 의해 산정한 소요압축강도, N

$$P_y = F_y A_g, \text{ 공칭압축항복강도, N}$$

- ③ 링크의 설계강도에 영향을 주는 축력이 다음과 같은 조건에서는 다음의 추가의 요구사항 가.와 나.를 만족하여야 한다.

$$P_u > 0.15 P_y$$

가. 링크의 설계전단강도는 다음 중 작은 값을 사용한다.

$$\phi_v V_{pa} \text{ 와 } 2\phi_v M_{pa}/e$$

여기서, $\phi_v = 0.90$

$$V_{pa} = V_p \sqrt{1 - (P_r/P_c)^2}$$

$$M_{pa} = 1.18 M_p [1 - (P_r/P_c)]$$

$$P_r = P_u$$

$$P_c = P_y$$

건축물 강구조 설계기준

나. 링크길이는 다음 값을 초과할 수 없다.

$$\rho'(A_w/A_g) \geq 0.3 \text{ 일 때,}$$

$$[1.15 - 0.5\rho'(A_w/A_g)] 1.6M_p / V_p$$

$$\rho'(A_w/A_g) < 0.3 \text{ 일 때, } 1.6M_p / V_p$$

여기서, $A_w = (d - 2t_f)t_w$

$$\rho' = P_r / V_r$$

$$V_r = V_u$$

V_u : 소요전단강도, N

(3) 링크회전각

링크회전각은 총 층변위가 설계층변위 Δ 에 도달하였을 때, 링크와 링크외부의 보가 이루는 비탄성회전각으로 정의되며 다음 값을 초과할 수 없다.

- ① 링크길이가 $1.6M_p / V_p$ 이하일 때, 0.08 rad
- ② 링크길이가 $2.6M_p / V_p$ 이상일 때, 0.02 rad
- ③ 링크길이가 $1.6M_p / V_p$ 와 $2.6M_p / V_p$ 사이인 경우는 직선 보간하여 산정한다.

4.10.14.3 링크스티프너

- (1) 링크와 가새가 접합하는 부분에는 웹전체 높이의 웹스티프너를 링크웹의 양면에 설치하여야 한다.
- (2) 양측 링크스티프너를 합친 폭은 $(b_f - 2t_w)$ 이상, 그리고 두께는 $0.75t_w$ 또는 10 mm 이상이어야 한다.(여기서, b_f 는 링크플랜지의 폭 그리고 t_w 는 링크웹의 두께이다)
- (3) 링크에는 다음과 같은 제한을 갖는 중간웹스티프너를 설치하여야 한다.
 - ① 링크길이 $\leq 1.6M_p / V_p$ 인 경우 중간웹스티프너 설치간격
 링크회전각 0.08 rad인 경우, $(30t_w - d/5)$ 이하
 링크회전각 0.02 rad인 경우, $(52t_w - d/5)$ 이하
 0.02 rad < 링크회전각 < 0.08 rad인 경우, 직선보간하여 산정
 - ② $2.6M_p / V_p <$ 링크길이 $\leq 5.0M_p / V_p$ 인 경우, 링크의 양단부에서 $1.5b_f$ 만큼 떨어진 지점에 중간웹스티프너를 설치하여야 한다.
 - ③ $1.6M_p / V_p <$ 링크길이 $\leq 2.6M_p / V_p$ 인 경우, 상기 (1) 및 (2)의 요구사항을 모두 만족하는 중간웹스티프너를 설치하여야 한다.
 - ④ 링크길이 $> 5.0M_p / V_p$ 인 경우에는 중간웹스티프너를 설치하지 않아도 된다.
 - ⑤ 중간웹스티프너는 웹전체출 높이와 같아야 한다. 출이 635 mm 미만인 링크에는 중간웹스티프너를 링크웹의 1면에만 설치할 수 있다. 1면에만 설치한 중간웹스티프너의 두께는 t_w 또는 10 mm 이상이어야 하고 폭은 $(b_f/2) - t_w$ 이상이어야 한다. 출이 635 mm 이상인 링크에는 유사한 중간웹스티프너를 링크웹의 양면에 설치하여야 한다.

- (4) 링크스티프너와 링크웨브를 접합하는 용접부의 소요강도는 $A_{st} F_y$ 로 산정한다(A_{st} 는 스티프너의 단면적). 링크스티프너와 링크플랜지를 접합하는 용접부의 소요강도는 $A_{st} F_y/4$ 로 산정한다.

4.10.14.4 링크-기둥접합부

- (1) 링크-기둥접합부는 4.10.14.2(3)의 최대링크회전각을 지지할 수 있어야 한다.
- (2) 최대링크회전각에서 기둥플랜지면 접합부의 강도는 4.10.14.2(2)의 공칭전단강도 이상이어야 한다.
- (3) 링크-기둥접합부는 4.10.14.4(1) 및 4.10.14.4(2) 규정을 다음과 같은 조건으로 만족시켜야 한다.
- ① 4.19.1의 절차를 따른 편심가새골조의 인증접합부를 사용.
 - ② 4.19.2의 절차에 따라 수행한 반복가력실험결과에 근거하며 최소 2회 이상의 접합부 반복가력실험을 수행하여야 하며 다음 중 하나 이상의 조건을 만족하여야 한다.
 - 가. 4.19.2의 제한사항에 따라 수행한 유사한 조건을 갖는 다른 프로젝트의 연구보고서 및 실험결과보고서.
 - 나. 4.19.2의 제한사항에 따라 수행한 해당프로젝트의 실험결과. 단, 실험에 사용되는 부재 크기, 재료의 강도, 접합부의 형상 및 접합절차가 해당프로젝트의 조건을 잘 반영해야 한다.
- 예외 : 링크단부보-기둥접합부의 보강으로 인해 보강된 부분이 항복하지 않는 경우에는 보강의 끝부분부터 가새접합부까지의 보요소를 링크로 간주할 수 있다. 이러한 조건에서 링크길이가 $1.6M_p/V_p$ 를 초과하지 않는 경우, 보강단면과 접합부의 설계강도가 4.10.14.6의 링크의 변형률경화를 근거로 산정한 소요강도보다 크다면 보강접합부의 반복하중실험 인증을 생략할 수 있다. 이 경우 4.10.14.3의 웨브전체춤 크기의 스티프너를 링크-보강부접점에 설치하여야 한다.

4.10.14.5 링크횡가새

- (1) 링크단부에는 링크상하플랜지에 횡지지재를 설치하여야 한다.
- (2) 링크단부횡지지재의 소요강도는 $P_b = 0.06M_r/h_0$ 로 산정한다. 여기서, h_0 는 플랜지중심 사이의 거리이다.
- 단, $M_r = M_{u,exp} = R_y Z F_y$
- (3) 횡지지재의 소요강성은 식 (4.17-8)을 만족하여야 한다. 여기서, $C_d = 1.0$ 이고 L_b 는 링크길이이다.

4.10.14.6 가새 및 링크외부보

(1) 가새

- ① 가새의 휨과 압축의 조합력에 대한 소요강도는 1.5.1의 하중조합에 의해 산정한다.
- ② 지진효과를 포함한 하중조합에서, E 를 Q_1 으로 대체한다. Q_1 은 링크의 예상공칭전단강도 $R_y V_n$ 를 최소 1.25배하여 산정된 압축력과 모멘트를 의미한다(여기서, V_n 은 4.10.14.2(2)에 따른 공칭전단강도).
- ③ 가새의 설계강도는 4.5의 규정에 따라 산정한다.
- ④ 가새부재는 4.10.8.2(1)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 링크외부보

- ① 링크외부보의 휨과 압축의 조합력에 대한 소요강도는 1.5.1의 하중조합에 의해 산정한다.
- ② 지진효과를 포함한 하중조합에서, E 를 Q_1 으로 대체한다. Q_1 은 링크의 예상공칭전단강도 $R_y V_n$ 을 최소 1.1배하여 산정된 압축력과 모멘트를 의미한다(여기서, V_n 은 4.10.14.2(2)의 규정에 따른 공칭전단강도이다).
- ③ 링크외부보의 설계강도는 4.5의 값에 R_y 를 곱하여 산정한다.
- ④ 가새와 보가 접합되는 링크의 단부에서 보와 가새의 중심선은 링크의 단부 또는 내부에서 교차하여야 한다.

참고사항: 링크외부의 대각가새와 보요소는 완전항복하여 변형도경화된 링크에 의해 발생한 하중에 대해 탄성범위 내에 존재하도록 요구된다. 일반적으로 링크외부의 대각가새와 보요소는 모두 큰 축력 및 휨모멘트의 조합력을 받으므로 조합력을 받는 보-기둥부재로 설계해야 하며, 설계 시의 설계강도는 4.5에 정의된 값을 사용한다.

(3) 가새접합부

- ① 가새양단접합부의 소요강도는 4.10.14.6(1)에 산정한 가새의 소요강도 이상이어야 하며 가새의 접합부는 4.10.12.3(3)의 요구사항을 만족하여야 한다.
- ② 링크단부의 가새접합부의 어느 부분도 링크길이 안으로 연장되어서는 안 된다.
- ③ 가새가 링크단부모멘트의 일부를 지지하도록 설계한다면 가새와 링크의 접합부는 완전강접으로 하여야 한다.

4.10.14.7 보-기둥접합부

편심가새골조에서 링크 반대편 접합부를 모멘트저항접합부시스템으로 설계하는 경우, 보-기둥 접합부는 4.10.11.2와 4.10.11.5의 보통모멘트골조접합부 요구사항을 만족하여야 하며, 비모멘트저항접합부시스템으로 설계하는 경우는 편접합을 사용할 수 있다.

4.10.14.8 기둥의 소요강도

편심가새골조의 기둥의 소요강도는 4.10.8.3의 요구사항뿐만 아니라 다음의 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 편심가새골조의 기둥의 소요강도는 1.5.1의 하중조합에 의해 산정한다. 단 이 경우, 지진하중 E 는 고려 대상층 상부에 있는 모든 링크의 예상공칭전단강도를 1.1배한 조건에서 발현되는 응력으로 대체하여 산정한다. 여기서, 링크의 예상공칭전단강도는 $R_y V_n$ 으로 산정하고 V_n 은 4.10.14.2(2)에 따라 산정한다.
- (2) 편심가새골조의 기둥부재는 4.10.8.2(2)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.10.14.9 보호영역

- (1) 편심가새골조 내의 링크는 보호영역이므로 4.10.7.4의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 링크에 스티프너를 접합할 경우 4.10.14.3의 요구사항에 따라 용접을 사용할 수 있다.

4.10.14.10 임계용접부

링크플랜지와 링크웨브를 기둥으로 접합하는 완전용입용접은 임계용접부이므로 4.10.7.3(2)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.10.15 좌굴방지가새골조

4.10.15.1 적용범위

좌굴방지가새골조는 설계지진력이 작용할 때 상당한 비탄성변형능력을 발휘할 수 있어야 하며, 이 조항에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다.

4.10.15.2 가새부재

좌굴방지가새골조의 가새부재는 강재코어와 강재코어의 좌굴을 구속하는 좌굴방지시스템으로 구성된다.

(1) 강재코어

- ① 강재코어는 가새에 작용하는 전체축력을 지지할 수 있도록 설계한다.
- ② 가새부재의 설계축강도 $\phi_c P_{ygc}$ 는 인장력 및 압축력에 대하여 항복한계상태에 따라 다음과 같이 산정한다.

$$P_{ygc} = F_{ygc} A_{sc}$$

여기서, $\phi_c = 0.90$

F_{ygc} : 강재코어의 공칭항복응력 또는 쿠펜인장시험에 의해 결정된 강재코어의 실제항복
응력, MPa

A_{sc} : 강재코어의 순단면적, mm²

건축물 강구조 설계기준

③ 강재코어에 사용하는 50 mm 이상의 강판은 4.10.6.3의 최소노치인성 요구사항을 만족하여야 한다.

④ 강재코어에는 이음부를 둘 수 없다.

(2) 좌굴방지시스템

① 좌굴방지시스템은 강재코어의 케이싱으로 구성된다.

② 안정성을 평가할 때에는, 보, 기둥 및 거싯플레이트 등 접합부를 연결하는 구조요소 모두가 좌굴방지시스템에 포함된다.

③ 좌굴방지시스템은 설계충간변위의 2.0배에 상당하는 변위에 대해서 강재코어의 국부 및 전체좌굴을 방지할 수 있어야 한다.

④ 좌굴방지시스템은 설계충간변위의 2.0배에 상당하는 변위 내에서는 좌굴하지 않아야 한다.

(3) 실험

① 가새부재는 4.19.3의 실험절차 및 승인조건에 따른 인증반복실험의 결과를 기초로 설계한다.

② 검증실험은 최소 2회의 성공적인 반복가력실험에 의한다. 첫째 실험에서는 4.19.3.2에 따라 접합부의 회전능력을 검증할 수 있는 부분골조실험을 실시한다. 둘째 실험에서는 4.19.3.3에 따라 단축응력실험 또는 부분골조실험을 수행한다.

③ 위의 2실험은 다음 가운데 하나에 근거할 수 있다.

가. 연구문헌에 보고된 실험 또는 다른 프로젝트를 위해 수행된 실험보고서
나. 당해 프로젝트의 실험결과

④ 크기가 다른 부재의 실험결과를 내사 또는 외사하기 위해서는 기 실험된 조건보다 응력분포나 내부변형도의 크기가 불리하지 않음을 합리적 해석에 의해 입증할 수 있어야 하고, 재료의 물성변동에 따른 불리한 측면도 고려되어야 한다. 실험결과와 외사는 강재코어와 좌굴방지시스템의 크기가 유사할 경우에만 허용된다.

(4) 조정가새강도

① 이 기준에서 요구하는 경우, 가새부재와 접합부는 조정가새강도에 의해 산정된 하중을 지지할 수 있도록 설계한다.

② 조정가새강도는 다음과 같이 산정한다.

가. 조정가새압축강도 : $\beta \omega R_y P_{y_{sc}}$

나. 조정가새인장강도 : $\omega R_y P_{y_{sc}}$

예외: 쿠펜인장시험결과의 항복응력으로 $P_{y_{sc}}$ 를 산정한 경우, R_y 계수는 적용하지 않아도 된다.

③ 압축강도보정계수 β 는 4.19.3.4(3)의 설계충간변위의 2.0배에 상당하는 변형에서의 인증 실험결과로부터 측정한 최대압축력과 최대인장력의 비이다. 2회의 인증실험결과 중, 큰 값을 사용하며 1.0 이상이어야 한다.

- ④ 변형경화보정계수 ω 는 4.19.3.4(3)의 설계충간변위의 2.0배에 해당하는 변형에서의 인증시험결과로부터 측정한 최대인장력과 실험체의 F_{ysc} 의 비이다. 2회의 인증시험결과 중, 큰 값을 사용하며 1.0 이상이어야 한다. 단, 실험한 강재코어의 강종이 프로토타입구조물의 강종과 다를 경우 ω 는 프로토타입구조물의 쿠편시험결과를 사용하여 산정한다.

4.10.15.3 가새접합부

(1) 소요강도

가새접합부의 인장 및 압축소요강도는(기둥-보접합부가 좌굴방지골조의 일부일 경우에도 포함) 조정가새압축강도의 1.1배로 산정한다.

(2) 거셋플레이트

- ① 가새접합부를 설계할 때, 거셋플레이트의 전체 및 국부좌굴을 고려하여 설계해야 한다. 가새는 실험에 사용한 것과 일관성을 유지해야 한다.
- ② 이 규정은 다음과 같은 방법으로도 만족시킬 수 있다. 실험결과로부터 산정된 횡지지력과 일관된 횡력으로 거셋플레이트를 설계하되, 횡력에 저항할 수 있도록 거셋플레이트를 스티프너로 보강하거나 거셋플레이트 또는 가새 자체를 지지하는 횡지지재를 설치한다. 횡지지재 없이도 실험적으로 인증된 경우는 이러한 횡지지보강은 필요가 없다. 강재코어에 가새를 부착시키는 경우는 이 사항이 인증시험에 반영되어야만 한다.

4.10.15.4 가새골조형상에 따른 특별규정

V 및 역V형가새골조는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 가새부재와 교차하는 보와 보의 접합부 및 지지부재의 소요강도는 가새부재가 고정하중 및 활하중을 부담하지 않는다는 가정 하에 1.5.1의 하중조합에 따라 산정한다. 지진하중을 포함한 하중조합의 경우, 보에 작용하는 수평 및 수직 지진하중효과 E 는 인장 및 압축조정가새강도로 산정한다.
- (2) 보는 기둥들 사이에서 연속이어야 하며 보의 상하플랜지는 횡지지되어야 한다. 횡지지재는 식 (4.17-3)과 식 (4.17-4)를 만족하여야 한다.
여기서, $M_r = M_u = R_y Z F_y$ 이고 $C_d = 1.0$ 이다.
- (3) 가새접합부의 안정성 확보를 위해, 충분한 보의 면외강도와 강성을 확보하지 못한 경우, V 또는 역V형가새골조 내에 최소 1쌍의 횡지지재를 설치하여야 한다.
참고사항: 충분한 보의 면외강도와 강성이란, 보의 수평방향휨강도가 이 절에 규정된 기둥의 집중횡지지에 대한 소요가새강도와 강성을 만족하는 경우를 지칭한다. P_u 의 값으로는 가새의 소요압축강도를 취할 수 있다.

건축물 강구조 설계기준

- (4) 가새부재의 설계 및 실험을 위한 가새부재 최대변형은 4.10.15.4(1)에서 정의한 하중에 의한 보의 수직처짐효과를 포함하여 증가된 값으로 산정한다.
- (5) K형가새골조는 좌굴방지가새골조의 범주에 포함할 수 없다.

4.10.15.5 보 및 기둥

좌굴방지가새골조의 보 및 기둥은 다음 조건을 만족하여야 한다.

(1) 판폭두께비

보 및 기둥의 판폭두께비는 4.10.8.2(2)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(2) 소요강도

- ① 좌굴방지가새골조의 보 및 기둥의 소요강도는 1.5.1의 하중조합에 의해 산정한다. 지진하중을 포함한 하중조합의 경우, 보에 작용하는 수평 및 수직지진하중 E 는 인장 및 압축조정가새강도로 산정한다.
- ② 보 및 기둥의 소요강도는 시스템으로부터 전달된 최대하중을 초과할 필요는 없다.
참고사항: 조정가새강도로부터 산정한 하중효과는 초과강도계수 Ω_0 로 증폭시키지 않는다.

(3) 이음

- ① 좌굴방지가새골조의 기둥이음은 4.10.8.4의 요구사항을 만족하여야 한다. 또한 좌굴방지가새골조의 기둥이음은 항복한계상태를 기준으로 산정한 이음부 상·하의 부재 중 작은 설계휨강도의 50% 이상으로 설계한다.
- ② 좌굴방지가새골조 기둥이음의 소요전단강도는 $\Sigma M_{pc}/H$ 으로 산정한다. 여기서, ΣM_{pc} 는 이음부 상·하기둥의 공칭소성휨강도의 합이다.

4.10.15.6 보호영역

좌굴방지가새골조의 보호영역은 가새부재의 강재코어와 보와 기둥의 접합요소를 포함하여야 하고 4.10.7.4의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.10.16 특수강판전단벽

4.10.16.1 적용범위

- (1) 특수강판전단벽은 설계지진력이 작용할 때 웨브가 상당한 크기의 비탄성변형을 수용할 수 있어야 한다.
- (2) 웨브와 인접한 수평경계요소와 수직경계요소는 웨브가 완전히 항복하여 변형경화상태에 도달하여도 수평경계요소의 양단부에 소성힌지가 생기는 것 외에는 본질적으로 탄성상태를 유지하도록 설계하여야 한다.

4.10.16.2 웨브

(1) 전단강도

패널의 설계전단강도 ϕV_n 은 전단항복한계상태에 의거하여 다음과 같이 산정한다.

$$V_n = 0.42 F_y t_w L_{cf} \sin 2\alpha \quad (4.10-6)$$

$$\phi = 0.90$$

여기서, t_w : 웨브의 두께, mm

L_{cf} : 수직경계요소플랜지 간의 순거리, mm

α 는 웨브항복선이 수직축에 대해 이루는 각도(rad)로 다음 식으로 산정한다.

$$\tan^4 \alpha = \frac{1 + \frac{t_w L}{2A_c}}{1 + t_w h \left(\frac{1}{A_b} + \frac{h^3}{360 I_c L} \right)} \quad (4.10-7)$$

여기서, h : 수평경계요소의 중심간 거리, mm

A_b : 수평경계요소의 단면적, mm²

A_c : 수직경계요소의 단면적, mm²

I_c : 웨브판에 수직인 축에 대한 수직경계요소의 단면2차모멘트, mm⁴

L : 수직경계요소의 중심간 거리, mm

(2) 패널변장비

패널의 길이 대 높이비(L/h)는 $0.8 < L/h \leq 2.5$ 의 범위에 있어야 한다.

(3) 웨브의 개구부

웨브의 개구부는 실험과 해석에 의해 검증되지 않은 경우에는 패널의 전체높이와 전체폭에 걸쳐서 수평경계요소와 수직경계요소에 의해 모든 면에서 둘러싸여 있어야 한다.

4.10.16.3 경계요소와 웨브의 접합

수평 및 수직경계요소와 웨브접합부 소요강도는 웨브항복각(식 (4.10-7) 참조)을 기준으로 산정된 웨브의 예상인장항복강도와 같도록 한다.

4.10.16.4 수평경계요소와 수직경계요소

(1) 소요강도

- ① 4.10.8.3의 규정과 더불어 수직경계요소의 소요강도는 웨브 항복각 α 에 대해 산정된 웨브의 예상인장항복강도를 기준으로 산정한다.
- ② 수평경계요소의 소요강도는 웨브항복각 α 에 대해 계산된 웨브의 예상인장항복강도를 기준으로 한다. 웨브는 중력하중을 지지하지 않는다는 가정 하에서 1.5.1의 하중조합에 의해 결정된 소요강도 가운데 큰 값으로 한다.

건축물 강구조 설계기준

③ 수평경계요소와 수직경계요소의 교차부에서의 보-기둥모멘트비는 4.10.9.6의 규정을 만족해야 한다. 단, 이 경우 웨브의 존재는 무시한다.

(2) 수평경계요소와 수직경계요소의 접합부

① 수평경계요소와 수직경계요소의 접합부는 4.10.11.2의 규정을 만족해야 한다.

② 수평경계요소와 수직경계요소의 접합부의 소요전단강도 V_u 는 4.10.11.2의 규정에 따라 산정한다. 단, 소요전단강도는 수평경계요소 양단부의 모멘트가 $1.1R_y M_p$ 도달 시에 유발되는 전단력과 항복각 α 로 웨브항복 시의 예상인장항복강도에 의해 산정된 전단력의 합 이상이 되어야 한다.

(3) 폭두께비 제한

수평 및 수직경계요소는 4.10.8.2(2)의 규정을 만족해야 한다.

(4) 횡지지

① 수평경계요소와 수직경계요소와의 모든 교차부는 반드시 횡지지되어야 하고, 수평경계요소의 전구간은 $0.086r_y E/F_y$ 이하의 간격으로 횡지지되어야 한다.

② 수평경계요소의 상하플랜지는 모두 직접 또는 간접적으로 횡지지되어야 한다.

③ 횡지지재의 소요강도는 수평경계요소 플랜지의 공칭강도 $F_y b_f t_f$ 의 2% 이상이어야 한다. 모든 횡지지재의 소요강성은 4.17에 따라 산정한다. 여기서 M_r 은 $R_y Z F_y$, 그리고 C_d 는 1.0을 택한다.

(5) 수직경계요소의 이음

수직경계요소의 이음은 4.10.8.4의 규정을 만족해야 한다.

(6) 패널존

최상부 및 최하부 수평경계요소에 인접한 수직경계요소의 패널존은 4.10.9.3의 규정을 만족해야 한다.

(7) 수직경계부재의 강성

웨브의 면에 직각인 축에 대한 수직경계요소의 단면2차모멘트 I_c 는 $0.00307 t_w h^4 / L$ 이상이 되어야 한다.

4.11 합성구조의 내진설계

4.11.1 적용범위

(1) 이 절은 건축물과 다른 구조물에 있어 지진하중저항시스템에 사용되는 철골철근콘크리트 합성부재와 접합부의 설계, 제작 및 세우기에 관하여 규정한다. 여기서 다른 구조물이란 건축물과 같이 수직 및 횡력저항시스템을 가지며 건축물과 유사한 방법으로 설계·제작되고 세워지는 구조물을 말한다. 이 규정은 KDS 41 10 15(6)에서 정의된 지진반응수정계수 R 의 값

이 3보다 큰 경우에 적용한다. 지진반응수정계수 R 의 값이 3보다 작은 구조물은 KDS41 10 15(6)에 의해 요구되지 않는 한 이 규정을 만족할 필요가 없다.

- (2) 이 절의 요구사항들은 4.10의 요구사항을 수정하고 보충한 것이다. 합성지진하중저항시스템의 철근콘크리트요소의 설계에는 KDS 41 30 00의 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.

4.11.2 참고기준 및 시방서

이 절에서 참고로 하는 문헌들은 4.10.2에 있는 문헌들을 포함한다.

4.11.3 내진설계 일반요건

소요강도와 내진설계범주 및 건물사용그룹에 대한 규정들과 높이와 비정형에 대한 제한사항들은 KDS41 10 15(6)을 따른다. 또한, 설계충간변위와 충간변위제한은 KDS41 10 15(6)을 따른다.

4.11.4 하중, 하중조합 및 공칭강도

4.11.4.1 하중 및 하중조합

이 규정에 의해 증폭지진하중이 요구되는 경우 지진하중의 수평성분에 KDS41 10 15(6)에 명시된 초과강도계수를 곱한다.

4.11.4.2 공칭강도

시스템과 부재 그리고 접합부의 공칭강도는 이 규정을 통해 수정된 경우를 제외하고는 이 장의 요구사항에 따라 결정된다.

4.11.5 일반재료

4.11.5.1 구조용강재

합성지진하중저항시스템에 사용되는 구조용강재의 부재 및 접합부는 3.(재료)의 요구사항을 만족하여야 한다. 4.11.8, 4.11.9, 4.11. 12, 4.11.14, 4.11.16, 그리고 4.11.17의 합성지진하중저항시스템에 사용되는 구조용강재는 4.11.6과 4.11.7의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.5.2 콘크리트와 철근

합성지진하중저항시스템의 합성요소에 사용되는 콘크리트와 철근은 KDS 14 20 80(4.1.4 ~ 4.1.7)의 요구사항을 만족하여야 한다.

건축물 강구조 설계기준

4.11.11, 4.11.13 그리고 4.11.15의 합성보통내진시스템에 사용되는 콘크리트와 철근은 4.6과 KDS 41 30 00(4.18은 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.6 합성부재

4.11.6.1 범위

4.11.8에서 4.11.17까지의 지진하중저항시스템에 사용되는 합성부재의 설계는 이 절의 요구사항과 4.11.5의 재료에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.6.2 합성바닥판과 지붕슬래브

합성슬래브 다이어프램은 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다.

(1) 하중전달

상세는 다이어프램과 경계부재, 수집재, 수평골조시스템의 부재사이의 힘을 전달하도록 설계되어야 한다.

(2) 공칭전단강도

합성다이어프램과 콘크리트로 채워진 데크플레이트 다이어프램의 공칭전단강도는 KDS 41 30 00(4.18은 제외)의 내용에 근거하여 데크플레이트의 리브 상단 위에 있는 철근콘크리트의 공칭전단강도로 구한다. 그 대안으로 합성다이어프램의 공칭전단강도는 콘크리트로 채워진 다이어프램의 면내전단실험에 의해 결정하여야 한다.

4.11.6.3 합성보

합성보는 4.6의 요구사항을 만족해야 한다. 합성특수모멘트골조의 일부분인 합성보는 4.11.9.3의 요구사항을 만족해야 한다.

4.11.6.4 매입형 합성기둥

이 조항의 내용은 전체합성기둥 단면적의 최소한 1%의 강재단면적을 갖는 매입형 합성기둥과 4.6.2.1에서 명시된 추가적인 제한조건을 만족시키는 매입형 합성기둥에 적용된다. 이러한 기둥은 이 절에서 수정되는 부분을 제외하고 4.6의 요구사항을 만족해야 한다. 4.11.6.4(2)와 4.11.6.4(3)에서 중간 및 특수지진시스템에 대해 명시된 추가적인 요구사항은 4.11.8에서 4.11.17에 걸쳐 설명된 합성지진시스템에서 요구되는 대로 적용해야 한다.

철근콘크리트 내에 강재단면이 매입된 합성기둥은 다음의 수정된 사항을 제외하고 5장에서 명시된 철근콘크리트기둥의 요구사항을 만족해야 한다.

① 4.11.6.4(1)②의 강재단면의 전단연결재

② KDS 41 30 00에서 제시된 기둥의 강도에 대한 매입된 강재단면의 분담

③ 4.11.8에서 4.11.17에 걸쳐 합성지진시스템에 대한 설명에서 명시된 철근콘크리트기둥에 대한 내진요구사항

(1) 보통내진시스템 요구사항

매입형 합성기둥에 대한 다음의 요구사항은 보통내진시스템을 포함하여 모든 합성시스템에 대하여 적용된다.

- ① 기둥의 설계전단강도는 4.6.2.1(4)에 따라 결정되어야 한다. 띠철근의 공칭전단강도는 KDS 14 20 22(4.3.4)의 규정에 따라 산정한다. KDS 14 20 22(4.3.4)에서 치수 b_w 는 콘크리트단면폭에서 전단방향과 수직방향으로 측정한 강재단면의 폭을 뺀 값으로 하여야 한다.
- ② 강재단면과 철근콘크리트가 작용하중을 나누어 부담하도록 설계된 합성기둥은 4.6.2.1의 요구사항을 만족시키는 전단연결재를 설치하도록 한다.
- ③ 횡방향띠철근의 최대간격은 4.6.2.1의 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.
- ④ 하중저항철근은 KDS 14 20 50(4.5.1) 및 KDS 14 20 52(4.7)에 제시된 세부사항과 이음요구사항을 만족하여야 한다. 하중저항철근은 장방형 단면의 모든 모서리에 배근해야 한다. 이외의 하중저항철근 또는 고정용 철근의 최대간격은 합성부재단면의 최소치수의 절반 이하로 해야 한다.
- ⑤ 보통내진시스템에 있어서의 매입형 합성기둥에 대한 이음과 지압상세는 이 절과 KDS 14 20 50(4.5.2)의 요구사항을 만족해야 한다. 설계는 KDS 14 20 80(4.1.4 및 4.6)에 따른다. 설계는 부재의 강성이나 공칭인장강도에 있어서의 갑작스러운 변화에 따른 불리한 영향을 고려해야 한다. 합성단면에서 철근콘크리트단면으로 변화하는 위치, 합성단면에서 강재단면으로 변화하는 위치, 그리고 주각부 등이 이에 해당된다.

(2) 중간내진시스템 요구사항

중간내진시스템에서의 매입형 합성기둥은 상기 (1)의 요구사항 외에 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.

- ① 상부와 하부에서의 횡방향 철근의 최대간격은 다음 중 최솟값으로 한다.
 - 가. 단면의 최소치수의 1/2
 - 나. 길이방향 철근직경의 8배
 - 다. 띠철근직경의 24배
 - 라. 300 mm

건축물 강구조 설계기준

위 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.

가. 기둥의 수직순높이의 1/6

나. 단면치수의 최댓값

다. 450 mm

② 기둥 나머지 구간에 대한 띠철근간격은 위에서 명시된 간격의 2배를 초과해서는 안 된다.

③ 용접철망은 중간내진시스템에서 횡방향 철근으로 허용되지 않는다.

(3) 특수내진시스템 요구사항

특수내진시스템에서의 매입형 합성기둥은 4.11.6.4(1)과 4.11.6.4(2)의 요구사항뿐만 아니라 다음의 요구사항을 추가로 만족하여야 한다.

① 매입형 합성기둥에 대한 소요축방향강도와 이음부상세는 4.11.8.3과 4.11.8.4의 요구사항을 만족해야 한다.

② 길이방향의 하중저항철근은 KDS 14 20 80(4.2.3)의 요구사항을 만족해야 한다.

③ 횡방향철근은 KDS 14 20 80(4.2.4)에 명시된 바와 같이 후프이어야 하며 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.

가. 띠철근의 최소면적 A_{sh} 는 다음 식을 만족하여야 한다.

$$A_{sh} = 0.09h_{cc}s \left(1 - \frac{F_y A_s}{P_n} \right) \left(\frac{f_{ck}}{F_{yh}} \right) \quad (4.11-1)$$

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, mm²

P_n : 4.6에 따라 계산된 합성기둥의 공칭압축강도, N

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

F_{yh} : 띠철근의 설계기준항복강도, MPa

매입형 합성기둥의 강재단면만의 공칭강도가 하중조합 $1.0D+0.5L$ 하중효과보다 큰 경우 식 (4.11-1)은 만족하지 않아도 된다.

나. 기둥의 길이를 따라 설치된 횡방향 철근의 최대간격은 길이방향 하중저항 철근직경의 6배 또는 150 mm 중 작은 값으로 하여야 한다.

다. 4.11.6.4(3)④, 4.11.6.4(3)⑤ 또는 4.11.6.4(3)⑥에서 명시된 횡방향 철근의 최대간격은 부재단면 최소치수의 1/4 또는 100 mm 중 작은 값으로 해야 한다. 이러한 횡방향 철근에 대해 연결철근, 겹친 후프의 다리, 그리고 다른 구속철근의 간격은 횡방향으로 350 mm보다 크게 할 수 없다.

- ④ P_n 의 0.2배보다 큰 압축력을 받는 가새골조의 매입형 합성기둥은 전체 부재길이에 걸쳐 4.11.6.4(3)③다에 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.
- ⑤ 벽체나 가새골조 같은 불연속적인 강성부재로부터의 반력을 지지하는 합성기둥은 축방향 압축력이 P_n 의 0.1배를 초과하면 불연속이 발생하는 위치 하부의 전체길이에 걸쳐서 4.11.6.4(3)③다에 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.
- ⑥ 합성특수모멘트골조에 사용된 매입형 합성기둥은 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.
- 가. 횡방향철근은 기둥의 상부와 하부에서 4.11.6.4(2)에 명시된 구간에 걸쳐 4.11.6.4(3)③다의 요구사항을 만족하여야 한다.
- 나. 4.11.9.5의 강기둥약보에 대한 설계요구사항을 만족해야 한다. 주각부의 상세는 비탄성휨흔지를 유지할 수 있도록 설계하여야 한다.
- 다. 기둥의 전단강도는 KDS 14 20 80(4.3.5)의 요구사항을 만족하여야 한다.
- ⑦ 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.
- ⑧ 용접철망은 특별지진시스템에 있어서 횡방향 철근으로 허용되지 않는다.

4.11.6.5 충전형 합성기둥

이 조항은 4.6.2.2의 제한사항을 만족하는 기둥에 적용한다. 이러한 기둥은 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 4.6의 요구사항을 만족하도록 설계되어야 한다.

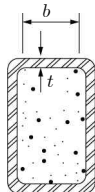
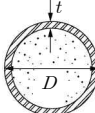
- (1) 합성기둥의 공칭전단강도는 유효전단면적에 근거하여 계산된 강재단면만의 공칭전단강도로 산정한다. 콘크리트와 강재 사이에 적절한 하중전달메커니즘을 고려하여 설계한 경우 콘크리트의 전단내력을 강재단면의 전단강도에 합산하여 계산할 수 있다.
- (2) 4.11.9, 4.11.12, 그리고 4.11.14에서 설명된 특별내진시스템에 있어서 충전형 합성기둥에 대한 설계하중과 기둥이음은 4.11. 6.5(1)의 요구사항에 추가하여 4.10.8의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (3) 합성특수모멘트골조에 사용된 충전형 합성기둥은 4.11.6.5(1)과 4.11.6.5(2)의 요구사항과 함께 다음의 추가적인 요구사항을 만족하여야 한다.
 - ① 기둥의 최소전단강도는 KDS 14 20 80(4.3.5)의 요구사항을 만족하여야 한다.

건축물 강구조 설계기준

② 4.11.9.5의 강기둥약보의 설계요구사항을 만족해야 한다. 주각부는 비탄성휨힌지를 유지할 수 있도록 설계하여야 한다.

(4) 중간내진시스템 및 특수내진시스템에 사용되는 충전형 합성부재의 압축강재요소의 판폭두께비는표 4.11-1의 한계값을 초과해서는 안 된다.

표 4.11-1 충전형합성부재 압축강재요소의 판폭두께비 제한

구분	판폭 두께비	판폭두께비 제한값		사례
		λ_{hd} 1) (고연성)	λ_{md} 2) (중간연성)	
각형강관	b/t	$1.4 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
원형강관	D/t	$\frac{0.076 E}{F_y}$	$\frac{0.15 E}{F_y}$	

주 1) 4.11.9 합성특수모멘트골조의 보와 기둥, 4.11.12 합성특수중심가새골조의 기둥과 가새, 4.11.14 합성편심가새골조의 기둥에 요구됨.

2) 4.11.10 합성중간모멘트골조의 보와 기둥, 4.11.12 합성특수중심가새골조의 보, 4.11.13 합성보통가새골조의 가새, 4.11.14 합성편심가새골조의 가새에 요구됨.

4.11.7 합성접합부

4.11.7.1 범위

이 조항은 지진하중이 강재와 철근콘크리트부재 사이에서 전달되는 합성시스템 또는 강재와 콘크리트의 복합시스템을 갖는 건물의 접합부에 대하여 적용한다. 합성접합부는 4.10과 KDS 41 30 00의 요구사항을 만족하는 철근콘크리트접합부 또는 강재접합부에 상응하는 강도, 연성, 그리고 인성을 발휘할 수 있어야 한다. 접합부강도의 계산법은 이 절의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.7.2 일반 요구사항

접합부는 설계충간변위에서의 소요강도에 저항할 수 있도록 적절한 변형능력을 발휘할 수 있어야 한다. 이외에도 접합부는 지진력을 받는 건물의 횡방향안정성을 확보할 수 있도록 그 접합부가 사용되는 특정시스템에 근거하여 4.11.8에서 4.11.17까지의 요구사항을 만족하여야 한다. 접합된 부재의 설계강도가 공칭 치수와 공칭재료강도에 근거할 때 접합부의 설계강도의 계산은 접합된 부재의 실제강도의 증가에 따른 효과를 고려하여야 한다.

4.11.7.3 접합부의 공칭강도

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 4.11.7.3(1)에서 4.11.7.3(5)까지의 요구사항을 만족하여야 한다.

(1) 구조용강재와 철근콘크리트 사이에 힘은 다음과 같은 방법을 통해 전달되어야 한다.

- ① 스티드전단연결재나 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 KDS 14 20 20과 KDS 41 30 00(4.5)의 요구사항을 만족하여야 한다. 더 높은 강도가 반복하중실험에 의해 입증되지 않는다면 4.11.9, 4.11.12, 4.11.14, 4.11.16, 그리고 4.11.17에서 설명된 합성내진시스템에 대하여 공칭지압과 전단마찰강도를 25% 감소시켜야 한다.

(2) 합성접합부에서 구조용강재요소의 설계강도는 4.10과 이 기준에 의해 구해야 한다. 구속된 철근콘크리트에 매입된 강재부재는 면외좌굴에 대하여 지지된 것으로 볼 수 있다. 강재보가 철근콘크리트기둥이나 벽에 묻히는 경우 강재보의 플랜지 사이에 설치된 스티프너에 해당하는 표면지압판이 필요하다.

(3) 철근콘크리트에 매입된 보-기둥접합부의 패널존의 공칭전단강도는 4.11.9.3과 KDS 14 20 80(4.3)에서 각각 결정되는 강재의 공칭강도와 구속된 철근콘크리트전단요소의 공칭강도의 합으로 계산되어야 한다.

(4) 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 KDS 14 20 52에 따라 결정된다. 그리고 4.11.9, 4.11.12, 4.11.14, 4.11.16 그리고 4.11.17에서 설명된 시스템에 대한 정착길이는 KDS 14 20 80(4.4.4)의 요구사항을 만족하여야 한다.

(5) 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 KDS 14 20 80(4.3)의 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. 4.11.10, 4.11.11, 4.11.13 그리고 4.11.15에서 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.

4.11.8 합성부분강접모멘트골조

4.11.8.1 범위

이 조항은 부분강접모멘트접합부로 연결된 합성보와 강재기둥으로 구성된 골조에 대해 적용한다. 합성부분강접모멘트골조는 지진하중에 대해 합성부분강접 보-기둥모멘트접합부의 연성요소에서 항복이 발생하도록 설계해야 한다. 주각접합부와 같은 곳에서의 항복은 제한적으로 허용된다. 합성부분강접모멘트골조의 강도, 횡변위 및 동적특성을 결정하는 데에는 접합부의 연성도와 합성보작용이 고려되어야 한다.

4.11.8.2 기둥

강재기둥은 4.10.6과 4.10.8, 그리고 이 장에 명시된 요구사항을 만족해야 한다.

4.11.8.3 합성보

합성보는 노출형이며 완전합성이어야 하고 4.6의 요구사항을 만족해야 한다. 해석을 위한 보의 강성은 합성단면의 유효단면2차모멘트를 사용하여 결정하여야 한다.

4.11.8.4 합성부분강접모멘트골조 모멘트접합부

보-기둥 부분강접모멘트접합부의 소요강도는 접합부의 연성도와 2차모멘트의 영향을 고려하여 결정하여야 한다. 이외에도 합성접합부는 최소한 M_p 의 50%에 해당되는 공칭강도를 가져야 한다. 여기서, M_p 는 합성거동을 무시한 강재보의 공칭소성휨강도이다. 접합부는 4.11.7의 요구사항을 만족하여야 하며 4.10.9.2(2)에서 명시된 반복하중실험에 의해 전체 층간변위각 0.04 rad을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다.

4.11.9 합성특수모멘트골조

4.11.9.1 범위

이 조항은 합성기둥 또는 철근콘크리트기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 모멘트골조에 적용한다. 합성특수모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 보에 상당한 크기의 비탄성 변형이 발생하며 기둥 또는 접합부에는 제한된 크기의 비탄성변형이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

4.11.9.2 기둥

합성기둥은 4.11.6.4와 4.11.6.5의 특수내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥은 KDS 14 20 80의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.9.3 보

합성특수모멘트골조의 구성요소인 합성보는 다음과 같은 요구사항을 만족하여야 한다.

- (1) 콘크리트의 압축축연단으로부터 소성중립축까지의 거리는 다음과 같은 값을 초과할 수 없다.

$$Y_{PNA} = \frac{Y_{con} + d_b}{1 + \left(\frac{1,700F_y}{E} \right)}$$

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 4.11.9.4의 요구사항들을 만족하여야 한다. 후프는 KDS 14 20 80(4.9.3)의 요구사항을 만족하여야 한다.

강재트러스 또는 합성트러스는 실험과 해석을 통해 적절한 연성과 에너지흡수능력을 발휘할 수 있음을 입증한 경우를 제외하고는 합성특수모멘트골조의 휨부재로 사용될 수 없다.

4.11.9.4 합성특수모멘트골조 모멘트접합부

보-기둥모멘트접합부의 소요강도는 보의 예상되는 휨강도 $R_y M_n$ 과 관련된 휨과 전단으로부터 결정된다. 접합부의 공칭강도는 4.11.7의 요구사항을 만족해야 한다. 이외에도 접합부는 0.04 rad의 총충간변위각을 발휘할 수 있어야 한다. 접합부의 위치에서 보플랜지가 연속되지 않는 경우 접합부는 4.11.9.2(2)에서 명시된 반복하중실험을 통해 최소한 0.04 rad의 총충간변위각을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다. 강재보가 철근콘크리트기둥을 통해 관통함으로써

건축물 강구조 설계기준

보플랜지의 용접접합이 필요하지 않으며 접합부가 다른 조기과단의 위험이 없는 경우 비탄성 회전능력은 실험 또는 다른 구체적인 자료에 의해 증명되어야 한다.

4.11.9.5 기둥-보모멘트비

철근콘크리트기둥의 설계는 KDS 14 20 80(4.2.2)의 요구사항을 만족하여야 한다. 합성기둥의 기둥-보모멘트비는 다음과 같은 수정사항 외에는 4.11.9.6의 요구사항을 만족하여야 한다.

- (1) 합성기둥의 설계휨강도는 소요축방향강도 P_{rc} 를 고려하여 4.6의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 4.10.9.6의 예외조항(1)의 하중제한은 $P_{rc} \leq 0.1 P_c$ 로 한다.
- (3) 4.10.9.6의 최소휨강도요구사항을 적용하지 않는 합성기둥은 횡방향철근이 4.10.6.4(3)③의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.10 합성중간모멘트골조

4.11.10.1 범위

이 조항은 합성기둥 또는 철근콘크리트기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 모멘트골조에 적용한다. 합성중간모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의한 비탄성변형이 주로 보에서 발생하며 기둥 또는 접합부에는 부분적인 비탄성변형이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

4.11.10.2 기둥

합성기둥은 4.11.6.4와 4.11.6.5의 중간내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥은 KDS 14 20 80(4.9)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.10.3 보

강재보와 합성보는 이 기준의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.10.4 합성중간모멘트골조 모멘트접합부

접합부의 공칭강도는 4.11.7의 요구사항을 만족해야 한다. 보-기둥접합부의 소요강도는 다음과 같은 요구사항 중의 하나를 만족하여야 한다.

- (1) 보-기둥접합부의 소요강도는 보의 소성힌지와 관련된 힘에 의해 결정된다.
- (2) 접합부는 4.11.7의 요구사항들을 만족해야 하며 반복하중실험을 통해 최소 0.03 rad의 총충간변위각을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다.

4.11.11 합성보통모멘트골조

4.11.11.1 범위

이 조항은 합성기둥 또는 철근콘크리트기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 모멘트골조에 적용한다. 합성보통모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의해 보와 기둥, 그리고 접합부에 제한된 비탄성변형이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

4.11.11.2 기둥

합성기둥은 4.11.6.4와 4.11.6.5의 보통모멘트시스템에 대한 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트기둥은 KDS 41 30 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.11.3 보

강재보와 합성보는 7장의 요구사항들을 만족하여야 한다.

4.11.11.4 모멘트접합부

접합부는 1.5.2.3의 하중조합에 대해 설계해야 한다. 또한 접합부의 설계강도는 4.10.7과 4.10.11.2의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.12 합성특수중심가새골조

4.11.12.1 범위

이 조항은 부재들의 중심선이 서로 일치하도록 접합된 가새골조에 적용한다. 설계단계에서 고려된 경우 미세한 편심은 허용된다. 기둥으로는 강재부재, 합성부재, 또는 철근콘크리트부재를 사용해야 한다. 보와 가새로는 강재부재 또는 합성부재가 사용되어야 한다. 합성특수중심가새골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 가새의 좌굴이나 인장항복을 통해 비탄성거동이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

4.11.12.2 기둥

강재기둥은 4.10.6과 4.10.8의 요구사항을 만족시켜야 한다. 합성기둥은 특수내진시스템에 관한 4.11.6.4 또는 4.11.6.5의 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥은 KDS 14 20 80(4.6.5(3))의 구조용트러스부재에 관한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.12.3 보

강재보는 특수중심가새골조에 관한 4.10.12의 요구사항을 만족하여야 한다. 합성보는 4.6의 요구사항 및 4.10.12의 특수중심가새골조에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

건축물 강구조 설계기준

4.11.12.4 가새

강재가새는 4.10.12에 명시된 특수중심가새골조에 관한 요구사항을 만족해야 한다. 합성가새는 4.11.12.2에 명시된 합성기둥에 관한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.12.5 접합부

가새접합부는 4.11.7과 4.10.12에 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.13 합성보통가새골조

4.11.13.1 범위

이 조항은 철근콘크리트기둥이나 합성기둥, 강재보나 합성보, 그리고 강재가새나 합성가새로 이루어진 중심가새골조시스템에 적용한다. 합성보통중심가새골조의 설계는 설계지진에 의해 보, 기둥, 가새, 그리고 접합부에 제한된 비탄성거동이 발생한다는 가정하에 이루어진다.

4.11.13.2 기둥

매입형 합성기둥은 보통내진시스템에 관한 4.11.6.4의 요구사항을 만족해야 한다. 충전형 합성기둥은 보통내진시스템에 관한 4.11.6.5의 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트기둥의 경우는 KDS 41 30 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.13.3 보

강재보와 합성보는 이 기준의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.13.4 가새

강재가새는 이 기준의 요구사항을 만족해야 한다. 합성가새는 4.11.6.4, (1), 4.11.6.5, 그리고 4.11.13.2의 합성기둥에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.13.5 접합부

접합부는 1.5.2.3에 따라 하중조합에 대하여 설계하며 접합부의 설계강도는 4.11.7에서 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.14 합성편심가새골조

4.11.14.1 범위

이 조항은 가새의 한쪽 끝이 보와 기둥의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나거나 혹은 보와 인접가새의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나는 가새골조에 적용한다. 합성편심가새골조는 설계지진에 의해 오직 링크의 전단 항복에 의해 비탄성변형이 발생하도록 설계하여야 한다. 대각가새, 기둥, 그리고 링크외부의 보부분은 링크의 완전항복과 변형도

경화로 인해 초래될 수 있는 최대하중에 대해 기본적으로 탄성상태에 있도록 설계하여야 한다. 기둥은 합성부재나 철근콘크리트부재를 사용하여야 한다. 가새와 링크는 이 조항에서 설명하는 대로 강재부재를 사용하여야 한다. 부재의 설계강도는 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 이 절에 명시된 요구사항을 만족시켜야 한다. 합성편심가새골조는 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 4.10.14의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.14.2 기둥

철근콘크리트기둥은 구조트러스요소에 관한 0520.7.5.3의 요구사항을 만족하여야 한다. 합성기둥은 특수내진시스템에 대한 4.11. 6.4 또는 4.11.6.5의 요구사항을 만족하여야 한다. 또한 링크가 철근콘크리트기둥이나 매입형 합성기둥에 인접해 있을 때 KDS 14 20 80(4.2.4) 또는 합성기둥에 관한 4.11.6.4(3)⑥가.의 요구사항을 만족하는 횡방향철근을 링크접합부의 상하부에 배치하여야 한다. 모든 기둥은 4.10.14.8의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.14.3 링크

링크는 매입되지 않은 구조용강재를 사용하며 편심가새골조의 링크에 관한 4.10.14의 요구사항을 만족하여야 한다. 링크의 외부 보부분을 철근콘크리트로 피복하는 것은 허용된다. 링크의 공칭강도의 결정 시 합성거동을 고려하는 경우, 링크를 포함한 보의 일부 또는 전부에 걸쳐 전단연결재를 사용하여 바닥슬래브와 합성적으로 거동하는 것이 허용된다.

4.11.14.4 가새

구조용강재가새는 편심가새골조에 관한 4.10.14의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.14.5 접합부

접합부는 편심가새골조에 관한 4.10.14의 요구사항과 함께 4.11.7의 내용 또한 만족하여야 한다.

4.11.15 합성보통전단벽

4.11.15.1 적용범위

이 조항의 요구사항들은 철근콘크리트전단벽이 강재요소와 합성적으로 거동하는 경우에 적용한다. 인접한 두 철근콘크리트벽체를 연결시키는 강재연결보, 그리고 노출형 또는 매입형 강재단면을 경계부재로 갖는 강구조골조 내의 철근콘크리트벽체 등이 이에 해당된다.

철근콘크리트벽체는 KDS 41 30 00(4.18 제외)의 요구사항들을 만족하여야 한다.

건축물 강구조 설계기준

4.11.15.2 경계부재

경계부재는 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다.

- (1) 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 KDS 41 30 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 철근콘크리트에 매입된 강재부재들이 철근콘크리트벽체의 경계부재로 작용하는 경우, 해석은 탄성재료성질에 근거한 콘크리트환산단면을 사용하여야 한다. 철근콘크리트벽체는 KDS 41 30 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트에 매입된 강재경계부재가 4.6에서 명시된 합성기둥에 해당하는 경우 4.11.6.4(1)의 보통내진시스템의 요구사항을 만족하도록 설계하여야 한다. 그렇지 않은 경우에는 KDS 14 20 66(4.3)과 4.6의 요구사항을 만족하는 합성기둥으로 설계하여야 한다.
- (3) 구조용강재와 철근콘크리트 사이의 수직전단력을 전달할 수 있도록 스티드전단연결재 또는 용접앵커를 설치하여야 한다. 스티드전단연결재와 용접앵커는 4.6의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.15.3 강재연결보

인접한 두 철근콘크리트벽체 사이에 사용되는 강재연결보는 이 기준의 요구사항과 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다.

- (1) 연결보의 공칭휨강도와 공칭전단강도에 해당하는 최대휨모멘트와 전단력의 조합에 대해 저항할 수 있도록 철근콘크리트벽체 내의 연결보의 문힘길이를 충분히 확보하여야 한다. 문힘길이는 벽체경계부재의 구속철근의 첫 열에서부터 시작하는 것으로 산정한다. 연결보와 벽체 사이에서 전달되는 하중에 대한 접합강도는 4.11.7의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 연결보의 공칭전단강도와 동일한 공칭축방향강도를 갖는 벽체 내의 수직보강철근은 강재의 문힘길이 시작점으로부터 문힘길이의 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.

4.11.15.4 매입형 합성연결보

매입형 합성단면연결보는 4.11.15.3의 요구사항과 다음과 같은 수정된 요구사항을 만족하여야 한다.

- (1) 매입형 합성연결보의 최대휨내력과 전단내력의 조합에 대해 저항할 수 있도록 철근콘크리트 벽체 내의 연결보의 묻힘길이를 충분히 확보하여야 한다.
- (2) 매입형 합성연결보의 공칭전단내력을 사용하여 4.11.15.3(1)의 요구사항을 만족하도록 한다.
- (3) 전단벽과 연결보의 소요강도를 계산할 때 매입형 합성연결보의 강성을 사용하여야 한다.

4.11.16 합성특수전단벽

4.11.16.1 적용범위

합성특수전단벽은 4.11.15의 합성보통전단벽에 대한 요구사항과 KDS 14 20 80의 전단벽에 대한 요구사항, 그리고 이 절의 내용을 만족하여야 한다.

4.11.16.2 경계부재

- (1) 매입되지 않은 강재기둥은 4.11.15.2(1)의 요구사항과 4.10.6과 4.10.8의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 매입된 강재경계부재를 갖는 벽체는 4.11.15.2(2)의 요구사항과 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다. 이 벽체는 KDS 41 30 00(4.18 포함)의 요구사항을 만족하여야 한다. 4.6의 합성기둥에 해당하는 철근콘크리트에 매입된 강재경계부재는 4.11. 6.4의 특수내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 그렇지 않은 경우, 이와 같은 부재들은 KDS 14 20 66(4.3)의 요구사항과 KDS 41 30 00(4.18.1)의 특수철근콘크리트구조벽의 경계부재에 대한 요구사항을 만족하는 합성압축부재로 설계하여야 한다. 합성경계부재의 구축을 위한 횡방향철근은 벽체 안으로 $2h$ 의 길이만큼 연장하여야 한다. 여기서, h 는 벽체면내 방향으로 경계부재의 전체축을 나타낸다.
- (3) 스톱트전단연결재나 용접앵커는 4.11.15.2(3)에 명시된 대로 배치되어야 한다. 콘크리트에 매입되지 않은 강재단면과의 접합에 사용되는 용접앵커의 공칭강도는 항복강도를 25% 감소하여 사용한다.

4.11.16.3 합성특수전단벽 강재연결보

- (1) 강재연결보는 4.11.15.3의 요구사항 이외에 4.10.14.2와 4.10. 14.3의 요구사항을 만족해야 한다. 설계지진 하에 예상되는 비탄성변형의 합리적인 해석에 의해 보다 작은 값이 입증되지 않는 경우에는 4.10.14.3에서 규정한 0.08 rad의 연결보회전성능을 만족시켜야 한다. 철근콘크리트벽의 표면 위치에서 연결보의 웹 양쪽에 표면지압판을 설치하여야 한다. 이러한 스티프너는 4.10.14.3의 상세요구사항을 만족하여야 한다.

- (2) 4.11.15.3(2)에 명시된 벽체 내의 수직보강철근은 KDS 41 30 00(4.18.1)의 요구사항을 만족하는 횡방향철근에 의해 구속되어야 한다.

4.11.16.4 매입형 합성연결보

연결보의 역할을 하는 매입형 합성단면은 4.11.16.3의 요구사항을 만족해야 한다. 단, 4.10.14.3의 요구사항은 만족할 필요가 없다.

4.11.17 합성강판전단벽

4.11.17.1 범위

이 조항은 한쪽 또는 양쪽에 철근콘크리트가 부착된 강판과 강재 또는 합성경계부재로 구성된 구조용 벽에 적용한다.

4.11.17.2 벽부재

4.11.17.2(1)의 요구사항을 따르는 보강된 강판을 갖는 합성강판전단벽의 전단항복한계상태에 근거한 설계강도 ϕV_{ns} 는

$$V_{ns} = 0.6 A_{sp} F_y \quad (4.11-2)$$

$$\phi = 0.9$$

여기서, V_{ns} : 강판의 설계기준전단강도, mm

A_{sp} : 보강된 강판의 수평단면적, mm²

F_y : 강판의 설계기준항복강도, MPa

합성강판전단벽의 강판이 4.11.17.2(1)의 요구사항을 만족하는 경우 합성강판전단벽의 설계전단강도는 철근콘크리트의 강도를 무시한 강판만의 강도로 구해야 하며, 4.4.2와 4.4.3의 요구사항을 만족하여야 한다.

- (1) 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 이상이어야 한다. 국부좌굴과 콘크리트와 강판의 분리를 막기 위해 스티드전단연결재나 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 450을 넘지 않도록 하여야 한다. 합성벽시스템을 설계할 때는 지진력이 벽면에 수직으로 작용하는 경우를 고려하여야 한다.

- (2) 강판은 공칭전단강도를 발휘할 수 있도록 용접 혹은 고장력볼트마찰접합에 의해 모든 면을 따라 강재골조와 경계부재에 연속적으로 연결되어야 한다. 용접 또는 볼트접합에 의한 연결부의 설계는 4.10.7에 명시된 추가적인 요구사항을 만족시켜야 한다.

4.11.17.3 경계부재

강재 및 합성경계부재는 설계층간변위에서 벽의 강판 및 철근콘크리트부분의 전단내력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 합성 및 철근콘크리트경계부재는 4.11.16.2의 요구사항을 만족시키도록 설계하여야 한다. 강재경계부재는 4.10.16의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.11.17.4 개구부

개구부 주위에는 해석에 의해 요구되는 대로 경계부재를 설치하여야 한다.

4.11.18 구조설계도, 시방서, 공장제작도 및 설치도

- (1) 합성구조건축물과 강구조건축물의 구조설계도, 시방서, 공장제작도 및 설치도는 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.

4.12 제작, 설치 및 품질관리

4.12.1 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 KCS 14 31 00 의 규정을 따른다.

4.12.2 제작도면, 제작요령서 및 설치계획서

4.12.2.1 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.

4.12.2.2 설치계획서

- (1) 철골공사시공자는 철골의 시공품질을 확보하기 위하여 공사착수 전에 시공계획서를 작성한다.
- (2) 설치계획서는 관리감독자의 검토와 책임구조기술자의 승인을 받는다.

4.12.2.3 공통사항

- (1) 제작도면, 제작요령서 및 설치계획서에는 용접 및 볼트접합부가 공장제작되는 부분과 현장 제작할 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.

4.12.3 제작

4.12.3.1 치울림, 굽힘 및 바로잡기

철골부재의 치울림, 굽힘 및 바로잡기는 국부적인 가열방법 또는 기계적 방법을 사용할 수 있다.

4.12.3.2 절단

강재의 절단은 강재의 형상, 치수를 고려하여 최적의 방법을 선택한다.

4.12.3.3 연단부 교정

상은 또는 가열하여 절단한 형강 및 판재의 단면은 구조설계도서에서 특별히 지시되어 있거나, 용접을 위한 면처리의 지시가 있는 경우에는 이에 따른다.

4.12.3.4 용접시공

용접시공 및 용접부보수는 KCS 14 31 20의 해당규정에 따른다.

4.12.3.5 고장력볼트시공

고장력볼트시공은 KCS 14 31 25의 해당규정에 따른다.

4.12.3.6 밀착접합

설계도서에서 부재의 접합부가 밀착접합되도록 설계된 경우에 접합면은 상호부재가 충분히 밀착하도록 면처리가공을 하여야 한다.

4.12.3.7 치수의 허용오차

철골의 제작 및 설치에 있어서 치수의 허용오차는 KCS 14 31 10의 해당규정에 따른다.

4.12.3.8 주각부의 마감

주각과 베이스플레이트는 내력이 기초에 충분히 전달될 수 있도록 다음과 같은 조건을 만족하는 마감을 하여야 한다.

- (1) 베이스플레이트두께가 50 mm 이하이고 충분한 지압력을 전달할 수 있는 경우, 접합면을 밀처리를 하지 않을 수 있다.
- (2) 베이스플레이트두께가 50 mm 초과 100 mm 이하인 경우, 충분한 지압력을 전달할 수 있도록 접합면을 프레싱이나 밀처리를 통해 플레이트를 곤게 할 수 있다.
- (3) 베이스플레이트두께가 100 mm 초과인 경우, 접합면을 밀처리하여야 한다.
- (4) 베이스플레이트 하부와 콘크리트기초 사이에는 무수축그라우트로 충전한다.
- (5) 베이스플레이트와 강재기둥을 완전용입용접할 경우, 접합면을 밀처리하지 않을 수 있다.

4.12.3.9 앵커볼트구멍

앵커볼트구멍은 강재의 형상, 치수를 고려하여 최적의 방법을 선택한다.

4.12.3.10 배수구멍

철골공사 중 또는 사용 중에 각형강관이나 상자형단면으로 투수 가능성이 있는 경우, 방수처리 하거나 배수구멍 등 적당한 방법을 통해 투수를 방지하여야 한다.

4.12.3.11 아연도금부재

철골부재의 일부 또는 전체를 아연도금할 경우, 아연 및 세척용액이 잘 흐르고 배수할 수 있도록 하여야 한다.

4.12.4 공장도장

4.12.4.1 일반사항

강재의 공장도장과 표면처리는 KCS 14 31 40의 해당규정에 따른다.

4.12.4.2 마찰면

고장력볼트접합부의 마찰면은 공장제작 전에 청소하여야 하고, 마찰면의 도장은 하지 않는다.

4.12.4.3 마감면

기계가공마감면은 현장설치까지 그 면의 부식이 발생되지 않도록 하여야 한다.

4.12.4.4 현장용접에 인접한 면

현장용접을 하는 부분과 이에 인접하는 50 mm 이내의 구간에는 도장을 해서는 안 된다.

4.12.5 설치

4.12.5.1 주각부의 정렬

지압에 대하여 충분히 지지할 수 있는 콘크리트나 조적 위의 주각부는 정확한 위치에 수평을 유지하여 설치하여야 한다.

4.12.5.2 가새

가설용가새는 시공 중에 예상되는 제반하중을 감안하여 필요한 위치에 설치하여야 하며, 안전을 위해 필요한 기간 동안 존치시켜야 한다.

4.12.5.3 정렬

구조물에 영향을 줄 수 있는 인접부가 충분한 강성을 갖게 되고 적합한 정렬이 이루어지기 전까지는 영구적인 볼트접합이나 용접접합으로 시공하여서는 안 된다.

4.12.5.4 기둥의 밀착접합부이음

- (1) 기둥밀착접합부이음에서 밀착면의 틈은 접합방법에 상관없이 2.0 mm 이하이어야 한다.
- (2) 기둥의 밀착접합부이음에서 밀착면의 틈이 2.0 mm 초과 6 mm 이하이며 책임구조기술자가 밀착면이 충분하지 않다고 판단한 경우, 밀착면의 틈을 경사지지 않은 연철강재심을 설치할 수 있다.

4.12.5.5 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.

4.12.5.6 현장도장

마무리도장, 청소 및 현장도장에 대한 책임은 구조설계도서에 명확히 규정되어야 한다.

4.12.5.7 현장접합

구조물 설치기간 중 현장접합 부분은 예상되는 모든 고정하중, 풍하중 및 시공하중에 대하여 구조물이 안전하도록 볼트조임을 하거나 용접을 하여야 한다.

4.12.6 품질관리**4.12.6.1 요구품질의 확보**

강재의 제작 및 설치는 구조설계도서에 표시된 요구품질이 확보되어야 한다.

4.12.6.2 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.

4.12.6.3 승인거부

담당원은 강재의 제작이 이 기준에 부적당하다고 판단될 경우나 강재제조자의 품질관리에 의의가 생겼을 때 필요한 조치에 관하여 협의하고, 승인을 거부할 수 있다.

4.12.6.4 용접검사

- (1) 용접검사는 KCS 14 31 20의 해당규정에 따른다.
- (2) 승인된 용접검사자의 육안검사가 필요한 경우, 이를 구조설계도서에 시방하여야 한다.
- (3) 비파괴검사가 필요한 경우 비파괴검사 과정 및 승인조건을 구조설계도서에 시방하여야 한다.

건축물 강구조 설계기준

4.12.6.5 고장력볼트접합부의 검사

마찰형고장력볼트접합부의 검사는 KCS 14 31 25의 해당 규정에 따른다.

4.12.6.6 강재의 확인

제작자는 제작하는 자재의 규격별 및 운송단위별로 주요부재에 대한 강재재질의 확인이 용이하게 식별될 수 있도록 하여야 한다.

4.12.6.7 반복하중을 받는 구조요소 및 접합부의 품질관리

구조설계자는 반복하중에 의해 피로설계를 수행한 구조요소 및 그에 인접한 부재에 대하여 접합부상세 및 그 마감 정도를 구체적으로 제시한다. 구조설계자의 승인 없이는 설계변경이나 첨가물의 설치 등은 하지 않는다.

4.12.7 보수 및 유지관리

4.12.7.1 열화방지 대책

구조물의 열화방지에 대해서는 구조설계 시부터 보수 및 유지관리에 대하여 배려하여야 한다.

4.12.7.2 피로설계한 부재의 정기검사 및 유지관리

피로설계를 수행한 부재는 사용기간 중 정기검사 및 유지관리에 관한 시방을 작성하여 사용자에게 제시한다.

4.13 비탄성해석 및 설계

비탄성해석에 의한 설계는 이 절의 추가규정을 따라야 한다.

4.13.1 일반사항

비탄성해석법은 한계상태설계법에 의한 구조설계에 허용된다.

4.13.2 재료

비탄성해석법에 의하여 소성힌지의 발생이 예상되는 부재의 항복강도는 450 MPa을 초과하지 않아야 한다.

4.13.3 모멘트재분배

합성부재를 포함하여 KDS 14 31 10의 조밀단면조건과 4.13.7에서 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 16.4~16.8에 의한 설계에는 모멘트재분배에 의한 부모멘트저감

을 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, mm²

F_y : 강재의 항복강도, MPa

ϕ_c : 압축강도 감소계수(=0.90)

4.13.4 국부좌굴

휨과 압축의 조합력에 의해 소성힌지가 발생하는 부재는 플랜지와 웨브의 폭두께비가 표 1.5-1의 λ_p 또는 아래의 값을 초과하지 않는 조밀단면이어야 한다.

(1) 휨과 축력을 받는 2축대칭인 H형강 및 각형강관의 웨브

① $P_u / \phi_b P_y \leq 0.125$ 일 때

$$h/t_w \leq 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(1 - \frac{2.75 P_u}{\phi_b P_y} \right) \quad (4.13-1)$$

② $P_u / \phi_b P_y > 0.125$ 일 때

$$h/t_w \leq 1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left(2.33 - \frac{P_u}{\phi_b P_y} \right) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (4.13-2)$$

여기서, E : 강재의 탄성계수(=200,000MPa)

F_y : 사용되는 강재의 항복강도, MPa

h : 표 1.5-1에 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

$$b/t \leq 0.94 \sqrt{E/F_y} \quad (4.13-3)$$

여기서, b : 표 1.5-1에서 규정된 값, mm

t : 표 1.5-1에서 규정된 값, mm

(3) 휨을 받는 원형강관

$$D/t \leq 0.045 E/F_y \quad (4.13-4)$$

여기서, D : 강관의 외경, mm

4.13.5 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.

4.13.5.1 가새골조

비탄성해석으로 설계된 가새골조에서 가새는 설계하중을 받을 때 탄성상태로 남아 있도록 설계되어야 한다. 기둥과 압축가새에 대한 소요축방향강도는 $\phi_c (0.85 F_y A_g)$ 를 초과해서는 안 된다.

여기서, $\phi_c = 0.90$

4.13.5.2 모멘트골조

비탄성해석으로 설계된 모멘트골조에서 기둥의 소요축방향강도는 $\phi_c (0.75 F_y A_g)$ 를 넘어서는 안 된다.

여기서, $\phi_c = 0.90$

4.13.6 기둥 및 기타 압축부재

비탄성해석으로 설계된 기둥의 소요축방향강도는 4.13.5.1과 4.13.5.2의 제한값과 4.2의 규정에 따라 결정된 설계강도 $\phi_c P_n$ 을 초과해서는 안 된다.

만약 기둥의 세장비 L/r 이 $4.71 \sqrt{E/F_y}$ 을 초과하지 않는다면 비탄성해석으로 설계할 수 있다.

여기서, L : 부재의 횡방향비지지거리, mm

r : 좌굴면에 대한 단면2차반경, mm

4.13.7 보 및 기타 휨부재

비탄성해석으로 설계된 보의 소요휨강도 M_u 는 설계강도 ϕM_n 을 초과해서는 안 된다.

여기서,

$$M_n = M_p = F_y Z < 1.6 F_y S \quad (4.13-5)$$

$\phi_c = 0.90$

4.1과 4.13.4의 조밀단면을 가진 부재인 경우 비탄성해석으로 설계할 수 있다.

소성힌지위치에 인접한 압축측플랜지의 횡방향 비지지거리 L_b 는 다음과 같이 정의된 L_{pd} 값을 초과할 수 없다.

- (1) 웨브면 내에 재하되며 인장측플랜지보다 작지 않은 압축측 플랜지를 갖는 1축대칭, 2축대칭 H형강의 경우

$$L_{pd} = \left[0.12 + 0.076 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (4.13-6)$$

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

$$L_{pd} = \left[0.17 + 0.10 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \geq 0.10 \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (16.7.3)$$

원형 혹은 정방형 단면의 부재 및 약축에 대해 힘을 받는 보의 경우 L_b 에 대한 제한이 없다.

4.13.8 조합력을 받는 부재

힘과 축력을 받는 대칭인 부재의 비탄성해석은 4.5.1에 따른다. 보-기둥에 가해지는 하중이 비틀림을 유발한다면 소성설계는 허용되지 않는다.

4.13.9 접합부

부재의 소성힌지영역 근처의 접합부는 소요하중에 의한 힘과 변형을 견딜 수 있는 충분한 강도와 연성을 갖도록 설계해야 한다.

4.14 물고임에 대한 설계

이 절은 지붕구조가 물고임에 대한 적절한 강도와 강성을 확보하는 방법을 다루고 있다.

4.14.1 물고임에 대한 간략한 설계

지붕구조는 물고임에 대해 안정을 확보하기 위해 아래의 2조건을 모두 만족해야 한다.

$$C_p + 0.9C_s \leq 0.25 \quad (4.14-1)$$

$$I_d \leq 3940S^4 \quad (4.14-2)$$

$$\text{여기서, } C_p = \frac{504L_s L_p^4}{I_p} \quad C_s = \frac{504S L_s^4}{I_s}$$

L_p : 큰보방향 기둥간격(주요부재길이), m

L_s : 큰보의 수직방향 기둥간격(보조부재길이), m

S : 보조부재간격, m

I_p : 주부재 단면2차모멘트, mm⁴

건축물 강구조 설계기준

I_s : 보조부재 단면2차모멘트, mm^4

I_d : 보조부재에 의해 지지되는 데크의 단면2차모멘트, mm^4/m

위 식의 적용에 트러스와 강재장선의 경우는 단면2차모멘트 I_s 를 15% 저감해야 한다. 그리고 강재데크가 주부재에 의해 직접 지지되는 경우 보조부재로 간주한다.

4.14.2 물고임에 대한 개선된 설계

(1) 4.14.1에 의한 것보다 더 정확한 골조의 강성평가하는 경우 다음의 계수들을 이용할 수 있다.

① 주부재의 응력지표

$$U_p = \left(\frac{0.8F_y - f_0}{f_0} \right)_p \quad (4.14-3)$$

② 보조부재의 응력지표

$$U_s = \left(\frac{0.8F_y - f_0}{f_0} \right)_s \quad (4.14-4)$$

여기서, f_0 : 하중조합($D+R$)에 의한 응력

D : 공칭고정하중

R : 물고임의 기여를 제외한 빗물이나 눈에 의한 공칭하중, MPa

(2) 주부재와 보조부재로 구성된 지붕구조에 대해 조합강성은 다음과 같이 평가될 수 있다.

① 주요보에 대해 계산된 응력지표 U_p 에 해당하는 값을 그림 4.14-1에서 찾는다.

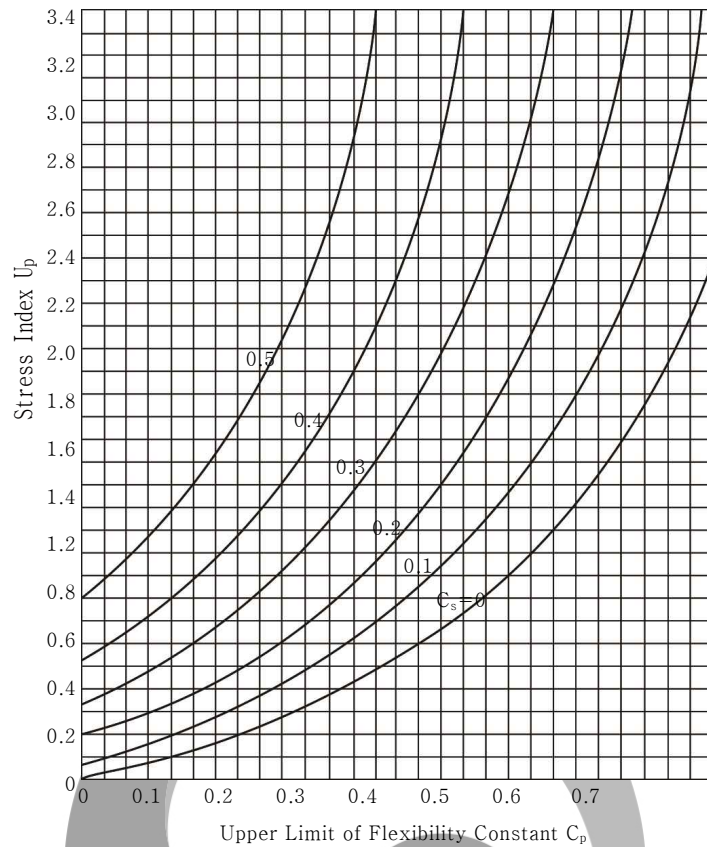


그림 4.14-1 주부재의 한계연성도계수

- ② 보조보에 대해 계산된 C_s 값까지 수평으로 이동한 후 가로좌표축 눈금을 읽는다.
 - ③ 그 눈금은 주요부재의 유연도상수 상한치를 나타내며 이 상한치가 주요부재에 대해 계산된 C_p 값보다 크면 주골조와 보조골조의 조합된 강성은 물고임을 충분히 방지할 수 있다. 하지만 그렇지 않다면 주보 또는 보조보에 대한 강성보강이 필요하다.
- 그림 4.14-1과 그림 4.14-2를 사용하여 위와 비슷한 과정을 따른다.

건축물 강구조 설계기준

(3) 등간격의 벽체보로 구성된 지붕구조의 강성은 다음과 같이 평가될 수 있다.

- ① 보들은 무한강성의 주부재에 의해 지지되는 보조부재로 간주한다.
- ② 계산된 응력지표 U_s 를 그림 4.14-2에서 찾고 U_s 를 나타내는 수평선과 $C_p = 0$ 에 해당하는 곡선의 교차점으로부터 보조부재의 유연도상수 상한치 C_s 를 결정한다.

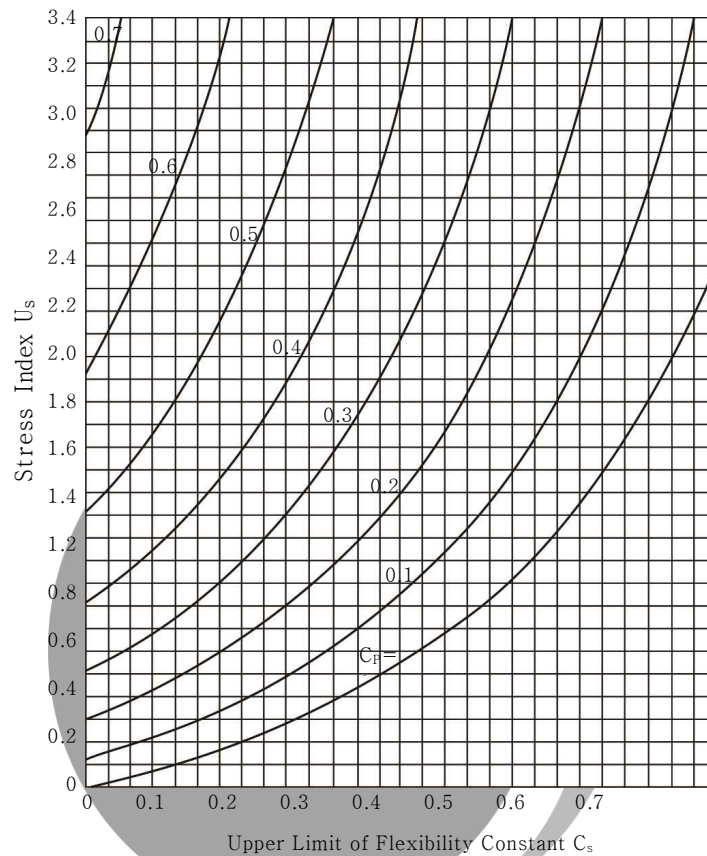


그림 4.14-2 보조부재의 한계연성도계수

(4) 기둥에 지지된 보 사이에 설치된 메탈데크로 이루어진 지붕구조의 경우 다음과 같이 강성을 평가한다.

- ① 지붕데크의 1 m 폭($S=1.0$)에 해당하는 유연도상수 C_s 를 그림 4.14-1 또는 그림 4.14-2에서 구한 부재의 유연도상수 상한치와 비교한다.

4.15 내화설계

이 절은 구조설계자가 화재에 대하여 강구조건축물의 기둥, 보, 벽, 바닥, 지붕 등 주요구조부의 내화설계를 수행하기 위한 지침을 제공한다.

4.15.1 일반사항

수직하중 및 수평하중을 지지하는 주요구조부는 화재 시 고온 및 고열에 견디어 하중을 지지할 수 있는 내화성능을 확보하여야 한다.

4.15.2 내화구조

4.15.2.1 적용범위

이 절은 건축법시행령 제56조에 의한 용도 및 규모에 해당되는 강구조건축물의 주요구조부에 적용한다.

4.15.2.2 내화구조

강구조건축물의 주요구조부는 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조에서 정하는 내화구조를 사용하여야 한다. 내화구조는 동 규칙 제3조 1호 또는 7호에 해당하는 것이거나 동 규칙 제3조 8호 또는 제27조 및 내화구조의 인정 및 관리기준에 의거 품질시험으로 내화구조의 성능기준을 확보한 것으로 인정된 구조이다. 또한 건축물의 피난규칙 제3조 8호 단서조항에 해당하는 경우 품질시험을 생략할 수 있다.

4.15.3 내화성능평가

4.15.3.1 품질시험에 의한 내화성능평가

내화구조의 인정 및 관리기준에 따른 품질시험은 KS F 2257-1, 4, 5, 6, 7에 의한 품질시험방법에 따라 평가하여야 한다.

4.15.3.2 품질시험 면제

건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조 내화구조 제8호 단서조항에 의거 산업표준화법에 따른 한국산업규격으로 내화성능이 인정된 구조로 된 것은 품질시험을 생략할 수 있다.

4.16 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 KDS 14 31 00에 나열되어 있는 것에 국한되지는 않는다. 이 절에서는 지진하중이나 진동을 유발하는 이동하중에 대한 재하실험방법은 취급하지 않는다.

4.16.1 일반사항

- (1) 기존 강구조에 대해 다음과 같은 평가가 요구될 경우 구조해석과 재하실험의 병용에 의해 평가를 수행할 수 있다
- ① 특정조합의 설계하중에 대한 구조물의 평가
 - ② 하중에 저항하는 부재나 구조시스템의 설계강도의 결정이 요구되는 경우
 - ③ 4.16.3, 4.16.4 혹은 계약문건 상에 명시된 경우
- (2) 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.

4.16.2 재료 성질

4.16.2.1 필요한 실험의 결정

책임구조기술자는 4.16.2.2~4.16.2.6의 규정에서 요구하는 특정의 실험방법과 실험부위를 결정해야 한다. 공사기록이 남아 있는 경우라면 소요실험의 개수를 줄이거나 생략할 수도 있다.

4.16.2.2 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.

4.16.2.3 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.

4.16.2.4 모재의 노치인성

후판의 형강이나 판재의 용접인장이음 구조물의 성능에 결정적인 요인으로 작용하는 경우에는, 규정에 따라 샤르피V-노치인성값을 결정해야 한다. 만약 그 결과치가 관련규정을 만족하지 못하면 책임구조기술자가 보완조치의 필요 여부를 결정한다.

4.16.2.5 용접재

구조물의 성능이 기존의 용접접합부와 밀접한 연관이 있는 경우에는 용접재의 대표시편을 채취해야 하며 화학적 조성 및 역학적 특성에 대한 분석이 이루어져야 한다. 결함의 크기와 그 결함이 부차적으로 가져올 결과에 대한 판단을 해야 한다. 관련규정에 미달되면 책임구조기술자가 보완조치의 필요 여부를 결정한다.

4.16.2.6 볼트와 리벳

대표 샘플을 면밀하게 살펴서 볼트의 규격을 확인한다. 육안으로 명확히 식별이 되지 않은 경우에는 샘플을 채취하여 KS 관련 규정에 의해 인장강도를 결정하여 분류한다. 혹은 대안으로 최저 강도로 가정할 수 있다.

4.16.3 구조해석에 의한 평가

4.16.3.1 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.

4.16.3.2 강도평가

부재와 접합부에 작용하는 응력(하중효과)은 구조물 형식에 적합한 구조해석법을 적용하여 산정한다. 하중효과는 KDS 14 31 05와 KDS 41 10 15에서 명기된 하중과 하중조합을 사용하여 결정한다. 부재와 접합부의 설계강도는 KDS 14 31 10에서 KDS 14 31 25까지의 관련규정을 사용하여 결정한다.

4.16.3.3 사용성평가

필요하다면 사용하중으로 인한 변형을 계산하여 보고한다.

4.16.4 재하실험에 의한 평가

4.16.4.1 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. 바닥 구조물의 활하중에 대한 내하력은 실험강도를 $1.2D+1.6L$ 에 등치시켜서 산정한다(여기서

건축물 강구조 설계기준

D 는 그 구조물의 공칭고정하중, L 은 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 재하하도록 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 스패ن 이상으로 이루어진 가장 불리한 부분구조를 선정하여 이 실험을 수행한다.

4.16.4.2 사용성평가

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

4.16.5 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 재하실험을 사용했다면 하중, 하중조합, 예측된 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.

4.17 기둥과 보의 안정용가새

4.17.1 일반사항

모든 가새는 부재에 대해 직각으로 설치되는 것을 가정으로 하며, 가새가 경사진 경우나 대각가새인 경우에는 가새의 강도 및 강성은 경사각에 따라 보정해야 한다. 가새의 강성도를 평가함에 있어 그 부재특성과 기하학적 특성뿐만 아니라 접합부 및 정착부의 상세의 영향 또한 고려하여야 한다.

가새구조는 상대구속가새와 절점구속가새, 이 2가지의 일반적인 형태로 분류한다. 상대구속가

새는 인접가새점에 대하여 가새점의 거동을 제어하며, 절점구속가새는 인접가새점의 직접적인 상호작용과는 관계없이 가새점의 거동을 제어한다. 가새의 허용강도 및 강성은 별도의 구조해석을 통한 결과값이 명시되어 있는 경우를 제외하고는 소요한계강도 및 강성값과 같거나 그 이상이어야 한다.

가새의 강도와 강성을 산정하기 위하여 구조물의 초기비직선이나 부재의 초기비직선을 포함한 2차해석을 수행한다면, 그 결과를 이 절의 규정 대신에 사용할 수 있다.

4.17.2 기둥안정용가새

각각의 기둥은 그 길이에 걸쳐 끝단 및 중간 위치에서 상대구속가새 또는 절점구속가새구조로 가새지지될 수 있다. 절점구속가새의 설계식은 기둥길이에 걸쳐서 등간격으로 가새가 배치된다고 가정한 경우이다.

4.17.2.1 상대구속가새

(1) 소요강도

$$P_{br} = 0.004 P_r \quad (4.17-1)$$

(2) 소요강성

$$\beta_{br} = \frac{1}{\phi} \left(\frac{2P_r}{L_b} \right) \quad (4.17-2)$$

여기서, $\phi = 0.75$

L_b : 가새간길이(비지지길이), mm

P_{br} : 소요압축강도, N

4.17.2.2 절점구속가새

(1) 소요강도

$$P_{br} = 0.01 P_r \quad (4.17-3)$$

(2) 소요강성

$$\beta_{br} = \frac{1}{\phi} \left(\frac{8 P_r}{L_b} \right) \quad (4.17-4)$$

여기서, $\phi = 0.75$

P_{br} : 소요압축강도, N

L_b 의 값이 L_q (여기서, L_q 는 K 값이 1인 기둥의 소요강도에 요구되는 최대비지지길이) 보다 작은 경우에는 식 (4.17-4)의 L_b 대신에 L_q 를 적용하여도 된다.

4.17.3 보안정용가새

보, 거더 및 트러스의 길이방향 회전에 대한 구속은 부재의 가새 지점에서 확보되는 것으로 한다. 보에 대한 가새는 상부와 하부플랜지의 상대변위, 즉 단면의 비틀림을 방지하여야 한다. 보의 횡방향 안정성은 횡가새, 비틀림가새 또는 이 2가지의 조합으로 확보되어야 한다. 복곡률휨을 받는 보에서 변곡점을 가새지점으로 볼 수 없다.

4.17.3.1 횡좌굴가새

횡좌굴가새는 압축플랜지 부근에 부착시켜야 한다. 다만, 캔틸레버보에서 단부에 위치한 가새는 상부(인장)플랜지 부근에 접합하여야 한다. 또한, 복곡률휨을 받는 보에서 변곡점 부근에 횡지지가새를 설치하는 경우 이 가새는 양쪽플랜지 모두에 접합하여야 한다.

(1) 상대구속가새

① 소요강도

$$P_{br} = 0.008 M_r C_d / h_o \quad (4.17-5)$$

② 소요강성

$$\beta_{br} = \frac{1}{\phi} \left(\frac{4M_r C_d}{L_b h_o} \right) \quad (4.17-6)$$

여기서, $\phi = 0.75$

h_o : 플랜지 도심간의 거리, mm

C_d : 단곡률인 경우 1.0 복곡률인 경우 2.0으로서 변곡점에 가장 가까운 가새에만 적용한다.

L_b : 횡적 비지지길이, mm

M_r : 소요휨강도, N·mm

(2) 절점구속가새

① 소요강도

$$P_{br} = 0.02 M_r C_d / h_o \quad (4.17-7)$$

② 소요강성

$$\beta_{br} = \frac{1}{\phi} \left(\frac{10M_r C_d}{L_b h_o} \right) \quad (4.17-8)$$

여기서, $\phi = 0.75$

M_r : 소요휨강도, N·mm

L_b 의 값이 L_q (여기서, L_q 는 보의 소요휨강도 M_u 에 요구되는 최대비지지길이) 보다 작은 경우에는 식 (4.17-8)의 L_b 대신에 L_q 를 적용하여도 된다.

4.17.3.2 비틀림좌굴가새

비틀림좌굴가새는 절점가새 또는 보길이에 걸친 연속가새일 수 있다. 비틀림좌굴가새는 단면의 어떠한 위치에도 부착할 수 있으며, 반드시 압축플랜지 부근에 부착시킬 필요가 없다. 비틀림좌굴가새와 보 사이의 접합부는 다음과 같이 주어지는 소요모멘트를 저항할 수 있어야 한다.

(1) 상대구속가새

① 소요모멘트

$$M_{br} = \frac{0.024 M_r L}{n C_b L_b} \quad (4.17-9)$$

② 크로스프레임 또는 다이아프램가새의 소요강성도

$$\beta_{Tb} = \frac{\beta_T}{\left(1 - \frac{\beta_T}{\beta_{sec}}\right)} \quad (4.17-10)$$

여기서,

$$\beta_T = \frac{1}{\phi} \left(\frac{2.4 L M_r^2}{n E I_y C_b^2} \right) \quad (4.17-11)$$

$$\beta_{sec} = \frac{3.3 E}{h_o} \left(\frac{1.5 h_o t_w^3}{12} + \frac{t_s b_s^3}{12} \right) \quad (4.17-12)$$

여기서, $\phi = 0.75$

L : 부재 스패, mm

n : 스패 내에서 가새지점의 수

E : 강재의 탄성계수, N/mm²

I_y : 약축에 대한 단면2차모멘트, mm⁴

C_b : 4.3의 모멘트분포에 따른 보정계수

t_w : 보웹브 두께, mm

t_s : 웨브보강스티프너의 두께, mm

b_s : 웨브보강스티프너의 폭, mm, (양면보강인 경우, 양쪽폭의 합을 사용)

β_T : 웨브뒤틀림을 배제한 가새의 강성, N · mm/rad

β_{sec} : 웨브의 뒤틀림강성, N · mm/rad (웨브의 중간스티프너가 있는 경우 이의 효과를 포함)

M_r : 소요휨강도, N · mm

만약, $\beta_{sec} < \beta_T$ 이면, 식 (4.17-10)은 음수가 되는데, 이는 웨브의 비틀림강성이 부적절하기 때문에 보의 비틀림좌굴가새가 비효율적임을 가리킨다.

필요하다면, 웨브보강 중간스티프너는 보의 전체춤에 걸쳐 설치되어야 한다. 특히, 비틀림좌굴가새가 있는 경우에는 가새가 부착되는 플랜지까지 중간스티프너가 연장되어야 한다. 대안으로서, 비틀림좌굴가새가 직접 부착되지 않는 플랜지의 경우에 보의 중간스티프너는 플랜지에서 $4t_w$ 거리만큼 떨어진 위치까지만 설치하여도 무방하다. 설계된 비지지길

건축물 강구조 설계기준

이가 L_q 보다 작은 경우에는 식 (4.17-9)의 L_b 대신에 L_q 를 적용하여도 된다.

(2) 연속 비틀림좌굴가새

연속 비틀림좌굴가새의 경우, 식 (4.17-9), 식 (4.17-10) 및 식 (4.17-11)이 사용에 있어 L/n 의 값을 1, L_b 를 L_q 로서 적용하며, 가새의 모멘트와 강성은 단위길이당의 값으로 주어지게 된다. 비보강웨브의 뒤틀림강성도는 다음과 같다.

$$\beta_{\text{sec}} = \frac{3.3Et_w^3}{12h_o} \quad (4.17-13)$$

4.18 직접해석법

KDS 14 31 15에 따른다.

4.18.1 소요강도 산정

직접해석법을 적용한 안정설계 시 구조요소의 소요강도 산정을 위해 수행되는 구조해석은 4.18.2를 만족해야 하며, 4.18.3과 4.18.4의 내용을 포함하여야 한다.

4.18.2 해석요구조건

직접해석법에 적용되는 구조해석은 아래의 조건을 만족해야 한다.

- (1) 구조해석은 휨, 전단 그리고 축력에 의한 변형과 구조물의 변위에 영향을 주는 모든 요소 및 접합부의 변형을 고려해야 하며, 4.18.3에 명시된 바와 같이 구조물의 안정성에 기여한다고 판단되는 모든 강성의 감소를 포함해야 한다.
- (2) 구조해석은 $P-\delta$ 와 $P-\Delta$ 효과를 모두 고려할 수 있는 2차해석이어야 하며, 이를 위해 1.5.6.3의 2차해석방법 중 하나를 선택할 수 있다. 단, 구조물이 기본적으로 수직기둥, 벽체 또는 골조에 의해 중력하중을 지지하고 한계상태설계법의 하중조합에 따른 설계하중과 4.18.2.3의 강성 조정을 고려한 구조해석 결과에 따른 전층의 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.7 이하이며, 골조의 이동이 고려되는 방향의 모멘트 골조에 속한 기둥에 의해 구조물의 총 중력하중의 1/3 이내가 지지되는 경우에는 $P-\delta$ 효과를 해석에서 무시할 수 있다. 하지만 어떠한 경우에도 압축과 휨을 받는 개별 부재의 평가 시에는 $P-\delta$ 효과를 고려해야 한다.
- (3) 구조해석 시에 횡의존기둥 및 횡력저항시스템이 아닌 요소의 하중 등을 포함한 구조물의 안정성에 영향을 미칠 수 있는 모든 중력하중과 기타 작용 하중들을 고려해야 한다.

4.18.2.2 초기변형 고려

초기 층수적도 오차와 같은 초기변형이 구조물의 안정성에 미치는 영향은 해석 시 초기변형을 직접 모델링하는 방법 또는 가상하중을 적용한 방법을 통하여 고려하여야 한다.

(1) 초기변형 직접 모델링

모든 유형의 구조물에 초기변형의 영향을 고려하기 위해 구조해석 시에 초기변형을 직접 모델링에 반영하여 해석할 수 있다. 구조물은 부재들이 만나는 절점을 공칭위치에서 이동시켜 해석하며, 초기변형의 크기는 허용시공오차를 감안한 설계에서 고려되는 최댓값으로 하고 초기변형의 형상은 불안정효과를 최대화시킬 수 있도록 정한다.

구조해석시 구조물이 기본적으로 수직기둥, 벽체 또는 골조에 의해 중력하중을 지지하고 한계상태설계법의 하중조합에 따른 설계하중과 4.18.2.3의 강성 조정을 고려한 구조해석의 결과에서 최대1차횡변위에 대한 최대2차횡변위의 비가 모든 층에서 1.7 이하일 경우 직접 모델링에 의한 초기변형의 고려는 중력하중만의 하중조합에 적용하고 수평하중이 적용된 하중조합에는 적용하지 않을 수 있다.

(2) 가상하중 적용

구조물이 기본적으로 수직기둥, 벽체 또는 골조에 의해 중력하중을 지지하는 경우에는 다음의 가상하중을 적용하여 초기변형을 고려할 수 있다. 가상하중은 공칭형상을 기준으로 한 구조모델에 적용되어야 한다.

- ① 가상하중은 수평하중 형태로 전층에 적용해야 한다. 그리고 가상하중은 다른 수평하중에 추가하여 적용하며 모든 하중조합에 적용되어야 한다. 단, 한계상태설계법의 하중조합에 따른 설계하중과 4.18.2.3의 강성 조정을 고려한 구조해석 결과에 따른 전층의 2차횡변위 대 1차횡변위의 비가 1.7 이하인 경우에는 가상하중을 중력하중만의 하중조합에만 적용하고 수평하중이 적용된 하중조합에는 적용하지 않을 수 있다. 가상하중의 크기는 아래와 같이 구한다.

$$N_i = 0.002 Y_i \quad (4.18-1)$$

여기서, N_i : i 층에 적용된 가상하중, N

Y_i : i 층에 적용된 하중조합에 의한 중력하중, N

- ② 각층에 적용되는 가상하중은 각층의 중력하중분포와 유사한 형태로 적용되어야 하며, 불안정효과를 최대화시키는 방향으로 적용되어야 한다.
- ③ 가상하중계수 0.002는 초기의 층수직도 오차를 1/500로 가정한 값이며, 실제 층수직도 오차가 이와 다른 경우 가상하중계수를 그와 비례하여 조정할 수 있다.

4.18.2.3 강성조정

소요강도 산정을 위한 구조해석시 다음과 같은 감소된 강성을 적용해야 한다.

- (1) 구조물의 안정성에 기여한다고 판단되는 모든 부재의 강성에는 감소계수 0.8을 적용해야 한다. 또는 구조물의 모든 강성에 감소계수 0.8을 적용할 수도 있다.

건축물 강구조 설계기준

- (2) 휨강성이 구조물의 횡방향 안정성에 기여한다고 판단되는 모든 부재의 휨강성에는 다음의 추가감소계수 τ_b 를 적용한다.

$$\begin{aligned}\tau_b &= 1.0 : P_r/P_y \leq 0.5 \text{인 경우} \\ &= 4(P_r/P_y)[1 - (P_r/P_y)] : P_r/P_y > 0.5 \text{인 경우} \quad (4.18-2)\end{aligned}$$

P_r = 소요압축강도, N

$P_y = AF_y$, 부재의 항복압축강도, N

- (3) 4.18.2.2(2) 가상하중이 적용된 구조물에서 $0.001 Y_i$ 의 가상하중을 모든 층과 모든 하중조합에 추가하면, $P_r/P_y > 0.5$ 인 경우에도 τ_b 값을 산정하는 대신 모든 부재에 1.0을 사용할 수 있다. 추가적인 가상하중 $0.001 Y_i$ 는 4.18.2.2(2)②와 같은 방법으로 가력되어야 하며 2차횡변위 대 1차횡변위의 비와 관계없이 모든 하중조합에 추가되어 적용되어야 한다.
- (4) 강재 이외의 구조재료가 골조의 안정성에 기여할 경우에 관련 구조재료의 구조기준에서 4.18.2.3보다 더 큰 강성감소를 요구할 경우 해당 부재에 이를 적용할 수 있다.

4.18.3 설계강도 산정

직접해석법을 적용한 안정설계에서 각 부재 및 접합부의 설계강도는 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 및 4.6의 사항을 만족해야 하며, 모든 부재의 유효길이계수는 합리적인 해석에 의해 더 작은 값의 사용이 확인되지 않는 경우 1.0을 사용하여 설계강도를 산정할 수 있다.

기둥과 보의 비지지길이를 정의하기 위해 가새로 거동하도록 설계된 부재는 가새절점에서의 부재이동을 제어할 수 있도록 충분한 강성과 강도를 가져야 한다. 이 요구조건을 충족시키기 위한 방법은 4.17에 수록되어 있다.

4.19 내진성능검증, 품질확보 계획 및 용접규정

4.19.1 보-기둥 및 링크-기둥접합부의 인증

4.19.1.1 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.

4.19.1.2 일반적 요구사항

(1) 인증의 기본

접합부의 인증은 해석연구와 설계모델에 의하여 검증되고, 4.19.1.3을 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 4.19.1.4에 열거된 설계변수의 영향을 접합부인증에 반영하도록 한다.

(2) 인증의 권한

접합부의 인증과 그와 관련된 한계는 책임기관에서 권한을 위임받은 접합부인증위원회의 결정에 의한다.

(3) 실험요구사항

접합부의 인증자료는 4.19.2에 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 상기 (2)에 규정된 한계를 초과하지 않도록 한다.

4.19.1.4 인증변수

인증을 받기 위해서는 접합부성능에 관련된 다음 변수들의 영향을 고려하여야 한다. 각 변수에 대한 허용값의 한계는 접합부인증위원회에서 결정한다.

(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

건축물 강구조 설계기준

(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 기둥웹에 연결, 보 또는 링크가 기둥플랜지나 웹에 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

(3) 보(또는 링크)와 기둥의 관련 요소들

- ① 패널존강도
- ② 패널존보강판 부착상세
- ③ 기둥-보(또는 링크) 모멘트비

(4) 연속판

- ① 연속판이 요구되는 조건의 확인
- ② 두께, 폭, 춤
- ③ 부착상세

(5) 용접

- ① 위치, 크기(리턴을 포함), 유형(완전용입용접, 부분용입용접, 필릿용접 등), 필요한 보강이나 윤곽 마무리작업
- ② 용접봉의 규격강도와 노치인성도
- ③ 뒷담채와 용접탭의 상세와 처리
- ④ 용접접근공 : 크기, 형상과 마무리
- ⑤ 비파괴실험방법, 검사횟수, 허용기준과 문서화 요구사항을 포함한 용접품질관리와 품질보증

(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

(7) 작업의 숙련도

- ① 열절단 또는 연삭된 가장자리의 표면 거칠기
- ② 절단허용오차
- ③ 용접보강 또는 윤곽마무리작업
- ④ 부착을 위한 구멍, 파스너, 용접의 존재 유무

(8) 부가적인 접합부상세

접합부인증위원회에서 설정된 특정접합부에 적절한 모든 변수

4.19.1.5 설계절차

접합부가 인증을 받기 위해서는 포괄적인 설계절차가 제시되어야 한다. 제시된 설계절차는 인증 범위 내에서 적용 가능한 모든 한계상태를 검토할 수 있어야 한다.

4.19.1.6 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) 4.19.1.4에 열거된 모든 인증변수에 대한 한계의 목록
- (5) 임계용접부목록
- (6) 보호영역을 구성하는 접합부영역의 정의
- (7) 4.19.1.5에서 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

4.19.2 보-기둥접합부와 링크-기둥접합부의 반복재하인증실험**4.19.2.1 적용범위 및 목적**

- (1) 이 조항은 이 규정에 의한 모멘트골조 보-기둥접합부와 편심가새골조 링크-기둥접합부의 반복재하인증실험에 대한 요구사항을 규정한다. 반복재하인증실험의 목적은 보-기둥접합부와 링크-기둥접합부가 이 규정에서 요구하는 소정의 강도와 중간변위각 또는 링크회전각의

건축물 강구조 설계기준

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.

4.19.2.2 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.

4.19.2.3 필수실험변수

실험체는 프로토타입의 설계, 상세, 공사특성, 그리고 재료특성 등에 적합한 실제적인 조건들과 최대한 유사하도록 제작되어야 한다. 다음 변수들을 실험체에 반영해야 한다.

- (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.
- (2) 실험체의 크기
 - ① 실험체에 사용되는 보 또는 링크의 크기는 다음의 제한 이내로 한다.
 - 가. 실험체보나 링크축은 프로토타입보나 링크축의 90%보다 커야 한다.
 - 나. 실험체보나 링크의 단위길이당 중량은 프로토타입보나 링크의 단위길이당 중량의 75%보다 커야 한다.
 - ② 실험체에 사용되는 기둥의 크기는 4.19.2.3(1)의 요구조건에 따라 기둥의 비탄성작용을 적절하게 반영할 수 있어야 한다. 또한, 실험체기둥의 축은 프로토타입기둥 축의 90%보다 커야 한다.
 - ③ 이 조항에서 규정한 제한을 벗어나는 경우에는 관할책임자의 승인을 받아야 한다.

(3) 접합부상세

- ① 실험체의 접합부상세는 프로토타입의 상세와 최대한 동일하게 구성한다.
- ② 실험체 부재의 크기에 대한 실험체의 접합요소는 프로토타입에 사용된 실물 크기의 접합요소를 사용한다.

(4) 연속판

실험체에 사용되는 연속판의 크기 및 접합상세는 프로토타입 접합부연속판 크기 및 접합상세와 대등하도록 비례를 맞추어야 한다.

(5) 재료강도

항복에 의해 소성회전이 발생하는 실험체의 각 부재나 접합요소는 다음의 추가적인 요구사항을 충족하여야 한다.

- ① 항복응력은 4.19.2.6에서 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 4.10.5.2에 제시된 방법에 의해 산정한다.

(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 125 MPa 이상 커서는 안 된다.
- ③ 실험체에 사용되는 용접재의 최소샤르피V-노치인성은 상응하는 프로토타입의 용접에 사용되는 용접재의 최소 샤르피V-노치인성보다 커서는 안 된다. 시험된 실험체 용접의 샤르피V-노치인성은 프로토타입의 용접에 대하여 명기된 등급의 샤르피V-노치인성보다 50% 또는 34 kJ 중 큰 값 이상 커서는 안 된다.
- ④ 실험체에 사용되는 용접위치는 프로토타입의 용접에 사용되는 용접 위치와 동일하여야 한다.
- ⑤ 실험체 용접에 사용되는 뒷담, 용접탭, 용접홀 및 유사한 사항의 상세는 상응하는 프로토타입의 용접에 사용되는 상세와 동일하여야 한다. 프로토타입에서 용접뒷담 및 용접탭을 제거한 경우를 제외하고 용접뒷담 및 용접탭은 실험체로부터 제거하지 말아야 한다.

건축물 강구조 설계기준

- ⑥ 실험체 용접에 적용된 조사, 비파괴검사방법, 승인기준은 프로토타입의 용접에 적용된 것들과 동일하여야 한다.

(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.

4.19.2.4 재하이력

(1) 일반요구사항

- ① 실험체는 4.19.2.4(2)에서 규정하고 있는 특수모멘트골조 및 중간모멘트골조의 보-기둥접합부와 4.19.2.4(3)에서 규정하고 있는 편심가새골조의 링크-기둥접합부의 요구조건들을 만족하도록 반복가력하여야 한다.
- ② 4.19.2.4(2)와 4.19.2.4(3)에 규정된 방법 이외의 하중이력의 경우에는 이 규정과 동등하거나 더 엄격한 규정임이 밝혀진 경우에만 사용할 수 있다.

(2) 보-기둥모멘트접합부의 가력방법

특수모멘트골조 및 중간모멘트골조의 보-기둥접합부 인증반복가력실험은 실험체의 층간변위각 θ 를 제어하여 다음과 같은 이력을 갖도록 가력하여야 한다.

- ① 6 주기, $\theta = 0.00375 \text{ rad}$
- ② 6 주기, $\theta = 0.005 \text{ rad}$
- ③ 6 주기, $\theta = 0.0075 \text{ rad}$
- ④ 4 주기, $\theta = 0.01 \text{ rad}$
- ⑤ 2 주기, $\theta = 0.015 \text{ rad}$
- ⑥ 2 주기, $\theta = 0.02 \text{ rad}$
- ⑦ 2 주기, $\theta = 0.03 \text{ rad}$
- ⑧ 2 주기, $\theta = 0.04 \text{ rad}$

이후에는 각 단계별로 $\theta = 0.01 \text{ rad}$ 씩 증가시키며 2주기씩 반복가력하며 실험을 진행한다.

(3) 링크-기둥모멘트접합부의 가력방법

편심가새골조의 링크-기둥접합부 인증반복가력실험은 실험체의 전체링크회전각 γ_{total} 을 제어하여 다음과 같은 이력을 갖도록 가력하여야 한다.

- ① 6 주기, $\gamma_{total}=0.00375$ rad
- ② 6 주기, $\gamma_{total}=0.005$ rad
- ③ 6 주기, $\gamma_{total}=0.0075$ rad
- ④ 6 주기, $\gamma_{total}=0.01$ rad
- ⑤ 4 주기, $\gamma_{total}=0.015$ rad
- ⑥ 4 주기, $\gamma_{total}=0.02$ rad
- ⑦ 2 주기, $\gamma_{total}=0.03$ rad
- ⑧ 1 주기, $\gamma_{total}=0.04$ rad
- ⑨ 1 주기, $\gamma_{total}=0.05$ rad
- ⑩ 1 주기, $\gamma_{total}=0.07$ rad
- ⑪ 1 주기, $\gamma_{total}=0.09$ rad

이후에는 각 단계별로 $\gamma_{total}=0.02$ rad씩 증가시키며 1주기씩 반복가력하며 실험을 진행한다.

4.19.2.5 측정장치

각 성능평가에 충분한 개수의 측정장치들을 실험체에 설치하여야 한다.

4.19.2.6 재료시험 요구사항

(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 4.19.2.6(2)의 절차를 따라야 하며, 실험체의 다음과 같은 부분에 대하여 수행하여야 한다.

가. 기준점의 보와 기둥의 플랜지 및 웹

나. 항복에 의해 비탄성회전이 발생한 부분의 접합요소

(2) 구조용강재의 인장시험방법

- ① 항복강도는 0.2% 영구변형률법을 사용하여 측정한다.
- ② 인장시험의 가력속도는 가능하면 시험에 사용된 가력속도와 유사하게 한다.

4.19.2.7 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, 볼트규격 및 등급, 기타 적절한 접합상세를 나타내는 접합부상세도.
- (3) 4.19.2.3에 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-충간변위각 이력곡선 또는 실험체의 링크-기둥접합부의 링크전단력-링크회전각 이력곡선. 보-기둥모멘트접합부의 경우, 보의 모멘트와 충간변위각은 기둥의 중심선에서 산정한다.
- (9) 충간변위각과 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.
추가로 도면, 데이터 및 실험체나 실험결과에 대한 토의내용을 보고서에 포함할 수 있다.

4.19.2.8 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.

4.19.3 좌굴방지가새의 반복재하 인증실험

4.19.3.1 적용범위 및 목적

- (1) 이 조항은 좌굴방지가새와 좌굴방지가새 부분골조의 반복재하인증실험에 대한 요구사항을 규정한다.
- (2) 개별 가새부재의 반복재하인 증실험목적은 이 규정에서 요구하는 소정의 강도와 비탄성변형 능력의 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.

4.19.3.2 부분골조실험체

부분골조실험체는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 부분골조실험체 가새의 비탄성회전수용 메커니즘은 프로토타입과 동일해야 하고 부분골조 실험체 가새에 부과되는 비탄성회전의 요구치는 프로토타입 비탄성회전 요구치 이상이어야 한다.
- (2) 부분골조실험체 가새의 강재코어 압축항복강도 $P_{y_{sc}}$ 는 프로토타입가새의 강재코어압축항복강도 이상이어야 한다. 단, 2가지 강도 모두는 강재코어의 단면적 A_{sc} 에 쿠펜인장시험에서 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.

건축물 강구조 설계기준

- (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.

4.19.3.3 가새실험체

가새실험체는 가능한 프로토타입의 설계, 상세, 시공특성 및 강재특성과 동일하게 모형화하여야 한다.

(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.

(2) 가새실험체 제작

가새실험체와 프로토타입은 동일한 품질관리 및 품질확보절차에 따라 제작하여야 한다.

(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 쿠펜인장시험에서 결정된 항복강도의 곱으로 산정한다.
- ③ 가새실험체의 강재코어와 좌굴방지외피 사이의 분리를 위한 재료와 방법은 프로토타입과 동일하여야 한다.

(4) 접합부상세

가새실험체의 접합부상세는 프로토타입의 접합부상세와 최대한 동일하게 구성한다.

(5) 재료

- ① 가새실험체의 강재코어는 다음과 같은 조건을 만족하여야 한다.

가. 가새실험체 강재코어의 공칭항복응력은 프로토타입과 동일하여야 한다.

나. 가새실험체 강재코어 강재의 계측항복응력은 쿠펜인장시험으로부터 측정한 프로토타입항복응력의 90% 이상이어야 한다.

다. 가새실험체 강재코어의 공칭인장응력 및 극한변형률은 프로토타입 이하이어야 한다.

② 가새실험체의 좌굴방지메커니즘에 사용하는 재료는 프로토타입과 동일한 재료를 사용한다.

(6) 접합부

가새실험체의 용접, 볼트 및 핀접합부는 프로토타입과 최대한 동일하게 구성한다.

4.19.3.4 재하이력

(1) 일반 요구사항

- ① 실험체는 4.19.3.4(2) 및 4.19.3.4(3)에서 규정하고 있는 요구조건들을 만족하도록 반복가력하여야 한다.
- ② 4.19.3.4(3)에서 규정하고 있는 재하이력 이상으로 재하할 수 있다.
- ③ 각 이력은 규정한 변형까지 완전하게 인장 및 압축재하한다.

(2) 실험제어

- ① 실험은 실험체의 축변형 또는 회전변형을 제어하며 수행한다.
- ② 대안으로, 규정된 축변형에 부합되도록 최대회전변형을 가하는 형식으로 재하할 수 있다.

(3) 가력절차

실험체가 다음과 같은 변형이력을 갖도록 재하한다. 여기서 변형이라 함은 실험체강재코어의 축방향변형과 부분골조시험체의 회전변형을 지칭한다.

- ① $\Delta_b = \Delta_{by}$ 에 해당하는 변형까지 2주기재하
- ② $\Delta_b = 0.5\Delta_{bm}$ 에 해당하는 변형까지 2주기재하
- ③ $\Delta_b = 1.0\Delta_{bm}$ 에 해당하는 변형까지 2주기재하
- ④ $\Delta_b = 1.5\Delta_{bm}$ 에 해당하는 변형까지 2주기재하
- ⑤ $\Delta_b = 2.0\Delta_{bm}$ 에 해당하는 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 재하 방법은 최대비탄성변형 및 누적비탄성변형이 더 엄격한 가력조건인 경우에만 사용할 수 있다.

4.19.3.5 측정장치

각 성능평가에 충분한 개수의 측정장치를 실험체에 설치하여야 한다.

4.19.3.6 재료시험 요구사항

(1) 구조용강재의 인장시험 요구사항

- ① 인장시험은 강재코어제작에 사용된 강재와 동일한 강재를 채취한 시험편을 사용하여야 한다.

건축물 강구조 설계기준

② 공장재료증명서의 인장시험결과를 보고할 수는 있지만 이 조항의 목적을 위한 인장시험을 대신할 수는 없다.

③ 인장시험의 결과는 4.19.3.6(2)의 절차를 따라 수행된 시험을 기초로 해야 한다.

(2) 구조용강재의 인장시험방법

① 항복강도는 0.2% 영구변형률법을 사용하여 측정한다.

② 인장시험의 가력속도는 가능하면 시험에 사용된 가력속도와 유사하게 한다.

③ 쿠폰은 강재코어의 재축방향과 평행하도록 제작하여야 한다.

4.19.3.7 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 기술

(2) 부재 크기, 강재등급, 모든 접합요소의 규격, 용접재를 포함한 용접상세, 볼트 또는 핀구멍의 크기와 위치, 볼트규격 및 등급, 기타 적절한 접합상세를 나타내는 접합부상세도

(3) 4.19.3.2 또는 4.19.3.3에 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) 4.19.3.6에서 규정한 재료시험결과

(8) 가새실험체의 제작에 사용된 품질관리 및 품질확보계획. 여기에는 용접제작시방서 및 용접 검사보고서를 포함해야 한다.

추가적 도면, 데이터 및 실험체나 실험결과에 대한 토의내용을 보고서에 포함할 수 있다.

4.19.3.8 승인조건

4.19.3.2의 요구사항을 만족하는 최소 1개의 부분골조실험을 수행하여야 하며 4.19.3.3의 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.

4.19.4 용접규정

4.19.4.1 범위

이 조항은 용접 및 용접검사에 관한 추가상세를 제공한다.

4.19.4.2 구조설계도, 기준, 제작도 및 현장설치도

(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 주의 사항이 요구되는 경우

(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

(3) 현장설치도

현장설치도는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

- ① 뒷댐재를 제거하여야 하는 부위

건축물 강구조 설계기준

- ② 뒤틀림재를 제거하지 않아도 되지만 보조필릿용접이 요구되는 부위
- ③ 엔드탭을 제거하여야 하는 부위
- ④ 조인트 또는 조인트그룹에서 특수한 조립순서, 용접순서, 용접기술 또는 기타 특별한 주의 사항이 요구되는 경우

4.20 냉간성형강구조

냉간성형강구조에 대한 설계기준은 대한건축학회의 냉간성형강구조설계기준에 의한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	구조	이철호	서울대학교	교수
	구조	김종락	숭실대학교	교수
	구조	김승원	뉴테크구조기술사사무소	대표
	구조	최선규	선영구조기술사건축사사무소	대표
	구조	김철환	경북대학교	교수
	구조	최병정	경기대학교	교수
	구조	이경구	단국대학교	교수
	구조	이명재	중앙대학교	교수
	구조	김상섭	한국기술교육대학교	교수
	구조	이은택	중앙대학교	교수
	구조	양재근	인하대학교	교수
	구조	유정한	서울과학기술대학교	교수



건축물 강구조 설계기준

자문위원	분야	성명	소속
	구조	강현구	서울대학교
	구조	김석구	(주)쓰리디엔지니어링
	구조	김종호	(주)창민우구조건설탄트
	구조	김홍진	경북대학교
	구조	민경원	단국대학교
	구조	박문재	국립산림과학원
	구조	박지훈	인천대학교
	구조	박홍근	서울대학교
	구조	신성우	한양대학교
	구조	이경구	대한건축학회
	구조	이기학	세종대학교
	구조	이리형	한양대학교(명예교수)
	구조	이상현	단국대학교
	구조	이철호	서울대학교
	구조	전봉수	(주)전우구조건축
	구조	정광량	(주)동양구조안전기술
	구조	정란	단국대학교
	구조	정재철	국민대학교(명예교수)
	구조	조봉호	아주대학교
	구조	천성철	인천대학교
	구조	최경규	숭실대학교
	구조	최창식	한양대학교
	구조	하영철	금오공과대학
	구조	홍건호	호서대학교
	구조	홍성걸	서울대학교
	구조	홍성목	서울대학교(명예교수)

건설기준위원회	분야	성명	소속
	구조	황의승	경희대학교
		채규봉	(주)효광엔지니어링
		강철규	경기대학교
		하영철	금오공과대학교
		윤명호	공주대학교
		현인호	(주)인이엔씨

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	송종걸	강원대학교
	조미라	인덕대학교
	이상민	비엔티엔지니어링(주)
	주영해	한국종합기술
	김태진	창민우구조
	노영숙	서울과학기술대학교
	박의수	희림종합건축

국토교통부	성명	소속	직책
	남영우	국토교통부 건축정책과	과장
	박형재	국토교통부 건축정책과	사무관
	권희만	국토교통부 건축정책과	주무관

설계기준
KDS 41 31 00 : 2017

건축물 강구조 설계기준

2017년 12월 20일 발행

국토교통부

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
☎ 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>