

KDS 14 31 60 : 2017

강구조내진설계기준 (하중저항계수설계법)

2017년 12월 20일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



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 강구조에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

| 건설기준 | 주요내용 | 제·개정 (년.월) |
|-----------------------|--|-----------------|
| 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 | <ul style="list-style-type: none"> • 하중저항계수설계법에 의한 기준 제정 | 제정 (2009.12) |
| 하중저항계수설계법에 의한 강구조설계기준 | <ul style="list-style-type: none"> • 골조의 안정성, 플레이트 거더 및 곡선박스거더교의 휨설계, 피로 및 파단에 대해 개정 | 개정 (2014.5) |
| KDS 14 31 60 : 2016 | <ul style="list-style-type: none"> • 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비함. | 제정 (2016.6) |
| KDS 14 31 60 : 2017 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 기술기준과
 관련단체 : 한국강구조학회

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

목차

| | |
|----------------------------------|----|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 적용범위 | 1 |
| 1.2 내진설계 일반요건 | 1 |
| 1.3 하중, 하중조합 및 공칭강도 | 2 |
| 1.4 설계도서 | 2 |
| 2. 조사 및 계획 | 3 |
| 3. 재료 | 4 |
| 3.1 재료규격 | 4 |
| 3.2 부재 및 접합부 소요강도의 결정을 위한 재료적 특성 | 4 |
| 3.3 후판 단면의 샤르피V노치(CVN)인성 요건 | 5 |
| 3.4 합성 지진하중 저항 시스템 | 5 |
| 4. 설계 | 6 |
| 4.1 강구조의 내진설계 | 6 |
| 4.2 합성구조의 내진설계 | 13 |
| 부록 | |
| C. 강구조물 내진설계 | 22 |
| C.1 강구조의 내진설계 | 22 |
| C.2 합성구조의 내진설계 | 44 |

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 건축물과 유사 구조물에 있어 지진하중 저항시스템에 사용되는 강재 및 강재-콘크리트 합성부재와 이들 접합부의 설계, 제작 및 시공에 관하여 규정한다. 여기서 유사 구조물이란 건축물과 같이 수직 및 횡력 저항시스템을 가지며 건축물과 유사한 방법으로 설계·제작되고 시공되는 구조물을 의미한다.
- (2) 지진력 저항시스템에 속하지 않는 기둥이라도 이의 이음부에는 이 기준의 규정을 적용한다.
- (3) 이 장은 내진설계범주에 관계없이 반응수정계수 R 이 3을 초과하는 경우에 적용함을 원칙으로 한다. 반응수정계수 R 이 3 이하인 경우에는 KDS 41 10 15(6)에서 특별히 요구하지 않는 한 이 장의 규정을 적용하지 않는다.
- (4) 이 기준은 KDS 14 31 00부터 KDS 14 31 50까지 함께 적용하도록 한다. 지진력 저항시스템의 모든 부재 및 접합부는 KDS 14 31 00부터 KDS 14 31 50까지의 요건을 충족해야 한다. 이 장에서 언급되지 않은 하중조합, 시스템의 제한사항 및 일반 설계요구사항은 KDS 41 10 15(6)을 따른다.
- (5) 합성 지진하중 저항시스템의 철근콘크리트 요소의 설계에는 KDS 14 20 00의 관련 요구사항을 이 규정에 맞게 조정하여 사용한다.
- (6) 탄성해석에 근거한 설계의 경우 합성 지진하중 저항시스템 요소부재의 강성과 관련된 성질들은 구조물에 상당한 항복이 발생하기 시작하는 시점의 조건을 나타낼 수 있어야 한다.

1.2 내진설계 일반요건

- (1) 강구조 및 합성구조 건축물의 내진설계범주와 내진등급에 따른 요구강도와 내진규정, 높이 및 비정형에 따른 구조제한은 KDS 41 10 15(6) 규정을 따른다. 설계층간변위 역시 KDS 41 10 15(6)의 규정을 따른다.
- (2) 강구조 건축물의 내진성능 검증, 품질확보 계획 및 용접규정은 KDS 41 31 00(4.19)의 관련 조항을 따른다. 새로운 형태의 접합부인 경우, 강구조 내진성능 접합부인증위원회의 지침에 따른다.

1.3 하중, 하중조합 및 공칭강도

- (1) 이 기준의 요구에 따른 증폭지진하중은 지진하중 E 에 의한 횡력에 KDS 41 10 15(6)의 초과 강도계수를 곱하여 산정한다.
- (2) 합성구조를 포함한 모든 시스템, 부재 및 접합부의 공칭강도는 이 장에서 특별히 변경하지 않는 한 KDS 14 31 00부터 KDS 14 31 50까지에서 제시된 값을 적용한다.

1.4 설계도서

1.4.1 강구조 설계도서

1.4.1.1 구조설계 도면

구조설계 도면 및 시방서에는 수행해야 하는 작업을 표기해야 하고, KDS 14 31 00부터 KDS 14 31 50까지에서 요구하는 내용과 함께 아래의 항목 중 관련 있는 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 지진력 저항시스템의 지정
- (2) 지진력 저항시스템에 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 최저 예상 서비스온도
- (7) 보호영역의 크기 및 위치
- (8) 비탄성회전거동을 수용할 수 있도록 상세를 갖추어야 하는 거셋플레이트의 위치
- (9) 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 명기한 용접 요구사항

1.4.1.2 제작도면

제작도면에는 KDS 14 31 00부터 KDS 14 31 50까지에서 요구하는 항목과 함께 다음의 사항 가운데 관련되는 항목을 포함해야 한다.

- (1) 지진력 저항시스템을 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) 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 명시한 용접 요구사항

1.4.1.3 설치도면

설치도면에는 KDS 14 31 00부터 KDS 14 31 50까지에서 요구하는 항목과 함께 다음의 사항 가운데 관련되는 항목을 포함해야 한다.

- (1) 지진력 저항시스템을 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) 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 명시한 용접 요구사항

1.4.2 합성구조 설계도서

- (1) 합성 구조물의 구조설계도, 시방서, 공장제작도 및 설치도는 1.4.1의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 합성 구조물과 철근콘크리트 구조물의 시공을 위한 계약서, 공장제작도, 설치도는 다음과 같은 사항을 명시해야 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 콘크리트 바닥 슬래브 또는 지반 슬래브가 다이어프램의 역할을 하는 경우 다이어프램과 주된 횡하중 저항시스템 사이의 접합상세

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

3.1 재료규격

- (1) 지진력 저항시스템에 속하는 구조용 강재는 KDS 14 31 05(3)의 재료에 관한 요구조건을 만족해야 한다.
- (2) 강구조 건축물의 특수 모멘트골조, 중간 모멘트골조, 특수중심 가새골조, 편심 가새골조, 좌굴방지 가새골조 및 특수강관 전단벽에서는 내진성이 뛰어난 강재인 SN 및 SHN강 또는 TMC강을 사용해야 한다. 단 국가공인기관에 의한 실험결과나 다른 합리적 기준에 의해 강재의 적합성을 입증할 수 있는 경우에는 KDS 14 31 05의 표 3.1-1에 등록된 구조용 압연강재를 사용할 수 있다. 앞에 언급하지 않은 지진력 저항시스템에 대해서는 KDS 14 31 05의 표 3.1-1에 등록된 구조용 압연강재를 사용할 수 있다.
- (3) 좌굴방지 가새에 사용되는 여타의 강재 및 강재에 속하지 않는 재료는 4.1.9의 요건을 만족할 경우 사용할 수 있다.

3.2 부재 및 접합부 소요강도의 결정을 위한 재료적 특성

- (1) 이 장의 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 항복강도이고 R_y 는 예상항복강도 대 항복강도의 비이다.
- (2) 요소의 설계강도 ϕR_n 는 소요강도 이상이 되어야 한다. 소요강도가 동일부재에서 산정되고, 파단 및 항복한계상태에 대한 공칭강도 R_n 을 계산할 때에는 공칭값인 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 값은 표 3.2-1과 같다. 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 3.2-1 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 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 |

3.3 후판 단면의 샤르피V노치(CVN)인성 요건

지진력 저항시스템에 사용되는 두께 40 mm 이상의 플랜지를 갖는 압연형강이나, 다음의 용도로 사용되는 두께 40 mm 이상의 강재는 0 °C에서 최소 27 J의 CVN인성을 보유해야 한다.

- (1) 플레이트를 이용한 조립부재.
- (2) 지진하중하에서 비탄성 변형이 예상되는 접합 플레이트; 비탄성거동이 예상되는 접합플레이트의 예로서는, 가새의 면외좌굴을 허용하여 힌지로서 기능하도록 의도한 거셋플레이트, 모멘트접합부의 볼트 플랜지 플레이트, 볼트 모멘트접합부의 엔드플레이트, 그리고 핀으로 설계된 기둥주각부의 베이스플레이트 등을 들 수 있다.
- (3) 좌굴방지 가새의 강재 코아

3.4 합성 지진하중 저항시스템

3.4.1 구조용 강재

- (1) 합성 지진하중 저항시스템에 사용되는 구조용 강재의 부재 및 접합부는 KDS 14 31 05(3)의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 4.2.3, 4.2.4, 4.2.7, 4.2.9, 4.2.11 그리고 4.2.12의 합성 지진하중 저항시스템에 사용되는 구조용 강재는 3.1, 3.2, 3.3과 4.1.2의 요구사항을 만족해야 한다.

3.4.2 콘크리트와 철근

- (1) 합성 지진하중 저항시스템의 합성요소에 사용되는 콘크리트와 철근은 KDS 14 20 00의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 4.2.6, 4.2.8 그리고 4.2.10의 합성 보통 내진시스템에 사용되는 콘크리트와 철근은 KDS 14 31 10(4.2.8.1.2)와 KDS 14 20 00의 요구사항을 만족해야 한다.

4. 설계

4.1 강구조의 내진설계

4.1.1 부재

4.1.1.1 적용범위

지진력 저항시스템의 부재는 KDS 14 31 05부터 KDS 14 31 50까지의 규정과 이 기준의 규정을 따른다. 지진력 저항시스템에 속하지 않는 기둥은 4.1.1.4.2를 참조한다.

4.1.1.2 국부좌굴에 대한 단면의 분류

4.1.1.2.1 조밀단면

이 장에 의해 조밀단면이 요구될 때, 지진력 저항시스템의 부재는 웨브와 연속적으로 접합된 플랜지로 이루어져야 하며, 압축 및 휨요소의 판폭두께비 λ_r 은 KDS 14 31 10 표 4.2-2의 한계값을 초과해서는 안 된다.

4.1.1.2.2 내진 조밀단면

이 장에 의해 내진 조밀단면이 요구될 때, 지진력 저항시스템의 부재는 웨브와 연속적으로 접합된 플랜지로 이루어져야 하며, 압축 및 휨요소의 판폭두께비는 이의 한계 판폭두께비 λ_{ps} 를 초과해서는 안 된다.(표 4.2-1 참조)

표 4.2-1 압축 및 휨요소에 대한 판폭두께비 상한 값

| 요소 설명 | | 판폭 두께비 | 판폭두께비 상한값 |
|-----------------------|---|---------------------|---|
| | | | λ_{ps} (내진조밀) |
| 자유 돌출 판 | 휨을 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], [f] | 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 | $0.30\sqrt{E/F_y}$ |
| | H파일 단면의 플랜지의 균등압축 | b/t | $0.45\sqrt{E/F_y}$ |
| | 평강 | b/t | 2.5 |
| | 단일 앵글의 다리, 끼움판을 갖는 더블 앵글의 다리, T형강의 플랜지의 균등압축 | b/t | $0.30\sqrt{E/F_y}$ |
| | 균일압축을 받는 T형강 스템 | b/t | $0.30\sqrt{E/F_y}$ |
| 양 연 지 지 판 | 달리 지정되지 않는 한 특수 모멘트골조 보의(휨에 의한 압축을 받는) 웨브 | h/t_w | $2.45\sqrt{E/F_y}$ |
| | 휨에 의한 압축 또는 휨과 압축의 조합력을 받는 웨브[a], [c], [f], [g], [h] | h/t_w | $C_a \leq 0.125$ [i] $3.14\sqrt{\frac{E}{F_y}}(1 - 1.54C_a)$ |
| | $C_a > 0.125$ [i] $1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}(2.33 - C_a) \geq 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | | |
| | 축력에 의한 압축, 축력과 휨에 의한 압축, 또는 휨에 의한 압축을 받는 원형강관[c] | D/t | $0.044E/F_y$ |
| | 축력에 의한 압축, 축력과 휨에 의한 압축, 또는 휨에 의한 압축을 받는 직사각형 강관[c] | b/t 또는 h/t_w | $0.64\sqrt{E/F_y}$ |

- [a] 4.1.3의 특수 모멘트골조, 4.1.10의 특수강관 전단벽의 보에 요구됨.
- [b] 식 (C.1.1.5-1)의 비가 2.0 이하인 경우 4.1.3의 특수 모멘트골조 기둥에 요구됨. 식 (C.2.3.6-1)의 비가 2.0보다 큰 경우, KDS 14 31 10 표 4.2-2의 λ_r 의 사용을 허용함.
- [c] 4.1.6의 특수중심 가새골조의 기둥 및 가새와 4.1.7의 보통중심 가새골조의 가새에 요구됨.
- [d] 4.1.8의 편심 가새골조 기둥은 KDS 14 31 10 표 4.2-2의 λ_r 를 사용하는 것을 허용함.
- [e] 4.1.8의 편심 가새골조의 링크에 대한 요구조건; 단, 링크길이가 $1.6M_p/V_p$ 이하인 플랜지의 경우 KDS 14 31 10 표 4.2-2의 λ_r 를 사용하는 것을 허용함.
- [f] 4.1.9의 좌굴방지 가새골조의 보와 기둥에 대한 요구조건
- [g] 4.1.10의 특수강관 전단벽 기둥에 대한 요구조건
- [h] 4.1.8의 편심 가새골조의 기둥; 링크길이가 $1.6M_p/V_p$ 이하인 편심 가새골조의 웨브에 대해서는, 아래의 λ_p 를 사용하는 것을 허용함.

$$C_a \leq 0.125, \lambda_p = 3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}(1 - 2.75C_a), \quad C_a > 0.125, \lambda_p = 1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}(2.33 - C_a) \geq 1.49\sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

[i] $C_a = \frac{P_u}{\phi_b P_y}$ (여기서, P_u : 소요압축강도 (N), P_y : 압축항복강도 (N), $\phi_b = 0.90$)

4.1.1.3 기둥의 강도

중폭지진하중을 고려하지 않은 상태에서 $P_u/\phi_c P_n > 0.4$ 인 조건에 있으면, 다음의 요구조건을 만족해야 한다.

- (1) 강구조 건축물의 소요압축강도 및 인장강도는 모멘트의 영향은 무시하고 중폭지진하중을 포함한 KDS 41 00 00에 의해 산정한다.
- (2) 소요압축강도 및 인장강도는 아래의 값 중 어느 것도 초과할 필요는 없다.
 - ① 건물의 가새요소 또는 연결된 보의 공칭강도에 $1.1R_y$ 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)

4.1.1.4 기둥의 이음

4.1.1.4.1 일반사항

- (1) 지진력 저항시스템의 기둥이음부의 소요강도는 4.1.1.3, 부록 C.1.1.8, C.1.2.8, C.1.3.8, C.1.4.4, C.1.7.4.3의 규정을 고려해야 하고 기둥의 소요강도와 같도록 한다.
- (2) 또한 중폭지진하중이 포함된 KDS 41 00 00 시설물편의 하중조합을 적용했을 때 인장응력을 받는 것으로 계산된 기둥의 용접 이음부는 다음의 조건을 모두 만족해야 한다.
 - ① 부분용입그루브용접이음을 사용한다면, 설계강도는 적어도 소요강도의 200% 이상이 되어야 한다.
 - ② 각 플랜지이음부의 설계강도는 적어도 $0.5R_y F_y A_f$ 이상이 되어야 한다. 여기서, $R_y F_y$ 는 기둥부재의 예상 항복응력이고 A_f 는 연결된 기둥 가운데 작은 기둥의 플랜지면적이다.
- (3) 부분용입 그루브용접을 사용한 기둥이음에서 플랜지와 웨브의 두께와 폭의 변화가 발생할 때, 면을 경사지게 처리하지 않아도 된다.
- (4) 기둥 웨브의 이음은 전체가 볼트, 아니면 용접으로 하거나, 또는 한 쪽 기둥은 용접하고 다른 쪽은 볼트로 접합할 수 있다. 모멘트골조에서 볼트이음을 사용할 경우, 플레이트 또는 ㄷ형강을 기둥 웨브 양쪽에 사용한다.
- (5) 강구조 건축물의 경우 필릿용접 또는 부분용입 그루브용접으로 된 기둥이음부의 중심선은 보-기둥 접합부로부터 1.2 m 혹은 그 이상 이격시켜야 한다. 보-기둥 접합부 사이의 기둥의 순높이가 2.4 m 보다 작을 때, 기둥이음은 순높이의 중간에 위치해야 한다.

4.1.1.4.2 지진력 저항시스템이 아닌 기둥

지진력 저항시스템의 부재에 속하지 않는 기둥이음은 다음 사항을 만족해야 한다.

- (1) 이음은 보-기둥 접합부로부터 1.2 m 이상 이격시켜야 한다. 보-기둥 접합부 사이의 기둥의 순높이가 2.4 m보다 작을 때, 기둥이음은 순높이의 중간에 위치해야 한다.
- (2) 기둥의 양 직각축 모두에 대한 기둥이음의 소요전단강도는 M_{pc}/H 가 되어야 한다. 여기서 M_{pc} 는 해당되는 방향의 기둥단면들 중 작은 공칭소성휨강도이며, H 는 층고이다.

4.1.1.5 기둥주각부

- (1) 기둥주각부의 소요강도는 4.1.1.5.1, 4.12.1.5.2 및 4.1.1.5.3에 따라 계산한다.
- (2) 앵커볼트의 설계강도는 KDS 14 31 25(4.1.9)를 따라 산정한다.
- (3) 기둥주각부 하부 콘크리트의 설계강도는 KDS 14 20 70을 따라 산정한다.

4.2.1.5.1 소요압축강도

기둥주각부의 소요압축강도는 기둥주각부에 접합된 모든 강재요소 소요강도의 수직성분의 합으로 산정한다.

4.2.1.5.2 소요전단강도

기둥주각부의 소요전단강도는 기둥주각부에 접합된 모든 강재요소 소요강도의 수평성분의 합으로 하되 다음과 같이 산정한다.

- (1) 대각가새의 경우, 수평성분은 지진력 저항시스템의 가새접합부의 소요강도로부터 산정한다.
- (2) 기둥의 경우, 수평성분은 아래의 2가지 가운데 작은 값 이상이 되어야 한다.
 - ① 기둥의 $2R_y F_y Z_x / H$. 여기서, H 는 층고로서 바닥골조의 중심선 사이의 거리 또는 각층 바닥상부간 거리로 취할 수 있다(mm).
 - ② 증폭지진하중을 포함하여 KDS 41 10 15의 하중조합을 사용하여 계산한 전단력 4.1.1.5.3 소요휨강도 기둥주각부의 소요휨강도는 기둥주각부에 접합된 모든 강재요소 소요강도의 합으로 하되 다음과 같이 산정한다.

4.1.1.6 H형강 말뚝

4.1.1.6.1 H형강 말뚝의 설계

H형강 말뚝의 설계는 조합응력을 받는 부재의 설계와 관련된 KDS 14 31 10(4.4)를 따른다. H형강 말뚝은 4.1.1.2.2의 요구조건에 부합해야 한다.

4.1.1.6.2 경사 H형강 말뚝

경사말뚝 및 수직말뚝을 하나의 군말뚝(무리말뚝)으로서 사용할 경우, 수직말뚝은 고정하중과 활하중에 의한 조합효과에 대해 지지할 수 있도록 설계하며, 경사말뚝에 하중을 분담해서는 안 된다.

4.1.1.6.3 H형강 말뚝의 인장력

각 말뚝의 인장력은 말뚝 매립부의 전단키, 보강근 혹은 스티드처럼 기계적인 방법에 의해서 말뚝캡에 전달해야 한다. 말뚝캡의 바로 아래에, 적어도 말뚝단면 높이 정도가 되는 길이부분에는 부착 및 용접을 금한다.

4.1.2 연결부

4.1.2.1 적용범위

- (1) 지진력 저항시스템에 속한 연결부의 설계는 KDS 14 31 25(4)를 따르고 아울러 이 기준의 추가사항을 따르도록 한다.
- (2) 지진력 저항시스템을 구성하는 부재의 접합부설계는 접합부나 부재의 연성관계상태가 지배한계상태가 되도록 해야 한다.

4.1.2.2 볼트연결부

- (1) 모든 볼트는 고장력볼트를 사용해야 하고, 마찰면의 조건은 미끄럼 한계상태에 대한 KDS 14 31 25(4.1.3.6)의 표면조건을 만족해야 한다.
- (2) 볼트는 표준구멍 또는 응력의 작용방향이 슬롯의 길이방향과 직각인 짧은 슬롯구멍에 설치해야 한다. 대각가새의 경우, 접합부를 미끄럼 한계상태에 대해 설계할 때는 큰 구멍의 사용이 가능하지만 큰 구멍은 한쪽 판에만 존재해야 한다. (강구조 내진성능 검증지침에 따르는 경우, 다른 형식의 구멍도 사용할 수 있다.)
- (3) 표준구멍을 사용한 볼트이음부의 설계전단강도는 KDS 14 31 25(4)에 따라 지압형식 연결부로 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 연결부에서 응력을 분담하거나 또는 한 접합부에서 같은 응력성분을 분담하도록 설계할 수 없다. 가새의 압축력과 같은 부재력은 접합부에서 1가지 형식의 연결부(즉, 전체를 볼트 연결부 또는 전체를 용접 연결부)에 의해 지지되어야 한다. 용접에 의해 지지되는 응력과 직각방향의 응력을 볼트가 지지하는 경우(용접 플랜지는 모멘트를 전달하고 볼트 웨브는 전단력을 전달하는 모멘트접합부 같은 경우)는 응력을 분담하는 경우에 해당하지 않는다.

4.1.2.3 용접 연결부

용접은 강구조 내진성능 접합부 인증지침 내 용접규정에 따라서 시행하도록 한다. 용접은 용접부가 적절한 성능을 갖도록 인증한 용접절차서에 의해 시행한다. 용접절차서 상의 용접변수들은 용입재를 만드는 제조자에 의해서 설정된 용접변수들 내에서 결정함을 원칙으로 한다.

4.1.2.3.1 일반 요건

- (1) 지진력 저항시스템의 부재 및 접합부에 사용되는 모든 용접은 지진 시에 예측한 성능을 나타내기에 충분한 CVN인성을 가져야 한다.
- (2) 이 CVN인성에 대한 요구조건은 이 장에서 요구되는 다른 경우에도 동일하게 적용된다.

4.1.2.3.2 임계용접부

- (1) 임계용접부로 지정된 곳의 용접은 용접 제조자의 보증 또는 표준시험법에 의해 -30°C 에서 28 J 이상의 CVN인성 값을 지닌 용입재를 사용한다.
- (2) 이 기준에서 임계용접부로 지정하지는 않았지만, 임계용접부의 지정이 합당한 용접부가 있을 수가 있다. 이런 경우는 비탄성 변형도 및 파괴가 유발하는 결과를 감안하여 판단한다.
- (3) 지진하중 저항시스템에서 기둥이음에 사용된 완전용입 그루브용접을 임계용접부로 지정하였다면, 기둥과 베이스플레이트의 완전용입 그루브용접부도 기둥이음과 마찬가지로 임계용접부로 고려해야 한다.
- (4) 특수 및 중간 모멘트골조에서, 임계용접부로 지정되어야 하는 완전용입 그루브용접에는 다음의 경우를 포함한다.
 - ① 보플랜지와 기둥의 용접
 - ② 단일전단플레이트와 기둥의 용접
 - ③ 보웨브와 기둥의 용접
 - ④ 기둥이음부의 용접(기둥주각부를 포함)
- (5) 보통 모멘트골조의 경우 4.1.2.3.2(4)의 ①, ② 및 ③과 관련된 완전용입 그루브용접부가 전형적인 임계용접부의 예가 된다.
- (6) 편심 가새골조의 경우는, 링크보와 기둥 사이의 완전용입 그루브용접부가 임계용접부에 해당된다. 또 다른 임계용접부의 예로는, 조립 편심 가새골조의 링크보에서 웨브 플레이트와 플랜지 플레이트를 연결하는 용접 그리고 완전용입 그루브용접을 사용하는 기둥이음부가 있다.

4.1.2.4 보호영역

이 기준에 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 아크점용접을 허용한다.
- (3) 건물 외곽부의 앵글, 건물의 외피, 칸막이, 덕트 및 파이프, 그리고 기타 구조물의 부착을 위한 용접, 볼트, 스크류, 그리고 기타 접합물은 보호영역 내에 사용할 수 없다.
- (4) 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 근거할 경우는 용접 전단스터드 및 다른 접합을 보호영역 내에 허용할 수 있다.
- (5) 보호영역 밖에서, 부재를 관통하는 접합이 사용될 때, 예상모멘트에 근거한 계산을 통해서 단면의 적합성을 입증할 수 있어야만 한다.

4.1.2.5 연속판 및 보강재

- (1) 압연형강의 웨브에 설치된 연속판 및 수직보강재의 모서리는 아래 설명대로 클립한다.
 - ① 웨브 방향의 클립치수는 압연형강의 k 치수보다 38 mm 이상 되도록 한다.
 - ② 플랜지 방향의 클립치수는 k_1 치수보다 13 mm를 초과하지 않도록 한다. 플랜지 및 웨브의 단부용접이 수월하게 시공될 수 있도록 클립의 상세를 만들어야 한다.
 - ③ 원형 클립을 사용하는 경우 클립의 최소반경은 13 mm 이상 이어야 한다.
- (2) 책임구조기술자가 승인하지 않으면, 기둥 웨브와 기둥 플랜지의 교차점에 인접한 용접단부에서의 연속판 용접에 엔드탭을 사용할 수 없다. 책임구조기술자가 엔드탭을 제거할 것을 요구하지 않으면, 이 위치의 엔드탭은 제거하지 않는다.

4.1.3 특수 모멘트골조

특수 모멘트골조는 설계용 지진동이 유발한 외력을 받을 때 상당한 비탄성 변형을 수용할 수 있는 골조를 지칭하며 부록 C.1.1의 규정을 만족하도록 설계한다.

4.1.4 중간 모멘트골조

중간 모멘트골조는 설계용 지진동에 의한 외력을 받을 때 제한된 크기의 비탄성 변형을 수용할 수 있는 골조를 지칭하며 부록 C.1.2의 규정을 만족하도록 설계한다.

4.1.5 보통 모멘트골조

보통 모멘트골조는 설계지진력이 구조물에 작용할 때 부재와 접합부가 최소한의 비탄성 변형을 수용할 수 있는 골조를 지칭하며 부록 C.1.3의 규정을 만족하도록 설계한다.

4.1.6 특수중심 가새골조

특수중심 가새골조는 설계지진력이 작용할 때 상당한 비탄성 변형능력을 발휘할 수 있어야 하며 부록 C.1.4에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다. 인장력만 지지할 수 있는 가새는 4.1.7의 보통중심 가새골조의 설계규정을 적용해야 한다.

4.1.7 보통중심 가새골조

보통중심 가새골조는 설계지진력이 작용할 때 골조내의 가새부재 및 접합부가 제한된 비부록 C.1.5에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다.

4.1.8 편심 가새골조

편심 가새골조는 설계지진력이 작용할 때 링크가 상당한 비탄성 변형능력을 발휘할 수 있어야 하며 부록 C.1.6에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다.

4.1.9 좌굴방지 가새골조

좌굴방지 가새골조는 설계지진력이 작용할 때 상당한 비탄성 변형능력을 발휘할 수 있어야 하며 부록 C.1.7에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다.

4.1.10 특수강판 전단벽

특수강판 전단벽은 설계지진력이 작용할 때 웹이 상당한 크기의 비탄성 변형을 수용할 수 있어야 하며 부록 C.1.8에 기술된 요구사항들을 충족해야 한다.

4.2 합성구조의 내진설계

4.2.1 합성부재

4.2.1.1 범위

4.2.3에서 4.2.12까지의 지진하중 저항시스템에 사용되는 합성부재의 설계는 4.2의 요구사항과 3.4의 재료에 대한 요구사항을 만족해야 한다.

4.2.1.2 합성 바닥판과 지붕슬래브

합성 슬래브 다이어프램은 이 조항의 요구사항을 만족해야 한다.

4.2.1.2.1 하중전달

상세는 다이어프램과 경계부재, 수집재, 수평 골조시스템의 부재 사이의 힘을 전달하도록 설계해야 한다.

4.2.1.2 공칭전단강도

합성 다이아프램과 콘크리트로 채워진 테크플레이트 다이아프램의 공칭전단강도는 KDS 14 20 22의 내용에 근거하여 테크플레이트의 리브 상단 위에 있는 철근콘크리트의 공칭전단강도로 구한다. 그 대안으로 합성 다이아프램의 공칭전단강도는 콘크리트로 채워진 다이아프램의 면내 전단실험에 의해 결정해야 한다.

4.2.1.3 합성보

합성보는 KDS 14 31 10(4.3)의 요구사항을 만족해야 한다. 합성 특수 모멘트골조의 일부분인 합성보는 부록 C.2.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.

4.2.1.4 매입형 합성기둥

이 조항의 내용은 전체 합성기둥 단면적의 최소한 1%의 강재 단면적을 갖는 매입형 합성기둥과 KDS 14 31 10(4.2.8.2.1)에서 명시된 추가적인 제한조건을 만족시키는 매입형 합성기둥에 적용한다. 이러한 기둥은 이 기준에서 수정되는 부분을 제외하고 KDS 14 31 10(4.2)의 요구사항을 만족해야 한다. 4.2.1.4.2와 4.2.1.4.3에서 중간 및 특수 지진시스템에 대해 명시된 추가적인 요구사항은 4.2.3에서 4.2.12에 걸쳐 설명된 합성 지진시스템에서 요구되는 대로 적용해야 한다.

철근콘크리트 내에 강재 단면이 매입된 합성기둥은 다음의 수정된 사항을 제외하고 KDS 14 20 20에 명시된 철근콘크리트 기둥의 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 4.2.1.4.1(2)의 강재 단면의 전단연결재
- (2) KDS 14 20 20에서 제시된 기둥의 강도에 대한 매입된 강재 단면의 분담
- (3) 4.2.3에서 4.2.12에 걸쳐 합성 지진시스템에 대한 설명에서 명시된 철근콘크리트 기둥에 대한 내진 요구사항

4.2.1.4.1 보통 내진시스템 요구사항

매입형 합성기둥에 대한 다음의 요구사항은 보통 내진시스템을 포함하여 모든 합성시스템에 대하여 적용된다.

- (1) 기둥의 설계전단강도는 KDS 14 31 10(4.2.8.2.3)에 따라 결정되어야 한다. 띠철근의 공칭전단강도는 KDS 14 20 22(4.3.4(2)에서 4.3.4(9))의 규정에 따라 산정한다. KDS 14 20 22(4.3.4(5)와 4.3.4(9))에서 치수 b_w 는 콘크리트 단면폭에서 전단방향과 수직방향으로 측정된 강재 단면의 폭을 뺀 값으로 해야 한다.
- (2) 강재 단면과 철근콘크리트가 작용하중을 나누어 부담하도록 설계된 합성기둥은 KDS 14 31 10(4.2.8.2.1)의 요구사항을 만족시키는 전단연결재를 설치한다.

- (3) 횡방향 띠철근의 최대간격은 KDS 14 31 10(4.2.8.2.1)의 요구사항을 만족해야 한다. 기초의 상단으로부터 그리고 각층에서 가장 낮은 위치의 보나 슬래브 상단으로부터 띠철근 간격의 1/2 위치 내에 첫 번째 띠철근이 배근해야 한다. 그리고 각층에서 가장 낮은 위치의 보나 슬래브 하단으로부터 띠철근 간격의 1/2 위치 내에도 첫 번째 띠철근을 배근해야 한다. 횡방향철근의 직경은 합성부재의 장변치수의 1/50 보다 작지 않도록 해야 한다. 다만, 띠철근은 D10 이상이어야 하며 D16 보다 클 필요는 없다. 중간 및 특수 내진시스템에 대해 금지된 경우를 제외하고 동등한 단면의 용접철망을 횡방향철근으로 사용할 수 있다.
- (4) 하중저항 철근은 KDS 14 20 50 및 KDS 14 20 52에 제시된 세부사항과 이음요구사항을 만족해야 한다. 하중저항 철근은 장방향 단면의 모든 모서리에 배근해야 한다. 이외의 하중저항 철근 또는 고정용 철근의 최대간격은 합성부재 단면의 최소치수의 절반 이하로 해야 한다.
- (5) 보통 내진시스템에 있어서의 매입형 합성기둥에 대한 이음과 지압상세는 4.2과 KDS 14 20 52의 요구사항을 만족해야 한다. 설계는 KDS 14 20 80에 따른다. 설계는 부재의 강성이나 공칭인장강도에 있어서의 갑작스러운 변화에 따른 불리한 영향을 고려해야 한다. 합성단면에서 철근콘크리트 단면으로 변화하는 위치, 합성단면에서 강재 단면으로 변화하는 위치, 그리고 주각부 등이 이에 해당한다.

4.2.1.4.2 중간 내진시스템 요구사항

중간 내진시스템에서의 매입형 합성기둥은 4.2.1.4.1의 요구사항 외에 다음의 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 상부와 하부에서의 횡방향 철근의 최대 간격은 다음 중 최솟값으로 한다.
- ① 단면의 최소치수의 1/2
 - ② 길이방향 철근직경의 8배
 - ③ 띠철근직경의 24배
 - ④ 300 mm
- (2) 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 유지해야 한다.
- ① 기둥의 수직 순높이의 1/6
 - ② 단면치수의 최댓값
 - ③ 450 mm
- (3) 기둥 나머지 구간에 대한 띠철근 간격은 위에서 명시된 간격의 2배를 초과해서는 안 된다.
- (4) 용접철망은 중간 내진시스템에서 횡방향철근으로 인정하지 않는다.

4.2.1.4.3 특수 내진시스템 요구사항

특수 내진시스템에서의 매입형 합성기둥은 4.2.1.4.1과 4.2.1.4.2의 요구사항 뿐만 아니라 다음의 요구사항을 추가로 만족해야 한다.

- (1) 매입형 합성기둥에 대한 소요축방향강도와 이음부상세는 4.1.1.3과 4.1.1.4의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 길이방향의 하중저항 철근은 KDS 14 20 80의 요구사항을 만족해야 한다.
- (3) 횡방향철근은 KDS14 20 80에 명시된 바와 같이 후프이어야 하며 다음의 요구사항을 만족해야 한다.
 - ① 띠철근의 최소면적 A_{sh} 는 다음 식을 만족해야 한다.

$$A_{sh} = 0.09h_{cc}s \left(1 - \frac{F_y A_s}{P_n} \right) \left(\frac{f_{ck}}{F_{yh}} \right) \quad (4.2-1)$$

여기서, h_{cc} : 띠철근의 중심 간 거리로 측정된 구속코아의 단면치수 (mm)
 s : 구조부재의 길이방향으로 측정된 횡방향철근의 간격 (mm)
 F_y : 강제 코아의 항복강도 (MPa)
 A_s : 강제 코아의 단면적 (mm²)
 P_n : KDS 14 31 10(4.5)에 따라 계산된 합성기둥의 공칭압축강도 (N)
 f_{ck} : 콘크리트의 설계기준 압축강도 (MPa)
 F_{yh} : 띠철근의 항복강도 (MPa)

매입형 합성기둥의 강제 단면만의 공칭강도가 하중조합 1.0 D+0.5 L 하중효과보다 큰 경우 식 (4.2-1)은 만족하지 않아도 된다.

- ② 기둥의 길이를 따라 설치된 횡방향철근의 최대간격은 길이방향 하중저항철근직경의 6배 또는 150 mm 중 작은 값으로 해야 한다.
- ③ 4.2.1.4.3(4), 4.2.1.4.3(5) 또는 4.2.1.4.3(6)에서 명시된 횡방향철근의 최대 간격은 부재단면 최소치수의 1/4 또는 100 mm 중 작은 값으로 해야 한다. 이러한 횡방향철근에 대해 연결철근, 겹친후프의 다리, 그리고 다른 구속철근의 간격은 횡방향으로 350 mm 보다 크게 할 수 없다.
- (4) P_n 의 0.2배보다 큰 압축력을 받는 가새골조의 매입형 합성기둥은 전체 부재길이에 걸쳐 4.2.1.4.3(3)③에 명시된 바와 같은 횡방향 철근을 배근해야 한다. 매입형 합성기둥의 강제 단면만의 공칭강도가 하중조합 1.0 D + 0.5 L의 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 4.2.1.4.3(3)③에 명시된 바와 같은 횡방향철근을 배근해야 한다. 횡방향철근은 매입형강과

길이방향 철근이 항복강도를 충분히 발휘할 수 있도록 불연속부재 안으로 충분한 길이만큼 연장해야 한다. 매입형 합성기둥의 강재 단면만의 공칭강도가 하중조합 $1.0D + 0.5L$ 의 하중효과보다 큰 경우 이러한 요구사항을 만족하지 않아도 된다.

- (6) 합성 특수 모멘트골조에 사용된 매입형 합성기둥은 다음의 요구사항을 만족해야 한다.
- ① 횡방향철근은 기둥의 상부와 하부에서 4.2.1.4.2에 명시된 구간에 걸쳐 4.2.1.4.3(3)③의 요구사항을 만족해야 한다.
 - ② 부록C.2.2.4의 강기둥-약보에 대한 설계요구사항을 만족해야 한다. 주각부의 상세는 비탄성 휨힌지를 유지할 수 있도록 설계해야 한다.
 - ③ 기둥의 전단강도는 KDS 14 20 80의 요구사항을 만족해야 한다.
- (7) 기둥이 독립기초 또는 온통기초위에 설치될 때, 이 조항에서 명시된 바와 같은 횡방향 철근은 독립기초 또는 온통기초 안쪽으로 최소한 300 mm를 연장하여 배근해야 한다. 기둥이 벽체 위에 설치될 때 횡방향철근은 매입형강과 길이방향철근이 항복강도를 발휘할 수 있도록 벽체 안으로 충분한 길이만큼 연장해야 한다.
- (8) 용접철망은 특별 지진시스템에 있어서 횡방향철근으로 허용하지 않는다.

4.2.1.5 충전형 합성기둥

이 조항은 KDS 14 31 10(4.2.8.2.2)의 제한사항을 만족하는 기둥에 적용한다. 이러한 기둥은 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 KDS 14 31 10(4.2)의 요구사항을 만족하도록 설계해야 한다.

- (1) 합성기둥의 공칭전단강도는 유효전단면적에 근거하여 계산된 강재 단면만의 공칭전단강도로 산정한다. 콘크리트와 강재 사이에 적절한 하중전달 메커니즘을 고려하여 설계한 경우 콘크리트의 전단내력을 강재 단면의 전단강도에 합산하여 계산할 수 있다.
- (2) 4.2.4, 4.2.7, 그리고 4.2.9에서 설명된 특별 내진시스템에 있어서 충전형 합성기둥에 대한 설계하중과 기둥이음은 상기 (1)의 요구사항에 추가하여 4.1.1의 요구사항을 만족해야 한다.
- (3) 합성특수 모멘트골조에 사용된 충전형 합성기둥은 상기 (1)과 (2)의 요구사항과 함께 다음의 추가적인 요구사항을 만족해야 한다.
 - ① 기둥의 최소전단강도는 KDS 14 20 80의 요구사항을 만족해야 한다.
 - ② 부록 C.2.2.4의 강기둥약보의 설계요구사항을 만족해야 한다. 주각부는 비탄성 휨힌지를 유지할 수 있도록 설계해야 한다.
- (4) 중간내진시스템 및 특수내진시스템에 사용되는 충전형 합성부재의 압축강재요소의 판폭두께비는 표 4.2-1의 한계값을 초과해서는 안 된다.

표 4.2-1 충전형합성부재 압축강제요소의 판폭두께비 제한

| 구분 | 판폭 두께비 | 판폭두께비 제한값 | | 사례 |
|------|--------|-----------------------------|------------------------------|---|
| | | λ_{hd} [a] (고연성) | λ_{md} [b] (중간연성) | |
| 각형강관 | b/t | $1.4 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ | $2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ |  |
| 원형강관 | D/t | $\frac{0.076E}{F_y}$ | $\frac{0.15E}{F_y}$ |  |

[a] 4.3.4 합성특수모멘트골조의 보와 기둥, 4.3.7 합성특수중심가새골조의 기둥과 가새, 4.3.9 합성편심가새골조의 기둥에 요구됨.

[b] 4.3.5 합성중간모멘트골조의 보와 기둥, 4.3.7 합성특수중심가새골조의 보, 4.3.8 합성보통가새골조의 가새 4.3.9 합성편심가새골조의 가새에 요구됨.

4.2.2 합성 접합부

4.2.2.1 범위

이 조항은 지진하중이 강재와 철근콘크리트 부재 사이에서 전달되는 합성시스템 또는 강재와 콘크리트의 복합시스템을 갖는 건축물의 접합부에 대하여 적용한다. 합성 접합부는 4.1과 KDS 14 20 80의 요구사항을 만족하는 철근콘크리트 접합부 또는 강재 접합부에 상응하는 강도, 연성, 그리고 인성을 발휘할 수 있어야 한다. 접합부 강도의 계산법은 이 기준의 요구사항을 만족해야 한다.

4.2.2.2 일반 요구사항

접합부는 설계충간변위에서의 소요강도에 저항할 수 있도록 적절한 변형능력을 발휘할 수 있어야 한다. 이외에도 접합부는 지진력을 받는 구조물의 횡방향 안정성을 확보할 수 있도록 그 접합부가 사용되는 특정 시스템에 근거하여 4.2.3에서 4.2.12까지의 요구사항을 만족해야 한다. 접합된 부재의 설계강도가 공칭치수와 공칭재료강도에 근거할 때 접합부의 설계강도의 계산은 접합된 부재의 실제강도의 증가에 따른 효과를 고려해야 한다.

4.2.2.3 접합부의 공칭강도

합성 구조시스템에서의 접합부의 공칭강도는 한계상태를 고려하여 구성재료 및 요소의 내부힘의 평형과 강도의 제한값을 만족하는 합리적 모델에 근거하여 결정해야 한다. 접합부강도가 해석과 실험에 의해 결정되지 않는다면, 접합부해석에 사용되는 모델은 다음 (1)에서 (5)까지의 요구사항을 만족해야 한다.

(1) 구조용 강재와 철근콘크리트 사이에 힘은 다음과 같은 방법을 통해 전달되어야 한다.

- ① 스티드 전단연결재나 적절한 장치에 의한 직접적인 지압
- ② 기계적인 방법
- ③ 전단력 전달면에 직교하는 방향으로 조이는 힘에 의한 전단마찰

④ 이러한 여러 방법들의 조합

- 가. 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.
- 나. 공칭지압과 전단마찰강도는 KDS 14 20 20과 KDS 14 20 22의 요구사항을 만족해야 한다. 더 높은 강도가 반복하중 실험에 의해 입증되지 않는다면 4.2.4, 4.2.7, 4.2.9, 4.2.11, 그리고 4.2.12에서 설명된 합성 내진시스템에 대하여 공칭지압과 전단마찰강도를 25% 감소해야 한다.



- (2) 합성 접합부에서 구조용 강재요소의 설계강도는 KDS 14 31 05부터 KDS 14 31 50까지의 규정 및 4.1에 의해 구해야 한다. 구속된 철근콘크리트에 매입된 강재 부재는 면외좌굴에 대하여 지지된 것으로 볼 수 있다. 강재보가 철근콘크리트 기둥이나 벽에 묻히는 경우 강재보의 플랜지 사이에 설치된 보강재에 해당하는 표면지압판이 필요하다.
- (3) 철근콘크리트에 매입된 보-기둥 접합부의 패널존의 공칭전단강도는 부록 C.1.1.2.1과 KDS 14 20 80에서 각각 결정되는 강재의 공칭강도와 구속된 철근콘크리트 전단요소의 공칭강도의 합으로 계산해야 한다.
- (4) 철근은 접합부의 철근콘크리트 요소에 작용하는 모든 인장력에 저항할 수 있도록 배근되어야 한다. 이외에도 콘크리트는 횡방향철근에 의해 구속되어야 한다. 모든 철근은 인장 또는 압축을 저항하는데 필요한 위치 너머까지 충분히 정착해야 한다. 정착길이는 KDS 14 20 52에 따라 결정된다. 그리고 4.2.4, 4.2.7, 4.2.9, 4.2.11, 그리고 4.2.12에서 설명한 시스템에 대한 정착길이는 KDS 14 20 80(4.4)의 요구사항을 만족해야 한다.
- (5) 접합부는 다음의 추가적인 요구사항을 만족해야 한다.
- ① 슬래브가 수평방향의 다이아프램 힘을 전달할 때, 수집부재보, 기둥, 가새, 그리고 벽체와의 연결부를 포함하여 슬래브의 모든 위험단면에 작용하는 면내인장력을 지지할 수 있도록 슬래브 철근을 설계하고 정착해야 한다.
 - ② 철골보 또는 합성보를 철근콘크리트 기둥 또는 매입형 합성기둥과 접합하는 경우에는 횡방향 후프를 KDS 14 20 80(4.4)의 요구사항을 만족하도록 기둥의 접합부영역 내에 설치해야 한다. 다만, 다음의 수정사항에 해당할 경우는 예외로 한다.
 - 가. 접합부에 연결된 강재 단면은 보플랜지 사이에 용접된 표면지압판과 동일한 폭만큼 구속할 수 있는 것으로 간주한다.
 - 나. 4.2.5, 4.2.6, 4.2.8 그리고 4.2.10에서 설명된 시스템에서 표면지압판 또는 다른 장치에 의해 콘크리트 피복의 박락을 방지함으로써 이음에 대한 구속이 이루어지는 경우 바깥쪽 띠철근에 겹침이음을 사용하는 것을 허용한다.
 - ③ 철근콘크리트 기둥과 합성기둥에서, 보-기둥 접합부의 높이에 걸친 기둥모멘트의 변화에 따른 큰 힘의 전달로 인한 접합부를 통한 길이방향 철근의 미끄러짐을 최소화할 수 있도록 길이방향 철근의 치수와 배치를 설계해야 한다.

4.2.3 합성 부분강접 모멘트골조

합성보와 강재 기둥으로 구성된 합성 부분강접 모멘트골조는 설계지진력이 작용할 때 합성 부분강접 보-기둥 모멘트 접합부의 연성요소에서 항복이 발생하도록 해야 하며 부록 C.2.1에 기술된 조항을 적용한다.

4.2.4 합성 특수 모멘트골조

합성기둥 또는 철근콘크리트 기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 특수 모멘트골조는 설계지진력이 작용할 때 비탄성 변형이 주로 보에서 발생하며 기둥 또는 접합부에는 부분적인 비탄성 변형이 발생한다는 가정 하에서 부록 C.2.2에 기술된 조항을 적용한다.

4.2.5 합성 중간 모멘트골조

합성기둥 또는 철근콘크리트 기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 중간 모멘트골조는 설계지진력이 작용할 때 비탄성 변형이 주로 보에서 발생하며 기둥 또는 접합부에는 부분적인 비탄성 변형이 발생한다는 가정 하에서 부록 C.2.3에 기술된 조항을 적용한다.

4.2.6 합성 보통 모멘트골조

합성기둥 또는 철근콘크리트 기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 보통 모멘트골조는 설계지진력이 작용할 때 보와 기둥 그리고 접합부에 제한된 비탄성 변형이 발생한다는 가정하에서 부록 C.2.4에 기술된 조항을 적용한다.

4.2.7 합성 특수중심 가새골조

철근콘크리트 기둥이나 합성기둥, 강재보나 합성보, 그리고 강재 가새나 합성가새로 이루어진 특수중심 가새골조는 설계지진력이 작용할 때 주로 가새의 좌굴이나 인장항복을 통해 비탄성 거동이 발생한다는 가정하에서 부록 C.2.5에 기술된 조항을 적용한다.

4.2.8 합성 보통 가새골조

철근콘크리트 기둥이나 합성기둥, 강재보나 합성보, 그리고 강재 가새나 합성가새로 이루어진 보통 중심 가새골조는 설계지진력이 작용할 때 보, 기둥, 가새 및 접합부에 제한된 비탄성 거동이 발생한다는 가정 하에서 부록 C.2.6에 기술된 조항을 적용한다.

4.2.9 합성 편심 가새골조

가새의 한쪽 끝이 보와 기둥의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나거나, 혹은 보와 인접 가새의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나는 가새골조는 설계지진력이 작용할 때 오직 링크의 전단 항복에 의해 비탄성 변형이 발생해야 하며 부록 C.2.7에 기술된 조항을 적용한다.

4.2.10 합성 보통 전단벽

(1) 철근콘크리트 전단벽이 강재요소와 합성적으로 거동하는 경우에 부록 C.2.8의 요구사항들을 적용한다. 인접한 두 철근콘크리트 벽체를 연결시키는 강재 연결보, 그리고 노출형 또는 매입형 강재 단면을 경계부재로 갖는 강구조 골조 내의 철근콘크리트 벽체 등은 이에 해당한다.

(2) 철근콘크리트 벽체는 KDS 14 20 72의 요구사항들을 만족해야 한다.

4.2.11 합성 특수 전단벽

합성 특수 전단벽은 부록 C.2.8에 대한 요구사항과 KDS 14 20 80의 전단벽에 대한 요구사항 그리고 부록 C.2.9의 내용을 만족해야 한다.

4.2.12 합성 강판 전단벽

한쪽 또는 양쪽에 철근콘크리트가 부착된 강판과 강재 또는 합성 경계부재로 구성된 구조용 벽은 부록 C.2.10에 기술된 조항을 적용한다.



부록

C. 강구조물 내진설계

C.1 강구조의 내진설계

C.1.1 특수 모멘트골조

C.1.1.1 보-기둥 접합부

C.1.1.1.1 요구사항

지진하중 저항시스템에 속한 보-기둥 접합부는 다음의 세 가지 조건을 만족해야 한다.

- (1) 접합부는 최소 0.04 rad의 층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다.
- (2) 기둥외주면에서 접합부의 계측휨강도는 0.04 rad의 층간변위에서 적어도 보 M_p 의 80% 이상을 유지해야 한다.
- (3) 접합부의 소요전단강도는 다음의 지진하중효과 E 에 의해 산정한다.

$$E = 2[1.1R_y M_p] / L_h \quad (C.1.1.1.1-1)$$

여기서, R_y : 항복강도(F_y)에 대한 예상항복응력의 비

M_p : 소성모멘트

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 2차 효과를 포함한 골조전체의 안정성해석을 해야 한다.

C.1.1.1.2 성능입증

C.1.1.1.1에서 요구하는 지진하중 저항시스템의 보-기둥 접합부의 성능요건은 강구조 내진성능 접합부 인증지침을 따른다.

C.1.1.1.3 용접

강구조 내진성능 접합부 인증 지침에 따라 예외로 인정하거나 별도로 결정된 경우를 제외하고는 보플랜지, 전단플레이트 그리고 보웨브와 기둥 사이의 완전용입용접부는 4.1.2.3.2에서 기술한 임계용접부로 고려한다.

C.1.1.1.4 보호영역

- (1) 비탄성 변형이 발생하는 보의 양단 부분은 보호영역으로서 이 영역은 4.1.2.4의 요구조건을 만족해야 한다. 보호영역의 범위는 강구조 내진성능 접합부 인증지침을 따른다.
- (2) 특수 모멘트골조의 보 소성힌지 영역은 보호영역으로 고려해야 한다. 일반적으로, 비보강 접합부의 보호영역은 기둥 외주면에서부터 소성힌지점을 지나 보 높이의 1/2 지점까지 확장된 범위가 된다.

C.1.1.2 보-기둥 접합부 패널존(보웹브와 기둥 웹브가 평행한 경우)

C.1.1.2.1 전단강도

패널존의 소요두께는 성능인증에 사용된 시험체의 접합부 또는 인증접합부의 패널존 설계에 사용된 방법에 따라 산정한다. 패널존의 최소소요전단강도는 소성힌지점에서의 예상모멘트를 기둥 외주면으로 외사하여 구한 모멘트의 합으로부터 산정한다. 패널존의 설계전단강도는 $\phi_v R_v$ 이다(여기서, $\phi_v = 1.0$). 그리고 공칭전단강도는 전단항복 한계상태에 해당되는 강도로서 KDS 14 31 25(4.1.10.6)의 규정에 의하여 산정한다.

C.1.1.2.2 패널존의 두께

기둥 웹브와 패널존 보강판 각각은 다음의 기준을 만족해야 한다:

$$t > (d_z + w_z)/90 \tag{C.1.1.2.2-1}$$

- 여기서, t : 기둥 웹브 또는 패널존 보강판의 두께 (mm)
- d_z : 접합부에 연결된 보 중 보다 깊은 보의 $d - 2t_f$ (mm)
- w_z : 기둥 플랜지 사이의 패널존의 폭 (mm)

만일 기둥 웹브와 패널존 보강판을 플러그용접에 의해 접합해서 국부좌굴이 방지되도록 하면 기둥 웹브와 패널존 두께의 총합이 식 (C.1.1.2.2-1)을 만족하면 된다.

C.1.1.2.3 패널존 보강판

기둥 웹브의 두께가 식 (C.1.1.2.2-1)을 만족시키지 못할 경우에는 패널존 보강판을 기둥 웹브에 직접 적용해야 한다. 그렇지 않은 경우에는 패널존 보강판을 기둥 웹브와 떨어져 배치하는 것도 가능하다.

(1) 기둥 웹브에 붙은 보강판

보강판은 보강판 전체두께의 강도가 발현되도록 완전용입용접이나 필릿용접을 사용해서 기둥 플랜지에 용접한다. 연속판이 없는 경우, 보강판과 기둥 웹브가 식 (C.1.1.2.2-1)을 만족시키지 못하면 보강판을 통한 하중전달을 고려하여 보강판의 상하변을 모살용접한다.

(2) 기둥 웨브와 떨어진 보강판

보강판은 보강판 전체두께의 강도가 발현되도록 완전용입용접이나 필릿용접을 사용해서 기둥 플랜지에 용접한다. 보강판은 보플랜지 끝단과 기둥중심선 간 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.

C.1.1.3 보와 기둥의 구조제한

아래의 사항과 더불어 4.1.1.1의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.1.3.1 판폭두께비 제한

실험에 의해 별도로 입증되지 않는 한, 보와 기둥부재들은 4.1.1.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.1.3.2 보플랜지

소성힌지영역에서의 급격한 보플랜지 단면의 변화는 허용하지 않는다. 드릴로 보플랜지를 천공하거나 혹은 플랜지폭을 절취하는 것은 실험이나 인증을 통해 안정적으로 소성힌지가 발현될 수 있음을 입증한 후에 허용한다. 그 형상은 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따른 접합부의 형상과 일관성을 유지해야 한다.

C.1.1.4 연속판

연속판은 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따른 연속판과 일관성을 유지하도록 한다.

C.1.1.5 기둥-보의 모멘트비

보-기둥 접합부에서는 다음의 관계식을 만족해야 한다.

$$\frac{\Sigma M_{pc}^*}{\Sigma M_{pb}^*} > 1.0 \quad (C.1.1.5-1)$$

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 두 중심선의 중간선을 기준으로 사용한다.

ΣM_{pb}^* : 보와 기둥의 중심선의 교점에서의 보 모멘트들의 합. 보 소성힌지부에서의 예상 보 휨강도를 기둥중심선으로 외사하여 합산하며 다음과 같이 계산할 수 있다.

$\Sigma M_{pb}^* = \Sigma(1.1R_y F_{yb} Z_b + M_{uv})$. 대안으로서는 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따른 접합부의 자료를 기준으로 산정할 수 있다. 만약 보단면 감소부를 갖는 접합부라면, ΣM_{pb}^* 의 계산에 있어서 Z_b 를 Z_{RBS} 로 대체하여 구한다.

- 여기서, A_g : 기둥의 총단면적 (mm²)
- F_{yc} : 기둥의 항복강도 (MPa)
- M_{uv} : 소성힌지 위치에서 기둥 중심선까지의 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} : 보단면 감소부의 최소소성단면계수 (mm³)

다만, 위의 요건은 다음의 2조건 중 하나가 만족될 경우 따르지 않아도 된다.

(1) 중폭지진하중을 제외한 나머지 모든 하중조합에 대해 $P_{uc} < 0.3P_c$ 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 규정적용이 면제된 기둥의 설계전단강도의 합이, 모든 모멘트골조 기둥의 설계전단강도의 33%보다 작을 경우. 위의 면제규정을 적용함에 있어, 기둥열은 다음과 같이 정의한다. 기둥들이 일직선으로 연결되거나, 기둥열에 직각인 평면치수의 10% 폭 내에 위치하는 일군의 평행한 기둥선으로 정의한다.

- 여기서, $P_c = F_{yc} A_g$ (N)
- P_{uc} : 소요압축강도 (N)

(2) 위 층보다 설계전단강도 대 소요전단강도의 비가 50% 이상 큰 기둥

C.1.1.6 보-기둥 접합부의 횡지지

C.1.1.6.1 횡지지된 접합부

보웹브와 기둥 웹브가 동일 평면상에 있고 기둥의 패널존 외부가 탄성상태를 유지한다면, 보-기둥 접합부의 기둥 플랜지는 보의 상부플랜지 위치에서만 횡지지를 요구한다. 식 (C.1.1.5-1)을 사용하여 계산한 비가 2.0보다 크다면 기둥은 탄성상태를 유지하는 것으로 가정할 수 있다. 만약 패널존 외부의 기둥이 탄성상태에 있지 않다면 다음의 규정을 만족해야 한다.

(1) 보의 상하플랜지 위치 모두에서 기둥 플랜지는 직접 혹은 간접적으로 횡지지를 해야 한다. 기

등 플랜지의 직접 횡지지는 횡좌굴 방지를 위해 기둥 플랜지의 적합한 위치에 부착된 가새나 기타 부재, 데크 또는 슬래브를 통해 이룬다. 간접 횡지지는 기둥 플랜지에 직접 부착되지는 않지만 기둥 웨브나 보강재 플레이트를 통해 작용하는 부재나 접합부의 강성에 의한 횡지지를 지칭한다.

(2) 기둥 플랜지 각각의 횡지지 가새의 소요강도는 보플랜지강도 $F_y b_f t_{bf}$ 의 2%에 대해 설계한다.

C.1.1.6.2 횡지지되지 않은 접합부

횡지지되지 않은 보-기둥 접합부를 갖는 내진골조의 기둥은, 인접한 횡지지간의 거리를 기둥의 좌굴길이로 사용하여, KDS 14 31 10(4.4)에 의해 설계를 하며 다음의 사항을 반영한다.

(1) 기둥의 소요강도는 KDS 41 00 00의 적절한 하중조합을 사용하되, 지진하중 E 는 다음 2가지 중 작은 값을 택한다.

- ① 증폭지진하중
- ② 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 C.1.1.6.1(2)의 보플랜지 횡지지력이 유발한 모멘트와 이로 인한 기둥 플랜지 변형에 의한 2차 효과를 고려하여 산정한다.

C.1.1.7 보의 횡지지

(1) 보의 상하플랜지는 모두 $L_b = 0.086r_y E / F_y$ 이하로 횡지지해야 한다. 횡지지재는 KDS 14 31 10(식 (4.5-7)과 식 (4.5-8))을 만족해야 한다. 여기서 $M_r = M_u = R_y Z F_y$ 그리고 $C_b = 1.0$ 을 사용한다.

(2) 집중하중점이나 단면이 변하는 위치에는 추가로 횡지지를 설치한다.

(3) 횡지지재의 설치위치는 강구조 내진성능 접합부 인증 지침에 따른 접합부의 조건과 일관성을 유지하도록 한다.

C.1.1.8 기둥의 이음

(1) 기둥의 이음은 4.1.1.4.1의 규정을 따라야 한다.

(2) 그루브용접을 사용할 경우는 4.1.2.3.2에 부합되게 완전용입용접으로 해야 한다. 용접택은 제거토록 한다.

(3) 만약 그루브용접이 사용되지 않을 경우에는, 이음부의 소요강도는 적어도 작은 쪽 기둥의 휨강도 $R_y F_y Z_x$ 이상이어야 한다. 기둥 웨브 이음의 소요전단강도는 적어도 $\Sigma M_{pc} / H$ 이상이어야 한다. 여기서, ΣM_{pc} 는 이음부의 상하에 위치한 기둥의 공칭소성휨강도의 합이다.

- (4) 적절한 응력집중계수 또는 파괴역학의 응력집중계수를 고려하여 산정된 기둥이음부의 소요 강도는 비탄성해석에서 얻어진 이음부 소요강도를 초과할 필요가 없다.

C.1.2 중간 모멘트골조

C.1.2.1 보-기둥 접합부

C.1.2.1.1 요구사항

지진하중 저항시스템에 속한 보-기둥 접합부는 다음의 조건을 제외하고는 C.1.1.1.1의 요구조건을 만족해야 한다.

- (1) 접합부는 최소 0.02 rad의 층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다.
- (2) 접합부의 소요전단강도는 C.1.1.1.1에 따라 산정하되, 해석에 의하여 입증된 경우에는 V_u 보다 작은 값을 적용할 수 있다. 소요전단강도는 증폭지진하중을 사용한 KDS 41 00 00의 적절한 하중조합을 이용하여 산정된 전단력을 초과할 필요는 없다.
- (3) 기둥 외주면의 접합부의 휨강도는 0.02 rad의 층간변위각에서 적어도 보의 공칭소성모멘트의 80% 이상이어야 한다.

C.1.2.1.2 접합부 성능 입증

C.1.2.1.1에서 요구하는 지진하중 저항시스템의 보-기둥 접합부의 성능요건은 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따른다.

C.1.2.1.3 용접

강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따라 예외로 인정하거나 별도로 결정된 경우를 제외하고는 보플랜지, 전단플레이트 그리고 보웨브와 기둥 사이의 완전용입용접부는 4.1.2.3.2에서 기술한 임계용접부로 고려한다.

C.1.2.1.4 보호영역

- (1) 비탄성 변형이 발생하는 보의 양단부분은 보호영역으로서 이 영역은 4.1.2.4의 요구조건을 만족해야 한다. 보호영역의 범위는 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따른다.
- (2) 중간 모멘트골조의 보 소성한지 영역은 보호영역으로 고려되어야 한다. 일반적으로, 비보강 접합부의 보호영역은 기둥 외주면에서부터 소성한지점을 지나 보 높이의 1/2지점까지 확장된 범위가 된다.

C.1.2.2 보-기둥 접합부 패널존 (보웨브와 기둥 웨브가 평행한 경우)

KDS 14 31 25에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

C.1.2.3 보 및 기둥의 구조제한

아래의 사항과 더불어 4.1.1.1의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.2.3.1 판폭두께비 제한

실험에 의해 별도로 입증되지 않는 한, 보와 기둥부재들은 4.1.1.2.1의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.2.3.2 보플랜지

소성힌지 영역에서의 급격한 보플랜지 단면의 변화는 허용하지 않는다. 드릴로서 보플랜지를 천공하거나 플랜지폭을 절취하는 것은 실험이나 인증을 통해 안정적으로 소성힌지가 발현될 수 있음을 입증한 후에 허용한다. 그 형상은 강구조 내진성능 접합부 인증 지침에 따른 접합부의 형상과 일관성을 유지해야 한다.

C.1.2.4 연속판

연속판의 두께는 편측접합부에서는 접합된 보플랜지 두께의 1/2 이상, 양측 접합부에서는 접합된 보플랜지 두께 이상으로 하거나, 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따른 접합부의 연속판과 일관성을 유지하도록 한다.

C.1.2.5 기둥-보의 모멘트비

KDS 14 31 05에서 KDS 14 31 50까지에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

C.1.2.6 보-기둥 접합부의 횡지지

KDS 14 31 05에서 KDS 14 31 50까지에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

C.1.2.7 보의 횡지지

- (1) 보의 상하플랜지 모두 횡지지를 해야 한다. 횡지지간격은 $L_b = 0.17r_y E/F_y$ 를 넘지 않도록 한다. 횡지지가새는 KDS 14 31 10(식 (4.5-7)과 식 (4.5-8))을 만족해야 한다. 여기서, $M_r = M_u = R_y Z F_y$ 그리고 $C_b = 1.0$ 을 사용한다.
- (2) 횡지지는 집중하중이 작용하는 부근이나 단면의 변화가 생기는 위치에는 추가적으로 설치해야 한다.
- (3) 횡지지의 위치는 강구조 내진성능 접합부 인증 지침에 따른 접합부의 조건과 일관성을 유지하도록 한다.

C.1.2.8 기둥의 이음

기둥의 이음은 4.1.1.4.1의 규정을 따라야 한다. 그루브용접을 사용할 경우는 4.1.2.3.2의 기준에 부합되게 완전용입용접으로 해야 한다.

C.1.3 보통 모멘트골조

이절에서 제시한 C.1.3.1.1, C.1.3.1.3과 C.1.3.4의 요구사항을 만족하지 않더라도 C.1.1.1.2와 C.1.1.4 또는 C.1.2.1.2와 C.1.2.4의 요구사항을 만족하는 접합부는 보통 모멘트골조에 사용할 수 있다. 중간 모멘트골조의 요구사항을 충족하더라도 보의 높이가 750 mm를 초과하는 경우에는 보통 모멘트골조로 분류한다.

C.1.3.1 보-기둥 접합부

보-기둥 접합부는 용접이나 고장력볼트를 사용해야 하며, 다음 규정에 따라 완전강접 또는 부분 강접으로 설계할 수 있다.

C.1.3.1.1 완전강접 모멘트접합부의 요구사항

(1) 지진하중 저항시스템에 속한 완전강접 모멘트접합부의 소요휨강도는 보단면에 대한 $1.1R_yM_p$ 또는 구조시스템에서 발생할 수 있는 최대모멘트 중 작은 값으로 산정할 수 있으며 다음의 요구사항을 만족해야 한다.

- ① 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 볼트 모멘트접합부에서 엔드플레이트에 연결되는 보웨브에는 용접접근공을 설치하지 않는다.
- ② 접합부에서 인장력에 저항하는 양면 부분용입용접과 양면 필릿용접의 소요강도는 연결되는 요소나 부분에 대해서 $1.1R_yF_yA_y$ 로 산정한다. 접합부에서 인장력이 작용하는 부분에는 1면 부분용입용접이나 1면 필릿용접을 사용하지 않는다.

(2) 완전강접 모멘트접합부의 소요전단강도 V_u 는 다음의 지진하중효과 E 를 이용하여 산정한다.

$$E = 2[1.1R_yM_p]/L_n \tag{C.1.3.1.1-1}$$

정밀한 해석에 의하여 입증된 경우에는 V_u 보다 작은 값을 적용할 수 있다. 소요전단강도는 증폭지진하중을 사용한 KDS 41 10 15의 적절한 하중조합을 이용하여 산정된 전단력을 초과할 필요는 없다.

C.1.3.1.2 부분강접 모멘트접합부의 요구사항

다음의 요구사항을 만족하는 경우에는 부분강접 모멘트접합부를 사용할 수 있다.

- (1) 부분강접 접합부는 C.1.3.1.1에서 규정된 소요강도에 대하여 설계해야 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) 부분강접 모멘트접합부의 강성과 강도는 전체 골조의 안정성에 미치는 영향을 포함하여 설계에 반영하도록 한다.
- (4) 부분강접 모멘트접합부에 대한 V_u 는 하중조합에 의한 전단력과 접합부가 저항할 수 있는 최대 단부모멘트로부터 산출된 전단력을 합산하여 산정한다.

C.1.3.1.3 용접

보플랜지, 전단플레이트, 그리고 보웨브와 기둥사이의 완전용입용접부는 4.1.2.3.2에서 기술한 입계용접부로서 고려한다.

C.1.3.2 보-기둥 접합부의 패널존 (보웨브와 기둥 웨브가 나란한 경우)

KDS 14 31 25에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

C.1.3.3 보와 기둥의 구조제한

4.1.1.1 이외의 추가로 요구되는 사항은 없다.

C.1.3.4 연속판

- (1) 완전강접 모멘트접합부에서 보의 플랜지 또는 보-플랜지 연결플레이트를 기둥 플랜지에 직접 용접하는 경우에는 연속판을 설치해야 한다. 또한, 기둥 플랜지의 두께가 다음 조건에 해당하는 경우에도 연속판을 설치해야 한다.

$$t_{cf} < 0.54 \sqrt{b_f t_{bf} F_{yb} / F_{yc}} \tag{C.1.3.4-1}$$

또는,

$$t_{cf} < b_f / 6 \tag{C.1.3.4-2}$$

- (2) 연속판이 필요한 경우 두께는 다음에 따라 산정한다.
 - ① 일방향 접합부(편측 접합부)에서 연속 판두께는 보플랜지 두께의 1/2 이상으로 한다.
 - ② 양방향 접합부(양측 접합부)에서 연속 판두께는 연결되는 보플랜지의 두께 중 큰 것 이상으로 한다.
- (3) 기둥 플랜지와 연속판의 용접부는 완전용입용접이나 필릿용접으로 보강된 양면 부분용입용접 또는 양면 필릿용접에 의하여 제작한다. 이러한 용접부의 소요강도는 연속판과 기둥 플랜지의 접촉면에서의 설계강도보다 커야 한다. 연속판과 기둥 웨브의 용접부의 소요강도는 다음 중 가장 작은 값으로 한다.
 - ① 기둥 플랜지와 연속판의 접합부에서 설계강도의 합
 - ② 기둥 웨브와 연속판 접촉면에서의 설계전단강도

- ③ 기둥패널존의 설계전단강도를 발휘하는 용접의 설계강도
- ④ 보강재에 의하여 전달되는 실제응력

C.1.3.5 기둥-보의 모멘트비

별도의 요구사항은 없다.

C.1.3.6 보-기둥 접합부에서의 횡지지가새

KDS 14 31 05에서 KDS 14 31 50까지에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

C.1.3.7 보의 횡지지가새

KDS 14 31 05에서 KDS 14 31 50까지에 언급된 사항 외에는 부가적인 요구사항은 없다.

C.1.3.8 기둥의 이음부

기둥의 이음부는 4.1.1.4.1의 요구사항에 따른다.

C.1.4 특수중심 가새골조

C.1.4.1 가새부재

C.1.4.1.1 세장비

가새부재의 세장비는 다음 조건을 만족해야 한다.

$$Kl/r \leq 4\sqrt{E/F_y} \quad (C.1.4.1.1-1)$$

$4\sqrt{E/F_y} < Kl/r \leq 200$ 인 가새부재는 기둥의 설계강도가 가새부재의 공칭강도에 R_y 를 곱하여 산정한 기둥으로 전달되는 최대하중 이상인 경우에만 허용한다. 기둥의 강도는 비선형해석 또는 전달되는 최대요구강도를 초과할 필요는 없다.

C.1.4.1.2 소요강도

가새부재의 유효 순단면적이 총단면적보다 작은 경우, 가새부재의 순단면 파단 한계상태에 대한 소요인장강도는 다음 중 작은 값보다 커야 한다.

- (1) $R_y F_y A_g$ 의 식으로 산정한 가새부재의 예상 인장항복강도
- (2) 해석으로 산정한 시스템에 의해 가새에 전달될 수 있는 최대 하중효과

C.1.4.1.3 횡하중 분배

동일 가새열에서 각 가새부재의 압축 설계강도가 증폭지진하중을 포함하는 KDS 41 10 15의 하중조합에 의한 소요강도보다 크지 않을 경우에는, 그 가새열에 작용하는 횡하중의 최소 30%, 최대 70%를 인장가새에 의해 저항할 수 있도록 가새부재를 엇갈린 방향으로 배치해야 한다. 여기서 동일 가새열이라 함은 단일 가새열 또는 가새열에 직각방향으로 건물폭의 10% 이하의 오프셋을 갖는 평행한 가새열을 말한다.

C.1.4.1.4 판폭두께비 제한

기둥 및 가새부재는 4.1.1.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.4.1.5 조립가새 부재

- (1) 단속긴결재 사이의 가새세장비 l/r 은 조립가새 부재의 지배세장비의 0.4배 이하이어야 한다.
- (2) 단속긴결재의 설계전단강도의 합은 개재의 설계인장강도 이상이어야 한다.
- (3) 단속긴결재의 간격은 일정해야 한다.
- (4) 최소 2개 이상의 단속긴결재를 사용해야 한다.
- (5) 볼트 단속긴결재는 가새 부재 중앙으로부터 가새 순길이의 1/4 이내에는 설치하지 않는다.

다만 임계좌굴축에 대한 조립가새 부재의 좌굴에 의하여 단속긴결재에 전단이 발생하지 않는 경우, 단속긴결재 사이의 가새 세장비 l/r 은 조립가새 부재의 지배세장비의 0.75배 이하로 할 수 있다.

C.1.4.2 가새접합부의 소요강도**C.1.4.2.1 소요인장강도**

가새접합부의 소요인장강도는 다음 중 작은 값을 적용한다. 보-기둥 접합부가 가새시스템의 일부를 구성하는 경우도 이에 해당한다.

- (1) $R_y F_y A_g$ 의 식으로 산정한 가새부재의 예상인장항복강도.
- (2) 해석으로 산정한, 시스템에 의해 가새에 전달될 수 있는 최대하중효과.

C.1.4.2.2 소요휨강도

가새접합부의 소요휨강도는 임계좌굴축에 대한 가새부재의 $1.1R_y M_p$ 로 산정한다.

다만, C.1.4.2.1의 요구사항을 만족하고 가새부재의 좌굴이후 비탄성회전을 수용할 수 있는 가새부재 접합부는 이 규정을 따르지 않아도 된다.

C.1.4.2.3 소요압축강도

가새접합부는 가새부재의 좌굴한계상태를 기초로 $1.1R_yP_n$ 의 식으로 산정된 값 이상의 소요압축강도를 보유하도록 설계한다. 여기서, P_n 은 가새부재의 공칭압축강도이다.

C.1.4.3 가새배치에 따른 특별요구사항

C.1.4.3.1 V형 및 역V형 가새골조

V형 및 역V형 가새골조는 다음 조건을 만족해야 한다.

(1) 가새부재와 접합하는 보와 접합부 및 지지부재의 소요강도는 가새부재가 고정하중 및 활하중을 부담하지 않는다는 가정 하에 KDS 41 10 15의 하중조합에 따라 산정한다. 지진하중을 포함하는 하중조합의 경우 보에 작용하는 지진하중효과 E 는 다음과 같이 산정한다.

- ① 인장력을 받는 모든 가새의 인장력은 $R_yF_yA_g$ 로 산정한다.
- ② 인장가새와 인접한 압축가새의 압축력은 $0.3P_n$ 으로 산정한다.

(2) 보는 기둥사이에서 연속이어야 하며 보의 상하플랜지는 비지지길이 $L_b \leq L_{pd}$ 가 되도록 횡지해야 한다.

- ① 웨브면 내에 재하되며 인장측 플랜지 보다 작지 않은 압축측 플랜지를 갖는 1축대칭, 2축대칭 H형강의 경우

$$L_{pd} = \left[0.12 + 0.076 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (C.1.4.3.1-1)$$

여기서, M_1 : 보의 횡지지점 모멘트 중 작은 값 (N·mm)
 M_2 : 보의 횡지지점 모멘트 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 대칭 상자형 단면의 경우

$$L_{pd} = \left[0.17 + 0.10 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \right] \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \geq 0.10 \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad (C.1.4.3.1-2)$$

원형 혹은 정방형 단면의 부재 및 약축에 대해 휨을 받는 보의 경우 L_b 에 대한 제한이 없다.

(3) 보의 횡지지재는 KDS 14 31 10(식 (4.5-7)과 식 (4.5-8))을 만족해야 한다. 여기서, $M_r = M_u = R_yZF_y$ 이고, $C_d = 1.0$ 이다.

(4) 가새접합부의 안정성 확보를 위한 충분한 보의 면외 강도 및 강성을 확보하지 못한 경우, V 또는 역V형 가새의 교차점에 최소 1쌍의 횡지지재를 설치해야 한다.

C.1.4.3.2 K형 가새골조

K형 가새골조는 특수중심 가새골조의 범주에 포함할 수 없다.

C.1.4.4 기둥이음

- (1) 특수중심 가새골조의 기둥이음은 4.1.1.4의 요구사항을 만족해야 하며, 기둥이음은 이음부 상하부재 중 작은 설계휨강도의 50%보다 크도록 설계한다.
- (2) 특수중심 가새골조 기둥이음의 소요전단강도는 $\Sigma M_{pc}/H$ 에 의하여 산정한다. 여기서, ΣM_{pc} 는 이음부 상하기둥의 공칭소성휨강도의 합이다.

C.1.4.5 보호영역

- (1) 특수중심 가새골조의 가새부재의 보호영역은 가새길이의 중앙부 1/4 영역과 각 접합부로부터 가새부재의 좌굴면의 높이만큼 인접한 영역을 포함한다.
- (2) 특수중심 가새골조의 보호영역은 가새와 보 또는 기둥의 접합요소를 포함해야 하고 4.1.2.4의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.5 보통중심 가새골조**C.1.5.1 가새부재**

- (1) 보통중심 가새골조의 가새부재는 4.1.1.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.
다만 콘크리트충전 강관가새는 이 규정을 만족하지 않아도 된다.
- (2) K, V 및 역V형 가새골조의 가새부재의 세장비는 $Kl/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$ 를 만족해야 한다.

C.1.5.2 가새골조 배치에 따른 특별요구사항

V 및 역V형 보통중심 가새골조의 보와 K형 보통중심 가새골조의 기둥은 연속이어야 하며 다음 조건을 만족해야 한다.

- (1) 소요강도는 가새부재가 고정하중 및 활하중을 지지하지 않는다는 가정 하에 KDS 41 10 15의 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. V형 및 역V형 보통중심 가새골조의 가새부재에 작용하는 인장력은 시스템으로부터 전달되는 최대하중보다 크지 않아도 된다.
 - ② 가새부재에 작용하는 압축력은 $0.3P_n$ 으로 산정한다.
- (2) 보의 상하플랜지는 식 (C.1.4.3.1-1) 또는 식 (C.1.4.3.1-2)에 따라 비지지길이가 $L_b \leq L_{pd}$ 가 되도록 횡지지해야 한다.

- (3) 보의 횡지지재는 KDS 14 31 10(식 (4.5-7)과 식 (4.5-8))을 만족해야 한다. 여기서, $M_r = M_u = R_y Z F_y$ 이고 $C_d = 1.0$ 이다.
- (4) 가새접합부의 안정성 확보를 위하여 충분한 보의 면외 강도 및 강성을 확보하지 못한 경우에는 가새골조의 가새의 교차점에 최소 1쌍의 횡지지재를 설치해야 한다.

C.1.5.3 가새접합부

가새접합부의 소요강도는 다음과 같이 산정한다.

- (1) 볼트의 마찰한계상태에 대한 가새접합부 소요강도는 증폭지진하중을 적용하지 않은 KDS 41 10 15의 하중조합에 의하여 결정한다.
- (2) 다른 한계상태에 대한 가새접합부 소요강도는 가새부재의 예상인장항복강도 $R_y F_y A_g$ 으로 산정한다.
다만, 가새접합부의 소요강도는 다음을 초과할 필요는 없다.
- ① 시스템으로부터 전달되는 최대하중
 - ② 증폭지진하중에 의하여 산정된 하중효과

C.1.5.4 지진격리 시스템 상부에 위치한 보통중심 가새골조

지진격리 구조물의 격리시스템의 상부에 위치한 보통중심 가새골조는 C.1.5.3과 이 기준의 요구사항을 만족해야 하며 C.1.5.1 및 C.1.5.2의 요구사항은 따르지 않아도 된다.

C.1.5.4.1 가새부재

가새부재는 4.1.1.2의 요구사항을 만족해야 하고 세장비는 $Kl/r \leq 4\sqrt{E/F_y}$ 를 만족해야 한다.

C.1.5.4.2 K형 가새골조

K형 가새골조는 지진격리 시스템 상부의 보통중심 가새골조로 사용할 수 없다.

C.1.5.4.3 V 및 역V형 가새골조

지진격리 시스템 상부의 V 및 역V형 보통중심 가새골조 내의 보는 기둥과 기둥사이에서 연속이어야 한다.

C.1.6 편심 가새골조

C.1.6.1 링크

C.1.6.1.1 일반사항

- (1) 링크는 4.1.1.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 링크의 웨브는 단일판이어야 하고 2중판으로 보강하거나 웨브 관통부를 둘 수 없다.
- (3) 가새, 기둥 및 링크 외부의 보 부분은 링크가 완전항복하고 변형도경화하여 유발할 수 있는 최대하중에서 탄성범위 내에 있도록 설계해야 한다.
- (4) 5층 이상 건축물에서 편심 가새골조의 상부층은 보통중심 가새골조 또는 특수중심 가새골조로 설계할 수 있다. 이 경우에도 시스템계수를 결정할 때에는 편심 가새골조로 고려할 수 있다.

C.1.6.1.2 전단강도

- (1) 링크의 설계전단강도 $\phi_v V_n$ 는 전단항복 한계상태를 기초로 산정한다. V_n 은 공칭전단강도로 V_p 또는 $2M_p/e$ 중 작은 값을 사용하며 $\phi_v = 0.90$ 이다.

여기서, $M_p = F_y Z$ (N·mm)
 $V_p = 0.6 F_y A_w$ (N)
 e : 링크길이 (mm)
 $A_w = (d - 2t_f)t_w$ (mm²)

- (2) 링크의 설계강도에 영향을 주는 압축력의 존재는 다음과 같은 조건에서는 고려하지 않아도 된다.

$$P_u \leq 0.15 P_y \tag{C.1.6.1.2-1}$$

여기서, P_u : 하중조합에 의해 산정한 소요압축강도 (N)
 P_y : 공칭압축항복강도($P_y = F_y A_g$) (N)

- (3) 링크의 설계강도에 영향을 주는 축력이 다음과 같은 조건에서는 아래의 추가의 요구사항 ①, ②를 만족해야 한다.

$$P_u > 0.15 P_y \tag{C.1.6.1.2-2}$$

- ① 링크의 설계전단강도는 $\phi_v V_{pa}$ 와 $2\phi_v M_{pa}/e$ 중 작은 값을 사용하며 $\phi_v = 0.90$ 이다.

$$V_{pa} = V_p \sqrt{1 - (P_u/P_y)^2} \tag{C.1.6.1.2-3}$$

$$M_{pa} = 1.18 M_p [1 - (P_u/P_y)] \tag{C.1.6.1.2-4}$$

② 링크길이는 다음 값을 초과할 수 없다.

$$\rho'(A_w/A_g) \geq 0.3 \text{ 일 때, } [1.15 - 0.5\rho'(A_w/A_g)]1.6M_p/V_p \text{ (C.1.6.1.2-5)}$$

$$\rho'(A_w/A_g) < 0.3 \text{ 일 때, } 1.6M_p/V_p \text{ (C.1.6.1.2-6)}$$

여기서, $A_w = (d - 2t_f)t_w$

$$\rho' = P_u/V_u$$

V_u : 소요전단강도 (N)

C.1.6.1.3 링크회전각

링크회전각은 총 층변위가 설계층변위 Δ 에 도달하였을 때, 링크와 링크외부의 보가 이루는 비탄성 회전각으로 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.

C.1.6.2 링크보강재

- (1) 링크와 가새가 접합하는 부분에는 웨브 전체높이의 웨브 보강재를 링크웨브의 양면에 설치해야 한다.
- (2) 양측 링크보강재를 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 링크웨브의 두께이다).
- (3) 링크에는 다음과 같은 제한을 갖는 중간웨브 보강재를 설치해야 한다.
 - ① 링크길이 $\leq 1.6M_p/V_p$ 인 경우 중간웨브 보강재 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 $2.6M_p/V_p < \text{링크길이} \leq 5.0M_p/V_p$ 인 경우, 링크의 양단부에서 $1.5b_f$ 만큼 떨어진 지점에 중간웨브 보강재를 설치해야 한다.
 - ③ $1.6M_p/V_p < \text{링크길이} \leq 2.6M_p/V_p$ 인 경우, 상기 ① 및 ②의 요구사항을 모두 만족하는 중간웨브 보강재를 설치해야 한다.
 - ④ 링크길이 $> 5.0M_p/V_p$ 인 경우에는 중간웨브 보강재를 설치하지 않아도 된다.
 - ⑤ 중간웨브 보강재는 웨브 전체높이와 같아야 한다. 높이가 635 mm 미만인 링크에는 중간웨브 보강재를 링크웨브의 한 면에만 설치할 수 있다. 한 면에만 설치한 중간웨브 보강재의

두께는 t_w 또는 10 mm 이상이어야 하고 폭은 $(b_f/2) - t_w$ 이상이어야 한다. 높이가 635 mm 이상인 링크에는 유사한 중간웹 보강재를 링크웹의 양면에 설치해야 한다.

- (4) 링크보강재와 링크웹을 접합하는 용접부의 소요강도는 $A_{st}F_y$ 로 산정한다(A_{st} 는 보강재의 단면적). 링크보강재와 링크플랜지를 접합하는 용접부의 소요강도는 $A_{st}F_y/4$ 로 산정한다.

C.1.6.3 링크-기둥 접합부

- (1) 링크-기둥 접합부는 C.1.6.1.3의 최대 링크회전각을 지지할 수 있어야 한다.
- (2) 최대 링크회전각에서 기둥 플랜지면 접합부의 강도는 C.1.6.1.2의 공칭전단강도 이상이어야 한다.
- (3) 링크-기둥 접합부는 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따라 C.1.6.3(1) 및 C.1.6.3(2) 규정을 만족해야 한다.
- 다만, 링크단부 보-기둥 접합부의 보강으로 인해 보강된 부분이 항복하지 않는 경우에는 보강의 끝부분부터 가새접합부까지의 보요소를 링크로 간주할 수 있다. 이러한 조건에서 링크 길이가 $1.6M_p/V_p$ 를 초과하지 않는 경우, 보강단면과 접합부의 설계강도가 C.1.6.5의 링크의 변형률경화를 근거로 산정한 소요강도보다 크다면 보강접합부의 반복하중 실험인증을 생략할 수 있다. 이 경우 C.1.6.2의 웹 전체높이의 보강재를 링크-보강부 접점에 설치해야 한다.

C.1.6.4 링크 횡가새

- (1) 링크 단부에는 링크 상하플랜지에 횡지지재를 설치해야 한다.
- (2) 링크 단부 횡지지재의 소요강도는 $P_b = 0.06M_r/h_0$ 로 산정한다. 여기서, h_0 는 플랜지중심 사이의 거리이다. 단, $M_r = M_{u,exp} = R_yZF_y$.
- (3) 횡지지재의 소요강성은 KDS 14 31 10(식 (4.5-8))을 만족해야 한다. 여기서, $C_b = 1.0$ 이고 L_b 는 링크길이이다.

C.1.6.5 가새 및 링크 외부보

C.1.6.5.1 가새

- (1) 가새의 휨과 압축의 조합력에 대한 소요강도는 KDS 41 00 00의 하중조합에 의해 산정한다.
- (2) 지진효과를 포함한 하중조합에서, E 를 Q_1 으로 대체한다. Q_1 은 링크의 예상공칭전단강도 R_yV_n 를 최소 1.25배하여 산정된 압축력과 모멘트를 의미한다(여기서, V_n 은 C.1.6.1.2에 따른 공칭전단강도).
- (3) 가새의 설계강도는 제7장의 규정에 따라 산정한다.
- (4) 가새부재는 4.1.1.2.1의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.6.5.2 링크외부보

- (1) 링크외부보의 휨과 압축의 조합력에 대한 소요강도는 KDS 41 00 00의 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 C.1.6.1.2의 규정에 따른 공칭전단강도이다).
- (3) 링크 외부보의 설계강도는 KDS14 31 10(4.3)의 값에 R_y 를 곱하여 산정한다.
- (4) 가새와 보가 접합되는 링크의 단부에서 보와 가새의 중심선은 링크의 단부 또는 내부에서 교차해야 한다.

C.1.6.5.3 가새접합부

- (1) 가새 양단접합부의 소요강도는 C.1.6.5.1에 산정한 가새의 소요강도 이상이어야 하며 가새의 접합부는 C.1.4.2.3의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 링크 단부의 가새접합부의 어느 부분도 링크길이 안으로 연장되어서는 안 된다.
- (3) 가새가 링크 단부모멘트의 일부를 지지하도록 설계한다면 가새와 링크의 접합부는 완전강접으로 해야 한다.

C.1.6.6 보-기둥 접합부

편심 가새골조에서 링크 반대편 접합부를 모멘트저항 접합부시스템으로 설계하는 경우, 보-기둥 접합부는 C.1.3.1과 C.1.3.4의 보통 모멘트골조 접합부 요구사항을 만족해야 하며, 비모멘트저항 접합부시스템으로 설계하는 경우는 편접합을 사용할 수 있다.

C.1.6.7 기둥의 소요강도

편심 가새골조의 기둥의 소요강도는 4.1.1.3의 요구사항뿐만 아니라 아래의 조건을 만족해야 한다.

- (1) 편심 가새골조의 기둥의 소요강도는 KDS 41 00 00의 하중조합에 의해 산정한다. 단 이 경우, 지진하중 E 는 고려 대상층 상부에 있는 모든 링크의 예상 공칭전단강도를 1.1배한 조건에서 발휘되는 응력으로 대체하여 산정한다. 여기서, 링크의 예상공칭전단강도는 $R_y V_n$ 으로 산정하고 V_n 은 C.1.6.1.2에 따라 산정한다.
- (2) 편심 가새골조의 기둥부재는 4.1.1.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.6.8 보호영역

- (1) 편심 가새골조 내의 링크는 보호영역이므로 4.1.2.4의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 링크에 보강재를 접합할 경우 C.1.6.2의 요구사항에 따라 용접을 사용할 수 있다.

C.1.6.9 임계용접부

링크플랜지와 링크웨브를 기둥으로 접합하는 완전용임용접은 임계용접부이므로 4.1.2.3.2의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.7 좌굴방지 가새골조**C.1.7.1 가새부재**

좌굴방지 가새골조의 가새부재는 강재 코아와 강재 코아의 좌굴을 구속하는 좌굴방지 시스템으로 구성된다.

C.1.7.1.1 강재 코아

- (1) 강재 코아는 가새에 작용하는 전체축력을 지지할 수 있도록 설계한다.
- (2) 가새부재의 설계축강도 $\phi_c P_{y_{sc}}$ ($\phi_v = 0.90$)는 인장력 및 압축력에 대하여 항복 한계상태에 따라 다음과 같이 산정한다.

$$P_{y_{sc}} = F_{y_{sc}} A_{sc}$$

여기서, $F_{y_{sc}}$: 강재 코아의 공칭항복응력 또는 인장시험에 의해 결정된 강재 코아의 실제 항복응력 (MPa)

A_{sc} : 강재 코아의 순단면적 (mm²)

- (3) 강재 코아에 사용하는 50 mm 이상의 강판은 3.3의 최소 노치인성 요구사항을 만족해야 한다.
- (4) 강재 코아에는 이음부를 둘 수 없다.

C.1.7.1.2 좌굴방지 시스템

- (1) 좌굴방지 시스템은 강재 코아의 케이싱으로 구성된다.
- (2) 안정성을 평가할 때에는, 보, 기둥 및 거셋플레이트 등 접합부를 연결하는 구조요소 모두가 좌굴방지 시스템에 포함된다.
- (3) 좌굴방지 시스템은 설계층간변위의 2.0배에相当하는 변위에 대해서 강재 코아의 국부 및 전체좌굴을 방지할 수 있어야 한다.
- (4) 좌굴방지 시스템은 설계층간변위의 2.0배에相当하는 변위 내에서는 좌굴하지 않아야 한다.

C.1.7.1.3 성능입증 및 조정가새 강도

가새부재의 성능입증 및 조정가새 강도는 강구조 내진성능 접합부 인증지침에 따른다.

C.1.7.2 가새접합부**C.1.7.2.1 소요강도**

가새접합부의 인장 및 압축소요강도는(기둥-보 접합부가 좌굴방지 골조의 일부일 경우에도 포함) 조정가새 압축강도의 1.1배로 산정한다.

C.1.7.2.2 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 보강재로 보강하거나, 거셋플레이트 또는 가새 자체를 지지하는 횡지지재를 설치한다. 횡지지재 없이도 실험적으로 입증된 경우는 이러한 횡지지보강은 필요가 없다. 강재 코아에 가새를 부착시키는 경우는 이 사항이 인증실험에 반영해야 한다.

C.1.7.3 가새골조 형상에 따른 특별규정

V 및 역V형 가새골조는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

- (1) 가새부재와 교차하는 보와 보의 접합부 및 지지부재의 소요강도는 가새부재가 고정하중 및 활하중을 부담하지 않는다는 가정 하에 KDS 41 00 00의 하중조합에 따라 산정한다. 지진하중을 포함한 하중조합의 경우, 보에 작용하는 수평 및 수직 지진하중효과 E 는 인장 및 압축 조정가새 강도로 산정한다.
- (2) 보는 기둥들 사이에서 연속이어야 하며 보의 상하플랜지는 횡지지해야 한다. 횡지지재는 KDS 14 31 10(식 (4.5-7)과 식 (4.5-8))을 만족해야 한다. 여기서, $M_r = M_u = R_y Z F_y$ 이고 $C_b = 1.0$ 이다.
- (3) 가새접합부의 안정성 확보를 위해, 충분한 보의 면외강도와 강성을 확보하지 못한 경우, V 또는 역V형 가새골조 내에 최소 1쌍의 횡지지재를 설치해야 한다.
- (4) 가새부재의 설계 및 실험을 위한 가새부재 최대변형은 상기 (1)에서 정의한 하중에 의한 보의 수직 처짐효과를 포함하여 증가된 값으로 산정한다.
- (5) K형 가새골조는 좌굴방지 가새골조의 범주에 포함할 수 없다.

C.1.7.4 보 및 기둥

좌굴방지 가새골조의 보 및 기둥은 다음 조건을 만족해야 한다.

C.1.7.4.1 판폭두께비

보 및 기둥의 판폭두께비는 4.1.1.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.7.4.2 소요강도

- (1) 좌굴방지 가새골조의 보 및 기둥의 소요강도는 KDS 41 00 00의 하중조합에 의해 산정한다. 지진하중을 포함한 하중조합의 경우, 보에 작용하는 수평 및 수직지진하중 E 는 인장 및 압축 조정가새 강도로 산정한다.
- (2) 보 및 기둥의 소요강도는 시스템으로부터 전달된 최대하중을 초과할 필요는 없다.

C.1.7.4.3 이음

- (1) 좌굴방지 가새골조의 기둥이음은 4.1.1.4의 요구사항을 만족해야 한다. 또한 좌굴방지 가새골조의 기둥이음은 항복 한계상태를 기준으로 산정한 이음부 상·하의 부재 중 작은 설계휨강도의 50% 이상으로 설계한다.
- (2) 좌굴방지 가새골조 기둥이음의 소요전단강도는 $\Sigma M_{pc}/H$ 으로 산정한다. 여기서, ΣM_{pc} 는 이음부 상·하기둥의 공칭소성휨강도의 합이다.

C.1.7.5 보호영역

좌굴방지 가새골조의 보호영역은 가새부재의 강제 코아와 보와 기둥의 접합요소를 포함해야 하고 4.1.2.4의 요구사항을 만족해야 한다.

C.1.8 특수강판 전단벽

특수강판 전단벽은 웨브와 인접한 수평경계요소와 수직경계요소는 웨브가 완전히 항복하여 변형경화상태에 도달하여도 수평경계요소의 양단부에 소성힌지가 생기는 것 외에는 탄성상태를 유지하도록 설계해야 한다.

C.1.8.1 웨브**C.1.8.1.1 전단강도**

패널의 설계전단강도 ϕV_n ($\phi = 0.90$)은 전단항복 한계상태에 의거하여 다음과 같이 산정한다.

$$V_n = 0.42F_y t_w L_{cf} \sin 2\alpha \quad (C.1.8.1.1-1)$$

여기서 t_w : 웨브의 두께 (mm)

L_{cf} : 수직경계요소 플랜지 사이의 순거리 (mm)

α 는 웨브 항복선이 수직축에 대해 이루는 각도(rad)로 다음 식으로 산정한다.

$$\tan^4 \alpha = \frac{1 + \frac{t_w L}{2A_c}}{1 + t_w h \left(\frac{1}{A_b} + \frac{h^3}{360I_c L} \right)} \quad (C.1.8.1.1-2)$$

여기서, h : 수평경계요소의 중심간 거리 (mm)

A_b : 수평경계요소의 단면적 (mm²)

A_c : 수직경계요소의 단면적 (mm²)

I_c : 웨브 판에 수직인 축에 대한 수직경계요소의 단면2차모멘트 (mm⁴)

L : 수직경계요소의 중심간 거리 (mm)

C.1.8.1.2 패널 변장비

패널의 길이 대 높이비(L/h)는 $0.8 < L/h \leq 2.5$ 의 범위에 있어야 한다.

C.1.8.1.3 웨브의 개구부

웨브의 개구부는, 실험과 해석에 의해 검증되지 않은 경우에는 패널의 전체높이와 전체폭에 걸쳐서 수평경계요소와 수직경계요소에 의해 모든 면에서 둘러싸여 있어야 한다.

C.1.8.2 경계요소와 웨브의 접합

수평 및 수직경계요소와 웨브접합부 소요강도는 웨브 항복각(식 (C.1.8.1.1-2) 참조)을 기준으로 산정된 웨브의 예상 인장항복강도와 같도록 한다.

C.1.8.3 수평경계요소와 수직경계요소

C.1.8.3.1 소요강도

- (1) 4.1.1.3의 규정과 더불어 수직경계요소의 소요강도는 웨브 항복각 α 에 대해 산정된 웨브의 예상 인장항복강도를 기준으로 산정한다.
- (2) 수평경계요소의 소요강도는 웨브항복각 α 에 대해 계산된 웨브의 예상 인장항복강도를 기준으로 한다. 웨브는 중력하중을 지지하지 않는다는 가정 하에서 KDS 41 00 00의 하중조합에 의해 결정된 소요강도 가운데 큰 값으로 한다.
- (3) 수평경계요소와 수직경계요소의 교차부에서의 보-기둥 모멘트비는 C.1.1.5의 규정을 만족해야 한다. 단, 이 경우 웨브의 존재는 무시한다.

C.1.8.3.2 수평경계요소와 수직경계요소의 접합부

- (1) 수평경계요소와 수직경계요소의 접합부는 C.1.3.1의 규정을 만족해야 한다.

- (2) 수평경계요소와 수직경계요소의 접합부의 소요전단강도 V_u 는 C.1.3.1의 규정에 따라 산정한다. 단, 소요전단강도는 수평경계요소 양단부의 모멘트가 $1.1R_y M_p$ 도달 시에 유발되는 전단력과, 항복각 α 로 웨브항복 시의 예상 인장항복강도에 의해 산정된 전단력의 합 이상이어야 한다.

C.1.8.3.3 판폭두께비 제한

수평 및 수직경계요소는 4.1.1.2.2의 규정을 만족해야 한다.

C.1.8.3.4 횡지지

- (1) 수평경계요소와 수직경계요소와의 모든 교차부는 반드시 횡지지해야 하고, 수평경계요소의 전구간은 $0.086r_y E / F_y$ 이하의 간격으로 횡지지해야 한다.
- (2) 수평경계요소의 상하플랜지는 모두 직접 또는 간접적으로 횡지지해야 한다.
- (3) 횡지지재의 소요강도는 수평경계요소 플랜지의 공칭강도 $F_y b_f t_f$ 의 2% 이상이어야 한다. 모든 횡지지재의 소요강성은 KDS 14 31 10(식 (4.5-8))에 따라 산정한다. 여기서, M_r 은 $R_y Z F_y$ 그리고 C_b 는 1.0을 택한다.

C.1.8.3.5 수직경계요소의 이음

수직경계요소의 이음은 4.1.1.4의 규정을 만족해야 한다.

C.1.8.3.6 패널존

최상부 및 최하부 수평경계요소에 인접한 수직경계요소의 패널존은 C.1.1.2의 규정을 만족해야 한다.

C.1.8.3.7 수직 경계부재의 강성

웨브의 면에 직각인 축에 대한 수직경계요소의 단면2차모멘트 I_c 는 $0.00307 t_w h^4 / L$ 이상되어야 한다.

C.2 합성구조의 내진설계

C.2.1 합성 부분강접 모멘트골조

합성 부분강접 모멘트골조의 강도, 횡변위 및 동적특성을 결정하는 데에는 접합부의 연성도와 합성보작용을 고려해야 하며, 주각접합부와 같은 곳에서의 항복은 제한적으로 허용될 수 있다.

C.2.1.1 기둥

강재기둥은 3과 4.1.1 그리고 이 기준에 명시된 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.1.2 합성보

합성보는 노출형이며 완전합성이어야 하고 제6장의 요구사항을 만족해야 한다. 해석을 위한 보의 강성은 합성단면의 유효단면2차모멘트를 사용하여 결정해야 한다.

C.2.1.3 합성 부분강접 모멘트골조 모멘트접합부

보-기둥 부분강접 모멘트접합부의 소요강도는 접합부의 연성도와 2차모멘트의 영향을 고려하여 결정해야 한다. 이외에도 합성접합부는 최소한 M_p 의 50%에 해당되는 공칭강도를 가져야 한다. 여기서, M_p 는 합성거동을 무시한 강재보의 공칭소성휨강도이다. 접합부는 4.2.2의 요구사항을 만족해야 하며 강구조 내진성능 접합부 인증 지침에서 명시된 반복 하중실험에 의해 전체 층간변위각 0.04 rad을 발휘할 수 있음을 입증해야 한다.

C.2.2 합성 특수 모멘트골조

C.2.2.1 기둥

합성기둥은 4.2.1.4와 4.2.1.5의 특수 내진시스템에 대한 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트 기둥은 KDS 14 20 80(4.7 제외)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.2.2 보

합성 특수 모멘트골조의 구성요소인 합성보는 다음과 같은 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 콘크리트의 압축축 연단으로부터 소성중립축까지의 거리는 다음과 같은 값을 초과할 수 없다.

$$Y_{PNA} = \frac{Y_{con} + d_b}{1 + \left(\frac{1700F_y}{E}\right)} \tag{C.2.2.2-1}$$

여기서, Y_{con} : 강재보의 상단에서 콘크리트의 상단까지의 거리 (mm)

d_b : 강재보의 높이 (mm)

F_y : 강재보의 항복강도 (MPa)

E : 강재보의 탄성계수 (MPa)

- (2) 철근으로 보강된 매입형 합성보의 피복두께가 50mm 이상이며 지진에 의한 변형시 소성힌지가 발생하는 위치에서 후프에 의한 구속이 이루어지는 경우를 제외하고는 보플랜지는 C.1.1.3의 요구사항들을 만족해야 한다. 후프는 KDS 14 20 80(4.4.2)의 요구사항을 만족해야 한다.

강재트러스 또는 합성트러스는 실험과 해석을 통해 적절한 연성과 에너지 흡수능력을 발휘할 수 있음을 입증한 경우를 제외하고는 합성특수 모멘트골조의 휨부재로 사용할 수 없다.

C.2.2.3 합성 특수 모멘트골조 모멘트접합부

보-기둥 모멘트 접합부의 소요강도는 보의 예상되는 휨강도 $R_y M_n$ 과 관련된 휨과 전단으로부터 결정한다. 접합부의 공칭강도는 4.2.2의 요구사항을 만족해야 한다. 이외에도 접합부는 0.04 rad의 총 층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다. 접합부의 위치에서 보플랜지가 연속되지 않는 경우 접합부는 강구조 내진성능 접합부 인증지침에서 명시된 반복 하중실험을 통해 최소한 0.04 rad의 총 층간변위각을 발휘할 수 있음을 입증해야 한다. 강재보가 철근콘크리트 기둥을 통해 관통함으로써 보플랜지의 용접접합이 필요하지 않으며 접합부가 다른 조기과단의 위험이 없는 경우 비탄성 회전능력은 실험 또는 다른 구체적인 자료로 증명해야 한다.

C.2.2.4 기둥-보 모멘트비

철근콘크리트 기둥의 설계는 KDS 14 20 80(4.3.2)의 요구사항을 만족해야 한다. 합성기둥의 기둥-보 모멘트비는 다음과 같은 수정사항 외에는 C.1.1.5의 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 합성기둥의 설계휨강도는 소요축방향강도 P_{rc} 를 고려하여 제5장의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) C.1.1.5의 예외조항(1)의 하중제한은 $P_{rc} \leq 0.1P_c$ 로 한다.
- (3) C.1.1.5의 최소 휨강도 요구사항을 적용하지 않는 합성기둥은 횡방향 철근이 4.2.1.4.3(3)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.3 합성 중간 모멘트골조**C.2.3.1 기둥**

합성기둥은 4.2.1.4와 4.2.1.5의 중간 내진시스템에 대한 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트 기둥은 KDS 14 20 80(4.9)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.3.2 보

강재보와 합성보는 KDS 14 31 10(4.3)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.3.3 합성 중간 모멘트골조 모멘트접합부

접합부의 공칭강도는 4.2.2의 요구사항을 만족해야 한다. 보-기둥 접합부의 소요강도는 다음과 같은 요구사항들 중의 하나를 만족해야 한다.

- (1) 보-기둥 접합부의 소요강도는 보의 소성힌지와 관련된 힘에 의해 결정된다.
- (2) 접합부는 4.2.2의 요구사항들을 만족해야 하며 반복 하중실험을 통해 최소 0.03 rad의 총 층간변위각을 발휘할 수 있음을 입증해야 한다.

C.2.4 합성 보통 모멘트골조**C.2.4.1 기둥**

합성기둥은 4.2.1.4와 4.2.1.5의 보통모멘트시스템에 대한 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트 기둥은 KDS 14 20 00(KDS 14 20 80 제외)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.4.2 보

강재보와 합성보는 KDS 14 31 10(4.3)의 요구사항들을 만족해야 한다.

C.2.4.3 모멘트접합부

접합부는 KDS 41 00 00의 하중조합에 대해 설계해야 한다. 또한 접합부의 설계강도는 4.1.2와 C.1.3.1의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.5 합성 특수중심 가새골조**C.2.5.1 기둥**

강재기둥은 3과 4.1.1의 요구사항을 만족해야 한다. 합성기둥은 특수 내진시스템에 관한 12.3.1.4 또는 12.3.1.5의 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트 기둥은 KDS 14 20 80(4.6.5)의 구조용 트러스 부재에 관한 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.5.2 보

강재보는 특수중심 가새골조에 관한 C.1.4의 요구사항을 만족해야 한다. 합성보는 KDS 14 31 10(4.5)의 요구사항 및 C.1.4의 특수중심 가새골조에 대한 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.5.3 가새

강재가새는 C.1.4에 명시된 특수중심 가새골조에 관한 요구사항을 만족해야 한다. 합성가새는 C.2.5.1에 명시된 합성기둥에 관한 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.5.4 접합부

가새접합부는 C.1.4와 4.2.2에 명시된 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.6 합성 보통 가새골조**C.2.6.1 기둥**

매입형 합성기둥은 보통 내진시스템에 관한 4.2.1.4의 요구사항을 만족해야 한다. 충전형 합성기둥은 보통 내진시스템에 관한 12.3.1.5의 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트 기둥의 경우는 KDS 14 20 00(KDS 14 20 80 제외)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.6.2 보

강재보와 합성보는 KDS 14 31 10(4.3)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.6.3 가새

강재가새는 KDS 14 31 05와 14 31 10의 요구사항을 만족해야 한다. 합성가새는 4.2.1.4.1, 4.2.1.5 그리고 C.2.6.1의 합성기둥에 대한 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.6.4 접합부

접합부는 KDS 41 00 00에 따라 하중조합에 대하여 설계하며 접합부의 설계강도는 4.2.2에서 명시된 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.7 합성 편심 가새골조

합성 편심 가새골조에서 대각가새, 기둥, 그리고 링크외부의 보 부분은 링크의 완전항복과 변형도경화로 인해 초래될 수 있는 최대하중에 대해 기본적으로 탄성상태에 있도록 설계해야 한다. 기둥은 합성부재나 철근콘크리트부재를 사용해야 한다. 링크와 가새는 C.2.7.2와 C.2.7.3에서 설명하는 대로 강제 부재를 사용해야 한다. 합성편심 가새골조는 이 기준에서 수정되는 사항을 제외하고 C.1.6의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.7.1 기둥

철근콘크리트 기둥은 구조 트러스 요소에 관한 KDS 14 20 80(4.6.5)의 요구사항을 만족해야 한다. 합성기둥은 특수 내진시스템에 대한 4.2.1.4 또는 4.2.1.5의 요구사항을 만족해야 한다. 또한, 링크가 철근콘크리트기둥이나 매입형 합성기둥에 인접해 있을 때 KDS 14 20 80(4.3.4)(또는 합성기둥에 관한 4.2.1.4.3(6)①)의 요구사항을 만족하는 횡방향 철근을 링크접합부의 상하부에 배치해야 한다. 모든 기둥은 C.1.6.7의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.7.2 링크

링크는 매입되지 않은 구조용 강재를 사용하며 편심 가새골조의 링크에 관한 C.1.6의 요구사항을 만족해야 한다. 링크의 외부 보부분을 철근콘크리트로 피복하는 것을 허용한다. 링크의 공칭 강도의 결정 시 합성거동을 고려하는 경우, 링크를 포함한 보는 보의 일부 또는 전부에 걸쳐 전단 연결재를 사용하여 바닥슬래브와 합성적으로 거동하는 것을 허용한다.

C.2.7.3 가새

구조용 강재가새는 편심 가새골조에 관한 C.1.6의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.7.4 접합부

접합부는 편심 가새골조에 관한 C.1.6의 요구사항과 함께 4.2.2의 내용 또한 만족해야 한다.

C.2.8 합성 보통 전단벽**C.2.8.1 경계부재**

경계부재는 이 조항의 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 매입되지 않은 강재 단면이 철근콘크리트 벽체의 경계부재로 작용하는 경우 강재 단면은 이 절의 요구사항을 만족해야 한다. 경계부재의 축방향 강도의 산정은 철근콘크리트벽체가 전단력을 지지하고, 구조물의 전체 연직하중과 전도력은 전단벽과 경계부재가 함께 지지한다는 가정 하에 산정한다. 철근콘크리트 벽체는 KDS 14 20 00의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 철근콘크리트에 매입된 강재부재들이 철근콘크리트 벽체의 경계부재로 작용하는 경우, 해석은 탄성재료성질에 근거한 콘크리트 환산단면을 사용해야 한다. 철근콘크리트 벽체는 KDS 14 20 00의 요구사항을 만족해야 한다. 철근콘크리트에 매입된 강재 경계부재가 제5장에서 명시된 합성기둥에 해당하는 경우 4.2.1.4.1의 보통 내진시스템의 요구사항을 만족하도록 설계해야 한다. 그렇지 않은 경우에는 KDS 14 20 66(4.3)과 KDS 14 31 10(4.2)의 요구사항을 만족하는 합성기둥으로 설계해야 한다.
- (3) 구조용 강재와 철근콘크리트 사이의 수직 전단력을 전달할 수 있도록 스테드 전단연결재 또는 용접앵커를 설치해야 한다. 스테드 전단연결재는 KDS 14 31 10(4.2와 4.3)의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.8.2 강재연결보

인접한 두 철근콘크리트 벽체 사이에 사용되는 강재연결보는 KDS 14 31 10(4.3)의 요구사항과 이 조항의 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 연결보의 공칭휨강도와 공칭전단강도에 해당하는 최대 휨모멘트와 전단력의 조합에 대해 저항할 수 있도록 철근콘크리트 벽체 내의 연결보의 문힘길이를 충분히 확보해야 한다. 문힘길이는 벽체 경계부재의 구속철근의 첫 열에서부터 시작하는 것으로 산정한다. 연결보와 벽체 사이에서 전달되는 하중에 대한 접합강도는 4.2.2의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 연결보의 공칭전단강도와 동일한 공칭축방향강도를 갖는 벽체 내의 수직 보강철근은 강재의 문힘길이가 시작점으로부터 문힘길이의 1/2에 걸쳐 소요철근의 2/3를 배근해야 한다. 이러한 벽체철근은 연결보 플랜지의 상하방향으로 적어도 인장 정착길이 만큼 연장해야 한다. 수직 경계부재를 위한 길이방향 철근과 같이 다른 용도로 배근된 철근을 소요 수직 보강철근의 일부로 사용할 수 있다.

C.2.8.3 매입형 합성연결보

매입형 합성단면 연결보는 C.2.8.2의 요구사항과 다음과 같은 수정된 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 매입형 합성연결보의 최대 휨내력과 전단내력의 조합에 대해 저항할 수 있도록 철근콘크리트 벽체 내의 연결보의 문힘길이를 충분히 확보해야 한다.
- (2) 매입형 합성연결보의 공칭전단내력을 사용하여 C.2.8.2(1)의 요구사항을 만족해야 한다.
- (3) 전단벽과 연결보의 소요강도를 계산할 때 매입형 합성연결보의 강성을 사용한다.

C.2.9 합성 특수 전단벽**C.2.9.1 경계부재**

- (1) 매입되지 않은 강재기둥은 C.2.8.1(1)의 요구사항과 3과 4.1.1의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 매입된 강재 경계부재를 갖는 벽체는 C.2.8.1(2)의 요구사항과 이 조항의 요구사항을 만족해야 한다. 이 벽체는 콘크리트구조기준의 요구사항을 만족해야 한다. 제5장의 합성기둥에 해당하는 철근콘크리트에 매입된 강재 경계부재는 4.2.1.4의 특수 내진시스템에 대한 요구사항을 만족해야 한다. 그렇지 않은 경우, 이와 같은 부재들은 KDS 14 20 66(4.3)의 요구사항과 KDS 14 20 80(4.5.6)의 특수 철근콘크리트 구조벽의 경계부재에 대한 요구사항을 만족하는 합성압축부재로 설계해야 한다. 합성경계부재의 구속을 위한 횡방향 철근은 벽체안으로 2h의 길이만큼 연장해야 한다. 여기서, h는 벽체 면내방향으로 경계부재의 전체높이를 나타낸다.
- (3) 스토프 전단연결재는 C.2.8.1(2)에 명시된 대로 배치해야 한다. 콘크리트에 매입되지 않은 강재 단면과의 접합에 사용되는 용접앵커의 공칭강도는 항복강도를 25% 감소하여 사용한다.

C.2.9.2 합성 특수 전단벽 강재연결보

- (1) 강재연결보는 C.2.8.2의 요구사항 이외에 C.1.6.1과 C.1.6.2의 요구사항을 만족해야 한다. 설계지진 하에 예상되는 비탄성 변형의 합리적인 해석에 의해 보다 작은 값이 입증되지 않는 경우에는 C.1.6.2에서 규정한 0.08rad의 연결보 회전성능을 만족시켜야 한다. 철근콘크리트 벽의 표면위치에서 연결보의 웹 양쪽에 표면지압판을 설치해야 한다. 이러한 보강재는 C.1.6.2의 상세요구사항을 만족해야 한다.
- (2) C.2.8.2(2)에 명시된 벽체 내의 수직 보강철근은 KDS 14 20 80(4.5.6)의 요구사항을 만족하는 횡방향 철근으로 구속해야 한다.

C.2.9.3 매입형 합성연결보

연결보의 역할을 하는 매입형 합성단면은 C.2.9.2의 요구사항을 만족해야 한다. 단, C.1.6.2의 요구사항은 만족할 필요가 없다.

C.2.10 합성 강판 전단벽

C.2.10.1 벽 부재

C.2.10.1(1)의 요구사항을 따르는 보강된 강판을 갖는 합성 강판 전단벽의 전단항복 한계상태에 근거한 설계강도 ϕV_{ns} ($\phi = 0.9$)는

$$V_{ns} = 0.6A_{sp}F_y \quad (\text{C.2.10.1-1})$$

여기서, V_{ns} : 강판의 공칭전단강도 (mm)

A_{sp} : 보강된 강판의 수평단면적 (mm^2)

F_y : 강판의 항복강도 (MPa)

합성 강판 전단벽의 강판이 C.2.10.1(1)의 요구사항을 만족하는 경우 합성 강판 전단벽의 설계전단강도는 철근콘크리트의 강도를 무시한 강판만의 강도로 구해야 하며, KDS 14 31 10(4.3.2.1.2.2와 4.3.2.1.2.3)의 요구사항을 만족해야 한다.

- (1) 만약 탄성 판좌굴해석을 통해 합성벽이 V_{ns} 에 해당하는 공칭전단력을 지지할 수 있다는 것을 증명하는 경우 강판은 철근콘크리트와의 매입이나 부착으로 적절하게 보강해야 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 스티드 전단연결재나 다른 기계적 연결재를 설치해야 한다. 콘크리트 내부의 수평 및 수직방향 철근은 KDS 14 20 72(4.2)의 상세 요구사항을 만족시켜야 한다. 양방향의 철근비는 0.0025보다 작지 않아야 하고, 철근의 최대 간격은 450 mm를 넘지 않도록 해야 한다. 합성벽 시스템을 설계할 때는 지진력이 벽면에 수직으로 작용하는 경우를 고려해야 한다.
- (2) 강판은 공칭전단강도를 발휘할 수 있도록 용접 혹은 고장력볼트 마찰접합에 의해 모든 면을 따라 강재골조와 경계부재에 연속적으로 연결해야 한다. 용접 또는 볼트접합에 의한 연결부의 설계는 4.1.2에 명시된 추가적인 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.10.2 경계부재

강재 및 합성 경계부재는 설계층간변위에서 벽의 강판 및 철근콘크리트 부분의 전단내력에 저항할 수 있도록 설계해야 한다. 합성 및 철근콘크리트 경계부재는 C.2.9.1의 요구사항을 만족시키도록 설계해야 한다. 강재 경계부재는 C.1.8의 요구사항을 만족해야 한다.

C.2.10.3 개구부

개구부 주위에는 해석에 의해 요구되는 대로 경계부재를 설치해야 한다.

| 집필위원 | 분야 | 성명 | 소속 | 직급 |
|------|----|-----|-----------|-------|
| | | 박영석 | 명지대학교 | 교수 |
| | | 이명재 | 중앙대학교 | 교수 |
| | | 황의승 | 경희대학교 | 교수 |
| | | 성택룡 | 포스코 | 그룹장 |
| | | 이승은 | 포스코 | 책임연구원 |
| | | 이은택 | 중앙대학교 | 교수 |
| | | 이재석 | 현대제철 | 교수 |
| | | 한종욱 | 명지대학교 | 교수 |
| | | 김철환 | 경북대학교 | 교수 |
| | | 최동호 | 한양대학교 | 교수 |
| | | 김상섭 | 한국기술교육대학교 | 교수 |
| | | 양재근 | 인하대학교 | 교수 |
| | | 박용명 | 부산대학교 | 교수 |
| | | 신동구 | 명지대학교 | 교수 |
| | | 이성철 | 동국대학교 | 교수 |
| | | 유정환 | 서울과학기술대학교 | 교수 |
| | | 김성곤 | 서울과학기술대학교 | 교수 |
| | | 조재병 | 경기대학교 | 교수 |
| | | 배두병 | 국민대학교 | 교수 |
| | | 오창국 | 국민대학교 | 교수 |
| | | 김주우 | 세명대학교 | 교수 |
| | | 심창수 | 중앙대학교 | 교수 |
| | | 이경구 | 단국대학교 | 교수 |
| | | 엄태성 | 단국대학교 | 교수 |
| | | 이철호 | 서울대학교 | 교수 |

| 자문위원 | 분야 | 성명 | 소속 |
|------|----|-----|-------------|
| | 건축 | 김규석 | 동국대학교 |
| | 건축 | 김덕재 | 중앙대학교 |
| | 건축 | 김동규 | 서울시립대학교 |
| | 건축 | 김승원 | 뉴테크구조기술사사무소 |
| | 건축 | 김종락 | 숭실대학교 |
| | 건축 | 정재철 | 국민대학교 |
| | 건축 | 최문식 | 단국대학교 |
| | 토목 | 유철수 | 고려대학교 |
| | 토목 | 이우현 | 중앙대학교 |
| | 토목 | 장석윤 | 서울시립대학교 |
| | 토목 | 장승필 | 서울대학교 |
| | 토목 | 조효남 | 한양대학교 |
| | 토목 | 정경섭 | 충북대학교 |
| | 건축 | 오영석 | 대전대학교 |
| | 건축 | 김우범 | 공주대학교 |
| | 토목 | 최상현 | 한국교통대학교 |
| | 건축 | 신경제 | 경북대학교 |

| 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 |
|-------|-----|-------------|-----|
| | 안정훈 | 국토교통부 기술기준과 | 과장 |
| | 김광진 | 국토교통부 기술기준과 | 사무관 |
| | 김남철 | 국토교통부 기술기준과 | 사무관 |

설계기준
KDS 14 31 60 : 2017

강구조 내진 설계기준(하중저항계수설계법)

2017년 12월 20일 발행

국토교통부

관련단체 한국강구조학회
05801 서울특별시 송파구 송이로 30길21
☎ 02-400-7104 E-mail : kssc@mail.kssc.or.kr, kssc1989@chol.com
<http://www.kssc.or.kr/>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>