

KDS 41 30 20 : 2022

건축물 강합성구조 설계기준

2022년 10월 11일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부



건설기준 제정 또는 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)
KDS 41 31 00 : 2019	• 내진설계기준 공통사항을 반영하여 개정	개정 (2019.3)
KDS 41 30 20 : 2022	• 기존 합성부재 및 합성구조의 내진설계 조항을 소분류로 분리하고 코드 신설	제정 (2022.10)

제 정 : 2022년 10월 11일	개 정 : 2022년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 건축안전과	
관련단체 : 대한건축학회	작성기관 : 대한건축학회

- 국토교통부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2023년 1월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 12월 31일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	1
1.6 해석과 설계원칙	1
1.7 구조설계도서	2
1.8 제작, 설치 및 품질관리	2
2. 조사 및 계획	2
3. 재료	2
4. 설계	2
4.1 합성부재	2
4.2 합성구조의 내진설계	23

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) KDS 41 30 20은 구조용 강재와 다른 재료를 합성으로 사용한 건축물 및 공작물(이하 “강합성구조물”)의 구조적 안정성을 확보하기 위한 규정이다.

1.2 적용 범위

- (1) 이 기준은 구조용 강재와 다른 재료를 합성으로 사용한 건축물 및 공작물에 적용한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음.

1.3.2 관련 기준

- KDS 14 20 00 콘크리트구조 설계(강도설계법)
- KDS 14 31 00 강구조설계(하중저항계수설계법)
- KDS 41 10 10 건축구조기준 검사
- KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준
- KDS 41 20 00 건축물 콘크리트구조 설계기준
- KDS 41 30 10 강구조 설계기준

1.4 용어의 정의

- (1) KDS 14 31 05에 따른다.

1.5 기호의 정의

- (1) KDS 14 31 05에 따른다.

1.6 해석과 설계원칙

- (1) KDS 41 30 10(1.5)에 따른다.

1.7 구조설계도서

- (1) KDS 41 30 10(1.6)에 따른다.

1.8 제작, 설치 및 품질관리

(1) KDS 41 30 10(1.7)에 따른다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

(1) KDS 41 30 10(3)에 따른다.

4. 설계

4.1 합성부재

(1) 이 절은 압연형강, 용접형강 또는 강관이 구조용 콘크리트와 함께 거동하도록 구성된 합성부재 및 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.

4.1.1 일반사항

(1) 합성부재를 포함하는 구조물의 부재 및 접합부의 설계는 공사과정에서 각 증분하중이 가해지는 단계마다의 유효단면을 고려하여야 한다. 이외에 합성부재의 강도는 제작 및 공사과정에서 발생한 잔류응력, 잔류변형, 시공오차 등의 불완전성 영향을 고려하여야 한다.

4.1.1.1 콘크리트와 철근

(1) 합성구조에 사용된 콘크리트와 철근에 관련된 설계, 배근상세 및 재료 성질은 KDS 41 20 00을 따르며, 다음의 예외사항 및 제한사항을 준용한다.

- ① KDS 14 20 50(4.5.2), KDS 14 20 66(4.3) 및 KDS 41 20 00(4.8)의 모든 내용을 제외한다.
- ② 콘크리트와 철근의 재료강도에 대한 제한사항은 4.1.1.3을 따른다.
- ③ 횡방향철근에 대한 구조제한사항은 4.1.2.1(1)②와 KDS 41 20 00을 따른다.
- ④ 매입형 합성부재에서 길이방향철근의 최소철근비는 4.1.2.1(1)③을 따른다.

(2) KDS 41 20 00에 따른 콘크리트와 철근의 설계는 한계상태설계법의 하중조합에 따른다.

4.1.1.2 합성단면의 공칭강도

(1) 합성단면의 공칭강도는 소성응력분포법 또는 변형률적합법에 따라 결정한다. 합성단면의 공칭강도를 결정하는데 있어 콘크리트의 인장강도는 무시한다. 4.1.1.4에 정의된 충전형합성부재는 국부좌굴의 영향을 고려하여야 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.

4.1.1.3 재료강도 제한

(1) 합성구조에 사용하는 구조용강재, 철근, 콘크리트는 실험 또는 해석으로 검증되지 않을 경우 다음과 같은 제한조건들을 만족하여야 한다.

① 설계강도의 계산에 사용되는 콘크리트의 설계기준압축강도는 21 MPa 이상이어야 하며 70 MPa를 초과할 수 없다. 경량콘크리트의 경우에는 설계기준압축강도는 21 MPa 이상이어야 하며 42 MPa를 초과할 수 없다.

② 합성기둥의 강도를 계산하는데 사용되는 구조용 강재 및 철근의 설계기준항복강도는 650 MPa를 초과할 수 없다. 다만, 매입형합성기둥의 강도산정은 4.1.2.1 매입형 합성부재 제한사항을 따른다.

4.1.1.4 국부좌굴에 대한 충전형합성단면의 분류

(1) 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 분

류한다. 최대허용 폭두께비는 표 4.1-1을 따른다.

(2) 힘을 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 4.1-2를 따른다.

(3) 각형강관과 원형강관의 폭(b) 또는 직경(D)과 두께(t)에 대한 정의는 KDS 14 31 10(표 4.2-2)를 참고한다.

표 4.1-1 압축력을 받는 충전형합성부재의 압축강재요소에 대한 판폭두께비 제한(4.1.2.2에 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 4.1-2 힘을 받는 충전형합성부재 압축강재요소에 대한 판폭두께비 제한(4.1.3.4에 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 웨브	h/t	$3.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
원형강관	D/t	$\frac{0.09E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

주 1) 사각형 강관 및 두께가 일정한 용접사각형강관

4.1.2 축력을 받는 부재

(1) 이 규정은 매입형 합성부재와 충전형 합성부재에 적용한다.

4.1.2.1 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 보강하여야 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.

$$\rho_{sr} = \frac{A_{sr}}{A_g} \tag{4.1-1}$$

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

$$P_n = P_{no} \left[0.658 \left(\frac{P_{no}}{P_e} \right) \right] \tag{4.1-2}$$

② $\frac{P_{no}}{P_e} > 2.25$ 인 경우

$$P_n = 0.877 P_e \tag{4.1-3}$$

여기서,

$$P_{no} = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} + 0.85 f_{ck} A_c \tag{4.1-4}$$

$$P_e = \pi^2 (EI_{eff}) / (KL)^2 \tag{4.1-5}$$

여기서, A_s : 강재단면적, mm²

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

A_{cc} : 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 횡지지길이, 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.)

$$EI_{eff} = E_s I_s + 0.5 E_{sr} I_{sr} + C_1 E_c I_c \tag{4.1-6}$$

$$C_1 = 0.1 + 2 \left(\frac{A_s}{A_c + A_s} \right) \leq 0.3 \tag{4.1-7}$$

합성부재의 설계압축강도는 KDS 14 31 10(4.2)에서 결정된 순강재부재의 설계압축강도 이상으로 한다.

(3) 인장강도

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

$$P_n = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} \tag{4.1-8}$$

$$\phi_t = 0.90$$

(4) 하중전달

매입형합성부재의 하중전달에 대한 요구사항은 4.1.6에 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.

4.1.2.2 충전형 합성부재

(1) 구조제한

강관의 단면적은 합성부재 총단면적의 1% 이상으로 한다.

충전형합성부재는 4.1.1.4에 따라서 국부좌굴효과를 고려하여 분류한다.

(2) 압축강도

축하중을 받는 2축대칭 충전형 합성부재의 설계압축강도는 다음과 같은 보정된 식들을 사용하여 4.1.2.1(2)에 따라 휨좌굴한계상태로부터 구한다.

① 조밀단면

$$P_{no} = P_p \tag{4.1-9}$$

여기서,

$$P_p = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} + C_2 f_{ck} A_c \tag{4.1-10}$$

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 : 강관의 두께

② 비조밀단면

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2 \tag{4.1-11}$$

여기서, λ , λ_p 와 λ_r 은 표 4.1-1의 판폭(직경) 두께비 제한값

$$P_y = F_y A_s + 0.7 f_{ck} \left(A_c + A_{sr} \frac{E_{sr}}{E_c} \right) \tag{4.1-12}$$

③ 세장단면

$$P_{no} = F_{cr} A_s + 0.7 f_{ck} \left(A_c + A_{sr} \frac{E_{sr}}{E_c} \right) \tag{4.1-13}$$

여기서,

사각형단면 ; $F_{cr} = \frac{9E_s}{(b/t)^2} \tag{4.1-14}$

원형단면 ; $F_{cr} = \frac{0.72F_y}{[(D/t)(F_y/E_s)]^{0.2}} \tag{4.1-15}$

합성단면의 유효강성은 다음 식으로 구한다.

$$EI_{eff} = E_s I_s + E_{sr} I_{sr} + C_3 E_c I_c \tag{4.1-16}$$

여기서, C_3 는 충전형합성압축부재의 유효강성을 구하기 위한 계수

$$C_3 = 0.6 + 2 \left[\frac{A_s}{A_c + A_s} \right] \leq 0.9 \tag{4.1-17}$$

합성부재의 설계압축강도는 KDS 14 31 10(4.2)에서 결정된 순강재부재의 설계압축강도 이상으로 한다.

(3) 인장강도

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

$$P_n = F_y A_s + F_{yr} A_{sr} \tag{4.1-18}$$

$$\phi_t = 0.90$$

(4) 하중전달

충전형합성부재의 하중전달에 대한 요구사항은 4.1.6에 따른다.

4.1.3 힘을 받는 부재

4.1.3.1 일반사항

(1) 이 규정은 힘을 받는 다음 3종류의 합성부재에 적용한다.

스터드앵커 또는 ㄷ형강으로 구성된 강재앵커(전단연결재)가 있는 합성보, 매입형 합성부재 및 충전형 합성부재

① 유효폭

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

- 가. 보스팬(지지점의 중심간)의 1/8
- 나. 보중심선에서 인접보 중심선까지 거리의 1/2
- 다. 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 강도는 KDS 14 31 10에 따라 구한다.

(2) 이외 다른 형태의 휨부재인 합성트러스와 합성데크슬래브는 4.1.9와 4.1.11에 따른다.

4.1.3.2 강재앵커(전단연결재)를 갖는 합성보

(1) 강재앵커는 스투드앵커 또는 ㄷ형강을 사용한다.

① 정모멘트에 대한 휨강도

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

$$\phi_b = 0.90$$

가. $h/t_w \leq 3.76 \sqrt{E/F_y}$ 인 경우

M_n 은 합성단면의 항복한계상태에 대해 소성응력분포로부터 산정한다(소성모멘트).

나. $h/t_w > 3.76 \sqrt{E/F_y}$ 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 KDS 14 31 10(4.3)에 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.

가. 강재보는 조밀단면이며 KDS 14 31 10(4.3)에 따라 적절히 횡지지되어야 한다.

나. 부모멘트 구간에서 콘크리트슬래브와 강재보에 강재앵커로 결합되어야 한다.

다. 유효폭 내의 강재보에 평행한 슬래브철근은 적절히 정착되어야 한다.

③ 골데크플레이트를 사용한 합성보

가. 일반사항

강재보와 골데크플레이트 슬래브로 이루어진 합성부재의 설계휨강도는 4.1.3.2(1)①과 4.1.3.2(1)②에 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 스티드앵커의 직경은 19 mm 이하이어야 하며 데크플레이트를 통하거나 아니면 강재보에 직접 용접되어야 한다. 스티드앵커는 부착 후 데크플레이트 상단 위로 38 mm 이상 돌출되어야 하며 스티드앵커의 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 스티드앵커나 스티드앵커와 점용접의 조합, 또는 설계자에 의해 명시된 방법에 의해 이루어져야 한다.

나. 데크플레이트의 골방향이 강재보와 직각인 경우

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

다. 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 스티드앵커가 일렬배치인 경우에는 50 mm 이상이어야 하며 추가되는 스티드앵커마다 스티드앵커 직경의 4배를 더해주어야 한다.

④ 강재보와 슬래브 사이의 하중전달

가. 정모멘트 구간에서의 하중전달

4.1.3.3의 매입형 합성단면을 제외하고는, 강재보와 슬래브면 사이의 전체수평전단력은 강재앵커에 의해서만 전달된다고 가정한다. 휨모멘트를 받는 강재보와 콘크리트가 합성 작용을 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

$$V' = 0.85f_{ck}A_c \tag{4.1-19}$$

(나) 강재단면의 인장항복

$$V' = F_y A_s \tag{4.1-20}$$

(다) 강재앵커의 강도

$$V' = \Sigma Q_n \tag{4.1-21}$$

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

나. 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

$$V' = F_{yr} A_r \tag{4.1-22}$$

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

F_{yr} : 철근의 설계기준항복강도, MPa

(나) 강재앵커의 강도

$$V' = \Sigma Q_n \tag{4.1-23}$$

4.1.3.3 매입형합성부재의 휨강도

(1) 매입형 합성부재의 설계휨강도는 다음과 같이 구한다.

$$\phi_b = 0.90$$

공칭휨강도 M_n 은 다음 방법 중의 하나를 사용하여 구한다.

- ① 항복한계상태(항복모멘트): 등바리의 효과를 고려하여 합성단면에 작용하는 탄성응력을

중첩하여 산정한다.

- ② 강재단면의 항복한계상태(소성모멘트): 강재단면만의 소성응력분포를 사용하여 구한다.
- ③ 합성단면에 작용하는 소성응력분포를 사용하여 구하거나 변형률적합법을 사용하여 구한다. 매입형합성부재에는 강재앵커를 사용해야 한다.

4.1.3.4 총전형합성부재의 휨강도

(1) 구조제한

총전형합성단면은 4.1.1.4에 따라 국부좌굴에 의해 분류한다.

(2) 휨강도

총전형합성단면의 설계휨강도는 다음과 같이 구한다.

$$\phi_b = 0.90$$

공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 구한다.

① 조밀단면

$$M_n = M_p \tag{4.1-24}$$

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

② 비조밀단면

$$M_n = M_p - (M_p - M_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \tag{4.1-25}$$

여기서, λ , λ_p 와 λ_r 은 표 4.1-2의 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 선형탄성응력분포로 가정하여 계산한다.

③ 세장단면

공칭휨강도는 첫 항복모멘트로부터 구한다. 압축플랜지응력은 식 (4.1-14) 또는 식 (4.1-15)로부터 구한 국부좌굴응력 F_{cr} 로 제한한다. 콘크리트응력분포는 최대압축응력을 $0.7f_{ck}$ 로 한 선형탄성응력분포로 한다.

4.1.4 전단강도

4.1.4.1 총전형 및 매입형 합성부재

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

- ① KDS 14 31 10(4.3)에 따른 강재단면만의 설계전단강도
- ② KDS 41 20 00(4.5)에 따른 철근콘크리트만의 전단강도. 강도저항계수는 다음 값을 사용한다.

$$\phi_v = 0.75$$

단, 무근콘크리트로 채운 충전형합성부재에서 콘크리트만의 전단강도는 KDS 41 20 00의 관련 기준에 따른다.

- ③ KDS 14 31 10(4.3)에 따른 강재단면의 공칭전단강도와 KDS 41 20 00에 따른 철근의 공칭전단강도의 합으로 한다. 강도저항계수는 다음 값을 사용한다.

$$\phi_v = 0.75$$

4.1.4.2 데크플레이트를 사용한 합성보(또는 노출형 합성보)

- (1) 강재앵커를 갖는 노출형 합성보의 설계전단강도는 KDS 14 31 10(4.3)에 따라 강재 단면만의 특성으로부터 구한다.

4.1.5 휨과 축력의 조합

- (1) 합성부재에 압축력과 휨이 동시에 작용하는 경우 KDS 14 31 15에서 요구되는 안정성을 고려하여야 한다. 설계압축강도와 설계휨강도는 4.1.2와 4.1.3에 따라서 각각 구한다. 압축강도에 미치는 길이의 영향을 고려한 부재의 공칭압축강도는 4.1.2에 따라 구한다.

매입형합성부재와 조밀단면의 충전형합성부재에 대한 축력과 휨의 상호관계는 KDS 14 31 10(4.4.1.1)의 상호관계식 또는 4.1.1.2에서 규정한 방법 중의 1가지 방법에 따른다.

비조밀 또는 세장 단면의 충전형합성부재에 대한 축력과 휨의 상호관계는 KDS 14 31 10(4.4.1.1)의 상호관계식에 따른다.

4.1.6 하중전달

4.1.6.1 일반 요구사항

- (1) 외력이 매입형합성부재 또는 충전형합성부재에 축방향으로 가해질 때, 부재로의 힘 도입과 부재 안에서의 길이방향 전단력 전달은 이 조항에 있는 힘의 분배에 대한 요구사항에 따라 평가한다.

4.1.6.3에 따라 결정된 적절한 힘전달기구의 설계강도 ϕR_n 은 4.1.6.2에서 구한 길이방향 소요전단력 V_r' 이상이어야 한다.

4.1.6.2 힘의 분배

- (1) 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.

$$V_r' = P_r(1 - F_y A_s / P_{no}) \quad (4.1-26)$$

여기서, P_{no} : 길이효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N
 매입형합성부재는 식 (4.1-4), 충전형합성부재는 식 (4.1-9)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.

$$V_r' = P_r(F_y A_s / P_{no}) \quad (4.1-27)$$

여기서, P_{no} : 길이효과를 고려하지 않은 공칭압축강도, N
 매입형합성부재는 식 (4.1-4), 충전형합성부재는 식 (4.1-9)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 (4.1-27)에서 산정한 힘 V_r' 과의 차이로 한다.

$$V_r' = P_{rs} - P_r(F_y A_s / P_{no}) \quad (4.1-28)$$

여기서, P_{rs} : 강재에 직접 가해지는 외력의 일부 힘, N

4.1.6.3 힘전달기구

(1) 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 4.1.6.3(1)① 또는 4.1.6.3(1)②에 의한 힘전달기구를 사용하여야 한다.

① 직접지압강도

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

$$R_n = 1.7f_{ck} A_1 \quad (4.1-29)$$

$$\phi_B = 0.65$$

여기서, A_1 : 콘크리트의 재하면적, mm²

② 전단접합

힘이 전단접합에 의해 매입형 또는 충전형 합성부재에 전달되는 경우, 강제앵커의 설계전단 강도는 다음과 같이 구한다.

$$R_c = \Sigma Q_{cv} \tag{4.1-30}$$

여기서, ΣQ_{cv} = 4.1.6.4에 정의한 하중도입부 길이 안에 배치된 스티드앵커 또는 ㄷ형강앵커의 설계전단강도 ϕQ_{nv} 의 합, N

각 강제앵커의 설계전단강도 ϕQ_{nv} 는 4.1.8.3(1) 또는 4.1.8.3(4)로부터 구한다.

③ 직접부착강도

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

$$\phi = 0.45$$

$$R_n = U_{in} L_{in} F_{in} \tag{4.1-31}$$

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

U_{in} : H형강 또는 강관의 둘레길이, mm

L_{in} : 4.1.6.4에서 규정한 하중도입부의 길이, mm

F_{in} : 표 4.1-3의 공칭부착응력, MPa

다음 표 4.1-3의 공칭부착응력은 콘크리트와 접하는 강재단면 표면에 도장, 기름, 윤활유 및 녹 등이 없는 경우에 가정된 값이다.

표 4.1-3 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 4.1-3에 주어진 콘크리트에 완전 매입된 H형강단면의 공칭부착응력 F_{in} 은 플랜지에 대한 콘크리트의 최소유효피복두께가 40 mm이고 4.1.2.1(5)의 ①과 ②를 만족하고, 4.1.2.1(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.

$$\beta_c = 1 + 0.02 c_e \left(1 - \frac{40}{c_e} \right) \leq 2.5 \tag{4.1-32}$$

여기서, c_e : 플랜지면에 대한 콘크리트의 유효피복두께, mm

유효피복두께는 플랜지면에 대한 콘크리트의 순피복두께에서 띠철근의 외부면에 대한 순피복두께

를 제외한 두께로 한다.

4.1.6.4 상세요구사항

(1) 매입형 합성부재

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

하중도입부 길이와 이외 구간에서의 강제앵커 간격은 4.1.8.3(5)에 따른다.

(2) 충전형 합성부재

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

하중도입부의 길이 안에 배치하는 강제앵커 간격은 4.1.8.3(5)에 따른다.

4.1.6.5 하중도입부 이외 구간의 길이방향 전단력

(1) 부재의 직각방향하중 또는 단부모멘트 또는 직각방향하중과 단부모멘트에 의해 발생하는 하중도입부 이외구간에서의 콘크리트와 강제 사이 접촉면의 길이방향 소요전단응력분포를 확인하여야한다. 길이방향 소요전단응력이 식 (4.1-31)의 F_{in} 값에 강도저항계수 $\phi = 0.5$ 를 곱한 설계전단응력 ϕF_{in} 을 초과하는 경우에는 4.1.8.3에 따라서 전단연결재로 보강하여야 한다.

(2) 보다 정밀한 방법에 의하지 않는 한, 접촉면에서의 길이방향 소요전단응력은 콘크리트의 장기효과와 균열을 고려한 탄성해석에 의해 구한 값을 사용할 수 있다.

4.1.7 합성다이아프램 및 하중수집보

(1) 합성슬래브 다이아프램과 하중수집보는 다이아프램, 다이아프램의 경계부재, 수집재, 그리고 횡력저항시스템의 부재 사이에 하중을 전달하도록 설계하고 상세하게 구체화하여야 한다.

4.1.8 강제앵커(전단연결재)

4.1.8.1 일반사항

(1) 스테드앵커의 직경은 강제단면의 웨브판과 직접 연결된 플랜지부분에 용접하는 경우 이외에 플랜지두께의 2.5배를 초과할 수 없다.

4.1.8.2는 강제앵커(전단연결재)가 콘크리트 슬래브 또는 골데크의 콘크리트에 매입된 합성 휨부재에 적용한다. 4.1.8.3은 이외 모든 다른 경우에 적용한다.

4.1.8.2 합성보의 강재앵커

(1) 용접 후 밀면에서 머리 최상단까지의 스테드앵커길이는 몸체 직경의 4배 이상으로 한다.

① 스테드앵커의 강도

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

$$Q_n = 0.5A_{sa} \sqrt{f_{ck}E_c} \leq R_g R_p A_{sa} F_u \tag{4.1-33}$$

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

$R_g = 0.85$:

- (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

$R_g = 0.7$:

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, $e_{mid-ht} \geq 50$ mm인 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, $e_{mid-ht} < 50$ mm인 스테드앵커의 경우

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

표 4.1-4는 몇 가지 슬래브 조건에 대한 R_g 와 R_p 의 값을 나타낸 것이다.

표 4.1-4 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 스티드앵커의 개수	약한 위치의 스티드앵커	1개	1.0	0.6
		2개	0.85	0.6
		3개 이상	0.7	0.6
	강한 위치의 스티드앵커	1개	1.0	0.75
		2개	0.85	0.75
		3개 이상	0.7	0.75

주 1) 스티드가 1개인 경우
 약한 위치의 스티드앵커 : $e_{mid-lt} < 50$ mm인 경우
 강한 위치의 스티드앵커 : $e_{mid-lt} \geq 50$ mm인 경우
 2) h_r = 리브의 공칭높이, mm
 w_r = 4.1.3.2(3)에서 정의한 콘크리트 리브 또는 현치의 평균폭, mm

② C형강앵커의 강도

충실형 콘크리트슬래브에 매입된 C형강앵커 1개의 공칭강도는 다음과 같은 식으로 구한다.

$$Q_n = 0.3(t_f + 0.5t_w)L_a \sqrt{f_{ck}E_c} \tag{4.1-34}$$

여기서, t_f : C형강앵커의 플랜지두께, mm
 t_w : C형강앵커의 웨브두께, mm
 L_a : C형강앵커의 길이, mm

C형강앵커는 편심의 영향을 고려하여 Q_n 의 힘을 받을 수 있도록 보플랜지에 용접하여야 한다.

③ 강재앵커의 소요개수

정 또는 부모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이에 배열되는 강재앵커의 소요개수는 4.1.3.2(4)①과 4.1.3.2(4)②에서 구한 총수평전단력을 4.1.8.2(1) 또는 4.1.8.2(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

- 가. 별도의 시방이 없는 한, 정 또는 부모멘트가 최대가 되는 위치에서 양측에 소요되는 강재 앵커는 최대 위치점과 모멘트가 0이 되는 위치 사이에 일정한 간격으로 배치한다.
- 나. 데크플레이트의 골에 설치되는 강재앵커를 제외하고, 강재앵커의 측면피복은 25 mm 이

상이 되어야 한다. 앵커의 중심에서 전단력방향에 있는 가장자리까지의 거리는 보통콘크리트에서는 200 mm 이상, 경량콘크리트에서는 250 mm 이상으로 한다. 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

다. 스테드앵커의 중심간 간격은 합성보의 길이방향으로는 스테드직경의 6배 이상이어야 하고, 직각방향으로는 직경의 4배 이상이어야 한다. 다만, 골방향이 강재보에 직각인 데크플레이트의 골 내에 설치되는 경우, 중심간 간격은 모든 방향으로 스테드 직경의 4배 이상이어야 한다. 강재앵커의 중심간 간격은 슬래브 총두께의 8배 또는 900 mm를 초과할 수 없다.

4.1.8.3 합성구성요소 내부에 사용하는 강재앵커

(1) 이 규정은 매입형 합성부재 안에 사용하는 스테드앵커 또는 ㄷ형강앵커의 설계에 적용한다. 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

- ① 보통콘크리트를 사용하는 경우, 전단력만 받는 스테드앵커의 길이는 몸체직경의 5배 이상으로 한다. 인장 또는 전단과 인장의 조합력을 받는 스테드앵커의 길이는 몸체직경 8배 이상으로 한다.
- 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 4.1-5는 각 하중조건에 대한 스테드앵커의 최소 h/d 값을 나타낸 것이다.

표 4.1-5 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

(2) 스테드앵커의 전단강도

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

$$Q_{nv} = F_u A_{sa} \tag{4.1-35}$$

$$\phi_v = 0.65$$

여기서, Q_{nv} = 스티드앵커의 공칭전단강도, N

A_{sa} = 스티드앵커의 단면적, mm²

F_u = 스티드앵커의 설계기준인장강도, MPa

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

- ① 스티드앵커 파괴면의 양측에 KDS 14 20 52에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 스티드앵커의 공칭전단강도 Q_{nv} 는 식 (4.1-35)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.
- ② 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

(3) 스티드앵커의 인장강도

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

$$Q_{nt} = F_u A_{sa} \tag{4.1-36}$$

$$\phi_t = 0.75$$

여기서, Q_{nt} = 강재스티드앵커의 공칭인장강도, N

A_{sa} = 강재스티드앵커의 단면적, mm²

F_u = 강재스티드앵커의 설계기준인장강도, MPa

앵커의 중심에서 스티드앵커의 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스티드앵커 상단까지 높이의 1.5배 미만이고, 스티드앵커의 중심간 간격이 스티드앵커 상단까지 높이의 3배 미만인 경우, 스티드앵커 1개에 대한 공칭인장강도는 다음 중 1가지 방법으로 구한다.

- ① 스티드앵커 파괴면의 양측에 KDS 14 20 52에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 스티드앵커의 공칭인장강도 Q_{nt} 는 식 (4.1-36)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.
- ② 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

(4) 전단과 인장의 조합력을 받는 스티드앵커 강도

한계상태가 콘크리트전단파괴강도가 아닌 경우, 앵커의 중심에서 스티드앵커 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스티드앵커 상단까지 높이의 1.5배 이상이고, 스티드앵커의 중심간 간격이 스티드앵커 상단까지 높이의 3배 이상이면, 스티드앵커의 1개에 대한 전단과 인장의 상호작용에 대한 공칭강도는 다음과 같이 구한다.

$$\left[\left(\frac{Q_{rt}}{Q_{ct}} \right)^{5/3} + \left(\frac{Q_{rv}}{Q_{cv}} \right)^{5/3} \right] \leq 1.0 \tag{4.1-37}$$

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 KDS 41 30 10(1.5.1)에 따른 하중조합에서 요구하는 강도이다. 강도저항계수는 다음과 같다.

$\phi_t = 0.75$, 인장저항계수
 $\phi_v = 0.65$, 전단저항계수

한계상태가 콘크리트전단파괴강도인 경우이거나 앵커의 중심에서 스테드앵커 높이에 직교한 콘크리트 단부까지의 거리가 스테드앵커 상단까지 높이의 1.5배 미만이거나, 스테드앵커의 중심간 간격이 스테드앵커 상단까지 높이의 3배 미만인 경우, 스테드앵커의 1개에 대한 전단과 인장의 상호작용에 대한 공칭강도는 다음 중 1가지 방법으로 구한다.

- ① 스테드앵커 파괴면의 양측에 KDS 14 20 52에 따라 앵커철근이 배근된 경우, 식 (4.1-37)에 사용하는 스테드앵커의 공칭전단강도 Q_{nv} 는 식 (4.1-35)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커 철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 하고, 스테드앵커의 공칭인장강도 Q_{nt} 는 식 (4.1-36)으로 구한 강재의 공칭전단강도와 앵커철근의 공칭강도 중의 최솟값으로 한다.
- ② 콘크리트 앵커부 강도산정은 관련 콘크리트 기준을 참고한다.

(5) ㄷ형강의 전단강도

ㄷ형강앵커의 설계전단강도는 4.1.8.2(2)에 따라 구한 공칭전단강도와 다음의 강도저항계수에 의해 구한다.

$\phi_v = 0.75$

(6) 상세요구사항

강재앵커의 축 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.

4.1.9 합성트러스

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

4.1.9.1 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 강제부재만으로 소요강도를 만족하여야 한다.
- (4) 골데크를 사용한 합성트러스의 강도 산정에는 4.1.3.2(3)의 관련 기준을 따른다.
- (5) 스티드앵커는 4.1.8의 관련 기준을 따른다.

4.1.9.2 적용 강제단면과 데크플레이트

- (1) 합성트러스에서 강제트러스를 구성하고 있는 각 부재는 소요성능을 발휘할 수 있는 압연 또는 냉간성형 강제단면을 사용한다.
- (2) 합성트러스 또는 합성조이스트에 사용하는 데크플레이트는 4.1.3.2(3)의 요구조건을 만족하여야 한다.

4.1.9.3 강도

(1) 현재의 설계

① 유효폭

콘크리트슬래브의 유효폭은 4.1.3.1(1)에 따른다.

② 슬래브콘크리트의 압축응력블록깊이와 모멘트저항팔길이

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

$$a = \frac{\phi_t F_y A_{gt}}{\phi_c 0.85 f_{ck} b_e} \leq t_c, \text{ mm} \tag{4.1-38}$$

$$d_e = d_j - y_{bc} + h_r + t_c - a/2, \text{ mm} \tag{4.1-39}$$

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 : 강제트러스의 전체 춤, mm

h_r : 강제데크플레이트 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 : $\phi_t = 0.90$

$$\phi M_n = \phi_t F_y A_{gt} d_e \tag{4.1-40}$$

나. 하현재의 인장파단 : $\phi_{tr} = 0.75$

$$\phi M_n = \phi_{tr} F_u A_{nt} d_e \tag{4.1-41}$$

다. 콘크리트 압괴 : $\phi_c = 0.85$

$$\phi M_n = \phi_c 0.85 f_{ck} b_e t_c d_e \tag{4.1-42}$$

라. 전단연결재의 강도 : $\phi_{stud} = 0.90$

$$\phi M_n = \phi_{stud} N Q_n d_e \geq 0.50 \phi_t F_y A_b d_e \tag{4.1-43}$$

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 스테드앵커 개수

Q_n = 스테드앵커 1개의 공칭전단강도, N

t_c = 데크 위에 있는 콘크리트슬래브 두께, mm

(2) 웨브재의 설계

- ① 합성트러스의 웨브재는 비합성 트러스에서의 설계방법에 따른다.
- ② 웨브재는 작용하중으로부터 합성트러스 양단까지의 전단력을 전달할 수 있도록 설계하여야 한다.
- ③ 합성트러스의 웨브재는 계수하중에 의한 반력의 25% 이상에 해당하는 수직전단력에 저항할 수 있도록 설계하여야 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.

$$V_{c,min} = \frac{(1.6w_L)L}{8} \tag{4.1-44}$$

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 설계하여야 한다.

(3) 전단연결재의 설계

콘크리트 슬래브와 트러스 사이의 길이방향 수평전단력은 강제데크를 통하여 상현재의 상부면에 용접된 스티드앵커에 의해 전달하도록 한다. 스티드앵커의 설계는 4.1.8의 관련 기준에 따른다.

4.1.10 합성접합부

- (1) 합성접합부는 작용하고 있는 하중의 종류에 따라 사용성과 안전성이 확보되도록 설계하여야 한다.

4.1.11 합성슬래브

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

4.1.12 특수한 경우

- (1) 합성구조가 4.1.1에서 4.1.11까지의 요구사항을 만족하지 못하는 경우, 강제앵커의 강도와 합성구조의 상세는 실험을 통하여 결정하여야 한다.

4.2 합성구조의 내진설계

4.2.1 적용범위

- (1) 이 절은 건축물과 다른 구조물에 있어 지진력저항시스템에 사용되는 강콘크리트 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 17 00에서 정의된 지진반응수정계수 R 의 값이 3보다 큰 경우에 적용한다. 지진반응수정계수 R 의 값이 3 이하인 구조물은 KDS 41 17 00에 의해 요구되지 않는 한 이 규정을 만족할 필요가 없다.
- (2) 이 절의 요구사항들은 KDS 14 31 60의 요구사항을 수정하고 보충한 것이다. 합성지진력저항시스템의 철근콘크리트요소의 설계에는 KDS 41 20 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.

4.2.2 참고기준 및 시방서

- (1) 이 절에서 참고로 하는 문헌들은 KDS 14 31 60에 있는 문헌들을 포함한다.

4.2.3 내진설계 일반요건

- (1) 소요강도와 내진설계범주 및 건물사용그룹에 대한 규정들과 높이와 비정형에 대한 제한사항들은 KDS 41 17 00을 따른다. 또한, 설계층간변위와 층간변위제한은 KDS 41 17 00을 따른다.

4.2.4 하중, 하중조합 및 공칭강도

4.2.4.1 하중 및 하중조합

- (1) 이 규정에 의해 증폭지진하중이 요구되는 경우 지진하중의 수평성분에 KDS 41 17 00에 명시된 초과강도계수를 곱한다.

4.2.4.2 공칭강도

- (1) 시스템과 부재 그리고 접합부의 공칭강도는 이 규정을 통해 수정된 경우를 제외하고는 이 장의 요구사항에 따라 결정된다.

4.2.5 일반재료

4.2.5.1 구조용강재

- (1) 합성지진력저항시스템에 사용되는 구조용강재의 부재 및 접합부는 KDS 41 30 10(3)의 요구사항을 만족하여야 한다. 4.2.8, 4.2.9, 4.2. 12, 4.2.14, 4.2.16, 그리고 4.2.17의 합성지진력저항시스템에 사용되는 구조용강재는 4.2.6과 4.2.7의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.5.2 콘크리트와 철근

- (1) 합성지진력저항시스템의 합성요소에 사용되는 콘크리트와 철근은 KDS 14 20 80(4.1.4 ~ 4.1.7)의 요구사항을 만족하여야 한다.
4.2.11, 4.2.13 그리고 4.2.15의 합성보통내진시스템에 사용되는 콘크리트와 철근은 4.1과 KDS 41 20 00(4.18은 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.6 합성부재

4.2.6.1 범위

- (1) 4.2.8에서 4.2.17까지의 지진력저항시스템에 사용되는 합성부재의 설계는 이 절의 요구사항과 4.2.5의 재료에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.6.2 합성바닥판과 지붕슬래브

- (1) 합성슬래브 다이어그램은 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다.

① 하중전달

상세는 다이아프램과 경계부재, 수집재, 수평골조시스템의 부재사이의 힘을 전달하도록 설계한다.

② 공칭전단강도

합성다이아프램과 콘크리트로 채워진 데크플레이트 다이아프램의 공칭전단강도는 KDS 41 20 00(4.16은 제외)의 내용에 근거하여 데크플레이트의 리브 상단 위에 있는 철근콘크리트의 공칭전단강도로 구한다. 그 대안으로 합성다이아프램의 공칭전단강도는 콘크리트로 채워진 다이아프램의 면내전단실험에 의해 결정하여야 한다.

4.2.6.3 합성보

- (1) 합성보는 4.1의 요구사항을 만족해야 한다. 합성특수모멘트골조의 일부분인 합성보는 4.2.9.3의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.6.4 매입형 합성기둥

- (1) 이 조항의 내용은 전체합성기둥 단면적의 최소한 1%의 강재단면적을 갖는 매입형 합성기둥과 4.1.2.1에서 명시된 추가적인 제한조건을 만족시키는 매입형 합성기둥에 적용한다. 이러한 기둥은 이 절에서 수정되는 부분을 제외하고 4.1의 요구사항을 만족하여야 한다. 4.2.6.4(4)와 4.2.6.4(5)에서 중간 및 특수지진시스템에 대해 명시된 추가적인 요구사항은 4.2.8에서 4.2.17에 걸쳐 설명된 합성지진시스템에서 요구되는 대로 적용하여야 한다.

- (2) 철근콘크리트 내에 강재단면이 매입된 합성기둥은 다음의 수정된 사항을 제외하고 KDS 41 20 00에서 명시된 철근콘크리트기둥의 요구사항을 만족하여야 한다.

- ① 4.2.6.4(3)②의 강재단면의 전단연결재
- ② KDS 41 20 00에서 제시된 기둥의 강도에 대한 매입된 강재단면의 분담
- ③ 4.2.8에서 4.2.17에 걸쳐 합성지진시스템에 대한 설명에서 명시된 철근콘크리트기둥에 대한 내진요구사항

- (3) 보통내진시스템 요구사항

매입형 합성기둥에 대한 다음의 요구사항은 보통내진시스템을 포함하여 모든 합성시스템에 대하여 적용한다.

- ① 기둥의 설계전단강도는 4.1.2.1(4)에 따라 결정한다. 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 측정된 강재단면의 폭을 뺀 값으로 한다.
- ② 강재단면과 철근콘크리트가 작용하중을 나누어 부담하도록 설계된 합성기둥은 4.1.2.1의 요구사항을 만족시키는 전단연결재를 설치하여야 한다.
- ③ 횡방향띠철근의 최대간격은 4.1.2.1의 요구사항을 만족하여야 한다.

기초의 상단으로부터, 그리고 각층에서 가장 낮은 위치의 보나 슬래브상단으로부터 띠철근간격의 1/2 위치 내에 첫 번째 띠철근을 배근한다. 그리고 각층에서 가장 낮은 위치의 보나 슬래브하단으로부터 띠철근간격의 1/2 위치 내에도 첫 번째 띠철근을 배근한다.

횡방향철근의 직경은 합성부재의 장변치수의 1/50 보다 작지 않도록 하여야 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 장방향 단면의 모든 모서리에 배근한다. 이외의 하중저항철근 또는 고정용 철근의 최대간격은 합성부재단면의 최소치수의 절반 이하로 한다.
- ⑤ 보통내진시스템에 있어서의 매입형 합성기둥에 대한 이음과 지압상세는 이 절과 KDS 14 20 50(4.5.2)의 요구사항을 만족하여야 한다. 설계는 KDS 14 20 80(4.1 및 4.8)에 따른다. 설계는 부재의 강성이나 공칭인장강도에 있어서의 갑작스러운 변화에 따른 불리한 영향을 고려하여야 한다. 합성단면에서 철근콘크리트단면으로 변화하는 위치, 합성단면에서 강재단면으로 변화하는 위치, 그리고 주각부 등이 이에 해당된다.

(4) 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
 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.

(5) 특수내진시스템 요구사항

특수내진시스템에서의 매입형 합성기둥은 4.2.6.4(1)과 4.2.6.4(2)의 요구사항뿐만 아니라 다음의 요구사항을 추가로 만족하여야 한다.

- ① 매입형 합성기둥에 대한 소요축방향강도와 이음부상세는 4.2.8.3과 4.2.8.4의 요구사항을

만족하여야 한다.

- ② 길이방향의 하중저항철근은 KDS 14 20 80(4.4.2)의 요구사항을 만족하여야 한다.
- ③ 횡방향철근은 KDS 14 20 80(4.4.3)에 명시된 바와 같이 후프이어야 하며 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.
가. 띠철근의 최소면적 A_{sh} 는 다음 식을 만족하여야 한다.

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

여기서, h_{cc} : 띠철근의 중심간 거리로 측정된 구속코어의 단면치수, mm
 s : 구조부재의 길이방향으로 측정된 횡방향 철근의 간격, mm
 F_y : 강제코어의 설계기준항복강도, MPa
 A_s : 강제코어의 단면적, mm²
 P_n : 4.1에 따라 계산된 합성기둥의 공칭압축강도, N
 f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa
 F_{yh} : 띠철근의 설계기준항복강도, MPa

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

나. 기둥의 길이를 따라 설치된 횡방향 철근의 최대간격은 길이방향 하중저항 철근직경의 6배 또는 150 mm 중 작은 값으로 한다.

다. 4.2.6.4(3)④, 4.2.6.4(3)⑤ 또는 4.2.6.4(3)⑥에서 명시된 횡방향 철근의 최대간격은 부재단면 최소치수의 1/4 또는 100 mm 중 작은 값으로 한다. 이러한 횡방향 철근에 대해 연결철근, 겹친 후프의 다리, 그리고 다른 구속철근의 간격은 횡방향으로 350 mm 보다 크게 할 수 없다.

- ④ P_n 의 0.2배보다 큰 압축력을 받는 가새골조의 매입형 합성기둥에는 전체 부재길이에 걸쳐 4.2.6.4(3)③다에 명시된 바와 같은 횡방향 철근을 배근하여야 한다. 매입형 합성기둥의 강제단면만의 공칭강도가 하중조합 1.0D+0.5L의 하중효과보다 큰 경우 이러한 요구사항을 만족하지 않아도 된다.
- ⑤ 벽체나 가새골조 같은 불연속적인 강성부재로부터의 반력을 지지하는 합성기둥에는 축방향 압축력이 P_n 의 0.1배를 초과하면 불연속이 발생하는 위치 하부의 전체길이에 걸쳐서 4.2.6.4(3)③다에 명시된 바와 같은 횡방향 철근을 배근하여야 한다. 횡방향 철근은 매입형 강과 길이방향 철근이 항복강도를 충분히 발휘할 수 있도록 불연속부재 안으로 충분한 길이만큼 연장되어야 한다. 매입형 합성기둥의 강제단면만의 공칭강도가 하중조합 1.0D+0.5L의 하중효과보다 큰 경우 이러한 요구사항을 만족하지 않아도 된다.
- ⑥ 합성특수모멘트골조에 사용된 매입형 합성기둥은 다음의 요구사항을 만족하여야 한다.
가. 횡방향철근은 기둥의 상부와 하부에서 4.2.6.4(2)에 명시된 구간에 걸쳐 4.2.6.4(3)③다의 요구사항을 만족하여야 한다.

나. 4.2.9.5의 강기둥약보에 대한 설계요구사항을 만족하여야 한다. 주각부의 상세는 비탄성휨힌지를 유지할 수 있도록 설계하여야 한다.

다. 기둥의 전단강도는 KDS 14 20 80(4.5.5)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.

4.2.6.5 충전형 합성기둥

(1) 이 조항은 4.1.2.2의 제한사항을 만족하는 기둥에 적용한다. 이러한 기둥은 이 조항에서 수정되는 사항을 제외하고 4.1의 요구사항을 만족하도록 설계한다.

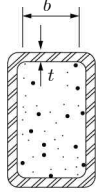
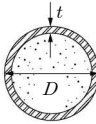
- ① 합성기둥의 공칭전단강도는 유효전단면적에 근거하여 계산된 강재단면만의 공칭전단강도로 산정한다. 콘크리트와 강재 사이에 적절한 하중전달메커니즘을 고려하여 설계한 경우 콘크리트의 전단내력을 강재단면의 전단강도에 합산하여 계산할 수 있다.
- ② 4.2.9, 4.2.12, 그리고 4.2.14에서 설명된 특별내진시스템에 있어서 충전형 합성기둥에 대한 설계하중과 기둥이음은 ①의 요구사항에 추가하여 KDS 14 31 60의 부재관련 요구사항을 만족하여야 한다.
- ③ 합성특수모멘트골조에 사용된 충전형 합성기둥은 ①과 ②의 요구사항과 함께 다음의 추가적인 요구사항을 만족하여야 한다.

가. 기둥의 최소전단강도는 KDS 14 20 80(4.5.5)의 요구사항을 만족하여야 한다.

나. 4.2.9.5의 강기둥약보의 설계요구사항을 만족하여야 한다. 주각부는 비탄성휨힌지를 유지할 수 있도록 설계한다.

- 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} 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	$\frac{0.076E}{F_y}$	$\frac{0.15E}{F_y}$	

주 1) 4.2.9 합성특수모멘트골조의 보와 기둥, 4.2.12 합성특수중심가새골조의 기둥과 가새, 4.2.14 합성편심가새골조의 기둥에 요구됨.

2) 4.2.10 합성중간모멘트골조의 보와 기둥, 4.2.12 합성특수중심가새골조의 보, 4.2.13 합성보통가새골조의 가새, 4.2.14 합성편심가새골조의 가새에 요구됨.

4.2.7 합성접합부

4.2.7.1 범위

(1) 이 조항은 지진하중이 강재와 철근콘크리트부재 사이에서 전달되는 합성시스템 또는 강재와 콘크리트의 복합시스템을 갖는 건물의 접합부에 대하여 적용한다. 합성접합부는 KDS 14 31 60과 KDS 41 20 00의 요구사항을 만족하는 철근콘크리트접합부 또는 강재접합부에 상응하는 강도, 연성, 그리고 인성을 발휘할 수 있어야 한다. 접합부강도의 계산법은 이 절의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.7.2 일반 요구사항

(1) 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 4.2.8에서 4.2.17까지의 요구사항을 만족하여야 한다. 접합된 부재의 설계강도가 공칭 치수와 공칭재료강도에 근거할 때 접합부의 설계강도의 계산은 접합된 부재의 실제강도의 증가에 따른 효과를 고려하여야 한다.

4.2.7.3 접합부의 공칭강도

(1) 합성구조시스템에서의 접합부의 공칭강도는 한계상태를 고려하여 구성재료 및 요소의 내부힘의 평형과 강도의 제한값을 만족하는 합리적 모델에 근거하여 결정하여야 한다. 접합부강도가 해석과 실험에 의해 결정되지 않는다면 접합부 해석에 사용되는 모델은 4.2.7.3(1)①에서 ⑤까지의 요구사항을 만족하여야 한다.

- ① 구조용강재와 철근콘크리트 사이에 힘은 다음과 같은 방법을 통해 전달하여야 한다.
 - 가. 스티드전단연결재나 적절한 장치에 의한 직접적인 지압
 - 나. 기계적인 방법
 - 다. 전단력전달면에 직교하는 방향으로 조이는 힘에 의한 전단마찰
 - 라. 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 20 00(4.5)의 요구사항을 만족하여야 한다. 더 높은 강도가 반복하중실험에 의해 입증되지 않는다면 4.2.9, 4.2.12, 4.2.14, 4.2.16, 그리고 4.2.17에서 설명된 합성내진시스템에 대하여 공칭지압과 전단마찰강도를 25% 감소시켜야 한다.
- ② 합성접합부에서 구조용 강재요소의 설계강도는 KDS 14 31 60과 이 기준에 따라 구한다. 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-기둥 접합부의 패널존의 공칭전단강도는 4.2.9.3과 KDS 14 20 80(4.5)에서 각각 결정되는 강재의 공칭강도와 구속된 철근콘크리트전단요소의 공칭강도의 합으로 계산한다.
- ④ 철근은 접합부의 철근콘크리트요소에 작용하는 모든 인장력에 저항할 수 있도록 배근한다. 이외에도 콘크리트는 횡방향철근에 의해 구속되어야 한다. 모든 철근은 인장 또는 압축을 저항하는데 필요한 위치 넘어서까지 충분히 정착한다. 정착길이는 KDS 14 20 52에 따라 결정한다. 그리고 4.2.9, 4.2.12, 4.2.14, 4.2.16 그리고 4.2.17에서 설명된 시스템에 대한 정착길이는 KDS 14 20 80(4.6.4)의 요구사항을 만족하여야 한다.
- ⑤ 접합부는 다음의 추가적인 요구사항을 만족하여야 한다.
 - 가. 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.
 - 나. 강재보 또는 합성보를 철근콘크리트기둥 또는 매입형 합성기둥과 접합하는 경우에는 횡방향 후프를 KDS 14 20 80(4.5)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) 4.2.10, 4.2.11, 4.2.13 그리고 4.2.15에서 설명된 시스템에서 표면지압판 또는 다른 장치에 의해 콘크리트피복의 박락을 방지함으로써 이음에 대한 구속이 이루어지는 경우

바깥쪽 띠철근에 겹침이음을 사용하는 것이 허용된다.

- (다) 철근콘크리트기둥과 합성기둥에서, 보-기둥접합부의 높이에 걸친 기둥모멘트의 변화에 따른 큰 힘의 전달로 인한 접합부를 통한 길이방향 철근의 미끄러짐을 최소화할 수 있도록 길이방향철근의 치수와 배치를 설계한다.

4.2.8 합성부분강접모멘트골조

4.2.8.1 범위

- (1) 이 조항은 부분강접모멘트접합부로 연결된 합성보와 강재기둥으로 구성된 골조에 대해 적용한다. 합성부분강접모멘트골조는 지진하중에 대해 합성부분강접 보-기둥모멘트접합부의 연성요소에서 항복이 발생하도록 설계한다. 주각접합부와 같은 곳에서의 항복은 제한적으로 허용된다. 합성부분강접모멘트골조의 강도, 횡변위 및 동적특성을 결정하는 데에는 접합부의 연성도와 합성보작용을 고려하여야 한다.

4.2.8.2 기둥

- (1) 강재기둥은 KDS 14 31 60의 재료와 부재 관련 조항, 그리고 이 장에 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.8.3 합성보

- (1) 합성보는 노출형이며 완전합성이어야 하고 4.1의 요구사항을 만족하여야 한다. 해석을 위한 보의 강성은 합성단면의 유효단면2차모멘트를 사용하여 결정하여야 한다.

4.2.8.4 합성부분강접모멘트골조 모멘트접합부

- (1) 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 4.2.7의 요구사항을 만족하여야 하며 KDS 14 31 60의 모멘트골조 보-기둥 접합부 성능입증 항목에서 명시된 반복하중실험에 의해 전체 층간변위각 0.04 rad을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다.

4.2.9 합성특수모멘트골조

4.2.9.1 범위

- (1) 이 조항은 합성기둥 또는 철근콘크리트기둥과 강재보 또는 합성보로 구성된 모멘트골조에 적용한다. 합성특수모멘트골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 보에 상당한 크기의 비탄성변형이 발생하며 기둥 또는 접합부에는 제한된 크기의 비탄성변형이 발생한다는 가정하에 이루어진다.

4.2.9.2 기둥

- (1) 합성기둥은 4.2.6.4와 4.2.6.5의 특수내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 철근 콘크리트기둥은 KDS 14 20 80의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.9.3 보

- (1) 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 4.2.9.4의 요구사항들을 만족하여야 한다. 후프는 KDS 14 20 80(4.4.3)의 요구사항을 만족하여야 한다.

강재트러스 또는 합성트러스는 실험과 해석을 통해 적절한 연성과 에너지흡수능력을 발휘할 수 있음을 입증한 경우를 제외하고는 합성특수모멘트골조의 휨부재로 사용될 수 없다.

4.2.9.4 합성특수모멘트골조 모멘트접합부

- (1) 보-기둥모멘트접합부의 소요강도는 보의 예상되는 휨강도 $R_y M_n$ 과 관련된 휨과 전단으로부터 결정된다. 접합부의 공칭강도는 4.2.7의 요구사항을 만족해야 한다. 이외에도 접합부는 0.04 rad의 총충간변위각을 발휘할 수 있어야 한다. 접합부의 위치에서 보플랜지가 연속되지 않는 경우 접합부는 KDS 14 31 60의 모멘트골조 보-기둥 접합부 성능입증 항목에서 명시된 반복하중실험을 통해 최소한 0.04 rad의 총충간변위각을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다. 강재보가 철근콘크리트기둥을 통해 관통함으로써 보플랜지의 용접접합이 필요하지 않으며 접합부가 다른 조기과단의 위험이 없는 경우 비탄성회전능력은 실험 또는 다른 구체적인 자료에 의해 증명되어야 한다.

4.2.9.5 기둥-보모멘트비

- (1) 철근콘크리트기둥의 설계는 KDS 14 20 80(4.5)의 요구사항을 만족하여야 한다. 합성기둥의 기둥-보모멘트비는 다음과 같은 수정사항 외에는 4.2.9.6의 요구사항을 만족하여야 한다.

- ① 합성기둥의 설계휨강도는 소요축방향강도 P_{rc} 를 고려하여 4.1의 요구사항을 만족하여야 한다.
- ② KDS 14 31 60의 특수모멘트골조 기둥-보의 모멘트비의 예외조항(1)의 하중제한은 $P_{rc} \leq 0.1P_c$ 로 한다.
- ③ KDS 14 31 60의 특수모멘트골조 기둥-보의 모멘트비의 최소휨강도요구사항을 적용하지 않는 합성기둥은 횡방향철근이 4.2.6.4(5)③의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.10 합성중간모멘트골조

4.2.10.1 범위

- (1) 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.

4.2.10.2 기둥

- (1) 합성기둥은 4.2.6.4와 4.2.6.5의 중간내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥은 KDS 14 20 80(4.3.5)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.10.3 보

- (1) 강재보와 합성보는 KDS 41 30 10과 4.1의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.10.4 합성중간모멘트골조 모멘트접합부

- (1) 접합부의 공칭강도는 4.2.7의 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 4.2.7의 요구사항들을 만족해야 하며 반복하중실험을 통해 최소 0.03 rad의 총충간 변위각을 발휘할 수 있음을 입증하여야 한다.

4.2.11 합성보통모멘트골조

4.2.11.1 범위

- (1) 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.

4.2.11.2 기둥

- (1) 합성기둥은 4.2.6.4와 4.2.6.5의 보통모멘트시스템에 대한 요구사항을 만족해야 한다. 철근 콘크리트기둥은 KDS 41 20 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.11.3 보

- (1) 강재보와 합성보는 KDS 41 30 10과 4.1의 요구사항들을 만족하여야 한다.

4.2.11.4 모멘트접합부

- (1) 접합부는 KDS 41 30 10(1.6.1)의 하중조합에 대해 설계해야 한다. 또한 접합부의 설계강도는 KDS 14 31 60(4.1.2)와 KDS 14 31 60 보통모멘트골조 보-기둥 접합부의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.12 합성특수중심가새골조

4.2.12.1 범위

- (1) 이 조항은 부재들의 중심선이 서로 일치하도록 접합된 가새골조에 적용한다. 설계단계에서 고려된 경우 미세한 편심은 허용된다. 기둥으로는 강재부재, 합성부재, 또는 철근콘크리트부재를 사용하여야 한다. 보와 가새로는 강재부재 또는 합성부재를 사용하여야 한다. 합성특수중심가새골조의 설계는 설계지진하중에 의해 주로 가새의 좌굴이나 인장항복을 통해 비탄성거동이 발생한다는 가정 하에 이루어진다.

4.2.12.2 기둥

- (1) 강재기둥은 KDS 14 31 60(3.2)와 KDS 14 31 60(4.1.1)의 요구사항을 만족하여야 한다. 합성기둥은 특수내진시스템에 관한 4.2.6.4 또는 4.2.6.5의 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥은 KDS 14 20 80(4.5)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.12.3 보

- (1) 강재보는 KDS 14 31 60 특수중심가새골조에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 합성보는 4.1의 요구사항 및 KDS 14 31 60의 특수중심가새골조에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.12.4 가새

- (1) 강재가새는 KDS 14 31 60에 명시된 특수중심가새골조에 관한 요구사항을 만족하여야 한다. 합성가새는 4.2.12.2에 명시된 합성기둥에 관한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.12.5 접합부

- (1) 가새접합부는 4.2.7과 KDS 14 31 60에 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.13 합성보통가새골조

4.2.13.1 범위

(1) 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.

4.2.13.2 기둥

(1) 매입형 합성기둥은 보통내진시스템에 관한 4.2.6.4의 요구사항을 만족하여야 한다. 충전형 합성기둥은 보통내진시스템에 관한 4.2.6.5의 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트기둥의 경우는 KDS 41 20 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.13.3 보

(1) 강재보와 합성보는 KDS 41 30 10과 4.1의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.13.4 가새

(1) 강재가새는 KDS 41 30 10의 요구사항을 만족해야 한다. 합성가새는 4.2.6.4,(1), 4.2.6.5, 그리고 4.2.13.2의 합성기둥에 대한 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.13.5 접합부

(1) 접합부는 KDS 41 30 10(1.5.1)에 따라 하중조합에 대하여 설계하며 접합부의 설계강도는 4.2.7에서 명시된 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.14 합성편심가새골조

4.2.14.1 범위

(1) 이 조항은 가새의 한쪽 끝이 보와 기둥의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나거나 혹은 보와 인접가새의 중심선의 교차점으로부터 편심을 갖도록 보와 만나는 가새골조에 적용한다. 합성편심가새골조는 설계지진에 의해 오직 링크의 전단 항복에 의해 비탄성변형이 발생하도록 설계하여야 한다. 대각가새, 기둥, 그리고 링크외부의 보부분은 링크의 완전항복과 변형도경화로 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 KDS 14 31 60의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.14.2 기둥

- (1) 철근콘크리트기둥은 구조트러스요소에 관한 KDS 41 20 00의 요구사항을 만족하여야 한다. 합성기둥은 특수내진시스템에 대한 4.2. 6.4 또는 4.2.6.5의 요구사항을 만족하여야 한다. 또한 링크가 철근콘크리트기둥이나 매입형 합성기둥에 인접해 있을 때 KDS 14 20 80(4.5.4) 또는 합성기둥에 관한 4.2.6.4(3)⑥가.의 요구사항을 만족하는 횡방향철근을 링크접합부의 상하부에 배치하여야 한다. 모든 기둥은 KDS 14 31 60 편심가새골조의 기둥의 소요강도 항목의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.14.3 링크

- (1) 링크는 매입되지 않은 구조용강재를 사용하며 편심가새골조의 링크에 관한 KDS 14 31 60 편심가새골조의 요구사항을 만족하여야 한다. 링크의 외부 보부분을 철근콘크리트로 피복하는 것은 허용된다. 링크의 공칭강도의 결정 시 합성거동을 고려하는 경우, 링크를 포함한 보는 보의 일부 또는 전부에 걸쳐 전단연결재를 사용하여 바닥슬래브와 합성적으로 거동하는 것이 허용된다.

4.2.14.4 가새

- (1) 구조용 강재 가새는 KDS 14 31 60의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.14.5 접합부

- (1) 접합부는 KDS 14 31 60의 요구사항과 함께 4.2.7의 내용 또한 만족하여야 한다.

4.2.15 합성보통전단벽

4.2.15.1 적용범위

- (1) 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 20 00(4.18 제외)의 요구사항들을 만족하여야 한다.

4.2.15.2 경계부재

- (1) 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 20 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다.

- ② 철근콘크리트에 매입된 강재부재들이 철근콘크리트벽체의 경계부재로 작용하는 경우, 해석은 탄성재료성질에 근거한 콘크리트환산단면을 사용한다. 철근콘크리트벽체는 KDS 41 20 00(4.18 제외)의 요구사항을 만족하여야 한다. 철근콘크리트에 매입된 강재경계부재가 4.1에서 명시된 합성기둥에 해당하는 경우 4.2.6.4(3)의 보통내진시스템의 요구사항을 만족하도록 설계하여야 한다. 그렇지 않은 경우에는 KDS 14 20 66(4.3)과 4.1의 요구사항을 만족하는 합성기둥으로 설계하여야 한다.
- ③ 구조용강재와 철근콘크리트 사이의 수직전단력을 전달할 수 있도록 스티드전단연결재 또는 용접앵커를 설치하여야 한다. 스티드전단연결재와 용접앵커는 4.1의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.15.3 강재연결보

- (1) 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 4.2.7의 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.

4.2.15.4 매입형 합성연결보

- (1) 매입형 합성단면연결보는 4.2.15.3의 요구사항과 다음과 같은 수정된 요구사항을 만족하여야 한다.
 - ① 매입형 합성연결보의 최대휨내력과 전단내력의 조합에 대해 저항할 수 있도록 철근콘크리트벽체 내의 연결보의 문힘길이를 충분히 확보하여야 한다.
 - ② 매입형 합성연결보의 공칭전단내력을 사용하여 4.2.15.3(1)의 요구사항을 만족하도록 한다.
 - ③ 전단벽과 연결보의 소요강도를 계산할 때 매입형 합성연결보의 강성을 사용하여야 한다.

4.2.16 합성특수전단벽

4.2.16.1 적용범위

- (1) 합성특수전단벽은 4.2.15의 합성보통전단벽에 대한 요구사항과 KDS 14 20 80의 전단벽에 대한 요구사항, 그리고 이 절의 내용을 만족하여야 한다.

4.2.16.2 경계부재

- (1) 매입되지 않은 강제기둥은 4.2.15.2(1)①의 요구사항과 KDS 14 31 60(3.2)와 KDS 14 31 60(4.1.1)의 요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 매입된 강제경계부재를 갖는 벽체는 4.2.15.2(1)②의 요구사항과 이 조항의 요구사항을 만족하여야 한다. 이 벽체는 KDS 41 20 00(4.18 포함)의 요구사항을 만족하여야 한다. 4.1의 합성기둥에 해당하는 철근콘크리트에 매입된 강제경계부재는 4.2.6.4의 특수내진시스템에 대한 요구사항을 만족하여야 한다. 그렇지 않은 경우, 이와 같은 부재들은 KDS 14 20 66(4.3)의 요구사항과 KDS 41 20 00(4.18.1)의 특수철근콘크리트구조벽의 경계부재에 대한 요구사항을 만족하는 합성압축부재로 설계하여야 한다. 합성경계부재의 구속을 위한 횡방향철근은 벽체 안으로 $2h$ 의 길이만큼 연장하여야 한다. 여기서, h 는 벽체면내 방향으로 경계부재의 전체축을 나타낸다.
- (3) 스티드전단연결재나 용접앵커는 4.2.15.2(1)③에 명시된 대로 배치하여야 한다. 콘크리트에 매입되지 않은 강제단면과의 접합에 사용되는 용접앵커의 공칭강도는 항복강도를 25% 감소하여 사용한다.

4.2.16.3 합성특수전단벽 강제연결보

- (1) 강제연결보는 4.2.15.3의 요구사항 이외에 KDS 14 31 60 편심가새골조의 링크와 링크스티프너의 요구사항을 만족해야 한다. 설계지진 하에 예상되는 비탄성변형의 합리적인 해석에 의해 보다 작은 값이 입증되지 않는 경우에는 KDS 14 31 60 편심가새골조의 링크에서 규정한 0.08 rad의 연결보회전성능을 만족시켜야 한다. 철근콘크리트벽의 표면 위치에서 연결보의 웹 양쪽에 표면지압판을 설치하여야 한다. 이러한 스티프너는 KDS 14 31 60 편심가새골조의 링크스티프너의 상세요구사항을 만족하여야 한다.
- (2) 4.2.15.3(2)에 명시된 벽체 내의 수직보강철근은 KDS 41 20 00(4.18.1)의 요구사항을 만족하는 횡방향철근에 의해 구속되어야 한다.

4.2.16.4 매입형 합성연결보

- (1) 연결보의 역할을 하는 매입형 합성단면은 4.2.16.3의 요구사항을 만족해야 한다. 단, KDS 14 31 60 편심가새골조의 링크스티프너의 요구사항은 만족할 필요가 없다.

4.2.17 합성강판전단벽

4.2.17.1 범위

- (1) 이 조항은 한쪽 또는 양쪽에 철근콘크리트가 부착된 강판과 강재 또는 합성경계부재로 구성된 구조용 벽에 적용한다.

4.2.17.2 벽부재

- (1) (2)의 요구사항을 따르는 보강된 강판을 갖는 합성강판전단벽의 전단항복한계상태에 근거한 설계강도 ϕV_{ns} 는

$$V_{ns} = 0.6A_{sp}F_y \tag{4.2-2}$$

$$\phi = 0.9$$

여기서, V_{ns} : 강판의 설계기준전단강도, mm

A_{sp} : 보강된 강판의 수평단면적, mm²

F_y : 강판의 설계기준항복강도, MPa

합성강판전단벽의 강판이 (2)의 요구사항을 만족하는 경우 합성강판전단벽의 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 만족하여야 한다.

- (2) 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 100 mm 이상이어야 하고 강판의 한쪽 면에만 콘크리트가 부착되는 경우 콘크리트의 두께는 200 mm 이상이어야 한다. 국부좌굴과 콘크리트와 강판의 분리를 막기 위해 스티드전단연결재나 다른 기계적 연결재를 설치하여야 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 450mm를 넘지 않아야 한다. 합성벽시스템을 설계할 때는 지진력이 벽면에 수직으로 작용하는 경우를 고려하여야 한다.

- (3) 강판은 공칭전단강도를 발휘할 수 있도록 용접 혹은 고장력볼트 마찰접합에 의해 모든 면을 따라 강재골조와 경계부재에 연속적으로 연결한다. 용접 또는 볼트접합에 의한 연결부의 설계는 KDS 14 31 60(4.1.1)에 명시된 추가적인 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.17.3 경계부재

- (1) 강재 및 합성경계부재는 설계층간변위에서 벽의 강판 및 철근콘크리트부분의 전단내력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다. 합성 및 철근콘크리트경계부재는 4.2.16.2의 요구사항을 만족하도록 설계하여야 한다. 강재 경계부재는 KDS 14 31 60의 요구사항을 만족하여야 한다.

4.2.17.4 개구부

(1) 개구부 주위에는 해석에 의해 요구되는 대로 경계부재를 설치하여야 한다.

4.2.18 구조설계도, 시방서, 공장제작도 및 설치도

(1) 합성구조건축물과 강구조건축물의 구조설계도, 시방서, 공장제작도 및 설치도는 KDS 14 31 60(1.4)의 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 나타낸다.



집필위원

성명	소속	성명	소속
이경구	단국대학교	이철호	서울대학교
김대경	울산대학교	최병정	경기대학교
김희동	인하공업전문대학교	최성모	서울시립대학교
신경재	경북대학교	김승원	뉴테크구조
신진원	카톨릭관동대학교	김진원	포스코
이은택	중앙대학교		

자문위원

성명	소속	성명	소속
김덕재	중앙대학교(명예교수)	이명재	중앙대학교(명예교수)
김규석	동국대학교(명예교수)	김상섭	한국기술교육대학교
최문식	단국대학교(명예교수)	황보석	이에스건축구조엔지니어링
김종락	송실대학교(명예교수)	윤병익	아이맥스트럭처
김원기	호서대학교(명예교수)		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
이영호	한국건설기술연구원	오상근	서울과학기술대학교
구재동	한국건설기술연구원	김갑득	(주)포스코
김기현	한국건설기술연구원	김재식	한국자산관리공사
김태송	한국건설기술연구원	김태진	티아이구조기술사사무소
김희석	한국건설기술연구원	김은주	(주)센구조연구소
류상훈	한국건설기술연구원	신성수	한국기술사회
안준혁	한국건설기술연구원	신승섭	(주)우진도장건설
원훈일	한국건설기술연구원	신연철	서울주택도시공사
이상규	한국건설기술연구원	오명호	목포대학교
이승환	한국건설기술연구원	유경섭	(주)나우동인건축사
이여경	한국건설기술연구원	이광범	서울고등법원
이용수	한국건설기술연구원	이은택	중앙대학교
주영경	한국건설기술연구원	이인영	(주)오피스필구조기술사사무소
최봉혁	한국건설기술연구원	이철호	서울대학교
허원호	한국건설기술연구원	최병정	경기대학교

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김성수	대진대학교	박완신	충남대학교
김성훈	국토안전관리원	유정한	서울과학기술대학교
김태진	티아이구조기술사사무소	한동욱	남서울대학교

국토교통부

성명	소속	성명	소속
김연희	국토교통부 건축안전과	조윤빈	국토교통부 건축안전과
이지형	국토교통부 건축안전과		



KDS 41 30 20 : 2022
건축물 강합성구조 설계기준

2022년 10월 11일 제정

소관부서 국토교통부 건축안전과

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
Tel : 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

작성기관 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
Tel : 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

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