

KDS 41 60 20 : 2022

조적식구조 허용응력설계법

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 34 04 : 2016 | • 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함 | 제정 (2016.6) |
| KDS 41 34 04 : 2016 | • 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함 | 개정 (2018.7) |
| KDS 41 60 20 : 2022 | • 건축분야 건설기준 정비에 따라 개정 | 개정 (2022.10) |

| | |
|--------------------|-------------------------|
| 제 정 : 2016년 6월 30일 | 개 정 : 2022년 10월 11일 |
| 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.

목 차

| | |
|------------------|----|
| 1. 일반사항 | 1 |
| 1.1 목적 | 1 |
| 1.2 적용범위 | 1 |
| 1.3 참고 기준 | 1 |
| 1.4 용어의 정의 | 1 |
| 1.5 기호의 정의 | 1 |
| 2. 조사 및 계획 | 1 |
| 3. 재료 | 1 |
| 4. 설계 | 2 |
| 4.1 일반사항 | 2 |
| 4.2 합성조적조 | 4 |
| 4.3 보강조적조 | 5 |
| 4.4 비보강조적조 | 12 |

1. 일반사항

1.1 목적

- (1) KDS 41 60 20은 조적식구조 허용응력설계법의 일반적인 요구사항과 설계방법에 따른 기술적 사항들을 규정함으로써 조적식구조의 안전성과 사용성, 내구성을 확보하는 것을 그 목적으로 한다.

1.2 적용범위

- (1) 이 기준은 조적식구조의 일반적이고 기본적인 요구사항과 재료, 설계, 품질관리 등 이와 관련한 기준을 규정한 것으로 조적식 건축물 및 공작물에 적용한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

내용 없음.

1.3.2 관련 기준

- KDS 41 60 05 조적식구조 일반
- KDS 41 60 10 조적식구조 재료의 기준
- KDS 41 60 30 조적식구조 강도설계법

1.4 용어의 정의

- (1) KDS 41 60 05에 따른다.

1.5 기호의 정의

- (1) KDS 41 60 05에 따른다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

- (1) KDS 41 60 10에 따른다.

4. 설계

4.1 일반사항

4.1.1 범위

- (1) 허용응력설계법에 의한 조적식구조의 설계는 KDS 41 60 30과 이 기준에 따른다. 사용하중 하에서 점토재료나 콘크리트재료 조적조의 응력은 이 기준에서 주어진 값을 초과하지 않아야 한다. 홍수지역에 위치한 구조물 설계에 대해서는 홍수위험지역의 분류에 적합한 하중조합을 설정해서 설계 또는 검토한다. 다만 기본 하중조합과 지하수압·토압(H)을 고려한 하중조합에 추가한다. 환경부 홍수위험지도의 홍수심도 2.0 m 이상 지역과 해안침수예상도에서 정한 지역에서는 식(4.1-1, 2, 3)을 사용한다.

$$D + F + 1.5F_a + 0.65W \quad (4.1-1)$$

$$D + F + 1.5F_a + 0.75(L + T) + 0.75(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (4.1-2)$$

$$0.6D + 1.5F_a + 0.65W \quad (4.1-3)$$

홍수위험도지도의 2.0 m 이하 지역에서는 식(4.1-4, 5, 6)을 사용한다.

$$D + F + 1.5F_a + 0.65W \quad (4.1-4)$$

$$D + F + 0.75F_a + 0.75(L + T) + 0.75(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (4.1-5)$$

$$0.6D + 1.5F_a + 0.65W \quad (4.1-6)$$

4.1.2 허용응력

- (1) 품질확인 규정상 특별한 검사를 필요하지 않을 때는 KDS 41 60 30에서 조적조의 허용응력은 절반으로 저감한다.

4.1.3 설계가정

- (1) 허용응력설계법은 허용응력과 선형적인 응력-변형률관계의 가정에 기초하여 모든 응력이 다음과 같이 탄성범위에 있는 것으로 한다.

① 휨모멘트에 대한 단면의 평면유지법칙을 유지한다.

② 응력은 변형률에 비례한다.

③ 조적조의 부재는 균질한 요소로 형성된다.

4.1.4 앵커볼트

4.1.4.1 일반사항

(1) 민머리앵커볼트, 둥근머리앵커볼트, 그리고 갈고리형 앵커볼트에 대한 허용하중은 이 조항에 따라 결정하여야 한다.

4.1.4.2 인장

(1) 인장에 대한 허용하중은 식 (4.1-7)이나 식 (4.1-8) 중 작은 값으로 결정한다.

$$B_t = 0.042A_p \sqrt{f'_m} \tag{4.1-7}$$

$$B_t = 0.2A_b f_y \tag{4.1-8}$$

여기서, B_t : 앵커볼트의 허용인장력(N)

A_p : 조적조에 삽입되어 묻힌 앵커볼트에 의한 콘크리트 갈매기형태의 원면적(mm²)

A_b : 앵커볼트의 단면적(mm²)

f'_m : 28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도(MPa)

f_y : 앵커볼트의 인장항복응력(MPa)

(2) 면적 A_p 는 식 (4.1-9)이나 식 (4.1-10) 중 작은 값이 되며, 인접한 앵커볼트의 투영면적이 겹쳐질 때, 각 앵커볼트 A_p 의 겹침면적은 절반으로 감소시켜야 한다.

$$A_p = \pi l_b^2 \tag{4.1-9}$$

$$A_p = \pi l_{be}^2 \tag{4.1-10}$$

여기서, l_b : 앵커볼트의 정착길이(mm)

l_{be} : 앵커볼트 단부의 거리, 조적조 단부에서 앵커볼트 표면까지 최소거리(mm)

4.1.4.3 전단

(1) 전단력에 대한 허용응력은 식 (4.1-11)이나 식 (4.1-12) 중 작은 값으로 결정한다.

$$B_v = 1070^4 \sqrt{f'_m A_b} \tag{4.1-11}$$

$$B_v = 0.12A_b f_y \tag{4.1-12}$$

여기서, B_v : 앵커볼트의 허용전단력(N)

A_b : 앵커볼트의 단면적(mm²)

f'_m : 28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도(MPa)

f_y : 앵커볼트의 인장항복응력(MPa)

(2) 하중방향의 앵커볼트의 단부거리 l_{be} 가 볼트직경의 12배 이하인 경우 식 (4.1-11)에서의 값 B_v 는 l_{be} 가 40 mm인 곳이 0이 되도록 선형보간하여 저감시킨다. 인접한 앵커볼트가 $8d_b$ 이

내에 있으면, 식 (4.1-11)에 의한 인접한 앵커볼트의 허용전단력은 볼트 중심간격이 볼트직경의 4배인 경우에 허용전단력의 0.75배까지 선형보간하여 저감시켜야 한다.

4.1.4.4 전단력과 인장력이 작용할 때

(1) 전단력과 인장력을 받는 앵커볼트는 식 (4.1-13)에 따라 설계한다.

$$\frac{b_t}{B_t} + \frac{b_v}{B_v} \leq 1.0 \tag{4.1-13}$$

여기서, b_t : 앵커볼트에 작용하는 계산된 인장력(N)
 b_v : 앵커볼트에 작용하는 계산된 전단력(N)

4.1.5 벽과 기둥의 압축

4.1.5.1 벽에 축하중이 작용할 때

(1) 벽의 중심에 작용하는 압축력에 의한 응력은 유효면적에 균등하게 분포한다고 가정하여 식 (4.1-14)에 의해 산정한다.

$$f_a = P/A_e \tag{4.1-14}$$

여기서, f_a : 설계축하중에 의한 축압축응력(MPa)
 P : 설계용 축하중(N)
 A_e : 조적조의 유효단면적(mm²)

4.1.5.2 기둥에 축하중이 작용할 때

(1) 기둥의 중심에 작용하는 압축력에 의한 응력은 유효면적에 균등하게 분포한다고 가정하여 식 (4.1-14)에 의해 산정한다.

4.1.5.3 기둥에 휨모멘트와 축하중이 작용할 때

(1) 휨모멘트와 축하중이 기둥에 작용하는 응력은 f_a/F_a 을 P/P_a 로 바꿔서 4.3.7의 조건을 만족해야 한다. 휨모멘트가 작용하는 기둥은 휨설계에 대한 적용 가능한 조건들을 만족해야 한다.

4.2 합성조적조

4.2.1 일반사항

(1) 이 조항의 조건들은 최소한 하나의 홑겹벽이 다른 홑겹벽과 다른 특성이나 강도를 가지는 경우 하나의 구조체로 작용할 수 있도록 적절히 연결된 다중겹벽조적조에 해당한다. 다음 가정들은 합성조적조의 설계에 적용한다.

- ① 해석은 순면적의 탄성환산단면에 기초한다.
- ② 합성조적조의 어떠한 부분에서도 계산된 최대응력은 그 부분의 재료의 허용응력을 초과할 수 없다.

4.2.2 탄성계수의 결정

- (1) 합성구조에서 각 형태의 조적조 탄성계수는 KDS 41 60 15(4.2.12)에 의해 결정되는 조적조 각각의 상대적인 계수비가 2대 1을 초과하는 경우 실험에 의해 결정하여야 한다.

4.2.3 구조일체성

(1) 벽결의 연결

합성조적조부재의 홑겹벽은 요구조건으로 KDS 41 60 15(4.1.5.2)에서의 규정에 따라 연결되어야 한다. 추가적인 연결재 또는 그라우트와 금속연결재의 조합은 계산된 응력을 전달할 수 있도록 설치되어야 한다.

(2) 재료의 성능

다양한 재료의 치수변화와 여러 가지 겹벽의 상이한 경계조건의 영향을 설계 시 포함하여야 한다.

4.2.4 설계과정과 환산단면

- (1) 환산단면의 산정은 하나의 재료가 기준재료로서, 다른 재료에 대해 단면적을 기준재료 탄성계수의 상대적인 비를 곱하여 등가면적으로 환산된다. 환산된 면적의 두께는 일정하며, 부재의 유효높이나 길이는 변하지 않는다.

4.2.5 조적개체의 재사용

- (1) 재사용되는 조적부재의 허용응력은 같은 성능을 갖는 신설 조적개체에 허용응력의 50%를 초과하지 않아야 한다. 공간쌓기벽의 유효면적에 하중을 받는 단일 조적벽의 면적을 포함하지 않는다.

4.3 보강조적조

4.3.1 일반사항

- (1) 이 조항의 조건들은 KDS 41 60 15와 4.1의 조건과 함께 보강조적조 설계에 적용된다. 수평하중을 저항하는 개구부가 있는 벽에서 피어와 보 요소가 KDS 41 60 30(4.2.6.1(2))의 치수를 만족하면 KDS 41 60 30(4.2.6)에 따라 설계할 수 있으며, 만족하지 않는 경우 이 조항이나 KDS 41 60 30(4.2.5)에 따라서 설계하여야 한다.

4.3.2 철근배근

4.3.2.1 최대철근치수

- (1) 최대철근치수는 35 mm이어야 하며, 최대철근면적은 겹침이 없는 경우에는 공동면적의 6%, 겹침이 있는 경우에는 12%가 되어야 한다.

4.3.2.2 피복두께

- (1) 줄눈보강근 이외에 모든 철근은 모르타르나 그라우트에 묻혀 있어야 하고, 최소피복으로 조적개체를 포함하여 최소한 19 mm, 외부에 노출되어 있을 때는 40 mm, 흠에 노출되어 있을 때는 50 mm 묻혀 있어야 한다.

4.3.2.3 정착길이

- (1) 이형철근이나 이형철선에 대해 요구되는 정착길이는 다음과 같이 산정된다.

$$l_d = 0.29d_b f_s \text{ 인장력을 받는 경우} \quad (4.3-1)$$

$$l_d = 0.22d_b f_s \text{ 압축력을 받는 경우} \quad (4.3-2)$$

여기서, l_d : 필요한 철근콘크리트의 정착길이(mm)

d_b : 철근직경(mm)

f_s : 설계하중에 의한 철근의 응력(MPa)

- (2) 원형철근에 대한 정착길이는 식 (4.3-1)의 2배이다.

4.3.2.4 철근의 부착응력

- (1) 철근에서의 부착응력 u 는 다음 값을 초과하지 않는다.

- ① 원형철근 0.413 MPa
- ② 이형철근 1.378 MPa
- ③ 특별히 검사를 하지 않은 이형철근 0.689 MPa

4.3.2.5 갈고리

- (1) 다음 사항을 만족하는 경우를 '표준갈고리'라 지칭한다.

- ① 철근의 자유단에서 63 mm 이상, 최소한 철근직경의 4배 이상 연장된 180° 굽어진 갈고리
- ② 철근의 자유단에서 최소한 철근직경의 12배 이상 연장된 90°로 굽어진 갈고리
- ③ 스테럽이나 연결정착으로 쓰이는 경우에는 철근의 자유단에서 63 mm 이상, 최소한 철근 직경의 6배 이상 연장된 90° 또는 135°로 굽어진 갈고리

- (2) 스테럽이나 연결철물로 쓰이는 경우를 제외하면 철근의 굽어진 안쪽지름은 KDS 14 20 50 표 4.1-1에 제시한 수치 이상이어야 한다.

- (3) 16 mm 이하의 스테럽이나 연결철물의 굽어진 안쪽지름은 철근직경의 4배 이상이어야 한다. 16 mm 이상의 스테럽이나 연결철물의 굽어진 안쪽지름은 KDS 14 20 50 표 4.1-1에 제시한 수치 이상이어야 한다.
- (4) 갈고리는 보의 인장부분에 배치할 수 없다. 다만, 단순보나 캔틸레버보의 끝단이나 연속보 및 구속된 보의 자유단의 경우는 예외로 한다.
- (5) 갈고리는 52 MPa 이상의 인장응력을 발생하는 하중을 받지 않도록 한다.
- (6) 갈고리는 압축력에 대해서는 효과적인 배근방법이 아니다.
- (7) 조적조에 손상을 주지 않고 철근의 강도를 증진시킬 수 있는 어떠한 기계적장치도 갈고리 대신에 사용될 수 있다. 이때는 그러한 장치의 적합성을 보여주는 자료가 제시되어야 한다.

4.3.2.6 이음

- (1) 철근의 겹침 정도는 KDS 41 60 15(4.3.4), 이 기준 4.3.2.3 및 4.3.11에서 규정된 철근의 허용응력을 전달할 수 있도록 충분해야 한다. 어떠한 경우에도 이음길이가 철근지름에 대해 압축에 대해서는 30배, 인장에 대해서는 40배 이상이어야 한다. 용접이나 기계적 이음은 인장력을 받는 경우의 철근의 기준항복강도의 125 %를 발휘해야 한다. 다만, 내진구조의 일부가 아니고 휨을 받지 않는 경우의 기둥에 들어 있는 압축철근에 대해서는 압축강도만 발휘되면 된다. 충전이웃한 이음부분이 76 mm 이하로 떨어져 있는 경우에는 요구되는 이음길이는 30 % 증가된다. 다만, 이음길이가 철근지름의 24배 이상이면 증가시킬 필요가 없다.

4.3.3 설계가정

- (1) 다음의 가정은 4.1.3의 가정과 함께 적용한다.
 - ① 조적조는 인장응력을 전달하지 않는다.
 - ② 철근은 조적재료로 피복 부착되어서 허용응력 이내에서는 하나의 균일한 재료로 작용한다.

4.3.4 직사각형이 아닌 휨부재

- (1) 직사각형이 아닌 단면을 갖는 휨부재는 4.1.3, 4.3.3의 가정에 따라 설계할 수 있다.

4.3.5 허용압축응력과 압축력

- (1) 보강조적조기둥 외의 부재에 대한 허용압축응력 F_a 는 다음과 같이 결정된다.

$$F_a = 0.25f_m' \left[1 - \left(\frac{h'}{140r} \right)^2 \right] \quad h'/r \leq 99 \text{인 경우} \quad (4.3-3)$$

$$F_a = 0.25f_m' \left(\frac{70r}{h'} \right)^2 \quad h'/r > 99 \text{인 경우} \quad (4.3-4)$$

여기서, F_a :기둥에서 중심축하중만 작용할 때의 허용평균축압축응력(MPa)

f_m' :28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도(MPa)

h' :벽이나 기둥의 유효높이(mm)

r :단면 2차 반경(mm)

(2) 보강조적조기둥의 경우 허용압축력 P_a 는 다음과 같이 결정된다.

① $h'/r \leq 99$ 인 경우

$$P_a = [0.25f_m' A_e + 0.65A_s F_{sc}] \left[1 - \left(\frac{h'}{140r} \right)^2 \right] \quad (4.3-5)$$

② $h'/r > 99$ 인 경우

$$P_a = [0.25f_m' A_e + 0.65A_s F_{sc}] \left(\frac{70r}{h'} \right)^2 \quad (4.3-6)$$

여기서, P_a :보강조적조기둥에서 허용중심축하중(N)

A_e :조적조의 유효단면적(mm²)

F_{sc} :기둥철근의 허용압축응력(MPa)

f_m' :28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도(MPa)

h' :기둥의 유효높이(mm)

r :단면 2차 반경(mm)

4.3.6 허용휨압축응력

(1) 허용휨압축응력 F_b 는 다음 값으로 한다.

$$F_b = 0.33f_m', (\text{최대 : } 13.8 \text{ MPa}) \quad (4.3-7)$$

4.3.7 조합압축응력

(1) 축응력과 휨응력을 받는 부재는 역학적으로 수용되는 이론이나 식 (4.3-8)에 따라 설계할 수 있다.

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1 \quad (4.3-8)$$

여기서, f_a :설계축하중에 의한 축압축응력(MPa)

f_b :설계휨하중에 의한 부재 맨 바깥쪽(최대) 휨응력(MPa)

4.3.8 휨부재의 허용전단응력

(1) 전단보강근이 없을 때, 휨부재의 허용전단응력 F_v 는 다음 식과 같다.

$$F_v = 0.083 \sqrt{f_m'} \quad (\text{최대 : } 0.345 \text{ MPa}) \quad (4.3-9)$$

다만, 변곡점에서의 거리가 순경간의 1/16보다 작을 때 최대응력은 0.140MPa이 된다.

$$F_v = 0.25 \sqrt{f_m'} \quad (\text{최대 : } 1.0 \text{ MPa}) \quad (4.3-10)$$

4.3.9 전단벽의 허용전단응력

(1) 면내 휨모멘트에 대한 철근배근된 조적전단벽이 조적재만으로 발휘하는 전단벽의 허용전단응력 F_v 는 다음 식과 같다.

$$\frac{M}{Vd} < 1 \text{ 일 때,}$$

$$F_v = \frac{1}{36} \left(4 - \frac{M}{Vd} \right) \sqrt{f_m'} \quad (\text{최대 : } (80 - 45 \frac{M}{Vd})) \quad (4.3-11)$$

$$\frac{M}{Vd} \geq 1 \text{ 일 때,}$$

$$F_v = \frac{1}{12} \sqrt{f_m'} \quad (\text{최대 : } 0.24 \text{ MPa}) \quad (4.3-12)$$

- 여기서, M : 설계모멘트(N·mm)
- V : 총 설계전단력(N)
- F_v : 조적조의 허용전단력(MPa)
- d : 휨부재의 압축면과 길이방향 인장철근의 중심 거리(mm)
- f_m' : 28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도(MPa)

(2) 모든 전단력을 전단보강근이 저항하도록 설계된 경우 전단벽의 허용전단응력 F_v 는

$$\frac{M}{Vd} < 1 \text{ 일 때,}$$

$$F_v = \frac{1}{24} \left(4 - \frac{M}{Vd} \right) \sqrt{f_m'} \quad (\text{최대 : } (120 - 45 \frac{M}{Vd})) \quad (4.3-13)$$

$$\frac{M}{Vd} \geq 1 \text{ 일 때,}$$

$$F_v = 0.12 \sqrt{f_m'} \quad (\text{최대 : } 0.52 \text{ MPa}) \quad (4.3-14)$$

4.3.10 허용지압응력

(1) 부재가 조적개체의 전면적으로 저항할 때 허용지압응력 F_{br} 는 다음 식과 같다.

$$f_b = 0.26 f_m' \quad (4.3-15)$$

(2) 부재가 조적개체의 1/3 이하의 면적으로 지지할 때 허용지압응력 F_{br} 는 다음 식과 같다.

$$f_b = 0.38 f_m' \quad (4.3-16)$$

(3) 식 (4.3-16)는 응력이 작용하는 부분과 응력이 없는 부분의 가장자리 간격이 적어도 응력이 작용하는 부분에서 평행 방향 치수의 1/4 이상일 때 적용된다. 지압면적이 1/3보다 크고 전단 면적보다 작을 때는 식 (4.3-15)과 식 (4.3-16)을 직선보간해서 사용한다.

4.3.11 철근의 허용응력

(1) 철근의 허용응력은 다음과 같다.

4.3.11.1 인장응력

(1) 이형철근

$$F_s = 0.5 f_y \text{ (최대 : 165 MPa)} \quad (4.3-17)$$

(2) 와이어 철근

$$F_s = 0.5 f_y \text{ (최대 : 207 MPa)} \quad (4.3-18)$$

(3) 띠철근, 앵커 또는 원형철근

$$F_s = 0.4 f_y \text{ (최대 : 138 MPa)} \quad (4.3-19)$$

4.3.11.2 압축응력

(1) 기둥에서의 이형철근

$$F_{sc} = 0.4 f_y \text{ (최대 : 165 MPa)} \quad (4.3-20)$$

(2) 휨부재에서의 이형철근

$$F_s = 0.5 f_y \text{ (최대 : 165 MPa)} \quad (4.3-21)$$

(3) 수평연결철물에 의해 구속되어 있는 전단벽의 압축부분 이형철근이 수평연결철물의 직경이 6 mm 이상이고 간격이 철근직경의 16배, 띠철근직경의 48배 이하인 경우

$$F_{sc} = 0.4 f_y \text{ (최대 : 165 MPa)} \quad (4.3-22)$$

4.3.12 겹침이음의 보강

(1) 모멘트가 작용하는 구간에서 철근의 설계인장응력이 허용인장응력 F_s 의 80 %보다 큰 경우에는 이음의 겹침길이는 적어도 최소 요구량의 50 % 이상 증가시킨다.

4.3.13 기둥배근

(1) 기둥에서의 철근은 이 조항에서 규정한다.

- (2) 수직철근의 단면적은 최소 $0.005 A_e$ 이상 최대 $0.04 A_e$ 이하이어야 하며, 10 mm 철근이 최소 4개 이상 배근되어야 한다. 평행한 철근 사이의 순간격은 철근직경의 2.5배 이상이어야 한다.

4.3.14 벽과 기둥의 압축력

4.3.14.1 일반사항

- (1) 압축력에 의해 발생한 기둥과 벽에서의 응력은 4.3.5에 따라 산정한다.

4.3.14.2 휨모멘트와 축력의 조합하중

- (1) 휨모멘트와 축력으로 인한 조합응력은 4.3.7을 만족해야 하며, f_a 는 식 (4.1-8)을 따른다. $\frac{h'}{t}$ 비가 30보다 큰 벽의 설계는 구조물의 해석에 의해 결정된 하중과 모멘트를 근거로 하며, 축력과 부재강성의 단면 2차 모멘트 변화와 고정단 모멘트, 모멘트에 의한 처짐과 가력시간의 효과를 고려하여야 한다.

4.3.15 휨설계

- (1) 직사각형 휨부재는 다음 식 (4.3-23) 또는 4.1.3, 4.3.3과 이 조항에서 주어진 가정에 따른 또 다른 방법에 따라 설계한다.

① 조적조의 압축응력

$$f_b = \frac{M}{bd^2} \left(\frac{1}{jk} \right) f_b \quad (4.3-23)$$

여기서, M : 설계모멘트(N·mm)

b : 직사각형부재나 T형 또는 I형 단면의 플랜지의 폭(mm)

d : 휨부재의 압축면과 길이방향 인장철근의 중심 거리(mm)

j : 보깊이(d)에서 휨압축력의 중심과 인장력의 중심간의 거리 또는 비

k : 휨재에서 춤 d 에 대한 압축응력블록의 깊이 비

f_b : 설계휨하중에 의한 부재 맨 바깥쪽(최대) 휨응력(MPa)

② 길이방향 철근의 인장응력

$$f_s = \frac{M}{A_s j d} \quad (4.3-24)$$

여기서, A_s : 기둥이나 휨부재의 철근의 유효단면적(mm²)

f_s : 설계하중에 의한 철근의 응력(MPa)

③ 설계계수

$$k = \sqrt{(n\rho)^2 + 2n\rho} - n\rho \quad (4.3-25)$$

또는

$$k = \frac{1}{1 + \frac{f_s}{n f_b}} \tag{4.3-26}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} \tag{4.3-27}$$

여기서, k : 휨재에서 춤 d 에 대한 압축응력블록의 깊이 비
 n : 탄성계수비 = E_s / E_m
 ρ : 면적 bd 에 대한 휨인장철근면적 A_s 의 비율

4.3.16 휨철근의 부착

(1) 휨부재에서 인장철근이 압축면에 평행한 경우의 부착응력은 다음 식으로 계산된다.

$$u = \frac{V}{\Sigma_o j d} \tag{4.3-28}$$

4.3.17 휨부재와 전단벽의 전단

(1) 휨부재와 전단벽의 전단응력은 다음과 같이 계산된다.

$$f_v = \frac{V}{b j d} \tag{4.3-29}$$

(2) T형 또는 I형 단면을 가진 부재에서 b' 을 b 대신 쓴다. 식 (4.3-28)에 의해 산정한 f_v 가 조적조의 허용전단응력 F_v 를 초과하는 경우 전단보강근을 배근해야 한다. 길이방향철근에 수직으로 놓여지는 전단철근의 소요단면적은 다음과 같이 산정된다.

$$A_v = \frac{s V}{F_s d} \tag{4.3-30}$$

중간살 철근이 필요할 때, 보의 $d/2$ 지점에서 길이방향인장철근 쪽으로 연장시킨 모든 45°선이 적어도 하나 이상의 복부철근과 만나도록 해야 한다.

4.4 비보강조적조

4.4.1 일반사항

(1) 이 조항은 설치된 철근이 하중에 작용하지 않는 비보강조적조에 적용하며 KDS 41 60 15과 이 기준 4.1에 추가된다.

4.4.2 허용압축응력

(1) 허용축압축응력 F_a 은 다음 식과 같다.

$$F_a = 0.25 f_m' \left[1 - \left(\frac{h'}{140r} \right)^2 \right] \text{ 단, } \frac{h'}{r} \leq 99 \tag{4.4-1}$$

$$F_a = 0.25 f_m' \left(\frac{70r}{h'} \right)^2 \text{ 단, } \frac{h'}{r} > 99 \quad (4.4-2)$$

여기서, F_a :기둥에서 중심축하중만 작용할 때의 허용평균축압축응력(MPa)

f_m' :28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도(MPa)

h' :벽이나 기둥의 유효높이(mm)

r :단면 2차 반경(mm)

4.4.3 허용휨압축응력

(1) 허용휨압축응력 F_b 은 다음 식과 같다.

$$F_b = 0.33 f_m' \text{ (최대 : 13.8 MPa)} \quad (4.4-3)$$

4.4.4 조합압축응력

(1) 축력과 휨모멘트에 의한 조합응력이 작용하는 부재는 다음 식을 만족해야 한다.

$$\frac{f_a}{F_b} + \frac{f_b}{F_b} \leq 1 \quad (4.4-4)$$

여기서, f_a :설계축하중에 의한 축압축응력(MPa)

f_b :설계휨하중에 의한 부재 맨 바깥쪽(최대) 휨응력(MPa)

4.4.5 허용인장응력

(1) 휨모멘트와 축력에 의한 조합하중의 인장응력은 허용휨인장응력 F_t 을 초과할 수 없다. 인장 철근배근이 안 된 포틀랜드시멘트와 함수석회가 사용된 벽체이나 시멘트모르타르를 사용한 벽체에 휨모멘트가 작용하는 경우 허용인장응력은 모르타르의 휨 인장강도의 1/2 값을 초과할 수 없으며, 통줄눈조적조에서는 수직줄눈에 인장력이 생겨서는 안 된다.

4.4.6 휨부재의 허용전단응력

(1) 휨부재의 허용전단응력 F_v 은 다음 식과 같다.

$$F_v = 0.083 \sqrt{f_m'} \text{ (최대 : 0.345 MPa)} \quad (4.4-5)$$

다만, 변곡점에서의 거리가 순수경간의 1/16보다 작을 때, 최대응력은 0.138 MPa이다.

4.4.7 전단벽의 허용전단응력

(1) 전단벽에서 허용전단응력은 다음과 같다.

4.4.7.1 점토 조적체

$$F_v = 0.025 \sqrt{f_m'} \text{ (최대 : 0.551 MPa)} \quad (4.4-6)$$

4.4.7.2 모르타르를 사용한 콘크리트 조적체

- (1) 최대 $F_v = 0.234 \text{ MPa}$ 로 한다.

4.4.7.3 무근조적조

- (1) 무근조적조의 허용전단응력 식 (4.3-6)의 값에 $0.2f_{md}$ 만큼 증가된다.

4.4.8 허용지압응력

- (1) 부재가 조적요소의 전면적으로 지탱할 때 허용지압응력 F_{br} 는 다음 식과 같다.

$$F_{br} = 0.26f_m' \quad (4.4-7)$$

- (2) 부재가 조적요소의 1/3 이하의 면적으로 지탱할 때 허용지압응력 F_{br} 는 다음 식과 같다.

$$F_{br} = 0.38f_m' \quad (4.4-8)$$

- (3) 식 (4.4-8)은 응력이 작용하는 부분과 작용하지 않는 부분의 가장자리 간격이 적어도 응력이 작용하는 부분의 평행방향치수의 1/4 이상일 때 적용된다. 지압면적이 1/3보다 크고 전면적보다 작을 때 식 (4.4-7)과 식 (4.4-8)을 직선보간하여 사용한다.

4.4.9 휨과 축력의 조합하중, 압축응력

- (1) 휨과 축력의 조합하중에 의한 압축응력은 4.4.4를 만족시켜야 한다.

4.4.10 벽과 기둥의 압축력

- (1) 압축력에 의한 벽과 기둥의 응력은 4.3.5와 같이 산정한다.

4.4.11 휨모멘트 설계

- (1) 식 (4.4-9)로 산정된 휨모멘트에 의한 응력은 4.1.2, 4.4.3, 그리고 4.4.5에 주어진 값을 넘지 못한다.

$$f_b = \frac{M_c}{I} \quad (4.4-9)$$

여기서, M_c : 휨부재의 휨모멘트(N·mm)

I : 단면 중립축에서의 단면2차모멘트(mm⁴)

f_b : 설계휨하중에 의한 부재 맨 바깥쪽(최대) 휨응력(MPa)

4.4.12 휨부재와 전단벽의 전단

- (1) 휨부재와 전단벽에서의 전단응력은 식 (4.4-10)에 근거하여 산정한다.

$$f_v = \frac{V}{A_c} \quad (4.4-10)$$

여기서, V : 총 설계전단력(N)
 A_c : 부재의 전체단면적(mm²)
 f_v : 설계하중에 의한 전단응력(MPa)

4.4.13 코벨

- (1) 무근조적조코벨의 경사부의 기울기(수평면에서 경사면까지의 각도)는 60°보다 작을 수 없다. 벽체의 면에서 코벨의 수평돌출의 최대값은 허용응력을 넘지 않는 한도이다.

4.4.14 통줄눈쌓기

- (1) 통줄눈쌓기로 구성된 조적조는 최소한 벽체의 수직방향 단면적의 0.00027배의 길이방향 보강이 수평방향으로 가로줄눈이나 연결보에 수직적으로 1,220 mm 이하 간격으로 설치하여야 한다.



집필위원

| 성명 | 소속 | 성명 | 소속 |
|-----|-------|-----|---------|
| 홍성걸 | 서울대학교 | 권기혁 | 서울시립대학교 |
| 정병주 | 관동대학교 | | |

자문위원

| 성명 | 소속 | 성명 | 소속 |
|-----|--------------|-----|-------------|
| 강현구 | 서울대학교 | 이철호 | 서울대학교 |
| 김석구 | (주)쓰리디엔지니어링 | 전봉수 | (주)전우구조건축 |
| 김종호 | (주)창민우구조컨선탄트 | 정광량 | (주)동양구조안전기술 |
| 김홍진 | 경북대학교 | 정란 | 단국대학교 |
| 민경원 | 단국대학교 | 정재철 | 국민대학교(명예교수) |
| 박문재 | 국립산림과학원 | 조봉호 | 아주대학교 |
| 박지훈 | 인천대학교 | 천성철 | 인천대학교 |
| 박홍근 | 서울대학교 | 최경규 | 숭실대학교 |
| 신성우 | 한양대학교 | 최창식 | 한양대학교 |
| 이경구 | 대한건축학회 | 하영철 | 금오공과대학 |
| 이기학 | 세종대학교 | 홍건호 | 호서대학교 |
| 이리형 | 한양대학교(명예교수) | 홍성걸 | 서울대학교 |
| 이상현 | 단국대학교 | 홍성목 | 서울대학교(명예교수) |

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

| 성명 | 소속 | 성명 | 소속 |
|-----|-----------|-----|----------------|
| 이영호 | 한국건설기술연구원 | 신영수 | 이화여자대학교 |
| 구재동 | 한국건설기술연구원 | 강현구 | 서울대학교 |
| 김기현 | 한국건설기술연구원 | 곽동삼 | (주)원우구조기술사사무소 |
| 김태송 | 한국건설기술연구원 | 김대영 | (주)한빛구조이엔지 |
| 김희석 | 한국건설기술연구원 | 김대호 | (주)한울구조안전기술사무소 |
| 류상훈 | 한국건설기술연구원 | 김두기 | 공주대학교 |
| 안준혁 | 한국건설기술연구원 | 김세일 | 빛과울구조컨설팅 |
| 원훈일 | 한국건설기술연구원 | 김승원 | 뉴테크구조기술사사무소 |
| 이상규 | 한국건설기술연구원 | 박지훈 | 인천대학교 |
| 이승환 | 한국건설기술연구원 | 양영태 | (주)건우기술 |
| 이여경 | 한국건설기술연구원 | 이강민 | 충남대학교 |
| 이용수 | 한국건설기술연구원 | 이현호 | 동양대학교 |
| 주영경 | 한국건설기술연구원 | 임준택 | (주)한양풍동실험연구소 |
| 최봉혁 | 한국건설기술연구원 | 최준식 | (주)단이엔씨 |
| 허원호 | 한국건설기술연구원 | | |

중앙건설기술심의위원회

| 성명 | 소속 | 성명 | 소속 |
|-----|-------------|-----|-----------|
| 김성수 | 대진대학교 | 박완신 | 충남대학교 |
| 김성훈 | 국토안전관리원 | 유정환 | 서울과학기술대학교 |
| 김태진 | 티아이구조기술사사무소 | 한동욱 | 남서울대학교 |

국토교통부

| 성명 | 소속 | 성명 | 소속 |
|-----|-------------|-----|-------------|
| 김연희 | 국토교통부 건축안전과 | 조윤빈 | 국토교통부 건축안전과 |
| 이지형 | 국토교통부 건축안전과 | | |

KDS 41 60 20 : 2022
조적식구조 허용응력설계법

2022년 10월 11일 개정

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>