

KDS 14 20 20 : 2016

콘크리트구조 힘 및 압축 설계기준

2016년 6월 30일 제정

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

KC CODE



건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

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

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 콘크리트 설계기준에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
콘크리트구조설계기준	• 콘크리트(토목, 건축)에서 다르게 적용하는 설계 규정, 기술용어 및 기호 등을 통일	제정 (1999.5)
콘크리트구조설계기준	• 콘크리트 허용균열폭, 피복두께, 인장철근 정착길이 관련 내용수정 • 벽체의 부재 적용범위 구체화	개정 (2003.4)
콘크리트구조설계기준	• 국제표준규격에 따라 단위 수정 • 경제성과 안정성을 고려하여 하중계수, 하중조합 및 강도감소계수 등을 개정	개정 (2007.10)
콘크리트구조기준	• 콘크리트의 사용성 및 내구성 관련 연구결과 반영 • 성능기반설계의 기본적인 고려사항을 수록하여 성능기반설계의 도입	개정 (2012.10)
KDS 14 20 20 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 14 20 20 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 국토교통부 기술기준과
 관련단체 : 한국콘크리트학회

개 정 : 년 월 일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
 작성기관 : 한국콘크리트학회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 기호정의	1
1.3 용어정의	3
2. 조사 및 계획	3
3. 재료	3
4. 설계	3
4.1 설계 일반	3
4.1.1 설계 가정	3
4.1.2 일반 원칙	4
4.2 휨부재 설계의 제한 사항	5
4.2.1 휨부재의 횡지지 간격	5
4.2.2 휨부재의 최소 철근량	5
4.2.3 보 및 1방향 슬래브의 휨철근 배치	6
4.2.4 깊은보의 설계	7
4.3 압축부재 설계의 제한 사항	7
4.3.1 압축부재의 설계단면치수	7
4.3.2 압축부재의 철근량 제한	7
4.4 압축부재의 장주설계	8
4.4.1 압축부재의 장주효과	8
4.4.2 확대휨모멘트에 대한 일반 사항	8
4.4.3 비선형 2차 해석	9
4.4.4 탄성 2차 해석	9
4.4.5 휨모멘트 확대 일반 사항	9
4.4.6 횡구속 골조 압축부재의 확대휨모멘트	10
4.4.7 비횡구속 골조 압축부재의 확대휨모멘트	11
4.5 2축 휨을 받는 압축부재	11
4.6 슬래브 구조를 지지하는 압축부재	12
4.6.1 슬래브를 지지하는 압축부재	12
4.6.2 바닥판 구조를 통한 기둥하중의 전달	12
4.7 지압강도	12

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준의 규정은 휨모멘트나 축력을 받는 부재 또는 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 부재의 설계에 적용하여야 한다.
- (2) 이 기준의 규정은 부재 단면에 작용하는 휨모멘트와 축력의 계산 및 강도 계산에 적용하여야 한다.
- (3) 부재 단면의 전단력과 비틀림모멘트의 계산 및 강도 계산은 KDS 14 20 22의 규정에 따라야 한다.

1.2 기호정의

- a : 4.1.1(7)①에서 정의된 등가직사각형 응력블록의 깊이
 A_{ch} : 나선철근의 바깥선을 지름으로 하여 측정된 나선철근 기둥의 심부 단면적, mm^2
 A_g : 전체 단면적, mm^2
 A_s : 휨부재의 인장철근량, mm^2
 $A_{s, \min}$: 최소 휨철근량, mm^2 , 4.2.2 참조
 A_{st} : 종방향 철근(철근 또는 구조용 형강)의 전체 단면적, mm^2
 A_1 : 재하면적
 A_2 : 상부의 재하면적으로부터 수직 1, 수평 2의 비율로 측면 경사를 취하여, 받침부 내부에 완전히 포함된 가장 큰 피라미드, 원뿔 또는 경사진 켜기모양의 하부 면적, 4.7(1) 참조
 b : 부재의 압축면의 유효폭, mm
 b_w : 부재의 복부 폭, mm
 c : 압축연단에서 중립축까지 거리, mm
 c_c : 피복 두께, mm
 C_m : 실제 휨모멘트도를 등가 균일 분포 휨모멘트도로 치환하는데 관련된 계수
 d : 유효깊이, mm
 $e_{\min}$: 최소 편심, mm. 식 (4.4-11) 참조
 E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa
 E_s : 철근의 탄성계수, MPa
 EI : 압축부재의 휨강성, 식 (4.4-7)과 식 (4.4-8) 참조
 f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa
 f_s : 철근의 응력, MPa
 f_y : 철근의 설계기준항복강도, MPa
 f_{yt} : 나선철근의 설계기준항복강도, MPa
 h : 부재의 전체 두께 또는 깊이, mm

- I : 부재 단면의 단면2차모멘트
 I_g : 철근을 무시한 콘크리트 전체 단면의 중심축에 대한 단면2차모멘트
 I_{se} : 부재 단면의 중심축에 대한 철근의 단면2차모멘트
 k : 압축부재의 유효좌굴길이 계수
 l : 골조에서 절점 중심을 기준으로 측정된 부재의 길이
 l_c : 골조에서 절점 중심을 기준으로 측정된 압축부재의 길이
 l_n : 순경간, 받침부 내면 사이의 거리
 l_u : 압축부재의 비지지 길이
 M_c : 횡구속 골조의 압축부재 설계용 확대계수휨모멘트
 M_s : 횡변위를 일으키는 하중에 의한 휨모멘트
 M_u : 단면의 계수휨모멘트
 M_1 : 압축부재의 단부 계수휨모멘트 중 작은 값: 단일 곡률로 휨 경우에는 양(+), 이중 곡률로 휨 경우에는 음(-)의 부호를 가짐.
 M_{1ns} : M_1 이 작용하는 단부에서 횡변위를 일으키지 않는 하중에 대하여 1차 탄성 골조 해석으로 계산된 압축부재의 단부 계수휨모멘트
 M_{1s} : M_1 이 작용하는 단부에서 횡변위를 일으키는 하중에 대하여 1차 탄성 골조 해석으로 계산된 압축부재의 단부 계수휨모멘트
 M_2 : 압축부재의 단부 계수휨모멘트 중 큰 값: 항상 양(+)의 부호를 가짐
 $M_{2,min}$: M_2 의 최솟값
 M_{2ns} : M_2 가 작용하는 단부에서 횡변위를 일으키지 않는 하중에 대하여 1차 탄성 골조 해석으로 계산된 압축부재의 단부 계수휨모멘트
 M_{2s} : M_2 가 작용하는 단부에서 횡변위를 일으키는 하중에 대하여 1차 탄성 골조 해석으로 계산된 압축부재의 단부 계수휨모멘트
 P_b : 균형변형률 상태에서 공칭축강도, 4.1.2(2) 참조
 P_c : 임계하중 또는 좌굴하중, 식 (4.4-6) 참조
 P_n : 주어진 편심에 대한 공칭축강도
 P_o : 편심이 없는 상태에 대한 공칭축강도
 P_u : 주어진 편심에서 계수축력
 Q : 1개 층의 안정성 지수, 식 (4.4-3) 참조
 r : 압축부재의 단면회전반지름
 s : 철근의 중심 간격, mm
 V_u : 1개 층의 수평 계수전단력
 β_1 : 등가직사각형 응력블록과 관계된 계수, 4.1.1(7)③ 참조
 β_{dns} : 횡구속 골조에서 각각의 하중조합으로 계산된 최대 계수축력에 대한 최대 계수지속축력의 비
 β_{ds} : 비횡구속 골조에서 1개 층 전체의 최대 계수전단력에 대한 최대 계수지속전단력의 비

- δ_{ns} : 압축부재 양단 사이의 부재 곡률의 영향을 반영하기 위한 계수로서, 횡구속골조에 대한 휨모멘트 확대계수
- δ_s : 횡방향 하중과 연직하중에 의한 횡방향 이동을 반영하기 위한 계수로서, 비횡구속골조에 대한 휨모멘트 확대계수
- Δ_o : V_u 에 의하여 한 층의 상부와 하부 사이에 생기는 상대적인 횡변위로서, 1차 탄성 골조해석과 4.4.2(1)에서 규정된 강성으로 계산된 값
- ε_t : 최외단 인장철근 또는 최외단 긴장재의 순인장변형률
- κ_{cr} : 철근 간격을 통한 균열 검증에서 철근의 노출 조건을 고려한 계수
- ρ_s : 나선철근의 바깥선으로 계산한 나선철근 압축부재 심부의 전체 체적에 대한 나선철근 체적의 비
- ϕ : 강도감소계수

1.3 용어정의

KDS 14 20 01(1.3)에 따른다.

2. 조사 및 계획

내용 없음

3. 재료

KDS 14 20 01(3)에 따른다.

4. 설계

4.1 설계 일반

4.1.1 설계 가정

- (1) 휨모멘트와 축력을 받는 부재의 강도설계는 다음 (2)부터 (7)까지에 규정된 가정에 따라야 하며, 힘의 평형조건과 변형률 적합조건을 만족시켜야 한다.
- (2) 철근과 콘크리트의 변형률은 중립축부터 거리에 비례하는 것으로 가정할 수 있다. 그러나 4.2.4에 규정된 깊은보는 비선형 변형률 분포를 고려하여야 한다. 깊은보의 설계에서 비선형 변형률 분포를 고려하는 대신 스트럿-타이 모델을 적용할 수도 있다.(4.2.4, KDS 14 20 22(4.7.1), KDS 14 20 24 참조)
- (3) 휨모멘트 또는 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 부재의 콘크리트 압축연단의 극한변형률은 0.003으로 가정한다.

- (4) 철근의 응력이 설계기준항복강도 f_y 이하일 때 철근의 응력은 그 변형률에 E_s 를 곱한 값으로 하고, 철근의 변형률이 f_y 에 대응하는 변형률보다 큰 경우 철근의 응력은 변형률에 관계없이 f_y 로 하여야 한다.
- (5) 콘크리트의 인장강도는 KDS 14 20 60(4.2.1)의 규정에 해당하는 경우를 제외하고는 철근콘크리트 부재 단면의 축강도와 휨강도 계산에서 무시할 수 있다.
- (6) 콘크리트 압축응력의 분포와 콘크리트변형률 사이의 관계는 직사각형, 사다리꼴, 포물선형 또는 강도의 예측에서 광범위한 실험의 결과와 실질적으로 일치하는 어떤 형상으로도 가정할 수 있다.
- (7) 상기 (6)의 규정은 다음에 정의되는 등가직사각형 응력블록으로 나타낼 수 있다.
 - ① 단면의 가장자리와 최대 압축변형률이 일어나는 연단부터 $a = \beta_1 c$ 거리에 있고 중립축과 평행한 직선에 의해 이루어지는 등가압축영역에 $0.85 f_{ck}$ 인 콘크리트 응력이 등분포하는 것으로 가정한다.
 - ② 최대 변형률이 발생하는 압축연단에서 중립축까지 거리 c 는 중립축에 대해 직각방향으로 측정한 것으로 한다.
 - ③ 계수 β_1 은 콘크리트 강도가 28 MPa 이하인 경우는 0.85로 한다. 콘크리트 강도가 28 MPa를 초과할 경우, 28 MPa를 초과하는 매 1 MPa의 강도에 대하여 β_1 의 값을 0.007씩 감소시킨다. 그러나 그 값은 0.65보다 작지 않게 한다.

4.1.2 일반 원칙

- (1) 휨모멘트나 축력 또는 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 단면의 설계는 4.1.1의 가정에서 사용된 힘의 평형조건과 변형률의 적합조건에 기초하여야 한다.
- (2) 인장철근이 설계기준항복강도 f_y 에 대응하는 변형률에 도달하고 동시에 압축 콘크리트가 가정된 극한변형률인 0.003에 도달할 때, 그 단면이 균형변형률 상태에 있다고 본다.
- (3) 압축연단 콘크리트가 가정된 극한변형률인 0.003에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_t 가 압축지배변형률 한계 이하인 단면을 압축지배단면이라고 한다. 압축지배변형률 한계는 균형변형률 상태에서 인장철근의 순인장변형률과 같다. 프리스트레스트콘크리트의 경우에는 최외단 긴장재의 순인장변형률을 기준으로 하며 압축지배변형률 한계는 0.002로 한다.
- (4) 압축연단 콘크리트가 가정된 극한변형률인 0.003에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률 ϵ_t 가 0.005의 인장지배변형률 한계 이상인 단면을 인장지배단면이라고 한다. 다만 철근의 항복강도가 400 MPa을 초과하는 경우에는 인장지배변형률 한계를 철근 항복변형률의 2.5배로 한다. 순인장변형률 ϵ_t 가 압축지배변형률 한계와 인장지배변형률 한계 사이인 단면은 변화구간단면이라고 한다.
- (5) 프리스트레스트를 가하지 않은 휨부재는 공칭강도 상태에서 순인장변형률 ϵ_t 가 휨부재의 최소 허용변형률 이상이어야 한다. 휨부재의 최소 허용변형률은 철근의 항복강도가 400 MPa 이하인 경우 0.004로 하며, 철근의 항복강도가 400 MPa을 초과하는 경우

철근 항복변형률의 2배로 한다. 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 철근콘크리트 부재로서 계수축력이 $0.10f_{ck}A_g$ 보다 작은 경우는 축력의 영향을 무시하고 휨부재로 취급하여 휨강도를 계산할 수 있다.

(6) 휨부재의 강도를 증가시키기 위하여 추가 인장철근과 이에 대응하는 압축철근을 사용할 수 있다.

(7) 압축부재의 설계축강도 ϕP_n 은 다음 값을 초과하지 않도록 하여야 한다.

① KDS 14 20 50(4.4.2(2))의 규정에 따른 나선철근을 갖고 있는 프리스트레스를 가하지 않은 부재의 경우 다음 식 (4.1-1)에 따라야 한다.

$$\phi P_{n(\max)} = 0.85\phi[0.85f_{ck}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad (4.1-1)$$

② KDS 14 20 50(4.4.2(3))의 규정에 따른 띠철근을 가진 프리스트레스를 가하지 않은 부재의 경우 다음 식 (4.1-2)에 따라야 한다.

$$\phi P_{n(\max)} = 0.80\phi[0.85f_{ck}(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \quad (4.1-2)$$

③ 프리스트레스콘크리트 부재의 설계축강도 ϕP_n 은 편심이 없는 경우의 설계축강도 ϕP_o 에 대해서 나선철근부재는 0.85배, 띠철근부재는 0.80배를 초과하지 않아야 한다.

(8) 압축력을 받는 부재는 그 축력에 의해 수반될 수 있는 최대 휨모멘트에 대해 설계되어야 한다. 주어진 편심에서 계수축력 P_u 는 상기 (7)의 값을 초과하지 않아야 한다. 그리고 최대 계수휨모멘트 M_u 는 4.4의 규정에 따른 장주효과를 고려하여 증대되어야 한다.

4.2 휨부재 설계의 제한 사항

4.2.1 휨부재의 횡지지 간격

- (1) 보의 횡지지 간격은 압축 플랜지 또는 압축면의 최소 폭의 50배를 초과하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 하중의 횡방향 편심의 영향은 횡지지 간격을 결정할 때 고려되어야 한다.

4.2.2 휨부재의 최소 철근량

- (1) 해석에 의하여 인장철근 보강이 요구되는 휨부재의 모든 단면에 대하여 다음 (2)부터 (4)에 규정된 내용을 제외하고는 철근의 단면적 A_s 는 아래 식 (4.2-1)과 식 (4.2-2)에 의해 계산된 값 중에서 큰 값 이상으로 하여야 한다.

$$A_{s,\min} = \frac{0.25\sqrt{f_{ck}}}{f_y} b_w d \quad (4.2-1)$$

$$A_{s,\min} = \frac{1.4}{f_y} b_w d \quad (4.2-2)$$

- (2) 플랜지가 인장 상태인 정정구조물에 대하여 철근의 단면적 $A_{s,min}$ 은 위의 식 (4.2-1)과 식 (4.2-2)에서 b_w 에 플랜지의 유효폭 b 와 $2b_w$ 중 작은 값을 대입하여 계산되는 철근 단면적 이상으로 하여야 한다.
- (3) 부재의 모든 단면에서 해석에 의해 필요한 철근량보다 1/3 이상 인장철근이 더 배치되는 경우는 상기 (1)과 (2)의 규정을 적용하지 않을 수 있다.
- (4) 두께가 균일한 구조용 슬래브와 기초판에 대하여 경간방향으로 보강되는 휨철근의 단면적은 KDS 14 20 50(4.6)에 규정한 값 이상이어야 한다. 철근의 최대 간격은 슬래브 또는 기초판 두께의 3배와 450 mm 중 작은 값을 초과하지 않도록 하여야 한다.

4.2.3 보 및 1방향 슬래브의 휨철근 배치

- (1) 보 또는 한 방향으로만 휨응력을 저항하도록 철근이 배치된 1방향 슬래브는 휨균열을 제어하기 위하여 휨철근의 배치에 대한 이 4.2.3의 규정을 따라야 한다.
- (2) 2방향 슬래브의 휨철근 배치는 KDS 14 20 70(4.1.5)의 규정을 따라야 한다.
- (3) 휨인장철근은 다음 (4)에 규정된 바에 따라 부재 단면의 최대 휨인장영역 내에 배치되어야 한다.
- (4) 콘크리트 인장연단에 가장 가까이에 배치되는 철근의 중심 간격 s 는 식 (4.2-3)과 식 (4.2-4)에 의해 계산된 값 중에서 작은 값 이하로 하여야 한다. KDS 14 20 30(부록)에 따라 균열을 검증하는 경우에는 이 규정을 따르지 않을 수 있다.

$$s = 375 \left(\frac{\kappa_{cr}}{f_s} \right) - 2.5c_c \quad (4.2.3)$$

$$s = 300 \left(\frac{\kappa_{cr}}{f_s} \right) \quad (4.2.4)$$

여기서, κ_{cr} 은 KDS 14 20 30(부록)에 정의된 건조환경에 노출되는 경우에는 280이고, 그 외의 환경에 노출되는 경우에는 210이다. c_c 는 인장철근이나 긴장재의 표면과 콘크리트 표면 사이의 최소 두께이다. 철근이 하나만 배치된 경우에는 인장연단의 폭을 s 로 하며, f_s 는 사용하중 상태에서 인장연단에서 가장 가까이에 위치한 철근의 응력이다. 다만, 간단한 방법으로 균열을 검증하고자 할 때는 f_s 는 f_y 의 2/3를 근사적으로 사용할 수 있다.

- (5) T형보의 플랜지가 인장을 받는 경우에는 휨인장철근을 KDS 14 20 10(4.10)에서 정의된 유효플랜지폭이나 경간의 1/10의 폭 중에서 작은 폭에 걸쳐서 분포시켜야 한다. 만일 유효플랜지폭이 경간의 1/10을 넘는 경우에는 종방향 철근을 플랜지 바깥부분에 추가로 배치하여야 한다.
- (6) 보나 장선의 깊이 h 가 900 mm를 초과하면, 종방향 표피철근을 인장연단부터 $h/2$ 지점까지 부재 양쪽 측면을 따라 균일하게 배치하여야 한다. 이때 표피철근의 간격 s 는 상기 (4)에 따라 결정하며, 여기서 c_c 는 표피철근의 표면에서 부재 측면까지 최단 거리이다. 개개의 철근이나 철망의 응력을 결정하기 위하여 변형률 적합조건에 따라 해석을 하는 경우, 이러한 철근은 강도계산에 포함될 수 있다.

4.2.4 깊은보의 설계

- (1) 깊은보는 한쪽 면이 하중을 받고 반대쪽 면이 지지되어 하중과 받침부 사이에 압축대가 형성되는 구조요소로서, 다음의 ① 또는 ②에 해당하는 부재이다. 깊은보는 비선형 변형을 분포를 고려하여 설계하거나 KDS 14 20 24에 따라 설계하여야 하며, 횡좌굴을 고려하여야 한다.(KDS 14 20 22(4.7.1), KDS 14 20 52(4.4.1(5))참조)
 - ① 순경간 l_n 이 부재 깊이의 4배 이하인 부재
 - ② 받침부 내면에서 부재 깊이의 2배 이하인 위치에 집중하중이 작용하는 경우는 집중하중과 받침부 사이의 구간
- (2) 깊은보의 전단강도는 KDS 14 20 22(4.7)에 따라 계산하여야 한다.
- (3) 최소 휨인장철근량은 4.2.2에 따라야 한다.
- (4) 깊은보의 양 측면의 수평 및 수직철근은 KDS 14 20 22(4.7.2(1)과 (2))의 요구 조건이나 KDS 14 20 24(4.2.3)의 요구 조건을 만족하도록 하여야 한다.

4.3 압축부재 설계의 제한 사항

4.3.1 압축부재의 설계단면치수

- (1) 둘 이상의 맞물린 나선철근을 가진 독립 압축부재의 유효단면의 한계는 나선철근의 최외측에서 KDS 14 20 50(4.3)에서 요구되는 콘크리트 최소 피복 두께에 해당하는 거리를 더하여 취하여야 한다.
- (2) 콘크리트 벽체나 교각구조와 일체로 시공되는 나선철근 또는 띠철근 압축부재의 유효단면의 한계는 나선철근이나 띠철근 외측에서 40 mm보다 크지 않게 취하여야 한다.
- (3) 정사각형, 8각형 또는 다른 형상의 단면을 가진 압축부재 설계에서 전체 단면적을 사용하는 대신에 실제 형상의 최소 치수에 해당하는 지름을 가진 원형단면을 사용할 수 있다. 이 경우 고려되는 부재의 전체 단면적, 요구되는 철근비 및 설계강도는 위의 원형단면을 기준으로 하여야 한다.
- (4) 하중에 의해 요구되는 단면보다 큰 단면으로 설계된 압축부재의 경우, 감소된 유효단면적을 사용하여 최소 철근량과 설계강도를 결정할 수 있다. 이때 감소된 유효단면적은 전체 단면적의 1/2 이상이어야 한다.

4.3.2 압축부재의 철근량 제한

- (1) 비합성 압축부재의 축방향 주철근 단면적은 전체 단면적 A_g 의 0.01배 이상, 0.08배 이하로 하여야 한다. 축방향 주철근이 겹침이음되는 경우의 철근비는 0.04를 초과하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 압축부재의 축방향 주철근의 최소 개수는 사각형이나 원형 띠철근으로 둘러싸인 경우 4개, 삼각형 띠철근으로 둘러싸인 경우 3개, 상기 (3)에 규정하는 나선철근으로 둘러싸인 철근의 경우 6개로 하여야 한다.
- (3) 나선철근비 ρ_s 는 다음 값 이상으로 하여야 한다.

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_{ck}}{f_{yt}} \quad (4.3-1)$$

여기서, 나선철근의 설계기준항복강도 f_{yt} 는 700 MPa 이하로 하여야 하며, 400 MPa를 초과하는 경우에는 KDS 14 20 50(4.4.2(2))에 따른 겹침이음을 할 수 없다.

4.4 압축부재의 장주설계

4.4.1 압축부재의 장주효과

(1) 다음의 조건을 만족하는 경우에는 압축부재의 장주효과를 무시할 수 있다.

① 비횡구속 골조의 압축부재의 경우,

$$\frac{kl_u}{r} \leq 22 \quad (4.4-1)$$

② 횡구속 골조의 압축부재의 경우,

$$\frac{kl_u}{r} \leq 34 - 12(M_1/M_2) \quad (4.4-2)$$

여기서, M_1/M_2 의 값은 기둥이 단일 곡률일 때 양(+)으로 이중 곡률일 때 음(-)으로 취하며, $[34 - 12(M_1/M_2)]$ 는 40을 초과할 수 없다.

(2) 횡변위에 저항하는 구조요소 중 기둥을 제외한 구조요소의 전체 총 강성이 해당 층에 있는 기둥 전체 강성의 12배보다 큰 골조는 횡구속 골조로 간주할 수 있다.

(3) 압축부재의 비지지길이는 다음에 따라 구할 수 있다.

① 압축부재의 비지지길이 l_u 는 바닥슬래브, 보, 기타 고려하는 방향으로 횡지지할 수 있는 부재들 사이의 순길이를 취하여야 한다.

② 기둥머리나 헌치가 있는 경우의 비지지길이는 검토하고자 하는 면에 있는 기둥머리나 헌치의 최하단까지 측정된 거리로 하여야 한다.

(4) 회전반지름 r 은 직사각형 압축부재의 경우 좌굴안정성이 고려되는 방향의 단면치수의 0.3배, 원형 압축부재의 경우 지름의 0.25배로 사용할 수 있다. 그 이외의 형상에 대한 회전반지름 r 은 콘크리트 전체 단면적에 대하여 계산할 수 있다.

4.4.2 확대휨모멘트에 대한 일반 사항

(1) 4.4.1(1)에 따라 장주효과를 무시할 수 없는 경우에는 4.4.3이나 4.4.4 또는 4.4.5에 의한 2차 해석으로 구한 계수축력과 계수휨모멘트에 대하여 압축부재, 구속 보, 기타 지지부재를 설계하여야 한다.

(2) 압축부재, 구속 보, 기타 지지부재는 2차 해석에 의한 총 휨모멘트가 탄성 1차 해석에 의한 휨모멘트의 1.4배를 초과하지 않도록 설계하여야 한다.

(3) 장주효과에 의한 압축부재의 휨모멘트 증대는 압축부재 단부 사이의 모든 위치에서 고려하여야 한다. 이 효과는 4.4.6에 따라 구할 수 있다.

- (4) 두 주축에 대해 휨모멘트를 받고 있는 압축부재에 있어서 각 축에 대한 휨모멘트는 해당 축의 구속조건을 기초로 하여 각각 증대시켜야 한다.

4.4.3 비선형 2차 해석

- (1) 비선형 2차 해석은 재료의 비선형성, 균열, 부재곡률, 횡방향 변위, 재하기간, 건조수축과 크리프, 지지 기초와의 상호작용 등의 영향을 고려하여야 한다.
- (2) 장주효과에 대한 비선형 2차 해석은 부정정 콘크리트 구조물의 기둥에 대한 강도실험 결과와 유사한 결과를 예측하는 해석 방법을 사용하여야 한다.

4.4.4 탄성 2차 해석

- (1) 탄성 2차 해석은 축력의 영향, 부재 길이에 걸쳐있는 균열 구역, 하중지속효과 등을 고려하여 계산된 부재의 단면 특성을 사용하여야 한다.
- (2) 탄성 2차 해석을 위한 구조물 부재의 단면 특성으로 다음 값을 사용할 수 있다.
- ① 탄성계수 E_c (KDS 14 20 10(4.3(1) 참조)
 - ② 단면2차모멘트:

기둥	$0.70I_g$
비균열 벽체	$0.70I_g$
균열 벽체	$0.35I_g$
보	$0.35I_g$
플랫 플레이트 및 플랫 슬래브	$0.25I_g$
 - ③ 단면적 $1.0A_g$
- (3) 횡방향 지속하중이 작용할 경우에는 상기 (2)로 구한 압축부재의 단면2차모멘트를 $(1 + \beta_{ds})$ 로 나누어야 한다. β_{ds} 는 1개 층 전체의 최대 계수전단력에 대한 최대 계수지속전단력의 비로서 1.0 이하의 값을 사용하여야 한다.

4.4.5 휨모멘트 확대 일반 사항

- (1) 구조물의 기둥과 층은 다음 (2) 또는 (3)에 따라 횡구속의 경우와 비횡구속의 경우로 구분되어야 하며, 횡구속 골조나 층의 기둥설계는 4.4.6에 따라야 하고, 비횡구속 골조나 층의 기둥의 설계는 4.4.7에 따라야 한다.
- (2) 2차 해석에 의한 기둥 단부 휨모멘트의 증가량이 탄성 1차 해석에 의한 단부 휨모멘트의 5%를 초과하지 않는 경우에 이 구조물의 기둥은 횡구속 구조물로 가정할 수 있다.
- (3) 식 (4.4-3)의 층 안정성 지수가 0.05 이하일 경우 해당 구조물 층은 횡구속 구조물로 가정할 수 있다.

$$Q = \frac{\Delta_o \Sigma P_u}{V_u l_c} \quad (4.4-3)$$

여기서, ΣP_u 와 V_u 는 각각 해당 층의 전체 수직 축력과 층전단력이다. 그리고 Δ_o 는 V_u 로 인한 해당 층의 상단과 하단 사이의 탄성 1차 해석에 의한 상대변위이다.

4.4.6 횡구속 골조 압축부재의 확대휨모멘트

- (1) 횡구속 골조의 압축부재는 계수축력 P_u 와 부재의 곡률 영향을 고려하여 구한 확대계수휨모멘트 M_c 에 대하여 설계하여야 한다.

$$M_c = \delta_{ns} M_2 \quad (4.4-4)$$

여기서,

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1.0 \quad (4.4-5)$$

- (2) 식 (4.4-5)에서 P_c 는 식 (4.4-6)에 따라 계산할 수 있다.

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kl_u)^2} \quad (4.4-6)$$

- (3) 식 (4.4-6)의 EI 는 식 (4.4-7) 또는 식 (4.4-8)에 따라 계산할 수 있다.

$$EI = \frac{(0.2E_c I_g + E_s I_{se})}{1 + \beta_{dns}} \quad (4.4-7)$$

$$EI = \frac{0.4E_c I_g}{1 + \beta_{dns}} \quad (4.4-8)$$

- (4) 하중지속효과를 고려하는 β_{dns} 는 각각의 하중조합에서 축방향 계수지속하중을 최대 축방향 계수하중으로 나눈 값으로, 1.0 이하의 값을 사용하여야 한다.
 (5) 유효길이계수 k 는 1.0을 사용할 수 있다.
 (6) 식 (4.4-5)에서 기둥의 양단 사이에 횡방향 하중이 작용하지 않는 부재에 대한 C_m 은 다음 값을 사용하여야 한다.

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \quad (4.4-9)$$

여기서, M_1/M_2 는 기둥이 단일 곡률로 변형될 때는 양(+)의 값을 취하고, 기둥의 양단 사이에 횡하중이 있는 경우에는 C_m 을 1.0으로 취하여야 한다.

- (7) 식 (4.4-4)의 계수휨모멘트 M_2 는 각 주축에 대하여 다음 값 이상으로 하여야 한다.

$$M_{2,min} = P_u e_{min} \quad (4.4-10)$$

$$e_{min} = 15 + 0.03h \quad (4.4-11)$$

여기서, 15와 h 는 mm단위이다. 그러나 $M_{2,min}$ 이 M_2 보다 큰 부재에 대해서 식 (4.4-9)의 C_m 값은 1.0으로 취하거나 계산된 단부 휨모멘트 M_1 과 M_2 의 비를 이용하여 구하여야 한다.

4.4.7 비횡구속 골조 압축부재의 확대휨모멘트

- (1) 비횡구속 골조 압축부재의 양단 휨모멘트 M_1 과 M_2 는 다음과 같이 계산하는 확대휨모멘트 M_2 와 계수축력 P_u 에 의해 설계하여야 한다.

$$M_1 = M_{1ns} + \delta_s M_{1s} \quad (4.4-12)$$

$$M_2 = M_{2ns} + \delta_s M_{2s}$$

여기서, 비횡구속 골조의 모멘트확대계수 δ_s 는 다음 (2) 또는 (3)에 따라 계산하여야 한다.

- (2) 비횡구속 골조의 모멘트확대계수 δ_s 는 식 (4.4-13)에 따라 계산하여야 한다.

$$\delta_s = \frac{1}{1-Q} \geq 1 \quad (4.4-13)$$

만일 이 방법으로 계산된 δ_s 가 1.5를 초과하면, δ_s 는 탄성 2차 해석 또는 다음 (3)에 따라 계산하여야 한다.

- (3) δ_s 는 다음의 방법으로도 구할 수 있다.

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{0.75 \sum P_c}} \geq 1 \quad (4.4-14)$$

여기서, $\sum P_u$ 는 한 층의 모든 연직계수축력의 합이고, $\sum P_c$ 는 횡방향 변위에 저항하는 모든 기둥의 임계축력 P_c 의 합이다. P_c 는 다음 (4)의 k 와 4.4.6(3)의 EI 를 사용하여 식 (4.4-6)에 의해 계산하지만, 4.4.6(3)의 EI 계산식에서 계수축력에 의한 β_{dns} 대신 계수전단력에 의한 β_{ds} 를 사용하여야 한다.

- (4) 비횡구속 골조의 압축부재에 대한 유효길이계수 k 는 4.4.4의 E_c 와 I 값을 사용하여 결정하며, 이 값은 1.0 이상이어야 한다.
 (5) 비횡구속 골조 접합부의 휨부재는 압축부재의 확대된 단부 계수휨모멘트에 대하여 설계되어야 한다.

4.5 2축 휨을 받는 압축부재

- (1) 두 축방향의 횡하중, 인접 경간의 하중 불균형 등으로 인하여 압축부재에 2축 휨모멘트가 작용되는 경우에는 2축 휨을 받는 압축부재로 설계하여야 한다.
 (2) 압축부재 단면의 편심거리는 소성 중심부터 축력 작용점까지 거리로 취하여야 한다.
 (3) 2축 휨을 받는 압축부재의 설계에 있어서, 원칙적으로 계수축력과 두 축에 대한 휨모멘트의 계수합휨모멘트를 구한 후 축력과 휨모멘트의 평형조건과 변형률의 적합조건을 이용하여 압축부재를 설계하되, 광범위한 연구 및 실험에 의해 적용성이 입증된 근사해법에 의하여 설계할 수도 있다.

4.6 슬래브 구조를 지지하는 압축부재

4.6.1 슬래브를 지지하는 압축부재

KDS 14 20 70(1.1)의 규정에 따르는 슬래브 구조를 지지하는 모든 축력을 받는 부재는 이 기준의 규정과 KDS 14 20 70의 요구 사항에 맞도록 설계되어야 한다.

4.6.2 바닥판 구조를 통한 기둥하중의 전달

- (1) 기둥 콘크리트의 설계기준압축강도가 바닥판 구조에 사용된 콘크리트 강도의 1.4배를 초과하는 경우, 바닥판 구조를 통한 하중의 전달은 다음의 (2)에서 (4)까지 방법 중 한 가지에 의해 이루어져야 한다. 그러나 1.4배 이하인 경우는 특별한 조치를 취할 필요가 없다.
- (2) 기둥 주변의 바닥판은 기둥과 동일한 강도를 가진 콘크리트로 시공하여야 한다. 기둥 콘크리트의 윗면은 기둥면에서 슬래브 내로 600 mm 정도 확대하고, 기둥 콘크리트와 바닥판 콘크리트가 일체화되도록 기둥 콘크리트가 굳지 않은 상태에서 바닥판 콘크리트를 시공하여야 한다.
- (3) 바닥판 구조를 통과하는 기둥의 강도는 소요 연직 다월철근과 나선철근을 가진 콘크리트 강도의 하한값을 기준으로 하여야 한다.
- (4) 깊이가 거의 같은 보나 슬래브로 네 면이 횡방향으로 구속된 기둥의 접합부 강도는 기둥 콘크리트 강도의 75%와 바닥판 콘크리트 강도의 35%를 합한 콘크리트의 강도로 가정하여 계산할 수 있다. 여기서, 기둥의 콘크리트 강도는 바닥판 콘크리트 강도의 2.5배를 초과할 수 없다.

4.7 지압강도

- (1) 콘크리트의 설계지압강도는 $\phi(0.85f_{ck}A_1)$ 을 초과할 수 없다. 그러나 지지표면이 재하 면보다 모든 측면에서 큰 경우, 재하면의 설계지압강도는 $\phi(0.85f_{ck}\sqrt{A_2/A_1})A_1$ 까지 증가시킬 수 있다. 다만, $\sqrt{A_2/A_1}$ 값은 2 이하로 하여야 한다.
- (2) 4.7의 규정은 포스트텐서닝 정착부에는 적용할 수 없다.

집필위원

성명	소속	성명	소속
엄태성	단국대학교	이도형	배재대학교
최창식	한양대학교	이재훈	영남대학교
홍건호	호서대학교	조재열	서울대학교

자문위원

성명	소속	성명	소속
김종호	창민우건설턴트	김 우	전남대학교
김진근	한국과학기술원	박흥기	태조엔지니어링
오명석	서영엔지니어링	변윤주	수성엔지니어링
전봉수	전우구조	신현목	성균관대학교
정 란	단국대학교	정영수	중앙대학교
정하선	전)콘크리트학회공학연구소장	한록희	효명엔지니어링
최완철	송실대학교		

건설기준위원회

성명	소속	성명	소속
구찬모	한국토지주택공사	이재훈	영남대학교
김태진	(주)창민우구조건설턴트	이태현	한국도로공사
박동욱	서울시	장종진	한국토지주택공사
백인열	가천대학교	최용규	경성대학교
서석구	(주)서영엔지니어링	최정환	한국철도시설공단

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
구자흠	삼영엠텍(주)	이근하	(주)포스코엔지니어링
김현길	(주)정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	(주)다음기술단

국토교통부

성명	소속	성명	소속
정선우	국토교통부 기술기준과	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

설계기준

KDS 14 20 20 : 2016

콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

관련단체 한국콘크리트학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22 한국과학기술회관 신관 1009호
Tel : 02-568-5985 E-mail : kci@kci.or.kr
<http://www.kci.or.kr>

작성기관 한국콘크리트학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22 한국과학기술회관 신관 1009호
Tel : 02-568-5985 E-mail : kci@kci.or.kr
<http://www.kci.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>