



산수허브

SANSU HUB

산수허브 콘크리트구조설계 실무

제 4 편

슬래브와 기초판의 설계

강도설계법(KDS 14 20 70) · 한계상태설계법(KDS 24 14 21)

예제 RC-S (1방향 슬래브) · RC-F (독립확대기초)

산수허브 SansuHub

토목구조물의 설계 · 건설기술 개발

2026년 6월

개정 이력 · Revision History

이 교재는 「산수허브 콘크리트구조설계 실무」 시리즈로서 아래 연혁에 따라 제·개정됩니다.

판 (차수)	주요 내용	발행 연월
초판 (제정)	최초 발행 — KDS 14 · KDS 24 설계기준 반영	2026. 6

적용 주요 설계기준

기준 번호	기준명
KDS 14 20 70	콘크리트 슬래브와 기초판 설계기준
KDS 14 20 22	콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준
KDS 24 14 21	콘크리트교 설계기준(한계상태설계법)
KDS 24 12 11	교량 설계하중조합(한계상태설계법)
국토교통부 고시2024-846호	무량판 슬래브 뚫림전단 보강기준

※ 표기된 기준은 발행 시점의 최신 개정판을 적용하며, 실제 설계 시 최신 개정 내용을 반드시 확인한다.

머리말

이 책은 철근콘크리트 슬래브와 기초판의 설계를 처음 배우는 사람도 차근차근 따라올 수 있도록 만든 설계실무 교재입니다. 슬래브와 기초판은 힘뿐 아니라 두 종류의 전단(보 전단과 뿔침전단)을 함께 검토해야 하므로, 각 검토가 ‘왜·어디서·어떻게’ 이루어지는지를 그림과 함께 이해하는 데 초점을 맞추었습니다.

제1장에서 슬래브·기초판의 거동과 세 가지 검토(힘·1방향전단·2방향전단)를 익힌 뒤, 제2장에서는 강도설계법(KDS 14 20 70·14 20 22)으로 1방향 슬래브와 독립확대기초를 설계합니다. 제3장에서는 같은 부재를 한계상태설계법(KDS 24 14 21)으로 검토하여 두 방법을 비교하고, 제4장에서 종합 비교와 2방향 슬래브·뿔침전단 보강을 보충으로 다룹니다.

설계기준의 구체적인 조항을 사용할 때에는 해당 문단 아래 오른쪽에 [근거] 로 기준·조항 번호를 표기하였습니다. 예제는 단계별로 산식을 한 줄씩 적어 손으로 따라 계산하기 쉽게 구성하였습니다.

목차

제1장 슬래브와 기초판의 기초 개념

1.1 슬래브: 1방향과 2방향

슬래브는 바닥이나 지붕을 이루는 납작한 판 모양의 철근콘크리트 부재로, 하중을 넓은 면적으로 받아 보·기둥·벽체로 전달합니다. 하중이 전달되는 방향에 따라 1방향 슬래브와 2방향 슬래브로 나뉩니다. 긴 변의 길이가 짧은 변의 2배를 넘으면(장변/단변 > 2) 1방향 슬래브로 보고, 그 이하이면 2방향 슬래브로 봅니다.

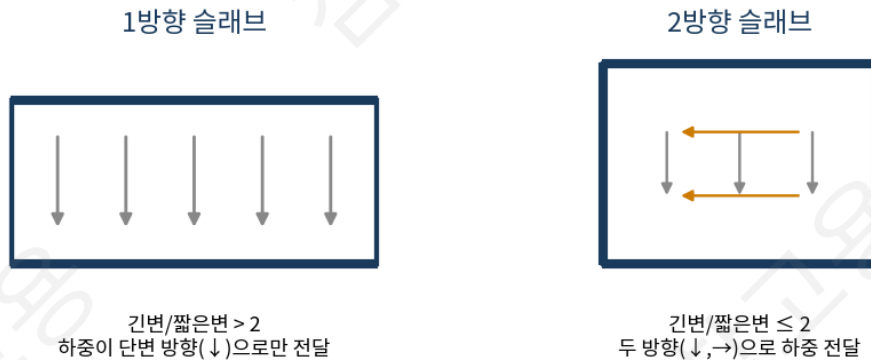


그림 1-1. 1방향 슬래브와 2방향 슬래브의 하중 전달

1.2 기초판: 종류와 거동

기초판은 기둥이나 벽체의 하중을 지반(또는 말뚝)에 안전하게 전달하는 넓적한 콘크리트 판입니다. 지지 조건에 따라 독립기초(기둥 1개), 복합기초(기둥 2개 이상), 줄기초(벽체 아래 연속), 매트(전면)기초로 나뉩니다. 기초판은 지반 반력을 아래에서 위로 받아 기둥을 향해 위로 휘는 캔틸레버처럼 거동하므로, 판 하부에 인장이 생겨 하부 철근이 필요합니다.

1.3 휨·1방향 전단·2방향(뚫림) 전단

슬래브와 기초판은 휨과 함께 두 종류의 전단을 검토하며, 셋 중 가장 불리한 것이 설계를 지배합니다. ① 휨은 최대 모멘트가 생기는 위험단면(기초판은 기둥면)에서 검토합니다. ② 1방향(보) 전단은 폭이 넓은 보처럼 가로로 잘리는 파괴로, 위험단면은 기둥·받침면에서 유효깊이 d 만큼 떨어진 위치입니다. ③ 2방향(뚫림) 전단은 기둥이 판을 원뿔 모양으로 뚫고 지나가는 3차원 파괴로, 위험단면은 기둥 둘레에서 $d/2$ 떨어진 폐합선(둘레길이 b_0)입니다. 뚫림전단은 예고 없이 갑자기 일어나는 취성파괴라 특히 중요합니다.

[근거] KDS 14 20 70 (4.1, 4.2) · KDS 14 20 22 (4.11) 2방향 전단

제2장 강도설계법에 의한 슬래브·기초판 설계 (KDS 14 20 70 · 14 20 22)

이 장에서는 강도설계법으로 1방향 슬래브의 휨설계와 독립확대기초(휨·1방향전단·2방향전단)를 설계하고, 대표예제 RC-S·RC-F로 마무리합니다.

2.1 1방향 슬래브 휨설계

1방향 슬래브는 단변 방향으로 걸친 폭 1 m 의 보로 보고, 휨설계는 보와 같은 방법으로 합니다. 주철근은 단변 방향에 배치하고, 장변 방향에는 수축·온도 균열을 막는 수축·온도철근을 배치합니다. 처짐을 따로 계산하지 않을 때에는 아래 최소 두께 이상으로 합니다(100 mm 이상).

최소 두께 — 단순지지 $l/20$, 1단 연속 $l/24$, 양단 연속 $l/28$, 캔틸레버 $l/10$

주철근 간격은 위험단면에서 슬래브 두께의 2배 이하이고 300 mm 이하, 그 밖의 단면에서는 두께의 3배 이하이고 450 mm 이하로 합니다. 수축·온도철근비는 설계기준항복강도 $f_y \leq 400$ MPa 일 때 0.0020 이상으로 합니다.

(근거) KDS 14 20 70 (4.1.1) 1방향 슬래브 · KDS 14 20 30 처짐



그림 2-1. 1방향 슬래브 단면 배근(주철근·수축온도철근)

2.2 대표예제 RC-S (1방향 슬래브, 강도설계법)

단순지지 경간 $l = 3.6$ m, 두께 $h = 180$ mm 인 1방향 슬래브에 고정하중(마감) 1.5 kN/m², 활하중 3.0 kN/m² 가 작용한다. $f_{ck} = 24$ MPa, $f_y = 400$ MPa. 폭 1 m 로 설계하라.

[1단계] 최소 두께 · 계수하중

$$h_{min} = l/20 = 3,600/20 = 180 \text{ mm} \rightarrow h = 180 \text{ mm 만족}, d = 180 - 20 - 5 = 155 \text{ mm}$$

$$w_u = 1.2 \times (0.18 \times 24 + 1.5) + 1.6 \times 3.0 = 1.2 \times 5.82 + 4.8 = 11.78 \text{ kN/m (폭 1 m)}$$

[2단계] 계수휨모멘트

$$M_u = w_u \cdot l^2/8 = 11.78 \times 3.6^2/8 = 19.1 \text{ kN} \cdot \text{m (폭 1 m)}$$

[3단계] 계산철근량

$$R_n = M_u / (\phi \cdot b \cdot d^2) = 19.1 \times 10^6 / (0.85 \times 1,000 \times 155^2) = 0.932 \text{ MPa}$$

$$\rho_{cal} = (0.85 \cdot f_{ck} / f_y) \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f_{ck})}] = 0.00239, \quad A_{s,cal} = \rho_{cal} \cdot b \cdot d = 370 \text{ mm}^2/\text{m}$$

[4단계] 최소철근 · 배근

$$A_{s,min} = 0.0020 \cdot b \cdot h = 0.0020 \times 1,000 \times 180 = 360 \text{ mm}^2/\text{m}, \quad A_s = \max(370, 360) = 370 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$D10(71.3 \text{ mm}^2) \text{ 사용} \rightarrow \text{간격}_s = 1,000 \times 71.3 / 370 = 193 \text{ mm} \rightarrow D10@190 (375 \text{ mm}^2/\text{m})$$

$$\text{최대 간격} \min(2h, 300) = 300 \text{ mm} \geq 190 \rightarrow \text{만족}$$

[5단계] 수축·온도철근 (장변 방향)

$$A_{s,t} = 0.0020 \cdot b \cdot h = 360 \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow D10@190, \quad \text{최대 간격} \min(5h, 450) = 450 \text{ mm} \rightarrow \text{만족}$$

결론: 두께 180 mm, 단변 주철근 D10@190, 장변 수축·온도철근 D10@190 으로 1방향 슬래브를 설계한다.

2.3 기초판의 휨·전단 설계

독립확대기초는 지반 순반력 $q_u = P_u / (B \cdot B)$ 를 받아 기둥을 향해 위로 휘므로, 세 가지를 검토합니다. ① 휨 (위험단면 = 기둥면) ② 1방향 전단(위험단면 = 기둥면에서 d) ③ 2방향 뚫림전단(위험단면 = 기둥 둘레에서 d/2).

$$\text{휨: } M_u = q_u \cdot B \cdot l^2 / 2, \quad l = (B - c) / 2 \quad (\text{기둥면까지 캔틸레버 길이})$$

$$1 \text{ 방향 전단: } \phi V_c = \phi \cdot (1/6) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot B \cdot d, \quad V_u = q_u \cdot B \cdot (l - d)$$

$$2 \text{ 방향 뚫림: } \phi V_c = \phi \cdot v_c \cdot b_0 \cdot d, \quad b_0 = 4(c + d), \quad \phi = 0.75$$

$$v_c = \min[(1/6)(1 + 2/\beta_c)\sqrt{f_{ck}}, (1/12)(\alpha_s \cdot d/b_0 + 2)\sqrt{f_{ck}}, (1/3)\sqrt{f_{ck}}]$$

여기서 β_c 는 기둥 장변/단변 비, α_s 는 내부기둥 40·외부기둥 30·모서리기둥 20 입니다. 위 v_c 식은 널리 쓰이는 기본 산정식이며, KDS 14 20 22:2021은 더 정밀한 개정식(식 4.11-2)을 두고, 무량판(보 없는 슬래브)은 국토교통부 고시2024-846호의 강화규정을 적용합니다.

[근거] KDS 14 20 70 (4.2) 기초판 · KDS 14 20 22 (4.11) 2방향 전단

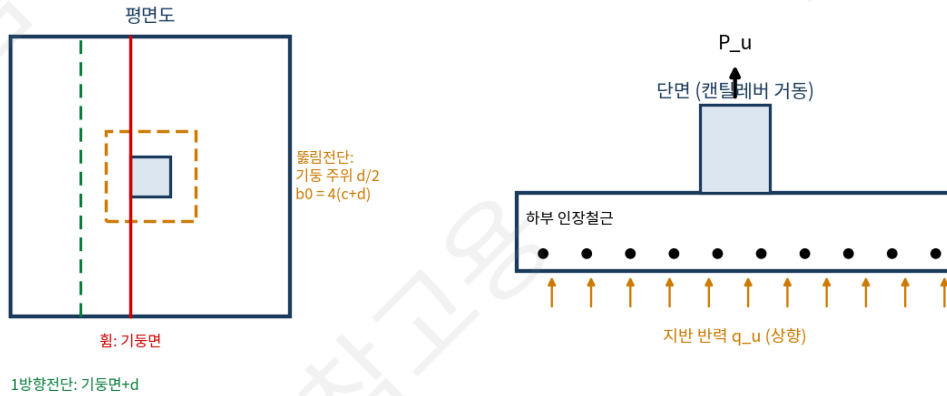


그림 2-2. 독립확대기초의 휨·1방향전단·2방향(뚫림)전단 위험단면

2.4 대표예제 RC-F (독립확대기초, 강도설계법)

기둥 단면 $400 \times 400 \text{ mm}$, 정사각형 기초판 $B = 2.8 \text{ m}$, 두께 $h = 600 \text{ mm}$ (피복 80 mm), $f_{ck} = 24 \text{ MPa}$, $f_y = 400 \text{ MPa}$ 인 독립확대기초에 계수축력 $P_u = 1,500 \text{ kN}$ 이 작용한다. 휨·1 방향전단·2 방향 (뚫림) 전단을 검토하라.

[1단계] 지반 순반력 · 유효깊이

$$q_u = P_u / B^2 = 1,500 / 2.8^2 = 191.3 \text{ kN/m}^2, \quad d = h - \text{피복} - d_b = 600 - 80 - 19 \approx 500 \text{ mm}$$

[2단계] 휨설계 (위험단면 = 기둥면)

$$l = (B - c) / 2 = (2.8 - 0.4) / 2 = 1.2 \text{ m}, \quad M_u = q_u \cdot B \cdot l^2 / 2 = 191.3 \times 2.8 \times 1.2^2 / 2 = 385.7 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (\text{전폭 } B)$$

$$R_n = M_u / (\phi \cdot B \cdot d^2) = 385.7 \times 10^6 / (0.85 \times 2,800 \times 500^2) = 0.646 \text{ MPa}, \quad A_{s, \text{cal}} = 2,302 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 0.0020 \cdot B \cdot h = 0.0020 \times 2,800 \times 600 = 3,360 \text{ mm}^2 \quad (\text{지배}) \rightarrow A_s = 3,360 \rightarrow 12\text{-}D19 \quad (3,438 \text{ mm}^2), \quad \text{간격} \approx 233 \text{ mm}$$

[3단계] 1방향 전단 (위험단면 = 기둥면 + d)

$$V_u = q_u \cdot B \cdot (l - d) = 191.3 \times 2.8 \times (1.2 - 0.5) = 375 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0.75 \times (1/6) \times \sqrt{24} \times 2,800 \times 500 = 859 \text{ kN} \geq V_u = 375 \rightarrow O.K.$$

[4단계] 2방향 뚫림전단 (위험단면 = 기둥 둘레 + d/2)

$$b_0 = 4(c + d) = 4 \times (400 + 500) = 3,600 \text{ mm}, \quad V_u = P_u - q_u \cdot (c + d)^2 = 1,500 - 191.3 \times 0.9^2 = 1,345 \text{ kN}$$

$$\beta_c = 1, \alpha_s = 40 : v_c = \min[2.45, 3.09, 1.63] = 1.63 \text{ MPa} \quad (= (1/3) \sqrt{f_{ck}} \text{ 지배})$$

$$\phi V_c = 0.75 \times 1.63 \times 3,600 \times 500 = 2,205 \text{ kN} \geq V_u = 1,345 \rightarrow O.K. \quad (SF = 1.64)$$

**결론: 2.8×2.8×0.6 m 기초판, 하부 양방향 12-D19. 휨·1방향전단·뚫림전단을 모두 만족하며
뚫림전단이 지배적이다.**

제3장 한계상태설계법에 의한 슬래브·기초판 설계 (KDS 24 14 21)

교량 설계에 쓰이는 한계상태설계법으로 같은 부재를 검토합니다. 강도설계법과의 핵심 차이를 살펴본 뒤 대표예제 RC-F2로 마무리합니다.

3.1 강도설계법과의 차이

① 하중조합: 건물용(KDS 14)이 아닌 교량 하중조합(KDS 24 12 11)을 사용합니다. ② 재료: 재료계수를 먼저 적용해 $f_{cd} = 0.85 \cdot \varphi_c \cdot f_{ck}$, $f_{yd} = \varphi_s \cdot f_{yk}$ 로 설계강도를 만든 뒤 φ 없이 검토합니다. ③ 뚫림전단 위험단면의 위치가 다릅니다 — 강도설계법(ACI 계열)은 기둥면에서 $d/2$, 한계상태설계법(EC2 계열)은 기둥면에서 $2d$ 로 훨씬 멀리 잡습니다. 위험단면 둘레가 길어 전단응력이 분산되므로 같은 부재라도 검토 결과가 달라집니다.

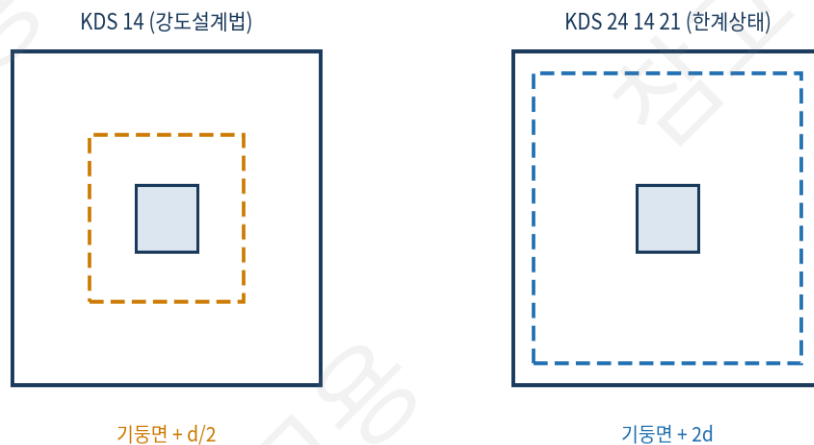


그림 3-1. 뚫림전단 위험단면 비교: KDS 14($d/2$) vs KDS 24 14 21($2d$)

[근거] KDS 24 14 21 (3.1, 3.2) 재료의 설계값 · (4.1) 뚫림전단

3.2 뚫림전단 (한계상태설계법)

한계상태설계법의 콘크리트 뚫림전단강도는 위험단면(기둥면 + $2d$)의 둘레 u_1 에 대해 다음 형태로 산정합니다(재료계수를 먼저 적용하므로 φ 를 곱하지 않습니다).

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}, \quad k = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2.0$$

$$V_{Rd,c} = v_{Rd,c} \cdot u_1 \cdot d, \quad u_1 = 2(c_x + c_y) + 2\pi \cdot (2d) \text{ (내부 기둥)}$$

여기서 ρ_l 은 두 방향 주인장철근비의 기하평균, $C_{Rd,c}$ 는 재료계수가 반영된 상수(≈ 0.12)입니다. 기초판은 위험단면 안쪽의 지반 반력을 작용 전단력에서 빼 줄 수 있습니다.

3.3 대표예제 RC-F2 (독립확대기초, 한계상태설계법)

예제/RC-F와 같은 기초판(기둥 400×400 , $2.8 \times 2.8 \times 0.6$ m, $f_{ck} = 24$, $f_{yk} = 400$)을 설계축력 $N_{Ed} = 1,500$ kN 에 대해 한계상태설계법으로 검토하라.

[1단계] 설계재료강도

$$f_{cd} = 0.85 \times 0.65 \times 24 = 13.26 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 0.90 \times 400 = 360 \text{ MPa}$$

[2단계] 휨설계 (위험단면 = 기둥면)

$$M_{Ed} = q \cdot B \cdot l^2 / 2 = 385.7 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad R_n = M_{Ed} / (B \cdot d^2) = 0.551 \text{ MPa}$$

$$\rho_{cal} = (f_{cd} / f_{yd}) \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / f_{cd}}] = 0.00156, \quad A_{s,cal} = 2,189 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{최소철근 지배, 12-D19}$$

[3단계] 뚫림전단 (위험단면 = 기둥면 + 2d)

$$u_1 = 4 \cdot c + 2\pi \cdot (2d) = 4 \times 400 + 4\pi \times 500 = 7,883 \text{ mm}, \quad k = 1 + \sqrt{(200/500)} = 1.63, \quad \rho_l \approx 0.005$$

$$v_{Rd,c} = 0.12 \times 1.63 \times (100 \times 0.005 \times 24)^{1/3} = 0.45 \text{ MPa} \quad (\geq v_{min} = 0.36)$$

$$V_{Rd,c} = v_{Rd,c} \cdot u_1 \cdot d = 0.45 \times 7,883 \times 500 = 1,768 \text{ kN}$$

$$\text{위험단면 안쪽 지반반력을 뺀 설계전단력 } V_{Ed} = N_{Ed} - q \cdot A_{in} \approx 1,500 - 938 = 562 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} \rightarrow O.K.$$

결론: 위험단면을 2d 로 잡는 한계상태설계법은 둘레 u_1 이 강도설계법($d/2$)보다 훨씬 길어, 같은 기초판에서 뚫림전단 여유가 더 크게 나타난다. 휨·전단 모두 만족한다.

제4장 종합 비교 및 보충

4.1 강도설계법과 한계상태설계법 비교

아래는 슬래브·기초판을 두 방법으로 설계할 때의 주요 차이입니다.

항목	강도설계법(KDS 14)	한계상태설계법(KDS 24 14 21)
하중조합	건축물 하중조합	교량 하중조합(KDS 24 12 11)
재료강도	공칭강도 + 강도감소계수 ϕ	재료계수 적용 f_{cd} , f_{yd} (ϕ 없음)
뚫림 위험단면	기둥면 + $d/2$	기둥면 + $2d$
뚫림 강도식	$v_c \cdot b_0 \cdot d$ ($\phi=0.75$)	$V_{Rd,c} \cdot u_1 \cdot d$ (재료계수)
주 적용	건축 구조물	교량 등 토목 구조물

4.2 2방향 슬래브 직접설계법 개요

2방향 슬래브는 두 방향으로 하중을 전달하므로 두 방향 모두에 주철근을 배치합니다. 직접설계법은 복잡한 해석 없이 한 경간의 전체 정적 계수힘모멘트 $M_0 = w_u \cdot l_2 \cdot l_n^2 / 8$ 을 먼저 구한 뒤, 이를 부모멘트와 정모멘트로 분배하고 다시 주열대·중간대로 배분하는 방법입니다(경간 수·경간비·하중비 등 적용조건 만족 시 사용). 기둥 주변 큰 모멘트를 받는 주열대에 철근을 집중 배치합니다.

[근거] KDS 14 20 70 (4.1.3) 직접설계법

4.3 뚫림전단 보강과 무량판 강화규정 · 다월철근

작용 전단력이 콘크리트 뚫림전단강도를 넘으면($V_u > \phi V_c$) 전단스터드(스터드레일)나 전단머리로 보강합니다. 특히 무량판(보 없이 슬래브가 기둥에 직접 지지되는 구조)은 뚫림전단에 취약하여, 2023년 사고를 계기로 국토교통부 고시2024-846호로 위험단면·보강 기준이 강화되었습니다(2024년 10월 이후 건축허가 의무 적용). 또 기둥의 축력은 접촉면의 지압과 다월철근으로 기초판에 전달하며, 다월철근의 단면적은 기둥 단면적의 0.005배 이상이고 최소 4개 이상 배치합니다.

[근거] KDS 14 20 22 부록A(고시2024-846호) · KDS 14 20 70 (4.2.3) 다월철근

부록 · 주요 기호

기호	의미
B, c, h	기초판 한 변, 기둥 한 변, 두께
d	유효깊이 (힘철근 도심까지)
l	경간(슬래브) / 기둥면까지 캔틸레버 길이(기초판)
q_u	계수하중에 의한 지반 순반력 ($= P_u/B^2$)
M_u, M_{Ed}	계수휨모멘트(강도) / 설계휨모멘트(한계상태)
$A_s, A_{s,min}$	사용철근량, 최소철근량(슬래브·기초판 $0.0020 \cdot b \cdot h$)
V_u, V_c	계수전단력, 콘크리트 전단강도
b_0, u_1	뚫림 위험단면 둘레 — 강도설계법($d/2$) / 한계상태($2d$)
$V_c, V_{Rd,c}$	콘크리트 2방향 전단응력강도(강도설계법 / 한계상태)
β_c, α_s	기둥 장변/단변 비, 기둥 위치계수(내부 40·외부 30·모서리 20)
$\varphi, \varphi_c, \varphi_s$	강도감소계수, 콘크리트·철근 재료저항계수
f_{cd}, f_{yd}	설계압축강도, 설계항복강도(한계상태)

※ 주요 근거기준: KDS 14 20 70(슬래브·기초판), KDS 14 20 22(전단·뚫림전단), KDS 14 20 30(사용성), KDS 24 14 21(콘크리트교 한계상태설계), KDS 24 12 11(교량 하중조합), 국토교통부 고시/2024-846 호(무량판 뚫림전단).



산수허브
SANSU HUB

산수허브 콘크리트구조설계 실무 · 제4편

슬래브와 기초판의 설계

발행일 2026년 6월 | 저자·발행 산수허브(SansuHub)

분야 토목구조물의 설계 · 건설기술 개발

© 2026 SansuHub. All rights reserved.

이 책의 저작권은 산수허브에 있습니다. 저작권법에 따라 보호받는 저작물이므로, 발행자의 사전 서면 동의 없이 이 책의 전부 또는 일부를 무단으로 복제·전재·배포·전송할 수 없습니다.

본 교재는 KDS 설계기준에 근거하여 작성되었으나, 실제 설계 적용 시에는 최신 개정 기준과 현장 조건을 반드시 확인하여야 합니다.