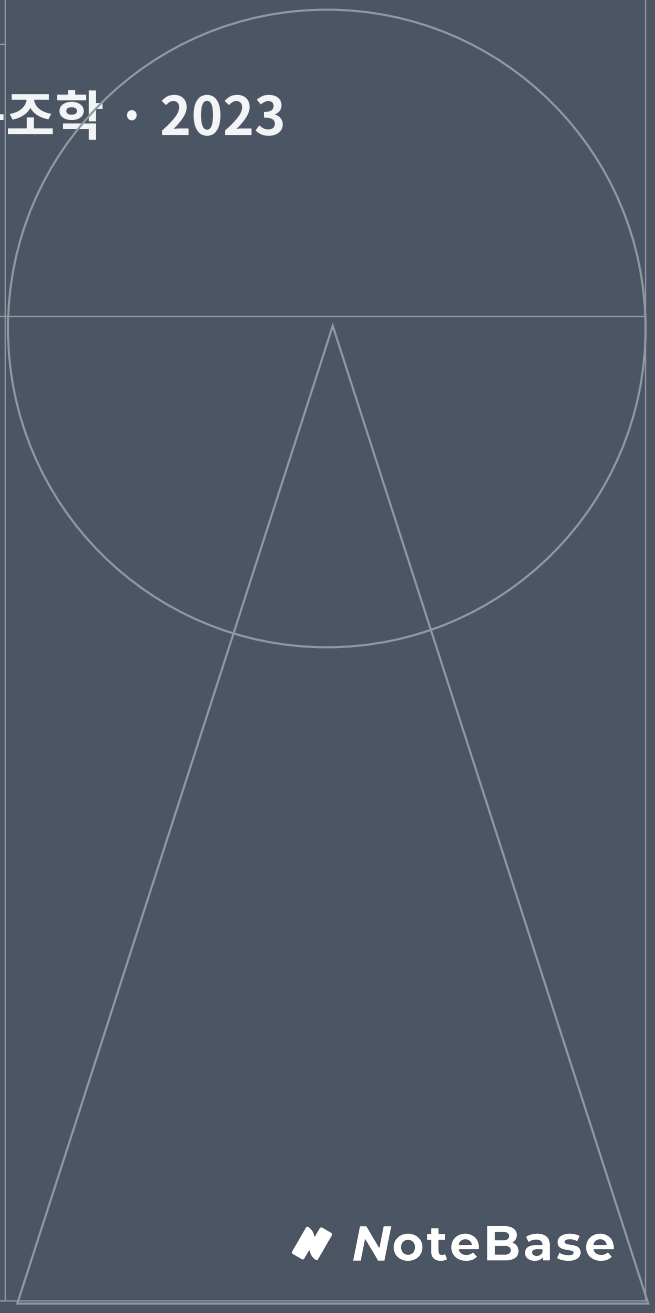
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 건축구조학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 건축구조학 · 2023

공무원/지방직/7급 · 건축구조학 · 2023

문 1. 건축물의 설계하중에서 활하중의 저감에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지붕활하중을 제외한 등분포활하중은 부재의 영향면적이 36m^2 이상인 경우 기본등분포활하중에 활하중저감계수를 곱하여 저감할 수 있다.

② 활하중저감계수는 $0.3+\frac{4.2}{\sqrt{A}}$로 계산하며, 이 때 A는 영향면적이다.

③ 영향면적은 벽체 및 기초에서는 부하면적의 4배, 보 또는 기둥에서는 부하면적의 2배, 슬래브에서는 부하면적을 적용한다.

④ 활하중 5kN/m^2 이하의 공중집회 용도에 대해서는 활하중을 저감할 수 없다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 등분포활하중의 저감 요건, 저감계수와 영향면적의 산정 기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

활하중저감은 넓은 영향면적에 활하중이 동시에 최대로 작용할 가능성이 낮다는 점을 반영하여 기본등분포활하중에 저감계수 C를 곱하는 방법이다. 영향면적은 기둥·기초에서는 부하면적의 4배, 보·벽체에서는 2배, 슬래브에서는 부하면적이다.

선지별 해설

① O. 지붕활하중을 제외한 등분포활하중은 영향면적이 $36m^2$ 이상이면 기본등분포활하중에 활하중저감계수를 곱하여 저감할 수 있다.

② O. 활하중저감계수는 $C=0.3+4.2/\sqrt{A}$이며, A는 영향면적이다.

③ X. 틀린 표현은 '벽체 및 기초에서는 부하면적의 4배, 보 또는 기둥에서는 부하면적의 2배'이다. 올바르게는 기둥 및 기초에서는 부하면적의 4배, 보 또는 벽체에서는 부하면적의 2배를 적용한다. 슬래브에는 부하면적을 적용한다.

④ O. 활하중이 $5kN/m^2$ 이하인 공중집회 용도는 활하중을 저감할 수 없다.

NoteBase

오답 포인트

③은 영향면적 산정에서 기둥과 벽체의 배수를 서로 바꾸어 놓은 선지이다. 기초와 같은 4배 묶음은 기둥이고, 보는 벽체와 함께 2배 묶음이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지붕활하중인지와 영향면적이 $36m^2$ 이상인지를 확인한다. 이어서 부재별 영향면적을 기둥·기초 4배, 보·벽체 2배, 슬래브 1배로 대조하고, 공중집회 용도의 저감 금지 여부를 판단한다.

암기 포인트

기초·기둥은 4배, 보·벽체는 2배, 슬래브는 1배이다.

NoteBase

문 2. 「건축구조기준 총칙」상 용어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 강도감소계수는 실제하중의 사용하중에 대한 편차, 하중을 하중효과로 변환하는 해석상의 불확실성, 2개 이상의 최대하중이 동시에 발생할 확률 등을 고려하여 사용하중에 곱하는 계수이다.

② 사용성은 과도한 처짐이나 불쾌한 진동, 장기변형과 균열 등에 적절히 저항하여 마감재의 손상방지, 건축구조물 본래의 모양유지, 유지관리, 입주자의 쾌적성, 사용중인 기계의 기능유지 등을 충족하는 구조물의 성능이다.

③ 건축비구조요소는 건축구조물을 구성하는 부재중에서 구조내력을 부담하지 않는 구성요소이다.

④ 공칭강도는 구조체나 구조부재의 하중에 대한 저항능력으로서, 적합한 구조역학원리나 현장실험 또는 축소모형의 실험결과로부터 유도된 공식과 규정된 재료강도 및 부재치수를 사용하여 계산된 값이다.

정답 1번

쟁점

이 문제는 「건축구조기준 총칙」의 하중계수, 강도감소계수, 사용성, 건축비구조요소 및 공칭강도 용어 정의를 구별하는 문제이다. 핵심은 하중에 곱하는 계수와 공칭강도에 곱하는 계수를 구별하는 데 있다.

용어 풀이

하중계수는 실제하중의 변동과 하중효과 산정의 불확실성 등을 고려하여 사용하중에 곱하는 계수이다.
강도감소계수는 공칭강도에 곱하여 설계강도를 구할 때 사용하는 계수이다.
공칭강도는 규정된 재료강도와 부재치수 등을 바탕으로 계산한 구조체 또는 구조부재의 저항능력이다.

핵심 구분

현행 KDS 41 10 05의 용어 정의에서 하중계수는 사용하중에 곱하고, 강도감소계수는 공칭강도에 곱한다.
사용성은 처짐·진동·장기변형·균열 등이 사용 목적에 지장을 주지 않도록 하는 성능이며, 건축비구조요소는 구조내력을 부담하지 않는 구성요소이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 실제하중의 사용하중에 대한 편차, 하중효과로 바꾸는 해석상의 불확실성, 여러 최대하중의 동시발생 확률을 고려하여 사용하중에 곱하는 것은 하중계수이다.
- 틀린 표현: 강도감소계수
- 올바른 표현: 하중계수

② O
- 과도한 처짐, 불쾌한 진동, 장기변형, 균열 등에 적절히 저항하여 마감재 손상 방지, 외관 유지, 거주 쾌적성 및 기계 기능 유지를 충족하는 성능은 사용성의 설명과 일치한다.

③ O
- 건축비구조요소는 건축구조물을 이루는 부재 중 구조내력을 부담하지 않는 구성요소이므로 설명이 옳다.

④ O
- 공칭강도는 적합한 구조역학 원리 또는 실험으로 얻은 공식에 규정된 재료강도와 부재치수를 적용하여 계산한 저항능력으로, 설명이 옳다.

오답 포인트

①은 하중계수의 정의를 그대로 제시하면서 명칭만 강도감소계수로 바꾸었다. 계수가 곱해지는 대상이 사용하중인지 공칭강도인지가 정답을 가른다.

다시 나오면 이렇게 판단

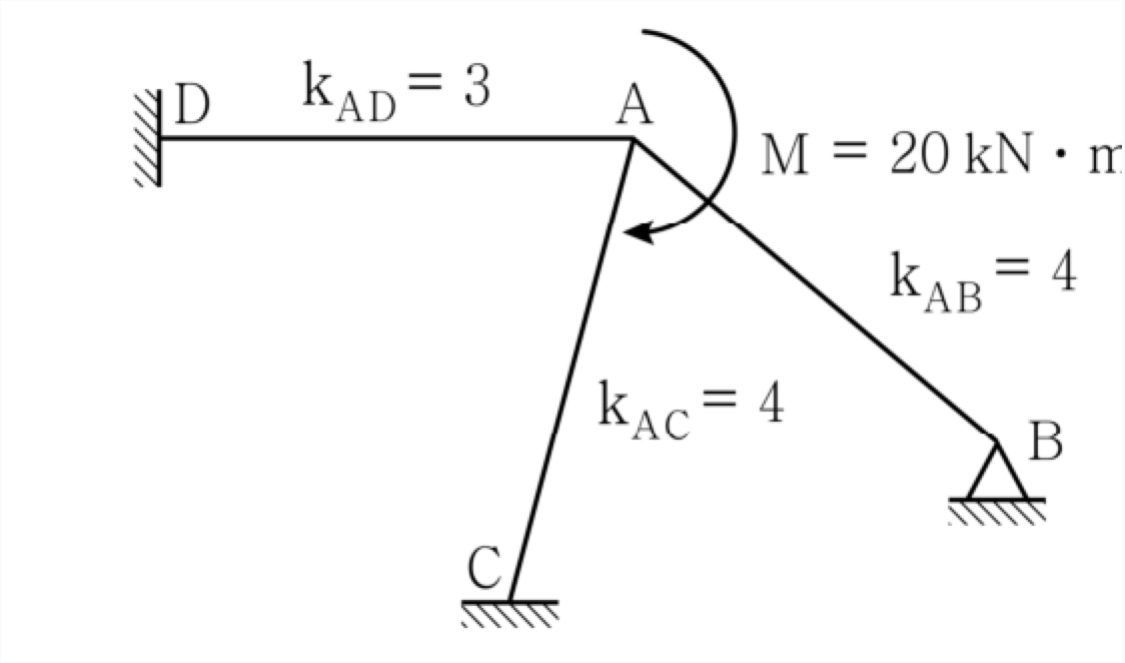
계수의 정의가 나오면 먼저 곱해지는 대상을 확인한다. 사용하중에 곱하면 하중계수이고, 공칭강도에 곱하면 강도감소계수이다. 이어서 사용성은 안전성 자체가 아니라 사용 중 처짐·진동·균열 등을 제한하는 성능으로 판단한다.

암기 포인트

하중계수는 하중에, 강도감소계수는 공칭강도에 곱한다.

NoteBase

문 3. 그림과 같은 골조에서 절점 A에 휨모멘트, $20\text{kN}\cdot\text{m}$가 작용할 때, 지점 C에 전달되는 도달모멘트의 절댓값[$\text{kN}\cdot\text{m}$]은? (단, 각 부재의 단면은 전 길이에 걸쳐 동일하고, 자중은 무시하며, k_{AB}, k_{AC}, k_{AD}는 각 부재의 강비이고, 부재의 거동은 선형탄성으로 가정한다)



① 3

② 4

③ 6

④ 8

정답 2번

출제 포인트

절점 A에 작용한 모멘트를 각 부재의 강비로 분배하고, 부재 AC의 전달모멘트를 구하는 문제이다.

조건 정리

절점 A에 작용하는 모멘트의 절댓값은 $20kN\cdot m$이다.
절점 A에서의 강비 합은 $k_{AB} + k_{AC} + k_{AD} = 4 + 4 + 3 = 11$이다.
구할 값은 부재 AC의 원단 C에 전달되는 모멘트의 절댓값이다.

NoteBase

사용할 공식

부재 AC에 분배되는 절점모멘트는 $M_{AC} = M_A \times \frac{k_{AC}}{\sum k}$이다. 고정단 쪽 원단 C로의 전달모멘트는 절점모멘트의 절반이므로 $M_{CA} = \frac{1}{2} M_{AC}$이다.
이 공식은 절점 A에서 여러 부재가 함께 회전에 저항하므로 외력모멘트를 강비 비율로 분담하고, 고정 원단으로는 그 절반이 전달되기 때문에 사용한다.

계산 과정

1. 부재 AC의 모멘트분배율은 $\frac{k_{AC}}{\sum k} = \frac{4}{11}$이다.
2. 따라서 A단에서 부재 AC에 분배되는 모멘트는 $M_{AC} = 20 \times \frac{4}{11} = \frac{80}{11} kN \cdot m$이다.
3. C단 전달모멘트의 절댓값은 $|M_{CA}| = \frac{1}{2} \times \frac{80}{11} = \frac{40}{11} \approx 3.64 kN \cdot m$이므로 선택지에서는 $4 kN \cdot m$이다.

선지 판단

① X: 전달모멘트의 계산값은 약 $3.64 kN \cdot m$이므로 $3 kN \cdot m$는 맞지 않는다. 틀린 값 $3 kN \cdot m \rightarrow$ 올바르게는 약 $4 kN \cdot m$이다.
② O: 부재 AC에 분배된 모멘트의 절반은 $\frac{40}{11} \approx 3.64 kN \cdot m$이므로 $4 kN \cdot m$이다.
③ X: $6 kN \cdot m$는 계산값보다 크다. 틀린 값 $6 kN \cdot m \rightarrow$ 올바르게는 약 $4 kN \cdot m$이다.
④ X: $8 kN \cdot m$는 A단에서 부재 AC에 분배된 모멘트 $\frac{80}{11} \approx 7.27 kN \cdot m$를 반올림한 값으로, C단 전달 시 적용되는 1/2를 빠뜨린 값이다. 틀린 값 $8 kN \cdot m \rightarrow$ 올바르게는 약 $4 kN \cdot m$이다.

오답 포인트

④처럼 강비로 분배된 A단 모멘트만 구하고 원단 C로의 전달계수 1/2를 적용하지 않으면 $8 kN \cdot m$를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

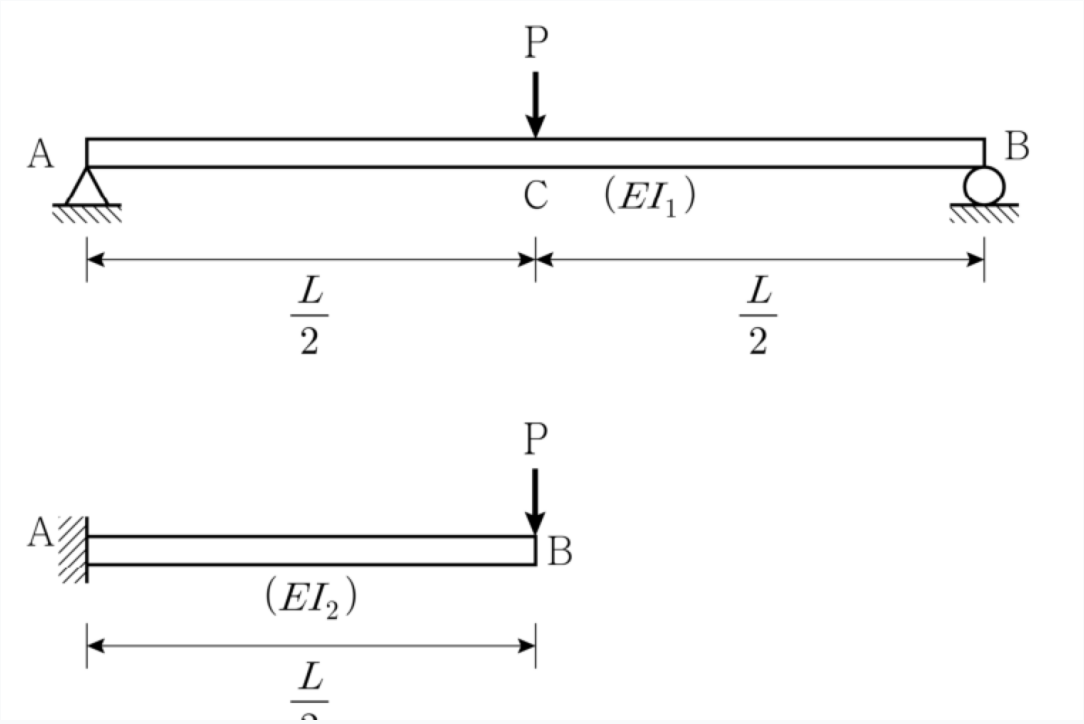
절점모멘트 문제에서는 먼저 강비 합으로 분배율을 구하고, 해당 부재의 절점모멘트를 계산한 뒤 원단 조건에 맞는 전달계수를 곱해 전달모멘트를 판단한다.

암기 포인트

모멘트분배는 강비 비례, 고정 원단 전달은 절반이다.

NoteBase

문 4. 그림과 같이 단순보의 C점과 캔틸레버보의 B점에 같은 크기의 수직방향 힘 P가 작용할 때, 단순보의 C점과 캔틸레버보의 B점에 발생하는 수직처짐이 같아지기 위한 단면2차모멘트 비 I_2/I_1는? (단, 두 부재의 탄성계수 E는 같으며, 각 부재의 단면은 전 길이에 걸쳐 동일하고, 자중은 무시하며, 부재의 거동은 선형탄성으로 가정한다)



① 0.5

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

출제 포인트

중앙집중하중을 받는 단순보와 자유단 집중하중을 받는 캔틸레버보의 처짐식을 같게 두어 단면2차모멘트 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

단순보의 경간은 L이고 중앙 C점에 하중 P가 작용하며, 단면2차모멘트는 I_1이다. 캔틸레버보의 길이는 $L/2$이고 자유단 B점에 같은 하중 P가 작용하며, 단면2차모멘트는 I_2이다. 두 부재의 탄성계수 E는 같고, 비교 대상은 각 하중점의 수직처짐이다.

NoteBase

사용할 공식

중앙집중하중을 받는 단순보의 중앙 처짐은 $\delta_s = \frac{PL^3}{48EI_1}$이다. 자유단 집중하중을 받는 길이 l의 캔틸레버보 자유단 처짐은 $\delta_c = \frac{Pl^3}{3EI_2}$이다. 각 하중점이 각각 단순보의 중앙과 캔틸레버보의 자유단이므로 이 두 처짐식을 사용한다.

계산 과정

캔틸레버보의 길이 $l = L/2$를 대입하면 $\delta_c = \frac{P(L/2)^3}{3EI_2} = \frac{PL^3}{24EI_2}$이다.
두 처짐이 같으므로 $\frac{PL^3}{48EI_1} = \frac{PL^3}{24EI_2}$이다.
공통항 PL^3/E를 소거하면 $24I_2 = 48I_1$이므로 $\frac{I_2}{I_1} = 2$이다.

선지 판단

① X: '$I_2/I_1 = 0.5$'이면 캔틸레버보의 처짐은 단순보 처짐의 4배가 되어 같지 않다. 올바르게는 $I_2/I_1 = 2$이다.
② O: $I_2/I_1 = 2$이면 두 처짐식의 분모가 모두 $48EI_1$에 대응하여 C점과 B점의 수직처짐이 같아진다.
③ X: '$I_2/I_1 = 3$'이면 캔틸레버보의 처짐은 단순보 처짐의 2/3이므로 같지 않다. 올바르게는 $I_2/I_1 = 2$이다.
④ X: '$I_2/I_1 = 4$'이면 캔틸레버보의 처짐은 단순보 처짐의 1/2이므로 같지 않다. 올바르게는 $I_2/I_1 = 2$이다.

오답 포인트

캔틸레버보의 길이를 L로 잘못 넣으면 길이의 세제곱 효과를 놓치게 된다. 이 문항에서는 캔틸레버보 길이가 $L/2$이므로 처짐식의 길이항은 $(L/2)^3 = L^3/8$이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

처짐 비교 문제는 하중의 작용 위치와 부재의 지지조건을 먼저 확인한 뒤, 각 처짐식에 실제 길이를 대입하고 공통항을 소거하여 강성 EI 또는 단면2차모멘트의 비를 구한다.

암기 포인트

중앙하중 단순보는 $PL^3/(48EI)$, 자유단하중 캔틸레버보는 $Pl^3/(3EI)$이다. 처짐은 길이의 세제곱에 비례한다.

NoteBase

문 5. 큰 처짐에 의하여 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지하지 않는 철근콘크리트 구조물에서 처짐을 계산하지 않는 경우, 다음과 같은 조건을 가진 1방향 슬래브의 최소두께[mm]는?

◯ 지지조건: 1단 연속
◯ 최소두께 산정을 위한 슬래브의 길이 l: 4,800mm
◯ 콘크리트의 단위체적질량 m_c: 2,300kg/m^3
◯ 철근의 설계기준항복강도 f_y: 350MPa

① 149
② 163
③ 186
④ 200

정답 3번

출제 포인트

처짐을 계산하지 않는 보통중량콘크리트 1방향 슬래브의 최소두께에 지지조건별 기본값과 철근 항복강도 보정계수를 적용하는 문제이다.

조건 정리

지지조건은 1단 연속이므로 1방향 슬래브의 기본 최소두께는 $l/24$이다.
슬래브 길이는 $l = 4{,}800$mm이다.
$m_c = 2{,}300$kg/m^{3}는 보통중량콘크리트 조건이므로 경량콘크리트 보정은 적용하지 않는다.
$f_y = 350$MPa이므로 400 MPa 기준값에 항복강도 보정을 적용한다.

사용할 공식

1단 연속 1방향 슬래브의 기본 두께는 $h_0 = l/24$이다.
철근의 f_y가 400 MPa와 다르면 $h = h_0(0.43 + f_y/700)$로 보정한다.
이 문제는 1단 연속 슬래브이고 f_y가 350 MPa이므로 위 두 식을 순서대로 적용한다.

계산 과정

$h_0 = \frac{4{,}800}{24} = 200$mm
$0.43 + \frac{350}{700} = 0.93$
$h = 200 \times 0.93 = 186$mm
따라서 최소두께는 186 mm이다.

NoteBase

선지 판단

① X

149 mm는 1단 연속 슬래브의 기본값 $l/24$와 $f_y = 350\text{MPa}$ 보정계수를 적용한 결과가 아니다. 틀린 수치 149 mm → 올바른 최소두께는 186 mm이다.

② X

163 mm는 $h_0 = 200\text{mm}$에 보정계수 0.93을 적용한 값과 일치하지 않는다. 틀린 수치 163 mm → 올바른 최소두께는 186 mm이다.

③ O

1단 연속 조건에서 4,800/24 = 200mm이고, 여기에 0.43 + 350/700 = 0.93을 곱하면 186mm가 된다.

④ X

200 mm는 1단 연속 조건의 기본값 $l/24$만 계산한 값이다. 틀린 표현인 항복강도 보정 누락 → $f_y = 350\text{MPa}$ 보정 후 최소두께는 186 mm이다.

오답 포인트

④처럼 $l/24$로 구한 200 mm를 그대로 답으로 고르기 쉽다. 표의 기본값은 $f_y = 400\text{MPa}$를 전제로 하므로, 이 문제처럼 $f_y = 350\text{MPa}$이면 0.93의 보정계수를 반드시 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

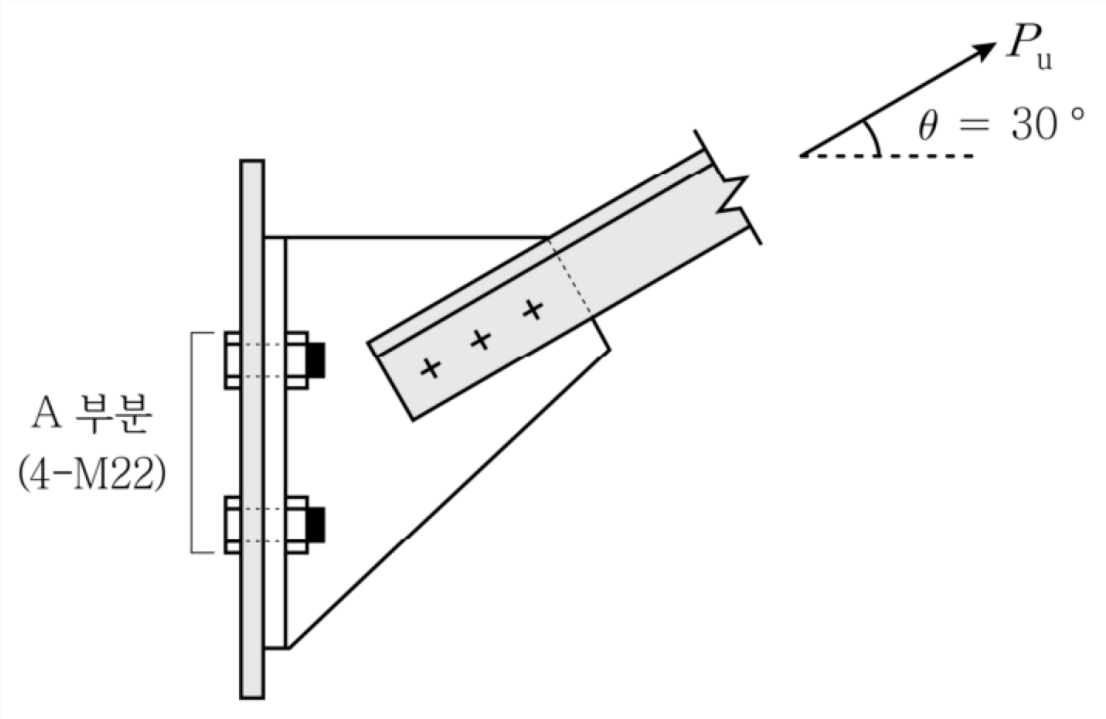
먼저 부재 종류와 지지조건으로 표의 기본 최소두께를 정한다. 다음으로 콘크리트 단위질량과 f_y가 표의 기준 조건과 다른지 확인하여 필요한 보정계수를 적용하고, 최종 단위를 mm로 검산한다.

암기 포인트

1방향 슬래브는 단순지지 $l/20$, 1단 연속 $l/24$, 양단 연속 $l/28$이다. 350 MPa 철근의 두께 보정계수는 0.43 + 350/700 = 0.93이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같은 강구조 접합부에서 계수하중 P_u가 200kN이고 수평면으로부터 각 θ가 30°일 때, 인장력과 전단력을 동시에 받는 A 부분이 마찰접합으로 설계될 경우, 설계미끄럼강도에 대한 감소계수(k_s)로 옳은 것은? (단, 고장력볼트의 설계볼트장력은 200kN이며, P_u는 A 부분 접합부의 도심에 작용하는 것으로 가정한다)



① $1-\frac{\sqrt{3}}{8}$
② $1-\frac{\sqrt{3}}{2}$
③ $\frac{7}{8}$
④ $\frac{1}{2}$

정답 1번

출제 포인트

인장력과 전단력을 함께 받는 마찰접합에서, 각 고장력볼트에 작용하는 인장력으로 설계미끄럼강도 감소계수 k_s를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 하중은 $P_u = 200kN$, 수평면과의 각은 $\theta = 30°$이다.
수평성분 $P_u\cos\theta$이 볼트의 인장력으로 작용하고, 이 성분은 4개의 고장력볼트가 균등하게 부담한다.
고장력볼트 1개당 설계볼트장력은 $T_0 = 200kN$이다.

NoteBase

사용할 공식

인장력을 받는 마찰접합의 감소계수는 $k_s = 1 - T_b/T_0$이다. 여기서 T_b는 고장력볼트 1개에 작용하는 인장력이다. 하중의 수평성분이 접합면에 수직인 인장력이고, 수직성분은 전단력으로 작용하므로 수평성분을 사용한다.

계산 과정

고장력볼트 1개당 인장력은 $T_b = \frac{P_u \cos 30^\circ}{4} = \frac{200kN \times (\sqrt{3}/2)}{4} = 25\sqrt{3}\,kN$이다.
따라서 $k_s = 1 - \frac{25\sqrt{3}}{200} = 1 - \frac{\sqrt{3}}{8}$이다.

선지 판단

① O. 계산한 감소계수는 $1 - \sqrt{3}/8$이므로 옳다.
② X. $1 - \sqrt{3}/2$는 수평 인장성분을 4개 볼트에 균등 분담시키지 않은 값이다. 틀린 표현 $1 - \sqrt{3}/2 \rightarrow$ 올바르게는 $1 - \sqrt{3}/8$이다.
③ X. 7/8은 수직성분 $P_u \sin 30^\circ$을 인장력으로 잘못 사용한 값이다. 수직성분은 전단력이며, 인장력에는 수평성분 $P_u \cos 30^\circ$을 사용한다. 틀린 표현 7/8 → 올바르게는 $1 - \sqrt{3}/8$이다.
④ X. 1/2는 수평 인장성분과 4개 볼트의 분담을 함께 반영하지 못한 값이다. 틀린 표현 1/2 → 올바르게는 $1 - \sqrt{3}/8$이다.

오답 포인트

②처럼 전체 수평성분을 볼트 1개가 모두 받는 것으로 처리하거나, ③처럼 수직성분을 인장력으로 바꾸어 쓰기 쉽다. 인장·전단의 방향을 먼저 구분한 뒤 볼트 개수로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

하중을 접합면에 수직인 인장성분과 접합면에 평행한 전단성분으로 분해한다. 이어 인장성분을 인장력을 부담하는 볼트 수로 나누고, 그 1개당 인장력을 $k_s = 1 - T_b/T_0$에 대입한다.

암기 포인트

마찰접합의 인장력은 미끄럼강도를 줄인다. $k_s = 1 - T_b/T_0$, 그리고 T_b는 볼트 1개당 인장력이다.

NoteBase

문 7. 「콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준」상 철근콘크리트 휨 부재 설계 시 일반원칙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 압축연단 콘크리트가 가정된 극한변형률에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률이 압축지배변형률 한계 이상인 단면을 압축지배단면이라고 한다.

② 압축연단 콘크리트가 가정된 극한변형률에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률이 인장지배변형률 한계 이상인 단면을 인장지배단면이라고 한다.

③ 프리스트레스를 가하지 않은 휨 부재는 공칭강도 상태에서 순인장변형률이 휨부재의 최소 허용변형률 이상이어야 한다.

④ 인장철근이 설계기준항복강도에 대응하는 변형률에 도달하고 동시에 압축콘크리트가 가정된 극한변형률에 도달할 때, 그 단면이 균형변형률 상태에 있다고 본다.

정답 1번

쟁점

이 문제는 철근콘크리트 휨부재에서 압축지배단면·인장지배단면·균형변형률 상태를 순인장변형률로 구별하는 기준에 관한 문제이다. 핵심은 압축지배단면은 '이하', 인장지배단면은 '이상'이라는 방향을 구별하는 데 있다.

용어 풀이

순인장변형률은 공칭강도 상태에서 최외단 인장철근에 생기는 순인장변형률이다. 균형변형률 상태는 인장철근이 설계기준항복강도에 대응하는 변형률에 도달하는 동시에 압축콘크리트도 가정된 극한변형률에 도달한 상태이다.

핵심 구분

국가건설기준 KDS 14 20 20의 휨 및 압축 설계 일반원칙에서 압축지배단면은 최외단 인장철근의 순인장변형률이 압축지배변형률 한계 이하인 단면이다. 반대로 인장지배단면은 그 순인장변형률이 인장지배변형률 한계 이상인 단면이다. 두 한계 사이이면 변화구간단면이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X. 압축지배단면의 조건을 '압축지배변형률 한계 이상'이라고 한 부분이 틀리다. 압축지배단면은 압축연단 콘크리트가 가정된 극한변형률에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률이 압축지배변형률 한계 이하인 단면이다.

② O. 인장지배단면은 같은 상태에서 최외단 인장철근의 순인장변형률이 인장지배변형률 한계 이상인 단면이라는 설명이 맞다.

③ O. 프리스트레스를 가하지 않은 휨부재는 공칭강도 상태에서 순인장변형률이 휨부재의 최소 허용변형률 이상이어야 한다. 이는 취성적인 파괴를 피하고 필요한 연성을 확보하기 위한 조건이다.

④ O. 인장철근이 설계기준항복강도에 대응하는 변형률에 도달함과 동시에 압축콘크리트가 가정된 극한변형률에 도달하면 균형변형률 상태로 본다.

오답 포인트

①은 압축지배단면의 '이하'를 '이상'으로 뒤바꾸었다. '이상'은 인장지배단면의 판단 방향이며, 압축지배단면과 인장지배단면 사이에는 변화구간단면이 존재한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단면 분류에서는 먼저 순인장변형률의 비교 방향을 본다. 압축지배는 압축지배변형률 한계 이하, 인장지배는 인장지배변형률 한계 이상, 균형변형률은 인장철근과 압축콘크리트가 동시에 각 한계 상태에 도달하는 경우이다.

암기 포인트

압축은 이하, 인장은 이상, 균형은 동시 도달이다.

NoteBase

문 8. 강재보와 골데크플레이트 슬래브로 이루어진 합성부재의 일반사항에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 데크플레이트의 공칭골깊이는 실험과 해석을 통하여 정당성이 증명되지 않는 경우 100mm 이하이어야 한다.

② 콘크리트슬래브와 강재보를 연결하는 스터드앵커의 직경은 19mm 이하이어야 하며 데크플레이트를 통하거나 아니면 강재보에 직접 용접되어야 한다.

③ 데크플레이트 상단 위의 콘크리트두께는 50mm 이상이어야 한다.

④ 데크플레이트는 지지부재에 450mm 이하의 간격으로 고정되어야 한다.

정답 1번

출제 포인트

골데크플레이트를 사용한 합성보에서 데크플레이트 골깊이, 스터드앵커, 콘크리트두께 및 고정간격의 일반사항을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

골데크플레이트 합성보는 강재보와 콘크리트슬래브가 스터드앵커로 전단력을 전달하여 함께 휨에 저항하는 구조이다. 일반사항의 핵심 수치는 공칭골깊이 75 mm 이하, 스터드앵커 직경 19 mm 이하, 데크플레이트 상단 위 콘크리트두께 50 mm 이상, 지지부재 고정간격 450 mm 이하이다. 공칭골깊이가 75 mm를 초과하면 실험과 해석으로 정당성을 증명하여야 한다.

선지별 해설

① X. '100 mm 이하'가 틀린 표현이다. 데크플레이트의 공칭골깊이는 75 mm 이하이어야 하며, 이를 초과하는 골높이는 실험과 해석을 통하여 정당성을 증명하여야 한다.

② O. 콘크리트슬래브와 강재보를 연결하는 스터드앵커의 직경은 19 mm 이하이고, 데크플레이트를 통하거나 강재보에 직접 용접하여 설치한다.

③ O. 데크플레이트 상단 위의 콘크리트두께는 50 mm 이상이어야 한다. 이는 데크플레이트 위 콘크리트의 최소 두께 기준이다.

④ O. 데크플레이트는 지지부재에 450 mm 이하의 간격으로 고정하여야 한다.

NoteBase

오답 포인트

①은 '75 mm 이하'인 공칭골깊이 기준을 '100 mm 이하'로 바꾸어 수치를 혼동하게 한다. ②의 19 mm, ③의 50 mm, ④의 450 mm는 각각 스터드 직경, 콘크리트두께, 고정간격에 대응하므로 대상과 수치를 함께 구분하여야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

합성보의 일반사항은 먼저 수치가 적용되는 대상을 확인한다. 골깊이는 75 mm 이하이고, 스터드 직경은 19 mm 이하이며, 콘크리트두께는 50 mm 이상, 데크 고정간격은 450 mm 이하이다. 골깊이만 기준을 초과할 때 실험과 해석에 의한 정당성 증명이 문제된다.

암기 포인트

골 75 이하, 스터드 19 이하, 콘크리트 50 이상, 고정 450 이하이다.

NoteBase

문 9. 철근콘크리트 벽체 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 벽체의 철근은 이와 교차하는 구조 부재인 바닥, 지붕, 기둥, 벽기둥, 부벽, 교차벽체 및 기초 등에 충분히 정착시켜야 한다.

② 정밀한 구조해석에 의하지 않는 한, 각 집중하중에 대한 벽체의 유효수평길이는 하중 사이의 중심거리, 그리고 하중 지지폭에 벽체 두께의 4배를 더한 길이 중 작은 값을 초과하지 않도록 하여야 한다.

③ 지하실 벽체를 제외한 두께 250mm 이상의 벽체의 외측면 철근은 각 방향에 대하여 전체 소요철근량의 1/3 이상, 2/3 이하로 하며, 외측면으로부터 20mm 이상, 벽두께의 1/4 이내에 배치하여야 한다.

④ 벽체의 수직 및 수평철근의 간격은 벽두께의 3배 이하 또한 450mm 이하로 하여야 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 철근콘크리트 벽체의 정착, 집중하중에 대한 유효수평길이, 양면 배근 및 철근 간격 기준을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

벽체 철근 상세는 벽체가 하중을 안전하게 전달하고 균열을 제어하도록 정착 길이, 유효길이, 양면 배근 및 철근 간격을 제한하는 기준이다. 두께 250mm 이상인 지하실 외 벽체의 외측면 철근량은 각 방향 전체 소요철근량의 $\frac{1}{2}$ 이상 $\frac{2}{3}$ 이하가 핵심 기준이다.

선지별 해설

① O. 벽체 철근은 바닥·지붕·기둥·벽기둥·부벽·교차벽체 및 기초처럼 벽체 철근과 교차하는 구조부재에 충분히 정착되어 하중 전달이 끊기지 않아야 한다.
② O. 정밀 구조해석을 하지 않을 때 집중하중에 대한 벽체의 유효수평길이는 하중 사이 중심거리와 하중 지지폭에 벽 두께의 4배를 더한 길이 중 작은 값을 넘지 않도록 한다.
③ X. 틀린 표현은 외측면 철근량의 하한을 '전체 소요철근량의 $\frac{1}{3}$ 이상'으로 한 부분이다. 올바르게는 지하실 벽체를 제외한 두께 250mm 이상 벽체의 외측면 철근은 각 방향 전체 소요철근량의 $\frac{1}{2}$ 이상 $\frac{2}{3}$ 이하로 하며, 외측면에서 20mm 이상이고 벽 두께의 $\frac{1}{4}$ 이내에 배치한다.
④ O. 수직철근과 수평철근의 간격은 벽 두께의 3배 이하이면서 450mm 이하가 되도록 제한한다.

오답 포인트

③은 외측면 철근량의 상한 $\frac{2}{3}$은 맞게 제시하면서 하한만 $\frac{1}{3}$으로 낮추어 놓았다. 외측면 철근량의 하한은 $\frac{1}{2}$이므로 $\frac{1}{3}$과 $\frac{1}{2}$를 구별해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

벽체 철근 상세 선지는 먼저 적용 대상인 두께와 지하실 제외 여부를 확인하고, 그다음 철근량의 하한·상한, 배치 위치, 간격의 수치를 각각 기준값과 대조하여 판단한다.

암기 포인트

두꺼운 벽체의 외측면 철근은 '절반 이상, $\frac{2}{3}$ 이하'이며, 철근 간격은 '벽 두께 3배 · 450mm 이하'이다.

NoteBase

문 10. 「건축물 내진설계기준」상 동적해석법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 응답스펙트럼해석법에서 해석에 포함되는 모드개수는 직교하는 각 방향에 대하여 질량참여율이 85 % 이상이 되도록 결정한다.

② 서로 독립적이고 직각으로 배치된 횡력저항시스템을 갖는 정형 구조물에 있어서는 독립적인 2차원 모델을 사용할 수 있다.

③ 시간이력해석은 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 최소한 3개 이상 이용하여 수행한다.

④ 비선형시간이력해석 시 부재의 비탄성 능력 및 특성은 중요도계수를 고려하여 실험이나 충분한 해석결과에 부합하도록 모델링하여야 한다.

정답 1번

쟁점

이 문제는 「건축물 내진설계기준」상 동적해석법의 모델링, 응답스펙트럼해석, 시간이력해석 요건에 관한 문제이다. 핵심은 응답스펙트럼해석의 모드 질량참여율 기준과 시간이력해석의 지반운동기록 및 비선형 모델링 요건을 구별하는 것이다.

용어 풀이

질량참여율은 각 진동모드가 구조물 전체 질량의 동적응답에 기여하는 비율이다.
응답스펙트럼해석은 여러 진동모드의 최대응답을 응답스펙트럼으로부터 구해 조합하는 동적해석법이다.
시간이력해석은 시간에 따라 변하는 지반운동을 입력하여 구조물의 응답을 직접 구하는 해석법이다.

핵심 구분

KDS 41 17 00(2022) 7.3.2.1은 서로 독립적이고 직각으로 배치된 횡력저항시스템을 갖는 정형구조물에 독립적인 2차원 모델을 허용한다. 같은 기준 7.3.3.1은 응답스펙트럼해석에 포함할 모드개수를 직교하는 각 방향의 질량참여율이 90% 이상이 되도록 정한다. 7.3.4.1은 시간이력해석에 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 최소 3개 이상 사용하도록 하고, 7.3.4.3은 비선형시간이력해석에서 부재의 비탄성 능력과 특성을 중요도계수를 고려하여 실험 또는 충분한 해석결과에 부합하게 모델링하도록 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 응답스펙트럼해석에 포함하는 모드개수는 직교하는 각 방향의 질량참여율이 90% 이상이 되도록 정한다.
틀린 표현: "질량참여율이 85% 이상"
올바른 표현: "질량참여율이 90% 이상"

② O: 서로 독립적이고 직각으로 배치된 횡력저항시스템을 갖는 정형구조물은 각 방향을 분리한 독립적 2차원 모델로 해석할 수 있다.

③ O: 시간이력해석은 해당 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 최소 3개 이상 이용하여 수행한다.
지반운동기록 3개를 사용하면 최대응답을 사용한다.

④ O: 비선형시간이력해석에서는 부재의 비탄성 능력과 특성을 중요도계수를 고려하여 실험이나 충분한 해석결과에 부합하도록 모델링해야 한다.

오답 포인트

①의 85%는 응답스펙트럼해석 결과의 밑면전단력이 등가정적해석 밑면전단력의 85%보다 작은 경우에 적용하는 보정 기준과 혼동하기 쉽다. 모드개수 결정의 질량참여율 기준은 85%가 아니라 90%이다.

다시 나오면 이렇게 판단

동적해석 선지에서는 먼저 수치가 무엇의 기준인지 구분한다. 모드개수는 각 방향 질량참여율 90% 이상, 시간이력해석의 지반운동기록은 최소 3개 이상이라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

모드 질량참여율은 90%, 시간이력 지진파는 최소 3개이다.

NoteBase

문 11. 「건축물 내진설계기준」상 필로티 기둥에 대한 고려사항으로 옳지 않은 것은?

① 하부에 필로티기둥, 상부구조에 내력벽구조가 사용되는 경우, 필로티기둥과 내력벽이 연결되는 층바닥에서는 필로티기둥과 내력벽을 연결하는 전이슬래브 또는 전이보를 설치하여야 한다.

② 코어벽이 없는 경우에는 평면상 두 직각방향의 각 방향에 한 개소 이상의 내력벽을 설치하여야 한다.

③ 필로티 층에서 코어벽은 박스형태의 콘크리트 일체형으로 구성하며 개구부는 최소화한다.

④ 필로티 기둥의 횡보강근에는 135도 갈고리정착을 사용하는 내진상세를 사용하여야 한다.

정답 2번

쟁점

이 문제는 KDS 41 17 00의 필로티 기둥에 대한 내진상세 중 코어벽이 없을 때 내력벽의 설치 수를 구별하는 문제이다.

용어 풀이

필로티구조는 상부는 내력벽 등 강성과 강도가 큰 구조로 구성되고, 하부는 개방공간 확보를 위해 대부분 기둥으로 구성되는 구조이다.

핵심 구분

KDS 41 17 00 제9.8.4(2)는 코어벽이 없으면 평면의 두 직각방향 각각에 내력벽을 두 개소 이상 설치하고, 전이층부터 기초까지 연속되게 하며 각 방향에 대칭 배치하도록 정한다. 한 개소 이상이 아니라 두 개소 이상이라는 수량이 정답을 가른다.

선지별 해설

① O. 하부 필로티기둥과 상부 내력벽구조가 만나는 층바닥에는 두 구조를 연결하는 전이슬래브 또는 전이보를 설치하여 하중 전달 경로를 확보하여야 한다.

② X. 틀린 표현은 '각 방향에 한 개소 이상'이다. 코어벽이 없는 경우에는 평면의 두 직각방향 각각에 내력벽을 두 개소 이상 설치하여야 한다. 또한 내력벽은 전이층부터 기초까지 연속되게 하고 각 방향에 대칭 배치한다.

③ O. 필로티층의 코어벽은 박스형 콘크리트 일체형으로 구성하고 개구부를 최소화하여야 한다. 이는 코어벽의 강성과 연속성을 확보하기 위한 상세이다.

④ O. 필로티 기둥의 횡보강근에는 135도 갈고리정착을 사용하는 내진상세를 적용하여야 한다. 이는 지진 시 횡보강근의 정착과 콘크리트 구속 성능을 확보하기 위한 요구이다.

NoteBase

오답 포인트

②는 '한 개소 이상'이라는 최소 설치 수를 섞어 놓은 선지이다. 코어벽이 없을 때에는 두 직각방향 각각에 내력벽 두 개소 이상이 필요하다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

필로티 기준 선지는 전이구조, 코어벽·내력벽의 배치, 기둥 횡보강 상세로 나누어 판단한다. 내력벽 배치 선지에서는 방향별 개소 수, 기초까지의 연속성, 대칭 배치 여부를 함께 대조한다.

암기 포인트

코어벽이 없으면 '두 방향·각 두 벽·기초까지 연속·대칭 배치'이다.

NoteBase

문 12. 「콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준」상 철근콘크리트구조에서 철근의 정착에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 부재 각 단면의 철근에 작용하는 인장력 또는 압축력이 단면의 양 측에서 발휘될 수 있도록 묻힘길이, 갈고리, 기계적 정착을 하여야 하며, 이때 갈고리는 압축철근의 정착에 유효한 것으로 본다.

② 인장 이형철근의 정착길이 산정에서 보정계수를 고려할 경우, 아연도금 혹은 도막되지 않은 철근 또는 철선에 대한 도막계수는 1.2이다.

③ 인장 이형철근의 기본정착길이는 철근의 지름 및 설계기준항복강도가 클수록 짧아진다.

④ 인장 이형철근의 정착길이 산정에서 보정계수를 고려할 경우, 상부철근(정착길이 또는 겹침이음부 아래 300mm를 초과되게 굳지 않은 콘크리트를 친 수평철근)에 대한 철근배치 위치계수는 1.3이다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 인장 이형철근의 정착길이에 적용하는 철근배치 위치계수와 도막계수, 그리고 갈고리의 정착효과에 관한 문제이다. 핵심은 압축철근에는 갈고리 효과를 인정하지 않는 점과 각 보정계수의 적용 대상을 구별하는 데 있다.

용어 풀이

정착길이는 철근이 필요한 인장력 또는 압축력을 콘크리트에 충분히 전달하도록 콘크리트 속에 묻어 두어야 하는 길이이다. 상부철근은 정착길이 또는 겹침이음부 아래에 굳지 않은 콘크리트를 300 mm 초과하여 친 수평철근이다.

핵심 구분

현행 「콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준」 KDS 14 20 52의 4.1.1과 4.1.2에 따르면, 갈고리는 압축철근 정착에 유효하지 않으며 상부철근의 철근배치 위치계수는 1.3이다. 아연도금 또는 도막되지 않은 철근·철선의 도막계수는 1.0이고, 에폭시 도막 철근의 경우에만 조건에 따라 1.2 또는 1.5를 적용한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
갈고리로 정착할 수 있다는 부분은 인장철근에 관한 내용이다. 갈고리는 압축철근의 정착에는 유효하지 않은 것으로 본다.
틀린 표현: 갈고리는 압축철근의 정착에 유효한 것으로 본다.
올바른 표현: 갈고리는 압축철근의 정착에 유효하지 않은 것으로 본다.

② X
아연도금 또는 도막되지 않은 철근·철선의 도막계수는 1.2가 아니라 1.0이다. 1.2는 피복두께와 순간격 조건이 양호한 기타 에폭시 도막 또는 아연-에폭시 이중 도막 철근·철선에 적용한다.
틀린 표현: 아연도금 혹은 도막되지 않은 철근 또는 철선에 대한 도막계수는 1.2이다.
올바른 표현: 아연도금 혹은 도막되지 않은 철근 또는 철선에 대한 도막계수는 1.0이다.

③ X
인장 이형철근의 기본정착길이는 철근 지름과 설계기준항복강도가 커질수록 길어진다.
틀린 표현: 철근의 지름 및 설계기준항복강도가 클수록 짧아진다.
올바른 표현: 철근의 지름 및 설계기준항복강도가 클수록 길어진다.

④ O
정착길이 또는 겹침이음부 아래에 굳지 않은 콘크리트를 300 mm 초과하여 친 수평철근은 상부철근에 해당한다. 이 경우 철근배치 위치계수는 1.3이다.

오답 포인트

①은 갈고리의 인장철근 정착효과를 압축철근까지 확대해 적용한 선지이다. ②는 도막되지 않은 철근의 계수 1.0을 에폭시 도막 철근의 계수 1.2와 바꾼 선지이고, ③은 철근 지름·항복강도 증가에 따른 정착길이 증가 방향을 반대로 제시한 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정착 문제에서는 먼저 인장철근인지 압축철근인지 구분한다. 이어서 철근 위치가 상부철근 조건에 해당하는지와 철근 표면이 도막·도금되었는지를 확인하여 위치계수와 도막계수를 판단한다.

암기 포인트

상부철근은 1.3, 비도막·아연도금 철근은 1.0, 갈고리는 압축정착 불인정이다.

NoteBase

문 13. 강구조 압축부재에서 압축력 방향과 평행한 면 중에서 한 쪽 면에만 지지되어 있는 비구속판요소(자유돌출판)의 폭에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① ㄱ형강의 다리, ㄷ형강의 플랜지에 대한 폭 b는 전체 공칭치수이다.

② T형강의 스템 d는 전체 공칭높이의 85 %로 한다.

③ H형강 플랜지에 대한 폭 b는 전체 공칭플랜지폭의 1/2이다.

④ 플레이트의 폭 b는 자유단으로부터 파스너(연결재)의 첫 번째 줄 혹은 용접선까지의 길이이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압축력을 받는 자유돌출판(비구속판요소)에서 단면 형상별로 폭 또는 해당 치수를 어떻게 정하는지를 묻는다.

핵심 개념

자유돌출판은 압축력 방향과 평행한 두 가장자리 중 한쪽만 다른 판요소에 지지되고, 다른 쪽은 자유단인 판요소이다. 국부좌굴 검토에 쓰는 치수는 단면 형상에 따라 달라진다. ㄱ형강 다리와 ㄷ형강 플랜지는 전체 공칭치수, H형강 플랜지는 전체 공칭플랜지폭의 절반, 플레이트는 자유단부터 첫 번째 연결재열 또는 용접선까지의 길이로 정한다. T형강 스템은 예외적으로 폭 b가 아니라 전체 공칭높이 d를 사용한다.

선지별 해설

① O: ㄱ형강의 다리와 ㄷ형강의 플랜지는 한쪽만 지지된 돌출부이므로 폭 b를 각각의 전체 공칭치수로 취한다.
② X: 틀린 표현은 "전체 공칭높이의 85 %"이다. T형강의 스템은 폭 b 대신 전체 공칭높이 d를 해당 치수로 취한다. 즉, 전체 공칭높이의 85 %가 아니라 전체 공칭높이 자체로 정한다.
③ O: H형강 플랜지는 양쪽으로 돌출된 부분을 각각 자유돌출판으로 보므로, 한쪽 플랜지의 폭 b는 전체 공칭플랜지폭의 1/2이다.
④ O: 플레이트의 자유돌출부 폭 b는 자유단에서 안쪽으로 측정하여 첫 번째 파스너 열 또는 용접선까지의 길이이다.

오답 포인트

②는 T형강 스템에 일반적인 폭 b의 개념을 그대로 적용하고, 치수도 85 %로 바꾸어 놓은 선지이다. T형강 스템은 전체 공칭높이 d를 쓰는 별도 규정을 구별해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

자유돌출판의 치수는 먼저 단면 형상을 구분한다. ㄱ형강 다리와 ㄷ형강 플랜지는 전체 치수, H형강 플랜지는 절반 폭, 플레이트는 자유단부터 첫 연결부까지의 길이로 판단한다. T형강 스템이 나오면 전체 공칭높이 d를 사용하는 예외인지 확인한다.

암기 포인트

ㄱ·ㄷ은 전체, H 플랜지는 반, 플레이트는 자유단부터 연결부, T 스템은 전체높이 d이다.

NoteBase

문 14. 「건축물 기초구조 설계기준」상 말뚝의 허용하중에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 항타 시 최종관입 직전에는 새로운 햄머쿠션 또는 말뚝쿠션을 사용해야 한다.

② 재하시험에 의한 허용압축지지력은 항복하중의 1/2 및 극한하중의 1/3 중 작은 값으로 한다.

③ 풍하중 또는 지진하중에 의한 인발일 경우, 단일말뚝의 인발저항력에 대한 최소 안전율은 재하시험에 의할 경우 2로 한다.

④ 수평하중에 대해 설계할 필요가 있는 경우, 단일말뚝 또는 무리말뚝의 수평하중지지력은 해석 또는 설계하중의 최소 1.5배에 해당하는 수평재하시험에 의해 결정하여야 한다.

정답 2번

쟁점

이 문제는 「건축물 기초구조 설계기준」상 말뚝의 허용축하중·인발저항력·허용수평하중 결정 기준에 관한 문제이다. 핵심은 재하시험에 따른 허용압축지지력의 산정값과 각 하중 방향별 안전율·시험하중을 구별하는 데 있다.

용어 풀이

항복하중은 말뚝이 항복 거동을 보이기 시작하는 하중이고, 극한하중은 지반이나 말뚝의 파괴 한계에 해당하는 하중이다. 허용하중은 이들 한계하중에 안전율을 적용하여 설계에 사용할 수 있도록 정한 하중이다.

핵심 구분

재하시험에 의한 허용압축지지력은 항복하중의 1/2와 극한하중의 1/3 중 작은 값이다. 풍하중 또는 지진하중에 의한 인발은 해석법이면 최소 안전율 2, 재하시험이면 최소 안전율 1.5를 적용한다. 수평재하시험의 시험하중은 설계하중의 최소 2배이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
최종관입 직전에는 햄머쿠션 또는 말뚝쿠션의 상태 변화가 항타 결과에 영향을 줄 수 있으므로 새로운 쿠션을 사용할 수 없다.
틀린 표현: '새로운 햄머쿠션 또는 말뚝쿠션을 사용해야 한다.'
올바른 표현: 최종관입 직전에는 새로운 햄머쿠션 또는 말뚝쿠션을 사용할 수 없다.

② O
재하시험에 의한 허용압축지지력은 항복하중의 1/2와 극한하중의 1/3을 각각 산정한 뒤 그중 작은 값으로 정한다. 두 한계상태를 함께 제한하여 안전성을 확보하는 기준이다.

③ X
풍하중 또는 지진하중에 의한 인발은 예외적으로 재하시험에 의할 때 최소 안전율을 1.5로 한다.
틀린 표현: '재하시험에 의할 경우 2로 한다.'
올바른 표현: 재하시험에 의할 경우 1.5로 한다. 해석에 의할 경우에는 2로 한다.

④ X
수평하중지지력을 수평재하시험으로 결정할 때 시험하중은 설계하중의 최소 2배이어야 한다.
틀린 표현: '설계하중의 최소 1.5배'
올바른 표현: 설계하중의 최소 2배에 해당하는 수평재하시험이다.

오답 포인트

③은 해석법과 재하시험의 최소 안전율을 서로 바꾸어 놓은 선지이고, ④는 수평재하시험의 2배 기준을 1.5배로 낮춘 선지이다. ①은 '사용해야 한다'라는 의무 표현이 실제 금지 규정과 반대라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

말뚝 허용하중 문제에서는 먼저 압축·인발·수평 중 하중 방향을 구분한다. 이어서 재하시험인지 해석인지 확인하고, 압축은 항복하중 1/2와 극한하중 1/3의 작은 값, 풍·지진 인발의 재하시험은 안전율 1.5, 수평재하시험은 설계하중 2배를 대조한다.

암기 포인트

압축은 '항복 1/2·극한 1/3 중 작은 값', 풍·지진 인발 재하시험은 1.5, 수평시험은 2배이다.

NoteBase

문 15. 철근콘크리트기둥-합성보의 연결과 관련된 설명으로 옳지 않은 것은?

① 강재보를 접합부에 관통하여 설치하는 경우, 미끄러짐전단을 전달하기 위하여 강재보 웨브에 전단연결재와 표면지압판을 설치해야 한다.

② 보의 횡변형과 휨모멘트 전달시에 강재보 하부에 콘크리트의 조기압괴가 발생하지 않도록 충분한 지압강도를 확보해야 하며, 필요시에는 표면지압판을 설치한다.

③ 내진설계에서 고연성도 모멘트골조의 경우 표면지압판을 설치하지 않을 수 있으며, 중연성도 및 저연성도인 경우에는 표면지압판이 필요없다.

④ 보-기둥 접합부의 콘크리트를 횡구속할 수 있도록 접합부 내부와 접합부 상하부에서 단면 둘레에 횡구속철근을 연속되도록 배치하여야 한다.

정답 3번

출제 포인트

철근콘크리트기둥-합성보 접합부에서 전단·지압·횡구속 상세와 내진설계 시 표면지압판의 설치 원칙을 묻는 문제이다.

핵심 개념

표면지압판은 강재보 플랜지 사이에 설치되어 하중을 콘크리트에 지압으로 전달하고 접합부 콘크리트를 구속하는 판이다.
전단연결재는 강재와 콘크리트 사이의 미끄러짐전단을 전달하는 연결재이다.
고연성도 모멘트골조는 큰 비탄성 변형을 전제로 하므로 표면지압판을 설치하며, 중연성도·저연성도는 일정 조건에서 설치를 생략할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O. 강재보를 접합부에 관통시키면 강재와 콘크리트 사이의 미끄러짐전단을 전달해야 하므로, 강재보 웨브에 전단연결재와 표면지압판을 설치한다.

② O. 보의 변형과 휨모멘트 전달로 강재보 하부 콘크리트에 지압응력이 집중될 수 있으므로, 조기 지압파괴가 생기지 않도록 충분한 지압강도를 확보하고 필요하면 표면지압판을 설치한다.

③ X. 틀린 표현은 '고연성도 모멘트골조의 경우 표면지압판을 설치하지 않을 수 있으며'와 '중연성도 및 저연성도인 경우에는 표면지압판이 필요없다'이다. 고연성도 모멘트골조에는 표면지압판을 설치해야 한다. 중연성도·저연성도는 표면지압판을 설치하지 않을 수 있으나, 이 경우 보 소성힌지의 최대강도는 보의 항복모멘트강도를 초과할 수 없다.

④ O. 접합부 콘크리트의 횡구속을 위해 패널부인 접합부 내부와 지압부인 접합부 상하부에 단면 둘레를 따라 횡구속철근이 연속되게 배치된다.

오답 포인트

③은 연성도가 큰 고연성도 골조일수록 상세를 완화할 수 있다고 착각하게 만든다. 실제로는 큰 비탄성 변형이 예상되는 고연성도 모멘트골조에 표면지압판 설치가 요구되며, 생략 가능성은 중연성도·저연성도에 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

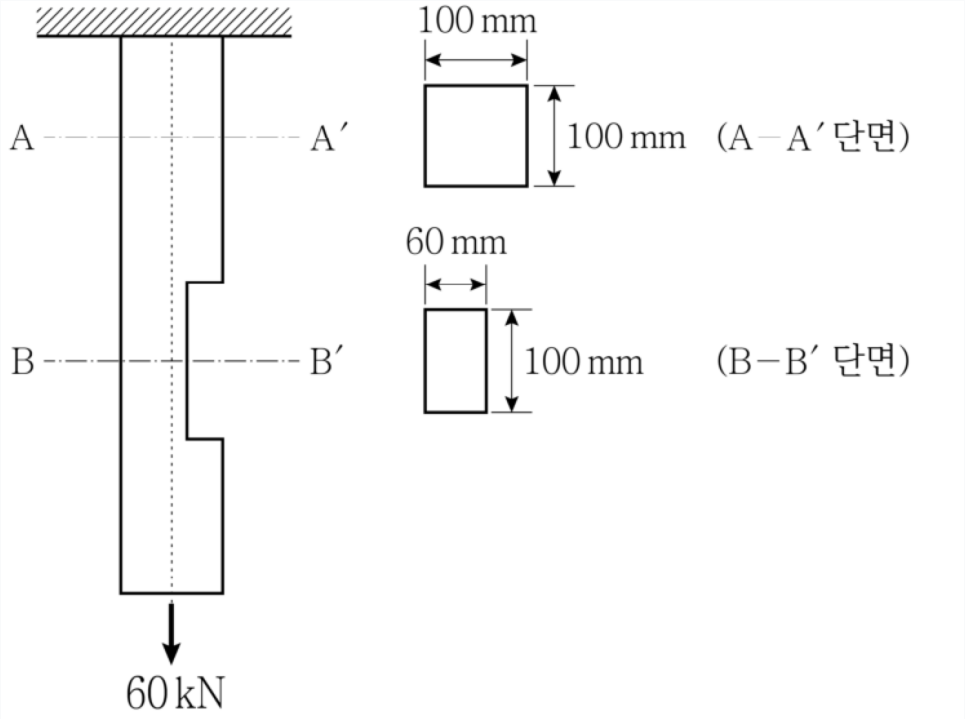
접합부 상세는 전단 전달, 콘크리트 지압파괴 방지, 횡구속의 세 기능으로 나누어 판단한다. 내진상세에서는 먼저 고연성도인지 확인하고, 고연성도이면 표면지압판 설치가 원칙임을 적용한다.

암기 포인트

전단은 전단연결재, 지압은 표면지압판, 구속은 횡구속철근이다. 고연성도에는 표면지압판을 설치한다.

NoteBase

문 16. 그림과 같은 부재 단부의 단면중심에 수직방향 힘 60kN이 작용할 때, B-B′ 단면에 생기는 최대 인장응력 [N/mm²]은? (단, 자중은 무시하고, 부재의 거동은 선형탄성으로 가정한다)



① 14

② 22

③ 30

④ 38

정답 3번

출제 포인트

단면 변화로 B–B′ 단면의 도심이 하중 작용선에서 20mm 벗어난 편심인장 상태에서, 축인장응력과 휨인장응력을 합성하여 최대 인장응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

B–B′ 단면의 폭은 60mm, 높이는 100mm이다.
하중은 $P = 60kN$이고, 단면 폭이 100mm에서 60mm로 한쪽에서 줄어 도심은 $(100 - 60)/2 = 20mm$ 이동한다. 따라서 편심거리 e는 20mm이다.
하중은 인장방향이므로 최대 인장측에서는 축인장응력과 휨인장응력을 더한다.

NoteBase

사용할 공식

편심축력에 의한 최대 인장응력은 다음과 같다.
$\sigma_{max} = \frac{P}{A} + \frac{M}{Z}, \qquad M = Pe$
여기서 A는 단면적, Z는 하중의 편심방향에 대한 단면계수이다. 하중 작용선이 B–B′ 단면 도심을 지나지 않으므로 축력 P와 편심모멘트 Pe를 함께 고려한다.

계산 과정

1. 단면적은 $A = 60 \times 100 = 6{,}000 mm^2$이므로 축인장응력은 $P/A = 60{,}000/6{,}000 = 10 N/mm^2$이다.
2. 편심방향에 대한 단면2차모멘트와 단면계수는 $I_y = 100 \times 60^3/12 = 1{,}800{,}000 mm^4$,
$Z_y = I_y/(60/2) = 60{,}000 mm^3$이다.
3. 편심모멘트는 $M = Pe = 60{,}000 \times 20 = 1{,}200{,}000 N \cdot mm$이므로 휨응력은
$M/Z_y = 1{,}200{,}000/60{,}000 = 20 N/mm^2$이다.
4. 최대 인장응력은 $10 + 20 = 30 N/mm^2$이다.

선지 판단

① X — $14 N/mm^2$는 축인장응력 $10 N/mm^2$과 편심에 의한 휨인장응력 $20 N/mm^2$을 합성한 값이 아니다. 틀린 값 14 → 최대 인장응력은 $30 N/mm^2$이다.
② X — $22 N/mm^2$는 $M/Z_y = 20 N/mm^2$에 축인장응력 $10 N/mm^2$을 정확히 더한 결과가 아니다. 틀린 값 22 → 최대 인장응력은 $30 N/mm^2$이다.
③ O — 축인장응력 $10 N/mm^2$과 휨인장응력 $20 N/mm^2$의 합은 $30 N/mm^2$이므로 옳다.
④ X — $38 N/mm^2$는 이 단면의 편심모멘트 $1{,}200{,}000 N \cdot mm$과 단면계수 $60{,}000 mm^3$에서 나오는 휨응력 $20 N/mm^2$와 일치하지 않는다. 틀린 값 38 → 최대 인장응력은 $30 N/mm^2$이다.

오답 포인트

B–B′ 단면의 폭이 $60mm$가 되어 도심이 $20mm$ 이동한 사실을 빼먹으면 휨응력을 누락하거나 잘못 계산하게 된다. 또한 하중이 인장방향이므로 최대 인장측에서는 P/A와 M/Z를 빼는 것이 아니라 더한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단면이 한쪽에서 줄어든 편심축력 문제는 먼저 하중 작용선과 새 단면 도심 사이의 e를 구하고, P/A와 Pe/Z를 계산한 뒤 해당 가장자리에서 두 응력의 부호를 합성하여 판단한다.

암기 포인트

편심인장 최대응력은 $\sigma_{max} = P/A + Pe/Z$이다. 인장측에서는 축응력과 휨응력이 더해진다.

NoteBase

문 17. 보강조적조의 설계가정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 보강근은 조적 재료에 의해 완전히 부착되어야만 하나의 재료로 거동하는 것으로 한다.

② 보강근과 조적조의 변형률은 중립축으로부터의 거리에 비례한다고 가정한다.

③ 보강근의 등급에 따라 결정되는 항복강도보다 작은 하중이 작용하는 경우 보강근에 작용하는 응력도는 철근 탄성계수에 철근 변형률을 곱한 값으로 사용한다.

④ 휨강도의 계산에서는 조적조벽의 인장강도를 포함하며, 처짐을 구할 때는 무시한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 보강조적조의 휨 설계에서 사용하는 기본 가정, 특히 조적조벽의 인장강도 처리와 처짐 산정의 차이를 묻는다.

핵심 개념

보강조적조는 보강근과 조적조가 부착되어 함께 변형한다고 보고, 휨을 받을 때 평면단면이 평면을 유지한다고 가정하는 구조이다. 강도 설계에서는 인장측 조적조의 강도를 보통 무시하지만, 사용성 검토인 처짐 산정에서는 조적조의 인장강도를 고려한다.

선지별 해설

① O. 보강근과 조적조 재료가 완전히 부착되어 미끄럼 없이 함께 거동한다고 가정하므로, 하나의 재료처럼 거동하는 것으로 본다.

② O. 평면단면 가정에 따라 보강근과 조적조의 변형률은 중립축으로부터의 거리에 비례하여 선형적으로 분포한다.

③ O. 보강근 응력이 항복강도에 이르기 전의 탄성영역에서는 보강근 응력을 철근 탄성계수와 철근 변형률의 곱으로 산정한다.

④ X. 틀린 표현은 '휨강도의 계산에서는 조적조벽의 인장강도를 포함하며, 처짐을 구할 때는 무시한다'이다. 실제로는 휨강도 계산에서는 조적조벽의 인장강도를 무시하고, 처짐 산정에서는 조적조벽의 인장강도를 고려한다.

오답 포인트

④는 강도 검토와 사용성 검토의 인장강도 처리 순서를 뒤바꾸었다. 휨강도는 균열 후 거동을 안전측으로 보아 조적조의 인장강도를 무시하고, 처짐은 사용 상태의 강성을 반영하므로 인장강도를 고려한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

보강조적조 선지에서는 먼저 부착·평면단면·탄성영역의 응력-변형률 관계를 확인한다. 이어 강도 계산인지 처짐 계산인지 구분하여, 강도에서는 인장강도를 무시하고 처짐에서는 고려한다는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

강도에는 인장 무시, 처짐에는 인장 고려이다.

NoteBase

문 18. 「콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준」상 철근콘크리트구조에서 철근의 이음에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 휨부재에서 서로 직접 접촉되지 않게 겹침이음된 철근은 횡방향으로 소요 겹침이음길이의 $\frac{1}{4}$ 또는 200mm 중 작은 값 이상 떨어지지 않아야 한다.

② D22 철근의 용접이음은 용접용 철근을 사용해야 하며, 철근의 설계기준항복강도의 125% 이상을 발휘할 수 있는 용접이어야 한다.

③ D22 철근의 기계적이음은 철근의 설계기준항복강도의 125% 이상을 발휘할 수 있는 기계적이음이어야 한다.

④ 지름 22mm 이상인 철근을 겹침 용접이음할 때는 사용하중 상태에서 철근 이음부 주변 콘크리트에 유해한 균열이 발생되지 않도록 횡보강철근을 배치하여야 한다.

정답 1번

쟁점

이 문제는 철근 이음의 설치 기준과 용접·기계적이음의 요구강도를 묻는다. 핵심은 서로 접촉하지 않는 겹침이음의 횡방향 이격거리와 이음 강도 기준을 구별하는 것이다.

용어 풀이

겹침이음은 두 철근을 일정 길이 겹쳐 콘크리트와의 부착으로 힘을 전달하는 이음이다.
기계적이음은 커플러 등의 기계장치로 철근을 연결하는 이음이다.

핵심 구분

「콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준」의 이음 일반 규정상, 휨부재에서 서로 직접 접촉하지 않게 겹침이음한 철근의 횡방향 이격은 소요 겹침이음길이의 1/5 또는 150mm 중 작은 값 이하여야 한다. 용접이음과 기계적이음은 각각 철근 설계기준항복강도의 125% 이상을 발휘하여야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X. 서로 직접 접촉하지 않는 겹침이음 철근의 횡방향 이격 기준을 잘못 제시하였다.
틀린 표현: 소요 겹침이음길이의 1/4 또는 200mm 중 작은 값
올바른 표현: 소요 겹침이음길이의 1/5 또는 150mm 중 작은 값

② O. D22 철근의 용접이음은 용접용 철근을 사용하고, 철근 설계기준항복강도의 125% 이상을 발휘할 수 있어야 한다.

③ O. D22 철근의 기계적이음은 철근 설계기준항복강도의 125% 이상을 발휘할 수 있는 이음이어야 한다.

④ O. 지름 22mm 이상 철근의 겹침 용접이음에는 사용하중 상태에서 이음부 주변 콘크리트의 유해한 균열을 막기 위한 횡보강철근을 배치하여야 한다. 횡보강철근의 적절성이 입증되고 책임구조기술자의 승인을 얻어 사용하는 요건도 따른다.

오답 포인트

①은 비접촉 겹침이음의 이격거리 숫자를 1/4·200mm로 바꾸어 놓은 선지이다. 용접이음과 기계적이음의 125% 강도 요건은 같지만, 비접촉 겹침이음의 이격 기준은 별도로 기억하여야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

철근 이음 문제에서는 먼저 겹침이음인지 용접·기계적이음인지를 구분한다. 비접촉 겹침이음이면 횡방향 이격의 1/5 또는 150mm 기준을, 용접·기계적이음이면 125% 강도 기준을 대조하여 판단한다.

암기 포인트

비접촉 겹침은 1/5·150mm, 용접·기계적이음은 125%이다.

NoteBase

문 19. 조적식구조 건축물을 설계할 때 벽체의 유효두께에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 일반 조적개체나 속빈개체로 된 홑겹벽의 유효두께는 해당 벽체의 두께와 같다.

② 다중겹벽의 유효두께는 홑겹벽 사이가 모르타르나 그라우트로 채워져 있는 경우에 해당 벽체의 두께와 같다고 본다.

③ 다중겹벽의 유효두께는 홑겹벽 사이가 비어 있는 경우 공간쌓기벽과 같이 계산한다.

④ 1개의 홑겹벽만이 축력을 받는 경우에 공간쌓기벽의 유효두께는 홑겹벽들의 두께의 합에 대한 제곱근으로 구한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 조적벽의 구성 방식에 따라 유효두께를 실제 벽체두께로 보는 경우와 공간쌓기벽의 식으로 산정하는 경우를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유효두께는 벽체의 압축 거동과 세장비 검토에 사용하는 등가 두께이다. 홑겹벽은 실제 두께를 쓰고, 다중겹벽은 사이가 충전되면 전체 벽체두께를 쓰며 비어 있으면 공간쌓기벽으로 본다. 공간쌓기벽에서는 하중이 두 홑겹벽에 나뉘어 모두 축력을 받는 경우에 두 두께의 제곱합에 대한 제곱근 $\sqrt{t_1^2 + t_2^2}$를 유효두께로 쓰고, 1개의 홑겹벽만 축력을 받는 경우에는 축력을 받는 그 홑겹벽의 두께를 그대로 유효두께로 쓴다.

선지별 해설

① O: 일반 조적개체 또는 속빈개체로 된 홑겹벽은 별도의 공간이나 겹벽 효과가 없으므로 유효두께가 해당 벽체의 실제 두께와 같다.

② O: 다중겹벽 사이가 모르타르나 그라우트로 채워지면 각 겹이 충전재로 결합되어 하나의 벽체처럼 거동하므로 해당 벽체의 두께를 유효두께로 본다.

③ O: 다중겹벽 사이가 비어 있으면 충전으로 일체화되지 않으므로 공간쌓기벽의 유효두께 산정 방법을 적용한다.

④ X: 규정상 1개의 홑겹벽만 축력을 받는 공간쌓기벽의 유효두께는 축력을 받는 홑겹벽 자체의 두께로 구한다. 선지처럼 "홑겹벽들의 두께의 합에 대한 제곱근"으로 구하지 않는다. 제곱합의 제곱근 $\sqrt{t_1^2 + t_2^2}$는 하중이 두 홑겹벽에 나뉘어 둘 다 축력을 받는 경우에 적용하는 식이므로, 한쪽만 축력을 받는 이 선지의 상황과는 다르다. 따라서 ④는 옳지 않다.

NoteBase

오답 포인트

④는 공간쌓기벽에서 "두 홑겹벽이 모두 축력을 받는 경우"에 쓰는 제곱합의 제곱근 식과 "1개만 축력을 받는 경우"의 규정을 뒤섞은 선지이다. 한쪽만 축력을 받으면 그 홑겹벽의 두께가 그대로 유효두께이고, $\sqrt{t_1^2 + t_2^2}$는 양쪽이 모두 축력을 받을 때 쓴다. 또한 "두께의 합에 대한 제곱근"이라는 표현 자체도 규정에 없는 형태이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 홑겹벽인지 다중겹벽인지 확인하고, 다중겹벽이면 벽 사이의 충전 여부를 판단한다. 비어 있으면 공간쌓기벽으로 넘긴 뒤, 두 홑겹벽이 모두 축력을 받으면 $\sqrt{t_1^2 + t_2^2}$를, 1개만 축력을 받으면 축력을 받는 홑겹벽의 두께를 유효두께로 적용한다.

암기 포인트

홑겹은 실제두께, 충전 겹벽은 전체두께, 빈 겹벽은 공간쌓기벽이며, 공간쌓기벽은 둘 다 축력 받으면 $\sqrt{t_1^2 + t_2^2}$, 하나만 축력 받으면 그 홑겹벽 두께이다.

NoteBase

문 20. 철근콘크리트 기초판 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기초판의 최대 계수휨모멘트를 계산할 때, 콘크리트 기둥, 주각 또는 벽체를 지지하는 기초판은 기둥, 주각 또는 벽체의 외면을 위험단면으로 한다.

② 말뚝에 지지되는 기초판에서 임의 단면에 대한 전단력을 산정할 때, 말뚝의 중심이 그 단면에서 $d_{pile}/2$ (말뚝지름의 1/2) 이상 내측에 있는 말뚝에 의한 반력은 전단력으로 작용하지 않는 것으로 보아야 한다.

③ 기초판의 밑면적, 말뚝의 개수와 배열을 산정할 때, 기초판에 의해 지반 또는 말뚝에 전달되는 힘과 휨모멘트는 하중계수를 곱하지 않은 사용하중을 적용하여야 한다.

④ 기초판 윗면부터 하부철근까지 깊이는 직접기초의 경우는 $120mm$ 이상, 말뚝기초의 경우는 $200mm$ 이상으로 하여야 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 철근콘크리트 기초판 설계에서 휨 위험단면, 말뚝반력의 전단력 반영, 사용하중의 적용 및 최소 유효깊이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

위험단면은 최대 계수휨모멘트나 전단력을 검토하는 기준 단면이다. 기초판의 바닥면적과 말뚝 수·배열을 정할 때에는 지반 또는 말뚝에 전달되는 사용하중을 적용하고, 강도 검토에서는 계수하중에 따른 단면력을 검토한다. 기초판 윗면부터 하부철근까지의 최소 깊이는 직접기초와 말뚝기초에서 서로 다르다.

선지별 해설

① O. 콘크리트 기둥·주각·벽체를 지지하는 기초판의 최대 계수휨모멘트 위험단면은 해당 지지부재의 외면이다.

② O. 말뚝기초의 임의 단면 전단력 산정에서 말뚝 중심이 그 단면으로부터 $d_{\text{pile}}/2$ 이상 내측에 있으면 그 말뚝반력은 그 단면의 전단력으로 작용하지 않는 것으로 본다.

③ O. 기초판의 바닥면적과 말뚝의 개수·배열을 정하는 단계는 지반 또는 말뚝의 지지 조건에 맞추어 규모를 결정하는 단계이므로 하중계수를 곱하지 않은 사용하중을 적용한다.

④ X. 틀린 표현은 직접기초 $120mm$, 말뚝기초 $200mm$이다. 기초판 윗면부터 하부철근까지의 깊이는 직접기초에서 $150mm$ 이상, 말뚝기초에서 $300mm$ 이상이어야 한다.

NoteBase

오답 포인트

③의 사용하중 적용과 휨·전단 강도검토의 계수하중 적용을 혼동하기 쉽다. 또한 ④는 기초판의 전체 두께가 아니라 윗면부터 하부철근까지의 깊이를 묻는데, 직접기초와 말뚝기초의 최소값을 모두 작게 제시하였다.

다시 나오면 이렇게 판단

기초의 면적·말뚝 수·배열을 정하는 선지는 사용하중인지 확인하고, 최대 휨모멘트 선지는 지지하는 기둥·주각·벽체의 외면을 위험단면으로 판단한다. 말뚝반력은 단면 내측 $d_{pile}/2$ 이상이면 전단력에서 제외하며, 최소 깊이는 직접기초와 말뚝기초의 수치를 따로 판단한다.

암기 포인트

면적·말뚝배열은 사용하중, 휨 위험단면은 부재 외면, 최소 깊이는 직접기초 $150mm$·말뚝기초 $300mm$이다.

NoteBase