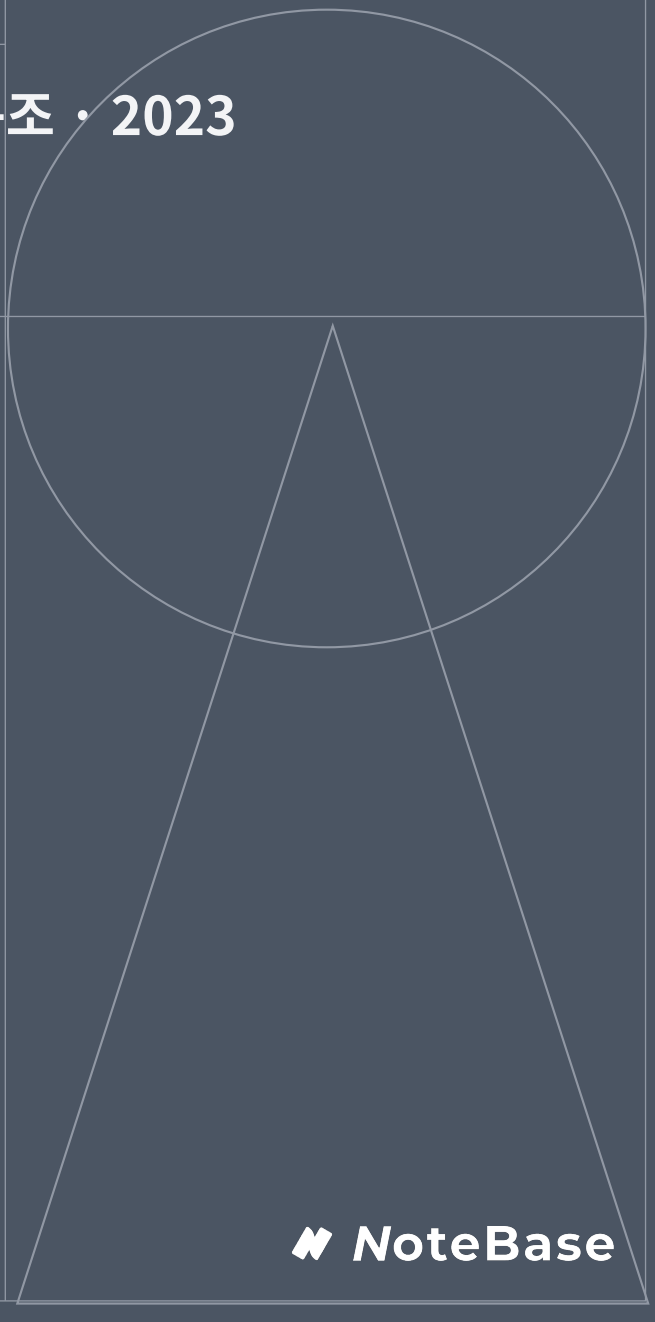
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2023

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2023

문 1. 건축물 내진설계에 대한 용어 설명으로 옳지 않은 것은?

① 감쇠는 점성, 소성 또는 마찰에 의해 구조물에 입력된 동적 에너지가 소산되어 구조물의 진동이 감소하는 현상이다.

② 중간모멘트골조는 지진력의 25% 이상을 부담하는 연성모멘트골조가 전단벽이나 가새골조와 조합되어 있는 구조방식이다.

③ 최대지반가속도는 지진에 의한 진동으로 특정위치에서의 지반이 수평 2방향 또는 수직방향으로 움직인 가속도의 절대값의 최댓값이다.

④ 내진성능수준은 설계지진에 대해 시설물에 요구되는 성능수준으로 기능수행수준, 즉시복구수준, 장기복구/인명보호수준과 붕괴방지수준으로 구분된다.

정답 2번

간단한 해설

②의 설명은 **이중골조방식**의 정의이다. 중간모멘트골조는 **중연성도의 연성능력**을 갖도록 설계한 모멘트골조이며, 전단벽·가새골조와의 조합이나 지진력 25% 부담 여부로 정의하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 감쇠는 구조물에 들어온 동적 에너지가 점성, 소성변형 또는 마찰 작용으로 소산되면서 진동이 줄어드는 현상이다. 핵심은 **에너지 소산에 따른 진동 감소**이며, 소성변형을 통한 에너지 소산도 감쇠에 포함된다.

② X: KDS 41 17 00의 1.2 용어 정의에서, 지진력의 25% 이상을 부담하는 연성모멘트골조와 전단벽 또는 가새골조를 조합한 구조방식은 **이중골조방식**이다. 같은 기준의 6.2.4에서도 이중골조시스템의 모멘트골조는 설계지진력의 적어도 25%에 저항할 수 있어야 한다고 규정한다. 중간모멘트골조는 **중연성도의 연성능력**을 갖도록 설계한 모멘트골조를 뜻한다. 즉, 이중골조방식은 저항요소의 조합과 모멘트골조의 부담 능력에 관한 구분이고, 중간모멘트골조는 골조의 연성능력에 관한 구분이다.

③ O: 최대지반가속도는 특정 위치에서 지진으로 발생한 지반 가속도 기록 중 **절댓값이 가장 큰 값**이다. 지반운동은 수평 두 방향과 수직 방향으로 구분하여 기록하며, 각 방향의 가속도는 양·음으로 변하므로 진동 방향을 나타내는 부호를 제외한 크기로 최댓값을 판단한다.

④ O: 내진성능수준은 설계지진을 겪을 때 시설물에 요구하는 **기능 유지·복구 및 안전의 수준**이다. 기능수행수준, 즉시복구수준, 장기복구/인명보호수준, 붕괴방지수준의 네 수준으로 구분한다. 이 구분은 지진의 크기 자체가 아니라, 주어진 설계지진에 대해 시설물이 어느 정도의 성능을 확보해야 하는지를 나타낸다.

NoteBase

문 2. 철근콘크리트 설계에서 적용되는 강도감소계수가 가장 작은 것은?

① 인장지배단면

② 포스트텐션 정착구역

③ 스트럿-타이모델에서 스트럿, 절점부 및 지압부

④ 무근콘크리트의 휨모멘트, 압축력, 전단력, 지압력

정답 4번

간단한 해설

무근콘크리트의 휨모멘트·압축력·전단력·지압력에 적용하는 강도감소계수는 **0.55**로, 다른 제시 대상의 0.75 또는 0.85보다 작다.

선지별 해설

강도감소계수는 공칭강도에 곱하여 설계강도를 정하는 계수이다. 같은 공칭강도라면 계수가 작을수록 설계에 사용할 수 있는 강도를 더 작게 평가한다.

① 인장지배단면: 강도감소계수는 **0.85**이다. 인장철근이 충분히 변형되어 연성 거동을 확보하는 단면에 적용한다.

② 포스트텐션 정착구역: 강도감소계수는 **0.85**이다. 정착구를 통해 긴장력이 콘크리트에 전달되는 구역이며, 일반적인 콘크리트 지압력에 적용하는 0.65와 구별한다.

③ 스트럿-타이모델의 스트럿, 절점부 및 지압부: 강도감소계수는 **0.75**이다. 같은 모델에서도 인장력을 전달하는 타이의 계수 0.85와 구별해야 한다.

④ 무근콘크리트의 휨모멘트, 압축력, 전단력, 지압력: 모두 강도감소계수 **0.55**를 적용한다. 철근에 의한 연성 확보를 기대하기 어려운 무근콘크리트에 대해 강도를 더 보수적으로 평가한다.

강도감소계수를 비교하면 0.55 < 0.75 < 0.85이므로, 제시된 대상 중 ④의 무근콘크리트에 적용하는 값이 가장 작다.

NoteBase

문 3. 철근콘크리트 설계에서 인장 이형철근의 정착길이 산정에 사용되는 보정계수가 아닌 것은? (단, 정착길이는 기본정착길이에 보정계수를 고려하는 방법으로 구한다)

① 마찰계수
② 도막계수
③ 경량콘크리트계수
④ 철근배치 위치계수

정답 1번

간단한 해설

인장 이형철근의 정착길이는 철근의 배치 위치, 표면 도막, 콘크리트 종류에 따른 영향을 고려하여 산정한다.
마찰계수는 이 산정법의 보정계수가 아니다.

개념 구분

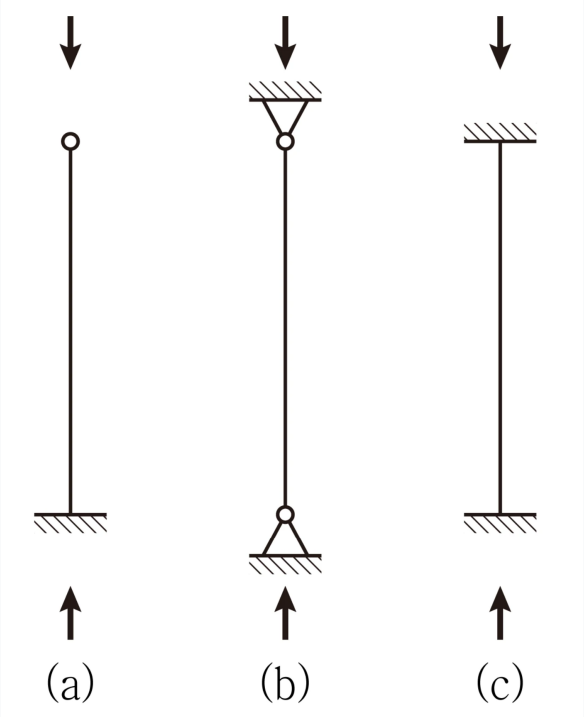
정착길이는 철근에 작용하는 힘을 콘크리트에 전달할 수 있도록 철근을 묻어 두어야 하는 길이이다.
기본정착길이에 보정계수를 고려하는 방법에서는 **철근과 콘크리트의 부착 성능에 영향을 주는 조건**을 반영한다.

도막계수는 에폭시 등 철근 표면의 도막에 따른 영향을, 경량콘크리트계수는 콘크리트 종류에 따른 영향을 반영한다. 철근배치 위치계수는 콘크리트 타설 때 철근이 놓인 위치에 따른 영향을 반영한다. 특히 상부 수평철근은 아래에 타설된 콘크리트의 침하와 블리딩으로 부착 성능이 불리해질 수 있어 이를 고려한다.

마찰계수는 접촉면의 마찰저항과 관련된 계수이며, **인장 이형철근의 기본정착길이를 보정하는 계수에는 포함되지 않는다.** 정착에 필요한 부착 성능을 고려한다는 이유로 마찰계수를 별도의 보정계수로 추가해서는 안 된다.

NoteBase

문 4. 그림과 같은 양단 지지조건을 가지는 강구조 압축재에 대한 탄성 좌굴하중의 비 (a) : (b) : (c)는? (단, 압축재의 길이, 재질 및 단면은 모두 동일하며, 자중은 무시하고 유효좌굴길이계수는 이론값을 적용한다)



① 4 : 2 : 1

② 1 : 2 : 4

③ 16 : 4 : 1

④ 1 : 4 : 16

정답 4번

간단한 해설

길이·재질·단면이 같으면 탄성 좌굴하중은 **유효좌굴길이의 제곱에 반비례**한다. (a), (b), (c)의 유효좌굴길이계수는 각각 2, 1, 0.5이므로 좌굴하중의 비는 1 : 4 : 16이다.

NoteBase

계산 과정

탄성 좌굴하중은 오일러 식 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$으로 구한다. 여기서 E는 탄성계수, I는 좌굴 방향에 대한 단면2차모멘트, L은 부재 길이, K는 지지조건에 따른 유효좌굴길이계수이다. KL은 같은 좌굴하중을 갖는 양단 힌지 부재의 길이를 뜻한다. 문제는 탄성 좌굴을 묻고 자중을 무시하므로 이 식을 적용하며, 세 부재의 E, I, L이 같아 **지지조건에 따른 K만 비교**하면 된다. 기준하중을 $P_0 = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$으로 두면 $P_{cr} = \frac{P_0}{K^2}$이다.

(a): 하단은 고정되고 상단은 횡방향 지지가 없는 **고정–자유** 조건이다. 이론값 K = 2이므로 유효좌굴길이는 2L이며, 좌굴하중은 $P_a = \frac{P_0}{2^2} = \frac{P_0}{4}$이다.

(b): 상·하단 모두 삼각형 지지부와 힌지로 연결된 **힌지–힌지** 조건이다. 양단의 횡이동은 구속되지만 회전은 가능하다. 이론값 K = 1이므로 유효좌굴길이는 L이며, 좌굴하중은 $P_b = P_0$이다.

(c): 상·하단 모두 회전과 횡이동이 구속된 **고정–고정** 조건이다. 이론값 K = 0.5이므로 유효좌굴길이는 0.5L이며, 좌굴하중은 $P_c = \frac{P_0}{0.5^2} = 4P_0$이다.

따라서 공통 기준하중을 약분하면 $P_a : P_b : P_c = \frac{1}{4} : 1 : 4$이다. 각 항에 4를 곱한 비는 1 : 4 : 16으로, ④의 값과 일치한다. 하중끼리의 비이므로 단위는 없다.

NoteBase

문 5. 건축구조기준에서 강도설계법 또는 한계상태설계법으로 구조물을 설계하는 경우 하중조합으로 옳은 것은? (단, 고정하중(D), 활하중(L), 지진하중(E), 풍하중(W), 적설하중(S)만 고려하며, 활하중에 대한 하중계수 저감은 고려하지 않는다)

① $1.4D + 1.0W$

② $1.2D + 1.6L + 0.5S$

③ $1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.5S$

④ $0.9D + 1.3W + 1.0L + 0.2S$

정답 2번

간단한 해설

활하중이 주된 변동하중인 조합에서는 **고정하중에 1.2, 활하중에 1.6, 함께 작용하는 적설하중에 0.5**를 적용한다. 이에 해당하는 식은 $1.2D + 1.6L + 0.5S$이다.

선지별 해설

하중조합은 여러 하중의 동시 작용과 불확실성을 고려하여 소요강도를 구하는 식이다. 같은 하중이라도 어떤 조합에 포함되는지에 따라 계수가 달라지므로, 각 계수를 다른 조합에서 가져와 섞을 수 없다.

① X: 고정하중만으로 이루어진 기본 조합은 $1.4D$이다. 풍하중과 활하중·적설하중을 함께 고려하는 일반 조합은 $1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5S$로, 고정하중의 계수가 1.2이다. **고정하중 단독 조합에 풍하중을 더한** 선지의 식은 기준에 규정된 조합이 아니다.

② O: 활하중을 주된 변동하중으로 고려하면 그 계수는 1.6이고, 고정하중에는 1.2, 동반 적설하중에는 0.5를 적용한다. 따라서 $1.2D + 1.6L + 0.5S$는 규정된 하중조합이다. 적설하중이 포함되더라도 이 조합에서는 **주된 변동하중이 활하중**이므로 적설하중에 1.6을 적용하지 않는다.

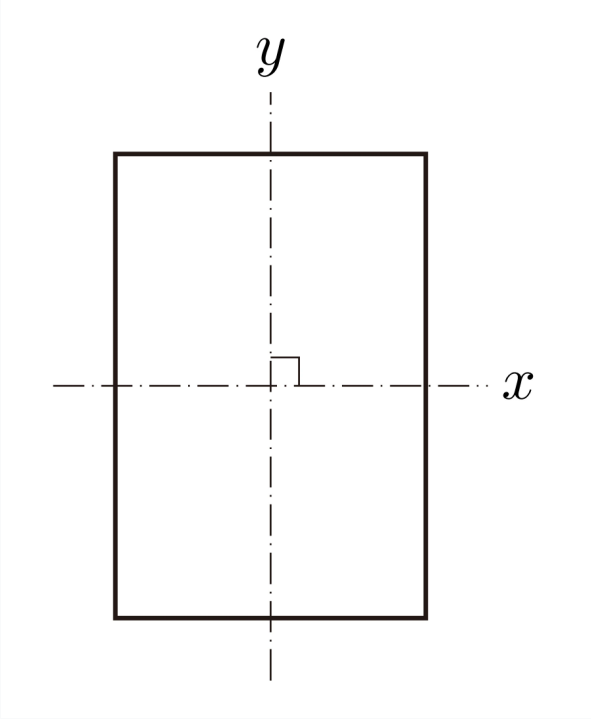
③ X: 지진하중을 포함하는 해당 조합은 $1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$이다. 문제에서 활하중계수 저감을 고려하지 않으므로 활하중의 계수는 1.0을 유지한다. 선지는 **적설하중의 계수를 0.2 대신 0.5**로 제시한 것이 잘못이다.

④ X: 2023년 시험 당시 적용되는 2022년 개정 기준에서 고정하중의 계수를 0.9로 하는 풍하중 조합은 $0.9D + 1.0W$이다. 이는 고정하중이 전도나 들림을 막는 데 유리하게 작용할 때 그 효과를 작게 평가하는 조합이다. 선지는 **풍하중계수 1.3을 적용하고 활하중과 적설하중까지 더한** 점이 이 조합과 다르다.

따라서 규정된 하중조합에 해당하는 것은 ②이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 도심을 지나는 x축, y축에 대한 직사각형 단면의 성질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① y축에 대한 단면1차모멘트는 0이다.

② x축, y축에 대한 단면상승모멘트는 0이다.

③ 주축은 서로 직교하지 않고 45°의 각도를 이룬다.

④ 주축에 대한 단면상승모멘트는 0이다.

정답 3번

간단한 해설

직사각형의 도심을 지나는 두 대칭축은 주축이며, 서로 **90°로 직교**한다. 따라서 주축끼리 45°를 이룬다는 설명을 바로잡아야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: y축에 대한 단면1차모멘트는 각 미소면적에 y축으로부터의 부호 있는 거리 x를 곱하여 합한 값으로, $Q_y = \int_A x dA$이다. 그림에서 y축은 직사각형의 도심을 지나므로 **좌우 면적의 모멘트가 상쇄**되어 0이 된다.

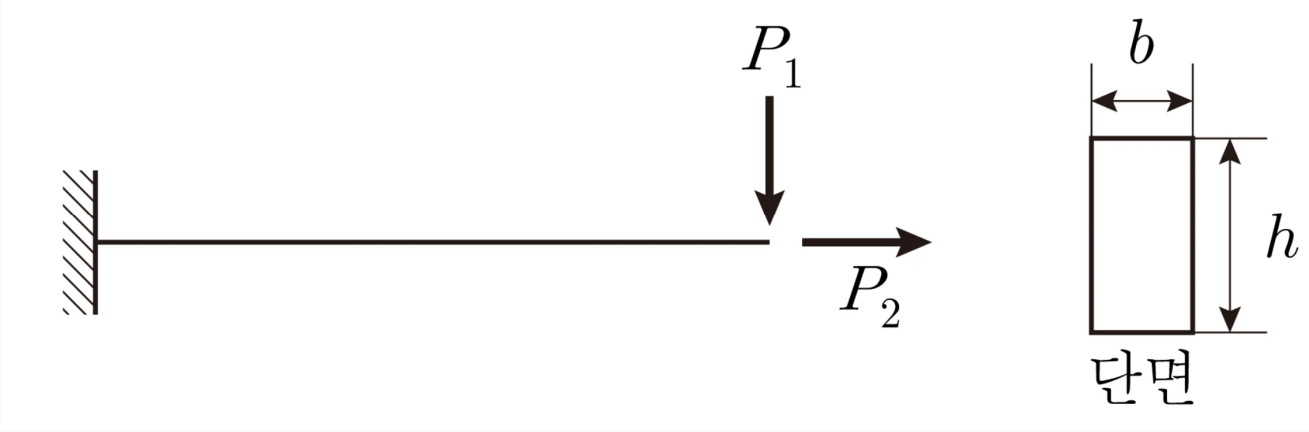
② O: x축과 y축에 대한 단면상승모멘트는 $I_{xy} = \int_A xy dA$이다. 그림의 직사각형은 두 축에 대해 대칭이다. 예를 들어 y축을 기준으로 대칭인 두 미소면적은 y값이 같고 x값의 부호가 반대이므로 **xy의 곱이 서로 상쇄**되어 단면상승모멘트가 0이 된다.

③ X: 서로 짝을 이루는 두 주축은 **90°로 직교**한다. 주축은 같은 점을 지나는 축들 중 단면2차모멘트가 최대 또는 최소가 되는 방향의 축이다. 그림에서는 직사각형의 도심을 지나는 두 대칭축인 x축과 y축이 주축이므로, 두 주축이 직교하지 않고 45°를 이룬다는 설명은 잘못이다.

④ O: 주축을 좌표축으로 잡으면 **두 주축에 대한 단면상승모멘트가 0**이 된다. 이는 주축을 판별하는 조건이다. 이 직사각형에서는 도심을 지나는 x축과 y축이 주축이고, 두 축에 대한 단면상승모멘트도 0이다.

NoteBase

문 7. 그림과 같은 캔틸레버 보에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 보의 자중은 무시하며, 보의 길이는 일정하고, 보의 전 길이에 걸쳐 재질 및 단면은 동일하며, 부재는 선형 탄성으로 거동하는 것으로 가정한다)



① 하중 P_1만 작용할 경우, 단면의 폭(b)이 2배가 되면 부재의 최대 처짐은 2배가 된다.

② 하중 P_1만 작용할 경우, 단면의 높이(h)가 2배가 되면 부재의 최대 처짐은 1/4배가 된다.

③ 하중 P_2만 작용할 경우, 단면의 폭(b)이 2배가 되면 부재의 축방향 변위는 1/4배가 된다.

④ 하중 P_2만 작용할 경우, 단면의 높이(h)가 2배가 되면 부재의 축방향 변위는 1/2배가 된다.

정답 4번

간단한 해설

축방향 변위는 단면적에 반비례한다. 하중 P_2와 길이·재질이 같을 때 높이 h가 2배가 되면 단면적도 2배가 되므로, 축방향 변위는 **원래의 1/2배**가 된다.

NoteBase

선지별 해설

그림의 P_1은 보에 수직으로 작용하여 휨 처짐을 일으키고, P_2는 보의 축방향으로 작용하여 부재를 늘린다. 보의 길이를 L, 탄성계수를 E라 하면 자유단 집중하중에 의한 최대 휨 처짐은 $\delta = \frac{P_1 L^3}{3EI}$, 축방향 변위는 $u = \frac{P_2 L}{EA}$이다. 여기서 직사각형 단면의 단면2차모멘트는 $I = \frac{bh^3}{12}$, 단면적은 $A = bh$이다. 각 선지에서는 하중·길이·탄성계수와 변경하지 않는 단면 치수를 일정하게 두고 비교한다.

① X: 폭 b가 2배가 되면 단면2차모멘트 I도 2배가 된다. 최대 처짐은 **단면2차모멘트에 반비례**하므로 원래의 1/2배로 줄어든다. 따라서 '2배'를 '1/2배'로 고쳐야 한다.

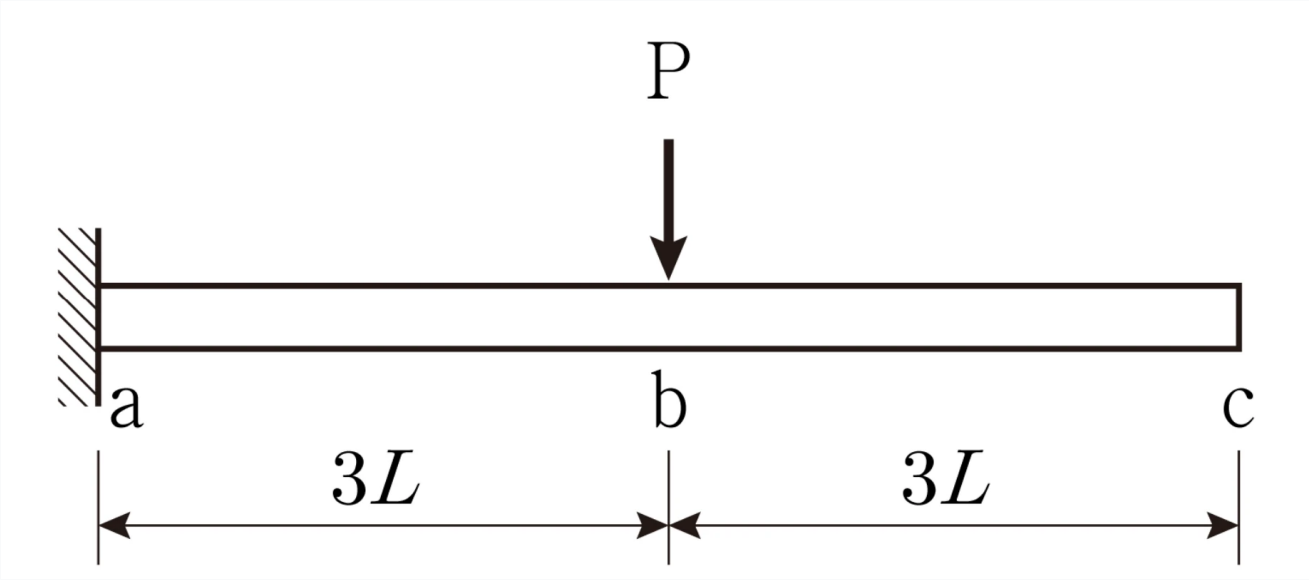
② X: 단면2차모멘트 I는 **높이 h의 세제곱에 비례**한다. 높이가 2배가 되면 I는 $2^3 = 8$배가 되므로 최대 처짐은 원래의 1/8배가 된다. 따라서 '1/4배'를 '1/8배'로 고쳐야 한다.

③ X: 폭 b가 2배가 되면 단면적 A는 2배가 된다. 축방향 변위는 **단면적에 반비례**하므로 원래의 1/2배가 된다. 따라서 '1/4배'를 '1/2배'로 고쳐야 한다.

④ O: 높이 h가 2배가 되면 $A = bh$에 따라 단면적이 2배가 된다. 축방향 강성 EA도 2배가 되므로, 같은 축방향 하중에 의한 변위는 **원래의 1/2배**가 된다.

NoteBase

문 8. 그림과 같은 캔틸레버 보에서 b점과 c점의 처짐을 각각 δ_b와 δ_c라고 할 때, 두 처짐의 비 $\frac{\delta_b}{\delta_c}$는? (단, 보의 자중은 무시하며, 보의 전 길이에 걸쳐 재질 및 단면은 동일하고, 부재는 선형 탄성으로 거동하는 것으로 가정한다)



① $\frac{1}{2}$
② $\frac{2}{3}$
③ $\frac{2}{5}$
④ $\frac{3}{7}$

정답 3번

간단한 해설

하중이 없는 bc 구간은 휘어지지 않지만, **b점의 회전에 따른 추가 처짐**이 생긴다. c점의 처짐은 b점 처짐의 5/2배이므로, 두 처짐의 비는 $\frac{\delta_b}{\delta_c} = \frac{2}{5}$이다.

NoteBase

계산 과정

조건 정리: 그림에서 a점은 고정단이고, b점에 아래 방향 집중하중 P가 작용하며, ab와 bc의 길이는 각각 3L이다. 계산을 간단히 하기 위해 $\ell = 3L$로 둔다. E는 탄성계수, I는 단면2차모멘트이며, 재질과 단면이 일정하므로 휨강성 EI도 일정하다. 자중은 무시하고 아래 방향 처짐을 양으로 둔다.

b점의 처짐과 회전각: bc 구간에는 하중이 없으므로 b점에서 ab 구간으로 전달되는 전단력과 휨모멘트도 없다. 따라서 ab 구간은 **길이가 ℓ이고 끝에 하중 P가 작용하는 캔틸레버**와 같다. 이 보의 끝단 처짐과 회전각 공식을 적용하면 $\delta_b = \frac{P\ell^3}{3EI}$, $\theta_b = \frac{P\ell^2}{2EI}$이다. 여기서 θ_b는 b점에서 보가 시계 방향으로 기울어진 각도의 크기이다.

c점의 처짐: bc 구간은 휨모멘트가 0이므로 곡률도 0이다. 따라서 휘어지지 않은 직선 상태로 b점의 처짐과 회전을 따라 움직인다. c점에는 **b점의 처짐에 회전으로 인한 처짐을 더해야** 하므로 $\delta_c = \delta_b + \theta_b\ell$이다. 추가 처짐은 $\theta_b\ell = \frac{P\ell^3}{2EI}$이며, 이를 더하면 $\delta_c = \frac{5P\ell^3}{6EI}$이다.

처짐의 비: 두 처짐에서 공통인 $P\ell^3$과 EI가 소거된다. 따라서 $\frac{\delta_b}{\delta_c} = \frac{1/3}{5/6} = \frac{2}{5}$이며, 이는 ③의 값과 일치한다. 두 처짐은 모두 길이의 단위를 가지므로 그 비는 단위가 없다.

NoteBase

문 9. 조적구조의 내진설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 조적허리벽이 모멘트골조로부터 이격된 경우에는 허리벽에 의한 기둥길이의 감소효과를 구조해석과 설계에 반영해야 한다.

② 조적채움벽이 모멘트골조로부터 이격되지 않아서 구조요소로 역할을 할 경우에는 채움벽의 영향을 구조해석에서 고려해야 한다.

③ 철근콘크리트모멘트골조 또는 철골모멘트골조의 내부에 밀착하여 채움벽이 배치되는 경우에는 채움벽의 강성 및 강도 기여도를 고려해야 한다.

④ 철근콘크리트모멘트골조 또는 철골모멘트골조의 내부에 밀착된 채움벽체의 대각방향 압축대의 강도는 골조의 강성을 고려한 유효폭을 산정하여 골조의 강도 및 강성 증가 효과를 고려한다.

정답 1번

간단한 해설

허리벽에 의한 기둥길이 감소효과는 골조와 **이격되지 않은 경우**에 반영한다. 허리벽이 기둥 하부의 횡변형을 구속하면 변형 가능한 구간이 짧아지는 단주효과가 생기므로, 이를 구조해석과 설계에 고려해야 한다.

선지별 해설

① X: KDS 41 17 00의 9.8.3(2)는 허리벽이 모멘트골조로부터 **이격되지 않은 경우**에 기둥길이 감소효과를 반영하도록 한다. 허리벽이 기둥 높이의 일부를 구속하면 횡변형이 가능한 길이가 짧아져 전단파괴 위험이 커지는 단주효과가 발생한다. 따라서 '이격된 경우'를 '이격되지 않은 경우'로 고쳐야 한다. 기둥의 물리적 길이가 줄어드는 것이 아니라 변형에 참여하는 구간이 짧아지는 것이다.

② O: KDS 41 17 00의 9.8.3(1)에 따라, 골조와 이격되지 않아 구조요소로 작용하는 조적채움벽은 **골조와의 힘 전달 및 상호작용**을 구조해석에 반영한다. 지진으로 골조가 횡변형할 때 채움벽도 저항하면서 기둥과 보에 추가하중을 전달하므로, 골조만 있는 것으로 해석하면 실제 부재력과 거동을 제대로 평가할 수 없다.

③ O: KDS 41 17 00의 13.5에 따라, 철근콘크리트 또는 철골 모멘트골조 내부에 밀착된 채움벽은 **강성 및 강도에 대한 기여**를 고려한다. 밀착된 채움벽이 골조와 함께 수평력에 저항하므로 변형에 저항하는 정도인 강성과 견딜 수 있는 힘의 크기인 강도가 달라지기 때문이다.

④ O: KDS 41 17 00의 13.5는 밀착된 채움벽의 대각 압축대를 평가할 때 **골조 강성을 반영한 유효폭**을 산정하도록 한다. 골조가 수평으로 변형하면 채움벽의 대각방향에 압축력이 전달되며, 이 저항 경로를 등가의 압축부재인 스트럿으로 나타낼 수 있다. 실제 압축 저항에 참여하는 폭을 유효폭으로 평가하여 채움벽에 의한 골조의 강도·강성 증가효과를 반영한다.

NoteBase

문 10. 목구조 부재설계기준에서 수평하중저항구조의 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 바닥격막구조는 콘크리트구조 및 조적조에 따라 유발되는 지진하중을 지지하도록 설계하여야 한다.

② 모든 격막구조는 인장 및 압축 하중을 전달하도록 가장자리에 경계부재를 설치하여야 한다.

③ 개구부 주변의 경계부재는 전단응력을 분산하도록 설계하여야 한다.

④ 격막의 덮개용 목질판상재를 경계부재의 이음에 사용하지 않아야 한다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '지지하도록 설계하여야 한다'는 표현이 반대이다. 목조 바닥격막은 **콘크리트구조 및 조적조에서 유발되는 지진하중을 지지하도록 설계해서는 안 된다**.

선지별 해설

① X: KDS 41 50 20의 4.7.1.8(1)은 콘크리트구조 및 조적조에서 생기는 지진하중을 전단벽·바닥격막·수평트러스 등 목구조에 부담시키는 설계를 금지한다. 따라서 '지지하도록 설계하여야 한다'를 **'지지하도록 설계하여서는 안 된다'**로 고쳐야 한다. 이는 목구조 자체에 작용하는 지진하중에 저항하도록 설계하는 것과 구별한다.

② O: 격막은 수평하중을 받을 때 면내에서 휘어지며, 그 가장자리에는 인장력과 압축력이 발생한다. KDS 41 50 20의 4.7.1.2(4)에 따라 모든 격막의 가장자리에 경계부재를 두어 **인장력과 압축력을 전달**할 수 있게 해야 한다.

③ O: 개구부가 있으면 하중이 빈 부분을 피해 주변 부재로 전달되므로, 개구부 둘레에서 전단응력이 집중될 수 있다. KDS 41 50 20의 4.7.1.2(4)는 이 둘레의 경계부재가 **전단응력을 분산**할 수 있도록 설계할 것을 요구한다.

④ O: 경계부재의 이음은 그 부재를 따라 전달되는 인장력과 압축력을 이어 주어야 한다. 격막을 덮는 목질판상재를 이음재로 대신 써서는 안 되며, 이는 KDS 41 50 20의 **4.7.1.2(5)**에서 정한 제한이다.

NoteBase

문 11. 지반개량에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지반의 지지력 증대, 기초의 부등침하 방지 등을 목적으로 실시한다.

② 주입공법은 시멘트, 약액 등을 주입하여 고결시키는 공법이다.

③ 웰포인트 공법은 주로 연약 점토질지반 개량에 사용되는 치환공법이다.

④ 바이브로 플로테이션 공법은 주로 사질지반 개량에 사용되는 다짐공법이다.

정답 3번

간단한 해설

웰포인트 공법은 흙을 다른 재료로 바꾸는 치환공법이 아니라, **지하수위를 낮추는 배수공법**이다. 주로 물이 비교적 잘 통하는 사질지반에 사용한다.

선지별 해설

① O: 지반개량은 건축물의 하중을 안전하게 지탱하도록 지반의 성질을 개선하는 것이다. 지반의 강도와 강성을 높여 **지지력을 증대**시키고, 위치마다 침하량이 달라지는 부등침하를 줄이는 데 목적이 있다.

② O: 주입공법은 지반의 빈틈 등에 시멘트계 주입재나 약액을 넣어 **고결시키는 공법**이다. 주입재가 굳으면서 흙 입자 사이를 결합하거나 빈틈을 메워 지반의 강도를 높이고 물의 통과를 줄인다.

③ X: 웰포인트 공법은 지중에 설치한 여러 흡수관을 펌프에 연결하여 지하수를 뽑아내고 **지하수위를 낮추는 배수공법**이다. 주로 사질지반처럼 물이 비교적 잘 통하는 지반에 적용하며, 투수성이 낮은 점토질지반은 일반적으로 배수 효과가 작다. 선지의 '연약 점토질지반 개량에 사용되는 치환공법'은 '주로 사질지반의 지하수위를 낮추는 배수공법'으로 고쳐야 한다. 치환공법은 연약한 흙을 제거하거나 밀어내고 양질의 재료로 바꾸는 방식이다.

④ O: 바이브로 플로테이션 공법은 지중 진동기의 진동과 물 분사를 이용하여 느슨한 흙 입자가 더 조밀하게 재배열되도록 하는 다짐공법이다. 진동에 의해 입자가 쉽게 이동하는 **사질지반의 다짐**에 적합하며, 지반이 조밀해져 지지력이 커지고 침하가 감소한다.

NoteBase

문 12. 건축물 내진설계에 대한 내용으로 옳지 않은 것은?

① 건물의 중요도를 고려하여 내진등급과 내진설계 중요도계수를 결정한다.

② 내진등급은 내진특등급, 내진 I 등급, 내진 II 등급, 내진III등급으로 구분된다.

③ 평면비정형성의 유형에는 비틀림비정형, 요철형평면, 격막의 불연속, 면외 어긋남, 비평행시스템이 있다.

④ 수직비정형성의 유형에는 강성비정형－연층, 중량비정형, 기하학적 비정형, 횡력저항 수직저항 요소의 비정형, 강도의 불연속－약층이 있다.

정답 2번

간단한 해설

건축물의 내진등급은 **내진특등급·내진 I 등급·내진 II 등급의 세 등급**으로 구분한다. 내진III등급은 이 분류에 포함되지 않는다.

선지별 해설

① O: 건물의 용도와 규모 등에 따른 **중요도**를 고려하여 내진등급과 내진설계 중요도계수를 정한다. 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00) 2.2 및 표 2.2-1에서 중요도(특)는 내진특등급·1.5, 중요도(1)은 내진 I 등급·1.2, 중요도(2)와 중요도(3)은 내진 II 등급·1.0에 대응한다. 중요도계수는 중요한 건축물에 더 높은 내진설계 요구를 반영하는 계수이다.

② X: 건축물 내진설계기준의 내진등급은 **특·Ⅰ·Ⅱ의 세 등급**이다. 선지에서 내진III등급을 추가한 부분이 잘못되었다. 건축물의 중요도에 (3)이 있더라도 별도의 내진III등급이 되는 것은 아니며, 중요도(3)은 내진 II 등급에 대응한다.

③ O: 평면비정형성에는 비틀림비정형, 요철형평면, 격막의 불연속, 면외 어긋남, 비평행시스템이 있다. 이들은 평면에서 지진에 대한 변형이나 힘의 전달이 불균일해지는 특성이다. 비틀림비정형은 양단의 층변위 차이, 요철형평면은 평면의 돌출부, 격막의 불연속은 바닥판 등의 큰 개구부나 급격한 강성 변화와 관련된다. 면외 어긋남은 수직부재가 면 밖으로 어긋나 **횡력전달경로가 불연속**해지는 것이며, 비평행시스템은 횡력저항 수직요소가 주축에 평행하게 배치되지 않은 경우이다.

④ O: 수직비정형성에는 강성비정형－연층, 중량비정형, 기하학적 비정형, 횡력저항 수직저항 요소의 비정형, 강도의 불연속－약층이 있다. 높이 방향으로 층의 강성·중량·횡력저항시스템의 치수나 배치·강도가 불연속적으로 달라지는 특성이다. 특히 **연층은 횡강성의 부족**, **약층은 횡강도의 부족**을 기준으로 구분한다. 강성은 변형에 저항하는 정도이고, 강도는 견딜 수 있는 힘의 크기이므로 두 개념을 구별해야 한다.

NoteBase

문 13. 특수목적 건축기준에서 케이블구조 및 막구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 케이블구조는 주로 휨응력과 전단응력을 받을 목적으로 케이블 부재로 시공되는 구조이다.

② 케이블구조의 형상은 케이블의 장력분포와 깊은 관계가 있으므로 초기형상해석을 수행한다.

③ 막구조는 자중을 포함하는 외력이 막응력에 따라 저항되는 구조물로서, 휨 또는 비틀림에 대한 저항이 작거나 또는 전혀 없는 구조이다.

④ 공기막구조는 공기막 내외부의 압력차에 따라 막면에 강성을 주어 형태를 안정시켜 구성되는 구조이다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '휨응력과 전단응력'은 **인장응력**으로 고쳐야 한다. 케이블구조는 휨에 대한 저항이 작고, 케이블을 당기는 힘으로 하중을 지지하는 구조이다.

선지별 해설

① X: KDS 43 10 20 '케이블구조 설계기준' 1.4는 케이블구조를 휨에 대한 저항이 작고 **인장응력만을 받을 목적**으로 케이블 부재를 제작·시공하는 구조로 정의한다. 같은 기준 4.1.1에서도 케이블 부재는 원칙적으로 인장력에만 저항하는 선형 탄성부재로 가정한다. 따라서 '주로 휨응력과 전단응력을 받을 목적'이라는 부분을 '인장응력을 받을 목적'으로 고쳐야 한다.

② O: 케이블은 휨강성으로 형상을 유지하는 부재가 아니므로, 장력분포와 형상을 서로 독립적으로 정할 수 없다. KDS 43 10 20의 4.1 구조해석에서는 이러한 관계를 고려하여 초기형상해석을 수행하도록 한다.
초기형상해석은 설계자가 의도한 형상과 **힘의 평형조건을 함께 만족하는 형상**을 찾는 과정이다.

③ O: KDS 43 10 10 '막구조 설계기준' 1.4에 따른 막구조의 정의이다. 막응력은 얇은 막의 **면 안에서 작용하는 응력**으로, 자중을 포함한 외력을 지지한다. 막구조는 이러한 막작용을 이용하므로 휨이나 비틀림에 대한 저항은 작거나 전혀 없다.

④ O: KDS 43 10 10의 1.4는 공기막구조를 공기막 내외부의 압력차로 막면에 강성을 주어 형태를 안정시키는 구조로 정의한다. 얇고 유연한 막 자체의 휨강성에 의존하는 것이 아니라, **압력차로 형성되는 막의 장력**을 이용하여 형태를 유지한다.

NoteBase

문 14. 콘크리트구조 철근상세 설계기준에서 수축·온도철근에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 슬래브에서 휨철근이 1방향으로만 배치되는 경우, 이 휨철근에 직각방향으로 수축·온도철근을 배치하여야 한다.

② 1방향 철근콘크리트 슬래브의 수축·온도철근비는 콘크리트 전체 단면적에 대한 수축·온도철근 단면적의 비로 한다.

③ 1방향 철근콘크리트 슬래브에 배치되는 수축·온도철근의 간격은 슬래브 두께의 6배 이하, 또한 500 mm 이하로 하여야 한다.

④ 1방향 철근콘크리트 슬래브에서 수축·온도철근은 설계기준항복강도(f_y)를 발휘할 수 있도록 정착되어야 한다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '두께의 6배 이하·500 mm 이하'는 간격 제한을 잘못 제시한 것이다. 수축·온도철근의 간격은 **슬래브 두께의 5배 이하이면서 450 mm 이하**여야 하므로 두 한계 중 작은 값을 적용한다.

선지별 해설

① O: KDS 14 20 50의 4.6.1(1)에 따라, 슬래브의 휨철근이 1방향으로만 배치되면 수축·온도철근은 **휨철근에 직각방향**으로 배치하여야 한다. 이는 휨철근과 직각인 방향에서도 수축 및 온도 변화에 따른 균열을 제어하기 위한 것이다.

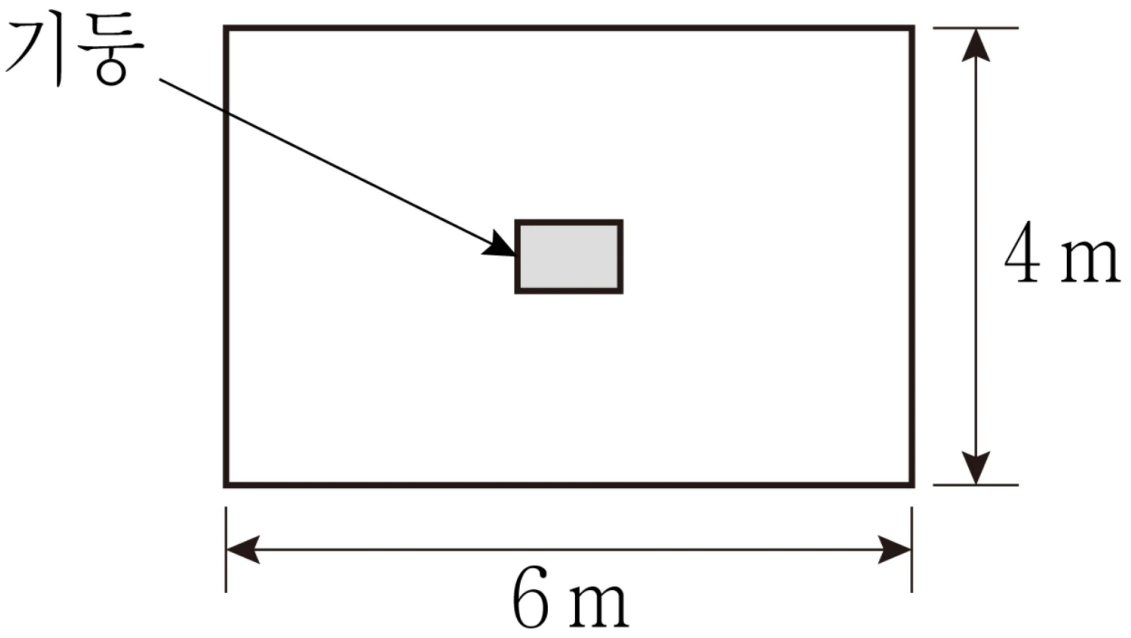
② O: KDS 14 20 50의 4.6.2(1)에서 수축·온도철근비는 수축·온도철근 단면적을 **콘크리트 전체 단면적**으로 나눈 비로 정의한다. 슬래브의 일정 폭을 기준으로 하면 분모는 그 폭에 슬래브 전체 두께를 곱한 면적이며, 유효깊이를 사용한 면적이 아니다.

③ X: KDS 14 20 50의 4.6.2(3)에 따른 수축·온도철근의 간격 제한은 **슬래브 두께의 5배 이하, 또한 450 mm 이하**이다. 두 조건을 모두 만족해야 하므로 실제 최대 간격은 두 한계 중 작은 값이다. 선지의 '6배'는 '5배'로, '500 mm'는 '450 mm'로 고쳐야 한다.

④ O: KDS 14 20 50의 4.6.2(4)에 따라 수축·온도철근은 **설계기준항복강도 f_y를 발휘할 수 있도록 정착**되어야 한다. 정착은 철근의 힘을 콘크리트에 전달하도록 확보하는 것으로, 철근이 항복강도에 이르기 전에 뽑히지 않게 하는 데 필요하다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 2방향 직사각형 독립 기초판의 단변방향으로 배근할 전체 철근량이 15,000 mm^2이면, 유효폭 내에 배근해야 하는 단변방향 철근량[mm^2]은?



① 10,000

② 12,000

③ 12,500

④ 13,500

정답 2번

간단한 해설

장단변비가 1.5인 직사각형 기초판에서 유효폭 내 배근 비율은 $\frac{2}{1.5+1} = 0.8$이다. 단변방향 전체 철근량의 **80%**를 배근하므로 필요한 철근량은 12,000 mm^2이다.

NoteBase

계산 과정

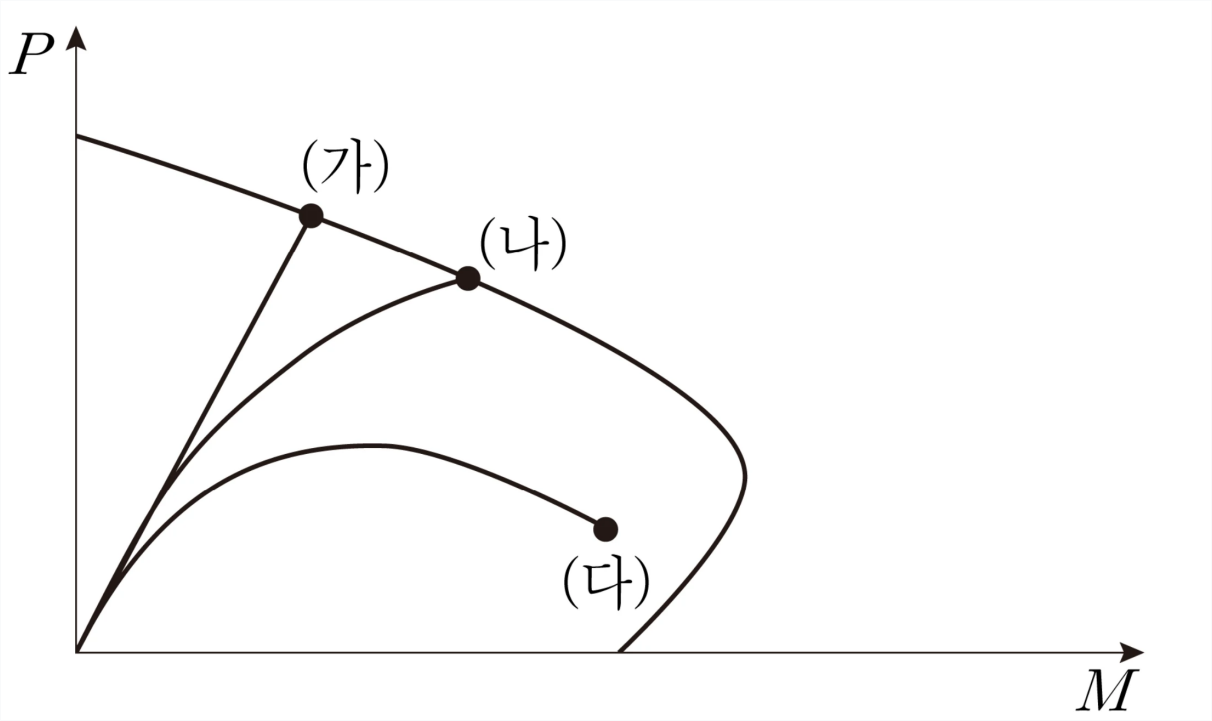
장단변비 계산: 그림에서 장변은 6 m, 단변은 4 m이다. 단변 길이에 대한 장변 길이의 비를 β라 하면 $\beta = \frac{6}{4} = 1.5$이다. 두 길이의 단위가 같으므로 이 비에는 단위가 없다.

유효폭 내 배근 비율: 2방향 직사각형 기초판의 단변방향 철근은 **기둥 중심을 기준으로 단변 길이만큼의 유효폭**에 일정 비율을 배근한다. 이 문제의 유효폭은 4 m이며, 그 안에 배근할 철근량의 비율은 $\gamma_s = \frac{2}{\beta + 1}$이다. 따라서 $\gamma_s = \frac{2}{1.5 + 1} = 0.8$로, 단변방향 전체 철근량의 80%에 해당한다.

철근량 계산: 단변방향 전체 철근량 15,000 mm^2에 위 비율을 곱하면 15,000 × 0.8 = 12,000 mm^2이다. 이는 유효폭 4 m 안에 균등하게 배근할 철근의 총단면적으로, ②의 12,000 mm^2와 일치한다.

NoteBase

문 16. 다음 그림은 철근콘크리트 기둥의 P-M 상관도에 기둥의 세장비에 따른 파괴양상을 표현하였다. (가) ~ (다)에 들어갈 말을 바르게 연결한 것은?



① (가): 재료파괴, (나): 재료파괴, (다): 좌굴파괴

② (가): 재료파괴, (나): 좌굴파괴, (다): 좌굴파괴

③ (가): 좌굴파괴, (나): 재료파괴, (다): 재료파괴

④ (가): 좌굴파괴, (나): 좌굴파괴, (다): 재료파괴

정답 1번

간단한 해설

(나)는 하중 경로가 굽어 있어도 **단면의 재료강도 한계에 도달**하므로 재료파괴이다. 좌굴파괴는 (다)처럼 **상관곡선 내부에서 안정성을 잃는** 경우이다.

NoteBase

빈칸별 해설

세로축 P는 축력, 가로축 M은 휨모멘트이다. 바깥쪽 P-M 상관곡선은 단면이 재료강도에 의해 저항할 수 있는 축력과 휨모멘트의 한계 조합을 나타낸다. 하중 경로가 이 경계에 도달하여 파괴되면 재료파괴이고, 경계에 도달하기 전에 기둥이 안정성을 잃으면 좌굴파괴이다.

(가): 재료파괴. 원점에서 직선으로 뻗은 하중 경로가 바깥쪽 상관곡선의 (가)점에 도달한다. 따라서 기둥의 안정성 상실에 앞서 **단면의 재료강도 한계에 도달**하여 파괴되는 경우이다.

(나): 재료파괴. 하중 경로가 오른쪽으로 휘어지지만, 끝점인 (나)는 바깥쪽 상관곡선 위에 있다. 휨모멘트의 증가가 나타나더라도 최종적으로 단면의 재료강도 한계에 도달하므로 재료파괴이다. **하중 경로가 굽었다는 사실만으로 좌굴파괴가 되는 것은 아니다.**

(다): 좌굴파괴. 하중 경로가 바깥쪽 상관곡선 내부에서 축력 P의 최댓값을 지난 뒤 오른쪽 아래로 이어진다. 이는 휨모멘트가 증가하는 동안 축력은 오히려 감소하는 모습으로, **단면의 재료강도 한계에 도달하기 전에 안정성을 잃는** 경우이다.

(가)·(나)는 재료파괴, (다)는 좌굴파괴이므로 ①의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 17. 강구조 설계에서 용접에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 필릿용접의 유효면적은 유효길이에 유효목두께를 곱한 것으로 한다.

② 필릿용접의 유효길이는 필릿용접의 총길이에서 용접치수의 2배를 공제한 값으로 한다.

③ 플러그용접과 슬롯용접의 유효길이는 목두께의 중심을 잇는 용접중심선의 길이로 한다.

④ 강도를 기반으로 하여 설계되는 필릿용접의 최소길이는 공칭용접치수의 3배 이상으로 하여야 한다.

정답 4번

간단한 해설

강도를 기준으로 설계하는 필릿용접의 최소길이는 **공칭용접치수의 4배 이상**이어야 한다. ④의 '3배 이상'은 이 최소길이 기준을 충족하지 못한다.

선지별 해설

① O: KDS 14 31 25의 4.1.2.2.1(1)에 따라 필릿용접의 유효면적은 **유효길이와 유효목두께의 곱**으로 산정한다. 용접부에서 힘을 전달하는 데 유효한 면적을 길이와 두께로 나타낸 것이다.

② O: KDS 14 31 25의 4.1.2.2.1(2)는 필릿용접의 유효길이를 총길이에서 **용접치수의 2배를 공제**한 값으로 정한다. 총길이와 유효길이를 구별하여 면적 산정에 적용해야 한다.

③ O: KDS 14 31 25의 4.1.2.2.1(4)에 따라 플러그용접과 슬롯용접의 유효길이는 **목두께의 중심을 잇는 용접중심선**의 길이로 한다. 유효길이를 잴 때 기준이 되는 선은 이 용접중심선이다.

④ X: KDS 14 31 25의 4.1.2.2.2(3)은 강도를 기반으로 설계되는 필릿용접의 최소길이를 **공칭용접치수의 4배 이상**으로 정한다. 따라서 '3배 이상'을 '4배 이상'으로 고쳐야 한다. 또는 유효용접치수를 그 유효길이의 1/4 이하로 제한하여야 한다. 이는 짧은 용접길이에 비해 큰 용접치수를 그대로 강도 산정에 적용하지 않도록 하는 제한이다.

NoteBase

문 18. 다음은 온도변화에 따른 강재의 특성에 관한 내용이다. (가) ~ (다)에 들어갈 말을 바르게 연결한 것은?

일반적으로 강재는 저온 상태가 되면 (가) 와/과 (나) 이 급격히 감소하여 (다) 와 같은 현상이 발생하기 쉽다.

① (가): 인장강도, (나): 전단강성, (다): 취성파괴
② (가): 인장강도, (나): 단면수축률, (다): 연성파괴
③ (가): 연신율, (나): 전단강성, (다): 연성파괴
④ (가): 연신율, (나): 단면수축률, (다): 취성파괴

정답 4번

간단한 해설

강재가 저온에서 **연성을 잃으면** 충분히 늘어나거나 파단부의 단면이 줄어들기 전에 깨지기 쉽다. 연성의 지표인 연신율과 단면수축률이 감소하면서 **취성파괴**가 발생하기 쉬워진다는 뜻이다.

빈칸별 해설

(가) 연신율: 인장시험에서 파단 후 표점거리의 증가량을 원래 표점거리로 나누어 백분율로 나타낸 값이다. 강재가 끊어질 때까지 얼마나 늘어날 수 있는지를 나타내므로 **연성을 평가하는 지표**이다. 저온에서 연성이 감소하면 파단 전 늘어날 수 있는 정도가 작아진다. 인장강도는 인장시험의 최대 하중을 원래 단면적으로 나눈 값으로, 늘어날 수 있는 정도와는 구별된다.

(나) 단면수축률: 인장시험에서 파단부의 최소 단면적이 원래 단면적보다 줄어든 비율을 백분율로 나타낸 값이다. 파단 전에 국부적으로 가늘어지는 소성변형의 정도를 나타내며, 연신율과 함께 연성의 지표로 사용한다. 저온에서 연성이 감소하면 **파단부의 단면이 줄어드는 정도도 작아진다**. 전단강성은 전단력에 의한 변형에 저항하는 정도이므로 이 빈칸에 해당하지 않는다.

(다) 취성파괴: **큰 소성변형을 동반하지 않고** 급격하게 깨지는 파괴이다. 저온에서 강재의 연성이 감소하면 충분히 늘어나며 변형을 흡수하기 어려워져 이러한 파괴가 발생하기 쉽다. 연성파괴는 파괴 전에 상당한 소성변형이 나타난다는 점에서 구별된다.

(가)는 연신율, (나)는 단면수축률, (다)는 취성파괴이며, 이 조합은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 19. 강구조 설계에 대한 용어 설명으로 옳은 것은?

① 자유돌출판은 하중의 방향과 평행하게 양면이 직각방향의 판요소에 의해 연속된 압축을 받는 평판요소이다.

② 스켈럽은 용접선의 단부에 붙인 보조판으로 용접의 시작부나 종단부에서 용착금속의 결함 방지를 위하여 사용한다.

③ 블록전단파단은 접합부에서, 한쪽 방향으로는 인장파단, 다른 방향으로는 전단항복 혹은 전단파단이 발생하는 한계상태이다.

④ 인장역작용은 하중점과 볼트, 접합된 부재의 반력 사이에서 지렛대와 같은 거동에 의해 볼트에 작용하는 인장력이 증폭되는 작용이다.

정답 3번

간단한 해설

블록전단파단은 접합부의 한 방향에서 생기는 **인장파단**과 다른 방향에서 생기는 **전단항복 또는 전단파단**이 결합된 한계상태이다. 접합부의 일부가 블록 형태로 떨어져 나가는 파괴를 뜻한다.

선지별 해설

① X: 양쪽 가장자리가 다른 판요소에 의해 연속적으로 지지된 압축 평판요소는 **구속판요소**이다. 자유돌출판은 하중 방향과 평행한 두 가장자리 중 한쪽만 지지되고 다른 쪽은 자유로운 판요소이다. 두 용어는 압축을 받는 판의 가장자리가 양쪽 모두 지지되는지, 한쪽만 지지되는지로 구분한다.

② X: 용접선의 단부에 붙여 용접 시작부와 종단부의 결함을 방지하는 보조판은 **엔드탭**이다. 스켈럽은 용접선이 교차하는 부분 등에서 용접 작업과 용접선의 연속성을 확보하도록 부재의 일부를 둥글게 따낸 부분이다.
보조판을 덧붙이는 엔드탭과 부재 일부를 잘라 내는 스켈럽을 구분한다.

③ O: 블록전단파단은 접합부에서 **인장파단과 전단항복 또는 전단파단이 결합**하여 발생하는 한계상태이다.
인장력에 수직인 단면에서는 인장파단이, 인장력에 평행한 단면에서는 전단항복 또는 전단파단이 발생하면서 접합부 일부가 블록 형태로 분리된다.

④ X: 접합부가 지렛대처럼 거동하여 볼트의 인장력이 증폭되는 현상은 **지레작용**이다. 접합판의 변형으로 생긴 반력이 볼트에 추가 인장력을 발생시킨다. 인장역작용은 전단력을 받는 플레이트거더에서 웨브의 대각방향 인장력과 수직보강재의 압축력이 함께 전단력에 저항하는 거동이다.

NoteBase

문 20. 건축물 기초구조 설계기준에서 깊은 지하층의 지하외벽 및 바닥구조 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지하외벽구조는 지상층구조의 횡력 영향과 지하외벽에 직접 작용하는 토압 및 수압의 영향을 고려하여야 한다.

② 지하연속벽공법에 의해 시공되는 지하외벽이 영구벽체로 사용되는 경우, 지하연속벽의 수직 시공 이음부의 설계전단강도와 전단강성은 소요전단강도와 소요전단강성을 만족하여야 한다.

③ 1층을 포함한 지하층 바닥구조는 연직하중에 의한 영향뿐만 아니라 지상층구조의 횡력 영향과 지하외벽에 직접 작용하는 횡토압 및 횡수압에 의한 면내압축력도 고려하여야 한다.

④ 지반에 접한 바닥구조는 지하외벽으로부터의 면외하중과 지반으로부터의 상향 수압 및 토압에 의한 면내하중도 고려하여야 한다.

정답 4번

간단한 해설

④는 면내하중과 면외하중을 서로 바꾸어 설명했다. 지반에 접한 바닥구조에서 지하외벽으로부터 전달되는 하중은 **면내하중**이고, 지반의 상향 수압 및 토압은 바닥면에 수직으로 작용하는 **면외하중**이다.

선지별 해설

① O: KDS 41 19 00의 4.6.2(1)에 따라 지하외벽은 **지상층구조의 횡력과 직접 작용하는 토압·수압**을 함께 고려하여 설계한다. 지상층에서 전달되는 횡력도 지하외벽에 영향을 주므로 외부 흙과 물의 압력만으로 설계해서는 안 된다.

② O: KDS 41 19 00의 4.6.2(5)는 지하연속벽을 영구벽체로 사용할 때 수직 시공 이음부의 **전단강도와 전단강성 모두**가 각각의 소요 성능을 만족하도록 규정한다. 전단강도는 전단력에 견디는 능력이고 전단강성은 전단변형에 저항하는 정도이므로, 강도만 확보했다고 이음부의 성능 검토가 끝나는 것은 아니다.

③ O: KDS 41 19 00의 4.6.3(1)에 따라 1층을 포함한 지하층 바닥구조는 연직하중뿐 아니라 지상층구조의 횡력 영향과 횡토압·횡수압에 의한 **면내압축력**을 고려한다. 지하외벽을 수평으로 지지하는 바닥에는 외벽의 압력이 전달되어 바닥면 안에서 압축력이 발생한다.

④ X: KDS 41 19 00의 4.6.4(1)에 따라 지반에 접한 바닥구조는 지하외벽으로부터의 **면내하중**과 지반의 상향 수압 및 토압에 의한 **면외하중**을 고려한다. 면내는 바닥면에 평행한 방향, 면외는 바닥면에 수직인 방향을 뜻한다. 외벽에서 전달되는 수평력은 바닥면 안에서 작용하고, 바닥 아래에서 위로 미는 수압과 토압은 바닥면에 수직으로 작용하므로 선지의 두 표현을 서로 바꾸어야 한다.

NoteBase