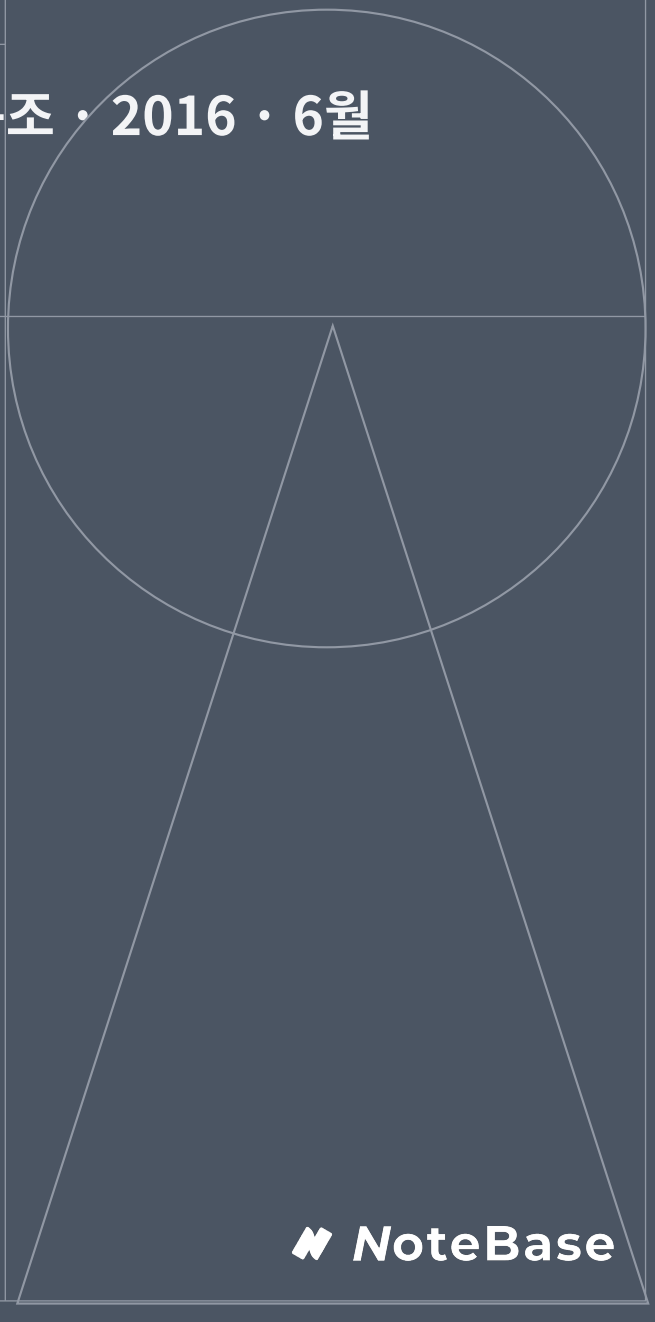
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2016 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2016 · 6월

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2016 · 6월

문 1. 탄성계수 E값이 3.9 GPa이고, 포아송비 (Poisson's ratio)가 0.3인 재료의 전단탄성계수 G값은 얼마인가?

① 1 GPa

② 1.5 GPa

③ 2 GPa

④ 3 GPa

정답 2번

간단한 해설

탄성계수와 전단탄성계수는 $E = 2G(1 + \nu)$의 관계를 갖는다. 주어진 값을 적용하면 **전단탄성계수는 1.5 GPa**이다.

계산 과정

탄성계수 E는 수직응력과 수직변형률의 비이고, 전단탄성계수 G는 전단응력과 전단변형률의 비이다. **등방성 선형탄성 재료**에서는 포아송비 ν를 이용하여 $E = 2G(1 + \nu)$, 즉 $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$로 두 탄성계수를 연결한다.

주어진 값은 E = 3.9 GPa, $\nu = 0.3$이다. 포아송비는 단위가 없으므로 분모는 $2 \times (1 + 0.3) = 2.6$이며, 계산한 G의 단위는 E와 같은 GPa이다. 따라서 $G = \frac{3.9}{2.6} = 1.5\text{GPa}$이다.

구한 전단탄성계수는 1.5 GPa로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 다음의 설계하중 중에서 목재의 설계허용응력의 보정계수 중 하중기간계수 C_D가 가장 큰 것은?

① 고정하중

② 활하중

③ 시공하중

④ 적설하중

정답 3번

간단한 해설

목재는 하중이 작용하는 기간이 짧을수록 더 큰 하중을 견디므로, 허용응력을 보정하는 **하중기간계수도 커진다**. 시공하중은 하중기간을 7일로 보며, 계수는 **1.25**로 제시된 하중 중 가장 크다.

선지별 해설

하중기간계수 C_D는 하중이 작용하는 기간에 따른 목재의 강도 차이를 기준허용응력에 반영하는 보정계수이다. 목재는 장기하중보다 단기하중에 대해 더 큰 강도를 발휘하므로, 하중기간이 짧을수록 이 계수를 크게 적용한다. 활하중의 하중기간인 10년을 기준으로 계수를 1.0으로 정한다.

① 고정하중: 하중기간은 영구이며, 하중기간계수는 0.9이다. 계속 작용하는 장기하중이므로 기준인 활하중보다 계수가 작다.

② 활하중: 하중기간은 10년이며, 하중기간계수는 1.0이다. 하중기간에 따른 강도 보정의 기준이 된다.

③ 시공하중: 하중기간은 **7일**이며, 하중기간계수는 1.25이다. 제시된 네 하중 중 하중기간이 가장 짧아 계수가 가장 크다.

④ 적설하중: 하중기간은 2개월이며, 하중기간계수는 1.15이다. 활하중보다 기간이 짧아 계수가 크지만, 시공하중보다는 기간이 길어 계수가 작다.

하중기간계수는 시공하중 1.25 > 적설하중 1.15 > 활하중 1.0 > 고정하중 0.9의 순이다. 따라서 가장 큰 계수를 적용하는 하중은 ③ 시공하중이다.

NoteBase

문 3. 단일 압축재의 세장비를 구할 때 고려하지 않아도 되는 것은?

① 부재 길이

② 단면2차모멘트

③ 지지 조건

④ 탄성계수

정답 4번

간단한 해설

세장비는 유효좌굴길이와 단면2차반경의 비로 정해지는 **기하학적 지표**이므로, 재료의 **탄성계수는 계산에 필요하지 않다**.

공통 해설

단일 압축재의 세장비는 부재가 단면 크기에 비해 얼마나 길고 가는지를 나타내는 무차원량으로, $\lambda = \frac{KL}{r}$로 구한다. 여기서 L은 부재 길이, K는 지지 조건에 따른 유효길이계수, KL은 유효좌굴길이, r은 좌굴을 검토하는 축에 대한 단면2차반경이다.

단면2차반경은 $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$로 구한다. I는 해당 축에 대한 단면2차모멘트, A는 단면적이다. r은 단면적이 그 축에서 얼마나 떨어져 분포하는지를 길이로 나타낸 값이다. 유효좌굴길이와 단면2차반경을 같은 길이 단위로 나타내어 나누므로 세장비에는 단위가 없다.

따라서 부재 길이는 L을 통해, 지지 조건은 K를 통해, 단면2차모멘트는 r을 통해 세장비에 반영된다. 반면 탄성계수 E는 재료의 탄성변형에 대한 저항 정도를 나타내는 재료 특성으로, **세장비를 정의하는 식에는 포함되지 않는다**.

NoteBase

문 4. 철근콘크리트구조에서 휨모멘트나 축력 또는 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 단면의 설계 시 적용되는 설계가정과 일반원칙에 대한 설명 중 옳은 것은?

① 압축철근이 설계기준항복강도 f_y에 대응하는 변형률에 도달하고 동시에 압축콘크리트가 극한변형률인 0.003에 도달할 때, 그 단면이 균형변형률상태에 있다고 본다.

② 휨모멘트 또는 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 부재의 콘크리트 인장연단의 극한변형률은 0.003으로 가정하여야 한다.

③ 철근의 응력이 설계기준항복강도 f_y 이하일 때, 철근의 응력은 그 변형률에 철근의 탄성계수(E_s)를 곱한 값으로 하여야 한다.

④ 압축콘크리트가 가정된 극한변형률인 0.003에 도달할 때, 최외단 인장철근의 순인장변형률 ε_t가 압축지배변형률한계 이하인 단면을 인장지배단면이라고 한다.

정답 3번

간단한 해설

철근의 응력이 **설계기준항복강도 이하**인 구간에서는 응력과 변형률이 비례하므로 $f_s = E_s \cdot \varepsilon_s$로 계산한다. 여기서 E_s는 철근의 탄성계수이며, 응력–변형률 관계의 기울기를 뜻한다.

선지별 해설

① X: 균형변형률상태는 **인장철근이 항복변형률에 도달**하는 것과 압축콘크리트가 극한변형률 0.003에 도달하는 것이 동시에 일어나는 상태이다. 인장철근의 항복과 압축콘크리트의 극한상태가 동시에 나타나는 경계를 뜻하므로, 선지의 '압축철근'을 '인장철근'으로 고쳐야 한다.

② X: 이 문항에서 극한변형률을 0.003으로 가정하는 위치는 콘크리트의 **압축연단**이다. 휨을 받는 단면에서 압축연단은 콘크리트가 가장 크게 압축되는 가장자리이며, 이곳의 극한압축변형률을 강도 계산의 기준으로 삼는다. 선지의 '인장연단'을 '압축연단'으로 고쳐야 한다.

③ O: 철근 응력이 설계기준항복강도 f_y 이하일 때에는 **응력과 변형률이 비례하는 관계**를 적용하여 $f_s = E_s \cdot \varepsilon_s$로 구한다. f_s는 철근의 응력, ε_s는 철근의 변형률, E_s는 철근의 탄성계수이다. 따라서 같은 탄성계수에서 변형률이 두 배가 되면 이 구간의 응력도 두 배가 된다. 항복변형률을 넘는 경우에는 이 비례식을 계속 적용하지 않고, 설계가정상 철근 응력을 f_y로 둔다.

④ X: 압축콘크리트가 극한변형률 0.003에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률 ε_t가 압축지배변형률 한계 이하이면 **압축지배단면**이다. 인장지배단면은 같은 상태에서 순인장변형률이 **인장지배변형률 한계 이상**인 단면이다. 따라서 선지의 조건을 유지하려면 '인장지배단면'을 '압축지배단면'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 5. 건축구조기준에서 규정하고 있는 모멘트－저항골조시스템 중 내진설계 시 고려되는 반응수정계수가 가장 작은 것은?

① 합성 반강접모멘트골조

② 철골 중간모멘트골조

③ 합성 중간모멘트골조

④ 철근콘크리트 중간모멘트골조

정답 2번

간단한 해설

철골 중간모멘트골조의 반응수정계수는 **R = 4.5**로, 나머지 골조의 5 또는 6보다 작다.

선지별 해설

반응수정계수 R은 지진력저항시스템에 따라 건축구조기준에서 정하는 설계계수이다. 기준표의 시스템초과강도계수나 변위증폭계수와 구분하여 R의 값을 비교한다.

① 합성 반강접모멘트골조: R = 6이다. 제시된 네 골조 중 반응수정계수가 가장 크다.

② 철골 중간모멘트골조: **R = 4.5**이다. 다른 세 골조의 값인 5 또는 6보다 작다.

③ 합성 중간모멘트골조: R = 5이다. 철골 중간모멘트골조와 명칭에 '중간'이 공통되어도 **반응수정계수는 서로 다르다**.

④ 철근콘크리트 중간모멘트골조: R = 5이다. 합성 중간모멘트골조와 같은 값이며, 철골 중간모멘트골조의 4.5보다 크다.

4.5 < 5 < 6이므로, 반응수정계수가 가장 작은 것은 ② 철골 중간모멘트골조이다.

NoteBase

문 6. 조적식 구조의 강도설계법과 경험적 설계법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 경험적 설계법에서 2층 이상 건물의 조적내력벽 공칭두께는 100mm 이상이어야 한다.

② 경험적 설계법에서 조적벽이 횡력에 저항하는 경우에는 전체높이가 13m, 처마높이가 9m 이하이어야 한다.

③ 강도설계법에 의한 보강조적조 휨강도의 계산에서는 조적조벽의 인장강도를 무시한다. 단, 처짐을 구할 때는 제외한다.

④ 강도설계법에서 보강조적조 내진설계 시 보의 폭은 150mm보다 적어서는 안된다.

정답 1번

간단한 해설

경험적 설계법에서 2층 이상 건물의 조적내력벽 공칭두께는 **200 mm 이상**이어야 한다. '100 mm 이상'은 이 최소두께 기준에 미달한다.

선지별 해설

① X: 건축구조기준 0606.6.1은 2층 이상 건물의 조적내력벽 공칭두께를 **200 mm 이상**으로 정한다. 따라서 '100 mm 이상'을 '200 mm 이상'으로 고쳐야 한다. 층고가 2,700 mm 이하인 1층 건물의 속찬조적벽에 허용되는 150 mm 이상의 기준과 구분한다.

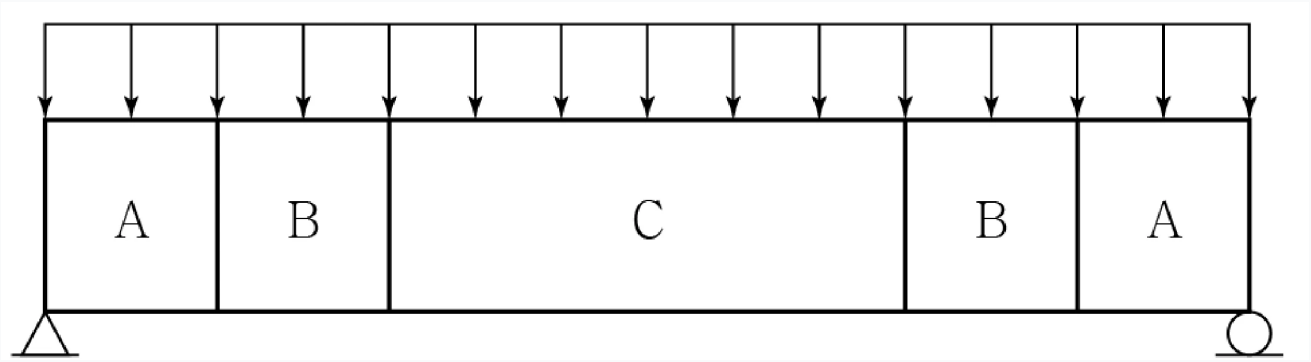
② O: 건축구조기준 0606.2에 따르면 조적벽이 횡력에 저항하는 경우 경험적 설계법을 적용하려면 **전체높이 13 m 이하와 처마높이 9 m 이하**를 모두 만족해야 한다. 전체높이만 제한 이내여도 처마높이가 9 m를 넘으면 이 적용 조건을 충족하지 못한다.

③ O: 보강조적조의 휨강도를 계산할 때는 **조적조벽 자체의 인장강도를 무시**하고 인장력에 대한 저항은 보강근이 담당하는 것으로 본다. 이는 보강근의 인장강도까지 무시한다는 뜻이 아니다. 다만 처짐을 구할 때는 조적조벽의 인장강도를 무시한다는 가정을 일률적으로 적용하지 않는다.

④ O: 강도설계법에 따른 보강조적조 내진설계에서 보의 폭은 **150 mm 이상**이어야 한다. 따라서 폭이 정확히 150 mm인 보는 이 최소 폭 조건을 만족하고, 150 mm보다 좁은 보는 만족하지 못한다.

NoteBase

문 7. 등분포하중을 받는 철근콘크리트 보에서 균열이 발생할 때 A, B, C 구역의 균열양상으로 옳은 것은?



① A : 전단균열 B : 휨균열 C : 휨·전단균열

② A : 휨균열 B : 전단균열 C : 휨·전단균열

③ A : 휨균열 B : 휨·전단균열 C : 전단균열

④ A : 전단균열 B : 휨·전단균열 C : 휨균열

정답 4번

간단한 해설

지점에 가까운 A에서는 전단력이 커서 **전단균열**, 중앙부 C에서는 휨모멘트가 커서 **휨균열**이 주로 발생한다. 그 사이 B에서는 휨으로 시작한 균열이 전단의 영향을 받아 기울어지는 **휨·전단균열**이 나타난다.

대응 관계 해설

그림은 전 구간에 등분포하중을 받는 단순보이다. 지점에서 중앙으로 갈수록 전단력의 크기는 감소하고 휨모멘트는 증가하므로, 구역에 따라 주로 나타나는 균열의 양상이 달라진다.

A — 전단균열: 양쪽 지점에 가까운 구역으로, 휨모멘트는 작고 전단력은 크다. 전단에 의한 경사 인장응력 때문에 **중립축 부근에서 시작하는 경사균열**이 발생한다.

B — 휨·전단균열: 지점 부근 A와 중앙부 C 사이에서는 휨모멘트와 전단력이 함께 작용한다. 보 하부의 인장측에서 휨균열이 먼저 생기고, 성장하면서 전단의 영향을 받아 **수직 방향에서 경사진 방향으로 꺾여** 진행한다.

C — 휨균열: 중앙부는 휨모멘트가 큰 구역이며, 정확한 중앙 단면에서는 전단력이 0이다. 아래로 처지는 휨으로 보 하부에 인장응력이 생기므로, **하부에서 위쪽으로 거의 수직인 균열**이 발생한다.

A는 전단균열, B는 휨·전단균열, C는 휨균열로 대응하므로 ④의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 8. 강재의 좌굴에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 부재의 길이가 길수록 더 쉽게 일어난다.

② 압축과 인장에서 모두 일어난다.

③ 기둥 설계 시에는 고려하지 않아도 된다.

④ 좌굴은 탄성 영역에서만 일어난다.

정답 1번

간단한 해설

좌굴은 압축력을 받는 부재가 옆으로 휘면서 불안정해지는 현상이다. 재료·단면·지지 조건이 같으면 **부재가 길수록 좌굴을 일으키는 하중이 작아져** 더 쉽게 발생한다.

선지별 해설

① O: 재료·단면·지지 조건이 같은 부재는 길이가 길수록 가늘고 긴 정도를 나타내는 세장비가 커진다. 이에 따라 **좌굴을 일으키는 임계하중이 낮아지므로** 더 작은 압축력에도 옆으로 휘면서 불안정해질 수 있다.

② X: 좌굴은 **압축력에 의해 발생하는 불안정 현상**이다. 압축력은 부재의 작은 휨을 더 크게 만드는 반면, 축방향 인장력은 부재를 곧게 펴는 방향으로 작용한다. 따라서 축방향 압축과 인장에서 모두 좌굴이 발생한다는 설명은 잘못이다.

③ X: 기둥은 압축력을 지지하는 부재이므로 설계할 때 **좌굴에 대한 안전성을 검토해야 한다**. 특히 가늘고 긴 기둥은 재료가 압축 항복강도에 도달하기 전에도 좌굴할 수 있으므로, 단면의 압축강도만으로 안전성을 판단할 수 없다.

④ X: 강재의 좌굴에는 **탄성좌굴과 비탄성좌굴**이 있다. 탄성좌굴은 강재가 탄성 상태에 있을 때 발생하고, 비탄성좌굴은 단면 일부의 항복으로 강성이 감소한 상태에서 발생할 수 있다. 따라서 좌굴이 탄성 영역에서만 일어나는 것은 아니다.

NoteBase

문 9. 다음 중 철근콘크리트의 처짐에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, ℓ: 골조에서 절점 중심을 기준으로 측정된 부재의 길이)

① 장기처짐은 지속하중의 재하기간, 압축철근비 등에 영향을 받는다.

② 처짐을 계산할 때 하중작용에 의한 순간처짐은 부재강성에 대한 균열과 철근의 영향을 고려하여 탄성처짐공식을 사용하여 산정하여야 한다.

③ 과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착하지 않은 바닥구조에 대한 최대허용처짐은 고정하중(Dead load)에 의한 장기처짐으로 계산하며 처짐한계값은 $\frac{\ell}{360}$이다.

④ 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 단순지지된 보의 최소두께는 $\frac{\ell}{16}$이다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '고정하중에 의한 장기처짐'을 **활하중에 의한 순간처짐**으로 고쳐야 한다. 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조요소를 지지·부착하지 않은 바닥구조는 이 순간처짐을 $\frac{\ell}{360}$ 이하로 제한한다.

선지별 해설

① O: 장기처짐은 시간이 지나면서 콘크리트의 크리프와 건조수축으로 추가되는 처짐이다. 지속하중의 재하기간이 길어지면 장기처짐이 증가하며, **압축철근은 시간에 따른 변형을 억제**하므로 압축철근비도 장기처짐에 영향을 준다.

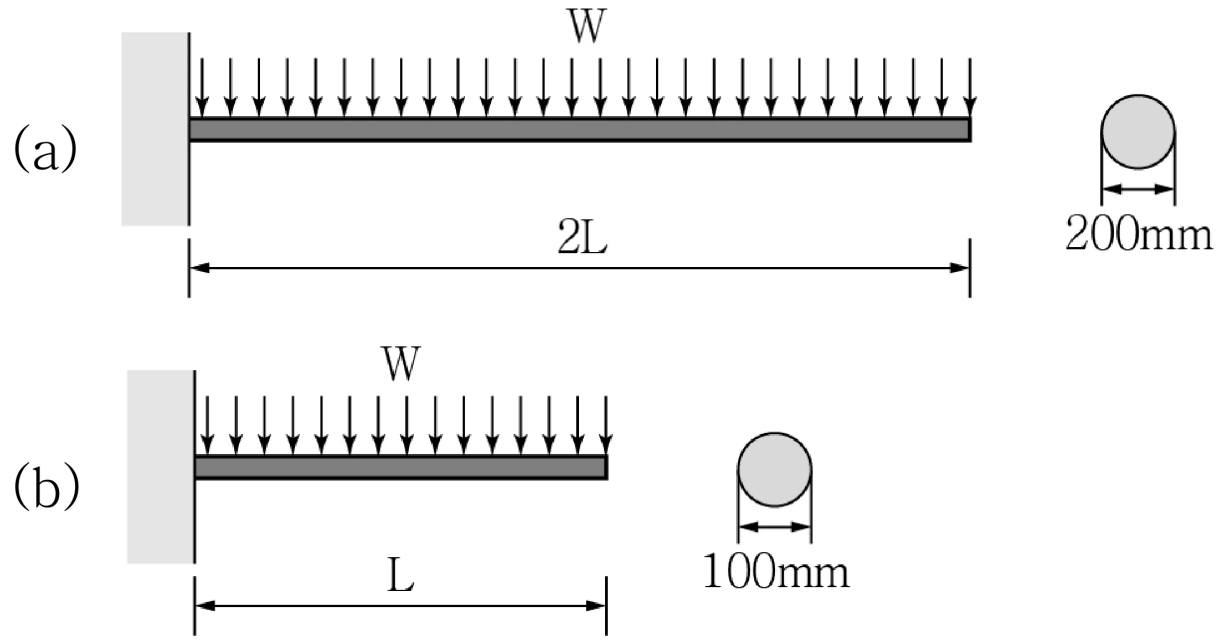
② O: 순간처짐은 하중이 작용할 때 즉시 발생하는 처짐이다. 콘크리트에 균열이 생기면 휨강성이 감소하고 철근도 단면의 강성에 기여하므로, **균열과 철근의 영향을 반영한 부재강성**을 사용하여 탄성처짐공식으로 산정한다.

③ X: 과도한 처짐으로 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지·부착하지 않은 바닥구조에서 검토하는 처짐은 **활하중에 의한 순간처짐**이며, 한계값은 $\frac{\ell}{360}$이다. 따라서 선지의 한계값은 맞지만, 그 값과 비교할 처짐을 '고정하중에 의한 장기처짐'이라고 한 부분이 잘못되었다.

④ O: 큰 처짐으로 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지·부착하지 않은 단순지지 보는 **처짐을 별도로 계산하지 않는 경우**의 최소두께로 $\frac{\ell}{16}$을 적용한다. 이는 보통중량콘크리트와 항복강도 400 MPa 철근을 사용한 경우의 기본값이며, 재료 조건이 다르면 보정한다. 이 값은 부재의 두께 기준이므로 실제 처짐의 허용한계와 구분해야 한다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 등분포하중(W)을 받는 캔틸레버 보의 길이와 단면이 (a) 및 (b)의 두 가지 조건으로 주어졌을 경우 두 보의 최대 처짐비로 옳은 것은?



① (a) : (b) = 1 : 1

② (a) : (b) = 8 : 1

③ (a) : (b) = 1 : 8

④ (a) : (b) = 16 : 1

정답 1번

간단한 해설

캔틸레버 보의 최대 처짐은 **길이의 네제곱에 비례**하고 **단면2차모멘트에 반비례**한다. (a)는 길이가 2배여서 처짐을 키우는 효과가 16배이지만, 원형 단면의 지름도 2배여서 단면2차모멘트가 16배가 되므로 두 보의 최대 처짐은 같다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 (a)의 길이는 2L, 원형 단면의 지름은 200 mm이고, (b)의 길이는 L, 지름은 100 mm이다. 두 보에는 같은 등분포하중 W가 전 길이에 작용한다. 여기서 W는 **단위 길이당 하중**이며, 길이와 단면만 달라진 조건이므로 탄성계수 E는 같게 두고 비교한다.

길이가 ℓ이고 휨강성 EI가 일정한 캔틸레버 보에 등분포하중 W가 전 길이에 작용하면 최대 처짐은 자유단에서 발생하며, 그 크기는 $\delta_{\max} = \frac{W\ell^4}{8EI}$이다. I는 휨에 대한 단면의 저항 정도를 나타내는 단면2차모멘트이다. 같은 W와 E에서 길이가 2배가 되면 길이에 의한 처짐 증가 배율은 $2^4 = 16$이다.

지름 d인 원형 단면의 단면2차모멘트는 $I = \frac{\pi d^4}{64}$이다. 따라서 $\frac{I_a}{I_b} = \left(\frac{200}{100}\right)^4 = 16$이다. 즉, (a)의 단면2차모멘트는 (b)의 16배이므로, 이 차이는 처짐을 **1/16로 줄이는 효과**를 낸다.

길이 증가와 단면2차모멘트 증가를 함께 반영하면 $\frac{\delta_a}{\delta_b} = \frac{16}{16} = 1$이다. 두 효과가 서로 상쇄되므로 최대 처짐비는 (a) : (b) = 1 : 1이며, ①에 해당한다.

NoteBase

문 11. 고층 건물에 적용되는 구조시스템인 아웃리거 구조에서 내부의 코어부와 외곽 기둥을 연결할 때 아웃리거와 함께 많이 사용되는 구조부재는 다음 중 무엇인가?

① 벨트트러스(Belt truss)

② 링크 빔(Link beam)

③ 합성슬래브(Composite slab)

④ 프리스트레스트 빔(Prestressed beam)

정답 1번

간단한 해설

벨트트러스는 건물 외곽을 띠처럼 둘러 **외곽 기둥들을 서로 연결**한다. 아웃리거가 전달하는 힘을 여러 외곽 기둥에 분산시켜, 코어와 외곽 기둥이 함께 수평하중에 저항하도록 돕는다.

공통 해설

아웃리거 구조는 내부 코어와 외곽 기둥을 강성이 큰 부재로 연결하는 구조시스템이다. 바람이나 지진에 의해 건물이 옆으로 휘려고 하면, 아웃리거를 통해 외곽 기둥에 추가적인 인장력과 압축력이 생긴다. 이 힘들이 건물을 넘어뜨리려는 모멘트에 저항하여 코어의 휨 부담과 건물의 수평변위를 줄인다.

이때 함께 사용하는 벨트트러스(Belt truss)는 아웃리거가 설치된 층에서 **건물 둘레를 따라 외곽 기둥들을 묶는 트러스**이다. 아웃리거에 직접 연결된 기둥뿐 아니라 인접한 외곽 기둥도 힘을 나누어 부담하게 한다. 즉, 코어에서 외곽으로 힘을 전달하는 아웃리거에 외곽 기둥 사이의 힘 분산 기능을 보완하는 부재가 벨트트러스이다.

NoteBase

문 12. 강구조에 대한 다음 기술 중 옳지 않은 것은?

① 강재의 단면은 폭－두께비에 따라 콤팩트 요소, 비콤팩트 요소, 세장판 요소로 분류한다.

② 보부재에서 완전소성항복과 비탄성좌굴발생의 경계를 나타내는 소성한계비지지거리 L_P는 재료의 항복강도가 높을수록 커진다.

③ 세장한 단면을 갖는 압축부재의 공칭압축강도는 휨좌굴, 비틀림좌굴, 휨－비틀림좌굴한계상태에 기초하여 산정한다.

④ 강재의 탄소당량이 클수록 용접성이 나쁘다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '항복강도가 높을수록 커진다'는 관계가 반대이다. 단면과 탄성계수가 같으면 소성한계비지지거리 L_P는 **항복강도의 제곱근에 반비례**하므로, 항복강도가 높을수록 짧아진다.

선지별 해설

① O: 폭－두께비는 판요소의 폭을 두께로 나눈 값으로, 클수록 국부좌굴이 일어나기 쉽다. 휨을 받는 단면의 압축 판요소는 이 비에 따라 콤팩트 요소, 비콤팩트 요소, 세장판 요소로 구분한다. 콤팩트 요소는 충분한 소성변형을 허용하고, 비콤팩트 요소는 항복 후 충분한 소성변형에 이르기 전에, 세장판 요소는 **항복에 이르기 전에 국부좌굴**이 발생할 수 있다.

② X: 소성한계비지지거리 L_P는 보가 횡좌굴로 강도가 감소하기 전에 완전소성모멘트에 도달할 수 있도록 하는 비지지길이의 한계이다. 강축휨을 받는 2축대칭 콤팩트 I형 보에서는 $L_P = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}}$로 나타낸다. 여기서 r_y는 약축에 대한 단면2차반경, E는 탄성계수, F_y는 항복강도이다. 단면과 탄성계수가 같으면 항복강도가 높아질수록 **소성한계비지지거리는 작아진다**. 따라서 '커진다'를 '작아진다'로 고쳐야 한다.

③ O: 휨좌굴은 부재가 옆으로 휘는 현상, 비틀림좌굴은 부재가 길이축을 중심으로 비틀리는 현상, 휨－비틀림좌굴은 두 변형이 함께 발생하는 현상이다. 세장판 요소를 포함한 압축부재는 단면 형상에 따라 적용되는 이들 한계상태를 검토하여 가장 작은 공칭압축강도를 취한다. 이때 얇은 판요소의 **국부좌굴에 따른 강도 감소도 반영**해야 한다.

④ O: 탄소당량은 탄소와 합금원소가 강의 경화성에 미치는 영향을 탄소량으로 환산한 지표이다. 탄소당량이 높을수록 용접 후 냉각 과정에서 열영향부가 경화되기 쉽고 **수소에 의한 저온균열 위험**이 커지므로, 일반적으로 용접성이 나빠진다.

NoteBase

문 13. 철근콘크리트 2방향 슬래브 설계에 사용되는 직접설계법의 제한사항 중 옳은 것은?

① 각 방향으로 2경간 이상 연속되어야 한다.

② 모든 하중은 슬래브 판 전체에 걸쳐 등분포된 연직하중이어야 하며, 활하중은 고정하중의 2배 이하이어야 한다.

③ 슬래브 판들은 단변 경간에 대한 장변 경간의 비가 2 이상인 직사각형이어야 한다.

④ 연속한 기둥 중심선으로부터 기둥의 어긋남은 그 방향 경간의 최대 20%까지 허용할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

직접설계법은 슬래브 판 전체에 **등분포된 연직하중**이 작용하는 경우를 대상으로 하며, **활하중이 고정하중의 2배 이하**이어야 한다. 두 하중의 크기를 비교할 때 기준이 되는 것은 고정하중이다.

선지별 해설

직접설계법은 정해진 계수를 이용해 슬래브의 휨모멘트를 산정하는 방법으로, 경간 배치와 하중 등에 적용 제한을 둔다. KDS 14 20 70의 4.1.3.1에서 정한 제한사항을 기준으로 판단한다.

① X: 각 방향으로 **3경간 이상 연속**되어야 한다. 선지의 '2경간 이상'은 필요한 최소 경간 수를 작게 제시한 것으로, 어느 한 방향이라도 2경간만 연속되면 이 제한사항을 충족하지 못한다.

② O: 모든 하중은 슬래브 판 전체에 걸쳐 등분포된 연직하중이어야 하며, **활하중은 고정하중의 2배 이하**이어야 한다. 즉, 하중의 방향과 분포 조건뿐 아니라 고정하중에 대한 활하중의 상대적 크기도 제한한다.

③ X: 슬래브 판은 단변 경간에 대한 장변 경간의 비가 **2 이하인 직사각형**이어야 한다. 이 비율에는 최댓값을 정하므로, 선지의 '2 이상'을 '2 이하'로 고쳐야 한다.

④ X: 연속한 기둥 중심선을 기준으로 기둥의 어긋남은 **그 방향 경간의 10% 이하**이어야 한다. 어긋남을 평가하는 방향의 경간을 기준으로 하며, 선지의 '최대 20%'는 허용 한도를 크게 제시한 것이다.

NoteBase

문 14. 등가정적해석법을 사용하여 중량이 동일한 건물의 밑면전단력을 산정할 때, 밑면전단력의 크기가 가장 큰 경우는 다음 중 어떠한 경우인가?

① 강성이 크고 반응수정계수가 큰 구조물

② 강성이 작고 반응수정계수가 큰 구조물

③ 강성이 크고 반응수정계수가 작은 구조물

④ 강성이 작고 반응수정계수가 작은 구조물

정답 3번

간단한 해설

중량과 그 밖의 설계 조건이 같으면, **큰 강성에 따른 짧은 고유주기**와 **작은 반응수정계수에 따른 적은 지진력 저감**이 밑면전단력을 크게 하는 방향으로 작용한다.

NoteBase

선지별 해설

밑면전단력은 건물 밑면에 작용하는 지진 수평력의 합력이며, $V = C_s W$로 산정한다. 여기서 W는 유효지진중량, C_s는 지진응답계수이다. 이 문제에서는 지진·지반 조건과 중요도 등은 같다고 보고 강성과 반응수정계수의 영향을 비교한다. 중량이 같으므로 C_s가 큰 경우에 밑면전단력도 크다.

강성은 변형에 저항하는 정도이다. 단자유도계의 고유주기는 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$이므로, 질량 m이 같으면 강성 k가 클수록 주기 T가 짧다. 설계스펙트럼에서 주기가 길어질수록 지진응답계수가 감소하는 구간에서는, 큰 강성이 밑면전단력을 크게 하는 방향으로 작용한다. 다만 단주기 일정 구간에서는 주기가 짧아져도 계수가 더 커지지 않을 수 있다. 반응수정계수 R은 구조물의 비탄성 거동 등을 고려하여 탄성지진력을 저감하는 계수로, **R이 클수록 설계지진력은 작아진다**.

① 강성이 크고 반응수정계수가 큰 구조물: 큰 강성은 주기를 짧게 하지만, 큰 반응수정계수가 지진력을 많이 저감한다. 따라서 강성이 같은 ③에 비해 밑면전단력이 작다.

② 강성이 작고 반응수정계수가 큰 구조물: 작은 강성은 주기를 길게 하여 지진응답계수를 낮추는 방향으로 작용하고, 큰 반응수정계수도 지진력을 저감한다. 두 조건 모두 밑면전단력을 작게 하는 방향이다.

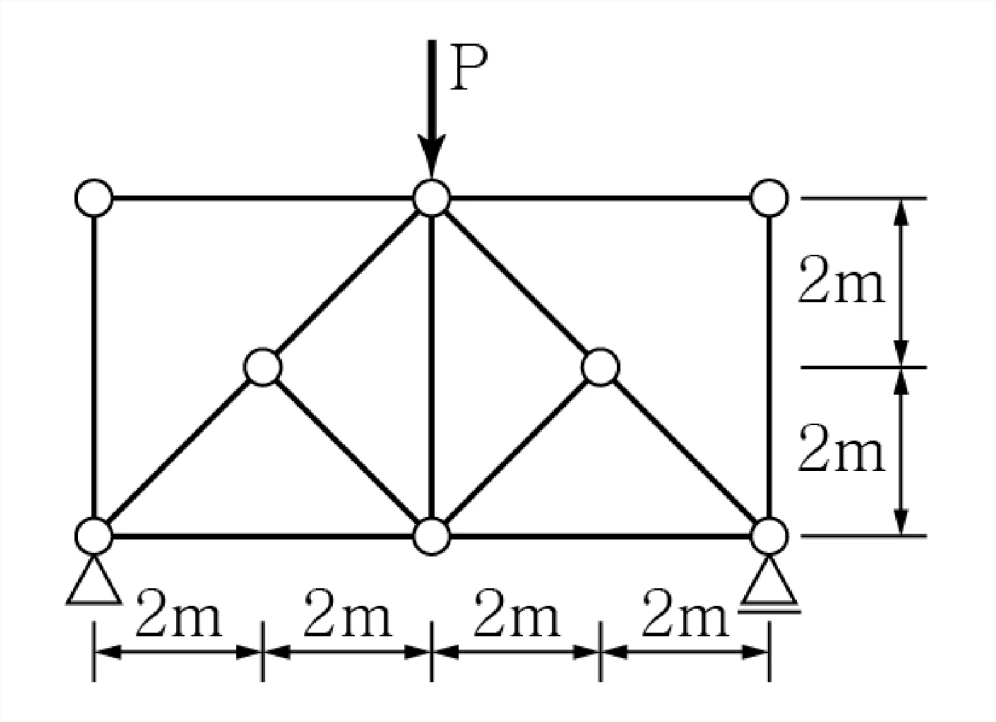
③ 강성이 크고 반응수정계수가 작은 구조물: 큰 강성에 의해 주기가 짧고, 작은 반응수정계수 때문에 **지진력의 저감 정도도 작다**. 두 조건이 모두 밑면전단력을 크게 하는 방향으로 작용한다.

④ 강성이 작고 반응수정계수가 작은 구조물: 작은 반응수정계수는 지진력 저감을 적게 하지만, 작은 강성은 주기를 길게 한다. 따라서 같은 작은 반응수정계수를 갖는 ③보다 밑면전단력이 커지는 데 불리하다.

따라서 이 문제에서 밑면전단력이 가장 큰 경우는 강성이 크고 반응수정계수가 작은 ③이다.

NoteBase

문 15. 다음과 같은 트러스에서 부재력이 0인 부재는 모두 몇 개인가?



① 0개

② 3개

③ 6개

④ 7개

정답 4번

간단한 해설

외력이나 지점반력이 없는 절점에서는 부재력의 평형으로 영부재를 찾는다. 위쪽 양끝에서 4개, 내부 좌우에서 2개를 찾은 뒤, 아래쪽 중앙 절점의 **수직재도 영부재**임을 확인하면 모두 7개이다.

NoteBase

계산 과정

영부재는 주어진 하중 상태에서 축력이 0인 부재이다. 각 절점에서 수평·수직 방향 힘의 합이 각각 0이어야 한다는 조건을 적용한다.

위쪽 양끝 절점: 각 절점에는 수평재와 수직재가 하나씩 연결되어 있고 외력이나 지점반력이 없다. 수평력을 평형시킬 다른 부재가 없으므로 수평재의 축력은 0이고, 수직재도 같은 이유로 축력이 0이다. 따라서 양쪽의 상부 수평재 2개와 바깥 수직재 2개, 총 4개가 영부재이다.

내부의 좌우 절점: 각 절점에 모이는 세 부재 중, 아래쪽 지점과 위쪽 중앙 절점을 잇는 대각선상의 두 부재는 **일직선**이다. 이 직선에 수직인 방향으로는 아래쪽 중앙 절점에 연결된 안쪽 대각재만 힘을 낼 수 있다. 외력이 없으므로 그 힘은 0이어야 하며, 좌우의 안쪽 대각재 2개가 영부재이다.

아래쪽 중앙 절점: 방금 찾은 안쪽 대각재 2개의 부재력이 0이므로, 남는 힘은 좌우 하부 수평재와 중앙 수직재의 부재력이다. 하부 수평재는 수직 성분이 없고 이 절점에 외력도 없으므로, **수직 방향 평형**을 만족하려면 중앙 수직재의 축력이 0이어야 한다. 여기서 영부재 1개를 더 찾는다.

개수 합산: 나머지 바깥쪽 대각재 4개는 위쪽 중앙의 하중 P를 양쪽 지점으로 전달하고, 하부 수평재 2개는 대각재의 수평 성분을 평형시키므로 영부재가 아니다. 영부재는 4 + 2 + 1 = 7개이며, ④의 7개와 일치한다.

NoteBase

문 16. 강구조에서 고장력볼트 접합과 이음부 설계에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 고장력볼트의 구멍중심간 거리는 공칭직경의 2.5배 이상으로 한다.

② 고장력볼트의 구멍중심에서 볼트머리 또는 너트가 접하는 재의 연단까지의 최대거리는 판두께의 15배 이하 또한 200mm 이하로 한다.

③ 고장력볼트의 마찰접합은 고장력볼트의 강력한 체결력에 의해 부재간에 발생하는 마찰력을 이용하는 접합형식이다.

④ 고장력볼트의 지압접합은 부재간에 발생하는 마찰력과 볼트축의 전단력 및 부재의 지압력을 동시에 발생시켜 응력을 부담한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 최대 연단거리 한계는 '판두께의 15배·200 mm'가 아니라 **판두께의 12배 이하이면서 150 mm 이하**이다. 두 제한을 동시에 만족해야 하므로 더 작은 값이 허용 한계가 된다.

선지별 해설

① O: 고장력볼트의 구멍중심간 거리는 **볼트 공칭직경의 2.5배 이상**으로 한다. 여기서 기준이 되는 치수는 구멍지름이 아니라 볼트의 공칭직경이며, 구멍 가장자리 사이가 아닌 중심 사이의 거리이다.

② X: 고장력볼트 구멍중심에서 볼트머리 또는 너트가 접하는 재의 연단까지의 최대거리는 **그 판두께의 12배 이하이며 동시에 150 mm 이하**로 한다. 따라서 '15배 이하 또한 200 mm 이하'를 '12배 이하 또한 150 mm 이하'로 고쳐야 한다. 예를 들어 해당 판의 두께가 10 mm이면 판두께의 12배는 120 mm이므로, 연단거리는 150 mm가 아니라 120 mm 이하로 제한된다.

③ O: 마찰접합은 고장력볼트를 강하게 조여 접합되는 부재들을 서로 압착하고, 그 접촉면에서 생기는 **마찰저항으로 힘을 전달**하는 방식이다. 볼트의 체결력이 부재 사이의 압착력을 만들고, 이 압착력이 부재가 서로 미끄러지는 것을 억제한다.

④ O: 강하게 조인 고장력볼트의 지압접합에서는 부재 사이의 마찰저항도 작용하며, 볼트축과 구멍 벽이 맞닿으면 **볼트축의 전단저항과 부재의 지압저항**이 함께 힘을 전달한다. 지압은 볼트축이 구멍 벽을 누르는 접촉압력이다. 마찰접합과 달리 미끄럼 이후의 힘 전달을 허용하므로, 지압접합의 강도를 판단할 때에는 볼트의 전단강도와 접합부재의 지압강도를 검토한다.

NoteBase

문 17. 건축구조기준에서 기본등분포활하중의 용도별 최솟값이 가장 작은 것은?

① 도서관 서고

② 옥외 광장

③ 창고형 매장

④ 사무실 문서보관실

정답 4번

간단한 해설

사무실 문서보관실의 기본등분포활하중 최솟값은 **5.0 kN/m^2**로, 나머지 세 용도보다 작다.

선지별 해설

건축구조기준의 기본등분포활하중표는 건축물의 세부 용도별로 단위면적당 적용할 활하중의 최솟값을 정한다. 이 문제에서는 각 용도에 정해진 값을 같은 단위인 kN/m^{2}로 비교한다.

① 도서관 서고: 기본등분포활하중의 최솟값은 **7.5 kN/m^2**이다. 책을 보관하는 서고에 해당하는 값을 적용한다.

② 옥외 광장: 기본등분포활하중의 최솟값은 **12.0 kN/m^2**이다. 네 용도 중 가장 큰 값이다.

③ 창고형 매장: 판매장 중 창고형 매장에 해당하며, 기본등분포활하중의 최솟값은 **6.0 kN/m^2**이다.

④ 사무실 문서보관실: 기본등분포활하중의 최솟값은 **5.0 kN/m^2**이다. 일반 사무실에 적용하는 2.5 kN/m^{2}와 구별해야 한다.

문서보관실의 5.0 kN/m^{2}는 창고형 매장의 6.0 kN/m^2, 도서관 서고의 7.5 kN/m^2, 옥외 광장의 12.0 kN/m^{2}보다 작으므로, 최솟값이 가장 작은 용도는 ④ 사무실 문서보관실이다.

NoteBase

문 18. 프리스트레스트 콘크리트 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 콘크리트의 건조수축 및 크리프는 긴장재에 도입된 프리스트레스를 손실시킨다.

② 시간이 경과됨에 따라 긴장재에 도입된 프리스트레스의 응력이 감소되는 현상을 릴랙세이션(Relaxation)이라 한다.

③ 포스트텐션 방식에서 단부 정착장치가 중요하다.

④ 일반적으로 철근콘크리트 부재에 비하여 처짐 및 진동 제어가 유리하다.

정답 4번

간단한 해설

프리스트레스로 하중에 의한 처짐을 줄일 수 있지만, 이를 이용해 부재를 얇게 하거나 경간을 늘리면 처짐과 진동에 민감해질 수 있다. 따라서 일반 철근콘크리트보다 **처짐 및 진동 제어가 일반적으로 유리하다고 단정할 수 없다**.

선지별 해설

① O: 건조수축은 수분 손실로 콘크리트가 줄어드는 현상이고, 크리프는 지속적인 압축응력 아래에서 시간에 따라 압축변형이 증가하는 현상이다. 두 현상으로 콘크리트가 짧아지면 긴장재의 인장변형도 줄어들어 **긴장력과 프리스트레스가 감소**한다.

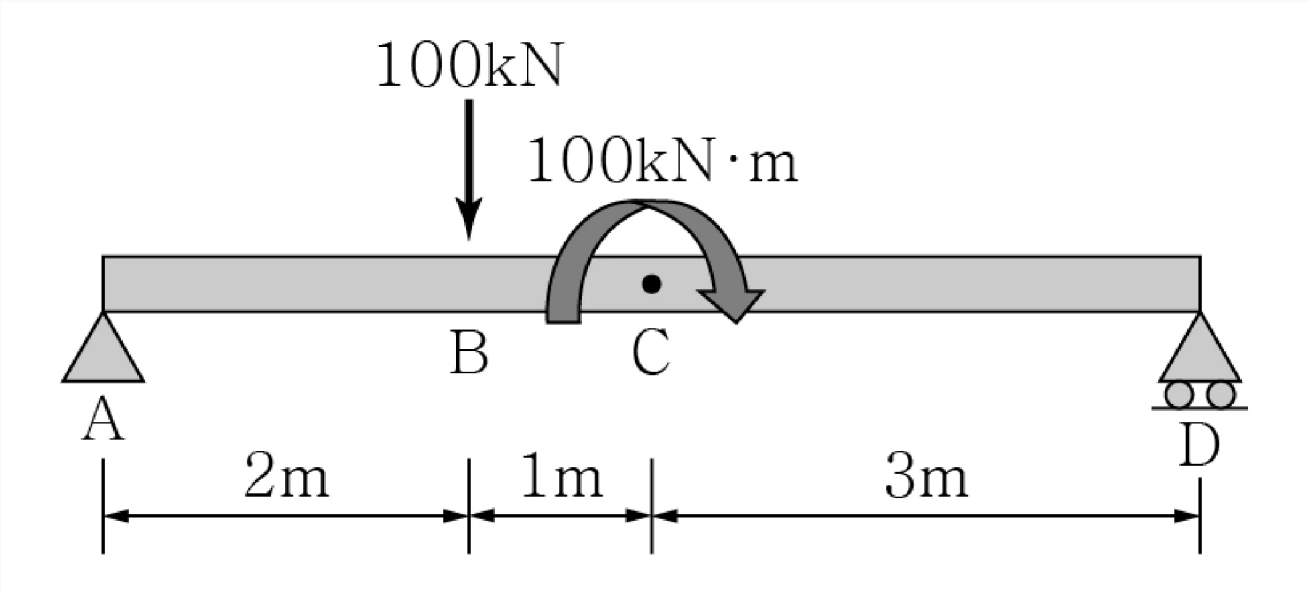
② O: 릴랙세이션은 긴장재의 **길이, 즉 변형을 일정하게 유지해도** 시간이 지나면서 인장응력이 감소하는 현상이다. 콘크리트의 크리프가 콘크리트의 변형 증가에 관한 현상인 데 비해, 릴랙세이션은 긴장재 자체의 응력 감소에 관한 현상이다.

③ O: 포스트텐션은 콘크리트가 굳은 뒤 긴장재를 인장하고 정착하는 방식이다. 긴장재가 원래 길이로 돌아가려는 힘을 **단부 정착장치가 콘크리트에 전달**하여 프리스트레스를 유지하므로, 정착장치와 정착부의 안전성이 중요하다.

④ X: 프리스트레스는 하중에 의한 처짐을 상쇄하고 균열을 억제할 수 있다. 그러나 이 장점을 이용해 부재의 춤을 줄이거나 경간을 늘리면 휨강성이 충분하지 않아 활하중에 의한 처짐과 진동이 문제가 될 수 있다. 따라서 '처짐 및 진동 제어가 유리하다'고 일반화할 수 없으며, **단면 축소와 장경간화로 오히려 불리해질 수 있다**.
단면·경간·하중 조건을 고려하여 처짐과 진동에 대한 사용성을 검토해야 한다.

NoteBase

문 19. 단순보의 A, D지점에서의 수직반력(R_A, R_D)의 크기는 각각 얼마인가?



① A: 100kN, D: 100kN

② A: 50kN, D: 50kN

③ A: 100kN, D: 50kN

④ A: 50kN, D: 100kN

정답 2번

간단한 해설

A점에 대한 시계방향 모멘트는 집중하중에 의한 200 kN·m와 **집중모멘트 100 kN·m**를 합한 300 kN·m이다. 이를 D점 반력이 상쇄하고 수직력의 합이 0이 되어야 하므로 A와 D의 반력은 각각 위쪽으로 50 kN이다.

NoteBase

계산 과정

조건과 부호: 그림에서 AB = 2 m, BC = 1 m, CD = 3 m이므로 지점 간 거리 AD = 6 m이다. B점에는 아래쪽으로 100 kN, C점에는 시계방향으로 100 kN·m의 집중모멘트가 작용한다. 수직반력 R_A, R_D는 위쪽을 양으로, 모멘트는 반시계방향을 양으로 둔다. 집중모멘트는 **수직력의 합에는 포함하지 않고 모멘트 평형에 그대로 반영**하며, C점까지의 거리를 다시 곱하지 않는다.

D점의 수직반력: A점에 대한 모멘트 평형을 이용하면 R_A는 모멘트 팔길이가 0이므로 식에서 사라진다. D점의 위쪽 반력은 반시계방향, B점의 하중과 C점의 집중모멘트는 모두 시계방향으로 작용한다. 따라서 힘을 kN, 거리를 m로 넣으면 $6R_D - 100 \cdot 2 - 100 = 0$이다. 여기서 $100 \times 2 = 200$ kN·m는 B점 하중이 A점에 만드는 모멘트이다. 이를 풀면 $R_D = \frac{200 + 100}{6} = 50$ kN이다.

A점의 수직반력: 보 전체의 수직력 평형에서 $R_A + R_D - 100 = 0$이다. 따라서 $R_A = 100 - 50 = 50$ kN이다. 두 반력이 모두 양수이므로 처음에 정한 **위쪽 방향**으로 작용한다.

A점과 D점의 수직반력은 각각 50 kN으로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 압연 H형강 H-600×200×11×17(SS400) 보의 플랜지의 판폭두께비는 얼마인가? (단, 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.)

① 3.88

② 4.88

③ 5.88

④ 6.88

정답 3번

간단한 해설

압연 H형강 플랜지의 판폭두께비는 **플랜지 전체 폭의 절반을 플랜지 두께로 나눈 값**이다. 이 단면에서는 $\frac{200}{2\cdot 17} \approx 5.88$이며, 길이끼리의 비이므로 단위가 없다.

계산 과정

단면 치수: H-600×200×11×17은 단면 높이 600 mm, 플랜지 전체 폭 200 mm, 웨브 두께 11 mm, 플랜지 두께 17 mm를 뜻한다. 플랜지 판폭두께비 계산에 필요한 치수는 전체 폭 $B = 200$ mm와 **플랜지 두께** $t_f = 17$ mm이다.

적용 폭: H형강의 플랜지는 가운데 웨브를 기준으로 양쪽으로 뻗어 있으므로, 플랜지 판폭두께비에서 쓰는 폭 b는 **플랜지 전체 폭의 절반**으로 잡는다. 따라서 $b = \frac{B}{2} = \frac{200}{2} = 100$ mm이다. 이 정의에서는 전체 폭에서 웨브 두께 11 mm를 빼지 않는다.

계산과 반올림: 판폭두께비는 $\lambda = \frac{b}{t_f} = \frac{100}{17} = 5.882\ldots$이다. 폭과 두께를 모두 mm로 넣었으므로 단위는 소거된다. 소수점 셋째 자리에서 반올림하면 5.88이며, 선택지 ③의 값과 일치한다.

NoteBase