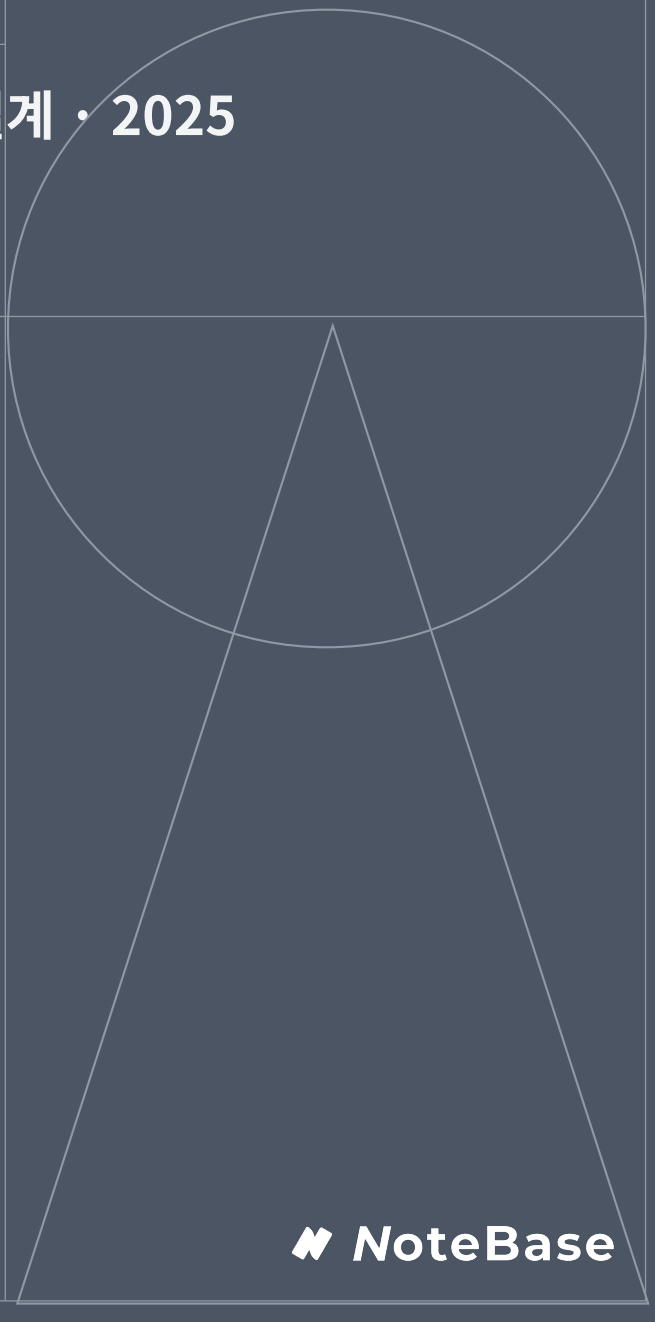
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 토목설계 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 토목설계 · 2025

공무원/지방직/9급 · 토목설계 · 2025

문 1. 지간 8 m의 단순지지보에 등분포 활하중 5 kN/m와 등분포 고정하중 50 kN/m가 작용할 때, 보의 지간 중앙에서 하중계수와 하중조합을 고려한 계수휨모멘트[kN · m]는? (단, 계수휨모멘트는 $U = 1.4D$와 $U = 1.2D + 1.6L$ 두 종류의 하중조합에 대하여 검토한다)

① 440

② 544

③ 560

④ 688

정답 3번

간단한 해설

두 하중조합 중 **더 큰 휨모멘트**를 적용한다. 이 문제에서는 $U = 1.4D$에 의한 중앙 휨모멘트가 560 kN·m로, $U = 1.2D + 1.6L$에 의한 544 kN·m보다 크다.

NoteBase

계산 과정

1. 중앙 휨모멘트 공식: 지간을 $\ell = 8\text{m}$, 등분포하중의 크기를 w라 하자. **전 지간에 등분포하중을 받는 단순지지보**의 중앙 휨모멘트는 $M = \frac{w\ell^2}{8}$이다. 양쪽 지점반력이 전체 하중의 절반씩을 부담하므로, 중앙 단면에서 한쪽 지점반력과 그쪽 반 지간에 작용하는 하중의 모멘트를 합하면 이 식이 된다. 하중이 kN/m, 지간이 m이므로 휨모멘트의 단위는 kN·m이다.

2. $U = 1.4D$ 조합: D는 고정하중에 의한 하중효과를 뜻한다. 고정하중 50 kN/m에 하중계수 1.4를 적용하면 계수등분포하중은 $1.4 \times 50 = 70$ kN/m이다. 이 하중에 의한 중앙 계수휨모멘트는 $M_1 = \frac{70 \times 8^2}{8} = 560\text{kN}\cdot\text{m}$이다.

3. $U = 1.2D + 1.6L$ 조합: L은 활하중에 의한 하중효과를 뜻한다. 고정하중 50 kN/m와 활하중 5 kN/m에 각각의 하중계수를 적용한다. 계수등분포하중은 $1.2 \times 50 + 1.6 \times 5 = 68$ kN/m이며, 이는 두 하중의 계수효과를 합친 단위길이당 하중이다. 중앙 계수휨모멘트는 $M_2 = \frac{68 \times 8^2}{8} = 544\text{kN}\cdot\text{m}$이다.

4. 두 조합 비교: 주어진 두 조합을 모두 만족하도록 설계하려면 **더 큰 휨모멘트를 요구하는 조합**이 지배한다. $560 > 544$이므로 적용할 중앙 계수휨모멘트는 560 kN·m이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 표준원주형 공시체(직경 150 mm, 높이 300 mm)가 최대 압축력 1,350 kN에서 파괴되었을 때, 콘크리트의 압축강도[MPa]는? (단, π = 3이다)

① 40

② 80

③ 120

④ 160

정답 2번

간단한 해설

콘크리트의 압축강도는 **최대 압축력을 원형 단면적으로 나눈 값**이다. 단면적 16,875 mm^2와 최대 압축력 1,350,000 N을 적용하면 80 MPa이다.

계산 과정

압축강도는 공시체가 파괴될 때의 최대 압축력 P를 **하중 방향에 수직인 단면적** A로 나눈 값이므로, $f_c = \frac{P}{A}$를 적용한다.

직경이 150 mm이므로 반지름은 75 mm이다. π = 3을 적용한 원형 단면적은 $A = 3 \cdot 75^2 = 16{,}875\ mm^2$이다. 높이 300 mm는 이 단면적 계산에 사용하지 않는다.

최대 압축력은 1,350 kN = 1,350,000 N이다. 단면적을 mm^2로 구했으므로 **하중을 N으로 환산**하면 강도의 단위가 N/mm^2가 되며, 1 N/mm^2 = 1 MPa이다.

따라서 $f_c = \frac{1{,}350{,}000}{16{,}875} = 80$ MPa이며, ②의 80에 해당한다.

NoteBase

문 3. 슬래브와 보를 일체로 친 T형보의 경간이 12 m, 양쪽의 슬래브 중심 간 거리가 2 m, 플랜지의 두께가 150 mm, 복부의 폭이 400 mm일 때, 내측 T형보의 유효폭[mm]은?

① 1,500

② 2,000

③ 2,500

④ 3,000

정답 2번

간단한 해설

내측 T형보의 유효폭은 플랜지 두께·복부 폭, 슬래브 중심 간 거리, 보 경간에 따른 세 제한값 중 **가장 작은 값**을 취한다. 이 문제에서는 **슬래브 중심 간 거리 2,000 mm**가 유효폭을 결정한다.

계산 과정

슬래브와 보를 일체로 친 내측 T형보는 플랜지가 양쪽으로 내밀므로, 유효폭은 **세 가지 폭 제한을 모두 만족**해야 한다. 경간을 l, 플랜지 두께를 t_f, 복부 폭을 b_w라 하면 주어진 값은 $l = 12{,}000\text{mm}$, $t_f = 150\text{mm}$, $b_w = 400\text{mm}$이고, 양쪽 슬래브 중심 간 거리는 2,000 mm이다.

플랜지 두께에 따른 제한: 복부 양쪽에서 각각 플랜지 두께의 8배만큼을 고려하므로, 복부 폭을 포함한 제한값은 $b_w + 16t_f$이다. 이를 계산하면 $400 + 16 \times 150 = 2{,}800$ mm이다. **복부 폭은 한 번만 더한다**.

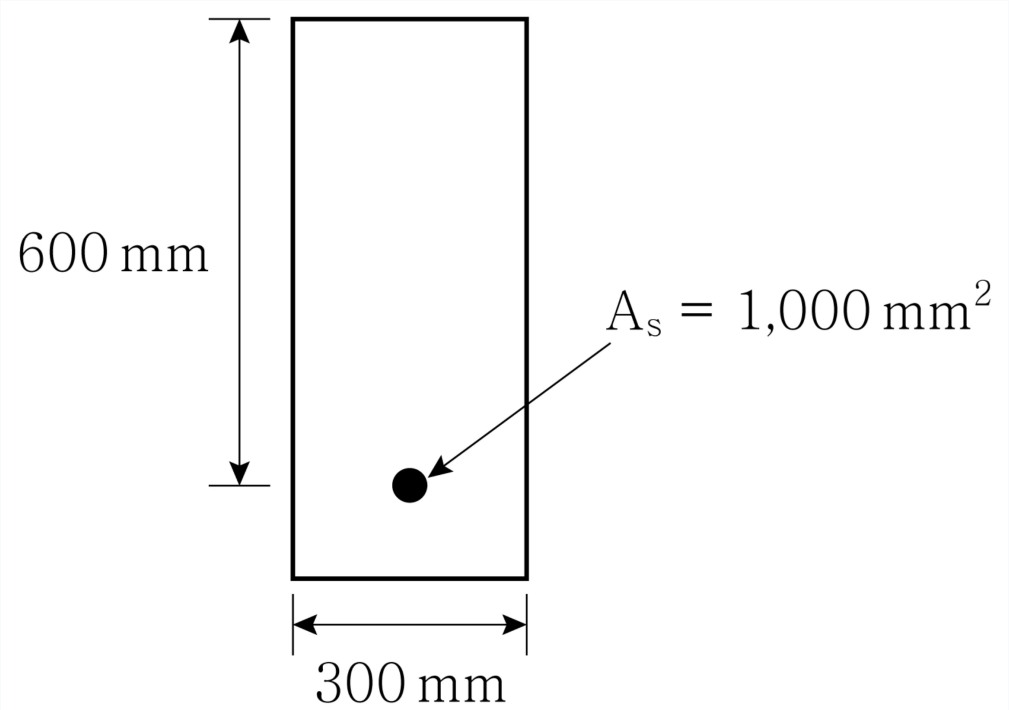
슬래브 중심 간 거리에 따른 제한: 주어진 양쪽 슬래브 중심 간 거리 2 m를 mm로 환산하면 2,000 mm이다. 이 거리 자체가 유효폭의 제한값이다.

경간에 따른 제한: 보 경간의 1/4을 적용하므로 $\frac{l}{4} = \frac{12{,}000}{4} = 3{,}000\text{mm}$이다.

세 제한값 2,800 mm, 2,000 mm, 3,000 mm 중 가장 작은 값은 2,000 mm이다. 따라서 내측 T형보의 유효폭은 2,000 mm이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 4. 폭이 300 mm, 인장철근량 $A_s = 1,000\ \text{mm}^2$, 유효높이가 600 mm인 단철근 직사각형보에서 철근의 응력(f_y)이 300 MPa일 때, 콘크리트 총압축력 [kN]은?



① 210

② 240

③ 270

④ 300

정답 4번

간단한 해설

단철근보의 휨 단면에서는 **콘크리트 압축력과 철근 인장력이 평형**을 이룬다. 철근 인장력은 철근 단면적에 응력을 곱한 값이므로, 콘크리트 총압축력도 300 kN이다.

NoteBase

계산 과정

그림의 하부 철근 단면적은 $A_s = 1{,}000\text{mm}^2$이고, 주어진 철근 응력은 $f_y = 300\text{MPa}$이다. 폭은 300 mm, 압축측 상단에서 인장철근 중심까지의 거리인 유효높이는 600 mm이다.

축력이 없는 보의 휨 단면에서 콘크리트의 인장 저항을 무시하면, 콘크리트 총압축력 C와 철근 인장력 T는 **크기가 같고 방향이 반대**이다. 따라서 $C = T = A_s f_y$이다. 철근 응력이 주어졌으므로 철근 인장력을 먼저 구하면 되며, 폭과 유효높이는 이 힘의 평형 계산에 직접 사용되지 않는다.

응력은 단위면적당 힘이며, **1 MPa = 1 N/mm^2**이다. 따라서 철근 인장력은 $1{,}000 \times 300 = 300{,}000$ N이다. 이는 콘크리트가 압축으로 부담하는 힘의 크기와 같다. 1 kN = 1,000 N이므로 콘크리트 총압축력은 300 kN이며, ④의 300에 해당한다.

NoteBase

문 5. 콘크리트와 비교하였을 때, 강재의 특성으로 옳지 않은 것은?

① 자연 상태에 노출되어도 부식이 발생하기 어렵다.

② 인성이 크고, 소성변형능력이 우수하다.

③ 재료가 균질하다.

④ 단위 면적당 강도가 크다.

정답 1번

간단한 해설

일반 구조용 강재는 수분과 산소가 있는 자연환경에 노출되면 **부식되기 쉽다**. 따라서 노출된 강재에는 도장 등으로 부식을 막는 관리가 필요하다.

선지별 해설

① X: 일반 구조용 강재는 수분과 산소가 있는 환경에서 산화되어 녹이 발생한다. 부식이 진행되면 유효 단면이 줄어 하중을 지지하는 능력이 저하될 수 있으므로, '부식이 발생하기 어렵다'는 **'부식되기 쉬워 방청 대책이 필요하다'**로 고쳐야 한다.

② O: 인성은 재료가 파괴될 때까지 에너지를 흡수하는 능력이고, 소성변형능력은 하중을 제거해도 남는 변형을 파괴 전에 감당하는 능력이다. 강재는 콘크리트에 비해 이러한 능력이 커서 **파괴 전에 상당한 변형을 하며 에너지를 흡수**할 수 있다.

③ O: 강재는 공장에서 성분과 제조 과정을 관리하여 생산하므로, 시멘트 페이스트와 골재 등으로 구성된 콘크리트보다 **재료의 성질이 균일**하다. 이 때문에 구조해석과 설계에서 재료 특성을 비교적 일관되게 적용할 수 있다.

④ O: 단위 면적당 강도는 단면적에 비해 얼마나 큰 힘을 견디는지를 뜻한다. 강재는 콘크리트보다 강도가 높아 **같은 단면적으로 더 큰 힘을 지지**할 수 있다. 특히 인장강도가 커서 인장력을 받는 부재에도 효과적으로 사용할 수 있다.

NoteBase

문 6. PS 강재의 품질에 필요한 성질로 바람직하지 않은 것은?

① 직선성이 좋아야 한다.

② 릴랙세이션(relaxation)이 작아야 한다.

③ 응력 부식에 대한 저항성이 커야 한다.

④ 부착시켜 사용하는 PS 강재는 콘크리트와의 부착강도가 작아야 한다.

정답 4번

간단한 해설

부착시켜 사용하는 PS 강재는 콘크리트와의 **부착강도가 커야 한다**. 부착은 강재와 콘크리트 사이의 힘을 전달하고 상대적인 미끄러짐을 억제하므로, 부착강도가 작아야 한다는 설명은 바람직하지 않다.

선지별 해설

① O: 직선성은 강재에 불필요한 휨이나 꺾임이 적은 성질이다. 직선성이 좋아야 강재를 계획한 위치에 배치하고 **원활하게 긴장**할 수 있다. 이는 설계상 필요한 곡선 배치를 하지 말아야 한다는 뜻이 아니다.

② O: 릴랙세이션은 강재를 늘인 길이, 즉 변형률을 일정하게 유지해도 시간이 지나면서 **인장응력이 감소**하는 현상이다. 이로 인해 콘크리트에 도입한 프리스트레스가 손실되므로, 릴랙세이션이 작은 강재가 유리하다.

③ O: PS 강재는 높은 인장응력을 받는 상태로 사용된다. 이때 부식 환경이 함께 작용하면 균열이 발생·진전하여 파단으로 이어질 수 있으므로, **응력 부식에 대한 저항성이 커야** 장기적인 안전성을 확보하는 데 유리하다.

④ X: 부착시켜 사용하는 PS 강재는 콘크리트와의 **부착강도가 커야 한다**. 부착이 충분해야 두 재료 사이에서 힘이 전달되고 상대적인 미끄러짐이 억제되어 함께 거동할 수 있다. 특히 프리텐션 방식에서는 긴장한 강재를 풀 때 강재가 줄어들려는 힘을 부착을 통해 콘크리트에 전달하여 압축력을 도입한다. 따라서 '부착강도가 작아야 한다'를 '부착강도가 커야 한다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 7. PS 콘크리트 부재에서 프리스트레스의 감소 원인 중 프리스트레스 도입 후에 발생하는 시간적 손실의 원인에 해당하는 것은?

① 정착장치의 활동

② 콘크리트의 크리프

③ 콘크리트의 탄성수축

④ 긴장재와 덕트의 마찰

정답 2번

간단한 해설

콘크리트의 **크리프**는 지속적인 압축응력 아래에서 시간이 지남에 따라 변형이 증가하는 현상이다. 부재가 점차 짧아지면서 긴장재의 인장응력이 감소하므로 **프리스트레스 도입 후의 시간적 손실**에 해당한다.

개념 구분

시간적 손실: 콘크리트의 크리프는 지속적인 응력 아래에서 시간의 경과에 따라 변형이 증가하는 현상이다. 프리스트레스로 압축된 콘크리트에 크리프가 발생하면 부재의 길이가 점차 줄어든다. 이에 따라 긴장재의 늘어난 길이가 감소하여 인장응력이 낮아지고, 콘크리트에 가해지는 프리스트레스도 감소한다. 따라서 콘크리트의 크리프는 **도입 후 시간이 지나면서 진행되는 손실**의 원인이다.

즉시손실: 콘크리트의 탄성수축은 프리스트레스가 전달되어 압축응력을 받을 때 즉시 발생하는 길이 감소이다. **탄성수축은 응력 도입에 따른 즉각적인 변형**이고, 크리프는 지속적인 응력 아래에서 추가로 진행되는 변형이라는 차이가 있다.

정착장치의 활동은 긴장재를 정착할 때 정착부가 미끄러지면서 생기는 손실이며, 긴장재와 덕트의 마찰은 긴장작업 중 긴장력이 전달되는 과정에서 생기는 손실이다. 이들은 시간적 손실과 구별된다.

NoteBase

문 8. 옹벽 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 활동에 대한 저항력은 옹벽에 작용하는 수평력의 1.4배 이상이어야 한다.

② 전도에 대한 저항휨모멘트는 횡토압에 의한 전도모멘트의 2.0배 이상이어야 한다.

③ 무근콘크리트 옹벽은 자중에 의하여 저항력을 발휘하는 중력식 형태로 설계하여야 한다.

④ 옹벽은 상재하중, 뒤채움 흙의 중량, 옹벽의 자중 및 옹벽에 작용하는 토압, 필요에 따라서는 수압에 견디도록 설계하여야 한다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '1.4배 이상'은 **1.5배 이상**으로 고쳐야 한다. 활동은 옹벽이 수평방향으로 미끄러지는 현상으로, 이를 막는 저항력이 작용 수평력의 1.5배 이상이어야 한다.

선지별 해설

① X: 활동은 수평력에 의해 옹벽이 기초면을 따라 미끄러지는 현상이다. 활동에 대한 저항력은 옹벽에 작용하는 수평력의 **1.5배 이상**이어야 하므로, '1.4배 이상'은 기준보다 작다. 활동 안정은 기초면의 마찰 등으로 발생하는 저항력과 옹벽을 미끄러뜨리는 수평력을 비교하여 검토한다.

② O: 전도는 횡토압에 의해 옹벽이 앞쪽으로 넘어지려는 현상이다. 전도에 대한 저항휨모멘트는 횡토압에 의한 전도모멘트의 **2.0배 이상**이어야 한다. 활동이 힘을 비교하는 검토라면, 전도는 옹벽을 넘어뜨리려는 모멘트와 이에 저항하는 모멘트를 비교하는 검토이다.

③ O: 무근콘크리트는 인장에 취약하므로 철근의 인장저항을 이용하는 대신 **자중으로 토압에 저항하는 중력식** 형태로 설계한다. 충분한 단면과 자중을 확보하여 활동과 전도에 저항하게 한다.

④ O: 옹벽 설계에서는 **상재하중·뒤채움 흙의 중량·옹벽의 자중·토압**을 고려하고, 필요에 따라 수압도 포함한다. 상재하중은 뒤채움 지표면에 작용하는 하중이며 토압에 영향을 준다. 배면에 물이 차면 수압이 추가로 작용하므로, 물의 영향을 받는 조건에서는 수압까지 견디도록 설계하여야 한다.

NoteBase

문 9. 1방향 슬래브의 구조 상세에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 1방향 슬래브의 두께는 최소 100 mm 이상이어야 한다.

② 정모멘트 철근 및 부모멘트 철근에 직각방향으로 수축 및 온도 철근을 배치해야 한다.

③ 정모멘트 철근 및 부모멘트 철근의 중심 간격은 위험단면에서는 슬래브 두께의 2배 이하이어야 하고, 또한 400 mm 이하이어야 한다.

④ 정모멘트 철근 및 부모멘트 철근의 중심 간격은 위험단면을 제외한 단면에서는 슬래브 두께의 3배 이하이어야 하고, 또한 450 mm 이하이어야 한다.

정답 3번

간단한 해설

위험단면에서 정모멘트·부모멘트 철근의 중심 간격은 슬래브 두께의 2배 이하이면서 **300 mm 이하**이어야 한다. ③의 '400 mm 이하'는 '300 mm 이하'로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① O: 1방향 슬래브의 두께는 **최소 100 mm 이상**이어야 한다. 이는 구조 상세상의 최소값이며, 실제 두께를 정할 때는 처짐에 관한 조건도 만족해야 한다.

② O: 수축·온도철근은 건조수축이나 온도변화로 생기는 균열을 제어하기 위한 철근이다. 1방향 슬래브에서는 휨에 저항하는 정모멘트·부모멘트 철근에 **직각방향으로 배치**하여 그 방향의 수축·온도변화에 따른 균열을 제어한다.

③ X: 위험단면에서 정모멘트·부모멘트 철근의 중심 간격은 슬래브 두께의 2배 이하이고, 동시에 **300 mm 이하**이어야 한다. 두 제한 중 더 작은 값이 허용 최대 간격이 되므로, 두께의 2배 이하라는 조건을 만족해도 300 mm를 넘을 수 없다. 선지의 '400 mm 이하'는 '300 mm 이하'로 고쳐야 한다.

④ O: 위험단면을 제외한 단면에서는 정모멘트·부모멘트 철근의 중심 간격을 슬래브 두께의 **3배 이하이면서 450 mm 이하**로 제한한다. 여기서도 두 제한을 모두 만족해야 하며, 위험단면에 적용하는 두께의 2배·300 mm 제한과 구별한다.

NoteBase

문 10. 중심축하중을 받는 길이 L = 10 m, 단면 크기가 300 mm × 200 mm인 기둥의 오일러 좌굴하중[kN]은? (단, 기둥의 탄성계수 E = 200,000 MPa이고, 기둥은 양단힌지 장주 조건이다)

① 400π

② $400\pi^2$

③ 600π

④ $600\pi^2$

정답 2번

간단한 해설

양단힌지 장주는 **유효길이가 실제 길이와 같고**, 단면2차모멘트가 작은 **약축을 기준**으로 좌굴하중을 구한다. 약축 단면2차모멘트를 오일러 공식에 대입하면 $400\pi^2$ kN이다.

계산 과정

1. 적용 공식과 단위: 중심축하중을 받는 장주이므로 탄성좌굴에 대한 오일러 공식을 적용한다. 좌굴하중은 $P_{cr} = \frac{\pi^2 E I_{min}}{(KL)^2}$이며, E는 탄성계수, I_{min}은 약축 단면2차모멘트, K는 유효길이계수이다. **양단힌지이므로 K = 1**이고, 길이는 L = 10 m = 10,000 mm이다. 탄성계수는 E = 200,000 MPa = 200,000 N/mm^{2}로 사용한다.

2. 약축 단면2차모멘트: 직사각형 단면의 도심축에 대한 단면2차모멘트는 $I = \frac{bh^3}{12}$이다. 여기서 h는 해당 축에 수직인 단면 치수이다. 두 도심축 중 **작은 치수인 200 mm를 세제곱하는 축**의 단면2차모멘트가 작아 먼저 좌굴한다. 따라서 $I_{min} = \frac{300 \cdot 200^3}{12} = 200{,}000{,}000\text{mm}^4$이다.

3. 좌굴하중 계산: 위 값을 대입하면 $P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 200{,}000 \cdot 200{,}000{,}000}{10{,}000^2}$ N이다. 이를 정리하면 $P_{cr} = 400{,}000\pi^2$ N이며, 1 kN = 1,000 N이므로 $P_{cr} = 400\pi^2$ kN이다. 이는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 11. 철근콘크리트 직사각형 보의 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전단보강을 위하여 수직스터럽을 사용한다.

② 휨부재의 강도를 증가시키기 위하여 추가 인장철근과 이에 대응하는 압축철근을 사용할 수 있다.

③ 인장지배단면에서 압축지배단면으로 변경되면, 강도감소계수는 증가한다.

④ 인장 측 휨균열이 발생함과 동시에 철근이 항복하여 취성적으로 파괴되는 것을 방지하기 위해서 최소 철근량을 규정한다.

정답 3번

간단한 해설

인장지배단면에서 압축지배단면으로 바뀌면 강도감소계수는 **감소한다**. 압축지배단면은 충분한 변형 없이 콘크리트가 압축파괴될 위험이 커서, 공칭강도를 설계에 반영하는 비율을 더 작게 잡는다.

선지별 해설

① O: 수직스터럽은 보의 축에 수직으로 배치하는 전단보강철근이다. 전단력에 의해 생기는 **경사진 사인장균열을 가로질러 인장력을 부담**하므로, 콘크리트와 함께 전단력에 저항한다.

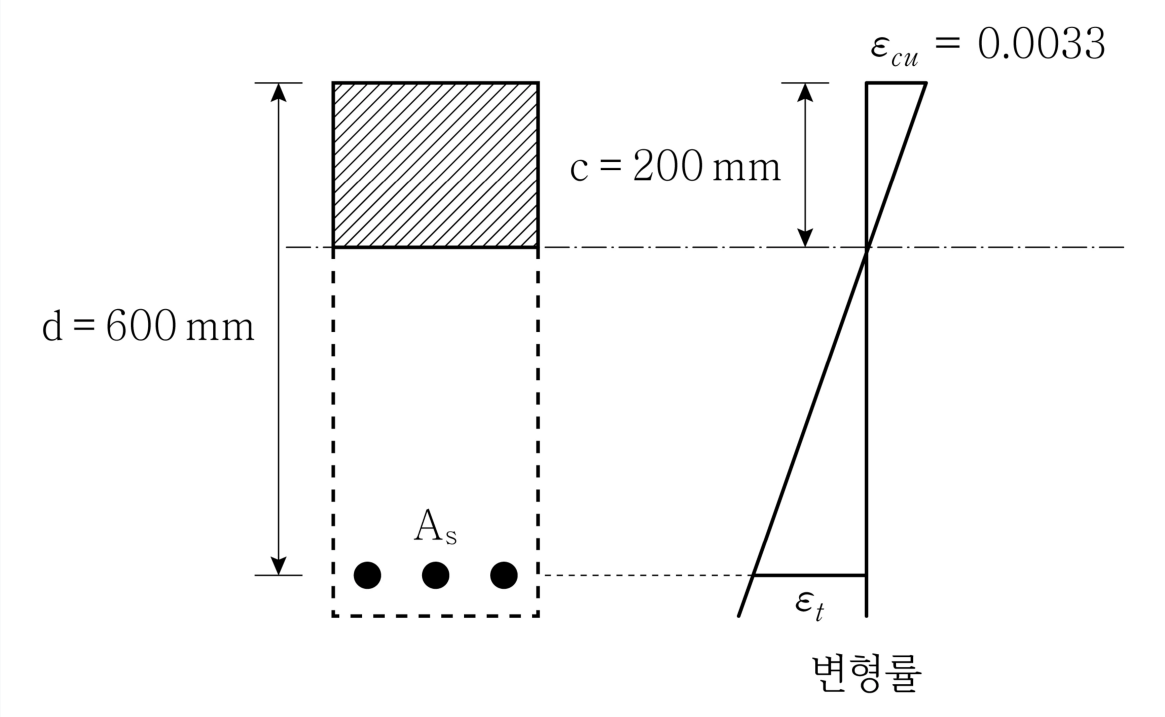
② O: 인장철근과 압축철근을 함께 배치한 보를 복철근보라고 한다. 추가 인장철근이 부담하는 인장력에 대응하도록 압축철근을 두면, **추가 인장력과 압축력이 짝을 이루어 휨모멘트에 저항**하므로 휨강도를 증가시킬 수 있다.

③ X: 강도감소계수는 공칭강도에 곱하여 설계강도를 구하는 계수이다. 인장지배단면은 인장철근이 먼저 항복한 뒤 충분히 변형하는 연성거동을 보이지만, 압축지배단면은 인장철근의 충분한 변형 전에 콘크리트의 압축파괴가 지배하여 취성파괴 위험이 크다. 따라서 인장지배단면에서 압축지배단면으로 바뀌면 강도감소계수는 **증가하는 것이 아니라 감소한다**.

④ O: 휨균열이 생기면 인장 측 콘크리트가 부담하던 인장력이 철근으로 전달된다. 인장철근량이 지나치게 적으면 이때 철근이 곧바로 항복하여, 균열 발생과 함께 보가 급격히 파괴될 수 있다. 최소철근량은 **균열 후의 휨강도가 균열 발생에 필요한 휨모멘트보다 커지도록** 확보하여 이러한 취성파괴를 방지하기 위한 것이다.

NoteBase

문 12. 정모멘트를 받는 극한 상태(휨파괴 시의 상태)의 단면 변형률이 그림과 같을 때, 철근의 순인장변형률 [ε_t]은?



① 0.0022

② 0.0044

③ 0.0066

④ 0.0088

정답 3번

간단한 해설

변형률은 **중립축으로부터의 거리에 비례**한다. 중립축에서 철근까지의 거리 400 mm는 압축연단까지의 거리 200 mm의 2배이므로, 철근의 순인장변형률은 0.0033의 2배인 0.0066이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 압축연단의 극한변형률은 $\varepsilon_{cu} = 0.0033$, 중립축 깊이는 c = 200 mm, 압축연단에서 인장철근 중심까지의 유효깊이는 d = 600 mm이다. 따라서 **중립축에서 인장철근까지의 거리**는 d − c = 600 − 200 = 400 mm이다.

변형률 분포가 직선이고 중립축에서 변형률이 0이므로, 압축측과 인장측의 변형률 삼각형은 서로 닮음이다. 압축변형률과 인장변형률의 크기는 각각 중립축으로부터의 거리에 비례하므로 $\frac{\varepsilon_t}{d-c} = \frac{\varepsilon_{cu}}{c}$가 성립한다.

따라서 $\varepsilon_t = 0.0033 \times \frac{600-200}{200} = 0.0066$이다. 변형률은 길이 변화량을 원래 길이로 나눈 **무차원량**이므로 단위가 붙지 않으며, 계산값 0.0066은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 13. 내진설계기준의 기본개념에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, KDS 24 00 00을 따른다)

① 인명피해를 최소화한다.

② 설계기준은 남한 전역에 적용될 수 있다.

③ 교량의 정상수명 기간 내에 설계지진력이 발생할 가능성은 희박하다.

④ 지진 시 교량 부재들의 부분적인 피해를 허용하지 않는다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '부분적인 피해를 허용하지 않는다'는 설명이 잘못되었다. 교량 내진설계는 **부재의 부분적인 피해는 허용하되 전체적인 붕괴는 방지**하여 인명피해를 최소화하는 것을 기본으로 한다.

선지별 해설

① O: 내진설계는 지진으로 교량이 붕괴하여 발생하는 **인명피해를 최소화**하는 것을 기본 목표로 한다. 이를 위해 교량 전체의 붕괴를 방지하고, 가능한 한 교량의 기본 기능도 발휘할 수 있도록 한다.

② O: 설계기준은 **남한 전역에 적용**할 수 있다. 이는 모든 지역에 동일한 지진력을 적용한다는 뜻이 아니라, 각 지역의 지진 위험도와 지반조건 등을 반영하면서 공통된 설계기준을 적용한다는 의미이다.

③ O: 설계에서 대상으로 삼는 큰 지진에 따른 지진력이 교량의 정상수명 기간 안에 발생할 가능성은 희박하다는 것이 기본개념이다. 여기서 희박하다는 것은 **설계지진력의 발생 가능성**에 관한 설명이며, 교량 수명 중 모든 지진의 발생 가능성이 희박하다는 뜻은 아니다. 발생 가능성이 낮아도 피해가 클 수 있으므로 이에 대비하여 설계한다.

④ X: '부분적인 피해를 허용하지 않는다'는 부분이 잘못되었다. 지진 시 **교량 부재들의 부분적인 피해는 허용하되 전체적인 붕괴는 방지**한다. 부재가 변형되면서 지진에너지를 흡수할 수 있도록 연성을 확보하고, 낙교를 방지하여 인명피해를 줄이는 것이 핵심이다.

NoteBase

문 14. 이형철근의 정착에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, d_b는 철근의 공칭지름이다)

① 표준갈고리를 갖는 압축 이형철근의 정착길이에 대한 보정계수는 0.75이다.

② 인장을 받는 확대머리 이형철근의 정착길이는 항상 $6d_b$ 또한 120 mm 이상이어야 한다.

③ 피복두께가 $3d_b$ 미만 또는 순간격이 $6d_b$ 미만인 에폭시 도막 철근이 인장 이형철근으로 사용되었을 때, 정착길이는 기본정착길이에 보정계수 1.2를 곱한다.

④ 단순부재에서 정모멘트 철근의 1/3 이상, 연속부재에서 정모멘트 철근의 1/4 이상을 부재의 같은 면을 따라 받침부까지 연장하여야 한다. 보의 경우는 이러한 철근을 받침부 내로 150 mm 이상 연장하여야 한다.

정답 4번

간단한 해설

정모멘트 철근은 받침부에서도 힘이 전달되도록 단순부재에서는 **1/3 이상**, 연속부재에서는 **1/4 이상**을 같은 면을 따라 받침부까지 연장한다. 보에서는 이 철근을 받침부 안으로 150 mm 이상 연장해야 한다.

선지별 해설

① X: KDS 14 20 52(4.1.1(1))에서는 **갈고리를 압축철근의 정착에 유효하지 않은 것**으로 본다. 따라서 표준갈고리가 있다는 이유로 보정계수 0.75를 적용하여 압축 정착길이를 줄일 수 없으며, 갈고리의 효과를 제외하고 압축 이형철근의 정착길이를 산정해야 한다.

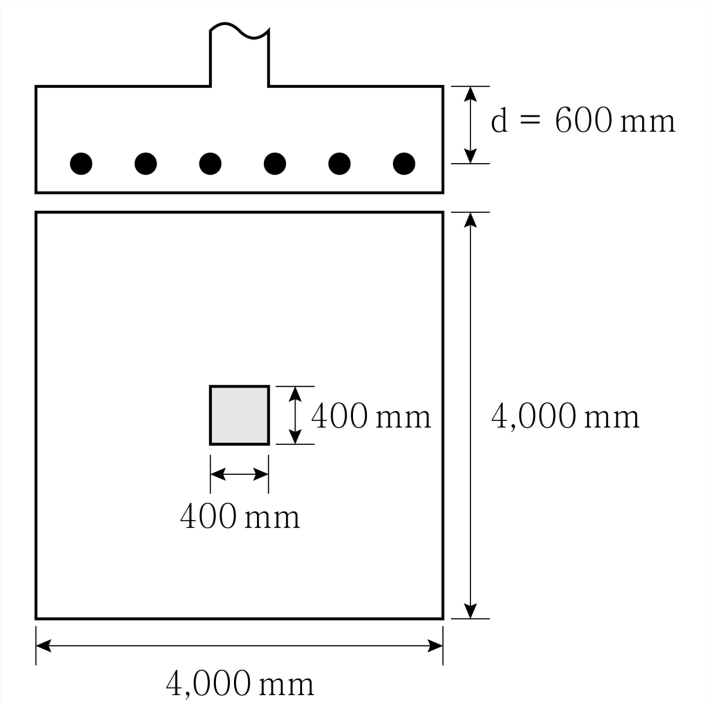
② X: 인장을 받는 확대머리 이형철근의 정착길이는 KDS 14 20 52(4.1.6(1))에 따라 $8d_b$ 이상이면서 **150 mm 이상**이어야 한다. 두 하한을 모두 만족해야 하므로, 선지의 '$6d_b$ 또한 120 mm'는 '$8d_b$ 또한 150 mm'로 고쳐야 한다.

③ X: KDS 14 20 52(4.1.2(2))에 따른 도막계수는 피복두께가 $3d_b$ 미만이거나 순간격이 $6d_b$ 미만인 에폭시 도막 철근에 대해 **1.5**이다. 에폭시 도막은 철근과 콘크리트의 부착에 불리하므로 정착길이를 늘려 반영하며, 피복이나 간격이 이처럼 작은 경우 더 큰 계수를 적용한다. 1.2는 이 두 조건에 해당하지 않는 기타 에폭시 도막 철근의 도막계수이다.

④ O: KDS 14 20 52(4.4.2(1))에 따라 단순부재에서는 정모멘트 철근의 1/3 이상, 연속부재에서는 1/4 이상을 부재의 같은 면을 따라 받침부까지 연장해야 한다. 보에서는 이 철근을 **받침부 내로 150 mm 이상** 연장해야 한다. 이는 경간의 정모멘트에 저항하는 철근 일부를 받침부까지 이어 철근의 힘이 콘크리트에 전달되도록 하는 정착 상세이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 독립 확대 기초에서 전단에 대한 위험단면의 둘레 길이[mm]는? (단, 2방향 작용에 의하여 펀칭 전단이 발생한다)



① 3,000
② 4,000
③ 5,000
④ 6,000

정답 2번

간단한 해설

펀칭 전단의 위험단면은 **기둥면에서 $d/2$만큼 떨어진 둘레**로 잡는다. 기둥 폭 400 mm에 유효깊이 600 mm를 더하면 위험단면의 한 변은 1,000 mm가 되므로 둘레는 4,000 mm이다.

NoteBase

계산 과정

주어진 치수: 평면도에서 기둥 단면은 400 × 400 mm인 정사각형이고, 단면도에서 기초판의 유효깊이는 d = 600 mm이다. 기둥의 한 변 길이를 c라 두면 c = 400 mm이다.

위험단면의 위치: 2방향 작용에 의한 펀칭 전단은 기둥 주위를 둘러싼 단면으로 검토한다. 위험단면은 **기둥 각 면에서 바깥쪽으로 $d/2$만큼 떨어진 위치**에 잡으므로, 각 면에서의 이격거리는 $\frac{d}{2} = \frac{600}{2} = 300\text{mm}$이다.

위험단면의 한 변: 기둥의 양쪽에 각각 300 mm씩 더해지므로 한 변은 400 + 300 + 300 = 1,000 mm이다. 즉, **한 변 전체에 더해지는 길이는 유효깊이 d**이다.

둘레 길이: 위험단면의 평면 형상은 정사각형이므로 둘레는 $b_0 = 4(c + d)$이다. 따라서 4 × 1,000 = 4,000 mm이며, 이는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. 철근콘크리트 기둥에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기둥의 횡방향 철근에는 나선철근과 띠철근이 있다.

② 기둥의 세장비가 클수록 좌굴파괴의 가능성이 커진다.

③ 기둥의 좌굴하중은 기둥 양단의 단부조건과는 관계없다.

④ 축방향철근의 순간격은 40 mm 이상, 또한 철근 공칭 지름의 1.5배 이상이어야 한다.

정답 3번

간단한 해설

기둥의 좌굴하중은 **양단의 단부조건에 따라 달라진다**. 단부의 회전·이동 구속 정도가 달라지면 유효좌굴길이가 바뀌며, 같은 휨강성에서는 유효좌굴길이가 짧을수록 좌굴하중이 커진다.

선지별 해설

① O: 기둥의 횡방향 철근에는 **나선철근과 띠철근**이 있다. 나선철근은 축방향 철근을 연속적인 나선 모양으로 둘러싸고, 띠철근은 일정한 간격마다 축방향 철근을 둘러싸도록 배치한다. 이들은 내부 콘크리트를 구속하고 축방향 철근의 좌굴을 억제한다.

② O: 세장비는 유효좌굴길이를 단면2차반지름으로 나눈 값으로, 기둥이 얼마나 길고 가느다란지를 나타낸다. 다른 조건이 같으면 **세장비가 클수록 좌굴에 취약**해져, 재료가 압축강도에 도달하기 전에 기둥이 옆으로 휘며 불안정해질 가능성이 커진다.

③ X: 좌굴하중은 **단부조건에 영향을 받는다**. 이상적인 탄성 기둥의 오일러 좌굴하중은 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$이다. 여기서 E는 탄성계수, I는 단면2차모멘트, L은 기둥 길이, K는 단부조건에 따른 유효길이계수이며, KL이 유효좌굴길이이다. 단부의 회전과 이동을 구속하는 조건이 달라지면 K가 바뀌므로 좌굴하중도 달라진다. 같은 E, I, L이라면 K가 작을수록 좌굴하중은 커진다.

④ O: 나선철근 또는 띠철근이 배근된 압축부재에서 축방향 철근의 순간격은 **40 mm 이상이면서 철근 공칭지름의 1.5배 이상**이어야 한다. 두 조건을 동시에 만족해야 하므로 두 값 중 큰 값 이상을 확보한다. 순간격은 철근 중심 사이가 아니라 철근 표면 사이의 빈 거리이며, 이 공간을 확보해야 철근 사이로 콘크리트가 들어가고 다짐이 이루어질 수 있다.

NoteBase

문 17. 철근의 공칭지름 $d_b = 20$ mm일 때, 인장 이형철근의 기본정착길이 [mm]는? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck}는 25 MPa, 철근의 설계기준항복강도 f_y는 300 MPa이고, 도막되지 않은 이형철근이며, 보통중량 콘크리트이다)

① 300

② 360

③ 600

④ 720

정답 4번

간단한 해설

인장 이형철근의 **기본정착길이**는 $l_{db} = \frac{0.6 d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}}$로 구한다. 보통중량 콘크리트이므로 $\lambda = 1.0$을 적용하면 720 mm이다.

계산 과정

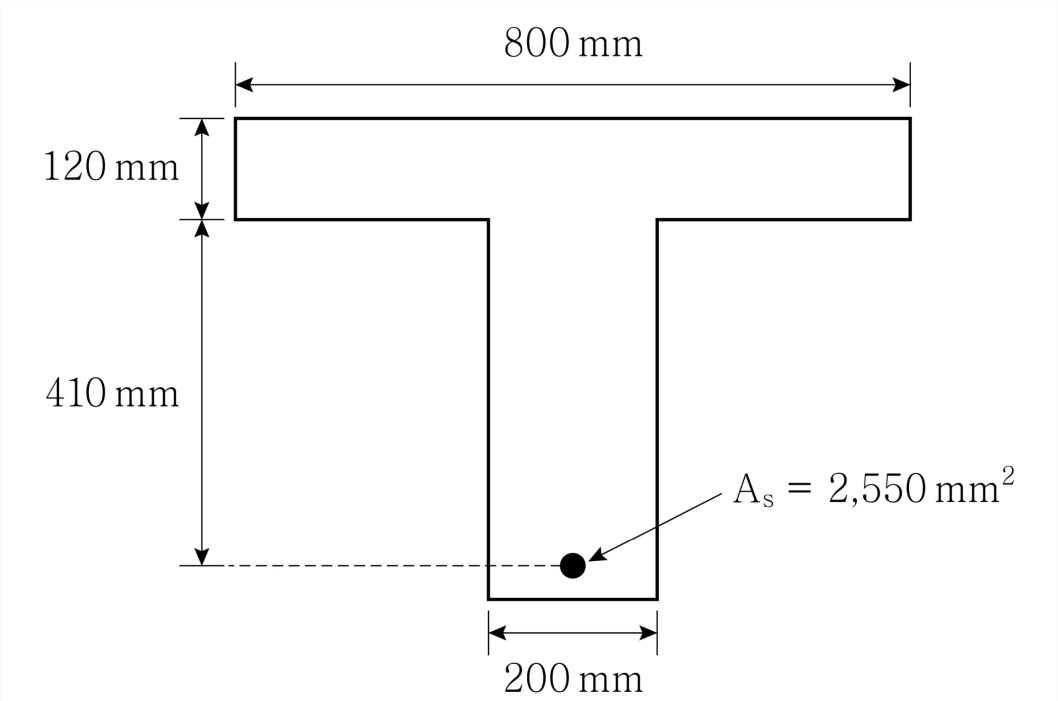
기본정착길이는 철근이 항복강도에 해당하는 인장력을 콘크리트에 전달하도록 확보하는 묻힘길이의 기준값이다. 주어진 값은 철근 공칭지름 $d_b = 20$mm, 항복강도 $f_y = 300$MPa, 콘크리트 압축강도 $f_{ck} = 25$MPa이다. 보통중량 콘크리트이므로 경량콘크리트계수는 $\lambda = 1.0$이다.

인장 이형철근에는 $l_{db} = \frac{0.6 d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}}$를 적용한다. 지름을 mm, 강도를 MPa로 넣으면 길이는 mm로 산출된다. 이 식에서 철근 지름과 항복강도가 클수록 전달해야 할 인장력이 커져 필요한 길이가 증가하고, 콘크리트 강도가 높을수록 부착저항이 커져 필요한 길이는 감소한다. 문제는 **배근 조건 등에 따른 보정 전의 기본정착길이**를 묻는다. 도막되지 않은 철근이므로 도막에 따른 증가도 없다.

분모의 콘크리트 강도 항은 $\sqrt{f_{ck}} = \sqrt{25} = 5$이다. 따라서 $l_{db} = \frac{0.6 \cdot 20 \cdot 300}{1.0 \cdot 5} = 720$mm이다. 계산된 기본정착길이 720 mm는 ④에 해당한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같은 단철근 T형 보가 있다. 이 단면의 공칭휨강도[kN · m]는? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck}는 25 MPa, 철근의 설계기준 항복강도 f_y는 400 MPa이다)



① 500

② 510

③ 520

④ 530

정답 2번

간단한 해설

등가압축응력블록 깊이가 60 mm로 **플랜지 두께 120 mm 이내**이므로, 압축영역은 폭 800 mm인 직사각형으로 계산한다. 유효깊이 530 mm에서 압축력 작용점까지의 거리를 반영하면 공칭휨강도는 510 kN·m이다.

NoteBase

계산 과정

1. 단면 치수와 유효깊이: 그림에서 플랜지 폭 $b_f = 800\text{mm}$, 플랜지 두께 $h_f = 120\text{mm}$, 복부 폭 $b_w = 200\text{mm}$, 인장철근 단면적 $A_s = 2{,}550\text{mm}^2$이다. 유효깊이 d는 **압축측 최외단에서 인장철근 중심까지의 거리**이므로 d = 120 + 410 = 530 mm이다. 재료강도는 $f_{ck} = 25\text{MPa}$, $f_y = 400\text{MPa}$이며, 1 MPa = 1 N/mm^2를 사용한다.

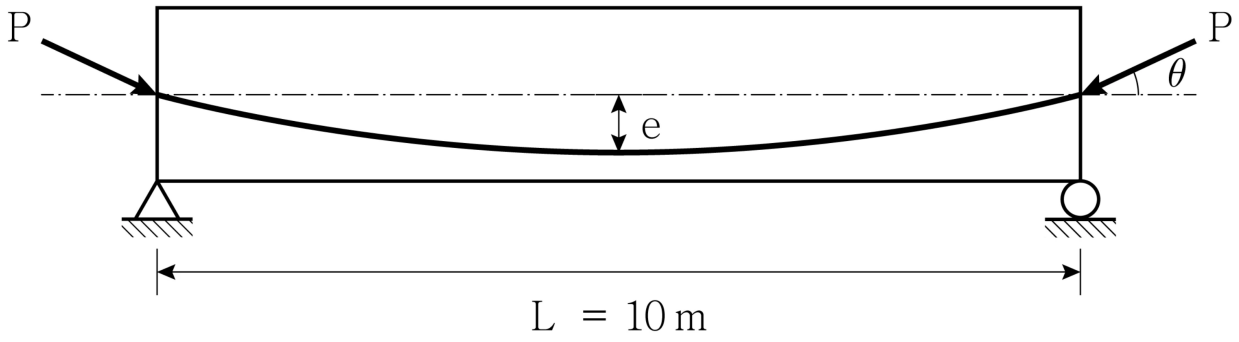
2. 인장력과 압축력의 평형: 인장철근이 항복하는 단철근 보에서 철근의 인장력은 $T = A_s f_y$이므로 T = 2,550 × 400 = 1,020,000 N이다. 콘크리트의 인장저항은 무시하고, 압축영역에는 크기가 $0.85f_{ck}$인 등가직사각형 응력블록을 적용한다. 압축영역이 플랜지 안에 있다고 가정하면 콘크리트 압축력은 $C = 0.85f_{ck}b_f a$이며, 여기서 a는 응력블록의 깊이이다.

3. 압축영역 확인: 축방향 힘의 평형 C = T에서 $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck} b_f}$이다. 수치를 대입하면 $a = \frac{2{,}550 \cdot 400}{0.85 \cdot 25 \cdot 800} = 60\text{mm}$이다. 이 값은 플랜지 두께 120 mm보다 작으므로 **압축응력블록 전체가 플랜지 안에 있다**. 따라서 가정이 성립하며, 복부 폭 200 mm 대신 플랜지 폭 800 mm를 사용한다.

4. 공칭휨강도: 압축력은 응력블록의 도심인 상단에서 $a/2$ 떨어진 곳에 작용하므로, 인장력과 압축력 사이의 지레팔 길이는 $z = d - \frac{a}{2}$이다. 따라서 $z = 530 - \frac{60}{2} = 500\text{mm}$이고, $M_n = A_s f_y z$에서 공칭휨강도는 1,020,000 × 500 = 510,000,000 N · mm이다. 1 kN · m = 1,000,000 N · mm이므로 510 kN · m이며, ②의 510에 해당한다. 구하는 값이 **공칭휨강도**이므로 강도감소계수는 곱하지 않는다.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 프리스트레스 콘크리트 보에서 긴장재를 포물선으로 배치하고 프리스트레스 힘 $P = 3{,}000$ kN일 때, 프리스트레스에 의한 등가 등분포 상향력 u[kN/m]는? (단, 지간 중앙에서의 편심 e는 200 mm이고, 프리스트레스 힘 P와 단면 도심의 각 θ는 미소하므로 $\cos\theta \approx 1$이다)



① 48

② 58

③ 68

④ 78

정답 1번

간단한 해설

양 끝에서 도심을 지나고 중앙에서 아래로 처진 포물선 긴장재의 등가 상향력은 $u = \frac{8Pe}{L^2}$이다. 편심을 **0.2 m로 환산**하여 대입하면 상향 등분포하중의 크기는 48 kN/m이다.

계산 과정

그림에서 지간은 L = 10 m이고, 긴장재는 양 끝에서 단면 도심을 지나며 중앙에서 도심 아래로 처진 포물선이다. 중앙 편심은 e = 200 mm = 0.2 m, 프리스트레스 힘은 P = 3,000 kN이다.

포물선 긴장재는 보에 **위쪽으로 일정하게 분포하는 힘**을 가한다. 주어진 $\cos\theta \approx 1$ 조건에서 프리스트레스 힘의 수평성분을 P로 볼 수 있으므로, 중앙에서 프리스트레스가 만드는 휨모멘트의 크기는 Pe이다. 따라서 $Pe = 3{,}000 \cdot 0.2 = 600\text{kN} \cdot \text{m}$이며, 이는 등가 상향하중이 중앙에 만들어야 할 휨모멘트의 크기이다.

단순보에 등분포하중 u가 작용할 때 중앙 휨모멘트의 크기는 $\frac{uL^2}{8}$이다. 두 모멘트가 같아야 하므로 $\frac{uL^2}{8} = Pe$에서 $u = \frac{8Pe}{L^2}$를 얻는다. 값을 대입하면 $u = \frac{8 \cdot 3{,}000 \cdot 0.2}{10^2} = 48\text{kN/m}$이다.

따라서 등가 등분포 상향력은 48 kN/m이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 폭 400 mm, 유효깊이 600 mm인 직사각형 철근콘크리트 보에 수직으로 전단철근을 배근할 때, 전단철근에 의한 단면의 공칭전단강도 V_s [kN]는? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck}는 25 MPa, 전단철근의 항복강도 f_y는 400 MPa, 전단철근의 단면적 A_v는 400 mm^2, 전단철근의 간격 s는 200 mm이고, 보통중량 콘크리트이다)

① 400

② 440

③ 480

④ 520

정답 3번

간단한 해설

수직 전단철근이 부담하는 공칭전단강도는 $V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$로 계산한다. 주어진 값을 대입하면 **480 kN**이며, 콘크리트가 부담하는 전단강도를 더하지 않는다.

계산 과정

수직 전단철근의 공칭전단강도에는 $V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$를 적용한다. 여기서 A_v는 간격 s 내 전단철근의 단면적, f_y는 전단철근의 항복강도, d는 보의 유효깊이이다. 전단철근의 항복 저항 $A_v f_y$에 유효깊이와 배근 간격의 비 $\frac{d}{s}$를 곱하여 전단철근의 기여분을 구한다.

주어진 값은 $A_v = 400\ \text{mm}^2$, $f_y = 400\ \text{MPa}$, d = 600 mm, s = 200 mm이다. $1\ \text{MPa} = 1\ \text{N/mm}^2$이므로 단면적과 항복강도를 곱하면 힘의 단위 N이 된다. 이때 $A_v f_y = 160{,}000\ \text{N}$이고, $\frac{d}{s} = \frac{600}{200} = 3$이다.

따라서 $V_s = 160{,}000 \cdot 3 = 480{,}000\ \text{N}$이다. 1 kN = 1,000 N이므로 480,000 N = 480 kN이며, ③의 값과 일치한다.

묻는 값은 **전단철근만의 공칭전단강도**이므로 콘크리트의 전단강도는 합산하지 않는다. 따라서 이 계산에는 보의 폭 400 mm, 콘크리트 압축강도 25 MPa 및 보통중량 콘크리트 조건을 직접 사용하지 않으며, 설계강도를 구할 때의 강도감소계수도 곱하지 않는다.

NoteBase