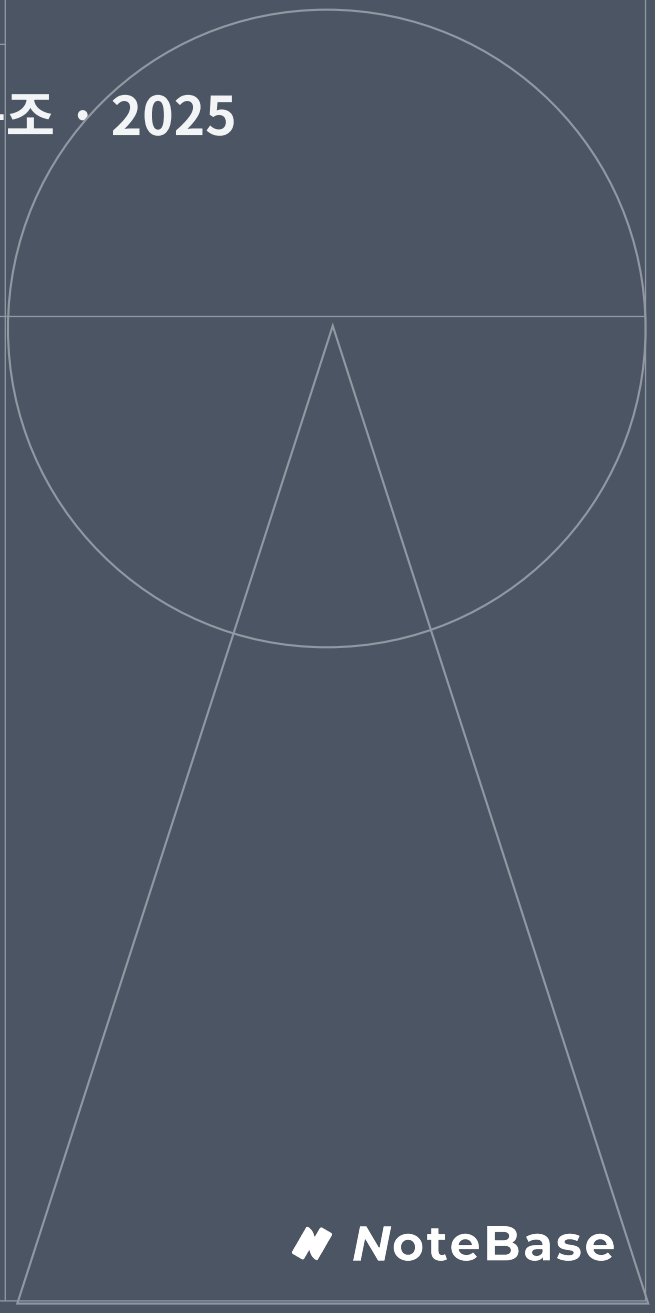
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 건축구조 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 건축구조 · 2025

공무원/지방직/9급 · 건축구조 · 2025

문 1. 기둥, 보와 같은 부재를 접합하여 구조물의 뼈대를 구성하며 목구조, 철골구조에 주로 사용되는 구조 양식은?

① 가구식 구조

② 일체식 구조

③ 조적식 구조

④ 내력벽식 구조

정답 1번

간단한 해설

기둥과 보 같은 부재를 **접합하여 뼈대를 만드는** 방식이 가구식 구조이다. 목구조와 철골구조가 대표적이다.

개념 구분

가구식 구조는 기둥·보 등의 부재를 서로 접합하여 건물의 뼈대를 구성하는 방식이다. 문제의 '부재를 접합'한다는 설명과 '목구조, 철골구조'라는 예시는 모두 **가구식 구조**를 가리킨다.

일체식 구조는 철근콘크리트구조처럼 주요 구조부를 하나로 이어진 일체로 만드는 방식이고, 조적식 구조는 벽돌·블록 등의 작은 재료를 **쌓아 올려** 구조체를 만드는 방식이다. 각각 일체화와 쌓기가 특징이므로, 기둥·보 부재의 접합을 강조한 설명과 구별된다.

내력벽식 구조는 **벽이 하중을 지지**하는 구조이다. 이는 하중을 담당하는 구조요소에 따른 구분으로, 기둥·보를 접합하여 뼈대를 만드는 방식 자체를 뜻하지 않는다.

NoteBase

문 2. 다음에서 설명하는 구조설계법은?

구조부재를 구성하는 재료의 비탄성거동을 고려하여 산정한 부재단면의 공칭강도에 강도감소계수를 곱한 설계용 강도의 값이 계수하중에 의한 부재력 이상이 되도록 구조부재를 설계하는 방법

① 강도설계법
② 성능기반설계법
③ 허용강도설계법
④ 한계상태설계법

정답 1번

간단한 해설

공칭강도에 **강도감소계수**를 곱한 설계강도가 **계수하중에 의한 소요강도 이상**이 되도록 하는 것이 강도설계법의 핵심이다. 재료의 비탄성거동을 고려해 부재의 저항능력을 산정한다.

개념 구분

강도설계법: KDS 41 10 05의 '2. 용어의 정의'에서 제시한 방법이다. 재료의 비탄성거동을 고려해 구한 공칭강도에 강도감소계수를 곱하여 설계강도를 산정하고, 이를 계수하중에 의한 부재력인 소요강도와 비교한다. 공칭강도를 R_n, 강도감소계수를 ϕ, 소요강도를 R_u라 하면 조건은 $\phi R_n \geq R_u$이다. 즉, **안전 여유를 반영한 저항능력이 요구되는 부재력 이상**이어야 한다. 강도감소계수는 재료강도·시공·내력 산정의 불확실성을 고려하고, 계수하중은 사용하중에 하중계수를 곱하여 정한다.

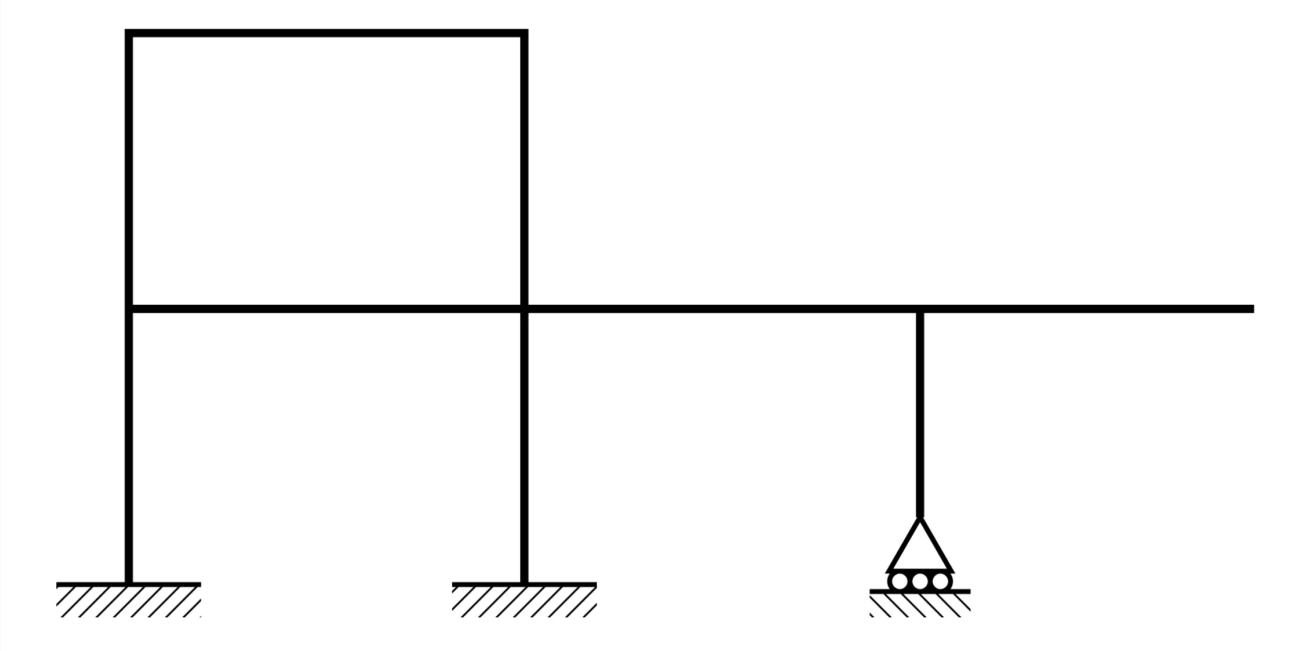
허용강도설계법과의 구분: 허용강도법하중조합에 따른 소요강도를 **부재의 허용강도**와 비교한다. 제시문처럼 강도감소계수를 곱한 설계강도와 계수하중에 의한 소요강도를 비교하는 설명과 구별한다.

한계상태설계법과의 구분: 구조물이 더 이상 요구 성능을 만족하지 못하는 한계상태를 정의하고, 확률통계적 계수를 이용하여 그 상태에 도달하지 않도록 설계한다. 강도설계법과 설계강도·소요강도를 비교하는 원리는 겹치지만, 이 문항의 제시문은 **강도설계법의 용어 정의**에 해당한다.

성능기반설계법과의 구분: 기준에서 요구하는 목표성능을 충족하면서 건축주가 선택한 안전성능·사용성능 등의 성능지표를 만족하도록 설계한다. 판단의 중심은 **요구 성능수준의 충족 여부**이다.

NoteBase

문 3. 그림과 같은 구조물의 판별 결과로 옳은 것은? (단, 부재 간 접합은 모두 강절점이다)



① 불안정

② 7차 부정정

③ 8차 부정정

④ 9차 부정정

정답 2번

간단한 해설

고정단 2곳과 이동지점 1곳의 반력 성분은 모두 7개이다. 부재와 절점을 각각 9개로 세어 평면 강절 골조의 판별식에 대입하면 부정정 차수가 7이므로, 이 구조물은 **안정한 7차 부정정 구조물**이다.

NoteBase

계산 과정

판별식: 부재 간 접합이 모두 강절점인 평면 골조이므로 부정정 차수는 $D = 3m + r - 3j$로 구한다. 여기서 m은 절점 사이의 부재 수, r은 지점반력 성분 수, j는 지점과 자유단을 포함한 절점 수이다. 부재의 축력·전단력·휨모멘트와 지점반력의 미지수 수를 평형조건 수와 비교하는 식이다. 이 그림은 두 고정단이 골조의 이동과 회전을 구속하고 부재들이 강접되어 있어 안정하다.

지점반력 수: 왼쪽과 가운데의 고정단은 각각 수평반력·수직반력·반력모멘트의 3개 성분을 갖는다. 오른쪽 이동지점은 **수직반력 1개**만 가지므로 r = 3 + 3 + 1 = 7이다.

부재 수: **부재가 만나는 절점에서 구간을 나누어** 센다. 왼쪽 기둥 2개, 가운데 기둥 2개, 오른쪽 기둥 1개로 수직 부재는 5개이다. 수평 부재는 맨 위 1개와 중간 높이의 3개로 모두 4개이므로 m = 5 + 4 = 9이다.

절점 수: 맨 아래 지점 3개, 맨 위 모서리 2개, 중간 높이에서 기둥과 보가 만나는 곳 3개, 오른쪽 보의 자유단 1개를 센다. 따라서 j = 3 + 2 + 3 + 1 = 9이다. 오른쪽으로 뻗은 보의 **자유단도 절점에 포함**한다.

계산 결과: $D = 3 \times 9 + 7 - 3 \times 9 = 7$이다. 부정정 차수는 단위가 없는 수이며, 7은 부재력과 반력을 구할 때 평형조건 외에 필요한 독립적인 추가 조건의 수를 뜻한다. 따라서 안정한 7차 부정정 구조물이며, ②의 '7차 부정정'과 일치한다.

NoteBase

문 4. 부동침하를 방지하기 위한 대책으로 옳지 않은 것은?

① 건축물을 경량화한다.

② 건축물의 강성을 높인다.

③ 건축물의 평면 길이를 길게 한다.

④ 건축물의 중량을 기초에 균등하게 분포시킨다.

정답 3번

간단한 해설

건축물의 평면 길이를 길게 하면 위치별 지반 조건 차이의 영향을 받기 쉬워 부동침하 방지에 불리하다. 방지 대책은 평면 길이를 **짧게 하는 것**이다.

선지별 해설

부동침하는 건축물의 각 부분이 서로 다른 양만큼 내려앉는 현상으로, 구조체의 균열이나 기울어짐을 일으킬 수 있다. 방지 대책은 지반에 가해지는 하중을 줄이고 고르게 분포시키며, 구조체의 부분적인 변형을 억제하는 방향으로 마련한다.

① O: 건축물을 경량화하면 같은 기초 조건에서 **지반에 전달되는 하중이 감소**한다. 이에 따라 지반의 압축과 침하를 줄일 수 있어 부동침하를 억제하는 데 도움이 된다.

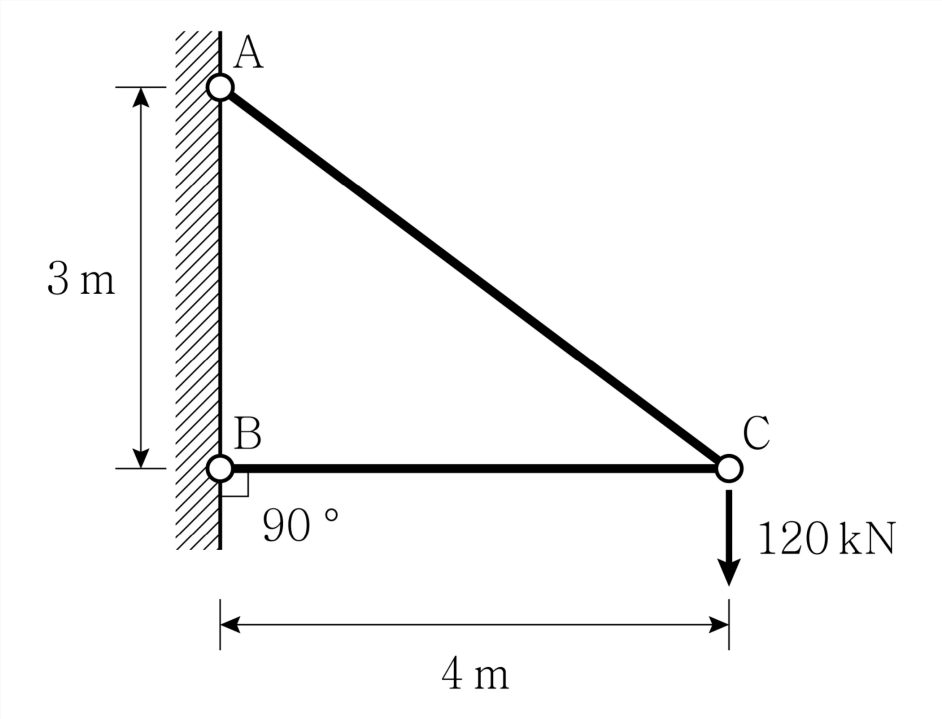
② O: 강성은 힘을 받았을 때 변형에 저항하는 성질이다. 건축물의 강성을 높이면 구조체가 일체로 거동하여 **부분별로 서로 다르게 내려앉는 변형을 억제**할 수 있다.

③ X: 건축물의 평면이 지나치게 길면 위치에 따른 지반 성질이나 지층 두께 차이의 영향을 받기 쉬워 부동침하에 불리하다. 부동침하를 방지하려면 평면 길이를 길게 하는 것이 아니라 **짧게 해야 한다**.

④ O: 건축물의 중량이 한쪽에 집중되면 그 부분의 지반이 더 크게 압축되어 침하량 차이가 생기기 쉽다. 중량을 기초에 **균등하게 분포**시키면 이러한 하중 편중에 따른 부동침하를 줄일 수 있다.

NoteBase

문 5. 그림과 같은 트러스에서 부재 AC와 BC에 작용하는 부재력[kN]의 절댓값을 바르게 연결한 것은? (단, 부재의 자중은 무시한다)



① 부재 AC: 120, 부재 BC: 150

② 부재 AC: 150, 부재 BC: 120

③ 부재 AC: 160, 부재 BC: 200

④ 부재 AC: 200, 부재 BC: 160

정답 4번

간단한 해설

AC의 수직·수평 성분비는 3:4이며, **수직성분 120 kN**으로 아래쪽 하중을 지탱한다. AC의 부재력은 200 kN이고, 그 수평성분과 평형을 이루는 BC의 부재력은 160 kN이다.

NoteBase

계산 과정

C절점의 평형: 부재의 자중을 무시한 트러스에서는 각 부재에 부재축 방향의 힘만 작용한다. C절점에는 AC와 BC의 부재력 및 아래쪽 하중 120 kN이 작용하므로, **C절점의 수직·수평 힘의 합을 각각 0**으로 두면 두 부재력을 구할 수 있다. 부재력은 인장을 양(+)으로 가정하며, 인장력은 절점에서 부재를 따라 바깥쪽으로 작용한다.

AC의 방향비: AB = 3 m, BC = 4 m이고 B에서 직각이므로 $AC = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$ m이다. AC가 수평선과 이루는 각을 θ라 하면 $\sin\theta = \frac{3}{5}$, $\cos\theta = \frac{4}{5}$이다. 따라서 AC 부재력의 수직성분은 전체 힘의 3/5, 수평성분은 4/5이다.

AC의 부재력: BC는 수평 부재이므로 수직성분이 없다. 따라서 **AC의 수직성분만으로 120 kN을 지탱**해야 한다. AC의 부재력을 N_{AC}라 하면 수직평형식은 $\frac{3}{5}N_{AC} - 120 = 0$이고, $N_{AC} = 120 \cdot \frac{5}{3} = 200$ kN이다. 양(+)이므로 AC는 C절점을 왼쪽 위로 당기는 인장재이다.

BC의 부재력: AC가 C절점을 왼쪽으로 당기는 힘의 크기는 $\frac{4}{5} \cdot 200 = 160$ kN이다. 수평평형을 이루려면 BC가 C절점을 **오른쪽으로 160 kN 밀어야** 한다. 인장을 양(+)으로 둔 BC의 부재력을 N_{BC}라 하면 $-\frac{4}{5} \cdot 200 - N_{BC} = 0$이므로 $N_{BC} = -160$ kN이다. 음(-)은 처음 가정한 인장과 반대인 압축을 뜻한다.

요구한 값은 부재력의 절댓값이므로 AC는 200 kN, BC는 160 kN이며, 이 연결은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 6. 용접금속과 모재가 융합되지 않고 겹쳐지는 용접 결함은?

① 크랙(crack)

② 오버랩(overlap)

③ 언더컷(under cut)

④ 크레이터(crater)

정답 2번

간단한 해설

용접금속이 모재 표면을 덮으면서도 **모재와 융합되지 않고 겹쳐지는 결함**을 오버랩(overlap)이라고 한다.

개념 구분

오버랩(overlap): 용접금속이 모재 표면으로 흘러넘쳐 겹쳐 있으나, 그 접촉면에서 **모재와 융합되지 않은 상태**이다. 문제의 두 단서인 '융합되지 않고'와 '겹쳐지는'을 함께 만족한다.

언더컷(under cut)과의 구분: 언더컷은 용접부 가장자리의 모재가 녹아 파인 뒤 용접금속으로 충분히 채워지지 않아 **홈이 남는 결함**이다. 오버랩은 용접금속이 모재 위를 덮는 형상이고, 언더컷은 모재 쪽에 홈이 남는 형상이라는 차이가 있다.

NoteBase

문 7. 프리스트레스트 콘크리트 구조에서 긴장재에 최초 도입된 프리스트레스의 손실에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 포스트텐션 방식에서는 정착장치의 앵커 정착손실이 나타나지 않는다.

② 프리텐션 방식의 경우 긴장재와 덕트(duct) 사이에서 마찰손실이 나타난다.

③ 프리스트레스 도입 후에 콘크리트 크리프 및 건조수축은 즉시 손실의 주요 원인이다.

④ 콘크리트의 탄성수축에 의한 손실은 프리텐션 방식의 경우 콘크리트 경화 후 긴장력이 도입될 때 나타나며, 포스트텐션 방식의 경우에는 긴장(jacking)할 때 나타난다.

정답 4번

간단한 해설

콘크리트가 압축되어 짧아지면 긴장재도 함께 짧아져 긴장력이 줄어드는 것이 **탄성수축 손실**이다.
프리텐션에서는 경화한 콘크리트에 긴장력을 전달할 때 발생하며, 포스트텐션의 순차 긴장에서는 뒤의 긴장재를 긴장할 때 앞서 정착한 긴장재에 발생한다.

선지별 해설

① X: 포스트텐션 방식에서는 긴장재를 당긴 뒤 정착장치에 고정할 때 쐐기의 밀려 들어감이나 정착장치의 변형 등으로 긴장재의 늘어난 길이가 일부 줄어든다. 이에 따라 긴장력이 감소하므로 **앵커 정착손실이 발생한다**.

② X: 긴장재와 덕트 사이의 마찰손실은 **포스트텐션 방식**에서 발생한다. 경화한 콘크리트 속 덕트에 배치된 긴장재를 당길 때, 긴장재와 덕트 벽 사이의 마찰로 긴장력이 감소한다. 프리텐션은 콘크리트를 타설하기 전에 긴장재를 먼저 당기는 방식이므로 선지에서 말하는 덕트와의 마찰손실에 해당하지 않는다.

③ X: 콘크리트 크리프와 건조수축은 즉시 손실이 아니라 **시간이 지나면서 발생하는 장기 손실**의 원인이다. 크리프는 지속적인 압축응력 아래에서 콘크리트의 압축변형이 시간에 따라 증가하는 현상이고, 건조수축은 수분이 빠져나가면서 콘크리트가 수축하는 현상이다. 두 현상으로 콘크리트가 짧아지면 긴장재의 늘어난 길이도 줄어 긴장력이 감소한다.

④ O: 탄성수축 손실은 프리스트레스가 콘크리트에 압축력으로 작용하여 콘크리트가 즉시 짧아지고, 이에 따라 긴장재의 인장변형과 긴장력이 감소하는 현상이다. 프리텐션에서는 미리 당겨 둔 긴장재를 콘크리트 경화 후 풀어 주어, 부착을 통해 **콘크리트에 긴장력을 전달할 때** 발생한다. 포스트텐션에서는 긴장 작업 중 콘크리트가 압축된다. 특히 여러 긴장재를 순차적으로 긴장하면, 뒤의 긴장재를 당길 때 콘크리트가 추가로 짧아져 **앞서 긴장·정착한 긴장재**의 긴장력이 감소한다.

NoteBase

문 8. 직경이 D인 원형단면의 단면2차반경은?

① D
② $\frac{D}{4}$
③ $\frac{D}{\sqrt{3}}$
④ $\frac{D}{\sqrt{6}}$

정답 2번

간단한 해설

단면2차반경은 **단면2차모멘트를 단면적으로 나눈 값의 제곱근**이다. 직경이 D인 원형단면에서 도심을 지나는 지름축에 대한 단면2차반경은 $\frac{D}{4}$이다.

공통 해설

단면2차반경 i는 단면적 A와 해당 축에 대한 단면2차모멘트 I 사이의 관계 $I = Ai^2$로 정의되므로, $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$이다. 단면2차반경의 단위는 직경과 같은 길이 단위이다.

직경이 D인 속이 찬 원형단면에서는 **도심을 지나는 지름축**을 기준으로 $I = \frac{\pi D^4}{64}$이고, 단면적은 $A = \frac{\pi D^2}{4}$이다. 따라서 $\frac{I}{A} = \frac{D^2}{16}$이며, 제곱근을 취하면 $i = \frac{D}{4}$가 된다. 원형단면은 어느 지름축을 택해도 이 관계가 동일하게 성립한다.

NoteBase

문 9. 목재의 접합에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 응력이 한곳에 집중되도록 접합한다.

② 접합면은 최대한 복잡하게 가공하도록 한다.

③ 이음의 단면은 응력 방향에 직각이 되도록 한다.

④ 목재의 맞춤은 응력이 가장 큰 곳에 위치하도록 한다.

정답 3번

간단한 해설

이음의 단면은 **응력 방향에 직각**이 되도록 하여 힘이 접합면에 수직으로 전달되게 하는 것이 기본 원칙이다.

선지별 해설

① X: 접합부에서는 **응력이 한곳에 집중되지 않도록** 해야 한다. 일부에 힘이 몰리면 그 부분에서 목재가 갈라지거나 눌려 손상되기 쉬우므로, 힘을 고르게 전달하도록 접합한다.

② X: 접합면은 필요한 강도를 확보하면서 **가능한 한 단순하게** 가공한다. 불필요하게 복잡한 형상은 가공과 조립을 어렵게 하고 목재의 단면 손실을 키울 수 있으므로, 복잡할수록 좋은 접합은 아니다.

③ O: 이음의 단면은 **응력 방향에 직각**이 되도록 하는 것이 기본 원칙이다. 예를 들어 길이 방향 압축력을 받는 목재의 맞댄 면을 그 힘에 직각으로 두면, 힘이 면에 수직으로 작용하여 접합면을 따라 미끄러지려는 작용을 줄일 수 있다.

④ X: 목재의 맞춤은 가능한 한 **응력이 작은 곳**에 둔다. 맞춤을 위해 목재를 파거나 깎으면 힘을 지탱하는 단면이 줄어들므로, 응력이 가장 큰 곳에 두면 약해진 부분에 큰 힘이 작용하여 파손 위험이 커진다.

NoteBase

문 10. 다음에서 설명하는 벽돌 구조의 각부구조 명칭은?

창 밑에 돌이나 벽돌을 옆세워 쌓고 모르타르로 마감하여 만들며, 윗면은 경사지게 하여 빗물이 흐르도록 물흘림 경사를 두고, 그 아래에는 물끊기홈을 파서 물이 벽에 흘러들어 가지 않도록 한다.

① 창대
② 인방보
③ 대린벽
④ 테두리보

정답 1번

간단한 해설

창 아래에서 빗물을 밖으로 흘려보내는 마감 부재가 **창대**이다. 윗면의 물흘림 경사와 아랫면의 물끊기홈은 빗물이 벽면을 타고 흐르는 것을 막기 위한 장치이다.

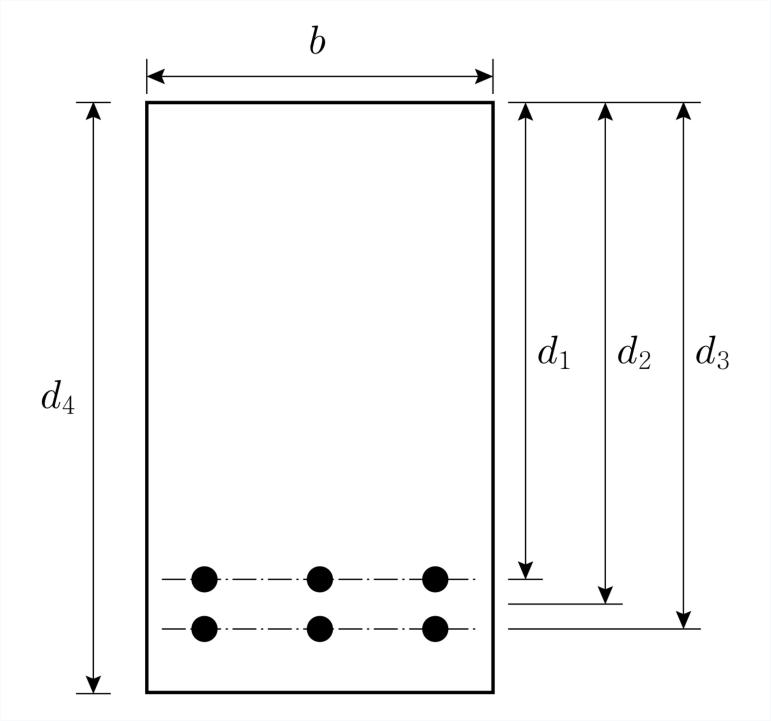
개념 구분

창대는 **창의 아래쪽**에 설치하는 부재이다. 지문처럼 돌이나 벽돌을 옆세워 쌓고 모르타르로 마감하며, 윗면에 바깥쪽으로 물흘림 경사를 두어 빗물을 배출한다. 아랫면의 물끊기홈은 물이 부재의 밑면을 따라 벽 쪽으로 흘러드는 것을 끊고 아래로 떨어지게 한다. 따라서 '창 밑'이라는 위치와 빗물 처리 기능이 창대를 가리키는 핵심 단서이다.

인방보는 **창이나 문 등 개구부의 위쪽**에 설치하여 그 위의 벽체 하중을 지지하는 보이다. 창대는 창 아래에서 빗물을 처리하고, 인방보는 개구부 위에서 하중을 받는다는 점에서 구별된다.

NoteBase

문 11. 그림과 같이 정휨모멘트를 받는 철근콘크리트 단면에 대한 공칭휨모멘트를 산정하기 위해 필요한 유효깊이[mm]는? (단, 단면은 인장지배단면이고, 인장철근의 종류는 동일하며, 보 폭 $b = 400$ mm, $d_1 = 570$ mm, $d_2 = 600$ mm, $d_3 = 630$ mm, $d_4 = 700$ mm이다)



① 570

② 600

③ 630

④ 700

정답 2번

간단한 해설

유효깊이는 압축측 연단에서 **인장철근 전체의 도심**까지의 거리이다. 그림에서는 같은 철근이 두 층에 3개씩 배치되어 있으므로 도심은 두 층의 중간에 있고, 이에 해당하는 깊이는 600 mm이다.

NoteBase

공통 해설

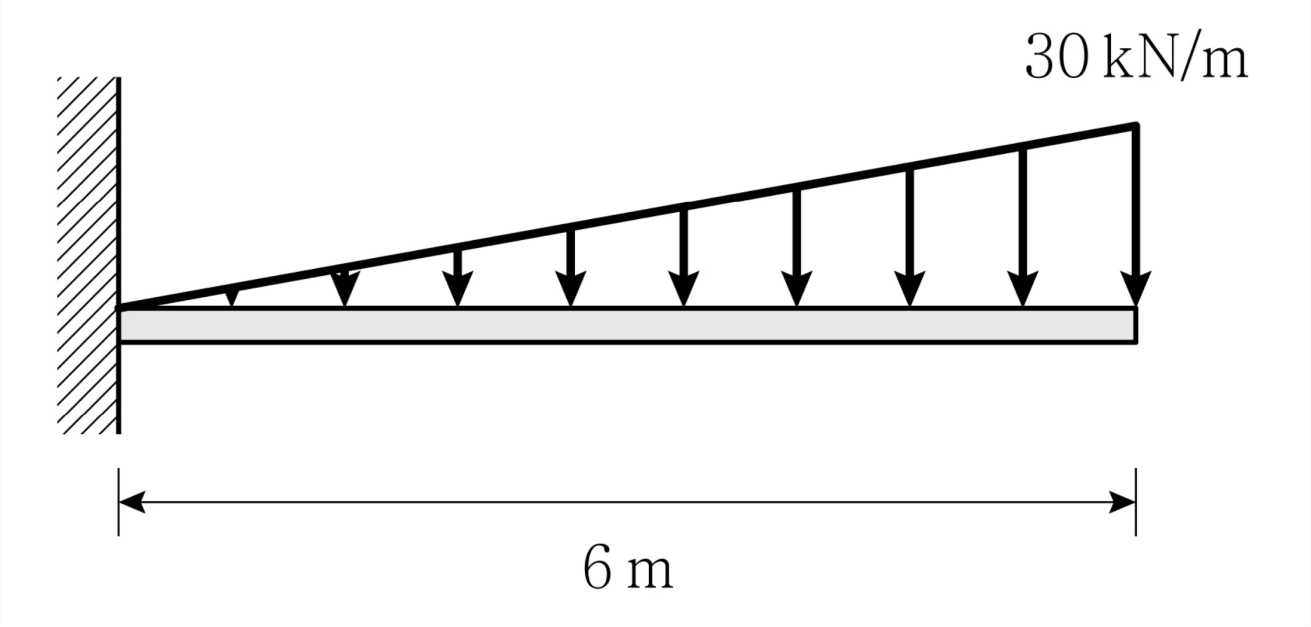
정휨모멘트를 받으면 단면의 윗부분이 압축을 받고 아래쪽 철근이 인장을 받는다. 공칭휨모멘트 산정에 쓰는 유효깊이는 **압축측 맨 윗면에서 인장철근 전체의 도심까지**의 거리이다. 여기서 도심은 각 철근의 단면적을 고려한 중심 위치를 뜻한다.

그림의 두 철근층에는 같은 철근이 각각 3개씩 있으므로 층별 철근 단면적이 같다. 따라서 전체 인장철근의 도심은 두 층의 중간에 놓인다. 그림에서 이 위치까지의 거리가 d_2로 표시되어 있으므로 유효깊이는 600 mm이다.

$d_1 = 570$ mm와 $d_3 = 630$ mm는 각각 위쪽 철근층과 아래쪽 철근층까지의 거리이며, $d_4 = 700$ mm는 단면 전체 높이이다. 어느 것도 인장철근 전체의 도심까지의 거리에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 12. 그림과 같이 등변분포하중을 받는 캔틸레버보에 발생하는 최대 휨모멘트[kN · m]의 절댓값은? (단, 보의 자중은 무시한다)



① 90
② 180
③ 270
④ 360

정답 4번

간단한 해설

삼각형 분포하중의 합력은 90 kN이며, **고정단에서 4 m 떨어진 도심**에 작용한다. 휨모멘트의 절댓값은 고정단에서 최대가 되므로 $90 \times 4 = 360$ kN·m이다.

NoteBase

계산 과정

하중 조건과 최대 위치: 보의 길이는 L = 6 m이고, 아래 방향의 하중 강도는 고정단에서 0, 자유단에서 30 kN/m로 선형 증가한다. 보의 자중은 무시한다. 각 단면의 휨모멘트는 그 단면에서 자유단 쪽에 있는 하중의 모멘트로 구한다. 고정단에 가까워질수록 포함되는 하중과 그 작용거리가 커지므로 **휨모멘트의 절댓값은 고정단에서 최대**가 된다.

합력 W: 분포하중의 합력은 **하중도형의 면적**과 같다. 삼각형의 밑변은 6 m, 높이는 30 kN/m이므로 $W = \frac{1}{2} \times 6 \times 30 = 90\text{kN}$이다. 이 값은 보 전체에 작용하는 아래 방향 하중의 총량이다.

합력의 작용거리 d: 합력은 삼각형 하중도형의 도심을 지난다. 도심은 **하중 강도가 0인 쪽에서 보 길이의 2/3 지점**에 있으므로, 고정단에서의 거리는 $d = \frac{2}{3} \times 6 = 4\text{m}$이다.

최대 휨모멘트: 고정단에서 합력의 모멘트 크기를 구하면 $|M_{\max}| = Wd$이므로 $90 \times 4 = 360\ \text{kN}\cdot\text{m}$이다. 처짐이 아래로 볼록한 휨을 양(+)으로 정하면 이 하중에 의한 고정단 휨모멘트는 $-360\ \text{kN}\cdot\text{m}$이며, 문제에서 요구한 절댓값은 $360\ \text{kN}\cdot\text{m}$로 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 13. 다음은 콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준에서 철근콘크리트 슬래브의 2방향 거동에 대한 공칭전단강도 산정에 사용되는 위험단면의 둘레길이에 관한 내용이다. (가)에 들어갈 내용은? (단, d는 슬래브의 유효깊이이다)

위험단면의 둘레길이 b_0는 최소로 되어야 하나 집중하중, 반력구역, 기둥, 기둥머리 또는 지판 등의 경계로부터 (가)보다 가까이 위치시킬 필요는 없다.

① 0.5d

② 1.0d

③ 1.5d

④ 2.0d

정답 1번

간단한 해설

철근콘크리트 슬래브의 2방향 전단에서는 기둥 등 하중·반력 작용구역의 경계로부터 **유효깊이의 절반인 0.5d**보다 가까운 위치까지 위험단면을 잡을 필요가 없다. 이 조건을 적용하면서 위험단면의 둘레길이가 최소가 되도록 정한다.

빈칸별 해설

(가) 0.5d: KDS 14 20 22의 4.11.1(3)은 2방향으로 휨거동하는 슬래브의 전단위험단면을 정할 때, 그 둘레길이 b_0가 최소가 되도록 하되 집중하중, 반력구역, 기둥, 기둥머리 또는 지판 등의 경계로부터 0.5d보다 가까이 위치시킬 필요는 없다고 규정한다. 이는 기둥 등의 주위를 둘러싸는 단면에서 검토하는 2방향 전단, 즉 뚫림전단에 관한 기준이다.

여기서 d는 슬래브의 압축연단부터 인장철근 중심까지의 거리인 유효깊이이며, 0.5d는 그 절반이다. 위험단면 위치를 정하는 거리는 **기둥 등의 중심이 아니라 경계에서** 잰다. 또한 '둘레길이를 최소로 한다'는 조건이 있어도 그 경계에 한없이 가까운 단면까지 검토하라는 뜻은 아니다.

따라서 (가)에 들어갈 값은 0.5d이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 14. 다음은 강구조 부재 설계기준(하중저항계수설계법)에서 인장재 설계에 대한 내용이다. (가), (나)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

총단면의 항복한계상태에서의 설계인장강도는 부재의 (가)과 강재의 항복강도를 곱하여 산정한 공칭인장강도에 인장저항계수 (나)을/를 곱하여 산정한다.

① (가): 총단면적, (나): 0.90

② (가): 순단면적, (나): 0.90

③ (가): 총단면적, (나): 0.75

④ (가): 순단면적, (나): 0.75

정답 1번

간단한 해설

총단면의 항복은 **총단면적과 항복강도의 곱**으로 공칭인장강도를 구하고, 여기에 **인장저항계수 0.90**을 곱해 설계인장강도를 산정한다. 0.75는 유효순단면의 파단한계상태에 적용하는 계수이다.

빈칸별 해설

(가) 총단면적: 총단면의 항복한계상태는 부재 전체 단면이 항복강도에 도달하는 상태를 기준으로 한다. 따라서 공칭인장강도는 $P_n = F_y A_g$이며, A_g는 총단면적, F_y는 강재의 항복강도이다. 이때는 볼트구멍 등의 면적을 공제한 순단면적이 아니라 **구멍 면적을 공제하지 않은 총단면적**을 사용한다.

(나) 0.90: 총단면의 항복한계상태에 적용하는 인장저항계수는 **0.90**이다. 공칭인장강도에 이 계수를 곱하므로 설계인장강도는 $\phi_t P_n = 0.90 F_y A_g$이다. 선지의 0.75는 유효순단면의 파단한계상태에 적용하는 값이며, 이 경우에는 항복강도 대신 인장강도와 유효순단면적을 사용한다.

(가)는 총단면적, (나)는 0.90이므로 ①의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 15. 콘크리트구조 설계(강도설계법) 일반사항에서 규정된 용어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 옵셋굽힘철근(offset bent bar): 상하 기둥 연결부에서 단면치수가 변하는 경우에 구부린 주철근

② 공칭강도(nominal strength): 하중에 대한 구조체나 구조부재 또는 단면의 저항능력을 말하며 강도감소계수 또는 저항계수를 적용하지 않은 강도

③ 크리프(creep): 응력을 작용시킨 상태에서 탄성변형 및 수축변형을 제외시킨 변형으로 시간이 경과함에 따라 변형이 증가되는 현상

④ 띠철근(tie reinforcement, tie bar): 보에서 종방향 철근의 위치를 확보하고 휨모멘트에 저항하도록 배근한 횡방향의 보강철근 또는 철선

정답 4번

간단한 해설

띠철근은 **기둥**에서 종방향 철근의 위치를 확보하고 **전단력**에 저항하도록 배치한다. ④는 이를 보에서 휨모멘트에 저항하는 철근으로 잘못 설명했다.

선지별 해설

① O: 옵셋굽힘철근은 **상하 기둥의 단면치수 변화**에 맞추어 구부린 주철근이다. 기둥 연결부에서 주철근의 배치 위치가 달라질 때 철근을 굽혀 그 위치를 조정한다.

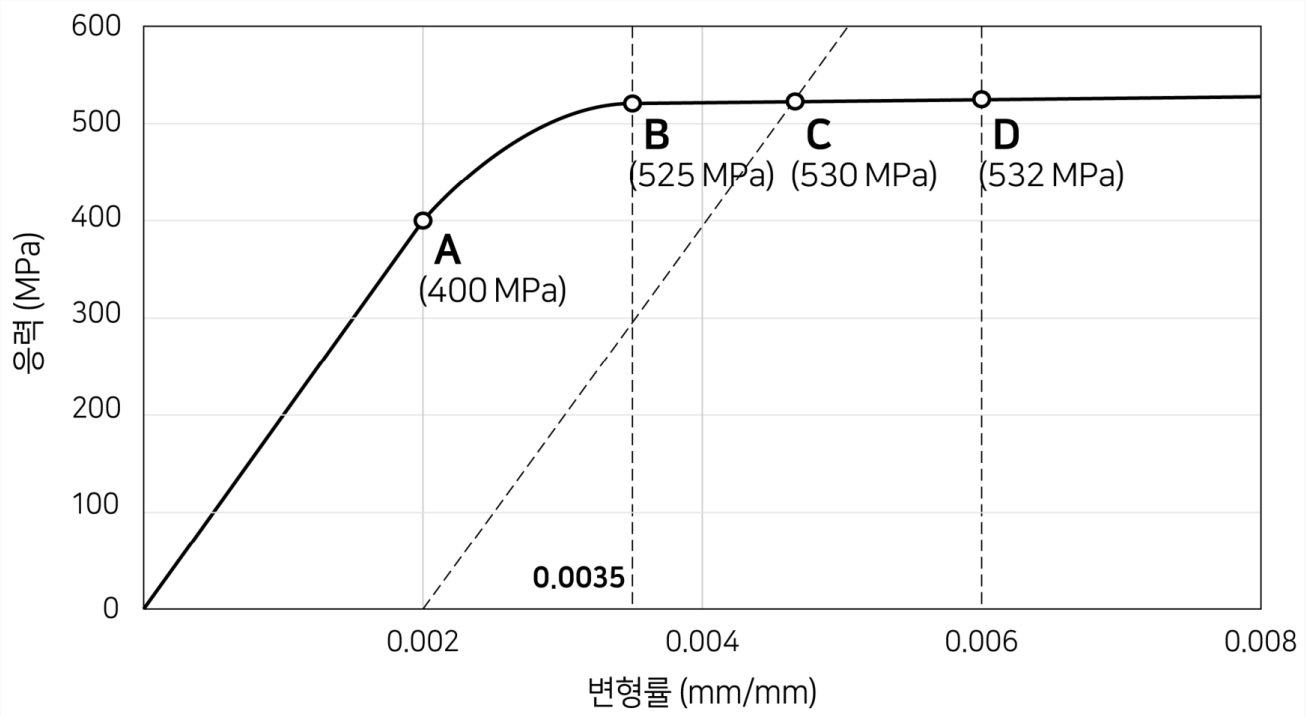
② O: 공칭강도는 구조체·부재·단면이 하중에 저항할 수 있는 능력을 나타내며, **강도감소계수나 저항계수를 적용하기 전**의 강도이다. 강도설계법에서 공칭강도에 강도감소계수를 적용한 값이 설계강도이다.

③ O: 크리프는 응력이 작용하는 상태가 지속될 때 **시간이 지나면서 추가로 증가하는 변형**이다. 하중을 가한 직후 생기는 탄성변형과 수축에 의한 변형은 크리프에서 제외한다.

④ X: 띠철근은 **기둥에서** 종방향 철근의 위치를 확보하고 **전단력에 저항**하도록 일정한 간격으로 배치하는 횡방향 보강철근 또는 철선이다. 선지의 '보에서'와 '휨모멘트에 저항'을 각각 고쳐야 한다. 휨모멘트에 저항하도록 부재축 방향으로 배치하는 철근은 휨철근이다.

NoteBase

문 16. 그림과 같은 철근의 인장시험에 의한 응력-변형률 관계에서, 콘크리트 구조 설계(강도설계법)에 따른 철근의 항복강도에 해당하는 지점은?



① A점(직선구간 끝의 응력값)

② B점(변형률 0.0035에 상응하는 응력값)

③ C점(변형률 0.002에서 응력-변형률 관계의 탄성계수와 같은 기울기로 그은 직선과 만나는 응력값)

④ D점(변형률 0.006에 상응하는 응력값)

정답 3번

간단한 해설

항복점이 뚜렷하지 않은 철근은 **0.2% 오프셋법**으로 항복강도를 정한다. 변형률 0.002에서 초기 탄성구간과 평행하게 그은 직선이 곡선과 만나는 C점의 응력 530 MPa를 읽는다.

NoteBase

도식 해설

그림의 가로축은 변형률(mm/mm), 세로축은 응력(MPa)이다. 원점에서 A점까지의 직선 기울기가 철근의 탄성계수이며, A점 이후에는 곡선의 기울기가 점차 작아진다. 이처럼 항복점이 뚜렷하지 않은 경우에는 콘크리트구조 설계(강도설계법) 기준에 따라 **0.2% 오프셋법**을 적용한다.

변형률축의 0.002 지점에서 초기 직선구간과 **같은 기울기의 평행선**을 긋는다. 그림에서 오른쪽 위로 향하는 점선이 이 직선이며, 응력-변형률 곡선과 만나는 지점은 C점이다. 따라서 항복강도는 C점에 표시된 530 MPa이다. 여기서 0.002는 C점의 전체 변형률이 아니라, 탄성변형이 회복된 뒤 남는 기준 영구변형률 0.2%를 뜻한다.

A점의 400 MPa는 비례관계가 유지되는 초기 직선구간의 끝에 해당한다. B점의 525 MPa와 D점의 532 MPa는 각각 전체 변형률 0.0035와 0.006에서 읽은 응력이다. 이들은 **0.002만큼 이동한 평행선의 교점**으로 정하는 항복강도와 구별된다.

NoteBase

문 17. 다음 중 용접성이 가장 양호한 용접 구조용 압연강재의 기호는?

① SM275A

② SN275A

③ SM275C

④ SN275C

정답 3번

간단한 해설

SM은 **용접 구조용 압연강재**를 뜻한다. SM275C는 SM275A보다 **탄소·인·황 함유량의 상한이 낮아** 용접부의 경화와 균열을 억제하는 데 유리하다.

선지별 해설

강재 기호의 앞부분으로 용도별 규격을 구분하고, 같은 계열에서는 품질등급을 비교한다. SM은 KS D 3515의 용접 구조용 압연강재이고, SN은 KS D 3861의 건축 구조용 압연강재이다. 탄소 함유량이 높으면 용접 후 냉각되는 부위가 단단하고 취약해지기 쉬우므로, 탄소 함유량 제한은 용접성을 판단하는 중요한 기준이다.

① SM275A: **용접 구조용인 SM 계열**이므로 용도 조건에 해당한다. 다만 A등급은 SM275C보다 탄소·인·황 함유량의 허용 상한이 높아, 두 후보 중 용접성이 더 양호한 강재로 고르기는 어렵다.

② SN275A: **건축 구조용인 SN 계열**의 A등급이다. 문제에서 지정한 '용접 구조용 압연강재'의 규격인 SM 계열에 해당하지 않는다.

③ SM275C: 용접 구조용인 SM 계열의 C등급이다. SM275A보다 **탄소·인·황 함유량을 엄격하게 제한**하여 용접부의 경화와 균열 발생을 줄이는 데 유리하다. 따라서 제시된 SM 계열 후보 중 용접성이 더 양호하다.

④ SN275C: 건축 구조용인 SN 계열의 C등급이다. 끝의 C가 같더라도 **SM275C와는 용도별 규격이 다르다**. 이 문제에서는 C라는 등급 문자만 볼 것이 아니라, 용접 구조용을 나타내는 SM인지도 함께 구분해야 한다.

제시된 후보에서 용접 구조용인 SM 계열은 ①과 ③이며, 그중 화학성분 제한이 더 엄격한 ③ SM275C가 선택된다.

NoteBase

문 18. 강구조에서 압축재의 좌굴을 방지하는 방법으로 옳은 것은?

① 부재의 유효좌굴길이계수를 증가시킨다.

② 부재의 세장비를 증가시킨다.

③ 부재의 비지지길이를 증가시킨다.

④ 강재의 좌굴축에 대한 단면2차모멘트를 증가시킨다.

정답 4번

간단한 해설

좌굴축에 대한 **단면2차모멘트**가 커지면 부재가 휘어지는 데 저항하는 휨강성이 커진다. 다른 조건이 같을 때 좌굴이 발생하는 임계하중도 높아져 압축재의 좌굴 방지에 유리하다.

선지별 해설

좌굴은 압축력을 받는 부재가 옆으로 휘면서 안정성을 잃는 현상이다. 이상적인 압축재의 탄성좌굴하중은 오일러 식 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$로 설명할 수 있다. 여기서 E는 탄성계수, I는 좌굴축에 대한 단면2차모멘트, K는 유효좌굴길이계수, L은 비지지길이이며, KL은 유효좌굴길이이다. 다른 조건이 같을 때 이 임계하중이 클수록 좌굴에 대한 저항이 크다.

① X: 유효좌굴길이계수 K가 커지면 유효좌굴길이 KL이 길어져 탄성좌굴하중이 작아진다. 좌굴 방지를 위해서는 단부의 구속조건 등을 개선하여 **유효좌굴길이계수를 감소**시키는 것이 유리하다.

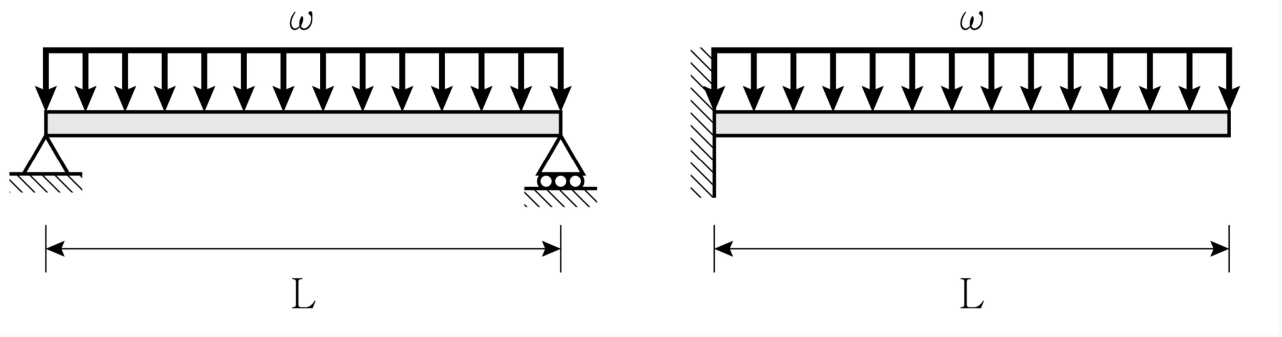
② X: 세장비는 유효좌굴길이를 단면2차반경 r로 나눈 값인 $\lambda = \frac{KL}{r}$이다. 세장비가 클수록 상대적으로 길고 가는 부재가 되어 좌굴에 불리하다. 좌굴 방지를 위해서는 **세장비를 감소**시켜야 한다.

③ X: 비지지길이 L을 늘리면 부재가 횡방향 지지 없이 휘어질 수 있는 구간이 길어져 탄성좌굴하중이 작아진다. 중간에 횡지지를 설치하는 등의 방법으로 **비지지길이를 감소**시키는 것이 좌굴 방지에 유리하다.

④ O: 좌굴축에 대한 단면2차모멘트 I를 증가시키면 같은 강재에서 휨강성 EI가 커진다. 이때 유효좌굴길이가 같으면 **탄성좌굴하중이 증가**하므로 압축재의 좌굴에 대한 저항을 높일 수 있다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 보의 길이(L), 등분포하중(ω)이 동일한 단순보(A)와 캔틸레버보(B)의 최대처짐비($\delta_A : \delta_B$)는? (단, 두 보는 전 길이에 걸쳐 재질 및 단면의 성질이 동일하며, 선형 탄성 거동한다)



① 1 : 8

② 1 : 16

③ 5 : 48

④ 5 : 96

정답 3번

간단한 해설

전 구간 등분포하중을 받는 단순보와 캔틸레버보의 최대처짐 계수는 각각 $\frac{5}{384}$, $\frac{1}{8}$이다. 두 보의 하중·길이·휨강성이 같으므로 **계수의 비**를 구하면 최대처짐비는 5 : 48이다.

계산 과정

조건과 변수: 그림에서 A는 양 끝이 지지된 단순보이고, B는 왼쪽 끝이 고정된 캔틸레버보이다. 두 보 모두 길이 L 전체에 하중강도 ω의 등분포하중을 받는다. E는 재료의 탄성계수, I는 휨에 대한 단면2차모멘트이며, 문제의 조건에 따라 두 보의 휨강성 EI는 같고 전 길이에서 일정하다. 선형 탄성 보의 처짐 공식을 적용하여 최대처짐의 크기를 비교한다.

단순보(A): 양 끝의 처짐이 0이고 하중과 지지 조건이 대칭이므로 최대처짐은 **보의 중앙**에서 발생한다. 전 구간 등분포하중에 대한 최대처짐은 $\delta_A = \frac{5\omega L^4}{384EI}$이다.

캔틸레버보(B): 고정단에서는 처짐과 회전이 구속되고, 최대처짐은 **자유단**에서 발생한다. 전 구간 등분포하중에 대한 자유단 처짐은 $\delta_B = \frac{\omega L^4}{8EI}$이다.

최대처짐비: 두 식에서 공통인 $\frac{\omega L^4}{EI}$를 약분하면 $\delta_A : \delta_B = \frac{5}{384} : \frac{1}{8} = 5 : 48$이다. 각 처짐은 길이의 단위를 가지지만, 같은 단위끼리 비교한 비에는 단위가 없다. 따라서 최대처짐비는 5 : 48로, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 다음은 인장력을 받는 이형철근의 겹침이음설계에 대한 내용이다. (가), (나)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

서로 다른 크기의 철근을 인장 겹침이음하는 경우 이음길이는 크기가 큰 철근의 (가)와 크기가 작은 철근의 (나) 중 큰 값 이상이어야 한다.

① (가): 정착길이, (나): 정착길이
② (가): 정착길이, (나): 겹침이음길이
③ (가): 겹침이음길이, (나): 정착길이
④ (가): 겹침이음길이, (나): 겹침이음길이

정답 2번

간단한 해설

크기가 다른 철근의 인장 겹침이음은 큰 철근의 **정착길이**와 작은 철근의 **겹침이음길이**를 비교하여 정한다. 두 요구조건을 모두 만족해야 하므로 둘 중 큰 값 이상을 확보한다.

빈칸별 해설

(가) 정착길이: 정착길이는 철근이 콘크리트와의 부착을 통해 필요한 응력을 전달할 수 있도록 확보하는 묻힘길이이다. 서로 다른 크기의 철근을 인장 겹침이음할 때는 큰 철근에 대해 **정착에 필요한 길이**를 확보해야 하므로, 큰 철근 쪽 비교값은 정착길이이다.

(나) 겹침이음길이: 겹침이음은 두 철근을 일정 길이 겹쳐 배치하고 콘크리트와의 부착을 통해 인장력을 전달하는 이음이다. 작은 철근 쪽에는 이러한 **이음에 필요한 겹침길이**를 적용하므로, 비교값은 작은 철근의 겹침이음길이이다.

KDS 14 20 52의 4.5.2(3)은 서로 다른 크기의 철근을 인장 겹침이음할 때 위 두 길이 중 큰 값 이상을 이음길이로 확보하도록 규정한다. 작은 값을 택하면 다른 쪽의 길이 요구조건을 충족하지 못할 수 있기 때문이다. 따라서 (가)는 정착길이, (나)는 겹침이음길이로 연결되며 ②의 조합과 일치한다.

NoteBase