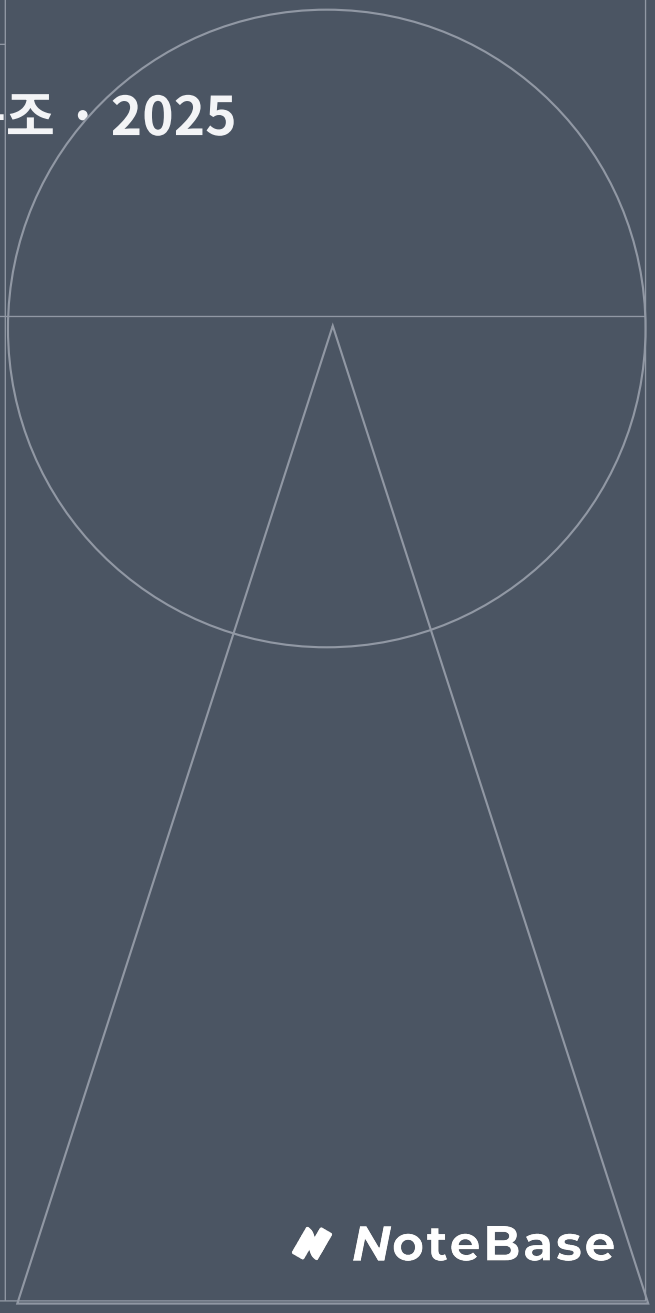
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2025

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2025

문 1. 건축구조 용어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 강성이란 구조물이나 구조부재의 변형에 대한 저항능력이다.

② 가설구조물이란 건축구조물의 축조를 위하여 임시로 설치하는 시설이다.

③ 강도란 구조물이나 구조부재가 외력에 의해 발생하는 힘 또는 모멘트에 저항하는 능력이다.

④ 부재력이란 하중 및 외력에 의하여 구조부재에 생기는 단위면적당 힘의 세기이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '단위면적당 힘의 세기'는 **응력**의 설명이다. 부재력은 하중과 외력에 의해 구조부재의 단면에 발생하는 **힘 또는 모멘트**이다.

선지별 해설

① O: 강성은 구조물이나 구조부재가 **변형에 저항하는 능력**이다. 같은 하중을 받는 조건에서 강성이 클수록 처짐이나 늘어남 등의 변형이 작다.

② O: 가설구조물은 건축구조물을 축조하기 위해 **임시로 설치하는 시설**이다. 공사 중 작업을 위한 비계나 콘크리트가 굳기 전까지 거푸집을 지지하는 동바리 등이 이에 해당한다.

③ O: 강도는 구조물이나 구조부재가 외력에 의해 발생하는 힘 또는 모멘트에 저항하는 능력이다. 강성이 변형의 크기와 관련된다면, 강도는 **파괴에 이르기까지 견딜 수 있는 힘이나 모멘트의 크기**와 관련된다.

④ X: 부재력은 하중과 외력에 의해 구조부재의 단면에 발생하는 축력·전단력·휨모멘트·비틀림모멘트 등을 말한다. 선지의 '단위면적당 힘의 세기'는 부재력이 아니라 **응력**의 정의이다. 부재력은 단면에 작용하는 힘 또는 모멘트로 나타내고, 응력은 그 단면의 각 위치에서 단위면적당 작용하는 힘의 세기로 나타낸다.

NoteBase

문 2. 건축물의 중요도 분류에서 중요도(특)에 해당하지 않는 것은?

① 15층 아파트

② 연면적 30,000 m^2의 종합병원

③ 연면적 1,500 m^2의 방송국

④ 비상시의 긴급대피수용시설로 지정된 학교 건축물

정답 1번

간단한 해설

15층 아파트는 5층 이상인 아파트에 적용되는 **중요도(1)**에 해당한다. 층수가 15층이라는 이유만으로 중요도(특)으로 분류하지 않는다.

선지별 해설

① X: KDS 41 10 05 '건축구조기준 총칙' 3.2(5)는 5층 이상인 아파트를 **중요도(1)**로 분류한다. 따라서 제시된 15층 아파트의 분류는 중요도(특)이 아니라 중요도(1)이다.

② O: 같은 기준 3.1(3)은 **종합병원을 연면적 조건 없이** 중요도(특)으로 분류한다. 연면적 30,000 m^2인 종합병원도 이에 해당하며, 면적이 크다는 사실보다 종합병원이라는 용도가 직접적인 분류 근거이다.

③ O: 같은 기준 3.1(2)에 따라 방송국은 **연면적 1,000 m^2 이상**이면 중요도(특)에 해당한다. 제시된 방송국의 연면적은 1,500 m^2이므로 이 면적 기준을 충족한다.

④ O: 같은 기준 3.1(4)은 지진·태풍 또는 다른 비상시의 **긴급대피수용시설로 지정한 건축물**을 중요도(특)으로 분류한다. 학교는 일반적으로 3.2(6)에 따른 중요도(1)이지만, 이 선지처럼 긴급대피수용시설로 지정된 경우에는 중요도(특)이 적용된다.

NoteBase

문 3. 목구조의 결합방법 중 모서리 부분에서 각 부재의 끝면이 보이지 않도록 접합하는 방법은?

① 쐐기

② 장부

③ 연귀

④ 인사이징

정답 3번

간단한 해설

모서리에서 부재의 끝을 비스듬히 잘라 맞대어 **끝면이 드러나지 않게 하는** 접합이 연귀이다.

공통 해설

연귀는 모서리에서 만나는 두 부재의 끝부분을 비스듬히 잘라 서로 맞추는 접합 방법이다. 두 절단면이 맞닿으므로 **각 부재의 끝면이 겉으로 드러나지 않는다**. 예를 들어 직각 모서리를 만들 때에는 두 부재의 끝을 각각 45°로 잘라 맞춘다. 이처럼 끝면을 감추면서 모서리를 이루는 접합을 묻고 있으므로 연귀에 해당한다.

NoteBase

문 4. 내진 I 등급 구조물에서 층고가 4 m인 층의 최대 허용층간변위[mm]는?

① 40

② 60

③ 80

④ 100

정답 2번

간단한 해설

내진 I등급의 허용층간변위는 **해당 층 층고의 1.5%**이다. 층고 4 m에 0.015를 곱하면 최대 허용층간변위는 60 mm이다.

계산 과정

층간변위는 인접한 위층과 아래층 사이의 상대적인 수평변위이다. 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00) 표 8.2-1에서 내진 I등급의 허용층간변위는 **해당 층 층고의 0.015배**로 정한다.

층고를 h_{sx}, 허용층간변위를 Δ_a라 하면 $\Delta_a = 0.015 h_{sx}$이다. 여기서 0.015는 층고에 대한 허용층간변위의 비율이며, 1.5%를 뜻한다.

문제에서 요구하는 단위가 mm이므로 **층고도 mm로 환산**한다. 층고 4 m = 4,000 mm이므로 허용층간변위는 $0.015 \times 4{,}000 = 60$ mm이다.

따라서 최대 허용층간변위는 60 mm로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 5. 부재의 길이가 1 m이고 한변의 길이가 10 mm인 정사각형 단면에 2 kN의 축방향 인장력이 작용하여 길이가 1 mm 늘어났을 경우, 재료의 탄성계수[MPa]는? (단, 재료는 탄성범위 내에서 거동한다)

① 200

② 2,000

③ 20,000

④ 200,000

정답 3번

간단한 해설

탄성계수는 **응력을 변형률로 나눈 값**이다. 인장응력 20 MPa와 변형률 0.001을 적용하면 탄성계수는 20,000 MPa이다.

계산 과정

탄성범위에서 축방향 응력과 변형률은 훅의 법칙 $\sigma = E\varepsilon$을 따른다. 여기서 σ는 인장응력, ε은 축방향 변형률, E는 탄성계수이다. 따라서 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$로 구한다.

단위와 단면적: 축방향 인장력 P는 2 kN = 2,000 N, 원래 길이 L은 1 m = 1,000 mm, 늘어난 길이 ΔL은 1 mm이다. 정사각형 단면의 넓이 A는 $10 \times 10 = 100$ mm^2이다. 힘은 N, 길이는 mm로 통일하면 응력을 N/mm^2로 구할 수 있으며, **$1\ N/mm^2 = 1$ MPa**이다.

인장응력: 응력은 단위 단면적당 작용하는 힘이므로 $\sigma = \frac{P}{A}$이다. 따라서 $\sigma = \frac{2,000}{100} = 20\ N/mm^2$, 즉 20 MPa이다.

축방향 변형률: 변형률은 **늘어난 길이를 원래 길이로 나눈 비율**이다. 따라서 $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{1}{1,000} = 0.001$이다. 분자와 분모의 길이 단위가 같으므로 변형률에는 단위가 없다.

탄성계수: $E = \frac{20}{0.001} = 20,000$ MPa이다. 이는 ③의 20,000에 해당한다.

NoteBase

문 6. 철근콘크리트 구조물 휨부재의 추가 장기처짐 설계에서 5년 이상 지속압축하중을 받는 구조물의 지속하중에 대한 시간경과계수 ξ의 값은?

① 1.0

② 1.2

③ 1.4

④ 2.0

정답 4번

간단한 해설

추가 장기처짐을 산정할 때 시간경과계수 ξ는 하중의 지속기간에 따라 정하며, **5년 이상이면 2.0**을 적용한다.

공통 해설

철근콘크리트 휨부재에서는 하중을 가했을 때 생기는 순간처짐 외에 크리프와 건조수축으로 추가 장기처짐이 발생한다. 시간경과계수 ξ는 이 추가 장기처짐을 산정할 때 **지속하중이 작용한 기간의 영향**을 반영하는 무차원 계수이다.

지속기간에 따른 ξ의 값은 3개월에 1.0, 6개월에 1.2, 12개월에 1.4, 5년 이상에 2.0이다. 문제에서는 하중의 지속기간이 5년 이상이므로 ξ = 2.0을 적용한다.

NoteBase

문 7. 강구조 하중저항계수 설계법의 용어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 거셋플레이트: 트러스의 부재, 스트럿 또는 가새재(브레이싱)를 보 또는 기둥에 연결하는 판요소

② 네킹: 재료의 압축시험 시 항복하중에 도달하여 시험체가 잘록해지는 부분

③ 필릿용접: 용접되는 부재의 교차되는 면 사이에 일반적으로 삼각형의 단면이 만들어지는 용접

④ 비가새골조: 부재 및 접합부의 휨저항으로 수평하중에 저항하는 골조

정답 2번

간단한 해설

네킹은 **인장시험**에서 최대하중에 도달한 뒤 시험체의 일부 단면이 국부적으로 줄어들어 잘록해지는 현상이다. '압축시험 시 항복하중에 도달하여'라는 설명은 시험 종류와 발생 시점을 모두 잘못 짚었다.

선지별 해설

① O: 거셋플레이트는 트러스 부재, 스트럿 또는 가새재를 보나 기둥에 연결하는 판요소이다. 접합부에서 **부재 사이의 힘을 전달**하는 역할을 하며, 볼트나 용접 등으로 각 부재와 연결한다.

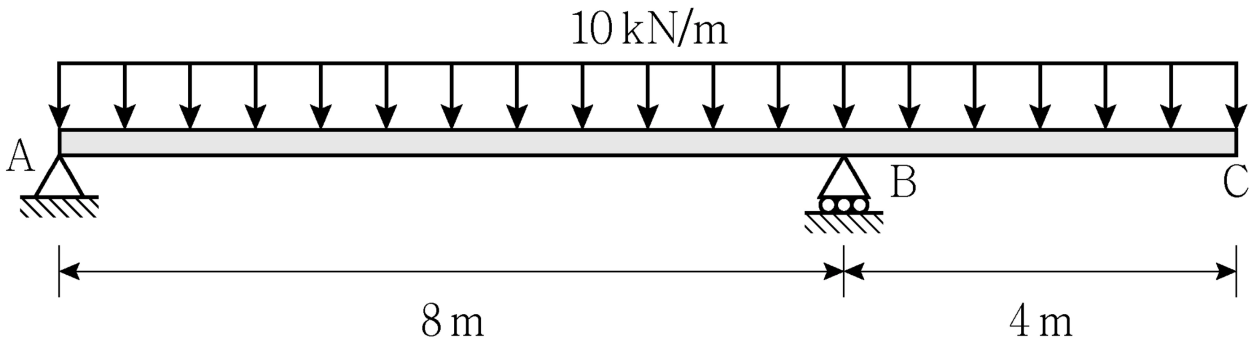
② X: 네킹은 연성 금속의 **인장시험에서 최대하중에 도달하면서 시작되는 국부적인 단면 수축**이다. 항복은 소성변형이 시작되는 단계이고, 그 뒤 변형이 진행되어 최대하중에 이르면 변형이 일부 구간에 집중되면서 시험체가 잘록해진다. 따라서 '압축시험'은 '인장시험'으로, '항복하중에 도달하여'는 '최대하중에 도달한 뒤'로 고쳐야 한다.

③ O: 필릿용접은 교차하는 부재의 면 사이를 용접하여 **일반적으로 삼각형 단면의 용접부**를 형성하는 용접이다. 두 판을 직각으로 대어 만든 T형 접합부의 모서리를 메우는 용접을 생각하면 단면 형상을 이해할 수 있다.

④ O: 비가새골조는 **부재와 접합부의 휨저항**으로 수평하중에 저항하는 골조이다. 수평하중이 작용하면 보와 기둥 및 그 접합부가 모멘트를 전달하며 저항한다. 가새골조가 주로 가새의 축방향 저항을 이용하는 것과 구별된다.

NoteBase

문 8. 그림과 같이 내민보에 등분포하중 10 kN/m가 작용할 때, A 지점의 수직반력[kN]은? (단, 보의 자중은 무시한다)



① 30

② 40

③ 60

④ 80

정답 1번

간단한 해설

전체 등분포하중을 합친 120 kN은 보의 중앙, 즉 B에서 왼쪽으로 2 m 떨어진 곳에 작용한다. **B점에 대한 모멘트 평형**을 적용하면 A의 수직반력은 위쪽으로 30 kN이다.

계산 과정

하중과 길이: A–B는 8 m, B–C는 4 m이므로 전체 길이는 12 m이다. 보의 자중은 무시하고, 전 구간에 작용하는 등분포하중 10 kN/m만 고려한다. A의 수직반력을 R_A라 하고 위쪽을 양의 방향으로 둔다.

등가 집중하중: 등분포하중의 합력은 하중강도에 재하 길이를 곱한 값이므로 $10 \times 12 = 120$ kN이며, 아래쪽으로 작용한다. 하중이 균일하므로 합력의 작용점은 **재하 구간의 중앙**이다. 따라서 A에서 6 m, B에서 왼쪽으로 $8 - 6 = 2$ m 떨어진 곳에 작용한다.

모멘트 평형: B점을 기준으로 하면 B의 반력은 작용선이 기준점을 지나므로 모멘트가 0이다. 반시계방향을 양으로 잡으면 합력 120 kN은 양의 모멘트를, 위쪽으로 가정한 A의 반력은 음의 모멘트를 만든다. 따라서 $120 \cdot 2 - R_A \cdot 8 = 0$이다. 여기서 각 모멘트의 단위는 kN·m이다. 이를 풀면 $R_A = \frac{120 \cdot 2}{8} = 30$ kN이다.

계산값이 양수이므로 A의 수직반력은 가정한 방향인 위쪽으로 30 kN이며, ①의 30 kN에 해당한다.

NoteBase

문 9. 하중저항계수 설계법에 따른 강구조 부재설계 기준에서 압축부재의 상단부가 회전고정 및 이동자유, 하단부가 회전자유 및 이동고정일 경우 유효길이계수 K의 이론값은?

① 0.8

② 1.2

③ 2.0

④ 2.1

정답 3번

간단한 해설

상단은 **회전은 구속되지만 횡이동은 허용**되고, 하단은 힌지 조건이다. 이 조합의 이론적 유효길이는 실제 부재 길이의 2배이므로 K = 2.0이다.

핵심 풀이

상단의 '회전고정 및 이동자유'는 단부의 기울기는 변하지 않지만 횡방향으로 이동할 수 있다는 뜻이다. 하단의 '회전자유 및 이동고정'은 위치는 유지하면서 회전할 수 있는 힌지 조건이다. 상단의 **이동까지 구속된 고정–힌지 조건과 구별**해야 한다.

유효길이는 해당 압축부재와 같은 탄성좌굴하중을 갖는 양단 힌지 부재의 길이이다. 실제 부재 길이를 L이라 하면, 주어진 조건의 이상적인 좌굴곡선을 상단 높이를 기준으로 대칭 연장했을 때 길이 2L인 양단 힌지 부재의 좌굴곡선이 된다. 따라서 **유효길이는 실제 길이의 2배**이며, 유효길이계수의 이론값은 K = 2.0이다.

NoteBase

문 10. 철근콘크리트 구조물의 인장 이형철근의 정착길이 산정에 고려하지 않는 것은?

① 철근의 공칭지름

② 철근의 탄성계수

③ 철근의 설계기준항복강도

④ 콘크리트의 설계기준압축강도

정답 2번

간단한 해설

철근의 **탄성계수**는 인장 이형철근의 정착길이 산정식에 포함되지 않는다. 정착길이는 철근이 전달해야 할 인장력과 콘크리트의 부착저항을 기준으로 정한다.

선지별 해설

정착길이는 철근의 인장력을 콘크리트에 전달할 수 있도록 확보하는 묻힘길이이다. KDS 14 20 52의 4.1.2(2)에 따른 기본정착길이는 $l_{db} = \frac{0.6 d_b f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}}$이며, 여기에 배근 위치·도막 등의 보정계수를 적용한다. 이 식에서 d_b는 철근의 공칭지름, f_y는 철근의 설계기준항복강도, f_{ck}는 콘크리트의 설계기준압축강도, λ는 경량콘크리트계수이다. 아래 O/X는 각 항목이 정착길이 산정에 고려되는 요소인지를 나타낸다.

① O: 철근의 공칭지름은 산정에 고려한다. 지름이 커지면 철근의 단면적과 전달해야 할 인장력이 커지므로, 같은 강도·보정 조건에서는 **공칭지름이 클수록 기본정착길이가 길어진다**.

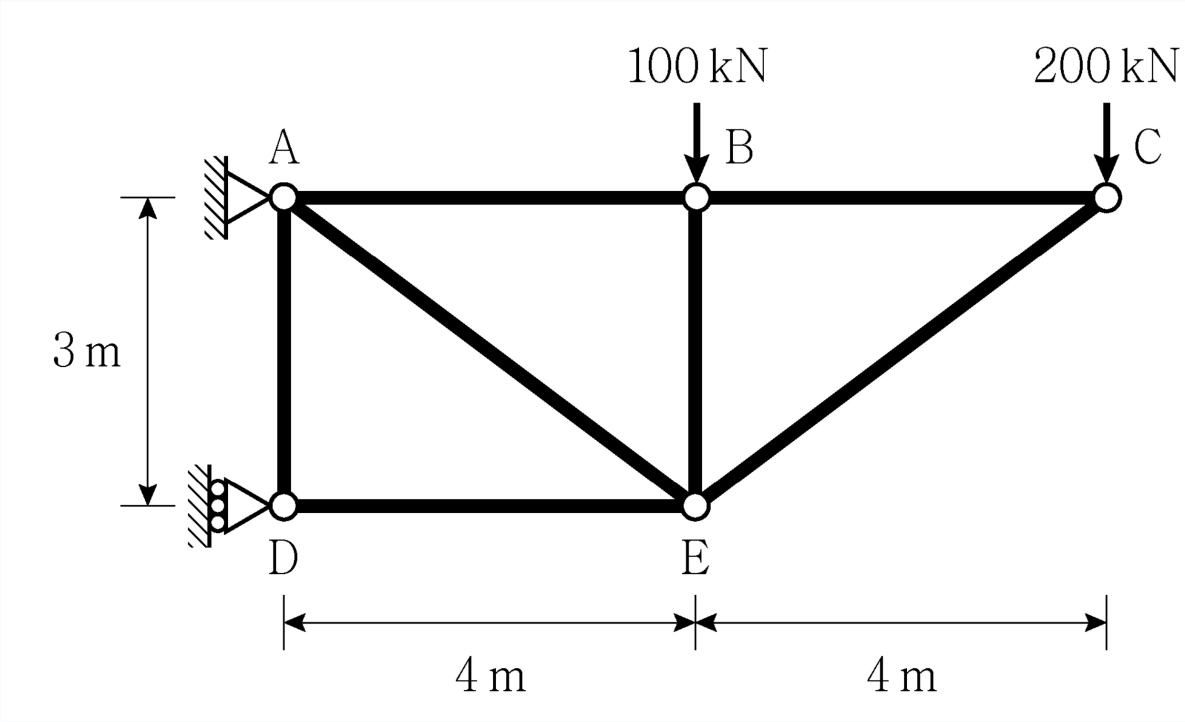
② X: 철근의 탄성계수는 응력에 따른 탄성변형의 크기를 나타내는 값이며, 인장 이형철근의 정착길이 산정식에는 포함되지 않는다. 이 산정식에 반영하는 철근의 재료강도는 **설계기준항복강도**이다.

③ O: 철근의 설계기준항복강도는 산정에 고려한다. 같은 지름의 철근이라도 항복강도가 높으면 콘크리트에 전달해야 할 인장력이 커진다. 따라서 다른 조건이 같으면 **항복강도가 높을수록 기본정착길이가 길어진다**.

④ O: 콘크리트의 설계기준압축강도는 산정에 고려한다. 콘크리트의 부착저항을 반영하는 값으로, **그 제곱근이 기본정착길이 산정식의 분모**에 들어간다. 다만 기준에서 정한 강도 반영 상한과 최소정착길이를 함께 적용한다.

NoteBase

문 11. 그림과 같은 트러스에서 부재 BE에 작용하는 부재력[kN]의 절댓값은? (단, 부재의 자중은 무시한다)



① 0

② 100

③ 266.67

④ 333.33

정답 2번

간단한 해설

절점 B에서 AB와 BC는 수평 부재이므로 수직력을 전달하지 않는다. 따라서 BE가 위쪽으로 100 kN을 전달하여 하중과 평형을 이루며, BE의 부재력은 **압축력 100 kN**이다.

NoteBase

계산 과정

1. 절점 B의 힘 확인: 부재의 자중을 무시하는 트러스에서는 각 부재가 축방향 힘을 전달한다. 절점 B에는 아래쪽으로 100 kN의 하중이 작용하고, 수평 부재 AB·BC와 수직 부재 BE가 연결되어 있다. AB와 BC의 부재력에는 수직 성분이 없으므로, **수직방향 평형에는 BE의 부재력만 관여**한다.

2. 수직방향 평형식: BE의 부재력 N_{BE}를 인장일 때 양수로 정한다. 인장력은 절점을 부재 쪽으로 당기므로 B에서 아래쪽으로 작용한다. 위쪽을 양의 방향으로 잡으면 $\sum F_y = -100 - N_{BE} = 0$이고, 이를 풀면 $N_{BE} = -100\text{kN}$이다.

3. 부재력의 의미와 절댓값: 음수는 처음 가정한 인장 방향과 반대라는 뜻이므로, BE는 절점 B를 위쪽으로 밀어 올리는 압축 부재이다. 요구한 부재력의 절댓값은 100 kN으로, 선택지 ②의 100과 일치한다.

NoteBase

문 12. 콘크리트의 설계기준압축강도가 30 MPa일 때, 콘크리트 등가 직사각형 압축응력블록의 깊이 계수 β_1의 값은?

① 0.8

② 0.85

③ 0.9

④ 1.0

정답 1번

간단한 해설

설계기준압축강도가 **40 MPa 이하**이면 등가 직사각형 압축응력블록의 깊이 계수 β_1은 0.80이다. 30 MPa는 이 구간에 해당한다.

공통 해설

등가 직사각형 압축응력블록은 콘크리트 압축응력의 분포를 직사각형으로 단순화한 것이다. 압축연단에서 중립축까지의 깊이를 c, 등가 압축응력블록의 깊이를 a라고 하면 $a = \beta_1 c$이다. 따라서 β_1은 **중립축 깊이에 대한 등가 압축응력블록 깊이의 비**를 나타내는 무차원 계수이다.

콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준(KDS 14 20 20:2022) 표 4.1-2에서는 설계기준압축강도가 40 MPa 이하일 때 $\beta_1 = 0.80$을 적용한다. 주어진 30 MPa는 이 구간에 있으므로 깊이 계수는 0.80이며, 이는 등가 압축응력블록의 깊이가 중립축 깊이의 80%라는 뜻이다.

NoteBase

문 13. 한쪽에만 슬래브가 있는 반 T형보의 유효폭 산정 조건으로 옳지 않은 것은? (단, b_w는 반 T형보의 복부 폭이며, 두께가 균일한 슬래브와 보를 일체로 타설하였다)

① 보의 경간의 1/4

② (보의 경간의 1/12) + b_w

③ (인접 보와 내측 거리의 1/2) + b_w

④ (한쪽으로 내민 플랜지 두께의 6배) + b_w

정답 1번

간단한 해설

①의 '보의 경간의 1/4'는 양쪽에 슬래브가 있는 T형보의 유효폭 제한이다. 한쪽에만 슬래브가 있는 반 T형보에서는 **경간의 1/12에 복부 폭을 더한 값**을 경간에 따른 제한값으로 사용한다.

선지별 해설

KDS 14 20 10의 4.3.10(1)②에 따르면, 슬래브와 보를 일체로 타설한 반 T형보의 유효폭은 경간·인접 보와의 거리·플랜지 두께에 따른 세 제한값 중 가장 작은 값으로 정한다. 유효폭에는 한쪽으로 내민 플랜지의 유효한 폭뿐 아니라 복부 폭 b_w도 포함된다.

① X: 보 경간의 1/4은 양쪽에 슬래브가 있는 T형보에 적용하는 유효폭 제한값이다. 반 T형보의 경간에 따른 제한값은 **경간의 1/12에 복부 폭을 더한 값**이다. 보의 경간을 l이라 하면 $\frac{l}{12} + b_w$로 고쳐야 한다.

② O: 보 경간의 1/12은 반 T형보에서 한쪽으로 내민 플랜지의 유효한 폭을 제한하는 값이다. 여기에 **복부 폭까지 포함**해야 보 전체의 유효폭에 대한 제한값이 되므로, $\frac{l}{12} + b_w$를 사용한다.

③ O: 인접 보와의 내측 거리란 두 보의 서로 마주 보는 측면 사이 거리이다. 이를 s라 하면, 반 T형보의 유효폭은 $\frac{s}{2} + b_w$ 이하로 제한한다. 이때 기준은 보의 **중심 간 거리가 아니라 내측 거리**이다.

④ O: 한쪽으로 내민 플랜지의 두께를 t_f라 하면, 두께에 따른 유효폭 제한값은 $6t_f + b_w$이다. 즉, **플랜지 두께의 6배**를 한쪽 내민 부분의 폭으로 제한하고 여기에 복부 폭을 더한다. 문제에서 슬래브 두께가 균일하므로 플랜지 두께는 그 슬래브의 두께이다.

NoteBase

문 14. 철근콘크리트 보의 휨설계에서 인장철근의 설계기준항복강도 f_y가 500 MPa일 때, 최외단 인장철근의 순인장변형률 ε_t의 최솟값은? (단, 보의 단면은 인장지배단면이다)

① 0.004

② 0.005

③ 0.006

④ 0.00625

정답 4번

간단한 해설

항복강도가 400 MPa를 초과하면 인장지배단면의 순인장변형률 한계는 **철근 항복변형률의 2.5배**이다.
항복변형률이 0.0025이므로 요구되는 순인장변형률의 최솟값은 0.00625이다.

계산 과정

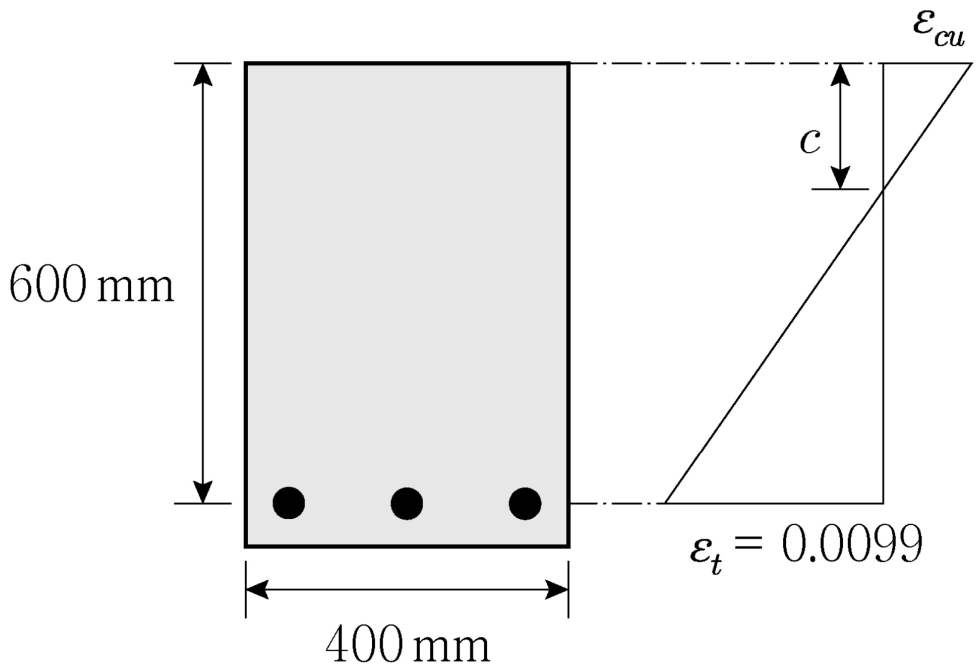
인장지배 조건: 인장지배단면은 압축연단 콘크리트가 극한변형률에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률이 인장지배 한계 이상인 단면이다. 이 문제는 설계기준항복강도가 500 MPa로 **400 MPa를 초과**하므로, 한계값을 철근 항복변형률 ε_y의 2.5배로 정한다. 따라서 $\varepsilon_t \geq 2.5\varepsilon_y$를 만족해야 한다.

항복변형률 계산: 철근의 탄성계수는 표준값 $E_s = 200{,}000\text{MPa}$를 적용한다. 항복 전 탄성구간에서는 응력이 탄성계수와 변형률의 곱이므로, 항복변형률은 $\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$로 구한다. 주어진 항복강도를 대입하면 $\varepsilon_y = \frac{500}{200{,}000} = 0.0025$이다. 이는 철근이 항복하기 시작할 때의 변형률이며, 분자와 분모의 MPa가 약분되므로 단위가 없다.

순인장변형률의 최솟값: 인장지배 한계는 위 항복변형률의 2.5배이므로 2.5 × 0.0025 = 0.00625이다.
한계값과 같을 때도 인장지배 조건을 만족하므로 최솟값은 0.00625이며, 변형률이므로 단위가 없다. 이 값은 ④의 0.00625와 일치한다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 철근콘크리트 보의 단면과 변형률 분포에서 설계휨강도를 계산할 때, 중립축 깊이 c [mm]의 값은? (단, 최외단 인장철근의 순인장변형률 ε_t는 0.0099, 콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck}는 27 MPa, 단면의 유효깊이는 600 mm, ε_{cu}는 콘크리트의 극한변형률이다)



① 100

② 120

③ 150

④ 200

정답 3번

간단한 해설

변형률은 중립축으로부터의 거리에 비례하며, 인장변형률 0.0099는 콘크리트의 극한변형률 0.0033의 3배이다. 따라서 중립축 깊이는 **유효깊이의 1/4인 150 mm**이다.

NoteBase

계산 과정

주어진 유효깊이 $d = 600$ mm는 압축연단에서 인장철근 중심까지의 거리이다. KDS 14 20 20의 설계 가정에 따라 설계기준압축강도가 **40 MPa 이하일 때** 콘크리트 압축연단의 극한변형률은 $\varepsilon_{cu} = 0.0033$이다. 이 문제는 $f_{ck} = 27$ MPa이므로 이 값을 적용한다.

그림의 변형률 분포는 직선이며, 중립축에서 변형률이 0이다. 압축연단에서 중립축까지의 거리는 c, 중립축에서 인장철근까지의 거리는 $d - c$이므로, 두 삼각형의 닮음비에서 $\frac{\varepsilon_{cu}}{c} = \frac{\varepsilon_t}{d-c}$가 성립한다. 여기서는 압축과 인장 변형률의 크기를 비교한다.

주어진 값을 대입하면 $\frac{0.0033}{c} = \frac{0.0099}{600-c}$이다. 0.0099는 0.0033의 3배이므로 **중립축에서 인장철근까지의 거리도 압축연단까지 거리의 3배**이다. 따라서 $600 - c = 3c$, 즉 $4c = 600$이 된다.

중립축 깊이는 $c = \frac{600}{4} = 150$ mm이다. 이는 선택지 ③의 150 mm와 일치한다.

NoteBase

문 16. 강합성구조에서 철근이 배근된 충전형 및 매입형 합성부재의 설계 전단강도를 산정하는 방법으로 적합한 것은? (단, 철근은 최소철근비 이상 배근되어 있다)

① 철근만의 설계전단강도

② 콘크리트만의 설계전단강도

③ 강재단면만의 설계전단강도

④ 강재단면의 공칭전단강도와 콘크리트의 공칭전단강도의 합

정답 3번

간단한 해설

철근이 최소철근비 이상 배근된 충전형·매입형 합성부재도 **강재단면만의 설계전단강도**로 전단강도를 평가할 수 있다. 이 방법은 콘크리트와 철근의 전단저항을 더하지 않고 강재단면의 저항만을 반영한다.

핵심 풀이

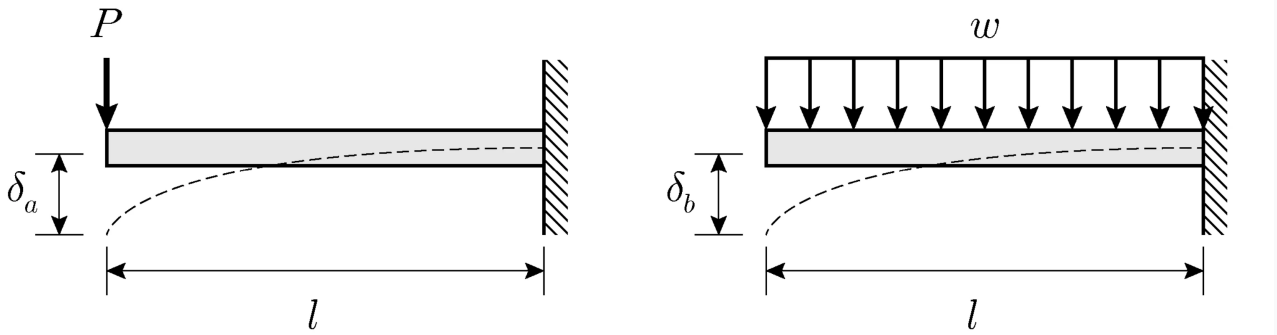
건축구조기준 0709.4.1은 충전형 및 매입형 합성부재의 전단강도를 산정할 때 **강재단면만의 설계전단강도**를 사용하는 방법을 허용한다. 철근이 최소철근비 이상 배근되어 있다는 조건이 이 방법의 적용을 배제하지는 않는다.

다른 허용 방법으로는 콘크리트와 전단철근의 저항을 함께 반영한 철근콘크리트 부분의 전단강도를 사용하는 방법이 있다. 이때 강도저항계수는 0.75이다. 여기서 **철근콘크리트는 콘크리트 단독과 다르다**. 따라서 철근만 또는 콘크리트만의 설계전단강도로 산정한다는 표현과 구별해야 한다.

강재와 철근의 저항을 함께 반영하는 방법에서는 **강재단면과 철근의 공칭전단강도의 합**에 강도저항계수 0.75를 곱한다. ④는 합산 대상을 철근 대신 콘크리트로 바꾸었고, 공칭강도의 합을 설계강도로 사용하면서 강도저항계수도 적용하지 않았다.

NoteBase

문 17. 그림과 같은 캔틸레버보에서 자유단에 집중하중(P)이 작용할 때의 자유단 처짐(δ_a)과 등분포하중(w)이 작용할 때의 자유단 처짐(δ_b)이 동일할 경우, 등분포하중(w)의 크기는? (단, 두 보의 휨강성은 EI로 동일하며, 선형탄성거동 하고 자중을 포함한 기타 하중의 영향은 무시한다)



① $\frac{P}{6l}$
② $\frac{8P}{5l}$
③ $\frac{8P}{3l}$
④ $\frac{128P}{5l}$

정답 3번

간단한 해설

길이와 휨강성이 같은 캔틸레버보의 자유단 처짐은 끝단 집중하중일 때 $\frac{Pl^3}{3EI}$, 전 구간 등분포하중일 때 $\frac{wl^4}{8EI}$이다. **두 처짐을 같게 놓으면** 등분포하중의 크기는 $w = \frac{8P}{3l}$이 된다.

NoteBase

계산 과정

그림의 두 보는 오른쪽이 고정되고 왼쪽이 자유로운 캔틸레버보이며, 길이는 모두 l이다. P는 자유단에 작용하는 집중하중이고, w는 보 전체에 작용하는 **단위 길이당 하중**이다. 두 보는 휨강성 EI가 같고 선형탄성거동을 하므로, 각 하중 조건에 맞는 캔틸레버보의 자유단 처짐 공식을 적용한다. 처짐은 아래 방향의 크기로 비교하며, 자중과 기타 하중은 제외한다.

집중하중에 의한 처짐: 길이 l인 캔틸레버보의 자유단에 P가 작용하므로 $\delta_a = \frac{Pl^3}{3EI}$이다.

등분포하중에 의한 처짐: 강도 w의 하중이 **보의 전 구간**에 일정하게 작용하므로 $\delta_b = \frac{wl^4}{8EI}$이다. 이 식의 w는 총하중이 아니며, 보 전체에 작용하는 총하중은 wl이다.

처짐이 같아지는 하중: $\delta_a = \delta_b$이므로 $\frac{Pl^3}{3EI} = \frac{wl^4}{8EI}$이다. 공통인 EI와 l^3을 약분하면 $\frac{P}{3} = \frac{wl}{8}$이고, 이를 w에 대해 풀면 $w = \frac{8P}{3l}$이다. 이는 ③의 값과 일치하며, 단위는 힘/길이이다. 예를 들어 P를 kN, l을 m로 나타내면 w의 단위는 kN/m이다.

NoteBase

문 18. 얕은기초의 지반 분류에 따른 추정 수직 지지력[kN/m^2]으로 옳은 것은?

① 모래: 100

② 퇴적암: 300

③ 모래질 자갈: 180

④ 결정질 기반암: 700

정답 1번

간단한 해설

얕은기초의 추정 지지력 기준에서 **모래의 수직 지지력은 100 kN/m^2**이다. 이는 기초가 지반에 전달하는 수직하중에 대한 단위면적당 지지력이다.

선지별 해설

KDS 41 19 00의 표 4.2-1 '얕은기초의 추정 지지력'은 지반 종류별 수직 지지력을 규정한다. 수직 지지력의 단위 kN/m^2는 면적 1 m^2당 지지하는 수직하중의 크기를 뜻한다.

① O: 모래는 실트질 모래·점토질 모래·실트질 자갈·점토질 자갈과 함께 수직 지지력 **100 kN/m^2**를 적용하는 분류에 속한다. 따라서 모래와 100을 연결한 내용은 기준과 일치한다.

② X: 퇴적암은 기준표의 '퇴적암 및 엽리성암'에 해당하며, 추정 수직 지지력은 **190 kN/m^2**이다. 선지의 300 kN/m^2를 190 kN/m^2로 고쳐야 한다.

③ X: 모래질 자갈은 기준표의 '모래질 자갈/자갈(GW 및 GP)'에 해당하며, 추정 수직 지지력은 **140 kN/m^2**이다. 선지의 180 kN/m^2를 140 kN/m^2로 고쳐야 한다.

④ X: 결정질 기반암의 추정 수직 지지력은 **580 kN/m^2**이다. 선지의 700 kN/m^2를 580 kN/m^2로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 19. 강구조에서 집중하중이나 반력에 바로 인접한 부위 웨브판의 국부 파괴 한계상태는?

① 국부휨

② 웨브 횡좌굴

③ 횡비틀림좌굴

④ 국부크리플링

정답 4번

간단한 해설

집중하중이나 반력이 전달되는 좁은 부위에 압축력이 몰려 웨브판이 국부적으로 찌그러지는 한계상태가 **국부크리플링**이다.

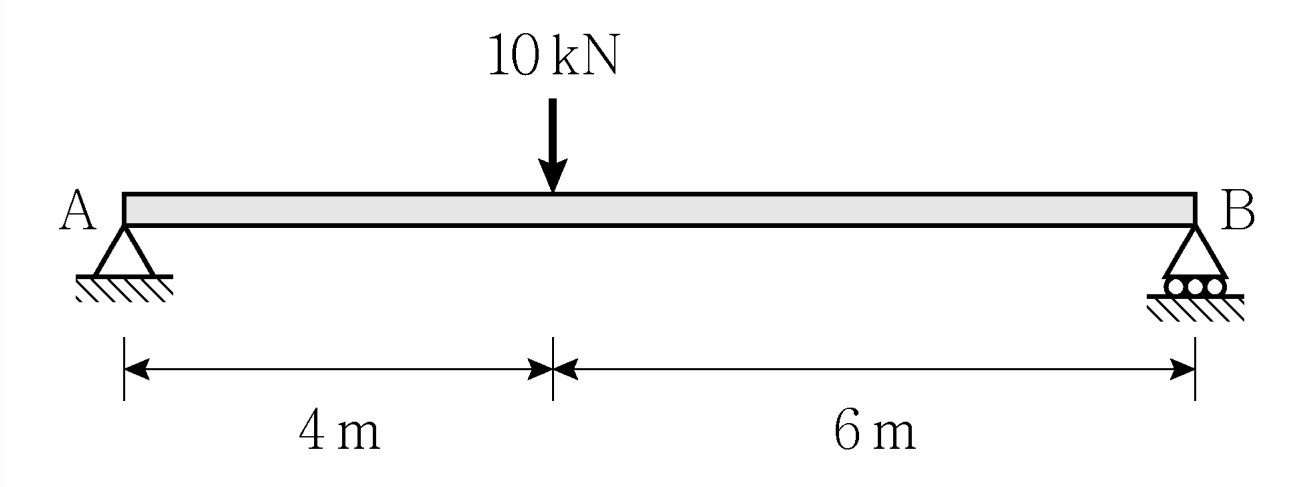
공통 해설

국부크리플링은 집중하중이나 지점 반력이 플랜지를 통해 웨브로 전달될 때, 힘을 받는 부위에 바로 인접한 웨브판이 **국부적으로 좌굴하여 찌그러지는** 파괴 한계상태이다. 압축력이 좁은 범위에 집중되므로 웨브 전체가 아니라 하중 전달 부근의 일부가 손상되는 것이 특징이다.

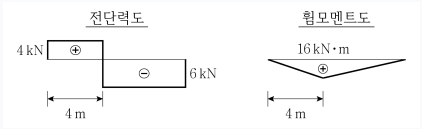
질문에서 제시한 '집중하중이나 반력에 바로 인접한 부위'는 발생 위치를, '웨브판의 국부 파괴'는 손상되는 부위와 파괴 범위를 나타낸다. 이 두 단서를 함께 만족하는 명칭이 국부크리플링이다.

NoteBase

문 20. 그림과 같은 조건을 갖는 단순보의 전단력도와 휨모멘트도로 옳은 것은? (단, 보의 자중은 무시한다)



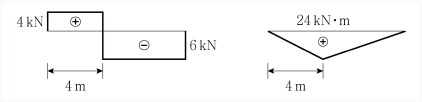
① ①



② ②



③ ③



④ ④



정답 2번

간단한 해설

지점반력은 A에서 6 kN, B에서 4 kN이므로 전단력은 하중 왼쪽에서 +6 kN, 오른쪽에서 −4 kN이다. 전단력이 **양에서 음으로 바뀌는 하중 작용점**에서 휨모멘트가 최대가 되며, 그 값은 $6 \times 4 = 24$ kN·m이다.

NoteBase

계산 과정

조건: 보의 전체 길이는 4 + 6 = 10 m이며, A에서 4 m 떨어진 곳에 아래 방향으로 10 kN의 집중하중이 작용한다. 보의 자중은 무시하므로 이 하중 외에 분포하중은 없다. 위 방향 지점반력을 각각 R_A, R_B라 한다.

지점반력: A점에 대한 모멘트 평형을 적용하면 $R_B \cdot 10 = 10 \cdot 4$이다. 따라서 $R_B = \frac{10 \cdot 4}{10} = 4$ kN이다. 수직력의 평형에서 $R_A = 10 - 4 = 6$ kN이므로, 하중에 더 가까운 A지점이 더 큰 반력을 부담한다.

전단력도: 단면 왼쪽에 작용하는 위 방향 외력의 합을 양의 전단력으로 잡으면, A와 하중 사이에서는 전단력이 +6 kN으로 일정하다. **집중하중 위치에서 하중 크기만큼 전단력이 감소**하므로 하중 오른쪽에서는 6 − 10 = −4 kN이 된다. 이후 B까지 −4 kN을 유지하다가 B의 위 방향 반력 4 kN에 의해 0으로 돌아온다. 따라서 전단력도는 하중 왼쪽이 양의 직사각형, 오른쪽이 음의 직사각형이다.

휨모멘트도: 단순보의 양 끝 지점에서는 휨모멘트가 0이며, 휨모멘트의 변화량은 전단력도의 부호를 고려한 면적과 같다. A에서 하중까지는 전단력이 +6 kN이므로 모멘트가 직선적으로 증가하여 하중 위치에서 $6 \times 4 = 24$ kN·m가 된다. 하중에서 B까지는 전단력이 −4 kN이므로 $4 \times 6 = 24$ kN·m만큼 직선적으로 감소하여 다시 0이 된다. **집중하중 위치에서 전단력은 급변하지만 휨모멘트는 연속**이므로, 휨모멘트도는 하중 위치를 꼭짓점으로 하는 양의 삼각형이다. 선지에서는 이 양의 휨모멘트를 기준선 아래쪽에 그렸다.

전단력이 왼쪽 +6 kN·오른쪽 −4 kN이고, A에서 4 m 위치의 최대 휨모멘트가 24 kN·m인 도형은 ②이다.

NoteBase