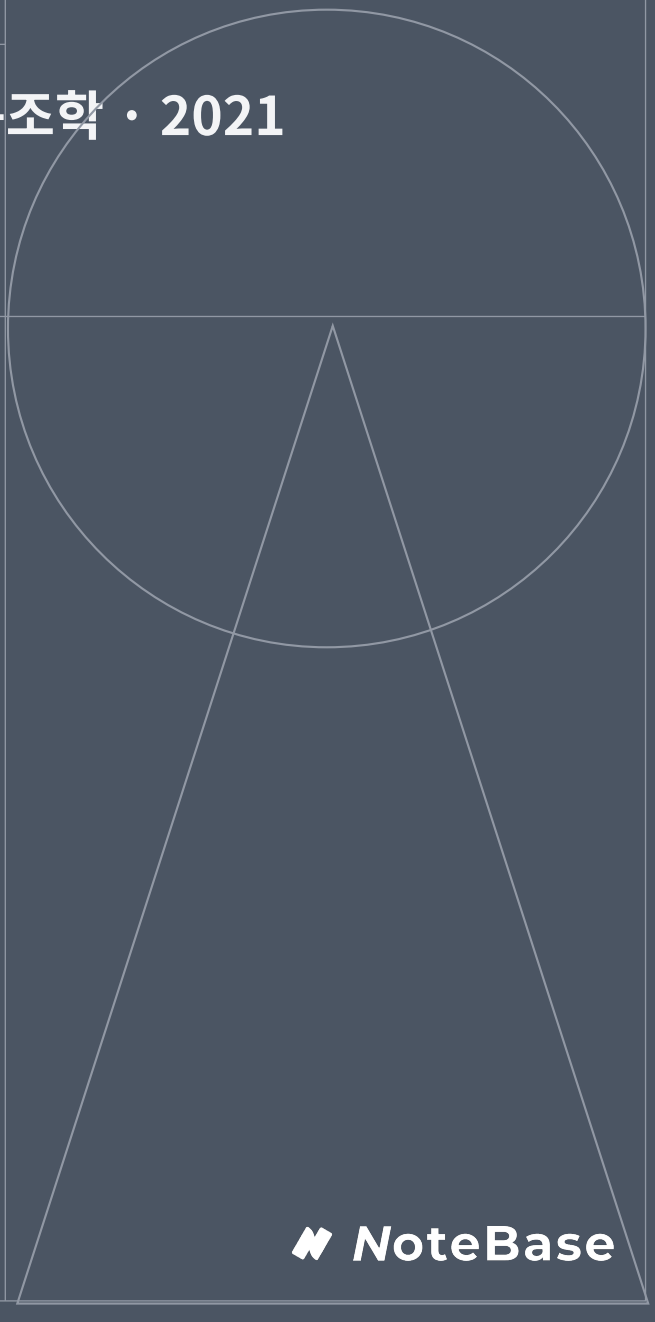
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 건축구조학 · 2021



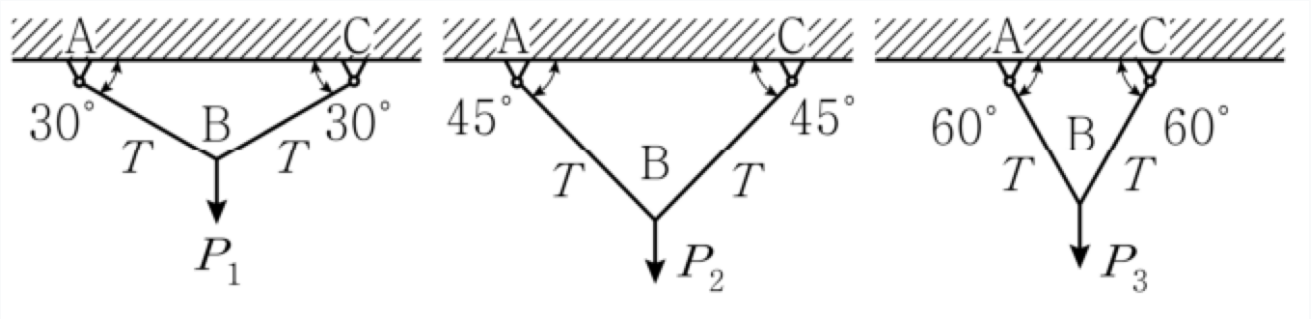
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 건축구조학 · 2021

공무원/지방직/7급 · 건축구조학 · 2021

문 1. 그림과 같은 케이블 구조물에서 인장재 AB, BC의 저항능력이 T인 경우, 각 구조물에 재하할 수 있는 최대하중의 비$P_1 : P_2 : P_3$는? (단, 케이블의 자중은 무시한다)



① P_1: 1, P_2: $\sqrt{2}$, P_3: $\sqrt{3}$

② P_1: $\sqrt{3}$, P_2: $\sqrt{2}$, P_3: 1

③ P_1: 1, P_2: $\frac{1}{\sqrt{2}}$, P_3: $\frac{1}{\sqrt{3}}$

④ P_1: $\frac{1}{\sqrt{3}}$, P_2: $\frac{1}{\sqrt{2}}$, P_3: 1

정답 1번

출제 포인트

대칭 케이블 구조의 절점 B에서 연직방향 평형을 이용하여, 동일한 허용인장력 T를 가질 때의 최대하중을 비교하는 문제이다.

조건 정리

각 구조는 좌우 케이블의 장력이 모두 T인 대칭 구조이다. 케이블이 수평선과 이루는 각은 차례로 30°, 45°, 60°이다. 수평 성분은 서로 상쇄되고, 두 케이블의 연직 성분이 하중 P를 지지한다.

사용할 공식

절점 B의 연직방향 평형식은 $P = 2T\sin\theta$이다. 한 케이블의 연직 성분이 $T\sin\theta$이고, 좌우 두 케이블의 연직 성분을 합하면 하중 P와 같아지기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

① $P_1 = 2T\sin 30^\circ = T$이다.
② $P_2 = 2T\sin 45^\circ = \sqrt{2}T$이다.
③ $P_3 = 2T\sin 60^\circ = \sqrt{3}T$이다.
따라서 $P_1 : P_2 : P_3 = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$이다.

선지 판단

① O. 계산한 최대하중비 $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$과 일치한다.
② X. $P_1 : P_2 : P_3 = \sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$로 두면 케이블 각도가 클수록 연직 성분이 작아진다고 본 셈이다. 틀린 표현 → 올바르게는 각도가 30°에서 60°로 커질수록 $\sin\theta$가 커져 최대하중도 증가한다.
③ X. $1 : 1/\sqrt{2} : 1/\sqrt{3}$은 $\sin\theta$의 역수에 비례한다고 잘못 처리한 값이다. 틀린 표현 → 올바르게는 최대하중은 $\sin\theta$에 비례한다.
④ X. $1/\sqrt{3} : 1/\sqrt{2} : 1$도 각도별 사인값의 순서를 역으로 적용한 비이다. 틀린 표현 → 올바르게는 $P_1 : P_2 : P_3 = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$이다.

오답 포인트

케이블의 경사각이 수평선 기준이라는 점을 놓치거나, 연직 성분을 $T\cos\theta$로 쓰는 경우가 많다. 이 문제의 각도는 수평선과의 각이므로 연직 성분은 $T\sin\theta$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

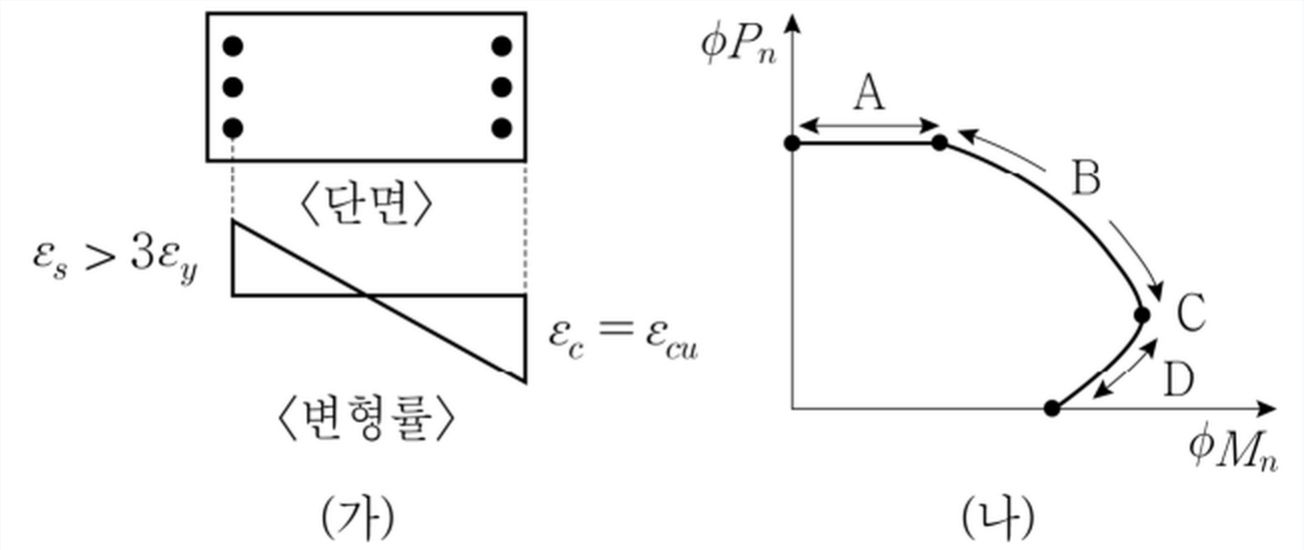
대칭 케이블의 절점에서는 먼저 수평 성분이 상쇄됨을 확인하고, 좌우 연직 성분을 더해 $P = 2T\sin\theta$를 적용한다. 각도가 수평선 기준인지 연직선 기준인지도 함께 확인한다.

암기 포인트

수평선 기준 케이블각 θ: 최대하중은 $2T\sin\theta$이며, 각도가 클수록 더 큰 하중을 지지한다.

NoteBase

문 2. 철근콘크리트 기둥 단면에 그림 (가)와 같이 변형률이 분포된 경우, 이 변형률 분포는 그림 (나)와 같은 설계 축력-휨모멘트($\phi P_n - \phi M_n$) 상관곡선 상에서 어느 부분에 해당하는가? (단, ε_s는 인장철근의 변형률, ε_y는 인장철근의 항복변형률, ε_c는 압축연단의 콘크리트 변형률, ε_{cu}는 콘크리트의 극한변형률이다)



① A 구간

② B 구간

③ C 점

④ D 구간

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 기둥 단면의 극한변형률 분포를 설계 축력-휨모멘트 상관곡선의 구간과 대응시키는 문제이다. 압축연단 콘크리트가 $\varepsilon_c = \varepsilon_{cu}$에 이르고 인장철근 변형률이 $\varepsilon_s > 3\varepsilon_y$이면 인장지배 상태이므로 C점 이후의 D 구간에 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A 구간은 상관곡선에서 설계 축압축강도의 상한을 수평으로 제한한 부분이다. 제시된 것처럼 인장철근이 $3\varepsilon_y$를 초과하여 인장지배가 된 상태를 A 구간으로 보는 표현은 틀리며, 올바르게는 D 구간이다.

② X: B 구간은 C점 이전의 압축지배 또는 전이 상태에 해당하는 부분이다. $\varepsilon_s > 3\varepsilon_y$인 인장지배 상태를 B 구간으로 보는 표현은 틀리며, 올바르게는 D 구간이다.

③ X: C점은 인장철근 변형률이 $3\varepsilon_y$에 도달하는 경계점이다. 문제처럼 $\varepsilon_s > 3\varepsilon_y$인 상태는 이 점 자체가 아니라 그 이후의 D 구간에 해당한다.

④ O: 압축연단 콘크리트는 극한변형률에 도달하고 인장철근은 $3\varepsilon_y$를 초과하므로 인장지배 상태이다. 이는 C점 이후의 D 구간에 대응한다.

오답 포인트

C점을 인장지배 상태 전체로 혼동하기 쉽다. C점은 $\varepsilon_s = 3\varepsilon_y$인 경계이고, 부등호가 $>$이므로 C점이 아니라 D 구간을 선택한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 압축연단 콘크리트가 ε_{cu}에 도달했는지 확인한 뒤, 인장철근 변형률을 $3\varepsilon_y$와 비교한다. 같으면 C점, 크면 C점 이후의 D 구간으로 판단한다.

암기 포인트

$\varepsilon_s = 3\varepsilon_y$는 C점, $\varepsilon_s > 3\varepsilon_y$는 D 구간이다.

NoteBase

문 3. 토질 주상도에서 얻을 수 있는 정보가 아닌 것은?

① 지하수위

② 지층의 N값

③ 지층의 전단파 속도

④ 지층의 구성상태 및 두께

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 토질 주상도(보링 주상도)에 기록·판단할 수 있는 지반 정보와 별도 시험이 필요한 동적 지반 정보를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

토질 주상도는 보링으로 확인한 지층의 종류·구성상태·두께, 지하수위, 표준관입시험 결과 등을 깊이별로 정리한 기록이다. N값은 표준관입시험으로 얻는 관입저항의 지표이다. 전단파 속도는 지반의 동적 특성으로서 PS 검층 등 별도의 탄성파 시험으로 측정한다.

선지별 해설

① O: 보링공 내부의 수위 관측을 통하여 지하수위 정보를 확인하여 주상도에 기록할 수 있다.

② O: 보링 중 표준관입시험을 실시하면 깊이별 N값을 얻어 주상도에 표시할 수 있다.

③ X: 틀린 표현은 '지층의 전단파 속도'이다. 전단파 속도는 일반 보링 주상도만으로 얻는 정보가 아니라 PS 검층 등 탄성파 시험으로 측정하는 동적 지반정수이다.

④ O: 보링 시료와 관찰 결과로 지층의 구성상태와 각 층의 두께를 파악하여 주상도에 나타낼 수 있다.

오답 포인트

②의 N값도 시험 결과이므로 전단파 속도와 같은 방식으로 얻는다고 혼동하기 쉽다. 그러나 N값은 보링 과정에서 병행하는 표준관입시험 결과이고, 전단파 속도는 파의 전달 특성을 측정하는 별도 지반조사 결과이다.

다시 나오면 이렇게 판단

보링 주상도에는 깊이별로 직접 관찰하거나 보링 중 실시한 시험 결과를 기록한다. 지층의 동적 특성인 파속도·탄성파 특성이 제시되면 별도 검층 또는 물리탐사 항목인지 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

주상도는 지층·지하수·N값, 전단파 속도는 PS 검층이다.

NoteBase

문 4. 벽돌구조의 공간쌓기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 연결재의 배치 및 간격은 수직거리 900mm 이하, 수평거리 400mm 이하로 한다.

② 도면 또는 공사시방서에서 정한 바가 없을 때에는 바깥쪽을 주벽체로 하고 안쪽은 반장쌓기(0.5 B)로 하며, 공간 너비는 50 70 mm 정도로 한다.

③ 안쪽 반장쌓기(0.5 B)는 연결재를 사용하여 주벽체에 튼튼히 연결하며 연결재는 벽돌, 철선, 철망, 철근 등이 사용된다.

④ 방습, 단열 등을 목적으로 한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 벽돌구조 공간쌓기의 구성, 연결재 배치 간격 및 설치 목적을 묻는 문제이다.

핵심 개념

공간쌓기는 벽돌벽 두 겹 사이에 공간을 두는 쌓기 방식으로, 방습과 단열에 이용한다. 바깥쪽은 주벽체로 하고 안쪽은 반장쌓기로 하며, 두 벽체는 연결재로 결속한다. 표준시방서상 연결재(벽쌓기용 철물)의 배치는 최대 수직거리 400 mm 이하, 최대 수평거리 900 mm 이하로 한다.

선지별 해설

① X: 연결재의 배치 간격은 최대 수직거리 400 mm 이하, 최대 수평거리 900 mm 이하이다. 선지는 수직거리를 900 mm, 수평거리를 400 mm로 제시해 두 수치를 서로 뒤바꿔 놓았으므로 틀렸다.
② O: 별도 지정이 없으면 바깥쪽을 주벽체로, 안쪽을 반장쌓기(0.5B)로 하고 공간 너비를 50~70 mm 정도로 한다.
③ O: 안쪽 반장쌓기는 연결재로 주벽체에 결속하며, 연결재로 벽돌·철선·철망·철근 등을 사용할 수 있다.
④ O: 두 벽체 사이의 공간은 습기의 침투를 줄이고 열의 전달을 억제하므로 방습과 단열에 도움이 된다.

오답 포인트

①은 수직거리와 수평거리 수치를 서로 바꿔 제시해 혼동하게 한다. 올바른 기준은 수직거리 400 mm 이하, 수평거리 900 mm 이하라는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

공간쌓기 선지에서는 먼저 목적이 방습·단열인지, 다음으로 바깥 주벽체와 안쪽 반장쌓기의 구성이 맞는지 확인한다. 연결재 수치는 수직거리 400 mm 이하, 수평거리 900 mm 이하로 대조한다.

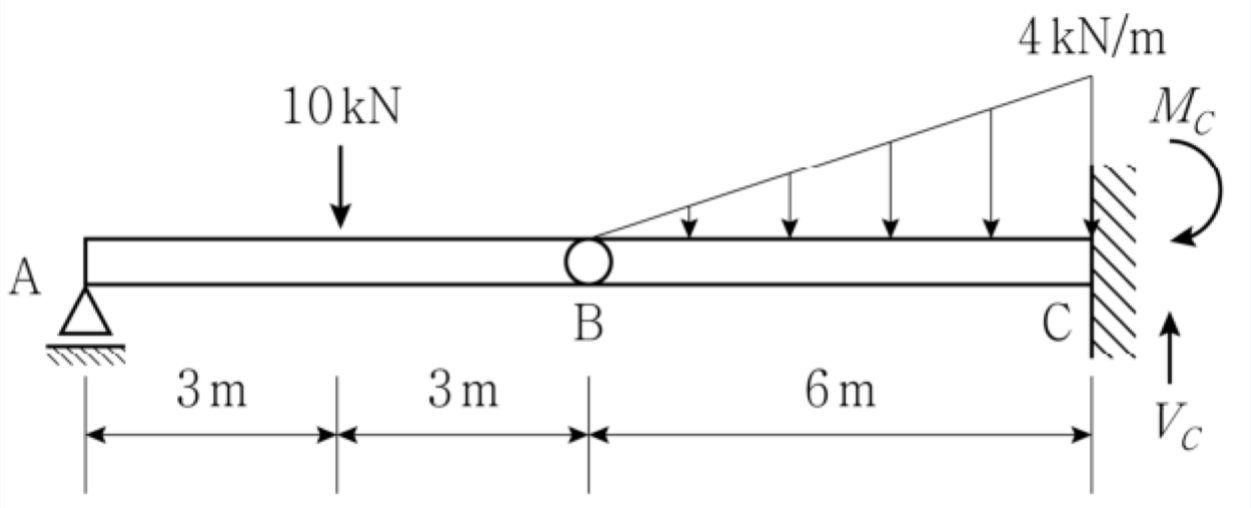
NoteBase

암기 포인트

공간쌓기: 방습·단열 / 연결재: 수직 400, 수평 900 이하이다.

NoteBase

문 5. 그림과 같은 하중을 지지하는 보의 고정단 C에서 반력(V_C, M_C)으로 옳은 것은? (단, A점은 이동단, B점은 활절점(회전절점)이며 보의 자중은 무시한다)



① $V_C = 11\text{kN}$

② $V_C = 12\text{kN}$

③ $M_C = 48\text{kN} \cdot \text{m}$

④ $M_C = 54\text{kN} \cdot \text{m}$

정답 4번

출제 포인트

내부 힌지 B에서 보를 분리한 뒤, 각 부분의 평형조건으로 고정단 C의 전단반력과 고정단모멘트를 구하는 문제이다.

조건 정리

A-B의 길이는 $6m$이고, 중앙에 $10kN$의 집중하중이 작용한다. B-C의 길이는 $6m$이며, 등분포하중이 아니라 B에서 0, C에서 $4kN/m$가 되는 삼각형 분포하중이다. B는 회전절점이므로 B에서 모멘트는 전달되지 않고, 전단력만 양쪽 보에 서로 반대방향으로 작용한다.

사용할 공식

보 전체가 아니라 내부 힌지 B에서 분리한 각 부분에 대해 $\sum F_y = 0, \sum M = 0$을 적용한다. 삼각형 분포하중의 합력은 $W = \frac{1}{2} w_{max} L$이고, 큰 쪽 끝(C)에서 $L/3$, 즉 B에서 $2L/3$ 떨어진 곳에 작용한다. 내부 힌지가 있는 보에서는 힌지의 모멘트가 0이므로, 먼저 A-B의 반력을 구하면 B-C에 작용하는 힌지력이 정해진다.

NoteBase

계산 과정

1. A-B 부분에서 $10kN$ 하중은 양 지점 A, B의 정중앙에 작용한다. 따라서 B가 A-B 부분에 가하는 반력은 $10/2 = 5kN$이다. 작용·반작용에 따라 B-C 부분에는 B에서 아래쪽으로 $5kN$이 작용한다.
2. B-C의 삼각형 분포하중 합력은 $W = \frac{1}{2} \times 4kN/m \times 6m = 12kN$이다. 이 합력은 C에서 $2m$ 왼쪽에 작용한다.
3. B-C의 수직평형에서 $V_C = 5kN + 12kN = 17kN$이다.
4. C점에 대한 모멘트평형에서 하중들의 모멘트는 $5kN \times 6m + 12kN \times 2m = 54kN \cdot m$이다. 이를 상쇄하는 고정단모멘트 M_C는 그림 방향인 시계방향으로 $54kN \cdot m$이다.

선지 판단

① X. V_C는 $11kN$이 아니라 $17kN$이다. 틀린 표현 '$V_C = 11kN$' → 올바르게는 '$V_C = 17kN$'이다. $11kN$은 B의 $5kN$ 하중을 포함하지 않거나 삼각형 하중의 합력을 잘못 계산한 경우에 나온다.
② X. V_C는 $12kN$이 아니라 $17kN$이다. 틀린 표현 '$V_C = 12kN$' → 올바르게는 '$V_C = 17kN$'이다. $12kN$은 삼각형 분포하중의 합력만 고려하고 B에서 전달되는 $5kN$을 누락한 값이다.
③ X. M_C는 $48kN \cdot m$가 아니라 $54kN \cdot m$이다. 틀린 표현 '$M_C = 48kN \cdot m$' → 올바르게는 '$M_C = 54kN \cdot m$'이다. 삼각형 하중의 합력 $12kN$은 C에서 $2m$ 떨어지므로 그 모멘트는 $12 \times 2 = 24kN \cdot m$이다.
④ O. $M_C = 54kN \cdot m$가 맞다. B의 $5kN$에 의한 모멘트 $30kN \cdot m$와 삼각형 하중에 의한 모멘트 $24kN \cdot m$를 합하면 $54kN \cdot m$이다.

오답 포인트

B가 회전절점이라는 이유로 B에서 전달되는 힘까지 0으로 처리하는 실수가 핵심 함정이다. 회전절점에서는 모멘트만 0이고 전단력은 전달된다. 또한 삼각형 분포하중의 합력 위치를 중앙으로 잘못 두면 C점 모멘트가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

내부 힌지가 있으면 힌지에서 보를 분리하고, 한쪽 보의 평형으로 힌지력을 먼저 구한다. 분포하중은 합력과 도심 위치로 바꾼 다음, 고정단에서는 $\sum F_y = 0$으로 전단반력을, 고정단에 대한 $\sum M = 0$으로 고정단모멘트를 구한다.

암기 포인트

삼각형 분포하중: 합력은 '밑변×높이÷2', 작용점은 큰 쪽에서 '밑변÷3'이다. 내부 힌지: 모멘트 0, 전단력 전달이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 건축물의 중요도 분류에서 중요도(1)에 해당하는 건축물은?

① 연면적 900m^{2}인 태풍에 대한 긴급대피수용시설

② 연면적 5,200m^{2}인 전신전화국

③ 연면적 4,200m^{2}인 판매시설

④ 연면적 5,200m^{2}인 노인복지시설

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 건축물의 용도와 연면적에 따라 중요도(특)·중요도(1)·중요도(2)를 구분하는 기준을 묻는다.

핵심 개념

중요도(특)는 재난 시 기능을 유지해야 하거나 긴급대피에 쓰이는 건축물에 적용되는 가장 높은 분류이다.
중요도(1)는 다중이용시설 또는 아동·노인 등 보호대상 관련 시설에 적용되는 분류이다.
전신전화국은 연면적 1,000m^2 이상이면 중요도(특)이고, 판매시설은 연면적 5,000m^2 이상이어야 중요도(1)이다. 노인복지시설은 연면적과 관계없이 중요도(1)이다.

선지별 해설

① X
태풍 등 비상시의 긴급대피수용시설로 지정된 건축물은 중요도(특)이다. 틀린 표현은 중요도(1)로 본 부분이며, 올바르게는 중요도(특)으로 분류한다. 연면적 900m^2는 이 분류를 바꾸지 않는다.

② X
전신전화국은 연면적 1,000m^2 이상이면 중요도(특)이다. 5,200m^2는 이 기준 이상이므로 중요도(1)가 아니라 중요도(특)이다.

③ X
판매시설이 중요도(1)가 되려면 연면적이 5,000m^2 이상이어야 한다. 4,200m^2인 판매시설은 그 기준에 미달한다. 틀린 표현은 중요도(1)에 해당한다고 본 부분이며, 올바르게는 중요도(2)로 분류한다.

④ O
노인복지시설은 연면적 기준 없이 중요도(1)에 해당한다. 따라서 연면적 5,200m^2인 노인복지시설은 중요도(1)이다.

NoteBase

오답 포인트

②는 전신전화국이라는 용도만 보고 중요도(1)로 오인하기 쉽지만, 연면적 $1{,}000m^2$ 이상이면 중요도(특)이다.
③은 판매시설의 $5{,}000m^2$ 기준을 $4{,}200m^2$와 혼동하는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 긴급대피수용시설과 연면적 $1{,}000m^2$ 이상 전신전화국처럼 중요도(특)에 해당하는지를 확인한다.
다음으로 판매시설은 $5{,}000m^2$ 이상인지, 노인복지시설은 면적과 무관하게 중요도(1)인지 차례로 판단한다.

암기 포인트

긴급대피수용시설·큰 전신전화국은 중요도(특), 노인복지시설은 면적과 무관하게 중요도(1), 판매시설은 $5{,}000m^2$ 이상일 때 중요도(1)이다.

NoteBase

문 7. 프리스트레스트콘크리트(prestressed concrete, PSC) 부재 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 프리스트레스트콘크리트 휨부재는 미리 압축을 가한 인장구역에서 사용하중에 의한 인장연단응력에 따라 비균열등급, 부분균열등급, 완전균열등급으로 구분된다.

② 부분균열등급 휨부재의 사용하중에 의한 응력은 균열 환산단면을 사용하여 계산하여야 한다.

③ 유효프리스트레스를 결정하기 위하여 프리스트레스 손실 원인을 고려하여야 한다.

④ 긴장할 때 긴장재의 인장응력은 긴장재 설계기준인장강도의 80 % 또는 설계기준항복강도의 94 % 중 작은 값 이하로 하여야 한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 PSC 휨부재의 균열등급별 사용하중 응력 계산 단면과 프리스트레스의 기본 설계사항을 묻는다.

핵심 개념

비균열등급과 부분균열등급은 사용하중 상태의 응력을 비균열단면으로 계산한다. 완전균열등급은 균열을 고려하므로 균열환산단면으로 계산한다. 유효프리스트레스는 도입 프리스트레스에서 여러 손실을 반영한 뒤 남는 프리스트레스이다.

선지별 해설

① O. PSC 휨부재는 미리 압축을 가한 인장구역의 사용하중에 의한 인장연단응력에 따라 비균열등급, 부분균열등급, 완전균열등급으로 구분한다.

② X. 틀린 표현은 '균열 환산단면'이다. 부분균열등급 휨부재의 사용하중 응력은 비균열단면으로 계산한다. 균열환산단면을 사용하는 것은 완전균열등급 휨부재이다.

③ O. 유효프리스트레스는 긴장 직후의 힘 그대로가 아니라 탄성단축, 크리프, 건조수축, 긴장재 이완 등 프리스트레스 손실을 고려하여 정한다.

④ O. 긴장할 때 긴장재의 인장응력은 긴장재 설계기준인장강도의 80%와 설계기준항복강도의 94% 중 작은 값 이하로 제한한다.

오답 포인트

'부분균열'이라는 말 때문에 부분균열등급도 균열환산단면으로 계산한다고 혼동하기 쉽다. 사용하중 응력 계산에서 균열환산단면을 쓰는 등급은 완전균열등급이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

PSC 휨부재의 등급 문제는 먼저 사용하중 응력 계산 단면을 구분한다. 비균열등급과 부분균열등급은 비균열단면, 완전균열등급은 균열환산단면으로 판단한다. 이어서 유효프리스트레스에는 손실을 반영하고, 긴장 시 응력 제한은 두 상한값 중 작은 값을 적용한다.

암기 포인트

비균열·부분균열은 비균열단면, 완전균열만 균열환산단면이다.

NoteBase

문 8. 사용하중에 의해 휨 균열이 발생된 철근콘크리트 복근보의 순간 처짐량을 산정하기 위하여 필요한 항목이 아닌 것은?

① 인장철근의 설계기준항복강도

② 인장철근량

③ 콘크리트의 설계기준압축강도

④ 압축철근량

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 사용하중으로 휨균열이 발생한 철근콘크리트 복근보의 순간처짐을 산정할 때 필요한 단면 휨강성 산정 항목을 묻는다.

핵심 개념

순간처짐은 사용하중 단계에서의 균열단면 휨강성으로 산정한다. 복근보에서는 콘크리트의 탄성계수와 인장철근량·압축철근량을 이용하여 균열단면의 중립축과 단면2차모멘트를 구한다. 인장철근의 설계기준항복강도는 철근의 항복 여부나 강도설계를 판단하는 값이며, 탄성 범위의 순간처짐 산정에는 직접 필요하지 않다.

선지별 해설

① X — 인장철근의 설계기준항복강도는 강도설계와 항복 판단에 쓰는 값이다. 균열이 발생한 사용하중 단계의 순간처짐은 탄성 휨강성으로 구하므로 직접 필요하지 않다. 틀린 표현은 '필요한 항목'이며, 올바르게는 '인장철근의 설계기준항복강도는 순간처짐 산정의 직접 항목이 아니다.'이다.

② O — 인장철근량은 균열단면의 중립축 위치와 환산단면의 단면2차모멘트에 영향을 주므로 순간처짐 산정에 필요하다.

③ O — 콘크리트의 설계기준압축강도는 콘크리트 탄성계수 산정의 바탕이 되어 균열단면의 휨강성 산정에 필요하다.

④ O — 압축철근량은 복근보의 균열단면 강성에 기여하므로 환산단면과 단면2차모멘트를 구할 때 필요하다.

오답 포인트

①은 철근 관련 값이라는 점 때문에 필요한 값처럼 보이지만, 철근량과 항복강도는 역할이 다르다. 처짐은 사용하중에서의 탄성강성이 핵심이고, 항복강도는 강도 및 항복 판단의 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

사용하중 순간처짐 문제에서는 균열단면의 강성을 바꾸는 재료 탄성계수와 철근 단면적을 찾는다. 강도설계용 항복강도나 극한강도는 처짐 산정의 직접 항목에서 제외한다.

암기 포인트

처짐은 강성, 항복강도는 강도 판단이다. 복근보의 강성에는 인장철근량·압축철근량·콘크리트 탄성계수가 관여한다.

NoteBase

문 9. 철근콘크리트구조에서 전단철근에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, λ는 경량콘크리트계수, f_{ck}는 콘크리트 설계기준압축강도, b_w는 복부의 폭, d는 종방향 인장철근의 중심에서 압축콘크리트 연단까지의 거리이다)

① 부재축에 직각인 스터럽 및 용접철망, 주인장 철근에 45° 이상의 각도로 설치되는 스터럽, 주인장 철근에 30° 이상의 각도로 구부린 굽힘철근 등이 전단철근으로 사용될 수 있다.

② 전단철근의 설계기준항복강도는 500MPa를 초과할 수 없지만 벽체의 전단철근 또는 용접 이형철망을 사용할 경우 전단철근의 설계기준항복강도는 600MPa를 초과할 수 없다.

③ 전단철근에 의한 전단강도 V_s가 $\lambda(\sqrt{f_{ck}}/3)b_w d$ 이하인 경우, 부재축에 직각으로 배치된 전단철근의 간격은 $d/2$ 이하 또한 600mm 이하로 하여야 한다.

④ 기초판의 계수전단력 V_u가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ϕV_c의 1/2을 초과하는 경우 최소 전단철근을 배치하여야 한다.

정답 4번

출제 포인트

철근콘크리트 부재의 전단철근에 관하여 사용할 수 있는 보강 형태, 설계기준항복강도의 한계, 전단철근 간격 및 기초판의 최소 전단철근 예외를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전단철근은 사인장균열에 저항하도록 배치하는 철근이다. 스터럽·용접철망·굽힘철근은 정해진 각도 조건을 충족하면 전단철근으로 사용할 수 있다. 보에서는 계수전단력과 콘크리트 전단강도의 관계에 따라 최소 전단철근을 요구하지만, 기초판은 그 최소 전단철근 규정의 예외이다.

선지별 해설

① O. 부재축에 직각인 스터럽·용접철망, 주인장철근과 45° 이상을 이루는 스터럽, 주인장철근과 30° 이상을 이루는 굽힘철근은 전단철근으로 사용할 수 있다.

② O. 일반 전단철근의 설계기준항복강도는 500 MPa 이하이다. 다만 벽체의 전단철근 또는 용접이형철망을 사용하는 경우에는 600 MPa 이하까지 허용된다.

③ O. $V_s \le \lambda(\sqrt{f_{ck}}/3)b_w d$이면 부재축에 직각인 전단철근의 간격은 $d/2$ 이하이면서 600 mm 이하이다.

④ X. 틀린 표현은 기초판에 최소 전단철근을 반드시 배치해야 한다는 부분이다. 기초판은 $V_u > \phi V_c/2$의 조건이 있더라도 최소 전단철근 배치 규정의 예외이므로, 최소 전단철근을 일률적으로 요구하지 않는다.

NoteBase

오답 포인트

보에 적용되는 $V_u > \phi V_c/2$의 최소 전단철근 판단을 기초판에도 그대로 적용하기 쉽다. ④는 기초판이라는 적용 대상의 예외를 빼고 일반 보의 규정만 제시한 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전단철근 선지는 먼저 철근의 종류·각도와 항복강도 한계를 확인하고, 이어 V_s에 따른 간격 제한을 판단한다. 최소 전단철근 선지는 보·슬래브·기초판 중 어느 부재에 관한 규정인지 먼저 구분한다.

암기 포인트

수직 전단철근은 $d/2$·600 mm, 기초판은 최소 전단철근 예외이다.

NoteBase

문 10. 건축물 기초구조 설계기준에 규정된 말뚝기초에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 현장타설콘크리트말뚝은 특별한 경우를 제외하고 주근은 4개 이상 또한 설계단면적의 0.25% 이상으로 하고 띠철근 또는 나선철근으로 보강할 필요는 없다.

② 침하검토가 중요하지 않은 말뚝기초에서는 말뚝하중이 설계용 한계값인 극한지지력의 1/2 이하인 경우에는 침하검토를 생략할 수 있다.

③ 기성콘크리트말뚝의 허용압축응력은 콘크리트설계기준강도의 최대 1/4까지를 말뚝재료의 허용압축응력으로 한다.

④ 낙엽송 나무말뚝의 허용압축응력은 상시 습윤상태에 있는 경우의 값과 5MPa 중 작은 값을 택한다.

정답 3번

쟁점

이 문제는 말뚝 종류별 허용압축응력과 배근·침하검토 기준을 구별하는 문제이다. 핵심은 기성콘크리트말뚝의 허용압축응력은 콘크리트 설계기준강도의 최대 1/4라는 점이다.

용어 풀이

허용압축응력은 재료가 압축력을 받을 때 설계에서 넘지 않도록 정한 응력의 한도이다.

핵심 구분

문항 적용 기준에서 현장타설콘크리트말뚝은 주근 4개 이상·설계단면적의 0.25% 이상에 더하여 띠철근 또는 나선철근으로 보강하여야 한다. 침하검토 생략은 말뚝하중이 극한지지력의 1/3 이하인 경우에만 가능하다. 나무말뚝 중 소나무·낙엽송·미송은 5MPa를 적용하고, 그 밖의 수종에만 상시 습윤상태 값과 5MPa 중 작은 값을 적용한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
주근 수와 최소 철근비는 맞지만, 현장타설콘크리트말뚝에는 띠철근 또는 나선철근 보강도 필요하다.
틀린 표현: "띠철근 또는 나선철근으로 보강할 필요는 없다"
올바른 표현: "띠철근 또는 나선철근으로 보강하여야 한다"

② X
침하검토가 중요하지 않은 경우에도 생략 기준은 말뚝하중이 극한지지력의 1/3 이하일 때이다. 1/2 이하는 기준을 완화한 수치이다.
틀린 표현: "극한지지력의 1/2 이하"
올바른 표현: "극한지지력의 1/3 이하"

③ O
기성콘크리트말뚝의 말뚝재료 허용압축응력은 콘크리트 설계기준강도의 최대 1/4까지로 한다. 선지는 이 기준과 일치한다.

④ X
낙엽송은 소나무·미송과 함께 허용압축응력을 5MPa로 정한 수종이다. 상시 습윤상태 값과 5MPa 중 작은 값을 택하는 규정은 기타 수종에 적용한다.
틀린 표현: "상시 습윤상태에 있는 경우의 값과 5MPa 중 작은 값"
올바른 표현: "낙엽송의 허용압축응력은 5MPa로 한다"

오답 포인트

①은 주근 수와 철근비를 맞게 제시한 뒤 횡보강의무를 부정하고, ②는 침하검토 생략 기준의 분모를 3에서 2로 바꾸었다. ④는 낙엽송에 적용되는 고정값 규정을 기타 수종의 비교 규정과 바꿔 놓은 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

말뚝기초 선지는 먼저 말뚝 종류를 나눈 뒤 배근, 허용응력, 침하검토의 수치와 적용 대상을 각각 대조한다. 특히 "기타 수종"처럼 적용 대상을 한정하는 표현과 1/3·1/2 같은 분수는 분리하여 확인한다.

암기 포인트

기성콘크리트말뚝은 1/4, 침하 생략은 1/3, 낙엽송은 5MPa이다. 현장타설콘크리트말뚝은 주근·철근비뿐 아니라 띠철근 또는 나선철근 보강까지 필요하다.

NoteBase

문 11. 건축구조기준에 제시된 풍동실험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 풍동 내의 압력 분포는 일정하게 유지한다.

② 레이놀즈수에 의한 영향은 최소화하여 실험한다.

③ 풍동실험을 위해 재현한 상세 주변 모형의 범위 안에 대상 건축물에 특별한 영향을 미칠 건축물이나 장애물이 없는 경우에는 풍동실험에서 얻어진 풍하중과 풍압을 100% 사용하여 설계할 수 있다.

④ 풍동 내 대상건축물 및 주변 모형에 의한 단면폐쇄율은 풍동의 실험단면에 대하여 18% 미만이 되도록 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 건축구조기준상 풍동실험의 실험조건과 풍동실험 결과를 설계에 적용하는 제한을 묻는다.

핵심 개념

풍동실험은 실제 건축현장의 바람 조건을 축소모형으로 재현하여 풍압·풍하중을 평가하는 방법이다. 모형이 실험단면을 과도하게 막으면 유동이 왜곡되므로 단면폐쇄율을 제한한다.

선지별 해설

① O

풍동 내 압력분포는 일정하게 유지되어야 한다. 압력분포가 변하면 모형에 작용하는 바람 조건이 위치에 따라 달라져 실험 결과의 신뢰성이 떨어진다.

② O

레이놀즈수 차이로 생기는 축척효과는 풍동실험 결과를 왜곡할 수 있으므로 그 영향은 최소화하여 실험한다.

③ O

상세 주변 모형의 범위 안에 대상 건축물에 특별한 영향을 미칠 건축물이나 장애물이 없다면, 풍동실험에서 얻은 풍하중과 풍압을 100% 사용하여 설계할 수 있다.

④ X

틀린 표현은 '18% 미만'이다. 대상 건축물 및 주변 모형에 의한 단면폐쇄율은 풍동 실험단면에 대하여 8% 미만이 되도록 해야 한다.

오답 포인트

④는 단면폐쇄율의 제한값을 18%로 바꾸어 놓은 선지이다. 풍동 단면을 모형이 많이 막을수록 유속과 압력장이 왜곡된다는 점에서 8% 미만이라는 작은 제한값을 구별한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

풍동실험 조건은 실제 바람환경의 재현, 압력분포의 일정성, 레이놀즈수 영향의 최소화, 단면폐쇄율 제한으로 판단한다. 수치가 제시되면 단면폐쇄율은 8% 미만인지 확인한다.

암기 포인트

풍동 모형은 단면을 8% 미만으로 막는다.

NoteBase

문 12. 주요구조부가 공칭두께 50mm(실제두께 38mm)의 규격재로 건축된 목구조는?

① 대형목구조

② 경골목구조

③ 중목구조

④ 전통목구조

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 목구조를 주요 구조부에 쓰는 규격재의 단면 크기로 구분하는 기준을 묻는다. 공칭두께 50*mm*, 실제두께 38*mm*의 규격재를 쓰는 것은 경골목구조이다.

핵심 개념

경골목구조는 비교적 작은 단면의 규격재를 촘촘히 세워 벽체·바닥·지붕 골조를 만드는 목구조이다. 결정 차이축은 주요 구조부에 쓰는 규격재의 단면 크기이다.
대형목구조는 큰 단면의 기둥과 보를 주된 구조부로 쓰는 목구조이다.
중목구조는 기둥·보 중심의 비교적 큰 단면 부재로 골조를 구성하는 방식이며, 전통목구조는 전통적인 짜맞춤과 목구법을 사용하는 구조이다.

선지별 해설

① X. 대형목구조는 큰 단면의 목재를 기둥·보로 사용하는 구조이다. 틀린 표현은 '공칭두께 50*mm*(실제두께 38*mm*)의 규격재'에 해당하는 구조를 대형목구조로 본 점이다. 올바르게는 경골목구조이다.
② O. 경골목구조는 공칭두께 50*mm*, 실제두께 38*mm*의 규격재를 주요 구조부로 사용하는 구조이다.
③ X. 중목구조는 기둥·보 중심의 비교적 큰 단면 부재로 골조를 구성한다. 틀린 표현은 해당 규격재 기준을 중목구조로 본 점이며, 올바르게는 경골목구조이다.
④ X. 전통목구조는 전통적인 목구법과 짜맞춤을 중심으로 하는 구조이다. 틀린 표현은 규격재의 공칭·실제 두께 기준만으로 전통목구조를 판단한 점이며, 올바르게는 경골목구조이다.

오답 포인트

'목재 구조'라는 공통점 때문에 대형목구조나 중목구조를 고르기 쉽다. 그러나 50*mm* 공칭두께와 38*mm* 실제두께라는 작은 규격재 단면이 제시되면 경골목구조를 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

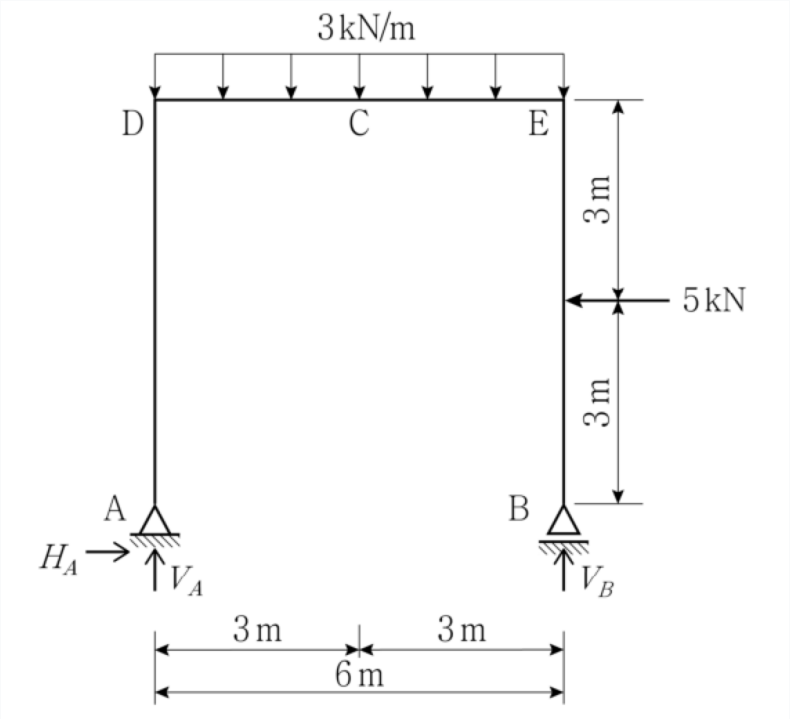
먼저 제시된 목재의 공칭두께와 실제두께가 작은 규격재인지, 큰 단면의 기둥·보인지 구분한다. 작은 규격재를 촘촘히 쓰면 경골목구조이고, 큰 단면 부재를 주로 쓰면 대형목구조 또는 중목구조의 특징이다.

NoteBase

암기 포인트

50*mm* 공칭두께·38*mm* 실제두께 규격재 = 경골목구조이다.

문 13. 그림과 같은 라멘구조물에서 B점의 수직반력(V_B)과 부재 DE의 중앙부 C점의 휨모멘트(M_C)의 크기는? (단, A점은 회전단, B점은 이동단이며 부재의 자중은 무시한다)



① V_B: 6.5kN, M_C: 8.0kN · m

② V_B: 11.5kN, M_C: 8.0kN · m

③ V_B: 6.5kN, M_C: 9.0kN · m

④ V_B: 11.5kN, M_C: 9.0kN · m

정답 3번

출제 포인트

라멘 전체의 평형조건으로 B점 수직반력을 구하고, C점에서 절단한 자유물체의 모멘트 평형으로 휨모멘트의 크기를 구하는 문제이다.

조건 정리

보 DE의 길이는 $6m$이고 등분포하중은 $3kN/m$이므로 그 합력은 $18kN$이며, A점에서 수평거리 $3m$ 지점에 작용한다.

수평하중은 B점에서 높이 $3m$인 위치에서 좌측으로 $5kN$ 작용한다.

C점은 보 DE의 중앙이므로 D점과 C점 사이에는 $3m$ 구간의 등분포하중, 즉 $9kN$의 합력이 있다.

NoteBase

사용할 공식

전체 구조에 대해 $\sum M_A = 0$, 절단한 부분에 대해 $\sum M_C = 0$을 적용한다.
지점반력과 절단면력은 정지한 라멘의 평형을 만족해야 하므로, 먼저 전체 구조의 모멘트 평형으로 V_B를 구한 뒤 C점 절단면의 모멘트를 구한다.

계산 과정

1. A점에 대한 모멘트 평형은 $V_B(6m) - 18kN(3m) + 5kN(3m) = 0$이다. 따라서 $V_B = 6.5kN$이다.
2. 연직방향 평형에서 $V_A + V_B = 18kN$이므로 $V_A = 11.5kN$이다. 이는 B점 반력이 아니라 A점 반력이다.
3. C점의 좌측 부분을 취해 C점에 대한 모멘트를 계산한다. A점의 수평반력 $5kN$, 수직반력 $11.5kN$, DC 구간 하중의 합력 $9kN$을 고려하면 외력모멘트의 합은 $30 - 34.5 + 13.5 = 9.0kN \cdot m$이다. 따라서 이를 평형시키는 C점 휨모멘트의 크기는 $M_C = 9.0kN \cdot m$이다.

선지 판단

① X: $V_B = 6.5kN$은 맞지만, '$M_C = 8.0kN \cdot m$'가 틀리다. 올바르게는 $M_C = 9.0kN \cdot m$이다.
② X: '$V_B = 11.5kN$'가 틀리다. $11.5kN$은 V_A이고, 올바른 B점 반력은 $V_B = 6.5kN$이다. 또한 M_C는 $8.0kN \cdot m$가 아니라 $9.0kN \cdot m$이다.
③ O: $V_B = 6.5kN$, $M_C = 9.0kN \cdot m$로 전체 평형과 C점 절단면 평형을 모두 만족한다.
④ X: '$V_B = 11.5kN$'가 틀리다. 올바르게는 $V_B = 6.5kN$이며, $M_C = 9.0kN \cdot m$만 맞다.

오답 포인트

수평하중 $5kN$은 A점에서 높이 $3m$에 작용하므로 A점에 대한 모멘트 $15kN \cdot m$를 만든다. 이 모멘트를 빼뜨리면 $V_B = 9.0kN$으로 잘못 계산된다. 또한 $11.5kN$은 연직하중의 나머지를 받는 A점 반력인데 이를 B점 반력으로 바꾸어 읽기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

라멘 반력 문제는 등분포하중을 합력으로 치환한 뒤 전체 구조의 수평력·연직력·모멘트 평형을 차례로 적용한다. 특정 단면의 휨모멘트는 그 단면의 한쪽만 절단하고, 절단면에 대한 모멘트 평형으로 구한다.

암기 포인트

등분포하중은 '하중강도 × 길이'의 합력으로 바꾸고, 합력은 등분포 구간의 중앙에 작용한다.

NoteBase

문 14. 철근콘크리트 보의 휨 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 콘크리트 압축연단의 극한변형률은 콘크리트 설계기준압축강도가 40MPa 이하인 경우에는 0.0033으로 가정하고, 40MPa를 초과하고 90MPa 이하인 경우에는 매 10MPa의 강도 증가에 대하여 0.0001씩 감소시킨다.

② 콘크리트 압축연단의 변형률이 극한변형률에 도달한 시점에서 최외단 인장철근의 순인장변형률이 항복변형률의 2.5배 및 0.004 이상인 경우 강도감소계수로 0.85를 적용한다.

③ 최대 및 최소 인장철근비는 철근콘크리트 보의 취성적인 파괴를 방지하기 위한 것이다.

④ SD600 철근의 설계기준 항복변형률은 0.003이 된다.

정답 2번

출제 포인트

철근콘크리트 보의 휨 설계에서 극한변형률, 인장지배단면의 판정, 인장철근비 제한, 철근의 항복변형률을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

인장지배단면은 콘크리트가 압축연단에서 극한변형률에 도달할 때 인장철근이 충분히 크게 변형되어 연성 거동이 확보되는 단면이다. 인장지배단면에는 강도감소계수 $\phi = 0.85$를 적용한다.

철근 항복변형률은 $\varepsilon_y = f_y/E_s$로 구한다. SD600에서는 $\varepsilon_y = 600/200{,}000 = 0.003$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
콘크리트 설계기준압축강도가 40MPa 이하이면 압축연단의 극한변형률을 0.0033으로 보고, 40MPa 초과부터 90MPa 이하에서는 강도 10MPa 증가마다 0.0001씩 낮춘다.

② X
틀린 표현은 "항복변형률의 2.5배 및 0.004 이상"을 강도감소계수 0.85의 적용조건으로 함께 제시한 부분이다. $f_y > 400$MPa인 철근의 인장지배단면은 순인장변형률이 $2.5\varepsilon_y$ 이상일 때이며, f_y≤400 MPa이면 한계는 0.005이다. 0.004는 비프리스트레스트 휨부재에서 f_y≤400 MPa일 때의 최소 허용변형률로서, $\phi = 0.85$의 인장지배 판정값이 아니다.

③ O
최소 인장철근비는 균열 직후의 급작스러운 취성 파괴를 막고, 최대 인장철근비는 과다철근으로 인한 콘크리트 압괴형 취성 파괴를 막기 위한 제한이다.

④ O
SD600의 설계기준 항복강도는 600MPa, 철근의 탄성계수는 200,000MPa이므로
$\varepsilon_y = 600/200{,}000 = 0.003$이다.

오답 포인트

②는 인장지배단면의 한계변형률과 휨부재의 최소 허용변형률을 한 문장에 섞은 선지이다. $\phi = 0.85$는 인장지배단면의 조건으로 판단하고, 0.004는 별도의 최소 허용변형률 규정으로 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

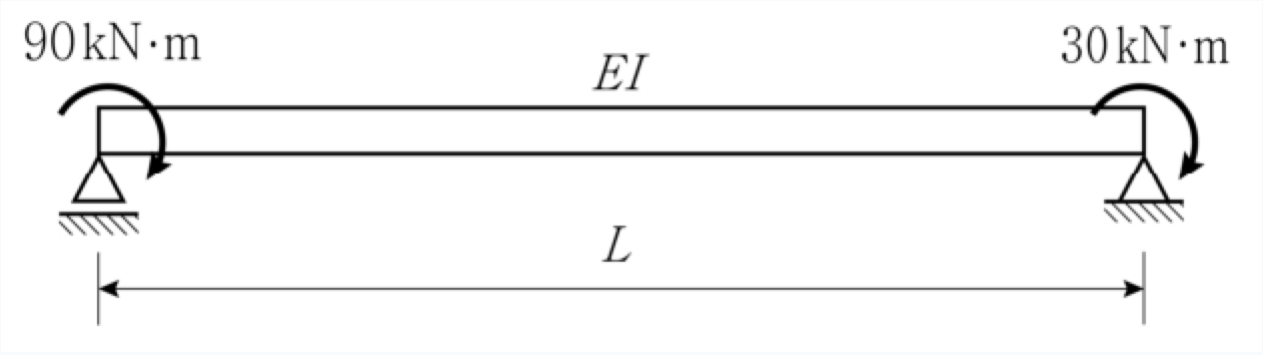
먼저 철근 강도에 따라 인장지배단면 한계를 나눈다. f_y≤400 MPa이면 0.005, $f_y > 400$MPa이면 $2.5\varepsilon_y$ 이상일 때 인장지배단면이 되어 $\phi = 0.85$를 적용한다. 최소 허용변형률은 이 판정과 별도로 확인한다.

암기 포인트

인장지배 $\phi = 0.85$: 저강도 철근은 0.005, 고강도 철근은 $2.5\varepsilon_y$. 최소 허용변형률 0.004와 인장지배 한계를 섞지 않는다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 단순지지된 H형강 휨재를 설계할 때, 횡좌굴모멘트 수정계수 C_b는? (단, 보의 양단부만 횡지지 되어 있고, 수정계수 C_b는 소수점 셋째자리에서 반올림한다)



① 1.00

② 1.67

③ 2.14

④ 2.27

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 양단만 횡지지된 보의 횡좌굴모멘트 수정계수 C_b를 모멘트도 형상으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

좌단 모멘트는 90kN · m, 우단 모멘트는 30kN · m이며, 두 모멘트로 생기는 보의 휨모멘트는 좌단에서 90kN · m로 시작하여 우단에서 −30kN · m가 되도록 직선적으로 변한다. 따라서 $M_{\max} = 90\text{kN} \cdot \text{m}$, $M_A = 60\text{kN} \cdot \text{m}$, $M_B = 30\text{kN} \cdot \text{m}$, $M_C = 0$이다. 여기서 M_A, M_B, M_C는 각각 횡지지되지 않은 길이의 $L/4$, $L/2$, $3L/4$ 위치의 모멘트 절댓값이다.

사용할 공식

$$C_b = \frac{12.5M_{\max}}{2.5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$$

양단만 횡지지된 구간의 모멘트 분포가 선형으로 변하므로, 최대모멘트와 세 지점 모멘트를 사용하는 이 수정계수를 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 모멘트도를 좌단 90에서 우단 -30까지 직선으로 그린다.
2. $L/4$, $L/2$, $3L/4$ 위치의 모멘트 절댓값은 각각 60, 30, 0이다.
3. $C_b = \frac{12.5 \times 90}{2.5 \times 90 + 3 \times 60 + 4 \times 30 + 3 \times 0} = \frac{1125}{525} = 2.142857\ldots$

소수점 셋째 자리에서 반올림하면 $C_b = 2.14$이다.

선지 판단

① X — 계산값 $C_b = 2.14$와 다르다. 틀린 값 1.00 → 올바르게는 2.14이다.
② X — 계산값 $C_b = 2.14$와 다르다. 틀린 값 1.67 → 올바르게는 2.14이다.
③ O — 세 지점 모멘트 60, 30, 0을 식에 대입하면 2.142857…이므로 2.14가 된다.
④ X — 계산값 $C_b = 2.14$와 다르다. 틀린 값 2.27 → 올바르게는 2.14이다.
따라서 정답은 3번이다.

오답 포인트

양단 모멘트의 화살표 방향이 같아도 보 내부의 휨모멘트는 좌단 90에서 우단 -30으로 변하므로, M_A, M_B, M_C를 임의로 같은 값으로 두면 안 된다. 특히 $3L/4$ 위치에서 모멘트가 0이 되는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

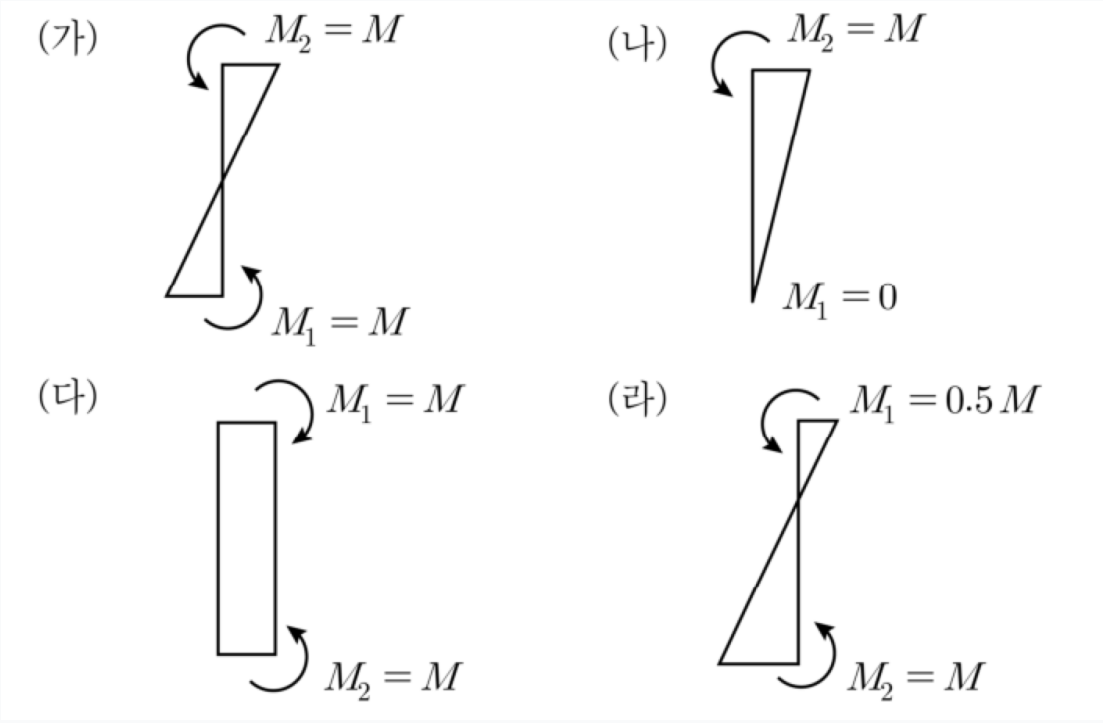
먼저 지지되지 않은 구간의 모멘트도를 그리고, $M_{\max}$와 $L/4$, $L/2$, $3L/4$의 모멘트 절댓값을 읽어 C_b 식에 순서대로 대입한다.

암기 포인트

C_b는 최대모멘트 하나만이 아니라 $L/4$ 간격의 세 모멘트로 모멘트도 형상을 반영한다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 휨 평면상의 지지점 사이에 횡하중이 작용하지 않고 재단모멘트가 작용하는 강재 보-기둥 설계에서 모멘트 구배에 따른 계수 C_m값으로 옳은 것은?



① (가): $C_m = 1.0$

② (나): $C_m = 1.0$

③ (다): $C_m = 0.2$

④ (라): $C_m = 0.4$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지지점 사이에 횡하중이 없는 강재 보-기둥의 단부모멘트 비와 휨곡률 방향을 이용하여 모멘트 구배계수 C_m을 구하는 문제이다.

조건 정리

M_1은 단부의 작은 모멘트, M_2는 큰 모멘트이다. 모멘트도가 서로 반대쪽에 있어 역곡률휨이면 M_1/M_2는 양수이고, 같은 쪽에 있어 단곡률휨이면 M_1/M_2는 음수이다.

사용할 공식

횡하중이 없는 강재 보-기둥에서는 $C_m = 0.6 - 0.4\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$을 사용한다. 이 식은 단부모멘트의 크기비뿐 아니라 휨곡률에 따른 부호까지 반영한다.

NoteBase

계산 과정

(가)는 역곡률휨이고 $M_1/M_2 = +1$이므로 $C_m = 0.6 - 0.4(1) = 0.2$이다.
(나)는 $M_1 = 0$이므로 $C_m = 0.6$이다.
(다)는 단곡률휨이고 $M_1/M_2 = -1$이므로 $C_m = 0.6 - 0.4(-1) = 1.0$이다.
(라)는 역곡률휨이고 $M_1/M_2 = +0.5$이므로 $C_m = 0.6 - 0.4(0.5) = 0.4$이다.

선지 판단

① X
(가)는 역곡률휨에서 양 단부모멘트의 크기가 같으므로 $C_m = 0.2$이다. 틀린 표현은 $C_m = 1.0$이며, 올바르게는 $C_m = 0.2$이다.

② X
(나)는 $M_1 = 0$이므로 모멘트비가 0이고 $C_m = 0.6$이다. 틀린 표현은 $C_m = 1.0$이며, 올바르게는 $C_m = 0.6$이다.

③ X
(다)는 같은 방향의 일정한 모멘트가 작용하는 단곡률휨이므로 모멘트비는 -1이고 $C_m = 1.0$이다. 틀린 표현은 $C_m = 0.2$이며, 올바르게는 $C_m = 1.0$이다.

④ O
(라)는 역곡률휨이고 $M_1/M_2 = 0.5$이다. 따라서 $C_m = 0.6 - 0.4(0.5) = 0.4$이므로 옳다.

오답 포인트

(가)와 (다)는 모두 양 단부모멘트의 크기가 같지만, 모멘트도의 위치가 반대인 역곡률휨인지 같은 쪽인 단곡률휨인지에 따라 M_1/M_2의 부호가 달라진다. 이 부호를 생략하면 ①과 ③을 서로 바꾸어 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 M_1과 M_2의 크기비를 정하고, 모멘트도가 양쪽으로 갈리면 역곡률휨으로 양수, 한쪽에 있으면 단곡률휨으로 음수를 붙인다. 그다음 $C_m = 0.6 - 0.4(M_1/M_2)$에 대입하여 판단한다.

암기 포인트

역곡률은 $M_1/M_2 > 0$이므로 C_m이 작아지고, 단곡률은 $M_1/M_2 < 0$이므로 C_m이 커진다.

NoteBase

문 17. 건축물 강구조의 내진설계 시 두께 20mm인 SN275 강재의 예상항복강도는?

① 291.5MPa

② 302.5MPa

③ 318.0MPa

④ 330.0MPa

정답 2번

출제 포인트

강구조 내진설계에서 SN275 강재의 공칭항복강도에 예상강도계수 R_y를 곱하여 예상항복강도를 구하는 문제이다.

조건 정리

두께 $20mm$인 SN275 강재의 공칭항복강도는 $F_y = 275MPa$이다. 내진설계에서 이 강재의 예상강도계수는 $R_y = 1.1$이며, 구할 값은 예상항복강도 F_{ye}이다.

사용할 공식

$F_{ye} = R_y F_y$

공칭항복강도가 지진 시 재료의 실제 항복강도를 보수적으로 충분히 반영하지 못할 수 있으므로, 예상강도계수 R_y를 곱한다.

계산 과정

1. SN275의 공칭항복강도는 $F_y = 275MPa$이다.
2. 예상강도계수 $R_y = 1.1$을 적용한다.
3. $F_{ye} = 1.1 \times 275 = 302.5MPa$

선지 판단

① X — $291.5MPa$는 $R_y = 1.1$을 적용한 계산값이 아니다. 틀린 수치 $291.5MPa$ → 올바르게는 $302.5MPa$이다.

② O — $275MPa \times 1.1 = 302.5MPa$이므로 예상항복강도와 일치한다.

③ X — $318.0MPa$는 주어진 SN275의 공칭항복강도와 예상강도계수 1.1로부터 나오지 않는다. 틀린 수치 $318.0MPa$ → 올바르게는 $302.5MPa$이다.

④ X — $330.0MPa$는 $275MPa$에 1.2를 곱한 값으로, 이 경우의 예상강도계수 1.1을 잘못 적용한 값이다. 틀린 수치 $330.0MPa$ → 올바르게는 $302.5MPa$이다.

계산 결과 $302.5MPa$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

SN275의 275를 그대로 답으로 쓰거나, 예상강도계수 1.1이 아닌 다른 계수를 곱하는 실수가 생기기 쉽다. 특히 ④의 330.0*MPa*는 1.2를 곱한 값이므로 계수 선택 오류를 드러낸다.

다시 나오면 이렇게 판단

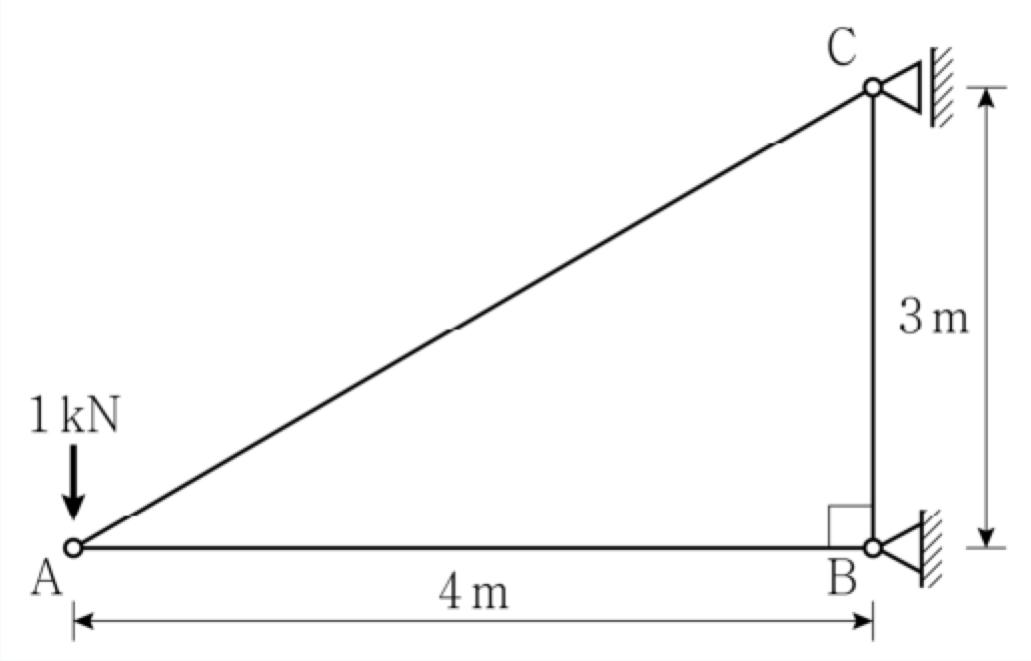
강재의 예상항복강도를 묻는 경우에는 먼저 두께에 맞는 공칭항복강도 F_y를 확인하고, 이어서 $F_{ye} = R_y F_y$를 적용한 뒤 단위를 *MPa*로 검산한다.

암기 포인트

예상항복강도는 공칭항복강도에 R_y를 곱한 값이다: $F_{ye} = R_y F_y$.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 집중하중이 작용하는 트러스에서 A점의 수직처짐은? (단, B점은 회전단, C점은 이동단이며, 모든 부재의 단면적은 $100mm^2$, 탄성계수는 10^5MPa이고, 부재의 자중은 무시한다)



① 2.4mm

② 5.8mm

③ 10.3mm

④ 23.6mm

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단위하중법(가상일법)으로 트러스 A점의 수직처짐을 구하는 문제이다.

조건 정리

부재 길이는 AB=4, 000mm, AC=5, 000mm, BC=3, 000mm이다. 모든 부재에 대해 $A = 100mm^2$, $E = 10^5MPa = 10^5N/mm^2$이므로 $AE = 10^7N$이다.

사용할 공식

단위하중법에 따라 A점에 아래 방향의 단위하중을 가했을 때의 부재축력을 n_i라 하면, 수직처짐은 $\delta_A = \sum(N_i n_i L_i/(AE))$이다. 실제하중과 가상하중의 작용방향이 모두 아래 방향이므로, 실제 축력 N_i와 가상 축력 n_i의 부호를 일관되게 곱해 각 부재의 축변형 기여를 더한다.

NoteBase

계산 과정

3-4-5 삼각형의 절점평형으로 실제 $1kN$ 하중에 대한 축력은 $N_{AB} = -4/3kN$, $N_{AC} = 5/3kN$, $N_{BC} = -1kN$ 이다. 아래 방향 단위하중에 대한 축력비도 각각 $-4/3$, $5/3$, -1이다. 따라서 $\delta_A = \frac{1}{10,000}\left[\left(\frac{4}{3}\right)^2(4,000) + \left(\frac{5}{3}\right)^2(5,000) + (1)^2(3,000)\right] = 2.4mm$이다. 여기서 $10,000kN$은 $AE = 10^7N$을 환산한 값이다.

선지 판단

① O. 단위하중법으로 AB, AC, BC 세 부재의 $NnL/(AE)$를 합하면 $2.4mm$가 된다.
② X. '5.8 mm'가 틀린 값이다. 올바르게는 A점의 수직처짐은 $2.4mm$이다.
③ X. '10.3 mm'가 틀린 값이다. 올바르게는 A점의 수직처짐은 $2.4mm$이다.
④ X. '23.6 mm'가 틀린 값이다. 올바르게는 A점의 수직처짐은 $2.4mm$이다.
계산 결과 $2.4mm$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

BC 부재도 실제축력과 가상축력이 모두 존재하므로 처짐 계산에 포함된다. AB와 AC만 합하면 $2.1mm$가 되어 오답이 된다. 또한 E의 단위인 $MPa = N/mm^2$와 길이의 단위인 mm를 맞추지 않으면 처짐의 단위와 크기가 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

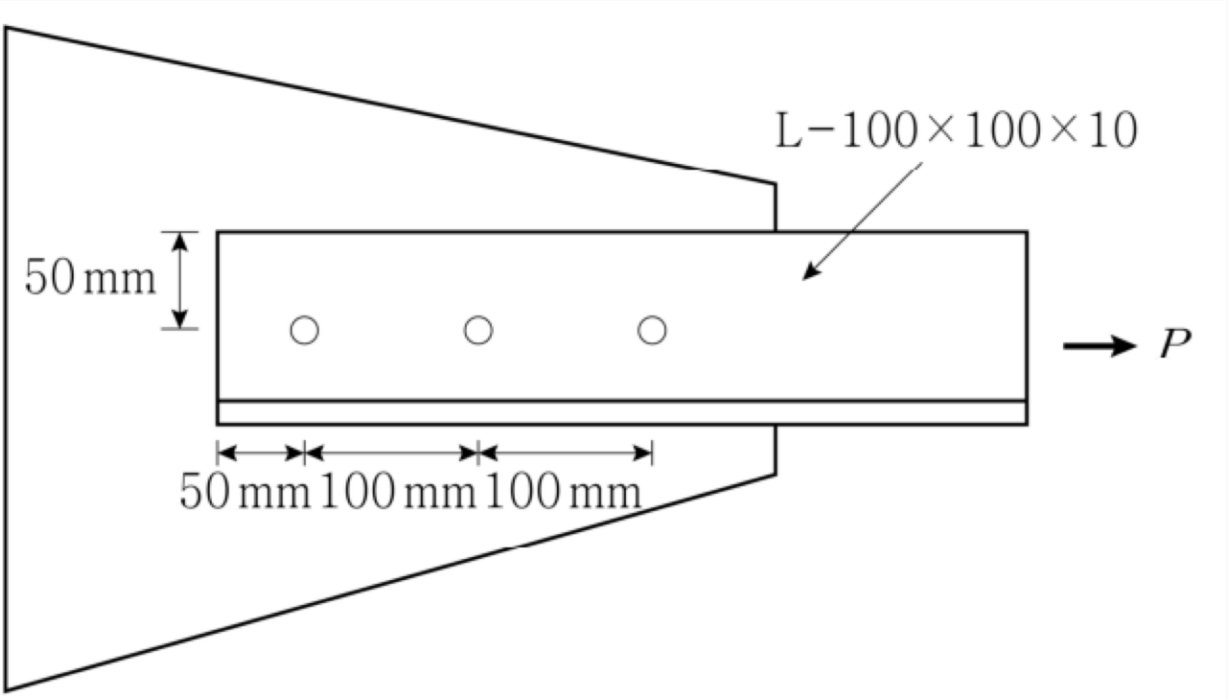
트러스 처짐은 먼저 실제하중으로 N_i를 구하고, 처짐을 구할 방향에 단위하중을 가해 n_i를 구한 뒤, 모든 부재에 대해 $N_i n_i L_i/(AE)$를 합산하여 판단한다.

암기 포인트

트러스 단위하중법은 '실제축력 × 가상축력 × 길이 ÷ EA'를 모든 부재에 대해 더하는 방법이다.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 인장재 등변 ㄱ형강 L-100×100×10에서 설계 블록전단파단강도를 구하기 위한 전단저항순단면적(A_{nv})은? (단, 사용 고장력볼트는 M24 (F10T), 표준구멍이다)



① 365 mm^2

② 500 mm^2

③ 1,825 mm^2

④ 2,500 mm^2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 볼트 3개가 일렬로 배치된 인장재의 블록전단 파단에서 전단저항순단면적 A_{nv}를 구하는 문제이다.

조건 정리

전단면 길이는 $L_v = 50 + 100 + 100 = 250$mm이다.

M24 고장력볼트의 표준구멍 지름은 $d_h = 24 + 3 = 27$mm이고, ㄱ형강의 두께는 $t = 10$mm이다.

전단면에서 볼트구멍 공제 개수는 끝 구멍 반개를 고려하여 n-12=3-12=2.5개이다.

사용할 공식

전단저항순단면적은 A_nv=≤ft\L_v-≤ft(n-12)d_h\t로 계산한다.

블록전단의 전단 파단면은 볼트구멍 때문에 감소하므로, 총 전단길이에서 유효 공제길이를 뺀 뒤 두께를 곱한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전단면 총길이는 $L_v = 250\text{mm}$이다.
2. 구멍 공제길이는 $2.5 \times 27 = 67.5\text{mm}$이다.
3. 따라서 A_nv=≤ft\250-≤ft(3-12)×27\×10=1,825 mm^2이다.

선지 판단

① X. 365mm^2는 $\left(50 - \frac{27}{2}\right) \times 10$으로 산정한 인장저항순단면적 A_{nt}이다. 전단저항순단면적 A_{nv}로는 맞지 않는다. 틀린 값 $365\text{mm}^2 \rightarrow$ 올바르게는 $A_{nv} = 1,825\text{mm}^2$이다.
② X. 500mm^2는 50×10으로 구한 인장저항총단면적 A_{gt}이다. 전단면 길이와 볼트구멍 공제가 모두 반영되지 않았다. 틀린 값 $500\text{mm}^2 \rightarrow$ 올바르게는 $A_{nv} = 1,825\text{mm}^2$이다.
③ O. $\{250 - 2.5 \times 27\} \times 10 = 1,825\text{mm}^2$이므로 전단저항순단면적 A_{nv}와 일치한다.
④ X. $2,500\text{mm}^2$는 250×10으로 계산한 전단저항총단면적 A_{gv}이다. 볼트구멍 공제를 하지 않은 값이다. 틀린 값 $2,500\text{mm}^2 \rightarrow$ 올바르게는 $A_{nv} = 1,825\text{mm}^2$이다.

오답 포인트

④는 구멍 공제를 생략한 전단총단면적이고, ①·②는 전단면적이 아니라 인장면적이다. 특히 전단 순단면적에서는 구멍 3개를 그대로 공제하지 않고 n-12=2.5개를 공제한다.

다시 나오면 이렇게 판단

블록전단 문제에서는 먼저 하중방향의 전단면과 하중직각방향의 인장면을 구분한다. 그다음 전단 순단면적은 L_v에서 ≤ft(n-12)d_h를 공제하고 두께를 곱해 계산한다.

암기 포인트

전단 순단면적은 '전단길이 − 구멍 2.5개분'에 두께를 곱한다. 이 문항에서는 $250 - 67.5 = 182.5$이다.

NoteBase

문 20. 건축물 비구조요소의 내진설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 건물 파라펫의 설계에는 내진설계기준을 적용해야 한다.

② 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재의 설계에는 내진설계기준을 적용해야 한다.

③ 소화배관과 스프링클러 시스템의 중요도계수 I_p는 1.0으로 한다.

④ 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 중량칸막이벽 등 손상 시 피난경로 확보에 지장을 주는 비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.5로 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 건축물 비구조요소의 내진설계 대상과 중요도계수 I_p 적용을 묻는 문제이다.

핵심 개념

비구조요소는 건물의 주된 하중지지 구조체는 아니지만, 지진 때 탈락·파손하거나 기능을 잃으면 인명안전과 피난에 영향을 줄 수 있는 요소이다. 일반 비구조요소의 중요도계수 I_p는 1.0이지만, 지진 후에도 기능 유지가 필요하거나 피난경로를 방해할 수 있는 요소는 1.5를 적용한다.

선지별 해설

① O — 파라펫은 내진설계가 요구되는 비구조요소에 해당한다.

② O — 건물 외부의 치장벽돌 및 외부치장마감석재는 탈락 시 위험이 크므로 내진설계가 요구된다.

③ X — 틀린 표현은 '중요도계수 I_p는 1.0'이다. 소화배관·스프링클러 시스템·소화수조처럼 지진 후에도 인명안전을 위해 기능을 유지해야 하는 비구조요소에는 $I_p = 1.5$를 적용한다.

④ O — 피난경로상의 계단, 캐노피, 비상유도등, 중량칸막이벽은 손상되면 피난경로 확보에 지장을 줄 수 있으므로 $I_p = 1.5$를 적용한다.

오답 포인트

③은 일반 비구조요소의 기본값인 $I_p = 1.0$을 소방·피난 관련 중요 비구조요소에도 적용한 것이 함정이다. 기능유지 또는 피난경로 확보와 연결되면 1.5를 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 해당 요소가 일반 비구조요소인지, 지진 후 기능을 계속해야 하거나 피난을 방해할 수 있는 중요 비구조요소인지를 구분한다. 전자는 원칙적으로 1.0, 후자는 1.5로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

소방 기능·피난 경로 보호 = $I_p = 1.5$, 일반 비구조요소 = $I_p = 1.0$이다.

NoteBase