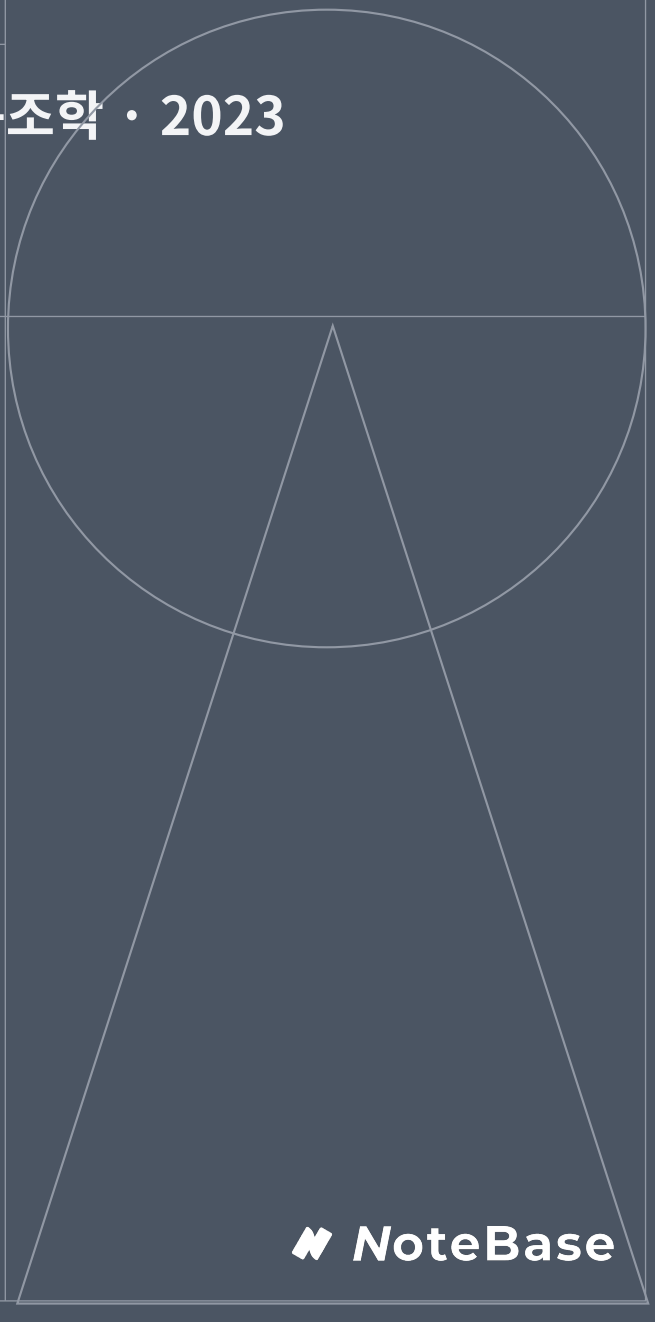
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 건축구조학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 건축구조학 · 2023

공무원/군무원/9급 · 건축구조학 · 2023

1. 철근콘크리트 기초 말뚝에서 콘크리트 피복두께에 관한 기술 중 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 비프리스트레스트 기성콘크리트 말뚝으로 해수에 노출되는 경우: 80mm 이상
   ② 프리스트레스트 기성콘크리트 말뚝으로 해수에 노출되는 경우: 50mm 이상
   ③ 강관, 튜브 또는 영구케이싱으로 감싸지 않은 현장타설말뚝: 65mm 이상
   ④ 강관, 튜브 또는 영구케이싱으로 감싸인 현장타설말뚝: 25mm 이상

정답 2번

출제 포인트

철근콘크리트 기초 말뚝의 콘크리트 최소 피복두께를 콘크리트 종류, 해수 노출 여부, 강관·튜브의 영구 케이싱 여부에 따라 구분하는 문제이다.

핵심 개념

콘크리트 피복두께는 콘크리트 표면에서 가장 가까운 철근이나 강재 표면까지의 거리이며, 강재를 부식과 외부 환경으로부터 보호한다. 이 문항에서는 해수에 노출되는 기성콘크리트 말뚝은 비프리스트레스트 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트 모두 최소 80*mm*의 피복이 필요하다. 강관·튜브가 영구 케이싱으로 보호되지 않으면 65*mm*, 영구 케이싱으로 감싸이면 25*mm* 이상으로 구분한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 비프리스트레스트 기성콘크리트 말뚝이 해수에 노출되는 경우의 피복두께는 80*mm* 이상이므로 적절하다.
② X — 틀린 부분은 '50*mm* 이상'이다. 프리스트레스트 기성콘크리트 말뚝이 해수에 노출되는 경우에는 80*mm* 이상으로 고쳐야 한다. 따라서 가장 적절하지 않은 선지이다.
③ O — 강관 또는 튜브가 영구 케이싱으로 감싸이지 않은 현장타설말뚝은 외부 환경에 직접 영향을 받으므로 피복두께를 65*mm* 이상으로 확보한다.
④ O — 강관 또는 튜브가 영구 케이싱으로 감싸인 현장타설말뚝은 케이싱의 보호를 받으므로 피복두께 25*mm* 이상이 적절하다.

오답 포인트

②에서 '프리스트레스트'라는 말만 보고 피복두께가 더 작다고 판단하기 쉽다. 그러나 이 문항의 결정 조건은 해수 노출이며, 프리스트레스트 기성콘크리트 말뚝도 50*mm*가 아니라 80*mm* 이상이다. 또한 현장타설말뚝은 영구 케이싱이 없으면 65*mm*, 있으면 25*mm*로 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 해수 노출 여부를 확인하고, 다음으로 현장타설말뚝의 강관·튜브가 영구 케이싱으로 감싸였는지를 확인한다. 해수 노출 기성콘크리트 말뚝은 80*mm*, 현장타설말뚝은 케이싱 없음 65*mm*, 케이싱 있음 25*mm*의 대응 관계로 판단한다.

암기 포인트

해수 노출은 80*mm*, 현장타설은 케이싱 없음 65*mm*·있음 25*mm*이다.

NoteBase

2. 다음 유사 활하중에 관한 기술 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 옥상, 발코니, 계단 등의 난간 손스침 부분에 대해서, 0.9 kN의 집중하중을 임의의 방향으로 고려해야 한다.

② 옥상, 발코니, 계단 등의 난간 손스침 부분에 대해서, 2세대 이하의 주거용 구조물의 경우 0.4 kN/m의 등분포하중을 임의의 방향으로 고려해야 한다.

③ 건축물 내부에 설치되는 높이 2.0m 이상의 각종 내벽은 벽면에 직각 방향으로 작용하는 0.2 kN/m² 이상의 등분포하중에 대하여 안전하도록 설계한다.

④ 가로대를 가진 고정사다리의 활하중은 최소한 1.5 kN의 집중하중을 각 부재에 가장 큰 하중효과를 일으키는 위치에 적용한다.

정답 3번

출제 포인트

난간 손스침, 내벽, 고정사다리에 적용하는 유사 활하중의 종류와 최소값을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

유사 활하중은 건축물의 일반 바닥 활하중과 별도로 난간, 내벽, 고정사다리 등에 작용할 수 있는 사용 중 하중을 구조설계에 반영한 것이다.
난간 손스침은 집중하중 또는 용도별 등분포하중을 고려하고, 높이 $1.8m$ 이상의 내벽은 벽면 직각방향의 횡하중을 고려하며, 고정사다리는 가로대 등 각 부재에 불리하게 작용하는 집중하중을 고려한다.

선지별 해설

① O — 옥상·발코니·계단 등의 난간 손스침에는 $0.9kN$의 집중하중을 임의의 방향으로 고려하므로 옳다.
② O — 2세대 이하 주거용 구조물의 난간 손스침에는 $0.4kN/m$의 등분포하중을 임의의 방향으로 고려하므로 옳다.
③ X — '높이 $2.0m$ 이상'과 '$0.2kN/m^2$ 이상'이 모두 틀렸다. 올바르게는 건축물 내부에 설치되는 높이 $1.8m$ 이상의 각종 내벽을 벽면 직각방향으로 작용하는 $0.25kN/m^2$ 이상의 등분포하중에 안전하도록 설계한다. 다만, 이동성 경량칸막이벽 및 이와 유사한 것은 제외한다.
④ O — 가로대를 가진 고정사다리는 최소 $1.5kN$의 집중하중을 각 부재에 가장 큰 하중효과가 생기는 위치에 적용하므로 옳다. 또한 높이 $3m$마다 하나 이상 작용하도록 고려한다.

NoteBase

오답 포인트

③은 내벽 기준을 비슷한 수치로 바꾸어 제시한 선지이다. 기준은 높이 $2.0m$와 하중 $0.2kN/m^2$가 아니라 각각 $1.8m$와 $0.25kN/m^2$이다. 문제의 부정형 표현인 '가장 적절하지 않은 것'도 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

대상별로 하중의 형태와 수치를 묶어 판단한다. 난간은 집중하중 $0.9kN$ 또는 주거용 등분포하중 $0.4kN/m$, 내벽은 높이 $1.8m$ 이상에서 $0.25kN/m^2$, 고정사다리는 집중하중 $1.5kN$을 기준으로 선지의 수치를 대조한다.

암기 포인트

난간 0.9·주거 0.4, 내벽 1.8·0.25, 사다리 1.5로 묶어 기억한다.

NoteBase

3. 다음 용도 중 기본 등분포활하중이 가장 큰 곳은?
① 도서관 서고
② 점유, 사용하지 않는 지붕
③ 주거용 건축물의 거실
④ 체육관 바닥, 옥외경기장

정답 1번

출제 포인트

용도별 기본 등분포활하중을 비교하여 가장 큰 값을 적용하는 곳을 찾는 문제이다.

핵심 개념

기본 등분포활하중은 사람·가구·적재물처럼 사용 중 위치와 크기가 달라지는 하중을 바닥이나 지붕의 단위면적에 고르게 작용한다고 보아 정한 설계하중이다. 이 문항의 네 용도는 도서관 서고 $7.5kN/m^2$, 체육관 바닥·옥외경기장 $5.0kN/m^2$, 주거용 건축물의 거실 $2.0kN/m^2$, 점유·사용하지 않는 지붕 $1.0kN/m^2$의 순서이다.

선지별 해설

① O — 도서관 서고는 책을 밀집하여 적재하므로 기본 등분포활하중이 $7.5kN/m^2$이다. 네 선지 중 가장 크다.
② X — 점유·사용하지 않는 지붕은 $1.0kN/m^2$로 네 선지 중 가장 작다. 올바르게는 '기본 등분포활하중이 가장 큰 곳'이 아니라 '가장 작은 곳'에 해당한다.
③ X — 주거용 건축물의 거실은 $2.0kN/m^2$이므로 서고보다 작다. 올바르게는 기본 등분포활하중이 가장 큰 곳이 아니라 주거용 일반 바닥에 해당한다.
④ X — 체육관 바닥·옥외경기장은 $5.0kN/m^2$로 비교적 크지만 서고의 $7.5kN/m^2$보다 작다. 올바르게는 네 선지 중 두 번째로 큰 곳이다.

오답 포인트

사람이 많이 모이는 체육관 바닥·옥외경기장을 가장 큰 값으로 고르기 쉽다. 그러나 이 문항에서는 사람의 밀집보다 책의 고밀도 적재를 고려하는 도서관 서고의 값이 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

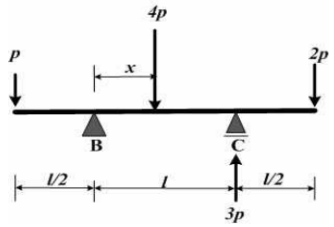
용도별 수치를 같은 단위로 나열한 뒤 가장 큰 값을 비교한다. 서고처럼 무거운 물품이 지속적으로 밀집 적재되는 공간은 일반 거실이나 비점유 지붕보다 큰 활하중을 적용한다.

암기 포인트

서고 7.5, 체육관 5.0, 거실 2.0, 비점유 지붕 1.0의 순서이다.

NoteBase

4. 다음과 같은 평형상태의 구조물에서 지점C의 반력이 $3p$일때 하중 $4p$의 B지점으로 부터의 거리 x로 가장 적절한 것은?



① $x = l$ ② $x = \frac{l}{4}$

③ $x = \frac{l}{8}$ ④ $x = \frac{l}{12}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 평형상태의 보에 대해 한 점 주위의 모멘트 합이 0이라는 조건을 적용하여 하중 $4p$의 작용 위치 x를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 왼쪽 끝의 하중은 p, 오른쪽 끝의 하중은 $2p$, 내부 하중은 $4p$, 지점 C의 반력은 위쪽으로 $3p$이다.
거리: 왼쪽 끝에서 B까지는 $l/2$, B에서 C까지는 l, C에서 오른쪽 끝까지는 $l/2$이다. 따라서 B에서 오른쪽 끝까지의 거리는 $3l/2$이다.
구해야 할 값: 지점 B에서 하중 $4p$까지의 거리 x이다.
주의할 조건: B점에 대한 모멘트를 취하면 B점의 반력은 모멘트팔이 0이므로 식에서 사라진다.

사용할 공식

평형상태이므로 임의의 점에 대한 모멘트의 대수합은 0이다.

$$\sum M_B = 0$$

이 공식을 쓰는 이유: 미지 반력의 작용점인 B를 모멘트 중심으로 선택하면 그 반력을 계산하지 않고도 미지 거리 x를 바로 구할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

반시계방향 모멘트를 양(+)으로 두고 B점에 대한 모멘트 평형식을 세운다. 왼쪽 끝의 하중 p는 반시계방향, 하중 $4p$와 오른쪽 끝의 하중 $2p$는 시계방향, C점 반력 $3p$는 반시계방향 모멘트를 만든다.

$$p\left(\frac{l}{2}\right) - 4px + 3p(l) - 2p\left(\frac{3l}{2}\right) = 0$$

C점 반력의 모멘트 $3pl$과 오른쪽 하중의 모멘트 $3pl$이 서로 소거된다.

$$\frac{pl}{2} - 4px = 0$$

$$4px = \frac{pl}{2}$$

$$x = \frac{l}{8}$$

따라서 하중 $4p$는 B점에서 오른쪽으로 $l/8$ 떨어진 곳에 작용한다.

선지 판단

① X — $x = l$은 계산 결과 $x = l/8$과 일치하지 않는다. 틀린 값 $x = l$은 올바르게는 $x = l/8$이다.
② X — $x = l/4$은 모멘트 평형식에서 $4p$의 계수 또는 거리 관계를 잘못 처리한 값으로, 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 $x = l/4$은 올바르게는 $x = l/8$이다.
③ O — B점에 대한 모멘트 평형에서 $4px = pl/2$이므로 $x = l/8$이다.
④ X — $x = l/12$는 계산 결과 $x = l/8$과 일치하지 않는다. 틀린 값 $x = l/12$는 올바르게는 $x = l/8$이다.

오답 포인트

오른쪽 끝의 하중 $2p$에 대한 모멘트팔을 $l/2$로 보는 것이 핵심 함정이다. 모멘트 중심은 B이므로 그 모멘트팔은 B에서 오른쪽 끝까지의 전체 거리인 $l + l/2 = 3l/2$이다. 또한 왼쪽 끝의 하중 p는 B의 왼쪽에서 아래로 작용하므로 반시계방향 모멘트를 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

보의 평형에서 하중의 위치를 구할 때는 미지 반력이 작용하는 지점을 모멘트 중심으로 잡고, 각 힘의 방향과 모멘트팔을 확인한 뒤 $\sum M = 0$을 적용한다. 모멘트팔은 힘의 작용선에서 모멘트 중심까지의 수직거리로 판단한다.

암기 포인트

미지 반력의 지점에서 모멘트를 취하면 그 반력은 소거된다. 이 문항에서는 B점 모멘트 평형으로 $4px = pl/2$, 따라서 $x = l/8$이다.

NoteBase

5. 공기막구조에 대한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?
① 막 재료가 가볍고 유연하여 운반이나 보관이 용이하다.
② 비계나 발판이 필요없다.
③ 골조 위에 덮어 막 패널의 기능을 수행하는 구조방식이다.
④ 접합부의 마감이 단순하고 조립 및 해체가 용이하다.

정답 3번

출제 포인트

공기막구조가 공기압으로 막에 장력을 형성하여 하중을 지지한다는 원리와 그에 따른 시공상 특징을 묻는 문제이다.

핵심 개념

공기막구조는 막의 안팎에 압력차를 만들거나 공기를 넣은 막 부재를 사용하여 형태와 강성을 유지하는 구조이다. 일반적인 골조에 막을 단순히 덮는 방식과 달리, 공기압으로 인장된 막 자체가 구조적으로 하중을 지지하는 것이 핵심이다. 막 재료가 가볍고 유연하므로 운반·보관이 쉽고, 대규모 보·기둥 골조를 줄일 수 있으며 조립·해체가 비교적 쉽다.

선지별 해설

① O — 막 재료는 가볍고 유연하며 접거나 말 수 있으므로 운반과 보관이 용이하다.
② O — 설치할 때 송풍으로 막을 부풀려 형태를 잡을 수 있으므로 막을 높은 곳에서 펼치기 위한 비계나 작업 발판이 필요하지 않다.
③ X — 틀린 표현은 '골조 위에 덮어 막 패널의 기능을 수행한다'이다. 이는 막을 기존 골조의 피복재로 사용하는 설명에 가깝다. 올바르게는 공기압으로 막에 장력을 형성하여 막 자체가 지붕 면이면서 하중을 지지하는 구조적 기능을 수행한다고 해야 한다.
④ O — 막 재료가 가볍고 연결 방식이 비교적 단순하여 현장 조립과 해체가 용이하다.

오답 포인트

③의 '막 패널'이라는 말만 보면 맞는 설명처럼 보이지만, 결정적으로 잘못된 부분은 '골조 위에 덮어'이다. 공기막구조의 형태와 강성은 주된 골조가 아니라 공기압으로 생긴 막의 장력에서 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

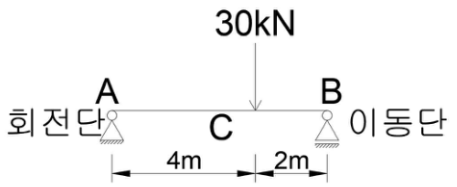
공기막구조 선지는 먼저 지지 원인을 확인한다. 공기압과 막의 인장력으로 형태를 유지한다는 설명은 맞고, 별도의 골조가 막을 지지하며 막은 단순 피복재 역할만 한다는 설명은 공기막구조의 핵심 원리와 맞지 않는다.

암기 포인트

공기막구조는 '골조에 막을 덮는 구조'가 아니라 '공기압으로 막을 당겨 세우는 구조'이다.

NoteBase

6. 그림과 같은 정정보에 집중하중 30kN이 작용할때, 보의 중앙점(c)에서 휨모멘트의 크기[kN·m]는? (단, 보의 자중은 무시하며, 보의 전 길이에 걸쳐 재질 및 단면의 성질은 동일하다.)



① 10 ② 20
③ 30 ④ 40

정답 3번

출제 포인트

단순보의 평형조건으로 지점반력을 구한 뒤, 하중 작용점과 보의 중앙점 C를 구분하여 C에서의 휨모멘트를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 집중하중은 $30kN$, 경간은 $4m + 2m = 6m$이다.
구해야 할 값: 보의 중앙점 C에서의 휨모멘트이다.
주의할 조건: 하중은 A에서 $4m$ 지점에 작용하지만, 중앙점 C는 A에서 $3m$ 지점이다. 따라서 C는 하중 작용점의 왼쪽에 있다.

사용할 공식

전체 보의 평형조건은 $\sum M = 0, \sum V = 0$이다.
$R_B \times 6 - 30 \times 4 = 0$
$R_A + R_B = 30$
C의 왼쪽 구간에는 A의 수직반력만 작용하므로 다음 식을 사용한다.
$M_C = R_A \times 3$
이 공식을 쓰는 이유: C가 집중하중보다 왼쪽에 있으므로 C에서 절단한 왼쪽 자유물체에는 A의 반력만 포함되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. A점에 대한 모멘트 평형으로 B의 반력을 구한다.
$R_B = \frac{30 \times 4}{6} = 20kN$
2. 연직방향 힘의 평형으로 A의 반력을 구한다.
$R_A = 30 - 20 = 10kN$
3. 중앙점 C는 A에서 $3m$ 떨어져 있으므로 C의 휨모멘트를 구한다.
$M_C = 10 \times 3 = 30kN \cdot m$

선지 판단

① X — $10kN \cdot m$는 A의 반력값 10을 그대로 모멘트값으로 잘못 고른 것이다. 올바르게는 반력 $10kN$에 C까지의 거리 $3m$를 곱하여 $30kN \cdot m$이다.
② X — $20kN \cdot m$는 B의 반력값 20을 그대로 모멘트값으로 잘못 고른 것이다. 올바르게는 C의 왼쪽 구간을 기준으로 $M_C = R_A \times 3 = 30kN \cdot m$이다.
③ O — 평형조건에서 $R_A = 10kN$이고 C는 A에서 $3m$ 떨어져 있으므로 $M_C = 10 \times 3 = 30kN \cdot m$이다.
④ X — $40kN \cdot m$는 A에서 $4m$ 떨어진 집중하중 작용점의 휨모멘트 10×4이다. 올바르게는 중앙점 C가 A에서 $3m$ 지점이므로 C의 휨모멘트는 $30kN \cdot m$이다.
계산 결과 $30kN \cdot m$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

도면의 $4m$는 A에서 집중하중 작용점까지의 거리이지 중앙점 C까지의 거리가 아니다. C를 하중 작용점으로 착각하면 ④의 $40kN \cdot m$를 고르게 된다. 또한 지점반력의 단위는 kN, 휨모멘트의 단위는 $kN \cdot m$이므로 반력값만 그대로 답으로 고를 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

단순보의 특정 지점 휨모멘트는 먼저 전체 보의 평형으로 지점반력을 구하고, 해당 지점에서 보를 절단한 뒤 한쪽 구간에 작용하는 힘의 모멘트를 합산한다. 계산 전에 하중의 위치와 모멘트를 구할 지점의 위치를 각각 좌표로 구분한다.

암기 포인트

지점반력은 전체 보의 평형으로, 단면 휨모멘트는 절단한 한쪽 구간의 힘×거리로 구한다. 이 문제에서는 C가 중앙이므로 A에서 $3m$이다.

NoteBase

7. 기초용 콘크리트 또는 충전재의 최소 설계기준 압축강도(f_{ck})에 관한 기술 중 가장 적절하지 않은 것은?
① 내진설계범주 A, B, C에 해당하는 구조의 기초: 18MPa
② 기성콘크리트 파일: 27MPa
③ 마이크로파일: 27MPa
④ 프리스트레스트 기성콘크리트 파일: 30MPa

정답 4번

출제 포인트

기초용 콘크리트 또는 충전재의 종류별 최소 설계기준압축강도 f_{ck}를 구분하는 문제이다. 문두가 '가장 적절하지 않은 것'을 묻고 있으므로 기준값과 다른 선지를 찾는다.

핵심 개념

최소 설계기준압축강도는 기초 요소에 사용되는 콘크리트 또는 충전재가 확보해야 하는 압축강도의 하한값이다. 내진설계범주 A·B·C 구조의 기초는 18*MPa*, 기성콘크리트파일과 마이크로파일은 각각 27*MPa*, 프리스트레스트 기성콘크리트파일은 35*MPa* 이상이다.

선지별 해설

① O — 내진설계범주 A·B·C에 해당하는 구조의 기초는 최소 18*MPa*이므로 적절하다.
② O — 기성콘크리트파일의 최소 설계기준압축강도는 27*MPa*이므로 적절하다.
③ O — 마이크로파일에 사용하는 충전재의 최소 설계기준압축강도는 27*MPa*이므로 적절하다.
④ X — 틀린 표현은 '프리스트레스트 기성콘크리트파일: 30*MPa*'이다. 올바르게는 '프리스트레스트 기성콘크리트파일: 35*MPa* 이상'이다. 따라서 이 선지가 가장 적절하지 않다.

오답 포인트

②·③의 27*MPa*과 ④의 30*MPa*을 비슷한 말뚝 기준으로 묶어 기억하면 틀리기 쉽다. 프리스트레스트 기성콘크리트파일만 더 높은 35*MPa*을 요구한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 문두의 부정형을 확인하고, 기초 요소를 일반 기초·기성콘크리트파일·마이크로파일·프리스트레스트 기성콘크리트파일로 나눈 뒤 각각 18, 27, 27, 35*MPa*의 하한값과 대조한다.

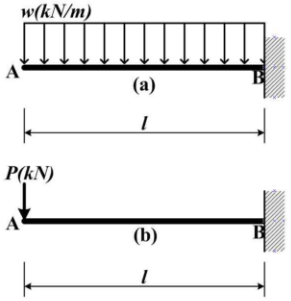
NoteBase

암기 포인트

A·B·C 기초 18, 기성파일·마이크로파일 27, 프리스트레스트 기성파일 35이다.

NoteBase

8. 다음과 같은 캔틸레버 구조물에서 두 구조물의 자유단A에서의 처짐이 같을 때 P와 w의 관계로 가장 적절한 것은? (단, 두 구조물의 EI는 동일)



① $P=\frac{wl}{8}$ ② $P=\frac{3wl}{8}$

③ $P=\frac{5wl}{8}$ ④ $P=\frac{7wl}{8}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 등분포하중과 자유단 집중하중을 받는 캔틸레버의 자유단 처짐 공식을 이용하여 두 처짐이 같아지는 하중 관계를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 두 캔틸레버의 길이는 모두 l이고, (a)에는 전 구간 등분포하중 w, (b)에는 자유단 집중하중 P가 작용한다.
구해야 할 값: 자유단 A의 처짐이 같을 때의 P와 w의 관계이다.
주의할 조건: 두 구조물의 EI가 같고 하중 방향도 같으므로 처짐의 크기를 서로 같게 놓는다.

사용할 공식

등분포하중을 받는 캔틸레버의 자유단 처짐은
$\delta_w = \frac{wl^4}{8EI}$
이고, 자유단 집중하중을 받는 캔틸레버의 자유단 처짐은
$\delta_P = \frac{Pl^3}{3EI}$
이다. 두 그림 모두 길이 전체가 같은 캔틸레버이고 비교 지점이 자유단 A이므로 이 두 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

자유단 처짐의 크기가 같으므로

$\frac{wl^4}{8EI} = \frac{Pl^3}{3EI}$

이다. 양변에서 공통인 EI와 l^3을 약분하면

$\frac{wl}{8} = \frac{P}{3}$

이고, 따라서

$P = \frac{3wl}{8}$

이다.

선지 판단

① X — $P = \frac{wl}{8}$을 대입하면 집중하중에 의한 처짐은 등분포하중에 의한 처짐의 1/3에 불과하여 두 처짐이 같지 않다. 올바르게는 $P = \frac{3wl}{8}$이다.

② O — 두 자유단 처짐을 등치하여 정리한 결과 $P = \frac{3wl}{8}$이므로 옳다.

③ X — $P = \frac{5wl}{8}$을 대입하면 집중하중에 의한 처짐이 등분포하중에 의한 처짐의 5/3이 되어 더 크다. 올바르게는 $P = \frac{3wl}{8}$이다.

④ X — $P = \frac{7wl}{8}$을 대입하면 집중하중에 의한 처짐이 등분포하중에 의한 처짐의 7/3이 되어 더 크다. 올바르게는 $P = \frac{3wl}{8}$이다.

오답 포인트

등분포하중의 총하중 wl을 그대로 자유단 집중하중 P와 같다고 놓으면 안 된다. 두 하중은 보를 휘게 하는 분포 위치가 다르므로 각각의 자유단 처짐 공식을 먼저 적용해야 한다. 특히 $\delta_P = Pl^3/(3EI)$의 계수 3을 누락하면 ①을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

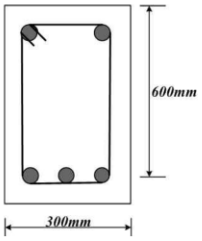
하중 형태와 처짐을 구하는 위치를 먼저 확인하고, 각 경우에 맞는 처짐 공식을 쓴 뒤 공통인 EI와 길이 항을 약분하여 하중 관계를 정리한다.

암기 포인트

캔틸레버 자유단 처짐은 전 구간 등분포하중일 때 $wl^4/(8EI)$, 자유단 집중하중일 때 $Pl^3/(3EI)$이다.

NoteBase

9. 다음 그림과 같은 전단력과 휨모멘트만을 받는 철근콘크리트 보의 설계전단강도(ϕV_c)로 가장 적절한 것은? (단, 보통중량콘크리트보이며, $\sqrt{f_{ck}} = \sqrt{30} = 5.5MPa$ 사용)



① ϕV_c = 123.75kN ② ϕV_c = 115.5kN
③ ϕV_c = 107.25kN ④ ϕV_c = 100.5kN

정답 1번

출제 포인트

전단력과 휨모멘트만 받는 보통중량콘크리트 보에서 콘크리트의 공칭전단강도에 강도감소계수를 적용하여 설계전단강도 ϕV_c를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\sqrt{f_{ck}} = 5.5MPa$, $b_w = 300mm$, $d = 600mm$이다.
보통중량콘크리트이므로 경량콘크리트계수는 $\lambda = 1.0$이다.
전단에 대한 강도감소계수는 $\phi = 0.75$를 적용한다.
구해야 할 값은 설계전단강도 ϕV_c이다.

사용할 공식

전단력과 휨모멘트만 받는 철근콘크리트 보의 콘크리트 공칭전단강도는
$V_c = \frac{1}{6}\lambda\sqrt{f_{ck}}b_w d$
이고, 설계전단강도는
$\phi V_c = \phi\left(\frac{1}{6}\lambda\sqrt{f_{ck}}b_w d\right)$
이다. 문제에서 축력 등의 별도 영향이 제시되지 않았으므로 이 식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 콘크리트의 공칭전단강도를 계산한다.
$V_c = \frac{1}{6}(1.0)(5.5)(300)(600) = 165{,}000N = 165kN$
2. 강도감소계수 $\phi = 0.75$를 적용한다.
$\phi V_c = (0.75)(165) = 123.75kN$
따라서 설계전단강도는 $123.75kN$이다.

선지 판단

① O — $\phi V_c = 123.75kN$으로 계산 결과와 일치한다.
② X — $115.5kN$은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $\phi V_c = 123.75kN$이다.
③ X — $107.25kN$은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $\phi V_c = 123.75kN$이다.
④ X — $100.5kN$은 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 $\phi V_c = 123.75kN$이다.

오답 포인트

그림의 $600mm$는 유효깊이 d이고 $300mm$는 복부폭 b_w이다. 두 치수를 바꾸거나 임의로 철근 피복 두께를 다시 빼면 ②~④와 같은 작은 값을 고르게 된다. 또한 $V_c = 165kN$에서 끝내지 않고 강도감소계수 $\phi = 0.75$를 반드시 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산 순서는 콘크리트 종류에 따른 λ 확인, 그림에서 b_w와 d 판독, V_c 계산, ϕ 적용, N에서 kN으로 단위 변환의 순서이다.

암기 포인트

보통중량콘크리트 보의 기본식은 $V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_{ck}}\,b_w d$이고, 설계값은 여기에 $\phi = 0.75$를 곱한다.

NoteBase

10. 철근콘크리트 구조에서 철근의 간격 제한에 관한 기술 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 동일 평면에서 평행한 철근 사이의 수평 순간격은 25mm 이상, 철근의 공칭지름 이상 그리고 굵은 골재 최대공칭 치수의 4/3 이상으로 하여야 한다.

② 상단과 하단에 2단 이상으로 배치된 경우 상하 철근은 동일 연직면 내에 배치되어야 하고, 이때 상하 철근의 순간격은 25mm 이상으로 하여야 한다.

③ 나선철근 또는 띠철근이 배근된 압축부재에서 축방향 철근의 순간격은 40mm 이상, 또한 철근 공칭 지름의 1.5배 이상으로 한다.

④ 2개 이상의 철근을 묶어서 사용하는 다발철근은 이형철근으로, 그 개수는 6개 이하이어야 하며, 이들은 스터럽이나 띠철근으로 둘러 싸여져야 한다.

정답 4번

출제 포인트

철근의 배치 형태에 따른 최소 순간격과 다발철근의 최대 묶음 개수를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

철근의 순간격은 철근 표면 사이의 빈 거리로, 콘크리트가 철근 사이를 충분히 통과하고 충전될 수 있도록 확보한다. 동일 평면의 평행 철근, 여러 단의 철근, 압축부재의 축방향 철근은 각각 정해진 최소 순간격을 적용한다. 다발철근은 여러 개의 철근을 한 묶음으로 사용하는 철근이며, 한 다발의 철근 수는 4개 이하로 제한된다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 동일 평면에서 평행한 철근 사이의 수평 순간격은 25*mm* 이상이어야 하며, 철근의 공칭지름 이상이고 굵은 골재 최대공칭치수의 4/3 이상이어야 한다. 세 기준 중 가장 큰 값을 확보하는 내용이므로 적절하다.
② O — 철근을 상단과 하단에 2단 이상 배치할 때 상하 철근은 같은 연직면에 놓고, 상하 철근 사이의 순간격을 25*mm* 이상으로 해야 하므로 적절하다.
③ O — 나선철근 또는 띠철근이 배치된 압축부재에서 축방향 철근의 순간격은 40*mm* 이상이면서 철근 공칭지름의 1.5배 이상이어야 하므로 적절하다.
④ X — 틀린 표현은 '그 개수는 6개 이하'이다. 다발철근은 이형철근으로 구성하며 한 다발의 철근 수는 4개 이하로 해야 하고, 스터럽이나 띠철근으로 둘러싸야 한다. 따라서 '6개 이하'는 '4개 이하'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④는 다발철근의 재료와 횡보강 조건을 맞게 제시한 뒤 최대 개수만 6개로 바꾸어 놓았다. '이형철근'과 '스터럽이나 띠철근으로 둘러쌈'이 맞다는 이유로 선지 전체를 옳다고 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

간격 선지는 배치 형태별 기준을 따로 확인한다. 동일 평면은 25*mm*·철근 공칭지름·굵은 골재 최대공칭치수의 4/3을 비교하고, 여러 단 배치는 연직 정렬과 25*mm*, 압축부재의 축방향 철근은 40*mm*와 공칭지름의 1.5배를 확인한다. 다발철근 선지는 최대 4개인지 먼저 확인한다.

암기 포인트

동일 평면은 '25*mm*·1지름·골재 4/3', 압축부재는 '40*mm*·1.5지름', 다발철근은 '최대 4개'로 정리한다.

NoteBase

11. 다음 철근의 이음에 관한 기술 중 가장 적절하지 않은 것은?
① 이음은 가능한 한 최대 인장응력점부터 떨어진 곳에 두어야 한다.
② 서로 다른 크기의 철근을 인장 겹침이음 하는 경우 이음길이는 크기가 큰 철근의 정착길이와 크기가 작은 철근의 겹침이음 길이 중 작은 값 이상이어야 한다.
③ 지름이 22mm 이상인 철근을 겹침 용접이음 할때는 사용하중 상태에서 철근 이음부 주변 콘크리트에 유해한 균열이 발생되지 않도록 횡보강철근을 배치하여야 한다.
④ 다발철근의 겹침이음은 다발 내의 개개 철근에 대한 겹침이음길이를 기본으로 하여 결정하여야 한다.

정답 2번

출제 포인트

철근 이음의 위치, 서로 다른 지름 철근의 겹침이음길이, 굵은 철근 이음부의 횡보강, 다발철근의 이음 원칙을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

철근 이음은 한 철근의 힘을 다른 철근으로 안전하게 전달하도록 정착·부착 성능을 확보하는 접속부이다. 이음 위치는 응력이 작은 곳을 택하고, 서로 다른 크기의 철근을 겹침이음할 때에는 큰 철근의 정착길이와 작은 철근의 겹침이음길이 중 더 큰 값 이상을 확보한다. 굵은 철근의 이음부에는 쪼갬균열을 억제할 횡보강철근이 필요하며, 다발철근은 다발을 이루는 개개 철근의 이음길이를 기준으로 검토한다.

선지별 해설

① O — 철근 이음부는 응력 전달상 취약해질 수 있으므로 가능한 한 최대 인장응력점에서 떨어진, 응력이 작은 위치에 둔다.
② X — 틀린 표현은 '중 작은 값 이상'이다. 두 조건을 모두 만족해야 하므로 이음길이는 큰 철근의 정착길이와 작은 철근의 겹침이음길이 중 큰 값 이상이어야 한다.
③ O — 지름이 22*mm* 이상인 철근을 겹침 용접이음할 때에는 사용하중 상태에서 이음부 주변 콘크리트에 유해한 쪼갬균열이 생기지 않도록 횡보강철근을 배치한다.
④ O — 다발철근의 겹침이음은 다발 전체를 하나의 철근처럼 보아 정하는 것이 아니라, 다발 속 개개 철근에 필요한 겹침이음길이를 기본으로 결정한다.

NoteBase

오답 포인트

②는 큰 철근과 작은 철근에 적용되는 기준 자체는 맞게 제시한 뒤 '작은 값'이라고 바꾸어 놓았다. 이음길이는 두 요구 길이 가운데 하나만 충족하는 최소값이 아니라 두 조건을 모두 만족시키는 지배값으로 정해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이음 관련 선지는 위치·길이·보강·다발철근의 네 기준으로 나누어 판단한다. 위치는 최대 인장응력점 회피, 서로 다른 지름의 이음길이는 두 요구값 중 큰 값, 굵은 철근 이음부는 횡보강, 다발철근은 개개 철근 기준을 적용한다.

암기 포인트

이음은 응력이 작은 곳, 길이는 큰 값, 굵은 철근은 횡보강, 다발철근은 개별 철근 기준이다.

NoteBase

12. 한 부재의 횡지지가새 사이의 간격으로서, 가새 부재의 도심 간의 거리로 측정하는 것에 해당하는 가장 적절한 용어는?
① 순연단거리 ② 유효좌굴길이
③ 게이지 ④ 비지지길이

정답 4번

출제 포인트

가새 부재의 횡지지점 사이에서 실제로 지지되지 않은 길이를 나타내는 용어를 묻는 문제이다.

핵심 개념

비지지길이는 압축부재가 횡방향으로 지지되지 않은 구간의 길이이며, 가새 부재에서는 횡지지가 이루어지는 두 지점의 도심 사이 거리로 측정한다. 유효좌굴길이는 좌굴 조건을 반영하기 위해 비지지길이에 유효길이계수를 적용한 등가 길이이다. 게이지와 순연단거리는 접합부의 볼트구멍 배치와 관련된 치수이다.

선지별 해설

① X — 순연단거리는 접합부에서 볼트구멍 가장자리와 부재 끝단 사이의 순거리로, 횡지지점 사이의 부재 길이가 아니다. 올바르게는 '접합부의 볼트구멍 가장자리에서 부재 끝단까지의 순거리'이다.
② X — 유효좌굴길이는 단부 구속과 좌굴 형태를 반영한 등가 좌굴길이로, 단순히 두 횡지지점의 도심 사이에서 잰 실제 거리가 아니다. 올바르게는 '비지지길이에 유효길이계수를 적용한 좌굴 계산용 길이'이다.
③ X — 게이지는 볼트 접합부에서 하중 방향과 직각인 방향으로 측정한 볼트선 사이의 거리로, 가새의 횡지지점 사이 거리가 아니다. 올바르게는 '볼트선 사이의 횡방향 간격'이다.
④ O — 비지지길이는 압축부재가 횡방향으로 지지되지 않은 구간의 길이이며, 가새 부재에서는 두 횡지지점의 도심 사이 거리로 측정한다.

오답 포인트

②의 '유효좌굴길이'는 좌굴 검토에 쓰이므로 정답처럼 보이지만, 문제는 계수를 반영한 등가 길이가 아니라 횡지지점 사이에서 직접 측정하는 실제 길이를 묻는다. 따라서 '도심 간 거리로 측정'이라는 표현은 비지지길이를 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

두 횡지지점 사이의 실제 간격이면 비지지길이, 단부 구속과 유효길이계수를 반영한 좌굴 계산용 길이면 유효좌굴길이로 판단한다. 볼트구멍이나 볼트선의 간격을 묻는 경우에는 접합부 치수인 순연단거리 또는 게이지를 검토한다.

NoteBase

암기 포인트

횡지지점 도심 간 실제 거리=비지지길이, 좌굴계수 반영 길이=유효좌굴길이이다.

NoteBase

13. 다음 철근콘크리트 내진설계 기준에 관한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 특수모멘트골조 구조벽체의 콘크리트 설계기준 압축강도(f_{ck})는 $21MPa$ 이상이어야 한다.

② 특수철근콘크리트 구조벽체의 경량콘크리트의 설계기준 압축강도(f_{ck})는 $35MPa$을 초과할 수 없다.

③ 지진력에 의한 휨모멘트 및 축력을 받는 특수철근콘크리트 구조벽체 소성영역과 연결보에 사용하는 철근은 설계기준항복강도 f_y가 $600MPa$ 이하이어야 한다.

④ 중간모멘트골조와 특수철근콘크리트 구조시스템의 전단철근의 설계기준항복강도 f_y는 선부재의 경우 $600MPa$ 이하이어야 한다.

정답 4번

출제 포인트

철근콘크리트 내진설계에서 콘크리트의 최소·최대 압축강도와 지진력 저항 철근의 설계기준항복강도 제한을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

내진설계의 재료강도 제한은 큰 강도를 무조건 허용하는 규정이 아니다. 콘크리트는 필요한 품질을 확보하도록 최소강도를 두고, 경량콘크리트와 소성영역의 철근은 취성적 거동을 막고 연성을 확보하도록 최대강도를 제한한다. 특히 전단철근은 선부재와 벽체의 허용 상한이 서로 다르다.

NoteBase

선지별 해설

① O
내진설계 대상 철근콘크리트 구조에 사용하는 콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck}는 $21MPa$ 이상이어야 하므로 적절하다.

② O
특수철근콘크리트 구조벽체에 사용하는 경량콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck}는 $35MPa$를 초과할 수 없으므로 적절하다.

③ O
지진력에 의한 휨모멘트와 축력을 받는 특수철근콘크리트 구조벽체의 소성영역 및 연결보에 사용하는 철근의 설계기준항복강도 f_y는 $600MPa$ 이하이어야 하므로 적절하다.

④ X
틀린 부분은 선부재 전단철근의 설계기준항복강도 f_{yt}를 $600MPa$ 이하라고 한 것이다. 올바르게는 선부재의 전단철근은 $500MPa$ 이하이고, 벽체의 전단철근은 $600MPa$ 이하이다.

오답 포인트

③의 주철근 상한 $600MPa$와 ④의 전단철근 상한을 같은 값으로 처리하기 쉽다. 그러나 전단철근은 부재 종류를 다시 나누어 선부재는 $500MPa$, 벽체는 $600MPa$를 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 콘크리트인지 철근인지 구분하고, 철근이면 주철근인지 전단철근인지 확인한다. 전단철근이라면 선부재와 벽체를 다시 구분하여 각각 $500MPa$와 $600MPa$의 상한을 적용한다.

암기 포인트

내진 전단철근은 선부재 500, 벽체 600이다.

NoteBase

14. 콘크리트 공시체의 시험 횟수가 14회 이하이고, 설계기준강도 $f_{ck} = 27MPa$인 경우 배합강도(f_{cr})로 가장 적당한 것은?

① 34.0MPa ② 34.5MPa
③ 35.0MPa ④ 35.5MPa

정답 4번

출제 포인트

콘크리트 압축강도 시험 횟수가 14회 이하일 때 설계기준강도에 따른 배합강도 f_{cr}의 가산값을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 시험 횟수 14회 이하, 설계기준강도 $f_{ck} = 27MPa$
구해야 할 값: 배합강도 f_{cr}
주의할 조건: 시험 횟수가 14회 이하이고 $21MPa \le f_{ck} \le 35MPa$인 경우에 해당한다.

사용할 공식

$f_{cr} = f_{ck} + 8.5MPa$
시험 횟수가 14회 이하이면 시험자료의 표준편차를 이용하지 않고 설계기준강도 구간별 가산값을 적용한다.
$f_{ck} = 27MPa$는 $21MPa$ 이상 $35MPa$ 이하 구간이므로 $8.5MPa$를 더한다.

계산 과정

$f_{cr} = 27 + 8.5 = 35.5MPa$
따라서 배합강도는 $35.5MPa$이다.

선지 판단

① X — 34.0MPa는 설계기준강도에 7.0MPa만 더한 값이다. 이 조건에서는 8.5MPa를 더해야 하므로 올바르게는 35.5MPa이다.
② X — 34.5MPa는 설계기준강도에 7.5MPa만 더한 값이다. 필요한 가산값보다 1.0MPa 작으므로 올바르게는 35.5MPa이다.
③ X — 35.0MPa는 설계기준강도에 8.0MPa만 더한 값이다. 필요한 가산값보다 0.5MPa 작으므로 올바르게는 35.5MPa이다.
④ O — 27 + 8.5 = 35.5이므로 계산 결과와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

시험 횟수 '14회 이하'를 놓치거나 가산값 $8.5MPa$를 $7.0MPa$, $7.5MPa$, $8.0MPa$로 잘못 기억하면 ①~③을 고르게 된다.

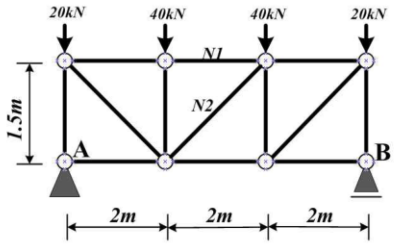
다시 나오면 이렇게 판단

먼저 시험 횟수를 확인하고, 14회 이하이면 설계기준강도가 어느 구간에 속하는지 판단한 뒤 해당 가산값을 더한다. 마지막으로 계산값의 단위가 MPa인지 확인한다.

암기 포인트

14회 이하이고 $21MPa \le f_{ck} \le 35MPa$이면 $f_{cr} = f_{ck} + 8.5MPa$이다.

15. 다음 트러스 구조물에서 N1, N2부재의 부재력으로 가장 적절한 것은?



① $N1 = -53.3kN$(압축), $N2 = -2kN$(압축)
② $N1 = -53.3kN$(압축), $N2 = 0\,kN$
③ $N1 = -56.3kN$(압축), $N2 = -2kN$(압축)
④ $N1 = -56.3kN$(압축), $N2 = 0\,kN$

정답 2번

출제 포인트

대칭 하중으로 지점반력을 구한 뒤 절점법의 수평·수직 평형조건을 적용하여 트러스 부재 N_1, N_2의 부재력과 인장·압축 여부를 판정하는 문제이다.

조건 정리

전체 하중은 $20 + 40 + 40 + 20 = 120kN$이고 구조와 하중이 좌우 대칭이므로 $A_y = B_y = 60kN$, $A_x = 0$이다.
대각재의 수평 길이는 $2m$, 높이는 $1.5m$, 길이는 $2.5m$이므로 $\cos\theta = 2/2.5 = 0.8$, $\sin\theta = 1.5/2.5 = 0.6$이다.
부재력은 인장을 양수, 압축을 음수로 둔다.

사용할 공식

트러스 전체와 각 절점에 평형조건 $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, $\sum M = 0$을 적용한다. 각 부재는 양 끝 절점에 축 방향 힘만 전달하므로, 미지 부재력이 두 개 이하인 절점부터 차례로 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 구조의 대칭으로 지점반력은 각각 $60kN$이다.
2. 지점 A 절점의 평형에서 왼쪽 첫 하현재는 $0kN$, 왼쪽 수직재는 $-60kN$(압축)이다.
3. 왼쪽 위 절점에서 대각재력을 D, 왼쪽 첫 상현재력을 T라 하면

$60 - 20 - 0.6D = 0 \Rightarrow D = 66.7kN$

$T + 0.8D = 0 \Rightarrow T = -53.3kN$

이다.

4. 왼쪽에서 두 번째 위 절점의 수평평형에서 왼쪽 상현재의 압축력이 오른쪽으로 $53.3kN$ 작용하므로

$N_1 + 53.3 = 0 \Rightarrow N_1 = -53.3kN$

이다. 같은 절점의 수직평형으로 수직재는 $-40kN$(압축)이다.

5. 그 아래 절점에서는 왼쪽 대각재의 상향성분 $0.6 \times 66.7 = 40kN$과 수직재의 하향력 $40kN$이 상쇄된다. 따라서 $0.6N_2 = 0$이므로 $N_2 = 0kN$이다.

선지 판단

① X — $N_1 = -53.3kN$(압축)은 맞지만, $N_2 = -2kN$(압축)은 틀리다. 올바르게는 $N_2 = 0kN$인 영부재이다.

② O — 계산 결과가 $N_1 = -53.3kN$(압축), $N_2 = 0kN$이므로 두 값이 모두 일치한다.

③ X — $N_1 = -56.3kN$, $N_2 = -2kN$(압축)이 모두 틀리다. 올바르게는 $N_1 = -53.3kN$(압축), $N_2 = 0kN$이다.

④ X — $N_2 = 0kN$은 맞지만, $N_1 = -56.3kN$(압축)은 틀리다. 올바르게는 $N_1 = -53.3kN$(압축)이다.

오답 포인트

대각재의 기울기에서 수직성분 계수는 $1.5/2.5 = 0.6$이다. 이를 잘못 적용하면 N_1을 $-56.3kN$처럼 계산할 수 있다. 또한 N_2가 있는 절점에서 왼쪽 대각재의 상향성분과 압축 수직재의 하향력이 정확히 상쇄된다는 점을 놓치면 영부재를 작은 압축력으로 오인할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

대칭 하중이면 먼저 지점반력을 구하고, 미지 부재력이 적은 절점부터 절점법을 적용한다. 대각재는 길이비로 수평·수직 성분을 분해하며, 한 절점에서 기존 부재력의 성분이 서로 상쇄되면 남은 부재가 영부재인지 확인한다.

암기 포인트

대칭 반력은 좌우 각각 절반, 절점 평형은 $\sum F_x = 0$과 $\sum F_y = 0$, 힘이 상쇄된 방향의 남은 부재는 영부재가 될 수 있다.

NoteBase

16. 강구조의 필릿용접에 관한 기술 중 가장 적절하지 않은 것은?
① 필릿용접의 유효면적은 유효길이에 유효목두께를 곱한 것으로 한다.
② 겹침이음으로 필릿용접할 때 용접되는 단부 판두께가 10mm인 경우 필릿용접의 최대치수는 10mm이다.
③ 필릿용접의 유효목두께는 용접치수의 0.7배로 한다.
④ 필릿용접에서 용접길이가 110mm, 용접치수가 10mm인 경우 용접유효길이는 90mm가 된다.

정답 2번

출제 포인트

필릿용접의 유효면적, 유효목두께, 유효길이 및 겹침이음에서의 최대 용접치수 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

필릿용접의 용접치수를 s, 총 용접길이를 L, 유효길이를 l_e, 유효목두께를 a라 한다. 겹침이음에서 연단이 용접되는 판의 두께를 t라 할 때, t가 6mm 이상이면 최대 용접치수는 판두께에서 2mm를 뺀 값이다.

사용할 공식

$A_w = l_e a$

$a = 0.7s$

$l_e = L - 2s$

$s_{\max} = t - 2\text{mm} \quad (t \geq 6\text{mm})$

유효면적은 실제로 저항하는 유효길이와 유효목두께의 곱으로 산정하며, 용접 양 끝의 비유효 부분을 반영해 총길이에서 용접치수의 2배를 공제한다.

계산 과정

② 판두께가 10mm이므로 최대 용접치수는 $10 - 2 = 8\text{mm}$이다.

④ 총 용접길이 110mm, 용접치수 10mm를 적용하면 $l_e = 110 - 2 \times 10 = 90\text{mm}$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 필릿용접의 유효면적은 유효길이와 유효목두께의 곱인 $A_w = l_e a$로 산정한다.
② X — '최대치수는 10mm'라는 부분이 틀렸다. 판두께가 10mm이면 올바른 최대 용접치수는 $10 - 2 = 8$mm이다.
③ O — 등각 필릿용접의 유효목두께는 용접치수의 0.7배인 $a = 0.7s$로 본다.
④ O — 유효길이는 총 용접길이에서 용접치수의 2배를 뺀 값이므로 $110 - 2 \times 10 = 90$mm이다.

오답 포인트

②에서 판두께와 최대 용접치수를 같은 값으로 보는 것이 함정이다. 판두께가 6mm 이상인 겹침이음에서는 연단이 충분히 녹도록 최대 용접치수를 판두께보다 2mm 작게 제한한다. 또한 ④에서는 유효목두께의 0.7과 유효길이의 2s 공제를 혼동하지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

필릿용접 선지는 '면적은 길이×목두께, 목두께는 0.7s, 유효길이는 $L - 2s$, 판두께가 6mm 이상인 연단의 최대치수는 $t - 2$mm'의 순서로 대입해 판단한다.

암기 포인트

필릿용접은 $A_w = l_e a$, $a = 0.7s$, $l_e = L - 2s$이며, t≥6 mm인 겹침이음의 연단 최대치수는 $t - 2$mm이다.

NoteBase

17. 점토로 만든 조적개체의 탄성계수(E_m)가 18,300MPa일 때 전단탄성계수는 얼마인가?

① 7,320MPa ② 8,235MPa
③ 9,150MPa ④ 10,065MPa

정답 1번

출제 포인트

점토로 만든 조적개체의 탄성계수 E_m와 전단탄성계수 G_m의 관계인 $G_m = 0.4E_m$를 이용해 전단탄성계수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $E_m = 18{,}300MPa$
구해야 할 값: 전단탄성계수 G_m
주의할 조건: 두 탄성계수의 단위가 모두 MPa이므로 별도의 단위 변환은 필요하지 않다.

사용할 공식

$G_m = 0.4E_m$
점토로 만든 조적개체의 전단탄성계수는 탄성계수의 40%로 산정하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

$G_m = 0.4 \times 18{,}300 = 7{,}320MPa$
따라서 전단탄성계수는 $7{,}320MPa$이다.

선지 판단

① O — $18{,}300 \times 0.4 = 7{,}320$이므로 계산 결과와 일치한다.
② X — $8{,}235MPa$는 E_m에 0.45를 곱한 값이어서 잘못이다. 올바르게는 0.4를 곱한 $7{,}320MPa$이다.
③ X — $9{,}150MPa$는 E_m에 0.5를 곱한 값이어서 잘못이다. 올바르게는 0.4를 곱한 $7{,}320MPa$이다.
④ X — $10{,}065MPa$는 E_m에 0.55를 곱한 값이어서 잘못이다. 올바르게는 0.4를 곱한 $7{,}320MPa$이다.

오답 포인트

선지들은 모두 $18{,}300MPa$에 서로 다른 비율을 곱한 값이다. 0.45, 0.5, 0.55가 아니라 점토로 만든 조적개체의 관계식에 따른 계수 0.4를 적용해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

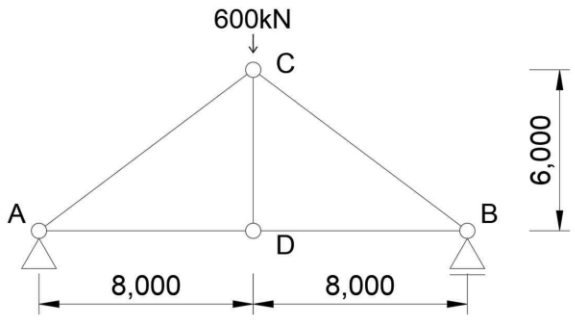
탄성계수가 주어지고 전단탄성계수를 묻는 경우 먼저 재료에 해당하는 관계식 $G_m = 0.4E_m$을 선택하고, 주어진 값에 0.4를 곱한 뒤 단위를 확인한다.

암기 포인트

점토 조적개체는 $G_m = 0.4E_m$, 즉 전단탄성계수는 탄성계수의 40%이다.

NoteBase

18. 다음 트러스에서 각 부재의 내력 값은? (길이 단위: mm)



① AC=500kN(압축력), AD=400kN(인장력)
② AC=350kN(압축력), AD=500kN(인장력)
③ AC=500kN(압축력), AD=500kN(인장력)
④ AC=350kN(압축력), AD=400kN(인장력)

정답 1번

출제 포인트

대칭 트러스의 지점반력을 구한 뒤 절점법의 수평·수직 평형조건으로 부재 AC와 AD의 축력 및 인장·압축 여부를 판단하는 문제이다.

조건 정리

전체 형상과 하중이 중앙선을 기준으로 대칭이므로 A와 B의 수직반력은 각각 $300kN$이다. 부재 AC의 수평거리와 높이는 각각 $8{,}000mm$, $6{,}000mm$이므로 길이는 $10{,}000mm$이다. 따라서 AC가 수평선과 이루는 각을 θ라 하면 $\sin\theta = 0.6$, $\cos\theta = 0.8$이다.

사용할 공식

전체 트러스의 평형과 A절점의 평형을 사용한다.

$A_y + B_y = 600kN$

$\sum F_y = 0, \qquad \sum F_x = 0$

트러스의 각 절점은 평형상태이고 각 부재는 축방향 힘만 전달하므로, 한 절점에 작용하는 부재력을 수평·수직 성분으로 분해해 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 대칭성에 따라 $A_y = B_y = 300kN$이다.
2. A절점에서 부재력이 절점 밖으로 향하는 인장력이라고 가정한다. 수직방향 평형은 $300 + F_{AC}(0.6) = 0$ 이므로 $F_{AC} = -500kN$이다. 음수는 처음 가정한 인장과 반대임을 뜻하므로 AC는 $500kN$의 압축력을 받는다.
3. 수평방향 평형은 $F_{AD} + F_{AC}(0.8) = 0$이다. 따라서 $F_{AD} - 500(0.8) = 0$이므로 $F_{AD} = 400kN$이고, 양수이므로 AD는 인장력을 받는다.

선지 판단

① O — AC는 $500kN$의 압축력, AD는 $400kN$의 인장력이므로 계산 결과와 모두 일치한다.
② X — 'AC=350kN(압축력), AD=500kN(인장력)'이 모두 틀리다. 올바르게는 AC=500kN(압축력), AD=400kN(인장력)이다.
③ X — AC=500kN(압축력)은 맞지만 'AD=500kN(인장력)'이 틀리다. 올바르게는 AD=400kN(인장력)이다.
④ X — 'AC=350kN(압축력), AD=400kN(인장력)' 중 AD는 맞지만 AC의 크기가 틀리다. 올바르게는 AC=500kN(압축력)이다.

오답 포인트

AC의 축력을 전체 하중의 절반인 $300kN$과 바로 같게 두면 안 된다. A의 수직반력은 AC 축력의 수직성분인 $0.6F_{AC}$와 평형을 이루므로 AC의 크기는 $300/0.6 = 500kN$이다. 또한 부재력을 인장으로 가정해 얻은 음수는 힘의 크기가 음수라는 뜻이 아니라 실제 부재력이 압축이라는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

대칭 트러스는 먼저 전체 평형으로 지점반력을 구하고, 미지 부재력이 2개 이하인 절점을 골라 절점법을 적용한다. 사재의 방향비를 구한 뒤 수직평형으로 사재력을, 수평평형으로 수평재력을 계산하고, 가정한 인장방향에 대한 부호로 인장·압축을 판정한다.

암기 포인트

대칭 반력은 하중의 절반, 6-8-10 사재의 성분비는 수직 0.6·수평 0.8, 음의 인장 가정값은 압축이다.

NoteBase

19. 초고층 구조형식 중 횡변위를 제어하기 위해서 건물의 일부 층을 강성이 큰 벽체나 트러스 형태의 구조물을 띠같이 설치하는 방식으로 횡력에 저항하는 것은?
① 튜브구조
② 가새튜브구조
③ 묶음튜브구조
④ 골조-아웃리거 시스템

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 초고층 건물의 횡력저항 구조 중 일부 층에 강성이 큰 벽체나 트러스를 띠처럼 설치하는 시스템을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

골조-아웃리거 시스템은 건물의 일부 층에 강성이 큰 아웃리거 벽체 또는 트러스를 두어 코어와 외곽 기둥·골조가 함께 횡력과 전도모멘트에 저항하도록 하는 구조이다.
튜브계 구조는 주로 외곽 기둥과 보 또는 가새를 연속적으로 구성하여 건물 외주가 하나의 수직 튜브처럼 거동하게 하는 방식이다.
구별 기준은 '일부 층의 강한 벽체·트러스 띠'이면 골조-아웃리거, '외주 골조의 튜브 거동'이면 튜브계 구조라는 점이다.

선지별 해설

① X — 튜브구조는 외곽에 촘촘히 배치된 기둥과 보가 건물 외주를 하나의 튜브처럼 만들어 횡력에 저항하는 방식이다. 틀린 부분은 '튜브구조'라는 판단이며, 제시된 설명은 골조-아웃리거 시스템에 해당한다.
② X — 가새튜브구조는 건물 외곽에 대각 가새를 설치하여 외주 튜브의 전단 강성과 횡강성을 높이는 방식이다. 틀린 부분은 '가새튜브구조'라는 판단이며, 일부 층에 강한 벽체나 트러스를 띠처럼 두는 방식은 골조-아웃리거 시스템이다.
③ X — 묶음튜브구조는 여러 개의 튜브를 묶어 하나의 구조체처럼 거동시키는 방식이다. 틀린 부분은 '묶음튜브구조'라는 판단이며, 제시된 방식은 여러 튜브의 결합이 아니라 골조-아웃리거 시스템이다.
④ O — 골조-아웃리거 시스템은 일부 층의 강성이 큰 벽체나 트러스를 통해 코어와 외곽 기둥·골조를 연결하여 전체가 함께 횡력과 전도모멘트에 저항하게 한다. 문제의 '건물의 일부 층'과 '띠같이 설치'라는 표현에 정확히 부합한다.

NoteBase

오답 포인트

모든 선지가 초고층 건물의 횡력저항 시스템이므로 명칭만 보고 고르면 혼동하기 쉽다. 이 문항의 결정적 단서는 ‘건물의 일부 층’에 ‘강성이 큰 벽체나 트러스’를 ‘띠같이’ 설치한다는 표현이다. 외주 전체가 튜브처럼 거동하는 ①~③과 일부 층에서 코어와 외곽 골조를 연결하는 ④를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

일부 기계층·특정 층의 강한 벽체나 트러스가 코어와 외곽 기둥을 연결하면 골조-아웃리거로 판단한다. 외곽 기둥·보, 외곽 대각 가새, 여러 튜브의 결합이 핵심이면 각각 튜브구조, 가새튜브구조, 묶음튜브구조로 판단한다.

암기 포인트

특정 층의 강한 띠로 코어와 외곽을 연결하면 골조-아웃리거이다.

NoteBase

20. 지붕층 바닥의 중심간격이 6.0m이고 길이가 9.0m인 철골보 H-400×200×7×11에 5.0kN/m^{2}의 고정하중과 2.0kN/m^2 활하중이 작용하고 있다. 철골보의 소요강도 값은? (단, 철골보의 자중은 이미 고정하중에 포함된 것으로 가정)

① 42kN/m ② 55kN/m
③ 55.2kN/m ④ 57.2kN/m

정답 3번

출제 포인트

고정하중과 활하중을 보의 부담폭으로 선하중화하고, 강도설계용 하중조합을 적용하여 철골보의 소요강도를 구하는 문제이다.

조건 정리

고정하중: $D = 5.0kN/m^2$
활하중: $L = 2.0kN/m^2$
보의 부담폭: 중심간격 $6.0m$
구해야 할 값: 단위길이당 소요강도 w_u
철골보의 자중은 이미 고정하중에 포함되어 있으므로 별도로 더하지 않는다. 보 길이 $9.0m$는 전체 하중을 구할 때 필요하지만, 단위가 kN/m인 선하중을 구할 때는 곱하지 않는다.

사용할 공식

면하중을 선하중으로 바꾸면
$w_D = D \times 6.0, \qquad w_L = L \times 6.0$
강도설계용 소요강도는
$w_u = 1.2w_D + 1.6w_L$
이다. 고정하중과 활하중이 함께 작용하므로 각각의 하중계수를 적용한다.

계산 과정

1. 고정하중의 선하중은 $w_D = 5.0 \times 6.0 = 30.0kN/m$이다.
2. 활하중의 선하중은 $w_L = 2.0 \times 6.0 = 12.0kN/m$이다.
3. 소요강도는
$w_u = 1.2(30.0) + 1.6(12.0) = 36.0 + 19.2 = 55.2kN/m$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $42kN/m$는 하중계수를 적용하지 않고 $(5.0 + 2.0) \times 6.0$으로 구한 사용하중이다. '$42kN/m$'가 아니라 소요강도는 $55.2kN/m$이다.
② X — '$55kN/m$'는 정확한 계산값 $55.2kN/m$의 소수 부분을 임의로 버린 값이다. 올바른 값은 $55.2kN/m$이다.
③ O — $1.2(5.0 \times 6.0) + 1.6(2.0 \times 6.0) = 55.2kN/m$이므로 소요강도와 일치한다.
④ X — '$57.2kN/m$'는 주어진 고정하중·활하중과 하중조합으로 계산되지 않는다. 올바른 값은 $55.2kN/m$이다.

오답 포인트

①의 $42kN/m$는 면하중을 선하중으로 바꾸기만 한 값이다. 문제에서 묻는 '소요강도'는 사용하중이 아니라 계수하중이므로 $1.2D + 1.6L$을 적용해야 한다. 또한 자중 포함 단서를 놓치고 철골보 자중을 다시 더하거나, 선하중을 묻는데 보 길이 $9.0m$를 곱하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

면하중에 보의 부담폭을 곱해 고정 선하중과 활 선하중을 각각 구한 뒤, '소요강도'이면 하중조합을 적용한다. 마지막에는 답의 단위가 kN/m인지 전체 하중 단위인 kN인지 확인한다.

암기 포인트

면하중→선하중은 부담폭을 곱하고, 소요강도는 $1.2D + 1.6L$을 적용한다.

NoteBase

21. 지붕의 적설하중 관련, 건축구조기준 설계하중의 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 창고, 추녀마루, 15°이내의 낮은 경사도를 가진 박공지붕과 처마에서부터 꼭대기까지의 각접선각도가 수평면으로부터 10°보다 낮은 곡면지붕에는 평지붕적설하중의 최소 허용값을 적용한다.

② 지상적설하중이 1.0kN/m^{2}이하인 곳에서 평지붕적설하중은 지상적설하중에 중요도계수를 곱한 값 이상으로 한다.

③ 지상적설하중이 1.0kN/m^{2}을 초과하는 곳에서의 평지붕적설하중은 0.5kN/m^{2}에 중요도계수를 곱한 값 이상으로 한다.

④ 지상적설하중이 1.0kN/m^{2}이하인 지역에서는 지붕의 경사각 이하인 모든 지붕에 눈 위의 비로 인한 하중 0.25kN/m^{2}을 추가하여야 한다. 이 추가하중은 평지붕적설하중 또는 경사지붕적설하중에 적용하여야 하며 최소적설하중, 부분재하, 국부적설하중에는 적용할 필요가 없다.

정답 3번

쟁점

이 문제는 완경사지붕의 최소 평지붕설하중과 눈 위의 비로 인한 추가하중을 구별하는 문제이다. 핵심은 지상설하중이 $1.0kN/m^2$ 이하인 경우와 이를 초과하는 경우의 최소값을 나누어 판단하는 것이다.

용어 풀이

지상설하중은 지면에 쌓이는 눈을 기준으로 정한 하중이고, 평지붕설하중은 이를 지붕의 노출·온도·중요도 등의 조건에 맞추어 산정한 하중이다. 중요도계수는 건축물의 용도와 중요도에 따라 설하중을 조정하는 계수이다.

핵심 구분

완경사지붕의 최소 평지붕설하중은 지상설하중이 $1.0kN/m^2$ 이하이면 지상설하중에 중요도계수를 곱한 값 이상으로 하고, $1.0kN/m^2$을 초과하면 $1.0kN/m^2$에 중요도계수를 곱한 값 이상으로 한다. 따라서 초과 구간의 기준값을 $0.5kN/m^2$로 제시한 문장은 틀린다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 창고, 추녀마루, 15 ° 이내의 낮은 경사도를 가진 박공지붕과 문제에 제시된 조건을 만족하는 완만한 곡면지붕에는 평지붕설하중의 최소허용값을 적용한다.

② O
- 지상설하중이 $1.0kN/m^2$ 이하인 곳에서는 평지붕설하중을 지상설하중에 중요도계수를 곱한 값 이상으로 한다.

③ X
- 지상설하중이 $1.0kN/m^2$을 초과할 때 적용하는 기준값은 $0.5kN/m^2$가 아니라 $1.0kN/m^2$이다.
- 틀린 표현: '$0.5kN/m^2$에 중요도계수를 곱한 값 이상'
- 올바른 표현: '$1.0kN/m^2$에 중요도계수를 곱한 값 이상'

④ O
- 지상설하중이 $1.0kN/m^2$ 이하인 지역의 완만한 지붕에는 눈 위의 비로 인한 $0.25kN/m^2$의 추가하중을 평지붕설하중 또는 경사지붕설하중에 적용한다. 이 추가하중은 최소설하중, 부분재하, 국부설하중에는 적용하지 않아도 된다.

오답 포인트

③의 $0.5kN/m^2$는 여러 기준값과 혼동하도록 만든 수치이다. 지상설하중이 $1.0kN/m^2$을 초과하는 구간에서도 최소 평지붕설하중의 기준값은 $1.0kN/m^2$이며, 여기에 중요도계수를 곱한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지상설하중이 $1.0kN/m^2$ 이하인지 초과인지 확인한다. 이하이면 '지상설하중 × 중요도계수', 초과이면 '$1.0kN/m^2$ × 중요도계수'를 최소값으로 판단한다. 눈 위의 비 $0.25kN/m^2$는 별도의 추가하중이라는 점도 구분한다.

암기 포인트

완경사지붕 최소설하중은 $1.0kN/m^2$에서 구간을 나누며, 초과 구간의 최소 기준도 $1.0kN/m^2$이다.

NoteBase

22. 부재의 단면성능에서 단면의 주축 관련 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?
① 단면의 주축은 단면의 도심을 지나지 않을 수 있다.
② 단면의 주축은 직교한다.
③ 단면의 주축에 관한 단면상승모멘트는 '0'이다.
④ 단면의 주축에 관한 단면2차모멘트는 최대 또는 최소이다.

정답 1번

출제 포인트

단면의 주축이 갖는 기하학적 성질과 주축에 대한 단면상승모멘트·단면2차모멘트의 성질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

단면의 주축은 도심을 지나면서 그 축에 관한 단면상승모멘트가 0이 되는 한 쌍의 직교축이다. 주축 방향에서는 단면2차모멘트가 최대 또는 최소의 극값을 갖는다.

선지별 해설

① X — '단면의 도심을 지나지 않을 수 있다'는 표현이 틀리다. 단면의 주축은 단면의 도심을 지나야 한다. 따라서 가장 적절하지 않은 설명이다.
② O — 한 쌍의 주축은 서로 직교한다.
③ O — 주축에 관한 단면상승모멘트는 0이다. 이는 주축을 판별하는 핵심 조건이다.
④ O — 주축 방향에서 단면2차모멘트는 최대 또는 최소가 된다. 즉, 주단면2차모멘트는 극값을 갖는다.

오답 포인트

'주축은 단면의 도심을 지나지 않을 수 있다'는 ①의 표현이 함정이다. 임의의 축과 달리 단면의 주축은 도심을 통과하는 축이며, 주축에 관한 단면상승모멘트가 0이라는 조건과 함께 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주축 관련 선지는 '도심 통과, 서로 직교, 단면상승모멘트 0, 단면2차모멘트 최대·최소'의 네 가지 성질과 대조하여 판단한다. 이 중 하나를 부정하면 틀린 설명이다.

암기 포인트

주축은 도심을 지나고 서로 직교하며, 단면상승모멘트는 0, 단면2차모멘트는 극값이다.

NoteBase

23. 적설하중, 풍하중, 지진하중의 산정에서 사용하는 중요도계수(I_S, I_W, I_E)에서 중요도 등급에 따른 계수가 가장 큰 것은?

① 적설하중에서 사용하는 중요도(1)의 중요도계수(I_S)

② 풍하중에서 사용하는 50층이상의 건축물의 중요도계수(I_W)

③ 풍하중에서 사용하는 중요도(특)의 중요도계수(I_W)

④ 내진하중에서 사용하는 중요도(2)의 중요도계수(I_E)

정답 1번

출제 포인트

적설하중·풍하중·지진하중에 적용하는 중요도계수의 값을 구분하고 그 크기를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

중요도계수는 건축물의 용도·규모와 하중의 종류에 따라 설계하중에 반영하는 계수이다.
적설하중의 중요도(1)는 $I_S = 1.2$, 풍하중의 50층 이상 건축물은 $I_W = 1.05$, 풍하중의 중요도(특)는 $I_W = 1.00$, 지진하중의 중요도(2)는 $I_E = 1.00$이다. 따라서 네 값 중 $I_S = 1.2$가 가장 크다.

선지별 해설

① O — 적설하중에서 중요도(1)의 중요도계수는 $I_S = 1.2$이다. 비교 대상인 1.05, 1.00, 1.00보다 크므로 가장 큰 계수이다.
② X — 50층 이상 건축물의 풍하중 중요도계수는 $I_W = 1.05$로, $I_S = 1.2$보다 작다. 틀린 표현은 '계수가 가장 크다'이며, 올바르게는 '50층 이상 건축물의 I_W는 1.05로 적설하중 중요도(1)의 I_S보다 작다'이다.
③ X — 풍하중에서 중요도(특)의 중요도계수는 $I_W = 1.00$이므로 가장 큰 값이 아니다. 틀린 표현은 '계수가 가장 크다'이며, 올바르게는 '중요도(특)의 I_W는 1.00으로 $I_S = 1.2$보다 작다'이다.
④ X — 지진하중에서 중요도(2)의 중요도계수는 $I_E = 1.00$이므로 가장 큰 값이 아니다. 틀린 표현은 '계수가 가장 크다'이며, 올바르게는 '중요도(2)의 I_E는 1.00으로 $I_S = 1.2$보다 작다'이다.

오답 포인트

'중요도(특)'이라는 명칭만 보고 ③을 고르기 쉽다. 그러나 하중 종류마다 중요도계수 체계가 다르며, 풍하중의 중요도(특) I_W와 지진하중의 내진특등급 I_E를 같은 값으로 보면 안 된다. 또한 ②의 '50층 이상'이라는 규모 표현도 계수가 최댓값이라는 뜻은 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

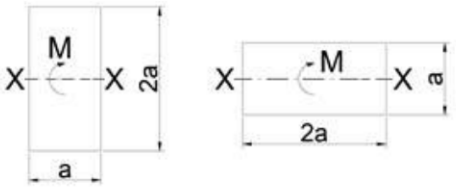
먼저 계수의 아래첨자로 하중 종류를 구분한 뒤 각 값을 직접 비교한다. 이 문항에서는 적설하중 중요도(1)의 $I_S = 1.2$가 50층 이상 풍하중의 $I_W = 1.05$보다 크고, 나머지 두 값은 모두 1.00임을 확인한다.

암기 포인트

적설 중요도(1)는 1.2, 50층 이상 풍하중은 1.05, 풍하중 중요도(특)와 지진하중 중요도(2)는 1.00이다.

NoteBase

24. 스팬 6m의 단순보 중앙에 10kN의 집중하중이 가력될 때 단면 A와 단면 B를 단순보의 단면으로 사용하는 경우 보의 최대 처짐의 비는?



단면 A 단면 B

① δ_A: 1 , δ_B: 2
② δ_A: 1 , δ_B: 4
③ δ_A: 1 , δ_B: 8
④ δ_A: 1 , δ_B: 16

정답 2번

출제 포인트

단순보 중앙에 집중하중이 작용할 때의 최대 처짐 공식과 직사각형 단면의 단면2차모멘트를 이용하여 두 보의 최대 처짐비를 구하는 문제이다.

조건 정리

두 보는 경간 $L = 6m$, 중앙 집중하중 $P = 10kN$, 재료의 탄성계수 E가 같다. 단면 A는 폭 a, 높이 $2a$이고, 단면 B는 폭 $2a$, 높이 a이다. 따라서 처짐비는 하중과 경간이 아니라 각 단면의 수평 중립축에 대한 단면2차모멘트 차이로 결정된다.

사용할 공식

단순보 중앙 집중하중에 의한 최대 처짐은

$\delta_{max} = \frac{PL^3}{48EI}$

이고, 폭 b, 높이 h인 직사각형 단면의 수평 중립축에 대한 단면2차모멘트는

$I = \frac{bh^3}{12}$

이다. 두 보의 P, L, E가 같으므로 δ는 I에 반비례한다.

NoteBase

계산 과정

단면 A의 단면2차모멘트는
$I_A = \frac{a(2a)^3}{12} = \frac{2}{3}a^4$
이고, 단면 B의 단면2차모멘트는
$I_B = \frac{(2a)a^3}{12} = \frac{1}{6}a^4$
이다. 따라서
$\frac{I_A}{I_B} = 4$
이며 처짐은 단면2차모멘트에 반비례하므로
$\frac{\delta_B}{\delta_A} = \frac{I_A}{I_B} = 4$
이다. 즉, $\delta_A : \delta_B = 1 : 4$이다.

선지 판단

① X — $\delta_A : \delta_B = 1 : 2$가 아니라 $1 : 4$이다. 단면 높이는 단면2차모멘트에서 세제곱되므로 높이비만 그대로 적용할 수 없다.
② O — 계산 결과 $\delta_A : \delta_B = 1 : 4$이므로 옳다.
③ X — $\delta_A : \delta_B = 1 : 8$이 아니라 $1 : 4$이다. 높이의 세제곱비 8만 보고 폭의 비가 함께 작용하는 것을 누락한 값이다.
④ X — $\delta_A : \delta_B = 1 : 16$이 아니라 $1 : 4$이다. 단면2차모멘트비 4에 다시 불필요한 제곱을 적용한 값이다.

오답 포인트

단면 A와 B의 면적은 모두 $2a^2$로 같지만 휨 강성은 같지 않다. 직사각형 단면의 휨 성능은 중립축에 수직인 높이 h의 세제곱에 크게 좌우된다. 또한 처짐비는 단면2차모멘트비와 같은 방향이 아니라 역비례 관계임을 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 하중·경간·재료의 보를 비교할 때는 먼저 휨 방향에 대한 $I = bh^3/12$를 각각 계산하고, 그다음 $\delta \propto 1/I$를 적용하여 처짐비를 반대로 취한다.

암기 포인트

직사각형 단면은 $I = bh^3/12$, 단순보 중앙 집중하중의 최대 처짐은 $\delta_{\max} = PL^3/(48EI)$이다. 높이는 세제곱, 처짐은 I에 반비례한다.

NoteBase

25. 볼트 조임시 표준볼트장력을 확보하기 위하여 유의사항 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 토크관리법을 사용한 조임법에서 볼트인장력의 차이는 20%정도 발생할 수 있으므로 조임기구 사용 시 매일 보정해야 한다.

② 고장력볼트 군의 중앙에서 양측단 쪽으로 조임해 간다.

③ 고장력볼트는 2회 조임하는 것으로 하며, 1차조임 토크값으로 조인 후, 본조임을 실시한다. 이때, 너트와 고장력볼트 및 와셔와의 공회전을 확인해야 한다.

④ 작업온도에 따른 토크계수의 변화로 인하여 고장력볼트장력의 크기가 달라지므로 온도의 영향을 고려하여야 한다.

정답 1번

출제 포인트

고장력볼트가 소정의 표준볼트장력을 확보하도록 토크관리법의 관리 기준, 볼트군의 조임 순서, 1차조임과 본조임 절차, 온도의 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

표준볼트장력은 고장력볼트 마찰접합에 필요한 축력을 안정적으로 도입하기 위한 목표 조임장력이다.
토크관리법은 실제 작업에 사용할 볼트와 조임기기로 적정 토크를 미리 확인·조정하여 목표 장력을 도입하는 방법이며, 토크계수는 마찰 상태와 온도 등의 영향을 받는다.

NoteBase

선지별 해설

① X
토크관리법에서는 볼트인장력의 차이가 약 10% 발생할 수 있으므로 조임기기를 매일 보정한다. 따라서 '20% 정도'라고 한 수치가 잘못되었다.

② O
볼트군은 중앙부에서 양쪽 단부 방향으로 조여 간다. 중앙에서 바깥쪽으로 순차적으로 조이면 먼저 조인 볼트의 장력이 인접 볼트 조임에 의해 흐트러지는 현상을 줄일 수 있다.

③ O
고장력볼트는 1차조임 후 금매김을 하고 본조임하는 2단계로 조인다. 본조임 뒤에는 금매김의 어긋남과 너트·볼트·와셔의 동시 회전 또는 공회전 여부를 확인하여 정상적으로 축력이 도입되었는지 검사한다.

④ O
토크계수는 온도와 마찰 상태의 영향을 받으므로 같은 조임 토크를 가해도 도입되는 볼트장력이 달라질 수 있다. 따라서 작업온도의 영향을 고려하여 조임 조건을 관리해야 한다.

오답 포인트

①은 '매일 보정'이라는 익숙한 관리 문구 때문에 전체가 옳아 보이게 만든 선지이다. 그러나 문항의 핵심 오류는 토크관리법의 볼트인장력 차이를 일률적으로 20%라고 단정하고 이를 보정의 직접 근거로 연결한 부분이다.

다시 나오면 이렇게 판단

고장력볼트 조임 선지는 '중앙부에서 단부로', '1차조임 후 금매김과 본조임', '온도에 따른 토크계수 변화'를 기본 원칙으로 확인한다. 토크관리법의 변동률을 특정 비율로 단정한 문장은 그 수치와 적용 근거를 별도로 검토한다.

암기 포인트

고장력볼트 조임은 중앙에서 단부로, 1차조임·금매김·본조임 순서로 진행하며, 토크계수는 온도와 마찰 상태의 영향을 받는다.

NoteBase