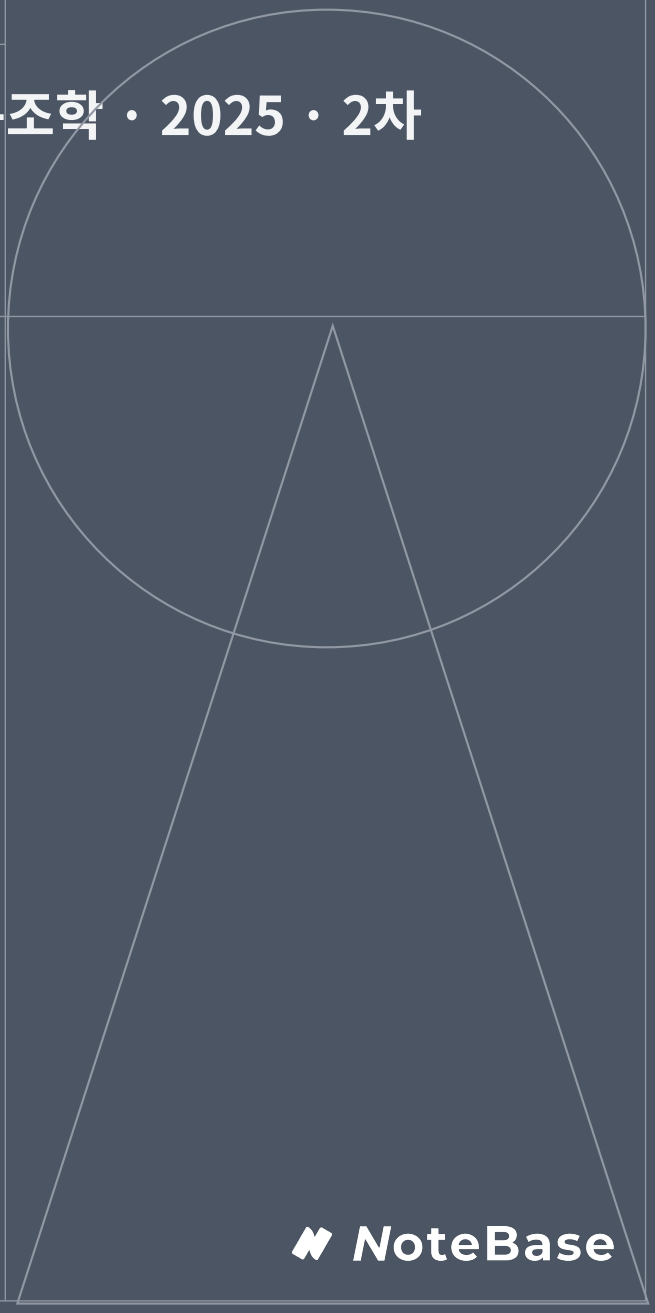
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2025 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2025 · 2차

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2025 · 2차

문 1. 「건축물 설계하중」상 용어의 정의로 옳지 않은 것은?

① 지표면조도구분은 지표면의 거칠기 상태로 일정지역의 지표면 거칠기에 해당하는 장애물이 바람에 노출된 정도의 구분이다.

② 지붕골조설계용 풍하중은 구조물 전체에 가해지는 풍하중에 저항하는 구조부재들을 설계하기 위하여 사용하는 풍하중이다.

③ 고정하중은 구조체와 이에 부착된 비내력 부분 및 각종 설비 등의 중량에 의하여 구조물의 존치기간 중 지속적으로 작용하는 연직하중이다.

④ 지붕활하중은 유지·보수 작업 시 작업자, 장비 및 자재에 의한 작업하중 또는 점유·사용과는 무관한 화분 또는 이와 유사한 소형 장식물 등 이동 가능한 물체에 의하여 지붕에 작용하는 하중이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 「건축물 설계하중」의 용어 정의를 구별할 수 있는지, 특히 지붕골조설계용 풍하중과 주골조설계용 풍하중을 혼동하지 않는지를 묻는다.

핵심 개념

지표면조도구분은 일정 지역의 지표면 거칠기에 해당하는 장애물이 바람에 노출된 정도를 지표면의 거칠기 상태로 구분한 것이다.
주골조설계용 풍하중은 구조물 전체에 가해지는 풍하중에 저항하는 구조부재를 설계하기 위한 풍하중이다.
지붕골조설계용 풍하중은 건축물의 지붕골조설계에 사용하는 풍하중이다.
고정하중은 구조체와 이에 부착된 비내력 부분 및 각종 설비 등의 중량으로 구조물의 존치기간 중 지속적으로 작용하는 연직하중이다.
지붕활하중은 유지·보수 작업하중이나 점유·사용과 무관한 이동 가능한 물체로 인해 지붕에 작용하는 하중이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 O: 지표면조도구분을 지표면의 거칠기 상태와 그 거칠기에 해당하는 장애물이 바람에 노출된 정도의 구분으로 설명하고 있으므로 맞는 정의이다.
2번 X: 틀린 부분은 "구조물 전체에 가해지는 풍하중에 저항하는 구조부재들"이다. 이 설명은 지붕골조설계용 풍하중이 아니라 주골조설계용 풍하중의 정의이다. 지붕골조설계용 풍하중은 올바르게는 "건축물의 지붕골조설계에 사용되는 풍하중"이다.
3번 O: 구조체, 부착된 비내력 부분, 설비 등의 중량이 존치기간 중 지속적으로 작용하는 연직하중이라는 설명이므로 고정하중의 정의에 맞는다.
4번 O: 유지·보수 작업 시의 작업하중과 점유·사용과 무관한 화분 등 이동 가능한 물체로 인해 지붕에 작용하는 하중이라는 설명이므로 지붕활하중의 정의에 맞는다.

오답 포인트

2번은 지붕골조설계용 풍하중이라는 용어를 제시해 놓고 실제 내용은 주골조설계용 풍하중의 정의를 붙여 놓은 혼동형 선지이다. 풍하중 용어에서 전체 구조물 저항계인지, 지붕 골조 자체 설계용인지 대상 범위를 바꿔 놓으면 쉽게 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

하중 용어 정의 문제는 먼저 하중의 대상이 전체 구조물인지, 지붕인지, 상시 작용하는지, 유지·보수 시에만 작용하는지부터 구분하면 된다. 풍하중 용어에서는 "구조물 전체에 저항"이면 주골조설계용 풍하중, "지붕골조설계"이면 지붕골조설계용 풍하중으로 판단한다.

암기 포인트

전체 구조 저항은 주골조설계용 풍하중, 지붕 부재 설계는 지붕골조설계용 풍하중이다.

NoteBase

문 2. 「목구조 방화설계」상 내화설계 시 일반시설의 내화성능기준을 만족하기 위한 주요구조부의 내화시간으로 옳지 않은 것은?

① 보: 1 ~ 3시간

② 기둥: 1 ~ 3시간

③ 바닥: 0.5 ~ 1시간

④ 지붕틀: 0.5 ~ 1시간

정답 3번

쟁점

이 문제는 「목구조 방화설계」에서 일반시설의 내화성능기준을 적용할 때 주요구조부별 요구 내화시간을 구별하는 문제이다. 핵심은 보·기둥, 바닥, 지붕틀의 시간대가 서로 다르다는 점이다.

용어 풀이

내화시간은 화재 시 주요구조부가 요구되는 내화성능을 유지해야 하는 시간을 뜻한다.

핵심 구분

일반시설 기준표에서 보와 기둥은 같은 묶음인 보·기둥으로 관리되며 1시간, 2시간, 3시간 구간을 가진다. 바닥은 1시간 또는 2시간으로 정해지고 0.5시간 구간이 없다. 지붕틀은 0.5시간 또는 1시간으로 정해진다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 보는 일반시설 기준표의 보·기둥 항목에 해당한다.
- 보·기둥의 내화시간은 4층 이하 또는 20m 이하에서 1시간, 12층 이하 또는 50m 이하에서 2시간, 그 초과에서 3시간이므로 1~3시간이라는 진술은 맞다.

② O
- 기둥도 보와 동일한 보·기둥 항목으로 본다.
- 따라서 기둥의 내화시간도 1시간, 2시간, 3시간 구간으로 적용되므로 1~3시간이라는 진술은 맞다.

③ X
- 바닥의 내화시간은 일반시설 기준에서 4층 이하 또는 20m 이하이면 1시간이고, 그보다 큰 구간에서는 2시간이다.
- 틀린 표현: 바닥 0.5~1시간
- 올바른 표현: 바닥 1~2시간
- 바닥에는 0.5시간 구간이 없으므로 이 선지가 옳지 않다.

④ O
- 지붕틀의 내화시간은 일반시설 기준에서 4층 이하 또는 20m 이하이면 0.5시간이고, 그보다 큰 구간에서는 1시간이다.
- 따라서 지붕틀 0.5~1시간이라는 진술은 맞다.

오답 포인트

③은 지붕틀의 0.5~1시간 범위를 바닥에 그대로 옮겨 적은 함정이다. 바닥은 지붕틀보다 요구 내화시간이 높고 0.5시간 구간이 없다는 점을 놓치면 쉽게 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

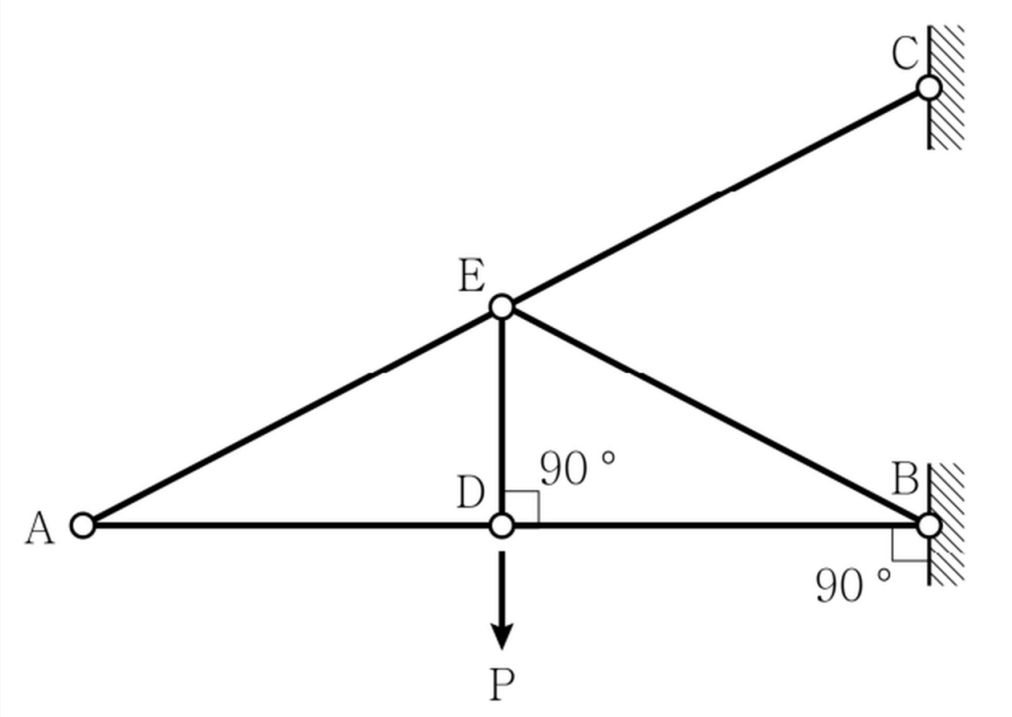
주요구조부 내화시간 문제는 먼저 보·기둥, 바닥, 지붕틀을 분리해서 본다. 그다음 가장 작은 시간대가 지붕틀, 중간이 바닥, 가장 넓은 범위가 보·기둥인지 확인하면 선지를 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

일반시설은 보·기둥 1~3, 바닥 1~2, 지붕틀 0.5~1로 정리된다.

NoteBase

문 3. 그림과 같이 수직하중 P를 받는 트러스 구조에서 부재에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 부재의 자중은 무시한다)



① 부재 AE는 인장재이다.

② 부재 EC는 인장재이다.

③ 부재 ED의 부재력은 P이다.

④ 부재 DB의 부재력은 0(영)이다.

정답 1번

출제 포인트

트러스의 절점법(method of joints)으로 각 부재의 부재력을 구하고, 영력 부재(zero-force member)를 판별하는 문제이다. 절점 A에는 지지점도 외력도 없고 비공선(非共線) 부재 AE와 수평 하현재 AD 두 개만 연결되므로, 두 부재 모두 영력 부재가 되어 $F_{AE} = 0$임을 먼저 파악하는 것이 핵심이다.

조건 정리

수직하중 P는 절점 D에 하향으로 작용한다. B와 C는 우측 벽면의 핀지지(반력 제공)이다. A는 지지점도 외력도 없는 자유 절점으로, 경사 부재 AE와 수평 하현재 AD 두 개가 연결된다. ED는 수직 부재, AD와 DB는 수평 부재(D에서 ED⊥DB, 90° 표시). 부재의 자중은 무시한다.

NoteBase

사용할 공식

절점법: 각 절점에서 $\Sigma F_x = 0$, $\Sigma F_y = 0$ 적용.
영력 부재 조건(1): 반력·외력이 없는 절점에 부재 1개만 연결 → 그 부재의 부재력 = 0.
영력 부재 조건(2): 반력·외력이 없는 절점에 비공선(非共線) 부재 2개만 연결 → 두 부재 모두 영력.

계산 과정

【절점 A — 영력 부재 확인】
절점 A에는 지지점도 외력도 없고 경사 부재 AE와 수평 부재 AD 두 개가 비공선(非共線)으로 연결된다.
AD가 수평이므로 $\Sigma F_y = 0$에는 AE의 연직 성분만 남아 $F_{AE}\sin\theta = 0 \rightarrow F_{AE} = 0$이고, 이어 $\Sigma F_x = 0$에서 $F_{AD} = 0$이 된다.
따라서 비공선 2부재 조건(2)에 의해 AE와 AD는 모두 영력 부재이다.

【절점 D — 부재력 산정 (ED 수직, DB 수평, 수직하중 P 하향)】
$\Sigma F_y = 0$: $F_{ED} - P = 0 \rightarrow F_{ED} = P$ (인장; ED가 절점 D를 위쪽 E방향으로 당김)
$\Sigma F_x = 0$: $F_{DB} = 0$ → 부재 DB는 영력 부재이다.

【절점 E — 부재력 산정 (FAE = 0이므로 ED, EC, EB 세 부재)】
ED가 인장이므로 절점 E에 작용하는 ED의 힘은 하향(크기 P)이다.
C는 E보다 우측 위, B는 E보다 우측 아래에 위치한다.
$\Sigma F_x = 0$: $F_{EC}\cos\theta_C + F_{EB}\cos\theta_B = 0$
위 식에서 $\cos\theta_C > 0$, $\cos\theta_B > 0$이므로 F_{EC}와 F_{EB}는 반드시 부호가 반대이다.
$\Sigma F_y = 0$: $F_{EC}\sin\theta_C - F_{EB}\sin\theta_B - P = 0$
두 식을 연립하면 $F_{EC} > 0$(인장), $F_{EB} < 0$(압축)이 된다.

선지 판단

① 부재 AE는 인장재이다. — X. 절점 A에 지지점·외력이 없고 비공선 부재 AE·AD 두 개만 연결되므로 조건(2)에 의해 $F_{AE} = 0$(영력 부재)이다. 인장재가 아니다.
② 부재 EC는 인장재이다. — O. 절점 E 평형 연립에서 $F_{EC} > 0$으로 인장이 확인된다.
③ 부재 ED의 부재력은 P이다. — O. 절점 D에서 $\Sigma F_y = 0 \rightarrow F_{ED} = P$.
④ 부재 DB의 부재력은 0(영)이다. — O. 절점 D에서 $\Sigma F_x = 0 \rightarrow F_{DB} = 0$.

오답 포인트

AE가 영력 부재임을 간과하고 '경사 부재이므로 힘이 작용한다'고 판단하면 ①을 옳은 선지로 오인하기 쉽다. 절점 A를 살펴보면 반력도 외력도 없고 비공선 부재 AE·AD 두 개만 연결되므로, 수평 부재 AD가 가로 평형을 맡는 가운데 평형 조건만으로 $F_{AE} = 0$이 즉시 확정된다. 트러스 분석에서 부재력 계산 전 영력 부재 조건을 먼저 체크하는 습관이 필요하다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

트러스 문제에서 선지 검토 전에 영력 부재 조건부터 점검한다. (1) 반력·외력 없는 절점에 부재 1개 → 영력. (2) 반력·외력 없는 절점에 비공선 부재 2개 → 두 부재 모두 영력. 영력 부재를 확정한 뒤 외력이 작용하는 절점(이 문제에서는 D)부터 절점법을 순서대로 적용하면 나머지 부재력을 빠르게 구할 수 있다.

암기 포인트

영력 부재 판별 2조건을 세트로 기억한다.
조건 1: 한 절점에 반력·외력 없음 + 부재 1개 → 그 부재 영력.
조건 2: 한 절점에 반력·외력 없음 + 비공선 부재 2개 → 두 부재 모두 영력.
이 문제의 AE는 조건 2(절점 A에 비공선 부재 AE·AD)에 해당하고, DB는 절점 D의 수평 평형($\Sigma F_x = 0$)에서 영력이 된다.

NoteBase

문 4. 「건축물 내진설계기준」상 건축물의 지진거동을 해석하는 방법으로 규정된 동적해석법이 아닌 것은?

① 응답스펙트럼해석법

② 선형시간이력해석법

③ 비선형시간이력해석법

④ 푸시오버해석법(Pushover 해석법)

정답 4번

쟁점

이 문제는 「건축물 내진설계기준」상 규정된 동적해석법의 범위를 구별하는 문제이다. 핵심은 시간이력응답이나 스펙트럼응답을 구하는 동적해석법과, 횡하중을 점증적으로 가해 성능을 보는 정적해석법을 구별하는 데 있다.

용어 풀이

동적해석법은 지진에 따른 구조물의 시간적 응답을 직접 또는 응답스펙트럼으로 평가하는 방법이다.
푸시오버해석법은 구조물에 수평하중을 점차 증가시켜 비선형 거동과 성능점을 평가하는 비선형정적해석법이다.

핵심 구분

기준에서 규정하는 동적해석법에는 응답스펙트럼해석법, 선형시간이력해석법, 비선형시간이력해석법이 포함된다. 반면 푸시오버해석법은 비선형 거동을 다루더라도 시간이력으로 지진응답을 추적하는 방법이 아니라 정적 횡하중을 단계적으로 증가시키는 방법이므로 동적해석법이 아니다.

선지별 해설

① O: 응답스펙트럼해석법은 설계응답스펙트럼을 이용하여 구조물의 최대응답을 평가하는 대표적인 동적해석법이다.
② O: 선형시간이력해석법은 입력 지진가속도에 대한 구조물의 선형 응답을 시간에 따라 계산하는 동적해석법이다.
③ O: 비선형시간이력해석법은 재료 및 부재의 비선형성을 반영하여 지진응답을 시간축에서 추적하는 동적해석법이다.
④ X: 푸시오버해석법은 비선형 거동을 다루지만 동적해석법이 아니라 비선형정적해석법이다.
틀린 표현: "동적해석법".
올바른 표현: "푸시오버해석법은 기준에서 사용하는 비선형정적해석법이다."

NoteBase

오답 포인트

비선형이라는 단어만 보고 ③과 ④를 같은 부류로 묶으면 오답이 된다. 이 문제의 함정은 비선형 여부가 아니라 시간에 따른 지진응답을 해석하는 동적해석인지, 정적 횡하중을 점증 재하하는 정적해석인지에 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

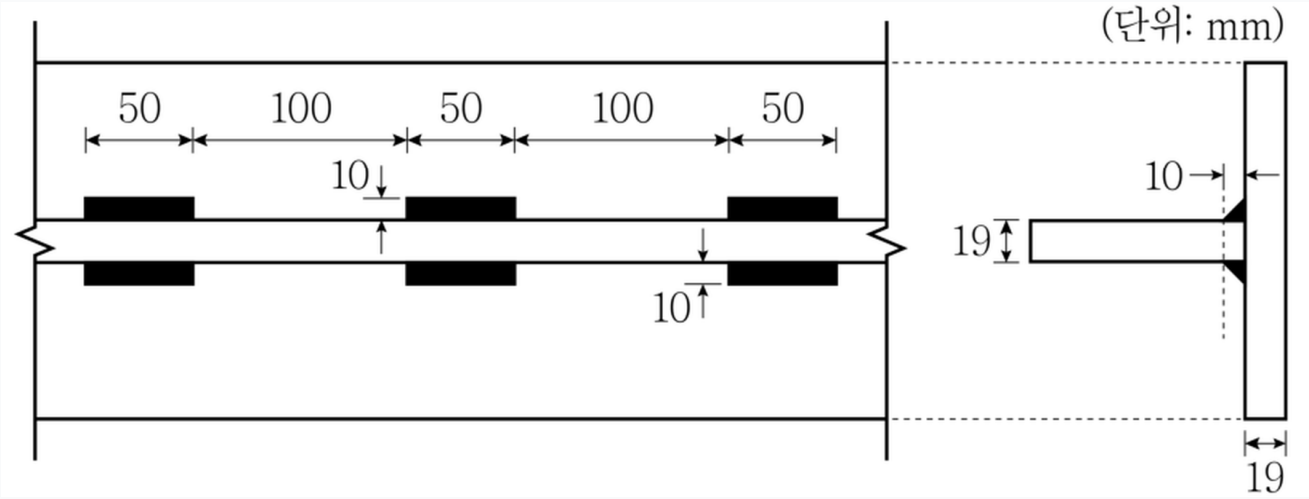
해석법 이름에 시간이력이나 응답스펙트럼이 들어가면 먼저 동적해석법으로 본다. 반대로 푸시오버처럼 하중을 점차 증가시키며 성능곡선을 구하는 방식이면 비선형정적해석법으로 판단한다.

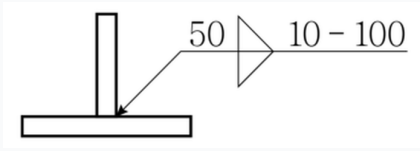
암기 포인트

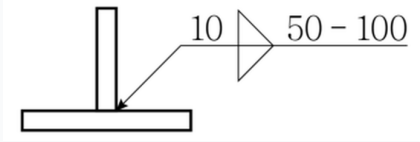
스펙트럼·시간이력은 동적, 푸시오버는 정적이라는 구분이 핵심이다.

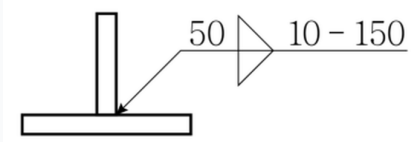
NoteBase

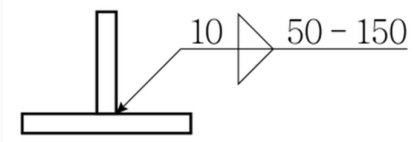
문 5. 그림과 같은 필릿용접의 기호표시로 옳은 것은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 양면 단속 필릿용접 기호에서 다리길이, 용접길이, 피치를 구분할 수 있는지를 묻는다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 왼쪽의 50은 용접 크기 표기가 아니라 용접 길이이므로 위치가 틀렸다. 오른쪽의 10-100도 순서와 값이 모두 틀렸다. 올바르게는 왼쪽에 10, 오른쪽에 50-150이 와야 한다.
2번 X: 왼쪽의 10은 용접 크기라는 점에서 맞지만, 오른쪽의 50-100에서 피치 100이 틀렸다. 도면은 50mm 용접 다음에 100mm 빈 구간이 반복되므로 중심간 피치는 150mm이다. 올바르게는 50-150이다.
3번 X: 오른쪽의 10-150은 용접 크기 10을 길이 자리로 잘못 보낸 표기이다. 길이는 한 구간 50mm이고 피치는 150mm이므로 오른쪽은 50-150이어야 한다. 왼쪽의 50도 크기값으로는 틀리다. 올바르게는 왼쪽 10, 오른쪽 50-150이다.
4번 O: 왼쪽의 10은 필릿용접의 다리길이이고, 오른쪽의 50-150은 용접 길이 50mm와 피치 150mm를 뜻하므로 도면과 일치한다.

오답 포인트

왼쪽 숫자와 오른쪽 숫자의 의미를 뒤바꾸면 쉽게 틀린다. 이 문제의 함정은 100을 피치로 바로 읽게 만드는 점인데, 100은 같은 쪽 용접 사이의 빈 길이이고 피치는 중심간 거리이므로 50+100=150으로 읽어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

필릿용접 기호는 먼저 기준선 왼쪽 숫자를 다리길이로 읽고, 다음에 오른쪽 숫자를 길이-피치 순서로 읽는다. 단속용접이면 빈 간격이 아니라 중심간 거리를 피치로 잡는지를 확인하면 된다.

암기 포인트

필릿용접 기호는 왼쪽이 크기, 오른쪽이 길이-피치이며, 50 용접과 100 빈 간격이면 피치는 150이다.

NoteBase

문 6. 압연H형강 H-450 × 200 × 9 × 14(SM275A)인 휨재의 강축에 대한 형상계수에 가장 가까운 값은? (단, 강축에 대한 탄성단면계수와 소성단면계수는 각각 $S_x = 1{,}490 \times 10^3 \text{mm}^3$, $Z_x = 1{,}690 \times 10^3 \text{mm}^3$ 이다)

① 0.88

② 1.13

③ 1.33

④ 1.70

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 휨재 강축에 대한 형상계수를 탄성단면계수와 소성단면계수의 비로 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값은 강축에 대한 탄성단면계수 $S_x = 1{,}490 \times 10^3 mm^3$, 소성단면계수 $Z_x = 1{,}690 \times 10^3 mm^3$ 이다.
구해야 할 값은 휨재 강축에 대한 형상계수이다.
같은 축의 단면계수를 써야 하므로 x축 값끼리 비교해야 한다.

사용할 공식

형상계수는 $f = \frac{Z}{S}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 형상계수가 소성모멘트와 항복모멘트의 비이며, 같은 재료에서는 같은 축에 대한 소성단면계수와 탄성단면계수의 비로 바로 구해지기 때문이다.

계산 과정

1. 강축에 대한 형상계수를 $f = \frac{Z_x}{S_x}$로 둔다.
2. 값을 대입하면 $f = \frac{1{,}690 \times 10^3}{1{,}490 \times 10^3}$이다.
3. 10^3은 약분되므로 $f = \frac{1690}{1490} \approx 1.1342$이다.
4. 가장 가까운 값은 1.13이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 0.88은 계산값 1.1342와 다르다. 이는 $\frac{S_x}{Z_x} \approx 0.882$처럼 분자와 분모를 거꾸로 놓았을 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 형상계수를 0.88로 본 점이고, 올바르게는 약 1.13이다.
2번 O: $\frac{Z_x}{S_x} \approx 1.1342$이므로 1.13이 가장 가깝다.
3번 X: 1.33은 계산값보다 크다. $S_x = 1{,}490 \times 10^3 mm^3$을 $1{,}270 \times 10^3 mm^3$으로 오독하면 $\frac{1690}{1270} \approx 1.331$이 나와 1.33이 선택되기 쉽다. 올바른 형상계수는 약 1.13이다.
4번 X: 1.70은 계산값 1.1342와 차이가 크다. 소성단면계수가 탄성단면계수보다 조금 큰 정도라는 단면 특성과도 맞지 않는다. 틀린 표현은 형상계수를 1.70으로 본 점이고, 올바르게는 약 1.13이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 형상계수를 $\frac{S_x}{Z_x}$로 뒤집어 계산하는 실수이다. 이 실수를 하면 0.88이 나와 1번을 고르기 쉽다. 같은 축의 값인지 확인하지 않고 숫자만 나누는 실수도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

형상계수를 묻는 계산형 문제는 먼저 어떤 축인지 확인하고, 그다음 $f = \frac{Z}{S}$를 적용한 뒤, 결과가 1보다 약간 큰 값인지까지 검산하면 안정적으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

형상계수는 소성단면계수 나누기 탄성단면계수이므로 $f = \frac{Z}{S}$이고 보통 1보다 크다.

NoteBase

문 7. 하중저항계수설계법에 의한 강구조 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 인장재의 설계인장강도는 총단면의 항복과 유효순단면의 파단에 의한 인장강도 중 큰 값으로 결정한다.

② 강도한계상태는 항복, 소성힌지의 형성, 골조 또는 부재의 안정성, 인장파괴, 피로파괴 등 안정성과 최대하중 지지력에 대한 한계상태이다.

③ 인장역작용은 프랫 트러스와 유사하게 전단력이 작용할 때 웨브의 대각방향으로 인장력이 발생하고 수직보강재에 압축력이 발생하는 패널의 거동이다.

④ 사용한계상태는 구조물의 외형, 유지 및 관리, 내구성, 사용자의 안락감 또는 기계류의 정상적인 기능 등을 유지하기 위한 구조물의 능력에 영향을 미치는 한계상태이다.

정답 1번

출제 포인트

하중저항계수설계법에서 인장재의 설계인장강도와 강도한계상태, 사용한계상태, 인장역작용의 정의를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

인장재의 설계인장강도는 총단면 항복과 유효순단면 파단 중 더 작은 설계강도가 지배한다. 강도한계상태는 안전성과 최대하중 지지력의 한계에 관한 상태이고, 사용한계상태는 변형·진동·내구성 등 사용성과 기능 유지의 한계에 관한 상태이다. 인장역작용은 웹이 전단을 받을 때 대각 인장력과 보강재 압축으로 하중을 전달하는 장력장 거동이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
인장재의 설계인장강도는 총단면 항복에 의한 강도와 유효순단면 파단에 의한 강도 중 더 작은 값으로 결정된다. 틀린 부분은 "큰 값"이며, 올바르게는 "작은 값"이다. 따라서 ①은 옳지 않은 설명이므로 정답이다.

② O
강도한계상태는 항복, 소성힌지의 형성, 좌굴, 인장파괴, 피로파괴처럼 구조물의 안전성과 최대하중 지지력 상실에 연결되는 상태를 말한다. 선지의 설명은 강도한계상태의 정의에 맞다.

③ O
인장역작용은 플레이트 거더의 얇은 웹이 전단을 받을 때 프랫 트러스와 비슷하게 대각방향 인장력이 웹에 생기고 수직보강재가 압축재처럼 작용하는 거동이다. 얇은 웹은 전단에 의한 대각 압축응력에 먼저 좌굴하므로 압축방향으로는 더 이상 힘을 받지 못하고, 좌굴 이후의 추가 전단은 대각 인장방향으로만 응력을 전달하는 장력장(tension field)을 형성한다. 이 대각 인장력은 마치 프랫 트러스의 인장 사재처럼 작용하며, 그 수직성분을 수직보강재가 받쳐 정착시키므로 보강재가 압축 수직재 역할을 하게 된다. 선지의 설명은 맞다.

④ O
사용한계상태는 과도한 처짐, 진동, 균열, 내구성 저하처럼 구조물의 외형, 유지 및 관리, 사용자의 안락감, 기계류의 정상 기능 유지에 영향을 주는 상태를 말한다. 선지의 설명은 사용한계상태의 정의에 부합한다.

오답 포인트

인장재 강도를 항복강도와 파단강도 중 더 큰 값으로 착각하기 쉽지만, 실제 설계는 더 먼저 지배하는 작은 강도를 택한다. 또한 강도한계상태와 사용한계상태를 모두 막연한 한계상태로만 기억하면 ②와 ④의 구분이 흐려진다.

다시 나오면 이렇게 판단

인장재 설계강도 문제는 항복과 파단 중 어느 한계가 먼저 지배하는지를 본다. 한계상태 문제는 붕괴·파괴와 연결되면 강도한계상태, 기능·변형·안락감과 연결되면 사용한계상태로 판단한다.

암기 포인트

인장재 설계강도는 작은 값이 지배하고, 강도한계상태는 안전, 사용한계상태는 기능이다.

NoteBase

문 8. 「콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준」상 전단마찰에 대한 공칭 전단강도 산정을 위해 필요한 인자와 가장 관련성이 적은 것은?

① 전단마찰계수

② 콘크리트 인장강도

③ 전단전달에 저항하는 콘크리트 단면의 면적

④ 전단마찰철근의 단면적과 설계기준항복강도

정답 2번

출제 포인트

전단마찰에 대한 공칭전단강도를 산정할 때 직접 쓰는 인자와 쓰지 않는 인자를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

전단마찰은 균열면이나 접합면에서 미끄러지려는 전단력을 마찰과 그 면을 가로지르는 철근으로 저항하는 개념이다.
공칭전단강도 산정에는 전단마찰계수, 전단마찰철근의 단면적 A_{vf}, 그 철근의 설계기준항복강도 f_y, 그리고 전단전달에 저항하는 콘크리트 면적 A_{cv} 같은 값이 직접 들어간다.
반면 콘크리트 인장강도는 전단마찰 공칭전단강도의 기본 입력 인자로 직접 쓰지 않는다.

선지별 해설

① X: 전단마찰계수 μ는 공칭전단강도 $V_n = \mu A_{vf} f_y$ 산정에 직접 들어가는 핵심 인자이므로, 관련성이 가장 적은 인자가 아니다.
② O: 콘크리트 인장강도는 전단마찰 공칭전단강도를 직접 산정할 때 기본 입력값으로 쓰지 않으므로 보기들 중 관련성이 가장 적다.
③ X: 전단전달에 저항하는 콘크리트 단면의 면적 A_{cv}는 전단마찰 강도의 상한을 검토할 때 필요한 인자이므로 관련성이 크다. 이 면적은 전단마찰 강도 산정에 포함되는 중요한 인자이다.
④ X: 전단마찰철근의 단면적 A_{vf}와 설계기준항복강도 f_y는 전단마찰 저항을 직접 구성하는 값이므로 핵심 인자이다.

오답 포인트

전단 문제라고 해서 콘크리트 인장강도가 항상 들어간다고 섞어 기억하면 ②에 흔들린다. 이 문항은 일반 전단강도식과 전단마찰식의 입력 인자를 구분하는지를 노린 문제이다. 특히 ③은 면적이 직접 식의 주항이 아니라 상한 검토에 쓰인다는 점 때문에 무관한 값처럼 보이기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전단마찰 문항은 먼저 균열면을 가로지르는 철근 저항인지, 일반 부재 전단인지부터 구분한다. 전단마찰이면 마찰계수, A_{vf}, f_y, A_{cv} 계열을 떠올리고, 콘크리트 인장강도처럼 직접 입력되지 않는 값은 제외한다.

암기 포인트

전단마찰은 마찰계수 μ와 전단마찰철근 $A_{vf}f_y$, 그리고 면적 A_{cv}를 본다. 콘크리트 인장강도는 직접 인자가 아니다.

NoteBase

문 9. 「콘크리트 벽체 설계기준」상 축력을 받는 벽체의 전체 단면적에 대한 최소 수직철근비와 최소 수평철근비는? (단, 설계기준항복강도 500 MPa인 D16의 이형철근을 사용하며, 벽체의 전단력에 대한 설계는 고려하지 않는 것으로 가정한다)

① 최소 수직철근비: 0.0012, 최소 수평철근비: 0.0015

② 최소 수직철근비: 0.0012, 최소 수평철근비: 0.0016

③ 최소 수직철근비: 0.0015, 최소 수평철근비: 0.0020

④ 최소 수직철근비: 0.0015, 최소 수평철근비: 0.0025

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 축력을 받는 벽체의 전체 단면적에 대한 최소 수직철근비와 최소 수평철근비를 기준 조건에 맞게 구별하는 문제이다.

핵심 개념

벽체의 최소 수직철근비는 균열 제어와 기본 연성 확보를 위한 최저 배근 기준이고, 최소 수평철근비는 같은 벽체라도 철근 강도에 따라 감액 규정을 적용하는 기준이다. 설계기준항복강도 400 MPa 이상이면서 D16 이하의 이형철근이면 최소 수직철근비는 0.0012이다. 최소 수평철근비는 같은 조건에서 $0.0020\times400/f_y$를 적용하고, 계산에 쓰는 f_y는 500 MPa를 초과할 수 없으므로 $f_y = 500\text{MPa}$이면 $0.0020\times400/500=0.0016$이 된다. 문제에서 전단력 설계를 고려하지 않는다고 했으므로 전단보강에 따른 더 큰 철근비는 적용하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X. 최소 수직철근비 0.0012는 맞지만 최소 수평철근비 0.0015가 틀리다. 주어진 조건의 최소 수평철근비는 0.0020×400/500=0.0016이다. 틀린 표현은 "최소 수평철근비 0.0015"이다. 올바른 표현은 "최소 수평철근비 0.0016"이다.
② O. 설계기준항복강도 500 MPa인 D16 이형철근을 사용하므로 최소 수직철근비는 0.0012이고, 최소 수평철근비는 0.0020×400/500=0.0016이다. 문제에서 전단력에 대한 설계를 고려하지 않는다고 했으므로 이 조합이 그대로 정답이 된다.
③ X. 최소 수직철근비 0.0015와 최소 수평철근비 0.0020이 모두 주어진 조건과 맞지 않는다. 0.0015는 기타 이형철근에 해당하는 값이고, 0.0020은 $f_y = 400$MPa일 때의 기준값이다. 틀린 표현은 "최소 수직철근비 0.0015"와 "최소 수평철근비 0.0020"이다. 올바른 표현은 "최소 수직철근비 0.0012, 최소 수평철근비 0.0016"이다.
④ X. 최소 수직철근비 0.0015와 최소 수평철근비 0.0025는 모두 기타 이형철근에 대한 값으로 보아야 하므로 주어진 조건과 맞지 않는다. D16 이하이고 $f_y = 500$MPa인 이형철근에는 감액된 수직·수평 기준을 적용한다. 틀린 표현은 "최소 수직철근비 0.0015"와 "최소 수평철근비 0.0025"이다. 올바른 표현은 "최소 수직철근비 0.0012, 최소 수평철근비 0.0016"이다.

오답 포인트

수직철근비는 D16 이하 고강도 철근이면 0.0012로 바로 정해지지만, 수평철근비는 0.0020을 그대로 쓰지 않고 $400/f_y$를 곱해 감액한다는 점이 함정이다. ③과 ④는 기타 이형철근 값을 끼워 넣은 선택지이고, ①은 수평철근비 계산만 한 자리 틀리게 만든 선택지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

벽체 최소철근비 문제는 먼저 철근 종류가 "400 MPa 이상이면서 D16 이하의 이형철근"인지부터 확인한다. 이 조건이면 수직은 0.0012로 확정하고, 수평은 $0.0020\times400/f_y$를 계산한다. 그다음 문제에서 전단력 설계를 별도로 고려하라고 했는지 확인해 더 큰 소요 철근비 적용 여부를 판단한다.

암기 포인트

벽체 최소철근비는 D16 이하 고강도 철근이면 수직 0.0012, 수평은 $0.0020\times400/f_y$이며 $f_y = 500$MPa이면 0.0016이다.

NoteBase

문 10. 「건축물 기초구조 설계기준」상 콘크리트 동결에 대한 보호조치를 해야 하는 얕은기초에 대한 보호조치로 옳지 않은 것은? (단, 건축물의 중요도 분류에서 중요도(2)에 해당하는 경우이다)

① 단단한 암반 위에 설치한다.

② 지역의 지반동결선 아래로 기초저면을 연장한다.

③ 동결보호 조치를 하는 최소 기간은 타설 후 3일이다.

④ 기초저면의 지반이 동결되지 않도록 적절한 방법으로 열전달을 차단하는 방법으로 시공한다.

정답 3번

쟁점

이 문제는 「건축물 기초구조 설계기준」상 얕은기초의 동결보호 방법과 콘크리트 기초의 최소 동결보호 기간을 구별하는 문제이다. 핵심은 허용되는 보호방법 자체와 보호기간 수치를 혼동하지 않는 것이다.

용어 풀이

지반동결선은 겨울철 지반이 어는 깊이의 한계선이다. 동결보호조치는 기초 저면이나 주변 지반이 얼어서 기초가 들리거나 교란되지 않도록 막는 조치이다.

핵심 구분

얕은기초의 동결보호 방법으로는 지역의 지반동결선 아래로 기초저면을 연장하는 방법, 기초저면의 지반이 동결되지 않도록 적절한 방법으로 열전달을 차단하는 방법, 단단한 암반 위에 설치하는 방법이 인정된다. 반면 콘크리트 기초의 보호기간은 타설 중과 타설 후 5일 이상이므로 3일과 5일을 구별해야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 단단한 암반 위에 설치하는 것은 얕은기초의 동결보호 방법으로 인정되므로 옳다. 암반은 동결에 따른 지반 교란 영향을 거의 받지 않아 보호조치의 한 방법이 된다.

② O
- 지역의 지반동결선 아래로 기초저면을 연장하는 것은 동결보호의 대표적인 방법이므로 옳다. 동결이 도달하는 깊이 아래에 기초저면을 두어 동상 영향을 피하는 방식이다.

③ X
- 틀린 이유는 \"타설 후 3일\"이라는 기간 표현이다. 중요도(2)에 해당하는 콘크리트 기초는 타설하는 동안 그리고 타설 후 5일 이상 동결보호 조치를 해야 하므로 3일은 기준에 미달한다.
- 틀린 표현: \"동결보호 조치를 하는 최소 기간은 타설 후 3일이다.\"
- 올바른 표현: \"동결보호 조치는 타설하는 동안 그리고 타설 후 5일 이상 하여야 한다.\"

④ O
- 기초저면의 지반이 동결되지 않도록 적절한 방법으로 열전달을 차단하는 방법으로 시공하는 것도 인정된 보호방법이므로 옳다. 단열재 등으로 냉기가 직접 기초저면으로 전달되지 않게 하는 취지이다.

오답 포인트

③은 보호방법을 묻는 문맥 속에 보호기간 숫자를 끼워 넣어 헷갈리게 만든 선택지이다. ①, ②, ④는 모두 허용되는 방법인데 ③만 기간 수치를 바꾸어 놓았으므로, 방법 조항과 기간 조항을 한데 섞어 외우면 오답으로 이어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

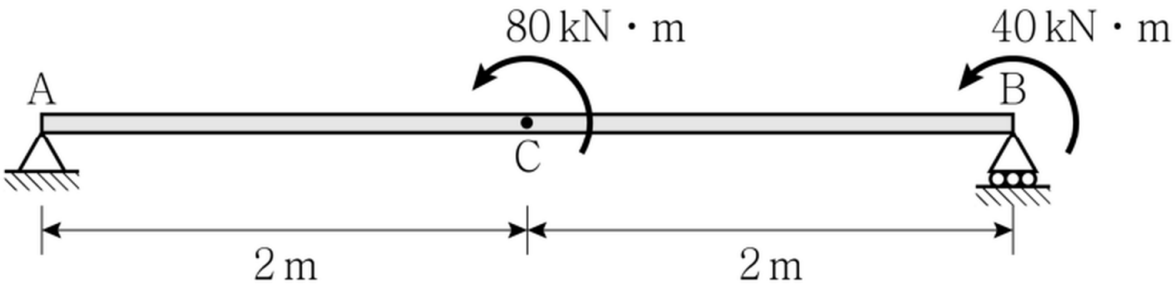
이 유형은 먼저 발문이 보호방법을 묻는지 보호기간을 묻는지 구분한다. 그다음 방법 조항에서는 동결선 아래 연장, 열전달 차단, 단단한 암반 위 설치를 확인하고, 기간 조항에서는 중요도 조건에 맞는 최소 일수를 별도로 대조하면 된다.

암기 포인트

얕은기초 동결보호는 동결선 아래, 열전달 차단, 암반 위 설치이고, 콘크리트 기초 보호기간은 타설 중과 타설 후 5일 이상이다.

NoteBase

문 11. 그림과 같은 단순보에서 C점에 발생하는 전단력[kN]은? (단, 구조물의 자중은 무시한다)



① 10

② 20

③ 30

④ 40

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단순보에 작용하는 순수모멘트로 지점반력을 구하고, 그 반력으로 C점 전단력을 판단하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: A-C 간격 $2m$, C-B 간격 $2m$, C점의 모멘트 $80kN \cdot m$, B점의 모멘트 $40kN \cdot m$이다.
- 모멘트 방향: 그림에서 C점과 B점의 두 집중모멘트는 모두 화살표가 반시계방향(CCW)으로 같은 회전방향이다. 따라서 모멘트 평형을 세울 때 두 모멘트는 같은 부호로 더해진다.
- 구해야 할 값: C점에서의 전단력이다.
- 주의할 조건: 집중모멘트는 휨모멘트도에는 불연속을 만들지만 전단력도는 바꾸지 않는다. 따라서 C점 전단력은 C의 좌우에서 같은 값이다.

사용할 공식

$\sum V = 0, \quad \sum M_A = 0$

$R_A + R_B = 0$

$4R_B + 80 + 40 = 0$

이 공식을 쓰는 이유는 이 보에 작용하는 외력이 수직하중이 아니라 순수모멘트뿐이므로, 평형조건으로 지점반력을 먼저 구하면 전단력은 구간별로 일정하게 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 수직방향 평형에서 $R_A + R_B = 0$이다.
2. A점을 기준으로 모멘트 평형을 잡는다. 반시계방향을 양으로 두면, 두 집중모멘트가 모두 반시계방향이므로 $+80kN \cdot m$과 $+40kN \cdot m$으로 같은 부호로 더해진다. 이에 따라 $4R_B + 80 + 40 = 0$이므로 $R_B = -30kN$이다.
3. 따라서 $R_A = 30kN$이다.
4. A와 C 사이에는 수직하중이 없으므로 전단력은 일정하고, C점 전단력의 크기는 $|V_C| = |R_A| = 30kN$이다.

선지별 해설

① X
- C점 전단력이 $10kN$이라는 값은 두 모멘트의 합이 아니라 차 $(80 - 40)$만 작용한다고 잘못 보고 $40/4 = 10$으로 계산한 경우에 해당한다.
- 틀린 표현은 "C점 전단력이 10 kN이다"이다. 올바르게는 두 모멘트가 같은 방향으로 작용하므로 총 모멘트는 $120kN \cdot m$이고, 전단력의 크기는 $30kN$이다.

② X
- $20kN$은 C점의 $80kN \cdot m$만 반영하여 $80/4 = 20$으로 계산하고 B점의 $40kN \cdot m$를 누락한 값이다.
- 틀린 표현은 "C점 전단력이 20 kN이다"이다. 올바르게는 B점 모멘트까지 포함해 지점반력을 구해야 하므로 전단력은 $30kN$이다.

③ O
- 전체 평형에서 $R_A = 30kN$, $R_B = -30kN$가 되고, A와 C 사이에 수직하중이 없으므로 그 구간 전단력은 일정하다.
- 따라서 C점 전단력의 크기는 $30kN$이므로 옳다.

④ X
- $40kN$은 전단력과 모멘트를 혼동하여 $80kN \cdot m$를 C까지 거리 $2m$로 나눈 값이다.
- 틀린 표현은 "C점 전단력이 40 kN이다"이다. 올바르게는 전체 경간 $4m$에 대한 평형으로 반력을 구해야 하므로 전단력은 $30kN$이다.

오답 포인트

집중모멘트가 작용하면 그 지점에서 전단력이 갑자기 변한다고 착각하기 쉽다. 이 문항의 함정은 C점의 $80kN \cdot m$만 보거나, B점의 $40kN \cdot m$를 누락하거나, 모멘트를 인접 거리로 나누어 전단력으로 바로 바꾸는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

단순보에 수직하중이 없고 순수모멘트만 있으면 먼저 두 지점 반력을 평형식으로 구한다. 그다음 해당 구간에 수직하중이 없는지 확인하면 전단력은 그 구간에서 일정하므로 반력값으로 바로 판단할 수 있다.

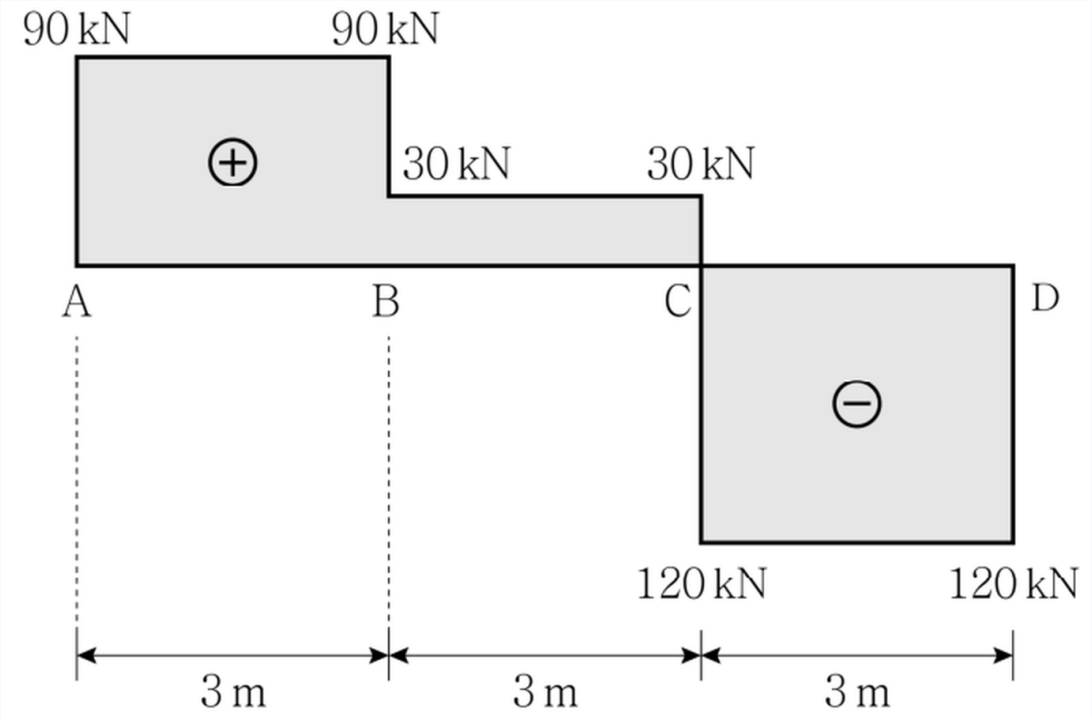
NoteBase

암기 포인트

집중모멘트는 전단력을 바꾸지 않고 휨모멘트만 점프시키며, 전단력은 지점반력으로 결정된다.

NoteBase

문 12. 길이가 9m인 단순보의 전단력도가 다음과 같을 때, C점에 발생하는 휨모멘트 [kN·m]의 절댓값은? (단, 외력으로 가해지는 휨모멘트는 없으며, 자중은 무시한다)



① 60

② 90

③ 270

④ 360

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전단력도의 면적이 휨모멘트 변화량이 된다는 관계를 이용해 C점의 휨모멘트를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $AB = 3m, BC = 3m, CD = 3m, V_{AB} = +90kN, V_{BC} = +30kN, V_{CD} = -120kN$이다.
구해야 할 값: C점의 휨모멘트 절댓값이다.
주의할 조건: 단순보이므로 양 끝점 A와 D의 휨모멘트는 0이고, 휨모멘트는 전단력도 면적만큼 변한다.

NoteBase

사용할 공식

$\Delta M = \int V dx$이므로 구간별 휨모멘트 변화량은 전단력도 면적과 같다.
이 공식을 쓰는 이유: 주어진 자료가 하중도가 아니라 전단력도이므로 C점 모멘트는 A점부터 C점까지의 전단력도 면적합으로 직접 구할 수 있다.

계산 과정

1. A점은 단순지점이므로 $M_A = 0$이다.
2. A-B 구간의 모멘트 증가량은 $90 \times 3 = 270\text{kN} \cdot \text{m}$이다.
3. B-C 구간의 모멘트 증가량은 $30 \times 3 = 90\text{kN} \cdot \text{m}$이다.
4. 따라서 $M_C = 0 + 270 + 90 = 360\text{kN} \cdot \text{m}$이다.
5. 검산하면 C-D 구간의 변화량은 $-120 \times 3 = -360\text{kN} \cdot \text{m}$이므로 $M_D = 360 - 360 = 0$이 되어 단순보 조건과 일치한다.

선지 판단

1번 X: $60\text{kN} \cdot \text{m}$는 C점까지의 누적면적을 반영하지 못한 값이므로 틀리다. 틀린 수치 → 올바르게는 C점의 휨모멘트 절댓값은 $360\text{kN} \cdot \text{m}$이다.
2번 X: $90\text{kN} \cdot \text{m}$는 B-C 구간 면적 30×3만 본 값이므로 틀리다. 틀린 수치 → 올바르게는 A-B 구간의 $270\text{kN} \cdot \text{m}$까지 더한 $360\text{kN} \cdot \text{m}$이다.
3번 X: $270\text{kN} \cdot \text{m}$는 A-B 구간 면적 90×3만 본 값이므로 틀리다. 틀린 수치 → 올바르게는 B-C 구간의 $90\text{kN} \cdot \text{m}$도 더해 $360\text{kN} \cdot \text{m}$이다.
4번 O: A-C 구간 전단력도 면적합이 $90 \times 3 + 30 \times 3 = 360\text{kN} \cdot \text{m}$이므로 맞다. C점의 휨모멘트 절댓값은 $360\text{kN} \cdot \text{m}$이다.

오답 포인트

C점 모멘트를 구하면서 C점 직전 한 구간만 보거나, C 이후의 음의 전단력 구간까지 미리 섞어 계산하면 오답이 나온다. C점 값은 A-C까지의 누적면적으로 계산하고, C-D 구간은 D점에서 0이 되는지 검산하는 용도로 본다.

다시 나오면 이렇게 판단

전단력도가 주어지면 찾는 점까지의 면적을 한쪽 지점 모멘트에 차례로 누적해 휨모멘트를 구한다. 중간점 모멘트는 그 점 이후 구간을 먼저 섞지 않고, 마지막에 반대쪽 지점 조건으로만 검산한다.

암기 포인트

전단력도 면적은 휨모멘트 변화량이다. 단순보는 양 끝 모멘트가 0이므로 중간점 모멘트는 한쪽 끝부터의 누적면적으로 계산된다.

NoteBase

문 13. 「콘크리트구조 철근상세 설계기준」상 다발철근의 배치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 보에서 D35를 초과하는 철근은 다발로 사용할 수 없다.

② 휨부재의 경간 내에서 끝나는 한 다발철근 내의 개개 철근은 철근 공칭지름의 최소 30배 이상 서로 엇갈리게 끝나야 한다.

③ 다발철근의 간격과 최소 피복 두께를 철근지름으로 나타낼 경우, 다발철근의 지름은 등가단면적으로 환산된 한 개의 철근지름으로 보아야 한다.

④ 2개 이상의 철근을 묶어서 사용하는 다발철근은 이형철근으로, 그 개수는 4개 이하여야 하며, 이들은 스터럽이나 띠철근으로 둘러싸여져야 한다.

정답 2번

쟁점

이 문제는 「콘크리트구조 철근상세 설계기준」의 다발철근 배치 규정을 묻는 문제이다.
핵심은 다발철근의 허용 개수, 보에서의 지름 제한, 간격·피복 산정 방식, 경간 내에서 끝나는 철근의 엇갈림 길이를 정확히 구별하는 것이다.

용어 풀이

다발철근은 2개 이상의 이형철근을 묶어서 한 묶음으로 사용하는 철근 배치이다.
등가단면적 환산 지름은 다발 전체 단면적과 같은 단면적을 갖는 한 개 철근의 지름으로, 간격과 피복 두께를 따질 때 기준이 된다.

핵심 구분

원칙적으로 다발철근은 4개 이하의 이형철근으로 묶어 사용하며, 스터럽이나 띠철근으로 둘러싸여야 한다.
보에서는 D35를 초과하는 철근을 다발로 사용할 수 없고, 간격과 최소 피복 두께는 개별 철근지름이 아니라 등가단면적으로 환산한 한 개 철근지름으로 판단한다.
경간 내에서 끝나는 한 다발철근 내의 개개 철근은 서로 최소 $40d_b$ 이상 엇갈리게 끝나야 하므로, $30d_b$로 바꾸면 수치가 틀린다.

NoteBase

선지별 해설

① O
보에서는 D35를 초과하는 철근을 다발로 사용할 수 없으므로 옳은 설명이다. 보의 다발철근은 큰 지름 철근 사용을 제한한다는 점이 핵심이다.

② X
틀린 이유는 경간 내에서 끝나는 한 다발철근 내의 개개 철근의 엇갈림 길이를 철근 공칭지름의 최소 30배로 적은 부분이다. 기준은 최소 $40d_b$ 이상이다.
틀린 표현: 철근 공칭지름의 최소 30배 이상
올바른 표현: 철근 공칭지름의 최소 40배 이상

③ O
다발철근의 간격과 최소 피복 두께를 철근지름으로 나타낼 때에는 다발을 등가단면적으로 환산한 한 개의 철근지름으로 본다. 개별 철근 하나의 지름으로 판단하는 것이 아니라는 점이 맞다.

④ O
다발철근은 2개 이상의 이형철근을 묶어 사용하는 방식이고, 그 개수는 4개 이하이어야 하며 스터럽이나 띠철근으로 둘러싸여야 한다. 다발 구성과 구속 방식에 관한 기준을 그대로 적은 선지이다.

오답 포인트

②는 다발철근의 종결 상세에서 자주 섞이는 수치 함정이다. 간격·피복은 등가지름으로 판단하고, 경간 내 종결은 $40d_b$ 엇갈림이라는 서로 다른 기준을 한꺼번에 묶어 기억하지 못하면 30배와 40배를 바꿔 적기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

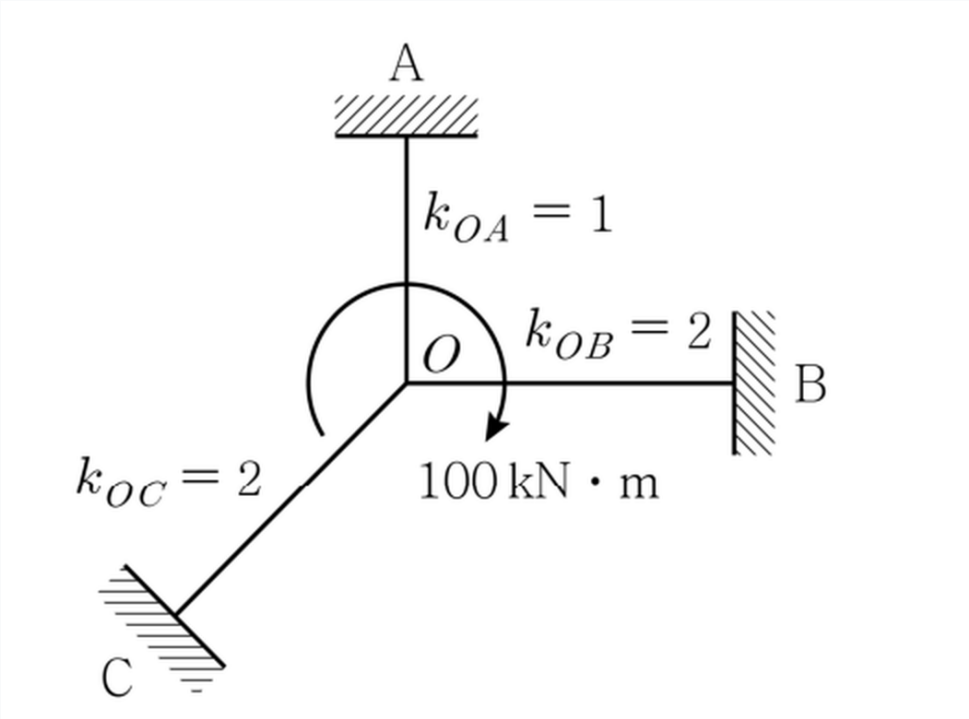
다발철근 문제를 보면 먼저 개수 4개 이하인지, 보에서 D35 초과 사용 금지인지, 간격·피복은 등가지름 기준인지 확인한다. 그 다음 경간 내에서 끝나는 철근의 엇갈림 길이는 $40d_b$인지로 수치 선지를 판별하면 된다.

암기 포인트

다발철근은 4개 이하, 보는 D35 이하, 간격·피복은 등가지름, 경간 내 종결은 $40d_b$ 엇갈림이다.

NoteBase

문 14. 그림과 같은 골조에서 절점 O에 100kN · m의 모멘트가 작용할 때, 지점 C에 전달되는 도달모멘트의 절댓값[kN · m]은? (단, k_{OA}, k_{OB}, k_{OC}는 각 부재의 강비이고, 부재의 전 길이에 걸쳐 재질은 동일하고, 자중은 무시하며, 구조물은 선형탄성거동하는 것으로 가정한다)



① 5

② 10

③ 20

④ 30

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 절점 O의 작용모멘트를 각 부재의 강비로 분배한 뒤, 부재 OC의 도달모멘트를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 절점 O의 작용모멘트 100 kN · m, $k_{OA} = 1$, $k_{OB} = 2$, $k_{OC} = 2$이다.
그림에서 지점 A, B, C는 모두 빗금으로 표시된 고정단이므로, 절점 O에서 각 원단으로 전달되는 도달계수(전달계수)는 1/2이다.
구해야 할 값은 지점 C에 전달되는 도달모멘트의 절댓값이다.
주의할 조건은 절점에서의 분배모멘트와 지점으로 전달되는 도달모멘트를 구분하는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

부재 OC의 분배계수는 $DF_{OC} = \frac{k_{OC}}{k_{OA} + k_{OB} + k_{OC}} = \frac{2}{1+2+2} = \frac{2}{5}$이다.
절점 O에서 OC로 분배되는 모멘트는 $M_{OC} = DF_{OC} \times 100 = \frac{2}{5} \times 100 = 40\text{kN·m}$이다.
지점 C로 전달되는 도달모멘트는 $M_C = \frac{1}{2} M_{OC} = \frac{1}{2} \times 40 = 20\text{kN·m}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 절점 작용모멘트가 강비 비율로 각 부재에 분배되고, 원단이 고정된 등단면 부재의 도달모멘트는 분배모멘트의 절반이기 때문이다.

계산 과정

1. 전체 강비의 합은 $1 + 2 + 2 = 5$이다.
2. 따라서 부재 OC의 분배계수는 2/5이다.
3. 절점 O에서 부재 OC가 받는 분배모멘트는 $100 \times 2/5 = 40\text{kN·m}$이다.
4. 지점 C로 전달되는 도달모멘트는 그 절반이므로 $40/2 = 20\text{kN·m}$이다.

선지 판단

1번 X: 5 kN·m는 부재 OC의 분배계수 2/5와 도달계수 1/2를 제대로 적용한 값이 아니다. 도달모멘트의 절댓값은 5가 아니라 20 kN·m이다.
2번 X: 10 kN·m는 OC의 분배계수를 1/5처럼 잘못 잡을 때 나오는 오답이다. OC의 강비는 2이므로 올바른 분배계수는 2/5이고, 도달모멘트는 20 kN·m이다.
3번 O: 절점 O에서 OC로 분배되는 모멘트가 40 kN·m이고, 도달모멘트는 그 절반이므로 20 kN·m가 된다.
4번 X: 30 kN·m는 분배모멘트와 도달모멘트를 혼동한 값이다. 지점 C에 전달되는 도달모멘트는 30이 아니라 20 kN·m이다.

오답 포인트

강비로 먼저 분배모멘트를 구해야 하는데, 이를 건너뛰고 100 kN·m에 바로 절반만 적용하거나 임의의 비율로 줄이면 틀린다. 분배모멘트와 도달모멘트를 같은 값으로 보는 실수가 가장 흔하다.

다시 나오면 이렇게 판단

강비가 주어진 모멘트분배 문제는 전체 강비의 합으로 분배계수를 먼저 구하고, 해당 부재의 분배모멘트를 계산한 뒤, 끝단에 전달되는 도달모멘트는 다시 절반을 취하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

분배모멘트는 강비비례, 도달모멘트는 그 절반이라는 두 단계를 분리해서 기억한다.

NoteBase

문 15. 「콘크리트 내진설계기준」상 특수모멘트골조 휨부재의 적용 범위에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 부재의 폭은 250mm 이상이어야 한다.

② 깊이에 대한 폭의 비는 최소값이 0.2이다.

③ 부재의 유효깊이에 대한 순경간의 비는 최소값이 3이다.

④ 부재의 최대 계수축력은 부재 전체 단면적에 콘크리트 설계기준 압축강도를 곱한 값의 15 %이다.

정답 1번

쟁점

이 문제는 KDS 14 20 80 콘크리트 내진설계기준 4.4.1(2)의 특수모멘트골조 휨부재 적용 요건을 묻는 문제이다. 핵심은 계수축력 한계, 순경간과 유효깊이의 비, 폭과 깊이의 비, 최소 폭 250mm를 정확히 구별하는 것이다.

용어 풀이

계수축력은 하중계수를 반영한 설계 축력이다. 순경간은 받침부 사이의 실제 유효 경간이다.

핵심 구분

KDS 14 20 80(4.4.1(2))에 따르면 특수모멘트골조의 휨부재는 계수축력이 전체 단면적 A_g와 콘크리트 설계기준압축강도 f_{ck}의 곱의 1/10 이하이어야 하고, 순경간은 유효깊이의 4배 이상이어야 하며, 폭/깊이 비는 0.3 이상이어야 하고, 부재 폭은 250mm 이상이어야 한다.

선지별 해설

① O: 기준은 부재의 폭이 250mm 이상이어야 한다고 정한다. 따라서 250mm 이상이라는 설명은 그대로 맞다.
② X: 선지가 본 항목 자체는 깊이에 대한 폭의 비로 옳지만, 그 최솟값이 0.2가 아니라 0.3이다. 틀린 부분은 '깊이에 대한 폭의 비의 최솟값이 0.2'라는 수치이다. 올바른 표현은 '깊이에 대한 폭의 비가 0.3 이상이다'이다.
③ X: 기준은 순경간과 유효깊이의 비를 3으로 두지 않는다. 부재의 순경간이 유효깊이의 4배 이상이어야 한다. 틀린 표현은 '순경간의 비는 최소값이 3'이다. 올바른 표현은 '부재의 순경간이 유효깊이의 4배 이상이어야 한다'이다.
④ X: 특수모멘트골조 휨부재의 계수축력 상한은 전체 단면적과 f_{ck}의 곱의 15%가 아니다. 상한은 $A_g f_{ck}/10$ 이므로 10%이다. 틀린 표현은 '15%'이다. 올바른 표현은 '부재의 최대 계수축력은 부재 전체 단면적에 콘크리트 설계기준압축강도를 곱한 값의 10% 이하이다'이다.

오답 포인트

숫자를 서로 바꿔 외우면 쉽게 틀린다. 특히 ②의 0.2와 ③의 3은 실제 기준인 0.3과 4를 한 단계씩 낮춘 함정이고, ④의 15%도 실제 한계인 10%를 과장한 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

특수모멘트골조 휨부재의 적용 범위 문제는 먼저 네 가지 최소 요건을 숫자로 대조하면 된다. 계수축력은 10%, 순경간/유효깊이는 4 이상, 폭/깊이는 0.3 이상, 최소 폭은 250mm로 판단하면 된다.

암기 포인트

특수모멘트골조 휨부재는 10%-4-0.3-250으로 정리된다.

NoteBase

문 16. 「건축구조기준 총칙」상 다음 설명에 해당하는 구조설계서의 구성 항목은?

구조계산결과를 책임구조기술자의 경험과 기술력으로 평가·조정하여 경제적이고 시공성이 우수한 구조체가 되도록 구조평면, 부재단면, 접합의 유형을 스케치하고, 구조계산으로는 산정할 수 없으나 구조실험이나 경험으로 구조안전이 확인된 상세와 이 기준에 규정한 구조세칙 등을 표현한다.

① 구조계산

② 구조설계개요

③ 구조특기사항

④ 구조설계요약

정답 4번

쟁점

이 문제는 「건축구조기준 총칙」상 구조설계서의 구성 항목 가운데 구조설계개요, 구조특기사항, 구조설계요약, 구조계산의 기능을 구별하는 문제이다. 핵심은 구조계산의 수치 결과를 설계자의 경험으로 평가·조정하여 구조평면, 부재단면, 접합 유형, 구조세칙까지 정리하는 항목이 무엇인지를 가리는 데 있다.

용어 풀이

구조설계요약은 구조계산 결과를 그대로 나열하는 문서가 아니라, 책임구조기술자가 그 결과를 검토하고 조정하여 실제 설계 의도를 구조도와 상세 개념으로 정리한 항목이다.

핵심 구분

구조설계개요는 구조형식, 사용재료, 강도, 하중조건 등 계획 단계의 기본 조건을 적는 항목이다. 구조특기사항은 구조안전에 꼭 필요한 사항을 시방서에 반영하도록 적는 항목이다. 구조계산은 설계하중에 대해 각 부가 안전한지를 구조역학적으로 계산하는 항목이다. 반면 구조설계요약은 구조계산 결과를 평가·조정하여 경제성과 시공성을 갖춘 구조체가 되도록 구조평면, 부재단면, 접합 유형, 구조세칙과 경험적 상세를 표현하는 항목이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 구조계산은 설계하중에 대해 각 구조부가 안전한지를 구조역학적으로 계산하는 단계이다.
틀린 표현: 제시문 설명을 구조계산으로 보는 부분이다.
올바른 표현: 제시문은 계산 자체가 아니라 계산 결과를 책임구조기술자가 평가·조정하여 설계로 정리하는 구조설계요약에 해당한다.

2번 X: 구조설계개요는 구조형식, 사용재료 및 강도, 하중조건처럼 구조계획 단계에서 검토한 기본 조건을 기술하는 항목이다.
틀린 표현: 구조평면, 부재단면, 접합 유형의 스케치와 경험적 상세 표현을 구조설계개요로 보는 부분이다.
올바른 표현: 그런 내용은 계획의 개요가 아니라 계산 결과를 종합 정리한 구조설계요약의 내용이다.

3번 X: 구조특기사항은 구조안전에 꼭 필요하여 구조체공사시방서에 반영할 주요사항을 기술하는 항목이다.
틀린 표현: 제시문 전체를 구조특기사항으로 보는 부분이다.
올바른 표현: 제시문은 시방 반영용 특기사항이 아니라 계산 결과를 경험과 기술력으로 조정하여 구조 상세를 표현하는 구조설계요약이다.

4번 O: 제시문은 구조계산결과를 책임구조기술자가 평가·조정하고, 경제성과 시공성을 고려하여 구조평면, 부재단면, 접합 유형, 실험이나 경험으로 확인된 상세와 구조세칙을 표현한다고 하므로 구조설계요약의 설명과 일치한다.

오답 포인트

구조설계개요와 구조설계요약을 모두 '설계를 설명하는 문서'로만 외우면 2번과 4번을 혼동하기 쉽다. 계획 단계의 기본 조건을 적으면 개요이고, 계산 결과를 설계자의 판단으로 정리해 도식과 상세까지 표현하면 요약이다. 또 구조특기사항은 시방서 반영용 안전사항이라는 점에서 설계요약과 기능이 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

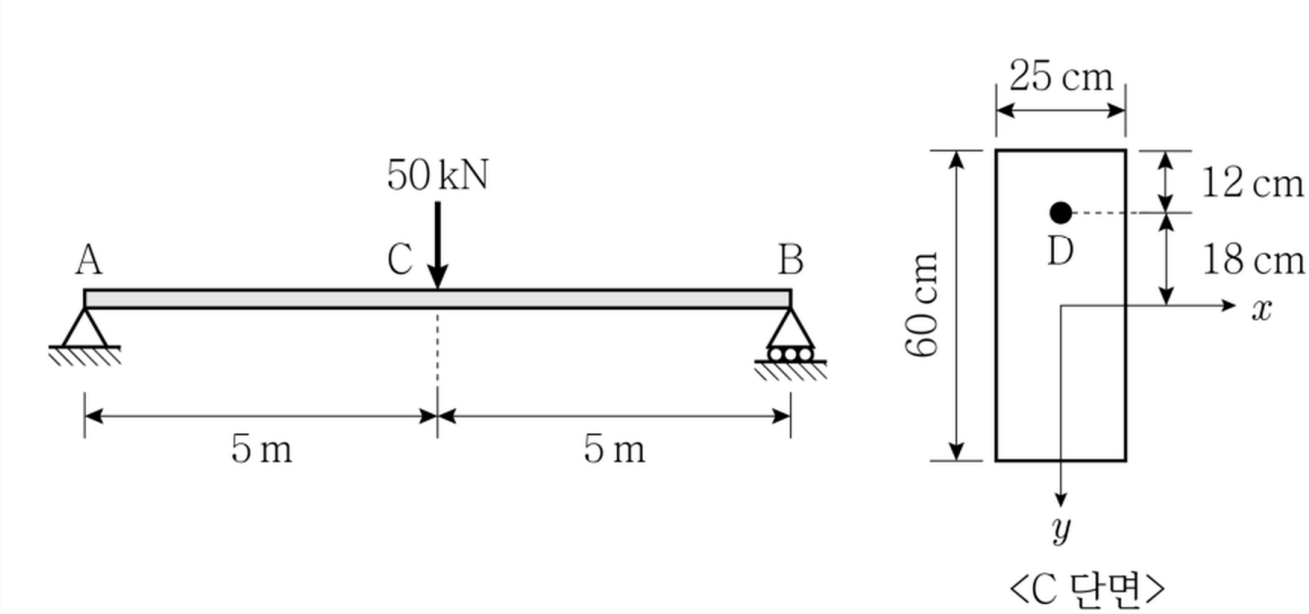
문장에 구조형식·재료강도·하중조건이 나오면 구조설계개요를 먼저 본다. 설계하중에 대한 안전 확인과 구조역학 계산이 중심이면 구조계산이다. 시방서에 반영할 주요 안전사항이면 구조특기사항이다. 계산 결과를 책임구조기술자가 조정하여 구조평면, 단면, 접합, 상세를 정리하면 구조설계요약이다.

암기 포인트

개요는 계획조건, 계산은 수치검토, 특기사항은 시방반영, 요약은 계산결과를 설계 판단으로 정리한 문서이다.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 단순보 중앙에 수직하중 50 kN이 작용할 때, 최대 휨모멘트가 발생하는 단면의 D점에서 휨응력[MPa]의 절댓값은? (단, 단면의 재료는 균질하며, 자중은 무시한다)



① 3.5

② 5.0

③ 8.3

④ 10.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단순보 중앙집중하중의 최대 휨모멘트와 직사각형 단면의 휨응력식 $\sigma = My/I$를 이용해 D점의 응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단순보 경간 10m, 중앙 집중하중 50 kN, 단면 크기 25cm × 60cm, D점은 중립축 x에서 18cm 위에 있다.
구해야 할 값: 최대 휨모멘트가 생기는 C단면의 D점 휨응력 절댓값이다.
주의할 조건: 단면은 내부 공극이 없는 직사각형으로 읽어야 하며, D점까지 거리는 상단면에서 12cm가 아니라 중립축에서 18cm를 사용한다.

NoteBase

사용할 공식

최대 휨모멘트는 $M_{\max} = \frac{PL}{4}$이다.
직사각형 단면의 x축에 대한 단면2차모멘트는 $I_x = \frac{bh^3}{12}$이다.
D점 휨응력은 $\sigma = \frac{My}{I}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 단순보 중앙집중하중이므로 최대 휨모멘트는 중앙에서 생기고, 균질 단면의 휨응력은 중립축으로부터의 거리와 단면2차모멘트로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 최대 휨모멘트는 $M_{\max} = \frac{PL}{4} = \frac{50 \times 10}{4} = 125 kN \cdot m$이다.
2. 직사각형 단면의 단면2차모멘트는 $I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{25 \times 60^3}{12} = 450{,}000 cm^4$이다.
3. D점은 중립축에서 $y = 18 cm$ 떨어져 있으므로 $\sigma = \frac{My}{I} = \frac{125 \times 100{,}000 \times 18}{450{,}000} = 500 N/cm^2 = 5.0 MPa$이다.

선지 판단

1번: X. 3.5 MPa는 D점까지 거리 18cm 대신 상단에서의 거리 12cm를 넣어 응력을 과소평가할 때 나오는 값에 가깝다. D점의 올바른 기준거리는 중립축으로부터 18cm이므로 옳은 값은 5.0 MPa이다.
2번: O. $M_{\max} = 125 kN \cdot m$, $I_x = 450{,}000 cm^4$, $y = 18 cm$를 대입하면 $\sigma = 5.0 MPa$가 된다.
3번: X. 8.3 MPa는 D점이 아니라 최외단섬유 $y = 30 cm$의 응력을 계산한 값이다. 이 문항은 D점의 응력을 묻고 있으므로 옳은 값은 5.0 MPa이다.
4번: X. 10.5 MPa는 단면2차모멘트를 잘못 써서 응력을 과대평가한 값에 가깝다. 직사각형 단면의 올바른 식은 $I_x = bh^3/12$이며, 이를 쓰면 D점 응력은 5.0 MPa이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 D점 위치를 상단면 기준 12cm로 읽거나, D점이 아니라 최외단섬유의 응력을 구하는 데 있다. 또 직사각형 단면의 단면2차모멘트를 $\frac{bh^3}{12}$가 아닌 다른 식으로 착각하면 10 MPa 안팎의 과대값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

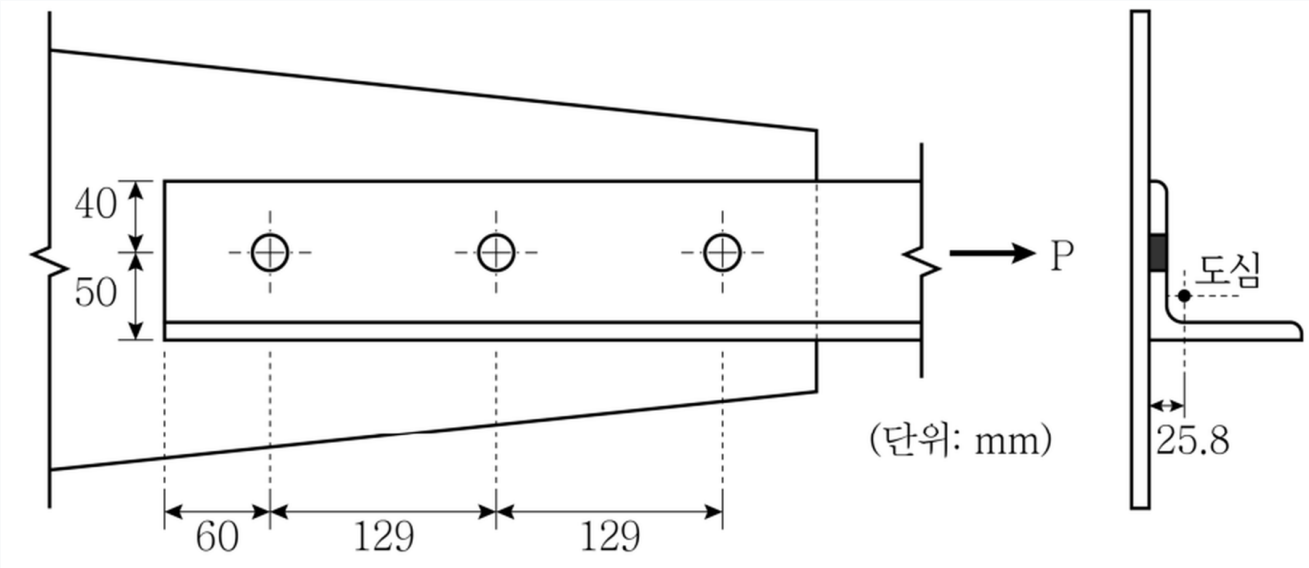
보의 응력 계산 문제는 하중 형태로 최대 휨모멘트 위치를 먼저 정하고, 단면의 중립축과 단면2차모멘트를 구한 뒤, 묻는 점이 중립축에서 얼마나 떨어졌는지를 넣어 $\sigma = \frac{My}{I}$ 순서로 판단한다.

암기 포인트

중앙집중하중 단순보는 $M_{\max} = \frac{PL}{4}$, 직사각형은 $I = \frac{bh^3}{12}$, 점응력은 중립축 거리 y를 넣어 $\sigma = \frac{My}{I}$로 계산한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 고장력볼트로 접합되는 인장재 L-90×90×10의 유효순단면적[mm^2]은? (단, 인장재의 총단면적 $A_g = 1,700mm^2$이고, 사용 고장력볼트는 M22(F10T)로 표준구멍을 가지며, 사용 가능한 가장 큰 전단뒤짐(전단지연) 감소계수(U)를 적용한다)



① 876

② 1,168

③ 1,314

④ 1,332

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 고장력볼트 접합 단일 ㄱ형강 인장재의 유효순단면적 A_e를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $A_g = 1700mm^2$, 두께 $t = 10mm$, M22 표준구멍 $d_h = 24mm$, 도심 이격거리 $\bar{x} = 25.8mm$, 접합길이 $L = 129 + 129 = 258mm$이다. 구해야 할 값은 유효순단면적 A_e이다. 주의할 조건은 표준구멍 지름을 써야 하고, 전단뒤짐 감소계수는 사용 가능한 가장 큰 값으로 적용해야 한다는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

$A_e = UA_n$

$A_n = A_g - d_h t$

$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L}$

이 부재는 한쪽 다리만 접합된 단일 ㄱ형강 인장재이므로 순단면적을 먼저 구한 뒤 전단뒤짐 감소계수 U를 곱한다. 문제에서 가장 큰 U를 적용하라고 했으므로 일반값 0.6보다 큰 $1 - \bar{x}/L$ 값을 사용할 수 있다.

계산 과정

1. 순단면적은 $A_n = 1700 - 24 \times 10 = 1460\text{mm}^2$이다.
2. 전단뒤짐 감소계수는 $U = 1 - \frac{25.8}{258} = 0.9$이다.
3. 따라서 유효순단면적은 $A_e = 0.9 \times 1460 = 1314\text{mm}^2$이다.

선지별 해설

① X: 876mm^2는 $A_n = 1460\text{mm}^2$에 단일 ㄱ형강의 일반값 $U = 0.6$을 그대로 곱한 값이다. 이 문항은 사용 가능한 가장 큰 U를 적용해야 하므로 876이 아니라 1314mm^2가 된다.

② X: 1168mm^2는 접합길이 L을 129mm 한 구간만으로 잘못 보아 $U = 1 - 25.8/129 = 0.8$로 계산했을 때의 값이다. 접합길이는 최외단 볼트 간 거리인 258mm이므로 1168이 아니라 1314mm^2가 된다.

③ O: 표준구멍 지름 24mm를 공제하여 $A_n = 1460\text{mm}^2$를 구하고, $U = 0.9$를 곱하면 $A_e = 1314\text{mm}^2$가 된다. 따라서 옳은 선택지는 ③이다.

④ X: 1332mm^2는 순단면 계산에서 표준구멍 지름 24mm 대신 볼트지름 22mm를 써서 $A_n = 1700 - 22 \times 10 = 1480\text{mm}^2$, $A_e = 0.9 \times 1480 = 1332\text{mm}^2$로 계산한 오답이다. 표준구멍을 써야 하므로 1332가 아니라 1314mm^2가 된다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 세 가지이다. 첫째, 순단면 계산에서 볼트지름과 표준구멍 지름을 혼동하기 쉽다. 둘째, 접합길이 L을 한 피치 129mm로 잘못 잡기 쉽다. 셋째, 단일 ㄱ형강의 일반값 $U = 0.6$만 기억하고 문제의 '가장 큰 U' 조건을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

이런 계산형 인장재 문제는 전체단면적에서 구멍 공제로 순단면적을 먼저 만들고, 그 다음 부재형상과 접합길이로 U를 정한 뒤 마지막에 $A_e = UA_n$ 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

유효순단면은 $A_e = U(A_g - d_h t)$이고, 표준구멍은 볼트지름이 아니라 구멍지름을 뺀다.

NoteBase

문 19. 「조적식구조 강도설계법」상 전단에 대한 강도감소계수로 옳은 것은?

① 모멘트저항벽체골조: 0.80

② 보, 피어, 기둥: 0.75

③ 면외하중에 대한 벽체: 0.80

④ 면내하중에 대한 벽체: 0.75

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 조적식구조 강도설계법에서 전단에 대한 강도감소계수를 부재별로 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

조적식구조의 전단 강도감소계수는 모든 부재에 같은 값이 적용되는 것이 아니라 부재의 역할과 거동에 따라 달라진다. 일반적인 보, 피어, 기둥과 벽체의 전단은 0.60이고, 모멘트저항벽체골조의 전단은 0.80이다.

선지별 해설

1번: O. 모멘트저항벽체골조의 전단에 대한 강도감소계수는 0.80이므로 옳다.
2번: X. 틀린 부분은 "0.75"이다. 보, 피어, 기둥의 전단에 대한 강도감소계수는 0.75가 아니라 0.60이다.
3번: X. 틀린 부분은 "0.80"이다. 면외하중에 대한 벽체의 전단 강도감소계수는 0.80이 아니라 0.60이다.
4번: X. 틀린 부분은 "0.75"이다. 면내하중에 대한 벽체의 전단 강도감소계수는 0.75가 아니라 0.60이다.

오답 포인트

전단 강도감소계수를 철근콘크리트 구조의 대표값과 섞어 외우면 0.75를 고르기 쉽다. 이 문항은 일반 조적 부재와 모멘트저항벽체골조를 따로 구분하는지가 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전단 계수를 묻는 문항에서는 먼저 모멘트저항벽체골조인지 여부를 본다. 모멘트저항벽체골조이면 0.80, 그 밖의 보·피어·기둥·면내벽체·면외벽체 전단이면 0.60으로 판단한다.

암기 포인트

조적 전단은 일반 부재 0.60, 모멘트저항벽체골조만 0.80이다.

NoteBase

문 20. 「건축물 강합성구조 설계기준」상 충전형 합성기둥에 대한 합성단면의 유효강성 EI_{eff}는?

콘크리트 단면의 단면2차모멘트: I_c, 강재 단면의 단면2차모멘트: I_s, 철근 단면의 단면2차모멘트: I_{sr}, 콘크리트 탄성계수: E_c, 강재 탄성계수: E_s, 철근 탄성계수: E_{sr}, 충전형 합성압축부재의 유효강성을 구하기 위한 계수: C_3

① $E_sI_s + E_{sr}I_{sr} + C_3E_cI_c$

② $E_sI_s + 0.5E_{sr}I_{sr} + C_3E_cI_c$

③ $C_3E_sI_s + E_{sr}I_{sr} + E_cI_c$

④ $C_3E_sI_s + E_{sr}I_{sr} + 0.5E_cI_c$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 「건축물 강합성구조 설계기준」상 충전형 합성기둥의 합성단면 유효강성식을 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 구분

충전형 합성기둥의 합성단면 유효강성은 $EI_{eff} = E_sI_s + E_{sr}I_{sr} + C_3E_cI_c$로 정리한다. 강재항 E_sI_s와 철근항 $E_{sr}I_{sr}$는 그대로 더하고, 콘크리트항에만 계수 C_3를 곱한다는 점이 핵심이다.

선지별 해설

① O: 유효강성식은 $E_sI_s + E_{sr}I_{sr} + C_3E_cI_c$이므로 강재, 철근, 콘크리트의 기여강성을 올바르게 쓴 식이다.
② X: 철근항에 0.5를 곱한 것이 틀리다. 틀린 표현은 $0.5E_{sr}I_{sr}$이다. 올바르게는 $E_{sr}I_{sr}$이다.
③ X: C_3를 강재항에 곱한 것이 틀리다. 틀린 표현은 $C_3E_sI_s$이다. 올바르게는 강재항이 E_sI_s이고, C_3는 콘크리트항에만 곱해 $C_3E_cI_c$가 된다.
④ X: 강재항과 콘크리트항의 계수 적용이 모두 틀리다. 틀린 표현은 $C_3E_sI_s$와 $0.5E_cI_c$이다. 올바르게는 E_sI_s와 $C_3E_cI_c$이며, 철근항은 $E_{sr}I_{sr}$이다.

오답 포인트

이 문항은 각 재료 항의 앞에 붙는 계수를 서로 바꿔 놓는 함정을 노린 문제이다. 특히 C_3가 콘크리트항 보정계수라는 점을 놓치면 ③, ④로 흔들리고, 철근항을 임의로 감산해 ②로 오인하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

합성기둥 유효강성 문제는 먼저 강재항, 철근항, 콘크리트항을 재료별로 분리한 뒤 계수가 어느 항에 붙는지만 확인하면 된다. 강재는 E_sI_s, 철근은 $E_{sr}I_{sr}$, 콘크리트는 $C_3E_cI_c$로 정리되면 정답이다.

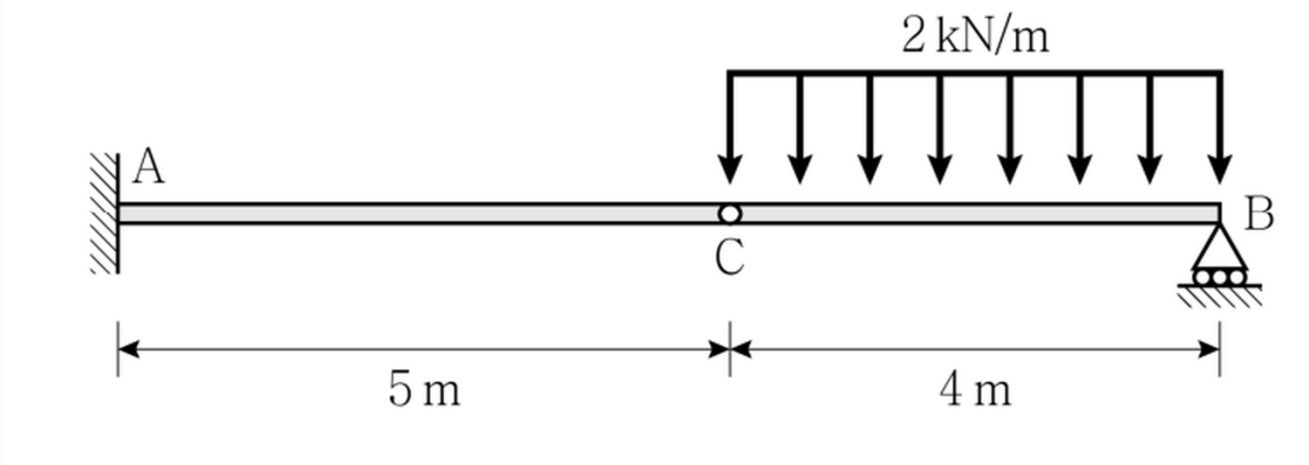
NoteBase

암기 포인트

충전형 합성기둥 유효강성은 강재 그대로 E_sI_s, 철근 그대로 $E_{sr}I_{sr}$, 콘크리트만 $C_3E_cI_c$로 외운다.

NoteBase

문 21. 그림과 같이 겔버보에 등분포하중이 작용할 때, A점에 발생하는 휨모멘트[kN·m]의 절댓값은? (단, 자중은 무시한다)



① 10

② 20

③ 30

④ 40

정답 2번

출제 포인트

내부힌지가 있는 겔버보에서 경간 CB의 반력을 먼저 구한 뒤, 그 반력이 외팔보 AC의 고정단모멘트로 어떻게 전달되는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 AC=5m, CB=4m, CB 전 구간의 등분포하중은 2kN/m이다. C는 내부힌지이므로 C점 모멘트는 0이다. 구해야 할 값은 A점에서 발생하는 휨모멘트의 절댓값이다.

사용할 공식

경간 CB는 내부힌지 C와 지점 B 사이의 단순보로 볼 수 있다. 등분포하중 w가 전 경간 L에 작용하는 단순보의 양 지점반력은 각각 $\frac{wL}{2}$이다. 따라서 $R_C = R_B = \frac{wL}{2}$이고, 이때 A점 모멘트의 절댓값은 $|M_A| = R_C \times AC$이다. 이 공식을 쓰는 이유는 C점에서 모멘트가 전달되지 않으므로 CB에서 생긴 전단반력만 AC로 전달되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. CB 경간의 총하중은 $wL = 2 \times 4 = 8\text{kN}$이다.
2. 단순보 CB의 양 지점반력은 각각 $R_C = R_B = \frac{8}{2} = 4\text{kN}$이다.
3. 이 반력은 AC 부재에는 C점의 하향 집중하중 4kN으로 작용한다.
4. 따라서 A점 휨모멘트의 절댓값은 $|M_A| = 4 \times 5 = 20\text{kNcdot m}$이다.

선지별 해설

① X. '10'은 C점 반력 $R_C = 4\text{kN}$은 옳게 구했으나 모멘트팔을 AC 전장 5m가 아니라 그 절반인 2.5m로 잘못 잡아 $4 \times 2.5 = 10$으로 계산한 값이다. A점 휨모멘트의 팔길이는 힌지 C와 고정단 A 사이의 거리 전체인 5m이므로 올바른 값은 $4 \times 5 = 20\text{kNcdot m}$이다.
② O. CB를 단순보로 분리하면 C점 반력은 4kN이고, 이것이 AC의 끝점 C에 작용하는 집중하중이 된다. 따라서 A점 모멘트는 $4 \times 5 = 20\text{kNcdot m}$이므로 맞는 선택지이다.
③ X. '30'은 C점 반력 $R_C = 4\text{kN}$은 옳게 구했으나 등가집중하중의 작용점을 A로부터 7.5m 떨어진 곳으로 잘못 잡아 $4 \times 7.5 = 30$으로 계산한 값이다. 이는 모멘트팔을 $AC(5\text{m}) + AC/2(2.5\text{m})$로 더해 버린 오류로, 실제 반력은 AC의 끝점 C에 그대로 작용하므로 팔길이는 5m뿐이고 올바른 값은 $4 \times 5 = 20\text{kNcdot m}$이다.
④ X. '40'은 CB의 총하중 8kN이 전부 AC로 전달된다고 보고 8×5로 계산한 오답이다. 실제로는 B 지점도 절반을 부담하므로 C를 통해 AC로 전달되는 힘은 4kN뿐이고, 올바른 값은 20kNcdot m이다.

오답 포인트

내부힌지 C가 있으면 먼저 보를 C에서 분리해야 한다는 점을 놓치기 쉽다. CB 전 구간의 총하중 8 kN을 그대로 AC에 전달하거나, 모멘트팔을 CB 내부 길이로 잡으면 ①이나 ④ 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

겔버보 계산문제는 먼저 내부힌지에서 보를 분리하고, 힌지 양쪽 중 계산이 쉬운 쪽의 반력을 구한 다음, 그 반력이 다른 쪽 부재에 어떤 집중하중이나 반력으로 작용하는지를 연결해서 판단한다.

암기 포인트

겔버보는 힌지에서 끊고 본다. 힌지는 모멘트를 못 넘기고 전단반력만 넘긴다.

NoteBase

문 22. 「콘크리트구조 스트럿-타이모델 기준」상 절점영역 압축강도를 계산할 때 타이의 정착 영향을 고려하기 위한 계수 β_n으로 옳지 않은 것은? (단, 별도의 실험 및 해석을 통한 β_n의 평가가 없는 경우이다)

① 하나의 타이가 연결된 절점영역: 0.80

② 두 개의 타이가 연결된 절점영역: 0.70

③ 세 개의 타이가 연결된 절점영역: 0.60

④ 지지판, 스트럿 또는 지지판과 스트럿에 의해 형성된 절점영역: 1.00

정답 2번

쟁점

이 문제는 스트럿-타이모델에서 절점영역 유효압축강도를 계산할 때 쓰는 계수 β_n의 적용값을 구별하는 문제이다. 핵심은 타이의 개수에 따라 절점영역을 구분하는 것이다.

용어 풀이

절점영역은 스트럿과 타이의 힘이 모여 전달되는 영역이다. β_n은 절점영역 압축강도 계산에서 타이의 정착 영향을 반영하는 계수이다.

핵심 구분

절점영역의 유효압축강도는 $f_{ce} = 0.85\beta_n f_{ck}$로 본다. 기준상 β_n은 지지판·스트럿·지지판과 스트럿으로 형성된 절점영역은 1.00, 하나의 타이가 연결된 절점영역은 0.80, 두 개 이상의 타이가 연결된 절점영역은 0.60이다. 따라서 '두 개'를 별도로 0.70으로 두지 않고 '두 개 이상'을 한 묶음으로 0.60으로 본다.

선지별 해설

① O: 하나의 타이가 연결된 절점영역의 β_n은 0.80이므로 옳다. 하나의 타이 절점영역에 해당하는 기준값을 그대로 제시한 선택지이다.
② X: 두 개의 타이가 연결된 절점영역을 0.70으로 본 것이 틀렸다. 틀린 표현은 '0.70'이다. 올바른 표현은 '두 개 이상의 타이가 연결된 절점영역: 0.60'이다. 두 개의 타이는 '두 개 이상'에 포함된다.
③ O: 세 개의 타이가 연결된 절점영역은 '두 개 이상의 타이가 연결된 절점영역'에 포함되므로 0.60이 맞다.
④ O: 지지판, 스트럿 또는 지지판과 스트럿에 의해 형성된 절점영역의 β_n은 1.00이므로 옳다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 타이 수가 늘어날수록 0.10씩 단계적으로 감소한다고 오해하는 데 있다. 기준은 '하나의 타이 0.80'과 '두 개 이상 타이 0.60'으로 끊어서 규정하므로 2개를 0.70으로 따로 외우면 바로 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

절점영역의 β_n 문제는 먼저 지지판·스트럿형인지, 타이가 연결된 형인지 나눈다. 그다음 타이가 1개이면 0.80, 2개 이상이면 0.60으로 판단하면 된다.

암기 포인트

절점영역 β_n은 지지판·스트럿 1.00, 타이 1개 0.80, 타이 2개 이상 0.60이다.

NoteBase

문 23. 「콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준」상 별도의 균열 검증을 하지 않을 때, 습윤환경에 노출된 보에 대한 최외단 인장철근의 최대 중심간격[mm]은? (단, 최외단 인장철근 표면과 콘크리트 표면 사이의 최소 두께는 50mm이며, 사용하중 상태에서 최외단 인장철근의 응력은 300 MPa이다)

① 137.5

② 162.5

③ 210.0

④ 225.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 습윤환경에서 별도의 균열 검증을 생략할 때 적용하는 최외단 인장철근 최대 중심간격 기준식을 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 최외단 인장철근 표면과 콘크리트 표면 사이 최소 두께 $c_c = 50mm$, 사용하중 상태 철근응력 $f_s = 300MPa$

주의할 조건: 습윤환경이므로 노출조건 계수 $k_{cr} = 210$을 적용한다.

구해야 할 값: 최외단 인장철근의 최대 중심간격 s_{max}

사용할 공식

$s_{max} = \min\left(375\frac{k_{cr}}{f_s} - 2.5c_c,\ 300\frac{k_{cr}}{f_s}\right)$

이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 별도의 균열 검증을 하지 않는 보의 최외단 인장철근 최대 중심간격을 직접 묻고 있으므로, 기준의 간접 균열제어 간격식을 그대로 적용하면 된다.

계산 과정

1. 습윤환경이므로 $k_{cr} = 210$을 대입한다.
2. 첫째 식은 $375 \times \frac{210}{300} - 2.5 \times 50 = 262.5 - 125 = 137.5mm$이다.
3. 둘째 식은 $300 \times \frac{210}{300} = 210.0mm$이다.
4. 두 값 중 작은 값을 취하므로 $s_{max} = 137.5mm$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 계산 결과가 137.5mm이므로 옳다.
2번 X: 162.5mm는 첫째 식에서 c_c 앞 계수를 2.5가 아니라 2.0으로 잘못 적용한 값이다. 즉 $375 \times \frac{210}{300} - 2.0 \times 50 = 262.5 - 100 = 162.5mm$로 계산하면 나오지만, 기준의 정확한 계수는 2.5이므로 $262.5 - 125 = 137.5mm$가 맞다. 틀린 표현: 최대 중심간격이 162.5mm라는 판단. 올바르게는 137.5mm이다.
3번 X: 210.0mm는 둘째 식 $300\frac{k_{cr}}{f_s}$ 값이지만, 기준은 두 식 중 작은 값을 사용한다. 틀린 표현: 최대 중심간격이 210.0mm라는 판단. 올바르게는 137.5mm이다.
4번 X: 225.0mm는 건조환경 계수 $k_{cr} = 280$을 쓴 경우의 값에 해당한다. 문제는 습윤환경이므로 $k_{cr} = 210$을 써야 한다. 틀린 표현: 최대 중심간격이 225.0mm라는 판단. 올바르게는 137.5mm이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 환경조건에 따른 계수 선택과 두 식 중 작은 값을 택하는 규정을 동시에 놓치기 쉽다는 점이다. 습윤환경인데 건조환경 계수 280을 넣거나, 둘째 식 값 210.0mm만 보고 답을 고르면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

균열제어 간격 문제는 먼저 환경조건으로 k_{cr} 값을 정하고, 다음에 두 식을 모두 계산한 뒤, 마지막에 더 작은 값을 최대 허용 중심간격으로 판단한다.

암기 포인트

간접 균열제어 철근간격은 습윤환경 $k_{cr} = 210$, 건조환경 $k_{cr} = 280$, 그리고 두 식 중 작은 값 적용이 핵심이다.

NoteBase

문 24. 다음은 「콘크리트구조 철근상세 설계기준」상 현장치기콘크리트 구조의 구조 일체성 요구조건에 관한 내용이다. (가), (나)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

구조물의 테두리보에는 다음으로 구성되는 연속철근을 기둥의 축방향 철근으로 둘러싸인 부분을 지나서 전 경간에 걸쳐 배치하여야 한다. 그리고 불연속받침부에서는 ①, ②의 철근이 받침부 면에서 항복강도를 발휘할 수 있도록 KDS 14 20 52(4.1.5)를 만족하는 표준갈고리나 KDS 14 20 52(4.1.6)을 만족하는 확대머리 이형철근으로 정착되어야 한다.
① 적어도 받침부에서 요구되는 부모멘트 철근의 (가) 이상이며 두 개 이상인 인장철근
② 적어도 경간 중앙부에서 요구되는 정모멘트 철근의 (나) 이상이며 두 개 이상인 인장철근

① (가): $\frac{1}{6}$, (나): $\frac{1}{4}$
② (가): $\frac{1}{4}$, (나): $\frac{1}{6}$
③ (가): $\frac{1}{4}$, (나): $\frac{1}{3}$
④ (가): $\frac{1}{3}$, (나): $\frac{1}{4}$

정답 1번

쟁점

이 문제는 현장치기콘크리트 구조의 테두리보 연속철근에 관한 KDS 기준 수치를 묻는 문제이다. 핵심은 불연속받침부의 부모멘트 철근 비율과 경간 중앙부의 정모멘트 철근 비율을 구분하는 데 있다.

용어 풀이

부모멘트 철근은 받침부에서 발생하는 음의 휨모멘트에 저항하는 철근이고, 정모멘트 철근은 경간 중앙부에서 발생하는 양의 휨모멘트에 저항하는 철근이다.

핵심 구분

KDS의 테두리보 연속철근 규정은 위치별 최소 비율이 다르다. 받침부에서는 요구 부모멘트 철근의 1/6 이상인 두 개 이상의 인장철근을 두어야 하고, 경간 중앙부에서는 요구 정모멘트 철근의 1/4 이상인 두 개 이상의 인장철근을 두어야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: (가)는 받침부에서 요구되는 부모멘트 철근의 1/6, (나)는 경간 중앙부에서 요구되는 정모멘트 철근의 1/4이므로 기준과 일치한다.
② X: 받침부 기준과 경간 중앙부 기준을 서로 바꾸었다. 틀린 표현은 '(가) 1/4, (나) 1/6'이고, 올바르게는 '(가) 1/6, (나) 1/4'이다.
③ X: (가) 1/4는 받침부 기준이 아니라 경간 중앙부 기준이다. 또한 (나) 1/3은 이 규정의 기준값이 아니며, 올바르게는 '(가) 1/6, (나) 1/4'이다.
④ X: (가) 1/3은 규정에 없는 값이다. (나) 1/4만 맞더라도 연결 전체가 틀리므로 정답이 될 수 없고, 올바르게는 '(가) 1/6, (나) 1/4'이다.

오답 포인트

받침부 부모멘트와 경간 중앙부 정모멘트를 같은 비율로 외우거나 서로 바꾸어 기억하면 쉽게 틀린다. 특히 1/6과 1/4를 단순 암기만 하면 위치 대응이 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

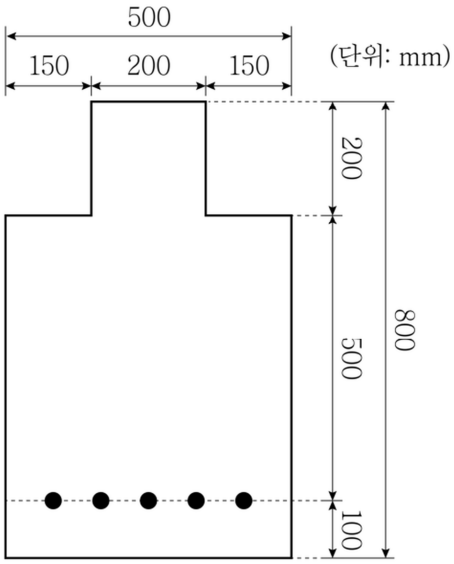
먼저 위치가 받침부인지 경간 중앙부인지 구분한 뒤, 받침부이면 부모멘트 1/6, 경간 중앙부이면 정모멘트 1/4를 대응시키면 된다. 수치만 보지 말고 위치와 모멘트 종류를 함께 묶어 판단하는 것이 안전하다.

암기 포인트

받침부 부모멘트는 1/6, 경간 중앙부 정모멘트는 1/4로 기억한다.

NoteBase

문 25. 그림과 같이 정휨모멘트를 받는 비정형 철근콘크리트 보 단면에 대한 설계휨강도를 산정하는 데 필요한 압축연단에서 중립축까지 거리 c[mm]는? (단, 콘크리트 압축응력의 분포와 콘크리트 변형률 사이의 관계는 등가 직사각형 압축응력블록을 이용한다)



○ 콘크리트: $f_{ck} = 40\ \text{MPa},\ \eta = 1.0,\ \beta_1 = 0.8$
○ 철근: $f_y = 400\ \text{MPa}$, 총단면적 $A_s = 4{,}250\ \text{mm}^2$

① 220
② 260
③ 275
④ 325

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 등가 직사각형 압축응력블록으로 인장력과 압축력의 평형을 맞춰 중립축 깊이 c를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $f_{ck} = 40MPa, \eta = 1.0, \beta_1 = 0.8, f_y = 400MPa, A_s = 4,250\text{mm}^2$이다. 단면은 상부 200mm 구간의 폭이 200mm이고, 그 아래 구간의 폭이 500mm이다. 단면 전체 높이가 800mm이고 철근 중심이 단면 하단에서 100mm 위에 있으므로, 압축연단에서 철근 중심까지의 유효깊이는
$d = 200 + 500 - 100 = 700\text{mm}$이다. 구해야 할 값은 압축연단에서 중립축까지의 거리 c이다. 주의할 점은 등가 압축블록 깊이 a와 중립축 깊이 c를 구분하는 것이다.

NoteBase

사용할 공식

$T = A_s f_y, \qquad C = 0.85\eta f_{ck} A_c, \qquad a = \beta_1 c$

이 공식을 쓰는 이유는 정모멘트를 받는 철근콘크리트 보의 설계휨강도 산정에서 인장철근의 인장력과 콘크리트 압축블록의 압축력이 평형을 이루는 깊이를 먼저 찾아야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 인장력은 $T = 4,250 \times 400 = 1.70 \times 10^6 N$이다.
2. 압축블록 깊이가 상부 200mm 안에만 있다고 가정하면
$C = 0.85 \times 1.0 \times 40 \times 200 \times 200 = 1.36 \times 10^6 N$이므로 인장력을 못 이긴다. 따라서 압축블록은 폭 500mm 구간까지 내려간다.
3. 그러면 압축면적은 $A_c = 200 \times 200 + 500(a - 200)$이고, 평형조건 $C = T$는
$0.85 \times 1.0 \times 40\{200 \times 200 + 500(a - 200)\} = 1.70 \times 10^6$이다. 좌변의 계수 $0.85 \times 1.0 \times 40 = 34$이므로 양변을 34로 나누면 $200 \times 200 + 500(a - 200) = \frac{1.70 \times 10^6}{34} = 50,000\text{mm}^2$이 된다. 이를 정리하면 $40,000 + 500(a - 200) = 50,000 \Rightarrow 500(a - 200) = 10,000 \Rightarrow a = 220\text{mm}$가 된다.
4. $a = \beta_1 c$이므로 $c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{220}{0.8} = 275\text{mm}$이다.

선지 판단

① X
$220mm$는 계산으로 나온 등가 압축블록 깊이 a 값이다. 문제는 중립축 깊이 c를 묻고 있으므로 그대로 정답이 될 수 없다. $c = 220mm$라고 두면 $a = 0.8 \times 220 = 176mm$가 되어 평형도 맞지 않는다. 틀린 값은 $220mm$이고, 올바르게는 $c = 275mm$이다.

② X
$c = 260mm$라면 $a = 0.8 \times 260 = 208mm$이다. 이때 압축면적은
$200 \times 200 + 500 \times 8 = 44,000\text{mm}^2$이고 압축력은 $0.85 \times 40 \times 44,000 = 1.496 \times 10^6 N$으로 인장력보다 작다. 따라서 평형이 성립하지 않는다. 틀린 값은 $260mm$이고, 올바르게는 $c = 275mm$이다.

③ O
$c = 275mm$이면 $a = 0.8 \times 275 = 220mm$이다. 압축면적은 $200 \times 200 + 500 \times 20 = 50,000\text{mm}^2$이고 압축력은 $0.85 \times 40 \times 50,000 = 1.70 \times 10^6 N$으로 인장력과 정확히 같아진다. 따라서 ③이 옳다.

④ X
$c = 325mm$라면 $a = 0.8 \times 325 = 260mm$이다. 이때 압축면적은
$200 \times 200 + 500 \times 60 = 70,000\text{mm}^2$이고 압축력은 $0.85 \times 40 \times 70,000 = 2.38 \times 10^6 N$으로 인장력보다 너무 크다. 평형조건을 벗어난 과대값이다. 틀린 값은 $325mm$이고, 올바르게는 $c = 275mm$이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 흔한 실수는 등가 압축블록 깊이 a와 중립축 깊이 c를 같은 값으로 보는 것이다. 또 비정형 단면인데도 폭 200mm 직사각형 하나로만 압축면적을 잡으면 단면 폭이 200mm에서 500mm로 바뀌는 턱 부분을 놓치게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

비정형 철근콘크리트 단면은 먼저 $T = A_s f_y$를 구하고, 그다음 압축블록이 폭이 바뀌는 위치를 넘는지 확인한 뒤, $C = T$로 a를 구하고 마지막에 $c = a/\beta_1$로 환산하면 된다.

암기 포인트

등가 압축응력블록 문제는 먼저 a를 구하고 선택지에서는 c를 고른다. 비정형 단면은 압축면적을 구간별로 나누어 계산한다.

NoteBase