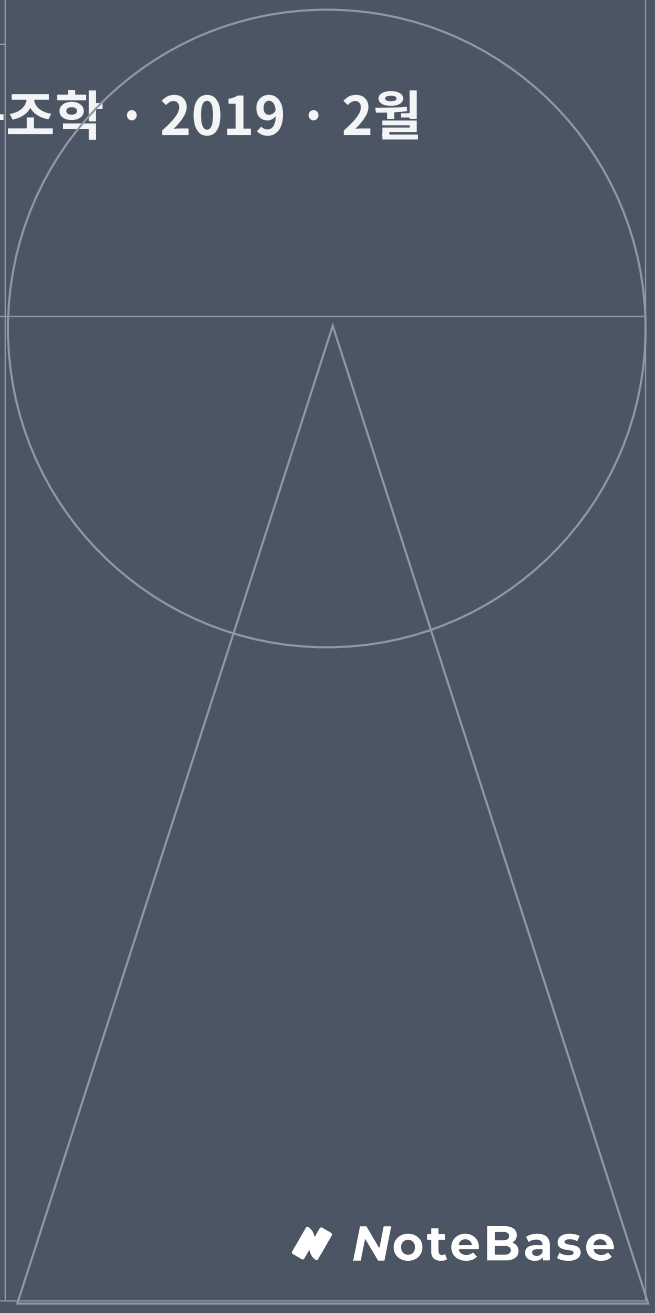
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월



NoteBase

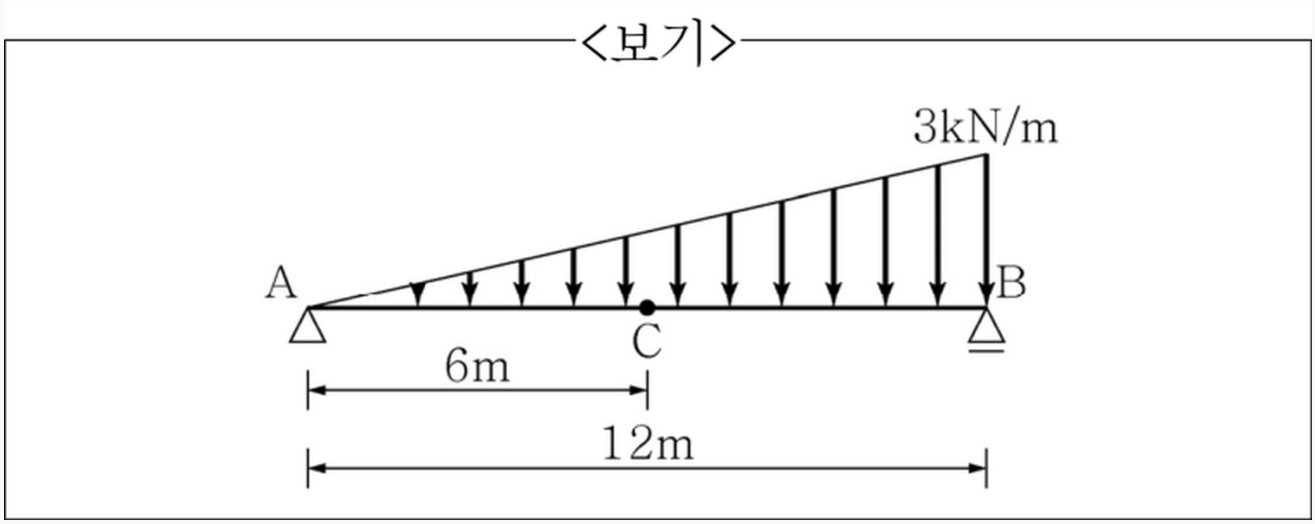
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

문 1. <보기>와 같이 보가 삼각형모양의 분포하중을 받고 있을 때, 중앙부 C점에서의 휨모멘트 값은?

<보기>



① 9 kN·m

② 12 kN·m

③ 27 kN·m

④ 36 kN·m

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단순지지보에 작용하는 삼각형 분포하중을 등가집중하중으로 바꾸고, 반력을 구한 뒤 중앙 C점의 휨모멘트를 계산하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값
- 보의 전체 길이는 12m이다.
- C점은 A로부터 6m 지점이다.
- 분포하중은 A에서 0, B에서 최대 $3kN/m$인 삼각형 하중이다.

구해야 할 값
- 중앙부 C점의 휨모멘트이다.

주의할 조건
- 삼각형 분포하중의 합력은 삼각형 면적이다.
- 합력 작용점은 하중이 큰 쪽에서 $L/3$, 작은 쪽에서 $2L/3$ 지점이다.

사용할 공식

삼각형 분포하중의 합력은
$W = \frac{1}{2} w_{max} L$
이다.

보 전체의 반력은 평형조건
$R_A + R_B = W$
$\sum M_A = 0$
으로 구한다.

C점의 휨모멘트는 C점 왼쪽 부분을 절단하면
$M_C = R_A \times 6 - W_{AC} \times d$
로 구할 수 있다.

이 공식을 쓰는 이유는 분포하중을 등가집중하중으로 바꾸면 보의 반력과 절단면 휨모멘트를 정정계 평형만으로 계산할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 보 전체에 작용하는 삼각형 하중의 합력은
$W = \frac{1}{2} \times 12 \times 3 = 18kN$
이다. 이 합력의 작용점은 A에서 $12 \times \frac{2}{3} = 8m$ 지점이다.

2. 전체 보의 평형조건에서
$R_B \times 12 = 18 \times 8$
이므로
$R_B = 12kN$
이고,
$R_A = 18 - 12 = 6kN$
이다.

3. C점 왼쪽 $6m$ 구간에만 있는 삼각형 하중의 최대강도는 전체가 선형이므로 $1.5kN/m$이다. 따라서 A-C 구간 하중의 합력은
$W_{AC} = \frac{1}{2} \times 6 \times 1.5 = 4.5kN$
이다. 이 합력의 작용점은 A에서 $6 \times \frac{2}{3} = 4m$ 지점이므로 C점에서 왼쪽으로 $2m$ 떨어져 있다.

4. C점의 휨모멘트는
$M_C = R_A \times 6 - W_{AC} \times 2$
$= 6 \times 6 - 4.5 \times 2 = 36 - 9 = 27kN \cdot m$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- C점의 휨모멘트는 $9kN \cdot m$가 아니라 $27kN \cdot m$이다.
- $9kN \cdot m$는 A-C 구간 삼각형 하중이 만드는 모멘트 4.5×2만 계산하고, 지점반력 $R_A \times 6$을 누락하면 나오는 값이다.

② X
- C점의 휨모멘트는 $12kN \cdot m$가 아니라 $27kN \cdot m$이다.
- $12kN \cdot m$는 전체 하중이나 반력의 일부만 반영한 오산 값으로, C점 절단 후 왼쪽 자유물체도의 평형을 끝까지 적용하지 못한 경우에 나온다.

③ O
- 계산 결과 C점의 휨모멘트는 $27kN \cdot m$이다.
- 전체 반력 $R_A = 6kN$와 A-C 구간 하중의 합력 $4.5kN$을 이용해 $M_C = 6 \times 6 - 4.5 \times 2 = 27kN \cdot m$가 된다.

④ X
- C점의 휨모멘트는 $36kN \cdot m$가 아니라 $27kN \cdot m$이다.
- $36kN \cdot m$는 $R_A \times 6$까지만 계산하고, A-C 구간 분포하중이 C점에 만드는 감산 모멘트 $4.5 \times 2 = 9kN \cdot m$를 빼지 않으면 나오는 값이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 전체 보의 반력을 구한 뒤에도 C점 왼쪽 구간에 실제로 작용하는 삼각형 하중을 다시 등가집중하중으로 바꾸어 빼야 한다는 점이다. ①은 분포하중 모멘트만 계산한 경우이고, ④는 반력 모멘트만 계산한 경우이다.

다시 나오면 이렇게 판단

삼각형 분포하중 보 문제는 먼저 전체 하중으로 지점반력을 구하고, 그다음 구하려는 절단면 한쪽 구간만 따로 떼어 그 구간의 분포하중을 다시 합력으로 바꾼 뒤 모멘트 평형을 적용하면 된다.

암기 포인트

삼각형 분포하중의 합력은 면적 $\frac{1}{2}wL$이고, 작용점은 큰 쪽에서 $L/3$ 지점이라는 점을 기억하면 휨모멘트 계산이 정리된다.

NoteBase

문 2. 철근콘크리트 구조물에서 수축·온도철근에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 1방향 철근콘크리트 슬래브에 수축·온도철근으로 배치되는 이형철근 및 용접철망의 철근비는 0.0014 이상이어야 한다.

② 수축·온도철근량은 수축 및 온도변화에 대한 변형이 심하게 구속된 부재에 대해서는 하중계수와 하중조합을 고려하여 최대철근량을 증가시켜야 한다.

③ 슬래브에서 휨철근이 1방향으로만 배치되는 경우 이 휨철근에 평행한 방향으로 수축·온도철근을 배치하여야 한다.

④ 1방향 철근콘크리트 슬래브의 수축·온도철근은 설계기준항복강도까지 발휘할 수 있도록 정착할 필요는 없다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 1방향 철근콘크리트 슬래브에서 수축·온도철근의 최소철근비, 배근 방향, 정착 원칙을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

수축·온도철근은 건조수축과 온도변화로 생기는 균열을 제어하기 위해 두는 최소분포철근이다.
휨철근은 휨모멘트에 저항하기 위해 배치하는 주근이다.
1방향 슬래브에서는 수축·온도철근을 주 휨철근과 직각 방향으로 배치하며, 필요한 응력을 발휘할 수 있도록 정착한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

선지별 해설

① O
1방향 철근콘크리트 슬래브에서 수축·온도철근으로 배치되는 이형철근 및 용접철망의 철근비를 0.0014 이상으로 본 진술이므로 옳다.

② X
틀린 부분은 '최대철근량'과 '하중계수와 하중조합'이다.
수축·온도철근은 휨강도 검토를 위한 최대철근량 개념이 아니라 균열제어를 위한 최소철근량 개념이다.
올바르게는 변형이 심하게 구속된 부재에서는 필요에 따라 최소 수축·온도철근량을 증가시킬 수 있다고 이해해야 한다.

③ X
틀린 부분은 '휨철근에 평행한 방향'이다.
1방향 슬래브에서 수축·온도철근은 주 휨철근과 직각 방향으로 배치한다. 주근과 직교하는 방향의 수축균열과 온도균열을 제어하기 위해서이다.

④ X
틀린 부분은 '정착할 필요는 없다'이다.
수축·온도철근도 필요한 단면에서 응력을 발휘해야 하므로 정착이 필요하다.
올바르게는 설계기준항복강도를 발휘할 수 있도록 정착해야 한다.

오답 포인트

수축·온도철근을 단순 보조철근으로 생각하면 ④처럼 정착이 불필요하다고 오해하기 쉽다. 또한 ③은 평행과 직각을 바꿔 놓은 전형적인 방향 함정이고, ②는 최대철근량과 최소철근량 개념을 섞어 놓은 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 1방향 슬래브의 주 휨철근 방향을 찾고, 수축·온도철근은 그 직각방향의 균열제어용 최소철근이라는 점으로 판단한다. 선지에 최대철근량, 평행배근, 정착 불요처럼 휨주근 개념과 뒤섞인 표현이 나오면 오답으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

1방향 슬래브의 수축·온도철근은 최소철근이고, 주근과 직각으로 배치하며, 정착이 필요하고, 철근비 기준은 0.0014이다.

NoteBase

문 3. 매입형 합성부재의 구조제한 사항에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 연속된 길이방향철근의 최소철근비 ρ_{sr}는 0.005로 한다.

② 플랜지에 대한 콘크리트 순피복두께는 플랜지폭의 1/8 이상으로 한다.

③ 강재코어의 단면적은 합성기둥의 총단면적의 1% 이상으로 한다.

④ 횡방향철근의 중심 간 간격은 직경 D10의 철근을 사용할 경우에는 200mm 이하로 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 매입형 합성부재의 구조제한에서 최소철근비, 피복두께, 강재코어 최소단면적, 횡방향철근 간격 제한값을 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 개념

매입형 합성부재는 강재코어를 콘크리트 속에 매입하고 길이방향철근과 횡방향철근으로 보강한 합성기둥이다. 이 구조의 제한사항은 어떤 값은 최소기준이고 어떤 값은 최대기준이라는 점이 핵심이다.
연속된 길이방향철근의 최소철근비는 0.004이고, 강재코어의 단면적은 합성기둥 총단면적의 1% 이상이어야 한다.
플랜지에 대한 콘크리트 순피복두께는 플랜지폭의 1/6 이상이며, 횡방향철근의 중심 간 간격은 D10 사용 시 300mm 이하이다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 '0.005'이다. 연속된 길이방향철근의 최소철근비는 0.005가 아니라 0.004이다. 올바르게는 '연속된 길이방향철근의 최소철근비는 0.004로 한다'이다.
② X: 틀린 부분은 '플랜지폭의 1/8 이상'이다. 플랜지에 대한 콘크리트 순피복두께는 플랜지폭의 1/8이 아니라 1/6 이상이다. 올바르게는 '플랜지에 대한 콘크리트 순피복두께는 플랜지폭의 1/6 이상으로 한다'이다.
③ O: 강재코어의 단면적은 합성기둥의 총단면적의 1% 이상으로 한다는 기준과 일치한다. 이 선지는 강재코어 최소단면적의 하한을 정확히 적었다.
④ X: 틀린 부분은 '200mm 이하'이다. 횡방향철근의 중심 간 간격은 직경 D10 철근을 사용할 경우 200mm가 아니라 300mm 이하이다. 올바르게는 '횡방향철근의 중심 간 간격은 직경 D10의 철근을 사용할 경우에는 300mm 이하로 한다'이다.

오답 포인트

이 문항은 서로 비슷한 구조제한 수치를 바꿔 끼우는 방식으로 출제되었다. 특히 ①의 0.005와 ②의 1/8, ④의 200mm처럼 실제 기준보다 조금 더 엄격해 보이는 수치를 제시하면 맞는 값처럼 보이기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

매입형 합성부재 문제는 먼저 항목이 하한인지 상한인지 구분한 뒤 수치를 대입해 판단한다. 길이방향철근비와 강재코어 면적은 최소기준으로 보고, 피복두께와 횡방향철근 간격은 규정된 값 이상 또는 이하를 확인하면 빠르게 정리된다.

암기 포인트

매입형 합성부재는 철근비 0.004, 피복 1/6, 강재코어 1%, D10 횡철근 간격 300mm로 정리된다.

NoteBase

문 4. 콘크리트 구조설계에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 콘크리트보에서 사용하중상태에서의 균열폭을 줄이기 위해서는 대구경 철근을 사용하는 것이 바람직하다.

② 건축구조기준에서는 고강도철근을 무량판슬래브에 사용하는 경우, 더 큰 슬래브 두께를 요구하고 있다.

③ 건축구조기준에서 슬래브의 뚫림전단 보강철근의 최대항복강도는 500 MPa 이다.

④ 콘크리트 기둥에서 압축력이 증가할수록 휨강도가 감소한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 균열 제어, 무량판 최소두께, 슬래브 뚫림전단 보강, 기둥의 축력-휨 상호작용을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

균열 제어는 같은 철근량이라면 소구경 철근을 촘촘히 분산 배치하는 쪽이 유리하다. 무량판 최소두께는 고강도철근을 쓰면 처짐과 사용성 검토 때문에 더 크게 요구될 수 있다. 슬래브의 뚫림전단 보강은 일반 보의 전단보강과 같은 상한을 그대로 쓰지 않고 별도 제한을 본다. 기둥의 휨강도는 축력과 독립적으로 단순 증감하지 않고 축력-휨 상호작용으로 판단한다.

선지별 해설

① X: 사용하중 상태의 균열폭은 대구경 철근 소수 배치보다 소구경 철근 다수 배치가 더 잘 제어된다. 틀린 표현은 '대구경 철근'이다. 올바르게는 '소구경 철근을 간격을 줄여 분산 배치하는 것이 바람직하다'이다.
② O: 건축구조기준의 무량판 최소두께 규정은 철근의 설계기준항복강도가 커질수록 더 큰 슬래브 두께를 요구하는 방향으로 정해져 있다. 따라서 고강도철근을 무량판슬래브에 쓰면 최소두께 요구가 커진다는 설명이 옳다.
③ X: 슬래브의 뚫림전단 보강철근은 일반 보 전단철근의 500 MPa 상한을 그대로 적용하지 않는다. 틀린 표현은 '최대항복강도는 500 MPa'이다. 올바르게는 '슬래브 뚫림전단 보강에서 쓰는 전단철근의 설계기준항복강도는 400 MPa을 초과할 수 없다'이다.
④ X: 콘크리트 기둥의 휨강도는 축력이 증가한다고 항상 감소하지 않는다. 축력과 휨은 상호작용하므로 일정 범위의 압축력은 오히려 휨내력 증가에 기여할 수 있다. 틀린 표현은 '증가할수록 휨강도가 감소한다'이다. 올바르게는 '기둥의 휨강도는 축력-휨 상호작용에 따라 변하며 일률적으로 감소한다고 볼 수 없다'이다.

오답 포인트

③에서 일반 전단철근의 500 MPa 제한을 슬래브 뚫림전단 보강에 그대로 옮겨오면 틀리기 쉽다. ①은 철근 직경이 크면 강해 보인다는 인상 때문에 균열 제어까지 유리하다고 오인하기 쉽고, ④는 기둥의 P-M 상관관계를 무시하고 축력이 커지면 휨이 무조건 약해진다고 단정하면 틀리기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

균열 제어 문제는 소구경 분산 배치인지부터 본다. 무량판 문제는 고강도철근 사용 시 최소두께가 커지는지를 확인한다. 전단 문제는 일반 보 전단과 슬래브 뚫림전단의 항복강도 제한을 분리해서 본다. 기둥 문제는 축력과 휨을 따로 보지 말고 축력-휨 상호작용으로 판단한다.

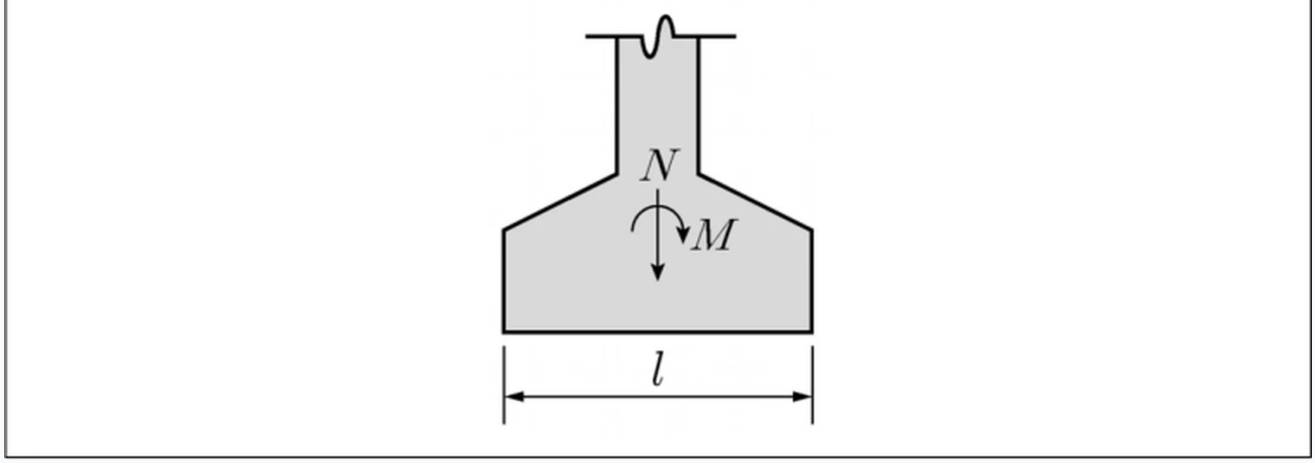
암기 포인트

균열은 소구경 분산, 무량판 고강도철근은 두께 증가, 뚫림전단 보강근은 400 MPa, 기둥 휨은 축력-휨 상호작용으로 본다.

NoteBase

문 5. <보기>와 같이 독립기초에 중심하중 $N = 50\text{kN}$, 휨모멘트 $M = 30\text{kN} \cdot \text{m}$가 작용할 때, 기초 슬래브와 지반과의 사이에 접지압이 압축응력만 생기게 하기 위한 최소 기초 길이 (l)는? (단, 기초판은 직사각형으로 한다.)

<보기>



① 3.6m

② 4.0m

③ 4.4m

④ 4.8m

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 독립기초에 편심하중이 작용할 때 접지압이 전부 압축이 되기 위한 한계조건 $e \leq l/6$를 이용해 최소 기초 길이 l를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값

- 중심하중: $N = 50kN$
- 휨모멘트: $M = 30kN \cdot m$
- 구해야 할 값: 기초 길이 l
- 조건: 기초판과 지반 사이에 인장응력이 생기지 않아야 하므로 접지압은 전 구간에서 압축이어야 한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

사용할 공식

$e = \frac{M}{N}$
$e \le \frac{l}{6}$
따라서 최소 길이는 $l = 6e = \frac{6M}{N}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 직사각형 독립기초에 축력과 모멘트가 함께 작용하면 접지압이 선형으로 변하고, 접지압이 전부 압축으로 남는 한계가 핵심선 내부인 $e = l/6$에서 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 편심거리를 구하면 $e = \frac{M}{N} = \frac{30}{50} = 0.6m$이다.
2. 전부 압축 조건은 $e \le \frac{l}{6}$이므로 최소 길이는 등호가 성립하는 경우이다.
3. 따라서 $l = 6e = 6 \times 0.6 = 3.6m$이다.
4. 같은 식으로 쓰면 $l = \frac{6M}{N} = \frac{6 \times 30}{50} = 3.6m$이다.

선지별 해설

① O
- 계산 결과 최소 길이는 $3.6m$이므로 옳다.
- $l = 3.6m$일 때가 바로 접지압이 전부 압축으로 남는 한계상태이다.

② X
- $4.0m$도 압축만 발생하는 길이일 수는 있지만 최소 길이는 아니다.
- 틀린 표현은 "4.0m"이고, 올바르게는 "최소 기초 길이는 3.6m이다."이다.

③ X
- $4.4m$는 정답값 $3.6m$보다 크므로 가능 길이일 수 있어도 최소값 조건에 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "4.4m"이고, 올바르게는 "최소 기초 길이는 3.6m이다."이다.

④ X
- $4.8m$도 필요 이상으로 큰 값이어서 "최소"라는 발문과 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "4.8m"이고, 올바르게는 "최소 기초 길이는 3.6m이다."이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 접지압이 압축만 생기게 하는 한계조건을 묻는다는 점과, 그중에서도 최소 길이를 묻는다는 점이다. 더 큰 길이는 조건을 만족할 수 있어도 정답이 아니며, 허용지내력 검토 문제로 바꾸어 생각하면 계산이 불필요하게 복잡해진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

직사각형 독립기초에 축력과 모멘트가 함께 주어지고 접지압이 전부 압축인지 묻는 문제는 먼저 $e = M/N$를 구한 뒤 $e \le l/6$를 적용한다. 최소 길이를 묻는 경우에는 등호상태로 두어 $l = 6M/N$으로 바로 정리하면 된다.

암기 포인트

독립기초 전부 압축의 한계는 $e = l/6$이고, 최소 길이는 $l = 6M/N$이다.

NoteBase

문 6. 플레이트보(Plate girder, 판보)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, h: 필릿 또는 코너반경을 제외한 플랜지 간의 순거리, t_w: 웨브 두께, E: 강재의 탄성계수, F_{yf}: 플랜지의 항복응력이다.)

① 플레이트보는 보의 깊이가 깊어서 휨모멘트와 전단력이 큰 곳에 사용하며, 웨브(web)플레이트와 플랜지(flange)플레이트의 접합재는 휨모멘트에 의해 결정한다.

② 스티프너(stiffener)는 웨브(web)플레이트의 좌굴을 방지하기 위한 것이다.

③ 커버플레이트(cover plate)는 플랜지 보강용으로 휨내력 부족을 보강하기 위한 것이다.

④ 웨브(web)의 폭두께비 (h/t_w)가 $5.7\sqrt{E/F_{yf}}$보다 큰 경우에 적용한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 플레이트거더의 구성 요소별 역할과 웹-플랜지 접합부의 설계 기준, 그리고 적용 조건을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

플레이트거더는 웹판과 플랜지판을 조립하여 만든 큰 보로서 깊이가 크고 휨모멘트와 전단력이 큰 경우에 사용한다.
휨은 주로 플랜지가 부담하고 전단은 주로 웹이 부담하므로, 웹과 플랜지 사이의 접합부는 휨모멘트가 아니라 두 부재 사이에 전달되는 전단력에 맞추어 설계한다.
스티프너는 얇은 웹의 좌굴을 방지하는 보강재이고, 커버플레이트는 플랜지 단면을 키워 휨내력을 보강하는 판이다.

선지별 해설

① X. 앞부분의 "보의 깊이가 깊어서 휨모멘트와 전단력이 큰 곳에 사용한다"는 설명은 타당하다. 틀린 부분은 "웨브플레이트와 플랜지플레이트의 접합재는 휨모멘트에 의해 결정한다"는 표현이다. 실제로는 웹과 플랜지 사이에 생기는 수평전단력에 따라 접합재를 결정한다.
② O. 스티프너는 얇은 웹판의 좌굴을 방지하기 위한 보강재이므로 옳다.
③ O. 커버플레이트는 플랜지에 덧붙여 단면계수를 키우고 휨내력 부족을 보강하는 용도로 사용하므로 옳다.
④ O. 플레이트거더는 일반적으로 웹의 폭두께비 h/t_w가 크고 웹이 세장한 경우에 적용하며, 제시된 $5.7\sqrt{E/F_{yf}}$보다 큰 경우에 적용한다는 설명은 옳다.

오답 포인트

①은 플레이트거더의 일반적 용도 설명을 먼저 맞게 제시한 뒤, 접합재의 결정 기준만 바꾸어 놓은 선지이다. 웹은 전단, 플랜지는 휨을 주로 부담한다는 역할 분담을 놓치면 접합재도 휨모멘트로 결정된다고 착각하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

플레이트거더 문제는 먼저 각 부재의 역할을 나누어 본다. 플랜지는 휨, 웹은 전단, 스티프너는 웹 좌굴 방지, 커버플레이트는 플랜지 휨보강으로 대응시키면 선지의 옳고 그름이 빠르게 정리된다. 접합부를 묻는 문구가 나오면 휨모멘트보다 전단 전달 여부를 먼저 본다.

암기 포인트

플랜지는 휨, 웹은 전단, 스티프너는 좌굴 방지, 커버플레이트는 휨보강이다.

NoteBase

문 7. 구조용 강재를 사용한 건축물에 대한 용어의 설명으로 가장 옳은 것은?

① 비구속판요소(Unstiffened element): 하중의 방향과 평행하게 한쪽 끝단이 직각방향의 판요소에 의해 연접된 평판요소

② 비콤팩트단면(Noncompact section): 완전소성 응력분포가 발생할 수 있고 국부좌굴이 발생하기 전에 약 3의 곡률연성비(회전능력)을 발휘할 수 있는 능력을 가진 단면

③ 크리플링(Crippling): 집중하중이나 반력이 작용하는 위치에서 발생하는 전체적인 파괴

④ 패널존(Panel zone): 접합부를 관통하는 보와 기둥의 웨브의 연장에 의해 구성되는 보-기둥접합부의 플랜지 영역으로, 전단패널을 통하여 모멘트를 전달하는 영역

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 구조용 강재 건축물에서 쓰는 용어의 정의를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

비구속판요소는 하중 방향과 평행한 가장자리 중 한쪽만 다른 판요소에 지지되고 다른 한쪽은 자유로운 돌출 판요소이다.
비콤팩트단면은 완전소성상태와 충분한 회전능력까지 가지지 못하고 그 전에 국부좌굴이 문제되는 단면이다.
크리플링은 집중하중이나 반력 작용부 부근에서 생기는 국부적인 압괴·좌굴 성격의 손상이다.
패널존은 보-기둥 접합부에서 전단을 전달하는 기둥 웨브 중심의 영역이다.

선지별 해설

① O: 비구속판요소는 한쪽 가장자리만 직각방향 판요소에 의해 지지되는 돌출 판요소를 뜻하므로 설명이 정의에 부합한다.
② X: 틀린 부분은 "완전소성 응력분포가 발생할 수 있고 국부좌굴이 발생하기 전에 약 3의 곡률연성비(회전능력)를 발휘"라는 부분이다. 이는 콤팩트단면의 설명에 가깝다. 비콤팩트단면은 완전소성모멘트에 도달하기 전에 국부좌굴이 발생하여 충분한 소성회전능력을 확보하지 못하는 단면이다.
③ X: 틀린 부분은 "전체적인 파괴"라는 표현이다. 크리플링은 집중하중이나 반력 작용부에서 생기는 국부적인 웨브 손상이나 국부좌굴이지 부재 전체의 전반적 파괴가 아니다.
④ X: 틀린 부분은 "플랜지 영역"이라는 표현이다. 패널존은 보-기둥 접합부에서 전단패널 역할을 하는 기둥 웨브 영역이지 플랜지 영역이 아니다. 올바르게는 접합부 내 기둥 웨브를 중심으로 전단을 전달하는 영역이다.

오답 포인트

비콤팩트단면과 콤팩트단면을 소성응력분포와 회전능력으로 뒤바꾸기 쉽고, 크리플링을 전체좌굴 같은 전반파괴로 오해하기 쉽다. 또한 패널존을 플랜지 쪽 영역으로 착각하면 ④를 고르기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

구조용어 정의 문제는 구별 키워드부터 본다. "한쪽만 지지"는 비구속판요소, "완전소성응력분포와 회전능력 확보"는 콤팩트단면, "집중하중 작용부의 국부 손상"은 크리플링, "접합부 전단을 받는 기둥 웨브 영역"은 패널존으로 판단한다.

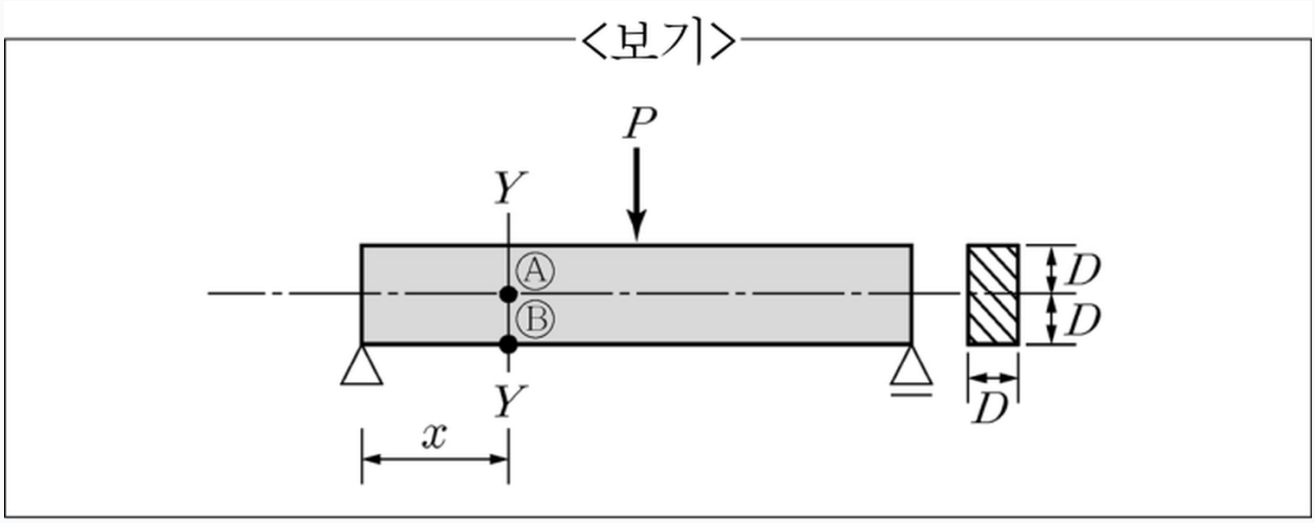
암기 포인트

비구속은 한쪽만 지지, 비콤팩트는 소성회전 부족, 크리플링은 국부 손상, 패널존은 기둥 웨브 전단영역이다.

NoteBase

문 8. <보기>에서 보의 중앙에 집중하중 P를 받는 단순보에서 단면 $Y-Y$의 중립축의 위치 Ⓐ에서 일어나는 전단응력도를 τ, 그 아래 Ⓑ에서 일어나는 인장응력도를 σ로 할 때, $\frac{\sigma}{\tau}$의 값이 4로 되는 x의 값은?

<보기>



① D

② $\frac{5}{3}D$

③ $\frac{4}{3}D$

④ $2D$

정답 4번

출제 포인트

단순보의 전단력과 휨모멘트를 이용해 직사각형 단면의 중립축 전단응력과 하연 휨인장응력의 비 σ/τ를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 보의 중앙에 집중하중 P가 작용하는 단순보이다.
- 절단면 $Y-Y$는 중앙보다 왼쪽에 있으므로 전단력은 $V=\frac{P}{2}$이다.
- 같은 절단면의 휨모멘트는 $M=\frac{P}{2}x$이다.
- 단면은 폭 $b=D$, 높이 $h=2D$인 직사각형이다.
- A점은 중립축 위의 전단응력 계산점이고, B점은 하연의 인장응력 계산점이다.

사용할 공식

$\tau_A=\frac{3V}{2A}, \quad \sigma_B=\frac{Mc}{I}$

직사각형 단면에서 중립축의 전단응력은 최대이므로 $\tau_A=\frac{3V}{2A}$를 쓸 수 있다. B점은 하연의 극섬유이므로 휨응력은 $\sigma_B=\frac{Mc}{I}$로 계산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 단면적과 단면2차모멘트는 $A = bh = D \cdot 2D = 2D^2$, $I = \frac{bh^3}{12} = \frac{D(2D)^3}{12} = \frac{2}{3}D^4$이다. 또한 극섬유까지의 거리는 $c = D$이다.
2. A점 전단응력은 $\tau = \frac{3V}{2A} = \frac{3(P/2)}{2 \cdot 2D^2} = \frac{3P}{8D^2}$이다.
3. B점 인장응력은 $\sigma = \frac{Mc}{I} = \frac{(P/2)x \cdot D}{(2/3)D^4} = \frac{3Px}{4D^3}$이다.
4. 따라서 $\frac{\sigma}{\tau} = \frac{\frac{3Px}{4D^3}}{\frac{3P}{8D^2}} = \frac{2x}{D}$이다.
5. $\frac{\sigma}{\tau} = 4$이므로 $\frac{2x}{D} = 4$, 따라서 $x = 2D$이다.

선지별 해설

① X: $x = D$를 대입하면 $\sigma/\tau = 2$이므로 4가 아니다. 틀린 표현은 "$x = D$이면 $\sigma/\tau = 4$"이고, 올바르게는 "$x = D$이면 $\sigma/\tau = 2$"이다.
② X: $x = \frac{5}{3}D$를 대입하면 $\sigma/\tau = \frac{10}{3}$이므로 4가 아니다. 틀린 표현은 "$x = \frac{5}{3}D$이면 조건을 만족한다"이고, 올바르게는 "$x = \frac{5}{3}D$이면 $\sigma/\tau = \frac{10}{3}$이다"이다.
③ X: $x = \frac{4}{3}D$를 대입하면 $\sigma/\tau = \frac{8}{3}$이므로 4가 아니다. 틀린 표현은 "$x = \frac{4}{3}D$이면 조건을 만족한다"이고, 올바르게는 "$x = \frac{4}{3}D$이면 $\sigma/\tau = \frac{8}{3}$이다"이다.
④ O: $x = 2D$를 대입하면 $\sigma/\tau = \frac{2(2D)}{D} = 4$가 되어 조건을 정확히 만족한다.

오답 포인트

A점의 전단응력을 일반 휨응력처럼 다루거나, 직사각형 단면의 중립축 전단응력 계수 $\frac{3}{2}$를 빠뜨리면 계수가 틀어진다. 또 B점 인장응력에서 휨모멘트 $M = \frac{P}{2}x$를 쓰지 않고 단순히 전단력만 대입하면 x가 잘못 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

보의 응력비 문제는 먼저 절단면의 V와 M를 구하고, 다음으로 단면 형상에서 A, I, c를 정한 뒤, 마지막에 τ와 σ의 비를 정리해 미지수 x를 푸는 순서로 판단한다.

암기 포인트

직사각형 단면의 중립축 전단응력은 $\tau_{\max} = \frac{3V}{2A}$, 극섬유 휨응력은 $\sigma = \frac{Mc}{I}$이며, 이 문항에서는 $\sigma/\tau = \frac{2x}{D}$로 바로 정리된다.

NoteBase

문 9. 기성콘크리트말뚝과 현장타설콘크리트말뚝에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 기성콘크리트말뚝의 주근은 6개 이상 또한 그 단면적의 합은 말뚝 실면적의 0.8% 이상으로 하고, 띠철근 또는 나선철근으로 상호 연결한다.

② 기성콘크리트말뚝을 타설할 때 그 중심 간격은 말뚝머리 지름의 2.5배 이상 또한 750mm 이상으로 한다.

③ 현장타설콘크리트말뚝은 특별한 경우를 제외하고, 주근은 6개 이상 또한 설계단면적의 0.4% 이상으로 하고 띠철근 또는 나선철근으로 보강하여야 한다.

④ 현장타설콘크리트말뚝을 배치할 때 그 중심간격은 말뚝머리 지름의 2.0배 이상 또한 말뚝머리 지름에 1,000mm를 더한 값 이상으로 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 기성콘크리트말뚝과 현장타설콘크리트말뚝의 최소 주근 수, 최소 철근비, 말뚝 중심간격 기준을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

기성콘크리트말뚝은 공장에서 제작한 말뚝으로 주근 기준과 배치 간격 기준을 별도로 확인하는 대상이다.
현장타설콘크리트말뚝은 현장에서 굴착 후 콘크리트를 타설하여 만드는 말뚝으로, 일반 기준에서 주근 4개 이상, 설계단면적의 0.25% 이상을 요구한다.
이 문항의 핵심 차이축은 말뚝 종류에 따라 배근 최소기준과 중심간격 수치가 달라진다는 점이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

선지별 해설

① O
기성콘크리트말뚝은 주근 6개 이상이며, 주근 단면적의 합을 말뚝 실단면적의 0.8% 이상으로 하고 띠철근 또는 나선철근으로 상호 연결한다는 기준에 맞는 설명이다.

② O
기성콘크리트말뚝을 타설할 때 중심간격을 말뚝머리 지름의 2.5배 이상이면서 750mm 이상으로 한다는 기준에 맞는 설명이다.

③ X
틀린 부분은 "주근은 6개 이상"과 "설계단면적의 0.4% 이상"이다.
현장타설콘크리트말뚝은 특별한 경우를 제외하면 주근 4개 이상, 설계단면적의 0.25% 이상으로 하고 띠철근 또는 나선철근으로 보강하여야 한다.

④ O
현장타설콘크리트말뚝의 중심간격은 말뚝머리 지름의 2.0배 이상이면서 말뚝머리 지름에 1,000mm를 더한 값 이상으로 한다는 기준에 맞는 설명이다.

오답 포인트

현장타설콘크리트말뚝의 배근 기준을 기성콘크리트말뚝 기준처럼 크게 기억하면 ③에 걸리기 쉽다. 이 문항은 말뚝 종류는 다르지만 숫자만 바꿔 섞어 놓았기 때문에 주근 개수와 최소 철근비를 함께 외우지 않으면 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 말뚝을 기성과 현장타설로 나눈 뒤, 배근 기준과 배치 간격 기준을 각각 따로 대조하면 된다. 기성은 주근 6개와 0.8%, 중심간격 2.5배와 750mm이고, 현장타설은 주근 4개와 0.25%, 중심간격 2.0배와 지름+1,000mm로 판단하면 된다.

암기 포인트

기성은 6-0.8-2.5-750, 현타는 4-0.25-2.0-(D+1000)이다.

NoteBase

문 10. 성능설계법에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 동적해석을 위한 설계지진파의 결정에서 시간이력해석은 지반 조건에 상응하는 지반운동 기록을 최소한 3개 이상 사용하여 수행한다.

② 비탄성정적해석을 사용하는 경우에는 구조물의 비탄성변형능력 또는 에너지소산능력에 따라서 탄성응답스펙트럼가속도를 저감시켜서 비탄성응답스펙트럼을 정의할 수 있다.

③ 지진력저항시스템을 성능설계법으로 설계하고자 할 때, 내진등급이 I이고, 성능목표가 인명안전인 경우, 지진위험도는 설계스펙트럼가속도의 1.2배로 한다.

④ 구조체의 설계에 사용되는 밑면전단력의 크기는 등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 60% 이상이어야 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 성능기반 내진설계에서 시간이력해석용 지진파 선정, 비선형정적해석의 비탄성응답스펙트럼, 성능목표별 지진위험도, 밑면전단력 최소강도규정을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

성능설계법은 비선형해석으로 구조물의 초과강도와 비탄성변형능력을 반영하여 목표성능수준을 만족시키는 설계기법이다.
시간이력해석은 지반조건에 맞는 지반운동기록을 최소 3개 이상 사용한다.
비선형정적해석은 구조물의 연성도나 에너지소산능력을 반영하여 탄성응답스펙트럼을 저감한 비탄성응답스펙트럼으로 성능을 평가할 수 있다.
성능기반설계의 최소강도규정에서 설계 밑면전단력은 등가정적해석법 밑면전단력의 75% 이상이어야 한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

선지별 해설

① O
시간이력해석은 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 최소 3개 이상 사용하도록 한다. 따라서 '최소한 3개 이상'이라는 표현은 옳다.

② O
비선형정적해석에서는 구조물의 비탄성변형능력 또는 에너지소산능력에 따라 탄성응답스펙트럼가속도를 저감하여 비탄성응답스펙트럼을 정의할 수 있다. 선지의 핵심 개념 연결이 정확하다.

③ O
내진등급 I의 성능목표 중 인명안전은 1400년 재현주기 지진에 해당하고, 이는 기본설계지진의 1.2배 수준으로 본다. 설계응답스펙트럼도 그 위험도계수를 반영하므로 선지의 취지는 옳다.

④ X
틀린 부분은 '60% 이상'이다. 성능기반설계의 최소강도규정에서 구조체 설계에 사용하는 밑면전단력은 등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 75% 이상이어야 한다. 올바르게는 '75% 이상'이다.

오답 포인트

④는 숫자만 바꿔 끼운 함정이다. 성능설계법의 최소강도규정 수치를 60%로 낮춰 기억하면 바로 오답이 된다. ③도 1.2배라는 수치가 낯설어 흔들리기 쉽지만, 내진등급 I의 인명안전이 1400년 재현주기 지진이라는 연결을 알면 판단할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

성능설계법 문제는 먼저 수치 규정을 묻는지, 개념 절차를 묻는지 구분하면 된다. 수치가 나오면 최소 지진파 개수 3개, 내진등급 I 인명안전 1.2배, 밑면전단력 최소강도 75%를 대조하면 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

성능설계법은 '지진파 3개, 인명안전 1.2배, 밑면전단력 75%'로 정리된다.

NoteBase

문 11. 목구조의 내구계획 및 공법으로 가장 옳지 않은 것은?

① 내구성을 고려한 계획·설계는 목표사용연수를 설정하여 실시한다.

② 사용연수는 건축물 전체와 각 부위, 부품, 기구마다 추정하고, 성능저하에 따른 추정치와 썩음에 의한 추정치 중 작은 추정치를 구한다.

③ 방부공법으로 구조법을 최소로 하고 방부제처리법을 우선으로 한다.

④ 흰개미방지를 위하여 구조법, 방지제처리법, 토양처리법을 통하여 개미가 침입하는 것을 막는다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 목구조 내구설계에서 목표사용연수의 설정, 사용연수 추정 방법, 그리고 방부공법의 우선 원칙을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

내구설계는 목구조가 목표한 기간 동안 성능을 유지하도록 계획하는 것이다.
사용연수는 건축물 전체와 각 부위별로 추정하며, 성능저하에 따른 추정치와 썩음에 의한 추정치 중 더 작은 값을 사용한다.
방부공법은 약제처리를 먼저 늘리는 개념이 아니라 구조법으로 열화 요인을 줄이고, 필요한 범위에서 방부제처리법을 보완적으로 적용하는 개념이다.
흰개미 방지는 구조법, 방의처리법, 토양처리법 등을 통해 침입 경로를 차단하는 것이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

선지별 해설

① O
내구성을 고려한 계획·설계는 목표사용연수를 먼저 정하고 그 기간 동안 성능을 확보하도록 실시한다는 설명이므로 옳다.

② O
사용연수는 건축물 전체와 각 부위·부품·기구마다 추정하며, 성능저하에 따른 추정치와 썩음에 의한 추정치 중 작은 추정치를 채택하므로 옳다.

③ X
틀린 부분은 "방부공법으로 구조법을 최소로 하고 방부제처리법을 우선으로 한다"는 표현이다.
목구조의 방부공법은 구조법을 우선하여 부재가 젖거나 썩기 쉬운 조건을 줄이고, 방부제처리법은 필요한 경우 보완적으로 적용한다.
올바르게는 "방부공법은 구조법을 우선으로 하고 방부제처리법을 보완적으로 적용한다"이다.

④ O
흰개미 방지는 구조법, 방의처리법, 토양처리법 등을 통해 개미의 침입을 막는 것이므로 옳다.

오답 포인트

③은 방부공법의 우선순서를 뒤집어 놓은 선지이다. 수험생이 방부제처리법이 더 직접적이라는 인상만으로 고르면 틀리기 쉽지만, 기본 원칙은 약제보다 구조적 대책을 먼저 취하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

목구조 내구 문제는 먼저 목표사용연수 설정 여부를 보고, 사용연수는 여러 추정치 중 작은 값을 택하는지 확인한다. 방부·방의 문제는 구조적 예방이 우선인지, 약제처리가 보완인지의 순서를 보면 빠르게 판단할 수 있다.

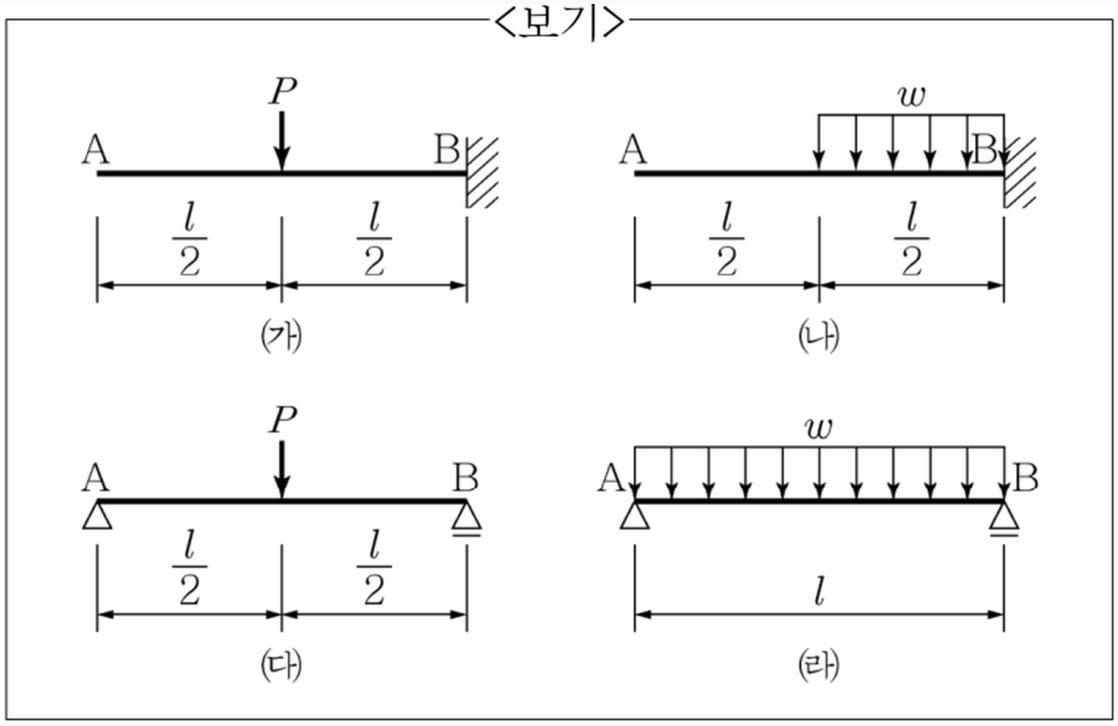
암기 포인트

목구조 내구설계는 목표사용연수 설정, 사용연수는 작은 추정치 채택, 방부는 구조법 우선이 핵심이다.

NoteBase

문 12. <보기>에서 보의 최대 처짐이 큰 것에서 작은 것 순서대로 바르게 연결된 것은? (단, P: 집중하중, w: 등분포하중, EI는 동일하고, $P = wl$이다.)

<보기>



① (가) → (다) → (나) → (라)

② (나) → (가) → (라) → (다)

③ (다) → (가) → (나) → (라)

④ (라) → (나) → (가) → (다)

정답 1번

출제 포인트

보의 지지조건과 하중형태에 따른 최대 처짐 공식을 적용하고, $P = wl$로 통일하여 계수만 비교하는 문제이다.

조건 정리

(가)는 고정단보에 중앙 집중하중 P가 작용한 경우이다.
(나)는 고정단보의 고정단 쪽 반 구간에 등분포하중 w가 작용한 경우이다.
(다)는 단순보에 중앙 집중하중 P가 작용한 경우이다.
(라)는 단순보 전 구간에 등분포하중 w가 작용한 경우이다.
모든 경우에 EI는 같고, $P = wl$이다.

NoteBase

사용할 공식

(가) $\delta_{max} = \frac{Pa^2(3l-a)}{6EI}$, 여기서 $a = \frac{l}{2}$이다.
(나) $\delta_{max} = \frac{7wl^4}{384EI}$이다.
(다) $\delta_{max} = \frac{Pl^3}{48EI}$이다.
(라) $\delta_{max} = \frac{5wl^4}{384EI}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 각 보의 지지조건과 하중 배치가 네 식의 표준 최대 처짐 경우와 각각 일치하기 때문이다.

계산 과정

1. (가)는 $a = \frac{l}{2}$를 대입하면 _가=(P(l/2)^2(3l-l/2))/(6EI)=(5Pl^3)/(48EI)=(40Pl^3)/(384EI)이다.
2. (나)는 $P = wl$이므로 _나=(7wl^4)/(384EI)=(7Pl^3)/(384EI)이다.
3. (다)는 _다=(Pl^3)/(48EI)=(8Pl^3)/(384EI), (라)는 _라=(5wl^4)/(384EI)=(5Pl^3)/(384EI)이다.
4. 따라서 계수 비교는 40 > 8 > 7 > 5이므로 순서는 (가) → (다) → (나) → (라)이다.

선지별 해설

1번 O: 계수 비교가 (가)=40, (다)=8, (나)=7, (라)=5이므로 순서가 (가) → (다) → (나) → (라)로 맞다.
2번 X: 틀린 표현은 '(나)→(가)→(라)→(다)'이다. 실제로는 (가)가 가장 크고, (다)가 (나)보다 약간 크다. 올바르게는 '(가)→(다)→(나)→(라)'이다.
3번 X: 틀린 표현은 '(다)→(가)→(나)→(라)'이다. 실제로는 (가)=(40Pl^3)/(384EI)가 (다)=(8Pl^3)/(384EI)보다 훨씬 크다. 올바르게는 '(가)→(다)→(나)→(라)'이다.
4번 X: 틀린 표현은 '(라)→(나)→(가)→(다)'이다. 실제로는 (라)가 가장 작고 (가)가 가장 크다. 올바르게는 '(가)→(다)→(나)→(라)'이다.

오답 포인트

같은 총하중 $P = wl$이라는 조건만 보고 하중 크기만 비교하면 틀리기 쉽다. 최대 처짐은 지지조건의 영향이 매우 크며, 특히 (다)와 (나)는 계수가 8/384와 7/384로 가까워 순서를 바꾸기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 보를 고정단보와 단순보로 나누어 본다. 다음으로 각 경우의 최대 처짐 표준식을 적고, 하중을 P 또는 w 중 하나로 통일한다. 마지막으로 EI와 I의 공통항을 지우고 계수만 비교하면 순서를 빠르게 결정할 수 있다.

암기 포인트

이 문항의 비교 계수는 (가) 40 > (다) 8 > (나) 7 > (라) 5이고, 모두 분모는 $384EI$ 또는 이에 대응하는 같은 차수로 정리된다고 기억하면 된다.

NoteBase

문 13. 풍하중 기준에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 지표면조도구분 D인 지역에서의 기준경도풍높이 Z_g값이 지표면조도구분 A, B, C 지역의 기준경도풍높이 Z_g값보다 크다.

② 지표면조도구분 D인 지역에서의 대기경계층 시작높이 z_b값이 지표면조도구분 A, B, C 지역의 대기경계층 시작높이 z_b값보다 크다.

③ 대도시 중심부에서 고층건축물(10층 이상)이 밀집해 있는 지역의 지표면조도구분은 D이다.

④ 기준경도풍높이란 풍속이 일정한 값을 가지는 지상으로부터의 높이를 말한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지표면조도구분에 따라 달라지는 z_b, Z_g의 상대관계와 기준경도풍높이의 정의를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

지표면조도구분은 주변 장애물과 건축물의 밀집 정도에 따라 바람의 지표면 마찰 조건을 나눈 분류이다.
A는 대도시 중심부의 고층건축물 밀집 지역이고, D는 장애물이 거의 없고 평균 높이가 1.5m 이하인 평탄한 지역이다.
z_b는 지표면조도에 따라 정하는 대기경계층 시작높이이고, Z_g는 지표면 마찰의 영향이 거의 없어져 풍속이 거의 일정해지는 기준경도풍높이이다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 표현은 "지표면조도구분 D인 지역"과 "A, B, C 지역의 Z_g값보다 크다"이다. 장애물이 거의 없는 D는 기준경도풍높이 Z_g가 가장 작고, 장애물이 가장 많은 A가 가장 크다.
2번: X. 틀린 표현은 "지표면조도구분 D인 지역에서의 대기경계층 시작높이 z_b값이 A, B, C보다 크다"이다. z_b도 조도구분 A에서 가장 크고 D에서 가장 작다.
3번: X. 틀린 표현은 "지표면조도구분은 D이다"이다. 대도시 중심부에서 10층 이상 고층건축물이 밀집한 지역은 조도구분 A에 해당한다.
4번: O. 기준경도풍높이 Z_g는 지표면 마찰의 영향이 거의 사라져 풍속이 거의 일정한 값으로 보는 지상으로부터의 높이를 뜻하므로 설명이 옳다.

오답 포인트

조도구분의 알파벳 순서를 거꾸로 외우면 1번, 2번, 3번을 한꺼번에 틀리기 쉽다. 이 문제는 D를 도시 밀집 지역으로 바꾸고, z_b와 Z_g의 크기 관계도 뒤집어 놓은 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 조도구분 A와 D의 지역 정의를 판별한 뒤, 장애물이 많을수록 지표면 마찰 영향이 커져 z_b와 Z_g가 커진다는 방향으로 선지를 비교하면 된다.

암기 포인트

A는 고층건물 밀집 도심, D는 장애물이 거의 없는 평탄지이며, 조도가 거칠수록 z_b와 Z_g가 커진다.

NoteBase

문 14. 강구조의 접합에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 모멘트접합의 경우 단부가 구속된 작은보, 큰보 및 트러스의 접합은 접합강성에 의하여 유발되는 모멘트와 전단의 조합력에 따라 설계하여야 한다.

② 단순보의 접합부는 충분한 단부의 회전 능력이 있어야 하며, 이를 위해서는 소정의 비탄성변형은 허용될 수 없다.

③ 접합부의 설계강도는 45 kN 이상이어야 한다.

④ 기둥이음부의 고장력볼트 및 용접이음은 이음부의 응력을 전달함과 동시에 이들 인장내력은 피접합재 압축강도의 1/2 이상이 되도록 한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 강구조 접합에서 모멘트접합, 단순접합, 접합부 최소강도, 기둥이음의 요구조건을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

모멘트접합은 보나 트러스의 단부 회전을 구속하여 모멘트와 전단을 함께 전달하는 접합이다.
단순접합은 주로 전단을 전달하면서 단부 회전을 허용하는 접합이므로 충분한 회전능력이 필요하고, 그 과정에서 소정의 비탄성변형이 허용될 수 있다.
접합부는 국부적으로 지나치게 약해지지 않도록 최소 설계강도를 확보하며, 기둥이음은 축력 전달과 함께 일정 수준의 인장내력도 갖추어야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
모멘트접합에서는 접합강성 때문에 단부에 모멘트가 발생하므로 전단만이 아니라 모멘트와 전단의 조합으로 설계하는 것이 맞다.

② X
단순보의 접합부는 충분한 단부 회전능력이 있어야 한다는 전제는 맞지만, 이를 위해 소정의 비탄성변형은 허용될 수 없다라는 부분이 틀렸다.
틀린 표현은 소정의 비탄성변형은 허용될 수 없다이다.
올바르게는 단순보의 접합부는 충분한 회전능력을 확보하기 위하여 소정의 비탄성변형이 허용될 수 있다이다.

③ O
접합부는 지나치게 작은 힘만 전달하도록 설계하지 않으며, 최소 설계강도 45 kN을 확보하도록 하는 기준에 부합하는 설명이다.

④ O
기둥이음부의 볼트이음이나 용접이음은 단순히 압축응력만 넘기는 부위가 아니라 응력을 안정적으로 전달해야 하므로 일정 수준 이상의 인장내력도 요구된다. 따라서 인장내력을 피접합재 압축강도의 1/2 이상이 되도록 한다는 설명은 타당하다.

오답 포인트

②는 단순접합의 회전능력과 비탄성변형 허용 여부를 반대로 뒤집어 놓은 선지이다. 또한 발문이 가장 옳지 않은 것은인지 가장 옳은 것은인지 먼저 확인하지 않으면 ①, ③, ④의 맞는 설명을 고르게 되는 실수가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

강구조 접합 문제는 먼저 모멘트를 전달하는 접합인지, 회전을 허용하는 접합인지를 구분하면 된다.
모멘트접합은 모멘트와 전단의 조합으로, 단순접합은 회전 허용과 전단 전달로 판단하면 선지의 방향이 정리된다.

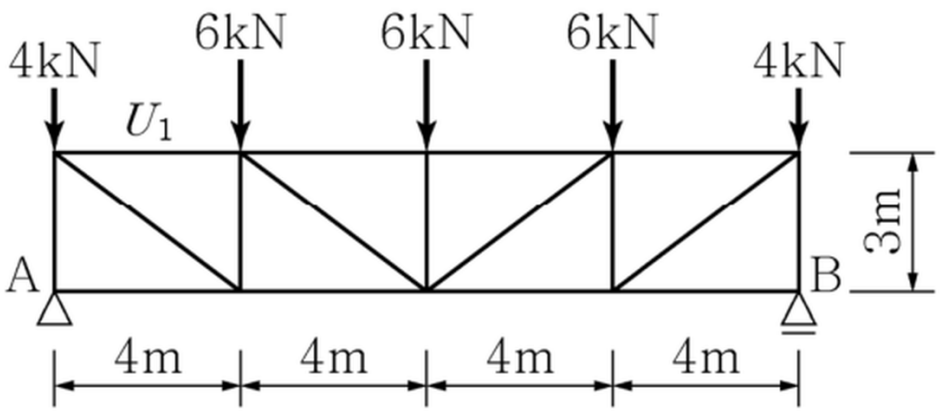
암기 포인트

모멘트접합은 모멘트+전단, 단순접합은 회전허용+전단전달이 핵심이다.

NoteBase

문 15. <보기> 트러스의 U_1 부재력[kN]은? (단, 인장력은 (+), 압축력은 (-)이다.)

<보기>



① 12.0 kN

② -12.0 kN

③ 10.5 kN

④ -10.5 kN

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지점반력과 절점법을 이용해 트러스 상현재 U_1의 부재력을 구하는 문제이다.

조건 정리

총 하중은 $4 + 6 + 6 + 6 + 4 = 26$kN이다.
하중 배치가 좌우 대칭이므로 지점반력은 $A_y = B_y = 13$kN이다.
좌측 첫 대각재는 가로 4m, 세로 3m이므로 3 : 4 : 5 삼각형이다.
인장력은 (+), 압축력은 (-)로 본다.

사용할 공식

$\sum V = 0, \quad \sum H = 0$
절점의 수직평형과 수평평형을 차례로 적용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 U_1이 좌측 끝 절점에 직접 연결되어 있어 반력과 대각재 성분만 알면 바로 구할 수 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전체 트러스의 연직평형과 대칭성으로 $A_y = B_y = 13\text{kN}$을 구한다.
2. A절점에서 연직성분을 가지는 것은 반력 13 kN과 좌측 수직재뿐이므로 좌측 수직재는 -13kN, 즉 압축이다.
3. 좌상단 절점에서 수직평형을 쓰면 $13 - 4 - \frac{3}{5}N_d = 0$이므로 대각재력은 $N_d = 15\text{kN}$이다.
4. 같은 절점의 수평평형을 쓰면 $U_1 + \frac{4}{5} \times 15 = 0$이므로 $U_1 = -12.0\text{kN}$이다.
5. 음수이므로 U_1은 압축재이다.

선지 판단

1번 X: $+12.0\text{kN}$은 크기만 맞고 부호가 틀렸다. U_1은 압축이므로 올바른 값은 -12.0kN이다.
2번 O: 절점평형으로 구한 $U_1 = -12.0\text{kN}$과 일치한다. 음수이므로 압축력이라는 조건도 맞다.
3번 X: $+10.5\text{kN}$은 좌상단 절점의 4 kN 하중을 빠뜨리거나 대각재의 수직성분 $\frac{3}{5}N_d$를 잘못 잡을 때 나오는 오답값이다. 올바른 값은 -12.0kN이다.
4번 X: -10.5kN은 부호는 압축으로 잡았지만 크기가 틀렸다. 대각재 성분을 정확히 분해하면 U_1은 -12.0 kN이 된다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 부호와 대각재 성분 분해이다. 압축을 음수로 두는 조건을 놓치면 1번으로 흐르고, 3 : 4 : 5 성분분해나 좌상단 4 kN 절점하중을 누락하면 10.5 kN 계열 오답으로 흐른다.

다시 나오면 이렇게 판단

트러스 부재력 문제는 전체 평형으로 반력을 먼저 구한 뒤, 미지수가 2개 이하인 끝절점부터 절점법을 적용하면 된다. 이때 대각재는 가로·세로 치수로 성분을 먼저 확정하고 마지막에 인장·압축 부호를 확인한다.

암기 포인트

대칭하중 트러스는 반력을 먼저 반씩 나누고, 끝절점에서는 3 : 4 : 5 성분분해로 상현재 부재력을 바로 구할 수 있다.

NoteBase

문 16. 철근콘크리트 보에서 압축철근을 배치하는 이유로 가장 옳지 않은 것은?

① 지속하중에 의한 처짐의 감소

② 연성의 증가

③ 파괴모드를 인장파괴에서 압축파괴로 전환

④ 철근의 배치 용이

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 철근콘크리트 보에서 압축철근을 두는 목적과 바람직한 파괴형태를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

압축철근은 보의 압축측에 배치하는 종방향 철근으로, 단면을 크게 늘리지 않고 휨성능과 사용성을 보완하는 철근이다.
철근콘크리트 보는 일반적으로 압축파괴보다 경고가 큰 인장파괴 쪽이 바람직하므로, 압축철근의 목적을 압축파괴 유도로 이해하면 안 된다.

선지별 해설

① O
지속하중이 작용하면 크리프 때문에 장기처짐이 커지는데, 압축철근은 이 장기처짐을 줄이는 데 도움이 된다.

② O
압축철근은 극한상태에서 변형능력을 보완하므로 보의 연성을 높이는 효과가 있다.

③ X
틀린 부분은 "파괴모드를 인장파괴에서 압축파괴로 전환"이다.
철근콘크리트 보는 취성적인 압축파괴보다 연성적인 인장파괴가 바람직하므로, 압축철근의 목적은 압축파괴로 바꾸는 것이 아니다.
올바르게는 "압축철근은 휨내력 보강, 장기처짐 감소, 연성 증가 등을 위해 배치한다"이다.

④ O
인장측에만 철근이 과도하게 몰리면 배근이 복잡해질 수 있으므로, 압축철근은 철근 배치를 보다 합리적으로 하는 데도 쓰인다.

NoteBase

오답 포인트

압축철근이 들어가면 압축측도 강해지므로 압축파괴가 더 바람직해진다고 오해하기 쉽다. 그러나 보의 설계에서는 경고 없이 깨지는 압축파괴보다 큰 변형을 보이는 인장파괴가 더 안전한 파괴형태이다.

다시 나오면 이렇게 판단

압축철근의 목적을 묻는 문제에서는 먼저 사용성 개선, 연성 보완, 휨내력 보강, 배근 실무성을 떠올리면 된다. 반대로 취성적인 압축파괴를 유도한다는 표현이 나오면 옳지 않은 선지로 판단한다.

암기 포인트

압축철근은 처짐과 연성을 보완하는 철근이지, 압축파괴를 만들기 위한 철근은 아니다.

NoteBase

문 17. 다발철근에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, d_b: 철근의 공칭 지름이다.)

① 2개 이상의 철근을 묶어서 사용하는 다발철근은 원형철근과 이형철근으로 그 개수는 4개 이하여야 하며, 스터럽이나 띠철근으로 둘러싸여야 한다.

② 휨 부재의 경간 내에서 끝나는 한 다발철근 내의 개개 철근은 $40d_b$ 이상 서로 엇갈리게 끝나야 한다.

③ 다발철근의 간격과 최소피복두께를 철근지름으로 나타낼 경우, 다발철근의 지름은 등가단면적으로 환산된 1개의 철근지름으로 보아야 한다.

④ 보에서 D35를 초과하는 철근은 다발로 사용할 수 없다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 다발철근의 사용 조건과 상세 규정, 특히 사용 가능한 철근 종류와 종단 처리·지름 환산 기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

다발철근은 2개 이상 4개 이하의 이형철근을 묶어 1조로 사용하는 철근이다.
다발철근의 간격과 최소피복두께를 철근지름으로 검토할 때는 개별 철근 하나가 아니라 등가단면적으로 환산한 1개의 철근지름으로 본다.
휨부재에서 다발 내 철근을 경간 내에서 끊을 때는 각 철근 끝을 40db 이상 엇갈리게 해야 하며, 보에서는 D35를 초과하는 철근을 다발로 사용할 수 없다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "원형철근과 이형철근"이다. 다발철근은 원형철근이 아니라 이형철근을 묶어 사용하는 경우를 말한다. 올바른 표현은 "다발철근은 2개 이상 4개 이하의 이형철근을 묶고, 스터럽이나 띠철근으로 둘러싼다"이다.
② O: 휨부재의 경간 내에서 한 다발철근 일부를 끝낼 때는 응력 전달이 한 위치에 집중되지 않도록 개개 철근의 종단 위치를 40db 이상 엇갈리게 둔다. 다발 전체를 같은 위치에서 한꺼번에 끊지 않는다는 규정에 맞다.
③ O: 다발철근의 순간격과 최소피복두께를 검토할 때 쓰는 지름은 개별 철근 1개의 지름이 아니라 다발 전체와 면적이 같은 등가단면적의 1개 철근지름이다. 따라서 이 선지는 다발철근의 환산 원칙을 정확히 설명한다.
④ O: 보에서는 D35를 초과하는 굵은 철근을 다발로 사용할 수 없다. 큰 지름의 철근을 다시 다발로 묶으면 부착과 콘크리트 충전 조건이 불리해지므로 제한한다.

오답 포인트

①은 "4개 이하"와 "스터럽이나 띠철근으로 둘러싼다"처럼 맞는 문장을 앞세우고 철근 종류만 바꿔 놓은 함정이다. 부분적으로 맞는 설명에 섞인 한 단어 오류를 잡아내는지가 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

다발철근 문제는 먼저 묶는 대상이 원형철근인지 이형철근인지, 다음으로 허용 개수, 종단 엇갈림 길이, 등가지름 적용 여부, 큰 지름 철근의 사용 제한 순서로 확인하면 판단이 빠르다. 특히 선지에 "원형철근"이 보이면 다발철근 규정과 맞는지 먼저 대조한다.

암기 포인트

다발철근은 이형철근만 사용하고, 최대 4본까지 묶으며, 경간 내 종단은 40db 이상 엇갈리고, 간격·피복 검토는 등가 1본 지름으로 본다. 보에서는 D35 초과 철근을 다발로 쓰지 않는다.

NoteBase

문 18. 다음의 지진력저항시스템 중 반응수정계수(R)값이 가장 큰 시스템은?

① 모멘트-저항골조 시스템 중 합성 중간모멘트골조

② 모멘트-저항골조 시스템 중 합성 보통모멘트골조

③ 모멘트-저항골조 시스템 중 철골 중간모멘트골조

④ 모멘트-저항골조 시스템 중 철골 보통모멘트골조

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 모멘트-저항골조 시스템의 반응수정계수 R 값을 비교하여 중간모멘트골조와 보통모멘트골조, 합성과 철골의 수치를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

중간모멘트골조는 보통모멘트골조보다 연성 능력과 에너지 소산 능력이 커서 일반적으로 R 값이 더 크다.
이 보기의 기준 수치는 합성 중간모멘트골조 5, 철골 중간모멘트골조 4.5, 철골 보통모멘트골조 3.5, 합성 보통모멘트골조 3이다.
따라서 네 보기 중 가장 큰 값은 합성 중간모멘트골조이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 건축구조학 · 2019 · 2월

선지별 해설

① O
합성 중간모멘트골조의 반응수정계수 R는 5로, 제시된 네 시스템 중 가장 크다. 따라서 가장 큰 시스템을 고른 정답이다.

② X
틀린 부분은 "가장 큰 시스템"이라는 판단이다.
합성 보통모멘트골조의 R 값은 3이므로 가장 크지 않다. 올바르게는 "합성 보통모멘트골조는 보기 중 가장 작은 값에 속한다" 또는 "가장 큰 시스템은 합성 중간모멘트골조이다"가 된다.

③ X
틀린 부분은 "가장 큰 시스템"이라는 판단이다.
철골 중간모멘트골조의 R 값은 4.5로 비교적 크지만, ①의 합성 중간모멘트골조 5보다 작다. 올바르게는 "철골 중간모멘트골조는 ①보다 작은 두 번째 수준의 값이다"가 된다.

④ X
틀린 부분은 "가장 큰 시스템"이라는 판단이다.
철골 보통모멘트골조의 R 값은 3.5로 ②보다는 크지만 ①의 5와 ③의 4.5보다 작다. 올바르게는 "철골 보통모멘트골조는 중간 수준이 아니라 보통모멘트골조이므로 최대값이 아니다"가 된다.

오답 포인트

함정은 재료명인 합성·철골만 보고 판단하는 데 있다. 이 문제는 재료보다 먼저 중간모멘트골조와 보통모멘트골조를 구분해야 하며, 그다음 실제 R 수치를 비교해야 한다. 특히 ③은 중간모멘트골조라 커 보이지만 ①의 5보다 작고, ④는 철골이라는 말 때문에 ②보다 커 보여도 최대값은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

모멘트-저항골조의 R 비교 문제는 먼저 중간모멘트골조와 보통모멘트골조를 나눈다. 보통 중간이 보통보다 크다. 그다음 같은 보기 안에서는 기준표 수치를 직접 대입해 최대값을 고르면 된다. 이 문항에서는 5, 4.5, 3.5, 3의 순서로 비교하면 바로 ①이 된다.

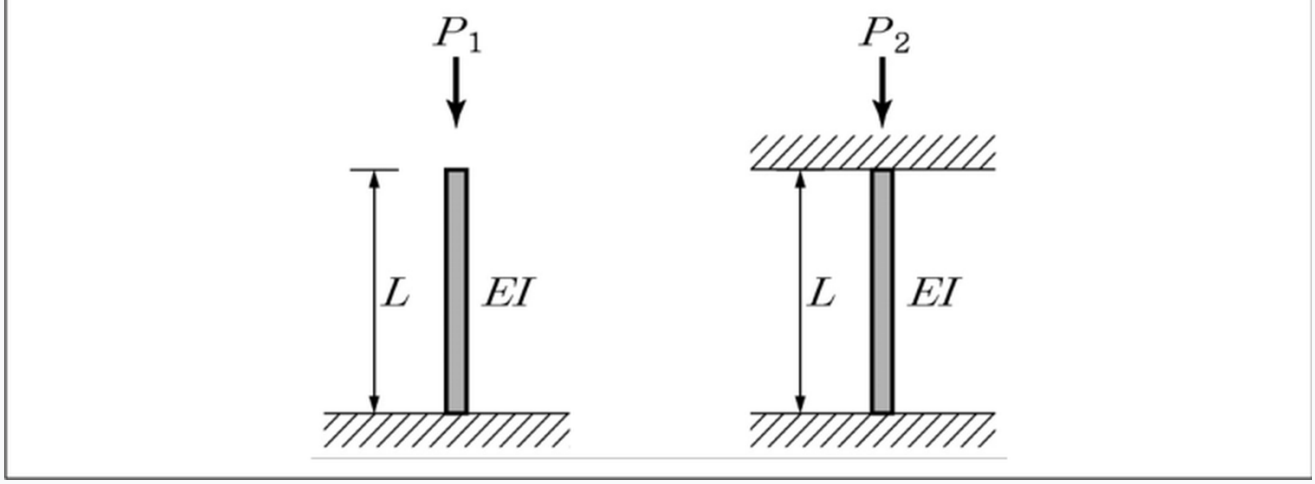
암기 포인트

이 보기의 R 크기 순서는 합성 중간 5 > 철골 중간 4.5 > 철골 보통 3.5 > 합성 보통 3이다.

NoteBase

문 19. 길이, 단면 및 재질이 동일한 두 개의 기둥이 <보기>와 같이 지지점의 조건만 다를 때, 두 기둥에 작용하는 좌굴하중 P_1과 P_2의 이론적인 비율은?

<보기>



① $P_2/P_1 = 2.0$

② $P_2/P_1 = 4.0$

③ $P_2/P_1 = 8.0$

④ $P_2/P_1 = 16.0$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 오일러 좌굴하중식과 유효길이계수 K를 이용해 서로 다른 지점조건의 좌굴하중 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

- P_1: 하단 고정, 상단 자유인 외팔기둥이다.
- P_2: 상하단이 모두 고정된 기둥이다.
- 두 기둥의 길이 L, 단면, 재질, EI는 동일하므로 차이는 유효길이계수뿐이다.

사용할 공식

오일러 좌굴하중은 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 두 기둥 모두 길이, 단면, 재질이 같고 지점조건 차이만 있으므로 좌굴하중 차이가 K값에 의해 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 왼쪽 기둥은 하단 고정-상단 자유이므로 유효길이계수는 $K = 2$이다.
2. 오른쪽 기둥은 상하단 고정이므로 유효길이계수는 $K = 0.5$이다.
3. 따라서
$P_1 = \frac{\pi^2 EI}{(2L)^2} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2}, \qquad P_2 = \frac{\pi^2 EI}{(0.5L)^2} = \frac{4\pi^2 EI}{L^2}$
4. 비를 취하면
$\frac{P_2}{P_1} = \frac{4\pi^2 EI/L^2}{\pi^2 EI/(4L^2)} = 16$

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 $P_2/P_1 = 2.0$이다. 계산값은 16.0이므로 올바르게는 $P_2/P_1 = 16.0$이다.
② X: 틀린 표현은 $P_2/P_1 = 4.0$이다. 양단고정의 증가효과만 일부 반영하고 왼쪽 기둥이 고정-자유라는 점을 충분히 반영하지 않은 값이다. 올바르게는 $P_2/P_1 = 16.0$이다.
③ X: 틀린 표현은 $P_2/P_1 = 8.0$이다. 좌굴하중이 유효길이의 역제곱에 비례한다는 점을 끝까지 반영하지 않으면 나올 수 있는 오답이다. 올바르게는 $P_2/P_1 = 16.0$이다.
④ O: K값을 정확히 넣으면 $P_1 = \pi^2 EI/(4L^2)$, $P_2 = 4\pi^2 EI/L^2$가 되어 $P_2/P_1 = 16.0$이 된다.

오답 포인트

지점조건을 말로만 외우고 $P_{cr} \propto 1/(KL)^2$의 제곱관계를 놓치면 4.0이나 8.0 같은 값을 고르기 쉽다. 특히 양단고정과 고정-자유의 좌굴성능을 서로 다른 기준으로 따로 기억하면 비를 잘못 잡게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

좌굴하중 비 문제는 먼저 각 기둥의 지점조건을 유효길이계수 K로 바꾸고, EI와 L이 같으면 $P_{cr} \propto 1/K^2$만 비교한다. 마지막에 역제곱 관계가 끝까지 반영되었는지 검산하면 된다.

암기 포인트

오일러 좌굴은 $P_{cr} = \pi^2 EI/(KL)^2$이고, 고정-자유는 $K = 2$, 양단고정은 $K = 0.5$이다.

NoteBase

문 20. 폭이 b이고 높이가 h인 직사각형 단면보에 전단력 V가 작용할 때, 전단응력도 τ에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 단면1차모멘트 Q에 반비례한다.

② 보의 폭 b에 비례한다.

③ 전단력 V에 반비례한다.

④ 직사각형 보 단면의 중앙부에서 최대이다.

정답 4번

출제 포인트

직사각형 단면보의 전단응력 분포식과 최대 전단응력이 중립축에서 발생한다는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 폭 b, 높이 h인 직사각형 단면보에 전단력 V가 작용한다.
구해야 할 값: 전단응력도 τ의 비례 관계와 최대 위치이다.
주의할 조건: 직사각형 단면의 전단응력은 포물선 분포를 하며 상하연에서 0, 중립축에서 최대가 된다.

사용할 공식

전단응력의 기본식은 $\tau = \frac{VQ}{Ib}$이다.
직사각형 단면에서는 이를 정리하면 $\tau = \frac{3V}{2bh}\left(1 - \frac{4y^2}{h^2}\right)$가 된다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 직사각형 단면보의 전단응력 크기와 최대 위치를 함께 묻고 있으므로 전단응력 기본식과 직사각형 단면의 분포 특성을 적용해야 한다.

계산 과정

1. 기본식 $\tau = \frac{VQ}{Ib}$에서 전단응력은 전단력 V와 단면1차모멘트 Q에 비례한다.
2. 직사각형 단면의 전단응력 분포식 $\tau = \frac{3V}{2bh}\left(1 - \frac{4y^2}{h^2}\right)$에 따르면 τ는 b에 반비례한다.
3. 위 식에서 $y = 0$일 때 τ가 최대이므로 최대 전단응력은 단면 중앙부, 즉 중립축에서 발생한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $\tau = \frac{VQ}{Ib}$이므로 전단응력은 단면1차모멘트 Q에 비례한다. 틀린 표현은 '반비례한다'이며, 올바르게는 '단면1차모멘트 Q에 비례한다'이다.
② X: 직사각형 단면에서는 $\tau = \frac{3V}{2bh}\left(1 - \frac{4y^2}{h^2}\right)$이므로 τ는 폭 b가 커질수록 작아진다. 틀린 표현은 '비례한다'이며, 올바르게는 '폭 b에 반비례한다'이다.
③ X: 전단응력은 기본식에서 V가 분자에 있으므로 전단력 V가 커질수록 함께 커진다. 틀린 표현은 '반비례한다'이며, 올바르게는 '전단력 V에 비례한다'이다.
④ O: 직사각형 단면의 전단응력은 상하연에서 0이고 중립축에서 최대가 되는 포물선 분포를 한다. 따라서 '직사각형 보 단면의 중앙부에서 최대이다'는 옳다.

오답 포인트

전단응력 공식을 암기하지 않고 감각적으로 판단하면 Q, b, V의 비례 관계를 반대로 고르기 쉽다. 특히 '폭이 넓으면 더 많이 받는다'는 직관 때문에 ②를 고르기 쉬우나, 실제로는 같은 전단력을 더 넓은 단면이 나누어 받아 전단응력은 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직사각형 보의 전단응력을 묻는 문제는 먼저 $\tau = \frac{VQ}{Ib}$를 떠올린 뒤, 직사각형에서는 상하연 0, 중립축 최대, V와 Q에 비례, b에 반비례라는 네 가지 판단 기준으로 선지를 바로 걸러낸다.

암기 포인트

직사각형 보의 전단응력은 상하연 0, 중앙 최대이며 $\tau \propto VQ$, $\tau_{\max} = \frac{3V}{2bh}$이다.

NoteBase