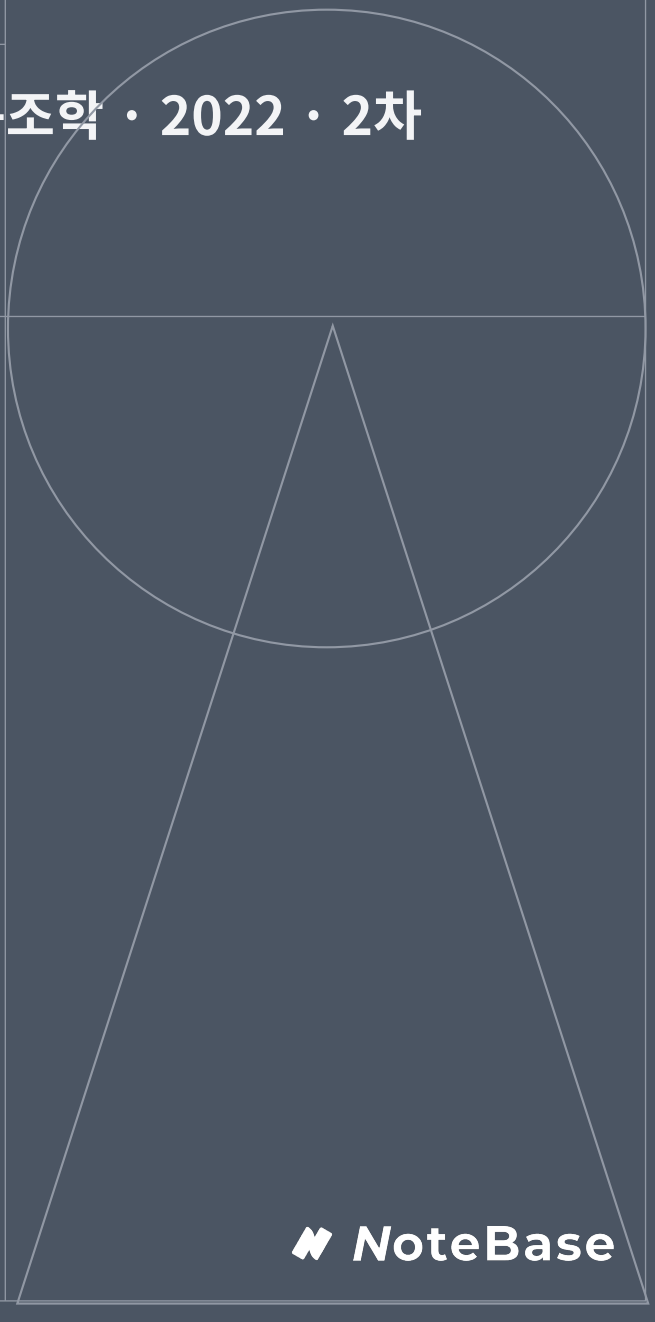
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2022 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2022 · 2차

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2022 · 2차

문 1. 건축물 기초구조 설계기준에서 영구케이싱이 없는 현장타설콘크리트 말뚝에 적용된 콘크리트의 설계기준압축강도가 30 MPa일 경우, 압축을 받는 콘크리트의 최대 허용압축응력[MPa]은? (단, 말뚝재료의 허용응력 저감은 적용하지 않는다)

① 9.0

② 9.9

③ 12.0

④ 15.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 영구케이싱이 없는 현장타설콘크리트 말뚝에서 압축을 받는 콘크리트의 최대 허용압축응력을 $0.3f_{ck}$로 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 설계기준압축강도 $f_{ck} = 30\text{MPa}$이다.
구해야 할 값: 압축을 받는 콘크리트의 최대 허용압축응력이다.
주의할 조건: 영구케이싱이 없고, 말뚝 재료의 허용응력 저감은 적용하지 않는다.

사용할 공식

최대 허용압축응력은 $\sigma_{a,\max} = 0.3f_{ck}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제의 대상이 영구케이싱이 없는 현장타설콘크리트 말뚝의 압축 허용응력이므로 설계기준압축강도에 허용응력계수 0.3을 곱해 최대 허용압축응력을 구한다.

계산 과정

1. 설계기준압축강도는 $f_{ck} = 30\text{MPa}$이다.
2. 최대 허용압축응력은 $\sigma_{a,\max} = 0.3 \times 30 = 9.0\text{MPa}$이다.
3. 계산 결과가 9.0MPa이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

선지 판단

1번: O. 계산 결과 최대 허용압축응력은 9.0MPa이므로 맞다.
2번: X. 9.9MPa는 $0.33f_{ck}$처럼 계수를 잘못 잡아 나온 값이다. 올바르게는 최대 허용압축응력은 9.0MPa이다.
3번: X. 12.0MPa는 $0.4f_{ck}$를 적용한 값이다. 이 문제의 허용응력계수는 0.3이므로 틀리며, 올바르게는 9.0MPa이다.
4번: X. 15.0MPa는 $0.5f_{ck}$를 적용한 값이다. 설계기준압축강도의 절반을 그대로 허용응력으로 보는 오해이며, 올바르게는 9.0MPa이다.

오답 포인트

허용응력 문제인데 설계기준강도 자체나 다른 부재의 응력계수를 섞으면 0.33, 0.4, 0.5 같은 계수를 잘못 곱하게 된다. 영구케이싱이 없고 저감 미적용이라는 조건은 추가 감산이 없다는 뜻이지 허용응력계수를 키운다는 뜻은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

말뚝 허용응력 문제는 먼저 말뚝 종류와 케이싱 조건을 확인한 뒤 해당 허용응력계수와 f_{ck}를 곱해 최종 허용응력을 계산한다. 저감 미적용 조건은 계산 뒤 추가 감산을 생략하는 조건으로 판단한다.

암기 포인트

영구케이싱이 없는 현장타설콘크리트 말뚝의 압축 허용응력은 $0.3f_{ck}$로 정리한다.

NoteBase

문 2. 목구조 내구계획 및 방부공법에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 지붕처마와 채양은 채광 및 구조상 지장이 없는 한 길게 한다.

② 방부공법 중 구조법을 최소화하고, 방부제처리법을 우선 적용한다.

③ 사용연수는 건축물 전체와 각 부위, 부품, 기구마다 추정하고, 성능저하에 따른 추정치로 구한다.

④ 구조체는 썩음에 의한 추정치를 기본으로 하고, 썩음 방지를 위한 처리방법을 고려하여 설계한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 목구조의 내구계획에서 사용연수와 구조체 설계의 기준을 구별하고, 방부공법에서 구조법 우선 원칙을 알고 있는지를 묻는다.

핵심 개념

내구계획은 목표사용연수를 정하고 건축물 전체와 각 부위의 성능저하와 썩음 가능성을 함께 고려하여 설계하는 계획이다.
방부공법은 목재가 젖고 썩는 원인을 줄이는 구조법을 우선 적용하고, 필요한 범위에서만 방부제처리법으로 보완하는 방식이다.

선지별 해설

1번 O: 지붕처마와 채양을 길게 두면 빗물 튐과 직사광선 노출을 줄여 목재의 습윤과 열화를 줄일 수 있다. 채광과 구조에 지장이 없는 범위에서 길게 하는 것이 맞다.
2번 X: 틀린 표현은 '구조법을 최소화하고, 방부제처리법을 우선 적용한다'이다. 방부공법의 원칙은 반대이다. 올바르게는 '방부제처리법은 최소로 하고, 구조법을 우선 적용한다'이다.
3번 X: 건축물 전체와 각 부위, 부품, 기구마다 사용연수를 추정한다는 점은 맞지만, 틀린 표현은 '성능저하에 따른 추정치로 구한다'이다. 올바르게는 '성능저하에 따른 추정치와 썩음에 의한 추정치 중 작은 추정치를 구한다'이다.
4번 X: 틀린 표현은 '썩음에 의한 추정치를 기본으로 하고'이다. 구조체는 썩음 추정치를 기본으로 삼지 않는다. 올바르게는 '성능저하의 추정치를 기본으로 하고, 썩음 방지를 위한 처리방법을 고려하여 설계한다'이다.

오답 포인트

방부제처리법이 더 직접적인 대책처럼 보여 2번을 맞다고 보기 쉽고, 3번은 '성능저하'라는 익숙한 문구만 보고 그대로 넘어가기 쉽다. 그러나 방부는 구조법 우선이 원칙이고, 내구계획은 성능저하 추정치만이 아니라 썩음 추정치까지 함께 본다는 점이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

목구조 내구 문제는 먼저 '구조법 우선, 방부제처리 최소' 원칙을 확인한다. 그다음 사용연수는 성능저하 추정치와 썩음 추정치 중 작은 값을 본다는 점, 구조체는 성능저하 추정치를 기본으로 본다는 점을 순서대로 대입하면 된다.

암기 포인트

방부는 구조법 우선, 사용연수는 작은 추정치, 구조체는 성능저하 기준이다.

NoteBase

문 3. 지반침하가 구조물에 손상을 야기할 가능성이 있는 경우 세워야 할 대책으로 옳지 않은 것은?

① 지반침하에 따라 기초도 변형하도록 한다.

② 지반침하의 진행에 따라 침하량을 조절하는 장치를 기초구조에 사용한다.

③ 지반침하에 따라 발생되는 응력에 대해 기초가 충분한 강도를 가지도록 한다.

④ 침하 발생 가능성이 높은 부분의 기초에 구조물 상부에서 전달되는 응력을 높여 힘이 분산되지 않도록 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지반침하로 인한 구조물 손상을 줄이는 기초계획의 원칙, 즉 침하 추종, 침하 조절, 강도 확보, 응력 분산을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

지반침하 대책의 핵심은 침하를 억지로 한곳에 집중시키는 것이 아니라 구조물과 기초가 침하를 따라가거나 조절하고, 침하로 생기는 추가응력을 견디며, 하중이 약한 지반에 집중되지 않게 분산하는 데 있다.

선지별 해설

1번: O. 지반이 침하할 때 기초가 전혀 따라가지 못하면 부재에 부등침하 응력이 크게 생긴다. 따라서 기초도 어느 정도 변형하여 침하에 추종하도록 하는 것은 손상 저감 대책에 해당한다.
2번: O. 침하 진행에 맞추어 침하량을 조절하는 장치를 두면 구조물의 레벨 차이와 부등침하를 완화할 수 있다. 침하를 관리 가능한 상태로 두는 대책이므로 옳다.
3번: O. 지반침하로 추가응력이 발생하므로 기초는 그 응력을 견딜 충분한 강도를 가져야 한다. 침하를 막지 못하더라도 손상을 줄이려면 강도 확보가 필요하다.
4번: X. 틀린 표현은 "응력을 높여 힘이 분산되지 않도록 한다"이다. 침하 가능성이 높은 부분일수록 응력이 집중되면 침하와 손상이 더 커질 수 있다. 올바르게는 그 부분의 기초에 전달되는 응력을 낮추거나 넓게 분산시켜 하중집중을 피해야 한다.

오답 포인트

4번은 "높여"와 "분산되지 않도록"라는 표현이 함정이다. 지반침하 대책은 응력집중을 만드는 방향이 아니라 응력집중을 줄이는 방향이어야 하므로, 침하 우려 구간에 하중을 더 몰아주는 선택지는 바로 배제해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

침하 대책 선지를 보면 먼저 하중이 약한 지반에 집중되는지 분산되는지를 본다. 그다음 기초가 침하를 추종하는지, 침하량을 조절하는지, 추가응력을 견디는지를 확인하면 옳고 그름이 빠르게 갈린다.

NoteBase

암기 포인트

지반침하 대책은 추종, 조절, 강도 확보, 응력 분산이고, 응력 집중은 오답 신호이다.

NoteBase

문 4. 강구조에서 볼트접합의 파괴형식으로 옳지 않은 것은?

① 인장파괴

② 지압파괴

③ 전단파괴

④ 휨파괴

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 강구조 볼트접합에서 기본적으로 분류하는 파괴형식을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

인장파괴는 접합부나 볼트가 당기는 힘을 받아 인장으로 파단되는 형식이다.
지압파괴는 볼트와 구멍벽이 맞닿는 부분에 국부 압축응력이 커져 구멍 주위가 눌려 손상되는 형식이다.
전단파괴는 볼트나 접합판이 미끄러지려는 힘을 받아 전단면에서 파괴되는 형식이다.
휨은 부재의 휨거동을 설명하는 작용이지만, 볼트접합의 기본 파괴형식을 묻는 항목에서는 보통 인장·전단·지압처럼 직접 저항 메커니즘으로 분류한다.

선지별 해설

1번 O: 인장파괴는 볼트접합에서 실제로 발생할 수 있는 파괴형식이다. 접합판의 순단면이나 볼트가 인장력에 저항하지 못하면 인장파단이 생긴다.
2번 O: 지압파괴는 볼트 몸통이 구멍벽을 눌러 접촉부가 국부적으로 찌그러지거나 찢어지면서 생기는 대표적인 파괴형식이다.
3번 O: 전단파괴는 볼트접합의 가장 기본적인 파괴형식 가운데 하나이다. 전달되는 힘 때문에 볼트축이나 접합판 전단면이 잘려 나가듯 파괴된다.
4번 X: 틀린 부분은 '휨파괴'이다. 휨은 부재 거동의 한 형태이지만, 볼트접합의 기본 파괴형식을 묻는 분류에서는 보통 인장파괴, 지압파괴, 전단파괴로 정리한다.

오답 포인트

볼트 주변에 변형이 생기면 무엇이든 파괴형식으로 착각하기 쉽다. 이 문항은 접합부의 기본 분류를 묻기 때문에 힘의 전달 방식에 직접 대응하는 인장·전단·지압을 먼저 떠올려야 하며, 4번의 '휨'처럼 일반적인 부재 거동 용어를 끼워 넣으면 틀리게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

볼트접합의 파괴형식을 묻는 문제는 당기는 힘이면 인장, 미끄러지게 하는 힘이면 전단, 구멍벽을 누르는 힘이면 지압으로 연결해 판단한다. 선택지가 이 세 메커니즘에 직접 대응하지 않으면 기본 파괴형식이 아닐 가능성이 크다.

암기 포인트

볼트접합의 기본 파괴형식은 당김-인장, 미끄럼-전단, 눌림-지압으로 정리된다.

NoteBase

문 5. 건축물 강구조 설계기준에 따른 합성부재의 일반사항에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 충전형 합성부재는 국부좌굴을 고려할 필요가 없다.

② 매입형 합성부재는 국부좌굴의 영향을 고려해야 한다.

③ 합성단면의 공칭강도를 결정할 때, 콘크리트의 인장강도를 고려해야 한다.

④ 합성단면의 공칭강도는 소성응력분포법 또는 변형률적합법에 따라 결정한다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 합성부재 일반사항에서 공칭강도 산정 방법과 충전형·매입형 합성부재의 국부좌굴 취급을 구별하는 문제이다.

용어 풀이

충전형 합성부재는 강관 내부에 콘크리트를 채워 강재가 외곽을 이루는 합성부재이다.
매입형 합성부재는 강재 형강이 콘크리트 내부에 묻혀 있는 합성부재이다.
공칭강도는 재료와 단면 가정에 따라 산정하는 기준상의 기본 강도값이다.

핵심 구분

합성단면의 공칭강도는 소성응력분포법 또는 변형률적합법으로 결정한다.
공칭강도 산정에서는 콘크리트의 인장강도를 고려하지 않고 무시한다.
충전형 합성부재는 강재 요소의 국부좌굴 영향을 고려해야 하지만, 매입형 합성부재는 콘크리트에 의해 강재가 둘러싸여 일반사항상 국부좌굴을 따로 고려할 필요가 없다.

NoteBase

선지별 해설

① X
충전형 합성부재는 강관 등의 압축강재요소가 외곽에서 직접 거동하므로 국부좌굴의 영향을 고려해야 한다.
틀린 표현: "국부좌굴을 고려할 필요가 없다."
올바른 표현: "충전형 합성부재는 국부좌굴의 영향을 고려해야 한다."

② X
매입형 합성부재는 강재가 콘크리트에 매입되어 있어 일반사항상 국부좌굴을 별도로 고려할 필요가 없다.
틀린 표현: "국부좌굴의 영향을 고려해야 한다."
올바른 표현: "매입형 합성부재는 국부좌굴을 고려할 필요가 없다."

③ X
합성단면의 공칭강도를 결정할 때는 콘크리트의 인장강도를 고려하지 않고 무시한다. 합성단면 강도 산정은 압축 콘크리트와 강재의 저항을 기준으로 본다.
틀린 표현: "콘크리트의 인장강도를 고려해야 한다."
올바른 표현: "콘크리트의 인장강도는 무시한다."

④ O
합성단면의 공칭강도는 소성응력분포법 또는 변형률적합법에 따라 결정한다. 선지의 두 방법 제시는 기준 일반사항과 일치한다.

오답 포인트

①과 ②는 충전형과 매입형의 국부좌굴 취급을 서로 바꿔 놓은 함정이다. ③은 철근콘크리트식 직관 때문에 콘크리트 인장강도를 넣고 싶어지는 지점을 찌른 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

합성부재 일반사항 문제는 먼저 공칭강도 산정법이 두 가지인지 확인하고, 다음으로 국부좌굴은 충전형은 고려, 매입형은 불요라는 대비를 대입하면 빠르게 판단된다. 그다음 콘크리트 인장강도는 무시하는지가 마지막 확인점이 된다.

암기 포인트

공칭강도는 소성응력분포법 또는 변형률적합법, 충전형은 국부좌굴 고려, 매입형은 국부좌굴 불요, 콘크리트 인장강도는 무시이다.

NoteBase

문 6. 건축물 내진설계기준에서 지진력저항시스템에 대한 설계계수로 옳지 않은 것은? (단, 반응수정계수는 R, 시스템초과강도계수는 Ω_0, 변위증폭계수는 C_d이다)

① 내력벽시스템의 철근콘크리트 보통전단벽: $R = 4.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 4.0$

② 건물골조시스템의 철근콘크리트 특수전단벽: $R = 5.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 5.0$

③ 모멘트-저항골조시스템의 철골 보통모멘트골조: $R = 3.5$, $\Omega_0 = 3.0$, $C_d = 3.0$

④ 특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템의 철골 편심가새골조: $R = 8.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 4.0$

정답 2번

쟁점

이 문제는 건축물 내진설계기준에서 지진력저항시스템별 설계계수 R, Ω_0, C_d 값을 구분하는 문제이다.
핵심은 같은 전단벽이나 가새골조라도 시스템 분류가 달라지면 설계계수가 달라진다는 점이다.

용어 풀이

R은 탄성지진력을 구조물의 연성거동을 반영하여 저감하는 반응수정계수이다.
Ω_0는 특정 부재의 증폭지진력을 산정할 때 사용하는 시스템초과강도계수이다.
C_d는 탄성해석으로 얻은 변위를 비탄성 최대변위에 가깝게 환산하는 변위증폭계수이다.

핵심 구분

내력벽시스템의 철근콘크리트 보통전단벽은 $R = 4.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 4.0$이다.
건물골조시스템의 철근콘크리트 특수전단벽은 내력벽시스템 값이 아니라 $R = 7.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 5.5$이다.
모멘트-저항골조시스템의 철골 보통모멘트골조는 $R = 3.5$, $\Omega_0 = 3.0$, $C_d = 3.0$이고, 특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템의 철골 편심가새골조는 $R = 8.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 4.0$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
내력벽시스템의 철근콘크리트 보통전단벽 설계계수는 $R = 4.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 4.0$이므로 옳다.

② X
건물골조시스템의 철근콘크리트 특수전단벽인데 내력벽시스템의 특수전단벽 값인 $R = 5.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 5.0$을 적어 틀렸다.
틀린 표현은 `R = 5.0, Ω0 = 2.5, Cd = 5.0` 이다.
올바른 표현은 건물골조시스템의 철근콘크리트 특수전단벽은 $R = 7.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 5.5$이다.

③ O
모멘트-저항골조시스템의 철골 보통모멘트골조 설계계수는 $R = 3.5$, $\Omega_0 = 3.0$, $C_d = 3.0$이므로 옳다.

④ O
특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템의 철골 편심가새골조 설계계수는 $R = 8.0$, $\Omega_0 = 2.5$, $C_d = 4.0$이므로 옳다.

오답 포인트

②는 재료와 부재 이름만 같으면 같은 계수를 쓴다고 착각하게 만드는 함정이다.
철근콘크리트 특수전단벽이라도 내력벽시스템인지, 건물골조시스템인지에 따라 R과 C_d가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 내력벽시스템, 모멘트-저항골조시스템, 건물골조시스템, 이중골조시스템 가운데 어느 분류인지 확인한 다음 세부 부재형식을 대응하면 된다.
같은 특수전단벽이라도 시스템 분류가 바뀌면 계수표의 행 자체가 달라진다고 판단한다.

암기 포인트

내진 설계계수는 재료명보다 시스템 분류가 먼저이고, 같은 특수전단벽도 시스템이 바뀌면 R과 C_d가 함께 달라진다.

NoteBase

문 7. 건축물 강구조 설계기준의 용어에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 좌굴방지시스템: 좌굴방지가새골조에서 강재케이싱의 좌굴을 구속하는 시스템

② 지렛작용: 하중점과 볼트, 접합된 부재의 반력 사이에서 지렛대와 같은 거동에 의해 부재에 작용하는 인장력이 증폭되는 작용

③ 인장역작용: 플랫트러스와 유사하게 전단력이 작용할 때 웨브의 대각방향으로 압축력이 발생하고 수직스티프너에 인장력이 발생하는 패널의 거동

④ 서브머지드아크용접: 두 모재의 접합부에 입상의 용제, 즉 플럭스를 놓고 그 플럭스 속에서 용접봉과 모재 사이에 아크를 발생시켜 그 열로 용접하는 방법

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 강구조 설계기준의 용어 정의를 정확히 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

좌굴방지시스템은 좌굴방지가새골조에서 강재 코아의 좌굴을 구속하는 시스템이다.
지레작용은 하중점과 볼트, 접합부 반력의 지렛대 거동 때문에 볼트 인장력이 커지는 작용이다.
인장역작용은 전단력 작용 시 웨브 대각방향에 인장력이 생기고 수직보강재에 압축력이 생기는 패널 거동이다.
서브머지드아크용접은 플럭스 속에서 아크를 발생시켜 그 열로 용접하는 방법이다.

선지별 해설

1번 X: 틀린 부분은 '강재케이싱의 좌굴을 구속'이라는 표현이다. 좌굴방지시스템은 강재 케이싱이 아니라 강재 코아의 좌굴을 구속하는 시스템이며, 케이싱과 접합부를 연결하는 구조요소가 함께 포함된다.
2번 X: 틀린 부분은 '부재에 작용하는 인장력이 증폭'이라는 표현이다. 지레작용은 접합된 부재 자체의 인장력이 아니라 볼트에 작용하는 인장력이 지렛대 거동으로 증폭되는 작용이다.
3번 X: 틀린 부분은 '웨브의 대각방향으로 압축력이 발생하고 수직스티프너에 인장력이 발생'이라는 표현이다. 인장역작용은 그 반대로 웨브의 대각방향에 인장력이 발생하고 수직보강재에는 압축력이 발생하는 거동이다.
4번 O: 서브머지드아크용접의 정의를 정확히 적은 선지이다. 접합부에 입상 플럭스를 놓고 그 속에서 용접봉과 모재 사이에 아크를 발생시켜 열로 용접한다.

오답 포인트

이 문항은 비슷한 용어의 작용 대상만 바꿔 놓는 방식으로 출제되었다. 1번은 좌굴을 구속받는 대상이 케이싱인지 코아인지, 2번은 인장력이 커지는 대상이 부재인지 볼트인지, 3번은 웨브와 보강재에 생기는 힘의 방향이 인장인지 압축인지가 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

용어 정의형 문항은 먼저 작용 대상이 무엇인지, 다음으로 힘의 종류가 인장인지 압축인지, 마지막으로 공법의 핵심 매체가 무엇인지를 확인하면 판단이 정리된다.

암기 포인트

좌굴방지는 코아, 지레작용은 볼트, 인장역은 웨브 인장·보강재 압축, 서브머지드는 플럭스 속 아크용접이다.

NoteBase

문 8. 허용응력설계법과 강도설계법에 의한 조적식구조 설계에서 28일 양생일 때 조적의 규정 압축강도가 20 MPa인 콘크리트 조적재의 탄성계수E_m와 전단탄성계수G는? (단, 탄성계수와 전단탄성계수에 대한 별도의 실험을 실시하지 않은 경우이다)

① $E_m = 15{,}000\text{MPa}, G = 6{,}000\text{MPa}$

② $E_m = 15{,}000\text{MPa}, G = 7{,}500\text{MPa}$

③ $E_m = 20{,}000\text{MPa}, G = 8{,}000\text{MPa}$

④ $E_m = 20{,}000\text{MPa}, G = 10{,}000\text{MPa}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 별도 실험이 없는 콘크리트 조적재의 규정 압축강도에서 E_m과 G를 환산하는 설계식을 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 28일 양생 콘크리트 조적재의 규정 압축강도는 $f'_m = 20MPa$이다.
구해야 할 값: 탄성계수 E_m과 전단탄성계수 G이다.
주의할 조건: 탄성계수와 전단탄성계수에 대한 별도 실험이 없으므로 규정식을 적용한다.

사용할 공식

콘크리트 조적재의 탄성계수는 $E_m = 750f'_m$, 전단탄성계수는 $G = 0.4E_m$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 별도 실험을 하지 않았다고 했으므로 규정 압축강도로부터 E_m과 G를 환산하는 설계식을 적용하는 상황이다.

계산 과정

1. 탄성계수를 구하면 $E_m = 750 \times 20 = 15{,}000MPa$이다.
2. 전단탄성계수를 구하면 $G = 0.4 \times 15{,}000 = 6{,}000MPa$이다.
3. 계산 결과와 일치하는 선지는 1번이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: $E_m = 15{,}000MPa$, $G = 6{,}000MPa$로 계산 결과와 정확히 일치한다.
2번 X: $E_m = 15{,}000MPa$는 맞지만 $G = 7{,}500MPa$가 틀리다. 틀린 표현은 $G = 7{,}500MPa$이고, 올바르게는 $G = 0.4E_m = 6{,}000MPa$이다.
3번 X: $E_m = 20{,}000MPa$가 틀리다. 틀린 표현은 $E_m = 20{,}000MPa$, $G = 8{,}000MPa$이고, 올바르게는 $E_m = 750f'_m = 15{,}000MPa$, $G = 6{,}000MPa$이다.
4번 X: E_m과 G가 모두 틀리다. 틀린 표현은 $E_m = 20{,}000MPa$, $G = 10{,}000MPa$이고, 올바르게는 $E_m = 15{,}000MPa$, $G = 6{,}000MPa$이다.

오답 포인트

조적재의 무실험 환산식에서 E_m 계수를 750이 아니라 1000으로 착각하거나, G를 $0.4E_m$가 아니라 $0.5E_m$로 잘못 적용하면 2번, 3번, 4번 같은 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

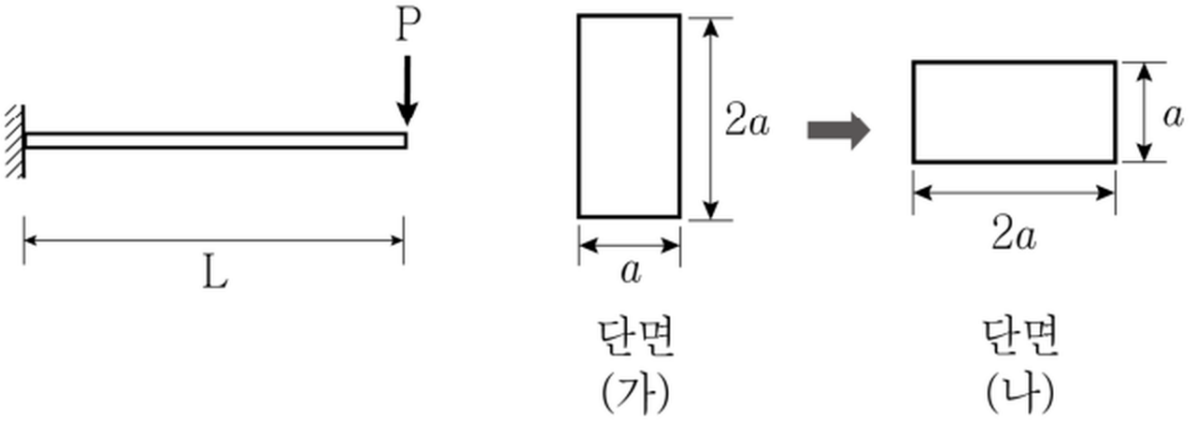
조적재 탄성계수 문제는 먼저 별도 실험 유무를 확인하고, 무실험이면 $E_m = 750f'_m$를 적용한 뒤 $G = 0.4E_m$로 이어서 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

콘크리트 조적재의 무실험 설계값은 $E_m = 750f'_m$, $G = 0.4E_m$로 기억한다.

NoteBase

문 9. 전체 길이 L에 걸쳐 재질과 단면 형상이 동일한 캔틸레버 보의 자유단에 집중하중 P가 작용할 때, 단면 형상이 (가)에서 (나)로 변경될 경우 옳지 않은 것은? (단, 보의 자중은 무시하며, P는 0보다 크고 단면의 치수를 제외한 모든 조건은 동일하다)



① 최대 휨모멘트는 변화가 없다.

② 최대 휨응력은 2배 증가한다.

③ 최대 전단응력은 2배 증가한다.

④ 최대 처짐은 4배 증가한다.

정답 3번

출제 포인트

직사각형 단면을 90도 회전시킬 때 단면2차모멘트, 휨응력, 전단응력, 처짐이 어떻게 바뀌는지를 공식으로 비교하는 문제이다.

조건 정리

단면 (가)는 폭이 a, 높이가 $2a$인 직사각형이다.
단면 (나)는 폭이 $2a$, 높이가 a인 직사각형이다.
두 경우의 단면적은 모두 $A = 2a^2$로 같다.
캔틸레버 보의 자유단 집중하중에서 최대 휨모멘트는 고정단의 $M_{max} = PL$, 최대 전단력은 $V_{max} = P$이다.

NoteBase

사용할 공식

직사각형의 단면2차모멘트는 $I = \frac{bh^3}{12}$이다.
최대 휨응력은 $\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$이다.
직사각형의 최대 전단응력은 $\tau_{max} = \frac{3V}{2A}$이다.
캔틸레버 자유단 집중하중의 최대 처짐은 $\delta_{max} = \frac{PL^3}{3EI}$이다.
이 문제는 하중 P, 길이 L, 재료의 E가 같으므로 결국 I와 A의 변화만 비교하면 된다.

계산 과정

단면 (가)의 단면2차모멘트는 I_(가)=(a(2a)^3)/(12)=(2)/(3)a^4이다.
단면 (나)의 단면2차모멘트는 I_(나)=((2a)a^3)/(12)=(1)/(6)a^4이다.
따라서 I_(나)=(1)/(4)I_(가)이다.
휨응력은 $\sigma \propto \frac{c}{I}$이므로, c_(가)=a, c_(나)=(a)/(2)를 대입하면 (_(나))/(_(가))=2이다.
전단응력은 직사각형에서 $\tau_{max} = \frac{3V}{2A}$이므로, V와 A가 같으면 값이 변하지 않는다.
처짐은 $\delta \propto \frac{1}{I}$이므로 (_(나))/(_(가))=4이다.

선지별 해설

① O: 최대 휨모멘트는 단면과 무관하게 하중조건으로만 결정되므로 두 경우 모두 $M_{max} = PL$이다.
② O: 단면을 눕히면 I가 4분의 1로 작아지고 바깥섬유거리 c는 2분의 1이 되므로 $\sigma_{max} = \frac{Mc}{I}$는 결과적으로 2배가 된다.
③ X: '최대 전단응력은 2배 증가한다'가 틀린 표현이다. 직사각형의 최대 전단응력은 $\tau_{max} = \frac{3V}{2A}$이고, 두 단면의 면적이 모두 $2a^2$로 같으므로 최대 전단응력은 변하지 않는다. 올바르게는 '최대 전단응력은 변화가 없다'이다.
④ O: 처짐은 $\delta_{max} = \frac{PL^3}{3EI}$이므로 I가 4분의 1이 되면 처짐은 4배가 된다.

오답 포인트

③은 전단응력이 폭과 높이의 배치에 따라 크게 달라질 것처럼 보이게 만든 함정이다. 직사각형의 최대 전단응력은 세부 비율보다 단면적 A에 직접 비례하지 않고 $\frac{V}{A}$로 결정되므로, 면적이 같으면 그대로이다. 반대로 휨응력과 처짐은 I에 크게 좌우되므로 회전에 매우 민감하다.

다시 나오면 이렇게 판단

직사각형 단면이 회전되면 먼저 단면적 A가 같은지, 높이 방향 치수 변화로 단면2차모멘트 $I = \frac{bh^3}{12}$가 어떻게 바뀌는지를 본다. 그다음 휨응력과 처짐은 I 중심으로, 전단응력은 A 중심으로 나누어 판단하면 된다.

암기 포인트

직사각형 보는 높이가 성능을 지배한다. 휨과 처짐은 I를 보고, 전단은 A를 본다.

NoteBase

문 10. 건축구조기준의 구조검사 및 실험에서 콘크리트구조의 시공에 대한 특별검사 중 지속적인 특별검사에 해당하는 것은?

① 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치에 대한 검사

② 양생온도와 양생방법이 적절한지 여부에 대한 검사

③ 배합설계와 일치하는 배합을 사용하는지에 대한 검사

④ 콘크리트 타설 및 설치 방법의 기술적 적합성에 대한 검사

정답 4번

쟁점

이 문제는 건축구조기준상 콘크리트구조 시공 특별검사 항목을 지속적인 특별검사와 정기적인 특별검사로 구분할 수 있는지를 묻는다.

용어 풀이

지속적인 특별검사는 특별검사인이 현장에 상주하며 계속 확인하는 검사이다.
정기적인 특별검사는 정해진 시점마다 항목별로 확인하는 검사이다.

핵심 구분

`건축구조기준`의 `콘크리트구조의 시공에 대한 특별검사` 표에서는 콘크리트 타설 및 설치 방법의 기술적 적합성은 지속적인 특별검사에 해당한다. 반면 배합설계와 일치하는 배합 사용, 양생온도와 양생방법의 적절성, 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치 검사는 정기적인 특별검사에 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치에 대한 검사는 지속적인 특별검사가 아니라 정기적인 특별검사 항목이다.
틀린 표현: `지속적인 특별검사에 해당한다`
올바른 표현: `정기적인 특별검사에 해당한다`
2번 X: 양생온도와 양생방법이 적절한지에 대한 검사는 시공 전 과정을 상주 확인하는 항목이 아니라 정기적으로 점검하는 항목이다.
틀린 표현: `지속적인 특별검사에 해당한다`
올바른 표현: `정기적인 특별검사에 해당한다`
3번 X: 배합설계와 일치하는 배합을 사용하는지에 대한 검사도 정기적인 특별검사 항목이다.
틀린 표현: `지속적인 특별검사에 해당한다`
올바른 표현: `정기적인 특별검사에 해당한다`
4번 O: 콘크리트 타설 및 설치 방법의 기술적 적합성에 대한 검사는 타설 과정에서 계속 확인되어야 하므로 지속적인 특별검사 항목이 맞다.

오답 포인트

배합, 양생, 프리캐스트 설치처럼 항목별 확인으로 끝나는 검사를 모두 지속적인 특별검사로 묶으면 틀린다. 이 문항은 `시공 과정 전체를 상주 확인해야 하는가`와 `정해진 시점에 확인하면 되는가`의 구분을 흔들어 오답을 유도한다.

다시 나오면 이렇게 판단

특별검사 항목이 공정 전반의 진행 상태를 계속 따라가야 하면 지속적인 특별검사로 본다. 반대로 배합, 양생, 설치 상태처럼 특정 항목을 시점별로 확인하면 정기적인 특별검사로 판단한다.

암기 포인트

타설 방법은 상주 확인, 배합·양생·프리캐스트 설치는 정기 확인으로 정리된다.

NoteBase

문 11. 고층 건축물의 구조시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 가새-튜브시스템은 횡강성 및 전단지연 효과를 증대시킨다.

② 다이아그리드 시스템은 대각 가새를 통해 중력하중과 횡하중을 동시에 전달한다.

③ 골조-전단벽 시스템은 횡하중에 대하여 골조의 전단변형과 전단벽의 휨변형을 통해 저항한다.

④ 아웃리거 시스템은 횡변위를 제어하기 위해서 건물의 일부층을 강성이 큰 벽체나 트러스 형태의 구조물로 내부코어와 외부 기둥을 연결한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 고층 건축물의 대표 횡력저항 시스템에서 각 시스템이 어떤 방식으로 강성과 변형을 제어하는지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

가새-튜브시스템은 외곽 튜브에 가새를 배치하여 횡강성을 높이고 기둥의 축력 참여를 키워 튜브 작용을 효율화하는 시스템이다.
다이아그리드 시스템은 대각 부재망이 외곽 구조를 이루어 중력하중과 횡하중을 함께 전달하는 시스템이다.
골조-전단벽 시스템은 골조의 전단변형과 전단벽의 휨변형이 상호작용하여 횡하중에 저항하는 시스템이다.
아웃리거 시스템은 코어와 외곽기둥을 강성 큰 부재로 연결하여 전도모멘트를 분담시키고 횡변위를 줄이는 시스템이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
가새-튜브시스템은 가새를 통해 외곽 프레임의 거동을 일체화하여 휨강성을 키우고 전단지연 현상을 줄이는 쪽으로 작용한다.
틀린 표현은 "전단지연 효과를 증대시킨다"이다.
올바르게는 "전단지연 효과를 감소시킨다" 또는 "전단지연을 억제한다"이다.

② O
다이아그리드 시스템은 수직기둥 대신 또는 이를 최소화한 대각 가새망이 주 구조를 이루므로, 대각 부재가 중력하중과 횡하중을 함께 전달하는 것이 핵심이다.

③ O
골조는 횡하중에 대해 상대적으로 전단형 변형을 보이고, 전단벽은 캔틸레버처럼 휨변형을 보인다.
골조-전단벽 시스템은 이 두 거동이 결합되어 횡력에 저항하므로 설명이 맞다.

④ O
아웃리거 시스템은 강성이 큰 벽체나 트러스로 코어와 외곽기둥을 연결하여 외곽기둥에도 축력 저항을 분담시키고, 그 결과 횡변위를 제어한다.
설명에서 말한 연결 방식과 목적이 아웃리거 시스템의 특징과 일치한다.

오답 포인트

①은 가새-튜브시스템이 횡강성을 키운다는 앞부분은 맞고, 뒤에서 전단지연의 방향만 반대로 바꾸어 놓은 선지이다. 수험생이 강성 증가와 전단지연 증가를 같은 방향 효과로 착각하면 넘어가기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

튜브, 전단벽, 아웃리거처럼 고층 구조 시스템을 묻는 문제는 각 시스템이 횡하중을 누구에게 어떻게 분담시키는지부터 본다. 전단지연은 튜브의 비효율을 뜻하므로 이를 개선하는 장치는 전단지연을 줄인다고 판단하면 된다.

암기 포인트

가새-튜브는 강성 증대와 전단지연 감소, 아웃리거는 코어-외곽기둥 연결에 의한 변위 제어가 핵심이다.

NoteBase

문 12. 강도설계법에 의한 콘크리트구조 설계 시 강재에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 원형철근을 나선철근이나 강선으로 사용할 수 있다.

② 철근은 아연도금 또는 에폭시수지 도막을 할 수 없다.

③ 확대머리 전단스터드에서 확대머리의 지름은 전단스터드 지름의 $\sqrt{8}$배 이상이어야 한다.

④ 철근의 응력-변형률 곡선에서 항복점이 뚜렷하게 나타나는 경우에는 항복점에서의 응력을 인장강도로 한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 강도설계법에서 보강용 철근의 허용 종류, 철근의 표면처리, 확대머리 전단스터드의 치수 기준, 항복강도의 정의를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

보강용 철근은 원칙적으로 이형철근을 사용하지만, 예외적으로 나선철근이나 강선에는 원형철근을 사용할 수 있다.
철근은 아연도금 또는 에폭시수지 도막이 가능하다.
항복점이 뚜렷한 철근의 항복강도는 항복점에서의 응력 f_y이며, 인장강도는 최대 인장응력으로서 다른 개념이다.
확대머리 전단스터드의 확대머리 지름은 전단스터드 지름의 $\sqrt{10}$배 이상이어야 한다.

선지별 해설

1번 O: 보강용 철근은 원칙적으로 이형철근을 쓰지만, 예외적으로 나선철근이나 강선으로는 원형철근을 사용할 수 있으므로 옳다.
2번 X: 틀린 부분은 "할 수 없다"이다. 철근은 아연도금 또는 에폭시수지 도막이 가능하므로, 올바른 표현은 "철근은 아연도금 또는 에폭시수지 도막을 할 수 있다"이다.
3번 X: 틀린 부분은 "$\sqrt{8}$배 이상"이다. 확대머리 전단스터드의 확대머리 지름 기준은 전단스터드 지름의 $\sqrt{10}$배 이상이므로, 올바른 표현은 "확대머리의 지름은 전단스터드 지름의 $\sqrt{10}$배 이상이어야 한다"이다.
4번 X: 틀린 부분은 "인장강도"이다. 응력-변형률 곡선에서 항복점이 뚜렷하면 항복점에서의 응력을 항복강도로 정하므로, 올바른 표현은 "항복점에서의 응력을 항복강도로 한다"이다.

오답 포인트

이 문제는 예외 규정과 용어를 서로 바꾸어 놓는 방식으로 함정을 만든다. 2번은 도막 가능 여부를 반대로 바꾸었고, 3번은 수치 $\sqrt{10}$을 $\sqrt{8}$로 바꾸었으며, 4번은 항복강도와 인장강도를 뒤바꾸었다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

강재 관련 선지는 먼저 예외 허용 여부, 수치 기준, 강도 용어를 분리해서 본다. "가능/불가" 표현은 예외 규정을 확인하고, 치수 문제는 정확한 기준값을 대조하며, 응력 정의 문제는 항복강도와 인장강도를 구별하면 판단이 정리된다.

암기 포인트

원형철근은 예외적으로 나선철근·강선에 가능하고, 철근 도막은 가능하며, 확대머리 전단스터드는 $\sqrt{10}d$, 항복점 응력은 항복강도이다.

NoteBase

문 13. 철근콘크리트 보 부재단면에서 인장철근과 함께 압축철근을 배치한 복철근보가 단철근보에 비하여 가지는 장점이 아닌 것은?

① 부재의 장기처짐을 감소시킬 수 있다.

② 부재의 연성이 감소되지만 휨강도는 증가된다.

③ 휨모멘트 방향의 변화 발생 시 휨저항 성능을 향상시킨다.

④ 전단철근 배근 시 철근 조립의 편의에 따른 시공성을 향상시킨다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단철근보와 비교한 복철근보의 장점을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

단철근보는 인장측에만 주철근을 두는 보이고, 복철근보는 인장철근과 함께 압축철근도 두는 보이다.
복철근보는 단면 증대가 어려울 때 휨강도를 높이고, 장기처짐과 역휨 대응 및 철근 조립성을 유리하게 만드는 것이 핵심 차이이다.

선지별 해설

1번(O): 압축철근은 압축측의 크리프와 건조수축에 따른 변형을 줄여 장기처짐 감소에 도움이 된다. 따라서 장기처짐 감소는 복철근보의 장점에 해당한다.
2번(X): "연성이 감소된다"는 표현이 틀렸다. 복철근보는 압축철근 배치로 휨강도가 증가할 뿐 아니라 변형능력과 파괴 거동이 유리해져 연성도 일반적으로 좋아진다. 올바르게는 "부재의 연성이 증가되고 휨강도는 증가된다."이다.
3번(O): 휨모멘트 방향이 바뀌면 기존 압축철근이 반대 휨에서 인장측 저항에 참여할 수 있으므로 역휨이나 반복하중에 대한 휨저항 성능이 향상된다.
4번(O): 상부 압축철근이 있으면 전단철근을 걸고 철근골조를 조립하기가 쉬워져 배근 작업의 안정성과 시공성이 좋아진다. 따라서 시공상 장점으로 볼 수 있다.

오답 포인트

2번은 "휨강도는 증가된다"는 맞는 내용을 먼저 제시한 뒤 "연성이 감소된다"는 반대 개념을 붙여 혼동을 유도한 선지이다. 복철근보의 대표 장점에는 강도 증가와 함께 연성 및 사용성 개선이 포함된다.

다시 나오면 이렇게 판단

복철근보 관련 선지는 압축철근 추가가 가져오는 효과를 기준으로 판단한다. 강도 증가, 장기처짐 감소, 역휨 대응, 철근 조립성 향상은 장점이고, 연성 저하처럼 압축철근의 효과를 거꾸로 서술한 표현은 틀린 선지이다.

NoteBase

암기 포인트

복철근보는 압축철근 추가로 강도, 연성, 장기처짐, 역휨 대응, 시공성이 유리해지는 보이다.

NoteBase

문 14. 중심압축력을 받는 강구조 단일 압축재에서 양단부의 지지조건이 다음과 같을 때, 압축재 A의 면내탄성좌굴하중은 압축재 B의 몇 배인가?

◯ 압축재 A: 양단 회전구속, 양단 이동구속
◯ 압축재 B: 양단 회전자유, 양단 이동구속
◯ 유효좌굴길이계수는 이론값으로 산정하고, 지지조건 외 모든 조건은 동일함
◯ 면외방향좌굴은 발생하지 않으며, 자중의 효과는 무시함

① 0.25배
② 0.5배
③ 2.0배
④ 4.0배

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 압축재의 지지조건에 따른 유효좌굴길이계수 K를 적용하여 오일러 탄성좌굴하중의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 압축재 A가 양단 회전구속, 양단 이동구속이고 압축재 B가 양단 회전자유, 양단 이동구속이라는 점이다.
지지조건 외의 길이, 단면, 재료, 단면2차모멘트는 모두 동일하다.
구해야 할 값은 압축재 A의 면내탄성좌굴하중이 압축재 B의 몇 배인지이다.

사용할 공식

오일러 좌굴하중은 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 장구조 단일 압축재의 탄성좌굴하중을 비교하고 있으며, 두 압축재의 차이가 지지조건뿐이기 때문이다.

계산 과정

압축재 A는 양단 고정단이므로 유효좌굴길이계수 $K_A = 0.5$이다.
압축재 B는 양단 힌지단이므로 유효좌굴길이계수 $K_B = 1.0$이다.
따라서 좌굴하중비는 $\frac{P_{cr,A}}{P_{cr,B}} = \frac{\pi^2 EI/(K_A L)^2}{\pi^2 EI/(K_B L)^2} = \left(\frac{K_B}{K_A}\right)^2 = \left(\frac{1.0}{0.5}\right)^2 = 4.0$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 0.25배는 계산 결과와 반대이다. K가 작을수록 좌굴하중은 커지므로 0.25배가 아니라 4.0배이다.
2번 X: 0.5배는 유효길이계수와 좌굴하중의 제곱 반비례 관계를 반영하지 못한 값이다. 0.5배가 아니라 4.0배이다.
3번 X: 2.0배는 K의 비 $1.0/0.5 = 2$까지만 보고 제곱을 누락한 값이다. 2.0배가 아니라 4.0배이다.
4번 O: 오일러 좌굴하중은 $(KL)^2$에 반비례하므로 $K_A = 0.5$, $K_B = 1.0$을 대입하면 4.0배가 된다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 고정단과 힌지단의 유효좌굴길이계수 값을 바꾸어 기억하거나, 좌굴하중이 K에 반비례한다고만 보고 제곱 관계를 놓치는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

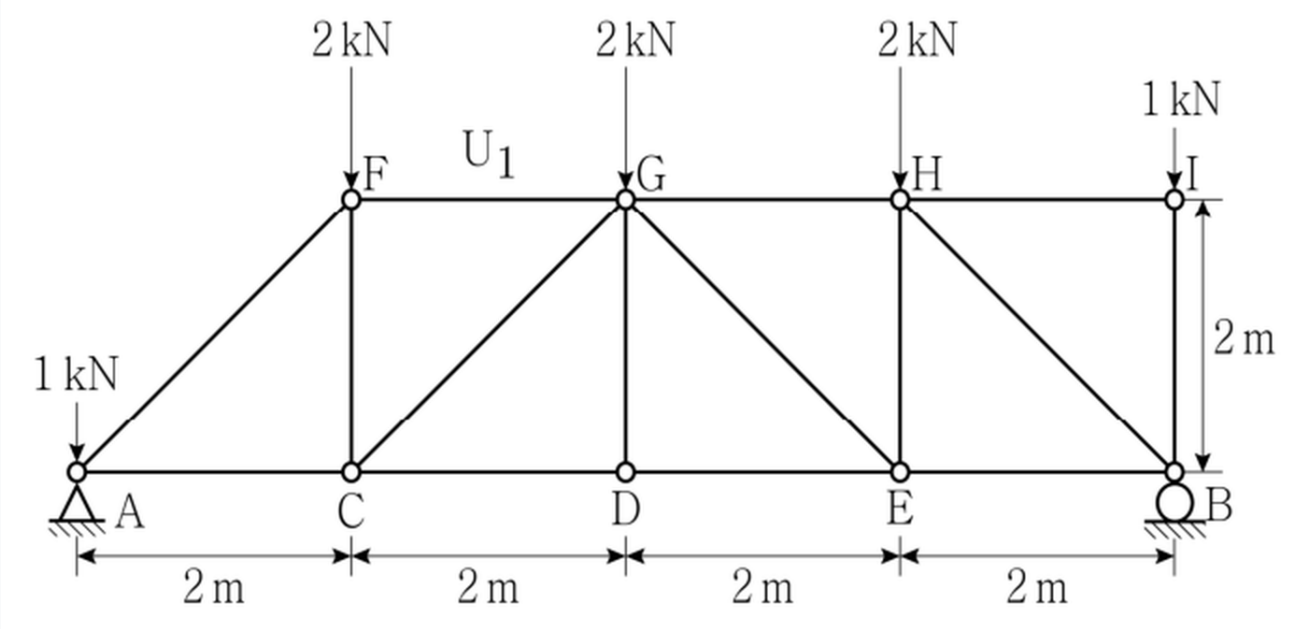
좌굴하중 비교문제는 먼저 각 지지조건의 유효좌굴길이계수 K를 확정하고, 그다음 $P_{cr} \propto 1/(KL)^2$ 관계로 비를 계산하면 된다.

암기 포인트

오일러 좌굴하중은 K의 제곱에 반비례하며, 양단 고정은 $K = 0.5$, 양단 힌지는 $K = 1.0$이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 정정트러스에서 부재 $U_1(FG)$에 대한 부재력의 절대값[kN]은? (단, 부재의 자중은 무시한다)



① 2

② 3

③ 4

④ 6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 전체 반력을 먼저 구한 뒤 절점법으로 상현재 FG의 부재력을 계산하는 정정트러스 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 절점 하중은 A에서 $1kN$, F·G·H에서 각각 $2kN$, I에서 $1kN$이다. 패널 길이는 각 $2m$, 높이는 $2m$ 이어서 대각재 기울기는 45 °이다.

구해야 할 값: 부재 FG의 부재력 절대값이다.

주의할 조건: 정답은 부재력의 절대값이므로 계산 결과가 압축이면 부호를 떼고 크기만 읽는다.

NoteBase

사용할 공식

전체 평형과 절점 평형을 사용한다.

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

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

이 공식을 쓰는 이유: 정정트러스는 지점반력을 전체 평형으로 먼저 구하고, 하중이 작용하는 절점의 수평·수직 평형으로 각 부재력을 순서대로 정할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 하중이 좌우 대칭이므로 지점반력은 $A_y = B_y = 4kN$이다.

2. 절점 A에서 위쪽 순반력은 $4 - 1 = 3kN$이다. 대각재 AF는 $45\,^\circ$이므로

$\sum F_y = 0: \quad 3 + N_{AF} \sin 45^\circ = 0$

따라서 N_AF=-32 kN이고, 압축재이다.

3. 같은 절점 A의 수평평형에서

$\sum F_x = 0: \quad N_{AC} + N_{AF} \cos 45^\circ = 0$

따라서 $N_{AC} = 3kN$이다.

4. 절점 F에서 AF 압축력이 절점 F에 주는 성분은 오른쪽 $3kN$, 위쪽 $3kN$이다. 여기에 외력 $2kN$이 아래로 작용하므로

$\sum F_x = 0: \quad 3 + N_{FG} = 0$

따라서 $N_{FG} = -3kN$이다.

5. 음수는 압축을 뜻하므로 부재 FG의 부재력 절대값은 $|N_{FG}| = 3kN$이다.

선지별 해설

① X

- 계산 결과 절대값은 $3kN$이므로 $2kN$은 틀리다. 틀린 표현은 "2"이고, 올바르게는 $3kN$이다.

② O

- 계산 결과 $|N_{FG}| = 3kN$이므로 맞다. 부호까지 쓰면 $N_{FG} = -3kN$으로 압축재이다.

③ X

- 계산 결과보다 $1kN$ 크게 본 값이므로 틀리다. 틀린 표현은 "4"이고, 올바르게는 $3kN$이다.

④ X

- 절점 F의 수평평형을 무시하고 대각재 성분을 그대로 더하면 나올 수 있는 값이지만, FG는 수평재이므로 실제 부재력 절대값은 $3kN$이다. 틀린 표현은 "6"이고, 올바르게는 $3kN$이다.

오답 포인트

이 문항은 대칭하중이라는 이유만으로 수치를 감각적으로 고르거나, 절점 F에서 대각재 AF의 수평·수직 성분을 구분하지 않아 오판하기 쉽다. 특히 계산값이 $-3kN$으로 나오더라도 문제는 절대값을 묻고 있으므로 최종 선택은 $3kN$으로 읽어야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

정정트러스 부재력 문제는 전체 반력 계산, 하중이 있는 절점의 대각재 성분 분해, 구하려는 부재가 있는 절점의 평형식 적용 순서로 판단하면 된다. 마지막에는 압축·인장 부호와 절대값 조건을 분리해 읽는다.

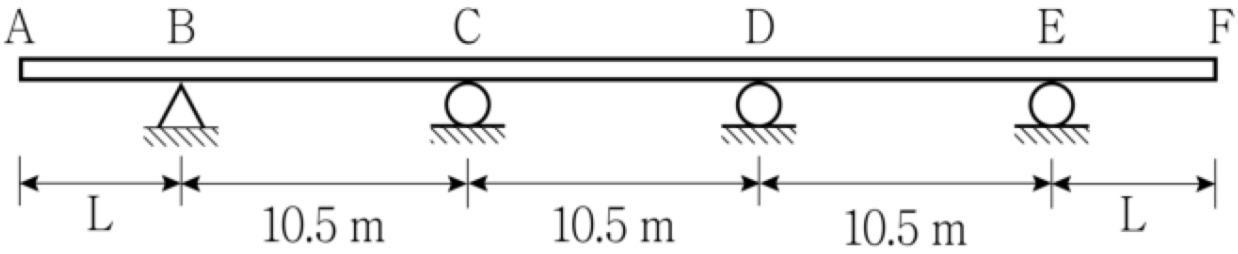
암기 포인트

정정트러스는 반력부터 구하고, 45° 대각재는 수평·수직 성분이 같으므로 절점 평형에서 상현재력이 바로 정해진다.

NoteBase

문 16. 그림과 같은 철근콘크리트 연속보에서 AB부재와 CD부재의 직사각형 보 전체 깊이가 동일하도록 하는 캔틸레버 경간길이 (L)는?

◯ 각 부재의 보 전체 깊이는 처짐을 계산하지 않는 경우의 최소 두께 규정에 의한 최소값으로 함
◯ 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 보임
◯ 설계기준항복강도 400MPa의 철근과 보통중량콘크리트를 전 구간에 사용함



① 3.0m
② 3.5m
③ 4.0m
④ 5.0m

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 철근콘크리트 보의 처짐을 계산하지 않을 때 적용하는 최소 두께비를 이용하여 캔틸레버 보와 양단 연속보의 전체 깊이를 같게 만드는 L을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- $CD = 10.5m$
- AB는 캔틸레버이다.
- CD는 양단이 연속된 보이다.

구해야 할 값:
- AB와 CD의 전체 깊이가 같아지게 하는 캔틸레버 경간길이 L

주의할 조건:
- 문제에서 각 부재의 전체 깊이는 처짐 계산을 하지 않는 경우의 최소 두께 규정값으로 한다.
- 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않으므로 기본 최소 두께비를 그대로 쓴다.
- 설계기준항복강도 $400MPa$ 철근과 보통중량콘크리트 조건이므로 기본 표 값을 적용한다.

NoteBase

사용할 공식

처짐을 계산하지 않는 철근콘크리트 보의 최소 두께비는 지지조건에 따라 정한다.
- 캔틸레버 보: $h_{min} = l/8$
- 양단 연속보: $h_{min} = l/21$

이 공식을 쓰는 이유:
문제는 실제 처짐값을 계산하는 것이 아니라, 처짐 계산을 생략할 때 허용되는 최소 전체 깊이를 같게 만드는 L을 묻고 있기 때문이다.

계산 과정

1. CD 부재는 양단 연속보이므로 최소 전체 깊이는 $h_{CD} = 10.5/21 = 0.5m$이다.
2. AB 부재는 캔틸레버이므로 최소 전체 깊이는 $h_{AB} = L/8$이다.
3. 두 부재의 전체 깊이가 같아야 하므로 $L/8 = 0.5$를 둔다.
4. 따라서 $L = 4.0m$이다.

선지별 해설

① X
- $L = 3.0m$이면 $h_{AB} = 3.0/8 = 0.375m$가 되어 CD의 $0.5m$와 같지 않다.
- 틀린 표현은 "$L = 3.0m$"이고, 올바르게는 "$L = 4.0m$"이다.

② X
- $L = 3.5m$이면 $h_{AB} = 3.5/8 = 0.4375m$가 되어 역시 CD의 최소 깊이보다 작다.
- 틀린 표현은 "$L = 3.5m$"이고, 올바르게는 "$L = 4.0m$"이다.

③ O
- $L = 4.0m$이면 $h_{AB} = 4.0/8 = 0.5m$가 되고, $h_{CD} = 10.5/21 = 0.5m$와 일치한다.
- 따라서 두 부재의 전체 깊이가 동일해진다.

④ X
- $L = 5.0m$이면 $h_{AB} = 5.0/8 = 0.625m$가 되어 CD보다 오히려 더 두꺼워진다.
- 틀린 표현은 "$L = 5.0m$"이고, 올바르게는 "$L = 4.0m$"이다.

오답 포인트

함정은 CD를 단순보나 외단보로 잘못 보고 두께비를 바꾸는 데 있다. 이 문항의 핵심은 부재 이름이 아니라 지지조건이며, AB는 캔틸레버, CD는 양단 연속보라는 점만 정확히 잡으면 계산은 짧다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

철근콘크리트 보 최소 두께 문제는 먼저 각 부재의 지지조건을 판별한 뒤 대응하는 두께비를 적고, 같은 깊이 조건이면 비례식으로 바로 연결하면 된다.

암기 포인트

처짐 계산 생략 최소 두께비는 캔틸레버 $l/8$, 양단 연속보 $l/21$이다.

NoteBase

문 17. 철근콘크리트 2방향 슬래브의 배근 상세에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 외부 모퉁이의 특별 보강철근은 모퉁이부터 긴 경간의 1/6 길이만큼 각 방향에 배치하여야 한다.

② 와플구조나 리브구조가 아닌 슬래브 위험단면의 철근 간격은 슬래브 두께의 3배 이하 또한 450 mm 이하로 하여야 한다.

③ 보가 없는 슬래브에서 굽힘철근은 슬래브 두께와 경간의 비가 굽힘철근의 굽힘각도가 30° 이하로 배근될 수 있는 경우에만 사용하여야 한다.

④ 벽체로 지지된 불연속 단부에 직각방향인 정모멘트에 대한 철근은 슬래브의 끝까지 연장하여 직선 또는 갈고리로 150 mm 이상 벽체 속에 묻어야 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 2방향 슬래브와 보가 없는 슬래브의 배근 상세 기준에서 외부 모퉁이 보강, 위험단면 철근 간격, 굽힘철근 사용 조건, 불연속 단부 정착 조건을 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

2방향 슬래브 배근 상세는 일반 슬래브의 포괄 규정보다 더 구체적인 상세 기준이 따로 정해진다.
외부 모퉁이의 특별 보강철근은 모퉁이에서 각 방향으로 긴 경간의 1/5 길이까지 배치하는 상세이다.
2방향 슬래브 위험단면의 철근 간격은 슬래브 두께의 2배 이하이면서 300 mm 이하가 기준이다.
굽힘철근은 슬래브 두께와 경간의 비로 보아 굽힘각도가 45° 이하가 될 수 있을 때에만 사용할 수 있다.
불연속 단부에 직각방향인 정모멘트 철근은 슬래브 끝까지 연장하고 직선 또는 갈고리로 지지부재 속에 150 mm 이상 정착하여야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
외부 모퉁이의 특별 보강철근 길이를 잘못 적은 선지이다.
틀린 표현은 "긴 경간의 1/6 길이만큼"이다.
올바르게는 모퉁이부터 각 방향으로 긴 경간의 1/5 길이만큼 배치하여야 한다.

② X
2방향 슬래브 위험단면 철근 간격 기준과 일반 슬래브 휨 주철근 간격 기준을 섞어 놓은 선지이다.
틀린 표현은 "슬래브 두께의 3배 이하 또한 450 mm 이하"이다.
올바르게는 와플구조나 리브구조가 아닌 2방향 슬래브 위험단면의 철근 간격은 슬래브 두께의 2배 이하이면서 300 mm 이하이다.

③ X
굽힘철근 사용 조건의 허용 굽힘각도를 틀리게 바꾼 선지이다.
틀린 표현은 "굽힘각도가 30° 이하"이다.
올바르게는 굽힘철근의 굽힘각도가 45° 이하가 될 수 있는 경우에만 사용할 수 있다.

④ O
벽체로 지지된 불연속 단부에서 그 단부에 직각방향인 정모멘트 철근은 슬래브 끝까지 연장하여야 하고, 직선 또는 갈고리로 150 mm 이상 지지 벽체 속에 정착하여야 한다.
불연속 단부 정착 상세를 정확히 적은 선지이므로 옳다.

오답 포인트

②처럼 일반 슬래브의 포괄 기준인 슬래브 두께의 3배, 450 mm와 2방향 슬래브 위험단면의 상세 기준인 슬래브 두께의 2배, 300 mm를 서로 바꿔 외우면 오답이 된다. ①의 1/6과 ③의 30°도 숫자만 바꿔 놓은 전형적인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

슬래브 배근 상세 문제는 먼저 부위를 구분하면 판단이 쉬워진다. 외부 모퉁이 보강인지, 위험단면 철근 간격인지, 굽힘철근 허용 조건인지, 불연속 단부 정착인지부터 나눈 뒤 해당 수치와 정착 조건을 대입하면 된다. 특히 숫자가 나오면 1/5, 2배와 300 mm, 45°, 150 mm처럼 기준 쌍으로 묶어 판단하는 방식이 안정적이다.

암기 포인트

2방향 슬래브 상세는 모퉁이 1/5, 위험단면 2배와 300 mm, 굽힘철근 45°, 불연속 단부 정착 150 mm이다.

NoteBase

문 18. 수직전단철근 배근간격이 200mm인 철근콘크리트 보의 설계전단강도와 콘크리트 설계전단강도가 각각 $\phi V_n = 100$kN, $\phi V_c = 40$kN이다. 보의 수직전단철근 배근간격을 150mm로 변경할 경우, 보의 설계전단강도 ϕV_n [kN]는? (단, 수직전단철근 배근 간격 변화 이외의 보 상세 변화는 없으며, 전단철근의 공칭전단강도 또한 최대한계값을 초과하지 않는다)

① 85

② 115

③ 120

④ 125

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전단철근 간격 변화에 따라 전단철근 분담 전단강도 V_s가 간격에 반비례한다는 점을 이용해 새 설계전단강도 ϕV_n를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기존 설계전단강도는 $\phi V_n = 100kN$, 콘크리트 설계전단강도는 $\phi V_c = 40kN$이다.
구해야 할 값: 전단철근 간격을 $200mm$에서 $150mm$로 바꾼 뒤의 ϕV_n이다.
주의할 조건: 보 상세는 같으므로 ϕV_c는 그대로이고, 전단철근 분담분만 간격비만큼 변한다.

사용할 공식

기존 전단철근 분담강도는 $\phi V_s = \phi V_n - \phi V_c$이다.
간격만 변하면 전단철근 분담강도는 $V_s \propto 1/s$이므로 $\phi V_{s,2} = \phi V_{s,1} \times s_1/s_2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 수직전단철근의 단면적과 재료는 같고 간격만 줄어들면 단위 길이당 전단철근량이 증가하기 때문이다.

계산 과정

1. 기존 전단철근 분담강도는 $\phi V_s = 100 - 40 = 60kN$이다.
2. 간격을 $200mm$에서 $150mm$로 줄이면 전단철근 분담강도는 $60 \times 200/150 = 80kN$이 된다.
3. 새 설계전단강도는 $\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = 40 + 80 = 120kN$이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 85kN는 계산 결과 120kN와 다르다. 간격을 줄이면 전단강도는 감소하지 않으므로 틀리다. 틀린 표현은 '간격 감소 후 강도 저하'이고, 올바르게는 '간격 감소 후 전단철근 분담강도 증가'이다.
2번 X: 115kN는 계산 결과 120kN와 다르다. 증가분을 부분적으로만 반영한 값으로 볼 수 있다. 틀린 표현은 최종값이 115kN이라는 점이고, 올바르게는 120kN이다.
3번 O: 기존 ϕV_s를 간격비 200/150만큼 키우면 80kN이 되고, 여기에 $\phi V_c = 40kN$를 더하면 120kN이므로 옳다.
4번 X: 125kN는 계산 결과 120kN와 다르다. 전단철근 분담분을 과대평가하거나 콘크리트 분담분까지 함께 비례시킨 경우의 오답이다. 틀린 표현은 최종값이 125kN이라는 점이고, 올바르게는 120kN이다.

오답 포인트

전체 설계전단강도 ϕV_n 전체를 간격비로 바로 조정하면 틀린다. 간격 변화의 영향은 전단철근 분담분 ϕV_s에만 작용하고, 콘크리트 분담분 ϕV_c는 그대로라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전단철근 간격만 바뀌는 문제는 먼저 전체 강도에서 ϕV_c를 분리하고, 그다음 ϕV_s만 간격의 역비례로 조정한 뒤 다시 합산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

전단철근 간격 감소는 ϕV_s 증가이고, ϕV_c는 그대로이다.

NoteBase

문 19. 강축휨을 받는 2축대칭 H형강 콤팩트 부재의 횡좌굴강도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, L_b는 보의 비지지길이, L_p는 소성한계비지지길이, L_r는 탄성한계비지지길이이다)

① 횡좌굴강도산정 시 탄성한계횡좌굴모멘트는 항복휨모멘트의 90%로 간주한다.

② $L_b \le L_p$인 경우, 보의 압축플랜지가 횡방향으로 매우 좁은 간격으로 지지되어, 소성휨모멘트가 보의 횡좌굴강도가 된다.

③ $L_p < L_b \le L_r$인 경우, 비탄성거동에 의한 횡비틀림좌굴이 발생하며, 보의 비지지길이가 증가함에 따라 횡좌굴강도가 감소한다.

④ $L_b > L_r$인 경우, 단면의 어느 부분도 항복하지 않고 조기에 횡비틀림좌굴이 발생하여 탄성횡비틀림좌굴모멘트에 의해 보의 횡좌굴강도가 결정된다.

정답 1번

출제 포인트

강축휨을 받는 2축대칭 H형강 콤팩트 보에서 비지지길이 L_b가 L_p, L_r와 어떤 관계인지에 따라 횡비틀림좌굴강도 구간을 구분할 수 있는지를 묻는 문항이다.

핵심 개념

소성구간은 $L_b \le L_p$인 경우로, 횡비틀림좌굴이 강도를 지배하지 않아 공칭휨강도는 $M_n = M_p$가 된다.
비탄성 횡비틀림좌굴구간은 $L_p < L_b \le L_r$인 경우로, 일부 항복이 개입된 상태에서 횡비틀림좌굴이 발생하여 비지지길이가 길어질수록 강도가 감소한다.
탄성 횡비틀림좌굴구간은 $L_b > L_r$인 경우로, 단면이 충분히 항복하기 전에 좌굴이 먼저 발생한다.
이때 탄성한계횡좌굴모멘트는 보통 $M_r = 0.7F_yS_x = 0.7M_y$에 대응하며, 항복휨모멘트의 90%로 보지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X

탄성한계휨좌굴모멘트는 비탄성구간과 탄성구간의 경계에 해당하는 값으로, 보통 $M_r = 0.7F_yS_x = 0.7M_y$로 본다. 따라서 '항복휨모멘트의 90%'라는 표현이 틀렸다. 올바르게는 '항복휨모멘트의 70% 수준인 $0.7F_yS_x$로 본다'가 된다.

② O

$L_b \le L_p$이면 압축플랜지의 횡지지가 충분하여 횡비틀림좌굴이 강도를 감소시키지 못한다. 따라서 보의 휨좌굴강도는 소성휨모멘트 M_p가 된다.

③ O

$L_p < L_b \le L_r$는 비탄성 횡비틀림좌굴 구간이다. 이 구간에서는 일부 항복과 좌굴이 함께 작용하므로 비지지길이가 증가할수록 휨좌굴강도가 M_p에서 점차 감소한다.

④ O

$L_b > L_r$이면 탄성 횡비틀림좌굴 구간이므로 단면이 충분히 항복하기 전에 조기에 좌굴이 발생한다. 따라서 강도는 탄성휨비틀림좌굴모멘트에 의해 결정된다고 보는 설명이 맞다.

오답 포인트

①의 '90%'라는 숫자에만 끌리면 틀리기 쉽다. 이 문항의 핵심은 경계길이 두 개와 세 구간의 설계곡선을 함께 기억하는 것이며, L_r에서 대응하는 기준 모멘트가 $0.7F_yS_x$라는 점을 놓치면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 비지지길이를 세 구간으로 나눈다. $L_b \le L_p$이면 소성강도 구간, $L_p < L_b \le L_r$이면 비탄성 횡비틀림좌굴 구간, $L_b > L_r$이면 탄성 횡비틀림좌굴 구간으로 판단하면 된다. 그다음 각 구간의 대표 강도를 M_p, 감소구간, 탄성좌굴강도로 연결하면 수치 선지를 안정적으로 판별할 수 있다.

암기 포인트

L_p까지는 M_p, L_r를 지나면 탄성좌굴, 경계모멘트는 $0.7F_yS_x$이다.

NoteBase

문 20. 철근콘크리트 장선구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 장선에 사용되는 콘크리트 압축강도 이상의 압축강도를 갖는 영구적인 소성점토로 이루어진 충전재가 사용되는 장선구조이다)

① 장선 사이의 순간격은 750 mm를 초과하지 않아야 한다.

② 장선은 폭이 100 mm 이상이어야 하고, 깊이는 장선 최소 폭의 3.5배 이하이어야 한다.

③ 충전재가 콘크리트 압축강도 이상이므로 충전재 전체를 전단 및 정모멘트의 강도계산에 포함시킨다.

④ 영구용 충전재 위의 슬래브 두께는 장선 간 순간격의 1/12 이상 또한 40 mm 이상으로 하여야 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 철근콘크리트 장선구조의 기본 치수 제한과 영구용 충전재를 강도계산에 어디까지 포함할 수 있는지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

장선구조는 일정한 간격의 장선과 그 위의 슬래브가 일체로 작용하는 구조이다.
영구용 충전재가 쓰여도 충전재 전부가 구조단면으로 인정되는 것은 아니며, 장선과 접합된 충전재의 수직부분만 전단과 부모멘트 강도계산에 포함될 수 있다.

선지별 해설

① O
장선 사이의 순간격은 750 mm 이하이어야 하므로 옳은 설명이다.

② O
장선의 폭은 100 mm 이상이어야 하고, 깊이는 장선 최소 폭의 3.5배 이하이어야 하므로 옳은 설명이다.

③ X
틀린 부분은 "충전재 전체"와 "정모멘트"이다.
영구용 충전재가 사용되어도 장선과 접합되어 있는 충전재의 수직부분만 전단과 부모멘트의 강도계산에 포함될 수 있고, 충전재의 다른 부분은 포함되지 않는다.

④ O
영구용 충전재 위의 슬래브 두께는 장선 간 순간격의 1/12 이상이면서 40 mm 이상이어야 하므로 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 충전재의 압축강도가 충분하다는 말을 근거로 충전재 전체를 구조계산에 넣는다고 바꾸어 놓은 함정이다. 이 기준은 충전재 전부가 아니라 접합된 수직부분만 인정하고, 모멘트도 정모멘트가 아니라 부모멘트로 제한한다.

다시 나오면 이렇게 판단

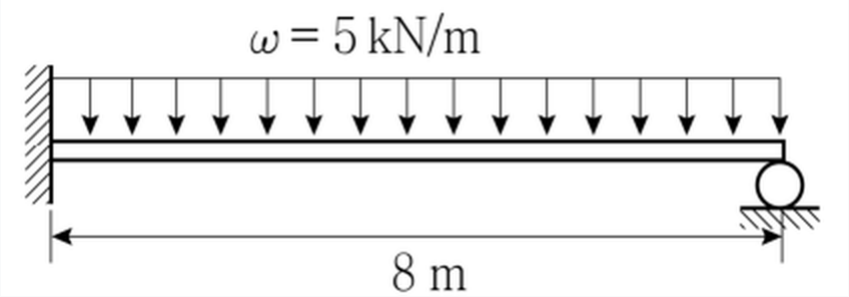
장선구조 문제는 먼저 기본 치수 제한인 폭 100 mm 이상, 깊이 3.5배 이하, 순간격 750 mm 이하를 확인한다. 그다음 충전재가 나오면 "전체 포함"인지 "일부만 포함"인지와 "정모멘트/부모멘트" 표현을 먼저 대조하면 빠르게 판단된다.

암기 포인트

장선구조는 100-3.5-750으로 기억하고, 영구용 충전재는 전부가 아니라 접합된 수직부분만 전단·부모멘트에 반영된다.

NoteBase

문 21. 그림과 같은 1차 부정정 보의 고정단에 발생되는 휨모멘트의 절댓값[$kN \cdot m$]은? (단, 보의 자중은 무시하며, 보의 전 길이에 걸쳐 재질과 단면의 크기는 동일하다)



① 40

② 60

③ 80

④ 100

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 1차 부정정 보인 지점 있는 외팔보에서 처짐의 호환조건으로 지점반력을 구한 뒤 고정단 휨모멘트를 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 등분포하중 $w = 5kN/m$, 경간 $L = 8m$이다.
구해야 할 값: 고정단에 발생하는 휨모멘트의 절댓값이다.
주의할 조건: 보의 전 구간에서 EI가 일정하고, 우측 지점의 처짐은 0이어야 한다.

사용할 공식

호환조건은 우측 지점의 총처짐이 0이라는 점이다.
$\delta_w = \frac{wL^4}{8EI}$, $\delta_{R_B} = \frac{R_B L^3}{3EI}$
따라서 $\delta_w = \delta_{R_B}$로 두면
$R_B = \frac{3wL}{8}$
고정단 모멘트는 전체 등분포하중이 만드는 외팔보 모멘트에서 우측 지점반력이 줄여 주는 모멘트를 빼서 구한다.
$M_A = \frac{wL^2}{2} - R_B L$

NoteBase

계산 과정

1. 호환조건으로 우측 지점반력을 구하면
$R_B = \frac{3wL}{8} = \frac{3 \times 5 \times 8}{8} = 15kN$
2. 외팔보 전체하중이 만드는 고정단 모멘트는
$\frac{wL^2}{2} = \frac{5 \times 8^2}{2} = 160kN \cdot m$
3. 우측 지점반력이 줄여 주는 모멘트는
$R_B L = 15 \times 8 = 120kN \cdot m$
4. 따라서 고정단 휨모멘트의 절댓값은
$|M_A| = 160 - 120 = 40kN \cdot m$

선지 판단

1번: O. 계산 결과 고정단 휨모멘트의 절댓값은 $40kN \cdot m$이므로 맞다.
2번: X. 호환조건으로 구한 $R_B = 15kN$을 대입하면 모멘트는 $40kN \cdot m$이므로 60은 맞지 않는다. 틀린 값 60 → 올바르게는 40이다.
3번: X. 지점반력이 고정단 모멘트를 줄인 결과가 $40kN \cdot m$인데 80은 지점의 처짐조건을 제대로 반영하지 못한 과대값이다. 틀린 값 80 → 올바르게는 40이다.
4번: X. 이 보는 지점이 있는 외팔보이므로 순수 외팔보보다 모멘트가 크게 줄어야 한다. 계산값은 $40kN \cdot m$이므로 100은 맞지 않는다. 틀린 값 100 → 올바르게는 40이다.

오답 포인트

순수 외팔보처럼 $\frac{wL^2}{2}$만 보고 끝내거나, 1차 부정정 조건인 우측 지점 처짐 0을 빼먹으면 모멘트를 과대평가하게 된다. 이 문항의 함정은 하중도는 단순해 보여도 반드시 호환조건을 먼저 세워야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

지점이 추가된 외팔보가 나오면 먼저 정정구조로 바꾸어 기본 처짐을 잡고, 지점 처짐 0의 호환조건으로 미지반력을 구한 뒤, 마지막에 평형식으로 고정단 전단력과 모멘트를 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

전 구간 등분포하중을 받는 지점 있는 외팔보는 $R_B = \frac{3wL}{8}$, $|M_A| = \frac{wL^2}{8}$이다.

NoteBase

문 22. 건축물 내진설계기준의 성능기반설계법에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 기본설계지진은 2,400년 재현주기 지진으로 정의된다.

② 정형인 저층건물에서는 비선형 정적해석을 사용할 수 있다.

③ 내진특등급의 기능수행 검토 시 구조물의 허용층간변위는 3.0%이다.

④ 구조체의 설계에 사용되는 밑면전단력의 크기는 등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 65% 이상이어야 한다.

정답 2번

쟁점

이 문제는 건축물 내진설계기준의 성능기반설계법에서 기본설계지진의 정의, 해석법 적용 범위, 허용층간변위, 최소강도규정을 정확히 구별하는 문제이다.

용어 풀이

기본설계지진은 최대고려지진의 약 2/3 수준에 해당하는 설계용 지진이다.
기능수행검토는 지진 후에도 건축물이 요구 기능을 유지할 수 있는지를 보는 성능 검토이다.

핵심 구분

기본설계지진은 1000년 재현주기 지진이고, 2400년 재현주기 지진은 최대고려지진이다.
기능수행검토의 허용층간변위는 내진특등급 1.0%, 내진 1등급·2등급 0.5%이고, 3.0%는 최대고려지진에서 붕괴방지를 검토할 때의 상한이다.
구조체 설계용 밑면전단력은 등가정적해석 밑면전단력의 75% 이상이어야 한다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 기본설계지진은 2400년 재현주기 지진이 아니라 1000년 재현주기 지진이다. 2400년 재현주기 지진은 최대고려지진으로 본다.
틀린 표현: "기본설계지진은 2,400년 재현주기 지진으로 정의된다."
올바른 표현: "기본설계지진은 1,000년 재현주기 지진으로 정의되고, 2,400년 재현주기 지진은 최대고려지진이다."
2번 O: 성능기반설계법에서는 정형인 저층건물에 비선형 정적해석을 사용할 수 있다. 기준은 비정형 건물이나 고층건물에서는 비선형 동적해석을 사용하도록 구분한다.
3번 X: 기능수행검토 시 허용층간변위는 3.0%가 아니다. 내진특등급은 1.0%, 내진 1등급과 2등급은 0.5%를 적용한다. 3.0%는 최대고려지진에서 붕괴방지를 검토할 때 내진 2등급 기준 상한이다.
틀린 표현: "내진특등급의 기능수행 검토 시 구조물의 허용층간변위는 3.0%이다."
올바른 표현: "내진특등급의 기능수행검토 시 구조물의 허용층간변위는 1.0%이다."
4번 X: 구조체 설계에 사용하는 밑면전단력은 등가정적해석법 밑면전단력의 65% 이상이 아니라 75% 이상이어야 한다.
틀린 표현: "등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 65% 이상이어야 한다."
올바른 표현: "등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 75% 이상이어야 한다."

오답 포인트

2400년 재현주기와 1000년 재현주기를 뒤바꾸거나, 기능수행 검토의 층간변위 기준과 붕괴방지 검토의 층간변위 상한을 섞으면 틀리기 쉽다. 또한 65%, 75%, 85%처럼 비슷한 수치를 서로 다른 규정에서 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

성능기반설계 문항은 먼저 재현주기와 성능수준의 대응관계를 확인하고, 다음으로 해석법 적용 대상, 허용층간변위, 최소강도규정처럼 수치가 붙은 기준을 항목별로 분리해 판단하면 된다.

암기 포인트

기본설계지진 1000년, 최대고려지진 2400년, 기능수행 층간변위는 작게, 설계용 밑면전단력은 75% 이상으로 기억하면 된다.

NoteBase

문 23. 막구조의 해석에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① B종의 막재는 1kN/m 이상인 초기장력값을 표준으로 한다.

② 막구조의 해석에서 재료 비선형은 무시될 수 있지만 일반적으로 재료이방성은 고려하여 해석을 수행한다.

③ 막구조에 있어서 막재의 초기장력값은 막구조 형식, 하중, 변형, 시공 및 기타 요인들을 고려하여 결정한다.

④ 막구조의 해석은 형상해석, 응력-변형도해석, 재단도해석 순서로 이루어지며, 필요 시 시공해석도 수행하여야 한다.

정답 1번

출제 포인트

막구조 해석의 기본 절차와 막재 종류별 초기장력 기준, 재료이방성 고려 여부를 묻는 문제이다.

핵심 개념

막구조 해석은 형상해석으로 초기장력과 평형 형상을 정하고, 응력-변형도해석으로 하중에 따른 응력과 변형을 검토한 뒤, 재단도해석으로 시공용 패턴을 정리하는 흐름이다.
막재 초기장력의 표준은 A·B종이 $2kN/m$ 이상, C종이 $1kN/m$ 이상이다.
막재는 종사와 횡사의 거동이 다른 직교이방성 재료이므로 재료 비선형을 단순화하더라도 재료이방성은 일반적으로 고려한다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 'B종의 막재는 $1kN/m$ 이상'이라는 수치이다. B종 막재의 표준 초기장력은 A종과 함께 $2kN/m$ 이상이며, $1kN/m$ 이상은 C종 막재 기준이다.
② O. 막구조 해석에서는 기하학적 비선형을 고려하여야 하고, 재료 비선형은 경우에 따라 무시될 수 있다. 다만 막재는 직교이방성 재료이므로 재료이방성은 일반적으로 반영한다.
③ O. 막재의 초기장력은 일률적으로 정하는 값이 아니라 막구조 형식, 작용하중, 허용변형, 시공 조건과 같은 요소를 함께 고려하여 결정한다.
④ O. 막구조 해석의 기본 순서는 형상해석, 응력-변형도해석, 재단도해석이며, 시공 단계의 장력 도입이나 형상 변화 검토가 필요하면 시공해석을 추가한다.

오답 포인트

막재 종류별 초기장력 수치를 서로 바꾸어 놓는 함정이다. 특히 B종의 기준을 C종 기준인 $1kN/m$ 이상으로 낮춰 쓰면 그럴듯해 보이지만, 실제 표준은 A·B종 $2kN/m$ 이상이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

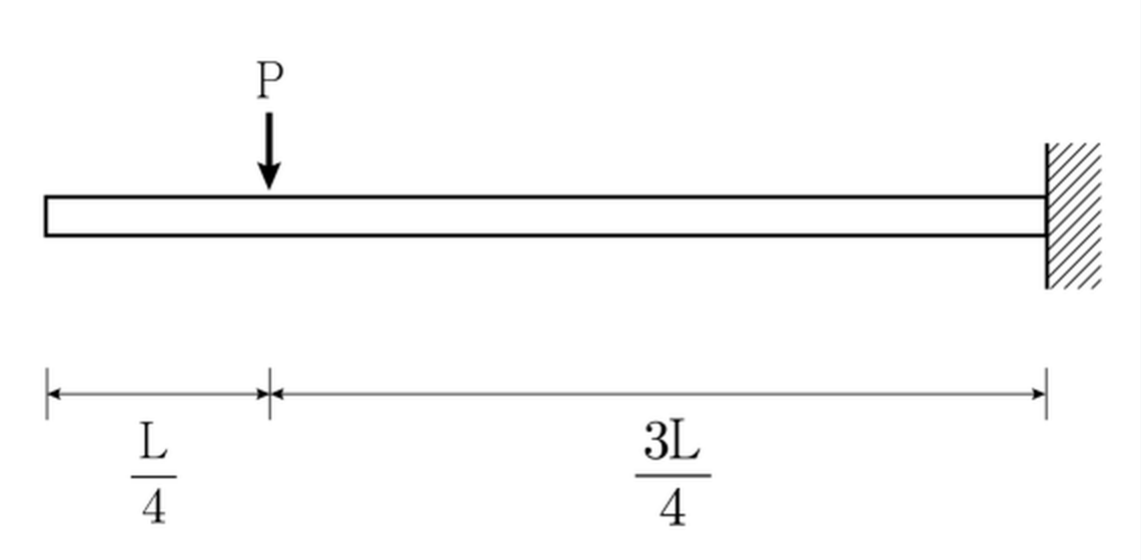
막구조 문항은 먼저 막재 종류별 초기장력 수치와 해석 순서를 대조하면 된다. A·B종과 C종의 기준 수치를 구분하고, 형상해석 → 응력-변형도해석 → 재단도해석의 흐름이 맞는지 확인하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

A·B종 $2kN/m$, C종 $1kN/m$; 해석 순서는 형상 → 응력-변형도 → 재단도이다.

NoteBase

문 24. 그림과 같은 캔틸레버 보에서 자유단의 처짐식은? (단, 보의 자중은 무시하며, 보의 전 길이에 걸쳐 휨강성 EI는 동일하다)



① $\frac{9PL^3}{128EI}$
② $\frac{18PL^3}{128EI}$
③ $\frac{27PL^3}{128EI}$
④ $\frac{36PL^3}{128EI}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 하중이 자유단이 아니라 보의 중간에 작용하는 캔틸레버에서 자유단 처짐을 하중점 처짐과 회전에 따른 추가 처짐으로 나누어 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

고정단에서 하중점까지 거리는 $a = 3L/4$이다.
하중점에서 자유단까지 남은 길이는 $L - a = L/4$이다.
구해야 할 값은 자유단 처짐 δ_f이다.
보의 자중은 무시하고 전 구간에서 EI는 일정하다.

NoteBase

사용할 공식

중간 집중하중이 있는 캔틸레버의 자유단 처짐은 하중점 처짐과 하중점 회전에 따른 추가 처짐의 합으로 구한다.
$\delta_f = \delta_a + \theta_a(L-a)$
여기서 $\delta_a = Pa^3/(3EI)$, $\theta_a = Pa^2/(2EI)$이므로
$\delta_f = \frac{Pa^3}{3EI} + \frac{Pa^2}{2EI}(L-a) = \frac{Pa^2(3L-a)}{6EI}$
이 공식을 쓰는 이유는 하중점보다 자유단 쪽 구간에는 외력이 없어서, 그 구간의 처짐이 하중점의 처짐과 회전에 의해 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 하중점 처짐은 $\delta_a = Pa^3/(3EI) = P(3L/4)^3/(3EI) = 18PL^3/(128EI)$이다.
2. 하중점 기울기는 $\theta_a = Pa^2/(2EI) = P(3L/4)^2/(2EI) = 9PL^2/(32EI)$이다.
3. 이 기울기로 인해 자유단에 추가되는 처짐은 $\theta_a(L-a) = \theta_a \cdot L/4 = 9PL^3/(128EI)$이다.
4. 따라서 자유단 총 처짐은 $\delta_f = 18PL^3/(128EI) + 9PL^3/(128EI) = 27PL^3/(128EI)$이다.

선지 판단

1번 X: $9PL^3/(128EI)$는 하중점의 회전 때문에 자유단에 추가로 생기는 처짐만 반영한 값이다. 틀린 표현은 계수 9이며, 올바르게는 하중점 자체의 처짐 $18PL^3/(128EI)$까지 더해 $27PL^3/(128EI)$가 된다.
2번 X: $18PL^3/(128EI)$는 고정단에서 하중점까지 $3L/4$ 구간만 캔틸레버로 보고 계산한 하중점 처짐이다. 틀린 표현은 자유단 처짐을 하중점 처짐과 같게 본 점이며, 올바르게는 하중점 회전에 따른 추가 처짐 $9PL^3/(128EI)$를 더해야 한다.
3번 O: 자유단 처짐은 하중점 처짐 $18PL^3/(128EI)$와 하중점 회전에 따른 추가 처짐 $9PL^3/(128EI)$의 합이므로 $27PL^3/(128EI)$가 맞다.
4번 X: $36PL^3/(128EI)$는 실제보다 크게 계산한 값이다. 틀린 표현은 계수 36이며, 올바르게는 남은 $L/4$ 구간의 추가 처짐을 한 번만 더한 $27PL^3/(128EI)$가 된다.

오답 포인트

중간 집중하중 문제를 자유단 집중하중 공식 하나로 끝내면 틀리기 쉽다. 2번처럼 하중점 처짐만 계산하고 끝내거나, 1번처럼 회전에 의한 추가 처짐만 계산하면 부족해지고, 4번처럼 추가 처짐을 과대 계산하면 계수가 커진다.

다시 나오면 이렇게 판단

캔틸레버 중간 집중하중 문제는 먼저 고정단에서 하중점까지 길이 a를 잡고, 하중점 처짐 $Pa^3/(3EI)$와 하중점 기울기 $Pa^2/(2EI)$를 구한 뒤, 남은 길이 $L-a$에 대한 추가 처짐 $\theta_a(L-a)$를 더하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

중간 집중하중의 자유단 처짐은 하중점 처짐과 회전 성분의 합이며, 식은 $\delta_f = Pa^2(3L-a)/(6EI)$이다.

NoteBase

문 25. 스트럿-타이 모델 기준에 의한 콘크리트 스트럿의 유효압축강도가 가장 작은 것은? (단, 유효압축강도에 영향을 미치는 여러 인자를 고려한 실험과 적절한 해석을 실시하지 않은 상태이며, 콘크리트의 설계기준압축강도는 f_{ck}, 경량콘크리트계수는 1이다)

① f_{ck} = 24MPa이고 전 길이에 걸쳐 스트럿의 단면적이 일정할 경우

② f_{ck} = 24MPa이고 스트럿 길이 중앙부의 단면적이 스트럿 양단의 단면적보다 큰 병모양인 스트럿의 경우(단, 스트럿 횡방향의 구속철근에 대한 철근 배치에 관한 규정을 만족함)

③ f_{ck} = 50MPa이고 인장요소 또는 콘크리트 구조 부재의 인장플랜지 콘크리트의 스트럿인 경우

④ f_{ck} = 50MPa이고 스트럿 길이 중앙부의 단면적이 스트럿 양단의 단면적보다 큰 병모양인 스트럿의 경우(단, 스트럿 횡방향의 구속철근에 대한 철근 배치에 관한 규정을 만족하지 않음)

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 스트럿-타이 모델에서 스트럿의 형상과 구속 조건에 따라 감소계수 β_s가 달라지고, 이를 f_{ck}와 함께 곱해 유효압축강도를 비교한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

콘크리트 스트럿의 유효압축강도는 보통 $f_{ce} = 0.85\beta_s f_{ck}$로 비교한다. 여기서 β_s는 스트럿 형상과 균열·횡보강 조건에 따른 감소계수이며, 전 길이 단면 일정 스트럿은 1.00, 병모양 스트럿이면서 횡방향 구속철근 규정을 만족하면 0.75, 그 규정을 만족하지 않으면 0.60, 인장요소 또는 인장플랜지 콘크리트의 스트럿은 0.40으로 본다. 이 문제는 β_s만이 아니라 f_{ck}까지 함께 곱한 최종 값을 비교해야 한다.

선지별 해설

① X: 전 길이에 걸쳐 단면적이 일정한 스트럿은 $\beta_s = 1.00$이므로 $f_{ce} = 0.85 \times 1.00 \times 24 = 20.4MPa$이다. 틀린 부분은 이 경우를 가장 작은 것으로 본 점이다. 올바르게는 ②보다 큰 값이다.

② O: 병모양 스트럿이면서 횡방향 구속철근 배치 규정을 만족하면 $\beta_s = 0.75$이므로 $f_{ce} = 0.85 \times 0.75 \times 24 = 15.3MPa$이다. 네 선택지 중 가장 작다.

③ X: 인장요소 또는 인장플랜지 콘크리트의 스트럿은 $\beta_s = 0.40$으로 가장 불리한 종류이지만, $f_{ck} = 50MPa$이므로 $f_{ce} = 0.85 \times 0.40 \times 50 = 17.0MPa$이다. 틀린 부분은 이 경우를 가장 작은 것으로 본 점이다. 올바르게는 ②보다 크고 ①보다 작은 값이다.

④ X: 병모양 스트럿이면서 횡방향 구속철근 규정을 만족하지 않으면 $\beta_s = 0.60$이므로 $f_{ce} = 0.85 \times 0.60 \times 50 = 25.5MPa$이다. 틀린 부분은 이 경우를 가장 작은 것으로 본 점이다. 올바르게는 네 선택지 중 가장 큰 값이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 $\beta_s = 0.40$만 보고 가장 작다고 오해하기 쉽다. 그러나 이 문제는 감소계수만 보는 것이 아니라 $0.85\beta_s f_{ck}$ 전체를 비교해야 하므로 $f_{ck} = 50MPa$가 곱해져 ②보다 커진다. ④도 횡방향 구속철근 규정 불만족이라는 표현 때문에 매우 약해 보이지만, f_{ck}가 커서 실제 값은 가장 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

스트럿 유형을 먼저 β_s 값으로 바꾼 뒤, 반드시 $0.85\beta_s f_{ck}$를 계산하거나 최소한 $\beta_s f_{ck}$를 비교하면 된다. 병모양 여부, 횡방향 구속철근 충족 여부, 인장플랜지 스트럿 여부를 먼저 분류한 다음 최종적으로 f_{ck}를 함께 곱해 순위를 정한다.

암기 포인트

스트럿 유효압축강도 비교의 핵심은 형상과 구속 조건으로 β_s를 정하고 마지막에 f_{ck}를 함께 곱하는 것이다. 대표 감소계수는 1.00, 0.75, 0.60, 0.40의 순서이다.

NoteBase