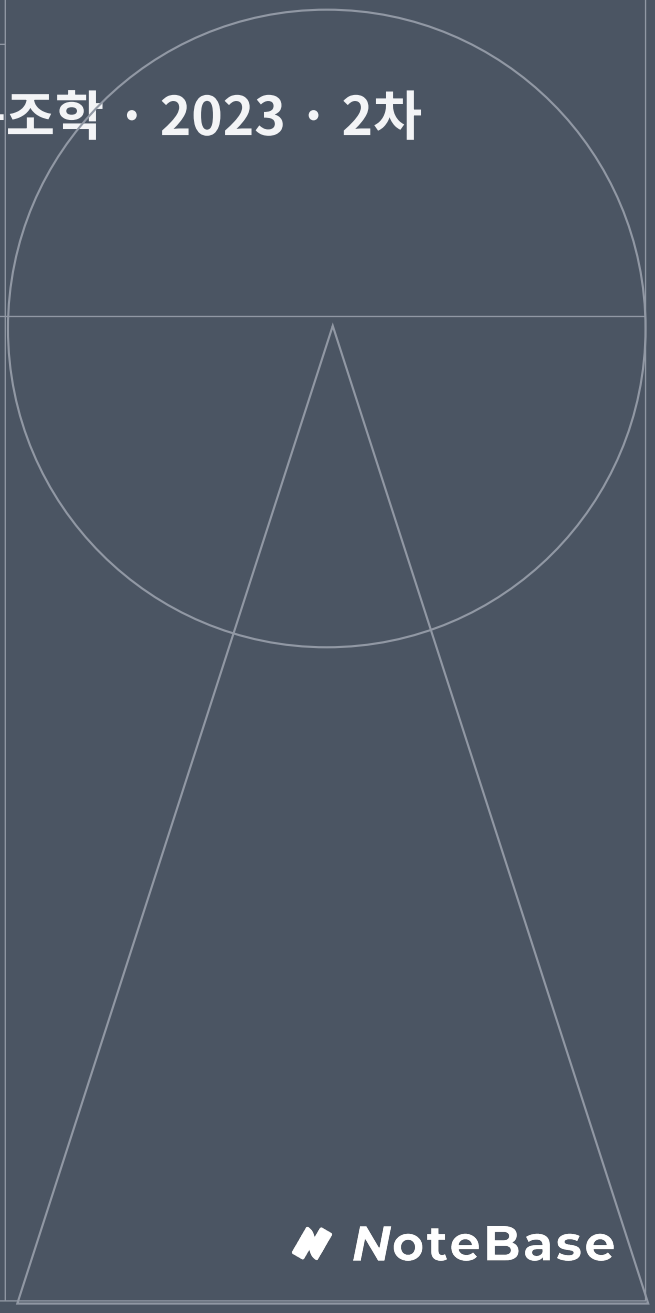
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2023 · 2차



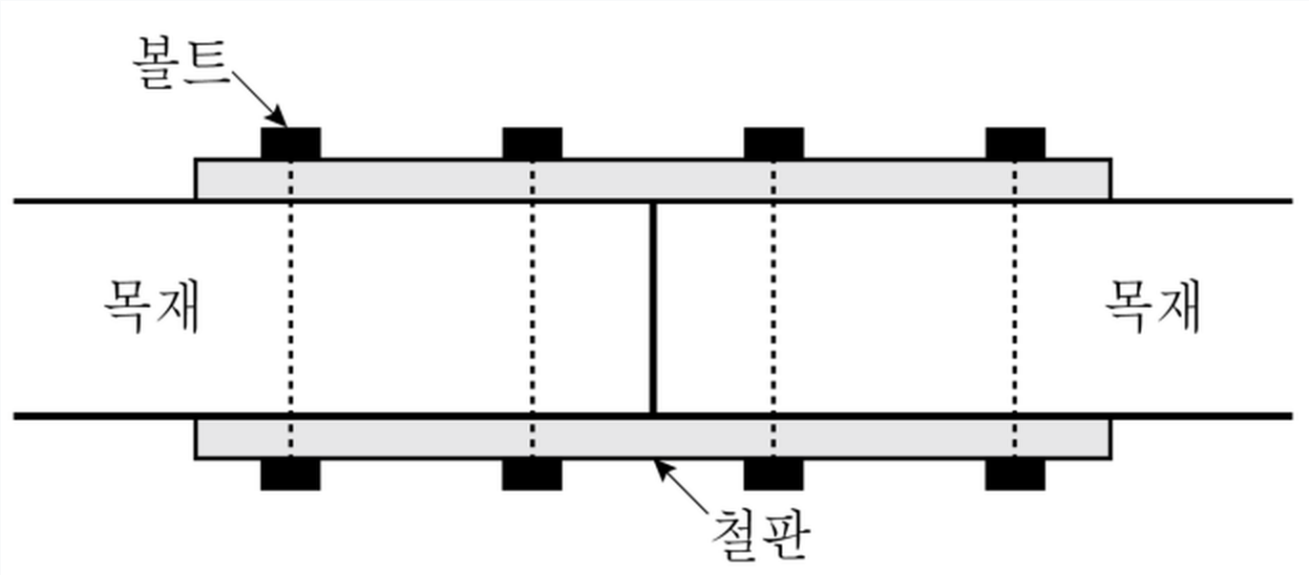
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2023 · 2차

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2023 · 2차

문 1. 그림과 같은 목재 접합부의 이름은?



① 맞댄이음

② 빗이음

③ 따낸이음

④ 겹친이음

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 두 목재의 끝을 서로 맞댄 뒤 양쪽에 첨판을 대고 볼트로 조여 연결한 형상을 보고 맞댄이음을 식별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 그림은 두 목재가 길이 방향으로 서로 겹치지 않고 단면 끝을 맞댄 상태에서, 위아래 첨판과 볼트로 접합한 형상이다. 이런 접합은 맞댄이음이다.
② X: 빗이음은 접합면을 비스듬히 깎아 길게 맞물리게 하는 형식이다. 이 그림에는 사선 접합면이 없고 단순히 끝단을 직각으로 맞댄 형상만 보인다. 틀린 표현은 '빗이음'이고, 올바르게는 '끝을 직각으로 맞댄 맞댄이음'이다.
③ X: 따낸이음은 목재의 일부를 파내거나 홈을 내어 서로 걸리게 하는 형식이다. 이 그림에는 홈을 파서 맞물린 부분이 없고 첨판으로 외부에서 덧댄 접합만 있다. 틀린 표현은 '따낸이음'이고, 올바르게는 '홈파기 없이 첨판으로 보강한 맞댄이음'이다.
④ X: 겹친이음은 두 부재가 일정 길이 서로 포개져 겹치는 형식이다. 이 그림의 주된 목재 두 개는 서로 겹치지 않고 단지 끝에서 만나며, 겹쳐 보이는 부분은 첨판이다. 틀린 표현은 '겹친이음'이고, 올바르게는 '목재 본체는 겹치지 않는 맞댄이음'이다.

오답 포인트

첨판이 위아래로 길게 덧대어져 있어 목재 자체가 겹친 것처럼 착각하기 쉽다. 이 문항은 보강재의 겹침과 목재 본체의 접합 방식을 구별하는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

목재 본체끼리의 접합면이 먼저 무엇인지 본다. 끝단을 그대로 맞대면 맞댄이음이고, 사선이면 빗이음이며, 서로 포개지면 겹친이음이고, 홈이나 턱을 내어 맞물리면 따낸이음이다.

암기 포인트

끝과 끝을 그대로 맞추면 맞댄이음, 비스듬히 깎으면 빗이음, 서로 포개면 겹친이음, 파내어 걸면 따낸이음이다.

NoteBase

문 2. 일반 구조용 탄소강의 응력-변형도 곡선에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 탄성영역: 응력과 변형도가 탄성관계를 가지는 영역

② 소성영역: 변형도의 증가 없이 응력만 증가하는 영역

③ 변형도 경화영역: 항복영역 이후 변형도가 증가하면서 응력이 비선형적으로 증가되는 영역

④ 파괴영역: 변형도는 증가하지만 응력은 오히려 줄어드는 부분으로 네킹현상에 의하여 단면적이 현저하게 감소하는 영역

정답 2번

출제 포인트

일반 구조용 탄소강의 응력-변형도 곡선에서 탄성영역, 소성영역, 변형도 경화영역, 파괴영역의 정의와 서로의 구분 기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

탄성영역은 하중을 제거하면 원래 상태로 돌아가는 영역으로 응력과 변형도가 탄성관계를 가진다.
소성영역은 탄성한계를 넘어 영구변형이 남는 영역이다.
변형도 경화영역은 소성영역 안에서 변형도가 더 커질수록 재료가 다시 강해져 응력이 증가하는 구간이다.
파괴영역은 최대응력 이후 네킹으로 단면이 급격히 줄어 공학적 응력이 감소하면서 파단으로 가는 구간이다.

선지별 해설

① O: 탄성영역은 응력과 변형도가 탄성관계를 가지며 하중 제거 시 원형으로 회복되는 구간이므로 맞는 설명이다.
② X: 틀린 부분은 "변형도의 증가 없이 응력만 증가"라는 표현이다. 실제로는 소성영역에서 영구변형이 발생하며, 특히 항복부근에서는 응력 증가가 거의 없이 변형도가 증가한다. 올바르게는 "소성영역은 탄성한계를 넘어 영구변형이 남는 영역"이다.
③ O: 변형도 경화영역은 항복 이후 변형이 계속되면서 재료가 가공경화되어 응력이 다시 증가하는 구간이므로 맞다.
④ O: 최대응력 이후에는 네킹으로 유효단면적이 급감하여 공학적 응력이 감소하고 변형은 계속 진행되므로 파괴영역 설명으로 맞다.

오답 포인트

소성영역과 변형도 경화영역을 같은 뜻으로 보면 ②에 속기 쉽다. 소성영역은 넓은 상위 개념이고, 그 안에서 항복부근은 응력 증가가 거의 없이 변형이 커지며, 변형도 경화영역은 변형 증가와 함께 응력이 다시 커진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

응력-변형도 곡선 문제는 먼저 탄성, 항복, 변형도 경화, 네킹 이후 파괴의 순서를 잡고, 각 구간에서 영구변형의 유무, 변형 증가 양상, 응력의 증가 또는 감소를 기준으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

탄성은 복원, 항복은 변형 증가, 경화는 응력 재상승, 파괴는 네킹 후 응력 감소이다.

NoteBase

문 3. 국부좌굴이 발생하기 전에 압축요소에 항복응력이 발생할 수 있으나 소성힌지의 회전능력을 갖지 못하는 단면은?

① 조밀단면
② 비조밀단면
③ 세장판단면
④ 유효순단면

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 강구조 단면분류에서 조밀단면, 비조밀단면, 세장단면의 구분 기준과 소성힌지 회전능력의 유무를 묻는 문제이다.

핵심 개념

조밀단면은 압축요소가 국부좌굴하기 전에 단면이 소성모멘트에 도달하고 소성힌지로서 충분한 회전능력까지 갖는 단면이다.
비조밀단면은 압축요소에 항복응력은 발생할 수 있으나 국부좌굴 때문에 조밀단면과 같은 충분한 소성회전능력은 갖지 못하는 단면이다.
세장단면은 압축요소가 항복응력에 도달하기 전에 먼저 국부좌굴이 발생하는 단면이다.
유효순단면은 접합부에서 하중 전달에 따른 응력의 불균일을 고려하여 순단면적을 조정한 단면 개념이다.

선지별 해설

① X: 조밀단면은 소성모멘트에 도달할 수 있고 소성힌지의 회전능력도 확보된다. 틀린 부분은 조밀단면을 회전능력이 없는 단면으로 본 점이다. 올바르게는 조밀단면이 소성힌지 회전능력을 갖는 단면이다.
② O: 비조밀단면은 압축요소에 항복응력은 발생할 수 있지만 국부좌굴이 비교적 빨리 나타나 충분한 소성회전능력을 확보하지 못한다. 문제의 설명과 일치한다.
③ X: 세장판단면은 압축요소에 항복응력이 생기기 전에 국부좌굴이 먼저 발생한다. 틀린 부분은 항복응력 발생 후 회전능력이 없다고 본 점이다. 올바르게는 세장판단면은 항복 이전에 국부좌굴이 선행된다.
④ X: 유효순단면은 회전능력에 따라 분류한 단면명이 아니라 접합부의 응력 불균일을 고려하여 순단면적을 조정한 단면 개념이다. 틀린 부분은 유효순단면을 단면분류상의 정답 선택지로 본 점이다. 올바르게는 회전능력 구분은 조밀단면, 비조밀단면, 세장단면으로 판단한다.

NoteBase

오답 포인트

조밀단면과 비조밀단면은 모두 압축요소에 항복응력이 발생할 수 있다는 공통점이 있어 혼동되기 쉽다. 이때 가르는 기준은 소성힌지의 충분한 회전능력 유무이다. ③ 세장판단면은 아예 항복 전에 국부좌굴이 생긴다는 점에서 앞의 두 단면과 구별된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 항복과 국부좌굴 중 무엇이 먼저 오는지를 본다. 항복 전 국부좌굴이면 세장단면이고, 항복 후에도 소성힌지 회전능력까지 있으면 조밀단면이며, 항복은 가능하지만 회전능력이 부족하면 비조밀단면이다.

암기 포인트

조밀은 항복+소성회전 가능, 비조밀은 항복 가능·소성회전 부족, 세장은 항복 전 국부좌굴이다.

NoteBase

문 4. 강구조 연결 설계기준에 따른 용접에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 필릿용접의 유효목두께는 유효길이의 0.7배로 한다.

② 플러그용접의 최소 중심간격은 공칭구멍직경의 2배로 한다.

③ 강도를 기반으로 하여 설계되는 필릿용접의 최소길이는 공칭용접치수의 2배 이상으로 하여야 한다.

④ 플러그용접 및 슬롯용접의 유효전단면적은 접합면에서의 구멍 또는 슬롯의 공칭단면적으로 한다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 강구조 연결 설계기준상 필릿용접, 플러그용접, 슬롯용접의 기본 치수 규정과 유효단면 산정 기준을 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 구분

필릿용접의 유효목두께는 유효길이가 아니라 용접치수를 기준으로 잡는다.
필릿용접의 최소길이는 공칭용접치수의 4배 이상이다.
플러그용접의 최소중심간격은 공칭구멍직경의 4배이다.
플러그용접 및 슬롯용접의 유효전단면적은 접합면에서의 구멍 및 슬롯의 공칭단면적으로 본다.

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 '유효길이의 0.7배'이다. 필릿용접의 유효목두께는 유효길이가 아니라 용접치수의 0.7배이다. 올바르게는 '필릿용접의 유효목두께는 용접치수의 0.7배로 한다'이다.
② X: 틀린 표현은 '공칭구멍직경의 2배'이다. 플러그용접의 최소 중심간격은 공칭구멍직경의 4배이다. 올바르게는 '플러그용접의 최소 중심간격은 공칭구멍직경의 4배로 한다'이다.
③ X: 틀린 표현은 '공칭용접치수의 2배 이상'이다. 강도를 기반으로 하여 설계되는 필릿용접의 최소길이는 공칭용접치수의 4배 이상이다. 올바르게는 '강도를 기반으로 하여 설계되는 필릿용접의 최소길이는 공칭용접치수의 4배 이상으로 하여야 한다'이다.
④ O: 플러그용접 및 슬롯용접의 유효전단면적을 접합면에서의 구멍 또는 슬롯의 공칭단면적으로 본다는 설명이 기준 내용과 맞다. 문장의 '구멍 또는 슬롯'은 기준의 '구멍 및 슬롯' 취지와 같은 범위의 표현이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 0.7배, 2배, 4배 같은 수치를 서로 바꿔 놓는 데 있다. 특히 ①은 유효목두께와 유효길이를 바꿔 놓았고, ②와 ③은 최소 기준값 4배를 2배로 축소해 놓은 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

용접 기준 선지는 먼저 무엇의 기준값인지 대상을 구분하면 된다. 목두께를 묻는지, 길이를 묻는지, 중심간격을 묻는지, 단면적을 묻는지를 먼저 나누고 나서 각각 용접치수, 공칭구멍직경, 공칭단면적 중 무엇이 기준 변수인지 대조하면 된다.

암기 포인트

필릿 목두께는 0.7S, 필릿 최소길이와 플러그 최소중심간격은 4배, 플러그·슬롯 유효전단면적은 공칭단면적이다.

NoteBase

문 5. 건축물 내진설계기준에서 지진력저항시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 내력벽시스템은 수직하중과 함께 횡하중을 벽체가 지지하는 지진력저항시스템이다.

② 모멘트저항골조시스템은 수직하중과 횡하중을 보와 기둥으로 구성된 모멘트골조가 저항하는 지진력저항시스템이다.

③ 역추형시스템은 바닥에 고정된 캔틸레버 기둥처럼 거동하며 횡력을 지지하는 지진력저항시스템이다.

④ 이중골조시스템은 수직하중은 보, 슬래브, 기둥으로 구성된 골조가 저항하고, 지진하중은 전단벽이나 가새골조 등이 저항하는 지진력저항시스템이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 지진력저항시스템의 정의를 구별하여 내력벽시스템, 모멘트저항골조시스템, 역추형시스템, 이중골조시스템의 차이를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

내력벽시스템은 벽체가 수직하중과 횡하중을 함께 지지하는 시스템이다.
모멘트저항골조시스템은 보와 기둥으로 이루어진 모멘트골조가 수직하중과 횡하중을 함께 저항하는 시스템이다.
건물골조시스템은 골조가 수직하중을 맡고 전단벽이나 가새골조가 횡하중을 맡는 시스템이다.
이중골조시스템은 모멘트골조와 전단벽 또는 가새골조가 함께 횡하중을 저항하는 시스템이며, 모멘트골조도 횡력 저항에 참여한다.
역추형시스템은 바닥에 고정된 캔틸레버 기둥처럼 거동하는 시스템이다.

선지별 해설

1번 O: 내력벽시스템은 벽체가 수직하중과 횡하중을 함께 지지하는 시스템이므로 옳은 설명이다.
2번 O: 모멘트저항골조시스템은 보와 기둥으로 구성된 모멘트골조가 중력하중과 횡하중을 모두 저항하므로 옳은 설명이다.
3번 O: 역추형시스템은 바닥에 고정된 캔틸레버 기둥과 같은 거동으로 횡력을 지지하는 시스템이므로 옳은 설명이다.
4번 X: 틀린 부분은 "지진하중은 전단벽이나 가새골조 등이 저항"한다는 부분과 이를 이중골조시스템이라고 본 점이다. 이 설명은 건물골조시스템에 해당한다. 이중골조시스템은 모멘트골조와 전단벽 또는 가새골조가 함께 횡력을 저항하며, 모멘트골조도 설계지진력의 일정 부분을 분담한다.

NoteBase

오답 포인트

건물골조시스템과 이중골조시스템을 혼동하면 틀리기 쉽다. 둘 다 골조와 전단벽 또는 가새골조가 함께 등장하지만, 건물골조시스템은 골조가 주로 수직하중만 맡고 횡력은 벽이나 가새가 맡는다. 반면 이중골조시스템은 모멘트골조도 횡력 저항에 함께 참여한다는 점이 핵심 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 골조가 횡력까지 저항하는지부터 본다. 벽체가 수직하중과 횡하중을 함께 지지하면 내력벽시스템, 골조가 수직하중과 횡하중을 모두 지지하면 모멘트저항골조시스템, 골조는 중력하중만 맡고 벽이나 가새가 횡력을 맡으면 건물골조시스템, 골조와 벽 또는 가새가 함께 횡력을 맡으면 이중골조시스템으로 판단한다.

암기 포인트

건물골조는 중력은 골조·횡력은 벽이나 가새, 이중골조는 횡력도 모멘트골조가 함께 분담한다.

NoteBase

문 6. 조적식구조 설계에서 묻힌 앵커볼트의 설치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 후크형 앵커볼트의 후의 안지름은 볼트지름의 2배이고, 볼트지름의 1.5배만큼 연장되어야 한다.

② 앵커볼트의 최소 묻힘길이(l_b)는 볼트직경의 4배 이상 또는 50 mm 이상이어야 한다.

③ 앵커볼트 간의 최소 중심간격은 볼트직경의 4배 이상이어야 한다.

④ 앵커볼트와 평행한 조적조의 연단으로부터 앵커볼트의 표면까지 측정되는 최소 연단거리(l_{be})는 40 mm 이상이 되어야 한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 조적식구조에서 묻힌 앵커볼트의 설치 기준 중 후크형 앵커볼트의 훅 치수, 최소 묻힘길이 l_b, 최소 중심간격, 최소 연단거리 l_{be}를 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

후크형 앵커볼트의 훅 치수는 훅의 안지름과 연장길이를 함께 보는 기준이며, 안지름은 볼트지름의 3배이고 연장길이는 볼트지름의 1.5배이다.
최소 묻힘길이 l_b는 앵커볼트가 조적체 안에 충분히 정착되기 위해 필요한 최소 매입 길이이며, 볼트직경의 4배 이상 또는 $50mm$ 이상이다.
최소 중심간격은 인접 앵커볼트 사이의 간섭을 막기 위한 기준이며, 볼트직경의 4배 이상이다.
최소 연단거리 l_{be}는 조적조 연단에서 앵커볼트 표면까지의 최소 거리이며, $40mm$ 이상이다.

선지별 해설

1번 X: 틀린 부분은 '훅의 안지름은 볼트지름의 2배'이다. 후크형 앵커볼트의 훅의 안지름은 볼트지름의 3배이어야 하고, 볼트지름의 1.5배만큼 연장되어야 한다. 따라서 연장길이 진술은 맞지만 안지름 수치가 틀렸으므로 옳지 않은 선지이다.
2번 O: 앵커볼트의 최소 묻힘길이 l_b는 볼트직경의 4배 이상 또는 $50mm$ 이상이라는 기준과 일치하므로 옳은 선지이다.
3번 O: 앵커볼트 간의 최소 중심간격은 볼트직경의 4배 이상이라는 기준과 일치하므로 옳은 선지이다.
4번 O: 앵커볼트와 평행한 조적조의 연단으로부터 앵커볼트의 표면까지 측정되는 최소 연단거리 l_{be}는 $40mm$ 이상이므로 옳은 선지이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 발문이 '옳지 않은 것'이라는 점과 서로 비슷한 수치가 연속으로 제시된다는 점이다. 특히 1번은 '1.5배만큼 연장' 부분이 맞기 때문에 전체를 맞는 문장으로 오인하기 쉽다. 그러나 후크형 앵커볼트에서 바뀐 수치는 안지름이며, 2배가 아니라 3배라는 점을 잡아내야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

조적조 앵커볼트 문제는 먼저 발문이 옳은 것인지 옳지 않은 것인지 확인한 뒤, 후크 안지름 3배, 연장 1.5배, 최소 묻힘길이 4배 또는 50*mm*, 최소 중심간격 4배, 최소 연단거리 40*mm*를 기준표처럼 대조하면 된다. 한 문장 안에 수치가 두 개 들어 있으면 각각 따로 검토해야 한다.

암기 포인트

조적조 묻힌 앵커볼트는 훅 안지름 3배, 연장 1.5배, 묻힘 4배 또는 50*mm*, 간격 4배, 연단거리 40*mm*로 정리된다.

NoteBase

문 7. 건축물 강합성구조 설계기준에서 축력을 받는 매입형 합성부재의 구조제한으로 옳은 것은?

① 강재코어의 단면적은 합성기둥 총단면적의 0.8% 이상으로 한다.

② 연속된 길이방향철근의 최소철근비(ρ_{sr})는 0.002로 한다.

③ 횡방향철근의 중심 간 간격은 직경 D10의 철근을 사용할 경우에는 400 mm 이하로 한다.

④ 횡방향철근의 최대 간격은 강재 코어의 설계기준 항복강도가 450 MPa을 초과하는 경우는 부재 단면에서 최소 크기의 0.25배를 초과할 수 없다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 축력을 받는 매입형 합성부재의 구조제한 수치를 정확히 구별하는 문제이다.
핵심은 강재코어 최소비, 연속된 길이방향철근 최소철근비, 횡방향철근 간격 제한을 서로 바꾸지 않는 것이다.

용어 풀이

매입형 합성부재는 강재 코어를 콘크리트 안에 매입하고 철근으로 추가 보강한 합성부재이다.
연속된 길이방향철근비 ρ_{sr}는 축력을 받는 매입형 합성부재에서 연속 배치되는 길이방향철근의 최소 확보 비율이다.

핵심 구분

강재코어 단면적은 합성기둥 총단면적의 1% 이상이다.
연속된 길이방향철근의 최소철근비 ρ_{sr}는 0.004이다.
횡방향철근의 중심간 간격은 D10 철근이면 $300mm$ 이하이고, D13 이상 철근이면 $400mm$ 이하이다.
횡방향철근의 최대 간격은 강재 코어의 설계기준 항복강도가 $450MPa$ 이하이면 단면 최소크기의 0.5배 이하이고, $450MPa$를 초과하면 0.25배 이하이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 강재코어의 최소 단면적 비율을 잘못 쓴 선지이다. 기준은 0.8%가 아니라 1% 이상이다.
- 틀린 표현: "0.8% 이상"
- 올바른 표현: 강재코어의 단면적은 합성기둥 총단면적의 1% 이상으로 한다.

② X
- 연속된 길이방향철근의 최소철근비 값을 절반으로 줄여 놓은 선지이다. 기준값은 0.002가 아니라 0.004이다.
- 틀린 표현: "최소철근비(ρ_{sr})는 0.002"
- 올바른 표현: 연속된 길이방향철근의 최소철근비 ρ_{sr}는 0.004로 한다.

③ X
- D10 철근과 D13 이상 철근의 허용 중심간 간격을 바꿔 놓은 선지이다. D10 철근 사용 시 기준은 400mm가 아니라 300mm 이하이다.
- 틀린 표현: "직경 D10의 철근을 사용할 경우에는 400 mm 이하"
- 올바른 표현: 직경 D10의 철근을 사용할 경우에는 횡방향철근의 중심간 간격을 300mm 이하로 한다.

④ O
- 강재 코어의 설계기준 항복강도가 450MPa를 초과하는 경우, 횡방향철근의 최대 간격은 부재 단면 최소 크기의 0.25배를 초과할 수 없으므로 기준과 일치한다.

오답 포인트

이 문제를 틀렸다면 네 개의 수치를 한 묶음으로 외우지 못했을 가능성이 높다. 특히 1%와 0.8%, 0.004와 0.002, D10의 300mm와 D13 이상의 400mm, 그리고 450MPa 이하의 0.5배와 초과의 0.25배를 서로 바꿔 적는 함정을 조심해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

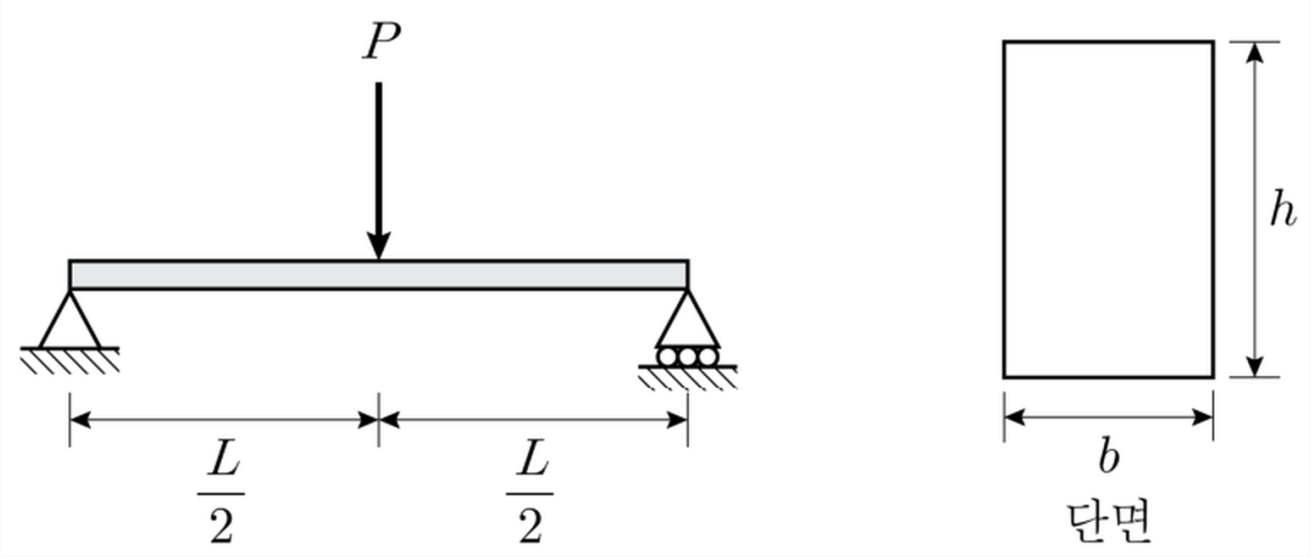
매입형 합성부재 구조제한 문제는 먼저 네 숫자 묶음을 대조하면 된다. 강재코어는 1%, 길이방향철근비는 0.004, D10 횡철근 간격은 300mm, 고강도 강재 ($> 450MPa$)에서는 최대 간격이 더 엄격해져 0.25배가 된다고 판단하면 된다.

암기 포인트

매입형 합성부재는 1% – 0.004 – 300mm – 0.25배 조합으로 정리된다.

NoteBase

문 8. 그림과 같이 보 경간의 중앙에 하중(P)이 작용하는 단순보에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 보의 자중은 무시하며, 보의 전 길이에 걸쳐 재질 및 단면이 동일하고, 보는 선형탄성 거동하는 것으로 가정한다)



① 보 양단에서의 처짐각은 보 길이(L)의 제곱에 비례한다.

② 보 중앙에서의 처짐은 보 길이(L)의 세제곱에 비례한다.

③ 보의 휨인장응력은 보 단면의 중립축에서 멀어질수록 작아진다.

④ 보의 처짐각 및 처짐을 줄이기 위해서 보의 폭(b)을 2배 크게 하는 것보다 보의 춤(h)을 2배 크게 하는 것이 효과적이다.

정답 3번

출제 포인트

단순보 중앙 집중하중에서의 처짐각, 처짐, 휨응력의 비례식과 직사각형 단면 2차모멘트 $I = \frac{bh^3}{12}$의 영향을 묻는 문제이다.

조건 정리

- 보 형식: 경간 L의 단순보이다.
- 하중 조건: 중앙에 집중하중 P가 작용한다.
- 재료와 단면: 전 구간에서 동일하고 선형탄성 거동을 한다.
- 단면: 폭 b, 춤 h인 직사각형 단면이다.

NoteBase

사용할 공식

$\theta_{end} = \frac{PL^2}{16EI}$
$\delta_{max} = \frac{PL^3}{48EI}$
$\sigma = \frac{My}{I}$
$I = \frac{bh^3}{12}$
이 공식을 쓰는 이유는 이 문제가 단순보의 중앙 집중하중에 대한 대표 처짐식과 휨응력식, 그리고 직사각형 단면의 단면2차모멘트 변화를 직접 비교하는 문항이기 때문이다.

계산 과정

1. 양단 처짐각은 $\theta_{end} = \frac{PL^2}{16EI}$이므로 다른 조건이 같으면 θ_{end}는 L^2에 비례한다.
2. 중앙 처짐은 $\delta_{max} = \frac{PL^3}{48EI}$이므로 다른 조건이 같으면 δ_{max}는 L^3에 비례한다.
3. 휨응력은 $\sigma = \frac{My}{I}$이므로 중립축으로부터 거리 y가 커질수록 응력의 크기도 커진다.
4. 직사각형 단면은 $I = \frac{bh^3}{12}$이므로 b를 2배 하면 I는 2배, h를 2배 하면 I는 8배가 된다. 따라서 처짐각과 처짐은 h를 키우는 쪽이 더 크게 감소한다.

선지별 해설

① O
- 보 양단의 처짐각은 $\theta_{end} = \frac{PL^2}{16EI}$이므로 보 길이 L의 제곱에 비례한다.

② O
- 보 중앙의 최대 처짐은 $\delta_{max} = \frac{PL^3}{48EI}$이므로 보 길이 L의 세제곱에 비례한다.

③ X
- 휨인장응력은 $\sigma = \frac{My}{I}$이므로 보 단면의 중립축에서 멀어질수록 작아지는 것이 아니라 커진다.
- 틀린 표현은 '중립축에서 멀어질수록 작아진다'이다.
- 올바르게는 '중립축에서 멀어질수록 휨응력의 크기가 커지고, 최외단 섬유에서 최대가 된다'이다.

④ O
- 처짐각과 처짐은 모두 EI에 반비례하므로 I를 더 크게 만드는 쪽이 효과적이다.
- 직사각형 단면에서 b를 2배 하면 I는 2배지만, h를 2배 하면 I는 8배가 되므로 h를 2배 키우는 것이 훨씬 효과적이다.

오답 포인트

③은 휨응력의 선형 분포를 반대로 외우면 쉽게 틀린다. 휨응력은 중립축에서 0이고, 바깥섬유로 갈수록 절댓값이 커진다는 점이 핵심 함정이다. ④도 단면2차모멘트에서 h가 세제곱으로 작용한다는 점을 놓치면 b와 h의 효과를 비슷하게 오해하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

중앙 집중하중 단순보가 나오면 먼저 $\theta \sim \frac{PL^2}{EI}$, $\delta \sim \frac{PL^3}{EI}$, $\sigma \sim \frac{My}{I}$의 지수와 비례관계를 확인한다. 단면 변화 문제는 직사각형의 $I = \frac{bh^3}{12}$에서 어느 변수가 몇 제곱으로 들어가는지만 보면 빠르게 판단할 수 있다.

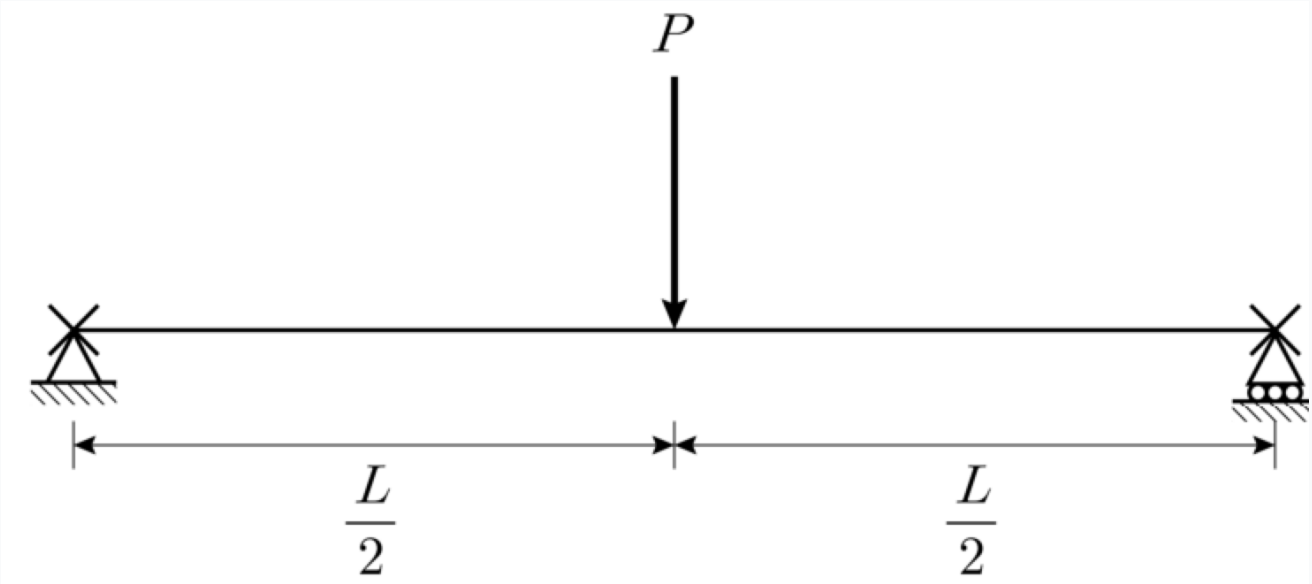
암기 포인트

단순보 중앙점하중은 처짐각 L^2, 처짐 L^3, 휨응력은 중립축에서 멀수록 증가, 직사각형 단면강성은 h^3 지배이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같이 강재 단순보의 중앙에 집중하중이 작용할 때, 횡비틀림좌굴강도 보정계수 C_b의 값은?

◯ 2축 대칭부재이며, '×' 표시는 그 지점에서 횡비틀림지지가 되었다는 것을 의미함
◯ 보의 자중은 무시하며, 보의 전 길이에 걸쳐 재질 및 단면이 동일함
◯ C_b는 안전측으로 1.0을 사용하지 않는 경우이고, 소수점 셋째 자리에서 반올림함



① 1.11
② 1.14
③ 1.32
④ 1.67

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단순보의 모멘트도에서 사분점 모멘트를 읽어 횡비틀림좌굴강도 보정계수 C_b를 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

보는 중앙 집중하중을 받는 단순보이다.
양 지점이 횡비틀림지지점이므로 비지지 길이는 전체 경간 L이다.
모멘트도는 양단에서 0이고 중앙에서 최대가 되는 2축 대칭의 삼각형이다.

NoteBase

사용할 공식

$C_b = \frac{12.5M_{max}}{2.5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$이다.
이 공식은 비지지 구간의 최대모멘트와 사분점 모멘트 M_A, M_B, M_C를 이용해 모멘트 경사에 따른 횡비틀림 보정효과를 반영할 때 쓴다.

계산 과정

단순보 중앙 집중하중의 최대모멘트는 $M_{max} = PL/4$이다.
사분점 모멘트는 $M_A = M_C = PL/8 = 0.5M_{max}$, $M_B = PL/4 = M_{max}$이다.
따라서 $C_b = \frac{12.5M_{max}}{2.5M_{max} + 3(0.5M_{max}) + 4(M_{max}) + 3(0.5M_{max})} = \frac{12.5}{9.5} = 1.316$이다.
소수점 셋째 자리에서 반올림하면 $C_b = 1.32$이다.

선지별 해설

1번 X: $C_b = 1.11$이라는 수치가 틀렸다. 이 문제의 모멘트도에서는 $M_A = M_C = 0.5M_{max}$, $M_B = M_{max}$가 되어야 하므로 올바른 값은 1.32이다.
2번 X: $C_b = 1.14$라는 값도 틀렸다. 중앙 집중하중을 받는 단순보는 중앙부 모멘트가 뚜렷하게 커지는 형태이므로 보정계수가 1.14가 아니라 1.32가 된다.
3번 O: 사분점 모멘트를 공식에 정확히 대입하면 $C_b = 1.316$이 나오고, 반올림하면 1.32가 된다.
4번 X: $C_b = 1.67$은 중앙의 M_B를 최대모멘트로 두지 않거나 사분점 위치를 잘못 잡았을 때 나오는 오답이다. 이 문제에서는 $M_B = M_{max}$이므로 1.67이 아니라 1.32이다.

오답 포인트

사분점 모멘트 M_A, M_B, M_C의 위치를 헷갈리거나, 중앙의 M_B를 최대모멘트로 두지 않으면 오답이 된다. 중앙 집중하중의 삼각형 모멘트도를 먼저 그리지 않으면 수치만 감으로 골라 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

횡비틀림 보정계수 문제는 먼저 비지지 길이를 정하고, 그 구간의 모멘트도에서 M_{max}와 사분점 모멘트 M_A, M_B, M_C를 읽어 공식에 대입하면 된다.

암기 포인트

단순보 중앙 집중하중의 모멘트도 비율은 $0 - 0.5 - 1.0 - 0.5 - 0$이므로 C_b는 약 1.32이다.

NoteBase

문 10. 건축물 내진설계기준에서 등가정적해석법을 적용할 수 없는 구조물은?

① 내진설계범주 ‘A’이고, 높이가 100m인 정형 구조물

② 내진설계범주 ‘B’이고, 6층의 비정형 구조물

③ 내진설계범주 ‘C’이고, 높이가 70m인 정형 구조물

④ 내진설계범주 ‘D’이고, 3층 경량골조구조인 내진등급 II의 정형 구조물

정답 3번

쟁점

이 문제는 내진설계범주별 등가정적해석법의 적용 가능 범위와 예외를 구별하는 문제이다. 핵심은 내진설계범주 C의 정형 구조물 중 높이 $70m$ 이상 또는 21층 이상은 등가정적해석법을 적용할 수 없고, 내진설계범주 D에도 기준이 허용한 예외가 있다는 점이다.

용어 풀이

등가정적해석법은 지진하중을 층별 정적 횡력으로 환산하여 구조물을 해석하는 방법이다.
내진설계범주는 구조물의 중요도와 지진응답 특성에 따라 요구되는 해석 수준을 구분한 분류이다.

핵심 구분

내진설계범주 A와 B에 해당하는 구조물은 등가정적해석법으로 설계할 수 있다.
내진설계범주 C는 원칙적으로 등가정적해석법을 적용할 수 있으나, 정형 구조물이라도 높이 $70m$ 이상 또는 21층 이상이면 적용할 수 없다.
내진설계범주 D에서도 내진등급 II의 3층 이하 경량골조구조는 기준이 허용한 예외에 해당하여 등가정적해석법을 적용할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 내진설계범주 A 구조물은 기준상 등가정적해석법으로 설계할 수 있다. 높이 100m인 정형 구조물이라는 조건이 붙어도 A 범주 자체가 허용 대상이다.
- 틀린 표현: "적용할 수 없는 구조물"
- 올바른 표현: "내진설계범주 A이고 높이가 100m인 정형 구조물은 등가정적해석법을 적용할 수 있는 구조물이다."

② X
- 내진설계범주 B 구조물도 기준상 등가정적해석법으로 설계할 수 있다. 6층 비정형이라는 조건은 B 범주에서 이 문항의 금지 사유가 아니다.
- 틀린 표현: "적용할 수 없는 구조물"
- 올바른 표현: "내진설계범주 B이고 6층인 비정형 구조물은 등가정적해석법을 적용할 수 있는 구조물이다."

③ O
- 내진설계범주 C는 예외적으로 등가정적해석법을 적용할 수 없는 경우가 있는데, 정형 구조물이라도 높이 70m 이상 또는 21층 이상이면 제외된다. 이 선지는 높이 70m인 정형 구조물이므로 금지 조건에 정확히 해당한다.

④ X
- 내진설계범주 D라도 내진등급 II의 3층 이하 경량골조구조는 기준이 허용한 예외에 해당하여 등가정적해석법을 적용할 수 있다.
- 틀린 표현: "적용할 수 없는 구조물"
- 올바른 표현: "내진설계범주 D이고 3층 경량골조구조인 내진등급 II의 정형 구조물은 등가정적해석법을 적용할 수 있는 구조물이다."

오답 포인트

내진설계범주 C와 D를 모두 무조건 동적해석 대상으로 외우면 ④를 잘못 고르기 쉽다. 반대로 A와 B는 거의 전면 허용이라는 점을 놓치면 ①이나 ②를 고르게 된다. 이 문항의 함정은 C 범주의 예외 높이 기준을 정확히 70m에 걸어 둔 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 내진설계범주가 A·B인지 C인지 D인지부터 구분한다. A·B는 허용, C는 정형 구조물이라도 높이 70m 이상 또는 21층 이상이면 제외, D는 기준이 열어 둔 소규모 예외 구조물인지 확인하면 답을 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

A·B는 등가정적 가능, C는 70m·21층에서 차단, D도 3층 이하 경량골조구조 예외는 가능이다.

NoteBase

문 11. 건축물 기초구조 설계기준에서 건축물 기초설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기초설계 시에는 활하중을 저감할 수 없다.

② 고정하중은 기초자중과 기초판에 상재되는 되메우기한 하중을 포함한다.

③ 기초는 허용지지력을 초과하지 않고, 부등침하가 최소화되도록 설계하여야 한다.

④ 기초는 건축물 설계하중에 규정된 하중조합 중 가장 불리한 영향에 대해 설계하여야 한다.

정답 1번

쟁점

이 문제는 건축물 기초구조 설계기준상 기초설계 하중 적용 원칙과 기초 설계 기본 요구사항을 정확히 구별하는 문제이다. 핵심은 활하중 저감 가능 여부와 고정하중 포함 범위, 허용지지력·부등침하 검토, 불리한 하중조합 적용 원칙을 구별하는 데 있다.

용어 풀이

허용지지력은 지반이 안전하게 지지할 수 있는 허용 범위의 지지응력이다.
부등침하는 기초 각 부분의 침하량이 서로 달라 구조물에 손상을 줄 수 있는 침하이다.

핵심 구분

건축물 기초구조 설계기준에서는 기초를 가장 불리한 하중조합에 대해 설계하고, 고정하중에는 기초자중과 기초판 상부의 되메우기 하중을 포함한다. 또한 기초설계 시에는 관련 규정에 따라 저감한 활하중을 사용할 수 있으므로, '저감할 수 없다'와 '저감할 수 있다'의 대비가 정답을 가른다.

NoteBase

선지별 해설

① X
기초설계 시 활하중은 관련 하중기준에 따라 저감하여 사용할 수 있다.
틀린 표현은 '활하중을 저감할 수 없다'이다.
올바른 표현은 '기초설계 시에는 관련 규정에 따라 저감한 활하중을 사용할 수 있다'이다.

② O
고정하중에는 기초 자체의 자중뿐 아니라 기초판 위에 놓이는 되메우기 하중도 포함한다. 기초에 지속적으로 작용하는 상시 하중의 범위를 묻는 기본 문구이다.

③ O
기초는 지반의 허용지지력을 넘지 않도록 해야 하고, 구조물 사용성과 안전에 불리한 부등침하도 최소화되도록 설계해야 한다. 기초설계의 대표적인 성능 요구사항을 그대로 옮긴 내용이다.

④ O
기초는 건축물 설계하중에서 정한 여러 하중조합 가운데 가장 불리한 영향을 만드는 경우를 기준으로 설계한다. 특정 하중 하나만 보는 것이 아니라 불리한 조합 전체를 검토하는 원칙이 맞다.

오답 포인트

①의 '저감할 수 없다'가 함정이다. 수험생이 기초는 보수적으로 설계해야 한다는 인상만으로 활하중 저감을 전면 금지한다고 받아들이면 틀리기 쉽다. 이 문항은 보수적 설계 원칙과 하중기준상 허용된 저감 규정을 구별하는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

기준 문구 문제는 먼저 '할 수 있다/하여야 한다/할 수 없다' 같은 단정 표현을 확인한다. 그다음 하중 범위, 허용지지력·침하 같은 기본 요구사항, 가장 불리한 하중조합 적용 여부를 기준문구와 직접 대조하면 정답을 가를 수 있다.

암기 포인트

기초설계는 허용지지력·부등침하 검토, 가장 불리한 하중조합 적용, 고정하중 범위 확인, 활하중 저감 가능 여부 순서로 정리된다.

NoteBase

문 12. 지반조사방법 중 지내력 시험에 해당하는 것은?

① 보링

② 평판재하시험

③ 베인 테스트

④ 탄성파식 지하탐사법

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지반조사방법 중 지반에 실제 하중을 가해 지내력을 확인하는 시험과 탐사·강도측정 시험을 구별하는지를 묻는다.

핵심 개념

지내력 시험은 실제 지반 위에 하중을 재하하여 지지력과 침하 거동을 확인하는 시험이다. 보링은 지층 상태와 시료를 확인하는 시추 조사이고, 베인 테스트는 연약점토의 전단강도를 구하는 시험이며, 탄성파식 지하탐사법은 탄성파의 전달 특성으로 지층 경계를 추정하는 탐사법이다.

선지별 해설

1번 X: 보링은 지반을 천공하여 지층 분포와 시료를 확인하는 조사 방법이다. 틀린 표현은 '지내력 시험'이다. 보링은 직접 하중을 재하하는 시험이 아니라 지반 상태를 파악하는 시추 조사이다.
2번 O: 평판재하시험은 강판에 하중을 단계적으로 가해 지반의 지지력과 침하량을 직접 확인하는 시험이다. 지내력 시험에 해당하므로 정답이다.
3번 X: 베인 테스트는 연약점토에 베인을 삽입해 회전 저항으로 비배수 전단강도를 구하는 시험이다. 틀린 표현은 '지내력 시험'이다. 베인 테스트는 지반의 전단강도 측정 시험이지 지지력을 직접 재하하여 구하는 시험이 아니다.
4번 X: 탄성파식 지하탐사법은 탄성파의 속도나 반사 특성으로 지하 지층 구조를 추정하는 물리탐사법이다. 틀린 표현은 '지내력 시험'이다. 올바르게는 지층 탐사용 조사 방법이다.

오답 포인트

모든 선택지가 지반조사와 관련되어 있어 같은 범주로 보이지만, 지내력 시험은 지반에 실제 하중을 가하는지가 핵심이다. 3번 베인 테스트는 '시험'이라는 말 때문에 혼동하기 쉽지만 측정 대상이 전단강도라는 점에서 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

지내력, 허용지지력, 침하가 나오면 먼저 지반에 재하판이나 기초판을 놓고 실제 하중을 가하는 시험인지를 본다. 하중을 직접 가하면 평판재하시험이고, 천공이면 보링, 전단저항 측정이면 베인 테스트, 파동으로 지층을 보면 탄성파 탐사로 판단된다.

NoteBase

암기 포인트

지내력은 평판재하, 보링은 시추, 베인은 전단강도, 탄성파는 지층탐사로 정리된다.

NoteBase

문 13. 직사각형단면 강재 보의 형상계수로 옳은 것은?

① 1.0

② 1.5

③ 2.0

④ 2.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직사각형 단면 강재 보의 형상계수 $f = Z_p/Z_e$ 값을 아는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 단면이 직사각형인 강재 보이다.
구해야 할 값: 형상계수이다.
주의할 조건: 형상계수는 소성단면계수와 탄성단면계수의 비이다.

사용할 공식

직사각형 단면에서는 탄성단면계수 $Z_e = bh^2/6$, 소성단면계수 $Z_p = bh^2/4$이다.
따라서 형상계수는 $f = \frac{Z_p}{Z_e} = \frac{bh^2/4}{bh^2/6} = \frac{6}{4} = 1.5$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 형상계수가 단면의 소성강도와 탄성강도의 비를 나타내는 값이기 때문이다.

계산 과정

1. 직사각형 단면의 탄성단면계수는 $Z_e = bh^2/6$이다.
2. 직사각형 단면의 소성단면계수는 $Z_p = bh^2/4$이다.
3. 형상계수는 $f = Z_p/Z_e$이므로 $f = \frac{bh^2/4}{bh^2/6} = 1.5$ 이다.

선지 판단

1번: X. 계산 결과 형상계수는 1.5이므로 1.0은 틀리다. 틀린 표현은 "1.0"이고 올바르게는 "1.5"이다. 1.0은 소성강도와 탄성강도가 같다는 뜻인데 직사각형 단면 보의 형상계수와 맞지 않는다.
2번: O. 직사각형 단면의 형상계수는 $Z_p/Z_e = (bh^2/4)/(bh^2/6) = 1.5$이므로 옳다.
3번: X. 계산값 1.5와 일치하지 않으므로 2.0은 틀리다. 틀린 표현은 "2.0"이고 올바르게는 "1.5"이다. 다른 단면의 값을 섞거나 분자와 분모를 잘못 기억하면 이런 오답을 고르기 쉽다.
4번: X. 계산값 1.5와 일치하지 않으므로 2.5는 틀리다. 틀린 표현은 "2.5"이고 올바르게는 "1.5"이다. 형상계수를 막연한 큰 수로 외우면 생기는 오답이다.

NoteBase

오답 포인트

형상계수를 단순 암기값으로만 기억하고 Z_p/Z_e 정의를 놓치면 2.0이나 2.5 같은 큰 값을 고르기 쉽다. 직사각형 단면에서는 bh^2가 약분되어 1.5만 남는다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

형상계수를 묻는 문제는 먼저 $f = Z_p/Z_e$ 정의를 떠올리고, 해당 단면의 Z_e와 Z_p를 대입해 비만 계산하면 된다. 직사각형이면 bh^2가 약분되므로 수치가 1.5로 바로 정리된다.

암기 포인트

직사각형 단면 보의 형상계수는 1.5이고, 정의는 $f = Z_p/Z_e$이다.

NoteBase

문 14. 콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준에서 설계 가정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 철근의 응력이 설계기준 항복강도(f_y) 이하일 때, 철근의 응력은 변형률에 관계없이 설계기준 항복강도(f_y)로 하여야 한다.

② 휨모멘트를 받는 부재의 콘크리트 설계기준 압축강도가 40MPa일 때, 콘크리트 압축연단의 극한변형률은 0.0033으로 가정한다.

③ 콘크리트 압축응력의 분포와 콘크리트 변형률 사이의 관계는 직사각형, 사다리꼴, 포물선형으로 가정할 수 있다.

④ 깊은 보가 아닌 일반적인 보의 경우에 철근과 콘크리트의 변형률은 중립축부터 거리에 비례하는 것으로 가정할 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 콘크리트구조 휨·압축 설계의 기본 가정인 철근 응력-변형률 관계, 콘크리트 극한변형률, 등가응력분포, 평면유지 가정을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

철근 응력은 항복 전에는 변형률에 따라 달라지고, 항복하면 설계기준 항복강도 f_y로 본다.
콘크리트 휨부재의 극한압축변형률은 설계기준 압축강도 40MPa까지는 0.0033으로 본다.
일반 휨부재는 평면단면이 변형 후에도 평면을 유지하므로 변형률은 중립축으로부터 거리에 비례하는 선형분포를 이룬다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 부분은 "철근의 응력이 설계기준 항복강도 f_y 이하일 때, 철근의 응력은 변형률에 관계없이 설계기준 항복강도 f_y로 하여야 한다"는 표현이다. 철근 응력이 항복 전 영역이면 응력은 변형률에 따라 $E_s\varepsilon_s$로 산정하고, 항복한 이후에만 f_y로 본다. 올바르게는 "철근의 응력이 f_y 이하이면 변형률에 따른 응력-변형률 관계를 사용하고, 항복한 경우에는 철근 응력을 f_y로 본다"이다.
2번: O. 휨모멘트를 받는 부재에서 콘크리트 설계기준 압축강도가 40MPa이면 콘크리트 압축연단의 극한변형률을 0.0033으로 가정한다는 설계 가정에 맞는다.
3번: O. 콘크리트 압축응력과 변형률의 관계는 해석 목적에 따라 직사각형, 사다리꼴, 포물선형 등으로 이상화할 수 있으므로 옳다.
4번: O. 깊은 보가 아닌 일반적인 보는 평면단면 가정을 적용하므로 철근과 콘크리트의 변형률은 중립축부터의 거리에 비례하는 선형분포로 볼 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

1번은 "f_y 이하"라는 문구를 넣어 놓고도 응력을 무조건 f_y로 본다고 바꿔치기한 선지이다. 수험생이 항복강도 값을 자주 보았다는 이유로 항복 전 선형구간과 항복 후 일정응력 구간을 구분하지 못하면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

철근 관련 선지는 먼저 항복 전인지 항복 후인지를 확인하고, 콘크리트 관련 선지는 극한변형률 값과 응력블록 이상화, 마지막으로 부재 거동 가정에서는 평면유지 가정이 적용되는 일반 휨부재인지를 차례로 확인하면 된다.

암기 포인트

철근은 항복 전 $E_s\varepsilon_s$, 항복 후 f_y이고, 일반 보는 평면유지, $f_{ck} = 40MPa$까지 극한압축변형률은 0.0033이다.

NoteBase

문 15. 플랫 슬래브에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 플랫 슬래브는 2방향전단에 대한 내력을 확보할 수 있도록 설계되어야 한다.

② 지판은 받침부 중심선에서 각 방향 받침부 중심 간 경간의 1/8 이상을 각 방향으로 연장시켜야 한다.

③ 플랫 슬래브에서 기둥 상부의 부모멘트에 대한 철근을 줄이기 위하여 지판을 사용할 수 있다.

④ 플랫 슬래브는 층고를 낮출 수 있고, 거푸집 제작이 용이하여 시공성을 향상시킬 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 플랫 슬래브의 구조적 특징과 지판의 기준 치수를 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

플랫 슬래브는 보 없이 슬래브가 기둥에 직접 지지되는 2방향 슬래브 시스템으로, 기둥 둘레의 뚫림전단과 기둥 상부 부모멘트 처리가 핵심이다.
지판은 기둥 주위 슬래브를 두껍게 한 부분으로, 뚫림전단 저항을 키우고 기둥 상부 부모멘트에 필요한 철근량을 줄이는 데 도움이 된다.

선지별 해설

1번: O. 플랫 슬래브는 기둥 주위에서 뚫림전단이 문제가 되므로 2방향전단에 대한 내력을 확보하도록 설계해야 한다. 이 선지는 플랫 슬래브의 기본 설계 검토사항을 바르게 설명한다.
2번: X. 틀린 부분은 "1/8 이상"이다. 지판은 받침부 중심선에서 각 방향 받침부 중심 간 경간의 1/6 이상을 각 방향으로 연장해야 한다. 따라서 1/8이라는 수치가 잘못되었다.
3번: O. 지판을 두면 기둥 상부에서 슬래브 두께와 강성이 커져 부모멘트에 대한 저항이 유리해지고, 그 결과 상부 철근량을 줄이는 효과를 기대할 수 있다.
4번: O. 플랫 슬래브는 보가 없어 층고를 줄이기 쉽고 슬래브 하부가 비교적 평탄하여 거푸집 제작과 설비 배치가 쉬워 시공성이 좋아질 수 있다.

오답 포인트

지판의 역할은 알고 있어도 치수 기준을 1/8과 1/6으로 혼동하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 개념보다 수치 기준 암기를 흔드는 유형이다.

다시 나오면 이렇게 판단

플랫 슬래브 문제가 나오면 먼저 보가 없는 2방향 슬래브라는 점, 기둥 둘레의 뚫림전단 검토, 지판의 역할과 최소 연장 기준을 차례로 확인하면 판단이 빨라진다.

NoteBase

암기 포인트

플랫 슬래브는 뚫림전단 검토가 핵심이고, 지판 길이 기준은 1/6이다.

NoteBase

문 16. 건축물 설계하중 기준에서 활하중에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 집회 및 유흥장에서 극장 및 집회장(고정좌석)의 기본등분포활하중 최소값은 5.0kN/m^{2}이다.

② 활하중은 점유 및 사용에 의하여 발생할 것으로 예상되는 평균하중이다.

③ 지붕활하중을 제외한 등분포활하중은 부재의 영향면적이 30m^2 이상인 경우에 저감할 수 있다.

④ 사무실 또는 유사한 용도의 건물에서 가동성 경량칸막이벽이 설치될 가능성이 있는 경우에는 칸막이벽 하중으로 최소한 1kN/m^{2}를 기본등분포활하중에 추가하여야 한다. 단, 기본활하중값이 4kN/m^2 이상인 경우에는 이를 제외할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 건축물 설계하중 기준에서 활하중의 정의, 용도별 기본등분포활하중 값, 활하중 저감 조건, 가동성 경량칸막이벽 추가하중 규정을 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 개념

활하중은 건축물 및 공작물을 점유·사용함으로써 발생하는 하중이다.
기본등분포활하중은 용도별 최소값을 표로 정하며, 극장 및 집회장의 고정 좌석은 $4.0kN/m^2$이다.
지붕활하중을 제외한 등분포활하중은 부재의 영향면적이 $36m^2$ 이상인 경우 저감할 수 있다.
사무실 또는 유사 용도에서 가동성 경량칸막이벽이 설치될 가능성이 있으면 기본등분포활하중에 최소 $1kN/m^2$를 추가하며, 기본활하중 값이 $4kN/m^2$ 이상이면 제외할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
극장 및 집회장(고정 좌석)의 기본등분포활하중 최소값은 표 3.2-1에서 $4.0kN/m^2$이다.
틀린 표현: "최솟값은 $5.0kN/m^2$이다."
올바른 표현: "극장 및 집회장(고정 좌석)의 기본등분포활하중 최솟값은 $4.0kN/m^2$이다."

② X
활하중의 정의는 점유·사용으로 발생하는 하중이라는 뜻이다. 평균값을 뜻하는 개념이 아니다.
틀린 표현: "예상되는 평균하중이다."
올바른 표현: "활하중은 건축물 및 공작물을 점유·사용함으로써 발생하는 하중이다."

③ X
지붕활하중을 제외한 등분포활하중의 저감은 영향면적이 $30m^2$가 아니라 $36m^2$ 이상일 때 가능하다.
틀린 표현: "영향면적이 $30m^2$ 이상인 경우에 저감할 수 있다."
올바른 표현: "영향면적이 $36m^2$ 이상인 경우에 저감할 수 있다."

④ O
사무실 또는 유사 용도 건물에서 가동성 경량칸막이벽 설치 가능성이 있으면 칸막이벽 하중으로 최소 $1kN/m^2$를 기본등분포활하중에 추가한다. 다만 기본활하중 값이 $4kN/m^2$ 이상이면 이를 제외할 수 있으므로 옳다.

오답 포인트

①은 고정 좌석과 이동 좌석의 활하중 값을 바꿔 넣은 함정이다. ②는 활하중의 정의를 평균값 개념으로 흐린 함정이다. ③은 활하중 저감의 영향면적 기준을 $30m^2$로 낮춰 외우게 만드는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

활하중 문제는 먼저 정의 조항을 확인하고, 다음으로 용도별 표의 수치, 저감 가능 면적 기준, 예외 규정을 분리해서 판단하면 된다. 숫자가 보이면 고정 좌석과 이동 좌석, $30m^2$와 $36m^2$, $4kN/m^2$ 예외 여부를 우선 대조하면 된다.

암기 포인트

고정 좌석 $4.0kN/m^2$, 활하중 저감은 $36m^2$부터, 경량칸막이벽은 $1kN/m^2$ 추가, 기본활하중 $4kN/m^2$ 이상이면 칸막이벽 추가 제외이다.

NoteBase

문 17. 고장력볼트 F10T의 공칭인장강도 F_{nt}와 지압접합의 공칭전단강도 F_{nv} 값을 바르게 연결한 것은? (단, 힘 작용 방향으로 볼트접합부의 첫 번째 볼트와 맨 끝 볼트의 중심 거리가 800mm 이하이고, 나사부가 전단면에 포함될 경우이다)

① F_{nt}: 600 MPa, F_{nv}: 400 MPa

② F_{nt}: 600 MPa, F_{nv}: 500 MPa

③ F_{nt}: 750 MPa, F_{nv}: 400 MPa

④ F_{nt}: 750 MPa, F_{nv}: 500 MPa

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 F10T 고장력볼트의 기본 공칭강도표에서 F_{nt} 값과, 나사부 포함 여부에 따라 달라지는 지압접합의 F_{nv} 값을 정확히 대응시키는 문제이다.

핵심 개념

F10T는 인장강도 등급이 1,000MPa급인 고장력볼트로 본다. 따라서 공칭인장강도는 $F_{nt} = 0.75F_u = 750\text{MPa}$이다.
지압접합의 공칭전단강도는 나사부 위치에 따라 달라진다. 나사부가 전단면에 포함되면 단면 손실을 더 크게 보므로 $F_{nv} = 0.4F_u = 400\text{MPa}$이고, 포함되지 않으면 $F_{nv} = 0.5F_u = 500\text{MPa}$이다.
문제의 "첫 번째 볼트와 맨 끝 볼트의 중심 거리 800 mm 이하" 조건은 장접합에 대한 추가 감쇄를 배제하는 조건이고, 이 문항의 핵심 판단은 결국 나사부 포함 여부와 F10T의 기본 공칭강도값이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 부분은 $F_{nt} = 600\text{MPa}$이다. F10T의 공칭인장강도는 600MPa가 아니라 750MPa이다. 반면 나사부가 전단면에 포함될 때의 $F_{nv} = 400\text{MPa}$는 맞다. 올바르게는 $F_{nt} = 750\text{MPa}$, $F_{nv} = 400\text{MPa}$이다.

② X
$F_{nt} = 600\text{MPa}$와 $F_{nv} = 500\text{MPa}$가 모두 틀렸다. F10T의 공칭인장강도는 750MPa이고, 500MPa는 나사부가 전단면에 포함되지 않을 때의 공칭전단강도이다. 올바르게는 $F_{nt} = 750\text{MPa}$, $F_{nv} = 400\text{MPa}$이다.

③ O
F10T의 공칭인장강도는 750MPa이고, 지압접합에서 나사부가 전단면에 포함될 때의 공칭전단강도는 400MPa이다. 두 값이 모두 조건과 일치하므로 옳다.

④ X
틀린 부분은 $F_{nv} = 500\text{MPa}$이다. 500MPa는 F10T라도 나사부가 전단면에 포함되지 않을 때의 값이다. 이 문항은 나사부가 전단면에 포함되는 경우이므로 올바른 값은 400MPa이다. 따라서 올바르게는 $F_{nt} = 750\text{MPa}$, $F_{nv} = 400\text{MPa}$이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 두 가지이다. 하나는 F10T의 F_{nt}를 다른 등급의 값처럼 600MPa로 외우는 것이고, 다른 하나는 나사부 포함 여부를 놓쳐 $F_{nv} = 400\text{MPa}$와 500MPa를 뒤바꾸는 것이다. 특히 ④는 F_{nt}만 맞고 F_{nv}만 틀리므로 표를 대충 외운 경우 쉽게 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

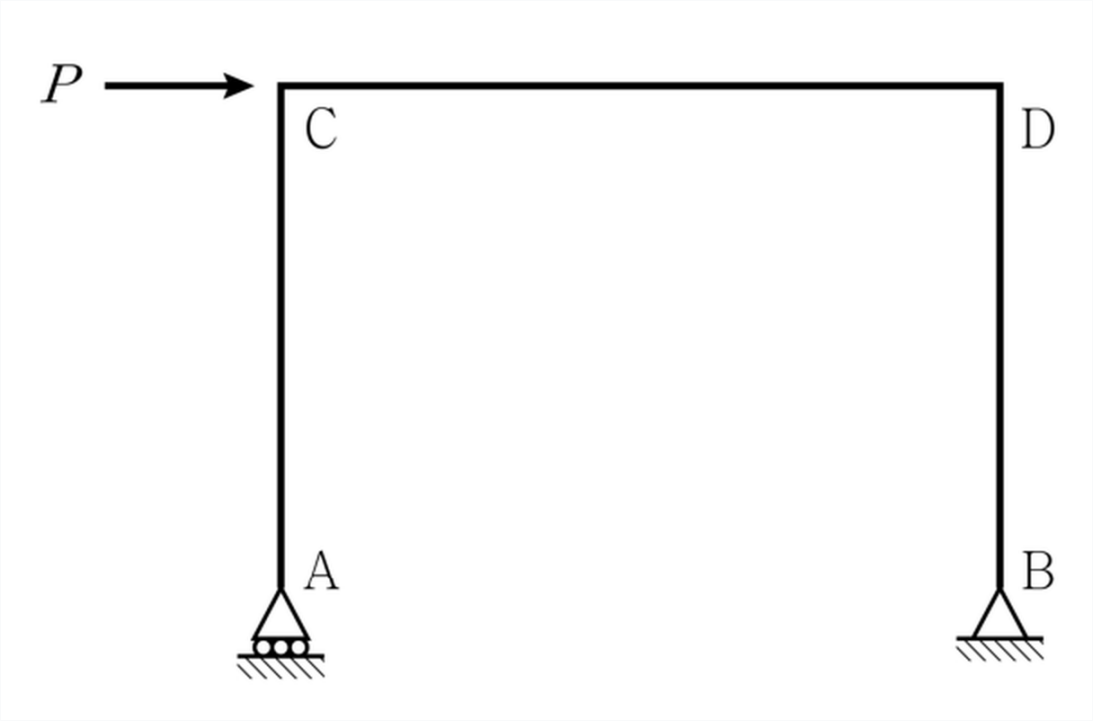
고장력볼트 강도표 문제는 먼저 볼트 등급으로 F_{nt}를 정하고, 다음으로 전단문제에서는 나사부가 전단면에 포함되는지부터 본다. 포함되면 $0.4F_u$, 포함되지 않으면 $0.5F_u$로 판단하면 빠르게 정리된다.

암기 포인트

F10T는 $F_{nt} = 750\text{MPa}$이고, F_{nv}는 나사부 포함 400, 미포함 500으로 기억한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 수평하중이 작용하는 라멘구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 부재의 자중은 무시하며, 부재의 전 길이에 걸쳐 재질 및 단면이 동일하고, 구조물은 선형탄성 거동하는 것으로 가정한다)



① BD부재에 인장력이 작용한다.

② AC부재에 전단력이 작용하지 않는다.

③ CD부재에 압축력이 작용한다.

④ 최대 휨모멘트는 D점에서 발생한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 롤러지지 A와 핀지지 B를 가진 라멘에 수평하중이 작용할 때 부재별 축력, 전단력, 휨모멘트의 분포를 도식으로 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: BD부재는 인장이 아니라 압축을 받는다. 수평하중 *P*는 B점의 수평반력과 함께 우측 기둥 BD를 통해 전달되고, D절점에서 휨도 함께 생기므로 BD는 축압축 상태가 된다. 틀린 표현은 '인장력'이며, 올바르게는 'BD부재에 압축력이 작용한다'이다.
② O: AC부재에는 전단력이 작용하지 않는다. A점이 롤러지지이므로 수평반력이 없고, AC에 작용하는 횡방향 하중도 없어서 AC는 2력부재처럼 거동한다. 따라서 AC의 전단력과 휨모멘트는 0이다.
③ O: CD부재에는 압축력이 작용한다. C점의 수평하중 *P*가 상부보 CD를 따라 전달되면서 CD는 길이가 줄어드는 방향의 축력을 받으므로 압축부재가 된다.
④ O: 최대 휨모멘트는 D점에서 발생한다. AC는 전단력과 휨모멘트가 없고, C점 모멘트도 0이므로 휨은 우측 상단 강접합부 D에 집중된다. 따라서 최대 휨모멘트의 절대값은 D점에서 생긴다.

오답 포인트

수평하중이 보이면 기둥이 모두 휜다고만 생각하여 AC에도 전단과 모멘트가 있다고 오해하기 쉽다. 이 문항의 핵심 함정은 A가 롤러지지라는 점이다. 이 조건을 놓치면 ①의 BD 축력을 인장으로, ②의 AC 전단력을 존재하는 것으로 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지점 조건을 본다. 롤러지지 쪽은 수평반력을 부담하지 못하므로 그 기둥은 2력부재처럼 전단력과 휨모멘트가 0인지 먼저 확인한다. 그다음 수평하중의 전달경로를 따라 보와 반대편 기둥의 축력 부호를 판단하고, 강접합된 절점 중 하중 전달이 집중되는 곳을 최대 휨모멘트 위치로 잡는다.

암기 포인트

롤러-핀 라멘의 수평하중은 롤러 쪽 기둥을 2력부재처럼 만들고, 상부보와 반대편 기둥에는 압축과 큰 휨이 D절점에 집중된다.

NoteBase

문 19. 건축물 내진설계기준에서 평면 비정형성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 면외 어긋남: 수직부재의 면외 어긋남 등과 같이 하중전달 경로의 불연속성이 존재하는 경우

② 비평행 시스템: 횡력저항 수직 요소가 전체 횡력저항 시스템에 직교하는 주축에 평행하지 않은 경우

③ 요철형 평면: 돌출한 부분의 치수가 해당하는 방향의 평면치수의 15%를 초과하면 요철형 평면을 갖는 것으로 간주한다.

④ 비틀림 비정형: 어떤 축에 직교하는 구조물의 한 단부에서 우발편심을 고려한 최대 층변위가 그 구조물 양단부 층변위 평균값보다 클 때 비틀림 비정형인 것으로 간주한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 건축물 내진설계기준의 평면 비정형 분류에서 각 비정형의 정의와 판정 기준을 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

면외 어긋남은 수직 횡력저항요소의 배치가 같은 평면에서 연속되지 않아 하중전달 경로에 불연속이 생기는 경우이다.
비평행 시스템은 횡력저항 수직요소가 전체 횡력저항 시스템의 주 직교축에 평행하지 않게 배치된 경우이다.
요철형 평면은 돌출부 치수가 해당 방향 평면치수의 15%를 초과하는 평면 형상이다.
비틀림 비정형은 우발편심을 고려한 한 단부의 최대 층변위가 그 구조물 양단부 층변위 평균의 1.2배를 초과하는 경우로 본다.

선지별 해설

① O: 면외 어긋남은 수직부재의 면외 어긋남처럼 횡력저항 요소가 같은 평면에서 연속되지 않아 하중전달 경로에 불연속성이 생긴 상태를 말하므로 옳다.
② O: 비평행 시스템은 횡력저항 수직요소가 전체 시스템의 주 직교축에 평행하지 않은 경우를 뜻하므로 옳다.
③ O: 요철형 평면은 돌출부 길이가 해당 방향 전체 평면치수의 15%를 넘으면 판정하므로 옳다.
④ X: 틀린 부분은 "평균값보다 클 때"이다. 비틀림 비정형은 최대 층변위가 양단부 평균층변위보다 단순히 크기만 하면 되는 것이 아니라 그 평균의 1.2배를 초과해야 한다. 올바르게는 "우발편심을 고려한 최대 층변위가 구조물 양단부 층변위 평균의 1.2배를 초과할 때 비틀림 비정형으로 간주한다"이다.

오답 포인트

④는 비틀림 비정형의 정량 기준을 흐리게 바꿔 놓은 선지이다. 수험생이 "양단 평균보다 크다" 정도로만 외우면 맞는 말처럼 보이지만, 실제 판정은 1.2배 초과라는 수치 기준까지 함께 기억해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

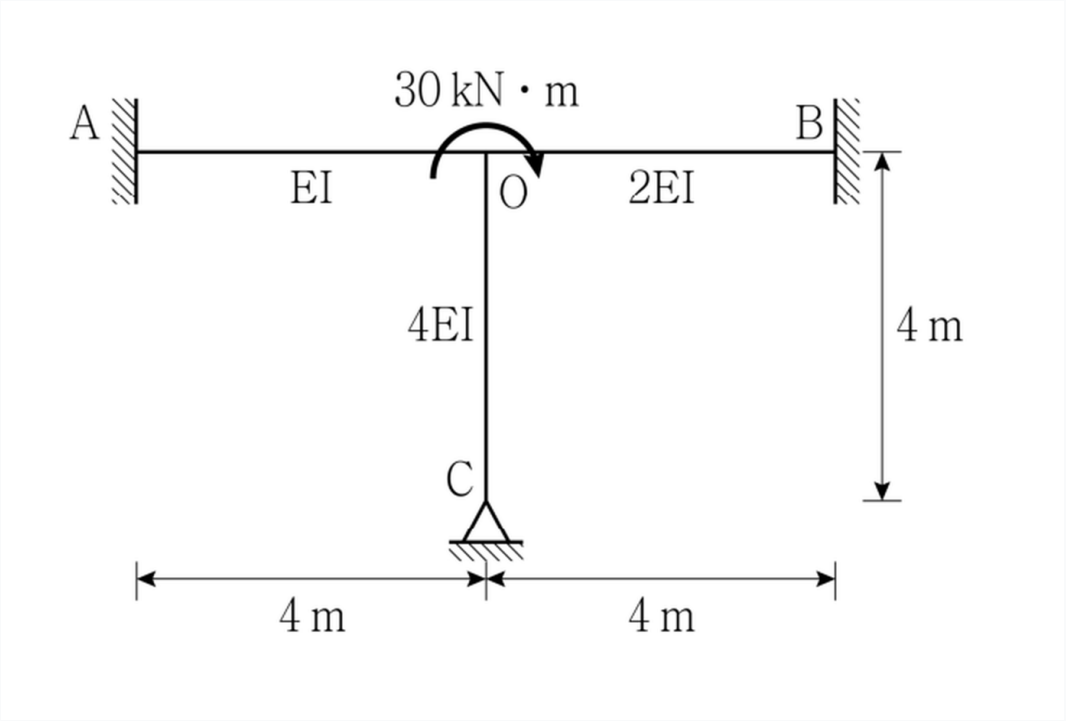
평면 비정형 문제는 먼저 비정형 이름과 대응되는 핵심 기준어를 연결해 판단한다. 면외 어긋남은 하중전달 경로의 불연속, 비평행 시스템은 축과의 비평행, 요철형 평면은 15% 초과, 비틀림 비정형은 1.2배 초과로 대응시키면 선지를 빠르게 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

요철형은 15%, 비틀림 비정형은 1.2배, 비평행은 축과의 비평행, 면외 어긋남은 하중경로 불연속이다.

NoteBase

문 20. 그림과 같이 절점 O에 30kN · m의 모멘트가 작용할 때, 절점 B에 발생하는 모멘트 M_{BO}의 절댓값은? (단, 부재의 자중은 무시하며, 부재의 전 길이에 걸쳐 재질은 동일하고, 구조물은 선형탄성 거동하는 것으로 가정한다)



① 3.5kN · m

② 5.0kN · m

③ 7.5kN · m

④ 10.0kN · m

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 절점 O에서의 회전강성 분배와 전달모멘트를 이용해 절점 B의 단부모멘트 M_{BO}의 절댓값을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

- AO: 길이 $4m$, 강성 EI, A 고정
- OB: 길이 $4m$, 강성 $2EI$, B 고정
- OC: 길이 $4m$, 강성 $4EI$, C 힌지
- 절점 O에 $30kN \cdot m$의 외력모멘트가 작용한다.
- 구해야 할 값은 절점 B에서의 단부모멘트 M_{BO}의 절댓값이다.
- C가 힌지이므로 OC의 절점 O 회전강성은 $3EI/L$를 사용한다.

사용할 공식

절점 O에서 각 부재의 회전강성은 다음과 같다.
$K_{OA} = \frac{4EI}{L} = \frac{4EI}{4} = EI, \quad K_{OB} = \frac{4 \cdot 2EI}{L} = \frac{8EI}{4} = 2EI, \quad K_{OC} = \frac{3 \cdot 4EI}{L} = \frac{12EI}{4} = 3EI$
따라서 분배계수는
$DF_{OA} = \frac{1}{6}, \quad DF_{OB} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}, \quad DF_{OC} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 절점 O에 외력모멘트가 작용하는 비대칭 강성 골조이므로, 각 부재가 자기 강성 비율만큼 모멘트를 분담하고 고정단에는 전달률 1/2가 적용되기 때문이다.

계산 과정

1. 절점 O에 작용한 $30kN \cdot m$을 분배계수에 따라 부재 OB가 분담하는 O단 모멘트를 구한다.
$M_{OB} = 30 \times \frac{1}{3} = 10kN \cdot m$
2. 부재 OB의 반대쪽 B는 고정단이므로 전달모멘트는 절반이다.
$M_{BO} = \frac{1}{2} M_{OB} = \frac{1}{2} \times 10 = 5.0kN \cdot m$
3. 문제는 절댓값을 묻고 있으므로
$|M_{BO}| = 5.0kN \cdot m$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- $3.5kN \cdot m$는 계산 결과와 다르다. OB 부재는 절점 O 모멘트 $30kN \cdot m$ 중 1/3을 분담하고, 다시 그 절반이 B단으로 전달되므로 올바른 값은 $5.0kN \cdot m$이다.
- 틀린 표현은 값 자체이며, 올바르게는 \"$M_{BO} = 5.0kN \cdot m$\"이다.

② O

- OB의 분배모멘트가 $10kN \cdot m$, B단 전달모멘트가 그 절반인 $5.0kN \cdot m$이므로 맞는 값이다.

③ X

- $7.5kN \cdot m$는 OC 부재의 강성을 무시하고 $30kN \cdot m$을 수평 두 부재에만 잘못 나눈 뒤 절반을 취할 때 나올 수 있는 값이다. 그러나 실제로는 OC도 회전강성 $3EI$로 모멘트를 함께 분담한다.
- 틀린 표현은 값 자체이며, 올바르게는 \"$M_{BO} = 5.0kN \cdot m$\"이다.

④ X

- $10.0kN \cdot m$는 부재 OB의 O단 모멘트 M_{OB}에 해당하는 값이다. 문제는 B단 모멘트 M_{BO}를 묻고 있으므로 전달률 1/2를 적용한 $5.0kN \cdot m$가 되어야 한다.
- 틀린 표현은 구하는 위치를 O단과 B단으로 혼동한 점이며, 올바르게는 \"B단 모멘트는 $5.0kN \cdot m$\"이다.

계산 결과 $|M_{BO}| = 5.0kN \cdot m$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

이 문항의 핵심 함정은 두 가지이다. 첫째, C가 힌지인데도 OC의 강성을 $4EI/L$로 두거나 아예 제외하는 실수이다. 둘째, 절점 O에서의 부재단 모멘트 M_{OB}와 절점 B에서의 부재단 모멘트 M_{BO}를 같은 값으로 보는 실수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

절점에 외력모멘트가 작용하는 골조 문제는 각 부재의 회전강성을 먼저 구해 분배계수를 정하고, 구하는 값이 반대쪽 고정단 모멘트이면 분배된 절점모멘트에 전달률 1/2를 한 번 더 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

고정단 강성은 $4EI/L$, 원단 힌지 강성은 $3EI/L$, 고정단 전달률은 1/2이다.

NoteBase

문 21. 콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준에서 압축 이형철근의 정착에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, λ : 경량콘크리트 계수, d_b: 철근 공칭지름, A_s: 철근 단면적이다)

① 압축 이형철근의 정착길이(l_d)는 기본정착길이(l_{db})에 보정계수를 곱하여 구한다.

② 압축 이형철근의 정착길이(l_d)는 항상 200mm 이상이어야 한다.

③ 압축 이형철근의 기본정착길이(l_{db})는 $\frac{0.25d_bf_y}{\lambda\sqrt{f_{ck}}}$에 따라 구하여야 한다. 다만, 이 값은 $0.043d_bf_y$ 이상이어야 한다.

④ 해석 결과 요구되는 철근량을 초과하여 배치한 경우에 보정계수는 ≤ft(배근 A_s소요 A_s)이다.

정답 4번

출제 포인트

압축 이형철근의 정착길이 산정 구조, 기본정착길이 식과 하한, 초과배근 시 보정계수의 방향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

압축 이형철근의 정착길이 l_d는 기본정착길이 l_{db}에 보정계수를 곱해 구한다. 기본정착길이 l_{db}는 $0.25d_bf_y/(\lambda\sqrt{f_{ck}})$로 산정하되 $0.043d_bf_y$ 이상이어야 하고, 최종 정착길이 l_d는 $200mm$ 이상이어야 한다. 해석 결과 필요한 철근량보다 실제 배근량이 많으면 정착길이를 줄일 수 있으므로 보정계수는 1보다 작아지는 방향의 비가 된다.

선지별 해설

① O

압축 이형철근의 정착길이 l_d를 기본정착길이 l_{db}에 보정계수를 곱해 구한다는 설명이므로 옳다.

② O

압축 이형철근의 최종 정착길이 l_d에는 최소 길이 제한이 있으며, 항상 $200mm$ 이상이어야 하므로 옳다.

③ O

기본정착길이 l_{db}를 $0.25d_bf_y/(\lambda\sqrt{f_{ck}})$로 두고, 그 값이 $0.043d_bf_y$ 이상이어야 한다는 설명이므로 옳다.

④ X

틀린 부분은 보정계수를 `배근 $A_s$/소요 $A_s$`라고 한 표현이다.

초과배근에 따른 정착길이 감소는 실제 배근량이 소요량보다 클수록 길이가 짧아지는 방향이어야 하므로, 올바른 보정계수는 `소요 $A_s$/배근 $A_s$`이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항의 함정은 초과배근 보정계수의 분자와 분모를 뒤집는 데 있다. 길이를 줄이는 보정계수라면 값이 1보다 작아져야 하는데, `배근/소요`로 쓰면 배근량이 더 큰 경우 1보다 커져 오히려 정착길이를 늘리는 방향이 되므로 틀린 식이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 발문이 `옳지 않은 것`인지 확인한 뒤, 정착길이 관련 선지는 식 자체, 최소값, 보정계수의 방향으로 나누어 본다. 특히 초과배근 보정처럼 길이를 감소시키는 계수는 1보다 작아야 하므로 `소요/배근` 방향인지 점검하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

초과배근 보정은 `소요/배근`이고, 압축 이형철근의 정착길이는 $200mm$ 이상이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 22. 콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준에서 전단설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, s: 전단철근 간격, A_v: 전단철근 간격 내의 전단철근 전체단면적, f_{yt}: 전단철근 설계기준 항복강도이다)

① 철근콘크리트 부재의 경우, 주인장 철근에 30° 이상의 각도로 구부린 굽힘철근을 전단철근으로 사용할 수 있다.

② 벽체의 전단철근 또는 용접 이형철망을 사용할 경우, 전단철근의 설계기준 항복강도는 600MPa을 초과할 수 없다.

③ 부재축에 직각인 전단철근을 사용하는 경우, 전단철근 전단강도(V_s)는 $\frac{A_v f_{yt} d}{s}$로 계산한다. 단, 전단철근 전단강도(V_s)는 $0.2\left(1-\frac{f_{ck}}{250}\right)f_{ck} b_w d$ 이하로 하여야 한다.

④ 콘크리트 전단강도(V_c)를 결정할 때, 구속된 부재에서 크리프와 건조수축으로 인한 축방향 인장력의 영향과 깊이가 일정하지 않은 부재의 경사진 휨압축력의 영향을 고려할 필요가 없다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준의 전단설계 규정 중 전단철근의 사용 조건, 전단철근 설계강도 한계, V_s 산정식, V_c 산정 시 고려사항을 정확히 구별하는 문제이다.
핵심은 기준 문구의 "할 수 있다", "초과할 수 없다", "이하로 하여야 한다", "고려하여야 한다"를 뒤집지 않는 것이다.

용어 풀이

전단철근 전단강도 V_s = 전단철근이 부담하는 전단강도이다.
콘크리트 전단강도 V_c = 전단철근 외에 콘크리트 자체가 부담하는 전단강도이다.

핵심 구분

원칙적으로 전단설계는 전단철근의 배치 조건과 강도 상한을 함께 확인한다. 다만 V_c를 정할 때는 단순 식만 외우는 것이 아니라 구속 부재의 축방향 인장력, 깊이가 일정하지 않은 부재의 경사진 휨압축력처럼 기준이 따로 고려하라고 한 효과를 반영하여야 한다.
이 문항의 결정 구분은 "고려할 필요가 없다"와 "고려하여야 한다"의 대비이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 철근콘크리트 부재에서는 주인장 철근에 30도 이상의 각도로 구부린 굽힘철근을 전단철근으로 사용할 수 있다. 전단균열을 가로지르도록 배치되는 구부림 철근을 허용하는 기준 내용과 맞는다.

② O
- 벽체의 전단철근이나 용접 이형철망을 전단보강에 사용할 때 전단철근의 설계기준 항복강도는 600 MPa를 넘길 수 없다. 고강도 철근을 쓰더라도 전단설계에서는 이 상한을 그대로 적용한다는 취지이다.

③ O
- 부재축에 직각인 전단철근의 전단강도는 $V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$로 계산한다. 또한 전단철근이 부담하는 강도는 $0.2\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) f_{ck} b_w d$ 이하로 제한되므로 선지의 식과 제한조건이 모두 맞다.

④ X
- 구속된 부재에서는 크리프와 건조수축으로 인한 축방향 인장력이 전단균열과 V_c에 영향을 줄 수 있고, 깊이가 일정하지 않은 부재에서는 경사진 휨압축력의 영향도 고려 대상이다. 따라서 이런 영향을 "고려할 필요가 없다"는 표현이 틀렸다.
- 틀린 표현: "고려할 필요가 없다"
- 올바른 표현: 구속된 부재의 크리프·건조수축에 따른 축방향 인장력과 깊이가 일정하지 않은 부재의 경사진 휨압축력의 영향은 V_c 결정 시 고려하여야 한다.

오답 포인트

이 문제를 틀렸다면 ④의 부정 표현을 놓쳤을 가능성이 높다. 전단설계 문제에서는 식 자체만 외우고 V_c 산정 시의 추가 고려사항을 빼먹기 쉬우며, 특히 "고려하지 않는다"처럼 기준 문장을 반대로 바꾼 선지가 자주 함정으로 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

전단설계 선지는 먼저 발문이 "옳지 않은 것"인지 확인한 뒤, 각 선지에서 기준의 허용 여부와 상한 문구를 본다. 식이 나오면 V_s 산정식과 상한식을 함께 확인하고, V_c가 나오면 구속 효과나 부재 형상 변화처럼 추가로 고려하여야 하는 항목을 따로 점검하면 된다.

암기 포인트

전단설계는 V_s 식과 상한을 같이 보고, V_c는 구속·형상 효과를 고려한다.

NoteBase

문 23. 다음 철근콘크리트 부재의 강도감소계수 값은?

◯ 프리스트레스를 가하지 않고, 띠철근으로 보강된 철근콘크리트 부재임
◯ 순인장변형률(ε_t)이 압축지배 변형률 한계와 인장지배 변형률 한계 사이에 있음
◯ 보 단면의 최외단 인장철근의 순인장변형률(ε_t): 0.00425
◯ 인장철근의 설계기준 항복강도(f_y): 400 MPa

① 0.65
② 0.70
③ 0.80
④ 0.85

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 비프리스트레스트 띠철근 철근콘크리트 부재의 강도감소계수 ϕ를 순인장변형률에 따라 선형 산정하는 기준을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 프리스트레스를 가하지 않은 띠철근 철근콘크리트 부재, $\varepsilon_t = 0.00425$, $f_y = 400MPa$
구해야 할 값: 강도감소계수 ϕ
주의할 조건: 띠철근 부재는 압축지배 구간에서 $\phi = 0.65$, 인장지배 구간에서 $\phi = 0.85$이고, 그 사이는 순인장변형률에 따라 직선적으로 증가한다.

사용할 공식

철근의 항복변형률은 $\varepsilon_y = f_y/E_s$이다. 보통 철근의 탄성계수를 $E_s = 200{,}000MPa$로 두면 $\varepsilon_y = 400/200{,}000 = 0.002$이다.
띠철근 철근콘크리트 부재의 전이구간 강도감소계수는
$\phi = 0.65 + 0.20 \times \frac{\varepsilon_t - \varepsilon_y}{0.003}$
으로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유: 이 문항의 부재는 띠철근 부재이고 $\varepsilon_t = 0.00425$가 $\varepsilon_y = 0.002$와 $\varepsilon_y + 0.003 = 0.005$ 사이에 있으므로 압축지배와 인장지배 사이의 전이구간에 해당한다.

NoteBase

계산 과정

1. 항복변형률을 구하면 $\varepsilon_y = f_y/E_s = 400/200{,}000 = 0.002$이다.
2. 전이구간 여부를 확인하면 $0.002 < 0.00425 < 0.005$이므로 선형 보간식을 적용한다.
3. $\phi = 0.65 + 0.20 \times \frac{0.00425 - 0.002}{0.003} = 0.65 + 0.20 \times 0.75 = 0.65 + 0.15 = 0.80$이다.

선지별 해설

① X

0.65는 띠철근 부재의 압축지배 최소값이다. 이 문항은 $\varepsilon_t = 0.00425$로 전이구간이므로 0.65를 그대로 쓰면 안 된다. 틀린 표현은 값 자체이고, 올바르게는 $\phi = 0.80$이다.

② X

0.70은 전이구간 증가량을 과소평가한 값이다. $\varepsilon_t - \varepsilon_y = 0.00225$는 전이폭 0.003의 75%이므로 $0.20 \times 0.75 = 0.15$를 더해야 한다. 틀린 표현은 증가량 판단이고, 올바르게는 $0.65 + 0.15 = 0.80$이다.

③ O

항복변형률 0.002를 구한 뒤 전이구간 식을 적용하면 $\phi = 0.80$이 된다. 주어진 조건과 계산 결과가 모두 일치하므로 옳다.

④ X

0.85는 띠철근 부재가 인장지배 상태일 때의 최대값이다. 인장지배는 $\varepsilon_t \geq 0.005$일 때인데, 이 문항은 $\varepsilon_t = 0.00425$로 아직 전이구간이다. 틀린 표현은 인장지배로 본 판단이고, 올바르게는 $\phi = 0.80$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $\varepsilon_t = 0.00425$를 보고 바로 인장지배로 오해하거나, 국내 기준의 띠철근 부재 최대 ϕ값이 0.85라는 점을 놓치는 데 있다. 또 f_y가 주어졌을 때 $\varepsilon_y = f_y/E_s$를 먼저 구하지 않으면 전이구간의 시작점을 잘못 잡기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

철근콘크리트 강도감소계수 문제는 먼저 부재 종류를 확인하고, 다음으로 $\varepsilon_y = f_y/E_s$를 구한 뒤, ε_t가 압축지배 구간인지 전이구간인지 인장지배 구간인지 판정하여 해당 ϕ값 또는 선형식을 적용하면 된다.

암기 포인트

띠철근 비프리스트레스트 RC 부재는 $\phi = 0.65$에서 시작하고, $\varepsilon_t = \varepsilon_y$부터 $\varepsilon_y + 0.003$까지 직선적으로 증가하여 끝값 0.85에 도달한다.

NoteBase

문 24. 콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준에서 벽체의 수직전단철근의 간격(s_v)에 대한 설명이다. (가) ~ (다)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

계수 전단력 V_u가 $\phi V_c/2$를 초과하는 경우, 수직전단철근의 간격(s_v)은 (가) 이하, (나) 이하, 또한 (다) 이하로 하여야 한다. (단, l_w: 벽체 수평길이, h: 벽체 두께이다)

① (가): $\frac{l_w}{3}$, (나): $3h$, (다): 450mm
② (가): $\frac{l_w}{3}$, (나): $5h$, (다): 500mm
③ (가): $\frac{l_w}{5}$, (나): $3h$, (다): 450mm
④ (가): $\frac{l_w}{5}$, (나): $5h$, (다): 500mm

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 $V_u > \phi V_c/2$인 벽체에서 수직전단철근 간격 s_v의 제한값을 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 개념

수직전단철근은 벽체의 전단에 저항하도록 수직 방향으로 배치하는 철근이며, $V_u > \phi V_c/2$이면 간격 s_v는 $l_w/3$, $3h$, $450mm$ 중 최소값 이하이다.
수평전단철근은 같은 조건에서 간격 제한이 $l_w/5$, $3h$, $450mm$ 중 최소값 이하이다.
결정 차이축은 수직전단철근은 $l_w/3$, 수평전단철근은 $l_w/5$를 쓴다는 점이며, $5h$나 $500mm$는 이 기준 조합이 아니다.

선지별 해설

① O. 수직전단철근 간격 s_v를 $l_w/3$, $3h$, $450mm$ 이하로 본 것으로 기준값을 정확히 적었다.
② X. 틀린 부분은 (나)를 $5h$, (다)를 $500mm$로 둔 점이다. 실제로는 $3h$, $450mm$ 이하이다.
③ X. 틀린 부분은 (가)를 $l_w/5$로 둔 점이다. $l_w/5$는 수평전단철근 간격 제한에 대응하고, 수직전단철근은 $l_w/3$ 이하이다.
④ X. 틀린 부분은 (가), (나), (다)를 $l_w/5$, $5h$, $500mm$로 둔 점이다. 실제로는 $l_w/3$, $3h$, $450mm$ 이하이다.

오답 포인트

수직전단철근과 수평전단철근의 길이 기준을 서로 바꾸어 외우면 $l_w/3$과 $l_w/5$에서 바로 흔들린다. 여기에 $3h$, $450mm$를 $5h$, $500mm$로 완화한 선택지를 섞어 두어 숫자 기억이 흐린 수험생을 유도한 문항이다.

NoteBase

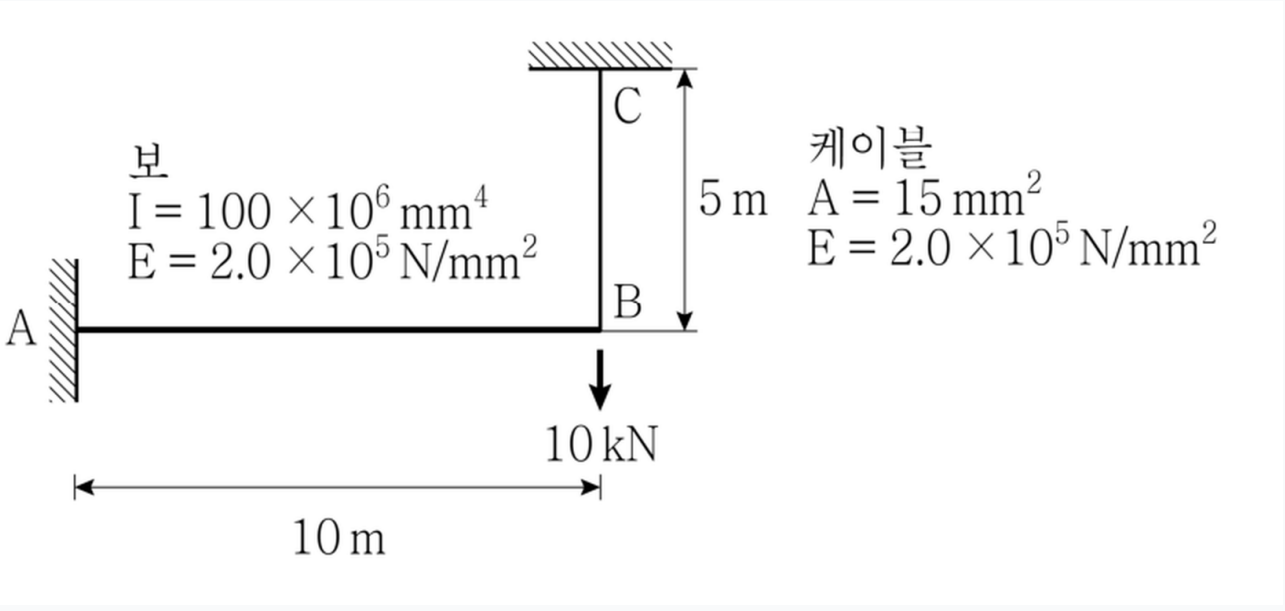
다시 나오면 이렇게 판단

벽체 전단철근 간격 문제는 먼저 수직인지 수평인지부터 구분한 다음, 수직이면 $l_w/3$, 수평이면 $l_w/5$를 떠올린다. 그다음 공통 제한인 $3h$, $450mm$를 붙여 최소값 기준으로 판단하면 된다.

암기 포인트

수직은 $l_w/3$, 수평은 $l_w/5$, 공통 상한은 $3h$와 $450mm$이다.

문 25. 그림과 같이 케이블이 연결된 캔틸레버 보의 자유단에 10 kN의 하중이 작용할 때, 케이블에 걸리는 장력은? (단, 보와 케이블의 자중은 무시하며, 구조물은 선형탄성 거동하는 것으로 가정하고, 장력은 소수점 셋째 자리에서 반올림한다)



① 4.55 kN

② 5.50 kN

③ 9.09 kN

④ 11.0 kN

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 캔틸레버 보 자유단의 처짐과 케이블의 신장량을 같게 두는 적합조건으로 케이블 장력을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값

보 길이 $L_b = 10m = 10{,}000mm$

보의 단면2차모멘트 $I = 100 \times 10^6 mm^4$

보의 탄성계수 $E = 2.0 \times 10^5 N/mm^2$

케이블 길이 $L_c = 5m = 5{,}000mm$

케이블 단면적 $A = 15mm^2$

외력 $P = 10kN = 10{,}000N$

구해야 할 값: 케이블 장력 T

주의할 조건: 보 끝점 B의 처짐량과 케이블 신장량이 같아야 한다.

사용할 공식

보 자유단 처짐

$\delta_b = \frac{(P-T)L_b^3}{3EI}$

케이블 신장

$\delta_c = \frac{TL_c}{AE}$

적합조건

$\delta_b = \delta_c$

이 공식을 쓰는 이유:

B점은 보의 자유단이면서 케이블의 하단이므로, 같은 점의 수직변위는 보의 처짐량과 케이블의 신장량으로 동시에 같아야 한다.

계산 과정

1. 보 자유단의 등가수직강성을 구한다.

$k_b = \frac{3EI}{L_b^3} = \frac{3 \times 2.0 \times 10^5 \times 100 \times 10^6}{(10{,}000)^3} = 60N/mm$

2. 케이블의 축강성을 구한다.

$k_c = \frac{AE}{L_c} = \frac{15 \times 2.0 \times 10^5}{5{,}000} = 600N/mm$

3. 적합조건을 강성식으로 정리한다.

$\frac{P-T}{k_b} = \frac{T}{k_c}$

$\frac{10{,}000-T}{60} = \frac{T}{600} \Rightarrow 10(10{,}000-T) = T \Rightarrow 100{,}000 = 11T$

4. 장력을 계산한다.

$T = 9{,}090.909N = 9.09kN$

따라서 케이블 장력은 $9.09kN$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: $T = 4.55kN$이면 보 처짐은 $(10{,}000 - 4{,}550)/60 = 90.83mm$, 케이블 신장은 $4{,}550/600 = 7.58mm$가 되어 적합조건을 만족하지 않는다. 틀린 수치는 $4.55kN$이고, 올바르게는 $9.09kN$이다.
2번 X: $T = 5.50kN$이면 보 처짐은 $(10{,}000 - 5{,}500)/60 = 75.00mm$, 케이블 신장은 $5{,}500/600 = 9.17mm$가 되어 두 변위가 일치하지 않는다. 틀린 수치는 $5.50kN$이고, 올바르게는 $9.09kN$이다.
3번 O: $T = 9.09kN$이면 보 처짐은 $(10{,}000 - 9{,}090.909)/60 = 15.15mm$, 케이블 신장은 $9{,}090.909/600 = 15.15mm$로 정확히 일치한다. 따라서 3번이 맞다.
4번 X: $T = 11.0kN$이면 보에는 $(10 - 11) = -1kN$의 순상향력이 작용하여 자유단이 위로 휘어야 하지만, 케이블은 인장으로 늘어나므로 아래로 내려간 경우여야 한다. 즉 변위 방향부터 모순이다. 틀린 수치는 $11.0kN$이고, 올바르게는 $9.09kN$이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 정정문제로 보지 않고 정역학 평형만으로 장력을 바로 구하려는 데 있다. 이 구조는 보의 휨강성과 케이블의 축강성이 함께 변형을 분담하므로, 힘의 평형만이 아니라 B점 변위의 적합조건까지 함께 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

보와 케이블이 함께 연결된 문제는 먼저 각 부재의 강성을 k로 바꾼 뒤, 연결점의 변위가 같다는 적합조건을 세워 판단한다. 계산 순서는 조건 정리 → 부재 강성 산정 → 적합조건 작성 → 단위 검산 순서이다.

암기 포인트

변형 적합조건 문제는 평형조건만으로 끝나지 않는다. 보의 처짐량 = 케이블의 신장량이라는 한 줄이 정답을 결정한다.

NoteBase