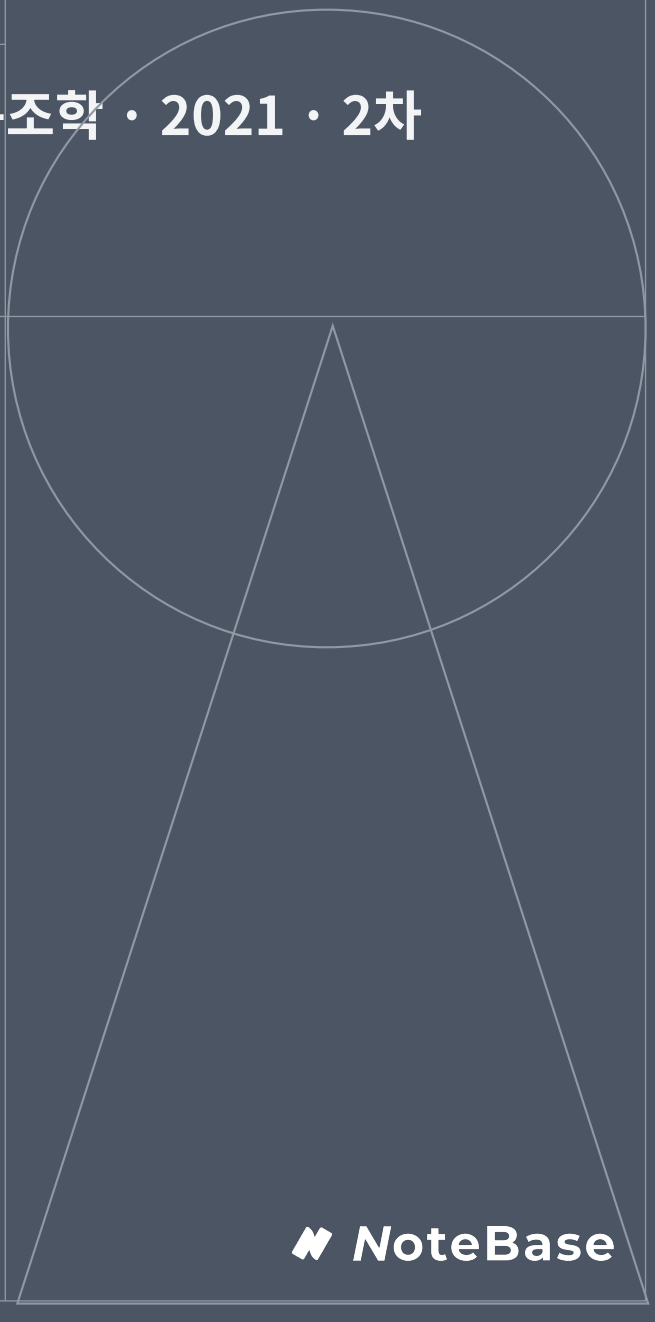
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2021 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2021 · 2차

공무원/국가직/7급 · 건축구조학 · 2021 · 2차

문 1. 건축구조기준에서 풍하중에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 거주성을 검토하기 위하여 필요한 응답가속도는 재현기간 10년 풍속을 이용하여 산정할 수 있다.

② 풍하중을 산정할 때에는 각 건물표면의 양면에 작용하는 풍압의 대수합을 고려해야 한다.

③ 풍동실험의 실험조건으로 풍동 내 대상건축물 및 주변 모형에 의한 단면폐쇄율은 풍동의 실험단면에 대하여 8% 미만이 되도록 하여야 한다.

④ 건축물의 풍방향·풍직각방향 진동으로 인한 최대응답가속도에 대하여 거주자가 불안과 불쾌감을 느끼지 않고 건축물이 피해를 입지 않도록 설계하여야 한다.

정답 1번

출제 포인트

건축구조기준 풍하중 규정 중 거주성(사용성) 검토용 응답가속도 산정, 양면 풍압의 대수합 고려, 풍동실험의 단면폐쇄율 기준, 거주성 설계 목적을 정확히 알고 있는지를 묻는다. 특히 안전성 검토용 설계풍속과 거주성(재실자 쾌적성) 검토용 풍속의 재현기간이 서로 다르다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

건축구조기준의 풍하중 관련 규정은 크게 두 갈래로 나뉜다. 하나는 구조체의 안전성을 검토하기 위한 설계풍하중으로, 장기간 재현주기의 설계풍속을 바탕으로 산정한다. 다른 하나는 거주자의 쾌적성(거주성)을 검토하기 위한 응답가속도로, 이는 훨씬 짧은 재현기간의 풍속을 이용한다. 거주성 검토는 구조물의 안전이 아니라 진동으로 인해 사람이 느끼는 불쾌감을 평가하는 것이므로, 매우 드물게 발생하는 강풍이 아니라 자주 발생하는 수준의 바람(재현기간 1년 풍속)을 기준으로 응답가속도를 산정한다. 한편 풍하중 산정 시 건물표면의 한쪽 면뿐 아니라 반대쪽 면에 작용하는 풍압까지 함께 고려하는 대수합 개념, 풍동실험에서 모형이 기류를 과도하게 막지 않도록 하는 단면폐쇄율 제한(8% 미만) 개념도 함께 출제된다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 거주성을 검토하기 위하여 필요한 응답가속도는 재현기간 10년 풍속이 아니라 재현기간 1년 풍속을 이용하여 산정한다. 거주성 검토는 구조 안전성 검토와 달리 자주 발생하는 정도의 바람에 대한 재실자의 체감 진동(불안감, 불쾌감)을 평가하는 것이므로 재현기간이 짧은 풍속을 사용한다. 따라서 '10년'이라는 표현이 틀린 설명이다.
② O: 풍하중을 산정할 때에는 건물의 한쪽 표면에 작용하는 풍압만이 아니라 반대쪽 표면에 작용하는 풍압까지 함께 고려하여 두 압력의 대수합(합력)으로 풍하중을 산정하는 것이 옳은 설명이다.
③ O: 풍동실험에서 풍동 내에 설치하는 대상건축물 및 주변 모형이 기류의 흐름을 과도하게 막으면 실험결과가 왜곡되므로, 모형에 의한 단면폐쇄율은 풍동의 실험단면적에 대하여 8% 미만이 되도록 관리하여야 한다는 것은 옳은 설명이다.
④ O: 거주성 설계의 목적은 건축물의 풍방향·풍직각방향 진동으로 발생하는 최대응답가속도에 대하여 거주자가 불안과 불쾌감을 느끼지 않고, 동시에 건축물 자체도 피해를 입지 않도록 설계하는 것이므로 옳은 설명이다.

오답 포인트

이 문제에서 가장 헷갈리기 쉬운 부분은 '재현기간'이라는 단어에 낚여 숫자를 대충 넘기는 것이다. 안전성 검토용 설계풍속의 재현기간(장기, 수십~수백 년 단위)과 거주성 검토용 응답가속도 산정에 쓰이는 풍속의 재현기간(단기, 1년)을 혼동하면 안 된다. 거주성은 '가끔 있는 정도의 바람에도 사람이 불편함을 느끼는가'를 보는 것이므로 아주 드문 초강풍(장기 재현기간)이 아니라 자주 발생하는 바람(짧은 재현기간)을 기준으로 삼는다는 논리를 이해하면 숫자를 외우지 않고도 오류를 잡아낼 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '거주성', '응답가속도', '재현기간 몇 년'이라는 표현이 함께 나오면 먼저 그 숫자가 1년인지 확인한다. 안전성(구조 내력) 관련 재현기간 숫자와 거주성(쾌적성) 관련 재현기간 숫자를 서로 바꿔치기하는 것이 이 유형의 전형적인 함정이므로, 문장이 '안전을 위한 설계풍하중'을 말하는지 '거주성(쾌적성)을 위한 응답가속도'를 말하는지부터 구분한 뒤 숫자를 대조한다.

암기 포인트

거주성 응답가속도 산정 → 재현기간 1년 풍속 기준(구조 안전성 검토용 풍속과는 별개). 풍하중 산정 → 건물 양면 풍압의 대수합 고려. 풍동실험 단면폐쇄율 → 실험단면의 8% 미만.

NoteBase

문 3. 건축물 강구조 설계기준에서 인장재 설계 시 유효순단면적A_e을 산정할 때, 계수U를 사용하는 이유는?

① 전단지연 영향을 고려하기 위하여

② 파단면의 삼축응력효과를 고려하기 위하여

③ 잔류응력집중 현상을 고려하기 위하여

④ 면외좌굴의 영향을 고려하기 위하여

정답 1번

출제 포인트

인장재의 유효순단면적 $A_e = UA_n$을 산정할 때 전단지연계수(shear lag factor) U를 곱하는 이유를 묻는다. 접합부에서 부재 단면의 일부만 접합되어 힘이 전달될 때 나타나는 응력 전달의 불균일 현상을 이해하고 있는지 확인하는 개념 문제이다.

핵심 개념

인장재가 접합부에서 앵글, ㄷ형강, H형강의 플랜지 등 단면 일부만 볼트나 용접으로 접합되면, 접합되지 않은 부분에는 힘이 늦게 전달되어 단면 전체가 동시에 항복에 이르지 못하는 전단지연(shear lag) 현상이 발생한다. 이 때문에 순단면적 A_n을 그대로 쓰지 않고 접합 편심 정도에 따른 감소계수 $U(\leq 1)$를 곱한 유효순단면적 $A_e = UA_n$을 사용하여 실제 인장강도를 안전 측으로 평가한다. U는 접합부의 편심거리 $\bar{x}$와 부재 길이 l의 비로 $U = 1 - \bar{x}/l$와 같이 산정되며, 접합면이 넓고 편심이 작을수록 1에 가까워진다.

선지별 해설

① 전단지연 영향을 고려하기 위하여 → 옳다. 계수 U는 접합부에서 단면 일부만 힘을 전달받아 발생하는 전단지연 효과를 반영해 유효순단면적을 감소시키는 값이다.
② 파단면의 삼축응력효과를 고려하기 위하여 → 틀린 설명이다. 삼축응력효과는 노치나 급격한 단면 변화부에서 취성파괴와 관련된 개념으로, 유효순단면적 산정의 계수 U와는 관계가 없다.
③ 잔류응력집중 현상을 고려하기 위하여 → 틀린 설명이다. 잔류응력은 용접이나 냉간가공 등 제작 과정에서 부재에 남는 응력으로, 좌굴강도 등에 영향을 주는 개념이며 유효순단면적의 U와는 무관하다.
④ 면외좌굴의 영향을 고려하기 위하여 → 틀린 설명이다. 면외좌굴은 압축재나 보의 안정성과 관련된 현상으로, 인장재의 유효순단면적 산정과는 관련이 없다.

오답 포인트

삼축응력효과, 잔류응력집중, 면외좌굴은 모두 강구조에서 등장하는 실제 개념이지만 각각 취성파괴, 좌굴강도 저하, 압축·휨부재의 안정성과 관련된 것이지 인장재 접합부의 힘 전달 불균일과는 관계가 없다. 계수 U가 무엇을 보정하는 값인지, 즉 접합되지 않은 부분으로의 힘 전달 지연을 보정한다는 점을 정확히 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 유효순단면적, 계수 U, 접합부 편심이라는 단어가 함께 나오면 항상 전단지연 개념 문제로 판단한다. 다른 보기에 삼축응력, 잔류응력, 좌굴 등 그럴듯한 강구조 용어가 섞여 나와도, 그 용어들이 접합부의 부분 접합과 힘 전달 문제를 설명하는지를 기준으로 소거한다.

암기 포인트

$A_e = UA_n$, $U = 1 - \bar{x}/l$로 기억하고, U는 곧 전단지연계수(shear lag factor)라는 것을 하나의 짝으로 외워 둔다.

NoteBase

문 4. 건축물 내진설계기준에서 지진하중의 계산 및 구조해석 시 동적해석법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 동적해석법의 해석방법에는 응답스펙트럼해석법, 선형시간이력해석법 및 비선형시간이력해석법이 있다.

② 응답스펙트럼해석법에서 밑면전단력, 층전단력 등의 설계값은 각 모드의 영향을 제곱합제곱근법(SRSS) 또는 완전2차조합법(CQC)으로 조합하여 구한다. 단, 일련된 각 모드의 주기차이가 25% 이내일 때에는 제곱합제곱근법(SRSS)을 사용하여야 한다.

③ 응답스펙트럼해석법의 모드특성에서 해석에 포함되는 모드개수는 직교하는 각 방향에 대해서 질량참여율이 90% 이상이 되도록 결정한다.

④ 시간이력해석법에서 지반운동의 영향을 직접적으로 고려하기 위하여 구조물 인접지반을 포함하여 해석을 수행할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00)에서 규정하는 동적해석법의 종류와 응답스펙트럼해석법의 모드 조합 규정(SRSS·CQC 사용 기준), 유효 질량참여율 기준, 시간이력해석법의 지반-구조물 상호작용 반영 방법을 정확히 알고 있는지를 묻는다.

핵심 개념

동적해석법은 응답스펙트럼해석법, 선형시간이력해석법, 비선형시간이력해석법으로 구분된다. 응답스펙트럼해석법에서 밑면전단력·층전단력 등의 설계값은 각 모드의 영향을 제곱합제곱근법(SRSS) 또는 완전2차조합법(CQC)으로 조합하여 구하는데, 인접한 모드 간 고유주기 차이가 25% 이내로 가까운 경우에는 모드 간 상관성을 고려할 수 있는 완전2차조합법(CQC)을 사용하여야 한다. 반대로 주기 차이가 25%를 넘어 모드 간 독립성이 충분히 확보되는 경우에는 제곱합제곱근법(SRSS)을 사용할 수 있다. 즉 문제의 설명은 SRSS와 CQC의 적용 조건이 서로 뒤바뀌어 있다. 한편 해석에 포함되는 모드개수는 직교하는 각 방향에 대해 유효 질량참여율이 90% 이상이 되도록 결정하며, 시간이력해석법에서는 구조물과 인접지반을 함께 모델링하여 지반운동의 영향(지반-구조물 상호작용)을 직접적으로 고려하는 해석을 수행할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① 동적해석법의 해석방법에는 응답스펙트럼해석법, 선형시간이력해석법 및 비선형시간이력해석법이 있다는 설명은 옳다. 이 세 가지가 건축물 내진설계기준이 규정하는 동적해석법의 전부이다.
② 옳지 않다. 응답스펙트럼해석법에서 각 모드의 영향을 SRSS 또는 CQC로 조합하는 것은 맞지만, 일련된 모드의 주기차이가 25% 이내로 가까울 때에는 모드 간 상관성이 커지므로 완전2차조합법(CQC)을 사용하여야 한다. 문제의 진술처럼 이때 SRSS를 사용해야 한다는 것은 적용 기준이 반대로 되어 있으므로 틀린 설명이다.
③ 응답스펙트럼해석법의 모드특성에서 해석에 포함되는 모드개수를 직교하는 각 방향에 대해 유효질량참여율이 90% 이상이 되도록 정한다는 설명은 옳다.
④ 시간이력해석법에서 지반운동의 영향을 직접적으로 고려하기 위해 구조물과 인접지반을 함께 포함하여 해석을 수행할 수 있다는 설명은 옳다.

오답 포인트

SRSS와 CQC의 적용 조건을 서로 반대로 외워 두면 이런 유형의 문제에서 함정에 빠지기 쉽다. '주기차이가 작다(모드가 서로 가깝다)'는 것은 모드 간 상관성이 크다는 뜻이므로, 이럴 때일수록 상관성을 반영하는 CQC가 필요하다는 점을 기억해 둔다. 주기차이가 충분히 크면(모드가 서로 독립적이면) 상관항을 무시하는 SRSS로도 충분하다.

다시 나오면 이렇게 판단

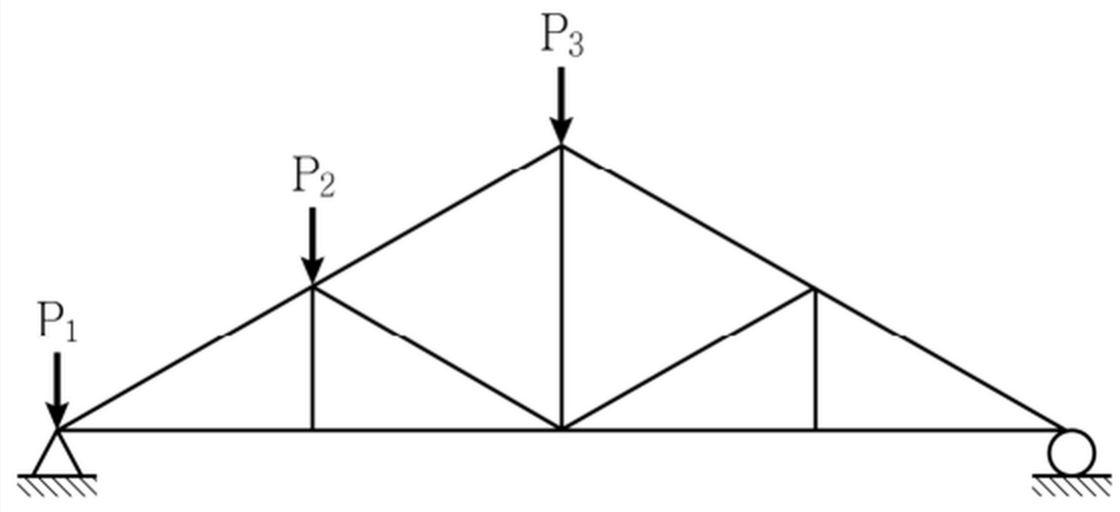
동적해석법 관련 지문에서는 먼저 세 가지 해석법의 명칭(응답스펙트럼·선형시간이력·비선형시간이력)이 맞는지 확인하고, 이어서 SRSS·CQC 조합 기준(주기차이 25% 이내 → CQC), 유효 질량참여율 기준(90% 이상), 시간이력해석법에서의 지반-구조물 상호작용 반영 가능 여부를 각각 대조하며 옳고 그름을 가린다.

암기 포인트

동적해석법=응답스펙트럼해석법·선형시간이력해석법·비선형시간이력해석법. 모드 주기차이 25% 이내 → CQC 사용(SRSS 아님). 모드개수 결정 기준 → 직교하는 각 방향 유효 질량참여율 90% 이상. 시간이력해석법은 인접지반을 포함해 지반-구조물 상호작용을 직접 해석할 수 있다.

NoteBase

문 5. 그림과 같은 트러스에서 부재력이 '0'인 부재의 개수는? (단, 모든 부재의 강성은 같고 자중은 무시하며, 하중 P_1, P_2, P_3는 0보다 크다)



① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 3번

출제 포인트

트러스 절점법에서 하중이 작용하지 않는 절점에 모이는 부재 중 두 부재가 일직선(공선)이고 나머지 한 부재가 그 선과 다른 방향일 때, 그 한 부재의 부재력이 0이 됨을 판별하는 능력을 묻는다. 이 판별을 한 번으로 끝내지 않고 연쇄적으로 적용할 수 있는지가 핵심이다.

조건 정리

좌측 A는 핀지점, 우측 E는 롤러지점이고 P1은 A, P2는 B, P3는 정점 C에 각각 하향으로 작용한다(모두 0보다 큼). 하현재는 A-F1-F2-F3-E의 수평 일직선이고, 상현재는 A-B-C(좌측 경사, 일직선)와 C-D-E(우측 경사, 일직선)로 정점 C에서 꺾인다. 수직재는 F1-B, F2-C(정점 아래), F3-D이고, 대각재는 B-F2와 F2-D 두 개뿐이다. 외력이 없는 절점은 F1, F3, D이다.

사용할 공식

절점법의 부재력 0 판별 규칙 두 가지를 쓴다. 1) 한 절점에 부재가 2개만 모이고 두 부재가 서로 평행(일직선)이 아니며 그 절점에 외력이 없으면 두 부재 모두 0이다. 2) 한 절점에 부재가 3개 모이고 이 중 2개가 일직선(공선)이며 그 절점에 외력이 없으면, 나머지 1개 부재는 0이다.

NoteBase

계산 과정

① F1 절점: A-F1과 F1-F2(하현재, 일직선)에 F1-B(수직재)가 모이고 F1에는 외력이 없다. 공식 2)에 의해 F1-B = 0이다.
② F3 절점: F2-F3과 F3-E(하현재, 일직선)에 F3-D(수직재)가 모이고 F3에는 외력이 없다. 같은 원리로 F3-D = 0이다.
③ D 절점(연쇄 판정): D에는 C-D와 D-E(상현재, 일직선인 우측 경사)에 F3-D(이미 0으로 확인됨)와 대각재 F2-D가 모이는데, D에는 외력이 없다. F3-D = 0이므로 D에는 사실상 일직선인 두 부재(C-D, D-E)와 나머지 한 부재(F2-D)만 유효하게 남아 공식 2)를 다시 적용하면 F2-D = 0이다.
④ B 절점: A-B와 B-C(상현재, 일직선)에 F1-B(=0)와 대각재 B-F2가 모이지만, B에는 하중 P2가 작용한다. P2의 분력을 부담할 부재가 대각재 B-F2뿐이므로 B-F2는 0이 될 수 없다.
⑤ 정점 C: B-C와 C-D는 정점에서 꺾여 일직선이 아니고 하중 P3까지 작용하므로 0 판별 규칙이 적용되지 않아 B-C, C-D, F2-C 모두 0이 아니다.
⑥ F2 절점: F2-D = 0을 제외하면 하현재(F1-F2, F2-F3)에 F2-C(수직재)와 B-F2(대각재) 두 개의 비평행 부재가 남아 규칙 적용 조건(비평행 부재 1개)을 만족하지 못하므로 더 이상 0을 판별할 수 없다.
따라서 부재력이 0인 부재는 F1-B, F3-D, F2-D로 모두 3개이다.

선지 판단

①1: 부재력 0인 부재를 1개로만 본 것으로, F1-B 또는 F3-D 하나만 찾고 D 절점에서의 연쇄 판정(F2-D)까지 이어가지 못한 경우이다.
②2: F1-B와 F3-D 두 개만 0으로 확인하고, F3-D = 0을 D 절점에 대입하면 F2-D도 0이 된다는 연쇄 판정을 하지 않은 경우이다.
③3: F1-B, F3-D, F2-D 세 부재 모두 하중 없는 절점에서의 판별 규칙과 D 절점에서의 연쇄 판정으로 확인되므로 정답이다.
④4: 하중이 작용하는 절점(B)에 연결되었거나 비평행 부재가 둘 이상 남는 절점(F2)에 속한 부재(B-F2, F2-C 등)까지 0으로 잘못 포함시킨 경우이다.

오답 포인트

부재력 0 판별은 한 번의 관찰로 끝나는 것이 아니라 연쇄적으로 적용해야 한다. 먼저 하중이 없는 절점(F1, F3)에서 0 부재를 찾은 뒤, 그 결과(F3-D = 0)를 다음 절점(D)에 대입해 추가로 0 부재(F2-D)를 찾아야 한다. 이 연쇄를 놓치면 개수를 과소평가(①, ②)하게 된다. 반대로 하중이 작용하는 절점이나 비평행 부재가 둘 이상 남는 절점까지 규칙을 무리하게 적용하면 개수를 과대평가(④)하게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

트러스 그림에서 먼저 외력이 없는 절점부터 표시한다. 그 절점에 부재가 3개 모이고 그중 2개가 일직선이면 나머지 1개는 0이다(부재가 2개뿐이고 비평행이면 둘 다 0). 0으로 밝혀진 부재는 그것이 연결된 다음 절점에서 '없는 부재'로 취급하고 그 절점을 다시 검토한다. 이 연쇄 판정을 부재가 더 0이 되지 않을 때까지 반복한다. 하중이 작용하는 절점이나 부재 방향이 꺾이는 절점(정점 등)에는 이 규칙을 적용하지 않는다.

암기 포인트

무하중 절점의 두 규칙 — '비평행 2부재·무하중 → 둘 다 0', '3부재 중 2개 공선·무하중 → 나머지 1개 0' — 을 순서대로 찾고, 0으로 밝혀진 부재는 다음 절점에서 제외하며 연쇄적으로 재검토한다.

NoteBase

문 6. 목구조 방화설계에서 내화설계 시 주요구조부의 내화성능기준으로 옳지 않은 것은?

① 외벽의 비내력벽 중 연소 우려가 없는 부분: 0.5시간

② 내벽: 1 ~ 3시간

③ 보 · 기둥: 0.5 ~ 2시간

④ 지붕틀: 0.5 ~ 1시간

정답 3번

출제 포인트

목구조 건축물의 방화설계에서 주요구조부(내력벽, 비내력벽, 기둥, 보, 바닥, 지붕틀 등)별로 요구되는 내화성능기준(내화시간)의 범위를 정확히 구분해서 알고 있는지 묻는 문제이다. 부위별 내화시간은 부재가 담당하는 하중 전달 역할과 화재 시 붕괴 위험도에 따라 다르게 설정되어 있으므로, 이를 서로 혼동하지 않는 것이 핵심이다.

핵심 개념

주요구조부의 내화성능기준은 부재의 중요도(하중 전달 여부, 붕괴 시 파급 범위)에 따라 등급이 나뉜다. 내력벽·기둥·보와 같이 건물 전체의 구조 안전을 직접 담당하는 수직·수평 주요 부재는 1 ~ 3시간의 비교적 높은 내화시간이 요구된다. 반면 외벽의 비내력벽 중 연소 우려가 없는 부분처럼 하중을 담당하지 않고 화재 확산 위험도 낮은 부위는 0.5시간으로 완화된다. 지붕틀은 상부에 위치해 화재 시 조기 붕괴가 허용되는 부재로 분류되어 0.5 ~ 1시간의 낮은 기준이 적용된다. 즉 기둥과 보는 내력벽과 마찬가지로 건물의 주된 구조 골격을 이루므로 내력벽(내벽)과 같은 1 ~ 3시간 등급으로 묶이는 것이 원칙이며, 바닥이나 지붕틀처럼 별도로 완화된 짧은 시간 등급을 적용받지 않는다.

선지별 해설

① 외벽의 비내력벽 중 연소 우려가 없는 부분: 0.5시간 → O. 하중을 부담하지 않고 인접 대지경계선 등으로부터 연소 우려도 없는 부위이므로 가장 완화된 0.5시간 기준이 적용된다.

② 내벽: 1 ~ 3시간 → O. 내벽은 건물 내부의 구획 및 구조 안전에 관여하는 주요구조부로서 1 ~ 3시간의 내화성능이 요구된다.

③ 보·기둥: 0.5 ~ 2시간 → X. 보와 기둥은 건물의 하중을 직접 지지하는 핵심 수직·수평 부재로 내벽과 동일하게 1 ~ 3시간의 내화성능기준이 적용되어야 한다. 0.5 ~ 2시간은 보·기둥에 적용되는 기준이 아니므로 틀린 표현이다. 틀린 표현 → 올바른 표현: '보·기둥: 0.5 ~ 2시간' → '보·기둥: 1 ~ 3시간'.

④ 지붕틀: 0.5 ~ 1시간 → O. 지붕틀은 화재 시 조기 붕괴가 다른 부위보다 상대적으로 허용되는 상부 부재이므로 0.5 ~ 1시간의 완화된 기준이 적용된다.

NoteBase

오답 포인트

보와 기둥을 바닥이나 지붕틀처럼 완화된 등급의 부재로 착각하면 안 된다. 보·기둥은 내력벽·내벽과 함께 건물의 주된 구조 골격을 이루는 부재이므로 가장 높은 등급인 1 ~ 3시간 기준을 적용받는다. 부위별 내화시간 범위의 숫자만 암기하면 각 부재에 어느 범위가 연결되는지 뒤바뀌기 쉬우므로, '하중을 직접 지지하는 주요 구조 부재(내력벽·기둥·보)는 높은 등급, 하중을 지지하지 않거나 상부에 위치한 부재(비내력벽·지붕틀)는 낮은 등급'이라는 원리로 함께 기억해 둔다.

다시 나오면 이렇게 판단

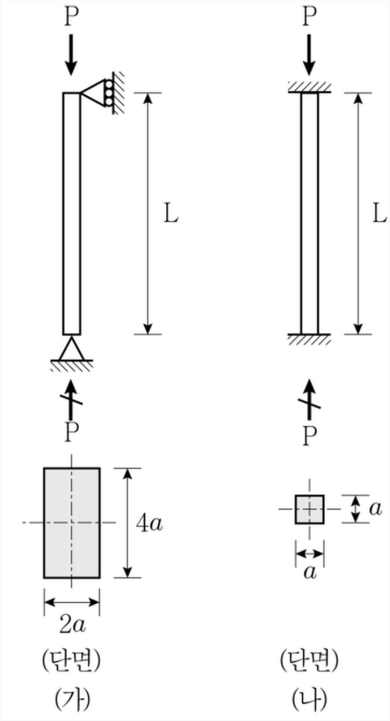
선지에 '보·기둥', '기둥', '보'가 단독으로 제시되면 내벽·내력벽과 같은 등급인 1 ~ 3시간이 맞는지부터 확인한다. 반대로 '외벽 비내력벽(연소 우려 없음)'이나 '지붕틀'이 제시되면 완화된 시간(각각 0.5시간, 0.5 ~ 1시간)인지를 확인한다. 숫자 범위가 서로 뒤바뀌어 제시된 오답 패턴(예: 완화 대상 부재에 높은 시간을, 주요 구조 부재에 낮은 시간을 배치)에 유의한다.

암기 포인트

내력벽·내벽·기둥·보 = 1 ~ 3시간(주된 구조 골격), 외벽 비내력벽 중 연소 우려 없는 부분 = 0.5시간(가장 완화), 지붕틀 = 0.5 ~ 1시간(상부 부재, 조기 붕괴 허용)으로 세 그룹으로 나누어 기억해 둔다.

NoteBase

문 7. 그림과 같은 지지조건과 단면을 갖는 기둥 (가)와 기둥 (나)의 면내탄성좌굴하중의 비[P_cr(가)/P_cr(나)]는? (단, 기둥의 길이와 재질은 모두 같고 자중은 무시하며, 유효좌굴길이계수는 이론값을 사용하고 면외방향좌굴은 발생하지 않는다)



① 2

② 8

③ 32

④ 64

정답 2번

출제 포인트

지지조건이 다른 두 기둥의 유효좌굴길이계수(K)와 단면 2차모멘트(I)를 각각 구하여 탄성좌굴하중 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$의 비를 계산하는 문제이다. 면외방향좌굴은 발생하지 않는다는 조건이 있으므로 면내(그림 평면 내) 방향의 휨만 고려하면 된다.

NoteBase

조건 정리

기둥 (가)는 하단이 핀지지, 상단은 벽에 롤러(핀 형태)로 지지되어 있어 회전은 자유롭고 기둥 축에 직각인 이동이 양단에서 구속되므로 양단 핀지지와 동일하게 거동한다. 따라서 유효좌굴길이계수는 K_가=1.0이다. 기둥 (나)는 상하단이 모두 벽체에 매입된 고정지지이므로 K_나=0.5이다. 두 기둥의 길이 L과 탄성계수 E는 동일하다. 기둥 (가)의 단면은 가로 2a, 세로 4a인 직사각형이고, 기둥 (나)의 단면은 한 변이 a인 정사각형이며, 면내 휨(그림 평면 내 처짐)이 일어나는 방향의 폭이 (가)에서는 2a가 된다.

사용할 공식

$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$

직사각형 단면의 2차모멘트 $I = \frac{bh^3}{12}$ (h: 휨이 일어나는 방향의 변의 길이, b: 그와 직각 방향의 변의 길이)

계산 과정

기둥 (가)의 단면 2차모멘트는 면내 휨방향 변의 길이가 2a이므로
I_가=((4a)(2a)^3)/(12)=(32a^4)/(12)=(8a^4)/(3)
기둥 (나)의 단면 2차모멘트는 I_나=((a)(a)^3)/(12)=(a^4)/(12)
따라서 단면 2차모멘트의 비는 (I_가)/(I_나)=(8a^4/3)/(a^4/12)=32
좌굴하중의 비는
(P_cr(가))/(P_cr(나))=(I_가)/(I_나)·≤ft((K_나L)/(K_가L))^2=32×≤ft((0.5)/(1.0))^2=32×0.25=8

선지 판단

① 2: 유효좌굴길이계수 비만 반영하고 단면 2차모멘트의 비를 잘못 적용하거나 단면 방향을 반대로 취했을 때 나올 수 있는 오답이다. X
② 8: 단면 2차모멘트 비 32와 유효좌굴길이계수 비의 제곱 0.25를 올바르게 곱한 값과 일치한다. O
③ 32: 유효좌굴길이계수 차이를 반영하지 않고 단면 2차모멘트의 비만 계산했을 때 나오는 값이다. X
④ 64: 단면 2차모멘트 비를 구할 때 휨방향 변의 길이를 반대로(4a를 h로) 적용하면 나올 수 있는 값과 유효좌굴길이계수 조건을 다르게 적용했을 때 혼동되는 값이다. X

오답 포인트

직사각형 단면에서 2차모멘트를 구할 때 세제곱 하는 변이 어느 방향의 변인지를 혼동하면 답이 크게 달라진다. 면내 휨이 일어나는 방향(그림에서 기둥이 좌우로 휘는 방향)에 놓인 변의 길이를 세제곱해야 하며, 그와 직각 방향의 변은 폭 b로 그대로 곱해 준다. 또한 지지조건에서 벽에 롤러(핀)로 결합된 경우와 벽체에 매입되어 고정된 경우를 구분하지 못하면 유효좌굴길이계수를 잘못 적용하게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

두 기둥의 좌굴하중 비를 물으면 먼저 각 기둥의 지지조건을 보고 유효좌굴길이계수 K를 정확히 판정한 다음, 단면에서 면내 휨방향에 해당하는 변을 세제곱하여 I를 구한다. 마지막으로 $P_{cr} \propto I/(KL)^2$ 관계에 따라 두 값의 비를 곱셈으로 정리하면 실수를 줄일 수 있다.

암기 포인트

유효좌굴길이계수: 양단 핀지지 $K = 1.0$, 양단 고정지지 $K = 0.5$, 일단고정·타단핀 $K = 0.7$, 일단고정·타단자유 $K = 2.0$. 직사각형 단면의 2차모멘트는 $I = \frac{bh^3}{12}$이며 h는 휨이 일어나는 방향의 변임을 항상 확인한다.

NoteBase

문 8. 건축물 강구조 설계기준에서 강축휨을 받는 2축대칭 H형강 또는 ㄷ형강 콤팩트(조밀)단면 부재의 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 소성휨모멘트(M_p)는 강재의 항복강도(F_y)에 강축(x축)에 대한 소성단면계수(Z_x)를 곱하여 산정한다.

② 보의 비지지길이(L_b)가 소성한계비지지길이(L_p) 이하인 경우 부재의 공칭모멘트(M_n)는 소성휨모멘트(M_p)가 된다.

③ 보의 비지지길이(L_b) 내에서 휨모멘트의 분포형태가 횡좌굴모멘트에 미치는 영향을 고려하기 위해 횡좌굴모멘트수정계수(C_b)를 적용한다.

④ 보의 비지지길이(L_b)가 탄성한계비지지길이(L_r)를 초과하는 경우 부재단면이 항복상태에 도달한 후 탄성횡좌굴이 발생한다.

정답 4번

출제 포인트

강축휨을 받는 2축대칭 H형강·ㄷ형강 콤팩트단면 보의 횡좌굴(횡비틀림좌굴) 설계 개념을 묻는 문항이다. 비지지길이(Lb)의 크기에 따라 소성구간·비탄성좌굴구간·탄성좌굴구간의 세 구간으로 나뉘고, 각 구간에서 공칭휨강도(Mn)를 산정하는 방식이 다르다는 점을 정확히 구분할 수 있는지가 핵심이다.

조건 정리

부재는 강축(x축)에 대해 휨을 받는 2축대칭 H형강 또는 ㄷ형강이며 단면은 콤팩트(조밀)단면이다. 비지지길이 Lb와 두 한계길이인 소성한계비지지길이 Lp, 탄성한계비지지길이 Lr의 대소관계에 따라 부재의 거동과 공칭모멘트 산정식이 결정된다.

사용할 공식

소성휨모멘트: $M_p = F_y Z_x$

구간 1 (Lb ≤ Lp): $M_n = M_p$

구간 2 (Lp < Lb ≤ Lr): $M_n = C_b\left[M_p - (M_p - 0.7F_yS_x)\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right] \le M_p$

구간 3 (Lb > Lr): $M_n = F_{cr}S_x \le M_p$ (여기서 F_{cr}은 탄성횡좌굴응력)

NoteBase

계산 과정

각 선지를 위 세 구간의 정의와 대조한다.
① Mp는 항복강도 Fy에 강축 소성단면계수 Zx를 곱한 값으로 정의되므로 $M_p = F_y Z_x$ 그대로이며 옳은 설명이다.
② Lb가 Lp 이하이면 구간 1에 해당하여 단면 전체가 소성화될 때까지 횡좌굴이 일어나지 않으므로 공칭모멘트는 소성휨모멘트 그 자체, 즉 $M_n = M_p$가 된다. 옳은 설명이다.
③ Lb 구간 내 휨모멘트 분포가 균등하지 않을 때(구간 양 끝 모멘트 차이, 중간에 최대 모멘트가 생기는 경우 등) 실제 횡좌굴강도는 등분포 모멘트를 가정한 값보다 커질 수 있으므로 이를 반영하는 보정계수가 횡좌굴모멘트수정계수 Cb이며, 구간 2와 구간 3의 공칭모멘트 산정에 곱해진다. 옳은 설명이다.
④ Lb가 Lr을 초과하면 구간 3에 해당한다. 이 구간은 단면이 항복에 이르기 전에 탄성 범위 내에서 횡좌굴이 발생하는 구간이므로 명칭 자체가 '탄성횡좌굴'이다. 즉 부재단면이 먼저 항복상태에 도달한 후 탄성횡좌굴이 뒤따르는 것이 아니라, 항복에 도달하기 전에 탄성상태에서 좌굴이 발생하여 강도가 지배된다. 따라서 '항복상태에 도달한 후 탄성횡좌굴이 발생한다'는 설명은 순서가 뒤바뀐 틀린 설명이다 → 올바른 표현은 '단면이 항복에 이르기 전에 탄성 범위에서 횡좌굴이 발생한다'이다.

선지 판단

① Mp = Fy · Zx → 소성휨모멘트의 정의와 일치하여 옳음(O).
② Lb ≤ Lp일 때 Mn = Mp → 소성구간의 정의와 일치하여 옳음(O).
③ Lb 내 휨모멘트 분포 영향을 Cb로 보정 → 횡좌굴모멘트수정계수의 역할과 일치하여 옳음(O).
④ Lb > Lr일 때 항복 후 탄성횡좌굴 발생 → 틀린 표현. 탄성횡좌굴은 항복 이전에 탄성상태에서 발생하는 좌굴이므로 순서가 반대로 서술되어 옳지 않음(X) → 올바른 표현은 '항복에 도달하기 전에 탄성횡좌굴이 발생한다'이다.

오답 포인트

탄성횡좌굴(구간 3)과 비탄성횡좌굴(구간 2)을 혼동하면 ④를 옳은 설명으로 착각하기 쉽다. 비탄성횡좌굴은 단면 일부가 항복에 도달한 상태에서 좌굴이 진행되는 구간(Lp < Lb ≤ Lr)이고, 탄성횡좌굴은 단면이 전혀 항복하지 않은 완전 탄성 상태에서 좌굴이 지배하는 구간(Lb > Lr)이다. '탄성'이라는 이름 자체가 항복이 일어나기 전 상태를 뜻한다는 점을 기준으로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

비지지길이 Lb와 Lp, Lr의 대소 비교 문제가 나오면 먼저 세 구간(소성구간·비탄성좌굴구간·탄성좌굴구간)을 각각의 공칭모멘트 산정식과 함께 떠올린다. 그다음 각 구간에서 단면이 항복하는지 여부를 짝지어 판단한다: Lb ≤ Lp는 완전소성, Lp < Lb ≤ Lr은 부분항복(비탄성), Lb > Lr은 무항복(탄성) 순으로 정리하면 순서가 뒤바뀐 선지를 바로 걸러낼 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

Mp = Fy·Zx / Lb ≤ Lp → Mn = Mp(소성) / Lp < Lb ≤ Lr → 비탄성횡좌굴(Cb 적용, 부분항복) / Lb > Lr → 탄성횡좌굴(항복 전에 좌굴 발생)로 3구간을 한 세트로 암기해 둔다.

NoteBase

문 9. 다음은 조적식 구조 설계일반사항에서 재하시험을 설명한 것이다. (가)~(다)에 들어갈 수치를 바르게 연결한 것은?

하중시험이 필요한 경우에는 해당부재나 구조체의 해당 부위에 설계활하중의 (가)배에 고정하중의 (나)배를 합한 하중을 (다)시간 동안 작용시킨 후 하중을 제거한다. 시험 도중이나 하중의 제거 후에 부재나 구조체 해당 부위에 파괴현상이 생기면 파괴현상 발생 시의 하중까지 지지할 수 있는 것으로 등급을 매기거나 그보다 하향조정한다.

① (가): 0.5, (나): 2, (다): 12

② (가): 2, (나): 0.5, (다): 12

③ (가): 0.5, (나): 2, (다): 24

④ (가): 2, (나): 0.5, (다): 24

정답 4번

쟁점

조적식 구조 설계일반사항의 재하시험(하중시험) 규정에서 시험용 재하하중을 구성하는 계수와 재하 지속시간을 정확히 아는지 묻는다. 재하하중은 '설계활하중의 (가)배 + 고정하중의 (나)배'로 구성되고, 이 하중을 '(다)시간' 동안 작용시킨 뒤 제거한다. 기준값은 (가)=2, (나)=0.5, (다)=24이다.

용어 풀이

재하시험(하중시험): 설계 강도나 안전성이 계산만으로 확인되지 않을 때 실제 부재·구조체에 규정된 시험하중을 걸어 처짐·균열·파괴 여부를 관찰해 성능을 판정하는 검사이다.
설계활하중: 사람·가구·적재물 등 이동·변동하는 하중으로 설계에 반영한 값이다.
고정하중: 구조체 자중, 마감 등 위치가 고정된 영구하중이다.

핵심 구분

재하하중 계수는 활하중과 고정하중에 서로 다른 배수를 곱한다는 점이 핵심이다. 변동성이 큰 활하중에는 큰 계수 2배를, 예측이 비교적 정확한 고정하중에는 작은 계수 0.5배를 적용한다. 즉 '활하중 2배, 고정하중 0.5배'로 짝이 고정되어 있고, 재하 지속시간은 12시간이 아니라 24시간이다. (가)와 (나)의 값을 서로 바꾸거나 (다)를 12로 착각하는 것이 대표적인 오답 유도이다.

NoteBase

선지별 해설

① (가) 0.5, (나) 2, (다) 12 → X: 활하중과 고정하중 계수가 뒤바뀌었고 시간도 짧다. 활하중이 2배, 고정하중이 0.5배, 시간은 24시간이어야 한다.
② (가) 2, (나) 0.5, (다) 12 → X: 계수 짝(2배, 0.5배)은 옳으나 재하 지속시간이 12시간으로 틀렸다. 24시간이 옳다.
③ (가) 0.5, (나) 2, (다) 24 → X: 시간 24시간은 옳으나 활하중·고정하중 계수가 뒤바뀌었다. 활하중 2배, 고정하중 0.5배여야 한다.
④ (가) 2, (나) 0.5, (다) 24 → O: 설계활하중의 2배에 고정하중의 0.5배를 합한 하중을 24시간 동안 작용시킨 후 제거하는 규정과 정확히 일치한다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 (가)와 (나)를 뒤집어 '활하중 0.5배, 고정하중 2배'로 외우는 것이다. 변동이 큰 활하중에 더 큰 계수를 준다는 원리로 방향을 잡으면 헷갈리지 않는다. 또 하나는 지속시간을 12시간으로 기억하는 것인데, 재하 유지시간은 24시간이다. ②와 ④를 놓고 시간만 다르다는 점에서 갈리므로 24시간을 확실히 기억해 두어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

재하시험 문항은 '활하중 계수 · 고정하중 계수 · 지속시간' 세 값의 조합으로 출제된다. 계수 짝은 항상 '활하중 2배 + 고정하중 0.5배'로 고정이고, 지속시간은 24시간이라는 두 사실만 확정하면 정답이 하나로 좁혀진다. 선지 배열이 값만 섞여 나오므로 세 숫자 2·0.5·24를 세트로 떠올려 대조한다.

암기 포인트

조적식 구조 재하시험: 재하하중 = 설계활하중 × 2 + 고정하중 × 0.5, 재하 지속시간 = 24시간. '활 둘, 고 반, 하루(24)'로 묶어 외워 둔다.

NoteBase

문 10. 건축물 내진설계기준에서 지하구조물의 내진설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지하구조 강성이 지상구조의 강성보다 매우 큰 경우 지상구조와 지하구조를 분리하여 해석할 수 있다.

② 지하구조와 지상구조로 구성된 건축물에서 지상구조물의 지진력저항시스템의 설계계수는 지상구조물의 구조형식에 따라 결정하고 높이제한규정 적용 시 지하구조물의 높이를 산입한다.

③ 지진하중과 설계지진토압에 대하여 지상구조와 지하구조가 안전하도록 설계해야 한다.

④ 지하구조에 대한 근사적인 설계방법으로 설계지진토압을 포함하는 모든 횡하중을 횡하중에 평행한 외벽이 지지하도록 설계할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

건축물 내진설계기준에서 지하구조물을 포함한 건축물의 내진해석·설계 원칙을 얼마나 정확히 알고 있는지를 묻는다. 지하구조와 지상구조를 언제 분리해석할 수 있는지, 지진력저항시스템의 설계계수를 무엇 기준으로 정하는지, 건축물 높이제한 규정을 적용할 때 지하 부분을 어떻게 다루는지, 지하구조 설계 시 지진하중과 설계지진토압을 함께 고려하는지, 지하구조에 대한 근사적 설계방법이 무엇인지를 각 선지에서 하나씩 확인시킨다.

핵심 개념

지하구조와 지상구조가 함께 있는 건축물의 내진설계에서는 지상구조물의 지진력저항시스템 설계계수를 지상구조물의 구조형식에 따라 정하는 것이 원칙이다. 다만 건축물의 높이제한 규정을 적용할 때에는 지반 아래에 있는 지하구조물의 높이는 산입하지 않고 지상구조물의 높이만을 기준으로 판단한다. 이는 지하구조물이 흙에 둘러싸여 있어 지상구조물과 거동 특성이 다르고, 높이제한이 지상 노출부의 붕괴 위험성 관리를 목적으로 하기 때문이다. 한편 지하구조 강성이 지상구조 강성보다 매우 커서 지상구조의 거동에 미치는 영향이 미미한 경우에는 지상구조와 지하구조를 분리하여 해석할 수 있다. 지하구조 자체는 지진하중뿐 아니라 지진 시 발생하는 설계지진토압에 대해서도 안전하도록 설계해야 하며, 그 근사적 설계방법으로는 설계지진토압을 포함한 모든 횡하중을 횡하중과 평행한 방향의 외벽이 부담하도록 하는 방법이 인정된다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 지하구조 강성이 지상구조 강성보다 매우 큰 경우에는 지하구조가 지상구조의 거동에 미치는 상호작용이 작아지므로 지상구조와 지하구조를 분리하여 해석하는 것이 허용된다.
② X: 지상구조물의 지진력저항시스템 설계계수를 지상구조물의 구조형식에 따라 정한다는 부분은 옳다. 그러나 건축물의 높이제한규정을 적용할 때에는 지하구조물의 높이를 산입하지 않고 지상구조물의 높이만으로 판단하는 것이 원칙이다. 틀린 표현 → 올바른 표현: "지하구조물의 높이를 산입한다" → "지하구조물의 높이는 산입하지 않는다".
③ O: 지하구조는 지진하중과 함께 지진 시 발생하는 설계지진토압에 대해서도 안전하도록 설계해야 하며, 지상구조 역시 지진하중에 대해 안전하도록 설계해야 한다는 원칙에 부합한다.
④ O: 지하구조에 대한 근사적인 설계방법으로, 설계지진토압을 포함한 모든 횡하중을 그 횡하중과 평행한 방향의 외벽이 지지하도록 설계하는 방법이 인정된다.

오답 포인트

②를 옳은 설명으로 착각하기 쉬운 이유는 앞부분(설계계수를 지상구조물의 구조형식에 따라 정한다)이 맞는 내용이라 뒷부분까지 그대로 맞다고 넘겨짚기 때문이다. 하지만 높이제한규정은 지상에 노출된 부분의 규모를 관리하려는 취지이므로 지하에 묻혀 있는 지하구조물의 높이는 산입 대상에서 제외된다는 점을 놓치면 안 된다. 한 선지 안에 옳은 내용과 틀린 내용이 섞여 있을 때는 문장을 두 부분으로 쪼개어 각각 따로 판단하는 습관을 들여야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하구조물이 포함된 건축물 문제에서는 먼저 "분리해석 가능 조건(지하구조 강성 ≫ 지상구조 강성)", "설계계수 결정 기준(지상구조물의 구조형식)", "높이제한 산입 여부(지하구조물 높이는 미산입)", "지하구조 설계하중(지진하중+설계지진토압)", "근사적 설계방법(횡하중을 평행한 외벽이 부담)" 다섯 가지 포인트를 나누어 하나씩 대조한다. 이 중 산입/미산입처럼 방향이 뒤바뀌어 제시되는 선지가 가장 흔한 함정이므로 특히 주의 깊게 확인한다.

암기 포인트

지하구조 강성 ≫ 지상구조 강성 → 분리해석 가능. 지진력저항시스템 설계계수 → 지상구조물의 구조형식 기준. 높이제한규정 → 지하구조물 높이는 산입하지 않음. 지하구조 설계하중 → 지진하중 + 설계지진토압. 근사적 설계방법 → 횡하중과 평행한 외벽이 모든 횡하중 부담.

NoteBase

문 11. 건축물 기초구조 설계기준에서 건축구조물 등의 부지에 사용되는 철근콘크리트옹벽에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 옹벽에 대한 전도모멘트값은 안전율을 고려한 안정모멘트값을 초과하지 않아야 한다.

② 옹벽에 작용하는 토압의 수평성분에 따른 수평방향의 활동에 대하여 안전하여야 한다.

③ 옹벽이 수평방향으로 긴 경우 신축이음을 설치하지 않는다.

④ 옹벽 주변지반에 액상화의 가능성이 있는 경우 그 영향을 고려한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 건축물 기초구조 설계기준(옹벽 설계기준)에서 요구하는 안정성 검토 항목과 구조적 배려사항을 얼마나 정확히 알고 있는지를 묻는다. 전도·활동에 대한 안정 조건, 액상화 검토, 신축이음 설치 여부 등 옹벽 설계 시 반드시 확인해야 하는 사항들을 선지로 제시하고, 그중 실제 설계기준과 반대되는 서술을 찾아내는 방식으로 출제된다.

핵심 개념

옹벽은 배면 토압을 지지하는 구조물로서 전도, 활동, 침하(지지력), 액상화 등 여러 파괴 모드에 대해 각각 안전성을 확보해야 한다. 전도에 대해서는 안정모멘트가 전도모멘트보다 커야 하고(안전율 확보), 활동에 대해서는 토압의 수평성분에 저항할 수 있어야 하며, 지반의 액상화 가능성이 있으면 그 영향을 반영해 설계해야 한다. 한편 옹벽이 수평방향으로 길게 이어지는 경우에는 온도변화·건조수축 등에 의한 균열과 부등변형을 방지하기 위해 적정 간격으로 신축이음(expansion joint)을 설치하는 것이 원칙이다. 즉 옹벽이 길다는 조건은 신축이음을 생략할 근거가 아니라 오히려 신축이음이 필요해지는 조건이다.

선지별 해설

① 옹벽에 대한 전도모멘트값은 안전율을 고려한 안정모멘트값을 초과하지 않아야 한다. → O. 전도에 대한 안정조건 그대로이며, 안정모멘트가 전도모멘트를 상회하도록(즉 전도모멘트가 안정모멘트를 넘지 않도록) 설계하는 것이 기본 원칙이다.

② 옹벽에 작용하는 토압의 수평성분에 따른 수평방향의 활동에 대하여 안전하여야 한다. → O. 배면토압의 수평성분이 옹벽 저판과 지반 사이의 마찰저항 등을 초과하지 않도록 활동에 대한 안전성을 확보해야 한다는 것은 옹벽 설계의 기본 검토 항목이다.

③ 옹벽이 수평방향으로 긴 경우 신축이음을 설치하지 않는다. → X. 틀린 표현 → 올바른 표현: 옹벽이 수평방향으로 긴 경우에는 온도변화 및 건조수축에 의한 균열과 부등변형을 억제하기 위하여 적절한 간격으로 신축이음을 설치하여야 한다.

④ 옹벽 주변지반에 액상화의 가능성이 있는 경우 그 영향을 고려한다. → O. 액상화 가능 지반에서는 지반의 강도·강성 저하로 옹벽의 안정성이 저하될 수 있으므로 그 영향을 설계에 반영해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

①②④는 모두 옹벽 설계 시 실제로 검토해야 하는 항목을 사실 그대로 서술하고 있어 옳은 설명이다. 반면 ③은 '수평방향으로 길다'는 조건과 '신축이음을 설치하지 않는다'는 결론을 그럴듯하게 연결해 놓았지만, 실제로는 옹벽이 길수록 온도·건조수축에 의한 균열 위험이 커지므로 신축이음을 설치해야 하는 방향으로 결론이 나야 한다. 조건과 결론의 방향을 반대로 뒤집어 놓은 전형적인 오답 패턴이다.

다시 나오면 이렇게 판단

옹벽 관련 지문에서는 먼저 어떤 파괴 모드(전도·활동·지지력·액상화)를 다루는 선지인지 구분한 뒤, '~해야 한다', '~하지 않는다'와 같은 결론이 그 파괴 모드의 안전 방향과 일치하는지를 확인한다. 특히 '길이가 길다', '높이가 높다'처럼 규모 조건이 등장하면 그 조건이 이음·보강을 필요로 하는 방향인지, 생략해도 되는 방향인지를 먼저 따져본다.

암기 포인트

옹벽 안정성 4대 검토=전도(안정모멘트 ≥ 전도모멘트)·활동(수평토압 저항)·지지력·액상화 영향. 옹벽이 수평으로 길면 신축이음 설치가 원칙(설치 생략이 아님)으로 기억해 둔다.

NoteBase

문 12. 콘크리트 벽체 설계기준에서 축하중을 받는 벽체의 최소 철근비에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 정밀한 구조해석을 수행하지 않는다)

① 설계기준항복강도 400MPa 이상으로서 D19 이상의 이형철근을 사용할 때 벽체의 전체 단면적에 대한 최소 수직철근비는 0.0012이다.

② 설계기준항복강도 400MPa 이상으로서 D16 이하의 이형철근을 사용할 때 벽체의 전체 단면적에 대한 최소 수평철근비는 $0.0020 \times 400/f_y$이다. 다만, 이 철근비의 계산에서 f_y는 500MPa을 초과할 수 없다.

③ 지하실 벽체를 제외한 두께 250mm 이상의 벽체의 외측면 철근은 각 방향에 대하여 전체 소요철근량의 1/2 이상, 2/3 이하로 배치하여야 한다.

④ 수직 및 수평철근의 간격은 벽두께의 3배 이하 또한 450mm 이하로 하여야 한다.

정답 1번

출제 포인트

축하중을 받는 콘크리트 벽체(내력벽)의 최소 철근비 규정을 정확히 구분해 알고 있는지 확인하는 문제이다. 철근의 굵기(D16 이하/D19 이상)에 따라 적용되는 최소 수직철근비 값이 서로 다르다는 점과, 항복강도에 따른 감액식은 수평철근비에만 적용된다는 점을 함께 묻는다.

핵심 개념

콘크리트 벽체의 최소 수직철근비는 사용 철근의 굵기에 따라 구분한다. 설계기준항복강도 400MPa 이상인 D16 이하의 이형철근(또는 지름 16mm 이하 용접철망)을 사용하는 경우 최소 수직철근비는 0.0012이고, 그 밖의 이형철근(D19 이상 등 굵은 철근)을 사용하는 경우에는 0.0015로 더 크게 적용한다. 즉 0.0012는 가는 철근(D16 이하)을 쓸 때의 값이지 굵은 철근(D19 이상)을 쓸 때의 값이 아니다.
반면 최소 수평철근비는 $0.0020 \times 400/f_y$로 산정하며, 항복강도가 클수록 소요 철근량이 지나치게 줄어드는 것을 막기 위해 이 식에서 f_y는 500MPa을 초과하는 것으로 볼 수 없다. 이 감액식은 수평철근비에만 적용되고 수직철근비에는 적용되지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X. 설계기준항복강도 400MPa 이상의 이형철근을 사용할 때 최소 수직철근비 0.0012는 D16 이하의 철근을 사용하는 경우에 적용되는 값이다. D19 이상의 굵은 이형철근을 사용하는 경우에는 최소 수직철근비가 0.0015로 커진다. 따라서 D19 이상의 철근을 사용할 때 최소 수직철근비가 0.0012라는 설명은 철근 굵기 조건이 뒤바뀐 틀린 서술이다.
② O. 설계기준항복강도 400MPa 이상으로서 D16 이하의 이형철근을 사용할 때 최소 수평철근비는 $0.0020 \times 400/f_y$로 산정하고, 이때 f_y는 500MPa을 초과하는 값으로 사용할 수 없다는 상한 규정도 그대로 맞는 설명이다.
③ O. 지하실 벽체를 제외한 두께 250mm 이상인 벽체는 안팎 양면에 철근을 배치하되, 외측면 철근량은 각 방향에 대하여 전체 소요철근량의 1/2 이상 2/3 이하가 되도록 배치한다.
④ O. 벽체의 수직철근 및 수평철근의 간격은 벽두께의 3배 이하, 또한 450mm 이하로 제한한다.

오답 포인트

최소 수직철근비 0.0012는 가는 철근(D16 이하)에 적용되는 값이라는 점을 놓치고 아무 굵기의 철근에나 0.0012를 적용해 버리면 ①을 옳은 설명으로 착각하게 된다. 또한 수평철근비에 적용되는 항복강도 감액식($0.0020 \times 400/f_y$, $f_y \le 500$MPa)을 수직철근비에도 그대로 적용되는 것으로 혼동하지 않도록 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

벽체 최소 철근비 문제는 수직·수평 구분, 철근 굵기(D16 이하/D19 이상) 구분, 항복강도 감액식 적용 여부라는 세 가지 축을 각각 따로 확인해 대입해 본다. 특히 0.0012는 D16 이하, 0.0015는 D19 이상이라는 굵기 조건이 선지에서 서로 뒤바뀌어 제시되는 함정이 반복적으로 출제된다.

암기 포인트

최소 수직철근비: D16 이하이고 $f_y \ge 400$MPa이면 0.0012, 그 밖(D19 이상 등)이면 0.0015. 최소 수평철근비: $0.0020 \times 400/f_y$(단 f_y는 500MPa 상한, 즉 최솟값 0.0016). 두께 250mm 이상 벽체의 외측면 철근비는 전체 소요철근량의 1/2 이상 2/3 이하. 철근 간격은 벽두께의 3배 이하 또한 450mm 이하.

NoteBase

문 13. 콘크리트구조 철근상세 설계기준에서 압축부재의 횡철근에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 나선철근의 순간격은 25 mm 이상, 75 mm 이하이어야 한다.

② 나선철근의 정착은 나선철근의 끝에서 추가로 1.0 회전만큼 더 확보하여야 한다.

③ 띠철근 중 D35 이상의 축방향 철근과 다발철근은 D13 이상의 띠철근으로 둘러싸야 하며, 띠철근 대신 등가단면적의 이형철선 또는 용접철망을 사용할 수 있다.

④ 띠철근 중 기초판 또는 슬래브의 윗면에 연결되는 압축부재의 첫 번째 띠철근 간격은 다른 띠철근 간격의 $\frac{1}{2}$ 이하로 하여야 한다.

정답 2번

출제 포인트

콘크리트구조 철근상세 설계기준에서 압축부재의 횡철근(나선철근·띠철근)에 관한 세부 수치 규정을 정확히 기억하고 있는지를 묻는다. 나선철근의 순간격, 나선철근의 정착(연장) 회전수, 굵은 축방향 철근·다발철근에 대한 띠철근 규격, 기초판·슬래브 접합부 첫 번째 띠철근 간격이라는 네 가지 규정 중 어느 것이 틀린 수치로 바뀌어 있는지 가려낸다.

핵심 개념

압축부재의 횡철근은 나선철근(spiral)과 띠철근(tie) 두 방식으로 시공되며, 각각 좌굴 구속과 코어 구속 성능을 확보하기 위해 최소 간격·정착 길이·굵기가 별도로 규정되어 있다. 나선철근은 연속 나선 형태로 감아 정착하므로 끝단에서 추가 회전량을 확보해야 하고, 띠철근은 축방향 철근의 굵기에 따라 필요한 띠철근 굵기가 달라지며, 기초·슬래브와 만나는 부위는 구속력이 커야 하므로 첫 번째 간격을 좁힌다.

선지별 해설

① O — 나선철근의 순간격은 25 mm 이상, 75 mm 이하로 규정되어 있으며, 제시된 수치가 규정과 일치한다.
② X — 나선철근의 정착(이음이 아닌 경우의 확보)은 나선철근 끝에서 추가로 1.5 회전만큼 더 확보하여야 하는데, 선지에서는 1.0 회전으로 축소되어 있어 규정과 다르다. 이 문항의 옳지 않은 선지이다.
③ O — 축방향 철근이 D35 이상이거나 다발철근인 경우에는 D13 이상의 띠철근으로 둘러싸야 하고, 띠철근 대신 등가단면적의 이형철선이나 용접철망을 사용할 수 있다는 내용도 규정과 일치한다.
④ O — 기초판 또는 슬래브 윗면에 연결되는 압축부재의 첫 번째 띠철근 간격은 다른 띠철근 간격의 1/2 이하로 하여야 한다는 규정과 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

나선철근의 '순간격(25~75 mm)'과 '정착 시 추가 확보 회전수(1.5회전)'를 혼동하기 쉽다. 순간격은 나선철근 사이의 틈을, 정착 회전수는 나선철근이 끝나는 지점에서 구조적으로 더 감아야 하는 여유량을 뜻하므로 서로 다른 규정임을 구분해야 한다. 또한 D35 이상 축방향 철근에 필요한 띠철근 굵기(D13 이상)와 순간격 수치를 서로 뒤바꿔 외우지 않도록 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압축부재 횡철근 문제는 숫자가 하나씩 바뀌어 출제되므로, 나선철근 순간격(25~75 mm), 나선철근 정착 추가 회전수(1.5회전), D35 이상·다발철근에 필요한 띠철근 굵기(D13 이상), 기초·슬래브 접합부 첫 번째 띠철근 간격(다른 간격의 1/2 이하)이라는 네 수치를 각각 따로 대조하며 선지를 읽는다. 숫자만 다르고 문장 구조가 거의 같은 선지가 나오면 그 숫자부터 의심한다.

암기 포인트

나선철근은 '순간격 25~75, 정착 1.5회전'으로, 띠철근은 'D35 이상·다발철근 → D13 이상 띠철근', '기초·슬래브 첫 간격 → 1/2 이하'로 세트로 묶어 암기해 둔다.

NoteBase

문 14. 콘크리트구조의 정착 및 이음 설계기준에서 철근의 정착에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 인장 이형철근의 정착길이(l_d)는 항상 300 mm 이상이어야 하고, 압축 이형철근의 정착길이(l_d)는 항상 200 mm 이상이어야 한다.

② 철근의 정착은 묻힘길이, 갈고리, 기계적 정착 또는 이들의 조합에 의한다. 이때, 갈고리는 압축철근의 정착에 유효하지 않은 것으로 본다.

③ 인장 또는 압축을 받는 하나의 다발철근 내의 개개 철근의 정착길이(l_d)는 다발철근이 아닌 경우의 각 철근의 정착길이보다 3개의 철근으로 구성된 다발철근에 대해서는 20%, 4개의 철근으로 구성된 다발철근에 대해서는 30%를 증가시켜야 한다.

④ 확대머리 이형철근 및 기계적 인장 정착에서 압축력을 받는 경우 확대머리의 영향을 고려할 수 없다.

정답 3번

출제 포인트

콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준에서 철근 정착에 관한 수치·조건 규정을 정확히 기억하는지 묻는 문제이다. 특히 다발철근의 정착길이 할증률처럼 숫자가 자주 바뀌어 출제되는 항목을 정확히 구분해야 한다.

핵심 개념

정착길이의 최소값은 계산식 결과와 무관하게 인장 이형철근 300 mm, 압축 이형철근 200 mm 이상을 항상 확보해야 한다. 정착 방법은 묻힘길이·표준갈고리·기계적 정착 또는 이들의 조합으로 하되, 표준갈고리는 인장철근에서만 정착 효과를 인정하고 압축철근의 정착에는 유효하지 않은 것으로 본다. 다발철근은 개개 철근의 표면적이 다발 내부에서 서로 접해 부착 성능이 줄어들므로, 다발이 아닌 경우의 정착길이보다 3개 다발은 20 %, 4개 다발은 33 % 증가시켜야 한다. 확대머리 이형철근과 기계적 인장 정착 장치는 인장력 전달을 위한 상세이므로, 압축력을 받는 경우에는 확대머리(또는 기계적 정착체)의 효과를 정착길이 산정에 반영할 수 없다.

선지별 해설

① O — 인장 이형철근의 정착길이는 항상 300 mm 이상, 압축 이형철근의 정착길이는 항상 200 mm 이상이어야 한다는 최소 정착길이 규정과 일치한다.

② O — 철근의 정착은 묻힘길이, 갈고리, 기계적 정착 또는 이들의 조합으로 이루어지며, 표준갈고리는 압축철근의 정착에는 유효하지 않은 것으로 본다는 규정과 일치한다.

③ X — 3개의 철근으로 구성된 다발철근의 정착길이 할증률 20 %는 맞으나, 4개의 철근으로 구성된 다발철근의 할증률은 30 %가 아니라 33 %이다. 틀린 표현 '30 %를 증가시켜야 한다' → 올바른 표현 '33 %를 증가시켜야 한다'.

④ O — 확대머리 이형철근 및 기계적 인장 정착은 압축력을 받는 경우 확대머리(또는 기계적 정착체)의 영향을 고려할 수 없다는 규정과 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

3개 다발철근 20 %와 4개 다발철근 33 %라는 두 숫자를 짝지어 외우지 않으면, 4개 다발철근 항목에서 30 %처럼 그럴듯한 근사값으로 바뀐 함정을 놓치기 쉽다. 또한 갈고리(표준갈고리)와 확대머리를 혼동하지 않아야 한다. 갈고리는 압축철근 정착에 유효하지 않고, 확대머리·기계적 정착은 압축력을 받는 경우 그 영향을 인정하지 않는다는 점에서 적용 대상(정착 방법 vs. 하중 방향)이 서로 다른 규정임을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

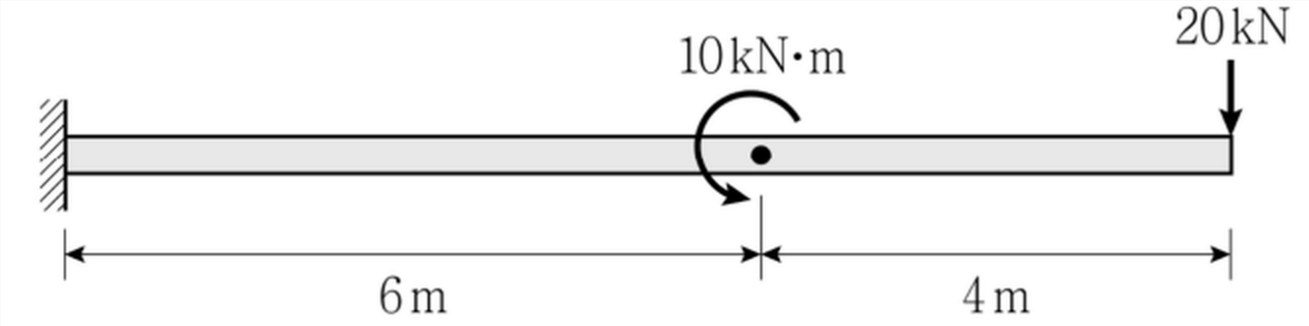
다발철근의 정착길이 할증률 문제가 나오면 우선 다발철근의 철근 개수(3개인지 4개인지)를 확인하고, 3개는 20 %, 4개는 33 %라는 두 숫자를 그대로 대입해 선지의 숫자와 비교한다. 정착 최소길이(300 mm/200 mm)나 갈고리·확대머리의 적용 한계(인장 전용) 관련 선지는 별도로 암기한 규정과 문장을 하나씩 대조하며 옳고 그름을 판단한다.

암기 포인트

정착 최소길이: 인장 300 mm, 압축 200 mm. 다발철근 정착길이 할증: 3개 다발 20 %, 4개 다발 33 %. 표준갈고리는 압축철근 정착에 무효, 확대머리·기계적 정착은 압축력을 받으면 그 효과를 인정하지 않음(둘 다 인장 전용 상세).

NoteBase

문 15. 그림과 같이 하중이 작용하는 캔틸레버보의 고정단에 작용하는 휨모멘트의 절댓값[$kN \cdot m$]은? (단, 자중은 무시한다)



① 240

② 190

③ 260

④ 210

정답 2번

출제 포인트

캔틸레버보(한쪽 고정단, 한쪽 자유단)의 고정단 반력모멘트를 구하는 문제이다. 고정단에는 보에 작용하는 모든 하중(집중하중과 집중모멘트)에 대한 반력모멘트가 생기며, 이 값은 고정단을 기준으로 한 정역학적 모멘트 평형($\sum M_A = 0$)으로 구한다. 집중모멘트와 집중하중이 만드는 모멘트의 회전 방향이 서로 같은지 반대인지를 정확히 구분하는 것이 핵심이다.

조건 정리

고정단 A를 기준점으로 잡는다. 고정단에서 6m 떨어진 지점에 집중모멘트 10kN·m이 작용하고, 고정단에서 10m(=6m+4m) 떨어진 자유단에 20kN의 하향 집중하중이 작용한다. 자중은 무시한다.

사용할 공식

고정단 반력모멘트의 크기는 $|M_A| = |\sum M|$이며, 각 하중이 A점에 대해 만드는 모멘트를 부호(회전 방향)에 맞게 합산한다. 집중하중이 만드는 모멘트는 $M = P \times L$(하중의 크기 × A점까지의 거리)이고, 집중모멘트는 작용 위치와 무관하게 그 크기와 방향 그대로 합산에 더해진다.

NoteBase

계산 과정

자유단의 20kN 하향 집중하중이 A점에 대해 만드는 모멘트의 크기는 $20 \times 10 = 200$ kN·m이다. 이 힘은 보를 아래로 처지게 하는 방향, 즉 A점을 기준으로 자유단이 아래로 회전하는 방향(그림상 시계 방향)의 모멘트를 만든다.
그림에 표시된 10kN·m의 집중모멘트는 회전 화살표가 20kN 하중이 만드는 회전 방향과 반대 방향(그림상 시계 반대 방향)으로 작용한다. 따라서 두 모멘트는 서로 상쇄되는 방향으로 합산되어야 한다.
고정단에 작용하는 휨모멘트의 절댓값은 $|M_A| = |200 - 10| = 190$ kN·m이다.

선지 판단

① 240 (X) — 20kN 하중의 모멘트 200과 10kN·m을 서로 더한 값(200+10+30 등 잘못된 가산)으로, 두 모멘트가 반대 방향으로 상쇄되어야 함을 반영하지 못한 오답이다.
② 190 (O) — 20kN 하중이 만드는 모멘트 200kN·m에서 반대 방향으로 작용하는 10kN·m 집중모멘트를 빼면 190kN·m이 되어 정답이다.
③ 260 (X) — 거리나 하중을 잘못 곱하거나 부호를 잘못 적용했을 때 나올 수 있는 값으로, 조건에 맞지 않는 오답이다.
④ 210 (X) — 20kN 하중의 모멘트 200kN·m에 10kN·m을 같은 방향으로 더한 값으로, 집중모멘트의 실제 회전 방향(반대 방향)을 반영하지 못한 오답이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 자유단 하중이 만드는 모멘트(200kN·m)에 집중모멘트(10kN·m)를 무조건 더하는 것이다. 집중모멘트는 그림에 그려진 회전 화살표의 방향을 반드시 확인해서, 하중이 만드는 모멘트와 같은 방향이면 더하고 반대 방향이면 빼야 한다. 이 문제에서는 두 모멘트의 회전 방향이 반대이므로 차(200-10=190)를 취해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

캔틸레버보의 고정단 모멘트를 구할 때는 먼저 자유단 쪽 하중들이 고정단에 대해 만드는 모멘트를 각각 (힘×거리)로 계산하고, 집중모멘트가 있으면 그 회전 방향을 그림에서 확인하여 하중이 만드는 모멘트와 같은 방향인지 반대 방향인지를 판단한 뒤 대수적으로 합산한다.

암기 포인트

캔틸레버 고정단 모멘트 = 자유단 쪽 모든 하중의 (힘×거리) 합, 단 집중모멘트는 회전 방향에 따라 부호를 붙여 가감한다. 회전 방향이 같으면 더하고, 반대면 뺀다.

NoteBase

문 16. 건축물 강구조 설계기준에서 볼트 접합 시 볼트구멍의 지압강도와 블록전단파단(block shear rupture)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 표준구멍을 갖는 볼트구멍의 지압강도는 사용하중상태에서 볼트구멍의 변형이 설계에 고려되는지 여부에 따라 달라진다.

② 총단면 인장파단과 순단면 전단항복의 조합으로 접합부재의 블록전단파단 설계강도를 산정한다.

③ 한계상태설계법에서 블록전단파단 설계강도 산정 시 강도감소계수는 0.6이다.

④ 인장저항 강도산정 시 인장응력이 일정한 경우 계수(U_{bs})는 0.5이고, 인장응력이 일정하지 않는 경우에는 계수(U_{bs})는 1.0이다.

정답 1번

출제 포인트

강구조 볼트접합에서 볼트구멍의 지압강도 산정 원리와 블록전단파단 설계강도 산정식의 구성요소(순단면 인장파단, 전단항복·전단파단, 강도감소계수, 계수 U_{bs})를 정확히 구분하는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

볼트구멍 지압강도는 사용하중상태에서 볼트구멍의 변형이 설계에서 고려되는지 여부에 따라 두 가지 식으로 나뉜다. 변형이 설계에 고려되지 않는 경우(구멍 변형을 허용하지 않는 경우)와 고려되는 경우(구멍의 변형을 허용하는 경우)에 지압강도 산정식의 상한이 서로 다르게 적용된다. 블록전단파단은 접합부재의 일부가 인장파단선과 전단면(항복 또는 파단)으로 동시에 찢어져 나가는 파괴 형태로, 설계강도는 순단면 인장파단강도와 전단강도(총단면 전단항복강도 또는 순단면 전단파단강도 중 작은 쪽이 아니라 더 큰 쪽을 취하는 식으로 조합, 단 상한은 전단항복 기준)를 더하여 산정하며, 강도감소계수는 0.75를 적용한다. 인장응력 분포와 관련된 계수 U_{bs}는 인장응력이 균등하게 분포하면 1.0, 균등하지 않게 분포하면 0.5를 적용한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 표준구멍을 갖는 볼트구멍의 지압강도는 사용하중상태에서 볼트구멍의 변형이 설계에 고려되는지 여부에 따라 산정식과 상한값이 달라진다. 옳은 설명이다.
② X — 블록전단파단 설계강도는 순단면 인장파단과 전단(총단면 전단항복 또는 순단면 전단파단)의 조합으로 산정한다. 인장 쪽은 총단면이 아니라 순단면 기준이므로 틀린 표현이다. 틀린 표현 → 올바른 표현: "총단면 인장파단과 순단면 전단항복" → "순단면 인장파단과 전단항복(또는 전단파단)".
③ X — 한계상태설계법에서 블록전단파단 설계강도 산정 시 강도감소계수는 0.6이 아니라 0.75이다. 0.6은 전단항복강도 산정식 안에 들어가는 전단강도 계수(전단항복응력 비율)이지 강도감소계수가 아니다. 틀린 표현 → 올바른 표현: "강도감소계수는 0.6이다" → "강도감소계수는 0.75이다".
④ X — 계수 U_{bs}는 인장응력이 일정(균등)한 경우 1.0, 인장응력이 일정하지 않은 경우 0.5를 적용한다. 선지는 두 값이 서로 뒤바뀌어 있다. 틀린 표현 → 올바른 표현: "일정한 경우 0.5, 일정하지 않은 경우 1.0" → "일정한 경우 1.0, 일정하지 않은 경우 0.5".

오답 포인트

블록전단파단 산정식에서 인장 쪽은 항상 순단면 기준이라는 점과, 강도감소계수(0.75)와 전단강도 계수(0.6)를 혼동하지 않는 것이 핵심이다. 또한 U_{bs} 값은 "균등이면 1.0, 불균등이면 0.5"로 암기하되 문제에서 이 값을 뒤바꿔 제시하는 함정에 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 숫자(0.6, 0.75, 0.5, 1.0)가 여러 개 나오면 각 숫자가 어느 개념에 붙는 값인지부터 짝을 맞춰본다. 강도감소계수는 0.75, 전단강도 계수는 0.6, U_{bs}는 균등 1.0/불균등 0.5로 각각 분리해서 대응시키면 뒤바꾸기 함정을 바로 걸러낼 수 있다.

암기 포인트

볼트구멍 지압강도는 사용하중상태 구멍변형 고려 여부로 식이 갈린다. 블록전단파단 설계강도 = 순단면 인장파단 + 전단(총단면 항복 또는 순단면 파단), 강도감소계수 0.75, U_{bs}는 균등 1.0 · 불균등 0.5.

NoteBase

문 17. 건축구조기준에서 구조설계의 단계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 건축구조물의 구조계획에는 건축구조물의 용도, 사용재료 및 강도, 지반특성, 하중조건, 구조형식, 장래의 증축여부, 용도 변경이나 리모델링 가능성 등을 고려한다.

② 기둥과 보의 배치는 건축평면계획과 잘 조화되도록 하며, 보 춤을 결정할 때는 기둥 간격 외에 층고와 설비계획도 함께 고려한다.

③ 지진하중이나 풍하중 등 수평하중에 저항하는 구조요소는 평면상의 균형뿐만 아니라 입면상 균형도 고려한다.

④ 골조해석은 비선형해석을 원칙으로 한다.

정답 4번

출제 포인트

건축구조기준에서 제시하는 구조설계 각 단계(구조계획, 부재배치, 수평하중 대응, 골조해석)의 원칙을 정확히 알고 있는지를 묻는다. 특히 골조해석의 원칙적 방법이 무엇인지가 이 문제의 핵심이다.

핵심 개념

구조설계는 구조계획 단계에서 용도·재료·지반·하중조건·구조형식·장래 증축 가능성까지 폭넓게 검토하고, 부재배치 단계에서는 기둥·보의 배치를 건축계획과 조화시키며 보 춤 결정 시 경간뿐 아니라 층고와 설비계획까지 고려한다. 수평하중(지진하중, 풍하중) 저항요소는 평면상의 균형은 물론 입면상의 균형(수직방향의 강성·질량 분포)도 함께 검토하여 비틀림이나 층 강성 급변을 막는다. 골조해석 단계에서는 선형탄성해석을 원칙으로 하고, 비선형해석은 구조물의 특성이나 필요에 따라 보완적으로 사용하는 방법이다.

선지별 해설

① O — 구조계획 단계에서는 건축구조물의 용도, 사용재료 및 강도, 지반특성, 하중조건, 구조형식, 장래의 증축여부·용도변경·리모델링 가능성까지 종합적으로 고려하는 것이 원칙이므로 옳은 설명이다.
② O — 기둥과 보의 배치는 건축평면계획과 조화를 이루어야 하고, 보 춤을 정할 때는 기둥 간격(경간)뿐 아니라 층고와 설비계획도 함께 고려해야 하므로 옳은 설명이다.
③ O — 지진하중·풍하중과 같은 수평하중에 저항하는 구조요소는 평면상의 균형뿐만 아니라 입면상(수직방향)의 균형도 함께 고려해야 비틀림이나 국부적인 층 강성 저하를 막을 수 있으므로 옳은 설명이다.
④ X — 골조해석은 비선형해석이 아니라 선형탄성해석을 원칙으로 한다. 비선형해석은 구조물의 형상이나 거동특성상 필요한 경우에 추가로 적용하는 해석 방법이지 원칙적인 방법이 아니다. 틀린 표현 → 올바른 표현: "비선형해석을 원칙으로 한다" → "선형탄성해석을 원칙으로 한다".

NoteBase

오답 포인트

①②③은 구조계획·부재배치·수평하중 대응 단계에서 실제로 고려해야 하는 사항을 그대로 서술한 옳은 문장이어서 오답 소지가 거의 없다. 함정은 ④인데, 구조해석이라고 하면 정밀한 비선형해석이 더 우수해 보인다는 선입견 때문에 비선형해석을 원칙으로 착각하기 쉽다. 그러나 실무와 기준 모두 선형탄성해석을 기본 원칙으로 삼고, 비선형해석은 필요시 보완적으로 수행하는 해석이라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

구조설계 단계를 묻는 문제에서는 각 단계(구조계획-부재배치-수평하중 대응-골조해석)별로 무엇을 "원칙"으로 하는지를 먼저 확인한다. 특히 해석방법을 다루는 선지가 나오면 선형탄성해석이 원칙, 비선형해석은 보완적·예외적 방법이라는 구도를 떠올려 옳고 그름을 가른다.

암기 포인트

구조계획: 용도·재료·강도·지반·하중·구조형식·증축가능성 종합 고려. 부재배치: 평면계획과 조화, 보춤은 경간+층고+설비계획. 수평하중 대응: 평면 균형+입면 균형 모두 고려. 골조해석: 원칙은 선형탄성해석, 비선형해석은 보완적 방법.

NoteBase

문 18. 막과 케이블구조의 해석에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 공기막구조 해석에서 최대 내부압은 정상적인 기후와 서비스 상태에서 구조 안전성을 확보하기 위한 것이다.

② 막구조의 해석에서 기하학적 비선형을 고려하여야 한다.

③ 막구조의 구조해석에는 유한요소법, 동적이완법, 내력밀도법 등이 있다.

④ 케이블 부재는 원칙적으로 인장력에만 저항하는 선형 탄성부재로 가정한다.

정답 1번

출제 포인트

막구조와 케이블구조의 해석에서 지켜야 하는 기본 원칙을 얼마나 정확히 알고 있는지 묻는 문제이다.
공기막구조의 내부압 설정 기준, 막구조 해석의 비선형성, 대표적 해석기법, 케이블 부재의 거동 가정을 각각 따져서 옳지 않은 설명 하나를 골라야 한다.

핵심 개념

공기막구조는 내부와 외부의 압력 차로 형태와 강성을 유지하는 구조이므로, 설계에서 요구하는 최대 내부압은 평상시의 정상적인 기후·서비스 상태가 아니라 폭풍이나 폭설 같은 극한 하중 상태에서도 구조적 안전성과 처짐 제어를 확보할 수 있도록 정해야 한다. 막구조는 얇은 인장막이 큰 변형을 겪으며 형상과 강성이 하중에 따라 달라지므로 기하학적 비선형 해석이 필수이며, 대표적인 해석법으로 유한요소법, 동적이완법, 내력밀도법 등이 쓰인다. 케이블 부재는 휨강성이 없어 압축이나 휨에는 저항하지 못하고 오직 인장력에만 저항하는 선형 탄성부재로 단순화하여 해석하는 것이 일반적이다.

선지별 해설

① X: 공기막구조에서 최대 내부압을 정하는 목적은 평상시의 정상적인 기후·서비스 상태가 아니라, 강풍·폭설 등 극한 하중 상태에서 구조 안전성(과도한 처짐·좌굴·이탈 방지)을 확보하기 위한 것이다. '정상적인 기후와 서비스 상태'라는 설명이 잘못되었다.
② O: 막구조는 하중을 받으면서 형상과 강성이 크게 변하는 대변형 거동을 하므로, 해석 시 기하학적 비선형을 반드시 고려해야 한다.
③ O: 막구조의 구조해석에는 유한요소법, 동적이완법(dynamic relaxation), 내력밀도법(force density method) 등이 실제로 사용되는 대표적인 수치해석 기법이다.
④ O: 케이블 부재는 휨이나 압축에는 저항할 수 없고 원칙적으로 인장력에만 저항하는 선형 탄성부재로 가정하여 해석한다.

NoteBase

오답 포인트

②·③·④는 막구조와 케이블구조의 일반적인 해석 원칙을 그대로 서술한 옳은 문장이라 헷갈릴 이유가 없다. 함정은 ①처럼 그럴듯하게 들리는 문장에서 '정상적인 기후와 서비스 상태'라는 조건을 슬쩍 바꿔치기하는 부분이다. 공기막구조의 설계 압력은 항상 평상시가 아니라 극한(최대) 하중조건을 기준으로 정한다는 점을 놓치면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

공기막구조·막구조·케이블구조 문제가 나오면 먼저 '어떤 하중조건을 기준으로 설계값을 정하는가'와 '어떤 힘에만 저항한다고 가정하는가'를 분리해서 점검한다. 내부압·설계하중처럼 안전과 직결되는 값은 평상시 조건이 아니라 극한 조건을 기준으로 한다는 원칙, 케이블은 인장력에만 저항한다는 원칙, 막구조 해석은 기하비선형 해석이 필수라는 원칙을 각각 대조하면 옳지 않은 선지를 빠르게 골라낼 수 있다.

암기 포인트

공기막 내부압=극한(최대) 하중조건 기준(평상시 아님), 막구조 해석=기하학적 비선형 필수, 막구조 해석기법=유한요소법·동적이완법·내력밀도법, 케이블 부재=인장력에만 저항하는 선형 탄성부재로 가정.

NoteBase

문 19. 건축물 콘크리트구조 설계기준에서 소요강도 산정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 철근콘크리트 구조물을 설계할 때는 건축구조기준 설계하중에 제시된 하중조합을 고려하여 해당 구조물에 작용하는 최대 소요강도에 대하여 만족하도록 설계하여야 한다.

② 부등침하, 크리프, 건조수축, 팽창콘크리트의 팽창량 및 온도변화는 사용구조물의 실제적 상황을 고려하여 계산하여야 한다.

③ 건축구조기준 설계하중에서 지진하중 E에 대하여 사용수준 지진력을 사용하는 경우에는 $1.0E$를 사용한다.

④ 포스트텐션 정착부 설계에 대하여 최대 프리스트레싱 강재 긴장력에 하중계수 1.2를 적용하여야 한다.

정답 3번

출제 포인트

콘크리트구조 설계기준(강도설계법)에서 소요강도 산정 시 적용하는 하중조합과 하중계수를 정확히 알고 있는지를 묻는 문제이다. 특히 지진하중 E를 사용수준(서비스 수준)으로 산정한 경우와 강도수준으로 산정한 경우에 적용하는 계수가 서로 다르다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

소요강도(required strength)란 실제 사용하중에 하중계수를 곱한 하중조합 중 가장 불리한 값으로, 부재가 갖추어야 할 최소 강도를 뜻한다. 지진하중 E는 원래 강도설계 수준(즉 이미 하중계수가 반영된 수준)으로 정의되어 있어 하중조합에서 계수 1.0을 곱해 그대로 사용하는 것이 원칙이다. 다만 설계자가 사용수준(서비스 수준, 즉 계수가 반영되지 않은 지진력)으로 지진하중 E를 산정하였다면, 이를 강도설계 수준으로 환산하기 위해 1.4E를 사용하여야 한다. 즉 '1.0E냐 1.4E냐'는 산정된 E가 이미 강도수준인지 아니면 사용수준인지에 따라 갈린다 — 사용수준이면 반드시 1.4E를 적용한다.

선지별 해설

① O - 철근콘크리트 구조물은 건축구조기준의 하중조합에 따라 산정되는 최대 소요강도를 만족하도록 설계하여야 한다는 것은 강도설계법의 기본 원칙으로 옳은 설명이다.
② O - 부등침하, 크리프, 건조수축, 팽창콘크리트의 팽창량, 온도변화 등에 의한 영향은 구조물마다 조건이 달라 일률적인 값이 아니라 해당 사용구조물에서 실제로 발생할 수 있는 현실적 상황을 고려하여 계산하여야 한다는 것은 설계기준의 원칙과 일치하는 옳은 설명이다.
③ X - 지진하중 E에 대하여 사용수준 지진력(서비스 수준)을 사용하는 경우에는 강도수준으로 환산하기 위해 1.4E를 적용하여야 한다. 1.0E는 E가 이미 강도설계 수준으로 산정된 경우에 적용하는 계수이므로, '사용수준 지진력을 사용하는 경우 1.0E'라는 서술은 틀린 설명이다 → 올바른 표현은 '사용수준 지진력을 사용하는 경우에는 1.4E를 사용한다'이다.
④ O - 포스트텐션 정착부(anchorage zone) 설계는 실제 사용 긴장력보다 큰 여유를 두어야 하므로, 최대 프리스트레싱 강재 긴장력에 하중계수 1.2를 적용한 값을 사용하여 설계하여야 한다는 것은 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

1.0E와 1.4E를 헷갈리는 이유는 '지진하중 E'라는 표현만 보고 계수를 하나로 암기해 버리기 때문이다. E가 어떤 수준으로 산정되었는지(강도수준인지 사용수준인지)에 따라 곱해야 할 계수가 달라진다는 점을 놓치면 이 문제에서 함정에 빠지게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

지진하중 관련 선지가 나오면 먼저 'E가 강도수준으로 산정되었는가, 사용수준으로 산정되었는가'를 확인한다. 강도수준이면 1.0E, 사용수준이면 1.4E를 적용한다고 판단하면 된다. 계수가 이 관계와 반대로 서술되어 있으면 옳지 않은 설명이다.

암기 포인트

지진하중 E: 강도수준 산정 시 계수 1.0, 사용수준(서비스 수준) 산정 시 계수 1.4. 포스트텐션 정착부: 최대 긴장력에 하중계수 1.2 적용. 부등침하·크리프·건조수축·팽창·온도변화: 실제 사용구조물 상황을 고려하여 계산.

NoteBase

문 20. 기존 콘크리트 구조물의 안전성평가기준에서 내하력이 의심스러운 기존 콘크리트 구조물의 안정성평가에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 구조해석, 강도 및 하중의 계산에 사용하는 구조물의 제원, 부재치수 등 치수의 평가 입력값은 설계값을 사용하여야만 한다.

② 건물에서 부재의 안전성을 재하시험 결과에 근거하여 직접 평가할 경우에는 기둥, 벽체 등과 같은 압축부재의 안전성 검토에만 적용할 수 있다.

③ 안전성평가를 위한 강도감소계수 항목에서 전단력 및 비틀림 모멘트의 강도감소계수는 0.80을 초과할 수 없다.

④ 구조물의 안전성평가를 위한 하중의 크기를 정밀 현장 조사에 의하여 확인하는 경우에는, 구조물의 소요강도를 구하기 위한 하중조합에서 고정하중과 활하중의 하중계수는 10%만큼 감소시킬 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

기존 콘크리트 구조물의 내하력이 의심될 때 수행하는 안전성평가(내하력 평가)에서 평가 입력값의 취급 방식, 재하시험 적용 범위, 강도감소계수의 조정, 하중계수 감소 조건을 정확히 구분할 수 있는지를 묻는다. 신축 구조물을 대상으로 하는 설계 단계의 기준과 달리, 안전성평가는 이미 지어진 구조물의 실제 상태를 반영하는 것이 핵심이므로 '설계값'이 아니라 '실측·조사값'을 쓴다는 원칙이 여러 선지에 걸쳐 반복되는 함정으로 등장한다.

핵심 개념

안전성평가는 도면상의 설계값이 아니라 현장 실측·정밀조사로 확인된 실제 제원과 하중을 입력값으로 사용하는 것이 원칙이다. 재하시험에 의한 직접 평가는 압축부재가 아니라 휨부재(보, 슬래브 등)를 대상으로 하는 것이 일반적인데, 이는 압축부재의 경우 재하시험만으로 안전성을 직접 판정하기 어렵고 시험 자체의 위험성도 크기 때문이다. 반면 강도감소계수는 설계 단계보다 완화하여 적용할 수 있도록 하는데, 전단력 및 비틀림모멘트에 대한 강도감소계수의 상한을 0.80으로 두어 신축 설계 기준(전단·비틀림 0.75)보다 다소 높게 인정하는 것이 안전성평가기준의 특징이다. 하중계수 역시 정밀 현장조사로 하중의 크기가 확인되면 일부 조건에서 감소가 가능하지만, 고정하중과 활하중을 동일한 비율로 일괄 감소시키는 방식은 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 구조해석, 강도 및 하중 계산에 쓰이는 구조물의 제원, 부재치수 등의 평가 입력값은 설계값이 아니라 현장에서 실측하거나 정밀조사로 확인한 값을 사용하는 것이 원칙이다. '설계값을 사용하여야만 한다'는 서술이 이 원칙과 반대된다.
② X: 재하시험 결과에 근거하여 부재의 안전성을 직접 평가하는 방법은 기둥, 벽체와 같은 압축부재가 아니라 보, 슬래브 등 휨부재의 안전성 검토에 주로 적용된다. 압축부재는 재하시험만으로 안전성을 직접 판정하기에 적합하지 않다.
③ O: 안전성평가를 위한 강도감소계수 가운데 전단력 및 비틀림모멘트에 대한 강도감소계수는 0.80을 초과할 수 없도록 규정되어 있다. 이는 실측에 기반한 평가의 특성을 반영해 설계 단계보다 다소 완화된 값을 상한으로 둔 것으로, 제시된 서술과 일치한다.
④ X: 정밀 현장조사로 하중의 크기가 확인된 경우 하중조합에서 하중계수를 일부 감소시킬 수 있는 조항이 있으나, 고정하중과 활하중에 대해 동일하게 10%씩 감소시킬 수 있다는 서술처럼 두 하중을 동일한 비율로 일괄 완화하는 방식이 아니다.

오답 포인트

①과 ④는 모두 '평가 입력값을 설계값처럼, 신축 설계기준처럼 다룬다'는 방향의 함정으로, 안전성평가가 실제 조사·측정에 근거해야 한다는 취지와 반대로 서술되어 있다. ②는 재하시험의 적용 대상을 압축부재와 휨부재로 뒤바꾼 함정이다. ③만 강도감소계수 상한값(0.80)을 정확하게 제시하고 있어 정답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '설계값을 사용하여야 한다'거나 '~하여야만 한다'처럼 단정적으로 설계 단계 기준을 그대로 적용한다고 쓰여 있으면, 안전성평가는 실측·조사 기반이라는 원칙과 충돌하지 않는지 먼저 의심한다. 재하시험 적용 대상이 압축부재인지 휨부재인지, 강도감소계수나 하중계수의 구체적인 수치와 적용 범위(고정하중만인지 활하중도 포함인지)를 선지별로 대조하며 하나씩 소거한다.

암기 포인트

안전성평가 입력값=실측·조사값(설계값 아님), 재하시험 직접평가=휨부재 대상(압축부재 아님), 전단·비틀림 강도감소계수 상한=0.80으로 기억해 둔다.

NoteBase

문 21. 건축물 강구조 설계기준에서 압축력을 받는 합성기둥의 하중전달에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 강재와 콘크리트 간의 길이방향 전단력을 전달할 수 있도록 설계되어야 한다.

② 힘전달기구는 직접부착작용, 전단접합, 직접지압이다.

③ 힘이 직접부착작용에 의해 콘크리트 충전 사각형강관단면 합성부재에 전달되는 경우 강재와 콘크리트 간의 공칭부착응력은 0.4MPa이다. 단, 강재단면 표면에 도장, 윤활유, 녹 등이 없다고 가정한 값이다.

④ 힘전달기구 중 가장 작은 공칭강도를 사용하며 힘전달기구들을 중첩하여 사용할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

압축력을 받는 합성기둥(콘크리트 충전 강관기둥 등)에서 강재와 콘크리트 사이에 힘이 어떤 방식으로 전달되는지를 규정하는 하중전달기구(load transfer mechanism) 조항의 내용을 정확히 아는지 묻는 문제이다. 특히 여러 힘전달기구가 동시에 작용할 때 이를 단순히 더해서(중첩하여) 쓸 수 있는지가 핵심 쟁점이다.

핵심 개념

합성기둥에서 축하중은 강재 단면과 콘크리트 단면이 분담하므로, 두 재료 사이에 길이방향(축방향) 전단력이 전달되어야 응력이 재분배된다. 이 전달을 담당하는 힘전달기구는 직접지압(direct bearing), 전단접합(shear connection, 스터드 등 전단연결재), 직접부착작용(direct bond interaction)의 세 가지이다.
직접부착작용만으로 힘을 전달하는 콘크리트 충전 사각형강관 합성부재의 경우 강재-콘크리트 간 공칭부착응력은 강재단면에 도장·윤활유·녹 등이 없다고 가정할 때 0.4 MPa로 규정되어 있다. 다만 설계기준은 이들 힘전달기구를 서로 더하여(중첩하여) 사용하는 것을 허용하지 않는다. 실제 하중전달은 부재의 상세(지압판 유무, 스터드 유무, 부착면 상태)에 따라 어느 하나의 기구가 지배적으로 작용하도록 계획하고, 그 기구가 제공하는 공칭강도로 소요전달력을 만족시켜야 한다. 즉 여러 기구의 강도를 합산해서 쓰는 것이 아니라, 해당 상세에서 실제로 작동하는 기구 하나를 기준으로 검토한다.

NoteBase

선지별 해설

① 옳다. 합성기둥은 강재와 콘크리트가 하중을 분담하는 구조이므로, 두 재료 간에 길이방향(축방향) 전단력이 전달될 수 있도록 힘전달기구를 설계해야 한다는 것은 합성부재 하중전달 규정의 기본 전제이다.
② 옳다. 압축력을 받는 합성부재의 힘전달기구는 직접지압, 전단접합(전단연결재에 의한 접합), 직접부착작용의 세 가지로 규정되어 있으며, 이 선지는 그 세 가지를 그대로 나열한 것이다.
③ 옳다. 힘이 직접부착작용에 의해서만 콘크리트 충전 사각형강관단면 합성부재에 전달되는 경우, 강재단면 표면에 도장·윤활유·녹 등이 없다고 가정했을 때 강재와 콘크리트 간의 공칭부착응력은 0.4 MPa로 규정된 값이며 선지의 서술과 일치한다.
④ 옳지 않다 → 옳은 서술로 고치면 '힘전달기구들은 중첩하여 사용할 수 없고, 실제로 작용하는 하나의 힘전달기구를 기준으로 그 공칭강도로 소요전달력을 만족시켜야 한다'이다. 설계기준은 여러 힘전달기구의 강도를 더해서(중첩) 쓰는 것을 허용하지 않으며, '가장 작은 공칭강도를 사용한다'는 표현도 실제 규정과 다르다.

오답 포인트

이 문제는 옳지 않은 것을 고르는 문제인데, ①~③이 모두 실제 하중전달기구의 정의와 수치(0.4 MPa)를 그대로 서술하고 있어 선지 자체만으로는 그럴듯하게 읽히기 쉽다. 함정은 ④의 '중첩하여 사용할 수 있다'는 표현으로, 힘전달기구는 서로 더해 쓰는 것이 아니라 실제로 작동하는 기구 하나로 검토한다는 점을 놓치면 옳은 선지로 오인하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

합성기둥·합성보의 하중전달기구 문제가 다시 나오면 먼저 세 가지 기구(직접지압, 전단접합, 직접부착작용)를 떠올리고, 선지에 '중첩', '합산', '동시에 더해서' 같은 표현이 나오면 우선 의심한다. 힘전달기구는 중첩 사용이 금지되고 하나의 지배적 기구를 기준으로 검토한다는 원칙만 기억하면 이 유형의 함정 선지를 바로 골라낼 수 있다.

암기 포인트

힘전달기구 3가지: 직접지압·전단접합·직접부착작용. 사각형강관 충전합성부재의 공칭부착응력 0.4 MPa(도장·윤활유·녹 없음 가정). 힘전달기구는 중첩(합산) 사용 불가 — 실제 작동하는 하나의 기구 기준으로 검토한다.

NoteBase

문 22. 구조용 무근콘크리트 설계기준에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기둥에는 구조용 무근콘크리트를 사용할 수 없다.

② 구조용 무근콘크리트 벽체는 벽체가 받고 있는 연직하중, 횡하중 그리고 다른 모든 하중을 고려하여 설계하여야 한다.

③ 말뚝 위의 기초판에는 구조용 무근콘크리트를 사용할 수 있으며, 구조용 무근콘크리트 기초판의 두께는 200 mm 이상으로 하여야 한다.

④ 휨모멘트, 휨모멘트와 축력의 조합, 전단력에 대한 강도를 계산할 때 부재의 전체 단면을 설계에 고려한다. 다만, 지반에 콘크리트를 치는 경우에 전체 두께는 실제 두께보다 50 mm 작은 값을 사용하여야 한다.

정답 3번

출제 포인트

구조용 무근콘크리트(철근을 배근하지 않는 콘크리트) 설계기준에서 사용이 금지되는 부재와 허용되는 부재를 구분하는 문제이다. 무근콘크리트는 인장에 취약하고 연성이 부족하여 지진 등 횡하중에 의한 반전응력이나 변위 요구가 큰 부재, 지지조건이 불확실한 부재에는 사용이 제한된다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

무근콘크리트는 취성파괴 성질 때문에 기둥처럼 축력과 횡력을 함께 받는 주요 구조부재나, 말뚝처럼 지지점이 국부적이어서 휨과 전단에 취약해지는 기초판에는 사용할 수 없다. 반면 벽체나 지반에 직접 지지되는 기초판처럼 하중이 비교적 균등하게 분포되는 부재에는 조건을 만족하면 사용이 허용된다. 지반에 지지되는 무근콘크리트 기초판은 시공 시 하부 흙이 섞여 들어갈 가능성을 고려하여 설계 두께에서 50 mm를 공제한 값을 유효 단면으로 사용하고, 그 최소 두께는 200 mm 이상이어야 한다.

선지별 해설

① 기둥은 축력과 횡하중을 동시에 받고 반복적인 휨과 전단이 발생하므로 무근콘크리트로는 요구되는 연성과 인장 저항을 확보할 수 없어 사용이 금지된다. 옳은 설명이다.
② 무근콘크리트 벽체도 구조부재이므로 벽체가 부담하는 연직하중과 횡하중은 물론 그 밖의 모든 하중 조합을 고려하여 설계하여야 한다는 것은 무근콘크리트 설계기준의 기본 원칙과 일치한다. 옳은 설명이다.
③ 말뚝 위에 놓이는 기초판은 말뚝의 지지점이 국부적으로 집중되어 휨과 전단 요구가 커지므로 구조용 무근콘크리트의 사용 자체가 금지된다. 반면 두께 200 mm 이상 규정은 지반에 직접 지지되는 무근콘크리트 기초판에 적용되는 조건이다. 말뚝 위 기초판에 무근콘크리트를 사용할 수 있다고 서술한 부분이 옳지 않다.
④ 휨모멘트, 휨모멘트와 축력의 조합, 전단력에 대한 강도 계산 시에는 부재의 전체 단면을 그대로 설계에 반영하되, 지반에 직접 콘크리트를 타설하는 경우에는 흙과의 접촉면 품질 저하를 감안하여 실제 두께보다 50 mm 작은 값을 설계 두께로 사용하여야 한다. 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

'말뚝 위의 기초판'과 '지반에 직접 지지되는 기초판'을 같은 것으로 혼동하면 200 mm 두께 규정만 보고 옳은 문장으로 착각하기 쉽다. 두께 조건이 맞다고 해서 사용 가능 여부까지 옳다고 판단해서는 안 되며, 말뚝 기초판은 두께 조건과 무관하게 무근콘크리트 사용 자체가 금지된다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

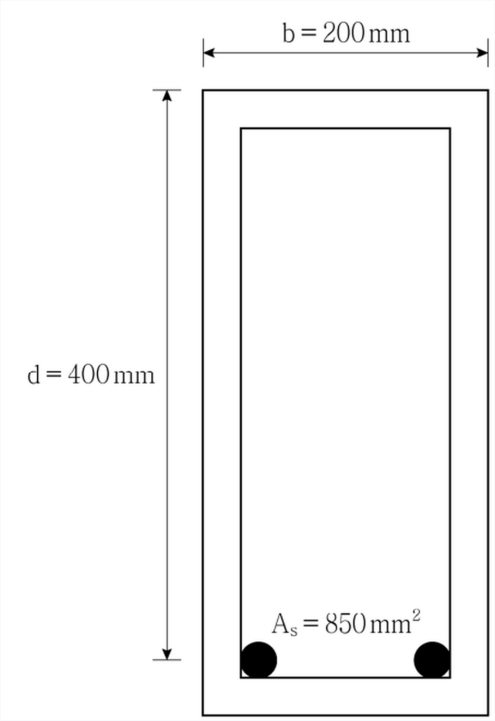
선지에 '~할 수 있으며, ~하여야 한다'처럼 허용 여부와 수치조건이 한 문장에 함께 제시되면 두 내용을 분리해서 각각 사실인지 확인한다. 무근콘크리트 사용 가능 여부(기둥 금지, 말뚝 위 기초판 금지, 벽체·지반 지지 기초판 허용)를 먼저 판별한 뒤 두께나 하중조건 같은 세부 수치를 검토하는 순서로 접근한다.

암기 포인트

무근콘크리트 사용 금지 부재: 기둥, 말뚝 위 기초판. 무근콘크리트 사용 가능 부재: 벽체(모든 하중 고려), 지반 직접 지지 기초판(두께 200 mm 이상, 지반 타설 시 유효두께는 실제두께-50 mm).

NoteBase

문 23. 그림과 같은 인장지배를 받는 단철근 직사각형 보를 등가 직사각형 압축응력블록을 이용하여 해석할 경우, 공칭휨강도(M_n)로 가장 가까운 값[$kN \cdot m$]은? (단, 콘크리트의 설계기준압축강도(f_{ck})는 $20MPa$, 인장철근의 설계기준항복강도(f_y)는 $400MPa$, 인장철근량(A_s)은 $850mm^2$이다)



① 90

② 120

③ 150

④ 180

정답 2번

출제 포인트

인장지배 단철근 직사각형 보를 등가 직사각형 압축응력블록(휨 설계법)으로 해석해 공칭휨강도 M_n을 구하는 문제이다. 등가응력블록의 깊이 a를 힘의 평형에서 구한 뒤, 압축합력과 인장합력 사이의 팔길이(모멘트팔)를 이용해 M_n을 계산하는 절차를 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

보의 폭 $b = 200\text{mm}$, 유효깊이 $d = 400\text{mm}$, 콘크리트 설계기준압축강도 $f_{ck} = 20\text{MPa}$, 인장철근 설계기준항복강도 $f_y = 400\text{MPa}$, 인장철근량 $A_s = 850\text{mm}^2$이다. 인장지배 단면이므로 철근은 항복($f_s = f_y$)한 상태로 본다.

NoteBase

사용할 공식

단철근 직사각형 보의 힘의 평형에서 압축력과 인장력이 같으므로 등가응력블록 깊이는 $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck} b}$ 이고, 공칭휨강도는 압축합력(또는 인장합력)에 압축합력 작용점과 인장철근 사이의 팔길이를 곱한 $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$ 로 구한다.

계산 과정

먼저 등가응력블록 깊이를 구하면 $a = \frac{850 \times 400}{0.85 \times 20 \times 200} = \frac{340{,}000}{3{,}400} = 100\text{mm}$ 이다. 이를 이용해 공칭휨강도를 구하면 $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) = 850 \times 400 \times \left(400 - \frac{100}{2}\right) = 340{,}000 \times 350 = 119{,}000{,}000\text{N} \cdot \text{mm}$ 이고, 이를 $\text{kN} \cdot \text{m}$ 단위로 환산하면 $119\text{kN} \cdot \text{m}$로, 보기 중 가장 가까운 값은 120이다.

선지 판단

① 90 → a나 팔길이를 실제보다 크게 잡아 모멘트를 과소평가한 경우에 나올 수 있는 값으로, 계산 결과인 약 119와 맞지 않아 오답이다.
② 120 → 등가응력블록 깊이 $a = 100\text{mm}$를 정확히 구하고 $M_n = A_s f_y (d - a/2)$로 계산한 값 약 $119\text{kN} \cdot \text{m}$에 가장 가까우므로 정답이다.
③ 150 → a를 구하지 않고 d를 그대로 팔길이로 써서 $M_n = A_s f_y d$에 가깝게 계산하면 지나치게 큰 값이 나오는데, 이 역시 실제 계산값과 차이가 커 오답이다.
④ 180 → ③보다 더 크게 과대평가한 값으로, 압축응력블록의 깊이를 반영하지 않거나 단위 환산을 잘못한 경우에 나올 수 있는 값이며 오답이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 등가응력블록 깊이 a를 구하지 않고 곧바로 $M_n = A_s f_y d$로 계산해 모멘트팔을 유효깊이 d 전체로 잡는 것이다. 실제로는 압축합력이 콘크리트 압축응력블록의 도심(콘크리트 상단에서 $a/2$ 위치)에 작용하므로, 모멘트팔은 $d - a/2$가 되어야 한다. 또한 a를 구할 때 분모의 $0.85 f_{ck} b$를 빠뜨리거나 단위(mm 단위 힘×거리를 $\text{kN} \cdot \text{m}$로 환산)를 잘못 처리하면 답이 크게 어긋난다.

다시 나오면 이렇게 판단

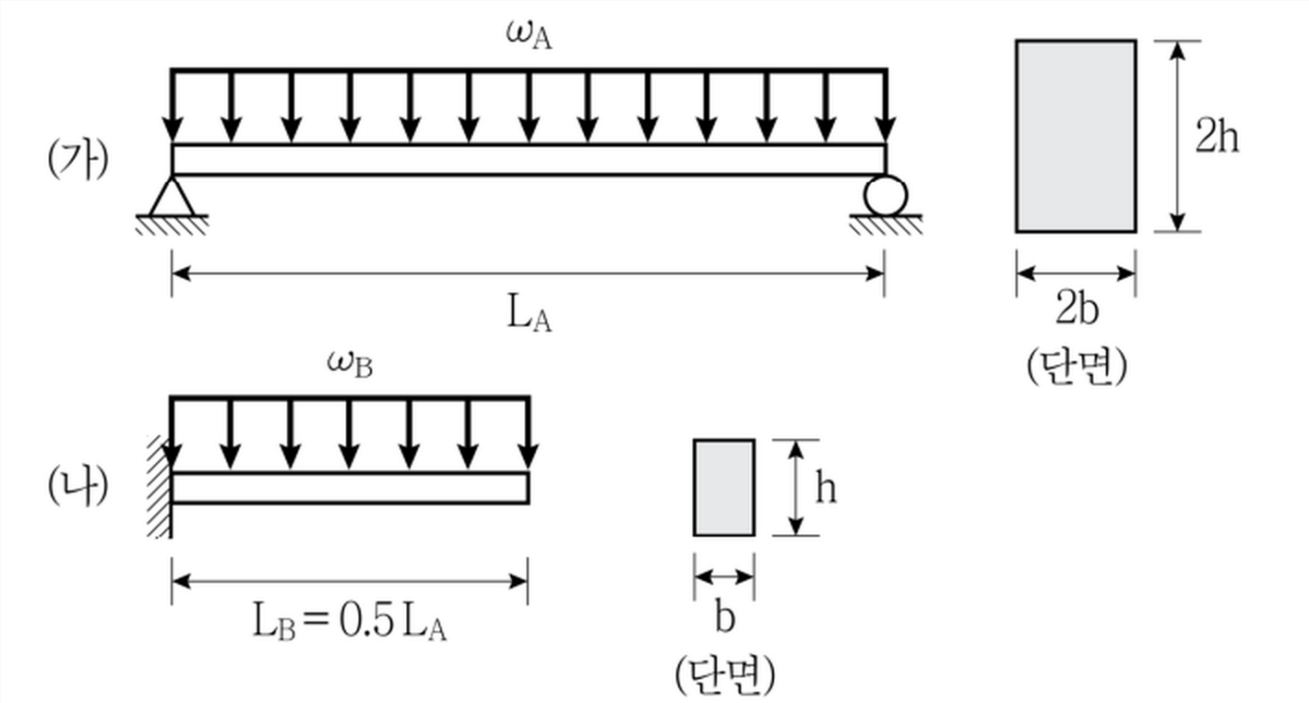
단철근 직사각형 보의 공칭휨강도 문제는 항상 힘의 평형($C = T$)으로 a를 먼저 구하고, 그 다음 $M_n = A_s f_y (d - a/2)$로 모멘트를 계산하는 두 단계 순서를 지킨다. 인장지배 단면이라는 조건이 주어지면 철근이 항복했다고 보고 $f_s = f_y$를 그대로 대입하면 된다.

암기 포인트

등가응력블록 깊이 $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck} b}$, 공칭휨강도 $M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$ 두 식을 세트로 외워 둔다. 압축합력의 작용점은 콘크리트 표면에서 $a/2$ 깊이에 있다는 점을 함께 기억해 둔다.

NoteBase

문 24. 그림 (가)와 그림 (나)의 주어진 조건에서 두 보가 최대 처짐이 같을 때, 단순보에 작용하는 등분포하중(ω_A)과 캔틸레버보에 작용하는 등분포하중(ω_B)의 관계식으로 옳은 것은? (단, 두 보의 탄성계수는 같고, 자중은 무시한다)



① $\omega_A = \frac{12}{5}\omega_B$

② $\omega_A = \frac{24}{5}\omega_B$

③ $\omega_A = \frac{36}{5}\omega_B$

④ $\omega_A = \frac{48}{5}\omega_B$

정답 4번

출제 포인트

단순보와 캔틸레버보에 등분포하중이 작용할 때 최대 처짐 공식을 각각 정확히 적용하고, 단면 형상 차이(폭·춤이 2배)로 인한 단면2차모멘트 비를 함께 반영해 두 보의 처짐이 같아지는 하중 관계식을 구하는 문제이다. 처짐 공식과 단면2차모멘트 계산을 동시에 정확히 다루는지가 핵심이다.

조건 정리

보 (가)는 단순보이며 경간 L_A 전체에 등분포하중 ω_A가 작용하고 단면은 폭 $2b$, 춤 $2h$인 직사각형이다. 보 (나)는 캔틸레버보이며 길이 $L_B = 0.5L_A$ 전체에 등분포하중 ω_B가 작용하고 단면은 폭 b, 춤 h인 직사각형이다. 두 보의 탄성계수 E는 같고 자중은 무시하며, 두 보의 최대 처짐이 서로 같다는 조건이 주어진다.

NoteBase

사용할 공식

등분포하중을 받는 단순보의 최대 처짐은 $\delta_A = \frac{5\omega_A L_A^4}{384EI_A}$이고, 등분포하중을 받는 캔틸레버보의 최대 처짐(자유단)은 $\delta_B = \frac{\omega_B L_B^4}{8EI_B}$이다. 직사각형 단면의 단면2차모멘트는 $I = \frac{bh^3}{12}$(폭×춤 순서)로 계산한다.

계산 과정

먼저 두 단면의 단면2차모멘트를 구한다. 보 (가)의 단면은 폭 $2b$, 춤 $2h$이므로 $I_A = \frac{(2b)(2h)^3}{12} = \frac{16bh^3}{12} = \frac{4bh^3}{3}$이다. 보 (나)의 단면은 폭 b, 춤 h이므로 $I_B = \frac{bh^3}{12}$이다. 따라서 $\frac{I_A}{I_B} = \frac{4bh^3/3}{bh^3/12} = 16$이다.
두 보의 최대 처짐이 같다는 조건을 식으로 쓰면 $\frac{5\omega_A L_A^4}{384EI_A} = \frac{\omega_B L_B^4}{8EI_B}$이다. 여기에 $L_B = 0.5L_A$를 대입하면 $L_B^4 = \frac{L_A^4}{16}$이므로 $\frac{5\omega_A L_A^4}{384I_A} = \frac{\omega_B L_A^4}{16 \cdot 8I_B} = \frac{\omega_B L_A^4}{128I_B}$이고, 양변의 L_A^4를 소거하면 $\frac{5\omega_A}{384I_A} = \frac{\omega_B}{128I_B}$이다. 이를 ω_A/ω_B에 대해 정리하면 $\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{384I_A}{5 \cdot 128I_B} = \frac{384}{640} \cdot \frac{I_A}{I_B} = 0.6 \times 16 = 9.6 = \frac{48}{5}$이다. 따라서 $\omega_A = \frac{48}{5}\omega_B$이다.

선지 판단

① ωA = (12/5)ωB → 단면2차모멘트 비 $I_A/I_B = 16$을 반영하지 않고 계수만 일부 적용한 값으로 틀린 관계식이다.
② ωA = (24/5)ωB → 단면2차모멘트 비를 절반만(예: 8배로) 잘못 계산했을 때 나오는 값으로 틀린 관계식이다.
③ ωA = (36/5)ωB → 위와 유사하게 단면2차모멘트나 하중식수의 일부만 반영한 중간 오류값으로 틀린 관계식이다.
④ ωA = (48/5)ωB → 처짐식(5/384, 1/8)과 경간비($L_B = 0.5L_A$), 단면2차모멘트 비($I_A/I_B = 16$)를 모두 정확히 반영한 결과와 일치하므로 옳은 관계식이다.

오답 포인트

이 문제에서 자주 틀리는 지점은 두 가지이다. 첫째, 단순보와 캔틸레버보의 최대 처짐 공식 계수(단순보는 5/384, 캔틸레버는 1/8)를 서로 바꾸어 쓰거나 혼동하는 경우이다. 둘째, 단면이 폭과 춤이 모두 2배(2b, 2h)로 커지면 단면2차모멘트는 세제곱 관계 때문에 2배가 아니라 $2 \times 2^3 = 16$배가 된다는 점을 놓치는 경우이다. 경간비 $L_B = 0.5L_A$ 역시 4제곱으로 반영해야 하므로 단순히 절반으로만 계산하지 않도록 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 보의 지지조건(단순보인지 캔틸레버보인지)을 확인해 알맞은 최대 처짐 공식을 고른다. 그다음 각 단면의 폭과 춤을 그대로 대입해 $I = bh^3/12$로 단면2차모멘트를 각각 구하고, 경간(또는 길이)의 비를 4제곱으로 반영한 뒤 두 처짐식을 같다고 놓고 하중비를 정리하면 실수 없이 관계식을 구할 수 있다.

암기 포인트

등분포하중 단순보의 최대 처짐은 $5\omega L^4/(384EI)$, 등분포하중 캔틸레버보의 최대 처짐은 $\omega L^4/(8EI)$이다. 직사각형 단면2차모멘트는 $I = bh^3/12$이며, 폭과 춤이 모두 n배가 되면 단면2차모멘트는 n^4배가 된다는 점을 기억해 둔다.

NoteBase

문 25. 건축물 강구조 설계기준에서 용어의 정의로 옳지 않은 것은?

① 다이어프램(diaphragm plate): 지지요소에 힘을 전달하도록 이용된 면내 전단강성과 전단강도를 갖고 있는 플레이트

② 밀스케일(mill scale): 열간압연과정에서 생성되는 강재의 산화피막

③ 엔드탭(end tab): 용접선의 단부에 붙인 보조판

④ 필러(filler): 접촉면이나 지압면 사이에 두께 차이 시 공간을 메우기 위해 사용되는 얇은 판재

정답 4번

출제 포인트

건축물 강구조 설계기준의 용어 정의를 정확히 알고 있는지 묻는 문제이다. 이 유형은 서로 뜻이 비슷해 보이는 용어를 짝지어 놓고 한쪽의 정의를 다른 쪽 용어에 갖다 붙이는 방식으로 오답을 만든다. 이 문제에서는 필러(filler)와 심(shim)이라는 서로 다른 두 용어의 정의가 뒤바뀌어 제시되었다.

핵심 개념

다이아프램(diaphragm plate)은 지지요소에 힘을 전달할 수 있도록 면내 전단강성과 전단강도를 갖고 있는 플레이트를 말한다. 밀스케일(mill scale)은 강재를 열간압연하는 과정에서 표면에 생성되는 산화피막이다. 엔드탭(end tab)은 용접선의 단부에 붙여 용접의 시작과 끝부분에서 생기는 결함을 본 용접부 밖으로 옮기기 위해 사용하는 보조판이다. 필러(filler)는 접합하는 부재 사이에 두께 차이가 있을 때 그 두께를 보정하기 위해 사용하는 판재로, 두께에 제한이 없다. 이와 달리 접촉면이나 지압면 사이의 두께 차이로 생기는 공간을 메우기 위해 사용되는 얇은 판재는 심(shim)의 정의이다. 즉 필러와 심은 모두 두께 차이를 메우는 판재라는 점은 같지만, 심은 얇은 판재로 한정되는 세부 개념이고 필러는 두께 제한 없이 부재의 두께를 보강하는 판재를 가리키는 더 넓은 개념이다.

선지별 해설

① 다이아프램(diaphragm plate): 지지요소에 힘을 전달하도록 이용된 면내 전단강성과 전단강도를 갖고 있는 플레이트 → O, 다이아프램의 정의와 정확히 일치한다.
② 밀스케일(mill scale): 열간압연과정에서 생성되는 강재의 산화피막 → O, 밀스케일의 정의와 정확히 일치한다.
③ 엔드탭(end tab): 용접선의 단부에 붙인 보조판 → O, 엔드탭의 정의와 일치한다.
④ 필러(filler): 접촉면이나 지압면 사이에 두께 차이 시 공간을 메우기 위해 사용되는 얇은 판재 → X, 이는 필러가 아니라 심(shim)의 정의이다. 필러는 접합부재 사이의 두께 차이를 보정하기 위해 사용하는 판재로 두께에 제한이 없으며, '얇은 판재'로 한정되지 않는다.

NoteBase

오답 포인트

필러와 심은 둘 다 '부재 사이의 두께 차이를 메우는 판재'라는 큰 틀에서는 비슷해 서로 헷갈리기 쉽다. 차이는 두께 제한 여부에 있다. 심은 얇은 판재로 한정된 개념이고, 필러는 두께 제한이 없는 더 포괄적인 개념이다. 이 문제처럼 심의 정의를 필러에 붙여 놓으면 얼핏 보아 그럴듯하게 읽히므로, '얇은'이라는 표현이 어느 용어에 붙어야 하는지를 정확히 구분해서 기억해 두어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

강구조 용어 정의 문제는 각 선지를 개별적으로 참/거짓 판단하기보다, 뜻이 비슷한 용어쌍(필러-심, 다이아프램-스티프너 등)이 있는지 먼저 살펴보고 정의가 서로 뒤바뀌어 있지 않은지를 확인하는 방식으로 접근한다. '얇은', '두께 제한' 같은 세부 수식어가 어느 용어의 정의에 속하는지가 정답을 가르는 핵심 단서가 되는 경우가 많다.

암기 포인트

필러(filler)=두께 차이 보정용 판재, 두께 제한 없음. 심(shim)=접촉면·지압면 사이 두께 차이를 메우는 얇은 판재. 다이아프램=지지요소로 힘을 전달하는 면내 전단강성·강도를 가진 플레이트. 밀스케일=열간압연 시 생기는 강재의 산화피막. 엔드탭=용접선 단부에 붙이는 보조판.

NoteBase