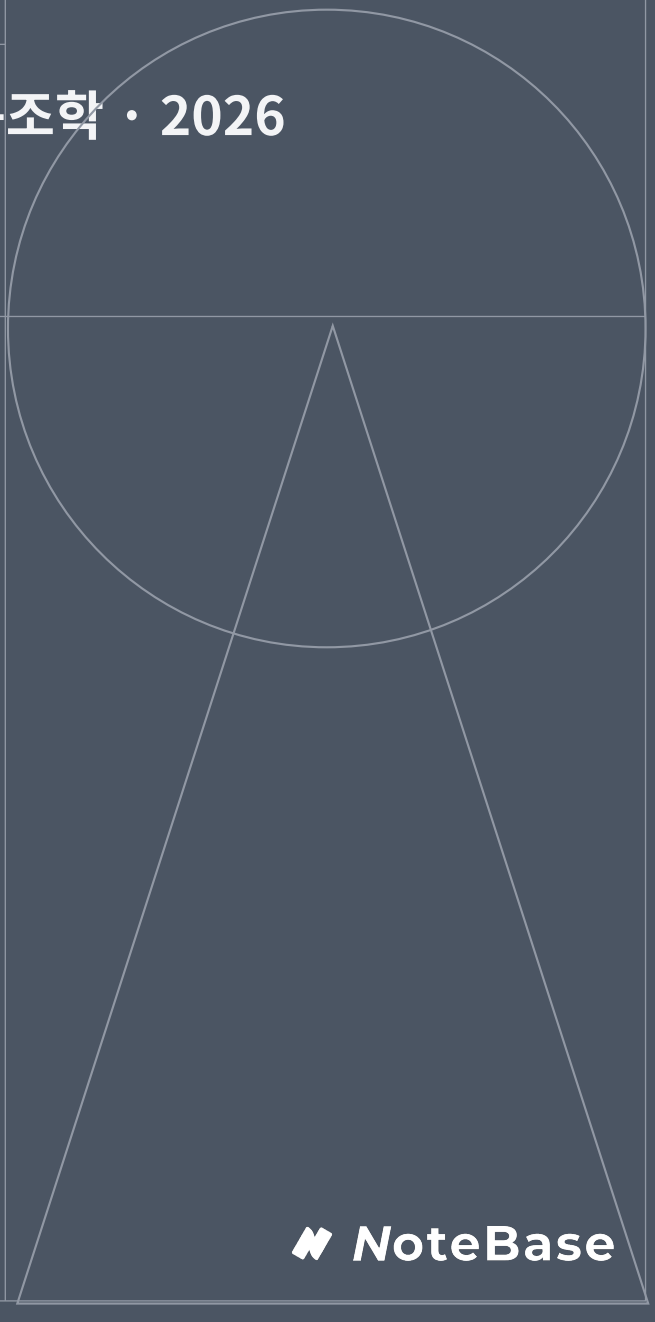
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 건축구조학 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 건축구조학 · 2026

공무원/군무원/9급 · 건축구조학 · 2026

1. 강재말뚝에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 강관말뚝의 공칭외경은 200 mm 이상이어야 한다.
   ② H형강 말뚝의 경우 플랜지 및 웨브의 공칭 두께는 최소 10 mm 이어야 한다.
   ③ H형강 말뚝의 경우 웨브방향의 공칭춤은 200 mm 이상이어야 한다.
   ④ 선단개방형 강관말뚝을 타입할 경우 항복강도가 240 MPa을 초과하는 강재와 동등한 강도를 가져야 한다.

정답 2번

출제 포인트

강재말뚝 중 강관말뚝과 H형강 말뚝의 최소 단면 치수 및 선단개방형 강관말뚝의 강도 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

강재말뚝은 강재로 만든 말뚝을 지반에 설치하여 상부 하중을 지반에 전달하는 기초 부재이다.
강관말뚝은 원형 강관을 사용하는 말뚝으로 공칭외경이 200mm 이상이어야 한다.
H형강 말뚝은 H형 단면을 사용하는 말뚝으로 웨브 방향 공칭춤이 200mm 이상이고, 플랜지와 웨브의 공칭두께가 각각 9.5mm 이상이어야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
강관말뚝의 공칭외경은 200mm 이상이어야 하므로 적절한 설명이다.

② X
틀린 표현은 '최소 10mm'이다. H형강 말뚝의 플랜지 및 웨브 공칭두께는 최소 9.5mm이어야 한다. 따라서 올바른 문장은 'H형강 말뚝의 플랜지 및 웨브의 공칭두께는 최소 9.5mm이어야 한다'이다.

③ O
H형강 말뚝은 웨브 방향의 공칭춤이 200mm 이상이어야 하므로 적절한 설명이다.

④ O
선단개방형 강관말뚝을 타입할 때에는 항복강도가 240MPa를 초과하는 강재와 동등한 강도를 가져야 하므로 적절한 설명이다.

오답 포인트

②의 10mm는 9.5mm와 매우 가까워 맞는 수치처럼 보이는 것이 함정이다. 이 문항은 '이상'이라는 방향보다 H형강 플랜지·웨브의 정확한 최소 공칭두께를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

부재 종류와 치수 항목을 짝지어 판단한다. 강관말뚝은 공칭외경 200mm, H형강 말뚝은 웨브 방향 공칭춤 200mm와 플랜지·웨브 공칭두께 9.5mm, 선단개방형 강관말뚝은 240MPa 초과 강재와 동등한 강도가 핵심 기준이다.

암기 포인트

강관 외경 200, H형강 춤 200, H형강 두께 9.5, 선단개방형 강도 240 초과로 정리한다.

NoteBase

2. 거푸집의 측압에 미치는 영향으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 슬럼프값이 높으면 측압이 크다.
② 타설속도가 빠를수록 측압이 크다.
③ 콘크리트가 부배합일수록 측압이 작다.
④ 철근량이 적을수록 측압이 크다.

정답 3번

출제 포인트

굳지 않은 콘크리트가 거푸집에 가하는 측압이 재료의 유동성, 타설속도, 배합 및 철근량에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

거푸집의 측압은 타설된 콘크리트가 굳기 전에 거푸집의 옆면을 수평으로 미는 압력이다. 콘크리트가 묽고 유동성이 크거나 짧은 시간에 높이 쌓일수록 액체에 가까운 압력이 작용하여 측압이 커진다. 일반적으로 슬럼프가 클수록, 타설속도가 빠를수록, 부배합일수록, 철근량이 적을수록 측압이 커진다.

선지별 해설

① O — 슬럼프값이 높으면 콘크리트의 유동성이 커져 거푸집 옆면에 작용하는 측압이 커진다.

② O — 타설속도가 빠르면 아래쪽 콘크리트가 충분히 굳기 전에 위쪽 콘크리트가 계속 쌓이므로 측압이 커진다.

③ X — 틀린 표현은 '콘크리트가 부배합일수록 측압이 작다'이다. 올바르게는 콘크리트가 부배합일수록 거푸집 측압이 커진다.

④ O — 철근량이 적으면 철근이 콘크리트의 측방 이동을 방해하는 효과가 작으므로 거푸집에 전달되는 측압이 커진다.

오답 포인트

③의 '부배합'을 되고 뻑뻑한 콘크리트로 오해하기 쉽다. 부배합은 시멘트가 상대적으로 적고 골재 비율이 큰 배합을 뜻하며, 이 문항에서는 측압을 작게 하는 요인이 아니라 크게 하는 요인이다. 또한 문두가 '가장 적절하지 않은 것'을 묻는 부정형이라는 점을 놓치면 옳은 영향 관계를 고를 수 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

굳지 않은 콘크리트가 액체처럼 거푸집을 더 강하게 미는 조건인지 판단한다. 유동성이 크고, 빠르게 타설되며, 부배합이고, 철근의 구속이 적으면 측압이 커지는 방향으로 정리한다.

암기 포인트

고슬럼프·빠른 타설·부배합·적은 철근량은 거푸집 측압을 크게 한다.

NoteBase

3. 내진설계에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 경계요소는 격막이나 전단벽의 가장자리, 내부 개구부, 불연속면과 요각부에서의 인장 혹은 압축요소와 수집재이다.
   ② 성능기반 내진설계는 엄격한 규정 및 절차에 따라 설계하는 사양기반설계에서 벗어나서 목표로 하는 내진성능수준을 달성할 수 있는 다양한 설계기법의 적용을 허용하는 설계법이다.
   ③ 지난 11,000년(충적세)동안 지진활동의 지질학적 증거나 역사적으로 연평균 1 mm이상의 미끄러짐이 있는 단층을 활성단층으로 분류한다.
   ④ 이중골조방식에서는 지진력의 25 % 미만을 연성모멘트골조가 부담하고, 나머지 지진력을 전단벽이나 가새골조가 부담하는 구조방식이다.

정답 4번

출제 포인트

내진설계의 주요 용어인 경계요소, 성능기반 내진설계, 활성단층, 이중골조방식의 정의를 구별하는 문제이다.
특히 이중골조방식에서 연성모멘트골조가 부담해야 하는 지진력의 최소 비율을 판단해야 한다.

핵심 개념

경계요소는 벽체의 가장자리·개구부·불연속부 등 응력이 집중되는 곳에서 인장력이나 압축력을 모아 전달하도록 둔 요소이다.
성능기반 내진설계는 획일적인 사양만 따르는 대신 목표 내진성능을 정하고, 이를 충족하는 다양한 해석·설계기법을 적용하는 방식이다.
활성단층은 최근 지질시대에 활동한 증거가 있거나 유의한 미끄러짐이 확인되어 다시 활동할 가능성이 있는 단층이다.
이중골조방식은 연성모멘트골조와 전단벽 또는 가새골조가 함께 지진력에 저항하며, 연성모멘트골조가 설계지진력의 25% 이상을 부담할 수 있어야 하는 방식이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 경계요소는 격막이나 전단벽의 가장자리, 내부 개구부와 불연속면, 요각부처럼 응력이 집중되는 곳에서 인장·압축력을 수집하고 전달하는 요소이므로 옳다.
② O — 성능기반 내진설계는 엄격한 규정과 절차 중심의 사양기반설계에서 벗어나 목표 내진성능의 달성을 입증할 수 있다면 다양한 설계기법을 허용하므로 옳다.
③ O — 최근 11,000년인 충적세 동안 지진활동의 지질학적·역사적 증거가 있거나 연평균 $1mm$ 이상의 미끄러짐이 있는 단층을 활성단층으로 보는 설명이므로 옳다.
④ X — 틀린 표현은 '지진력의 25% 미만을 연성모멘트골조가 부담'이다. 올바르게는 연성모멘트골조가 설계지진력의 25% 이상을 부담할 수 있어야 하고, 전단벽이나 가새골조와 함께 전체 지진력에 저항하는 구조방식이다.

오답 포인트

④는 연성모멘트골조의 부담 비율을 '25% 미만'으로 제시해 최소요건의 방향을 반대로 바꾸었다.
이중골조방식은 전단벽이나 가새골조가 주된 지진저항요소이더라도 모멘트골조에도 독립적인 저항능력을 확보하려는 방식이므로 25%는 상한이 아니라 하한이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정의형 선지에서는 장소·목표·기간·수치의 방향을 차례로 확인한다. 이중골조방식이 나오면 '연성모멘트골조 + 전단벽 또는 가새골조'의 조합과 '모멘트골조 25% 이상'이라는 두 조건을 함께 대조한다.

암기 포인트

이중골조는 모멘트골조도 25% 이상을 부담한다. '25% 미만'이면 틀린 표현이다.

NoteBase

4. 강구조 인장부재 설계에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 부재의 총단면적 A_g는 부재축의 직각방향으로 측정된 각 요소단면의 합이다.

② 순단면적 A_n은 최소 순단면적을 갖는 파단선으로부터 구한다.

③ 유효순단면적 A_e는 순단면적 A_n을 전단뒤짐계수 U로 나누어 구한다.

④ 총단면의 항복에 대한 설계인장강도의 강도저항계수 ϕ_t는 유효순단면의 파단에 대한 설계인장강도의 강도저항계수 ϕ_t보다 크다.

정답 3번

출제 포인트

강구조 인장부재에서 총단면적, 순단면적, 유효순단면적의 정의와 인장 한계상태별 강도저항계수의 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

총단면적 A_g는 볼트구멍 등의 결손을 공제하기 전 전체 단면적이다. 순단면적 A_n은 예상 파단선을 따라 결손을 공제하여 얻는 최소 단면적이다. 유효순단면적 A_e은 접합에 따른 전단지연의 영향을 반영한 면적으로, $A_e = UA_n$이다. 인장부재는 총단면 항복과 유효순단면 파단을 각각 검토하며, 파단에는 항복보다 작은 강도저항계수가 적용된다.

NoteBase

선지별 해설

① O
총단면적 A_g는 부재축에 직각인 단면을 이루는 각 요소의 단면적을 모두 합한 값이다.

② O
순단면적 A_n은 볼트구멍 등을 지나는 여러 파단선 가운데 순단면적이 최소가 되는 위험 파단선을 기준으로 구한다.

③ X
틀린 표현은 'A_n을 전단지연계수 U로 나누어'이다. 올바르게는 순단면적에 전단지연계수를 곱하여 $A_e = UA_n$으로 구한다.

④ O
총단면 항복에 적용하는 강도저항계수는 유효순단면 파단에 적용하는 강도저항계수보다 크므로 옳다.
일반적으로 총단면 항복에는 0.90, 유효순단면 파단에는 0.75가 적용된다.

오답 포인트

③은 전단지연계수 U를 곱해야 하는데 나눈 것으로 바꾼 선지이다. U는 전단지연으로 인해 순단면 전체가 완전히 유효하지 않은 효과를 반영하므로, A_n/U처럼 단면적을 키우는 식이 아니라 UA_n처럼 줄이는 식이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

단면적은 '전체 단면 A_g → 구멍을 공제한 최소 단면 A_n → 전단지연까지 반영한 $A_e = UA_n$'의 순서로 구별한다.
강도 검토에서는 총단면 항복과 유효순단면 파단을 각각 확인한다.

암기 포인트

총단면은 A_g, 구멍을 빼면 A_n, 전단지연까지 곱하면 $A_e = UA_n$이다.

NoteBase

5. 지붕설하중 산정 시 고려해야 할 요소로 가장 적절하지 않은 것은?
① 지붕경사도에 따른 계수
② 노출계수
③ 온도계수
④ 가스트영향계수

정답 4번

출제 포인트

지붕설하중을 산정할 때 고려하는 적설 관련 계수와 풍하중에 사용하는 계수를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

지붕설하중은 지상적설하중을 바탕으로 지붕의 경사, 바람에 의한 적설의 노출 상태, 건물 내부 열의 영향 등을 반영하여 산정한다. 반면 가스트영향계수는 돌풍으로 생기는 동적 효과를 풍하중에 반영하는 계수이다.

선지별 해설

① O — 지붕경사도에 따른 계수는 지붕 경사가 커질수록 눈이 미끄러져 쌓이는 양이 달라지는 효과를 반영하므로 지붕설하중 산정에 고려한다.
② O — 노출계수는 주변 지형과 차폐 정도에 따라 바람이 지붕의 눈을 날려 보내거나 쌓이게 하는 효과를 반영하므로 고려한다.
③ O — 온도계수는 난방 등으로 지붕을 통과하는 열이 눈을 녹이는 정도에 영향을 주므로 고려한다.
④ X — 틀린 표현은 '가스트영향계수'이다. 가스트영향계수는 돌풍의 동적 효과를 반영하는 풍하중용 계수이며, 지붕설하중 산정 요소가 아니다. 올바르게는 지붕설하중에는 지붕경사도에 따른 계수, 노출계수, 온도계수 등 적설 상태에 영향을 주는 계수를 적용한다고 표현한다.

오답 포인트

노출계수와 가스트영향계수에 모두 바람의 영향이 연상된다는 점이 함정이다. 노출계수는 바람 때문에 지붕에 눈이 쌓이는 상태를 보정하지만, 가스트영향계수는 바람 자체가 구조물에 주는 동적 하중을 보정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

계수가 '눈의 쌓임·미끄러짐·녹음'을 보정하면 지붕설하중 요소이고, '돌풍에 의한 구조물의 동적 반응'을 보정하면 풍하중 요소로 판단한다.

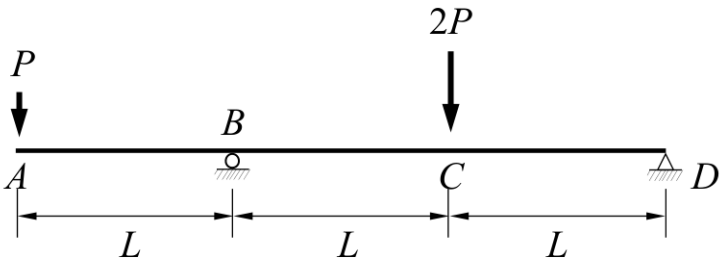
NoteBase

암기 포인트

설하중은 경사·노출·온도, 가스트는 풍하중이다.

NoteBase

6. 내민보에 2개의 집중하중이 A점과 C점에 그림과 같이 작용할 때, B점과 D점의 반력은?



	B점 반력	D점 반력
①	$0.5P$ (↑)	$2.5P$ (↑)
②	$1.0P$ (↑)	$2.0P$ (↑)
③	$2.0P$ (↑)	$1.0P$ (↑)
④	$2.5P$ (↑)	$0.5P$ (↑)

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 내민보 전체에 수직력 평형과 모멘트 평형을 적용하여 B점과 D점의 수직반력을 구하는 문제이다.

조건 정리

A점의 집중하중은 아래 방향 P, C점의 집중하중은 아래 방향 $2P$이다. A-B, B-C, C-D의 거리는 각각 L이다. 구해야 할 값은 위 방향의 B점 반력 R_B와 D점 반력 R_D이다. B점을 모멘트 기준점으로 잡으면 R_B의 모멘트가 0이 되어 계산이 간단해진다.

사용할 공식

정지한 보의 평형조건은 다음과 같다.

$$\sum F_y = 0, \qquad \sum M_B = 0$$

보가 정지해 있으므로 수직방향 합력과 임의의 점에 대한 모멘트의 합이 모두 0이어야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. B점에 대한 반시계방향 모멘트를 양(+)으로 두면 A점 하중 P는 $+PL$, C점 하중 $2P$는 $-2PL$, D점 반력은 $+R_D(2L)$의 모멘트를 만든다.

$$\sum M_B = PL - 2PL + R_D(2L) = 0$$

따라서

$$R_D = \frac{P}{2} = 0.5P$$

이다.

2. 수직력 평형식을 적용한다.

$$\sum F_y = R_B + R_D - P - 2P = 0$$

$$R_B = 3P - R_D = 3P - 0.5P = 2.5P$$

따라서 B점 반력은 $2.5P$ 위 방향, D점 반력은 $0.5P$ 위 방향이다.

선지 판단

① X — ‘B점 반력 $0.5P$, D점 반력 $2.5P$’는 두 반력을 서로 바꾼 값이다. 올바르게는 B점 반력 $2.5P$, D점 반력 $0.5P$이다.

② X — ‘B점 반력 $1.0P$, D점 반력 $2.0P$’는 수직력의 합은 $3P$이지만 B점에 대한 모멘트 평형을 만족하지 않는다. 올바르게는 B점 반력 $2.5P$, D점 반력 $0.5P$이다.

③ X — ‘B점 반력 $2.0P$, D점 반력 $1.0P$’도 수직력 평형만 만족하고 모멘트 평형은 만족하지 않는다. 올바르게는 B점 반력 $2.5P$, D점 반력 $0.5P$이다.

④ O — B점 반력 $2.5P$와 D점 반력 $0.5P$는 수직력 평형과 B점에 대한 모멘트 평형을 모두 만족한다.

오답 포인트

모든 선지는 두 반력의 합이 총하중 $3P$와 같도록 구성되어 있으므로 수직력 평형만 확인하면 구별할 수 없다. A점의 하중 P가 B점 왼쪽에 작용하여 C점 하중과 반대 방향의 모멘트를 만든다는 점을 반영해 모멘트 평형까지 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

보의 반력 문제는 미지 반력 하나가 지나가는 지점을 모멘트 기준점으로 정해 다른 반력을 먼저 구한 뒤, 수직력 평형으로 남은 반력을 구한다. 마지막에는 반력의 합이 총하중과 같은지 검산한다.

암기 포인트

평형은 합력 0, 합모멘트 0이다. 내민보의 돌출부 하중은 지점 반력의 크기 분배를 크게 바꾼다.

NoteBase

7. 강구조 완전용입 그루브용접 설계(건축구조물)에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 공칭강도는 모재의 공칭강도와 완전용입 그루브용접의 공칭강도 중 작은 값으로 한다.
② 유효면적은 용접의 유효길이에 유효목두께를 곱한 값으로 한다.
③ 유효길이는 접합되는 부분의 폭으로 한다.
④ 유효목두께는 접합판 중 두꺼운 쪽 판두께로 한다.

정답 4번

출제 포인트

완전용입 그루브용접에서 공칭강도, 유효면적, 유효길이 및 유효목두께의 산정 기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

완전용입 그루브용접은 접합부의 두께 전체에 걸쳐 용입되도록 하는 맞대기 용접이다. 유효면적은 유효길이와 유효목두께의 곱으로 산정하며, 유효목두께는 접합되는 두 부재 중 얇은 쪽 판두께를 기준으로 한다.

선지별 해설

① O — 접합부의 공칭강도는 모재의 공칭강도와 완전용입 그루브용접의 공칭강도 가운데 작은 값으로 정한다. 접합부의 강도는 더 약한 한계상태에 의해 지배되기 때문이다.

② O — 유효면적은 유효길이와 유효목두께의 곱이며, 식으로는 $A_e = L_e t_e$이다.

③ O — 완전용입 그루브용접의 유효길이는 접합되는 부분의 폭으로 한다.

④ X — 틀린 표현은 '두꺼운 쪽 판두께'이다. 완전용입 그루브용접의 유효목두께는 접합판 중 얇은 쪽 판두께로 한다.

오답 포인트

'완전용입'이라는 말 때문에 더 두꺼운 판의 두께까지 모두 유효하다고 오해하기 쉽다. 그러나 서로 두께가 다른 판을 접합하면 힘을 전달할 수 있는 유효 단면은 얇은 판의 두께를 넘을 수 없으므로 ④의 '두꺼운 쪽'이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

완전용입 그루브용접에서는 유효면적을 '접합 폭인 유효길이 × 얇은 판두께인 유효목두께'로 판단하고, 강도는 모재와 용접부 중 작은 값이 지배한다고 정리한다.

암기 포인트

완전용입의 유효목두께는 두꺼운 판이 아니라 얇은 판의 두께이다.

NoteBase

8. <표>는 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 철근콘크리트 보에서 부재처짐을 계산하지 않는 경우 최소 두께이다. A ~ D 중 가장 큰 값은? (단, l은 보 경간이고, 보통중량콘크리트와 설계기준항복강도 400 MPa 철근을 사용한 부재에 대한 값이다)

<표> 경계조건에 따른 최소 두께

경계조건	단순지지	1단연속	양단연속	캔틸레버
최소 두께	$\frac{l}{A}$	$\frac{l}{B}$	$\frac{l}{C}$	$\frac{l}{D}$

① A
② B
③ C
④ D

정답 3번

출제 포인트

처짐을 별도로 계산하지 않는 철근콘크리트 보의 최소 두께 기준에서 경계조건별 분모를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않는 철근콘크리트 보이다.
재료 조건: 보통중량콘크리트와 설계기준항복강도 400*MPa* 철근을 사용하므로 표의 기본값을 적용한다.
구해야 할 값: 최소 두께 *l*/*A*, *l*/*B*, *l*/*C*, *l*/*D*의 분모 *A* ~ *D* 중 가장 큰 값이다.

사용할 공식

경계조건별 보의 최소 두께는 다음과 같다.
단순지지:(l)/(16), 1단 연속:(l)/(18.5), 양단 연속:(l)/(21), 캔틸레버:(l)/(8)
이 기준을 사용하는 이유는 문제에서 부재 처짐을 계산하지 않는 경우의 최소 두께를 묻고 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

표의 각 식과 대응시키면 $A = 16$, $B = 18.5$, $C = 21$, $D = 8$이다.
따라서 $C > B > A > D$이고, 가장 큰 값은 $C = 21$이다.

선지 판단

① A — X
$A = 16$이므로 가장 큰 값이 아니다. ‘A가 가장 크다’는 틀리고, 올바르게는 $C = 21$이 가장 크다.

② B — X
$B = 18.5$이므로 $C = 21$보다 작다. ‘B가 가장 크다’는 틀리고, 올바르게는 C가 가장 크다.

③ C — O
양단 연속 보의 최소 두께가 $l/21$이므로 $C = 21$이다. 네 분모 중 21이 가장 크므로 옳다.

④ D — X
캔틸레버 보의 최소 두께가 $l/8$이므로 $D = 8$이며 가장 작은 분모이다. ‘D가 가장 크다’는 틀리고, 올바르게는 C가 가장 크다.

오답 포인트

문제는 최소 두께 자체가 아니라 식의 분모 $A \sim D$ 중 가장 큰 값을 묻는다. 분모가 큰 $l/21$은 같은 경간에서 두께값은 더 작다는 점과, 캔틸레버는 분모가 8이라 실제 요구 두께가 가장 크다는 점을 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

보의 경계조건을 단순지지·1단 연속·양단 연속·캔틸레버로 구분한 뒤 분모를 각각 16·18.5·21·8로 대응시키고, 문제가 분모와 실제 두께 중 무엇을 비교하는지 확인한다.

암기 포인트

보 최소 두께의 분모는 ‘단순 16, 1단 18.5, 양단 21, 캔틸레버 8’이다.

NoteBase

9. 굳지 않은 콘크리트에서 고체 재료의 침강 또는 분리에 의하여 콘크리트에서 물과 시멘트 혹은 혼화재의 일부가 콘크리트 윗면으로 상승하는 현상으로 가장 적절한 것은?
① 릴랙세이션(Relaxation)
② 블리딩(Bleeding)
③ 부동침하(Differential Settlement)
④ 스케일링(Scaling)

정답 2번

출제 포인트

굳지 않은 콘크리트에서 재료의 침강·분리로 물과 미세 재료 일부가 표면으로 올라오는 현상의 명칭을 묻는 문제이다.

핵심 개념

블리딩은 굳지 않은 콘크리트의 고체 입자가 침강하면서 혼합수와 미세 재료 일부가 위로 이동하는 재료분리 현상이다.
릴랙세이션은 일정한 변형률이 유지될 때 긴장재의 응력이 시간에 따라 감소하는 현상이다.
부동침하는 구조물이나 기초의 각 부분이 서로 다른 양만큼 침하하는 현상이다.
스케일링은 동결융해나 제설제 등의 영향으로 굳은 콘크리트 표면의 모르타르가 얇게 벗겨지는 열화 현상이다.

선지별 해설

① X — '릴랙세이션'은 일정한 변형률 아래에서 긴장재의 응력이 시간에 따라 감소하는 현상이므로 제시된 굳지 않은 콘크리트의 재료분리 현상이 아니다. 틀린 표현 '릴랙세이션'은 '블리딩'으로 고쳐야 한다.
② O — '블리딩'은 고체 재료가 침강하거나 분리되면서 물과 미세 재료 일부가 콘크리트 표면으로 상승하는 현상이므로 문제의 설명과 일치한다.
③ X — '부동침하'는 기초나 구조물의 부분별 침하량이 서로 다른 현상으로, 콘크리트 내부의 물이 표면으로 상승하는 현상이 아니다. 틀린 표현 '부동침하'는 '블리딩'으로 고쳐야 한다.
④ X — '스케일링'은 굳은 콘크리트의 표면 모르타르가 동결융해 등의 작용으로 얇게 박리되는 현상으로, 굳지 않은 콘크리트의 재료분리가 아니다. 틀린 표현 '스케일링'은 '블리딩'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'상승'이라는 표현만 보고 구조물의 변형이나 표면 열화와 혼동하기 쉽다. 문제의 핵심 단서는 '굳지 않은 콘크리트', '고체 재료의 침강 또는 분리', '윗면으로 상승'이며, 이 세 단서가 함께 나오면 블리딩이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

콘크리트가 굳기 전이고 고체 입자의 침강 때문에 물이 위로 올라오면 블리딩으로 판단한다. 부분별 침하량의 차이는 부동침하, 긴장재 응력의 시간적 감소는 릴랙세이션, 굳은 표면의 박리는 스케일링으로 구분한다.

암기 포인트

굳기 전 물이 위로 올라오면 블리딩, 굳은 뒤 표면이 벗겨지면 스케일링이다.

NoteBase

10. 철근콘크리트구조 부재의 설계강도 산정 시, 강도감소계수 중 가장 큰 값은?
① 인장지배단면
② 나선철근 규정에 따라 나선철근으로 보강된 철근콘크리트 부재의 압축지배단면
③ 전단력
④ 포스트텐션 정착부나 스트럿-타이 모델을 제외한 콘크리트의 지압력

정답 1번

출제 포인트

철근콘크리트 부재의 설계강도를 구할 때 적용하는 강도감소계수 ϕ를 파괴 형태별로 비교하여 가장 큰 값을 찾는 문제이다.

핵심 개념

강도감소계수는 재료와 해석의 불확실성, 파괴 형태의 연성 등을 고려하여 공칭강도를 설계강도로 낮추는 계수이다. 설계강도는 $R_d = \phi R_n$으로 나타낸다. 이 문항의 비교값은 인장지배단면 0.85, 나선철근으로 보강된 압축지배단면 0.70, 전단력 0.75, 일반 콘크리트 지압력 0.65이다. 따라서 가장 큰 값은 인장지배단면의 0.85이다.

선지별 해설

① O — 인장지배단면의 강도감소계수는 0.85로, 제시된 네 경우 중 가장 크다. 인장지배 파괴는 철근의 인장 항복이 선행되어 비교적 연성적인 거동을 하므로 큰 계수를 적용한다.
② X — 나선철근 규정에 따라 보강된 압축지배 철근콘크리트 부재의 강도감소계수는 0.70이므로 최대값이 아니다. '가장 큰 값'으로 보는 것이 틀렸으며, 올바르게는 인장지배단면의 0.85가 가장 크다.
③ X — 전단력에 대한 강도감소계수는 0.75이므로 0.85보다 작다. '전단력이 가장 큰 값'이라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 인장지배단면이 가장 크다.
④ X — 포스트텐션 정착부와 스트럿-타이 모델을 제외한 콘크리트 지압력의 강도감소계수는 0.65이므로 제시값 중 가장 작다. '콘크리트의 지압력이 가장 큰 값'이라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 인장지배단면이 가장 크다.

오답 포인트

나선철근이 압축부재의 연성을 높인다는 점만 보고 ②를 고르기 쉽다. 그러나 나선철근 압축지배단면의 계수 0.70은 다른 압축지배단면보다 유리할 뿐이며, 인장지배단면의 0.85보다 작다. 또한 ④의 제외 조건은 지압력 계수가 0.65인 일반 경우의 범위를 특정할 뿐, 계수를 크게 만드는 조건이 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 파괴 형태의 계수를 대응시킨 뒤 수치만 비교한다. 인장지배 0.85, 전단 0.75, 나선철근 압축지배 0.70, 일반 지압 0.65의 순서로 판단한다.

암기 포인트

인장 85 > 전단 75 > 나선압축 70 > 일반지압 65로 기억한다.

NoteBase

11. 프리스트레스하지 않는 부재의 현장치기콘크리트의 최소 피복 두께 A~D 중 가장 큰 값과 가장 작은 값을 적절하게 나열한 것은?

A : 흙에 접하여 콘크리트를 친 후 영구히 흙에 묻혀 있는 콘크리트에서 D13 철근
B : 흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트에서 D16 철근
C : 옥외의 공기나 흙에 직접 접하지 않는 장선 콘크리트에서 D25 철근
D : 옥외의 공기나 흙에 직접 접하지 않는 기둥의 30 MPa 콘크리트에서 D32 철근

	가장 큰 값	가장 작은 값
①	A	C
②	A	D
③	B	C
④	B	D

정답 1번

출제 포인트

비프리스트레스트 현장치기 콘크리트에서 흙·옥외 공기와의 접촉 여부, 부재 종류, 철근 지름에 따라 정해지는 최소 피복 두께를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

최소 피복 두께는 철근 표면에서 콘크리트 외면까지 확보해야 하는 최소 콘크리트 두께이다.
A: 흙에 접하여 친 뒤 영구히 흙에 묻히는 콘크리트이므로 철근 지름과 관계없이 75*mm*이다.
B: 흙 또는 옥외 공기에 직접 노출되며 D16 철근을 사용하므로 40*mm*이다.
C: 흙이나 옥외 공기에 직접 접하지 않는 장선 콘크리트에 D25 철근을 사용하므로 20*mm*이다.
D: 흙이나 옥외 공기에 직접 접하지 않는 기둥의 주철근 피복이므로 40*mm*이다.
따라서 A=75*mm*, B=40*mm*, C=20*mm*, D=40*mm*이고, 가장 큰 값은 A, 가장 작은 값은 C이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
가장 큰 값 A는 75*mm*, 가장 작은 값 C는 20*mm*이므로 올바른 조합이다.

② X
가장 큰 값이 A라는 부분은 맞지만, 가장 작은 값을 D로 제시한 부분이 틀렸다. D는 40*mm*이고 C가 20*mm*이므로, 올바르게는 '가장 큰 값 A, 가장 작은 값 C'이다.

③ X
가장 작은 값이 C라는 부분은 맞지만, 가장 큰 값을 B로 제시한 부분이 틀렸다. B는 40*mm*이고 A가 75*mm*이므로, 올바르게는 '가장 큰 값 A, 가장 작은 값 C'이다.

④ X
가장 큰 값을 B, 가장 작은 값을 D로 제시한 두 부분이 모두 틀렸다. B와 D는 각각 40*mm*이며, 올바르게는 '가장 큰 값 A, 가장 작은 값 C'이다.

오답 포인트

A의 D13만 보고 작은 지름의 철근이므로 피복도 작다고 판단하기 쉽다. 그러나 A는 '흙에 접하여 친 후 영구히 흙에 묻힘'이라는 가장 불리한 노출 조건이 우선하므로 75*mm*가 된다. 또한 C는 장선이면서 흙이나 옥외 공기에 직접 접하지 않으므로 20*mm*이고, 기둥인 D의 40*mm*보다 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 노출 조건을 '흙에 접하여 타설 후 영구 매립', '흙 또는 옥외 공기에 직접 노출', '직접 노출되지 않음'으로 구분한다. 그다음 철근 지름과 장선·기둥 같은 부재 종류를 적용하여 각 값을 정한 뒤 최댓값과 최솟값을 비교한다.

암기 포인트

영구 매립은 75*mm*, 비노출 장선의 D25는 20*mm*, 비노출 기둥은 40*mm*로 구분한다.

NoteBase

12. 물이 포화된 사질토 등에서 지진동, 발파하중 등과 같은 동하중에 의하여, 지반 내에 과잉간극수압이 발생하고, 지반의 전단강도가 상실되는 현상으로 가장 적절한 것은?
① 버펫팅
② 파이핑
③ 액상화
④ 히빙

정답 3번

출제 포인트

포화된 사질토 지반이 반복 동하중을 받을 때 과잉간극수압의 증가로 유효응력과 전단강도를 잃는 현상을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

액상화: 물로 포화된 느슨한 모래질 지반이 지진과 같은 반복 동하중을 받아 과잉간극수압이 증가하고 유효응력이 감소하여, 흙이 전단강도를 잃고 액체처럼 거동하는 현상이다.
버펫팅은 변동하는 바람의 힘으로 구조물이 불규칙하게 진동하는 현상이고, 파이핑은 침투수가 흙 입자를 유실시켜 지반 내부에 관 모양의 통로를 만드는 현상이며, 히빙은 굴착 저면 등이 융기하는 현상이다.

선지별 해설

① X — 버펫팅은 변동풍에 의해 구조물이 불규칙하게 진동하는 현상이다. 틀린 표현은 '버펫팅'이며, 제시된 지반 현상은 '액상화'로 고쳐야 한다.
② X — 파이핑은 침투수의 흐름이 흙 입자를 이동·유실시켜 지반 내부에 관 모양의 통로가 생기는 현상이다. 틀린 표현은 '파이핑'이며, 제시된 지반 현상은 '액상화'로 고쳐야 한다.
③ O — 액상화는 포화 사질토가 지진동·파랑 하중 같은 반복 동하중을 받을 때 과잉간극수압이 증가하고 유효응력이 감소하여 전단강도를 상실하는 현상이다. 지문의 모든 조건과 일치한다.
④ X — 히빙은 굴착 저면의 흙이 상향 수압이나 지반의 소성 변형 등으로 솟아오르는 현상이다. 틀린 표현은 '히빙'이며, 제시된 지반 현상은 '액상화'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

② 파이핑도 물과 지반에 관련되므로 혼동하기 쉽다. 그러나 파이핑의 핵심은 침투수에 의한 흙 입자의 유실이고,
③ 액상화의 핵심은 반복 동하중에 따른 과잉간극수압 증가와 전단강도 상실이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

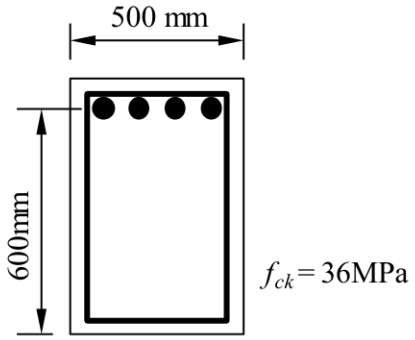
‘포화 사질토 + 지진·진동 같은 반복 하중 + 과잉간극수압 증가 + 전단강도 상실’이 함께 제시되면 액상화로 판단한다. 흙 입자 유실이면 파이핑, 굴착 저면의 융기이면 히빙으로 구별한다.

암기 포인트

반복 진동으로 물압은 올라가고 흙의 힘은 사라지면 액상화이다.

NoteBase

13. 전단력과 휨모멘트만을 받는 철근콘크리트 부재의 콘크리트에 의한 전단강도[kN]는? (단, 콘크리트는 보통중량콘크리트이며, 주철근비와 계수전단력, 계수모멘트는 고려하지 않는다)



① 300
② 600
③ 900
④ 1,800

정답 1번

출제 포인트

보통중량콘크리트 부재가 전단력과 휨모멘트만 받을 때, 주철근비와 크기효과를 제외한 콘크리트의 전단강도 V_c를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 복부 폭 $b_w = 500mm$, 유효깊이 $d = 600mm$, 콘크리트 설계기준압축강도 $f_{ck} = 36MPa = 36N/mm^2$이다.
구해야 할 값: 콘크리트에 의한 전단강도 V_c이다.
주의할 조건: 보통중량콘크리트이며 주철근비와 크기효과를 고려하지 않으므로 문제에서 요구한 기본식을 적용한다.

사용할 공식

$V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_{ck}}b_w d$
이 식은 전단력과 휨모멘트만 받는 보통중량콘크리트 부재에서, 문제의 지시대로 주철근비와 크기효과를 제외한 콘크리트 전단강도를 계산하는 기본식이다.

NoteBase

계산 과정

1. 압축강도의 제곱근은 $\sqrt{36} = 6$이다.
2. 주어진 값을 대입하면 다음과 같다.
$V_c = \frac{1}{6} \times 6 \times 500 \times 600 = 300{,}000N$
3. $1kN = 1{,}000N$이므로 $V_c = 300kN$이다.

선지 판단

① O — 계산값이 $300kN$이므로 옳다.
② X — '$600kN$'은 계산값과 일치하지 않는다. 올바르게는 $300kN$이다.
③ X — '$900kN$'은 계산값과 일치하지 않는다. 올바르게는 $300kN$이다.
④ X — '$1{,}800kN$'은 계산값과 일치하지 않는다. 올바르게는 $300kN$이다.
따라서 정답은 ①이다.

오답 포인트

강도 f_{ck}에 제곱근을 적용하지 않거나, 식의 계수 1/6을 빠뜨리면 값이 크게 계산된다. 또한 결과 $300{,}000N$을 kN으로 바꿀 때 1,000으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 단면에서 b_w와 d를 확인하고, $V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_{ck}}\,b_w d$에 대입한 뒤 N을 kN으로 환산한다.

암기 포인트

주철근비와 크기효과를 제외한 기본 콘크리트 전단강도는 $V_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_{ck}}\,b_w d$이다.

NoteBase

14. 초고층 건물 구조시스템의 일종으로, 코어로부터 캔틸레버 형태로 나와 외곽부의 기둥에 연결하여 인장이나 압축을 받게 함으로써 코어의 모멘트를 감소시키는 역할을 하는 구조로 가장 적절한 것은?
① 아웃리거
② 브레이스
③ 전단벽
④ 골조튜브

정답 1번

출제 포인트

코어와 외곽 기둥을 연결하여 코어의 전도모멘트를 줄이는 초고층 구조시스템이 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

아웃리거는 코어에서 외곽 기둥까지 뻗는 강성이 큰 수평 보 또는 트러스로, 건물이 횡하중을 받을 때 외곽 기둥에 인장력과 압축력을 발생시켜 코어의 회전과 전도모멘트를 줄이는 시스템이다.
브레이스는 골조의 대각 방향 부재로 횡력에 저항하고, 전단벽은 벽체의 면내 강성으로 횡력을 부담하며, 골조튜브는 외곽의 촘촘한 기둥과 보를 튜브처럼 거동시키는 시스템이다.

선지별 해설

① O — 아웃리거는 코어에서 캔틸레버처럼 뻗어 외곽 기둥과 연결되고, 외곽 기둥에 축방향 인장력·압축력을 유도하여 코어의 전도모멘트와 횡변형을 감소시킨다.
② X — 브레이스는 골조에 대각선으로 설치되어 횡력을 축력으로 전달하는 부재이다. 틀린 표현은 제시된 기능을 '브레이스'로 본 부분이며, 올바르게는 '아웃리거'이다.
③ X — 전단벽은 수직 벽체가 면내 전단력과 휨에 저항하는 구조요소이다. 틀린 표현은 코어와 외곽 기둥을 연결하는 캔틸레버형 구조를 '전단벽'으로 본 부분이며, 올바르게는 '아웃리거'이다.
④ X — 골조튜브는 건물 외곽의 촘촘한 기둥과 보가 하나의 속 빈 튜브처럼 횡력에 저항하는 시스템이다. 틀린 표현은 코어에서 외곽 기둥으로 뻗는 연결 구조를 '골조튜브'로 본 부분이며, 올바르게는 '아웃리거'이다.

오답 포인트

브레이스·전단벽·골조튜브도 모두 횡력에 저항하는 구조이므로 기능만 보고 고르기 쉽다. 그러나 '코어에서 캔틸레버 형태로 나옴', '외곽 기둥과 연결', '외곽 기둥에 인장·압축 유도'라는 세 단서가 아웃리거를 특정한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

코어와 외곽 기둥을 수평으로 연결하고 외곽 기둥의 축력을 이용해 코어의 회전을 억제하면 아웃리거로 판단한다. 대각 부재는 브레이스, 수직 벽체는 전단벽, 외곽 골조 전체의 튜브 거동은 골조튜브로 구별한다.

암기 포인트

아웃리거는 코어의 팔처럼 뻗어 외곽 기둥을 붙잡고 전도모멘트를 줄인다.

NoteBase

15. 철근콘크리트구조의 철근상세로 가장 적절하지 않은 것은?

① 보의 압축철근이 배치된 전 구간을 적절한 간격의 띠철근으로 둘러쌌다.

② 주철근이 D35인 기둥에서 D13 띠철근을 사용하였다.

③ 기초판과 연결된 기둥의 첫 번째 띠철근을 기초판 윗면에서 주철근 지름의 16배와 띠철근 지름의 48배 중 작은 값만큼 떨어진 위치에 배근하였다.

④ 상하 기둥 단면이 변하는 연결부에서, 기둥 주철근을 1/10 기울기로 굽힌 옵셋굽힘철근을 배치하였다.

정답 3번

출제 포인트

보와 기둥의 횡방향 철근 상세, 기둥 하단 첫 띠철근의 위치, 옵셋굽힘철근의 허용 기울기를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

스터럽과 띠철근은 종방향 철근의 좌굴을 억제하고 철근의 위치 및 심부 콘크리트의 구속을 확보하는 횡방향 철근이다. 기둥의 일반 띠철근 최대간격은 주철근 지름의 16배, 띠철근 지름의 48배, 기둥 단면의 최소 치수 중 가장 작은 값 이하로 정한다. 다만 기초판 또는 슬래브 윗면에 연결되는 기둥의 첫 띠철근 간격은 이 일반 간격의 2분의 1 이하로 한다. 옵셋굽힘철근은 기둥 단면이 변하는 연결부에서 주철근의 위치를 완만하게 바꾸는 철근이며, 굽힘부 기울기는 1/6을 초과하지 않아야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 보에 압축철근을 배치한 전 구간에는 압축철근을 둘러싸는 폐쇄스터럽 등의 횡보강근을 적절한 간격으로 배치하므로 적절하다.

② O — 기둥의 주철근이 D35이면 D13 이상의 띠철근으로 둘러싸야 하므로 D13 띠철근의 사용은 적절하다.

③ X — 틀린 부분은 첫 띠철근을 '주철근 지름의 16배와 띠철근 지름의 48배 중 작은 값만큼' 기초판 윗면에서 떨어뜨린다는 것이다. 이 값들은 일반 띠철근의 최대간격을 정하는 요소이며 기둥 단면의 최소 치수도 함께 비교해야 한다. 올바르게는 기초판 또는 슬래브 윗면에 연결되는 기둥의 첫 띠철근 간격을 다른 띠철근 간격의 2분의 1 이하로 한다.

④ O — 옵셋굽힘철근의 굽힘부 기울기는 1/6 이하이어야 한다. 1/10은 1/6보다 완만하므로 허용 범위에 들어가 적절하다.

오답 포인트

③은 '주철근 지름의 16배'와 '띠철근 지름의 48배'라는 익숙한 수치를 제시하여 일반 띠철근의 최대간격 규정과 기둥 하단 첫 띠철근의 간격 규정을 혼동하게 한다. ④에서는 1/10이 1/6보다 수치상 작아 더 완만한 기울기라는 점도 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

띠철근 문제에서는 먼저 '일반 최대간격'인지 '기초판·슬래브 위 첫 간격'인지 확인한다. 일반 최대간격은 16배·48배·기둥 최소 치수 중 최솟값 이하이고, 첫 간격은 그 일반 간격의 2분의 1 이하이다. 옵셋굽힘철근은 제시된 기울기가 1/6 이하인지 비교한다.

암기 포인트

기둥 띠철근은 '일반 16·48·최소치수, 첫 간격은 절반', 옵셋굽힘은 '1/6 이하'로 정리한다.

NoteBase

16. 옹벽에 대한 설계로 가장 적절하지 않은 것은?
① 전도, 활동, 과도한 기초반력 및 부상에 대하여 전체 안정성을 확보하도록 설계하였다.
② 지반의 횡작용에 의한 활동과 전도에 대하여 안전율이 1.4가 되도록 설계하였다.
③ 건축물 설계하중에서 규정한 토압과 수압에 대하여 설계하였다.
④ 활동에 대한 안전율은 옹벽기초 저면의 유효한 지반저항력을 옹벽에 작용하는 순횡력으로 나눠 산정하였다.

정답 2번

출제 포인트

옹벽 설계에서 전도·활동·지지력 등 전체 안정성을 검토하는 방법과 안전율의 의미를 묻는 문제이다.

핵심 개념

옹벽의 외적 안정은 토압·수압 등 수평 작용에 대하여 전도, 활동, 기초지반의 지지력과 부상 등이 안전한지를 확인하는 것이다.
활동 안전율은 활동에 저항하는 유효 저항력을 활동을 일으키는 수평력으로 나눈 값이다. 콘크리트 옹벽의 평상시 기준 안전율은 활동 1.5 이상, 전도 2.0 이상이 원칙이므로 두 항목을 모두 1.4로 정할 수 없다.

선지별 해설

① O — 옹벽은 전도와 활동뿐 아니라 과도한 기초반력, 부상 등도 검토하여 전체 안정성을 확보해야 한다.
② X — 틀린 표현은 '활동과 전도에 대하여 안전율이 1.4'이다. 실제로는 검토 항목별 기준 안전율을 적용하며, 콘크리트 옹벽의 평상시에는 활동 1.5 이상, 전도 2.0 이상으로 검토한다.
③ O — 옹벽에 작용하는 토압과 수압은 주요 설계하중이므로 건축물 설계하중에서 정한 값에 따라 설계하는 것이 적절하다.
④ O — 활동 안전율은 옹벽 기초저면의 유효한 활동저항력을 옹벽에 작용하는 수평 활동력으로 나누어 산정한다. 즉, 저항력 대 작용력의 비이다.

오답 포인트

②는 '안전율이 1보다 크면 안전하다'는 직관을 이용해 1.4를 그럴듯하게 제시한다. 그러나 옹벽 안전율은 임의의 공통값이 아니라 활동과 전도 등 검토 항목별 기준값을 각각 충족해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 옹벽의 안정 검토 항목인지 확인하고, 안전율은 '저항하는 힘 또는 모멘트 ÷ 작용하는 힘 또는 모멘트'로 판단한다. 이어 활동 1.5, 전도 2.0이라는 평상시 기준값과 선지의 수치를 비교한다.

암기 포인트

옹벽 평상시 안전율은 활동 1.5, 전도 2.0이며, 안전율은 저항을 작용으로 나눈 값이다.

NoteBase

17. 벽이나 바닥의 부재를 공장에서 제작하여 현장에서는 조립하는 것만으로 완성하는 콘크리트 구조 공법으로 가장 적절한 것은?
① Precast 콘크리트 구조
② Reinforced 콘크리트 구조
③ Pre-stressed 콘크리트 구조
④ Post-stressed 콘크리트 구조

정답 1번

출제 포인트

공장에서 콘크리트 부재를 미리 제작하고 현장에서 조립하여 구조물을 완성하는 공법의 명칭을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

프리캐스트 콘크리트(PC) 구조: 벽·바닥·기둥·보 등의 콘크리트 부재를 공장에서 미리 제작한 뒤 현장으로 운반하여 조립하는 구조이다. 키워드는 '공장 제작, 현장 조립'이다.
철근콘크리트(RC) 구조: 콘크리트 속에 철근을 배치하여 두 재료가 함께 힘을 받도록 한 구조이며, 제작 장소로 구분한 명칭이 아니다.
프리스트레스트 콘크리트(PSC) 구조: 사용하중이 작용하기 전에 콘크리트에 미리 압축응력을 도입한 구조이다. 긴장 시점에 따라 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식으로 나뉜다.

선지별 해설

① O — Precast 콘크리트 구조는 벽이나 바닥 같은 부재를 공장에서 미리 제작하고 현장에서는 운반·조립하여 완성하므로 문제의 설명과 정확히 일치한다.
② X — 틀린 표현은 'Reinforced 콘크리트 구조'이다. 철근콘크리트 구조는 철근과 콘크리트가 함께 힘을 받는 재료 구성에 따른 분류이다. 문제의 '공장 제작 후 현장 조립'에 해당하는 올바른 명칭은 Precast 콘크리트 구조이다.
③ X — 틀린 표현은 'Pre-stressed 콘크리트 구조'이다. 프리스트레스트 콘크리트 구조는 콘크리트에 미리 압축응력을 도입하는 구조의 총칭이다. 문제의 제작·시공 방식에 해당하는 올바른 명칭은 Precast 콘크리트 구조이다.
④ X — 틀린 표현은 'Post-stressed 콘크리트 구조'이다. 여기서 의도한 포스트텐션 방식은 콘크리트가 굳은 뒤 긴장재를 긴장하여 프리스트레스를 도입하는 방식으로, 공장 제작 부재의 현장 조립을 뜻하지 않는다. 문제의 설명에 해당하는 올바른 명칭은 Precast 콘크리트 구조이다.

NoteBase

오답 포인트

Precast와 Pre-stressed는 모두 ‘Pre-’가 붙지만 구분 기준이 다르다. Precast는 부재를 어디서 제작하고 어떻게 시공하는지를 나타내고, Pre-stressed는 콘크리트에 미리 응력을 도입했는지를 나타낸다. 또한 ④의 포스트텐션은 응력 도입 시점에 관한 용어이지 현장 조립 공법의 명칭이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

지문에서 ‘공장 제작·현장 조립’이 보이면 프리캐스트를 고른다. ‘철근과 콘크리트의 합성 작용’이면 철근콘크리트, ‘미리 압축응력 도입’이면 프리스트레스트 콘크리트, ‘콘크리트 경화 후 긴장’이면 포스트텐션으로 판단한다.

암기 포인트

Precast는 미리 제작, Pre-stressed는 미리 응력, Post-tension은 굳은 뒤 긴장이다.

NoteBase

18. 목구조의 접합에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 부재는 될 수 있는 한 적게 깎아 내어 약하게 되지 않게 해야 한다.

② 이음, 맞춤은 응력이 크게 발생하는 부분에 만들어야 하며, 도리 한복판 또는 보의 중앙에 위치한다.

③ 이음, 맞춤의 끝부분은 작용하는 응력이 균등히 전달되도록 한다.

④ 이음, 맞춤은 복잡하게 되면 결함이 생기기 쉽고, 큰 응력이 작용하는 곳에는 적당한 철물로 보강하는 것이 좋다.

정답 2번

출제 포인트

목구조의 이음·맞춤에서 부재의 단면 손실을 줄이고, 접합부를 응력이 작은 위치에 두며, 응력을 고르게 전달하는 원칙을 묻는 문제이다.

핵심 개념

이음은 두 부재를 길이 방향으로 이어 하나의 부재처럼 만드는 접합이고, 맞춤은 부재가 서로 만나는 부분을 깎아 끼워 결합하는 접합이다. 목재를 깎으면 유효 단면이 줄어 약해지므로 가공은 최소화하고, 접합부는 응력이 작은 곳에 배치하며, 큰 응력이 작용하는 곳은 적절한 철물로 보강한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 목재를 많이 깎을수록 유효 단면이 감소하여 부재가 약해지므로, 필요한 범위에서 최소한으로 가공해야 한다.

② X — 틀린 표현은 '응력이 크게 발생하는 부분'과 '도리 한복판 또는 보의 중앙에 위치한다'이다. 이음·맞춤은 응력이 작은 부분에 두어야 하며, 일반적으로 도리나 보의 중앙처럼 휨응력이 커질 수 있는 위치는 피해야 한다.

③ O — 이음·맞춤의 끝부분에 응력이 집중되면 갈라짐이나 국부 파손이 생기기 쉬우므로, 접합면에서 응력이 균등하게 전달되도록 구성해야 한다.

④ O — 복잡한 가공은 단면 결손과 시공 오차를 늘려 결함을 만들기 쉽다. 큰 응력이 작용하는 접합부는 볼트·띠쇠 등 용도에 맞는 철물로 보강하는 것이 적절하다.

오답 포인트

②는 접합부가 힘을 전달하므로 큰 응력이 생기는 곳에 두어야 한다고 착각하게 만든다. 그러나 접합부는 원래 부재보다 취약해지기 쉬우므로 응력이 큰 곳을 피하고 응력이 작은 곳에 배치하는 것이 원칙이다.

다시 나오면 이렇게 판단

목구조 접합 선지는 '최소 절삭, 작은 응력 위치, 균등한 응력 전달, 큰 응력부의 철물 보강'에 맞는지 판단한다. 이음·맞춤을 큰 응력부나 보의 중앙에 둔다는 표현은 부적절하다.

암기 포인트

목재 접합은 적게 깎고, 작은 응력부에 두고, 고르게 전달하며, 큰 힘에는 철물로 보강한다.

NoteBase

19. 목구조 기둥에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 기둥은 평면상 외곽부에 집중 배치한다.
② 단일기둥은 원칙적으로 이음을 피하며, 부득이 이음을 할 경우는 접합방법에 주의하되 부재의 중앙 부분에서 이음한다.
③ 주각을 직접 기초 위에 설치하는 경우 철물로 긴결한다.
④ 휨을 받는 기둥에 대해서는 휨모멘트와 전단력의 조합응력을 검토한다.

정답 3번

출제 포인트

목구조 기둥의 배치와 이음 위치, 주각의 기초 긴결, 횡력을 받는 기둥의 응력 검토 원칙을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

목구조의 기둥과 내력벽은 상부 하중을 기초까지 안정적으로 전달하도록 평면 전체에 균형 있게 배치한다. 주각을 기초 위에 직접 설치할 때에는 횡력에 의한 미끄러짐과 들림을 막고 힘을 기초로 전달하도록 앵커 등 철물로 긴결한다. 횡력을 받는 기둥은 축방향력과 휨모멘트가 함께 작용하는 기둥으로 검토하며, 전단력은 별도의 전단 검토 대상이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
기둥을 평면의 외곽부에만 집중하면 하중 전달이 불균형해지고 내부 보의 경간과 부담이 커질 수 있다. 틀린 표현은 '외곽부에 집중 배치한다'이다. 올바르게는 상부 하중과 내력벽의 위치를 고려하여 평면 전체에 균형 있게 배치한다.

② X
기둥의 이음은 원칙적으로 피하고, 불가피하면 응력이 큰 곳을 피하여 힘을 안전하게 전달할 수 있는 위치와 방법으로 접합한다. 틀린 표현은 '부재의 중앙 부분에서 이음한다'이다. 올바르게는 부재 중앙으로 일률적으로 정하지 않고 응력이 작은 적절한 위치에서 충분한 이음 내력을 확보한다.

③ O
주각을 기초 위에 직접 설치하면 기둥과 기초 사이에서 수평력과 들림에 저항하고 하중을 전달해야 한다. 따라서 주각을 앵커 등의 철물로 기초에 긴결한다는 설명이 적절하다.

④ X
횡력을 받는 기둥에는 축방향력과 휨모멘트가 함께 작용하므로 두 작용에 의한 조합응력을 검토하고, 전단력은 별도로 검토한다. 틀린 표현은 '휨모멘트와 전단력의 조합응력'이다. 올바르게는 '축방향력과 휨모멘트의 조합응력'을 검토한다.

오답 포인트

③의 '철물로 긴결한다'는 목재를 기초에서 띄우거나 보호하는 세부 방식과 모순되지 않는다. 핵심은 주각과 기초 사이의 힘 전달과 이탈 방지이다. 또한 ④에서는 횡력이 전단력을 만든다는 사실만 보고 조합응력의 짝을 전단력으로 고르기 쉽지만, 기둥의 대표적인 조합 검토는 축방향력과 휨모멘트이다.

다시 나오면 이렇게 판단

기초 관련 선지는 '상부 하중의 균형 있는 전달'과 '주각의 이탈·미끄러짐 방지'를 기준으로 판단한다. 기둥의 조합응력은 축방향력과 휨모멘트, 전단은 별도 검토라는 구분을 적용한다.

암기 포인트

기둥은 균형 배치, 주각은 철물 긴결, 기둥의 조합응력은 축력과 휨이다.

NoteBase

20. 건축물의 중요도에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 종합병원은 연면적과 상관없이 중요도 특이다.
② 소방서는 연면적에 따라 중요도 특이거나 1이다.
③ 가설구조물은 연면적과 상관없이 중요도 3이다.
④ 농업시설물은 연면적에 따라 중요도 2이거나 3이다.

정답 4번

출제 포인트

건축물의 용도와 연면적에 따라 중요도 특·1·2·3을 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

건축물의 중요도는 용도, 수용 인원, 규모 및 재난 시 기능 유지 필요성 등을 고려하여 구조설계상 중요 수준을 구분한 것이다. 종합병원은 연면적과 관계없이 중요도 특이고, 소방서는 연면적에 따라 중요도 특 또는 1이다. 가설구조물과 농업시설물은 연면적과 관계없이 중요도 3이다.

선지별 해설

① O — 종합병원은 재난 시에도 핵심 의료 기능을 유지해야 하는 시설이므로 연면적과 관계없이 중요도 특이다.

② O — 소방서는 연면적에 따라 중요도 특 또는 중요도 1로 분류된다.

③ O — 가설구조물은 연면적과 관계없이 중요도 3이다.

④ X — 틀린 표현은 '연면적에 따라 중요도 2이거나 3'이다. 농업시설물은 연면적과 관계없이 중요도 3으로 분류된다.

오답 포인트

소방서는 연면적에 따라 등급이 달라지므로, 모든 시설물도 면적에 따라 중요도가 달라진다고 일반화하기 쉽다. 그러나 농업시설물은 가설구조물과 마찬가지로 연면적과 관계없이 중요도 3이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 용도만으로 중요도가 고정되는 시설인지 확인하고, 그다음 연면적 조건이 붙는 시설인지 판단한다.
종합병원은 중요도 특, 가설구조물·농업시설물은 중요도 3으로 고정되고, 소방서는 연면적에 따라 중요도 특 또는 1로 나뉜다.

암기 포인트

종합병원은 특, 소방서는 특·1, 가설구조물과 농업시설물은 3이다.

NoteBase

21. 면진구조물의 내진설계에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 면진시스템은 건축법의 용도구분에 따른 내화구조 요구사항을 만족해야 한다.

② 면진층에서 전체 구조물의 전도에 대한 안전계수는 요구하중 조합에 대해 1.5 이상이어야 한다.

③ 면진시스템의 각 요소는 설계 수직하중과 관련된 하중조합에서 지진하중효과를 1.5배로 하여 검토한다.

④ 면진구조물은 중요도계수를 1.0으로 한다.

정답 2번

쟁점

이 문제는 면진구조물의 설계 요구사항에 관한 문제이다. 핵심은 면진시스템의 내화성능, 요소의 안정성 검토, 전체 구조물의 전도 안전계수 및 중요도계수의 기준값을 구별하는 것이다.

용어 풀이

면진시스템 = 면진장치를 이용하여 지반의 진동이 상부구조에 직접 전달되는 영향을 줄이는 구조시스템이다.
전도 안전계수 = 구조물이 넘어지려는 작용에 대하여 전체 구조물이 확보해야 하는 안정성의 정도를 나타내는 값이다.

핵심 구분

건축물 내진설계기준 KDS 41 17 00의 면진구조 설계 요구사항에 따르면 면진구조물의 중요도계수는 1.0으로 하고, 면진시스템은 건축법의 용도구분에 따른 내화구조 요구사항을 만족해야 한다. 면진시스템의 각 요소는 총 최대변위와 설계수직하중에 대하여 안정하도록 설계하며, 설계 수직하중 관련 하중조합에서는 지진하중효과를 1.5배로 검토한다. 반면 면진층에서 전체 구조물의 전도에 대한 안전계수는 요구하중조합에 대하여 1.0 이상이어야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
면진시스템은 건축법의 용도구분에 따른 내화구조 요구사항을 만족해야 하므로 적절한 설명이다.

② X
면진층에서 전체 구조물의 전도에 대한 안전계수는 요구하중조합에 대하여 1.0 이상이어야 한다.
틀린 표현: 전도에 대한 안전계수는 1.5 이상이어야 한다.
올바른 표현: 전도에 대한 안전계수는 1.0 이상이어야 한다.

③ O
면진시스템의 각 요소는 총 최대변위와 설계수직하중에 대하여 안정해야 하며, 설계 수직하중과 관련된 하중조합에서는 지진하중효과를 1.5배로 하여 검토하므로 적절한 설명이다.

④ O
면진구조물은 일반 건축물의 용도별 중요도계수를 그대로 적용하지 않고 중요도계수를 1.0으로 하므로 적절한 설명이다.

오답 포인트

②의 1.5와 ③의 1.5배를 같은 기준으로 혼동하기 쉽다. 1.5배는 면진시스템 각 요소의 설계수직하중 관련 하중조합에서 지진하중효과를 증폭하여 검토하는 값이고, 전체 구조물의 전도 안전계수 기준은 1.0 이상이다.

다시 나오면 이렇게 판단

면진구조의 수치 선지는 수치가 적용되는 대상을 먼저 구분한다. '각 요소의 안정성 검토에서 지진하중효과'이면 1.5배이고, '전체 구조물의 전도 안전계수'이면 1.0 이상이며, '면진구조물의 중요도계수'이면 1.0이다.

암기 포인트

면진구조는 '중요도 1.0, 전도 1.0 이상, 요소 검토의 지진하중효과 1.5배'로 구분한다.

NoteBase

22. 건축구조설계의 3대 원칙에는 안전성(Safety), 경제성(Economic), 사용성(Serviceability)이 있다. 이 중 사용성에 대한 고려사항으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 처짐
② 균열
③ 진동
④ 좌굴

정답 4번

출제 포인트

건축구조설계의 사용성이 무엇을 검토하는지, 그리고 사용성 문제와 안전성 문제를 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

사용성은 구조물이 정상적으로 사용되는 동안 과도한 변형, 균열, 진동 등으로 기능이나 쾌적성이 저하되지 않는지를 다루는 원칙이다.
안전성은 구조물이 하중에 의해 파괴되거나 불안정해지지 않는지를 다루며, 좌굴은 대표적인 구조 불안정 현상이다.
따라서 처짐·균열·진동은 사용성에, 좌굴은 안전성에 주로 대응한다.

선지별 해설

① O — 처짐이 지나치면 바닥이나 보의 사용에 불편이 생기고 마감재·칸막이 등이 손상될 수 있으므로 사용성 검토 항목이다.
② O — 균열은 누수, 외관 저하, 내구성 저하 및 사용자의 불안감을 일으킬 수 있으므로 사용성 검토 항목이다.
③ O — 진동이 과도하면 거주자나 이용자가 불쾌감을 느끼고 정상적인 사용에 지장이 생길 수 있으므로 사용성 검토 항목이다.
④ X — 좌굴은 압축을 받는 부재가 갑자기 옆으로 휘어 구조적 안정성을 잃는 현상으로, 사용성보다 안전성에 관한 검토 항목이다. 틀린 표현인 '좌굴은 사용성에 대한 고려사항이다'는 '좌굴은 안전성에 대한 고려사항이다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

처짐과 좌굴은 모두 부재가 휘는 모습으로 나타날 수 있어 혼동하기 쉽다. 그러나 처짐은 정상 사용 중 변형의 크기를 제한하는 사용성 문제이고, 좌굴은 압축부재가 안정성을 상실하는 안전성 문제이다. 또한 문제의 '적절하지 않은'이라는 부정형 표현을 놓치면 사용성 항목인 ①~③을 잘못 선택할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

사용 중 불편·기능 저하·쾌적성 저하를 묻는 항목은 사용성으로 판단하고, 파괴·붕괴·불안정과 직접 연결되는 항목은 안전성으로 판단한다.

암기 포인트

사용성은 처짐·균열·진동, 안전성은 파괴·좌굴이다.

NoteBase

23. 막구조의 구조내력상 주요한 부분에 사용하는 막재료에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 인장크리프에 따른 신장률은 30 % 이하이어야 한다.
② 인장강도는 폭 1 cm당 300 N 이상이어야 한다.
③ 파단신율은 35 % 이하이어야 한다.
④ 두께는 0.5mm 이상이어야 한다.

정답 1번

출제 포인트

막구조의 구조내력상 주요 부분에 사용하는 막재가 갖추어야 할 인장크리프 신장률, 인장강도, 파단신장률 및 두께 기준을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

막재는 인장력으로 하중을 지지하는 유연한 구조재이므로 충분한 인장강도와 두께를 확보하는 동시에, 장기하중에 따른 크리프 변형과 파단 시 신장률은 제한되어야 한다. 주요 수치는 인장강도 폭 1*cm*당 300*N* 이상, 파단신장률 35% 이하, 두께 0.5*mm* 이상이다. 인장크리프에 따른 신장률은 15% 이하이며, 합성섬유 직포로 구성된 막재는 25% 이하이다.

선지별 해설

① X — '인장크리프에 따른 신장률은 30% 이하'라는 수치가 틀렸다. 올바르게는 15% 이하이며, 합성섬유 직포로 구성된 막재는 25% 이하이다. 따라서 가장 적절하지 않은 설명이다.
② O — 인장강도는 폭 1*cm*당 300*N* 이상이어야 하므로 기준에 맞는다.
③ O — 파단신장률은 35% 이하이어야 하므로 기준에 맞는다.
④ O — 막재의 두께는 0.5*mm* 이상이어야 하므로 기준에 맞는다.

오답 포인트

①의 30%는 다른 신장률 수치와 혼동하게 만든 값이다. 이 문항은 '이상' 기준인 인장강도·두께와 '이하' 기준인 파단신장률·인장크리프 신장률을 함께 제시하여 방향과 수치를 동시에 헷갈리게 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

막재 성능기준은 강도와 두께는 최소값인 '이상', 변형과 신장률은 최대값인 '이하'로 판단한다. 이어서 인장강도 300, 파단신장률 35, 두께 0.5, 인장크리프 신장률 15(합성섬유 직포 25)를 대조한다.

NoteBase

암기 포인트

막재 기준은 '강도 300 이상·파단 35 이하·두께 0.5 이상·크리프 15 이하(합성섬유 직포 25 이하)'이다.

NoteBase

24. 볼트의 공칭강도[MPa] 중 그 기준값이 가장 큰 것은?
① F8T 고장력볼트의 공칭인장강도
② F10T 고장력볼트의 공칭인장강도
③ 나사부가 전단면에 포함되지 않을 경우, F8T 고장력볼트 지압접합의 공칭전단강도
④ 4.6 일반볼트의 공칭인장강도

정답 2번

출제 포인트

볼트의 등급과 파괴 형태, 나사부의 전단면 포함 여부에 따른 공칭강도 기준값을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

공칭인장강도는 볼트가 축방향 인장으로 파단하는 데 대한 기준강도이고, 공칭전단강도는 볼트가 전단면에서 잘리는 데 대한 기준강도이다.
고장력볼트의 공칭인장강도는 인장강도의 0.75배, 지압접합의 공칭전단강도는 나사부가 전단면에 포함되면 인장강도의 0.4배, 포함되지 않으면 0.5배이다.
선지의 기준값은 ① 600*MPa*, ② 750*MPa*, ③ 400*MPa*, ④ 300*MPa*이므로 ②가 가장 크다.

선지별 해설

① X — F8T 고장력볼트의 공칭인장강도는 600*MPa*로, 750*MPa*인 ②보다 작다. 틀린 판단인 '가장 크다'는 '②보다 작다'로 고쳐야 한다.
② O — F10T 고장력볼트의 공칭인장강도는 750*MPa*이다. 네 값 중 가장 크므로 정답이다.
③ X — 나사부가 전단면에 포함되지 않은 F8T 고장력볼트 지압접합의 공칭전단강도는 400*MPa*로, 750*MPa*보다 작다. '가장 크다'가 아니라 '②보다 작다'가 옳다.
④ X — 4.6 일반볼트의 공칭인장강도는 300*MPa*로 네 값 중 가장 작다. '가장 크다'가 아니라 '가장 작다'가 옳다.

오답 포인트

F10T의 등급 숫자만 비교하거나, 나사부가 전단면에 포함되지 않으면 전단강도가 커진다는 사실만 보고 ③을 고르기 쉽다. 그러나 ③의 400*MPa*는 ②의 공칭인장강도 750*MPa*보다 작다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 선지를 같은 단위의 기준값으로 바꾼 뒤 비교한다. 고장력볼트는 공칭인장 0.75, 나사부 포함 전단 0.4, 나사부 불포함 전단 0.5를 각각 인장강도에 곱해 판단한다.

암기 포인트

볼트 공칭강도 계수는 인장 0.75, 나사부 포함 전단 0.4, 나사부 불포함 전단 0.5이다. 이 문항의 크기 순서는 750 > 600 > 400 > 300이다.

NoteBase

25. 조적조에 관한 용어 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 공칭치수 : 규정된 부재의 치수에 부재가 놓이는 접합부의 두께를 더한 치수

② 보강조적 : 보강근이 조적체와 결합하여 외력에 저항하는 조적시공형태

③ 순단면적 : 전단면적에서 채워지지 않은 빈 공간을 뺀 면적

④ 환산단면적 : 기준 물질과의 설계기준압축강도비의 비례에 근거한 등가면적

정답 4번

출제 포인트

조적조에서 사용하는 공칭치수, 보강조적, 순단면적, 환산단면적의 정의를 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 개념

공칭치수는 부재의 실제 치수에 그 부재가 놓이는 접합부의 두께를 더한 치수이다.
보강조적은 보강근을 조적체와 일체화하여 외력에 저항하도록 만든 조적 시공형태이다.
순단면적은 전단면적에서 채워지지 않은 빈 공간을 제외한 실제 유효 단면적이다.
환산단면적은 서로 다른 재료로 이루어진 단면을 기준 재료 하나의 등가 단면으로 바꾼 면적이며, 환산에는 재료의 탄성계수비를 사용한다.

선지별 해설

① O — 공칭치수는 규정된 부재 치수에 그 부재가 놓이는 접합부의 두께를 더한 치수이므로 적절한 설명이다.
② O — 보강조적은 보강근이 조적체와 결합하여 하나의 구조체처럼 외력에 저항하도록 하는 시공형태이므로 적절하다.
③ O — 순단면적은 전단면적에서 채워지지 않은 빈 공간의 면적을 뺀 값이므로 적절하다.
④ X — 틀린 표현은 '설계기준압축강도비의 비례에 근거한'이다. 환산단면적은 서로 다른 재료의 탄성계수비에 따라 한 재료를 기준으로 등가 환산한 단면적이다.

오답 포인트

④는 구조재료의 강도와 강성을 혼동하게 만든다. 환산단면은 같은 변형률에서 재료별 응력 차이를 반영하는 개념이므로 압축강도비가 아니라 탄성계수비가 기준이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

용어 정의에서 무엇을 더하고 빼는지와 어떤 물성비를 사용하는지를 확인한다. 공칭치수는 접합부 두께를 더하고, 순단면적은 빈 공간을 빼며, 환산단면적은 탄성계수비로 바꾼다.

암기 포인트

공칭은 접합부를 더하고, 순단면은 빈 곳을 빼며, 환산단면은 탄성계수비로 환산한다.

NoteBase