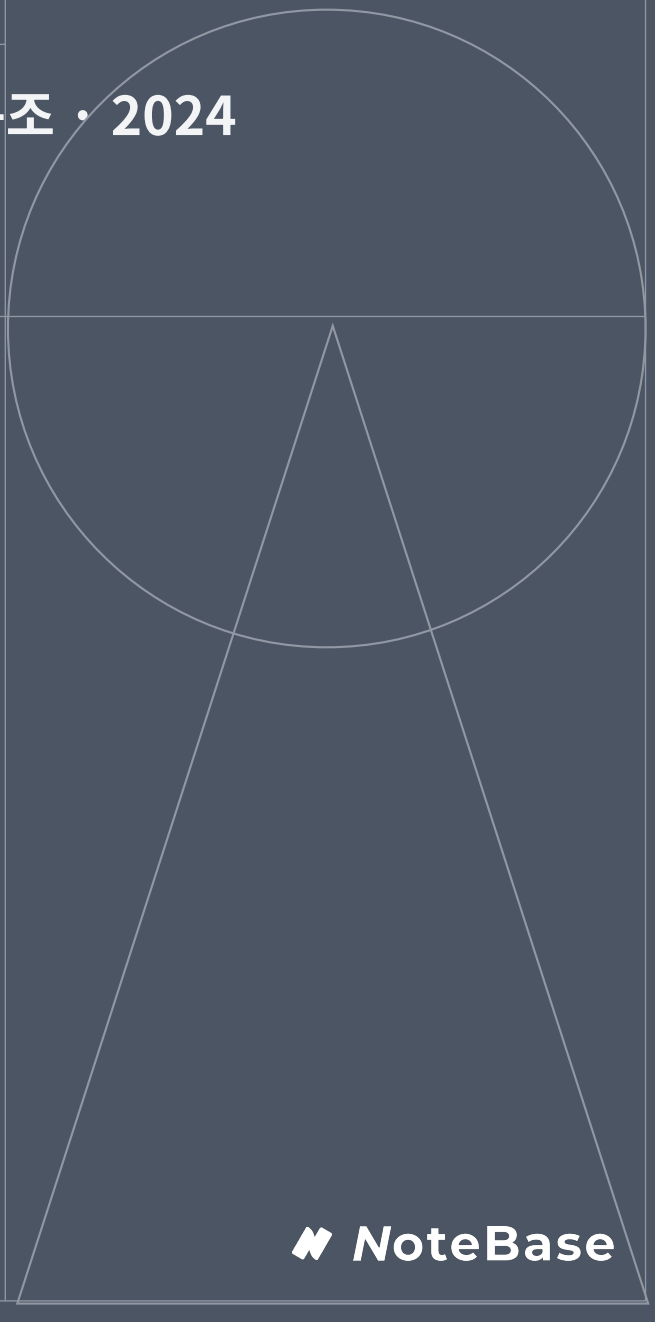
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2024

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2024

문 1. 강구조 압축부재의 하단부가 회전고정 및 이동고정 되어 있고 상단부가 회전자유 및 이동고정 되어 있을 경우 유효좌굴길이계수의 이론값은?

① 0.5

② 0.7

③ 1.0

④ 1.2

정답 2번

간단한 해설

하단은 고정단이고, 상단은 회전만 허용하는 힌지단이므로 **고정–힌지 조건**이다. 양단의 횡이동이 구속된 이 조건에서 유효좌굴길이계수의 이론값은 **약 0.7**이다.

핵심 풀이

하단부의 '회전고정 및 이동고정'은 회전과 횡이동을 모두 구속하는 고정단을 뜻한다. 상단부의 '회전자유 및 이동고정'은 횡이동은 구속하되 회전은 허용하는 힌지단을 뜻한다. 따라서 주어진 압축부재는 **횡이동이 구속된 고정–힌지 부재**이다. 상단의 회전자유를 이동까지 허용하는 자유단으로 해석해서는 안 된다.

유효좌굴길이는 실제 부재와 같은 탄성좌굴하중을 갖는 양단 힌지 부재의 길이이며, 유효좌굴길이계수는 이 길이를 실제 부재 길이로 나눈 값이다. 고정–힌지 조건에서는 유효좌굴길이가 실제 길이의 약 0.7배이므로, **유효좌굴길이계수의 이론값은 약 0.7**이다. 이는 ②의 값에 해당한다.

같은 횡이동 구속 조건에서 양단이 모두 힌지이면 계수는 1.0이고, 양단이 모두 고정이면 0.5이다. 고정–힌지 부재는 양단 힌지 부재보다 회전 구속이 강하지만 양단 고정 부재보다는 약하므로, 계수도 **0.5와 1.0 사이**에 놓인다.

NoteBase

문 2. 강구조 건축물 설계 시 고려하는 사용한계상태로 옳은 것은?

① 구조물의 진동

② 소성힌지의 형성

③ 인장파괴

④ 골조의 안정성

정답 1번

간단한 해설

구조물이 하중을 견디더라도 진동이 심하면 거주자의 쾌적성과 건물의 정상적인 사용에 지장이 생긴다. 따라서 **구조물의 진동**은 사용한계상태에서 검토한다.

개념 구분

사용한계상태는 일상적인 사용 중 건물의 기능과 거주자의 쾌적성 등을 유지할 수 있는지를 판단하는 기준이다. 구조물의 진동은 사람에게 불쾌감을 주거나 기기의 정상적인 작동을 방해할 수 있으므로 사용한계상태의 검토 대상이다. 예를 들어 바닥이 하중을 충분히 견디더라도 보행에 따른 흔들림이 심하면 **사용성에 문제가 생길 수 있다**.

강도한계상태는 구조물이나 부재가 **하중을 견디는 능력**과 관련된다. 소성힌지의 형성은 부재의 소성거동 및 휨저항과, 인장파괴는 인장력에 대한 파단 저항과 관련된다. 골조의 안정성은 좌굴이나 불안정으로 하중 지지능력을 잃지 않는지를 다루므로, 이 역시 사용성보다 강도한계상태에 해당하는 검토 사항이다.

NoteBase

문 3. 다음은 철근콘크리트 구조의 인장지배단면에 관한 내용이다. (가)~(다)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

압축연단 콘크리트가 가정된 극한변형률에 도달할 때 최외단 인장철근의 순인장변형률 ε_t가 (가)의 인장지배변형률 한계 (나)인 단면을 인장지배단면이라고 한다. 다만, 철근의 항복강도가 400 MPa을 초과하는 경우에는 인장지배변형률 한계를 철근 항복변형률의 (다)배로 한다.

① (가): 0.004, (나): 이상, (다): 2.0
② (가): 0.004, (나): 이하, (다): 2.0
③ (가): 0.005, (나): 이상, (다): 2.5
④ (가): 0.005, (나): 이하, (다): 2.5

정답 3번

간단한 해설

인장지배단면은 콘크리트가 극한변형률에 도달할 때 인장철근이 충분히 늘어난 단면이므로, 순인장변형률이 인장지배변형률 한계 **이상**이어야 한다. 그 한계는 기본적으로 **0.005**이며, 철근의 항복강도가 400 MPa을 초과하면 **항복변형률의 2.5배**를 적용한다.

빈칸별 해설

(가) 0.005: 압축연단 콘크리트가 가정된 극한변형률에 도달한 상태에서 최외단 인장철근의 순인장변형률을 검토한다. 철근의 항복강도가 400 MPa 이하이면 인장지배변형률 한계는 0.005이다. 0.004는 프리스트레스를 가하지 않은 휨부재의 최소 허용변형률로, **인장지배단면의 판정 한계와 구별**해야 한다.

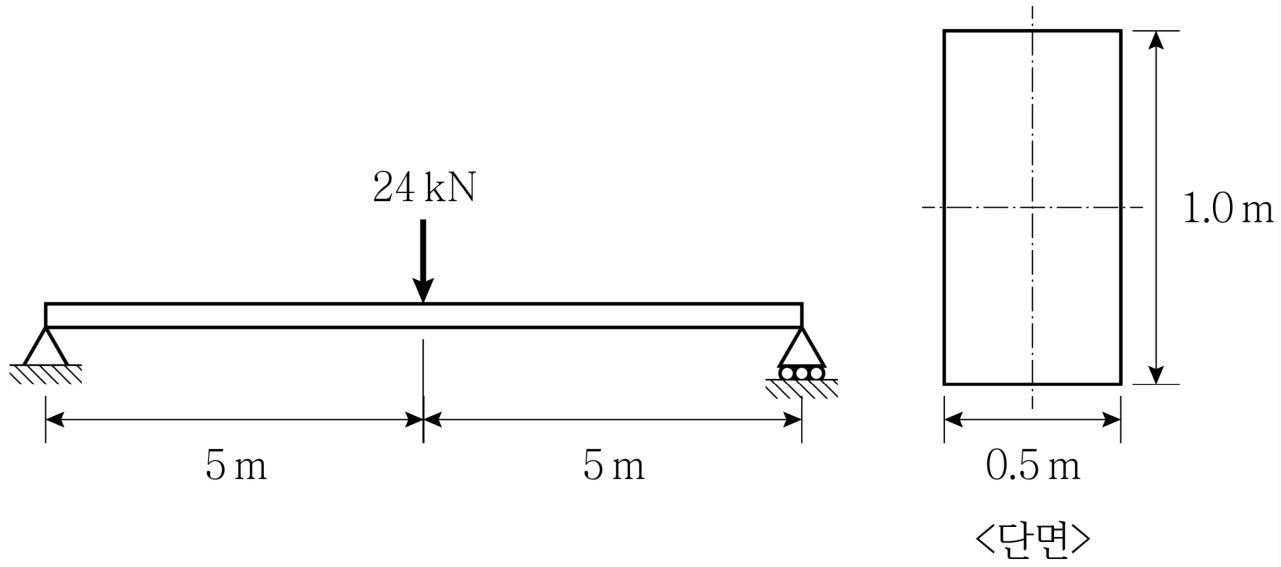
(나) 이상: 인장지배단면은 콘크리트가 극한변형률에 도달하기 전에 인장철근이 항복하여 충분한 인장변형을 겪는 단면이다. 따라서 순인장변형률이 한계보다 작아야 하는 것이 아니라 **한계에 도달하거나 그보다 커야** 한다. 항복강도가 400 MPa 이하인 경우에는 $\varepsilon_t \geq 0.005$로 나타낸다.

(다) 2.5: 철근의 항복강도가 **400 MPa을 초과**하면 인장지배변형률 한계를 항복변형률의 2.5배로 정한다. 항복변형률을 ε_y라 하면 인장지배단면의 조건은 $\varepsilon_t \geq 2.5\varepsilon_y$이다. 이는 항복 여부만 확인하는 것이 아니라 항복 이후의 충분한 변형까지 요구한다는 뜻이다. 2.0배는 이 경우 프리스트레스를 가하지 않은 휨부재의 최소 허용변형률에 적용하는 값이다.

따라서 (가) 0.005, (나) 이상, (다) 2.5의 조합은 ③과 일치한다.

NoteBase

문 4. 그림과 같은 단순보 중앙에 집중하중 24 kN이 작용할 때, 단순보 단면에 발생할 수 있는 최대 전단응력[MPa]은? (단, 보의 자중은 무시한다)



① 0.018

② 0.036

③ 0.048

④ 0.072

정답 2번

간단한 해설

중앙 집중하중을 양쪽 지점이 절반씩 부담하므로 최대 전단력은 12 kN이다. 직사각형 단면의 최대 전단응력은 **평균 전단응력의 1.5배**이므로, 단면적 0.5 m^2를 적용하면 0.036 MPa가 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 지점반력과 최대 전단력: 하중 작용점에서 양쪽 지점까지의 거리가 각각 5 m로 같고 보의 자중은 무시하므로, 두 지점반력은 같다. 각 반력은 $R_A = R_B = \frac{24}{2} = 12\text{kN}$이다. 지점과 중앙 하중 사이에서 전단력의 크기는 지점반력과 같으므로, **최대 전단력의 크기**는 $V_{\max} = 12\text{kN}$이다.

2. 단면적: 그림의 단면은 폭 b = 0.5 m, 높이 h = 1.0 m인 직사각형이다. 따라서 단면적은 A = b · h = 0.5 × 1.0 = 0.5 m^2이다.

3. 최대 전단응력: 직사각형 보 단면의 전단응력은 높이 방향으로 포물선 분포를 이루며, 위아래 표면에서 0이고 **중립축에서 최대**이다. 이 최댓값은 평균 전단응력 $\frac{V}{A}$의 1.5배이므로 $\tau_{\max} = \frac{3V_{\max}}{2A}$를 적용한다. 수치를 대입하면 $\tau_{\max} = \frac{3 \cdot 12}{2 \cdot 0.5} = 36\text{kN/m}^2$이다.

4. 단위 환산과 선택지 대응: 1 kN/m^2 = 1 kPa이고 1 MPa = 1,000 kPa이므로, 36 kN/m^2 = 0.036 MPa이다. 이 값은 ②의 0.036에 해당한다.

NoteBase

문 5. 얕은기초 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기초의 폭은 300 mm 이상이어야 한다.

② 계단식 기초의 상부면은 평평하여야 하며, 기초의 하부면은 1/10을 초과하지 않는 경사는 허용된다.

③ 동결조건이 영구적이지 않으면 동결지반에 지지해서는 안 된다.

④ 교란된 지반, 다짐하지 않은 채움재 또는 제어되지 않은 저강도 재료 위에 시공하여야 한다.

정답 4번

간단한 해설

얕은기초의 지지층은 **교란되지 않은 지반, 다짐한 채움재 또는 제어된 저강도재료**여야 한다. ④는 지지층에 필요한 상태와 품질 조건을 모두 반대로 서술했다.

선지별 해설

① O: 기초의 폭은 **최소 300 mm**이어야 한다. 이는 폭의 하한이므로, 실제 폭은 이 조건과 함께 지반의 지지력과 침하에 대한 요구사항도 만족하도록 정한다.

② O: 계단식 기초는 **상부면을 평평하게** 하여야 하며, 하부면에는 1/10 이하의 경사를 허용한다. 하부면의 경사 허용을 상부면까지 적용할 수는 없다.

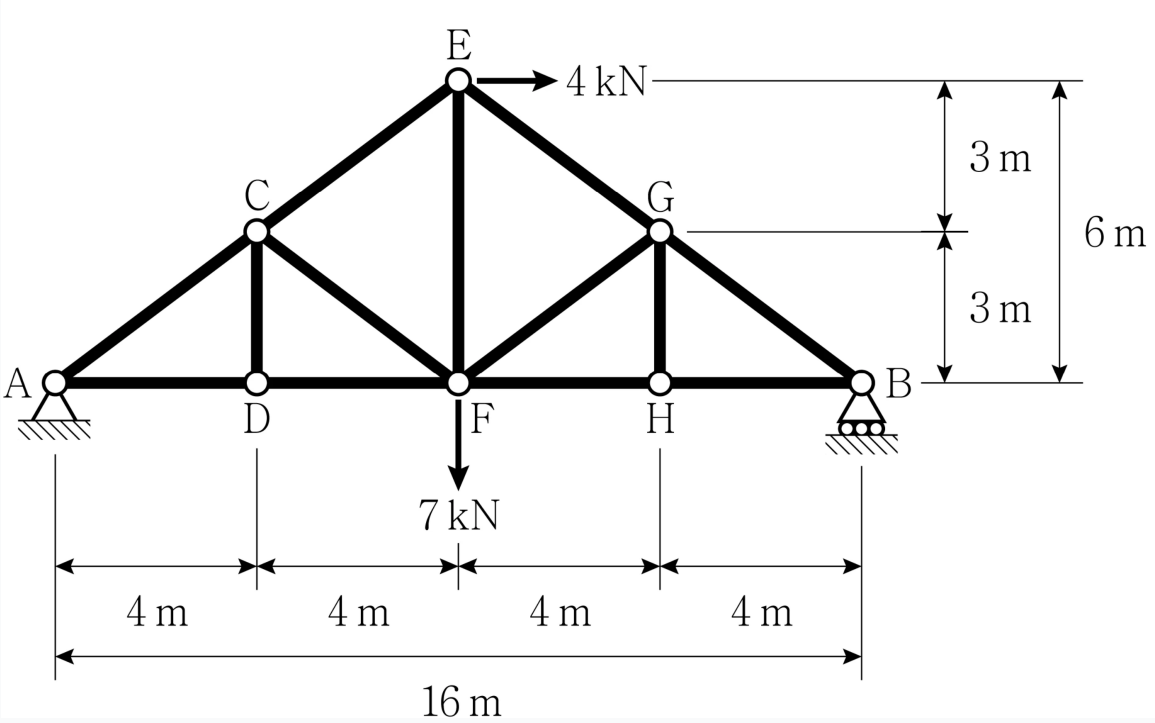
③ O: 얕은기초는 **동결조건이 영구적이지 않은 동결지반**에 지지해서는 안 된다. 일시적으로 얼어 있는 지반은 해빙되면서 지지 상태가 달라져 침하할 수 있기 때문이다. 이 금지는 얼지 않은 일반 지반까지 포함하는 의미가 아니다.

④ X: 얕은기초는 교란되지 않은 지반, 다짐한 채움재 또는 제어된 저강도재료 위에 시공하여야 한다. 따라서 '교란된 지반'은 **교란되지 않은 지반**으로, '다짐하지 않은 채움재'는 다짐한 채움재로, '제어되지 않은 저강도 재료'는 제어된 저강도재료로 고쳐야 한다. 지지층은 기초 하중을 안전하게 전달할 수 있는 상태와 품질을 갖추어야 한다.

따라서 지지 지반의 조건을 반대로 제시한 ④가 옳지 않은 설명이다.

NoteBase

문 6. 그림과 같은 트러스 구조물에서 부재 DF의 부재력[kN]은? (단, 부재의 인장력은 (+), 압축력은 (−)로 하며, 자중은 무시한다)



① $+\frac{16}{3}$

② $-\frac{16}{3}$

③ $+\frac{20}{3}$

④ $-\frac{20}{3}$

정답 3번

간단한 해설

C점을 기준으로 모멘트를 계산하면 부재 CE와 CF의 힘은 모멘트를 만들지 않는다. A점의 두 반력이 만드는 모멘트를 DF의 힘이 상쇄하므로, DF의 부재력은 $+\frac{20}{3}$kN의 **인장력**이다.

NoteBase

계산 과정

1. 하중과 지점 조건: A는 수평·수직 반력이 생기는 힌지 지점이고, B는 수직 반력만 생기는 롤러 지점이다. 전체 경간은 16 m이며, F의 7 kN 하중은 A에서 수평으로 8 m 떨어져 있다. E의 오른쪽 방향 4 kN 하중은 지점보다 6 m 높은 곳에 작용한다. 자중은 무시하고, 부재력은 인장을 (+)로 둔다.

2. 지점 반력: 오른쪽과 위쪽을 (+)로 두면 수평 평형에서 $A_x + 4 = 0$이므로 A의 수평 반력은 왼쪽으로 4 kN이다. A점에 대한 반시계 방향 모멘트를 (+)로 두면 $16B_y - 7 \cdot 8 - 4 \cdot 6 = 0$이므로 B의 수직 반력은 위로 5 kN이다. 여기서 수평 하중 4 kN의 모멘트팔은 **수직거리 6 m**이다. 수직 평형에 따라 A의 수직 반력은 $7 - 5 = 2$ kN으로, 위쪽으로 작용한다.

3. 절단면과 모멘트 기준점: 부재 CE·CF·DF를 가로질러 절단하고 A·D·C가 포함된 왼쪽 부분을 분리한다. 트러스 부재력은 부재 축을 따라 작용하므로, **CE와 CF의 작용선이 만나는 C점**에 대한 모멘트를 구하면 두 부재력은 식에서 사라진다. DF의 부재력을 N_{DF}라 하고 인장으로 가정하면, 왼쪽 부분의 절단면에서 오른쪽으로 작용한다. 그 작용선과 C점 사이의 수직거리는 3 m이다.

4. DF의 부재력: C점에 대해 A의 위쪽 반력 2 kN은 모멘트팔 4 m, 왼쪽 반력 4 kN은 모멘트팔 3 m로 각각 시계 방향 모멘트를 만든다. DF의 인장력은 반시계 방향 모멘트를 만들므로 평형식은 $3N_{DF} - 2 \cdot 4 - 4 \cdot 3 = 0$이다. 따라서 $N_{DF} = \frac{2 \cdot 4 + 4 \cdot 3}{3} = \frac{20}{3}$kN이다. 계산값이 양수이므로 가정한 **인장 방향**이 맞으며, 부재력 $+\frac{20}{3}$kN은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 7. 평지붕설하중에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기본지붕설하중계수 C_b는 일반적으로 0.7로 한다.

② 건축물의 중요도가 1등급일 때 중요도 계수는 1.1이다.

③ 모든 면의 주변이 바람막이가 없이 노출된 지붕이고, 거센바람이 부는 지역의 노출계수는 0.8이다.

④ 난방 이외 동일한 조건일 경우 비난방구조물은 난방구조물에 비해 평지붕설하중이 감소된다.

정답 4번

간단한 해설

비난방구조물은 난방에 의한 눈의 융해를 기대하기 어려우므로 **온도계수를 더 크게** 적용한다. 난방 이외의 조건이 같으면 평지붕설하중은 감소하는 것이 아니라 **증가한다**.

선지별 해설

평지붕설하중은 $S_f = C_b \cdot C_e \cdot C_t \cdot I_s \cdot S_g$로 산정한다. 여기서 S_g는 지상설하중이고, C_b는 기본지붕설하중계수, C_e는 노출계수, C_t는 온도계수, I_s는 중요도계수이다. 지상설하중에 지붕의 노출·난방 상태와 건축물의 중요도를 반영하는 방식이다.

① O: 기본지붕설하중계수 C_b는 일반적으로 **0.7**을 적용한다. 지상설하중을 지붕설하중으로 환산할 때 사용하는 기본 계수이며, 여기에 노출계수·온도계수·중요도계수를 함께 곱한다.

② O: 건축물의 중요도가 **1등급이면 중요도계수는 1.1**이다. 중요도계수는 건축물의 중요도에 따라 설하중을 조정하는 값이므로, 다른 조건이 같으면 중요도계수 1.0을 적용하는 경우보다 설하중을 크게 산정한다.

③ O: 모든 면이 바람막이 없이 노출되고 거센바람이 부는 지역은 **노출계수 0.8**을 적용한다. 이러한 환경에서는 바람이 지붕 위의 눈을 제거하는 효과를 고려하므로, 노출계수 1.0을 적용하는 경우보다 설하중을 작게 산정한다.

④ X: 온도계수는 **난방구조물 1.0, 비난방구조물 1.2**이다. 비난방구조물은 난방으로 지붕 위의 눈이 녹는 효과를 기대하기 어려워 더 큰 계수를 적용한다. 따라서 난방 이외의 조건이 같으면 비난방구조물의 평지붕설하중은 난방구조물의 1.2배로 증가한다. 선지의 '감소된다'는 '증가한다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 8. 긴 변의 순경간(ℓ_n)이 5 m이며, 테두리보를 제외하고 슬래브 주변에 보가 없는 2방향 슬래브의 최소 두께에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 제시된 조건 외에 비교되는 슬래브의 조건은 동일하며, 슬래브의 두께는 120 mm를 초과한다)

① 철근의 설계기준항복강도가 증가할수록 슬래브 최소 두께는 감소한다.

② 외부 슬래브의 경우 테두리보가 없는 슬래브보다 테두리보가 있는 슬래브의 최소 두께가 작다.

③ 지판이 있는 경우 테두리보가 없는 외부 슬래브보다 내부 슬래브의 최소 두께가 작다.

④ 내부 슬래브의 경우 지판이 없는 슬래브보다 지판이 있는 슬래브의 최소 두께가 작다.

정답 1번

간단한 해설

철근의 설계기준항복강도가 증가하면, 같은 경간과 지지 조건에서 처짐 제한을 위한 슬래브 최소 두께는 **감소하지 않고 증가한다**. 철근의 강도가 높아지는 것과 슬래브의 처짐을 줄이는 것은 구별해야 한다.

NoteBase

선지별 해설

KDS 14 20 30의 4.2.2(2) 및 표 4.2-3은 테두리보를 제외하고 주변에 보가 없는 2방향 슬래브의 최소 두께를 정한다. 비교할 때 긴 변의 순경간 ℓ_n은 모두 5 m로 같고, 각 선지에서 바꾸는 조건 외에는 동일하다. 두께가 120 mm를 초과한다는 조건이므로 지판 유무에 따른 절대 최솟값인 120 mm·100 mm에 얽매이지 않고 표의 경간별 두께 관계를 비교한다.

① X: 같은 경간·지지 조건·지판 조건에서 철근의 설계기준항복강도가 커지면 최소 두께 표에서 순경간을 나누는 분모가 작아지므로 **최소 두께는 증가한다**. 예를 들어 지판과 테두리보가 없는 외부 슬래브는 항복강도가 400 MPa일 때 $\frac{\ell_n}{30}$, 500 MPa일 때 $\frac{\ell_n}{28}$이다. 같은 양의 순경간을 더 작은 수로 나누므로 필요한 두께가 더 커진다. '감소한다'를 '증가한다'로 고쳐야 한다.

② O: 테두리보는 외곽부의 휨강성을 보강하므로, 외부 슬래브는 **테두리보가 있을 때 최소 두께가 작다**. 예를 들어 항복강도 400 MPa이고 지판이 없으면, 테두리보가 없는 경우는 $\frac{\ell_n}{30}$, 있는 경우는 $\frac{\ell_n}{33}$이다. 지판이 있는 경우에도 같은 방향의 차이가 난다.

③ O: 지판이 있는 경우, 내부 슬래브는 인접 패널과 연속되어 테두리보가 없는 외부 슬래브보다 가장자리의 구속 조건이 유리하다. 최소 두께 표에서도 **내부 슬래브의 최소 두께가 더 작다**. 항복강도 400 MPa를 예로 들면 테두리보가 없는 외부 슬래브는 $\frac{\ell_n}{33}$, 내부 슬래브는 $\frac{\ell_n}{36}$이다.

④ O: 지판은 기둥 주위의 슬래브를 국부적으로 두껍게 한 부분으로, 지지부의 강성을 높인다. 따라서 내부 슬래브에서는 **지판이 있을 때 일반 슬래브 부분에 필요한 최소 두께가 작아진다**. 항복강도 400 MPa를 예로 들면 지판이 없는 경우는 $\frac{\ell_n}{33}$, 있는 경우는 $\frac{\ell_n}{36}$이다.

NoteBase

문 9. 비강화유리, 배강도유리, 강화유리를 이용하여 2장 이상 유리 사이에 PVB 포일이나 아크릴 등의 레진을 삽입하여 유리에 부착한 유리는?

① 로이유리
② 복층유리
③ 망입유리
④ 접합유리

정답 4번

간단한 해설

두 장 이상의 유리 사이에 **PVB 필름이나 아크릴 등의 수지를 넣어 접착**한 구조가 접합유리이다. 유리판의 강화 여부보다 중간층을 통해 유리판들을 붙였다는 점이 구분 기준이다.

구성 요소별 해설

유리판: 비강화유리·배강도유리·강화유리는 접합에 사용할 수 있는 유리판의 종류이다. 이러한 유리판을 **2장 이상** 사용하며, 세 종류를 반드시 모두 함께 사용해야 한다는 뜻은 아니다.

중간층: PVB 포일이나 아크릴 등의 레진은 유리판 사이에 들어가는 **접착용 중간층**이다. PVB 포일은 얇은 필름 형태의 재료이며, 이 중간층이 양쪽 유리판에 부착되어 유리판들을 결합한다.

접합 관계: 유리판과 중간층이 붙어 있으므로 유리가 깨져도 파편이 중간층에 달라붙어 비산을 줄인다. 핵심은 유리판을 단순히 여러 장 배치하는 것이 아니라 **중간층으로 서로 접착**한다는 데 있다.

따라서 '2장 이상의 유리판 + PVB 포일이나 아크릴 등의 접착용 중간층'이라는 구성은 ④ 접합유리에 해당한다.

NoteBase

문 10. 기초구조 용어 정의에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 극한지지력: 흙에서 전단파괴가 발생되는 기초의 단위면적당 하중

② 마이크로 파일: 지반에 구멍을 뚫고 강봉을 삽입하여 그라우트 한 깊은 기초이며 소구경 말뚝이라고 함

③ 저강도재료: 재령 28일의 압축강도가 9.3 MPa 이하가 되도록 제어된 시멘트계 슬러리 재료

④ 허용지지력: 침하 또는 부등침하와 같은 허용한도 내에서 지반의 극한지지력을 적정의 안전율로 나눈 값

정답 3번

간단한 해설

저강도재료는 재령 28일의 압축강도가 **8.3 MPa 이하**가 되도록 제어된 시멘트계 슬러리 재료이다. ③의 '9.3 MPa 이하'는 강도 상한을 잘못 제시한 것이다.

선지별 해설

① O: 극한지지력은 지반에 전단파괴가 발생할 때 기초가 받는 단위면적당 하중이다. 하중이 증가하여 흙의 **전단저항이 한계에 이른 상태**를 기준으로 하므로, 실제 설계에서 허용하는 하중 수준과 구별된다.

② O: 마이크로 파일은 지반을 천공한 뒤 **강봉을 삽입하고 그라우트하여** 만드는 소구경의 깊은기초이다. 그라우트는 강봉 주위의 공간에 주입재를 채우는 작업이며, 이렇게 형성한 말뚝으로 상부구조의 하중을 지반에 전달한다.

③ X: 건축물 기초구조 설계기준(KDS 41 19 00) 1.4에서 저강도재료는 재령 28일의 압축강도가 **8.3 MPa 이하**가 되도록 제어된 시멘트계 슬러리 재료로 정의한다. 재령은 재료를 만든 뒤 경과한 시간을 뜻한다. 선지의 '9.3 MPa 이하'를 '8.3 MPa 이하'로 고쳐야 한다.

④ O: 허용지지력은 지반의 극한지지력을 적정한 안전율로 나누되, **침하와 부등침하도 허용한도 이내**가 되도록 정한 단위면적당 하중이다. 전단파괴에 대한 안전성을 확보해도 침하가 지나치면 사용할 수 없으므로, 지지력과 침하 조건을 함께 만족해야 한다.

NoteBase

문 11. 목구조에서 바닥에 작용하는 하중을 지지하며 평평한 바닥면을 이루기 위하여 설치하는 바닥 덮개를 지지하는 골조 부재는?

① 마룻대

② 바닥장선

③ 바닥도리

④ 토대

정답 2번

간단한 해설

바닥 덮개 바로 아래에서 덮개를 받치고 바닥 하중을 지지하는 부재가 **바닥장선**이다.

공통 해설

바닥장선은 **바닥 덮개를 직접 지지하는 수평 골조 부재**이다. 일정 간격으로 나란히 놓인 장선 위에 합판 등의 덮개를 고정하여 평평한 바닥면을 만들고, 바닥에 작용하는 하중은 덮개를 거쳐 장선으로 전달된다. 이처럼 바닥 덮개 바로 아래에서 덮개와 하중을 받는 역할이 문제에서 묻는 부재를 식별하는 기준이다.

NoteBase

문 12. 철근콘크리트 보에 10년 동안 지속하중이 작용할 때, 이 보의 장기 추가처짐에 대한 계수(λ_Δ)는? (단, 압축철근비(ρ')는 0.00096이며, 인장철근비(ρ)는 0.0066이다)

① $\lambda_\Delta = \frac{1}{1+50(0.0066)}$
② $\lambda_\Delta = \frac{2}{1+50(0.0066)}$
③ $\lambda_\Delta = \frac{1}{1+50(0.00096)}$
④ $\lambda_\Delta = \frac{2}{1+50(0.00096)}$

정답 4번

간단한 해설

10년은 **5년 이상**이므로 시간경과계수는 2.0이다. 장기 추가처짐 계수식의 분모에는 **압축철근비** 0.00096을 대입한다.

핵심 풀이

철근콘크리트 보의 크리프와 건조수축에 의한 장기 추가처짐은 해당 지속하중에 의한 순간처짐에 계수 λ_Δ를 곱하여 구한다. 이때 계수식은 $\lambda_\Delta = \frac{\xi}{1+50\rho'}$이며, ξ는 지속하중의 재하기간에 따른 시간경과계수이고 ρ'는 압축철근비이다.

재하기간: **5년 이상이면 시간경과계수는 2.0**을 적용한다. 주어진 10년은 이 구간에 해당하므로 식의 분자는 2가 된다.

철근비: 분모에 사용하는 값은 **압축철근비 0.00096**이다. 인장철근비 $\rho = 0.0066$을 대신 넣으면 압축철근비를 사용하는 원래 계수식과 달라진다.

두 조건을 대입하면 $\lambda_\Delta = \frac{2}{1+50(0.00096)}$이므로 ④의 식과 일치한다. 이 계수는 처짐량에 곱하는 무차원 값이다.

NoteBase

문 13. 강구조에서 집중하중에 대하여 내력을 향상시키기 위해, 보나 기둥에 웨브와 평행하도록 부착하는 판재는?

① 띠판
② 겹침판
③ 뒷댐재
④ 끼움재

정답 2번

간단한 해설

겹침판은 **웨브와 평행하게 덧대어** 집중하중에 대한 내력을 높이는 판재이다.

공통 해설

겹침판은 보나 기둥에서 **집중하중에 대한 내력을 높이기 위해 웨브와 평행하게 부착하는 판재**이다. 여기서 평행하게 부착한다는 것은 보강 판재의 면을 기존 웨브의 면과 나란하게 배치하여 덧댄다는 뜻이다. 즉, 웨브에 판재를 겹쳐 보강하는 방식이므로 문제에서 제시한 기능과 부착 방향은 겹침판의 정의에 해당한다.

NoteBase

문 14. 철근콘크리트 휨부재 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, f_y는 철근의 설계기준항복강도이다)

① 휨모멘트를 받는 부재의 콘크리트 압축연단의 극한변형률은 콘크리트의 설계기준압축강도가 40 MPa 이하인 경우에는 0.003으로 가정한다.

② 철근과 콘크리트의 변형률은 중립축부터 거리에 비례하는 것으로 가정할 수 있다. 그러나 설계 기준에 규정된 깊은 보는 비선형 변형률 분포를 고려하여야 한다.

③ 철근의 변형률이 f_y에 대응하는 변형률보다 큰 경우 철근의 응력은 변형률에 관계없이 f_y로 하여야 한다.

④ 콘크리트 압축응력의 분포와 콘크리트변형률 사이의 관계는 직사각형, 사다리꼴, 포물선형 등으로 가정할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

콘크리트의 설계기준압축강도가 40 MPa 이하일 때 압축연단의 극한변형률은 **0.0033**으로 가정한다. 따라서 ①의 '0.003'은 '0.0033'으로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① X: KDS 14 20 20의 4.1.1(3)에 따르면, 설계기준압축강도가 **40 MPa 이하이면 극한변형률은 0.0033**이다. 이는 휨강도 계산에서 압축을 가장 크게 받는 콘크리트 연단의 변형률 한계로 사용하는 값이다. 선지의 '0.003'은 '0.0033'으로 고쳐야 한다.

② O: 중립축은 휨에 의한 종방향 변형률이 0인 위치이다. 일반적인 휨부재에서는 휨을 받기 전의 평면 단면이 변형 후에도 평면을 유지한다고 가정하므로, 철근과 콘크리트의 변형률이 중립축부터의 거리에 비례한다. 다만 **깊은 보는 비선형 변형률 분포**를 고려해야 하며, 이를 대신하여 스트럿-타이 모델을 적용할 수도 있다(KDS 14 20 20, 4.1.1(2)).

③ O: 철근은 항복 전에는 변형률에 탄성계수를 곱하여 응력을 구하고, **항복변형률을 넘으면 응력을 일정하게** 두는 선형탄성-완전소성 재료로 가정한다. 따라서 설계기준항복강도 f_y에 대응하는 변형률보다 변형률이 커져도 설계에 사용하는 철근 응력은 f_y로 둔다(KDS 14 20 20, 4.1.1(4)).

④ O: 콘크리트의 압축응력 분포와 변형률의 관계는 강도 계산을 위해 직사각형, 사다리꼴, 포물선형 등으로 이상화할 수 있다. 특정 형상만을 사용해야 하는 것은 아니지만, **광범위한 실험 결과와 실질적으로 일치**하여 강도를 예측할 수 있어야 한다(KDS 14 20 20, 4.1.1(6)).

NoteBase

문 15. 조적식구조에서 사용하는 모르타르와 그라우트에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 모르타르에서 사용하는 물의 양은 현장에서 적절한 시공연도를 얻도록 조절할 수 있다.

② 그라우트의 압축강도는 조적개체 강도의 1.3배 이상으로 한다.

③ 실험에 의해서 규준의 요구조건에 합당한 결과가 나타나지 않으면 모르타르나 그라우트에 공기연행제를 사용한다.

④ 동결방지용액이나 염화물 등의 성분은 모르타르나 그라우트에 사용할 수 없다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '공기연행제를 사용한다'는 **'사용할 수 없다'**로 고쳐야 한다. 모르타르나 그라우트에 공기연행제를 사용하려면 실험으로 **규준의 요구조건에 적합한 결과**가 확인되어야 한다.

선지별 해설

① O: 시공연도는 모르타르를 펴 바르거나 줄눈에 채우는 작업이 수월한 정도를 뜻한다. 모르타르는 필요한 시공연도와 반죽질기를 갖추도록 물을 넣는 재료이므로, 현장에서는 **적절한 시공연도를 얻도록 물의 양을 조절**할 수 있다.

② O: 그라우트는 조적개체 사이 또는 속빈 조적개체의 내부를 채우는 재료이다. 그라우트의 압축강도는 **조적개체 강도의 1.3배 이상**이어야 한다. 이때 강도 비교의 기준은 벽돌·블록과 같은 개별 조적개체의 강도이다.

③ X: KDS 41 60 10 '조적식구조 재료의 기준' 3.3.5(1)③은 실험으로 규준의 요구조건에 합당한 결과가 나타나지 않으면 모르타르나 그라우트에 공기연행제를 사용할 수 없도록 한다. 따라서 선지의 '사용한다'를 **'사용할 수 없다'**로 고친다. 요구조건에 미달한 결과가 공기연행제 사용의 근거가 되는 것이 아니라, 요구조건에 적합한 결과의 확인이 사용을 위한 전제이다.

④ O: KDS 41 60 10의 3.3.5(1)②는 동결방지용액이나 염화물 등의 성분을 **모르타르와 그라우트 모두에 사용하지 못하도록** 한다. 첨가제나 혼화재료는 담당원이 승인한 제품을 사용해야 하지만, 이 승인 요건과 별도로 해당 성분의 사용은 금지된다.

NoteBase

문 16. 보통중량 콘크리트의 설계기준압축강도(f_{ck})가 30 MPa일 때 콘크리트의 할선탄성계수(E_c, MPa)는? (단, 콘크리트의 평균 압축강도(f_{cm})에 대한 충분한 시험자료는 없는 상태이다)

① $8{,}500\sqrt[3]{30}$

② $8{,}500\sqrt[3]{33}$

③ $8{,}500\sqrt[3]{34}$

④ $8{,}500\sqrt[3]{35}$

정답 3번

간단한 해설

평균압축강도의 시험자료가 없으므로 설계기준압축강도에 **4 MPa를 더한 34 MPa**를 사용한다. 이를 보통중량 콘크리트의 탄성계수 식에 대입하면 $8{,}500\sqrt[3]{34}$ MPa가 된다.

계산 과정

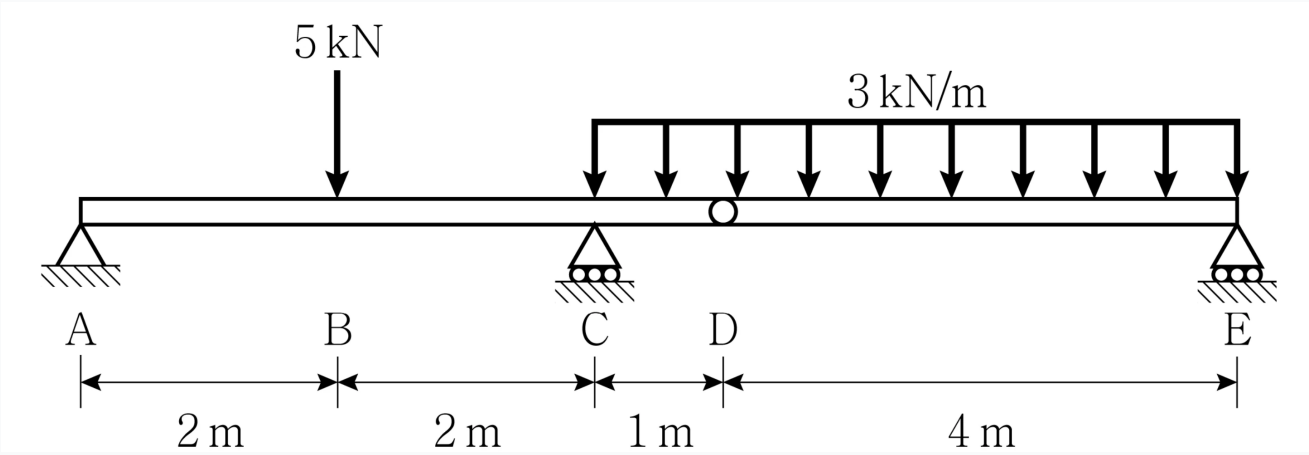
1. 적용식과 변수: 보통중량 콘크리트의 할선탄성계수는 $E_c = 8{,}500\sqrt[3]{f_{cm}}$으로 산정한다. 여기서 E_c는 할선탄성계수, f_{cm}은 평균압축강도이며, 두 값의 단위는 MPa이다. 이 식에는 **설계기준압축강도가 아니라 평균압축강도**를 대입한다.

2. 평균압축강도 산정: 평균압축강도에 대한 충분한 시험자료가 없을 때는 $f_{cm} = f_{ck} + \Delta f$를 적용한다. 설계기준압축강도 f_{ck}가 **40 MPa 이하이면** 강도 증가분 Δf는 4 MPa이다. 이 문제는 30 MPa이므로 $f_{cm} = 30 + 4 = 34$ MPa이다. 이 34 MPa가 탄성계수 계산에 사용할 평균압축강도이다.

3. 탄성계수 계산: 평균압축강도 34 MPa를 대입하면 $E_c = 8{,}500\sqrt[3]{34}$ MPa이다. 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 17. 그림과 같은 겔버보의 C점에 발생하는 휨모멘트[kN · m]의 절댓값은? (단, 보의 자중은 무시한다)



① 5.0

② 7.5

③ 10.0

④ 12.5

정답 2번

간단한 해설

D점에서 왼쪽 보에 전달되는 하향력 6 kN과 CD 구간 등분포하중은 C점에 대해 같은 방향의 모멘트를 만든다. 두 모멘트를 합하면 C점 휨모멘트의 절댓값은 **7.5 kN·m**이다.

NoteBase

계산 과정

구조와 계산 범위: D는 **휨모멘트를 전달하지 않는 내부 힌지**이다. 따라서 D에서 보를 나누어 오른쪽 DE 구간의 평형을 먼저 구한다. 보의 자중은 무시하며, C점 모멘트는 C점 오른쪽 부분으로 계산하므로 B점의 5 kN 집중하중은 이 자유물체에 포함되지 않는다.

DE 구간의 힌지력: 길이 4 m에 3 kN/m의 등분포하중이 작용하므로 합력은 $3 \times 4 = 12$ kN이고, DE 중앙에 작용한다. 하중이 대칭이므로 D와 E에서 이를 절반씩 지지한다. DE 구간에 작용하는 D점의 상향력을 R_D라 하면 $R_D = \frac{12}{2} = 6$ kN이다. 작용·반작용에 따라 **왼쪽 보에는 D점에서 아래로 6 kN**이 작용한다.

CD 구간의 하중: 길이 1 m에 작용하는 등분포하중의 합력은 $3 \times 1 = 3$ kN이다. 이 합력은 **CD의 중앙**, 즉 C점에서 오른쪽으로 0.5 m 떨어진 곳에 작용한다.

C점 휨모멘트: C점 오른쪽 부분에서 D점의 6 kN은 팔길이 1 m, CD 구간의 합력 3 kN은 팔길이 0.5 m로 작용한다. 아래로 처지는 휨을 양(+)으로 정하면 두 하중은 C점에 음의 휨모멘트를 만든다. 따라서 $M_C = -(6 \times 1 + 3 \times 0.5) = -7.5$ kN·m이다. 요구한 절댓값은 7.5 kN·m이며, ②의 7.5에 해당한다.

NoteBase

문 18. 철근콘크리트 연속 휨부재의 모멘트 재분배에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, ε_t는 공칭축강도에서 최외단 인장철근의 순인장변형률이다)

① 경간 내의 단면에 대한 휨모멘트의 계산은 수정된 부모멘트를 사용하여야 한다.

② 근사해법에 의해 휨모멘트를 계산한 경우를 제외하고, 탄성이론에 의하여 산정한 연속 휨부재 받침부의 부모멘트는 20% 이내에서 $1{,}000\varepsilon_t$%만큼 증가 또는 감소시킬 수 있다.

③ 휨모멘트 재분배 이후에도 정적 평형은 유지되어야 한다.

④ 휨모멘트의 재분배는 휨모멘트를 감소시킬 단면에서 ε_t가 0.0075 미만인 경우에만 가능하다.

정답 4번

간단한 해설

모멘트를 줄이는 단면에는 재분배에 필요한 변형능력이 있어야 하므로, 최외단 인장철근의 순인장변형률 ε_t는 **0.0075 이상**이어야 한다. ④의 '0.0075 미만'은 이 허용 조건을 반대로 서술한 것이다.

선지별 해설

KDS 14 20 10의 4.3.2는 연속 휨부재의 모멘트 재분배에 관한 조건을 규정한다.

① O: 받침부의 부모멘트를 조정하면 경간 내부의 휨모멘트 분포도 달라진다. 따라서 경간 내 단면의 휨모멘트는 **재분배 후 수정된 부모멘트**를 사용하여 계산해야 한다.

② O: 근사해법으로 휨모멘트를 계산한 경우를 제외하고, 탄성이론으로 산정한 연속 휨부재 받침부의 부모멘트는 $1{,}000\varepsilon_t$%를 한도로 증가 또는 감소시킬 수 있다. 다만 재분배율은 **최대 20%**를 넘을 수 없으므로, 변형률에 따른 한도와 20% 상한을 함께 적용한다.

③ O: 모멘트 재분배는 부재 각 부분이 부담하는 모멘트를 조정하는 것이므로, 작용하중에 대한 **정적 평형**은 계속 만족해야 한다. 한 단면의 모멘트를 줄였다면 다른 단면의 모멘트와 반력도 평형에 맞게 정해져야 한다.

④ X: 휨모멘트를 감소시킬 단면에서 최외단 인장철근의 순인장변형률은 **0.0075 이상**, 즉 $\varepsilon_t \geq 0.0075$이어야 한다. 이는 재분배에 필요한 회전변형능력을 확보하기 위한 조건이다. 따라서 '0.0075 미만'을 '0.0075 이상'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 19. 강합성구조 합성단면의 공칭강도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, f_{ck}는 콘크리트의 설계기준압축강도이다)

① 소성응력분포법에서는 강재가 인장 또는 압축으로 항복응력에 도달할 때 콘크리트는 축력 또는 휨으로 인한 압축으로 $0.8f_{ck}$의 응력에 도달한 것으로 가정하여 공칭강도를 계산한다.

② 합성단면의 공칭강도를 결정할 때 콘크리트의 인장강도는 무시한다.

③ 변형률적합법에서는 단면에 걸쳐 변형률이 선형적으로 분포한다고 가정한다.

④ 매입형 합성부재는 국부좌굴을 고려할 필요가 없다.

정답 1번

간단한 해설

소성응력분포법에서 콘크리트 압축부의 응력은 $0.8f_{ck}$가 아니라 $0.85f_{ck}$로 가정한다. 즉, 콘크리트의 설계기준압축강도에 곱하는 계수는 0.85이다.

선지별 해설

① X: 소성응력분포법은 강재가 인장 또는 압축의 항복응력에 도달하고, 콘크리트 압축부에는 일정한 압축응력이 작용한다고 가정하여 공칭강도를 구한다. 종전 건축구조기준 0709.1.2.1에서 정한 콘크리트 압축응력은 $0.85f_{ck}$이므로, 선지의 $0.8f_{ck}$를 $0.85f_{ck}$로 고쳐야 한다.

② O: 콘크리트는 인장에 약하고 균열 이후의 인장저항을 안정적으로 기대하기 어려우므로, 합성단면의 공칭강도를 산정할 때 **콘크리트의 인장강도는 무시한다**. 인장력에 대한 저항은 강재와 철근이 부담하는 것으로 계산한다.

③ O: 변형률적합법은 변형 전의 평면이 변형 후에도 평면을 유지한다는 평면유지 가정을 사용한다. 이에 따라 **단면에 걸친 변형률 분포는 선형**이며, 각 위치의 변형률과 재료별 응력-변형률 관계로 응력을 구하여 단면의 저항력을 산정한다.

④ O: 매입형 합성부재는 강재가 콘크리트 속에 묻힌 부재로, 주변 콘크리트가 강재 판요소의 국부변형을 억제한다. 이 문항에 적용된 종전 건축구조기준 0709.1.2에서는 **매입형 합성부재의 국부좌굴을 고려할 필요가 없다**고 규정한다. 반면 강관 내부에 콘크리트를 채우는 충전형 합성부재는 강관의 국부좌굴 영향을 고려한다.

NoteBase

문 20. 설계하중의 용어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 와류진동: 시시각각 변하는 바람의 난류 성분이 물체에 닿아 물체를 풍방향으로 불규칙하게 진동시키는 현상

② 외압계수: 건축물 외피의 임의 수압면에 가해지는 평균풍압과 기준 높이에서 속도압의 비

③ 강체건축구조물: 바람과 구조물의 동적 상호작용에 의해 발생하는 부가적인 하중효과를 무시할 수 있는 안정된 건축구조물

④ 골바람효과: 산과 산 사이의 골짜기를 따라 평행하게 바람이 불어가면서 유선이 수평 방향으로 수렴하여 풍속이 급격하게 증가하는 현상

정답 1번

간단한 해설

①의 '난류 성분에 의해 풍방향으로 불규칙하게 진동하는 현상'은 **버펫팅**이다. 와류진동은 물체 뒤쪽에서 좌우 번갈아 발생하는 와류 때문에 주로 **풍직각방향**으로 진동하는 현상이다.

선지별 해설

① X: 바람의 난류 성분이 물체에 작용하여 풍방향으로 불규칙한 진동을 일으키는 현상은 **버펫팅**이다. 와류진동은 물체 뒤쪽에서 좌우 번갈아 규칙적으로 발생하는 와류의 영향으로 물체가 주로 풍직각방향으로 진동하는 현상이다. 두 현상은 진동을 일으키는 원인과 대표적인 진동 방향이 다르다.

② O: 외압계수는 건축물 외피의 수압면에 작용하는 **평균풍압을 기준 높이의 속도압으로 나눈 비**이다. 외부 표면에 작용하는 풍압의 크기를 기준 압력에 대한 상대적인 값으로 나타내며, 같은 차원의 압력끼리 나누므로 단위가 없는 계수이다.

③ O: 강체건축구조물은 바람과 구조물의 동적 상호작용으로 발생하는 **부가적인 하중효과를 무시할 수 있는** 안정된 건축구조물이다. 여기서 강체라는 분류의 기준은 이러한 동적 하중효과를 고려해야 하는지 여부이며, 재료나 부재가 전혀 변형하지 않는다는 뜻은 아니다.

④ O: 골바람효과는 산 사이의 골짜기를 따라 바람이 불면서 **유선이 수평 방향으로 수렴하여 풍속이 급격히 증가**하는 현상이다. 골짜기에 의해 공기의 흐름이 좁은 통로로 모인다는 점이 풍속 증가의 원인이다.

NoteBase