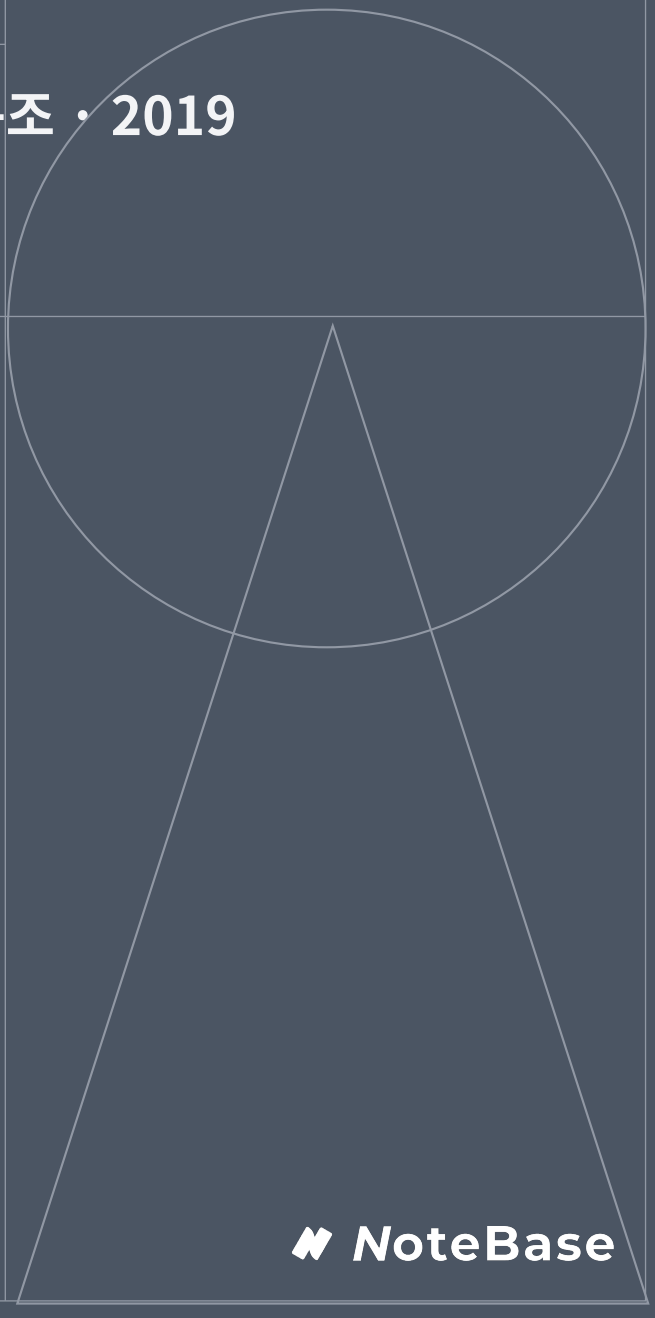
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2019

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2019

문 1. 건축물 구조설계법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 허용응력설계법은 탄성이론에 의한 구조해석으로 산정한 부재단면의 응력이 허용응력을 초과하도록 구조부재를 설계하는 방법이다.

② 강도설계법은 구조부재를 구성하는 재료의 비탄성거동을 고려하여 산정한 부재단면의 공칭강도에 강도감소계수를 곱한 설계강도가 계수하중에 의한 소요강도 이상이 되도록 구조부재를 설계하는 방법이다.

③ 성능설계법은 건축설계기준에서 규정한 목표성능을 만족하면서 건축구조물을 건축주가 선택한 성능지표에 만족하도록 설계하는 방법이다.

④ 한계상태설계법은 한계상태를 명확히 정의하여 하중 및 내력의 평가에 준해서 한계상태에 도달하지 않는 것을 확률통계적 계수를 이용하여 설정하는 설계법이다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '허용응력을 초과하도록'은 '허용응력을 **초과하지 않도록**'으로 고쳐야 한다. 허용응력설계법은 탄성이론으로 구한 부재단면의 응력을 안전율이 반영된 허용응력 이하로 제한하는 방법이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 허용응력설계법은 탄성이론에 의한 구조해석으로 부재단면의 응력을 구한 뒤, 그 응력이 **허용응력 이하**가 되도록 설계하는 방법이다. 허용응력은 안전율을 감안하여 정한 한계응력이므로, 이를 초과하도록 설계한다는 설명은 응력의 제한 방향을 거꾸로 제시한 것이다.

② O: 강도설계법은 재료의 비탄성거동을 고려한 공칭강도에 강도감소계수를 곱하여 설계강도를 구한다.
계수하중은 사용하중에 하중계수를 적용한 하중이고, 소요강도는 그 하중을 지탱하는 데 필요한 강도이다.
따라서 부재가 확보한 **설계강도가 소요강도 이상**이 되도록 설계한다.

③ O: 성능설계법은 건축설계기준에서 요구하는 목표성능을 충족하면서, 건축주가 선택한
안전성능·사용성능·내구성능 등의 성능지표도 만족하도록 설계하는 방법이다. 건축주의 요구를 반영하더라도 **기준에서 요구하는 목표성능을 충족**해야 한다는 조건은 유지된다.

④ O: 한계상태는 구조물이 요구되는 안전성이나 사용성을 더 이상 충족하지 못하게 되는 경계 상태이다.
한계상태설계법은 이 경계를 명확히 정하고, 하중과 내력의 불확실성을 **확률통계적 계수**에 반영하여 한계상태에 도달하지 않도록 설계한다. 여기서 내력은 부재나 구조물이 하중에 저항할 수 있는 능력을 뜻한다.

NoteBase

문 2. 콘크리트구조 현장재하실험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 재하할 보나 슬래브 수와 하중배치는 강도가 의심스러운 구조부재의 위험단면에서 최대응력과 처짐이 발생하도록 결정하여야 한다.

② 재하할 실험하중은 해당 구조 부분에 작용하고 있는 고정하중을 포함하여 설계하중의 75% 이상이어야 한다.

③ 실험하중은 4회 이상 균등하게 나누어 증가시켜야 한다.

④ 측정된 최대처짐과 잔류처짐이 허용기준을 만족하지 않을 때 재하실험을 반복할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '75% 이상'은 **85% 이상**으로 고쳐야 한다. 이때 실험하중에는 해당 구조 부분에 이미 작용하고 있는 **고정하중도 포함**한다.

선지별 해설

① O: 건축구조기준 0210.3 (1)①에 따라 재하할 보나 슬래브 수와 하중배치는 **위험단면에서 최대응력과 처짐이 발생하도록** 정한다. 강도가 의심스러운 부분이 가장 불리한 하중조건에서도 견디는지 확인하기 위한 것이다.

② X: 건축구조기준 0210.3 (1)②의 하중 기준은 **고정하중을 포함하여 설계하중의 85% 이상**이다. 따라서 '75% 이상'은 '85% 이상'으로 고쳐야 한다. 이미 작용하는 고정하중과 추가로 가하는 하중을 합한 값으로 이 기준을 확인한다.

③ O: 건축구조기준 0210.3 (2)③에 따라 실험하중은 **4회 이상 균등하게 나누어** 증가시킨다. 하중을 한꺼번에 가하지 않고 단계적으로 증가시키면서 각 단계의 처짐 등 구조물의 응답을 측정한다.

④ O: 건축구조기준 0210.3 (3)②는 측정된 최대처짐과 잔류처짐이 허용기준을 만족하지 않을 때 반복실험을 허용한다. 잔류처짐은 하중을 제거한 뒤에도 남아 있는 처짐으로, 변형의 회복 정도를 판단하는 값이다.
반복실험은 **최초 실험하중을 제거한 후 72시간이 경과한 뒤** 시행할 수 있으며, 반복실험 결과도 별도의 회복 기준을 만족해야 수용할 수 있다.

NoteBase

문 3. 건축구조물에서 각 날짜에 타설한 각 등급의 콘크리트 강도시험용 시료를 채취하는 기준으로 옳지 않은 것은?

① 하루에 1회 이상

② 150 m^3당 1회 이상

③ 슬래브나 벽체의 표면적 500 m^2마다 1회 이상

④ 배합이 변경될 때마다 1회 이상

정답 2번

간단한 해설

②의 '150 m^3당 1회 이상'은 **120 m^3당 1회 이상**으로 고쳐야 한다. 타설량에 따른 시료 채취 간격을 150 m^3로 잡으면 필요한 강도시험 빈도를 충족하지 못할 수 있다.

선지별 해설

① O: 각 날짜에 타설한 각 등급의 콘크리트에서 **하루에 1회 이상** 강도시험용 시료를 채취한다. 같은 등급이라도 타설 날짜가 달라지면 그날 사용한 콘크리트의 품질을 확인해야 한다.

② X: 체적에 따른 최소 채취 기준은 **120 m^3당 1회 이상**이다. '150 m^3당 1회 이상'으로 정하면 기준보다 더 많은 물량을 하나의 시험으로 확인하게 되므로 채취 간격이 지나치게 커진다.

③ O: 슬래브나 벽체는 **표면적 500 m^2마다 1회 이상** 시료를 채취한다. 이는 타설 체적과 별도로 부재가 펼쳐진 면적을 기준으로 강도 확인 범위를 관리하는 조건이다.

④ O: **배합이 변경될 때마다 1회 이상** 시료를 채취한다. 재료의 구성 비율이 달라지면 콘크리트의 강도 특성도 달라질 수 있으므로, 변경 전 배합의 시험만으로 변경 후 콘크리트의 품질을 대신 확인할 수 없다.

NoteBase

문 4. 조적조 기준압축강도 확인에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 시공 전에는 규정에 따라 5개의 프리즘을 제작하여 시험한다.

② 구조설계에 규정된 허용응력의 $\frac{1}{2}$을 적용한 경우, 시공 중 시험을 반드시 시행해야 한다.

③ 구조설계에 규정된 허용응력을 모두 적용한 경우, 벽면적 500m^{2}당 3개의 프리즘을 규정에 따라 제작하여 시험한다.

④ 기시공된 조적조의 프리즘시험은 벽면적 500m^{2}마다 품질을 확인하지 않은 부분에서 재령 28일이 지난 3개의 프리즘을 채취한다.

정답 2번

간단한 해설

허용응력의 1/2을 적용하면 시공 전 시험에 사용한 것과 같은 재료가 반입됨을 증명하는 조건으로 **시공 중 시험을 생략할 수 있다**. 따라서 '반드시 시행해야 한다'는 표현이 잘못되었다.

선지별 해설

① O: 건축구조기준 0603.4.2(1)은 **시공 전에 프리즘 5개**를 만들어 시험하도록 한다. 이때 실제 시공에 사용할 재료로 제작해야 하며, 담당원 또는 승인된 자가 제작에 입회하고 승인된 기관이 시험한다. 시공에 앞서 사용할 재료로 조적체의 압축강도를 확인하는 절차이다.

② X: 건축구조기준 0603.4.2(3)에 따르면 규정된 허용응력의 1/2을 적용한 경우에는 **시공 중 시험이 필수는 아니다**. 다만 시공 전 프리즘시험에 사용한 재료와 같은 재료가 반입된다는 증명서를 재료생산자가 반입과 동시에 또는 반입 직전에 제출해야 한다. 따라서 '반드시 시행해야 한다'는 '동일 재료의 반입을 증명하면 시공 중 시험을 생략할 수 있다'로 고친다.

③ O: 건축구조기준 0603.4.2(2)에 따르면 규정된 허용응력을 모두 적용하여 설계한 경우에는 **벽면적 500m^{2}당 프리즘 3개**를 제작하여 시험한다. 허용응력을 절반만 적용하여 시험 생략이 가능한 경우와 달리, 시공 중에도 정해진 벽면적 단위로 압축강도를 확인한다.

④ O: 건축구조기준 0603.4.5(1)은 기시공된 조적조에서 벽면적 500m^{2}마다 품질이 확인되지 않은 부분의 재령 28일이 지난 프리즘 3개를 채취하도록 한다. 이 시험은 담당원의 승인을 받아 실시하며, 시험체를 새로 만드는 것이 아니라 **이미 시공된 조적조에서 채취**하여 해당 부분의 압축강도를 확인한다.

NoteBase

문 5. 목구조 바닥에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 바닥구조는 수직하중에 대하여 충분한 강도와 강성을 가져야 한다.

② 바닥구조는 바닥구조에 전달되는 수평하중을 안전하게 골조와 벽체에 전달할 수 있는 강도와 강성을 지녀야 한다.

③ 구조용바닥판재로 구성된 플랜지재는 수평하중에 의해 발생하는 면내전단력에 대해 충분한 강도와 강성을 지녀야 한다.

④ 바닥격막구조의 구조형식에는 수평격막구조, 수평트러스 등이 있다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '플랜지재'는 **웨브재**로 고쳐야 한다. 구조용바닥판재는 면내전단력에 저항하는 웨브 역할을 하며, 가장자리의 플랜지재는 휨에 따른 **인장력과 압축력**을 부담한다.

선지별 해설

① O: 바닥구조는 자중과 사람·물건 등에 의한 수직하중을 지지한다. 부재가 파괴되지 않도록 하는 강도와 과도한 처짐 등 변형을 억제하는 강성이 모두 필요하다.

② O: 바닥은 수직하중을 지지하는 동시에 **수평하중을 골조와 벽체로 전달**하는 격막 역할을 한다. 따라서 바닥판과 접합부 등을 통해 하중이 안전하게 전달되도록 충분한 강도와 강성을 확보해야 한다.

③ X: 구조용바닥판재는 플랜지재가 아니라 **면내전단력에 저항하는 웨브재**이다. 바닥격막을 수평으로 놓인 깊은 보에 비유하면, 바닥판재는 보의 웨브에 해당하고 가장자리 부재는 플랜지에 해당한다. 플랜지재는 격막의 휨에 따라 생기는 인장력과 압축력을 부담한다.

④ O: 바닥격막구조에는 판재가 면내전단력에 저항하는 **수평격막구조**와 부재를 삼각형으로 구성하여 수평하중에 저항하는 **수평트러스** 등이 있다. 두 형식 모두 바닥에 작용하는 수평하중을 수직 저항요소로 전달한다.

NoteBase

문 6. 보통모멘트골조에서 압축을 받는 철근콘크리트 기둥의 띠철근에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 전단이나 비틀림 보강철근 등이 요구되는 경우, 실험 또는 구조해석 검토에 의한 예외사항 등과 같은 추가 규정은 고려하지 않는다)

① 모든 모서리 축방향철근은 135° 이하로 구부린 띠철근의 모서리에 의해 횡지지되어야 한다.

② 띠철근의 수직간격은 축방향 철근지름의 16배 이하, 띠철근이나 철선지름의 48배 이하, 또한 기둥단면의 최소 치수 이하로 하여야 한다.

③ D35 이상의 축방향 철근은 D10 이상의 띠철근으로 둘러싸야 하며, 이 경우 띠철근 대신 용접철망을 사용할 수 없다.

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

정답 3번

간단한 해설

D35 이상의 축방향철근에는 **D13 이상의 띠철근**이 필요하다. 또한 띠철근 대신 **등가단면적의 이형철선 또는 용접철망을 사용할 수 있다**.

선지별 해설

① O: 띠철근은 압축을 받는 축방향철근이 옆으로 휘어지는 좌굴을 억제한다. 모든 모서리 축방향철근은 **135° 이하로 구부린 띠철근의 모서리**로 횡지지해야 한다.

② O: 띠철근의 수직간격은 축방향철근 지름의 16배, 띠철근이나 철선 지름의 48배, 기둥단면의 최소 치수라는 세 상한을 모두 만족해야 한다. 따라서 **세 값 중 가장 작은 값 이하**로 배치한다.

③ X: D35 이상의 축방향철근은 **D13 이상의 띠철근**으로 둘러싸야 한다. D10 이상이라는 최소 규격은 D32 이하의 축방향철근에 적용된다. 또한 띠철근 대신 **등가단면적의 이형철선 또는 용접철망을 사용할 수 있다**. 선지는 최소 규격을 D10으로 낮추고 용접철망의 사용을 금지한 두 부분을 고쳐야 한다.

④ O: 기초판 또는 슬래브 윗면에서 그 위의 첫 번째 띠철근까지의 거리는 **일반 띠철근 간격의 1/2 이하**로 한다. 기둥 시작부에서 첫 횡지지 위치가 지나치게 멀어지지 않도록 하는 배치 규정이다.

NoteBase

문 7. 건축물 강구조 설계기준에서 SS275 강종의 압연H형강 H－400 × 200 × 8 × 13의 강도 및 재료정수로 옳은 것은?

① 인장강도(F□)는 410 MPa이다.

② 항복강도(F□)는 265 MPa이다.

③ 탄성계수(E)는 205,000 MPa이다.

④ 전단탄성계수(G)는 79,000 MPa이다.

정답 1번

간단한 해설

SS275의 설계에 사용하는 **인장강도는 410 MPa**이다. 강종명에 붙은 '275'는 인장강도가 아니라 두께 16 mm 이하에서의 항복강도 기준값을 나타낸다.

선지별 해설

① O: SS275의 설계에 사용하는 **인장강도는 410 MPa**이다. 인장강도는 인장시험에서 최대하중을 원래 단면적으로 나눈 값이며, SS275의 규격상 인장강도 범위는 410~550 MPa이다. 설계기준에서는 그 하한값인 410 MPa을 사용한다.

② X: H－400 × 200 × 8 × 13은 높이 400 mm, 플랜지 폭 200 mm, 웨브 두께 8 mm, 플랜지 두께 13 mm를 뜻한다. 웨브와 플랜지가 모두 두께 16 mm 이하이므로 SS275의 **항복강도는 275 MPa**이다. 항복강도는 소성변형이 본격적으로 시작되는 응력 수준이며, 선지의 265 MPa은 두께 16 mm 초과 40 mm 이하에 적용하는 값이다.

③ X: 건축물 강구조 설계기준에서 강재의 **탄성계수는 210,000 MPa**이다. 탄성계수는 탄성 범위에서 수직응력과 그에 따른 축방향 변형률의 비로, 강재가 늘어나거나 줄어드는 변형에 저항하는 정도를 나타낸다. 205,000 MPa으로 적용하지 않는다.

④ X: 건축물 강구조 설계기준에서 강재의 **전단탄성계수는 81,000 MPa**이다. 전단탄성계수는 탄성 범위에서 전단응력과 전단변형률의 비로, 전단에 의한 각도 변화에 저항하는 정도를 나타낸다. 79,000 MPa으로 적용하지 않는다.

NoteBase

문 8. 강구조 고장력볼트 접합의 일반사항에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 고장력볼트 구멍중심 간 거리는 공칭직경의 2.0배 이상으로 한다.

② 고장력볼트 전인장조임은 임팩트렌치로 수 회 또는 일반렌치로 최대한 조이는 조임법이다.

③ 고장력볼트는 용접과 조합하여 하중을 부담시킬 수 없고, 고장력볼트와 용접을 병용할 경우 고장력볼트에 전체하중을 부담시킨다.

④ 고장력볼트 마찰접합에서 하중이 접합부의 단부를 향할 때는 적절한 설계지압강도를 갖도록 검토하여야 한다.

정답 4번

간단한 해설

마찰접합도 하중이 **접합부의 단부를 향하면 설계지압강도를 검토**해야 한다. 마찰에 의한 미끄럼 저항을 확보하는 것과 볼트구멍 주변 강재가 눌리거나 단부 쪽으로 찢어지는 것을 방지하는 것은 별개의 검토 사항이다.

선지별 해설

① X: 고장력볼트 구멍중심 간 거리는 공칭직경의 **2.5배 이상**이어야 한다. 건축구조기준 0710.1.10(4)의 최소간격 규정으로, 선지의 2.0배는 이 기준에 미달한다.

② X: 임팩트렌치로 수 회 또는 일반렌치로 최대한 조여 접합판을 견실하게 밀착시키는 것은 **밀착조임**이다. 전인장조임은 너트회전법, 직접인장측정법, 토크관리법, 토크쉬어볼트 등의 방법으로 규정된 설계볼트장력 이상을 도입하는 조임이다. 단순히 판이 밀착된 상태와 필요한 볼트장력을 확보한 상태를 구별해야 한다(0710.3.1(1)·(3)).

③ X: 원칙적으로 볼트와 용접의 강도를 합산해 하중을 분담시키지 않으며, 병용할 때는 **용접에 전체하중을 부담**시키도록 설계한다(0710.1.8(1)). 따라서 선지의 부담 주체인 고장력볼트를 용접으로 고쳐야 한다. 다만 기준에서 별도로 허용한 일부 전단접합 등에는 하중 분담의 예외가 있으므로, 모든 병용이 금지된다는 뜻은 아니다.

④ O: 마찰접합은 볼트의 조임력으로 접합면 사이에 생기는 마찰을 이용해 하중을 전달한다. 그러나 하중이 접합부 단부를 향하면 **볼트구멍 주변의 지압강도도 검토**해야 한다. 지압은 볼트와 구멍 벽 사이에 작용하는 눌림을 뜻하며, 구멍 주변의 변형과 단부 쪽 파괴에 대한 안전성을 확보해야 한다. 건축구조기준 0710.3.1(2)도 이 경우 0710.3.5에 따라 적절한 설계지압강도를 검토하도록 규정한다.

NoteBase

문 9. 길이가 L이고 변형이 구속되지 않은 트러스 부재가 온도변화 ΔT에 의해 일어나는 축방향 변형률(ε)은? (단, 트러스 부재의 재료는 열팽창계수 α인 등방성 균질재료로 온도변화에 따라 선형변형한다)

① $\varepsilon = \alpha(\Delta T)$

② $\varepsilon = \alpha(\Delta T)\sqrt{L}$

③ $\varepsilon = \alpha(\Delta T)L$

④ $\varepsilon = \alpha(\Delta T)L^2$

정답 1번

간단한 해설

축방향 변형률은 **길이 변화량을 원래 길이로 나눈 비**이다. 자유 열변형에서는 길이 변화량이 원래 길이에 비례하므로, 변형률은 길이와 무관하게 $\varepsilon = \alpha(\Delta T)$가 된다.

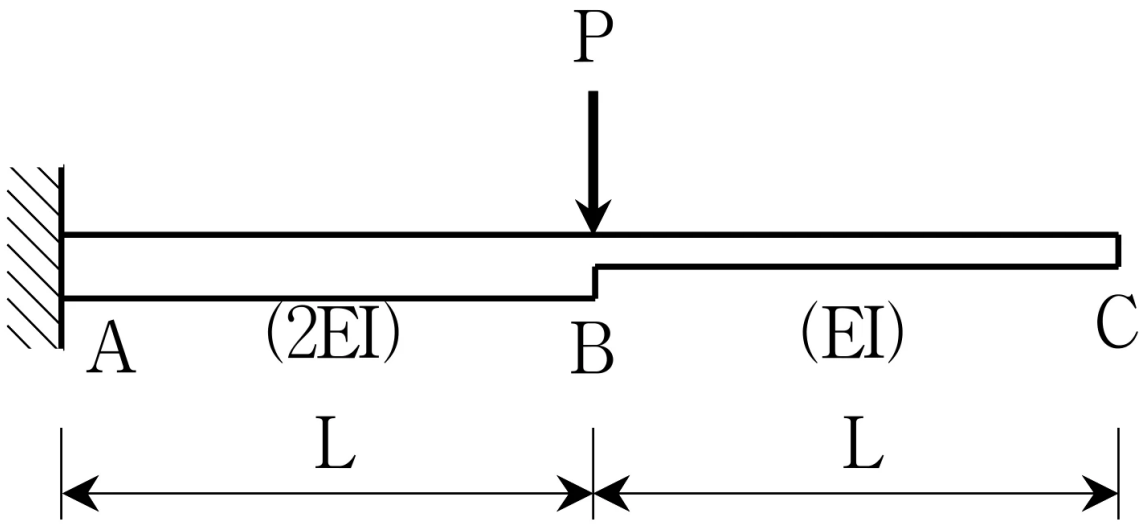
공통 해설

열팽창계수 α는 온도가 한 단위 변할 때 생기는 단위 길이당 길이 변화의 비를 나타낸다. 주어진 등방성 균질재료가 온도변화에 따라 선형변형하고 변형이 구속되지 않으므로, 원래 길이가 L인 부재의 축방향 길이 변화량은 $\Delta L = \alpha(\Delta T)L$이다.

축방향 변형률은 **길이 변화량 자체가 아니라 원래 길이에 대한 비**이므로 $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$이다. 길이 변화량을 대입하면 $\varepsilon = \frac{\alpha(\Delta T)L}{L} = \alpha(\Delta T)$가 되어 L이 소거된다. 길이 변화량은 길이에 비례하지만 변형률은 무차원량이며 길이에 의존하지 않는다. 따라서 변형률에 $\sqrt{L}$, L, L^2를 추가로 곱한 식은 모두 이 관계에 맞지 않는다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 AB구간과 BC구간의 단면이 상이한 캔틸레버 보에서 B점에 집중하중 P가 작용할 때, 자유단인 C점의 처짐은? (단, AB구간과 BC구간의 휨강성은 각각 2EI와 EI이며 자중을 포함한 기타 하중의 영향은 무시한다)



① $\frac{PL^3}{3EI}$
② $\frac{2PL^3}{3EI}$
③ $\frac{5PL^3}{6EI}$
④ $\frac{5PL^3}{12EI}$

정답 4번

간단한 해설

BC구간은 하중이 없어 휘어지지 않지만, **B점의 처짐과 회전**을 따라 이동한다. 따라서 C점의 처짐은 B점의 처짐에 회전으로 인한 추가 처짐을 더한 $\frac{5PL^3}{12EI}$이며, 방향은 아래쪽이다.

NoteBase

계산 과정

조건과 변수: 그림에서 A는 고정단이고 AB와 BC의 길이는 각각 L이다. B에 아래쪽 집중하중 P가 작용하며, AB의 휨강성은 2EI, BC의 휨강성은 EI이다. E는 탄성계수, I는 기준 단면2차모멘트이다. 아래쪽 처짐과 시계방향 회전의 크기를 각각 양수로 두고, 휨에 의한 소변형을 계산한다.

BC구간의 변형: B와 C 사이의 임의 단면에서 오른쪽 부분을 보면 외력이 없으므로 휨모멘트가 0이다. 따라서 BC는 **곡률이 0인 직선 상태**를 유지한다. 다만 B점이 내려가고 회전하므로 C점의 처짐까지 0이 되는 것은 아니다. BC의 휨강성 EI는 이 하중 조건에서 처짐 계산에 영향을 주지 않는다.

B점의 처짐과 회전: BC가 AB에 전달하는 전단력과 휨모멘트가 없으므로, AB는 길이 L, 휨강성 2EI인 캔틸레버의 끝에 하중 P가 작용하는 경우이다. 끝점 처짐 공식과 회전각 공식에 **AB의 휨강성 2EI**를 대입한다. B점의 처짐은 $\delta_B = \frac{PL^3}{3 \cdot (2EI)} = \frac{PL^3}{6EI}$이고, 회전각은 $\theta_B = \frac{PL^2}{2 \cdot (2EI)} = \frac{PL^2}{4EI}$이다. 각각 아래쪽 변위와 시계방향 회전의 크기이다.

C점의 처짐: 직선인 BC는 B점의 접선 방향으로 이어진다. 소변형에서는 B점의 회전으로 C점에 생기는 추가 처짐이 $L\theta_B = \frac{PL^3}{4EI}$이다. 여기에 **B점 자체의 처짐도 더해야** 하므로 $\delta_C = \delta_B + L\theta_B$이다. 따라서 $\delta_C = \frac{PL^3}{6EI} + \frac{PL^3}{4EI} = \frac{5PL^3}{12EI}$이고, 아래쪽으로 처진다. 이 값은 ④의 식과 일치하며, 처짐의 차원은 길이이다.

NoteBase

문 11. 항복점 이상의 응력을 받는 금속재료가 소성변형을 일으켜 파괴되지 않고 변형을 계속하는 성질은?

① 연성
② 취성
③ 탄성
④ 강성

정답 1번

간단한 해설

항복 후에도 바로 파괴되지 않고 **소성변형을 계속할 수 있는 성질**을 연성이라 한다. 소성변형은 하중을 제거해도 남는 변형이다.

공통 해설

연성은 금속재료가 항복한 뒤 파괴에 이르기까지 **소성변형을 충분히 일으킬 수 있는 성질**이다. 항복점 이상의 응력으로 생긴 소성변형은 하중을 제거해도 남는다. 문항에서 '파괴되지 않고 변형을 계속한다'는 것은 영원히 파괴되지 않는다는 뜻이 아니라, 파괴에 앞서 상당한 소성변형을 수용한다는 뜻이다.

구별 기준은 **파괴 전 소성변형을 수용하는 능력**이다. 취성은 소성변형이 거의 없이 파괴되는 성질이므로 이 설명과 반대된다. 탄성은 하중을 제거하면 원래 형상으로 돌아오는 성질이고, 강성은 하중에 의한 변형에 저항하는 정도이므로 항복 후 소성변형을 지속하는 능력을 뜻하지 않는다.

NoteBase

문 12. 등가정적해석법에 의한 내진설계에서 밑면전단력 산정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 반응수정계수가 클수록 밑면전단력은 감소한다.

② 건축물 중요도계수가 클수록 밑면전단력은 감소한다.

③ 건축물 고유주기가 클수록 밑면전단력은 감소한다.

④ 유효건물중량이 작을수록 밑면전단력은 감소한다.

정답 2번

간단한 해설

중요도계수는 중요한 건축물에 더 큰 설계지진력을 요구하도록 반영하는 계수이다. 기본 산정식에서 밑면전단력은 중요도계수에 비례하므로, 중요도계수가 클수록 **감소하는 것이 아니라 증가한다**.

선지별 해설

밑면전단력은 건축물 밑면에 작용하는 전체 수평 지진력이며, $V = C_s W$로 구한다. 여기서 C_s는 지진응답계수, W는 유효건물중량이다. 지진응답계수의 기본식은 $C_s = \frac{S_{DS} I_E}{R}$이며, S_{DS}는 단주기 설계스펙트럼가속도, I_E는 중요도계수, R은 반응수정계수이다. 다른 조건이 같을 때 각 변수의 영향을 비교하되, 실제 산정에는 주기에 따른 저감과 지진응답계수의 하한값도 반영한다.

① O: 반응수정계수는 기본식의 **분모**에 있으므로, 이 계수가 커지면 지진응답계수와 밑면전단력이 작아진다. 반응수정계수는 구조시스템의 비탄성 거동 등을 고려하여 탄성 지진력보다 작은 설계지진력을 사용할 수 있게 하는 계수이다. 다만 지진응답계수의 하한값이 지배하면 더 이상 감소하지 않는다.

② X: 중요도계수는 기본식의 **분자**에 있으므로, 이 계수가 커지면 지진응답계수와 밑면전단력이 커진다. 따라서 '밑면전단력은 감소한다'는 '밑면전단력은 증가한다'로 고쳐야 한다.

③ O: 고유주기가 길어지면 밑면전단력이 감소하는 것이 일반적인 경향이다. 주기에 따른 감소 구간에서 지진응답계수는 고유주기의 역수 또는 제곱의 역수에 비례하므로, 주기가 길수록 작아진다. 다만 **단주기의 일정 구간이나 하한값이 지배하는 구간**에서는 고유주기가 커져도 밑면전단력이 일정할 수 있으므로, 모든 구간에서 반드시 감소한다는 뜻으로 확대하면 안 된다.

④ O: 지진응답계수가 같으면 $V = C_s W$에서 밑면전단력은 **유효건물중량에 비례**한다. 따라서 유효건물중량이 작아질수록 밑면전단력도 작아진다.

NoteBase

문 13. 설계지진 시 큰 횡변위가 발생되도록 상부구조와 하부구조 사이에 설치하는 수평적으로 유연하고 수직적으로 강한 구조요소는?

① 능동질량감쇠기
② 동조질량감쇠기
③ 점탄성감쇠기
④ 면진장치

정답 4번

간단한 해설

면진장치는 상·하부구조 사이에서 **수직하중을 지지하면서 큰 수평 상대변위**를 허용한다. 지진 시 면진층이 수평으로 변형되어 상부구조에 전달되는 지진작용을 줄인다.

공통 해설

면진장치는 상부구조와 하부구조 사이에 설치하여, 수직하중을 지지하면서 두 구조 사이의 큰 수평 상대변위를 허용하는 구조요소이다. **수평방향으로 유연**하므로 설계지진 시 면진층에서 큰 횡변위를 수용할 수 있고, **수직방향으로 강**하므로 건물의 무게를 안정적으로 지지한다.

이처럼 면진층이 수평으로 변형되면 지반의 움직임이 상부구조에 그대로 전달되는 정도가 줄어든다. 문항에 제시된 설치 위치, 수평방향의 유연성, 수직방향의 지지능력은 모두 면진장치의 정의에 해당한다.

NoteBase

문 14. 보통모멘트골조에서 철근콘크리트 보의 전단철근 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 스트럿-타이모델에 따라 설계하지 않은 일반적인 보 부재로, 전단철근에 의한 전단강도는 콘크리트에 의한 전단강도의 2배 이하이며, d는 보의 유효깊이이다)

① 용접이형철망을 사용한 전단철근의 설계기준항복강도는 600 MPa를 초과할 수 없다.

② 부재축에 직각으로 배치된 전단철근의 간격은 철근콘크리트 부재인 경우 $\frac{d}{2}$ 이하 또한 600 mm 이하로 하여야 한다.

③ 종방향 철근을 구부려 전단철근으로 사용할 때는 그 경사길이의 중앙 $\frac{3}{4}$만이 전단철근으로서 유효하다.

④ 경사스터럽과 굽힘철근은 부재의 중간 높이에서 반력점 방향으로 주인장철근까지 연장된 30°선과 한 번 이상 교차되도록 배치하여야 한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '30°선'은 **45°선**으로 고쳐야 한다. 경사스터럽과 굽힘철근은 부재 중간 높이에서 반력점 방향으로 주인장철근까지 그은 45°선과 한 번 이상 교차하도록 배치한다.

선지별 해설

① O: KDS 14 20 22의 4.3.1(3)은 용접이형철망을 전단철근으로 사용하는 경우 설계기준항복강도의 상한을 **600 MPa**로 정한다. 이는 전단설계에 사용할 수 있는 항복강도의 한계이므로, 재료의 항복강도가 더 높더라도 이를 초과한 값을 설계에 적용할 수 없다.

② O: KDS 14 20 22의 4.3.2(1)에 따라 철근콘크리트 보의 수직 전단철근 간격은 $\frac{d}{2}$ 이하이면서 600 mm 이하이어야 한다. 두 한계를 **동시에 만족**해야 하므로 둘 중 작은 값이 최대 간격이 된다. 이 문항은 전단철근에 의한 전단강도가 콘크리트에 의한 전단강도의 2배 이하인 조건이므로 제시된 간격 제한을 적용한다.

③ O: KDS 14 20 22의 4.3.4(7)에 따라 종방향 철근을 구부려 전단철근으로 사용할 때는 **경사길이의 중앙 3/4만** 유효한 것으로 본다. 경사진 부분 전체를 전단저항에 유효한 길이로 산정해서는 안 된다.

④ X: KDS 14 20 22의 4.3.2(2)에서 경사스터럽과 굽힘철근의 배치 기준은 **30°선이 아니라 45°선**이다. 부재의 중간 높이인 0.5d에서 반력점 방향으로 주인장철근까지 연장한 45°선과 한 번 이상 교차해야 한다. 한편 4.3.1(2)의 30°는 주인장철근을 구부려 굽힘철근으로 사용할 때의 최소 경사각으로, 여기서 묻는 교차 기준선의 각도와 구별해야 한다.

NoteBase

문 15. 현장타설콘크리트말뚝 구조세칙으로 옳지 않은 것은?

① 현장타설콘크리트말뚝의 선단부는 지지층에 확실히 도달시켜야 한다.

② 현장타설콘크리트말뚝은 특별한 경우를 제외하고 주근은 4개 이상 또한 설계단면적의 0.25% 이상으로 하고 띠철근 또는 나선철근으로 보강하여야 한다.

③ 저부의 단면을 확대한 현장타설콘크리트말뚝의 측면경사가 수직면과 이루는 각이 30°를 초과할 경우, 전단력에 대해 검토하여 사용하도록 한다.

④ 현장타설콘크리트말뚝을 배치할 때 그 중심간격은 말뚝머리 지름의 2.0배 이상 또한 말뚝머리 지름에 1,000 mm를 더한 값 이상으로 한다.

정답 3번

간단한 해설

확대 저부의 측면이 수직면과 이루는 각은 **30° 이하**로 하고, 전단력도 검토해야 한다. 전단력을 검토하면 30°를 초과해도 사용할 수 있다는 의미가 아니다.

선지별 해설

① O: 건축구조기준 KBC 2016의 0407.10.6(3)은 말뚝 선단부가 **지지층에 확실히 도달**하도록 규정한다. 말뚝 끝이 하중을 지탱할 지층에 이르러 선단지지력을 발휘하도록 하는 요건이다.

② O: 0407.10.6(4)에 따라 특별한 경우를 제외하고 주근은 4개 이상이며, 주근 단면적의 합은 설계단면적의 0.25% 이상이어야 한다. **주근 개수와 철근량 기준을 모두 충족**해야 하며, 띠철근 또는 나선철근으로 보강해야 한다. 0.25%는 주근 한 개의 단면적에 대한 기준이 아니다.

③ X: 0407.10.6(5)은 확대 저부의 측면이 수직면과 이루는 각을 **30° 이하로 제한하면서 전단력도 검토**하도록 규정한다. 각도 제한과 전단력 검토는 함께 충족해야 하는 요건이다. 따라서 '30°를 초과할 경우 전단력을 검토하여 사용한다'는 내용을 '30° 이하로 하고 전단력을 검토한다'로 고쳐야 한다.

④ O: 0407.10.6(6)에 따라 중심간격은 말뚝머리 지름의 2.0배 이상이면서, 말뚝머리 지름에 1,000 mm를 더한 값 이상이어야 한다. **두 하한값 중 큰 값 이상**을 확보해야 두 조건을 동시에 만족한다. 이 간격은 말뚝 표면 사이의 빈 간격이 아니라 이웃한 말뚝의 중심 사이 거리이다.

NoteBase

문 16. 강구조 H형단면 부재에서 플랜지에 수직이며 웨브에 대하여 대칭인 집중하중을 받는 경우, 플랜지와 웨브에 대하여 검토하는 항목이 아닌 것은? (단, 한쪽의 플랜지에 집중하중을 받는 경우이다)

① 웨브크리플링강도

② 웨브횡좌굴강도

③ 블록전단강도

④ 플랜지국부휨강도

정답 3번

간단한 해설

블록전단강도는 접합부에서 전단과 인장이 함께 작용하여 재료의 일부가 덩어리로 뜯겨 나가는 파괴에 대한 강도이다. 플랜지에 수직인 집중하중으로 생기는 플랜지·웨브의 국부 변형과 좌굴을 검토하는 항목과 구분한다.

선지별 해설

① O: 웨브크리플링강도는 집중압축하중이 전달되는 부근에서 **웨브가 국부적으로 찌그러지는 파괴**에 대한 강도이다. 한쪽 플랜지에 작용한 압축하중이 좁은 영역을 통해 웨브로 전달되므로 검토 대상이 된다.

② O: 웨브횡좌굴강도는 집중압축하중을 받는 위치에서 두 플랜지 사이의 상대적인 횡이동과 함께 웨브가 변형되는 좌굴에 대한 강도이다. 하중을 받는 압축플랜지와 반대쪽 인장플랜지 사이의 **상대 횡이동이 구속되지 않은 경우**에 검토한다. 웨브에 대하여 대칭으로 가력하더라도 횡방향 구속이 없으면 이러한 불안정이 생길 수 있다.

③ X: 블록전단강도는 접합부에서 하중 방향에 평행한 전단면과 그에 수직인 인장면을 따라 재료의 일부가 블록 형태로 뜯겨 나가는 파괴에 대한 강도이다. 따라서 **접합부의 전단·인장 복합 파괴**에 대한 검토로 구분해야 하며, 이 문제에서 묻는 집중하중에 대한 플랜지·웨브의 국부 검토 항목에는 해당하지 않는다.

④ O: 플랜지국부휨강도는 플랜지에 수직인 집중인장하중이 작용할 때, 플랜지가 웨브와의 접합부를 중심으로 국부적으로 휘는 것에 대한 강도이다. **플랜지를 잡아당기는 집중인장하중**이 플랜지의 일부에 전달되면서 국부적인 휨을 일으키므로 검토한다. 집중하중의 인장·압축 방향에 따라 적용하는 검토 항목이 달라진다.

NoteBase

문 17. 기초구조 및 지반에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 2개의 기둥으로부터의 응력을 하나의 기초판을 통해 지반 또는 지정에 전달하도록 하는 기초는 연속기초이다.

② 구조물을 지지할 수 있는 지반의 최대저항력은 지반의 허용지지력이다.

③ 직접기초에 따른 기초판 또는 말뚝기초에서 선단과 지반 간에 작용하는 압력은 지내력이다.

④ 지지층에 근입된 말뚝의 주위 지반이 침하하는 경우 말뚝 주면에 하향으로 작용하는 마찰력은 부마찰력이다.

정답 4번

간단한 해설

말뚝 주위 지반이 말뚝보다 더 많이 침하하면 지반이 말뚝을 아래로 끌어내리므로, 말뚝 주면에 **하향의 부마찰력**이 작용한다. 이는 말뚝을 지지하는 저항이 아니라 말뚝에 추가로 부담을 주는 힘이다.

선지별 해설

① X: 두 기둥의 하중을 하나의 기초판으로 받아 지반 또는 지정에 전달하는 것은 **복합기초**이다. 연속기초는 벽이나 일련의 기둥에서 전달되는 하중을 띠 모양의 연속된 기초로 지지하는 형식으로, 줄기초라고도 한다.

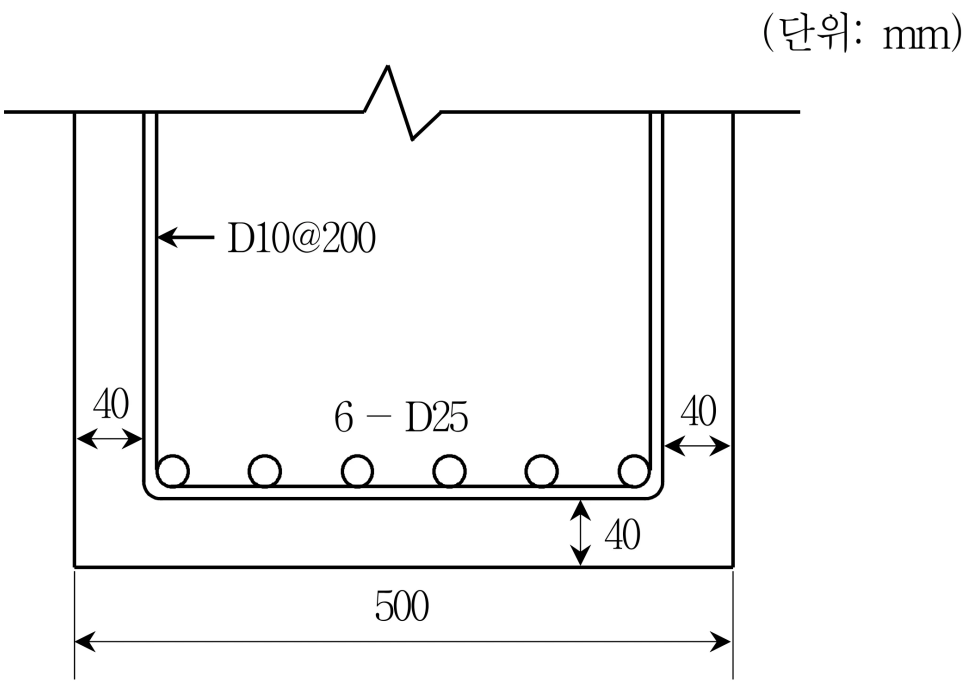
② X: 구조물을 지지할 수 있는 지반의 최대저항력은 **극한지지력**이다. 허용지지력은 극한지지력을 안전율로 나눈 값으로, 지반의 파괴에 대한 안전 여유를 확보하도록 최대저항력보다 작게 정한다.

③ X: 직접기초의 기초판 또는 말뚝기초의 선단과 지반 사이에 작용하는 압력은 **접지압**이다. 지내력은 지반이 하중을 지지하는 능력을 뜻하므로, 기초와 지반의 접촉면에 실제로 작용하는 압력인 접지압과 구분한다.

④ O: 지지층에 근입된 말뚝보다 주위 지반이 더 많이 침하하면, 지반과 말뚝 사이의 상대변위로 인해 말뚝 주면에 **아래로 끌어내리는 마찰력**이 발생한다. 이를 부마찰력이라고 하며, 상부하중을 지지하는 상향의 주면마찰저항과 달리 말뚝에 하향 하중을 추가한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같은 철근콘크리트 보에서 인장을 받는 6가닥의 D25 주철근이 모두 한곳에서 정착된다고 가정할 때, 주철근의 직선 정착길이 산정을 위한 c값(철근간격 또는 피복두께에 관련된 치수)은? (단, D25 주철근은 최대 등간격으로 배치되어 있고, D10 스터럽의 굽힘부 내면반지름과 마디는 고려하지 않으며, D10, D25 철근 직경은 각각 10 mm, 25 mm로 계산한다) (단위: mm)



① 25.0 mm

② 37.5 mm

③ 50.0 mm

④ 62.5 mm

정답 2번

간단한 해설

c는 주철근 중심에서 콘크리트 표면까지의 최단거리와 주철근 중심간격의 절반 중 **작은 값**이다. 이 보에서는 중심간격 75 mm의 절반인 37.5 mm가 표면까지의 거리 62.5 mm보다 작으므로 c는 37.5 mm이다.

NoteBase

계산 과정

c의 산정 기준: 인장철근의 직선 정착길이를 구할 때 c는 **철근 중심에서 콘크리트 표면까지의 최단거리**와 **정착되는 철근 중심간격의 절반** 중 작은 값으로 정한다. 철근 표면 사이의 순간격을 그대로 사용하는 것이 아니다.

주철근 중심에서 콘크리트 표면까지의 거리: 그림의 측면과 하부 치수 40 mm는 콘크리트 표면에서 스터럽 바깥면까지의 거리이다. 여기에 D10 스터럽 지름 10 mm와 D25 주철근 반지름을 더한다. 굽힘부 내면반지름과 마디를 무시하므로, 최외측 주철근의 측면 및 하부 표면까지의 중심거리는 $a = 40 + 10 + \frac{25}{2} = 62.5\text{mm}$이다.

주철근 중심간격: 최대 등간격 배치이므로 양 끝 주철근을 스터럽 안쪽에 붙여 놓는다. 보 폭 500 mm에서 양쪽 중심거리 62.5 mm씩을 빼면 양 끝 주철근 중심 사이의 거리는 $500 - 2 \times 62.5 = 375$ mm이다. **6가닥 사이에는 5개의 간격**이 있으므로 중심간격은 $s = \frac{375}{6-1} = 75\text{mm}$이고, 그 절반은 $\frac{s}{2} = \frac{75}{2} = 37.5\text{mm}$이다.

c의 결정: 콘크리트 표면까지의 최단거리 62.5 mm와 중심간격의 절반 37.5 mm를 비교하면 작은 값은 37.5 mm이다. 따라서 c = 37.5 mm로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. 콘크리트구조에서 용접철망에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 냉간신선 공정을 통하여 가공되므로 연신율이 감소되어 큰 연성이 필요한 부위에 사용할 경우 주의가 필요하다.

② 인장을 받는 용접이형철망은 정착길이 내에 교차철선이 없을 경우 철망계수를 1.5로 한다.

③ 겹침이음길이 사이에 교차철선이 없는 인장을 받는 용접이형철망의 겹침이음은 이형철선 겹침이음길이의 1.3배로 한다.

④ 뚜렷한 항복점이 없는 경우, 인장변형률 0.002일 때의 응력을 항복강도로 사용한다.

정답 1번

간단한 해설

용접철망에 쓰는 철선은 냉간신선 과정에서 가공경화되어 강도는 높아지지만 **연신율은 감소**한다. 따라서 파괴되기 전 큰 소성변형을 견뎌야 하는 부위에서는 연성 확보에 주의해야 한다.

선지별 해설

① O: 냉간신선은 상온에서 철선을 잡아당겨 단면을 줄이는 가공이다. 이 과정의 가공경화로 강도는 증가하지만 **파단될 때까지 늘어나는 비율인 연신율은 감소**한다. 연성은 파괴되기 전 소성변형을 견디는 능력이므로, 큰 연성이 필요한 부위에 사용할 때는 이러한 재료 특성을 고려해야 한다.

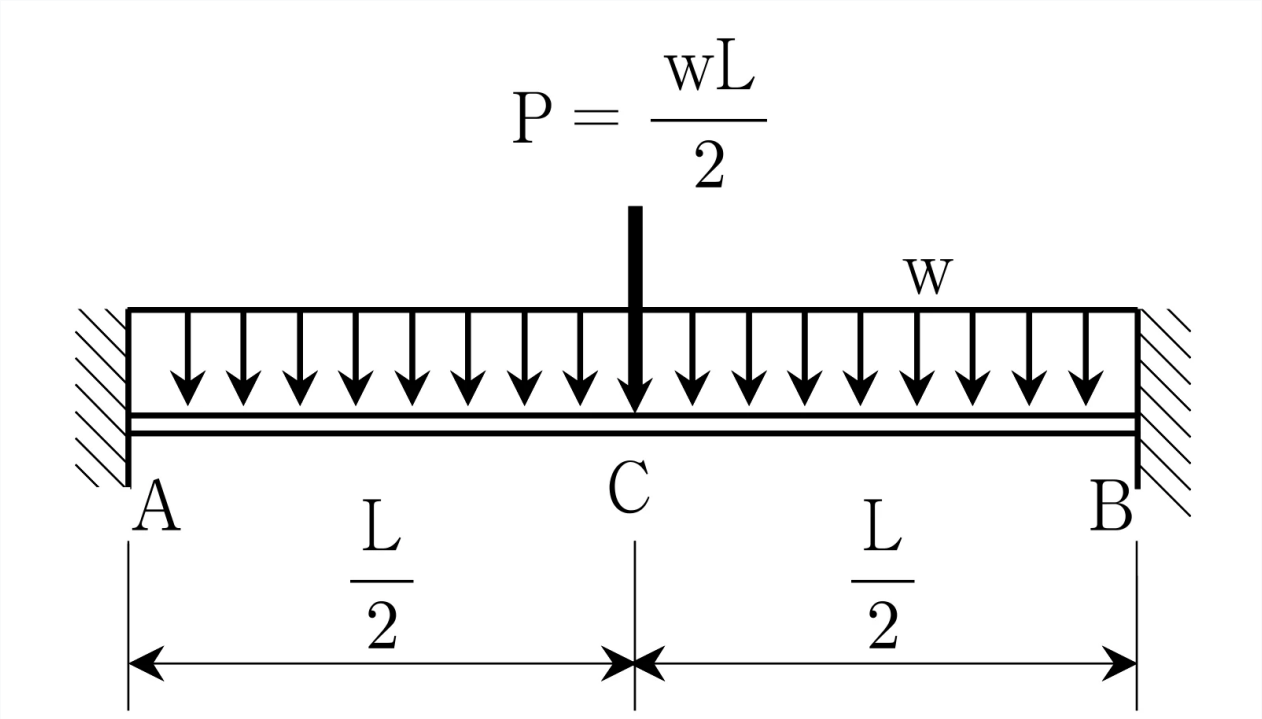
② X: 정착길이 내에 교차철선이 없으면 철망계수는 **1.5가 아니라 1.0**이다. KDS 14 20 52의 4.2.1(6)에 따라 이형철선의 정착길이 산정 방법을 적용한다. 교차철선의 추가 정착 효과를 인정할 수 없으므로, 철망계수로 정착길이를 줄이지 않는 것이다.

③ X: KDS 14 20 52의 4.6.1(2)에 따라, 겹침이음길이 사이에 교차철선이 없으면 **이형철선의 겹침이음 규정을 그대로 적용**한다. 이형철선의 겹침이음길이를 구한 뒤 다시 1.3배 하는 규정이 아니다. 겹침이음길이는 같은 기준의 4.5.2에 따라 이음 등급 등 해당 조건을 반영하여 정하므로, 이미 산정한 이형철선의 겹침이음길이에 일률적으로 1.3을 다시 곱하지 않는다.

④ X: 뚜렷한 항복점이 없는 경우에는 KDS 14 20 01의 강재 규정에 따라 **0.2% 오프셋법**으로 항복강도를 결정한다. 응력–변형률 곡선에서 변형률 0.002인 점을 지나 초기 탄성구간과 평행한 직선을 긋고, 그 직선이 곡선과 만나는 점의 응력을 취한다. 이는 하중을 제거했을 때 남는 영구변형률 0.002를 기준으로 하는 방법이며, 전체 인장변형률이 0.002일 때의 응력을 그대로 사용하는 것과 다르다.

NoteBase

문 20. 그림과 같이 양단고정보에 등분포하중w과 집중하중P이 작용할 때, 고정단 휨모멘트M_A, M_B와 중앙부 휨모멘트M_C의 절댓값 비는? (단, 부재의 휨강성은 EI로 동일하며, 자중을 포함한 기타 하중의 영향은 무시한다)



① $|M_A| : |M_C| : |M_B| = 1.2 : 1.0 : 1.2$

② $|M_A| : |M_C| : |M_B| = 1.4 : 1.0 : 1.4$

③ $|M_A| : |M_C| : |M_B| = 1.6 : 1.0 : 1.6$

④ $|M_A| : |M_C| : |M_B| = 2.0 : 1.0 : 2.0$

정답 2번

간단한 해설

그림의 $P = \frac{wL}{2}$를 대입하여 **두 하중의 휨모멘트를 중첩**하면 고정단의 절댓값은 중앙부의 1.4배가 된다. 좌우 하중과 지지조건이 대칭이므로 양쪽 고정단의 절댓값은 같다.

NoteBase

계산 과정

하중과 부호: 전체 경간은 L이고, 등분포하중 w는 전 경간에, 집중하중 $P = \frac{wL}{2}$는 중앙 C에 작용한다. 일정한 휨강성 EI를 갖는 양단고정보이므로 각 하중에 의한 휨모멘트를 구해 더한다. 아래로 처지는 형태의 정모멘트를 양(+)으로 잡으면 고정단은 음(−), 중앙부는 양(+)이다.

등분포하중의 효과: **양 끝의 회전이 구속된 보**에 전 경간 등분포하중이 작용하면 양쪽 고정단 휨모멘트는 각각 $-\frac{wL^2}{12}$이다. 중앙부 휨모멘트는 $\frac{wL^2}{24}$이므로, 등분포하중만의 효과에서는 고정단 절댓값이 중앙부의 2배이다.

집중하중의 효과: 양단고정보의 **중앙에 집중하중**이 작용하면 양쪽 고정단 휨모멘트는 각각 $-\frac{PL}{8}$, 중앙부 휨모멘트는 $\frac{PL}{8}$이다. 주어진 하중을 대입하면 $\frac{PL}{8} = \frac{wL^2}{16}$이므로, 이 하중에 의한 고정단과 중앙부 휨모멘트는 절댓값이 같다.

휨모멘트 합산: 고정단에서는 두 하중이 모두 음의 휨모멘트를 만들므로 $M_A = M_B = -\frac{wL^2}{12} - \frac{wL^2}{16}$, 즉 $M_A = M_B = -\frac{7wL^2}{48}$이다. 중앙부에서도 두 하중의 양의 휨모멘트를 더하면 $M_C = \frac{wL^2}{24} + \frac{wL^2}{16}$, 즉 $M_C = \frac{5wL^2}{48}$이다. 각 값은 힘×길이의 단위를 갖는다.

절댓값 비: **부호를 제외한 크기**를 비교하면 $|M_A| : |M_C| : |M_B| = 7 : 5 : 7$이다. 중앙부를 1.0으로 맞추면 1.4 : 1.0 : 1.4가 되어 ②와 일치하며, 이 비는 단위가 없다.

NoteBase