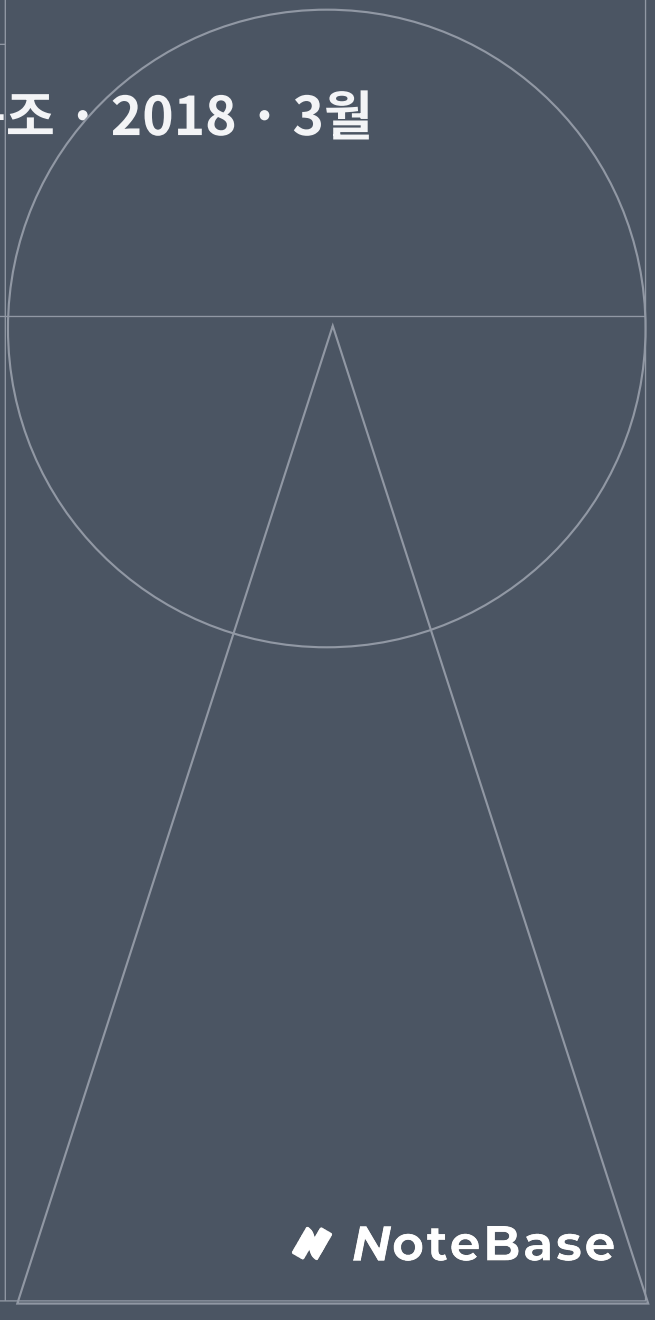
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2018 · 3월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2018 · 3월

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2018 · 3월

문 1. 철근콘크리트구조의 극한강도설계법에서 강도감소계수를 사용하는 이유로 가장 옳지 않은 것은?

① 부정확한 부재강도 계산식에 대한 여유 확보

② 구조물에서 구조부재가 차지하는 부재의 중요도 반영

③ 구조물에 작용하는 하중의 불확실성에 대한 여유 확보

④ 주어진 하중조건에 대한 부재의 연성능력과 신뢰도 확보

정답 3번

간단한 해설

구조물에 작용하는 **하중의 불확실성은 하중계수**로 반영한다. 강도감소계수는 부재강도의 불확실성, 부재의 중요도, 연성능력과 요구 신뢰도를 고려하여 공칭강도를 낮추는 계수이다.

NoteBase

선지별 해설

강도감소계수는 계산으로 구한 공칭강도에 곱하여 설계강도를 정할 때 사용한다. 부재가 실제로 발휘할 수 있는 강도와 파괴 특성을 고려하여, 설계에 사용할 강도를 공칭강도보다 작게 잡는 것이다.

① O: 부재강도 계산식은 실제 거동을 단순화한 가정에 기초하므로 계산한 강도와 실제 강도 사이에 차이가 생길 수 있다. 강도감소계수는 **계산식의 부정확성**으로 실제 강도가 계산값보다 작아질 가능성에 대비하여 강도에 여유를 둔다.

② O: 부재가 파괴되었을 때 구조물 전체의 안전에 미치는 영향은 부재마다 다르다. 강도감소계수에는 이러한 **구조물 내 부재의 중요도**도 반영하여 필요한 안전 여유를 확보한다.

③ X: 작용하중의 크기와 발생에는 불확실성이 있으므로, 이는 **하중계수를 적용한 계수하중**으로 반영한다. 강도감소계수는 하중을 보정하는 계수가 아니라 부재의 공칭강도를 줄여 설계강도를 정하는 계수이다. 따라서 하중의 불확실성에 대한 여유를 확보하는 계수는 하중계수로 구분해야 한다.

④ O: 연성능력은 부재가 파괴되기 전에 하중을 지지하면서 변형할 수 있는 능력이다. 강도감소계수는 주어진 하중조건에서 부재의 **연성능력과 요구 신뢰도**를 반영한다. 갑작스럽게 파괴되는 부재와 충분히 변형하며 파괴되는 부재의 안전 여유를 달리 고려하는 것이다.

NoteBase

문 2. 건물에 작용하는 하중에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 풍하중에서 설계속도압은 공기밀도와 설계풍속의 제곱에 비례한다.

② 기본지상적설하중은 재현기간 100년에 대한 수직 최심적설깊이를 기준으로 한다.

③ 구조물의 반응수정계수가 클수록 구조물에 작용하는 지진하중은 증가한다.

④ 지붕층을 제외한 일반층의 기본등분포활하중은 부재의 영향면적이 36m^2 이상일 경우 저감할 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

반응수정계수는 구조물의 소성변형과 에너지 소산능력 등을 고려하여 탄성 지진력을 줄이는 계수이다. 다른 조건이 같으면 이 계수가 클수록 설계지진하중은 증가하는 것이 아니라 **감소한다**.

선지별 해설

① O: 설계속도압은 $q = \frac{1}{2}\rho V^2$로 산정한다. 여기서 q는 설계속도압, ρ는 공기밀도, V는 설계풍속이다. 따라서 공기밀도에 비례하고 **설계풍속의 제곱에 비례**한다. 공기밀도가 일정할 때 설계풍속이 2배가 되면 설계속도압은 4배가 된다.

② O: 기본지상적설하중은 **재현기간 100년의 수직 최심적설깊이**를 기준으로 한다. 최심적설깊이는 쌓인 눈의 최대 깊이를 뜻하며, 이를 눈의 중량과 연결하여 지상적설하중을 정한다. 실제 지붕에 적용하는 적설하중은 이 기본값에 지붕의 형상, 노출 상태, 온도 등의 영향을 반영하여 산정한다.

③ X: 반응수정계수 R은 구조물의 소성변형에 따른 에너지 소산능력과 초과강도 등을 반영하여 탄성 지진력을 설계용 지진력으로 줄이는 계수이다. 지진하중 산정식에서 R은 분모에 들어가므로, 다른 조건이 같으면 R이 커질수록 설계지진하중은 **감소하는 방향**으로 산정된다. 따라서 '증가한다'를 '감소한다'로 고쳐야 한다. 다만 기준에서 정한 최소 지진하중은 별도로 만족해야 한다.

④ O: 지붕활하중을 제외한 일반층의 등분포활하중은 **부재의 영향면적이 36 m^2 이상**이면 저감계수를 적용할 수 있다. 넓은 면적 전체에 최대 활하중이 동시에 작용할 가능성이 작다는 점을 반영한 것이다. 다만 면적 조건만으로 모든 용도에서 저감할 수 있는 것은 아니며, 공중집회 용도 등에는 별도의 저감 제한이 적용된다.

NoteBase

문 3. 기초 및 지반에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 점토질 지반은 강한 점착력으로 흙의 이동이 없고 기초 주변의 지반반력이 중심부에서의 지반반력보다 크다.

② 샌드드레인 공법은 모래질 지반에 사용하는 지반개량 공법으로, 모래의 압밀침하현상을 이용하여 물을 제거하는 공법이다.

③ 슬러리월 공법은 가설 흙막이벽뿐만 아니라 영구적인 구조벽체로 사용할 수 있다.

④ 평판재하시험은 지름 300mm의 재하판에 지반의 극한지지력 또는 예상장기설계하중의 3배를 최대 재하하중으로 지내력을 측정한다.

정답 2번

간단한 해설

샌드드레인 공법은 **연약한 점토질 지반**의 물을 빼내 압밀을 촉진하는 공법이다. 모래기둥은 **배수 통로**이며, 압밀되는 대상은 모래가 아니라 주변의 점토이다.

선지별 해설

① O: 점토질 지반은 점착력이 있어 기초 가장자리의 흙이 옆으로 쉽게 밀려나지 않는다. 기초의 강성이 커서 바닥이 거의 균등하게 침하하는 경우, 지반반력은 **중심부보다 가장자리에서 크게** 나타난다. 선지의 '흙의 이동이 없다'는 이러한 측방 이동의 억제를 뜻하며, 점토지반에 침하가 전혀 없다는 뜻은 아니다.

② X: 샌드드레인 공법은 모래질 지반이 아니라 **연약한 점토질 지반의 압밀을 촉진**하는 공법이다. 점토층에 투수성이 큰 모래기둥을 설치하고 성토 등의 하중을 가하면, 점토 속 간극수가 모래기둥을 통해 배출된다. 이처럼 배수거리를 줄여 점토의 압밀침하를 앞당기는 것이므로, '모래의 압밀침하현상'은 '점토의 압밀침하현상'으로 고쳐야 한다.

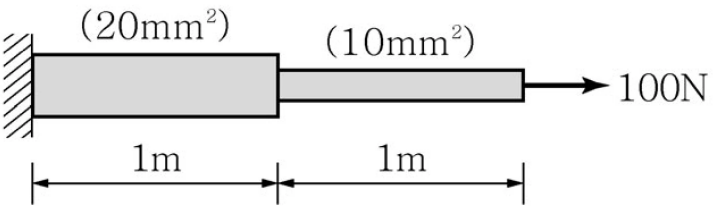
③ O: 슬러리월 공법은 안정액으로 굴착면의 붕괴를 막으면서 굴착한 뒤 철근과 콘크리트로 지하연속벽을 만드는 공법이다. 시공 중에는 흙막이벽으로 사용하고, 필요한 구조 성능을 갖추도록 설계하면 완공 후에도 **영구적인 지하 구조벽체**로 사용할 수 있다.

④ O: 평판재하시험은 지반에 재하판을 놓고 하중을 단계적으로 가하면서 침하량을 측정하여 지내력을 평가하는 시험이다. 이 문항에서 적용한 기준은 **지름 300 mm의 재하판**을 표준으로 하며, 최대 재하하중을 지반의 극한지지력 또는 예상되는 장기설계하중의 3배로 정한다. 사용하중보다 큰 하중까지 재하하여 지반의 하중과 침하 관계를 확인한다.

NoteBase

문 4. <보기>와 같이 동일한 재료로 만들어진 변단면 구조물이 100N의 인장력을 받아 1mm 늘어났을 때, 이 구조물을 이루는 재료의 탄성계수는? (단, 괄호 안의 값은 단면적이다.)

<보기>



① 5,000N/mm^2

② 10,000N/mm^2

③ 15,000N/mm^2

④ 20,000N/mm^2

정답 3번

간단한 해설

두 구간에는 **같은 인장력 100 N**이 작용하며, 전체 늘어난 길이는 **각 구간의 늘어난 길이의 합**이다. 구간별 단면적을 적용하여 전체 늘어난 길이 1 mm를 대입하면 탄성계수는 15,000 N/mm^{2}이다.

NoteBase

계산 과정

조건 정리: 왼쪽 구간의 단면적은 20 mm^2, 오른쪽 구간은 10 mm^2이고 길이는 각각 1 m이다. 단면적의 단위에 맞추어 각 길이를 1,000 mm로 바꾼다. 두 구간은 동일한 재료이므로 탄성계수 E가 같고, 전체 늘어난 길이는 1 mm이다.

적용 관계: 중간에 외력이 없으므로 두 구간에 작용하는 축방향 인장력 P는 **각각 100 N**이다. 선형 탄성 범위에서 응력은 $\sigma = P/A$, 변형률은 $\varepsilon = \delta/L$이고, $\sigma = E\varepsilon$이므로 각 구간의 늘어난 길이는 $\delta = \frac{PL}{AE}$이다. 여기서 A는 단면적, L은 구간 길이, δ는 늘어난 길이이다.

왼쪽 구간: 단면적 20 mm^2를 적용하면 $\delta_1 = \frac{100 \cdot 1{,}000}{20E} = \frac{5{,}000}{E}$이다. E를 N/mm^2 단위로 대입할 때 늘어난 길이는 mm로 얻어진다.

오른쪽 구간: 단면적 10 mm^2를 적용하면 $\delta_2 = \frac{100 \cdot 1{,}000}{10E} = \frac{10{,}000}{E}$이다. 길이와 인장력은 같고 **단면적이 절반**이므로 왼쪽 구간보다 두 배 늘어난다.

전체 변형과 탄성계수: 두 구간이 길이 방향으로 이어져 있으므로 **늘어난 길이를 더한다**. 따라서 $\delta_1 + \delta_2 = \frac{15{,}000}{E} = 1$이고, 탄성계수는 15,000 N/mm^2로 계산되어 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 5. 철근콘크리트 구조물의 철근배근에 관한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 기둥에서 철근의 피복 두께는 40mm 이상으로 하며, 주근비는 1% 이상 6% 이하로 한다.

② 보에서 주근의 순간격은 25mm 이상이고 주근 공칭지름의 1.5배 이상이며 굵은골재 최대치수의 4/3배 이상으로 하여야 한다.

③ 기둥에서 나선철근의 중심간격은 25mm 이상 75mm 이하로 한다.

④ 보에서 깊이 h가 900mm를 초과하는 경우, 보의 양측면에 인장연단으로부터 $h/2$ 위치까지 표피철근을 길이 방향으로 배근한다.

정답 4번

간단한 해설

깊이가 900 mm를 초과하는 보에서는 측면의 휨균열 폭을 제어하기 위해 **표피철근**을 배치한다. 보의 양쪽 측면에서 인장연단부터 $h/2$ 높이까지 길이 방향으로 균일하게 배근한다.

선지별 해설

① X: 주근비는 기둥의 전체 단면적에 대한 축방향 주철근 단면적의 비율이다. 일반적인 비합성 압축부재의 주근비는 **1% 이상 8% 이하**이므로, 기준 상한을 6%로 제시한 부분이 잘못되었다. 다만 축방향 주철근을 겹침이음하는 경우에는 철근비가 4%를 초과하지 않도록 한다. 피복두께 40 mm는 옥외 공기나 흙에 직접 접하지 않는 일반적인 현장치기 철근콘크리트 기둥에 적용되는 기본값이며, 실제 최소 피복두께는 노출조건 등에 따라 정한다.

② X: 보에서 동일 평면에 평행하게 배치하는 주근의 수평 순간격은 25 mm 이상, **철근 공칭지름 이상**, 굵은골재 최대치수의 4/3배 이상을 모두 만족하도록 한다. 선지의 공칭지름 1.5배는 나선철근이나 띠철근으로 둘러싸인 기둥 등 압축부재의 축방향 철근에 적용하는 조건이다. 철근 사이에 충분한 공간을 두어야 골재가 통과하고 콘크리트를 밀실하게 채울 수 있다.

③ X: 25 mm 이상 75 mm 이하로 제한하는 것은 나선철근의 중심간격이 아니라 **순간격**이다. 순간격은 이웃한 철근 표면 사이의 빈 거리이고, 중심간격은 철근 중심 사이의 거리이므로 철근 지름만큼 차이가 난다.

④ O: 보의 전체 깊이 h가 900 mm를 초과하면, **인장연단부터** $h/2$ **위치까지 양쪽 측면**에 표피철근을 길이 방향으로 균일하게 배치한다. 표피철근은 보 측면의 휨균열 폭을 제어하기 위한 철근이다. 인장연단 부근의 주근만으로는 깊이가 큰 보의 측면 균열을 충분히 제어하기 어려우므로 측면에도 종방향 철근을 분산하여 배치한다.

NoteBase

문 6. 「건축구조기준(KBC2016)」에 따른 철골부재의 이음부 설계 세칙에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 응력을 전달하는 필릿용접 이음부의 길이는 필릿 사이즈의 10배 이상이며, 또한 30mm 이상이다.

② 겹침길이는 얇은 쪽 판 두께의 5배 이상이며, 또한 25mm 이상 겹치게 한다.

③ 응력을 전달하는 겹침이음은 2열 이상의 필릿용접을 원칙으로 한다.

④ 고장력볼트의 구멍 중심 간 거리는 공칭직경의 1.5배 이상으로 한다.

정답 4번

간단한 해설

고장력볼트 구멍의 중심 간 거리는 볼트 **공칭직경의 2.5배 이상**이어야 한다. ④의 '1.5배 이상'은 이음부 설계세부규칙의 최소간격보다 작다.

선지별 해설

① O: KBC2016의 0710.1.10(1)은 응력을 전달하는 단속필릿용접 이음부의 길이에 관하여 필릿 사이즈를 기준으로 한 하한과 30 mm라는 하한을 함께 정한다. 따라서 **필릿 사이즈의 10배와 30 mm 중 큰 값 이상**을 확보하는 것이 원칙이다.

② O: 0710.1.10(2)에 따라 겹침길이는 **얇은 쪽 판 두께**를 기준으로 정하며, 그 두께의 5배와 25 mm라는 두 하한을 모두 충족해야 한다. 예를 들어 얇은 판의 두께가 6 mm이면 5 × 6 = 30 mm이므로 25 mm만 겹쳐서는 부족하다.

③ O: 0710.1.10(2)은 응력을 전달하는 겹침이음에서 **필릿용접선을 두 줄 이상 배치**하는 것을 원칙으로 정한다. 이는 두 판을 겹치는 길이에 관한 기준과 별개인 용접열 수의 기준이다.

④ X: 0710.1.10(4)에 따른 고장력볼트 구멍의 최소 중심 간 거리는 **공칭직경의 2.5배**이다. 따라서 '1.5배 이상'을 '2.5배 이상'으로 고쳐야 한다. 이때 배수의 기준은 구멍의 지름이 아니라 볼트의 공칭직경이며, 거리는 서로 이웃한 구멍의 중심 사이에서 잰다.

NoteBase

문 7. 건축구조물의 기초를 선정할 때, 상부 건물의 구조와 지반 상태를 고려하여 적절히 선정하여야 한다. 기초선정과 관련된 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 연속기초(wall footing)는 상부하중이 편심되게 작용하는 경우에 적합하다.

② 온통기초(mat footing)는 지반의 지내력이 약한 곳에서 적합하다.

③ 복합기초(combined footing)는 외부기둥이 대지 경계선에 가까이 있을 때나 기둥이 서로 가까이 있을 때 적합하다.

④ 독립기초(isolated footing)는 지반이 비교적 견고하거나 상부하중이 작을 때 적합하다.

정답 1번

간단한 해설

연속기초는 **벽체 아래에 띠 모양으로 연속 설치**하여 벽체의 하중을 지반에 분산하는 기초이다. '상부하중이 편심되게 작용하는 경우'를 연속기초의 적합한 선정 조건으로 제시한 것은 잘못이다.

선지별 해설

① X: 연속기초는 벽체 아래에 길게 이어서 설치하는 기초로, **벽을 따라 전달되는 하중을 연속적으로 지지**하는 데 적합하다. '상부하중이 편심되게 작용하는 경우에 적합하다'는 설명은 이러한 선정 이유와 다르다. 하중이 기초 저면의 중심에서 벗어나면 지반에 전달되는 압력이 한쪽으로 치우치므로, 편심을 줄일 수 있도록 복합기초 등의 배치와 형상을 검토해야 한다.

② O: 온통기초는 건물 전체 또는 넓은 부분을 하나의 판으로 받치는 기초이다. **넓은 면적으로 하중을 분산**하여 지반에 전달되는 단위면적당 압력을 낮추므로, 지내력이 약하여 개별 기초의 면적이 커져야 하는 곳에 적합하다. 다만 지지력뿐 아니라 침하가 허용 범위에 드는지도 확인해야 한다.

③ O: 복합기초는 둘 이상의 기둥을 하나의 기초판으로 지지한다. 외부기둥이 대지 경계선에 가까우면 독립기초를 기둥 중심에 맞춰 설치하기 어렵다. 이때 안쪽 기둥과 함께 지지하여 **하중합력의 위치와 기초 저면의 중심을 맞추도록** 계획할 수 있다. 기둥 간격이 좁아 독립기초끼리 겹치는 경우에도 하나의 복합기초로 묶는 것이 적합하다.

④ O: 독립기초는 하나의 기둥을 개별적으로 지지하는 기초이다. 지반이 비교적 견고하거나 상부하중이 작으면 **필요한 기초 저면적이 작아** 각 기둥을 따로 지지하기에 유리하다. 이는 지반이 견딜 수 있는 압력이 클수록, 또는 전달할 하중이 작을수록 필요한 지지 면적이 작아지기 때문이다.

NoteBase

문 8. 프리스트레스트 콘크리트구조의 프리텐션공법에서 긴장재의 응력손실 원인이 아닌 것은?

① 긴장재와 덕트(시스) 사이의 마찰

② 콘크리트의 크리프

③ 긴장재 응력의 이완(relaxation)

④ 콘크리트의 탄성수축

정답 1번

간단한 해설

프리텐션공법은 긴장재를 먼저 당긴 뒤 콘크리트를 타설하므로 **긴장재와 덕트 사이의 마찰손실이 발생하지 않는다**. 덕트 속 긴장재를 당길 때 생기는 마찰손실은 포스트텐션공법에 해당한다.

선지별 해설

① X: 프리텐션공법은 긴장재를 먼저 긴장하고 콘크리트를 타설·양생한 다음, 긴장재의 긴장력을 풀어 부착을 통해 콘크리트에 압축력을 전달한다. 긴장재를 덕트 속에서 당기는 방식이 아니므로 덕트와의 마찰은 이 공법의 응력손실 원인이 아니다. 이는 **포스트텐션공법의 손실 원인**으로, 굳은 콘크리트의 덕트 속 긴장재를 당길 때 긴장재와 덕트 사이의 마찰로 긴장력이 감소한다.

② O: 크리프는 지속적인 응력을 받는 콘크리트의 변형이 시간에 따라 증가하는 현상이다. 프리스트레스에 의한 압축을 계속 받으면 콘크리트가 **시간이 지나면서 추가로 짧아지고**, 부착된 긴장재도 함께 짧아져 인장응력이 감소한다.

③ O: 이완은 긴장재를 **일정한 변형률로 유지해도 인장응력이 시간에 따라 감소**하는 현상이다. 콘크리트의 변형 때문에 생기는 손실과 구별되는 긴장재 자체의 성질이며, 프리텐션공법에서도 응력손실을 일으킨다.

④ O: 콘크리트의 탄성수축은 프리스트레스가 전달되어 압축력을 받는 순간 콘크리트가 탄성적으로 짧아지는 현상이다. 부착된 긴장재도 함께 짧아지므로 인장응력이 감소한다. 크리프와 달리 **긴장력 전달 시 즉시 발생하는 손실**이다.

NoteBase

문 9. 철근콘크리트구조에서 전단마찰설계에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전단마찰철근이 전단력 전달면에 수직한 경우 공칭전단강도 $V_n = A_{vf} f_y \mu$로 산정한다.

② 보통중량콘크리트의 경우 일부러 거칠게 하지 않은 굳은 콘크리트와 새로 친 콘크리트 사이의 마찰계수는 0.6으로 한다.

③ 전단마찰철근은 굳은 콘크리트와 새로 친 콘크리트 양쪽에 설계기준항복강도를 발휘할 수 있도록 정착시켜야 한다.

④ 전단마찰철근의 설계기준항복강도는 600MPa 이하로 한다.

정답 4번

간단한 해설

전단마찰철근의 설계기준항복강도는 **500 MPa 이하**로 제한된다. 따라서 ④의 '600 MPa 이하'는 허용 상한을 잘못 제시한 것이다.

선지별 해설

① O: 전단마찰철근이 **전단력 전달면에 수직**하면 공칭전단강도는 $V_n = A_{vf} f_y \mu$로 산정한다. 여기서 A_{vf}는 전단마찰철근의 단면적, f_y는 설계기준항복강도, μ는 마찰계수이다. 접촉면이 미끄러지려 할 때 철근의 인장력이 양쪽 콘크리트를 서로 누르는 힘을 만들고, 이 힘에 마찰계수를 곱하여 마찰저항을 구하는 관계이다.

② O: 보통중량콘크리트에서 굳은 콘크리트와 새로 친 콘크리트의 접촉면을 **일부러 거칠게 하지 않은 경우** 마찰계수는 0.6이다. 마찰계수는 접촉면의 상태에 따라 달라지므로, 표면을 거칠게 처리한 경우와 구분하여 적용한다.

③ O: 전단마찰철근은 **접촉면 양쪽에서 설계기준항복강도를 발휘**할 수 있도록 정착해야 한다. 한쪽에서 철근이 먼저 뽑히면 필요한 인장력이 발휘되지 않아 접촉면을 누르는 힘과 마찰저항도 충분히 확보할 수 없다. 정착길이를 확보하거나 갈고리 등 적절한 정착 방법을 사용한다.

④ X: KDS 14 20 22의 4.6.2(5)는 전단마찰철근의 설계기준항복강도를 **500 MPa 이하**로 제한한다. 따라서 '600 MPa 이하'는 '500 MPa 이하'로 고쳐야 한다. 전단마찰강도 산정에 쓰는 항복강도에는 이 상한을 적용해야 하며, 철근의 강도가 높다는 이유로 그 값을 그대로 높여 사용할 수 없다.

NoteBase

문 10. 철골구조에서 설계강도를 계산할 때 저항계수의 값이 다른 것은?

① 볼트 구멍의 설계지압강도

② 압축재의 설계압축강도

③ 인장재의 인장파단 시 설계인장강도

④ 인장재의 블록전단강도

정답 2번

간단한 해설

압축재의 설계압축강도에는 저항계수 **0.90**을 적용한다. 볼트 구멍의 지압, 인장재의 인장파단과 블록전단에는 모두 **0.75**를 적용하므로 차이가 난다.

선지별 해설

설계강도는 공칭강도에 해당 한계상태의 저항계수를 곱한 값이다. 같은 철골구조라도 검토하는 한계상태에 따라 적용하는 계수가 다르다.

① 볼트 구멍의 설계지압강도: 저항계수는 0.75이다. 볼트가 접합된 강판의 구멍 벽을 눌러 힘을 전달할 때, **구멍 주변 강판의 지압**에 대한 저항을 검토한다.

② 압축재의 설계압축강도: 저항계수는 **0.90**이다. 압축재는 휨좌굴, 비틀림좌굴 등 해당 부재에 적용되는 좌굴 한계상태를 검토하여 공칭압축강도를 정하고, 여기에 0.90을 곱한다.

③ 인장재의 인장파단 시 설계인장강도: 저항계수는 0.75이다. 이는 **유효순단면의 파단**에 적용하는 값이다. 인장재의 총단면 항복에 적용하는 0.90과 구별해야 한다.

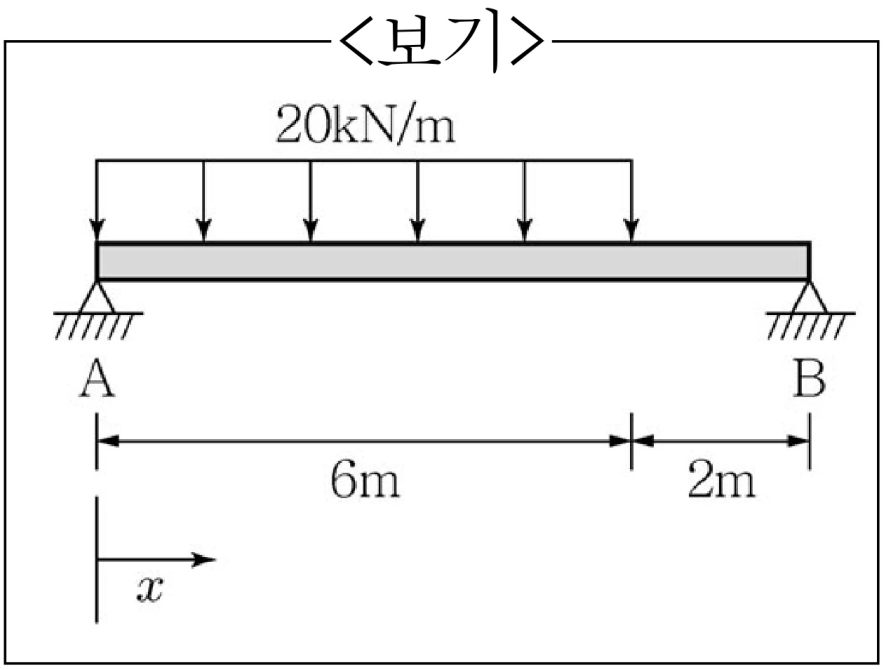
④ 인장재의 블록전단강도: 저항계수는 0.75이다. 블록전단은 접합부의 일부가 블록 형태로 떨어져 나가는 한계상태로, **전단저항과 인장저항을 함께** 고려하여 공칭강도를 정한다.

저항계수는 ①·③·④가 0.75로 같고, ②만 0.90으로 다르다.

NoteBase

문 11. <보기>와 같이 양단 단순지지 보에서 최대 휨모멘트가 발생하는 지점이 지점 A로부터 x만큼 떨어진 곳에 있을 때 x의 값은?

<보기>



① 1.54m

② 2.65m

③ 3.75m

④ 4.65m

정답 3번

간단한 해설

휨모멘트는 **전단력이 양에서 음으로 바뀌는 위치**에서 최대가 된다. A의 수직반력 75 kN과 등분포하중 20 kN/m를 이용해 전단력을 0으로 놓으면 x = 3.75 m이다.

NoteBase

계산 과정

하중과 길이: 보의 전체 길이는 6 + 2 = 8 m이고, A에서 오른쪽으로 6 m 구간에 20 kN/m의 등분포하중이 작용한다. 이를 합력으로 바꾸면 20 × 6 = 120 kN이며, 작용점은 **재하 구간의 중앙**인 A에서 3 m 떨어진 곳이다.

지점반력: A와 B의 위쪽 수직반력을 각각 R_A, R_B라 한다. A에 대한 모멘트 평형에서 $R_B = \frac{120 \cdot 3}{8} = 45$ kN이다. 수직력 평형을 적용하면 $R_A = 120 - 45 = 75$ kN이다.

최대 휨모멘트의 조건: 휨모멘트의 위치에 따른 변화율은 전단력이므로 $\frac{dM}{dx} = V$이다. 따라서 전단력이 양수이면 휨모멘트가 증가하고, 음수이면 감소한다. 이 문제에서는 **전단력이 양에서 음으로 바뀌는 점**을 찾는다.

위치 계산: A로부터의 거리 x를 m 단위로 두면, 재하 구간 $0 \le x \le 6$에서 왼쪽 부분에 작용하는 하중은 $20x$ kN이다. 따라서 전단력은 $V(x) = 75 - 20x$ kN이며, 이를 0으로 놓으면 $x = \frac{75}{20} = 3.75$ m이다. 이 위치는 재하 구간 안에 있고, 그 전후에서 전단력은 양수에서 음수로 바뀐다. 이후 하중이 없는 2 m 구간에서도 전단력은 75 − 120 = −45 kN으로 음수이므로 휨모멘트는 B까지 계속 감소한다.

결과: 최대 휨모멘트는 A에서 오른쪽으로 3.75 m 떨어진 곳에 발생하며, 이는 ③의 3.75 m와 일치한다.

NoteBase

문 12. 강구조 접합에서 용접과 볼트의 병용에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 신축 구조물의 경우 인장을 받는 접합에서는 용접이 전체 하중을 부담한다.

② 신축 구조물에서 전단접합 시 표준구멍 또는 하중 방향에 수직인 단슬롯구멍이 사용된 경우, 볼트와 하중 방향에 평행한 필릿용접이 하중을 각각 분담할 수 있다.

③ 마찰볼트접합으로 기 시공된 구조물을 개축할 경우 고장력 볼트는 기 시공된 하중을 받는 것으로 가정하고 병용되는 용접은 추가된 소요강도를 받는 것으로 용접설계를 병용할 수 있다.

④ 높이가 38m 이상인 다층구조물의 기둥이음부에서는 볼트가 설계하중의 25%까지만 부담할 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

높이 38m 이상인 다층구조물의 기둥이음부는 **용접접합, 마찰접합 또는 전인장조임을 적용해야 하는 대상**이다. 이를 볼트가 설계하중의 25%까지만 부담할 수 있다는 제한으로 해석해서는 안 된다.

선지별 해설

① O: 신축 구조물에서 인장을 받는 접합은 볼트와 용접의 하중 분담을 인정하지 않고, **용접이 전체 하중을 부담**하도록 설계한다. 전단접합에 허용되는 병용 조건을 인장접합에 적용할 수 없다. 이는 강구조 연결 설계기준 KDS 14 31 25의 4.1.1.8(1)·(2)에 따른 원칙과 예외의 구분이다.

② O: 신축 구조물의 전단접합에서는 **표준구멍 또는 하중 방향에 수직인 단슬롯구멍**을 사용하고 필릿용접을 하중 방향에 평행하게 배치하면, 볼트와 용접이 하중을 분담할 수 있다. 다만 KDS 14 31 25의 4.1.1.8(2)에 따라 이때 볼트의 설계강도는 지압볼트접합 설계강도의 50%를 넘지 않도록 한다. 이는 볼트에 전체 설계하중의 50%를 일률적으로 배분한다는 뜻과는 다르다.

③ O: 마찰볼트접합으로 이미 시공된 구조물을 개축할 때는 **기존 하중은 고장력 볼트, 추가된 소요강도는 용접**이 부담하는 것으로 설계할 수 있다. 기존 볼트가 이미 받고 있는 하중을 유지하고, 개축으로 더 필요한 저항을 새로 병용하는 용접이 담당하도록 구분하는 것이다. KDS 14 31 25의 4.1.1.8(3)에 규정된 경우이다.

④ X: '설계하중의 25%까지만 부담'한다는 제한이 잘못되었다. 건축구조기준 0710.1.9(1)은 높이 38m 이상인 다층구조물의 기둥이음부에 **용접접합, 마찰접합 또는 전인장조임을 적용**하도록 규정한다. 이는 사용할 접합 방식에 관한 제한이며, 볼트가 부담할 하중의 상한을 25%로 정한 규정이 아니다.

NoteBase

문 13. 지진에 저항하는 구조물을 설계할 때, 지반과 구조물을 분리함으로써 지진동이 지반으로부터 구조물에 최소한으로 전달되도록 하여 수평진동을 감소시키는 건축구조기술에 해당하는 것은?

① 면진구조

② 내진구조

③ 복합구조

④ 제진구조

정답 1번

간단한 해설

지반과 구조물 사이에 면진장치를 두어 **지진동의 전달을 줄이는** 방식이 면진구조이다. 지반의 수평운동이 상부 구조물에 그대로 전달되지 않도록 하는 것이 핵심이다.

공통 해설

면진구조는 기초와 상부 구조물 사이에 면진장치를 설치하여 지반의 흔들림이 상부 구조물에 전달되는 정도를 줄이는 구조이다. 면진장치는 구조물의 수직하중을 지지하면서 **수평방향으로 유연하게 움직일 수 있도록** 한다. 지진이 발생하면 수평변형이 주로 면진장치가 설치된 층에 집중되어 상부 구조물의 진동과 변형이 줄어든다. 따라서 문제의 '지반과 구조물을 분리'한다는 표현은 지반과 상부 구조물이 함께 흔들리는 정도를 줄이는 면진구조의 원리를 가리킨다.

NoteBase

문 14. 철근콘크리트구조에서 철근의 정착 및 이음에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 보에서 상부철근의 정착길이가 하부철근의 정착길이보다 길다.

② 압축을 받는 철근의 정착길이가 부족할 경우 철근 단부에 표준갈고리를 설치하여 정착길이를 줄일 수 있다.

③ 겹침이음의 경우 철근의 순간격은 겹침이음길이의 1/5 이하이며, 또한 150mm 이하이어야 한다.

④ 연속부재의 받침부에서 부모멘트에 배치된 인장철근 중 1/3 이상은 변곡점을 지나 부재의 유효깊이, 주근 공칭지름의 12배 또는 순경간의 1/16 중 큰 값 이상의 묻힘길이를 확보하여야 한다.

정답 2번

간단한 해설

표준갈고리는 인장철근의 정착에 이용하지만, **압축철근의 정착에는 유효하지 않다**. 따라서 압축철근의 정착길이가 부족하다고 단부에 갈고리를 설치하여 필요한 정착길이를 줄일 수 없다.

선지별 해설

① O: 다른 조건이 같다면 상부철근은 하부철근보다 인장 정착길이를 길게 산정한다. 정착길이 또는 겹침이음부 아래에 굳지 않은 콘크리트를 300 mm 초과하여 타설한 수평철근을 상부철근으로 보며, 철근배치 위치계수는 **상부철근 1.3, 기타 철근 1.0**을 적용한다. 단순히 보의 위쪽에 있다는 이유만으로 모든 철근에 같은 증가계수를 적용하는 것은 아니다.

② X: KDS 14 20 52의 4.1.1(1)은 **갈고리가 압축철근의 정착에 유효하지 않다**고 규정한다. 표준갈고리에 의한 정착 효과는 인장철근에 적용되므로, 압축철근에 이를 적용하여 정착길이를 줄일 수 없다. 압축철근은 압축 정착 기준에 따른 필요한 묻힘길이를 확보하여야 한다.

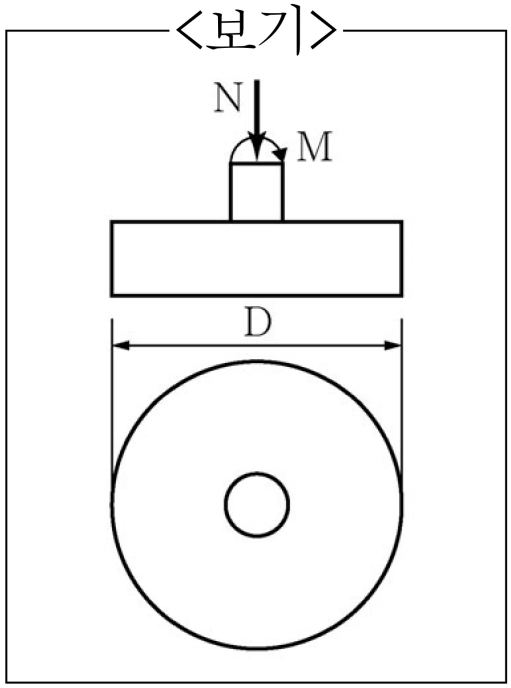
③ O: 휨부재에서 서로 직접 접촉하지 않게 겹침이음한 두 철근의 횡방향 순간격은 **소요 겹침이음길이의 1/5과 150 mm 중 작은 값 이하**로 제한한다. 즉 두 제한을 모두 만족하여야 한다. 두 철근 사이의 콘크리트를 통해 힘이 전달되므로, 이음하는 철근을 지나치게 멀리 떨어뜨려 배치하지 않도록 하는 규정이다.

④ O: 받침부의 부모멘트에 대해 배치한 전체 인장철근량 중 **1/3 이상은 변곡점을 지나서도 연장**하여야 한다. 이때 변곡점 이후의 묻힘길이는 부재의 유효깊이, 주근 공칭지름의 12배, 순경간의 1/16 중 가장 큰 값 이상이어야 한다. 변곡점은 휨모멘트의 부호가 바뀌는 지점이지만, 철근의 힘을 콘크리트에 전달할 길이가 필요하므로 그 지점에서 곧바로 철근을 끊지 않도록 한다.

NoteBase

문 15. <보기>와 같은 원형 독립기초에 축력 N=50kN, 휨모멘트 M=20kN·m가 작용할 때, 기초바닥과 지반 사이에 접지압으로 압축반력만 생기게 하기 위한 최소 지름(D)은?

<보기>



① 1.2m

② 2.4m

③ 3.2m

④ 4.0m

정답 3번

간단한 해설

원형 기초 바닥에 인장 접지압이 생기지 않으려면 편심거리가 **지름의 1/8 이하**여야 한다. 편심거리가 $e = \frac{M}{N} = 0.4$m이므로 최소 지름은 3.2 m이다.

NoteBase

계산 과정

1. 편심거리 계산: 축력 N = 50 kN과 휨모멘트 M = 20 kN·m는 중심에서 편심거리 e만큼 떨어진 압축력으로 바꾸어 생각할 수 있다. $M = Ne$이므로 $e = \frac{M}{N} = \frac{20}{50} = 0.4\text{m}$이다. 이는 압축력의 합력 작용선이 기초 중심에서 떨어진 거리이다.

2. 접지압 조건: 기초 바닥 전체가 지반에 접촉하고 접지압이 선형으로 분포한다고 보면, 축력에 의한 균등 압축 접지압에 휨모멘트에 의한 접지압을 더한다. 압축을 양수로 할 때 압축력이 작아지는 쪽 가장자리의 최소 접지압은 $q_{\min} = \frac{N}{A} - \frac{M}{Z}$이다. 여기서 A는 기초 바닥 면적, Z는 휨 방향의 단면계수이다. 인장이 생기지 않으려면 **최소 접지압이 0 이상**이어야 하므로 $\frac{M}{N} \le \frac{Z}{A}$가 성립해야 한다.

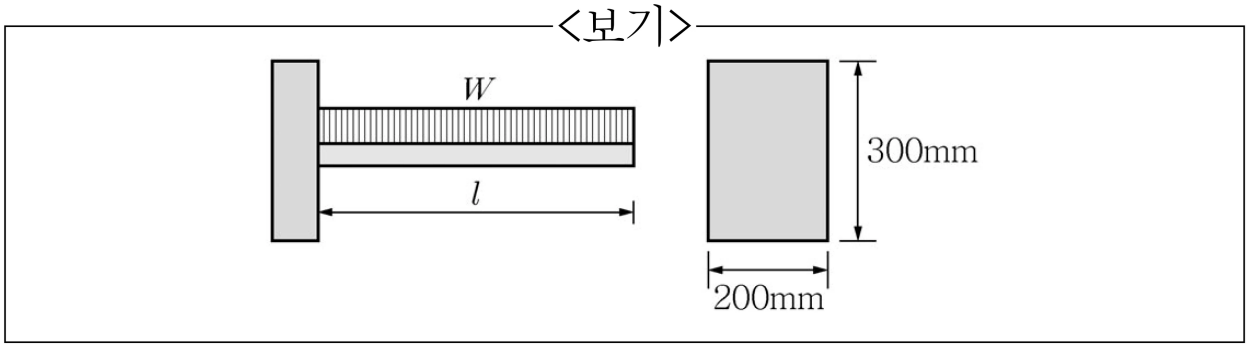
3. 원형 바닥의 단면 성질: 지름이 D인 원의 면적은 $A = \frac{\pi D^2}{4}$, 중심을 지나는 지름축에 대한 단면2차모멘트는 $I = \frac{\pi D^4}{64}$이다. 중심에서 가장자리까지 거리가 $D/2$이므로 단면계수는 $Z = \frac{I}{D/2} = \frac{\pi D^3}{32}$이다. 따라서 $\frac{Z}{A} = \frac{D}{8}$이고, 원형 기초의 무인장 조건은 $e \le \frac{D}{8}$이다.

4. 최소 지름 결정: $D \ge 8e = 8 \times 0.4 = 3.2\text{m}$이므로 최소 지름은 3.2 m이며, ③의 값과 일치한다. 이때 한쪽 가장자리의 접지압은 0이고 나머지 부분은 압축 상태이므로 인장 접지압이 생기지 않는다. 4.0 m도 무인장 조건을 만족하지만 최소 지름은 아니다.

NoteBase

문 17. <보기>와 같은 단면을 갖는 캔틸레버 보에 작용할 수 있는 최대 등분포하중(W)은? (단, 내민길이 $l = 4m$, 허용전단응력 $f_s = 2MPa$이고 휨모멘트에 대해서는 충분히 안전한 것으로 가정한다.)

<보기>



① 20.00kN/m

② 22.50kN/m

③ 25.00kN/m

④ 27.50kN/m

정답 1번

간단한 해설

직사각형 단면의 최대전단응력은 평균전단응력의 **3/2배**이므로 허용전단력은 80 kN이다. 고정단의 최대전단력과 등분포하중의 관계인 $V_{max} = Wl$을 적용하면 최대 등분포하중은 **20.00 kN/m**이다.

NoteBase

계산 과정

단면과 조건: 그림의 직사각형 단면은 폭 200 mm, 높이 300 mm이므로 단면적은 A = 200 × 300 = 60,000 mm^2이다. 허용전단응력은 2 MPa = 2 N/mm^2이다. 휨모멘트에 대해서는 충분히 안전하다고 했으므로 전단응력이 허용값을 넘지 않는 조건으로 하중의 한계를 구한다.

허용전단력: 직사각형 단면의 전단응력은 높이 방향으로 포물선 형태로 분포하며 중립축에서 최대가 된다. 이 최댓값은 평균전단응력의 3/2배이므로 **평균값이 아닌 최대전단응력**을 허용값과 비교해야 한다. 전단력을 V라 하면 $\tau_{max} = \frac{3V}{2A}$이므로, 허용전단력은 $V_{allow} = \frac{2f_sA}{3}$이다. 수치를 대입하면 $V_{allow} = \frac{2 \times 2 \times 60{,}000}{3} = 80{,}000\text{N}$, 즉 80 kN이다.

최대전단력의 위치: 전 길이에 등분포하중 W를 받는 캔틸레버 보에서는 자유단에서 고정단으로 갈수록 누적되는 하중이 커진다. 따라서 **고정단에서 전단력의 크기가 최대**이며, 전체 하중과 같은 $V_{max} = Wl$이다. 내민길이는 l = 4 m이므로 이 고정단 전단력이 80 kN을 넘지 않아야 한다.

최대 등분포하중: 허용 한계에서 $W_{max} = \frac{V_{allow}}{l}$이므로, $W_{max} = \frac{80}{4} = 20.00\text{kN/m}$이다. 이는 ①의 20.00 kN/m에 해당한다.

NoteBase

문 18. 철근콘크리트 구조 설계에서 보의 휨모멘트 계산을 위한 압축응력 등가블록깊이 계산 시 사용되는 설계변수가 아닌 것은?

① 보의 폭

② 콘크리트 탄성계수

③ 인장철근의 설계기준항복강도

④ 인장철근 단면적

정답 2번

간단한 해설

압축응력 등가블록의 깊이는 콘크리트 압축력과 인장철근 인장력의 평형으로 구한다. 이때 필요한 콘크리트 재료값은 **설계기준압축강도**이며, **콘크리트 탄성계수는 사용하지 않는다**.

공통 해설

직사각형 단면의 단철근보에서 인장철근이 항복한 경우, 콘크리트의 압축응력을 등가 직사각형 블록으로 나타내어 내부 힘의 평형을 세운다. 블록의 깊이를 a, 보의 폭을 b, 콘크리트 설계기준압축강도를 f_{ck}라 하면 압축력은 $C = 0.85 f_{ck} b a$이다. 인장철근 단면적이 A_s, 설계기준항복강도가 f_y이면 인장력은 $T = A_s f_y$이다.

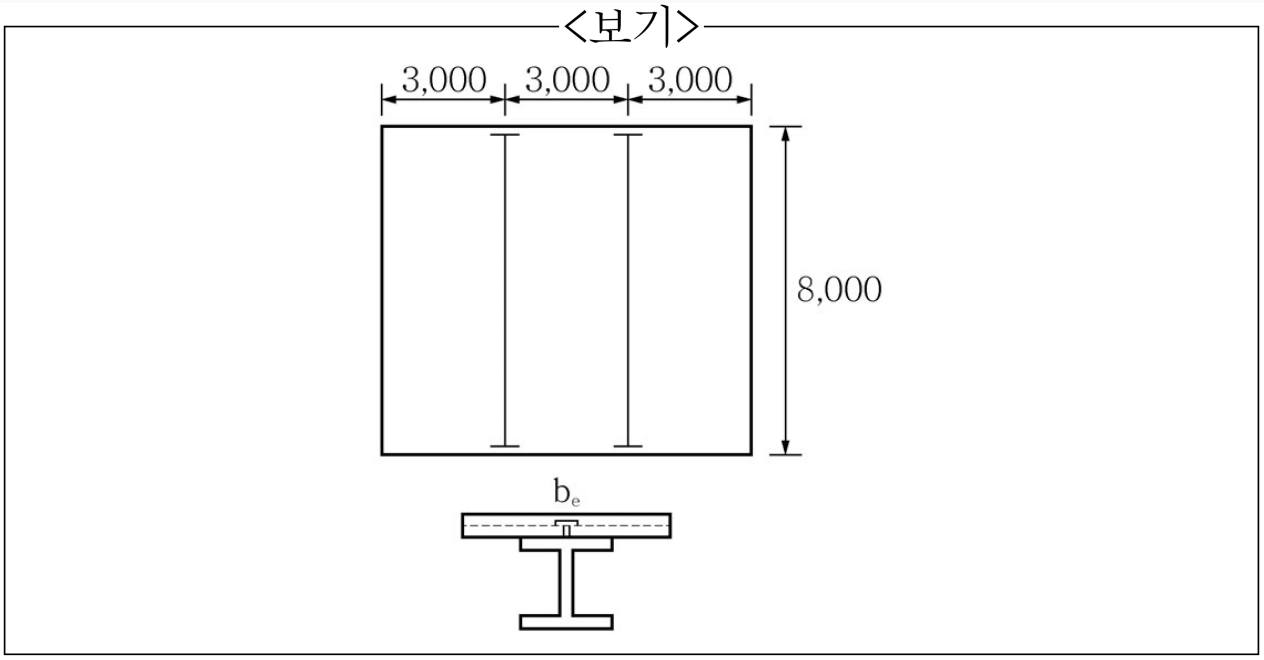
축력이 없는 보에서는 **압축력과 인장력이 같아야 하므로** $C = T$를 적용한다. 이를 등가블록 깊이에 대해 정리하면 $a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_{ck} b}$이다. 즉, 인장철근이 부담하는 힘을 콘크리트가 단위 깊이당 부담하는 압축력으로 나누어 필요한 블록 깊이를 구한다.

이 관계에서 보의 폭, 인장철근의 설계기준항복강도, 인장철근 단면적은 모두 깊이를 구하는 데 사용된다. 반면 **콘크리트 탄성계수는 이 힘의 평형식에 들어가지 않는다**. 탄성계수는 탄성 범위의 응력과 변형률을 연결하는 값이며, 여기서 압축응력의 크기를 정하는 콘크리트 설계기준압축강도와 구별해야 한다.

NoteBase

문 19. <보기>와 같이 스팬이 8,000mm이며 간격이 3,000mm인 합성보의 슬래브 유효폭은?

<보기>



① 1,000mm

② 2,000mm

③ 3,000mm

④ 4,000mm

정답 2번

간단한 해설

합성보의 슬래브 유효폭은 **보 중심에서 좌우 각각의 유효폭을 더한 값**이다. 이 도면에서는 경간의 1/8인 1,000 mm가 한쪽 유효폭을 제한하므로, 전체 유효폭은 2,000 mm이다.

NoteBase

계산 과정

산정 기준: 슬래브 유효폭은 합성보의 휨 저항에 유효하게 참여하는 슬래브 폭이다. 보 중심에서 각 방향의 유효폭은 경간의 1/8, 인접 보 중심 간 거리의 1/2, 보 중심에서 슬래브 가장자리까지의 거리 중 **가장 작은 값**으로 정하고, 좌우 값을 합한다.

경간에 따른 한계: 경간은 8,000 mm이므로 한쪽 유효폭의 한계는 $\frac{8{,}000}{8} = 1{,}000\text{mm}$이다. 이는 전체 폭이 아니라 **보 중심에서 한쪽으로 인정하는 폭**이다.

간격·가장자리 한계: 인접 보 중심 간 거리는 3,000 mm이므로 그 절반은 $\frac{3{,}000}{2} = 1{,}500\text{mm}$이다. 도면에서 보 중심부터 가까운 슬래브 가장자리까지의 거리도 3,000 mm이므로, 간격이나 가장자리 조건이 경간에 따른 1,000 mm보다 폭을 더 작게 제한하지 않는다.

전체 유효폭: 좌우 각각 1,000 mm가 유효하므로 b_e = 1,000 + 1,000 = 2,000 mm이다. 따라서 계산값은 ②의 2,000 mm와 일치한다.

NoteBase

문 20. 「콘크리트구조기준(2012)」에서는 응력교란영역에 해당하는 구조부재에 스트럿-타이 모델(strut-tie model)을 적용하도록 권장하고 있다. 스트럿-타이 모델을 구성하는 요소에 해당하지 않는 것은?

① 절점(node)

② 하중경로(load path)

③ 타이(tie)

④ 스트럿(strut)

정답 2번

간단한 해설

하중경로는 구조부재 안에서 **힘이 전달되는 경로**를 뜻한다. 스트럿-타이 모델은 이 흐름을 스트럿·타이·절점으로 나타내므로, 하중경로 자체를 별도의 구성 요소로 세지 않는다.

공통 해설

스트럿-타이 모델은 응력교란영역 안의 복잡한 힘의 흐름을 트러스로 단순화한 모형이다. 그 구성 원리는 **압축력을 전달하는 스트럿과 인장력을 전달하는 타이를 절점에서 연결**하는 것이다. 스트럿은 콘크리트의 압축응력 흐름을, 타이는 철근 등이 부담하는 인장력을 나타내며, 절점은 이들 요소와 집중하중 등의 힘이 만나 평형을 이루는 연결점이다.

하중경로는 작용하중이 부재 내부를 거쳐 지지점으로 전달되는 흐름이다. 이 경로를 고려하여 스트럿과 타이의 위치·방향을 정하고 절점에서 연결하지만, **하중경로 자체가 추가적인 구성 요소는 아니다**. 따라서 절점·타이·스트럿은 모형의 구성 요소에 해당하고, 구성 요소에 해당하지 않는 것은 하중경로이다.

NoteBase