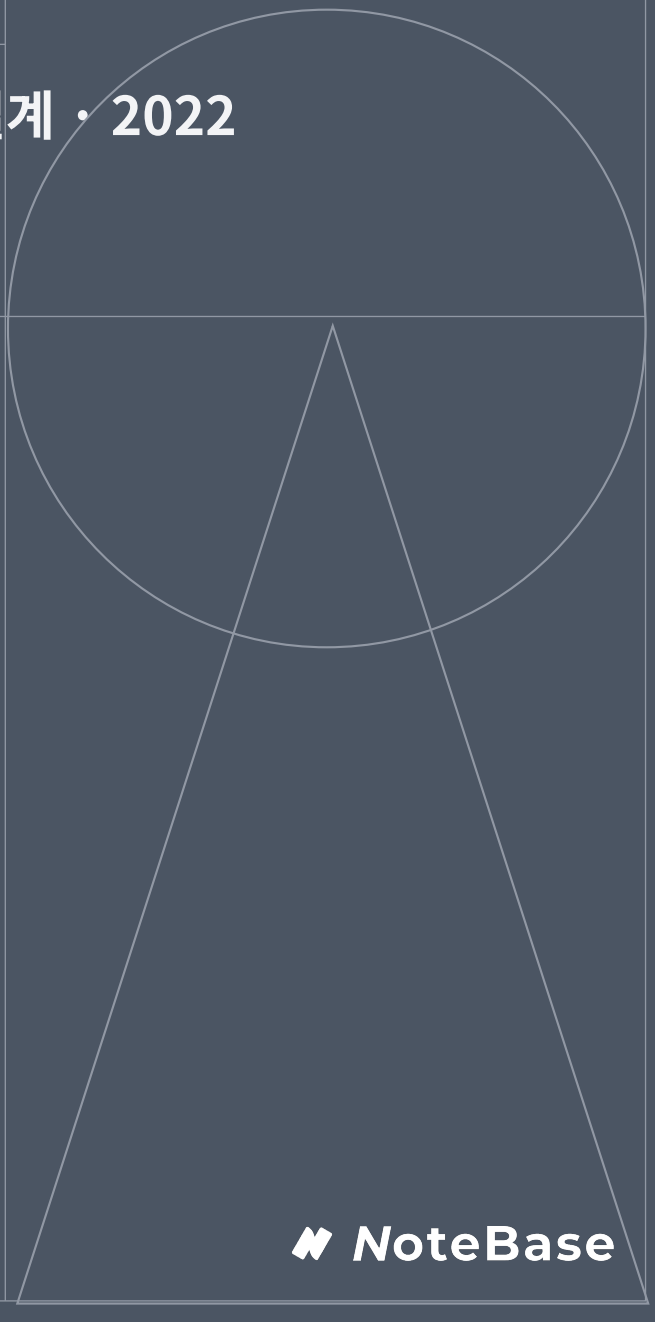
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 토목설계 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 토목설계 · 2022

공무원/지방직/9급 · 토목설계 · 2022

문 1. 철근콘크리트 옹벽의 안정해석에서 평상시 전도에 대한 기준 안전율은?

① 3.5

② 3.0

③ 2.5

④ 2.0

정답 4번

간단한 해설

평상시 전도 안정성을 확보하려면 옹벽을 지탱하는 **저항모멘트가 전도모멘트의 2.0배 이상**이어야 한다. 따라서 전도에 대한 기준 안전율은 2.0이다.

공통 해설

전도는 배면 토압 등에 의해 옹벽이 저판 앞굽을 중심으로 넘어지려는 현상이다. 전도에 대한 안전율은 넘어짐에 저항하는 모멘트와 넘어뜨리려는 모멘트의 비이다. 저항모멘트를 M_R, 전도모멘트를 M_O라 하면 $F_s = \frac{M_R}{M_O}$로 나타내며, 같은 단위의 모멘트끼리 나누므로 안전율에는 단위가 없다.

철근콘크리트 옹벽의 평상시 전도 검토에서는 **저항모멘트를 전도모멘트의 2.0배 이상** 확보해야 한다. 즉, $F_s \geq 2.0$이어야 하므로 요구되는 최소 기준값은 2.0이다. 2.5, 3.0, 3.5처럼 더 큰 안전율은 이 조건을 충족하지만, 이 문항이 묻는 최소 기준값은 아니다.

NoteBase

문 2. 단순 지지된 철근콘크리트 슬래브 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 2방향 슬래브는 두 방향의 주철근으로 하중에 저항하는 바닥판이다.

② 1방향 슬래브에서 응력을 분포시킬 목적으로 주철근과 직각 방향으로 배력철근을 배치한다.

③ 4변에 의해 지지되는 1방향 슬래브는 장변 방향으로만 주철근을 배근한다.

④ 슬래브는 단변에 대한 장변의 비에 따라 1방향 슬래브와 2방향 슬래브로 나뉜다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '장변 방향'은 **단변 방향**으로 고쳐야 한다. 4변이 지지되어도 1방향 슬래브는 하중을 주로 짧은 경간 방향으로 전달하므로, 그 방향의 휨에 저항하도록 주철근을 배치한다.

선지별 해설

① O: 2방향 슬래브는 하중을 장변과 단변의 두 방향으로 전달하며, 두 방향 모두에서 휨이 발생한다. 따라서 **두 방향 모두에 주철근**을 배치하여 휨에 따른 인장력에 저항하게 한다.

② O: 1방향 슬래브의 배력철근은 **주철근과 직각 방향**으로 배치하여 국부적으로 작용하는 하중과 응력이 여러 주철근에 분산되도록 한다. 또한 철근의 위치를 유지하고 건조수축·온도변화에 따른 균열을 억제하는 데 도움을 준다.

③ X: 4변에 의해 지지되는 1방향 슬래브는 하중을 주로 단변 방향으로 전달한다. 이에 따른 휨에 저항하도록 주철근을 **단변 방향**으로 배치하고, 장변 방향에는 배력철근을 배치한다. 선지의 '장변 방향으로만 주철근을 배근한다'는 '단변 방향으로 주철근을 배근한다'로 고쳐야 한다.

④ O: 4변이 지지된 직사각형 슬래브에서는 **단변에 대한 장변의 비**가 두 방향의 하중 분담 정도를 판단하는 기준이 된다. 장변이 단변의 2배를 넘으면 단변 방향의 하중 전달이 지배적이므로 1방향 슬래브로 해석하고, 2배 이하이면 두 방향의 휨을 고려하는 2방향 슬래브로 해석한다.

NoteBase

문 3. 철근콘크리트 보에 전단철근을 배근하여 얻을 수 있는 효과로 옳지 않은 것은?

① 전단철근의 인장응력에 의해 전단강도를 증가시킨다.

② 경사균열을 가로질러 배치된 전단철근은 전단강도 증가에 기여한다.

③ 폐합 스터럽으로 측면을 구속하기 때문에 콘크리트의 압축강도와 연성을 감소시킨다.

④ 전단철근은 전단파괴를 연성적으로 일어나도록 해준다.

정답 3번

간단한 해설

폐합 스터럽은 압축받는 콘크리트의 옆 방향 팽창을 억제하여 **압축강도와 연성을 높인다**. 따라서 '감소시킨다'는 표현은 횡구속의 효과를 반대로 설명한 것이다.

선지별 해설

① O: 전단력으로 보에 경사균열이 발생하면, 이를 가로지르는 전단철근에 인장력이 작용한다. 전단철근이 **인장력으로 전단력의 일부를 부담**하므로 콘크리트만으로 저항할 때보다 전단강도가 커진다.

② O: 경사균열이 벌어지려면 균열을 가로지르는 전단철근도 늘어나야 한다. 이때 전단철근에 발생하는 인장력이 균열의 벌어짐에 저항한다. 따라서 **경사균열을 가로지르는 배치**는 전단철근이 전단강도 증가에 기여하도록 하는 조건이다.

③ X: 폐합 스터럽은 압축받는 콘크리트의 횡방향 팽창을 억제하는 횡구속 작용을 한다. 이 구속으로 내부 콘크리트의 **압축강도와 연성이 증가**하므로, '감소시킨다'를 '증가시킨다'로 고쳐야 한다.

④ O: 전단철근은 경사균열 발생 후에도 균열을 가로질러 힘을 전달하여 급격한 균열 확대와 하중 저항능력의 상실을 억제한다. 적절히 배근하고 정착하면 전단보강이 없는 경우보다 **파괴 전 변형능력이 커져** 보다 연성적인 거동을 유도한다. 연성은 하중에 저항하면서 파괴 전에 큰 변형을 허용하는 성질이다.

NoteBase

문 4. 프리스트레스트 콘크리트 부재에서 프리스트레스 도입 후에 발생하는 시간적 손실의 원인에 해당하는 것은?

① 콘크리트의 크리프

② 정착장치의 활동

③ 콘크리트의 탄성수축

④ 포스트텐션 긴장재와 덕트 사이의 마찰

정답 1번

간단한 해설

콘크리트의 **크리프**는 지속적인 압축응력 아래에서 시간이 지나며 압축변형이 증가하는 현상이다. 이로 인해 긴장재의 인장력이 줄어들므로 프리스트레스 도입 후의 **시간적 손실**에 해당한다.

개념 구분

시간적 손실: 프리스트레스 도입 후 시간이 지나면서 진행되는 손실이다. 콘크리트의 크리프는 지속적인 압축응력 아래에서 **압축변형이 점차 증가**하는 현상이다. 콘크리트가 추가로 짧아지면 긴장재의 늘어난 길이도 줄어들어 인장력이 감소하므로 프리스트레스가 손실된다.

즉시 손실: 긴장·정착 또는 프리스트레스 전달 과정에서 발생하는 손실이다. 정착장치의 활동은 정착 과정에서 긴장재가 미끄러져 인장력이 감소하는 것이고, 콘크리트의 탄성수축은 압축력이 전달될 때 콘크리트가 즉시 짧아지는 것이다. 포스트텐션 긴장재와 덕트 사이의 마찰은 긴장 중 긴장력의 전달을 방해한다. 이들은 크리프처럼 시간 경과에 따라 진행되는 손실과 구별된다. 특히 탄성수축은 **하중을 받을 때 즉시 발생**한다는 점에서 크리프와 다르다.

NoteBase

문 5. 프리스트레스트 콘크리트를 해석하기 위한 기본 개념이 아닌 것은?

① 균등질보의 개념

② 공액보의 개념

③ 내력모멘트의 개념

④ 하중평형의 개념

정답 2번

간단한 해설

공액보는 **보의 처짐과 처짐각을 구하는 방법**이다. 프리스트레스트 콘크리트의 기본 해석 개념은 균등질보, 내력모멘트, 하중평형의 세 가지이다.

선지별 해설

① O: 균등질보의 개념은 프리스트레스를 도입하여 외력에 의한 인장응력을 줄이고, 균열이 발생하지 않는 범위에서 콘크리트를 **균질한 탄성체로 취급**하는 것이다. 프리스트레스에 의한 응력과 외력에 의한 응력을 중첩하여 단면의 응력을 구한다.

② X: 공액보는 실제 보의 휨모멘트를 휨강성으로 나눈 분포를 가상 보의 하중으로 사용하여 **처짐각과 처짐을 계산하는 방법**이다. 공액보의 전단력은 실제 보의 처짐각에, 공액보의 휨모멘트는 실제 보의 처짐에 대응한다. 프리스트레스트 콘크리트의 세 기본 해석 개념에는 포함되지 않는다.

③ O: 내력모멘트의 개념은 콘크리트의 압축합력과 긴장재의 인장력이 이루는 **힘의 쌍으로 외력모멘트에 저항**한다고 보는 것이다. 내력모멘트는 그 힘의 크기와 두 힘의 작용선 사이 거리인 지레팔의 곱으로 구한다.

④ O: 하중평형의 개념은 긴장재가 콘크리트에 가하는 힘을 등가하중으로 나타내어 외력과의 평형을 검토하는 것이다. 예를 들어 곡선으로 배치한 긴장재가 만드는 **상향 등가하중으로 하향하중의 일부 또는 전부를 상쇄**하도록 해석한다.

NoteBase

문 6. 하중저항계수법으로 강구조 압축부재를 설계할 경우, 비세장판 단면을 가진 부재의 공칭압축강도가 $P_n = 100$ kN일 때 설계 압축강도[kN]는? (단, 강도저항계수 $\phi_c = 0.90$이다)

① 65

② 70

③ 90

④ 100

정답 3번

간단한 해설

하중저항계수법의 설계 압축강도는 **공칭압축강도에 강도저항계수를 곱한 값**이다. 따라서 100 kN의 0.90배인 90 kN이다.

계산 과정

주어진 비세장판 단면 부재의 공칭압축강도는 $P_n = 100$ kN이고, 압축부재의 강도저항계수는 $\phi_c = 0.90$이다. 구할 값은 이 부재의 설계 압축강도이다.

하중저항계수법에서는 강도의 불확실성을 고려하여 **공칭강도에 강도저항계수를 곱해** 설계강도를 산정한다. 따라서 설계 압축강도는 $\phi_c P_n$이며, 계수 0.90은 공칭압축강도의 90%를 설계에 사용한다는 뜻이다.

설계 압축강도는 $0.90 \times 100 = 90$ kN이다. 강도저항계수는 단위가 없으므로 계산 결과의 단위는 공칭압축강도와 같은 kN이며, ③의 90 kN에 해당한다.

NoteBase

문 7. 단철근 직사각형 보에서 지속하중에 의한 탄성처짐이 15 mm 발생하였을 때, 7년 후 지속하중에 의한 추가 장기처짐[mm]은? (단, 5년 후의 장기처짐 계수는 2.0이다)

① 15

② 30

③ 40

④ 45

정답 2번

간단한 해설

단철근 보는 압축철근비가 0이고, 7년은 **5년 이상** 구간이므로 장기처짐 계수 2.0을 적용한다. 추가 장기처짐은 탄성처짐 15 mm의 2.0배인 **30 mm**이다.

계산 과정

지속하중을 받는 콘크리트 보에는 크리프와 건조수축으로 처짐이 추가된다. 이 추가 장기처짐은 $\Delta_L = \lambda_\Delta \Delta_i$로 구하며, Δ_i는 해당 지속하중에 의한 탄성처짐이다. 장기처짐 계수는 $\lambda_\Delta = \frac{\xi}{1+50\rho'}$이고, ξ는 하중 지속기간에 따른 계수, ρ'는 압축철근비이다.

단철근 보는 **압축철근이 없으므로** $\rho' = 0$이다. 7년은 5년 이상 구간에 해당하므로 $\xi = 2.0$을 적용한다. 따라서 $\lambda_\Delta = \frac{2.0}{1+50\cdot 0} = 2.0$이며, 이는 추가 장기처짐이 지속하중에 의한 탄성처짐의 2.0배라는 뜻이다.

주어진 탄성처짐 15 mm에 계수를 곱하면 추가 장기처짐은 2.0 × 15 = 30 mm로, ②의 값과 일치한다. 문제는 **추가 장기처짐**을 물으므로 탄성처짐을 다시 더하지 않는다. 15 + 30 = 45 mm는 같은 지속하중에 의한 탄성처짐과 추가 장기처짐을 합한 값이다.

NoteBase

문 8. 보의 경간이 12 m이고, 양쪽 슬래브의 중심 간 거리가 2 m인 대칭 T형보에서 유효폭[mm]은? (단, 플랜지 두께 t_f = 100 mm, 복부폭 b_w = 600 mm이다)

① 1,800

② 2,000

③ 2,200

④ 3,000

정답 2번

간단한 해설

대칭 T형보의 유효폭은 경간, 플랜지 두께, 양쪽 슬래브 중심 간 거리에 따른 **세 제한값 중 최솟값**이다. 이 문제에서는 슬래브 중심 간 거리의 제한이 지배하므로 유효폭은 2,000 mm이다.

계산 과정

슬래브와 보가 일체로 거동하는 대칭 T형보에서는 슬래브 중 휨 저항에 유효하게 참여하는 폭을 플랜지의 유효폭으로 본다. 유효폭 b는 **세 가지 폭 제한을 모두 만족**해야 하므로 $b = \min\left(\frac{L}{4}, b_w + 16t_f, s\right)$로 구한다. 여기서 L은 보의 경간, b_w는 복부폭, t_f는 플랜지 두께, s는 양쪽 슬래브의 중심 간 거리이다.

경간에 따른 제한: 경간 12 m를 12,000 mm로 환산하면 $\frac{L}{4} = \frac{12{,}000}{4} = 3{,}000\text{mm}$이다.

플랜지 두께에 따른 제한: 양쪽으로 내민 플랜지 폭을 각각 두께의 8배까지 인정하므로, **복부폭에 양쪽의 허용 내민 폭을 더한다**. 따라서 $b_w + 16t_f = 600 + 16 \cdot 100 = 2{,}200\text{mm}$이다.

슬래브 중심 간 거리에 따른 제한: 주어진 2 m는 2,000 mm이다. 이 값 자체가 전체 유효폭의 제한이므로 복부폭 600 mm를 다시 더하지 않는다.

세 제한값 3,000 mm, 2,200 mm, 2,000 mm 중 가장 작은 값은 2,000 mm이다. 따라서 유효폭은 2,000 mm로, ②의 값에 해당한다.

NoteBase

문 9. 단철근 직사각형 보에서 저보강보의 중립축 위치에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 균형보의 중립축 위치보다 압축 연단 쪽에 위치한다.

② 균형보의 중립축 위치보다 인장 연단 쪽에 위치한다.

③ 균형보의 중립축 위치와 일치한다.

④ 과보강보의 중립축 위치보다 인장 연단 쪽에 위치한다.

정답 1번

간단한 해설

저보강보는 균형보보다 인장철근량이 적어 압축력이 평형을 이루는 데 필요한 압축영역도 작다. 따라서 중립축 깊이가 작아져 균형보보다 **압축 연단 쪽**에 중립축이 위치한다.

공통 해설

중립축은 휨을 받는 단면에서 길이 방향 변형률이 0인 위치이며, 압축영역과 인장영역을 나누는 경계이다. 중립축 깊이는 **압축 연단에서 중립축까지의 거리**이므로, 깊이가 작을수록 압축 연단에 가깝다.

같은 단면 치수와 재료 조건에서 저보강보는 균형철근량보다 적은 인장철근을 배치한 보이다. 휨에 의한 단면의 압축력과 인장력은 평형을 이루어야 한다. 저보강보는 인장철근이 먼저 항복하고, 그 인장력과 평형을 이루는 데 필요한 콘크리트 압축영역이 균형보보다 작으므로 중립축 깊이도 작다. 반대로 과보강보는 균형철근량보다 많은 인장철근을 배치하여 중립축 깊이가 균형보보다 크다.

따라서 압축 연단에서 잰 중립축 깊이는 '저보강보 < 균형보 < 과보강보'의 관계를 갖는다. 저보강보의 중립축은 균형보와 일치하거나 그보다 인장 연단 쪽에 있는 것이 아니라, **균형보와 과보강보 모두보다 압축 연단 쪽**에 위치한다.

NoteBase

문 10. 철근콘크리트 보의 휨파괴 유형 중 취성파괴에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 취성파괴는 인장철근량이 최소 철근량보다 적으면 일어나지 않는다.

② 취성파괴는 균형철근비보다 많은 철근비를 사용한 과보강보의 파괴유형이다.

③ 취성파괴는 인장철근이 항복하기 전에 콘크리트의 압축변형률이 극한변형률에 먼저 도달하여 일어난다.

④ 취성파괴는 콘크리트의 압축파괴가 먼저 시작되어 갑자기 파괴된다.

정답 1번

간단한 해설

인장철근량이 최소 철근량보다 적으면 콘크리트에 균열이 생긴 뒤 철근이 인장력을 충분히 부담하지 못해 **갑작스러운 취성파괴가 일어날 수 있다**. 최소 철근량은 이러한 균열 직후의 급격한 파괴를 방지하기 위한 하한이다.

선지별 해설

① X: 인장철근량이 **최소 철근량보다 적어도 취성파괴가 발생할 수 있다**. 휨균열이 생기면 균열 부위의 콘크리트가 부담하던 인장력을 철근이 맡아야 한다. 이때 철근량이 너무 적으면 균열 후 단면의 휨강도가 균열을 일으킨 휨모멘트보다 작아져 갑자기 파괴될 수 있다. 따라서 '일어나지 않는다'는 '일어날 수 있다'로 고쳐야 한다.

② O: 균형철근비는 인장철근의 항복과 압축측 콘크리트의 극한변형률 도달이 동시에 일어나는 철근비이다. 이보다 철근비가 큰 과보강보에서는 **철근의 항복보다 콘크리트의 압축파괴가 먼저** 일어나므로 취성적인 휨파괴가 나타난다.

③ O: 과보강보에서는 인장철근이 아직 항복하지 않은 상태에서 압축측 콘크리트의 변형률이 극한변형률에 도달한다. 따라서 철근의 항복 이후에 나타나는 **충분한 소성변형을 거치기 전에** 콘크리트가 압축파괴된다.

④ O: 과보강보의 휨파괴는 압축측 콘크리트가 먼저 압축저항 능력을 잃으면서 진행된다. 인장철근이 먼저 항복하여 큰 변형을 보이는 연성파괴와 달리, **충분한 변형에 의한 예고 없이 급격히** 파괴되는 것이 특징이다.

NoteBase

문 11. 콘크리트 구조물에 발생하는 균열에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 균열의 발생 요인으로는 사용재료에 의한 요인, 시공상의 문제에 의한 요인, 설계상의 문제에 의한 요인, 사용환경에 의한 요인 등이 있다.

② 철근의 피복두께 부족, 정착길이 부족 등으로 인해 균열이 발생하기도 한다.

③ 구조물의 내구성을 위해서는 균열의 폭은 문제가 되지 않고, 균열의 수가 문제가 된다.

④ 구조적 균열에는 휨균열, 전단균열 등이 있다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '균열의 폭은 문제가 되지 않는다'는 설명이 잘못되었다. 균열은 수분과 유해물질의 침투 통로가 될 수 있으므로, 내구성을 확보하려면 노출환경을 고려하여 **균열폭을 제한**해야 한다.

선지별 해설

① O: 균열은 **재료·시공·설계·사용환경**의 여러 요인으로 발생한다. 재료의 수축 특성, 시공 중 양생 불량, 부적절한 철근 상세, 사용 중 온도 변화 등이 균열의 원인이 될 수 있다.

② O: 피복두께는 철근 표면을 덮는 콘크리트의 두께이다. 이 두께가 부족하면 철근 주변 콘크리트가 쪼개지기 쉽고, 철근이 부식될 경우 팽창으로 균열이 생길 수 있다. 정착길이는 철근의 힘을 콘크리트에 전달하는 데 필요한 길이이므로, 부족하면 **부착·정착이 불충분**해져 철근을 따라 균열이 발생할 수 있다.

③ X: 내구성을 위해서는 균열의 수만이 아니라 **균열폭을 관리**해야 한다. 균열을 통해 수분과 염화물 등이 침투하면 철근 부식과 콘크리트의 열화가 촉진될 수 있다. 따라서 '균열의 폭은 문제가 되지 않는다'는 표현은 '노출환경에 맞게 균열폭을 제한해야 한다'로 고쳐야 한다.

④ O: 구조적 균열은 **하중에 의한 응력**과 관련하여 발생하는 균열이다. 휨균열은 휨으로 생긴 인장응력이 콘크리트의 인장강도를 넘을 때 인장측에서 발생한다. 전단균열은 전단력에 따른 주인장응력과 관련되며, 보에서는 흔히 경사진 형태로 나타난다.

NoteBase

문 12. 철근콘크리트 부재에 압축력 P가 편심 없이 작용할 때, 콘크리트에 작용하는 응력 f_c는? (단, 부재는 탄성거동 범위 내에 있으며, 압축력은 장기하중이 아닌 단기하중으로 작용하고 있고, A_g는 전체 단면적, A_c는 콘크리트의 단면적, A_s는 축방향 철근의 단면적, n은 철근과 콘크리트의 탄성계수비(E_s/E_c)이다)

① $\frac{P}{A_g + (2n-1)A_s}$
② $\frac{P}{A_g + (n-1)A_c}$
③ $\frac{P}{A_g + (n-1)A_s}$
④ $\frac{P}{A_g + nA_s}$

정답 3번

간단한 해설

철근을 콘크리트로 환산할 때는 철근 면적을 nA_s로 바꾼다. 전체 단면적 A_g에는 철근 면적이 이미 포함되어 있으므로 **추가하는 면적**은 $(n-1)A_s$이며, 콘크리트 응력은 $f_c = \frac{P}{A_g + (n-1)A_s}$이다.

공통 해설

편심 없는 단기 압축하중을 받는 탄성 부재에서 철근과 콘크리트가 일체로 거동하면 **두 재료의 축방향 변형률이 같다**. 철근 응력을 f_s라 하면 $\frac{f_s}{E_s} = \frac{f_c}{E_c}$이므로 $f_s = nf_c$이다. 즉, 같은 변형률에서 철근은 콘크리트의 n배 응력을 부담한다.

전체 압축력은 두 재료가 부담하는 힘의 합이므로 $P = f_cA_c + f_sA_s$이다. 여기에 응력 관계를 적용하면 $P = f_c(A_c + nA_s)$가 된다. 따라서 $A_c + nA_s$는 실제 콘크리트와 철근을 모두 콘크리트로 바꾸어 나타낸 환산단면적이다.

전체 단면적은 $A_g = A_c + A_s$이므로 환산단면적은 $A_c + nA_s = A_g + (n-1)A_s$이다. **전체 단면적에 이미 포함된 철근 면적을 한 번 뺀 뒤** 그 자리에 nA_s를 넣는다는 뜻이다. 따라서 구하는 콘크리트의 압축응력은 $f_c = \frac{P}{A_g + (n-1)A_s}$이다. 전체 단면적에 더하는 보정량은 콘크리트 면적이 아닌 철근 면적에 $n-1$을 곱한 값이며, 이 단기 탄성 조건에서는 철근의 환산에 주어진 탄성계수비 n을 그대로 사용한다.

NoteBase

문 13. 단철근 직사각형단면을 가지는 지간길이 6 m인 단순보의 지간중앙에 계수집중하중 80 kN과 보의 자중을 포함한 계수등분포하중 30 kN/m이 작용할 때, 보의 지간중앙에서 계수모멘트 [kN·m]는?

① 120

② 135

③ 155

④ 255

정답 4번

간단한 해설

단순보의 지간중앙 모멘트는 **중앙 집중하중과 등분포하중에 의한 모멘트를 합산**한다. 두 하중의 기여분은 각각 120 kN·m와 135 kN·m이므로 합계는 255 kN·m이다.

계산 과정

지간길이 L = 6 m, 중앙 집중하중 P = 80 kN, 전 지간의 등분포하중 w = 30 kN/m이다. 주어진 값은 이미 **계수하중이며 등분포하중에 자중이 포함**되어 있으므로 하중계수나 자중을 추가하지 않는다. 두 하중에 의한 휨모멘트는 같은 방향으로 작용하므로 각각 구한 뒤 더한다.

중앙 집중하중의 기여분: 하중이 중앙에 있으므로 양쪽 지점반력은 각각 $P/2$이다. 중앙까지의 거리가 $L/2$이므로 중앙 모멘트는 $M_P = \frac{PL}{4}$이다. 수치를 대입하면 $M_P = \frac{80 \times 6}{4} = 120\text{kN}\cdot\text{m}$이다.

등분포하중의 기여분: 전 지간에 일정한 하중이 작용하는 단순보의 중앙 모멘트는 $M_w = \frac{wL^2}{8}$이다. 이는 중앙 단면에서 지점반력이 만드는 모멘트에서 반쪽 지간의 등분포하중이 만드는 모멘트를 뺀 값이다. 수치를 대입하면 $M_w = \frac{30 \times 6^2}{8} = 135\text{kN}\cdot\text{m}$이다.

계수모멘트의 합: 중앙에서 두 하중의 모멘트를 합하면 120 + 135 = 255 kN·m이다. 이는 ④의 255에 해당한다.

NoteBase

문 14. 유효깊이 $d = 540$ mm, 압축연단에서 중립축까지의 거리 $c = 180$ mm인 단철근 직사각형보에서 인장철근의 변형률은? (단, 인장철근은 1단 배근되어 있고, 콘크리트의 극한 변형률은 0.003이다)

① 0.003

② 0.004

③ 0.005

④ 0.006

정답 4번

간단한 해설

평면유지 가정에 따라 변형률의 크기는 **중립축으로부터의 거리에 비례**한다. 인장철근은 중립축에서 360 mm 떨어져 있어 압축연단까지 거리 180 mm의 2배이므로, 인장변형률은 0.003의 2배인 0.006이다.

계산 과정

1. 변형률 분포: 휨을 받기 전 평면인 단면은 변형 후에도 평면을 유지한다고 가정하므로, 단면의 변형률은 깊이에 따라 직선적으로 변한다. 중립축의 변형률은 0이며, 철근과 콘크리트 사이에 미끄러짐이 없다고 보아 철근에도 같은 위치의 변형률을 적용한다. 따라서 압축연단과 인장철근의 변형률 크기는 각각 **중립축으로부터의 거리**에 비례한다.

2. 거리와 비례식: 유효깊이 d는 압축연단에서 인장철근 중심까지의 거리이다. 철근이 1단 배근되어 있으므로 중립축에서 인장철근까지의 거리는 $d - c = 540 - 180 = 360$ mm이다. 압축연단까지의 거리는 $c = 180$ mm이고, 그곳의 극한 압축변형률 크기는 $\varepsilon_{cu} = 0.003$이다. 인장철근의 변형률 크기를 ε_s라 하면, 닮은 삼각형의 비례관계로 $\varepsilon_s = \varepsilon_{cu}\frac{d-c}{c}$가 성립한다.

3. 계산과 결과: $\varepsilon_s = 0.003 \cdot \frac{360}{180} = 0.006$이다. 거리비가 2이므로 인장철근의 변형률 크기는 압축연단의 2배이다. 변형률은 길이 변화량을 원래 길이로 나눈 값이므로 단위가 없는 양이며, 계산값 0.006은 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 15. 철근의 부착성능에 영향을 주는 요인에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 콘크리트의 압축강도가 커지면 부착강도가 커진다.

② 피복두께가 두꺼우면 부착강도가 작아진다.

③ 블리딩의 영향으로 수평철근이 수직철근보다 부착강도가 작다.

④ 이형철근이 원형철근보다 부착강도가 크다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '부착강도가 작아진다'는 설명은 반대이다. 피복두께가 커지면 철근 주위 콘크리트가 **쪼개지는 데 대한 저항**이 커져 일반적으로 부착강도가 증가한다.

선지별 해설

부착은 철근과 콘크리트 사이의 미끄러짐에 저항하여 두 재료 사이에 힘을 전달하는 작용이다.

① O: 다른 조건이 같을 때 콘크리트의 압축강도가 커지면 철근 주변 콘크리트의 국부적인 눌림과 균열에 대한 저항도 일반적으로 커진다. 이에 따라 철근과 콘크리트 사이에서 힘을 전달하는 **부착강도도 증가**한다.

② X: 피복두께는 철근 표면에서 콘크리트 표면까지의 거리이다. 철근에서 힘이 전달될 때 주변 콘크리트를 바깥쪽으로 밀어 쪼개려는 작용이 생기는데, 피복이 두꺼우면 이를 견디는 콘크리트가 많아져 쪼갬균열을 억제한다. 따라서 다른 조건이 같다면 피복두께가 커질수록 부착강도는 일반적으로 **작아지는 것이 아니라 커진다**.

③ O: 블리딩은 굳지 않은 콘크리트에서 물이 위로 올라오는 현상이다. 수평철근 아래에는 상승하는 물이 모이기 쉬워 물층이나 공극이 생기고, 철근과 콘크리트의 접촉이 불완전해진다. 이 때문에 수평철근은 수직철근보다 **블리딩에 따른 부착강도 저하**가 크게 나타난다.

④ O: 이형철근은 표면의 리브와 마디가 주변 콘크리트에 걸려 **기계적 맞물림**으로 힘을 전달한다. 표면이 매끈한 원형철근은 주로 접착과 마찰에 의존하므로, 다른 조건이 같을 때 이형철근의 부착강도가 더 크다.

NoteBase

문 16. 정사각형 확대기초의 한 변의 길이가 3 m이고, 기초 지반의 허용지지력(q_a)이 250 kN/m^{2}일 때, 확대기초 중앙에 허용할 수 있는 최대 압축력[kN]은?

① 250

② 750

③ 1,250

④ 2,250

정답 4번

간단한 해설

허용 압축력은 **허용지지력에 기초 면적을 곱한 값**이다. 기초 면적이 9 m^{2}이므로 최대 압축력은 2,250 kN이다.

계산 과정

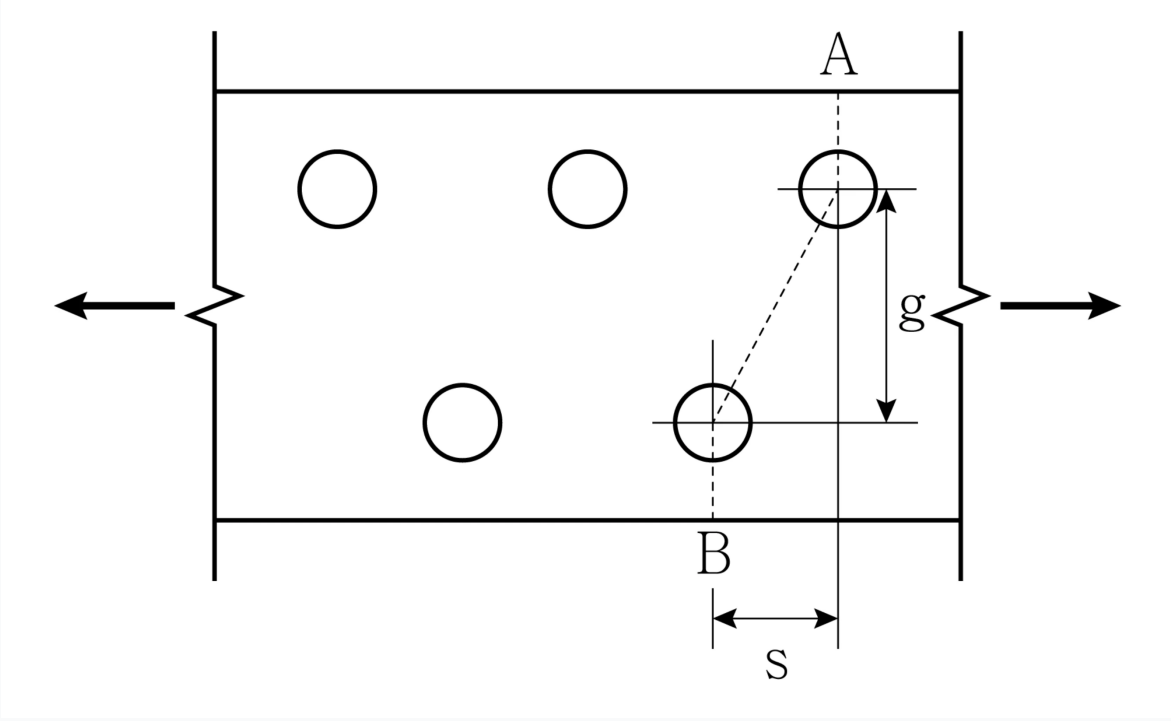
기초 면적: 정사각형 기초의 한 변이 3 m이므로 지반과 접하는 면적은 A = 3 × 3 = 9 m^{2}이다.

허용 조건: 압축력 P가 기초 중앙에 작용할 때 지반반력을 균등하게 분포하는 것으로 보면, 지반에 전달되는 압력은 $q = \frac{P}{A}$이다. 이 압력이 **허용지지력을 넘지 않아야** 하므로 $\frac{P}{A} \le q_a$이며, 최대 압축력은 $P_{max} = q_a A$이다.

최대 압축력: 허용지지력 250 kN/m^{2}는 단위 면적당 허용되는 힘이므로, 전체 기초 면적을 곱한다.
$P_{max} = 250 \times 9 = 2{,}250$kN이다. 이는 ④의 2,250 kN에 해당한다.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 강재를 사용한 인장부재(두께 t)의 볼트 연결부(구멍직경 d)가 있다. 예상되는 파단선이 A-B일 때 순단면적(A_n)은? (단, A_g는 총단면적이다)



① $A_g - 2 \cdot d \cdot t$

② $A_g - 2 \cdot d \cdot t + \frac{s^2}{4g} \cdot t$

③ $A_g - d \cdot t + \frac{g^2}{4s} \cdot t$

④ $A_g - d \cdot t$

정답 2번

간단한 해설

파단선 A-B는 구멍 두 개와 사선 구간 한 개를 지난다. 총단면적에서 구멍 때문에 줄어드는 면적 $2dt$를 빼고, **엇모양 배열의 보정면적** $\frac{s^2}{4g} \cdot t$를 더한다.

NoteBase

공통 해설

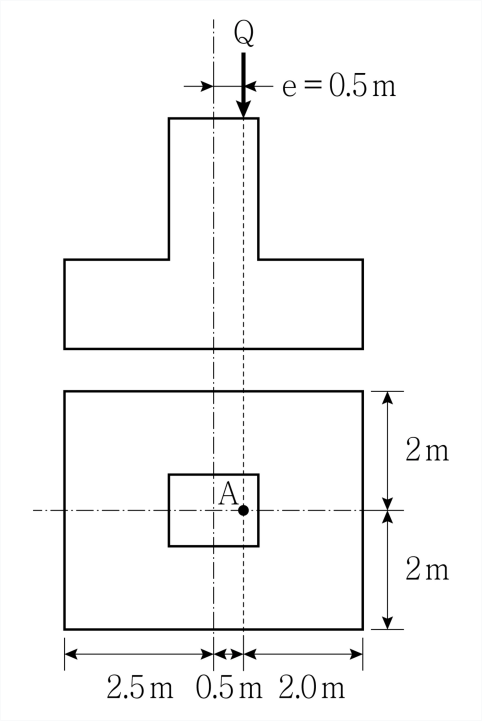
순단면적은 볼트구멍으로 단면이 줄어드는 것을 반영한 면적이다. 두께가 일정한 판에서 엇모양 파단선을 검토할 때는 총단면적에서 그 선이 지나는 구멍들의 직경 합에 두께를 곱한 면적을 빼고, 사선 구간마다 $\frac{s^2}{4g} \cdot t$를 더한다. 이때 s는 두 구멍 중심 사이의 하중 방향 거리이고, g는 하중에 직각인 방향의 거리이다.

그림의 하중은 수평 방향이므로 s는 수평 간격, g는 수직 간격이다. A-B는 오른쪽 위 구멍과 오른쪽 아래 구멍을 잇는 파단선으로, **지나는 구멍은 두 개이고 사선 구간은 한 개**이다. 따라서 구멍에 따른 공제면적은 $2dt$, 엇모양 보정면적은 $\frac{s^2}{4g} \cdot t$이다. 판에 있는 다른 구멍들은 이 파단선이 지나지 않으므로 공제하지 않는다.

따라서 주어진 파단선의 순단면적은 $A_n = A_g - 2dt + \frac{s^2}{4g} \cdot t$이다. 보정항에서는 하중 방향 간격 s를 제곱하고, 하중에 직각인 간격 g를 분모에 사용한다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 연직하중 Q가 편심을 갖고 점 A에 작용하는 철근 콘크리트 확대기초가 있다. 지반의 허용지지력(q_a)이 50 kN/m^{2}일 때, 허용할 수 있는 최대 하중(Q_{max})[kN]은?



① 625

② 525

③ 571

④ 671

정답 1번

간단한 해설

편심하중이 작용하므로 **하중이 치우친 쪽의 최대 지반반력**을 허용지지력과 비교해야 한다. 이 기초의 최대 지반반력은 평균 지반반력의 1.6배이므로, 허용할 수 있는 최대 하중은 625 kN이다.

NoteBase

계산 과정

기초 치수와 편심거리: 그림에서 편심 방향의 기초 폭 B는 2.5 + 0.5 + 2.0 = 5 m이고, 직각 방향의 길이 L은 2 + 2 = 4 m이다. 따라서 저면적은 A = 5 × 4 = 20 m^2이다. 하중 작용점 A는 기초 중심에서 오른쪽으로 e = 0.5 m 떨어져 있다.

접촉 조건 확인: 지반반력을 선형분포로 계산할 때, $e \le \frac{B}{6}$이면 기초 저면 전체에 압축반력이 작용한다. 여기서는 $\frac{B}{6} = \frac{5}{6}$m로 약 0.833 m이고, e = 0.5 m가 이보다 작다. 따라서 **저면 전체가 지반과 접촉하는 사다리꼴 반력분포**를 적용한다.

최대 지반반력: 편심하중은 중심에 작용하는 연직하중 Q와 모멘트 $M = Qe$로 나눌 수 있다. 중심하중에 의한 균등한 반력에 모멘트에 의한 반력을 더하므로, 하중이 치우친 오른쪽 끝에서 지반반력이 최대가 된다. 그 값은 $q_{\max} = \frac{Q}{A}\left(1 + \frac{6e}{B}\right)$이다.
치수를 대입하면 $1 + \frac{6 \cdot 0.5}{5} = 1.6$이므로, $q_{\max} = \frac{1.6Q}{20}$이다. Q의 단위가 kN이면 지반반력의 단위는 kN/m^2이다. 이때 1.6은 최대 지반반력이 평균 지반반력보다 얼마나 커지는지를 나타낸다.

허용 최대 하중: **최대 지반반력이 허용지지력에 도달할 때**가 하중의 한계이다. 따라서 $\frac{1.6Q_{\max}}{20} = 50$이고, $Q_{\max} = \frac{50 \cdot 20}{1.6} = 625$kN이다. 이는 ①의 625 kN에 해당한다.

NoteBase

문 19. 구조재료로서 콘크리트에 비해 강재가 갖는 장점으로 옳지 않은 것은?

① 내화성이 좋다.

② 단위 면적당 강도가 크다.

③ 고강도 재료이다.

④ 공사기간이 빠르다.

정답 1번

간단한 해설

강재는 불에 타지 않지만, 고온에서는 강도와 강성이 저하되므로 **내화성이 좋다고 할 수 없다**. 화재 시 하중 지지능력을 유지하려면 내화피복 등의 보호가 필요하다.

선지별 해설

① X: 내화성은 화재의 고온에 견디며 필요한 성능을 유지하는 성질이다. 강재는 불에 타지 않는 재료이지만 고온에서는 강도와 강성이 저하되어 하중 지지능력이 떨어진다. 따라서 콘크리트에 비해 **내화성이 나쁘며**, 필요한 내화성능을 확보하기 위해 내화피복 등으로 보호한다.

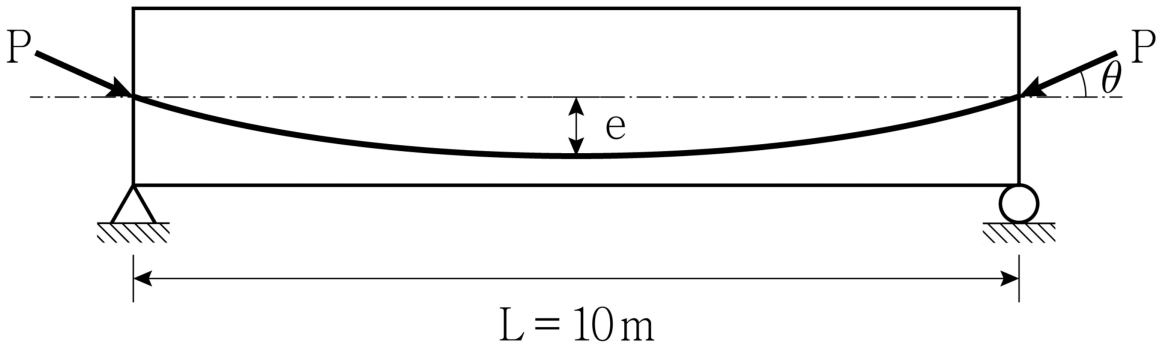
② O: 강재는 콘크리트보다 **단면적당 지지할 수 있는 힘이 크다**. 같은 하중을 지지하는 데 필요한 부재 단면을 작게 할 수 있다는 점이 장점이다.

③ O: 강재는 콘크리트에 비해 강도가 큰 재료이며, 특히 **인장력에 대한 저항도 크다**. 콘크리트가 압축에 비해 인장에 약한 것과 달리, 강재는 인장과 압축에 모두 높은 강도를 발휘한다.

④ O: 강재 부재는 공장에서 미리 제작한 뒤 현장에서 조립할 수 있다. 현장타설 콘크리트처럼 거푸집 설치·타설·양생에 필요한 시간을 줄일 수 있어 **공사기간을 단축**하기 유리하다.

NoteBase

문 20. 그림과 같은 프리스트레스트 콘크리트 보에서 긴장재를 포물선으로 배치하고 프리스트레스 힘 $P = 2,000$ kN일 때, 프리스트레스에 의한 등가 등분포 상향력 u[kN/m]는? (단, $e = 200$ mm이며, 프리스트레스 힘 P와 단면 도심과의 각 θ는 미소하므로 $\cos\theta \approx 1$로 가정한다)



① 32

② 42

③ 52

④ 62

정답 1번

간단한 해설

양 끝이 단면 도심에 있고 중앙에서 e만큼 내려간 포물선 긴장재의 등가 상향력은 $u = \frac{8Pe}{L^2}$이다. 편심거리 200 mm를 0.2 m로 환산하면 **등분포 상향력은 32 kN/m**이다.

계산 과정

조건 확인: 그림에서 지간 L은 10 m이고, 긴장재는 양 끝에서 단면 도심을 지나며 중앙에서 아래로 e만큼 처진 포물선이다. 프리스트레스 힘 P는 2,000 kN이며, **편심거리는 200 mm = 0.2 m**로 환산한다.

등가하중의 원리: 긴장재가 휘어진 상태에서 팽팽해지려 하므로 보에는 상향력이 작용한다. 포물선은 수평거리당 기울기 변화가 일정하므로, 수평분력을 일정하게 보는 미소각 조건에서 **상향력이 등분포**가 된다. 양 끝의 높이가 같고 중앙 처짐이 e인 포물선의 단부 기울기는 $\tan\theta = \frac{4e}{L}$이다.

단부 수직분력: $\cos\theta \approx 1$이므로 $\sin\theta \approx \tan\theta$로 둘 수 있다. 각 단부에서 보에 작용하는 하향 수직분력 V는 $V = P\sin\theta \approx \frac{4Pe}{L}$이다. 주어진 값을 대입하면 $V = \frac{4 \cdot 2,000 \cdot 0.2}{10} = 160$ kN으로, 이는 한쪽 단부의 하향력이다.

상향력 계산: 전체 수직력의 평형에서 등분포 상향력의 합은 양쪽 단부 하향력의 합과 같으므로 $uL = 2V$이다. 따라서 $u = \frac{2V}{L} = \frac{8Pe}{L^2}$이며, $u = \frac{2 \cdot 160}{10} = 32$ kN/m이다. 이는 선택지 ①의 32에 해당한다.

NoteBase