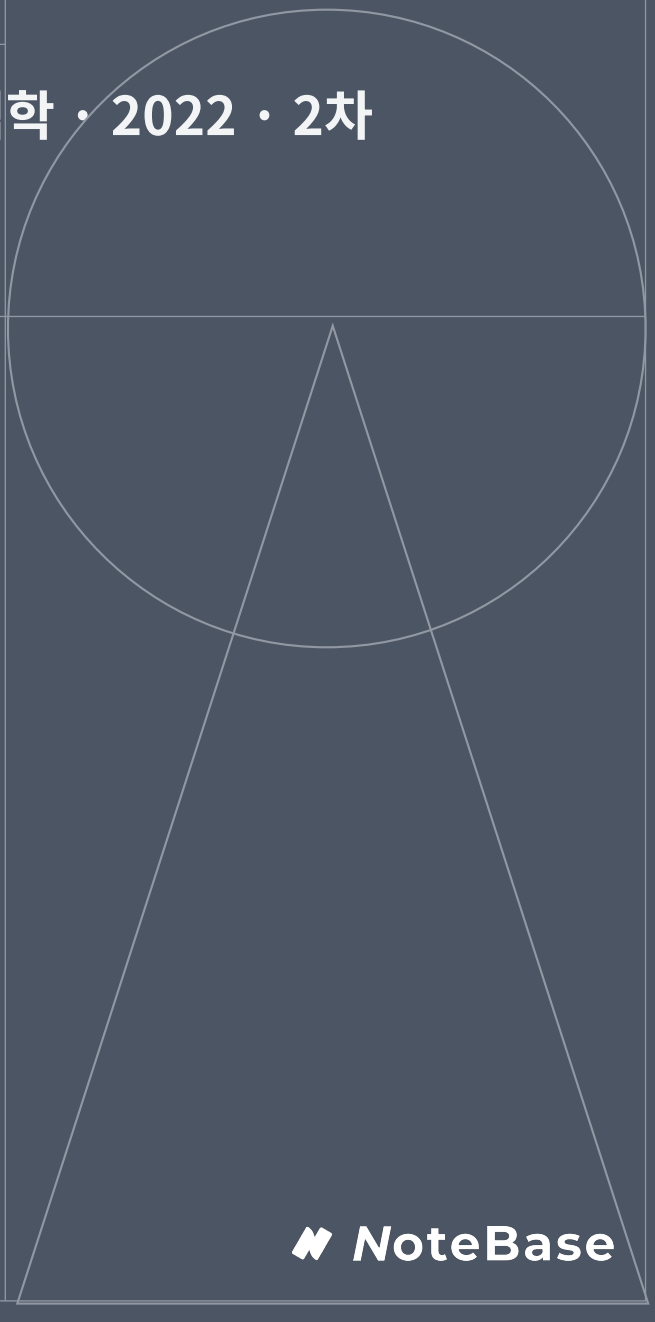
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2022 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2022 · 2차

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2022 · 2차

문 1. 흙의 단위중량 표현으로 옳지 않은 것은? (단, w는 함수비, e는 간극비, G_s는 비중, γ_w는 물의 단위중량이다)

① 습윤단위중량 $\gamma_t = \left(\frac{1+w}{1+e}\right)G_s\gamma_w$
② 건조단위중량 $\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+e}$
③ 수중단위중량 $\gamma_{sub} = \left(\frac{G_s-e}{1+e}\right)\gamma_w$
④ 포화단위중량 $\gamma_{sat} = \left(\frac{G_s+e}{1+e}\right)\gamma_w$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 흙의 함수비, 간극비, 비중으로부터 습윤단위중량, 건조단위중량, 포화단위중량, 수중단위중량의 기본식을 정확히 구분하는지 묻는 문제이다.

조건 정리

w는 함수비, e는 간극비, G_s는 흙 입자의 비중, γ_w는 물의 단위중량이다.
단위중량 식은 전체 체적 $V = V_s + V_v = V_s(1+e)$와 물의 중량 관계를 이용해 정리한다.
수중단위중량은 포화단위중량에서 물의 단위중량을 뺀 값이므로 $\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w$ 관계를 반드시 같이 기억한다.

사용할 공식

습윤단위중량은 $\gamma_t = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{(1+w)W_s}{V} = \left(\frac{1+w}{1+e}\right)G_s\gamma_w$이다.
건조단위중량은 $\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{G_s\gamma_w}{1+e}$이다.
포화단위중량은 $\gamma_{sat} = \left(\frac{G_s+e}{1+e}\right)\gamma_w$이다.
수중단위중량은 $\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = \left(\frac{G_s-1}{1+e}\right)\gamma_w$이다.
이 문제는 값을 계산하는 문제가 아니라 각 식의 분자와 분모가 어떤 물리량에서 나오는지 확인해 옳지 않은 식을 고르는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
습윤단위중량은 흙 입자 중량과 물의 중량을 함께 포함하므로 $(1+w)$가 분자에 들어간다. 전체 체적은 $(1+e)$로 정리되므로 $\gamma_t = \left(\frac{1+w}{1+e}\right)G_s\gamma_w$가 맞다.

② O
건조단위중량은 물의 중량을 제외한 흙 입자 중량만 전체 체적으로 나눈 값이다. 따라서 함수비 w가 빠지고 $\gamma_d = \frac{G_s\gamma_w}{1+e}$가 된다.

③ X
틀린 표현은 분자가 $G_s - e$라는 부분이다. 수중단위중량은 $\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w$이므로
$\gamma_{sub} = \left(\frac{G_s+e}{1+e} - 1\right)\gamma_w = \left(\frac{G_s-1}{1+e}\right)\gamma_w$
가 되어야 한다. 올바른 식은 $\gamma_{sub} = \left(\frac{G_s-1}{1+e}\right)\gamma_w$이다.

④ O
포화상태에서는 간극이 모두 물로 차 있으므로 분자에 흙 입자 기여분 G_s와 물 기여분 e가 함께 들어간다. 따라서 $\gamma_{sat} = \left(\frac{G_s+e}{1+e}\right)\gamma_w$가 맞다.

오답 포인트

수중단위중량을 따로 외우지 않고 포화단위중량 식과 섞어 쓰면 ③처럼 분자 항을 잘못 적기 쉽다. 특히 e는 포화단위중량의 분자에는 남지만, 수중단위중량으로 바꾸는 순간 $-\gamma_w$를 반영하면서 소거되어 최종적으로 $G_s - 1$만 남는다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단위중량 식 문제는 먼저 무엇을 전체 체적으로 나누는지부터 본다. 그다음 건조는 물을 빼고, 포화는 간극이 모두 물로 찬 상태를 넣고, 수중은 포화단위중량에서 물의 단위중량을 한 번 더 빼는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

건조는 물이 빠져 w가 없고, 포화는 $G_s + e$, 수중은 포화에서 물을 빼서 $G_s - 1$이 된다.

NoteBase

문 2. 전체 부피가 $800m^3$이고 간극비 1.0인 흙을 다짐하여 간극비 0.5인 상태로 만들었을 때, 다짐한 이후 흙의 전체 부피 $[m^3]$는?

① 400

② 500

③ 600

④ 700

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 간극비와 흙입자체적의 관계 $V = V_s(1 + e)$를 이용해 다짐 후 전체 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 전체 부피 $800m^3$, 초기 간극비 $e_1 = 1.0$, 다짐 후 간극비 $e_2 = 0.5$
구해야 할 값: 다짐 후 전체 부피 V_2
주의할 조건: 다짐으로 변하는 것은 공극부피이고 흙입자체적 V_s는 일정하다.

사용할 공식

$V = V_s(1 + e)$
이 공식을 쓰는 이유: 간극비는 $e = V_v/V_s$이므로 전체 부피는 흙입자체적과 간극비로 표현된다. 다짐 전후에 변하지 않는 값은 V_s이므로 먼저 V_s를 구한 뒤 새 간극비를 적용해야 한다.

계산 과정

1. 초기 상태에서 흙입자체적은 $V_s = 800/(1 + 1.0) = 400m^3$이다.
2. 다짐 후 전체 부피는 $V_2 = V_s(1 + e_2) = 400(1 + 0.5)$이다.
3. 따라서 $V_2 = 600m^3$이므로 정답은 ③이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $400m^3$는 다짐 전 전체 부피에서 구한 흙입자체적 V_s 값이다. 다짐 후에도 공극은 남아 있으므로 전체 부피가 이 값과 같지 않다. 틀린 수치 $400m^3$ → 올바르게는 다짐 후 전체 부피는 $600m^3$이다.
② X: $500m^3$는 $V = V_s(1 + e)$를 적용한 결과가 아니다. $V_s = 400m^3$, $e = 0.5$를 대입하면 $400 \times 1.5 = 600m^3$이므로 틀리다. 틀린 수치 $500m^3$ → 올바르게는 $600m^3$이다.
③ O: 초기 전체 부피와 초기 간극비로 $V_s = 400m^3$를 구하고, 여기에 다짐 후 간극비 0.5를 적용하면 $600m^3$가 된다.
④ X: $700m^3$는 초기 전체 부피 $800m^3$에서 단순히 $100m^3$만 줄인 식의 오답이다. 간극비 변화는 전체 부피를 직접 선형 차감하는 값이 아니라 $V = V_s(1 + e)$로 다시 계산해야 한다. 틀린 수치 $700m^3$ → 올바르게는 $600m^3$이다.

오답 포인트

간극비가 1.0에서 0.5로 줄었다는 사실을 전체 부피 감소량으로 바로 해석하면 오답이 된다. 먼저 변하지 않는 흙입자체적 V_s를 구한 뒤 새 간극비를 반영해 전체 부피를 다시 계산해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

간극비 문제는 흙입자체적 V_s가 일정한지부터 본다. 전체 부피와 간극비가 주어지면 $V = V_s(1 + e)$로 V_s를 먼저 구하고, 바뀐 간극비를 다시 넣어 최종 전체 부피를 계산하면 된다.

암기 포인트

간극비가 바뀌어도 흙입자체적 V_s는 일정하며, 전체 부피는 항상 $V = V_s(1 + e)$이다.

NoteBase

문 3. A 점토층은 양면배수 조건이고, B 점토층은 일면배수 조건일 때, 각각의 점토층에서 압밀 50%에 소요되는 시간을 각각 t_A 및 t_B라고 한다면, t_A/t_B는? (단, 배수 조건을 제외한 나머지 조건들은 동일하다)

① 0.25

② 0.5

③ 2.0

④ 4.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 압밀 시간식에서 배수조건이 달라질 때 소요 시간이 유효배수거리의 제곱에 비례해 변한다는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: A 점토층은 양면배수, B 점토층은 일면배수이다.
구해야 할 값: t_A/t_B이다.
주의할 조건: 압밀도 50%가 같으므로 시간계수 T_v는 같고, 배수조건 외 나머지 조건이 같으므로 C_v도 같다고 본다.

사용할 공식

압밀 시간은 $t = T_v H_{dr}^2 / C_v$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 같은 압밀도에서는 T_v가 같고, 같은 흙 조건에서는 C_v가 같으므로 시간비는 유효배수거리 H_{dr}의 제곱비로 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 층 두께를 H라 두면 양면배수인 A의 유효배수거리는 $H_{dr,A} = H/2$이다.
2. 일면배수인 B의 유효배수거리는 $H_{dr,B} = H$이다.
3. 따라서 $t_A/t_B = (H_{dr,A}^2)/(H_{dr,B}^2) = ((H/2)^2)/(H^2) = 1/4 = 0.25$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: $t_A/t_B = 0.25$이므로 맞는 선지이다. 양면배수는 배수거리가 절반이어서 시간은 그 제곱인 1/4로 줄어든다.
2번 X: 0.5는 배수거리 비 $(H/2)/H$만 보고 시간을 선형비로 착각할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 시간이 배수거리와 비례한다고 본 점이며, 올바르게는 시간은 배수거리의 제곱에 비례한다.
3번 X: 2.0은 t_B/t_A를 잘못 구했거나 비를 거꾸로 세운 값이다. 틀린 표현은 t_A/t_B를 1보다 크게 본 점이며, 올바르게는 A가 더 빨리 압밀되므로 t_A/t_B는 1보다 작다.
4번 X: 4.0은 양면배수가 일면배수보다 4배 오래 걸린다고 본 값인데 방향이 완전히 반대이다. 틀린 표현은 배수면이 많을수록 시간이 증가한다고 본 점이며, 올바르게는 배수면이 많을수록 배수거리가 짧아져 시간이 감소한다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 양면배수와 일면배수의 차이를 배수거리의 비로만 보고 제곱을 빠뜨리는 점이다. 또한 문제의 비가 t_A/t_B인지 t_B/t_A인지 순서를 거꾸로 읽으면 2.0이나 4.0 같은 역수 오답으로 바로 이어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀 시간비 문제는 먼저 유효배수거리 H_{dr}를 정한 뒤 $t \propto H_{dr}^2$를 적용해 제곱비로 계산하면 된다. 양면배수는 두께의 절반, 일면배수는 전두께가 배수거리라는 점을 먼저 확인하면 된다.

암기 포인트

압밀 시간은 유효배수거리의 제곱에 비례하므로 같은 두께에서 양면배수 시간은 일면배수 시간의 1/4이다.

NoteBase

문 4. 점토 시료에 대한 압밀시험을 통해 얻은 간극비-압력 관계 곡선으로부터 직접 구할 수 없는 것은?

① 압축지수

② 압밀계수

③ 선행압밀압력

④ 팽창지수

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압밀시험의 간극비-압력 관계 곡선에서 직접 읽는 지표와 시간-침하 해석으로 별도 산정하는 지표를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

압축지수는 정규압밀 구간의 $e - \log p$ 직선부 기울기이다.
선행압밀압력은 흙이 과거에 받은 최대 유효응력으로서 $e - \log p$ 곡선의 꺾임으로 추정한다.
팽창지수는 재압축 또는 팽창 구간의 기울기이다.
압밀계수는 압밀 속도를 나타내는 계수로, 하중 단계별 시간-침하 곡선에서 c_v를 산정한다.

선지별 해설

① X
- 압축지수는 정규압밀 구간의 $e - \log p$ 기울기이므로 곡선에서 직접 구할 수 있다.
- 틀린 표현은 '직접 구할 수 없는 것'에 해당한다는 판단이다.
- 올바르게는 '압축지수는 간극비-압력 관계 곡선으로 직접 구할 수 있는 값'이다.

② O
- 압밀계수는 압밀의 빠르기를 나타내며 각 하중 단계의 시간-침하 관계에서 Taylor법이나 Casagrande법으로 산정한다.
- 따라서 간극비-압력 관계 곡선만으로는 직접 구할 수 없다.

③ X
- 선행압밀압력은 곡선의 굴절점 또는 Casagrande 해석으로 추정하므로 곡선에서 직접 판단 대상이 된다.
- 틀린 표현은 '직접 구할 수 없는 것'에 포함한 판단이다.
- 올바르게는 '선행압밀압력은 간극비-압력 관계 곡선으로 추정할 수 있는 값'이다.

④ X
- 팽창지수는 재압축 또는 팽창 구간의 기울기이므로 곡선에서 직접 읽어 산정할 수 있다.
- 틀린 표현은 '직접 구할 수 없는 것'에 포함한 판단이다.
- 올바르게는 '팽창지수는 간극비-압력 관계 곡선에서 구할 수 있는 값'이다.

NoteBase

오답 포인트

압밀시험에서 얻는 모든 계수를 하나의 곡선에서 다 읽는다고 착각하기 쉽다. 압축지수, 선행압밀압력, 팽창지수는 $e - \log p$ 곡선의 형상과 기울기에서 구하지만, 압밀계수는 시간 요소가 필요하므로 별도 시간-침하 곡선을 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀시험 문제는 먼저 응력-간극비 관계를 묻는지, 시간에 따른 압밀 속도를 묻는지를 구분한다. 곡선의 기울기와 꺾임이면 C_c, p_c, 팽창지수 계열이고, 시간과 50% 또는 90% 압밀이 나오면 c_v 계열이다.

암기 포인트

곡선은 $C_c \cdot p_c \cdot$ 팽창지수, 시간곡선은 c_v이다.

NoteBase

문 5. 포화된 지반에서 지진이 발생한다면 액상화에 가장 취약한 흙은?

① 단단한 점토

② 유기질 점토

③ 느슨한 모래

④ 조밀한 모래

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 액상화가 잘 일어나는 흙의 조건, 즉 포화 상태의 비점착성 흙이면서 느슨한 구조인지 여부를 묻는다.

핵심 개념

액상화는 포화된 사질토가 지진 등 반복하중을 받아 간극수압이 증가하면서 전단강도를 잃고 액체처럼 거동하는 현상이다.
느슨한 모래는 입자 배열이 불안정하여 반복하중을 받으면 쉽게 체적수축 경향을 보이고 간극수압이 크게 증가한다.
조밀한 모래는 같은 사질토라도 상대밀도가 커서 액상화 저항이 느슨한 모래보다 크다.
점토는 점착력이 있어 일반적인 액상화 취약층의 대표가 아니다.

선지별 해설

1번 X: 단단한 점토는 점착력과 강성이 커서 포화 사질토처럼 전형적인 액상화 거동을 보이지 않는다. 틀린 표현은 "액상화에 가장 취약"이다. 실제로는 단단한 점토보다 포화된 느슨한 모래가 액상화에 더 취약하다.
2번 X: 유기질 점토는 압축성이 크고 공학적으로 불리한 흙일 수는 있지만, 액상화에 가장 취약한 대표 흙으로 보지 않는다. 틀린 표현은 "가장 취약"이다. 실제로는 포화된 비점착성 사질토, 특히 느슨한 모래가 액상화 취약층이다.
3번 O: 느슨한 모래는 포화 상태에서 지진하중을 받으면 간극수압이 빠르게 증가하여 유효응력이 감소하므로 액상화에 가장 취약하다.
4번 X: 조밀한 모래도 포화 사질토이므로 액상화 가능성을 완전히 배제할 수는 없지만, 상대밀도가 커서 느슨한 모래보다 저항이 크다. 틀린 표현은 "가장 취약"이다. 실제로는 조밀한 모래보다 느슨한 모래가 더 취약하다.

오답 포인트

사질토냐 점성토냐만 보고 판단하면 4번과 3번을 혼동하기 쉽다. 이 문항의 핵심은 모래라는 재료명보다도 "포화"와 "느슨함"이 함께 있어야 액상화 취약성이 가장 커진다는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

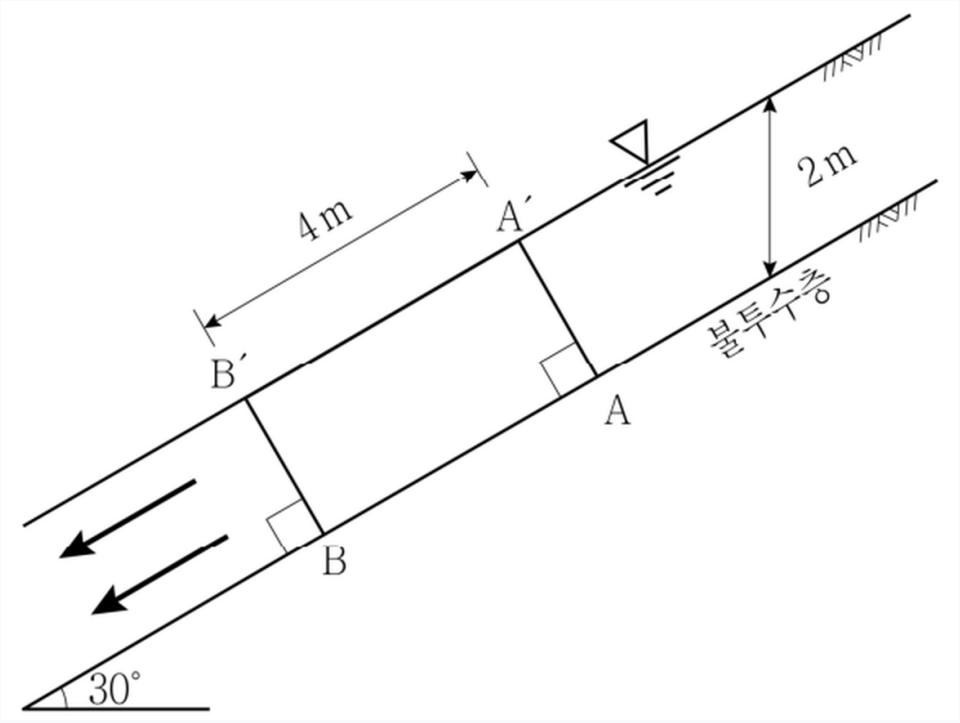
액상화 문제는 먼저 포화 여부를 보고, 다음으로 점착성 흙인지 비점착성 사질토인지 구분한 뒤, 마지막으로 느슨한지 조밀한지를 판단하면 된다. 포화된 느슨한 모래가 가장 전형적인 정답이다.

암기 포인트

액상화는 포화 사질토, 그중에서도 느슨한 모래에서 가장 잘 발생한다.

NoteBase

문 6. 그림과 같이 경사진 불투수층 위에 균질한 흙으로 구성된 투수층의 투수 방향이 경사면과 평행할 때, A지점과 B지점 사이의 전수두 차이와 압력수두 차이를 바르게 연결한 것은?



① 전수두 차이: 1.5[m], 압력수두 차이: 0[m]

② 전수두 차이: 1.5[m], 압력수두 차이: 1.5[m]

③ 전수두 차이: 2.0[m], 압력수두 차이: 0[m]

④ 전수두 차이: 2.0[m], 압력수두 차이: 1.5[m]

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 경사면과 평행한 침투에서 수리경사 $i = \sin\beta$와 압력수두 $h_p = z\cos^2\beta$를 이용해 A지점과 B지점의 전수두 차이와 압력수두 차이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 경사각은 30°, A와 B의 경사방향 거리는 그림의 $A'B' = 4m$, 자유수면에서 A와 B까지의 경사면 수직깊이는 $2m$이다.
구해야 할 값: A지점과 B지점 사이의 전수두 차이와 압력수두 차이이다.
주의할 조건: 흐름이 경사면과 평행하므로 전수두 손실은 경사방향 거리로 계산하고, 압력수두는 자유수면으로부터의 수직깊이 z에 대해 $z\cos^2\beta$로 계산한다.

NoteBase

사용할 공식

전수두 차이는 $\Delta h = iL = (\sin\beta)L$이다.
압력수두는 $h_p = z\cos^2\beta$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 경사면과 평행한 정상침투에서는 유선이 경사방향과 같아서 수리경사가 $\sin\beta$가 되고, 같은 수직깊이에 있는 점들의 압력수두는 $z\cos^2\beta$로 같아지기 때문이다.

계산 과정

1. 경사각 $\beta = 30^\circ$이므로 수리경사는 $i = \sin 30^\circ = 0.5$이다.
2. A와 B의 경사방향 거리는 $4m$ 이므로 전수두 차이는 $\Delta h = iL = 0.5 \times 4 = 2.0m$이다.
3. A와 B는 모두 자유수면으로부터 경사면에 수직한 깊이 $z = 2m$에 있으므로 각 점의 압력수두는 $h_p = 2\cos^2 30^\circ = 2 \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = 1.5m$이다.
4. 따라서 압력수두 차이는 $1.5 - 1.5 = 0m$이다.

선지별 해설

① X: 전수두 차이를 $1.5m$로 본 점이 틀렸다. $1.5m$는 각 점의 압력수두 값이지 A와 B 사이의 전수두 차이가 아니다. 틀린 표현은 "전수두 차이 $1.5m$"이고, 올바르게는 "전수두 차이 $2.0m$, 압력수두 차이 $0m$"이다.
② X: 전수두 차이를 $1.5m$로 본 점과 압력수두 차이를 $1.5m$로 본 점이 모두 틀렸다. A와 B는 같은 수직깊이에 있어 압력수두가 서로 같다. 틀린 표현은 "전수두 차이 $1.5m$, 압력수두 차이 $1.5m$"이고, 올바르게는 "전수두 차이 $2.0m$, 압력수두 차이 $0m$"이다.
③ O: 경사방향 거리 $4m$에 수리경사 0.5를 곱하면 전수두 차이는 $2.0m$이고, 두 점의 압력수두는 각각 $1.5m$ 이므로 차이는 $0m$이다.
④ X: 전수두 차이 $2.0m$까지는 맞지만 압력수두 차이 $1.5m$가 틀렸다. $1.5m$는 차이가 아니라 각 점의 압력수두 값이다. 틀린 표현은 "압력수두 차이 $1.5m$"이고, 올바르게는 "압력수두 차이 $0m$"이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $1.5m$를 압력수두의 값으로 보지 않고 압력수두 차이로 착각하는 데 있다. 또 전수두 차이를 경사방향 거리 $4m$에 대한 손실로 보지 않고 깊이 $2m$ 또는 $2\cos^2 30^\circ$와 섞으면 ①, ②, ④와 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

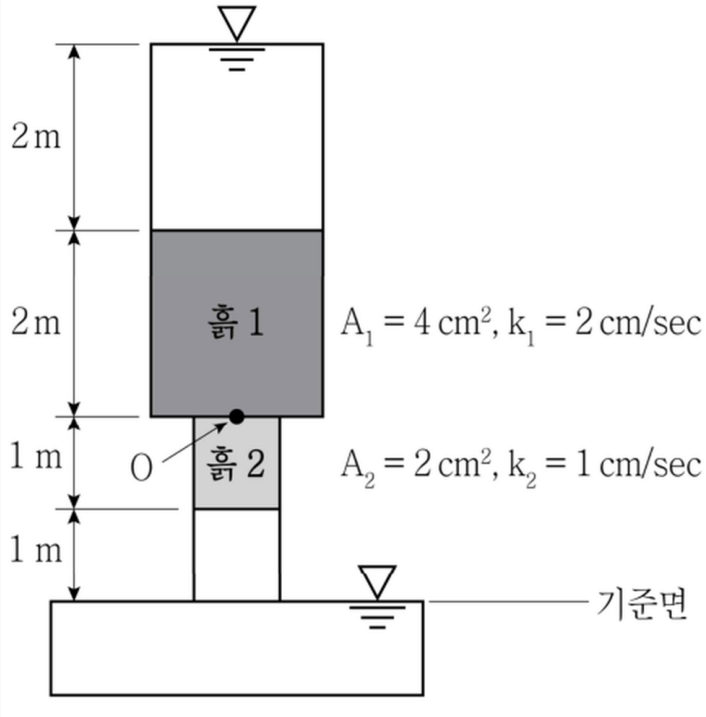
사면 평행침투 문제는 먼저 흐름 방향이 경사면과 평행한지 확인하고, 전수두 차이는 $\sin\beta \times$ 경사방향 거리로 계산한다. 압력수두는 자유수면으로부터 같은 수직깊이에 있으면 같으므로 두 점이 같은 깊이에 놓여 있으면 압력수두 차이는 0으로 판단한다.

암기 포인트

평행침투 사면은 $i = \sin\beta$, $h_p = z\cos^2\beta$이며 같은 수직깊이의 두 점은 압력수두 차이가 0이다.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 물이 두 종류의 흙을 통과하여 아래쪽으로 흐를 때, 경계면 O지점에서의 전수두[m]는? (단, A는 단면적이고, k는 투수계수이다)



① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 2번

출제 포인트

직렬로 연결된 두 투수층에서 손실수두가 $L/(kA)$ 비례로 분배된다는 점을 이용해 경계면 O의 전수두를 구하는 문제이다.

조건 정리

상부 자유수면은 기준면보다 $6m$ 높다.
흙 1은 $L_1 = 2m, A_1 = 4cm^2, k_1 = 2cm/sec$이다.
흙 2는 $L_2 = 1m, A_2 = 2cm^2, k_2 = 1cm/sec$이다.
구해야 할 값은 경계면 O에서의 전수두이다.

NoteBase

사용할 공식

직렬 침투에서 유량 q는 같으므로 각 층의 손실수두는 $h_i = qL_i/(k_iA_i)$에 비례한다. 따라서
$h_1 : h_2 = \frac{L_1}{k_1A_1} : \frac{L_2}{k_2A_2}$
이 공식을 쓰는 이유는 두 흙이 위아래로 연속되어 있어 같은 유량이 각 층을 통과하기 때문이다.

계산 과정

1. 전체 손실수두는 상부 자유수면과 하부 기준면의 차이이므로 $H = 6m$이다.
2. 두 층의 저항비는
$\frac{L_1}{k_1A_1} : \frac{L_2}{k_2A_2} = \frac{2}{2\times4} : \frac{1}{1\times2} = \frac{1}{4} : \frac{1}{2} = 1 : 2$
이다.
3. 따라서 흙 1에서의 손실수두는
$h_1 = H \times \frac{1}{1+2} = 6 \times \frac{1}{3} = 2m$
이다.
4. 경계면 O의 전수두는 상부 전수두 $6m$에서 흙 1의 손실수두 $2m$를 뺀 값이므로
$h_O = 6 - 2 = 4m$
이다.

선지 판단

1번 X: $3m$는 경계면까지의 손실수두를 과대하게 잡은 값이다. 직렬 침투에서는 손실수두를 $L/(kA)$ 비로 나누어야 하므로 O점 전수두는 $4m$이어야 한다.
2번 O: 전체 손실수두 $6m$를 두 층의 저항비 1 : 2로 배분하면 흙 1의 손실수두가 $2m$가 되고, 따라서 O점 전수두는 $4m$가 된다.
3번 X: $5m$는 흙 1의 손실수두를 너무 작게 본 값이다. 흙 1에서도 $2m$의 손실이 생기므로 O점 전수두를 $5m$로 둘 수 없고, 올바른 값은 $4m$이다.
4번 X: $6m$는 상부 자유수면의 전수두를 그대로 옮긴 값으로, 흙 1을 통과하면서 생기는 손실수두 $2m$를 빠뜨린 값이다. 경계면 O의 전수두는 $4m$이어야 한다.

오답 포인트

전수두 문제에서 가장 흔한 실수는 높이차만 보고 단순 선형보간을 하거나 각 층의 손실수두를 길이비만으로 나누는 것이다. 이 문항은 kA가 서로 달라서 손실수두를 반드시 $L/(kA)$ 비로 분배해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 침투 문제는 먼저 상류와 하류의 전체 손실수두를 잡고, 다음에 각 층의 저항 $L/(kA)$ 비를 구해 경계면까지의 손실수두를 배분하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

직렬 투수층의 손실수두 분배는 길이비가 아니라 $L/(kA)$ 비로 정해진다.

NoteBase

문 8. 흙의 다짐 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다짐에너지가 클수록 최대건조단위중량은 증가한다.

② 다짐에너지가 클수록 최적함수비는 감소한다.

③ 세립토의 비율이 증가할수록 최적함수비는 증가한다.

④ 입도 분포가 나쁠수록 최대건조단위중량은 증가한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 다짐에너지, 최적함수비, 세립토 함량, 입도 분포가 다짐곡선에 미치는 영향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

다짐에너지는 흙 입자를 더 촘촘하게 재배열하게 만드는 에너지이므로 커질수록 최대건조단위중량은 커지고 최적함수비는 대체로 작아진다.
세립토 비율이 커지면 입자 표면적과 수분 요구량이 증가하므로 최적함수비가 커지는 경향이 있다.
입도 분포는 잘 분급될수록 작은 입자가 큰 입자 사이 빈틈을 메워 더 큰 건조단위중량을 낼 수 있고, 나쁜 분급일수록 빈틈이 커져 최대건조단위중량이 작아진다.

선지별 해설

① O: 다짐에너지가 커지면 같은 흙이라도 입자 배열이 더 치밀해져 최대건조단위중량이 증가한다.
② O: 다짐에너지가 커질수록 같은 밀도를 얻는 데 필요한 물의 양이 줄어드는 경향이 있으므로 최적함수비는 감소한다.
③ O: 세립토의 비율이 증가하면 비표면적과 흡착수 요구가 커져 더 많은 함수비가 필요해지므로 최적함수비가 증가한다.
④ X: 틀린 표현은 "입도 분포가 나쁠수록 최대건조단위중량은 증가한다"이다. 실제로는 입도 분포가 좋을수록 공극이 잘 메워져 최대건조단위중량이 증가하고, 나쁠수록 감소한다.

오답 포인트

④는 입도 분포와 다짐성을 반대로 연결한 선지이다. 수험생이 세립토 증가와 입도 분포 개선을 같은 방향의 변화로 뭉뚱그리면 ③과 ④를 함께 맞는 말처럼 보기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

다짐 문제는 먼저 다짐에너지 변화와 입도 분포 변화를 분리해서 본다. 에너지가 커지면 최대건조단위중량은 증가하고 최적함수비는 감소하는 방향으로, 입도 분포는 잘 분급될수록 최대건조단위중량이 증가하는 방향으로 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

에너지↑ → 최대건조단위중량↑, 최적함수비↓ / 잘 분급↑ → 최대건조단위중량↑이다.

NoteBase

문 9. 모래층 사이에 두께 $4m$인 포화된 점토층이 있고, 상부 모래층 지표면에 무한대의 등분포 상재하중 $100kPa$을 가하였다. 상재하중을 가하기 전, 점토층의 평균 유효연직응력이 $100kPa$일 때, 1차 압밀침하량[cm]은? (단, 점토층의 선행압밀압력 $\sigma'_p = 300kPa$, 압축지수 $C_c = 0.8$, 재압축지수 $C_r = 0.1$, 초기간극비 $e_0 = 1.0$이고, $\log_{10} 2 = 0.3$, $\log_{10} 5 = 0.7$로 가정한다)

① 4.8

② 6.0

③ 14.0

④ 48.0

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 선행압밀압력 이하의 재압축 구간에서 C_r를 사용하여 1차 압밀침하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 점토층 두께 $H = 4m$, 초기간극비 $e_0 = 1.0$, 재압축지수 $C_r = 0.1$, 선행압밀압력 $\sigma'_p = 300kPa$, 상재하중 증가량 $\Delta\sigma = 100kPa$, 하중 재하 전 평균 유효연직응력 $\sigma'_0 = 100kPa$이다.
구해야 할 값: 1차 압밀침하량이다.
주의할 조건: 최종 유효응력은 $\sigma'_0 + \Delta\sigma = 200kPa$이고, 이는 $\sigma'_p = 300kPa$보다 작으므로 전 구간이 재압축 구간이다.

사용할 공식

재압축 구간의 1차 압밀침하량은 $S = \frac{H}{1+e_0} C_r \log_{10}\left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0}\right)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 하중 재하 후 최종 유효응력이 선행압밀압력을 넘지 않으므로 압축지수 C_c가 아니라 재압축지수 C_r를 적용해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 응력 구간을 판단하면 $\sigma'_0 = 100kPa$, $\sigma'_0 + \Delta\sigma = 200kPa$, $\sigma'_p = 300kPa$이므로 $100 \rightarrow 200kPa$ 전 구간이 재압축이다.
2. 응력비는 $\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0} = \frac{200}{100} = 2$이다.
3. 침하량은 $S = \frac{4}{1+1.0} \times 0.1 \times \log_{10} 2 = 2 \times 0.1 \times 0.3 = 0.06m$이다.
4. $0.06m = 6.0cm$이므로 최종 답은 $6.0cm$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- 주어진 조건대로 계산하면 침하량은 $6.0cm$이다. $4.8cm$는 재압축 계산의 계수나 로그값을 잘못 적용한 값이다.
- 틀린 값 $4.8cm$ → 올바르게는 $6.0cm$이다.

② O

- 최종 유효응력 $200kPa$가 선행압밀압력 $300kPa$보다 작으므로 C_r를 사용한다. 계산 결과가 정확히 $6.0cm$이므로 옳다.

③ X

- 이 문제의 응력비는 반드시 $200/100 = 2$이어야 한다. $14.0cm$는 응력비를 다른 값으로 잘못 잡아 과대평가한 값이다.
- 틀린 값 $14.0cm$ → 올바르게는 $6.0cm$이다.

④ X

- $48.0cm$는 재압축지수 C_r 대신 압축지수 $C_c = 0.8$를 사용하면 나오는 값이다. 그러나 최종 응력이 선행압밀압력 이하이므로 C_c를 쓰면 안 된다.
- 틀린 값 $48.0cm$ → 올바르게는 $6.0cm$이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 선행압밀압력 $\sigma'_p = 300kPa$를 보고도 하중 후 최종 응력 $200kPa$와 비교하지 않은 채 C_c를 쓰는 데 있다. 또한 응력비를 $200/100 = 2$로 잡지 않으면 ③ 같은 과대값으로 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀침하 계산 문제는 먼저 최종 유효응력이 선행압밀압력을 넘는지 확인하고, 넘지 않으면 전 구간에 C_r, 넘으면 경계까지는 C_r와 그 이후는 C_c를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

최종 유효응력 $\leq \sigma'_p$이면 재압축이므로 C_r, $> \sigma'_p$이면 초과 구간에 C_c를 쓴다.

NoteBase

문 10. 비배수 점토로 뒷채움한 높이 $5m$의 옹벽에 주동토압이 작용하는 경우, 옹벽 배면에 발생하는 인장균열의 깊이$[m]$는? (단, 습윤단위중량은 $16kN/m^3$, 점착력은 $8kPa$, 내부마찰각은 0°이다)

① 1.0

② 1.5

③ 2.0

④ 2.5

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 점착성 흙의 주동토압 분포에서 인장균열 깊이 z_t를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 옹벽 높이 $H = 5m$, 습윤단위중량 $\gamma = 16kN/m^3$, 점착력 $c = 8kPa$, 내부마찰각 $\phi = 0^\circ$이다.
구해야 할 값은 옹벽 배면에 생기는 인장균열의 길이 z_t이다.
주의할 조건은 주동상태이므로 Rankine의 점착성 흙 토압식을 적용한다는 점이다.

사용할 공식

주동토압은 $\sigma_a = K_a\gamma z - 2c\sqrt{K_a}$이고, 인장균열 깊이는 $\sigma_a = 0$이 되는 깊이이므로 $z_t = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 인장균열이 토압이 음수에서 0으로 바뀌는 경계에서 발생하기 때문이다.

계산 과정

1. 내부마찰각이 $\phi = 0^\circ$이므로 Rankine 주동토압계수는 $K_a = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} = 1$이다.
2. 인장균열 깊이는 $z_t = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}} = \frac{2\times 8}{16\times 1} = 1.0m$이다.
3. 따라서 옹벽 배면의 인장균열 길이는 $1.0m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 인장균열 깊이는 $1.0m$이므로 옳다.
- 점착성 흙은 상부에서 주동토압이 음수가 될 수 있으므로 그 구간의 깊이를 직접 구하면 된다.

② X
- $1.5m$는 계산값과 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 인장균열 길이를 $1.5m$로 본 부분이다. 올바르게는 $z_t = 1.0m$이다.

③ X
- $2.0m$는 계산값과 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 인장균열 길이를 $2.0m$로 본 부분이다. 올바르게는 $z_t = 1.0m$이다.

④ X
- $2.5m$는 계산값과 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 인장균열 길이를 $2.5m$로 본 부분이다. 올바르게는 $z_t = 1.0m$이다.

오답 포인트

옹벽 높이 $5m$를 보고 전체 높이와 연관된 중간값을 고르기 쉽지만, 인장균열은 옹벽 높이가 아니라 $\sigma_a = 0$ 조건으로 정해진다. 또 c와 γ의 단위를 맞추지 않거나 $K_a = 1$을 놓치면 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

점착성 흙의 주동토압에서 인장균열을 묻는 문제는 먼저 K_a를 구하고, 다음에 $z_t = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$로 바로 계산하면 된다. $\phi = 0\,^\circ$이면 $K_a = 1$이므로 식이 $z_t = \frac{2c}{\gamma}$로 단순화된다.

암기 포인트

점착성 흙 인장균열 깊이는 주동토압 0점이며, $\phi = 0\,^\circ$이면 $z_t = \frac{2c}{\gamma}$이다.

NoteBase

문 11. 토압에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① Coulomb 토압이론은 흙과 벽체 사이의 마찰을 고려한다.

② Rankine 토압이론은 흙과 벽체 사이의 마찰을 고려하지 않는다.

③ 동일한 흙에서 정지토압은 수동토압과 주동토압 사이의 크기를 가진다.

④ 동일한 흙에서 주동토압이 수동토압보다 크다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Coulomb 토압이론과 Rankine 토압이론의 가정, 그리고 주동토압·정지토압·수동토압의 크기 관계를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

Coulomb 토압이론은 흙과 벽체 사이의 마찰을 고려하여 토압을 구하는 이론이다. 키워드는 벽마찰 고려이다.
Rankine 토압이론은 흙과 벽체 사이의 마찰을 고려하지 않는 이상화된 이론이다. 키워드는 벽마찰 무시이다.
동일한 흙 조건에서는 토압의 크기 관계가 주동토압 < 정지토압 < 수동토압으로 정리된다.

선지별 해설

① O: Coulomb 토압이론은 흙과 벽체 사이의 마찰을 고려한다. 선지의 설명이 맞다.
② O: Rankine 토압이론은 벽면을 매끈하다고 보고 흙과 벽체 사이의 마찰을 무시한다. 선지의 설명이 맞다.
③ O: 정지토압은 벽체가 움직이지 않을 때의 토압이므로 동일한 흙에서는 주동토압보다 크고 수동토압보다 작다. 선지의 설명이 맞다.
④ X: 틀린 부분은 '주동토압이 수동토압보다 크다'는 표현이다. 동일한 흙에서는 주동토압이 가장 작고 수동토압이 가장 크므로 올바르게는 '동일한 흙에서 주동토압이 수동토압보다 작다'이다.

오답 포인트

주동토압과 수동토압의 크기 관계를 이름만 보고 반대로 외우면 ④처럼 쉽게 흔들린다. 벽체가 흙에서 멀어질수록 토압이 줄고, 흙 쪽으로 밀릴수록 토압이 커진다는 물리적 방향을 함께 떠올려야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

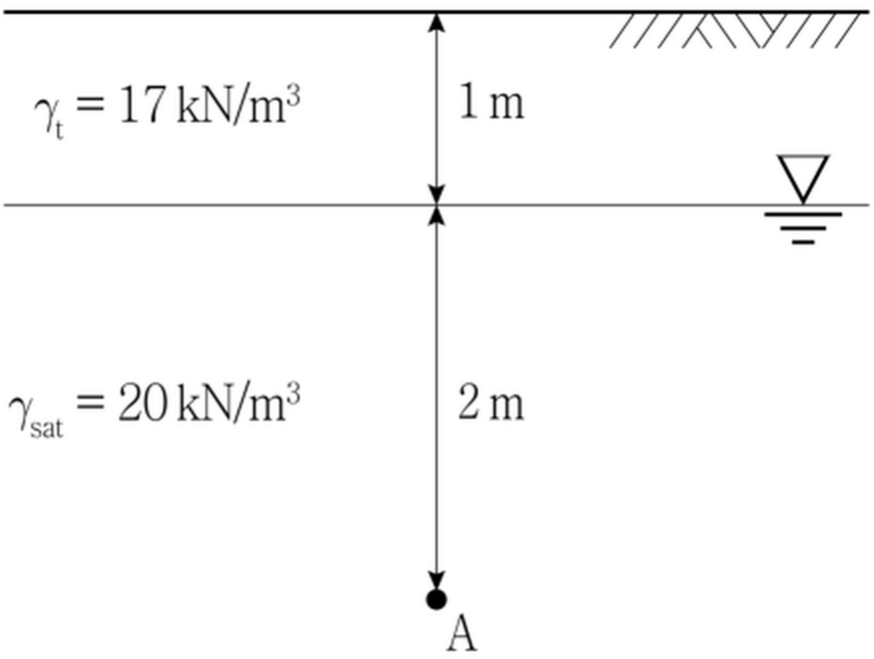
토압 문제는 먼저 벽체의 이동 방향을 기준으로 판단한다. 벽체가 흙에서 멀어지면 주동토압으로 감소하고, 움직이지 않으면 정지토압이며, 흙 쪽으로 밀리면 수동토압으로 증가하므로 크기 순서는 주동 < 정지 < 수동이다.

암기 포인트

Coulomb는 벽마찰을 고려하고 Rankine은 벽마찰을 무시한다. 토압 크기는 주동 < 정지 < 수동이다.

NoteBase

문 12. 그림과 같은 A지점에서의 전연직응력과 유효수평응력을 바르게 연결한 것은? (단, 정지토압계수 K_0는 0.5이고, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}으로 가정한다)



① 전연직응력[kPa]: 37, 유효수평응력[kPa]: 18.5

② 전연직응력[kPa]: 57, 유효수평응력[kPa]: 18.5

③ 전연직응력[kPa]: 37, 유효수평응력[kPa]: 38.5

④ 전연직응력[kPa]: 57, 유효수평응력[kPa]: 38.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지하수위가 있는 지반에서 A점의 전연직응력을 전체 단위중량으로 구하고, 유효수직응력에 K_0를 곱해 유효수평응력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 지표면부터 지하수위까지는 $1m$, $\gamma_t = 17kN/m^3$이다.
지하수위 아래 A점까지는 $2m$, $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$이다.
물의 단위중량은 $\gamma_w = 10kN/m^3$, 정지토압계수는 $K_0 = 0.5$이다.
구해야 할 값: A점의 전연직응력과 유효수평응력이다.
주의할 조건: 전연직응력은 전체 단위중량을 사용하고, 유효응력 계산에서는 지하수위 아래 구간에 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 사용한다.

NoteBase

사용할 공식

_v = Σ γ h, σ'_v = Σ γ h (지하수위 위) + Σ (_sat-_w)h (지하수위 아래), σ'_h = K_0σ'_v
이 공식을 쓰는 이유는 전연직응력은 흙과 물을 포함한 전체 자중으로 구하고, 유효수평응력은 흙 골격이 받는 유효수직응력에 정지토압계수 K_0를 적용해 구하는 값이기 때문이다.

계산 과정

1. 전연직응력은 $\sigma_v = 17 \times 1 + 20 \times 2 = 57kPa$이다.
2. 유효수직응력은 $\sigma'_v = 17 \times 1 + (20 - 10) \times 2 = 37kPa$이다.
3. 유효수평응력은 $\sigma'_h = K_0\sigma'_v = 0.5 \times 37 = 18.5kPa$이다.

선지별 해설

① X. 전연직응력을 $37kPa$로 본 부분이 틀리다. $37kPa$는 유효수직응력이고, 전연직응력은 전체 자중을 합한 $57kPa$이다. 틀린 표현은 "전연직응력 37"이고, 올바르게는 "전연직응력 57, 유효수평응력 18.5"이다.
② O. 전연직응력은 $57kPa$, 유효수평응력은 $18.5kPa$이므로 문제의 조건과 정확히 일치한다.
③ X. $37kPa$는 전연직응력이 아니라 유효수직응력이고, $38.5kPa$는 유효수평응력이 아니라 총수평응력 $\sigma_h = \sigma'_h + u = 18.5 + 20$으로 계산한 값이다. 틀린 표현은 "전연직응력 37, 유효수평응력 38.5"이고, 올바르게는 "전연직응력 57, 유효수평응력 18.5"이다.
④ X. 전연직응력 $57kPa$는 맞지만 유효수평응력 $38.5kPa$가 틀리다. $38.5kPa$는 간극수압을 더한 총수평응력이고, 유효수평응력은 $18.5kPa$이다. 틀린 표현은 "유효수평응력 38.5"이고, 올바르게는 "유효수평응력 18.5"이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 전응력과 유효응력을 섞는 데 있다. 전연직응력은 전체 단위중량으로 계산해야 하는데 이를 유효수직응력 $37kPa$와 혼동하면 ①, ③처럼 틀리게 된다. 또 유효수평응력에 간극수압을 더해 총수평응력 $38.5kPa$를 만들어 버리면 ③, ④처럼 틀리게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

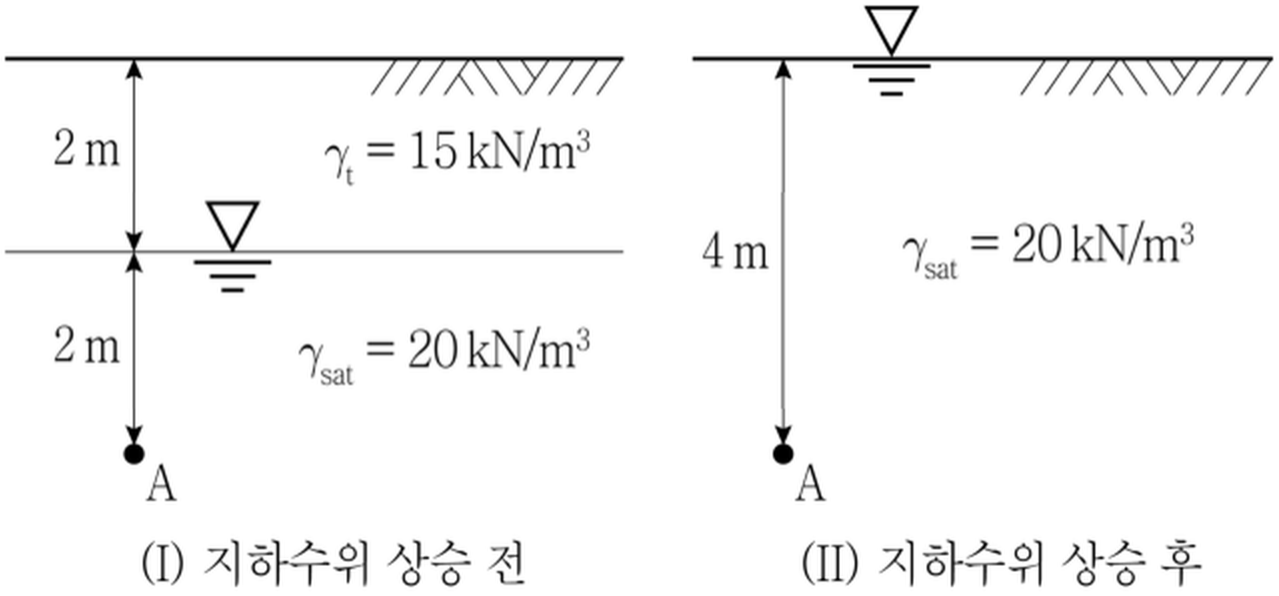
이런 문제는 먼저 묻는 값이 전응력인지 유효응력인지 구분한다. 그다음 지하수위 위는 전체 단위중량, 지하수위 아래는 전응력과 유효응력을 나누어 계산한다. 마지막으로 유효수평응력은 유효수직응력을 구한 뒤에만 K_0를 곱해 판단한다.

암기 포인트

전연직은 전체 γ, 유효는 수중 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$, 유효수평은 $K_0\sigma'_v$이다.

NoteBase

문 13. 그림과 같이 점토층에서 지하수위가 지표면까지 상승할 경우, A지점에서 발생하는 과압밀비는? (단, 지하수위 상승 전 점토는 정규압밀상태이고, 모관 상승은 무시하며, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$으로 가정한다)



① 1.25

② 1.5

③ 1.75

④ 2.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 지하수위 상승 전후의 유효상재압을 비교하여 A점의 과압밀비 *OCR*를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 상승 전 상부 $2m$는 $\gamma_t = 15kN/m^3$이다.
- 상승 전 하부 $2m$는 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$이다.
- 상승 후 전체 $4m$가 포화 상태이다.
- 물의 단위중량은 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.

구해야 할 값:
- 지하수위 상승 후 A점의 과압밀비 OCR이다.

주의할 조건:
- 상승 전 점토는 정규압밀상태이므로 상승 전 유효응력이 선행압밀압력과 같다.
- 모관상승은 무시한다.

사용할 공식

과압밀비는 $OCR = \sigma'_p / \sigma'_v$이다.
여기서 σ'_p는 선행압밀압력이고, σ'_v는 현재 유효응력이다.
이 공식을 쓰는 이유:
상승 전에는 정규압밀상태이므로 그때의 유효응력 σ'_{v0}가 곧 선행압밀압력 σ'_p가 된다. 지하수위가 상승하면 총응력과 간극수압이 함께 변하므로 상승 후 현재 유효응력 σ'_{vf}를 다시 계산한 뒤 OCR를 구하면 된다.

계산 과정

1. 상승 전 A점의 총응력은 $\sigma_{v0} = 2 \times 15 + 2 \times 20 = 70kPa$이다.
2. 상승 전 A점은 지하수위 아래 $2m$에 있으므로 간극수압은 $u_0 = 2 \times 10 = 20kPa$이다.
3. 따라서 상승 전 유효응력은 $\sigma'_{v0} = 70 - 20 = 50kPa$이다. 정규압밀상태이므로 $\sigma'_p = 50kPa$이다.
4. 상승 후 A점의 총응력은 $\sigma_{vf} = 4 \times 20 = 80kPa$이다.
5. 상승 후 A점은 지표면 아래 $4m$ 전부가 수중이므로 간극수압은 $u_f = 4 \times 10 = 40kPa$이다.
6. 따라서 상승 후 유효응력은 $\sigma'_{vf} = 80 - 40 = 40kPa$이다.
7. 과압밀비는 $OCR = \sigma'_p / \sigma'_{vf} = 50/40 = 1.25$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 $OCR = 1.25$이므로 옳다.
- 지하수위 상승으로 간극수압 증가량이 총응력 증가량보다 커져 현재 유효응력이 $50kPa$에서 $40kPa$로 감소한다.

② X
- 1.5는 계산 결과와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 과압밀비를 1.5로 본 점이다. 올바르게는 과압밀비가 1.25이다.
- 이런 값은 상승 후 총응력을 잘못 잡거나 선행압밀압력을 과대평가할 때 나오기 쉽다.

③ X
- 1.75는 계산 결과와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 과압밀비를 1.75로 본 점이다. 올바르게는 과압밀비가 1.25이다.
- 이런 값은 지하수위 상승 전후의 간극수압 변화를 누락하고 총응력만으로 판단할 때 나오기 쉽다.

④ X
- 2.0은 계산 결과와 다르므로 틀리다.
- 틀린 표현은 과압밀비를 2.0으로 본 점이다. 올바르게는 과압밀비가 1.25이다.
- 이런 값은 상승 전 유효응력 $50kPa$와 상승 후 유효응력 $40kPa$의 관계를 잘못 두 배 수준으로 과장할 때 나온다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 지하수위 상승이 총응력만 키운다고 보는 데 있다. 실제로는 포화로 인해 총응력도 증가하지만, 간극수압이 더 크게 증가하여 유효응력은 오히려 감소한다. 또 상승 전이 정규압밀상태라는 조건을 놓치면 선행압밀압력을 따로 잘못 잡게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수위 변화 문제는 상승 전 유효응력부터 계산하여 선행압밀압력을 확정하고, 그다음 상승 후 총응력과 간극수압을 각각 다시 계산한 뒤 $OCR = \sigma'_p/\sigma'_v$를 적용하면 된다.

암기 포인트

정규압밀토는 변화 전 유효응력이 곧 선행압밀압력이며, 지하수위 상승 시 유효응력은 감소하여 OCR가 1보다 커질 수 있다.

NoteBase

문 14. 모래층 사이에 있는 두께 2 m인 포화된 점토층에서 90%의 1차 압밀이 진행되는 데 100일이 소요되었다면, 이때 점토층의 압밀계수 $[\mathrm{cm}^2/\mathrm{day}]$는? (단, $T_{90} = 0.85$로 가정한다)

① 0.85

② 3.4

③ 85

④ 340

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 1차 압밀도 $U = 90\%$에 대응하는 시간계수와 배수거리로부터 압밀계수 c_v를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 점토층 두께 $2m$, 90% 1차 압밀 시간 100일, $T_{90} = 0.85$이다.
구해야 할 값은 압밀계수 c_v cm^2/day이다.
점토층이 모래층 사이에 있으므로 상하 양면배수 조건이고, 배수거리 H_{dr}는 두께의 절반인 $1m = 100cm$이다.

사용할 공식

사용 공식은 $T_v = \frac{c_v t}{H_{dr}^2}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 주어진 값이 압밀도 90%에 대한 시간계수 T_v, 경과시간 t, 배수거리 H_{dr}이기 때문이다.
이 세 값으로 압밀계수 c_v를 직접 역산할 수 있다.

계산 과정

1. 양면배수이므로 배수거리는 $H_{dr} = \frac{2m}{2} = 1m = 100cm$이다.
2. 공식에서 $c_v = \frac{T_v H_{dr}^2}{t}$ 이다.
3. 값을 대입하면 $c_v = \frac{0.85 \times 100^2}{100} = \frac{0.85 \times 10000}{100} = 85cm^2/day$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0.85는 시간계수 T_{90} 값일 뿐 압밀계수 c_v가 아니다. 틀린 표현은 시간계수와 압밀계수를 같은 값으로 본 점이다. 올바르게는 c_v는 T_v, 배수거리, 시간을 이용해 다시 계산한 $85cm^2/day$이다.
② X: 3.4는 배수거리 H_{dr}를 $20cm$ 정도로 잘못 보거나 두께와 단위를 잘못 환산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 배수거리와 단위 환산이 잘못된 점이다. 올바르게는 $H_{dr}=100cm$로 두어야 하므로 $c_v=85cm^2/day$이다.
③ O: 양면배수 조건에서 $H_{dr}=100cm$, $T_{90}=0.85$, $t=100day$를 대입하면 $c_v=85cm^2/day$가 된다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
④ X: 340은 두께 $2m$ 전체를 배수거리로 잘못 넣어 $H_{dr}=200cm$로 계산하면 나오는 값이다. 틀린 표현은 양면배수층에서 전층 두께를 그대로 배수거리로 본 점이다. 올바르게는 배수거리는 절반 두께인 $1m$이므로 $c_v=85cm^2/day$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 점토층 두께 $2m$를 그대로 배수거리로 넣는 실수와 $T_{90}=0.85$를 최종 답으로 착각하는 실수이다. 모래층 사이 점토층은 양면배수이므로 배수거리는 항상 절반 두께로 본다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀 계산형 문제는 먼저 단면 조건에서 단면배수인지 양면배수인지 판단하고, 그다음 H_{dr}를 정한 뒤 $T_v=\frac{c_v t}{H_{dr}^2}$에 대입해 단위를 검산하면 된다.

암기 포인트

압밀계수 문제는 양면배수이면 배수거리=층두께의 절반, $c_v=\frac{T_v H_{dr}^2}{t}$로 정리된다.

문 15. 한계평형법으로 비탈면안정을 해석할 경우, 고려해야 하는 흙의 성질과 거리가 먼 것은?

① 압축지수

② 내부마찰각

③ 점착력

④ 단위중량

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 한계평형법에서 비탈면 안정 해석에 직접 들어가는 흙의 전단강도 정수와 자중 관련 항목을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

한계평형법은 활동토체의 힘평형 또는 모멘트평형을 맞추어 안전율을 구하는 방법이다. 이때 흙의 전단강도를 나타내는 내부마찰각과 점착력, 그리고 자중을 계산하는 단위중량이 직접 필요하다. 반면 압축지수는 압밀에 따른 체적변화와 침하 특성을 나타내는 지수이므로 비탈면 안정의 기본 입력치와는 거리가 있다.

선지별 해설

1번 O: 압축지수는 압밀침하 해석에서 중요한 지수로, 흙이 하중을 받을 때 얼마나 압축되는지를 나타낸다. 한계평형법의 기본 해석은 전단파괴와 평형조건이 중심이므로 압축지수는 직접 입력되는 핵심 성질이 아니다.
2번 X: 내부마찰각은 흙의 전단강도를 구성하는 대표 값이므로 한계평형법에서 반드시 고려한다. 틀린 부분은 정답 후보로 보는 판단이다. 올바르게는 내부마찰각은 고려해야 하는 흙의 성질에 해당한다.
3번 X: 점착력도 내부마찰각과 함께 전단강도를 이루는 기본 값이다. 틀린 부분은 점착력을 해석과 거리가 먼 항목으로 보는 점이다. 올바르게는 점착력은 비탈면 안전율 산정에 직접 쓰이는 성질이다.
4번 X: 단위중량은 활동토체의 자중과 구동력을 계산하는 데 필요하다. 틀린 부분은 단위중량이 한계평형법과 거리가 멀다는 판단이다. 올바르게는 단위중량은 비탈면에 작용하는 중량 산정에 직접 반영된다.

오답 포인트

압축지수도 흙의 성질이라는 점만 보고 고르면 틀리기 쉽다. 이 문제는 흙의 성질 일반을 묻는 것이 아니라 한계평형법의 안전율 계산에 직접 들어가는 성질을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

비탈면 한계평형 문제에서는 먼저 전단저항을 만드는 값인지, 자중과 구동력을 계산하는 값인지 확인한다. 전단강도와 자중에 직접 연결되지 않고 압밀이나 침하 해석에 주로 쓰이는 값이면 정답 후보가 된다.

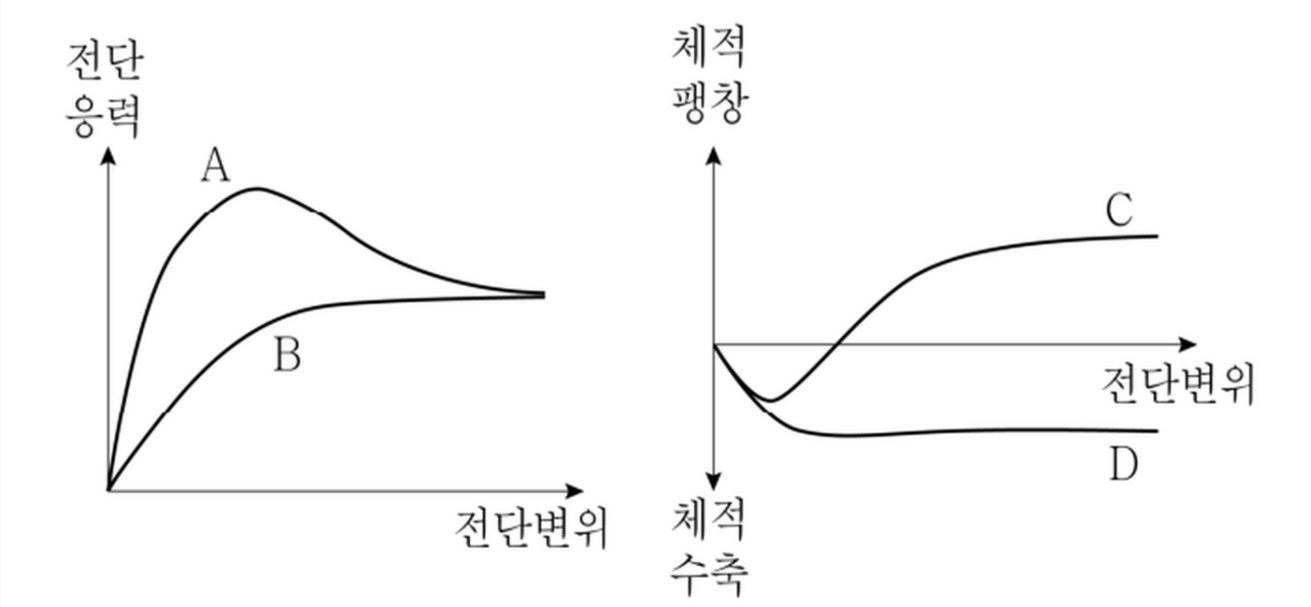
NoteBase

암기 포인트

한계평형법은 전단강도와 자중을 본다. 압축지수는 침하 쪽, 내부마찰각·점착력·단위중량은 비탈면 쪽이다.

NoteBase

문 16. 다음은 건조한 모래에 대한 직접전단시험을 실시한 결과이다. 수직응력이 일정할 때, 느슨하거나 조밀한 모래의 전단변위에 따른 전단응력 및 체적 변화를 바르게 연결한 것은?



① 느슨한 모래: A, C, 조밀한 모래: B, D

② 느슨한 모래: B, C, 조밀한 모래: A, D

③ 느슨한 모래: A, D, 조밀한 모래: B, C

④ 느슨한 모래: B, D, 조밀한 모래: A, C

정답 4번

출제 포인트

건조한 사질토의 상대밀도에 따라 직접전단시험에서 전단응력-전단변위 곡선과 체적변화 거동이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다. 조밀한 모래는 피크 전단강도 뒤 연화와 팽창을 보이고, 느슨한 모래는 점진적 강도 증가와 수축을 보인다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 느슨한 모래를 A, C로 연결한 부분이 틀리다. A는 전단응력이 빠르게 증가한 뒤 피크를 지나 감소하므로 조밀한 모래의 곡선이다. C는 초기 수축 뒤 팽창으로 전환되므로 역시 조밀한 모래의 체적변화이다. 느슨한 모래는 B, D로 연결된다.
② X: 느슨한 모래의 전단응력을 B로 본 점은 맞지만 체적변화를 C로 본 점이 틀리다. 느슨한 모래는 전단 중 계속 수축하는 경향이 커서 D가 맞다. C는 조밀한 모래의 전단팽창 거동이다.
③ X: 전단응력 대응이 서로 뒤바뀐 선택지이다. A는 조밀한 모래, B는 느슨한 모래에 해당한다. 따라서 느슨한 모래를 A, D로 두고 조밀한 모래를 B, C로 둔 연결은 틀리며, 올바르게는 느슨한 모래 B, D와 조밀한 모래 A, C이다.
④ O: 느슨한 모래는 전단응력이 B처럼 완만하게 증가하여 한계상태에 접근하고 체적은 D처럼 수축 상태를 유지한다. 조밀한 모래는 전단응력이 A처럼 피크를 지난 뒤 감소하고 체적은 C처럼 초기 수축 후 팽창으로 전환된다.

오답 포인트

A와 B를 모두 증가 곡선으로만 보면 상대밀도 차이를 놓치기 쉽다. 이 문항의 핵심은 조밀한 모래에서만 피크 전단강도와 전단팽창이 나타난다는 점이다. 체적변화 그래프는 둘 다 초기에 수축할 수 있으므로, 이후 팽창으로 돌아서는지 계속 수축하는지를 끝까지 봐야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

사질토의 직접전단시험 그래프가 나오면 먼저 전단응력 곡선에 뚜렷한 피크가 있는지 본다. 피크 후 연화가 있으면 조밀한 모래이고, 완만한 증가 뒤 한계상태로 가면 느슨한 모래이다. 체적변화는 팽창으로 전환되면 조밀, 수축만 지속되면 느슨으로 판단한다.

암기 포인트

조밀사는 피크강도 후 팽창, 느슨사는 점진적 강도 증가와 수축이다.

NoteBase

문 17. 비탈면안정 해석법 중 절편법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 미지수의 개수가 방정식의 개수보다 많아 여러 가정이 필요하다.

② Bishop법, Fellenius법 등의 종류가 있다.

③ 서로 다른 여러 개의 지층으로 이루어진 비탈면에 적용할 수 없다.

④ 힘의 평형 또는 모멘트의 평형을 고려하여 안전율을 산정하는 방법이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 비탈면 안정 해석의 절편법이 어떤 조건의 비탈면에 적용되며 어떤 평형조건과 가정을 쓰는지를 묻는다.

핵심 개념

절편법은 활동토체를 여러 개의 절편으로 나누어 각 절편의 힘과 모멘트 평형을 이용해 전체 안전율을 구하는 방법이다.
절편 사이의 작용력까지 모두 고려하면 미지수가 많아져 정정이 되지 않으므로, 방법별로 절편간 힘에 대한 가정을 두고 해석한다.
균질 사면뿐 아니라 서로 다른 지층으로 이루어진 비탈면에도 각 절편에 다른 토질정수를 적용하여 사용할 수 있다.

선지별 해설

1번: O. 절편법은 절편간 수평력과 전단력 등 미지수가 많아 평형방정식만으로는 모두 결정되지 않으므로 여러 가정이 필요하다.
2번: O. Fellenius법과 Bishop법은 대표적인 절편법이다. 둘 다 절편으로 나누어 안전율을 구하지만 절편간 힘 처리 방식이 다르다.
3번: X. 틀린 표현은 "적용할 수 없다"이다. 절편법은 오히려 지층이 서로 다른 비탈면에도 각 절편별로 다른 강도정수와 자중을 반영할 수 있어 적용할 수 있다.
4번: O. 절편법은 힘의 평형, 모멘트의 평형 또는 그 조합을 이용하여 안전율을 산정하는 방법이다.

오답 포인트

절편법을 단순한 균질 사면 전용 해석으로 오해하면 3번에 흔들린다. 절편으로 나눈다는 점 자체가 복잡한 형상과 이질 지반을 다루기 위한 장치이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

절편법 문제가 나오면 먼저 활동토체를 여러 절편으로 나누는 방법인지, 다음으로 절편간 힘 때문에 추가 가정이 필요한지, 마지막으로 이질 지층이나 복잡한 형상에 적용 가능한지를 순서대로 확인하면 된다.

암기 포인트

절편법은 절편 분할, 평형조건 사용, 절편간 힘 가정, 이질 지반 적용 가능으로 정리된다.

NoteBase

문 18. 모래 시료에 대하여 압밀배수 삼축압축시험을 실시하였다. 구속응력 200 kPa로 압밀 후, 축차응력을 증가시켜 전단파괴시켰다. Mohr-Coulomb 파괴규준에 의한 파괴 시 축차응력[kPa]은? (단, 점착력은 0, 내부마찰각은 30°이다)

① 200

② 400

③ 600

④ 800

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압밀배수 삼축압축시험에서 Mohr-Coulomb 파괴조건을 이용해 파괴 시 축차응력 $q_f = \sigma_1 - \sigma_3$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 구속응력 $\sigma_3 = 200kPa$, 점착력 $c = 0$, 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$이다.
구해야 할 값: 파괴 시 축차응력 $q_f = \sigma_1 - \sigma_3$이다.
주의할 조건: 묻는 값은 최대주응력 σ_1 자체가 아니라 축차응력이다.

사용할 공식

배수된 사질토에서 $c = 0$이면 삼축압축 파괴조건은 $\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 압밀배수 삼축압축시험의 파괴 시 주응력 관계를 Mohr-Coulomb 기준으로 바로 연결할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $\sin 30^\circ = 0.5$를 대입하면 $\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1+0.5}{1-0.5} = 3$ 이다.
2. 따라서 파괴 시 최대주응력은 $\sigma_1 = 3\sigma_3 = 3 \times 200kPa = 600kPa$ 이다.
3. 축차응력은 $q_f = \sigma_1 - \sigma_3 = 600kPa - 200kPa = 400kPa$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: $200kPa$는 파괴 시 축차응력이 아니라 구속응력 σ_3 값이다. 틀린 표현은 '축차응력은 $200kPa$이다'이고, 올바르게는 '구속응력은 $200kPa$이다'이다.
2번 O: 계산된 축차응력 q_f가 $400kPa$이므로 옳다.
3번 X: $600kPa$는 축차응력이 아니라 파괴 시 최대주응력 σ_1 값이다. 틀린 표현은 '축차응력은 $600kPa$이다'이고, 올바르게는 '파괴 시 최대주응력은 $600kPa$이다'이다.
4번 X: $800kPa$는 σ_1과 σ_3를 더하는 식으로 응력 개념을 혼동한 값이다. 틀린 표현은 '축차응력은 $800kPa$이다'이고, 올바르게는 '축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3 = 400kPa$이다'이다.

오답 포인트

축차응력과 최대주응력을 구분하지 않으면 $600kPa$를 고르게 된다. 구속응력 $200kPa$를 그대로 답으로 보거나 σ_1과 σ_3를 더해 $800kPa$로 가는 실수도 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

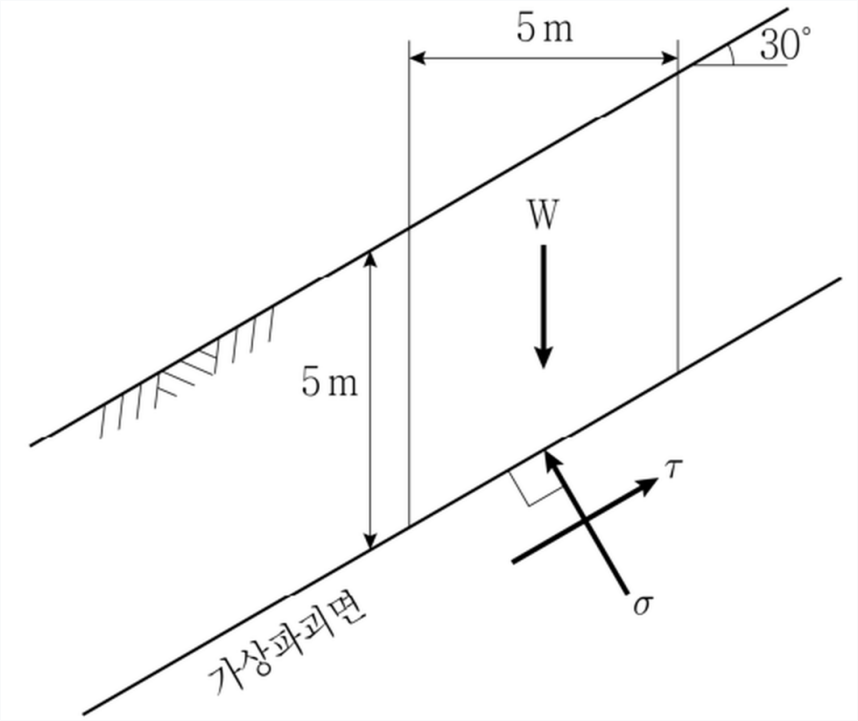
삼축압축 계산형은 먼저 구속응력 σ_3, 점착력 c, 내부마찰각 ϕ를 확인하고, 다음에 파괴 시 σ_1을 구한 뒤, 마지막에 문제에서 묻는 값이 σ_1인지 축차응력 $q = \sigma_1 - \sigma_3$인지 구분해 판단한다.

암기 포인트

사질토 CD 삼축압축에서 $c = 0$이면 $\sigma_1/\sigma_3 = (1 + \sin\phi)/(1 - \sin\phi)$이고, 축차응력은 항상 $q = \sigma_1 - \sigma_3$이다.

NoteBase

문 19. 그림과 같이 지하수위가 가상파괴면 아래에 있을 경우, 경사각이 30°인 무한비탈면에서 지표면 아래 5 m인 곳에 있는 가상파괴면에 작용하는 수직응력(σ) 및 전단응력(τ)의 크기를 바르게 연결한 것은? (단, 흙의 단위중량은 20kN/m^3이고, $\sin 30^\circ = 0.5$, $\cos 30^\circ = 0.9$로 가정한다)



① 수직응력 σ [kPa]: 81, 전단응력 τ [kPa]: 45

② 수직응력 σ [kPa]: 81, 전단응력 τ [kPa]: 50

③ 수직응력 σ [kPa]: 90, 전단응력 τ [kPa]: 45

④ 수직응력 σ [kPa]: 90, 전단응력 τ [kPa]: 50

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 무한비탈면에서 지표면 아래 $5m$ 위치의 가상파괴면에 작용하는 수직응력과 전단응력을 자중 분해로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 경사각 30°, 연직깊이 $5m$, 흙의 단위중량 $20kN/m^3$이다.
구해야 할 값은 가상파괴면의 수직응력 σ와 전단응력 τ이다.
그림의 $5m$는 경사면에 수직한 깊이가 아니라 연직깊이이므로, 단위폭 토체의 자중을 먼저 구한 뒤 가상파괴면 방향으로 분해해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

단위폭 $1m$ 기준으로

$W = \gamma \times 5 \times 5$

$A = \frac{5}{\cos 30^\circ} \times 1$

$\sigma = \frac{W\cos 30^\circ}{A}, \quad \tau = \frac{W\sin 30^\circ}{A}$

이 공식을 쓰는 이유는 가상파괴면이 비탈면과 평행하여 토체 자중을 면의 법선 방향과 면내 방향으로 나누면 수직응력과 전단응력을 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 단위폭 $1m$ 기준 토체 단면적은 $5 \times 5 = 25m^2$이므로 자중은 $W = 20 \times 25 = 500kN$이다.
2. 가상파괴면의 면적은 $A = \frac{5}{0.9} \times 1 = 5.56m^2$이다.
3. 수직응력은 $\sigma = \frac{500 \times 0.9}{5.56} \approx 81kPa$이고, 전단응력은 $\tau = \frac{500 \times 0.5}{5.56} \approx 45kPa$이다.

선지 판단

1번 O: 계산 결과가 $\sigma = 81kPa$, $\tau = 45kPa$이므로 맞다.

2번 X: 수직응력 $81kPa$는 맞지만 전단응력을 $50kPa$로 본 점이 틀리다. 올바르게는 $\tau = 45kPa$이다. 이 값은 가상파괴면 면적이나 자중 분해를 잘못 처리하면 나오기 쉽다.

3번 X: 전단응력 $45kPa$는 맞지만 수직응력을 $90kPa$로 본 점이 틀리다. 올바르게는 $\sigma = 81kPa$이다. 이 값은 자중의 법선 성분에 $\cos 30^\circ$를 반영하지 않으면 나오기 쉽다.

4번 X: 수직응력과 전단응력을 모두 크게 잡아 틀리다. 올바르게는 $\sigma = 81kPa$, $\tau = 45kPa$이다.

오답 포인트

그림의 $5m$를 경사면에 수직한 깊이로 바로 넣거나, 자중을 법선 방향과 접선 방향으로 나누지 않으면 $90kPa$나 $50kPa$ 같은 오답이 나온다. 이 문항의 핵심 함정은 깊이의 기준과 힘의 분해 방향이다.

다시 나오면 이렇게 판단

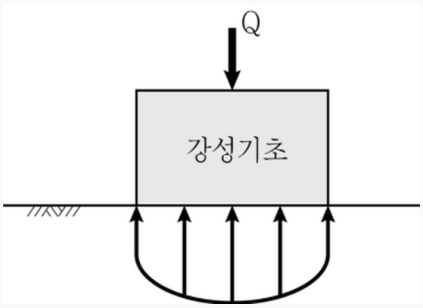
무한비탈면 응력 문제는 단위폭 토체의 자중을 먼저 구하고, 가상파괴면의 면적을 구한 뒤, 자중을 법선 방향은 $\cos\beta$, 접선 방향은 $\sin\beta$로 분해하여 각각 면적으로 나누는 순서로 판단한다.

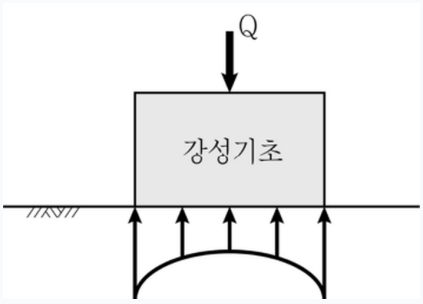
암기 포인트

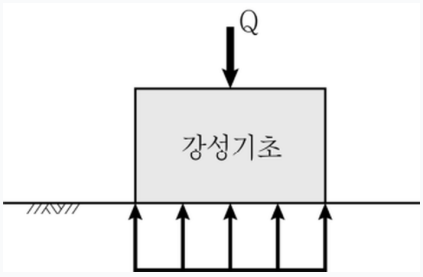
무한비탈면은 자중을 먼저 구한 뒤 σ에는 $\cos\beta$, τ에는 $\sin\beta$가 붙는다고 정리해 둔다.

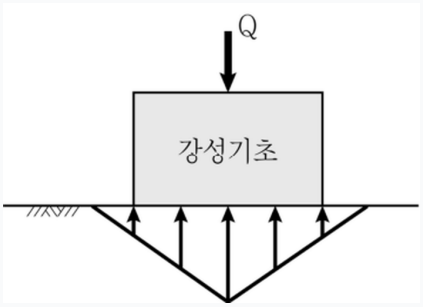
NoteBase

문 20. 점토 지반 위에 놓인 강성기초에 하중 Q가 작용할 때, 바닥면에 작용하는 접촉압력의 분포도로 가장 적절한 것은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 강성기초가 점토 지반에 놓일 때 바닥면 접촉압력이 중앙보다 가장자리에서 크게 분포한다는 전형적 접촉압력 분포를 도식으로 구별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
이 그림은 중앙부의 압력이 가장 크고 가장자리로 갈수록 작아지는 분포이다. 이 도형이 점토지반 위 강성기초의 접촉압력 분포라는 판단이 틀리다. 올바르게는 점토지반 위 강성기초는 가장자리 압력이 더 크고 중앙부 압력이 더 작은 분포를 보인다.

② O
이 그림은 중앙부보다 양 가장자리에서 압력이 더 크게 나타나는 분포이다. 강성기초가 점토지반 위에 놓이면 균등침하 조건을 만족하기 위해 이러한 가장자리 집중형 접촉압력 분포가 나타나므로 맞다.

③ X
이 그림은 바닥면 전체에 압력이 거의 균등하게 작용하는 분포이다. 이 도형이 점토지반 위 강성기초의 접촉압력 분포라는 판단이 틀리다. 올바르게는 균등분포는 연성기초의 이상화된 분포에 가깝고, 강성기초의 점토지반 분포는 가장자리가 더 크다.

④ X
이 그림은 중앙부가 가장 크고 가장자리로 갈수록 작아지는 삼각형형 분포이다. 이 도형이 점토지반 위 강성기초의 접촉압력 분포라는 판단이 틀리다. 올바르게는 점토지반 위 강성기초는 중앙 최대가 아니라 가장자리 최대 분포로 판단한다.

오답 포인트

강성기초와 연성기초를 먼저 구분하지 않으면 ③의 균등분포를 쉽게 고르게 된다. 또 점토지반과 사질지반을 뒤바꾸면 ①이나 ④처럼 중앙이 큰 분포를 고르게 된다. 이 문항의 함정은 기초의 강성과 지반 종류를 함께 묻는다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

접촉압력 문제는 먼저 강성기초인지 연성기초인지 구분하고, 강성기초라면 다시 지반이 점토인지 사질인지 구분한다. 강성기초에서 점토지반은 가장자리 최대, 사질지반은 중앙 최대로 판단하면 된다.

암기 포인트

강성-점토는 가장자리 크고, 강성-사질은 중앙이 크다.

NoteBase

문 21. 사질토 위에서 직경 30 cm의 평판재하시험을 실시한 결과, 극한지지력이 400 kPa이었다. 동일한 지반 위에 놓인 직경 6 m인 기초의 극한지지력[kPa]은?

① 400
② 800
③ 4,000
④ 8,000

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 평판재하시험 결과를 실제 기초의 극한지지력으로 환산할 때 직경비를 적용할 수 있는지를 묻는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 평판 직경 $B_p = 30cm = 0.3m$
- 평판의 극한지지력 $q_{u(p)} = 400kPa$
- 실제 기초 직경 $B_f = 6m$

구해야 할 값:
- 실제 기초의 극한지지력 $q_{u(f)}$

주의할 조건:
- 직경은 반드시 같은 단위로 맞춘다.

사용할 공식

평판재하시험 결과를 실제 기초에 환산할 때 이 문항에서는 극한지지력을 직경비로 환산하는 관계
$q_{u(f)} = q_{u(p)} \times \frac{B_f}{B_p}$
를 적용한다.
이 공식을 쓰는 이유는 평판과 실제 기초가 동일한 지반 위에 있고, 문제 의도가 평판시험값을 실제 기초 크기로 확대 환산하는 전형 계산에 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 평판 직경을 미터로 바꾸면 $30cm = 0.3m$이다.
2. 직경비는 $\frac{B_f}{B_p} = \frac{6}{0.3} = 20$이다.
3. 따라서 실제 기초의 극한지지력은
$q_{u(f)} = 400 \times 20 = 8{,}000kPa$
이다.

선지 판단

1번: X. $400kPa$는 평판 자체의 시험 결과이다. 틀린 표현은 기초 크기가 달라도 극한지지력이 그대로라고 보는 점이고, 올바르게는 실제 기초 직경을 반영해 환산해야 한다.
2번: X. $800kPa$는 직경비를 크게 과소평가한 값이다. 틀린 부분은 $6m$와 $0.3m$의 비를 제대로 반영하지 않은 점이고, 올바르게는 직경비 20을 곱해야 한다.
3번: X. $4{,}000kPa$는 직경비를 10으로 잘못 계산했을 때 나오는 값이다. 틀린 부분은 $30cm$를 $0.6m$처럼 잘못 바꾸거나 단위 환산을 틀린 점이고, 올바르게는 $30cm = 0.3m$이다.
4번: O. $q_{u(f)} = 400 \times \frac{6}{0.3} = 8{,}000kPa$이므로 옳다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 $30cm$를 $0.3m$로 바꾸지 않거나, 평판시험값 $400kPa$를 그대로 최종 답으로 보는 점이다. 이 문항은 직경비 계산과 단위환산을 동시에 점검하는 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

평판재하시험 환산 문제는 먼저 평판 크기와 실제 기초 크기를 같은 단위로 맞춘 뒤, 직경비 또는 폭비를 구해 시험 결과에 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

평판재하시험 환산형은 먼저 단위환산, 다음에 크기비 적용이라는 순서로 정리된다.

NoteBase

문 22. 사질토 지반에 놓인 정사각형 얕은 기초의 탄성침하를 Schmertmann의 변형률 영향계수로 예측할 경우, 기초 바닥으로부터 기초 폭(B)의 몇 배 깊이까지 변형률 영향계수를 고려하는 것이 가장 적절한가?

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Schmertmann의 변형률 영향계수법에서 사질토 지반 위 정사각형 얕은기초의 침하 계산 시 고려하는 영향 깊이를 묻는다.

핵심 개념

Schmertmann 방법은 깊이별 변형률 영향계수를 적분해 침하를 구하는 방법이며, 정사각형 얕은기초는 보통 기초 바닥 아래 $2B$까지를 영향 범위로 본다.

선지별 해설

1번 X: $0.5B$는 변형률 영향이 크게 나타나는 상부 일부만 본 값이므로 전체 영향 깊이로는 부족하다. 틀린 표현은 0.5배 깊이까지 고려한다는 부분이며, 올바르게는 기초 바닥 아래 $2B$까지 고려한다.
2번 X: $1.0B$도 영향 범위를 중간에서 끊은 값이므로 Schmertmann 방법의 일반적인 고려 깊이와 맞지 않는다. 틀린 표현은 기초 폭의 1.0배 깊이까지라는 부분이며, 올바르게는 $2B$까지 본다.
3번 X: $1.5B$는 $2B$에 못 미쳐 하부 영향 구간을 빠뜨린다. 틀린 표현은 1.5배 깊이까지라는 부분이며, 올바르게는 기초 바닥 아래 $2B$까지 적분 범위를 잡는다.
4번 O: 정사각형 얕은기초의 Schmertmann 변형률 영향계수는 일반적으로 기초 바닥 아래 $2B$ 깊이까지 고려하므로 옳다.

오답 포인트

변형률 영향계수가 크게 나타나는 대표 위치와 실제로 침하 계산에 포함하는 전체 영향 깊이를 혼동하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 상부의 특징 깊이를 전체 적분 깊이처럼 착각하는지를 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

Schmertmann 문제가 나오면 먼저 묻는 값이 최대 영향 위치인지, 전체 침하 계산을 위한 영향 깊이인지를 구분한다. 영향 깊이를 묻는다면 정사각형 얕은기초는 $2B$를 기준으로 판단한다.

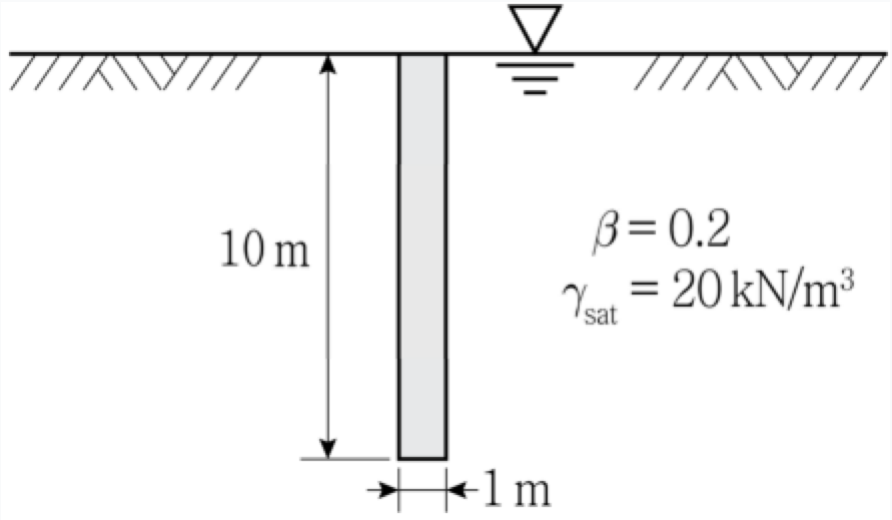
NoteBase

암기 포인트

Schmertmann 사질토 침하 계산의 영향 깊이는 정사각형 얕은기초 기준 $2B$이다.

NoteBase

문 23. 그림과 같이 포화된 점토 지반에 한 변의 길이가 $1m$인 정사각형 말뚝을 시공했을 때, β법에 의한 전체 주변마찰력[kN]은? (단, 지중의 평균 유효연직응력을 사용하고, 한계깊이는 무시하며, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$이다)



① 400

② 600

③ 800

④ 1,000

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 포화 점토지반에서 β법으로 전체 주면마찰력을 구할 때 평균 유효연직응력과 잠긴단위중량을 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

말뚝 단면은 한 변이 $1m$인 정사각형이므로 둘레는 $4m$이다.
말뚝 길이는 $10m$이므로 주면적은 $A_s = 4 \times 10 = 40m^2$이다.
포화지반이므로 유효단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.
평균 유효연직응력은 $\bar{\sigma'_v} = \gamma' \times \frac{10}{2} = 10 \times 5 = 50kN/m^2$이다.

사용할 공식

β법의 전체 주면마찰력은 $Q_s = \beta \bar{\sigma'_v} A_s$이다.
문제에서 지중의 평균 유효연직응력을 사용하라고 했고 한계깊이를 무시하라고 했으므로, 말뚝 전 길이에 대한 평균 유효연직응력과 전체 주면적을 곱하면 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 주면적은 $A_s = 4 \times 10 = 40m^2$이다.
2. 평균 유효연직응력은 $\bar{\sigma'_v} = \gamma' \times \frac{L}{2} = 10 \times 5 = 50kN/m^2$이다.
3. 전체 주면마찰력은 $Q_s = \beta \bar{\sigma'_v} A_s = 0.2 \times 50 \times 40 = 400kN$이다.

선지 판단

1번: O. 계산 결과가 $400kN$이므로 맞다.
2번: X. 평균 유효연직응력 $50kN/m^2$과 주면적 $40m^2$를 β법에 대입하면 $600kN$은 나오지 않는다. 틀린 표현은 '전체 주면마찰력이 600'이라는 수치이고, 올바르게는 $400kN$이다.
3번: X. $800kN$은 포화지반에서 물의 단위중량을 빼지 않고 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$를 그대로 써서 평균 유효연직응력을 과대평가할 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 '800'이고, 올바르게는 잠긴단위중량 $10kN/m^3$를 써서 $400kN$을 구해야 한다.
4번: X. β법에서 $\beta = 0.2$, 평균 유효연직응력 $50kN/m^2$, 주면적 $40m^2$를 적용하면 $1{,}000kN$은 될 수 없다. 틀린 표현은 '전체 주면마찰력이 1,000'이라는 수치이고, 올바르게는 $400kN$이다.

오답 포인트

포화지반인데도 γ_{sat}를 그대로 쓰거나, 평균 유효연직응력 대신 더 큰 응력을 넣으면 주면마찰력이 과대평가된다. 이 문제의 핵심 함정은 '포화'와 '평균 유효연직응력'이라는 조건을 동시에 놓치는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화지반의 β법 문제는 먼저 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 구하고, 그다음 평균 유효연직응력을 계산한 뒤, 둘레와 길이로 주면적을 구해 $Q_s = \beta \bar{\sigma'_v} A_s$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

β법 주면마찰력은 '잠긴단위중량으로 평균 유효응력을 구하고, 둘레×길이를 곱한다'로 정리된다.

NoteBase

문 24. 암반의 지중응력을 측정하는 현장시험으로 옳지 않은 것은?

① 오버코어링 시험(overcoring test)

② 플랫잭 시험(flat jack test)

③ 수압파쇄 시험(hydraulic fracturing test)

④ 슬레이킹 시험(slaking test)

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 암반의 지중응력을 현장에서 직접 또는 간접으로 측정하는 시험과 풍화 내구성을 보는 시험을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

오버코어링 시험: 암반을 코어링하여 응력 해방에 따른 변형을 측정하고 원지중응력을 추정하는 현장 응력 측정법이다.
플랫잭 시험: 절단면이나 슬롯에 잭을 삽입해 압력을 가하고 변형을 복원시켜 기존 응력을 추정하는 현장 응력 측정법이다.
수압파쇄 시험: 시추공에 수압을 가해 암반을 파쇄하거나 기존 균열을 재개방시키고 그 압력으로 지중응력을 추정하는 현장 응력 측정법이다.
슬레이킹 시험: 암석이 젖음과 건조를 반복할 때 얼마나 쉽게 붕해하는지를 보는 내구성·풍화 저항성 시험이다.

선지별 해설

1번 O: 오버코어링 시험은 대표적인 암반 현장 지중응력 측정법이다. 암반을 응력 상태에서 분리할 때 발생하는 변형률을 계측해 기존 응력을 역산한다.
2번 O: 플랫잭 시험은 암반에 만든 슬롯에 평판잭을 넣고 압력을 재가해 원래 변형 상태를 복원시키는 방식이므로 지중응력 측정에 사용된다.
3번 O: 수압파쇄 시험은 시추공 내 압력으로 암반을 파쇄하거나 균열을 열어 최소수평응력 등 현장 응력 상태를 추정하는 시험이다.
4번 X: 틀린 표현은 "암반의 지중응력을 측정"이다. 슬레이킹 시험은 암석의 지중응력이 아니라 물에 의한 붕해성, 내구성, 풍화 민감성을 평가하는 시험이므로 올바르게는 "암석의 슬레이킹성 또는 내구성을 평가하는 시험"이다.

오답 포인트

현장시험이라는 공통점만 보고 4번도 응력 측정 시험으로 묶기 쉽다. 그러나 슬레이킹 시험은 응력 계측이 아니라 암석이 젖고 마르면서 약해지는 성질을 보는 시험이라는 점이 핵심 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

시험 이름을 보면 먼저 측정 대상이 응력인지, 변형인지, 내구성인지부터 구분한다. 코어링, 잭 가압, 수압파쇄처럼 응력 해방이나 재하를 통해 응력을 역산하면 지중응력 시험이고, 젖음·건조 반복에 따른 붕해 정도를 보면 내구성 시험으로 판단된다.

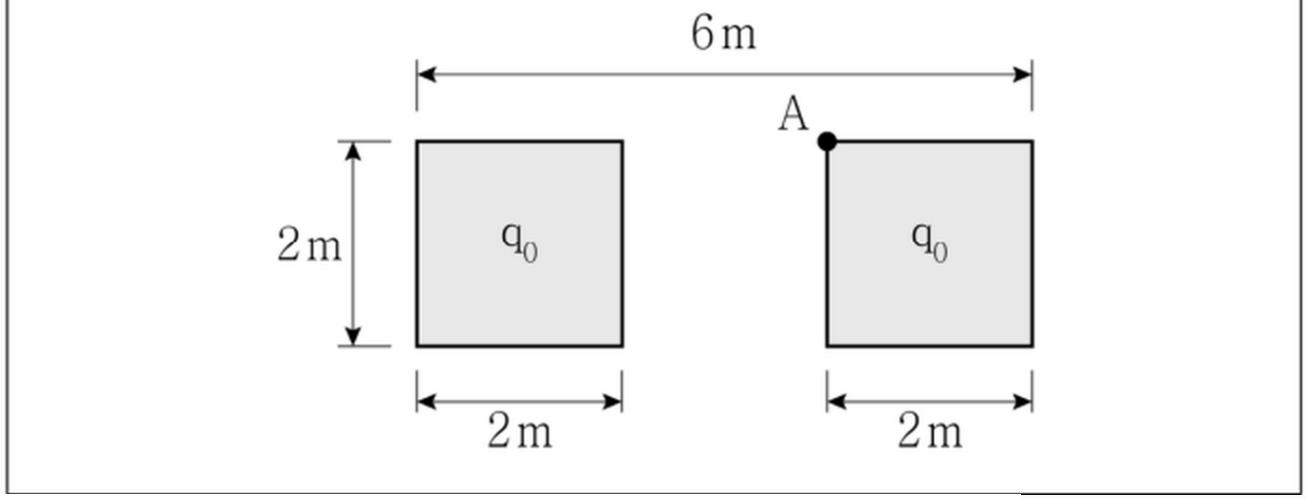
암기 포인트

오버코어링·플랫잭·수압파쇄는 응력, 슬레이킹은 풍화 내구성이다.

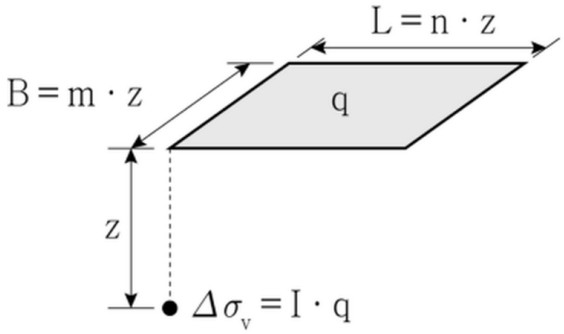
NoteBase

문 25. <그림>과 같이 등분포하중(q_0) 100kPa이 연성기초에 작용할 때, 지표면 A지점 아래 4m 깊이에서의 연직응력 증가량 [kPa]은? (단, m과 n값에 따른 영향계수 I는 <조건>과 같다)

<그 림>



<조 건>



m	n	I
0.5	0.5	0.08
0.5	1	0.12
1	1	0.18

① 6

② 12

③ 18

④ 24

정답 2번

NoteBase

출제 포인트

이 문제는 영향계수표와 중첩원리를 이용해 지표면 A점 아래 $4m$ 깊이에서의 연직응력 증가량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 등분포하중 $q_0 = 100kPa$, 각 재하 면적의 크기 $2m \times 2m$, A점 아래 깊이 $z = 4m$이다.
구해야 할 값은 A점 아래 $4m$에서의 총 연직응력 증가량이다.
주의할 조건은 두 재하 면적의 영향을 중첩해야 하고, 왼쪽 재하 면적은 큰 직사각형에서 작은 직사각형을 빼는 방식으로 계산해야 한다는 점이다.

사용할 공식

$\Delta\sigma_v = I \cdot q$
영향계수표는 직사각형 재하영역의 모서리 바로 아래 점에서의 연직응력 증가량을 구할 때 사용한다. 이 문제의 A점은 오른쪽 재하 정사각형의 모서리에 해당하고, 왼쪽 재하 정사각형은 A점을 기준으로 한 직사각형의 차로 분해할 수 있으므로 이 공식을 그대로 적용할 수 있다.

계산 과정

1. 오른쪽 정사각형은 A점을 모서리로 하는 $2m \times 2m$ 재하영역이다. 따라서 $m = B/z = 2/4 = 0.5$, $n = L/z = 2/4 = 0.5$ 이고 표에서 $I = 0.08$ 이다.
2. 오른쪽 정사각형에 의한 연직응력 증가는 $\Delta\sigma_{v1} = 0.08 \times 100 = 8kPa$ 이다.
3. 왼쪽 정사각형은 A점을 모서리로 하는 $4m \times 2m$ 직사각형에서 $2m \times 2m$ 직사각형을 뺀 영역으로 본다. 큰 직사각형은 $m = 2/4 = 0.5$, $n = 4/4 = 1$ 이므로 $I = 0.12$, 따라서 $0.12 \times 100 = 12kPa$ 이다. 여기서 겹치는 $2m \times 2m$ 부분의 $8kPa$를 빼면 왼쪽 정사각형의 기여분은 $4kPa$ 이다.
4. 총 연직응력 증가량은 $\Delta\sigma_v = 8 + 4 = 12kPa$ 이다.

선지 판단

1번 X: 연직응력 증가량은 $6kPa$가 아니라 $12kPa$이다. $6kPa$는 두 재하 면적의 중첩을 제대로 반영하지 못한 값이다.
2번 O: 오른쪽 정사각형이 $8kPa$, 왼쪽 정사각형이 $4kPa$를 기여하므로 총합은 $12kPa$이다.
3번 X: 연직응력 증가량은 $18kPa$가 아니라 $12kPa$이다. $18kPa$는 표의 $I = 0.18$을 그대로 곱한 값인데, 이는 $m = n = 1$인 경우에 해당하므로 이 문제의 재하 형상과 맞지 않는다.
4번 X: 연직응력 증가량은 $24kPa$가 아니라 $12kPa$이다. $24kPa$는 두 재하 면적 모두에 $I = 0.12$를 적용해 $12 + 12$로 더한 오산이며, A점에 인접한 오른쪽 정사각형은 $I = 0.08$을 써야 한다.

NoteBase

오답 포인트

왼쪽 정사각형을 독립된 $2m \times 2m$ 모서리 재하로 바로 넣으면 안 된다는 점이 함정이다. A점을 기준으로 보면 왼쪽 정사각형은 떨어진 영역이므로 큰 직사각형에서 작은 직사각형을 빼는 중첩 처리가 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

직사각형 재하에 대한 응력증가 문제는 먼저 관심점이 재하영역의 어느 모서리에 대응되는지 정하고, 그다음 $m = B/z$, $n = L/z$를 계산해 영향계수를 찾은 뒤, 떨어진 재하영역은 큰 도형과 작은 도형의 차로 분해해 중첩한다.

암기 포인트

모서리점 응력증가는 $\Delta\sigma_v = I \cdot q$, 떨어진 재하영역은 중첩으로 처리한다.

NoteBase