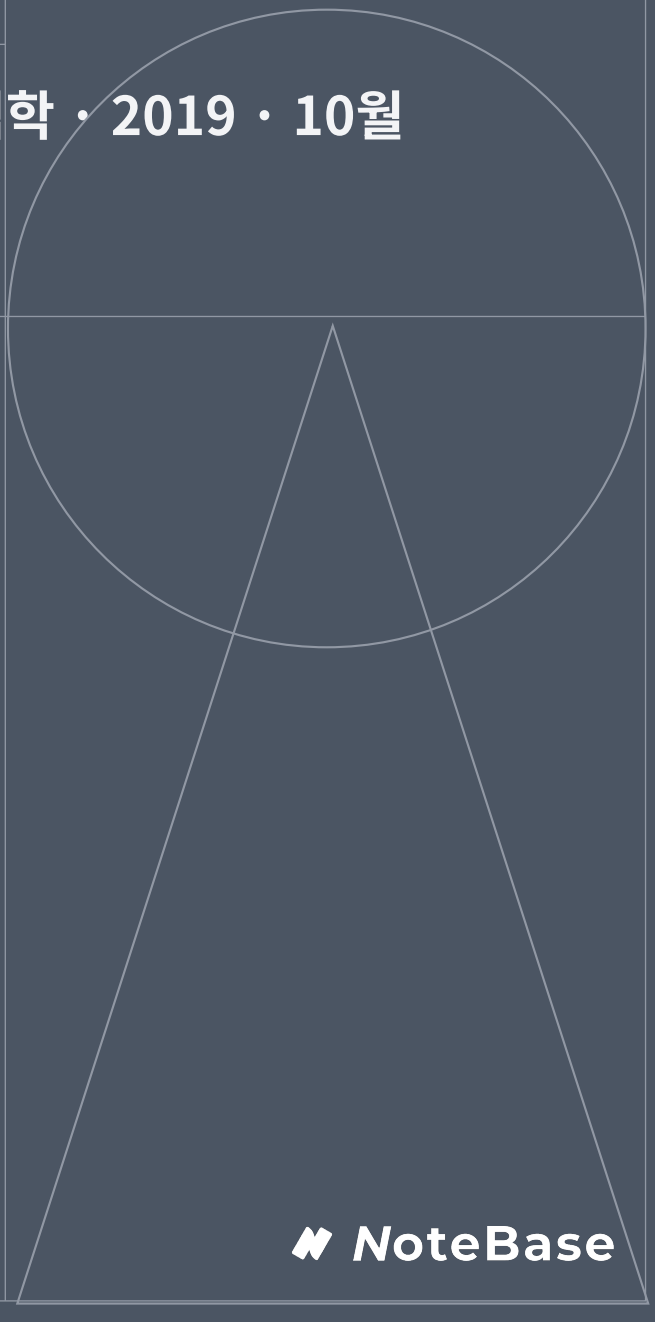
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월

문 1. 건조된 흙 시료 500g을 사용하여 체분석시험을 수행한 결과가 아래 제시된 표와 같을 때, 유효입경(D_{10}), 균등계수(C_u), 곡률계수(C_c)를 각각 구한 값은?

체 직경(mm)	각 체에 남아 있는 흙의 무게(g)
4.0	0
2.0	50
1.6	100
1.2	50
0.8	100
0.4	50
0.1	100
0.075	50

① 0.1mm, 12, 1.33

② 1.2mm, 5.6, 1.2

③ 2.0mm, 0.4, 1.67

④ 2.0mm, 1.0, 2.4

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 체분석 결과에서 누가 잔류량과 누가 통과율을 구한 뒤 D_{10}, C_u, C_c를 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

건조 시료는 500 g이다.
각 체의 누가 잔류량은 4.0mm부터 차례로 0, 50, 150, 200, 300, 350, 450, 500 g이다.
누가 통과율은 4.0mm부터 차례로 100, 90, 70, 60, 40, 30, 10, 0%이다.
따라서 $D_{10} = 0.1mm$, $D_{30} = 0.4mm$, $D_{60} = 1.2mm$이다.

사용할 공식

균등계수는 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$, 곡률계수는 $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 체분석표에서 바로 구한 D_{10}, D_{30}, D_{60}으로 입도분포의 퍼짐 정도와 곡선 형상을 판단하기 때문이다.

계산 과정

1. 500 g 기준으로 누가 통과율을 계산하면 0.1mm 체에서 통과율이 10%이므로 $D_{10} = 0.1mm$이다.
2. 0.4mm 체에서 통과율이 30%이므로 $D_{30} = 0.4mm$, 1.2mm 체에서 통과율이 60%이므로 $D_{60} = 1.2mm$이다.
3. $C_u = \frac{1.2}{0.1} = 12$이다.
4. $C_c = \frac{0.4^2}{1.2 \times 0.1} = \frac{0.16}{0.12} = 1.33$이다.

선지 판단

1번: O. $D_{10} = 0.1mm$, $C_u = 12$, $C_c = 1.33$으로 계산되므로 제시값이 모두 맞다.
2번: X. 1.2mm는 D_{60}이지 D_{10}이 아니다. 유효입경은 0.1mm로 고쳐야 하고, 이에 따라 균등계수와 곡률계수도 각각 12와 1.33으로 고쳐야 한다.
3번: X. 2.0mm에서의 통과율은 90%이므로 2.0mm를 D_{10}으로 둘 수 없다. 또한 $C_u = 0.4$는 $D_{60} > D_{10}$인 입도분포에서 나올 수 없는 값이므로, 정정값은 $D_{10} = 0.1mm$, $C_u = 12$, $C_c = 1.33$이다.
4번: X. 2.0mm는 유효입경이 아니라 90% 통과 지름이다. $C_u = 1.0$이면 D_{60}과 D_{10}이 같다는 뜻인데, 이 표에서는 $D_{60} = 1.2mm$, $D_{10} = 0.1mm$이므로 성립하지 않는다. 정정값은 $D_{10} = 0.1mm$, $C_u = 12$, $C_c = 1.33$이다.

오답 포인트

잔류량 표를 그대로 D_{10}, D_{30}, D_{60}에 대응시키면 틀린다. 먼저 누가 잔류량을 구하고 이를 500 g으로 나누어 누가 통과율로 바꾼 뒤 10%, 30%, 60%에 해당하는 체 직경을 읽어야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

체분석 계산형은 누가 잔류량 정리 -> 누가 통과율 계산 -> D_{10}, D_{30}, D_{60} 판독 -> C_u, C_c 대입 순서로 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

D_{10}은 10% 통과 입경, $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$, $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}}$이다.

NoteBase

문 2. 지하수위가 지표면과 일치하는 사질토 지반의 지표에 접지압이 100kN/m^2인 콘크리트 구조물 $10\text{m} \times 10\text{m}$이 위치할 계획이다. 구조물 중앙에서 10m 아래 지점의 연직유효응력[kN/m^2]으로 가장 옳은 것은? (단, 사질토의 포화단위중량은 20kN/m^3이며, 물의 단위중량은 10kN/m^3, 응력증가량은 2:1 방법으로 계산한다.)

① 50

② 75

③ 100

④ 125

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 포화 사질토에서 초기 유효응력과 2:1 방법에 따른 응력증가량을 합쳐 연직유효응력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 접지압은 $q = 100kN/m^2$이다.
- 구조물 크기는 $10m \times 10m$이다.
- 깊이는 $z = 10m$이다.
- 포화단위중량은 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$이다.
- 물의 단위중량은 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.

구해야 할 값:
- 구조물 중앙에서 10m 아래 지점의 연직유효응력이다.

주의할 조건:
- 지하수위가 지표면과 같으므로 초기 유효응력은 잠긴단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$로 계산한다.
- 응력증가량은 2:1 방법으로 계산한다.

NoteBase

사용할 공식

$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$
$\sigma'_{v0} = \gamma' z$
$\Delta\sigma_z = q\frac{BL}{(B+z)(L+z)}$
$\sigma'_v = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma_z$
이 공식을 쓰는 이유:
지표면 등분포하중이 깊이와 함께 2:1로 분산된다고 보므로 응력증가량은 확산된 면적으로 나누어 계산한다.
사질토에서는 하중 증가분을 장기적으로 유효응력 증가분으로 본다.

계산 과정

1. 잠긴단위중량은 $\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.
2. 초기 연직유효응력은 $\sigma'_{v0} = 10 \times 10 = 100kN/m^2$이다.
3. 2:1 방법에 따른 깊이 10m에서의 응력증가량은
$\Delta\sigma_z = 100 \times \frac{10 \times 10}{(10+10)(10+10)} = 100 \times \frac{100}{400} = 25kN/m^2$
이다.
4. 따라서 연직유효응력은
$\sigma'_v = 100 + 25 = 125kN/m^2$
이다.

선지별 해설

① X
- 계산값은 $125kN/m^2$이므로 50은 맞지 않는다.
- 연직유효응력은 50이 아니라 초기 유효응력 100에 응력증가량 25를 더한 125이다.
② X
- 계산값은 $125kN/m^2$이므로 75는 맞지 않는다.
- 75는 하중 증가분을 잘못 빼거나 초기 유효응력을 잘못 잡았을 때 나올 수 있는 값이며, 올바른 값은 125이다.
③ X
- $100kN/m^2$은 구조물 설치 전 초기 유효응력만 반영한 값이다.
- 구조물 하중에 따른 응력증가량 $25kN/m^2$을 더해야 하므로 연직유효응력은 100이 아니라 125이다.
④ O
- 초기 유효응력 $100kN/m^2$에 2:1 방법으로 구한 응력증가량 $25kN/m^2$을 더하면 $125kN/m^2$이다.
- 따라서 ④가 옳다.

NoteBase

오답 포인트

지하수위가 지표면에 있으므로 전체단위중량 $20kN/m^3$을 그대로 쓰면 안 된다. 먼저 잠긴단위중량 $\gamma' = 10kN/m^3$으로 초기 유효응력을 구하고, 그다음 구조물 하중에 따른 응력증가량만 추가해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

사질토 유효응력 계산문제는 먼저 지하수위 위치를 보고 γ_{sat}, γ_w, γ' 중 무엇을 쓸지 정한 뒤, 초기 유효응력과 외부하중에 의한 응력증가량을 분리해서 계산하면 된다.

암기 포인트

지하수위 아래 초기 유효응력은 $\gamma' z$이고, 등분포하중에 의한 추가응력은 따로 계산하여 더한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월

문 3. 다음 중 연약지반개량공법이 아닌 것은?

① 바이브로플로테이션(Vibroflotation) 공법

② 리버스서큘레이션(Reverse Circulation Drilling) 공법

③ 전기삼투(Electro-Osmosis) 공법

④ 페이퍼드레인(Paper Drain) 공법

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 연약지반개량공법과 일반 굴착·시추공법을 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

연약지반개량공법은 연약한 지반의 강도 증대, 압밀 촉진, 배수 개선을 목적으로 지반 자체의 성질을 바꾸는 공법이다.
바이브로플로테이션은 진동으로 느슨한 사질지반을 다져 밀도를 높이는 공법이다.
전기삼투는 점토지반에 전류를 흘려 간극수를 이동시켜 탈수와 강도 증가를 유도하는 공법이다.
페이퍼드레인은 연직배수재를 넣어 압밀배수를 빠르게 하는 공법이다.
리버스서큘레이션 드릴링은 지반을 개량하는 공법이 아니라 대구경 굴착·시추에 쓰이는 굴착공법이다.

선지별 해설

1번 O: 바이브로플로테이션은 포화된 느슨한 사질지반에 진동을 가해 재배열과 치밀화를 유도하는 대표적인 지반개량공법이다.
2번 X: 틀린 부분은 연약지반개량공법으로 본 점이다. 리버스서큘레이션 드릴링은 굴착토를 역순환으로 배출하는 시추·굴착공법이며, 올바르게는 연약지반개량공법이 아니라 대구경 말뚝공이나 우물기초 시공 등에 쓰이는 굴착공법이다.
3번 O: 전기삼투는 투수성이 매우 작은 점토질 연약지반에서 전기장을 이용해 물을 이동시켜 탈수와 압밀을 촉진하므로 연약지반개량공법에 해당한다.
4번 O: 페이퍼드레인은 연직배수재를 설치해 배수거리를 줄이고 압밀침하를 빨리 끝내는 공법이므로 연약점토지반 개량에 사용된다.

오답 포인트

2번은 영어 명칭이 길어 개량공법처럼 보이지만 실제로는 지반의 성질을 바꾸는 공법이 아니라 굴착 방법이다. 공법 이름만 보고 판단하면 틀리기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

연약지반개량공법인지 판단할 때는 지반의 밀도·배수·압밀·강도를 개선하는지가 기준이 된다. 목적이 굴착, 시추, 토사 배출이면 개량공법이 아니라 시공·굴착공법으로 본다.

암기 포인트

진동다짐은 바이브로, 배수촉진은 페이퍼드레인, 전류탈수는 전기삼투, 역순환은 굴착공법이다.

NoteBase

문 4. 무리말뚝의 무리효율에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 말뚝의 시공방법 및 시공순서에 영향을 받는다.

② 시공 후 경과 시간에 따라 무리효율이 변한다.

③ 느슨한 사질토의 경우 무리효율은 말뚝 수가 많을수록 증가한다.

④ 말뚝캡에는 영향을 받지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 무리말뚝의 무리효율이 시공조건, 시간효과, 지반조건, 말뚝캡 조건에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

무리효율은 여러 말뚝을 한 무리로 사용할 때의 전체 지지력을 단일 말뚝 지지력의 합과 비교한 값으로, $\eta_g = Q_g/(nQ_1)$이다. 말뚝 간격, 시공방법과 시공순서, 지반의 조밀·느슨함, 시공 후 시간 경과에 따른 지반 재배열, 말뚝캡의 구속 조건에 따라 값이 달라진다.

선지별 해설

① O

말뚝의 시공방법과 시공순서는 주변 지반을 다지거나 교란하는 정도를 바꾸므로 무리효율에 영향을 준다.

② O

시공 직후와 시간이 지난 뒤의 지반 상태가 같지 않으므로 무리효율도 변할 수 있다. 점토에서는 재압밀, 사질토에서는 재배열 효과가 반영된다.

③ O

느슨한 사질토에서는 말뚝 시공으로 주변 흙이 다져져 무리 전체의 지지력이 커질 수 있다. 따라서 말뚝 수가 늘어나 다짐 영향이 누적되면 무리효율이 증가하는 경향을 보일 수 있다.

④ X

틀린 부분은 "말뚝캡에는 영향을 받지 않는다"이다.

실제로는 말뚝캡의 강성, 연결 상태, 하중 분배 방식도 무리말뚝의 거동과 무리효율에 영향을 준다.

NoteBase

오답 포인트

무리효율을 말뚝 간격만의 문제로 좁게 외우면 ④를 놓치기 쉽다. 무리효율은 지반과 시공의 영향뿐 아니라 상부에서 말뚝을 묶는 캡의 구속 조건까지 함께 보는 개념이다.

다시 나오면 이렇게 판단

무리효율 문제는 말뚝 상호간 간섭, 시공에 따른 지반 변화, 시간 경과 효과, 말뚝캡의 구속을 한 묶음으로 점검한다. 이 요소들 가운데 어느 하나도 영향이 없다고 단정하는 선지는 오답 가능성이 크다.

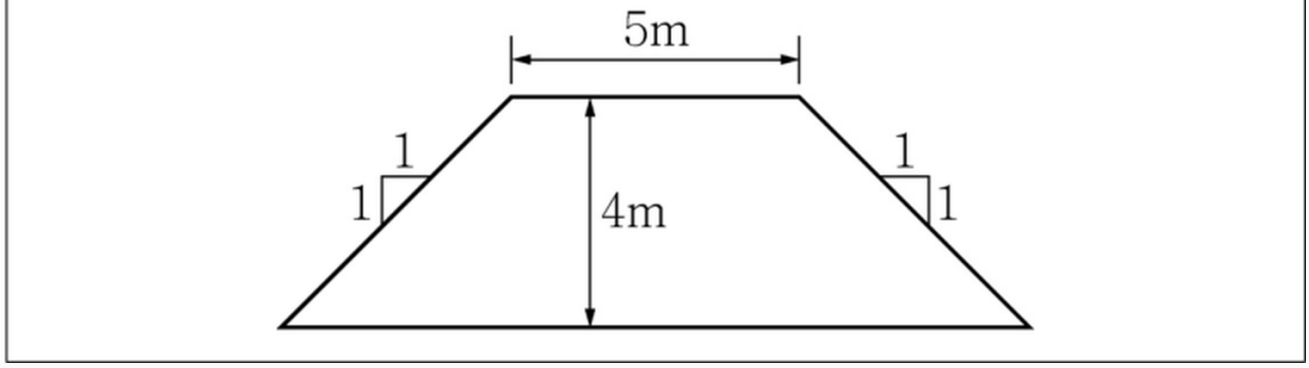
암기 포인트

무리효율은 간격만이 아니라 시공법·시간효과·지반조건·말뚝캡의 영향을 함께 받는다.

NoteBase

문 5. <보기>와 같은 단면의 성토체를 10m 길이로 건설할 때 토취장에서 채취해야 하는 토공량[m^3]은? (단, 성토체 흙의 간극비는 0.5, 토취장 흙의 간극비는 0.7이다.)

<보기>



① 214

② 340

③ 408

④ 500

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 사다리꼴 단면으로 성토체 체적을 구한 뒤, 간극비를 이용해 흙입자 체적을 같게 두고 토취장 체적으로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 상부 폭 5m, 높이 4m, 비탈면 기울기 1:1, 성토체 길이 10m, 성토체 간극비 $e_f = 0.5$, 토취장 흙의 간극비 $e_b = 0.7$이다.
구해야 할 값: 토취장에서 채취해야 하는 토공량 m^3이다.
주의할 조건: 성토체 체적과 토취량은 같지 않고, 두 상태에서 흙입자 체적 V_s는 같게 보아야 한다.

사용할 공식

사다리꼴 단면적은 $A = \frac{(B+b)h}{2}$이다. 전체 체적은 $V = A \times L$이다. 간극비는 $e = \frac{V_v}{V_s}$이므로 전체 체적은 $V = V_s(1+e)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제는 성토체와 토취장 흙의 간극비가 서로 다르므로, 먼저 성토 후 상태의 전체 체적에서 흙입자 체적을 구한 뒤 토취장 상태의 전체 체적으로 다시 환산해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 비탈면이 좌우 각각 1:1이고 높이가 4m이므로 하부 폭은 $5 + 4 + 4 = 13m$이다.
2. 단면적은 $A = \frac{(5+13)\times 4}{2} = 36m^2$이다.
3. 성토체 체적은 $V_f = 36 \times 10 = 360m^3$이다.
4. 성토체의 흙입자 체적은 $V_s = \frac{360}{1+0.5} = 240m^3$이다.
5. 토취장 상태의 전체 체적은 $V_b = 240(1 + 0.7) = 408m^3$이다.

선지별 해설

① X: 214는 토취장 흙의 간극비 0.7만으로 전체 체적을 나누는 식처럼 잘못 처리한 값에 가깝다. 이 문제는 먼저 성토체 체적 360에서 흙입자 체적을 구한 뒤 다시 토취장 간극비를 곱해 전체 체적으로 환산해야 하므로 214가 될 수 없다. 올바르게는 토취량이 $408m^3$이다.
② X: 340은 단면적 또는 체적을 잘못 계산한 값이다. 하부 폭은 13m이므로 단면적은 $36m^2$이고, 성토체 체적만 해도 $360m^3$이다. 토취량은 간극비 차이 때문에 성토체 체적보다 더 커져야 하므로 340은 성립하지 않는다. 올바르게는 $408m^3$이다.
③ O: 성토체 체적 $360m^3$에서 흙입자 체적은 $360/1.5 = 240m^3$이고, 이를 토취장 상태로 바꾸면 $240 \times 1.7 = 408m^3$이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
④ X: 500은 간극비 환산을 과대 적용한 값이다. 이 문제는 간극비를 그대로 더하거나 곱하는 것이 아니라 $V = V_s(1 + e)$ 관계로 단계별 환산해야 한다. 올바르게는 토취량이 $408m^3$이다.

오답 포인트

많이 틀리는 지점은 성토체 체적 $360m^3$을 바로 토취량으로 보거나, 간극비 e를 공극률처럼 다루는 점이다. 특히 $V = V_s(1 + e)$에서 흙입자 체적을 한 번 거쳐야 한다는 점을 놓치면 ②나 ④ 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

성토와 토취의 상태가 다르면 전체 체적을 바로 비교하지 않고, 먼저 단면적으로 성토체 체적을 구한 뒤 $V_s = \frac{V}{1+e}$로 흙입자 체적을 만든 다음 목표 상태의 $V = V_s(1 + e)$로 다시 환산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

간극비가 다른 흙의 체적 환산은 전체 체적 비교가 아니라 $V \leftrightarrow V_s \leftrightarrow V$ 순서로 처리한다.

NoteBase

문 6. 일차원 압밀실험과 같이 횡방향 변형을 구속하고 축하중을 가하는 실험을 수행하였다. 이러한 실험에 대한 응력경로(p-q diagram)의 기울기로 가장 옳은 것은? (단, $p = \frac{\sigma_v + \sigma_h}{2}$, $q = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{2}$이다.)

① $\frac{1}{1+K_0}$
② $\frac{1}{1-K_0}$
③ $\frac{1+K_0}{1-K_0}$
④ $\frac{1-K_0}{1+K_0}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 일차원 압밀 상태에서 K_0 조건을 이용해 $p-q$ 응력경로의 기울기 q/p를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 조건: 횡방향 변형이 구속된 일차원 압밀 상태이다.
- 응력 관계: $K_0 = \sigma_h/\sigma_v$이므로 $\sigma_h = K_0\sigma_v$이다.
- 구해야 할 값: $p-q$ diagram에서의 기울기이다.
- 정의: $p = (\sigma_v + \sigma_h)/2$, $q = (\sigma_v - \sigma_h)/2$이다.

사용할 공식

$p = \frac{\sigma_v + \sigma_h}{2}, \quad q = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{2}$
$\sigma_h = K_0\sigma_v$
이 공식을 쓰는 이유는 일차원 압밀에서 수평응력이 수직응력에 대해 K_0 비로 따라가므로, p와 q를 모두 σ_v와 K_0로 표현하면 응력경로의 기울기 q/p를 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $\sigma_h = K_0\sigma_v$를 p 식에 대입하면
$p = \frac{\sigma_v + K_0\sigma_v}{2} = \frac{(1+K_0)\sigma_v}{2}$
2. 같은 방법으로 q 식에 대입하면
$q = \frac{\sigma_v - K_0\sigma_v}{2} = \frac{(1-K_0)\sigma_v}{2}$
3. 따라서 응력경로의 기울기는
$\frac{q}{p} = \frac{(1-K_0)\sigma_v/2}{(1+K_0)\sigma_v/2} = \frac{1-K_0}{1+K_0}$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- $\frac{1}{1+K_0}$는 q 식의 분자에 있어야 할 $1-K_0$를 빠뜨린 값이다. 기울기는 $\frac{1}{1+K_0}$가 아니라 $\frac{1-K_0}{1+K_0}$이다.

② X
- $\frac{1}{1-K_0}$는 분모·분자를 모두 잘못 본 값이다. q/p는 역수가 아니라 $\frac{1-K_0}{1+K_0}$이다.

③ X
- $\frac{1+K_0}{1-K_0}$는 정답식의 역수이다. p를 q로 나눈 p/q를 구하면 이런 형태가 되지만, 문제는 $p-q$ diagram의 기울기 q/p를 묻고 있다.

④ O
- $\sigma_h = K_0\sigma_v$를 대입하면 $p = \frac{(1+K_0)\sigma_v}{2}$, $q = \frac{(1-K_0)\sigma_v}{2}$이므로 기울기는 $\frac{q}{p} = \frac{1-K_0}{1+K_0}$이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 p와 q의 정의를 서로 뒤집거나, 기울기를 q/p가 아니라 p/q로 계산하는 데 있다. 또한 $q = (\sigma_v - \sigma_h)/2$에서 분자의 $1-K_0$를 빠뜨리면 ①처럼 단순화된 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

일차원 압밀의 $p-q$ 경로 문제는 먼저 $\sigma_h = K_0\sigma_v$를 세운 뒤, p와 q를 각각 σ_v로 정리하고 마지막에 q/p인지 p/q인지 확인하면 된다.

암기 포인트

일차원 압밀 K_0 경로는 $p = \frac{1+K_0}{2}\sigma_v$, $q = \frac{1-K_0}{2}\sigma_v$이므로 기울기 $q/p = \frac{1-K_0}{1+K_0}$이다.

NoteBase

문 7. 지표면까지 포화된 사질토 지반(포화단위중량=$20kN/m^3$)에 근입깊이가 $2m$인 정사각형기초 ($1m \times 1m$)의 극한 지지력 $[kN/m^2]$은? (단, Terzaghi의 지지력 공식 $q_{ult} = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$와 $N_c = 40$, $N_q = 25$, $N_\gamma = 22$를 사용하며 물의 단위중량은 $10kN/m^3$이고 지하수위는 지표면과 일치한다.)

① 588

② 610

③ 1,088

④ 1,176

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 지하수위가 지표면과 일치하는 사질토 지반에서 Terzaghi 지지력 공식에 사용할 유효상재압과 유효단위중량을 적용해 극한지지력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값
- 근입깊이: $D_f = 2m$
- 기초폭: $B = 1m$
- 포화단위중량: $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$
- 물의 단위중량: $\gamma_w = 10kN/m^3$
- 지하수위: 지표면
- 사질토이므로 $c = 0$

주의할 조건
- 지하수위가 지표면이므로 q와 γ에는 유효단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 10kN/m^3$를 사용한다.
- 기초 면적이 $1m \times 1m$이므로 지지력 단위 kN/m^2 값이 그대로 선택지와 비교된다.

사용할 공식

$q_{ult} = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$

사질토에서는 점착력 $c = 0$이므로 첫째 항은 0이 된다. 또한 지하수위가 지표면과 일치하므로 상재압 q와 셋째 항의 γ에는 모두 유효단위중량을 써야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 유효단위중량을 구하면 $\gamma' = 20 - 10 = 10kN/m^3$이다.
2. 기초저면의 유효상재압은 $q = \gamma' D_f = 10 \times 2 = 20kN/m^2$이다.
3. 이를 공식에 대입하면

$q_{ult} = 1.3(0)(40) + (20)(25) + 0.4(10)(1)(22)$

$= 0 + 500 + 88 = 588kN/m^2$

따라서 극한지지력은 $588kN/m^2$이다.

선지별 해설

① O

- 계산 결과가 $588kN/m^2$이므로 정답이다.

② X

- 610이라는 값은 주어진 조건을 대입한 결과와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 '610\,kN/m^2'이다. 올바르게는 '588\,kN/m^2'이다.

③ X

- 1,088이라는 값은 사질토에서 $c = 0$인 조건이나 지하수위 보정을 반영한 계산값과 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 '1,088\,kN/m^2'이다. 올바르게는 '588\,kN/m^2'이다.

④ X

- 1,176이라는 값은 구한 극한지지력 $588kN/m^2$을 두 배로 본 값에 가깝지만, 문제는 지지력 자체를 묻고 있으므로 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 '1,176\,kN/m^2'이다. 올바르게는 '588\,kN/m^2'이다.

오답 포인트

지하수위가 지표면에 있을 때 포화단위중량 $20kN/m^3$을 그대로 쓰면 안 된다는 점이 핵심이다. 이 문항은 사질토이므로 $c = 0$을 놓치거나, $q = \gamma D_f$ 계산에서 유효단위중량 대신 포화단위중량을 넣는 실수를 노린다.

다시 나오면 이렇게 판단

사질토 지지력 계산문제는 먼저 $c = 0$ 여부를 확인하고, 다음으로 지하수위 위치를 보고 q와 γ에 총단위중량이 아니라 유효단위중량을 쓸지 결정한 뒤 공식을 대입하면 된다.

암기 포인트

사질토 + 지하수위가 지표면이면 $c = 0, q = \gamma' D_f, \gamma = \gamma'$로 정리된다.

NoteBase

문 8. 점성토의 구조에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 점토시료가 완전히 교란되면 이산구조가 되면서 흙의 전단강도가 감소한다.

② 점토입자가 퇴적될 때 담수보다 해수에서 훨씬 더 이산화되기 쉽다.

③ 일반적으로 점토입자의 이중층의 두께가 얇을 때에는 이산화되기 쉽다.

④ 점성토를 최적함수비의 건조 측에서 다지면 입자구조가 이산화되기 쉽다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 점성토의 이산구조와 면모구조가 어떤 조건에서 형성되는지, 그리고 그 구조 변화가 전단강도에 어떤 영향을 주는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이산구조는 점토 입자가 서로 비교적 평행하게 배열된 구조로, 교란되거나 함수비가 큰 상태에서 나타나기 쉽다. 면모구조는 점토 입자의 면과 모서리가 맞물린 구조로, 해수 중 퇴적이나 최적함수비 건조 측 다짐처럼 이중층 반발이 줄어드는 조건에서 잘 형성된다.
결정 차이축은 이중층의 두께와 입자 간 반발력이다. 이중층이 두꺼우면 이산화되기 쉽고, 얇아지면 면모화되기 쉽다.

선지별 해설

① O: 점토시료가 완전히 교란되면 원래의 구조적 결합이 무너져 재성형된 이산구조에 가까워지기 쉽다. 구조적 맞물림이 줄어들므로 전단강도도 감소한다.
② X: 틀린 부분은 "담수보다 해수에서 훨씬 더 이산화되기 쉽다"이다. 실제로는 해수에서는 전해질 농도가 높아 점토 입자의 이중층이 압축되어 면모구조가 되기 쉽고, 담수에서 상대적으로 이산구조가 되기 쉽다.
③ X: 틀린 부분은 "이중층의 두께가 얇을 때에는 이산화되기 쉽다"이다. 실제로는 이중층이 두꺼울수록 입자 간 반발력이 커져 이산화되기 쉽고, 이중층이 얇아질수록 면모화되기 쉽다.
④ X: 틀린 부분은 "최적함수비의 건조 측에서 다지면 입자구조가 이산화되기 쉽다"이다. 실제로는 건조 측 다짐에서는 면모구조가 나타나기 쉽고, 습윤 측 다짐에서 이산구조가 나타나기 쉽다.

오답 포인트

해수와 담수, 건조 측과 습윤 측, 이중층이 얇을 때와 두꺼울 때를 서로 반대로 외우면 틀리기 쉽다. 이 문항은 ②, ③, ④에서 모두 같은 축을 뒤집어 놓고 이산구조와 면모구조를 바꿔 묻는 함정을 사용한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

점성토 구조 문제는 먼저 이중층이 두꺼워지는지 얇아지는지를 본다. 이중층이 두꺼워져 반발력이 커지면 이산구조, 이중층이 압축되어 반발력이 줄면 면모구조로 판단하면 된다. 다짐 문제에서는 건조 측은 면모구조, 습윤 측은 이산구조로 연결하면 된다.

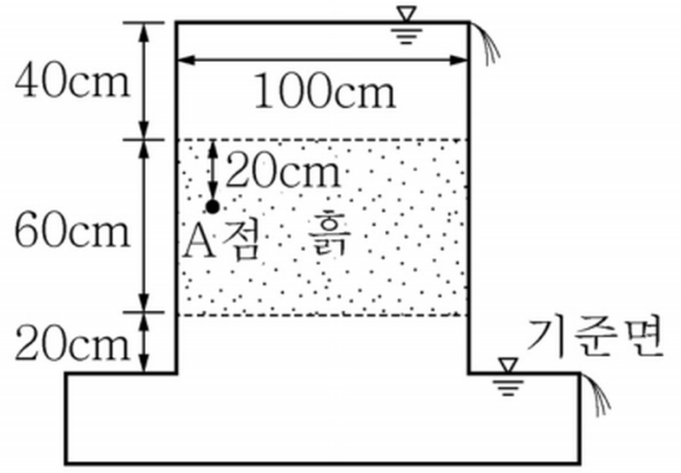
암기 포인트

담수·습윤·이중층 두꺼움은 이산구조, 해수·건조·이중층 얇음은 면모구조이다.

NoteBase

문 9. <보기>와 같이 물이 위에서 아래쪽으로 흐르고 있다. A점에서의 유효응력[kN/m^2] 값은? (단, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이고, 흙의 포화단위중량은 20kN/m^{3}이다.)

<보기>



① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 하향 침투가 있는 포화지반에서 전체수두 분포를 이용해 A점의 간극수압을 구한 뒤, $\sigma' = \sigma_v - u$로 유효응력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 상부 자유수면에서 흙 윗면까지 물 깊이는 40cm이다.
- 흙층 두께는 60cm이다.
- A점은 흙 윗면에서 아래로 20cm 지점이다.
- 물의 단위중량은 $10kN/m^3$, 포화단위중량은 $20kN/m^3$이다.
- 물은 위에서 아래로 흐르므로 하향 침투 상태이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월

사용할 공식

$\sigma' = \sigma_v - u$
$u = \gamma_w h_p$
$h = z + h_p$

이 공식을 쓰는 이유:
유효응력은 전체응력에서 간극수압을 뺀 값이다. 이 문항은 침투가 있으므로 A점의 간극수압을 정수압으로 두지 않고, 전체수두의 선형 분포에서 압력수두를 먼저 구해야 한다.

계산 과정

1. 그림의 기준면을 하부 자유수면으로 두면 상부 자유수면의 전체수두는 $1.2m$이고, 하부의 전체수두는 $0m$이다.
2. 흙층 두께 $0.6m$에서 수두차 $1.2m$가 감소하므로 수리경사는 $i = 1.2/0.6 = 2$이다.
3. A점은 흙 윗면에서 0.2m 아래이므로 상부에서 A점까지의 수두손실은 $2 \times 0.2 = 0.4m$이다. 따라서 A점의 전체수두는 $1.2 - 0.4 = 0.8m$이다.
4. A점의 위치수두는 기준면 위 $0.6m$이므로 압력수두는 $0.8 - 0.6 = 0.2m$이다. 따라서 간극수압은 $u = 10 \times 0.2 = 2kN/m^2$이다.
5. A점의 전체응력은 위 물 0.4m와 포화토 0.2m의 자중을 합해 $\sigma_v = 10 \times 0.4 + 20 \times 0.2 = 8kN/m^2$이다.
6. 따라서 유효응력은 $\sigma' = 8 - 2 = 6kN/m^2$이다.

선지별 해설

① X
- 2는 A점의 간극수압 u만 구한 값이거나, 유효응력을 잘못 간극수압과 혼동한 값이다. 이 문항이 묻는 것은 유효응력이므로 올바른 값은 6이다.

② X
- 4는 상부의 물 40cm가 만드는 전체응력 4를 누락하거나, 침투에 따른 수두 분포를 중간에서 잘못 끊었을 때 나오는 값이다. A점의 전체응력은 8이고 간극수압은 2이므로 올바른 값은 6이다.

③ O
- 하향 침투로 A점의 간극수압이 정수압 상태보다 작아진다. 계산하면 $u = 2kN/m^2$, $\sigma_v = 8kN/m^2$이므로 $\sigma' = 6kN/m^2$가 되어 맞다.

④ X
- 8은 전체응력 σ_v만 구하고 간극수압을 빼지 않은 값이다. 유효응력은 전체응력에서 간극수압 2를 뺀 값이므로 올바르게는 6이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항의 함정은 A점이 포화토 내부에 있어도 간극수압을 단순히 상부 자유수면까지의 정수압으로 두면 안 된다는 점이다. 하향 침투에서는 간극수압이 감소해 유효응력이 커진다. 또 8처럼 전체응력을 그대로 답으로 고르는 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

침투가 있는 유효응력 문제는 먼저 전체수두의 시작점과 끝점을 잡고, 그다음 관심점의 압력수두를 구한 뒤, 마지막에 $\sigma' = \sigma_v - u$ 순서로 계산하면 된다. 물은 위에서 아래로 흐르면 유효응력이 증가하고, 아래에서 위로 흐르면 유효응력이 감소한다.

암기 포인트

하향 침투는 간극수압 감소, 유효응력 증가이다.

NoteBase

문 10. <보기>에서 제시한 지반조사에 대한 일반적인 사항 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 삼축압축시험, 압밀시험 및 투수시험을 수행하기 위해서는 스플릿 스푼(split-spoon)을 이용하여 시료를 채취하여야 한다.
ㄴ. 표준관입시험을 수행하여 시험결과를 “50/10”으로 표기하였다면, 이는 10회 타격하여 50cm를 관입하였다는 것을 의미한다.
ㄷ. 베인전단시험은 십자형의 베인을 시추공 바닥까지 내린 다음, 지중에 압입시킨 후 회전시켜 저항치를 측정하는 시험으로, 주로 사질토의 내부마찰각을 추정하는 데 사용한다.
ㄹ. 콘 관입시험으로부터 콘 관입저항치 q_c와 마찰저항력 f_c를 획득하고, 이를 이용하여 연속성 있는 지반의 구성 상태를 알 수 있다.

① ㄹ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

교란시료와 불교란시료의 용도, 표준관입시험 결과 표기, 베인전단시험과 콘관입시험의 적용 대상과 산정값을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

스플릿 스푼은 표준관입시험에 쓰는 교란시료 채취기이며, 압밀시험·투수시험처럼 원지반 상태 보존이 중요한 시험에는 보통 불교란시료가 필요하다.
표준관입시험의 50/10 표기는 50회 타격에 10cm 관입을 뜻하므로 매우 조밀하거나 단단한 지반을 의미한다.
베인전단시험은 연약한 점성토의 비배수전단강도를 구하는 시험이고, 콘관입시험은 q_c와 마찰저항력 f_c를 연속적으로 측정하여 지층 구성을 파악하는 시험이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월

선지별 해설

① O

- ㄹ만 옳다. 콘관입시험은 콘 관입저항치 q_c와 마찰저항력 f_c를 연속적으로 얻어 지층의 연속적인 구성 상태를 파악할 수 있으므로 맞다.

② X

- ㄱ이 틀렸으므로 오답이다. 스플릿 스푼 시료는 교란시료라서 압밀시험과 투수시험에 적합하지 않다.
- 올바르게는 'ㄹ만 옳다'이다.

③ X

- ㄴ과 ㄷ이 모두 틀렸으므로 오답이다. 50/10은 10회 타격으로 50cm 관입이 아니라 50회 타격에 10cm 관입을 뜻한다.
- 베인전단시험은 사질토의 내부마찰각 추정이 아니라 연약 점성토의 비배수전단강도 평가에 주로 쓴다.
- 올바르게는 'ㄹ만 옳다'이다.

④ X

- ㄱ, ㄴ, ㄷ이 틀렸으므로 오답이다. ㄱ은 스플릿 스푼을 불교란시료 채취기처럼 본 점이 틀렸고, ㄴ은 표준관입시험 결과 표기를 거꾸로 해석한 점이 틀렸으며, ㄷ은 베인전단시험의 적용 지반과 산정값을 잘못 적었다.
- 올바르게는 'ㄹ만 옳다'이다.

오답 포인트

스플릿 스푼이 시료 채취기라는 이유만으로 모든 실내시험용 시료 채취에 적합하다고 일반화하거나, 50/10을 타격수와 관입량의 순서를 거꾸로 읽거나, 베인전단시험을 사질토 시험으로 착각하면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

지반조사 문제는 먼저 교란시료인지 불교란시료인지, 다음으로 현장시험이 무엇을 측정하는지, 마지막으로 시험 결과 표기의 앞뒤 순서를 확인하면 판단이 정리된다. 압밀·투수는 불교란시료, 베인은 연약점토의 전단강도, 콘관입은 연속 지층판정으로 연결하면 된다.

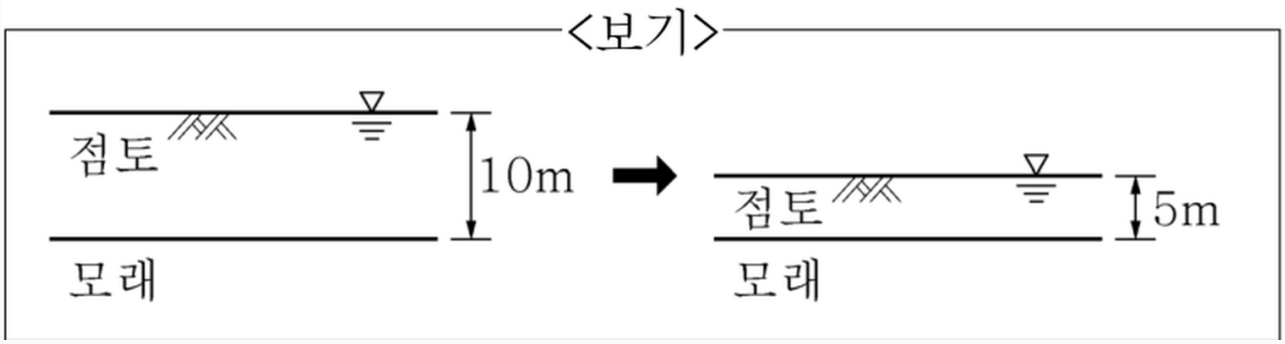
암기 포인트

스플릿 스푼은 SPT용 교란시료, 50/10은 50타 10cm, 베인은 연약점토 전단강도, CPT는 $q_c \cdot f_c$와 연속 지층판정이다.

NoteBase

문 11. 모래층 위에 두께 10m의 점토층이 <보기>와 같이 있다. 지하수위는 지표면에 위치한다. 어떤 하중 재하 시 점토층에 90% 압밀이 발생하는 데 360일이 걸린다고 한다. 만일 점토층 상부 5m를 제거한 후 동일한 하중을 가한다고 할 때 90% 압밀이 발생하는 데 걸리는 시간은? (단, 점토층 제거 전·후 점토의 물성치 변화는 없다고 가정한다.)

<보기>



① 60일

② 90일

③ 180일

④ 360일

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 압밀도에서 압밀시간이 배수거리의 제곱에 비례한다는 원리와 양면배수의 배수거리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기존 점토층 두께는 10m이고, 90% 압밀 시간은 360일이다.
변경 조건: 점토층 상부 5m를 제거하면 남은 점토층 두께는 5m이다.
주의할 조건: 제거 전후 모두 지표면과 하부 모래층으로 배수되므로 양면배수이다.

사용할 공식

같은 압밀도 $U = 90\%$에서는 시간계수 T_v가 같다.
따라서 $t = \frac{T_v H_{dr}^2}{c_v}$이고, 같은 흙에서 같은 압밀도를 비교하면 $t \propto H_{dr}^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 제거 전후 점토의 물성치 변화가 없어 c_v가 같고, 두 경우 모두 90% 압밀을 비교하므로 T_v도 같기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

기존 두께는 10m이고 양면배수이므로 배수거리 $H_{dr,1} = 10/2 = 5m$이다.
상부 5m 제거 후 남은 두께는 5m이고 역시 양면배수이므로 배수거리 $H_{dr,2} = 5/2 = 2.5m$이다.
따라서
$t_2 = t_1\left(\frac{H_{dr,2}}{H_{dr,1}}\right)^2 = 360\left(\frac{2.5}{5}\right)^2 = 360 \times \frac{1}{4} = 90$
이므로 90% 압밀 시간은 90일이다.

선지 판단

1번 X: 60일은 배수거리 제곱비를 잘못 적용한 값이다. 틀린 표현은 '상부 제거 후 90% 압밀 시간이 60일이다'라는 판단이다. 올바르게는 배수거리가 5m에서 2.5m로 줄어 시간이 1/4배가 되므로 90일이다.
2번 O: 제거 전후 모두 양면배수이므로 배수거리는 두께의 절반이다. 계산 결과 $360 \times (2.5/5)^2 = 90$이므로 옳다.
3번 X: 180일은 점토층 두께가 절반이니 시간도 절반이라는 선형 비례 오해에서 나온 값이다. 틀린 표현은 '압밀시간이 두께에 비례한다'이다. 올바르게는 압밀시간은 배수거리의 제곱에 비례한다.
4번 X: 360일은 점토층 제거가 있어도 압밀시간이 변하지 않는다고 본 값이다. 틀린 표현은 '배수거리 변화가 없으므로 시간이 그대로이다'이다. 올바르게는 남은 점토층 두께가 5m로 줄어 배수거리도 2.5m가 되어 압밀시간이 단축된다.

오답 포인트

점토층 두께와 배수거리를 같은 것으로 놓거나, 압밀시간이 두께에 비례한다고 보면 180일이나 360일 쪽으로 끌려간다. 이 문제의 함정은 양면배수 여부를 먼저 보지 않고 전체 두께만 비교하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀시간 비교 문제는 먼저 배수면 수를 확인해 배수거리 H_{dr}를 정하고, 같은 흙에서 같은 압밀도라면 $t \propto H_{dr}^2$만 적용해 판단한다.

암기 포인트

같은 U, 같은 c_v이면 압밀시간은 배수거리의 제곱에 비례한다. 양면배수의 배수거리는 층두께의 절반이다.

NoteBase

문 12. 어떤 흙의 Mohr-Coulomb 파괴포락선이 $\tau_f = 10 + \frac{\sigma_n}{\sqrt{3}}$일 때 p-q 다이어그램상의 파괴포락선인 K_f-선의 방정식으로 가장 옳은 것은?

① $q_f = 5 + \frac{\sqrt{3}}{2}p$
② $q_f = 5\sqrt{3} + \frac{\sqrt{3}}{2}p$
③ $q_f = 5 + \frac{1}{2}p$
④ $q_f = 5\sqrt{3} + \frac{1}{2}p$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Mohr-Coulomb 파괴포락선 $\tau_f = c + \sigma_n \tan\phi$에서 점착력과 내부마찰각을 읽어 $p-q$ 다이어그램의 파괴포락선 $q_f = c\cos\phi + p\sin\phi$로 바꾸는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 식: $\tau_f = 10 + \sigma_n/\sqrt{3}$
- 따라서 점착력은 $c = 10$이다.
- $\tan\phi = 1/\sqrt{3}$이므로 $\phi = 30^\circ$이다.
- 구해야 할 값: $p-q$ 다이어그램에서의 K_f선 식이다.

사용할 공식

$q_f = c\cos\phi + p\sin\phi$
이 문제의 $p-q$ 표현은 $p = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$, $q = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$를 쓰는 Mohr 원 변환식이다. 따라서 Mohr-Coulomb 직선에서 읽은 c와 ϕ를 그대로 $c\cos\phi$, $p\sin\phi$ 형태로 옮긴다.

계산 과정

1. $\tau_f = 10 + \sigma_n/\sqrt{3}$에서 $c = 10$, $\tan\phi = 1/\sqrt{3}$를 읽는다.
2. $\tan 30^\circ = 1/\sqrt{3}$이므로 $\phi = 30^\circ$이다.
3. $p-q$ 파괴포락선 식에 대입하면
$q_f = c\cos\phi + p\sin\phi$
$q_f = 10\cos 30^\circ + p\sin 30^\circ$
$q_f = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + p \cdot \frac{1}{2} = 5\sqrt{3} + \frac{1}{2}p$
따라서 $q_f = 5\sqrt{3} + \frac{1}{2}p$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 기울기를 $\sin\phi = 1/2$가 아니라 $\sqrt{3}/2$로 잘못 썼고 절편도 $c\cos\phi = 5\sqrt{3}$가 아니라 5로 잘못 계산했다. 올바르게는 $q_f = 5\sqrt{3} + \frac{1}{2}p$이다.
② X: 절편 $5\sqrt{3}$는 맞지만 기울기를 $\sin 30^\circ = 1/2$ 대신 $\cos 30^\circ = \sqrt{3}/2$로 쓴 오답이다. 올바르게는 $q_f = 5\sqrt{3} + \frac{1}{2}p$이다.
③ X: 기울기 1/2는 맞지만 절편을 $c\cos\phi$가 아니라 5로 계산한 오답이다. $10\cos 30^\circ = 5\sqrt{3}$가 되어야 하므로 올바르게는 $q_f = 5\sqrt{3} + \frac{1}{2}p$이다.
④ O: $c = 10, \phi = 30^\circ$를 대입하면 $q_f = 10\cos 30^\circ + p\sin 30^\circ = 5\sqrt{3} + \frac{1}{2}p$가 된다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 $\tan\phi$로부터 ϕ를 구한 뒤 $p-q$ 식의 절편과 기울기를 서로 바꾸기 쉽다는 점이다. 절편은 항상 $c\cos\phi$, p 앞의 계수는 $\sin\phi$라는 구조를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

Mohr-Coulomb 식이 주어지면 먼저 c와 $\tan\phi$를 읽고, 그다음 ϕ를 구한 뒤 $p-q$ 식 $q_f = c\cos\phi + p\sin\phi$에 대입하는 순서로 판단한다. 절편은 $c\cos\phi$, 기울기는 $\sin\phi$인지 마지막에 따로 검산한다.

암기 포인트

Mohr-Coulomb를 $p-q$로 바꾸면 절편은 $c\cos\phi$, 기울기는 $\sin\phi$이다.

NoteBase

문 13. 0.5m×0.5m 크기의 평판재하시험을 균질한 점토 지반에서 수행하여, 극한지지력 300kN/m^{2}과 침하량 3mm를 얻었다. 이때 대상 지반에 정사각형 형태의 얕은 기초를 설치하고자 한다. 허용침하량은 24mm이고, 허용하중에 대한 안전율이 3일 때, 정사각형 기초에 가능한 최대허용하중의 크기[kN]로 가장 옳은 것은?

① 250

② 1,000

③ 1,600

④ 3,200

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점토지반의 평판재하시험 결과를 실제 정사각형 기초에 환산할 때, 허용지지압과 침하량 조건을 함께 적용하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 재하판 한 변 $B_p = 0.5m$, 극한지지력 $q_u = 300kN/m^2$, 재하판 침하량 $S_p = 3mm$, 허용침하량 $S_f = 24mm$, 안전율 $F_s = 3$이다.
구해야 할 값은 정사각형 기초의 최대허용하중이다.
점토지반에서는 기초의 극한지지력이 폭에 크게 좌우되지 않고, 침하량은 기초 폭에 비례하여 환산한다.

사용할 공식

$q_a = \frac{q_u}{F_s}$
$S_f = S_p\left(\frac{B_f}{B_p}\right)$
$Q_a = q_a \times B_f^2$
이 공식을 쓰는 이유는 점토지반에서 허용지지압은 극한지지력을 안전율로 나누어 정하고, 평판재하시험의 침하량은 기초 폭 비로 실제 기초에 환산하기 때문이다.

계산 과정

1. 허용지지압은 $q_a = 300/3 = 100kN/m^2$이다.
2. 점토지반의 침하 환산식에서 $24 = 3 \times (B_f/0.5)$이므로 $B_f = 4m$이다.
3. 정사각형 기초의 면적은 $A_f = 4 \times 4 = 16m^2$이다.
4. 최대허용하중은 $Q_a = 100 \times 16 = 1600kN$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

계산 결과 최대허용하중은 $1600kN$이므로 250 kN는 과소값이다. 재하판 결과를 실제 기초 폭 $4m$와 면적 $16m^2$로 환산하지 못한 판단이 틀렸다. 올바르게는 허용지지압 $100kN/m^2$에 실제 기초면적을 곱해야 한다.

② X

계산 결과와 맞지 않는 과소값이다. 허용침하량 $24mm$를 만족시키는 기초 폭은 $4m$인데, 이보다 작은 폭을 가정하면 1000 kN 같은 값이 나온다. 올바르게는 침하 조건으로 먼저 $B_f = 4m$를 구한 뒤 허용하중을 산정해야 한다.

③ O

허용지지압은 $100kN/m^2$, 침하 조건으로 구한 기초 한 변은 $4m$이므로 최대허용하중은 $100 \times 16 = 1600kN$이다.

④ X

$3200kN$는 극한지지력 $300kN/m^2$를 그대로 실제 기초면적 $16m^2$에 곱한 값에 가깝다. 틀린 표현은 안전율을 적용하지 않은 점이다. 올바르게는 $300/3 = 100kN/m^2$로 낮춘 허용지지압을 사용해야 한다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 점토지반의 두 조건을 분리해서 보지 않는 데 있다. 하나는 지지력 조건에서 안전율을 적용해야 한다는 점이고, 다른 하나는 침하 조건에서 재하판 크기 $0.5m$를 실제 기초 폭으로 환산해야 한다는 점이다. 특히 ④는 안전율을 빼먹게 만드는 대표적인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

평판재하시험 환산 문제는 먼저 지지력 조건으로 허용지지압을 구하고, 다음으로 지반 종류에 맞는 침하 환산식으로 실제 기초 폭을 정한 뒤, 마지막에 실제 기초면적을 곱해 허용하중을 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

점토지반 평판재하시험은 침하량이 기초 폭에 비례하고, 허용하중은 허용지지압에 실제 기초면적을 곱해 구한다.

NoteBase

문 14. 완전 포화된 현장 채취 불교란 점토시료 A와 불교란 시료 A를 완전 교란 시킨 후 같은 함수비로 재성형한 시료 B가 있다. 시료 A의 일축압축강도는 $90kN/m^2$이고 시료 B의 일축압축강도는 $20kN/m^2$이다. <보기> 중 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 이 점토의 예민비는 4.5이다.
ㄴ. 이 점토는 quick clay이다.
ㄷ. 시료 B의 비배수전단강도는 $10kN/m^2$이며, 틱소트로피 현상에 의해 시간이 지남에 따라 강도를 회복하는 경향을 보인다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 불교란 점토와 재성형 점토의 일축압축강도 비로 예민비를 구하고, $q_u/2 = s_u$ 관계로 비배수전단강도를 판단한 뒤 보기 조합을 고르는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 시료 A의 일축압축강도 $q_{uA} = 90kN/m^2$, 시료 B의 일축압축강도 $q_{uB} = 20kN/m^2$이다.
구해야 할 값은 예민비와 시료 B의 비배수전단강도, 그리고 ㄱ~ㄷ의 옳고 그름이다.
주의할 조건은 예민비는 불교란 시료 강도를 재성형 시료 강도로 나눈 값이고, 비배수전단강도는 일축압축강도의 절반이라는 점이다.

사용할 공식

예민비는 S_t=q_u(불교란)/q_u(재성형)이다.
비배수전단강도는 $s_u = q_u/2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 불교란 시료 A와 재성형 시료 B의 일축압축강도를 직접 주었기 때문이다. 따라서 예민비는 두 강도의 비로 바로 계산할 수 있고, 시료 B의 전단강도도 일축압축강도에서 바로 환산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 예민비는 $S_t = 90/20 = 4.5$이다.
2. 시료 B의 비배수전단강도는 $s_{uB} = 20/2 = 10kN/m^2$이다.
3. 따라서 ㄱ은 옳고, ㄷ도 옳다. 반면 quick clay는 재성형하면 강도가 거의 사라질 정도로 매우 예민한 점토를 말하므로, 예민비 4.5와 재성형 비배수전단강도 $10kN/m^2$인 이 시료를 quick clay로 보기는 어렵다. 따라서 ㄴ은 틀리다.

선지별 해설

① X: ㄱ은 예민비 4.5이므로 맞지만, ㄴ은 틀리다. 이 시료는 재성형 후에도 $10kN/m^2$의 비배수전단강도를 가지므로 quick clay로 보기 어렵다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.
② O: ㄱ은 $S_t = 90/20 = 4.5$이므로 옳고, ㄷ은 시료 B의 비배수전단강도가 $20/2 = 10kN/m^2$이며 점토는 틱소트로피로 시간이 지나며 강도를 일부 회복하는 경향을 보이므로 옳다. 따라서 'ㄱ, ㄷ' 조합이 맞다.
③ X: ㄷ은 맞지만 ㄴ은 틀리고, ㄱ을 빠뜨렸다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.
④ X: ㄱ과 ㄷ은 맞지만 ㄴ이 틀리므로 전부 옳지 않다. 틀린 표현은 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.

오답 포인트

예민비를 계산해 놓고도 예민한 점토라는 말만 보고 곧바로 quick clay로 확대 해석하는 함정이 있다. 또 시료 B의 일축압축강도 $20kN/m^2$를 그대로 비배수전단강도로 착각하면 ㄷ 판단을 그르치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

이런 점토 강도 문제는 먼저 불교란 강도와 재성형 강도의 비로 예민비를 계산하고, 다음에 $q_u/2 = s_u$로 전단강도를 환산한 뒤, 마지막에 quick clay 여부와 보기 조합을 판별하는 순서로 판단한다.

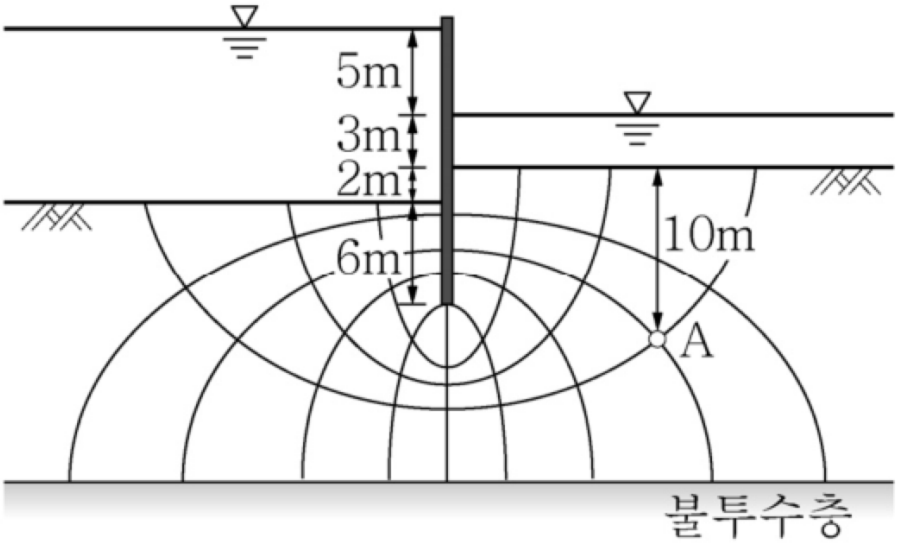
암기 포인트

예민비는 불교란 강도/재성형 강도이고, 비배수전단강도는 일축압축강도의 절반이다.

NoteBase

문 15. 널말뚝이 설치된 균일한 지반에서 물의 흐름에 대한 유선망이 <보기>와 같이 주어졌다. 점 A 위치에서의 간극수압[kPa]으로 가장 옳은 것은? (단, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$이다.)

<보기>



① 120

② 130

③ 140

④ 150

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유선망에서 전체 수두차를 등수두강하 수로 나누어 A점의 총수두를 구한 뒤, 이를 간극수압으로 바꾸는 문제이다.

조건 정리

- 상류 수위와 하류 수위의 차는 5m이다.
- 유선망의 등수두강하 수 N_d는 5이다.
- 따라서 한 번의 수두강하는 $\Delta h = \frac{5}{5} = 1m$이다.
- A점은 하류 지표면에서 10m 아래에 있고, 하류 수면은 지표면 위 3m에 있다.
- 따라서 하류 수면을 기준으로 본 A점의 수두는 13m이며, A점은 하류 경계보다 한 등수두강하만큼 상류 쪽에 있다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월

사용할 공식

$u = \gamma_w h_p$

$h_p = h - z$

이 공식을 쓰는 이유는 간극수압은 물의 단위중량에 압력수두를 곱해 구하고, 유선망에서는 점의 총수두를 등수두강하 수로 판단할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 전체 수두차는 상류 수면과 하류 수면의 차이이므로 5m이다.
2. 유선망에서 등수두강하 수가 5이므로 한 칸당 수두강하는 $1m$이다.
3. A점이 하류 수면보다 아래에 있는 깊이는 $3 + 10 = 13m$이다.
4. A점은 하류 경계보다 한 등수두강하만큼 상류 쪽이므로 총수두는 $13 + 1 = 14m$이다.
5. 간극수압은 $u = \gamma_w h_p = 10 \times 14 = 140kPa$이다.

선지별 해설

① X

- 120 kPa는 압력수두를 12m로 본 값이다. 이는 하류 수면에서의 13m를 누락하거나 등수두강하를 반대로 적용한 계산이다.
- 올바르게는 A점의 압력수두가 14m이므로 120 kPa가 아니라 140 kPa이다.

② X

- 130 kPa는 A점을 단순히 하류 정수압 상태로만 보고 $3 + 10 = 13m$까지만 계산한 값이다.
- 유선망에서 A점은 하류 경계보다 한 등수두강하 상류 쪽에 있으므로 1m를 더해야 한다. 올바르게는 130 kPa가 아니라 140 kPa이다.

③ O

- 전체 수두차 5m를 등수두강하 5개로 나누면 한 칸당 1m이고, A점의 압력수두는 하류 기준 13m에 1m를 더한 14m이다.
- 따라서 간극수압은 $10 \times 14 = 140kPa$이므로 옳다.

④ X

- 150 kPa는 A점을 두 등수두강하 상류 쪽으로 잘못 세거나 전체 수두차를 과다 반영한 값이다.
- A점은 하류 경계에서 한 칸만 상류 쪽이므로 압력수두는 15m가 아니라 14m이다. 올바르게는 150 kPa가 아니라 140 kPa이다.

NoteBase

오답 포인트

하류 수면에서 A점까지의 정수압 13m만 보고 ②를 고르기 쉽다. 이 문제는 유선망 안의 점이므로 정수압만 보지 않고, A점이 하류 경계에서 몇 번째 등수두 위치인지까지 함께 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유선망 간극수압 문제는 먼저 상하류 수면차로 전체 수두차를 잡고, 다음에 등수두강하 수로 한 칸의 수두강하를 구한 뒤, 마지막으로 관심점이 하류 또는 상류 경계에서 몇 칸 떨어졌는지를 더해 총수두를 계산하는 순서로 판단한다.

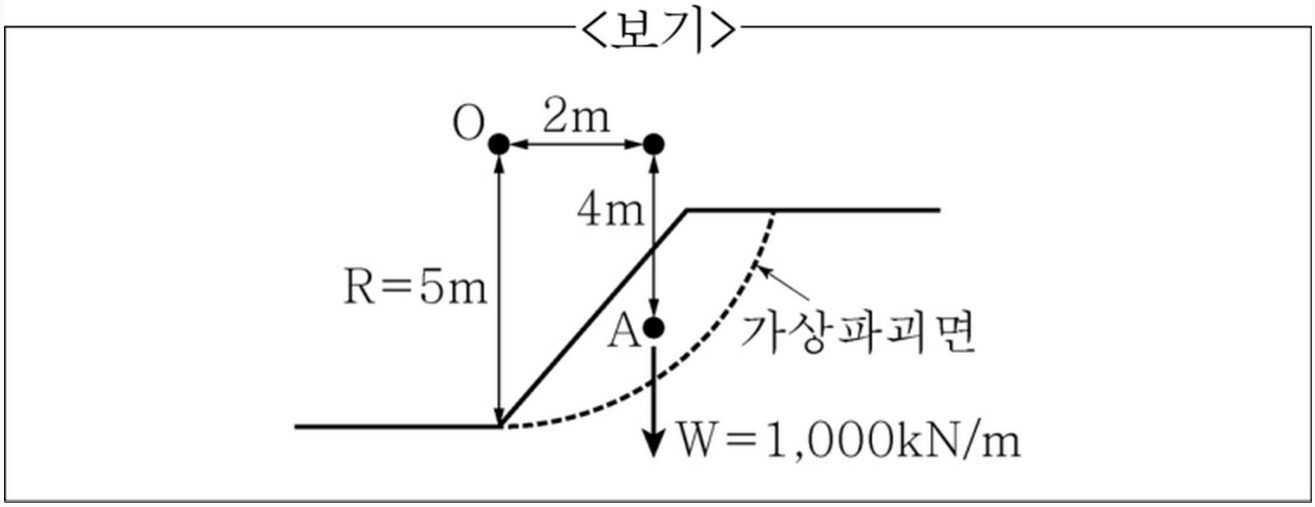
암기 포인트

유선망 점의 간극수압은 정수압 깊이만으로 끝나지 않고, 경계에서부터의 등수두강하 수만큼 보정한 뒤 $u = \gamma_w h_p$로 계산한다.

NoteBase

문 16. <보기>에 주어진 점토 유한사면에서 지진가속도가 수평방향으로 0.2g의 크기로 작용하였을 때 원호활동파괴에 대한 사면의 안전율로 가장 옳은 것은? (단, A점은 가상파괴토체의 무게중심, 가상파괴면 반지름은 5m, 가상파괴면 원호의 길이는 7m, 점토의 비배수전단강도는 100kPa, 파괴토체의 무게는 1, 000kN/m이고 모멘트 평형법을 사용한다.)

<보기>



① 1.00

② 1.25

③ 1.45

④ 1.75

정답 2번

출제 포인트

비배수 점토의 원호활동에서 $c_u LR$ 저항모멘트와 자중모멘트, 지진관성력 모멘트를 합쳐 안전율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $c_u = 100kPa$, 원호 길이 $L = 7m$, 반지름 $R = 5m$, 파괴토체의 무게 $W = 1000kN/m$, 수평지진계수 $k_h = 0.2$이다.
무게중심 A는 O점에서 오른쪽 2m, 아래쪽 4m 위치에 있다.
구해야 할 값은 내진 조건에서의 원호활동파괴 안전율이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2019 · 10월

사용할 공식

$F_s = \frac{M_r}{M_d} = \frac{c_u L R}{W \cdot 2 + k_h W \cdot 4}$

이 공식을 쓰는 이유는 비배수 점토에서 원호면의 전단저항이 $c_u L$이고, 그 저항모멘트가 반지름 R을 곱한 $c_u LR$로 정리되기 때문이다. 외력은 자중 W와 수평지진관성력 $k_h W$가 각각 O점에 대해 전도모멘트를 만든다.

계산 과정

1. 저항모멘트는 $M_r = c_u LR = 100 \times 7 \times 5 = 3500 kN \cdot m/m$이다.
2. 수평지진관성력은 $P_h = k_h W = 0.2 \times 1000 = 200 kN/m$이다.
3. 자중에 의한 전도모멘트는 $1000 \times 2 = 2000 kN \cdot m/m$이다.
4. 지진력에 의한 전도모멘트는 $200 \times 4 = 800 kN \cdot m/m$이다.
5. 전체 전도모멘트는 $M_d = 2000 + 800 = 2800 kN \cdot m/m$이다.
6. 따라서 안전율은 $F_s = \frac{3500}{2800} = 1.25$이다.

선지별 해설

① X: 1.00은 저항모멘트의 레버암을 반지름 5m가 아니라 4m로 잘못 써서 $100 \times 7 \times 4 = 2800$으로 본 값에 가깝다. 옳게는 원호면 저항모멘트가 $c_u LR = 3500 kN \cdot m/m$이므로 안전율은 1.25이다.
② O: 계산 결과 안전율은 1.25이다. 자중모멘트 2000과 지진모멘트 800을 합한 뒤 저항모멘트 3500으로 나누면 된다.
③ X: 1.45는 지진관성력의 모멘트팔 4m를 빠뜨리고 수평거리 2m를 잘못 써서 $M_d = 1000 \times 2 + 200 \times 2 = 2400$으로 계산한 값이다. 옳게는 수평지진력의 레버암이 O점에서 작용선까지의 수직거리 4m이므로 안전율은 1.25이다.
④ X: 1.75는 지진관성력에 의한 추가 전도모멘트 $200 \times 4 = 800$을 누락한 값이다. 옳게는 내진 조건이므로 자중모멘트만이 아니라 지진모멘트까지 더해 안전율을 계산해야 한다.

오답 포인트

이 문항은 힘의 방향에 따라 모멘트팔이 달라진다는 점을 묻는다. 자중 W에는 수평거리 2m를 쓰고, 수평지진력 $k_h W$에는 수직거리 4m를 써야 하는데 이를 뒤바꾸면 1.45가 나온다. 지진력을 아예 누락하면 1.75가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

원호활동 계산형은 먼저 회전중심 O점을 잡고 각 힘의 작용방향에 수직인 거리만 모멘트팔로 정리한다. 그 다음 저항모멘트는 $c_u LR$, 전도모멘트는 Σ(F×모멘트팔)로 계산하면 된다.

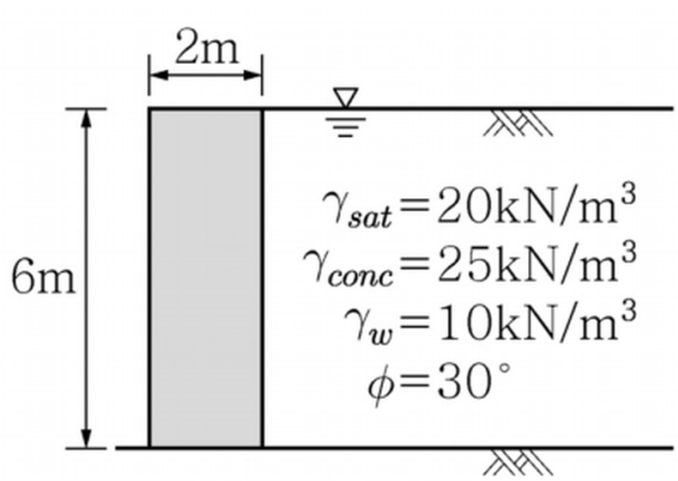
암기 포인트

점토 원호활동 모멘트법은 저항은 $c_u LR$, 자중은 가로거리, 수평지진력은 세로거리로 정리된다.

NoteBase

문 17. <보기>와 같이 포화된 사질토를 지지하고 있는 옹벽의 활동파괴 안전율이 1.0이기 위하여 콘크리트 옹벽 저면에 필요한 마찰계수는? (단, 콘크리트의 단위중량 γ_{conc} = 25kN/m^{3}이며, 옹벽 배면의 토압 산정에는 Rankine 계수를 활용한다.)

<보기>



① 0.4

② 0.6

③ 0.8

④ 1.0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 포화 사질토 뒤채움에 대한 Rankine 활동토압과 정수압을 합산한 수평력으로 활동 안전율 1.0 조건의 저면 마찰계수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 벽 높이 6m, 벽 두께 2m, 콘크리트 단위중량 25kN/m^3, 포화토 단위중량 20kN/m^3, 물의 단위중량 10kN/m^3, 내부마찰각 30도이다.
구해야 할 값은 활동파괴 안전율이 1.0이 되기 위한 저면 마찰계수이다.
포화토이므로 유효단위중량은 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 10kN/m^3$이고, 수평력에는 토립자에 의한 활동토압과 정수압을 함께 고려한다.

NoteBase

사용할 공식

Rankine 활동토압계수는 $K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2) = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$이다.
활동토압은 $P_a = \frac{1}{2}K_a\gamma' H^2$, 정수압은 $P_w = \frac{1}{2}\gamma_w H^2$이다.
활동 안전율은 $FS = \frac{\mu W}{P_a + P_w}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 뒤채움이 포화 사질토이고 문제에서 용벽 배면 토압 산정에 Rankine 계수를 사용한다고 했으므로, 유효응력에 의한 토압과 물에 의한 정수압을 분리하여 합산해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 활동토압계수를 구하면 $K_a = \tan^2(45^\circ - 15^\circ) = \tan^2 30^\circ = \frac{1}{3}$이다.
2. 토립자에 의한 활동토압은 $P_a = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 10 \times 6^2 = 60kN/m$이다.
3. 정수압은 $P_w = \frac{1}{2} \times 10 \times 6^2 = 180kN/m$이다.
4. 전체 수평력은 $P = 60 + 180 = 240kN/m$이다.
5. 벽체 자중은 $W = 25 \times 2 \times 6 = 300kN/m$이다.
6. $FS = 1.0$이므로 $1 = \frac{\mu \times 300}{240}$, 따라서 $\mu = \frac{240}{300} = 0.8$이다.

선지별 해설

① X
0.4는 $\frac{120}{300}$에 해당하는 값으로, 포화토의 전체단위중량 20kN/m^{3}에 Rankine 계수만 곱해 토압을 $120kN/m$로 본 경우의 오답이다. 포화토에서는 γ'에 의한 활동토압 60kN/m와 별도의 정수압 180kN/m를 합해야 하므로 틀리다. 틀린 표현은 "포화토 토압을 전체단위중량 하나로 계산한다"이고, 올바르게는 "유효단위중량에 의한 활동토압과 정수압을 분리하여 합산한다"이다.
② X
0.6은 $\frac{180}{300}$에 해당하는 값으로, 정수압만 고려하고 토립자에 의한 활동토압 60kN/m를 빠뜨린 경우의 오답이다. 포화 지반의 수평력은 물만 미는 것이 아니라 유효응력에 따른 토압도 함께 작용하므로 틀리다. 틀린 표현은 "정수압만 고려한다"이고, 올바르게는 "정수압과 활동토압을 모두 고려한다"이다.
③ O
전체 수평력은 $240kN/m$, 벽체 자중은 $300kN/m$이므로 $FS = 1.0$ 조건에서 필요한 마찰계수는 $\mu = 240/300 = 0.8$이다. 따라서 ③이 옳다.
④ X
1.0이면 저면 마찰저항을 실제 필요한 값보다 과대하게 본 것이다. 이 문제의 요구 마찰계수는 수평력과 자중의 비로 결정되며 계산 결과는 0.8이다. 틀린 표현은 "마찰계수 1.0이 필요하다"이고, 올바르게는 "활동 안전율 1.0을 맞추는 최소 마찰계수는 0.8이다"이다.

NoteBase

오답 포인트

포화 뒤채움에서는 활동토압을 계산할 때 γ_{sat}를 그대로 넣어 한 번에 처리하기 쉽고, 정수압 또는 유효응력 토압 중 하나를 빠뜨리기 쉽다. 이 문항의 함정은 "포화"라는 조건에서 유효단위중량과 정수압을 분리해야 한다는 점을 놓치게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화 사질토의 용벽 문제는 먼저 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$를 만든 뒤 K_a로 토립자 토압을 계산하고, 정수압을 별도로 더한 다음, 마지막에 $FS = \frac{\mu W}{P}$로 연결하면 된다.

암기 포인트

포화 뒤채움 수평력은 "유효응력 토압 + 정수압"이며, 활동 안전율 1.0에서는 $\mu = P/W$가 된다.

NoteBase

문 18. 정규압밀점토에 대한 CU 삼축압축시험을 수행한 결과 점착력 $c' = 0$, 내부마찰각 $\varphi' = 30^\circ$로 나타났다. 압밀 시 구속압력은 250kPa이었으며, 시료의 전단파괴 시 축차응력은 150kPa이었다. 전단과정에서 시료 내에 발생한 간극수압의 크기 [kPa]는?

① 100

② 125

③ 150

④ 175

정답 4번

출제 포인트

CU 삼축압축시험에서 총응력과 유효강도정수 $c' = 0, \phi' = 30^\circ$를 이용해 파괴 시 간극수압을 역산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 구속압력 $\sigma_3 = 250kPa$, 축차응력 $q = \sigma_1 - \sigma_3 = 150kPa$, $c' = 0, \phi' = 30^\circ$
구해야 할 값: 전단과정에서 시료 내부에 발생한 간극수압 u
주의할 조건: 축차응력은 추가 축응력이므로 파괴 시 총주응력은 $\sigma_1 = 250 + 150 = 400kPa$이다.

사용할 공식

삼축압축조건에서 $c' = 0$이면 파괴 시 유효주응력 관계는 $\sigma_1' = \sigma_3' \frac{1+\sin\phi'}{1-\sin\phi'}$이다.
$\phi' = 30^\circ$이므로 $\frac{1+\sin 30^\circ}{1-\sin 30^\circ} = \frac{1+0.5}{1-0.5} = 3$이어서 $\sigma_1' = 3\sigma_3'$가 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 유효응력 강도정수 c', ϕ'가 주어졌고, 간극수압을 빼면 총응력에서 유효응력을 만들 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 총응력 상태를 정리하면 $\sigma_3 = 250kPa, \sigma_1 = 250 + 150 = 400kPa$이다.
2. 간극수압을 u라 두면 유효주응력은 $\sigma_3' = 250 - u, \sigma_1' = 400 - u$이다.
3. 파괴조건 $\sigma_1' = 3\sigma_3'$를 대입하면 $400 - u = 3(250 - u)$이다.
4. 정리하면 $400 - u = 750 - 3u, 2u = 350$이므로 $u = 175kPa$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $175kPa$이므로 100 kPa는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 간극수압을 100 kPa로 본 점이다. 올바르게는 간극수압이 175 kPa이다.

② X
- 계산 결과는 $175kPa$이므로 125 kPa는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 파괴 시 유효주응력비를 반영하지 못한 점이다. 올바르게는 $400 - u = 3(250 - u)$를 적용해 175 kPa가 된다.

③ X
- 계산 결과는 $175kPa$이므로 150 kPa는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 축차응력 150 kPa를 간극수압과 혼동한 점이다. 올바르게는 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3$이고 간극수압은 별도로 175 kPa이다.

④ O
- $\phi' = 30^\circ$, $c' = 0$에서 $\sigma_1' = 3\sigma_3'$를 적용하면 $u = 175kPa$가 되어 일치한다.
- 따라서 전단과정에서 발생한 간극수압은 175 kPa이므로 정답이다.

오답 포인트

축차응력 150 kPa를 곧바로 간극수압으로 착각하거나, 구속압력 250 kPa에 축차응력 150 kPa를 더해 $\sigma_1 = 400kPa$가 된다는 점을 놓치기 쉽다. 또 $\phi' = 30^\circ$에서 파괴 시 유효주응력비가 3이라는 관계를 기억하지 못하면 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

CU 삼축압축 계산형은 먼저 총주응력 σ_1, σ_3를 정리한 다음, 간극수압 u를 빼서 유효주응력 σ_1', σ_3'로 바꾸고, 마지막에 c', ϕ'로 주어지는 파괴조건을 대입해 푼다.

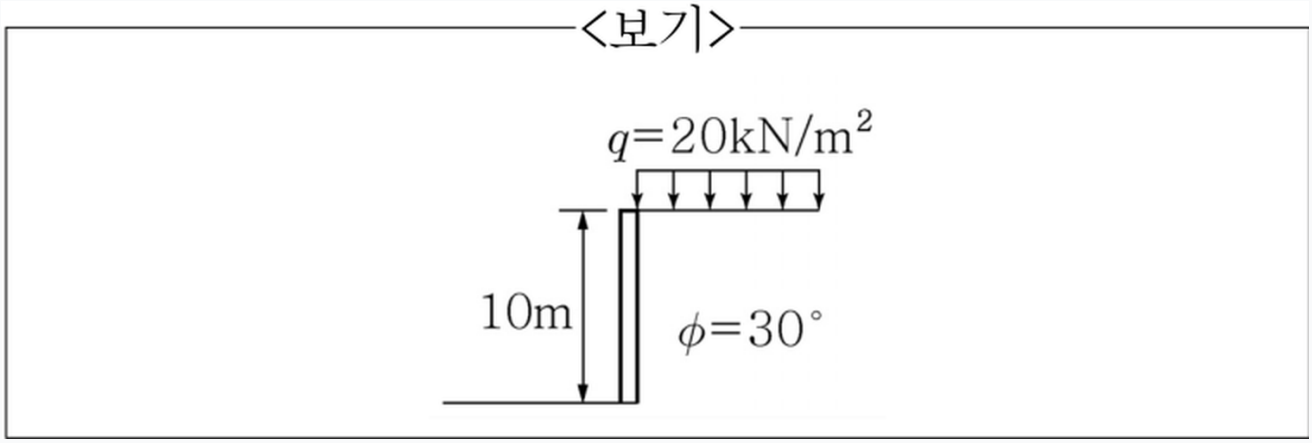
암기 포인트

$c' = 0$인 삼축압축 파괴에서는 $\sigma_1'/\sigma_3' = (1 + \sin\phi')/(1 - \sin\phi')$이다. $\phi' = 30^\circ$이면 이 비는 3이다.

NoteBase

문 19. 점토로 뒤채움 된 옹벽이 있다. 옹벽과 흙입자 사이에는 마찰이 없다고 가정한다. 옹벽 뒤채움 상단에 $20kN/m^2$의 등분포 상재하중이 가해지고 있다. 이때 발생하는 인장 균열의 최대깊이는? (단, 지하수위는 옹벽 하부보다 깊은 곳에 위치하며, 점토의 점착력(c)은 $10kN/m^2$, 내부 마찰각(ϕ)은 30°, 단위중량은 $20kN/m^3$ 이며 $\sqrt{2}=1.4$, $\sqrt{3}=1.7$로 근사한다.)

<보기>



① 0.7m

② 1m

③ 1.4m

④ 2m

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 점착력이 있는 뒤채움 흙의 Rankine 활동토압식으로 인장균열의 최대깊이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 옹벽 높이 10m, 상재하중 $q=20kN/m^2$, 점착력 $c=10kN/m^2$, 내부마찰각 $\phi=30^\circ$, 단위중량 $\gamma=20kN/m^3$이다.
구해야 할 값: 인장균열의 최대깊이 z_c이다.
주의할 조건: 옹벽과 흙 사이 마찰이 없으므로 Rankine 활동토압을 적용하며, 지하수위는 옹벽 하부보다 깊어 수압은 고려하지 않는다.

사용할 공식

점착력이 있는 흙의 Rankine 활동수평응력은 $\sigma_h=K_a(\gamma z+q)-2c\sqrt{K_a}$이다.
인장균열 최대깊이는 수평응력이 0이 되는 깊이이므로 $\sigma_h=0$을 놓고 푼다.
$\phi=30^\circ$이므로 $K_a=\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}=\frac{1-0.5}{1+0.5}=\frac{1}{3}$이다.

NoteBase

계산 과정

1. 인장균열 경계에서 $\sigma_h = 0$이므로

$K_a(\gamma z_c + q) - 2c\sqrt{K_a} = 0$

이다.

2. 이를 z_c에 대해 정리하면

$\gamma z_c = \frac{2c}{\sqrt{K_a}} - q$

이다.

3. $K_a = 1/3$이므로 $1/\sqrt{K_a} = \sqrt{3} \approx 1.7$이다.

4. 수치를 대입하면

$z_c = \frac{2c/\sqrt{K_a} - q}{\gamma} = \frac{20 \times 1.7 - 20}{20} = \frac{14}{20} = 0.7m$

이다.

선지 판단

① O

- 계산 결과 인장균열의 최대깊이는 $0.7m$이다.
- 따라서 0.7m는 옳은 값이다.

② X

- 1m는 계산 결과와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 "최대깊이 1m"이며, 올바르게는 "최대깊이 0.7m"이다.
- 이 오답은 q, $2c$, $\sqrt{K_a}$ 처리 중 하나를 부정확하게 적용했을 때 나올 수 있다.

③ X

- 1.4m는 계산값 0.7m의 2배로 과대하다.
- 틀린 표현은 "최대깊이 1.4m"이며, 올바르게는 "최대깊이 0.7m"이다.
- 이 오답은 상재하중에 의한 수평응력 감소분을 반영하지 않거나 점착항을 과대평가했을 때 나올 수 있다.

④ X

- 2m도 활동토압식으로 계산한 값과 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "최대깊이 2m"이며, 올바르게는 "최대깊이 0.7m"이다.
- 이 오답은 식 없이 감으로 깊이를 크게 잡은 경우에 해당한다.

오답 포인트

상재하중 q가 있으면 $K_a q$가 함께 작용하므로 균열깊이는 점착력만 있을 때보다 얕아진다. 또한 점착항은 $2c\sqrt{K_a}$ 형태로 들어가므로 2와 $\sqrt{K_a}$를 빠뜨리면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

점착성 뒤채움의 인장균열 문제는 먼저 K_a를 구하고, 다음에 $\sigma_h = K_a(\gamma z + q) - 2c\sqrt{K_a}$에서 $\sigma_h = 0$을 두어 깊이를 계산하는 순서로 판단한다.

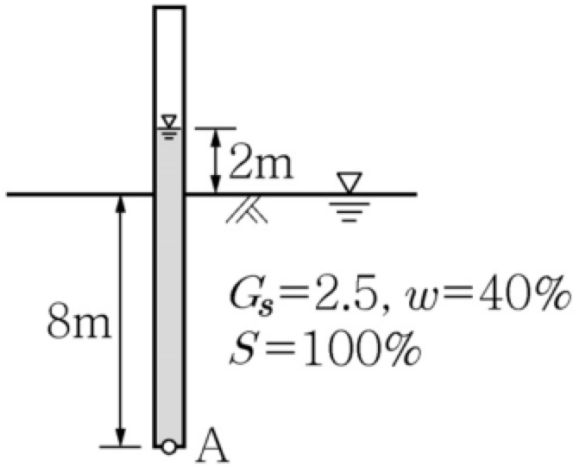
암기 포인트

인장균열은 활동수평응력이 0이 되는 깊이이며, 점착성 흙에서는 $z_c = (2c/\sqrt{K_a} - q)/\gamma$로 정리된다.

NoteBase

문 20. <보기>와 같이 점 A 위치에 스탠드파이프를 설치했을 때 수위가 2m 상승하였다. 점 A에서 연직 유효응력의 크기[kPa]는? (단, 흙의 비중=2.5, 함수비=40%, 포화도=100%, 물의 단위중량=$10kN/m^3$로 한다.)

<보기>



① 30

② 40

③ 50

④ 60

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 포화토의 단위중량과 스탠드파이프 수위를 이용해 점 A의 연직 유효응력 σ'_v를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $G_s = 2.5$, $w = 0.4$, $S = 100\%$, $\gamma_w = 10kN/m^3$, 점 A의 깊이 8m, 스탠드파이프 수위 상승 2m이다.
구해야 할 값은 점 A의 연직 유효응력이다.
주의할 조건은 함수비와 포화도를 이용해 먼저 간극비를 구한 뒤 포화단위중량과 간극수압을 각각 계산해야 한다는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

포화토이므로 $w = \frac{Se}{G_s}$에서 e를 구하고, $\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e}\gamma_w$를 사용한다. 연직 유효응력은 $\sigma'_v = \sigma_v - u$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 점 A가 포화지반 내부에 있고, 스탠드파이프의 수위가 점 A의 간극수압을 직접 보여 주기 때문이다.

계산 과정

1. 포화도 $S = 1$이므로 $w = \frac{Se}{G_s} = \frac{e}{2.5}$이다. 따라서 $e = wG_s = 0.4 \times 2.5 = 1.0$이다.
2. 포화단위중량은 $\gamma_{sat} = \frac{2.5 + 1.0}{1 + 1.0} \times 10 = 17.5 kN/m^3$이다. 따라서 점 A에서의 연직 전응력은 $\sigma_v = 17.5 \times 8 = 140 kPa$이다.
3. 스탠드파이프 수면은 지표면보다 2m 높고, 점 A는 지표면 아래 8m이므로 점 A의 압력수두는 10m이다. 따라서 간극수압은 $u = 10 \times 10 = 100 kPa$이다.
4. 그러므로 연직 유효응력은 $\sigma'_v = 140 - 100 = 40 kPa$이다.

선지별 해설

① X: 30 kPa는 계산값과 다르다. 점 A의 유효응력은 $40 kPa$이다. 30 kPa는 전응력이나 간극수압 중 하나를 잘못 잡거나 포화단위중량 계산을 틀렸을 때 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 40 kPa이다.
② O: $\sigma'_v = 40 kPa$이므로 옳다. 포화단위중량으로 전응력을 구하고, 스탠드파이프 수위로 구한 간극수압을 빼면 정확히 40 kPa가 된다.
③ X: 50 kPa는 계산값과 다르다. 이는 스탠드파이프 수위 상승 2m를 간극수압에 반영하지 않거나, 압력수두를 9m처럼 잘못 읽을 때 나올 수 있는 오답이다. 올바르게는 40 kPa이다.
④ X: 60 kPa는 계산값과 다르다. 이는 간극수압을 $8 \times 10 = 80 kPa$로만 계산하여 수위 상승 2m를 누락했을 때 대표적으로 나오는 값이다. 올바르게는 40 kPa이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 스탠드파이프 수면이 지표면보다 2m 높다는 점을 간극수압 계산에 반드시 더해야 한다는 점이다. 단순히 지하수위가 지표면에 있다고 보고 $u = 8\gamma_w$로 계산하면 60 kPa가 나와 오답 ④에 걸리게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화토 유효응력 문제는 함수비와 포화도로 간극비를 먼저 구하고, 그다음 포화단위중량으로 전응력을 계산한 뒤, 피에조수두나 스탠드파이프 수위로 간극수압을 계산해서 $\sigma'_v = \sigma_v - u$ 순서로 판단한다.

암기 포인트

포화토에서는 $e = wG_s$, 유효응력은 전응력에서 피에조수두로 구한 간극수압을 뺀 값이다.

NoteBase