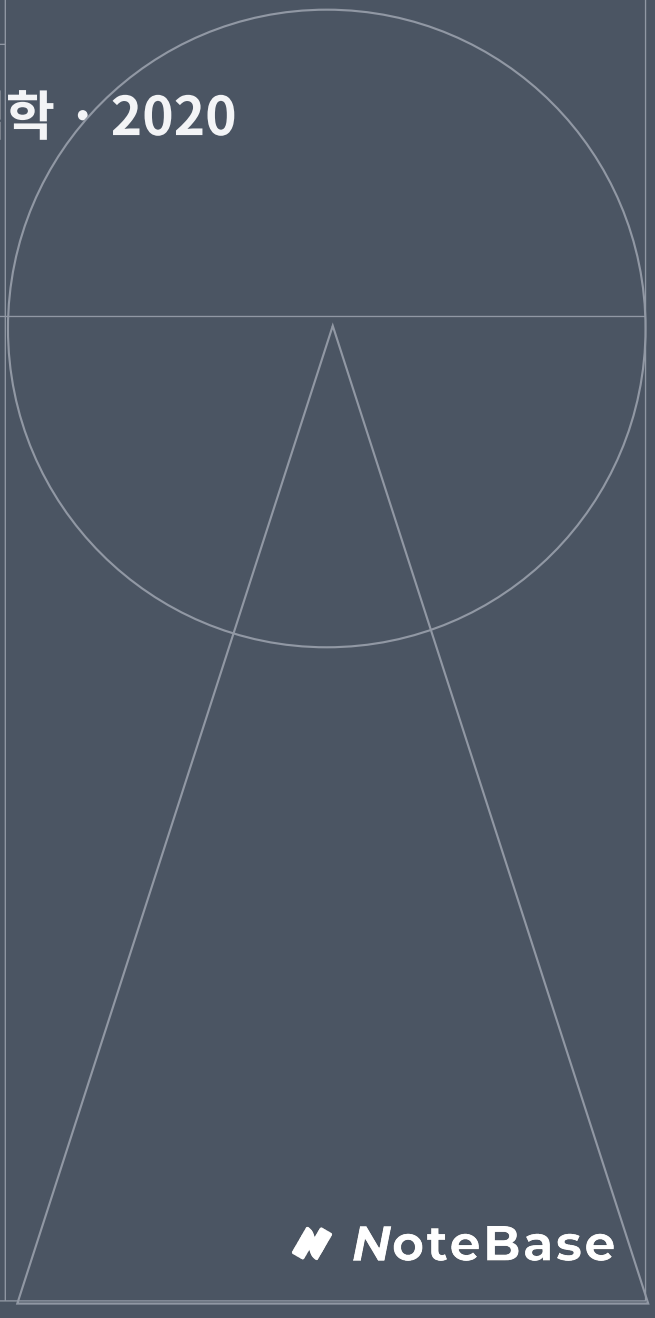
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2020

공무원/국가직/7급 · 토질역학 · 2020

문 1. 흙의 동상 방지대책에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지표의 흙을 화학약품으로 처리하여 동결온도를 내린다.

② 배수구 등을 설치하여 지하수위를 저하시킨다.

③ 모관수의 상승을 차단하기 위해 차단층을 지하수위보다 높은 위치에 설치한다.

④ 동결 깊이보다 높게 있는 흙을 세립질 흙으로 치환한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문항은 동상 방지대책이 동상 발생의 세 조건인 동상성 흙, 수분 공급, 동결 작용 중 무엇을 제거하는지 묻는다.

핵심 개념

동상은 세립질의 동상성 흙에 물이 계속 공급되고 기온이 영하로 내려가 얼음렌즈가 생기면서 지반이 융기하는 현상이다.
방지대책은 동결온도를 낮추거나, 지하수위와 모관수 상승을 억제하거나, 동결 영역의 흙을 비동상성 조립질 흙으로 치환하는 방식으로 정리된다.

선지별 해설

① O: 화학약품 처리로 공극수의 어는점을 낮추면 동결이 지연되어 동상 억제에 도움이 된다.
② O: 배수구를 설치해 지하수위를 낮추면 동상에 필요한 물 공급이 줄어든다.
③ O: 모관수 상승을 끊는 차단층은 지하수위 위에 두어 모세관 연속을 끊는 방식이므로 적절한 설명이다.
④ X: 틀린 부분은 '세립질 흙'이다. 실제로는 동결 깊이 범위의 동상성 흙을 자갈이나 모래 같은 조립질의 비동상성 흙으로 치환해야 한다.

오답 포인트

④는 '치환한다'는 표현만 보면 맞는 대책처럼 보이지만, 동상에 취약한 세립질 흙으로 바꾸면 오히려 동상 가능성이 커진다. 치환 대책에서는 흙의 종류가 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

동상 대책 선지가 나오면 먼저 제거 대상이 동결, 물 공급, 흙 종류 중 무엇인지 본다. 특히 치환 대책은 세립질이 아니라 비동상성 조립질 흙으로 바꾸는지 확인하면 바로 판단된다.

암기 포인트

동상 방지의 축은 물을 끊고, 어는점을 낮추고, 세립질 대신 조립질로 바꾸는 것이다.

NoteBase

문 2. 다짐은 역학적 에너지를 통해 흙을 조밀화시키는 것을 목적으로 한다. 다짐 후 지반에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 강도 및 지지력의 증가
② 압축성 및 침하성의 증가
③ 지반의 안정성 증가
④ 투수성 및 물의 흐름 감소

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 다짐이 흙의 공학적 성질에 미치는 대표 효과를 정확히 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

다짐은 역학적 에너지로 흙 속 공기를 줄여 밀도를 높이는 조밀화 과정이다. 다짐 후에는 일반적으로 전단강도와 지지력이 커지고, 압축성·침하성·투수성은 작아진다.

선지별 해설

1번: O. 다짐으로 간극비가 줄고 건조단위중량이 증가하면 전단강도와 지지력이 커진다. 따라서 강도 및 지지력의 증가는 다짐 효과에 맞는 설명이다.
2번: X. 틀린 표현은 "압축성 및 침하성의 증가"이다. 실제로는 다짐 후 흙이 더 조밀해져 압축성과 침하성이 감소한다. 따라서 이 선지는 "압축성 및 침하성의 감소"로 고쳐야 옳다.
3번: O. 다짐은 흙 입자 배열을 조밀하게 만들어 전단저항을 키우므로 사면이나 기초지반의 안정성이 증가한다. 지반의 안정성 증가는 대표적인 다짐 효과이다.
4번: O. 다짐으로 공극이 감소하면 물이 통과할 수 있는 경로가 줄어들어 투수성과 물의 흐름이 감소한다. 따라서 이 선지도 옳은 설명이다.

오답 포인트

다짐과 압밀을 막연히 함께 외우면 압축성과 침하성이 커진다고 착각하기 쉽다. 이 문항은 2번의 "증가"라는 한 단어를 바꾸어 다짐의 효과를 반대로 뒤집은 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

다짐 문제가 나오면 먼저 "조밀해진다"를 떠올린다. 조밀해지면 강도·지지력·안정성은 증가하고, 압축성·침하성·투수성은 감소하는 방향으로 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

다짐은 강도는 올리고, 압축성·침하성·투수성은 낮춘다.

NoteBase

문 3. 옹벽의 안정성 검토에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 옹벽에 작용하는 모든 외력의 합력 작용점이 저판의 중앙 2/3 안에 들어오면 전도에 대하여 안정하다.

② 활동에 대한 안전율은 보통 수동토압을 무시하면 1.5를 적용한다.

③ 활동에 대하여 불안정한 것으로 판정될 경우 옹벽의 폭을 크게 하거나 저판 바닥면에 돌출부(전단키)를 설치한다.

④ 옹벽의 안정은 전도, 활동, 지지력, 전체안정성(원호활동)에 대하여 검토한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 옹벽 안정 검토 항목 중 전도 안정의 판정 기준과 활동·지지력·전체안정성의 의미를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전도 안정은 옹벽에 작용하는 합력의 작용점이 저판의 중간 1/3 범위에 들어와 저면에 인장응력이 생기지 않는지를 보는 검토이다.
활동 안정은 수평 작용력에 대한 저항력의 비로 판단하며, 보통 수동토압을 무시하면 안전율 1.5를 적용한다.
전체안정성은 옹벽 본체만이 아니라 배면 지반을 포함한 원호활동 가능성까지 함께 검토하는 항목이다.

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 "저판의 중앙 2/3"이다. 전도에 대하여 안전하려면 합력 작용점은 저판의 중간 1/3 범위에 들어와야 한다. 올바르게는 "합력 작용점이 저판의 중앙 1/3 안에 들어오면 전도에 대하여 안전하다"이다.
② O: 활동에 대한 안전율은 일반적으로 저항력/활동력으로 평가하며, 수동토압을 무시하는 보수적 검토에서는 보통 1.5를 기준으로 본다.
③ O: 활동에 대하여 불안정하면 저판 폭을 키워 마찰저항을 늘리거나 저판 바닥면에 돌출부(전단키)를 두어 활동저항을 증가시키는 방법을 사용한다.
④ O: 옹벽 안정 검토는 전도, 활동, 기초지반의 지지력, 배면 지반을 포함한 전체안정성까지 함께 보는 것이 표준적인 검토 항목이다.

오답 포인트

전도 검토에서 자주 헷갈리는 부분은 "중앙 1/3"과 "중앙 2/3"의 혼동이다. 합력 작용점이 밑면의 가운데 부근에 있으면 된다고 막연히 외우면 ①처럼 범위를 넓게 적은 선지에 넘어가기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

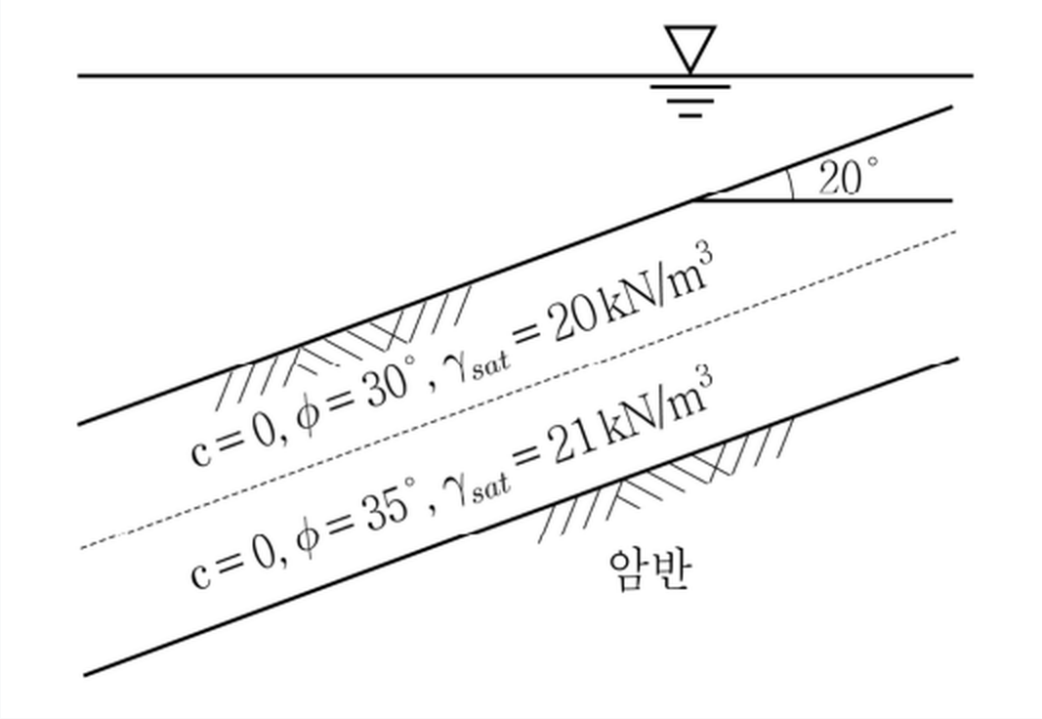
옹벽 안정 문제는 먼저 항목별 기준을 대응시켜 판단한다. 전도는 합력 위치와 중간 1/3, 활동은 안전율 1.5와 전단키, 지지력은 기초지반 허용지지력, 전체안정성은 원호활동 여부를 연결하면 선지 판별이 빨라진다.

암기 포인트

전도는 중간 1/3, 활동은 1.5와 전단키, 전체안정성은 원호활동이다.

NoteBase

문 4. 그림과 같이 동일한 경사를 가진 두 토층이 수중에 존재한다. 무한사면으로 해석하는 경우 먼저 사면파괴가 발생하는 토층의 사면안전율은? (단, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$이다)



① $F_S = \frac{\tan(30^\circ)}{\tan(20^\circ)}$
② $F_S = \frac{1}{2}\frac{\tan(30^\circ)}{\tan(20^\circ)}$
③ $F_S = \frac{\tan(35^\circ)}{\tan(20^\circ)}$
④ $F_S = \frac{1}{2}\frac{\tan(35^\circ)}{\tan(20^\circ)}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 수중의 무한사면을 정지수압 상태로 보고 $F_S = \tan\phi/\tan\beta$를 적용하여 먼저 파괴되는 토층을 고르는 문제이다.

조건 정리

- 사면 경사각은 $\beta = 20^\circ$이다.
- 위 토층은 $c = 0, \phi = 30^\circ, \gamma_{sat} = 20kN/m^3$이다.
- 아래 토층은 $c = 0, \phi = 35^\circ, \gamma_{sat} = 21kN/m^3$이다.
- 두 토층 모두 수중에 있으나 흐름이 표시되지 않았으므로 정지수압 상태로 본다.

NoteBase

사용할 공식

점착력이 없는 무한사면의 안전율은

$F_S = \frac{\sigma' \tan\phi}{\tau}$

이다. 수중 정지 상태에서는 활동력과 저항력에 함께 잠긴단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$가 들어가므로 서로 소거되어

$F_S = \frac{\tan\phi}{\tan\beta}$

가 된다. 이 문제는 침투류가 그려진 것이 아니라 단순히 수중에 존재하는 사면이므로 1/2 계수를 곱하지 않는다.

계산 과정

위 토층의 안전율은

$F_{S1} = \frac{\tan 30^\circ}{\tan 20^\circ} \approx \frac{0.577}{0.364} \approx 1.59$

이다.

아래 토층의 안전율은

$F_{S2} = \frac{\tan 35^\circ}{\tan 20^\circ} \approx \frac{0.700}{0.364} \approx 1.92$

이다.

먼저 파괴되는 토층은 안전율이 더 작은 토층이므로 위 토층이 먼저 파괴된다. 따라서 그 안전율은

$\tan 30^\circ / \tan 20^\circ$이다.

선지별 해설

① O

- 위 토층은 $\phi = 30^\circ$이므로 $F_S = \tan 30^\circ / \tan 20^\circ$이다.
- 두 토층 중 안전율이 더 작은 층이 먼저 파괴되는데, $\tan 30^\circ < \tan 35^\circ$이므로 위 토층이 먼저 파괴된다.

② X

- 틀린 표현은 1/2를 곱한 부분이다.
- 이 값은 수중 정지 상태를 침투류가 있는 경우로 오해했을 때 나오는 값이다.
- 올바르게는 위 토층의 안전율이 $F_S = \tan 30^\circ / \tan 20^\circ$이다.

③ X

- 틀린 표현은 먼저 파괴되는 층을 $\phi = 35^\circ$인 아래 토층으로 본 부분이다.
- 같은 사면각에서는 내부마찰각이 작은 층의 안전율이 더 작다.
- 올바르게는 아래 토층의 안전율은 $\tan 35^\circ / \tan 20^\circ$이지만 먼저 파괴되는 층은 아니다.

④ X

- 틀린 표현은 아래 토층을 먼저 파괴층으로 보면서 다시 1/2까지 곱한 부분이다.
- 먼저 파괴되는 층 판단도 틀리고, 수중 정지 상태에 침투류 계수를 잘못 적용한 점도 틀리다.
- 올바르게는 먼저 파괴되는 층은 위 토층이며 안전율은 $\tan 30^\circ / \tan 20^\circ$이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문제의 함정은 '수중에 존재'를 곧바로 '사면 방향 침투류가 존재'로 오해하는 점이다. 정지수압 상태에서는 γ_w가 주어져도 최종식이 $\tan\phi/\tan\beta$로 정리된다. 또 '먼저 파괴'는 안전율이 작은 층을 고르는 말인데, 단순히 단위중량이 큰 층이 먼저 무너진다고 보면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

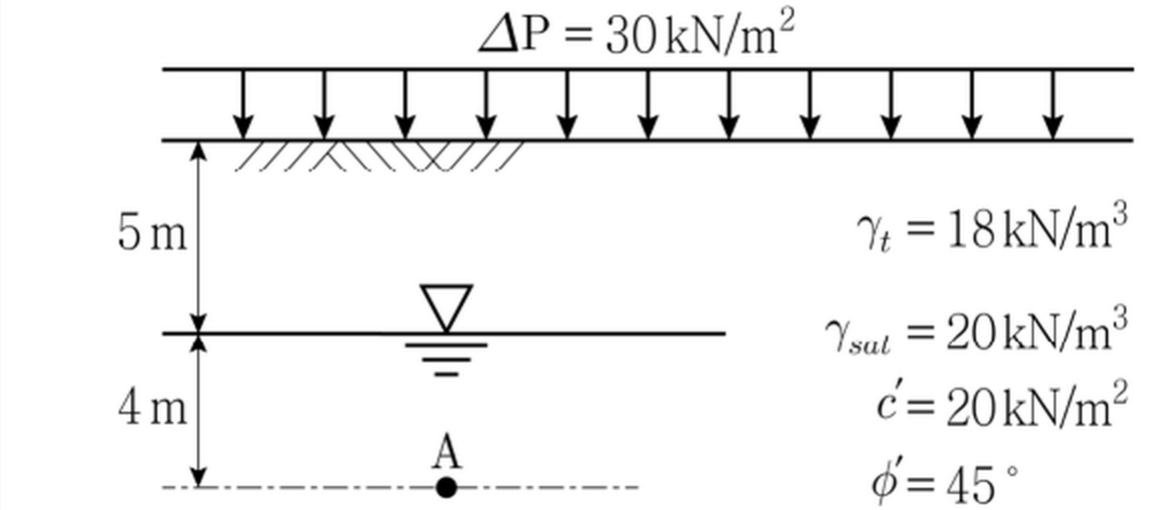
무한사면 문제는 먼저 물이 정지수압인지 침투류인지부터 구분한다. 그다음 c의 존재 여부를 보고, $c=0$인 경우에는 같은 경사각에서 ϕ가 작은 층일수록 안전율이 작다고 판단하면 빠르게 정답에 도달할 수 있다.

암기 포인트

수중 정지 무한사면에서 $c=0$이면 $F_S=\tan\phi/\tan\beta$이고, 같은 경사에서는 ϕ가 작은 층이 먼저 파괴된다.

NoteBase

문 5. 그림과 같은 지반에 하중 30kN/m^2 작용 시, A점에서의 전단강도는? (단, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$이다)



① 160kN/m^2

② 180kN/m^2

③ 200kN/m^2

④ 220kN/m^2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지하수위 아래의 유효응력을 구한 뒤 Mohr-Coulomb 식으로 A점의 전단강도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 상재하중 $\Delta P = 30kN/m^2$, 지표면부터 지하수위까지 $5m$, 지하수위부터 A점까지 $4m$, 습윤단위중량 $\gamma_t = 18kN/m^3$, 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20kN/m^3$, 점착력 $c' = 20kN/m^2$, 내부마찰각 $\phi' = 45°$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
구해야 할 값: A점의 전단강도이다.
주의할 조건: 전단강도 계산에는 총응력이 아니라 유효응력 σ'를 사용한다.

사용할 공식

전단강도는 $\tau_f = c' + \sigma' \tan\phi'$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 c'와 ϕ'가 주어졌으므로 유효응력에 대한 Mohr-Coulomb 전단강도식을 적용하는 상황이다.

NoteBase

계산 과정

1. A점의 총연직응력은 지표면 하중과 흙의 자중을 합해 $\sigma_v = 30 + 18 \times 5 + 20 \times 4 = 200 kN/m^2$이다.
2. A점은 지하수위 아래 $4m$에 있으므로 간극수압은 $u = \gamma_w \times 4 = 10 \times 4 = 40 kN/m^2$이다.
3. 유효연직응력은 $\sigma' = \sigma_v - u = 200 - 40 = 160 kN/m^2$이다.
4. $\phi' = 45^\circ$이므로 $\tan 45^\circ = 1$이다. 따라서 전단강도는
$\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi' = 20 + 160 \times 1 = 180 kN/m^2$이다.

선지 판단

1번 X: $160 kN/m^2$는 A점의 유효연직응력일 뿐 전단강도가 아니다. 전단강도는 여기에 점착력 $c' = 20 kN/m^2$를 더한 값이어야 한다. 틀린 표현 → 올바르게는 "A점의 전단강도는 $180 kN/m^2$이다."이다.
2번 O: 유효연직응력 $160 kN/m^2$에 $c' = 20 kN/m^2$를 더하면 $180 kN/m^2$가 된다. $\phi' = 45^\circ$라서 $\tan \phi' = 1$인 점까지 반영한 값이므로 옳다.
3번 X: $200 kN/m^2$는 간극수압 $40 kN/m^2$를 빼지 않은 총연직응력이다. 전단강도 계산에 총응력을 그대로 넣으면 과대평가된다. 틀린 표현 → 올바르게는 "총연직응력에서 간극수압을 빼 유효응력을 구한 뒤 전단강도를 계산한다."이다.
4번 X: $220 kN/m^2$는 총연직응력 $200 kN/m^2$에 점착력만 더한 값으로 볼 수 있으나, 간극수압을 고려하지 않아 틀리다. 틀린 표현 → 올바르게는 "유효응력 $160 kN/m^2$을 사용하므로 전단강도는 $180 kN/m^2$이다."이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 전단강도식에 들어가는 σ'를 총응력으로 착각하는 점이다. 3번과 4번은 지하수위 아래에서 발생하는 간극수압 u를 빼지 않았을 때 바로 나오는 값이라서 많이 헷갈린다.

다시 나오면 이렇게 판단

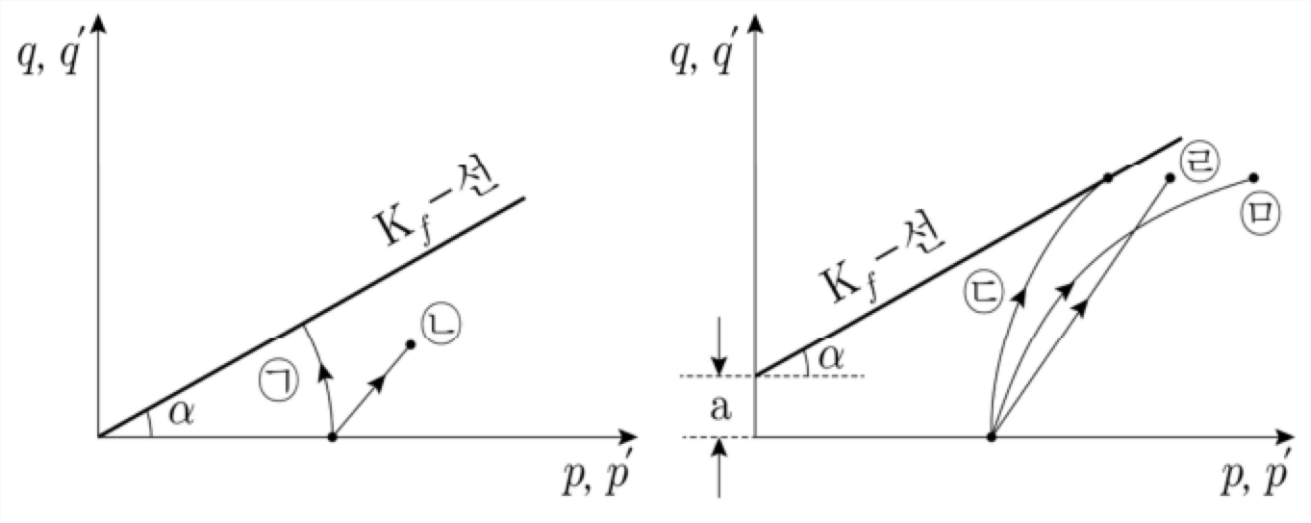
지반 전단강도 계산형은 먼저 깊이별 총응력을 구하고, 지하수위 아래 구간의 간극수압을 빼서 유효응력을 만든 다음, 마지막에 $\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi'$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

전단강도는 총응력이 아니라 유효응력으로 계산하며, 지하수위 아래에서는 $\sigma' = \sigma - u$를 먼저 만든다.

NoteBase

문 6. 그림은 점토에 대한 압밀비배수 삼축압축시험에 대한 응력경로를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 전응력경로와 유효응력경로 사이의 평균응력 차이는 과잉간극수압이다.

② ㉠은 정규압밀점토의 유효응력경로이고, ㉡은 정규압밀점토의 전응력경로이다.

③ ㉢은 과압밀점토의 유효응력경로이고, ㉣은 과압밀점토의 전응력경로이다.

④ ㉤은 과압밀점토의 정(+)의 과잉간극수압이 발생하는 유효응력경로이다.

정답 4번

출제 포인트

압밀비배수 삼축압축시험의 p-q 응력경로에서 전응력경로와 유효응력경로의 상대적 위치를 보고 정규압밀점토와 과압밀점토의 과잉간극수압 부호를 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
전응력 평균응력 p와 유효응력 평균응력 p'의 차이는 과잉간극수압 u이다. 따라서 전응력경로와 유효응력경로 사이의 평균응력 차이를 과잉간극수압으로 보는 설명은 옳다.

② O
정규압밀점토는 비배수 압축 시 보통 정(+)의 과잉간극수압이 발생하므로 유효응력경로가 전응력경로의 왼쪽으로 간다. 그림의 ㄱ이 그 경우의 유효응력경로이고, 직선으로 우상향하는 ㄴ은 재하 조건에 따라 정해지는 전응력경로이므로 옳다.

③ O
과압밀점토는 과압밀 정도에 따라 정(+) 또는 부(-)의 과잉간극수압이 모두 가능하다. 그림의 ㄷ은 전응력경로 왼쪽에 있어 정(+)의 과잉간극수압이 생긴 경우의 유효응력경로이고, ㄹ은 우상향 직선인 전응력경로이므로 옳다.

④ X
ㅁ은 전응력경로보다 오른쪽에 있으므로 $p' > p$가 되는 경우이며, 이는 부(-)의 과잉간극수압이 발생했음을 뜻한다. 틀린 표현은 "정(+)의 과잉간극수압"이고, 올바르게는 "부(-)의 과잉간극수압이 발생하는 유효응력경로"이다.

오답 포인트

과압밀점토라고 해서 항상 부(-)의 과잉간극수압만 생기는 것은 아니다. 이 문항의 함정은 과압밀점토라는 말에만 끌려가서 ㅁ의 좌우 위치를 보지 않는 데 있다. 전응력경로보다 왼쪽이면 정(+), 오른쪽이면 부(-)의 과잉간극수압으로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

발문이 "옳지 않은 것"인지 먼저 확인한 뒤, 그림에서 직선 전응력경로를 기준선으로 잡는다. 유효응력경로가 그 왼쪽이면 정(+)의 과잉간극수압, 오른쪽이면 부(-)의 과잉간극수압으로 판단하면 선지의 O/X를 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

전응력선 기준 왼쪽은 $+u$, 오른쪽은 $-u$이다.

NoteBase

문 7. 순수 모래를 이용하여 250kPa의 구속압 상태에서 삼축압축시험을 수행하였을 때, 파괴 시 축차응력이 500kPa로 측정되었다. 이 시료의 내부마찰각과 수평면으로부터 파괴면의 각도는?

① 내부마찰각: 30°, 파괴면 각도: 60°

② 내부마찰각: 30°, 파괴면 각도: 75°

③ 내부마찰각: 60°, 파괴면 각도: 60°

④ 내부마찰각: 60°, 파괴면 각도: 75°

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 점착력이 없는 모래의 삼축압축파괴 조건에서 주응력비로 내부마찰각을 구하고, 그 값으로 수평면 기준 파괴면 경사를 판단하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 구속압 $\sigma_3 = 250kPa$, 파괴 시 축차응력 $\sigma_1 - \sigma_3 = 500kPa$이다.
- 구해야 할 값: 내부마찰각 ϕ와 수평면으로부터 파괴면의 각도이다.
- 주의할 조건: 순수 모래이므로 점착력은 $c = 0$이고, 삼축압축시험에서 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3$이다.

사용할 공식

$\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}$

$\theta = 45^\circ + \frac{\phi}{2}$

이 공식을 쓰는 이유는 순수 모래처럼 $c = 0$인 흙의 삼축압축파괴에서 주응력비가 내부마찰각으로 직접 연결되고, 파괴면은 주평면에 대해 $45^\circ + \frac{\phi}{2}$ 기울어지기 때문이다.

계산 과정

1. 축차응력은 $\sigma_1 - \sigma_3$이므로 $\sigma_1 = 250 + 500 = 750kPa$이다.
2. 주응력비는 $\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{750}{250} = 3$이다.
3. $\frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} = 3$에서 $1 + \sin\phi = 3 - 3\sin\phi$이므로 $4\sin\phi = 2$, $\sin\phi = 0.5$, 따라서 $\phi = 30^\circ$이다.
4. 수평면으로부터 파괴면의 각도는 $45^\circ + \frac{30^\circ}{2} = 60^\circ$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과 내부마찰각은 30 °, 파괴면 각도는 60 °이므로 옳다.

② X
- 내부마찰각 30 °까지는 맞지만, 파괴면 각도를 75 °로 본 점이 틀리다.
- 틀린 표현은 '파괴면 각도 75°'이다. 올바르게는 수평면 기준 파괴면 각도는 $45^\circ + \frac{\phi}{2} = 60^\circ$이다.
- 75 °는 $45^\circ + \phi$로 잘못 적용할 때 나오는 값이다.

③ X
- 파괴면 각도 60 °는 맞지만, 내부마찰각을 60 °로 본 점이 틀리다.
- 틀린 표현은 '내부마찰각 60°'이다. 올바르게는 주응력비 3에 대응하는 내부마찰각은 30 °이다.
- 만약 $\phi = 60^\circ$라면 $\frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} \approx 13.9$가 되어 주응력비 3과 맞지 않는다.

④ X
- 내부마찰각 60 °, 파괴면 각도 75 °는 모두 이 문제의 계산 결과와 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 '내부마찰각 60°'와 '파괴면 각도 75°'이다. 올바르게는 내부마찰각 30 °, 파괴면 각도 60 °이다.
- 이 값은 주응력비를 잘못 해석하고 파괴면 각도식까지 연쇄적으로 틀렸을 때 고르기 쉬운 오답이다.

오답 포인트

축차응력을 바로 σ_1로 착각하거나, 파괴면 각도 공식을 $45^\circ + \phi$로 잘못 쓰면 ②와 같은 오답으로 흐르기 쉽다. 또 주응력비 $\frac{\sigma_1}{\sigma_3}$를 만들지 않고 감으로 내부마찰각을 크게 잡으면 ③, ④처럼 60 °를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

삼축압축 계산형 문제는 먼저 축차응력으로 σ_1을 복원하고, 다음에 $\frac{\sigma_1}{\sigma_3}$로 ϕ를 구한 뒤, 마지막에 파괴면 각도 $45^\circ + \frac{\phi}{2}$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

순수 모래 삼축압축은 '축차응력으로 σ_1 복원, 주응력비로 ϕ 결정, 파괴면은 $45^\circ + \frac{\phi}{2}$'로 정리된다.

NoteBase

문 8. 아주 오래 전에 조성된 점토사면이 집중 강우로 붕괴되었다. 붕괴된 사면을 보수 보강하기 위한 점토사면의 안정해석에 적절한 전단강도정수 산정 시험은?

① 압밀배수(CD) 삼축시험
② 압밀비배수(CU) 삼축시험
③ 비압밀비배수(UU) 삼축시험
④ 압밀비배수(CU)와 비압밀비배수(UU) 삼축시험 둘 다

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 기존 점토사면의 압밀 이력과 파괴 시 배수 조건을 구분하여 CD, CU, UU 시험 중 어떤 시험이 적절한지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

CD 시험은 압밀 후 배수 상태로 전단하여 전단 중 간극수압이 소산되는 장기 배수 거동을 본다.
CU 시험은 압밀 후 비배수 상태로 전단하여 기존 지반의 압밀 이력을 반영하면서 급속 파괴 시 거동을 본다.
UU 시험은 압밀 없이 비배수 전단하므로 오래된 점토사면의 압밀 이력을 반영하지 못한다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 '압밀배수(CD)'이다. CD는 전단 중 배수를 허용하는 장기 배수 거동용 시험이므로 집중 강우에 따른 급속 붕괴 상황을 직접 모사하기 어렵다. 실제로는 압밀 후 비배수 전단인 CU가 적절하다.
② O. 아주 오래 전에 조성된 사면이므로 시료는 이미 압밀된 상태로 보는 것이 맞고, 집중 강우로 붕괴된 상황이므로 전단은 단기 비배수 거동으로 본다. 따라서 압밀 이력을 반영하면서 전단 시 배수를 막는 CU 시험이 적절하다.
③ X. 틀린 부분은 '비압밀'이다. UU는 시료를 압밀시키지 않으므로 오랜 기간 자중과 재하를 받아 온 기존 점토사면의 응력 이력을 반영하지 못한다. 실제로는 압밀 과정을 거친 뒤 비배수 전단하는 CU가 맞다.
④ X. 틀린 부분은 '둘 다'이다. UU는 비압밀 조건이라 기존 사면의 장기 압밀 상태를 재현하지 못하므로 적절하지 않다. 실제로는 CU만 적절하다.

오답 포인트

문장의 단서를 하나만 보면 오답으로 흐르기 쉽다. '아주 오래 전에 조성'만 보면 CD를 떠올리기 쉽고, '집중 강우로 붕괴'만 보면 UU를 고르기 쉽다. 이 문항은 압밀 여부와 전단 중 배수 여부를 따로 읽어 두 단서를 결합해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

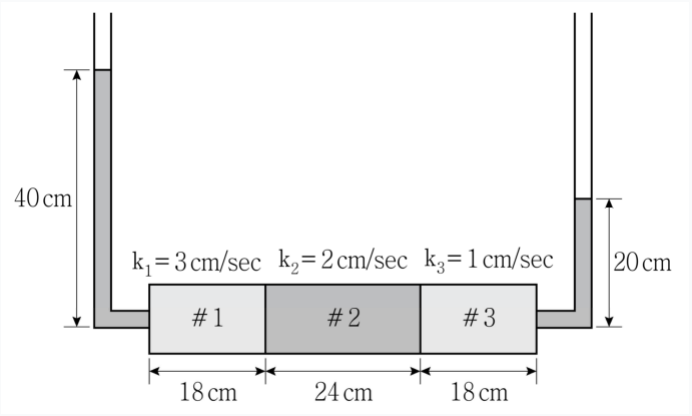
문장에서 시간축을 둘로 나누어 본다. '오래 전에 조성'은 압밀 여부를, '집중 강우·급속 붕괴'는 전단 중 배수 여부를 뜻한다. 압밀된 점토가 급속히 파괴되면 CU로 판단된다.

암기 포인트

오래된 점토사면은 C, 급파괴는 U이므로 CU이다.

NoteBase

문 9. 그림과 같은 침투 조건에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 각 흙의 단면적은 일정하다)



① 1번 흙에서의 유속이 가장 빠르다.

② 3번 흙에서의 유속이 가장 빠르다.

③ 3번 흙에서의 동수경사가 가장 크다.

④ 1번 흙과 2번 흙의 동수경사는 동일하다.

정답 3번

출제 포인트

직렬로 연결된 서로 다른 투수계수의 토층에서 유량 일정 조건을 이용해 Darcy 유속과 동수경사를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 총 수두차는 $40cm - 20cm = 20cm$이다.
- 길이는 $L_1 = 18cm, L_2 = 24cm, L_3 = 18cm$이다.
- 투수계수는 $k_1 = 3cm/s, k_2 = 2cm/s, k_3 = 1cm/s$이다.
- 각 흙의 단면적은 같다.

구해야 할 값:
- 각 층의 유속 비교
- 각 층의 동수경사 비교

주의할 조건:
- 직렬 침투이므로 모든 층을 지나는 유량 q는 같다.
- 단면적이 같으므로 Darcy 유속 $v = q/A$도 모든 층에서 같다.

NoteBase

사용할 공식

$v = ki, \qquad \Delta h = \sum i_j L_j = v\sum \frac{L_j}{k_j}$

이 공식을 쓰는 이유:

직렬 침투에서는 유량이 일정하므로 각 층의 Darcy 유속이 동일하고, 전체 수두차는 각 층 수두손실의 합으로 계산된다.

계산 과정

1. 전체 수두차는 $\Delta h = 20cm$이다.

2. Darcy 유속은

$v = \frac{\Delta h}{L_1/k_1 + L_2/k_2 + L_3/k_3} = \frac{20}{18/3 + 24/2 + 18/1} = \frac{20}{36} = \frac{5}{9} cm/s$

이다.

3. 각 층의 동수경사는

$i_1 = \frac{v}{k_1} = \frac{5/9}{3} = \frac{5}{27}, \qquad i_2 = \frac{v}{k_2} = \frac{5}{18}, \qquad i_3 = \frac{v}{k_3} = \frac{5}{9}$

이다.

4. 따라서 유속은 $v_1 = v_2 = v_3 = \frac{5}{9} cm/s$로 같고, 동수경사는 $i_3 > i_2 > i_1$이다.

선지별 해설

① X

1번 흙에서의 유속이 가장 빠르지 않다. 직렬 침투이고 단면적이 같으므로 모든 층의 Darcy 유속은 동일하다. 틀린 표현은 "가장 빠르다"이다. 올바르게는 "1번, 2번, 3번 흙에서의 유속은 모두 같다"이다.

② X

3번 흙에서의 유속도 가장 빠르지 않다. k가 가장 작아도 직렬 흐름에서는 유속이 단독으로 커지지 않고, 같은 유속을 만들기 위해 동수경사가 더 커진다.

틀린 표현은 "가장 빠르다"이다. 올바르게는 "3번 흙은 동수경사가 가장 크다"이다.

③ O

$i = v/k$이므로 같은 v에서 k가 가장 작은 3번 흙의 동수경사가 가장 크다. 계산값도 $i_3 = \frac{5}{9}$, $i_2 = \frac{5}{18}$, $i_1 = \frac{5}{27}$ 순서이다.

④ X

1번과 2번 흙의 동수경사는 동일하지 않다. 같은 유속에서 $i = v/k$이므로 $k_1 = 3$, $k_2 = 2$여서 $i_2 > i_1$이다.

틀린 표현은 "동일하다"이다. 올바르게는 "2번 흙의 동수경사가 1번 흙보다 크다"이다.

NoteBase

오답 포인트

투수계수 k가 크면 유속도 무조건 크다고 바로 연결하면 ①, ②를 잘못 고르게 된다. 이 문항은 직렬 침투와 단면적 일정 조건 때문에 먼저 유량과 Darcy 유속이 동일하다는 점을 잡아야 한다.
④는 k가 다른데도 동수경사가 같다고 착각하는 함정을 노린다. 같은 것은 유속이고, 동수경사는 k의 역순으로 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

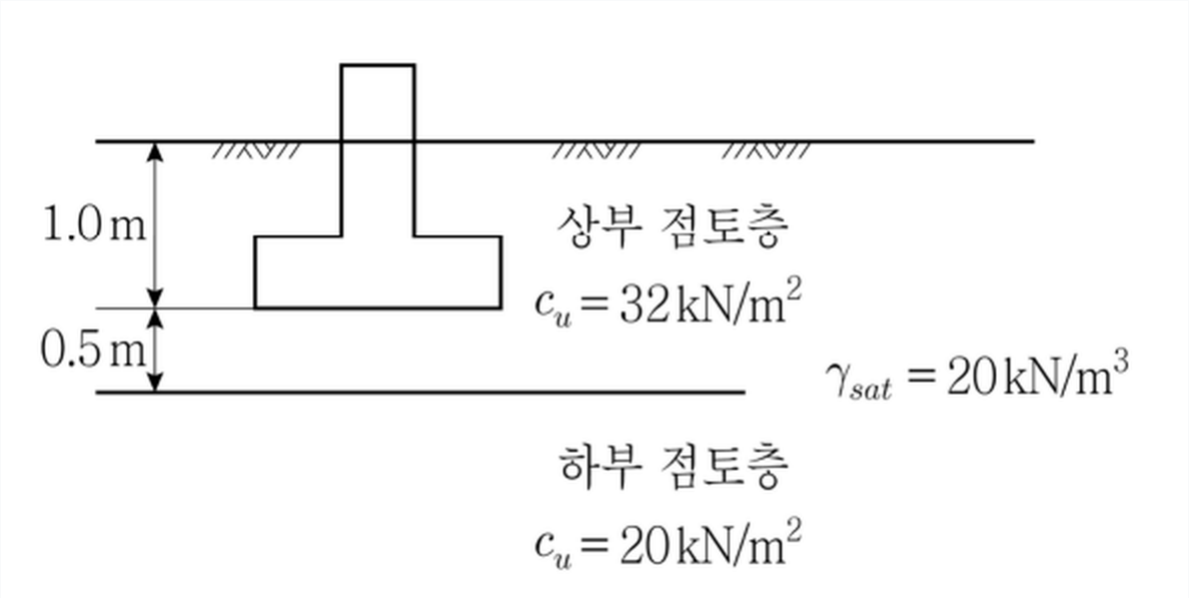
직렬로 이어진 토층에서 단면적이 같으면 먼저 유량 일정과 Darcy 유속 동일을 놓고 본다. 그다음 $v = ki$에서 $i = v/k$로 바꾸어 k가 작은 층일수록 동수경사가 크다고 판단하면 된다.

암기 포인트

직렬 침투는 유속이 같고, 동수경사는 k에 반비례한다.

NoteBase

문 10. 그림과 같은 지반에 저면의 폭이 2m인 연속 줄기초를 설치하였다. Terzaghi의 지지력 공식을 이용할 때, 기초의 극한지지력은? (단, 기초 바닥면에 형성되는 쐐기의 각도는 기초 저면에서 $(45^\circ + \phi/2)$이고, 비배수전단강도는 산술적 평균값으로 구한다. $\phi = 0^\circ$일 때 지지력 계수는 $N_c = 5.0$, $N_q = 1.0$, $N_\gamma = 0$이다)



① $85\mathrm{kN/m^2}$

② $120\mathrm{kN/m^2}$

③ $150\mathrm{kN/m^2}$

④ $180\mathrm{kN/m^2}$

정답 3번

출제 포인트

Terzaghi의 연속줄기초 극한지지력식에 $\phi = 0$ 조건을 적용하고, 기초 저면 아래 쐐기 범위의 평균 비배수전단강도 c_u를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 기초 폭 $B = 2m$, 근입깊이 $D_f = 1.0m$이다.
- $\phi = 0$이므로 $N_c = 5.0$, $N_q = 1.0$, $N_\gamma = 0$이다.
- 상부 점토층은 $c_u = 32kN/m^2$, 하부 점토층은 $c_u = 20kN/m^2$이다.
- 기초 저면 아래 $0.5m$까지는 상부 점토층, 그 아래는 하부 점토층이다.
- 쐐기 각도는 $45^\circ + \phi/2 = 45^\circ$이므로 쐐기 깊이는 $(B/2)\tan 45^\circ = 1.0m$이다.
- 따라서 쐐기 내부는 상부층 $0.5m$와 하부층 $0.5m$를 함께 포함하므로 평균 c_u를 산술평균으로 구한다.

NoteBase

사용할 공식

Terzaghi의 연속줄기초 극한지지력식은 다음과 같다.
$q_u = c_u N_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$
이 문제는 $\phi = 0$인 점토지반의 비배수 상태이므로 $N_\gamma = 0$이 되고, 층상지반이어서 c_u는 쐐기 범위의 평균값을 사용한다.

계산 과정

1. 쐐기 깊이는 $(B/2)\tan 45^\circ = (2/2) \times 1 = 1.0m$이다.
2. 쐐기 안의 평균 비배수전단강도는 $\bar{c}_u = (32 + 20)/2 = 26kN/m^2$이다.
3. 상재압은 $q = \gamma D_f = 20 \times 1.0 = 20kN/m^2$이다.
4. 극한지지력은
$q_u = \bar{c}_u N_c + \gamma D_f N_q = 26 \times 5 + 20 \times 1 = 150kN/m^2$
이다.

선지별 해설

① X
- $85kN/m^2$는 문제 조건으로 계산되는 Terzaghi 극한지지력이 아니다. 평균 c_u와 상재압을 반영하면 $q_u = 150kN/m^2$가 된다.
- 틀린 표현은 극한지지력을 $85kN/m^2$로 본 부분이다. 올바르게는 $150kN/m^2$이다.

② X
- $120kN/m^2$는 하부 점토층의 $c_u = 20kN/m^2$만 전 구간에 적용하면 나오는 값이다.
- 틀린 표현은 쐐기 내부 강도를 하부층 값 하나로 본 부분이다. 올바르게는 상부 $0.5m$와 하부 $0.5m$를 함께 고려한 평균 $\bar{c}_u = 26kN/m^2$를 써야 한다.

③ O
- 쐐기 깊이 $1.0m$ 안에서 평균 c_u는 $26kN/m^2$이고, Terzaghi 식에 대입하면 $q_u = 150kN/m^2$가 된다.
- 따라서 ③이 정답이다.

④ X
- $180kN/m^2$는 상부 점토층의 $c_u = 32kN/m^2$만 전 구간에 적용하면 나오는 값이다.
- 틀린 표현은 쐐기 내부 강도를 상부층 값 하나로 본 부분이다. 올바르게는 상부층과 하부층을 함께 평균하여 $\bar{c}_u = 26kN/m^2$를 사용해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

함정은 층상지반에서 어느 깊이까지 평균 c_u를 잡는지를 놓치는 점이다. 이 문제는 기초 저면 아래 전체 지반을 평균하는 것이 아니라, 45° 쐐기 깊이 $1.0m$ 안에 들어오는 상부층 $0.5m$와 하부층 $0.5m$만 평균해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점토지반 지지력 문제는 먼저 ϕ값으로 N_c, N_q, N_γ와 쐐기 각도를 정하고, 다음에 쐐기 깊이 안에 포함되는 층만 골라 평균 c_u를 구한 뒤 Terzaghi 식에 대입하면 된다.

암기 포인트

$\phi = 0$ 점토지반 연속줄기초는 $q_u = 5c_u + \gamma D_f$이고, 층상지반이면 c_u는 쐐기 범위 평균값이다.

NoteBase

문 11. 흙의 물리적 성질에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 간극의 용적비 중 간극률은 반드시 1 이하이며, 간극비는 1 이상 또는 이하일 수 있다.

② 함수비가 서로 다른 동일한 흙은 액성한계도 서로 다르다.

③ 동일한 흙에서 건조단위중량은 항상 수중단위중량보다 크다.

④ 0.075 mm보다 작은 입경의 흙은 소성지수와 액성한계로 흙 분류를 할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 간극률과 간극비의 범위, 액성한계의 의미, 단위중량의 관계, 세립토 분류 기준처럼 흙의 기본 물리적 성질을 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

간극률은 전체 체적 중 간극체적의 비로 $n = V_v/V$ 이므로 반드시 1 이하이다.
간극비는 흙입자 체적에 대한 간극체적의 비로 $e = V_v/V_s$ 이므로 1보다 클 수도 있고 작을 수도 있다.
액성한계는 같은 흙이 액체 상태와 소성 상태의 경계에 있을 때의 함수비로, 현재 시료의 함수비와는 다른 고유한 한계값이다.
건조단위중량은 $\gamma_d = G_s\gamma_w/(1+e)$, 수중단위중량은 $\gamma' = (G_s-1)\gamma_w/(1+e)$ 이므로 같은 흙에서는 항상 건조단위중량이 더 크다.
입경이 $0.075mm$ 보다 작은 세립토는 액성한계와 소성지수로 압축성 및 소성 특성을 판정하여 분류할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O
간극률은 전체 부피 대비 간극부피의 비이므로 0과 1 사이의 값만 가진다. 간극비는 고체부피 대비 간극부피의 비이므로 조밀한 흙이면 1보다 작고 느슨한 흙이면 1보다 클 수도 있어 옳다.

② X
틀린 부분은 "함수비가 서로 다른 동일한 흙은 액성한계도 서로 다르다"이다. 액성한계는 동일한 흙에 대해 정해지는 아터버그 한계값이므로 현재 함수비가 달라도 액성한계 자체는 같아야 한다. 올바르게는 "함수비가 서로 다른 동일한 흙이라도 액성한계는 동일하다"이다.

③ O
같은 흙에서 건조단위중량은 $\gamma_d = G_s\gamma_w/(1+e)$, 수중단위중량은 $\gamma' = (G_s-1)\gamma_w/(1+e)$ 이다. 두 식의 차이는 $\gamma_w/(1+e)$ 이므로 항상 양수여서 건조단위중량이 더 크다.

④ O
입경이 $0.075mm$ 보다 작은 흙은 세립토로 보고, 세립토 분류에는 액성한계와 소성지수를 사용한다. 따라서 이 선지는 세립토의 분류 기준을 바르게 설명한 것이다.

오답 포인트

②는 현재 함수비와 액성한계를 같은 종류의 값처럼 섞어 놓은 함정이다. 함수비는 시료의 현재 상태를 나타내는 값이고, 액성한계는 그 흙의 경계 함수비라는 점을 구분하지 못하면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

현재 상태값인지 고유 한계값인지를 먼저 구분하면 된다. 간극률과 간극비는 분모가 전체체적이냐 고체체적이냐를 보고, 액성한계는 현재 함수비와 분리된 한계값으로 판단하면 된다.

암기 포인트

간극률은 전체 기준이라 1 이하, 간극비는 고체 기준이라 1 초과 가능, 액성한계는 같은 흙의 고유 한계값이다.

NoteBase

문 12. 흙의 압밀에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 압밀계수 값이 크면 과잉간극수압도 빨리 소산되어 압밀속도가 커진다.

② 교란된 시료에서 구한 압축지수 값을 이용하여 현장의 압밀침하량을 예측하면 실제보다 크게 예측된다.

③ 함수비가 큰 흙은 2차 압축지수 값도 크다.

④ 1차 압밀 이후 지속하중에 의한 장기적 침하발생은 흙입자의 재배열이 주원인이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압밀계수 c_v, 압축지수 C_c, 2차 압축지수 C_α, 2차 압밀의 의미를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

압밀계수 c_v: 과잉간극수압이 얼마나 빨리 소산되는지를 나타내는 속도 지표이다. 값이 클수록 압밀 진행이 빠르다.
압축지수 C_c: 유효응력 증가에 따라 처녀압밀 구간에서 간극비가 얼마나 줄어드는지를 나타내는 압축성 지표이다. 값이 클수록 1차 압밀침하가 크다.
2차 압축지수 C_α: 1차 압밀이 끝난 뒤 시간 경과에 따른 추가 변형의 크기를 나타내는 지표이다. 값이 클수록 장기침하가 크다.

선지별 해설

① O
압밀계수 값이 크면 과잉간극수압이 더 빨리 소산되므로 압밀 진행 속도가 커진다.
② X
틀린 부분은 "실제보다 크게 예측된다"이다.
교란된 시료는 원지반의 구조와 간극 상태를 제대로 보존하지 못해 보통 압축지수 C_c가 작게 평가되므로, 이 값을 이용하면 현장 압밀침하량은 실제보다 작게 예측되는 경향이 있다.
③ O
함수비가 큰 흙은 일반적으로 압축성과 시간 의존 변형이 커서 2차 압축지수 값도 큰 경향을 보인다.
④ O
1차 압밀 이후 지속하중에 의한 장기적 침하는 흙입자의 재배열과 크리프에 의해 발생하므로, 흙입자의 재배열이 주원인이라는 설명은 옳다.

오답 포인트

②의 "크게"가 함정이다. 압밀 관련 계수라는 공통점만 보고 c_v와 C_c를 같은 성격으로 외우면 속도 계수와 침하량 계수를 혼동하게 된다. 또한 2차 압밀을 배수에 의한 현상으로 오해하면 ④ 판단도 흔들리기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 그 계수가 속도를 말하는지, 침하량의 크기를 말하는지, 장기 크리프를 말하는지부터 구분한다.
과잉간극수압 소산 속도는 c_v, 처녀압밀 침하량은 C_c, 1차 압밀 이후 장기침하는 C_α와 2차 압밀 개념으로 연결하면 선지 판단이 정리된다.

암기 포인트

c_v는 속도, C_c는 1차 침하량, C_α는 2차 장기침하이다.

NoteBase

문 13. 지중응력 변화에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 대상 등분포하중(strip load)이 지표면에 작용할 경우, 같은 깊이에서는 대상 하중의 중심선으로부터 멀어질수록 연직응력의 증가량은 점점 감소한다.

② 무한대의 등분포하중(q)이 지표면에 작용할 경우, 어느 깊이에 있는 흙이든지 입자에 작용하는 연직방향 응력의 증가량은 q값으로 동일하다.

③ 대상 등분포하중이 지표면에 작용할 경우, 특정 깊이에서 작용하는 연직응력 증가량을 모두 더하면 지표면에 작용하는 대상 하중 크기와 다르다.

④ 무한대의 등분포하중(q)이 지표면에 작용할 경우, 어느 깊이에 있는 흙이든지 입자에 작용하는 수평방향 응력의 증가량은 ($K_0 \times q$) 값으로 동일하다. (여기에서, K_0는 정지토압계수이다)

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 대상 등분포하중과 무한대 등분포하중에서 지중응력이 어떻게 분포하고, 응력의 분산과 전체 하중의 평형을 어떻게 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

대상 등분포하중은 폭이 유한한 띠 모양 하중이므로 같은 깊이에서도 중심선에서 멀어질수록 연직응력 증가량이 작아진다.
무한대 등분포하중은 수평 방향으로 무한히 넓게 작용하므로 지중에서 연직응력 증가량은 어디서나 q로 같고, 수평응력 증가량은 정지도압 상태에서 K_0q로 본다.
응력은 깊이에 따라 넓게 퍼질 수 있지만, 특정 깊이의 수평면 전체에 전달되는 연직력의 총합은 외력과 평형을 이룬다.

선지별 해설

① O: 대상 등분포하중에서는 중심선 바로 아래에서 연직응력 증가량이 가장 크고, 같은 깊이에서 옆으로 멀어질수록 응력이 분산되어 증가량이 감소한다.
② O: 무한대 등분포하중은 하중 면적이 무한하므로 응력의 퍼짐을 따로 따질 경계가 없어서 어느 깊이에서도 연직응력 증가량이 q와 같다.
③ X: 틀린 부분은 "대상 하중 크기와 다르다"이다. 대상 등분포하중이라도 특정 깊이의 수평면 전체에 작용하는 연직응력 증가량을 적분한 총합은 지표면에 작용한 하중과 평형을 이룬다. 올바르게는 "깊이가 달라지면 응력의 분포 모양은 달라지지만, 전체 연직력의 총합은 대상 하중 크기와 같다"이다.
④ O: 무한대 등분포하중에서는 연직응력 증가량이 q로 일정하므로 정지도압계수 K_0를 적용하면 수평방향 응력의 증가량도 K_0q로 일정하게 본다.

NoteBase

오답 포인트

③은 "응력이 깊이에 따라 퍼진다"는 사실을 "전체 하중의 총합도 달라진다"로 잘못 연결하게 만든 선지이다. 한 점에서의 응력 크기와 어떤 깊이의 전체 단면이 전달하는 총 연직력은 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

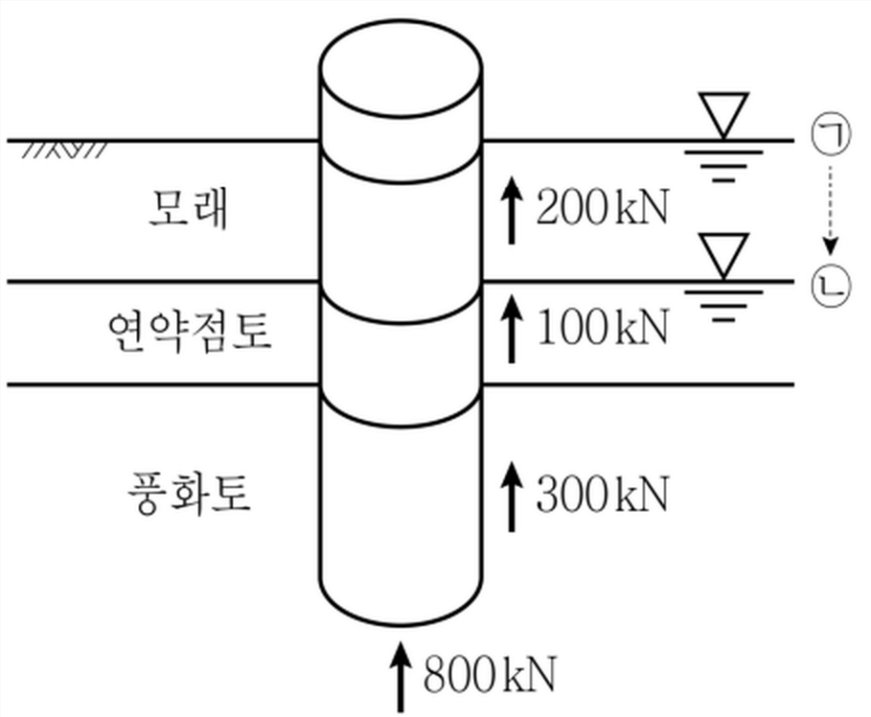
먼저 하중이 유한한 띠하중인지 무한한 면하중인지 구분한다. 유한한 띠하중이면 위치에 따라 응력 크기가 달라지고, 무한한 면하중이면 $\Delta\sigma_v = q$ 상태를 떠올린다. 그다음 한 점의 응력값을 묻는지, 전체 단면에 전달되는 힘의 총합을 묻는지 분리해서 판단한다.

암기 포인트

띠하중은 옆으로 퍼지고, 무한하중은 그대로 내려가며, 퍼져도 총하중은 보존된다.

NoteBase

문 14. 그림과 같은 지반에 허용내력이 1,000 kN인 말뚝을 설치했을 때, 각 지층별 허용주면마찰력과 허용선단지지력이 발생하였다. 그 후 지하수위가 ㉠에서 ㉡으로 급강하했을 때, 말뚝의 허용지지력은? (단, 정(+) 주면마찰력과 부(-) 주면마찰력의 크기는 동일하다)



① 700 kN

② 800 kN

③ 1,000 kN

④ 1,500 kN

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 지하수위 저하로 발생하는 부(-)주면마찰력을 기존 말뚝의 허용내력에서 공제하여 새로운 허용지지력을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

- 기존 말뚝의 허용내력은 1,000kN이다.
- 각 지층의 허용주면마찰력은 모래층 200kN, 연약점토층 100kN, 풍화토층 300kN이다.
- 허용선단지지력은 800kN이다.
- 지하수위가 ㉠에서 ㉡으로 내려가면 상부 지반이 침하하여 모래층과 연약점토층에서 부(-)주면마찰력이 발생한다.
- 정(+)주면마찰력과 부(-)주면마찰력의 크기는 같으므로 부(-)주면마찰력은 각각 200kN, 100kN으로 본다.

사용할 공식

변경 후 허용지지력 = 기존 허용내력 - 부(-)주면마찰력의 합
이 공식을 쓰는 이유는 지하수위 저하 후 상부 지반의 침하가 말뚝에 하향 마찰력으로 작용하여, 말뚝 머리에서 추가로 지지할 수 있는 하중이 그만큼 줄어들기 때문이다.

계산 과정

1. 지하수위 저하의 영향권에 있는 상부 지반의 부(-)주면마찰력을 합산한다.

$$200 + 100 = 300kN$$

2. 풍화토층의 주면마찰력 300kN과 선단지지력 800kN은 하부 지지구간이므로 공제 대상에 포함하지 않는다.
3. 기존 허용내력에서 부(-)주면마찰력을 뺀다.

$$1{,}000 - 300 = 700kN$$

따라서 변경 후 말뚝의 허용지지력은 700kN이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 지하수위 저하로 생기는 부(-)주면마찰력을 모래층 200kN과 연약점토층 100kN으로 합산하면 300kN이다.
- 기존 허용내력 1,000kN에서 이를 공제하면 700kN이므로 옳다.

② X
- 800kN은 연약점토층의 100kN만 공제하거나, 상부 영향 구간을 하나만 본 경우의 값이다.
- 이 문제에서는 모래층 200kN과 연약점토층 100kN을 모두 부(-)주면마찰력으로 보아야 하므로, 올바르게는 700kN이다.

③ X
- 1,000kN은 지하수위 저하에 따른 부(-)주면마찰력을 전혀 반영하지 않은 값이다.
- 지하수위가 내려간 뒤에는 300kN의 하향 마찰력이 추가되므로, 올바르게는 700kN이다.

④ X
- 1,500kN은 주면마찰력과 선단지지력을 단순 합산하거나, 지하수위 저하가 지지력을 증가시킨다고 본 경우의 값이다.
- 문제에서 이미 기존 허용내력은 1,000kN으로 주어졌고, 지하수위 저하는 이를 감소시키는 요인이므로 올바르게는 700kN이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 그림의 200kN, 100kN, 300kN, 800kN을 다시 모두 더하려는 데 있다. 이미 말뚝의 기존 허용내력은 1,000kN으로 주어졌으므로, 이후에는 새로 생기는 부(-)주면마찰력만 공제하면 된다. 또한 지하수위 저하의 영향이 상부 침하구간에만 작용한다는 점을 놓치면 800kN이나 1,000kN을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수위 저하나 성토로 부(-)주면마찰 문제가 나오면 먼저 기존 허용내력이 따로 주어졌는지 확인한다. 기존 허용내력이 주어졌다면, 침하하는 상부 지반 구간의 부(-)주면마찰력만 합산하여 그 값을 기존 허용내력에서 공제하면 된다.

암기 포인트

기존 허용내력이 주어진 말뚝은 부(-)주면마찰력만큼 허용지지력이 감소한다.

NoteBase

문 15. 초기 간극비가 2.0인 18m 두께의 점토층이 압밀 후 간극비가 1.8로 감소되었다. 침하량이 75cm일 때, 지반의 평균압밀도는?

① 55.4 %

② 62.5 %

③ 70.0 %

④ 80.0 %

정답 2번

출제 포인트

간극비 감소량으로 최종 압밀침하량을 구한 뒤, 현재 침하량과 비교하여 평균 압밀도 U를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값

- 초기 간극비 $e_0 = 2.0$
- 압밀 후 간극비 $e = 1.8$
- 점토층 두께 $H = 18m$
- 현재 침하량 $S_t = 75cm = 0.75m$

구해야 할 값

- 평균 압밀도 U

주의할 조건

- 먼저 최종 압밀침하량을 구한 뒤 현재 침하량과의 비로 평균 압밀도를 계산한다.

사용할 공식

$S_c = H \cdot \frac{\Delta e}{1 + e_0}$

$U = \frac{S_t}{S_c} \times 100$

이 공식을 쓰는 이유는 간극비 감소량이 주어졌으므로 1차원 압밀침하식으로 최종 침하량 S_c를 구할 수 있고, 평균 압밀도는 현재 침하량이 최종 침하량의 몇 퍼센트인지를 뜻하기 때문이다.

계산 과정

1. 간극비 감소량은 $\Delta e = 2.0 - 1.8 = 0.2$이다.
2. 최종 압밀침하량은 $S_c = 18 \cdot \frac{0.2}{1 + 2.0} = 18 \cdot \frac{0.2}{3} = 1.2m$이다.
3. 평균 압밀도는 $U = \frac{0.75}{1.2} \times 100 = 62.5\%$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 55.4%는 계산 결과와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 "55.4%"이며, 올바르게는 "평균 압밀도는 62.5%이다."이다.
- 이 값은 최종 압밀침하량을 잘못 구했을 때 나오는 오답이다.

② O
- 최종 압밀침하량이 $1.2m$, 현재 침하량이 $0.75m$이므로 평균 압밀도는 62.5%이다.
- 보기 ②의 "62.5%"가 계산 결과와 정확히 일치한다.

③ X
- 70.0%는 계산 결과와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 "70.0%"이며, 올바르게는 "평균 압밀도는 62.5%이다."이다.
- 이 값은 침하량 비를 잡는 과정에서 분모를 잘못 두었을 때 생기는 오답이다.

④ X
- 80.0%는 계산 결과와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 "80.0%"이며, 올바르게는 "평균 압밀도는 62.5%이다."이다.
- 이 값은 최종 압밀침하량을 실제보다 작게 계산했을 때 나오는 오답이다.

오답 포인트

간극비 변화량 Δe를 바로 압밀도로 착각하거나, 침하량 $75cm$를 최종 침하량과 비교하지 않고 단독 수치로 처리하면 오답이 된다. 이 문항의 핵심 함정은 "간극비 변화로 최종 침하량을 먼저 구한다"는 순서를 놓치는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀도 문항은 먼저 Δe로 최종 압밀침하량을 구하고, 그다음 현재 침하량을 최종 침하량으로 나누는 순서로 판단한다. 간극비 변화와 압밀도를 같은 개념으로 섞지 않으면 계산이 바로 정리된다.

암기 포인트

평균 압밀도는 "현재 침하량 ÷ 최종 압밀침하량"이며, 최종 압밀침하량은 $H \cdot \Delta e/(1+e_0)$로 구한다.

NoteBase

문 16. 두께 2 cm인 점토 시료에 대한 양면배수조건에서 압밀시험결과 압밀도 50%에 도달하는 데 2분이 걸렸다. 같은 조건하에서 두께 3 m인 점토가 90% 압밀도에 도달하는 데 소요되는 기간은? (단, $T_{50} = 0.2$, $T_{90} = 0.85$이다)

① 약 90일

② 약 114일

③ 약 120일

④ 약 133일

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 같은 점토와 같은 배수조건에서 $t \propto T_v H_d^2$ 관계를 이용해 목표 압밀도까지의 시간을 비례식으로 구하는 문제이다.

조건 정리

기준 시료의 두께는 $2cm$이고 양면배수이므로 배수거리 H_{d1}는 $1cm = 0.01m$이다.
이때 압밀도는 50%, $T_{50} = 0.2$, 시간은 $2min$이다.
구할 경우의 점토 두께는 $3m$이고 양면배수이므로 배수거리 H_{d2}는 $1.5m$이며, 목표 압밀도는 90%, $T_{90} = 0.85$이다.

사용할 공식

Terzaghi의 1차 압밀식은 $T_v = \frac{C_v t}{H_d^2}$이다.
같은 점토, 같은 배수조건이므로 C_v는 같다고 보고 $t \propto T_v H_d^2$로 비교할 수 있다.

계산 과정

$\frac{t_2}{t_1} = \frac{T_{90}}{T_{50}} \left(\frac{H_{d2}}{H_{d1}}\right)^2 = \frac{0.85}{0.2} \left(\frac{1.5}{0.01}\right)^2$
$t_2 = 2 \times 4.25 \times 150^2 = 191250min$
$191250min = \frac{191250}{1440} \approx 132.8day$
따라서 소요 기간은 약 $133day$이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 계산값은 약 $133day$인데 1번의 "약 90일"은 이에 크게 못 미친다. 틀린 표현은 "약 90일"이고, 올바르게는 "약 133일"이다.
2번 X: 계산값 $132.8day$와 일치하지 않는다. 틀린 표현은 "약 114일"이고, 올바르게는 "약 133일"이다.
3번 X: 계산값을 비교하면 $120day$도 부족하다. 틀린 표현은 "약 120일"이고, 올바르게는 "약 133일"이다.
4번 O: 비례식으로 구한 값이 약 $132.8day$이므로 4번의 "약 133일"이 맞다.

오답 포인트

양면배수 조건에서 배수거리는 전체 두께가 아니라 절반 두께라는 점이 핵심 함정이다. 또한 압밀시간은 배수거리의 제곱에 비례하므로 두께 변화의 영향이 매우 크게 반영된다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀 시간 문제는 먼저 단면배수인지 양면배수인지 확인해 배수거리 H_d를 정한 뒤, 같은 흙이면 $t \propto T_v H_d^2$ 비례식을 바로 세워 계산하면 된다.

암기 포인트

같은 C_v와 같은 배수조건이면 압밀시간은 $t \propto T_v H_d^2$이고, 양면배수의 배수거리는 층두께의 절반이다.

NoteBase

문 17. 비배수조건의 점성토지반에 사하중 500 kN, 활하중 670 kN을 지지할 수 있는 기초를 설치하고자 할 때, 필요한 기초의 면적은? (단, Meyerhof의 지지력공식을 사용하며, 기초지반은 일축압축강도가 100 kPa, $N_c = 5.2$, $N_q = 0$, $N_\gamma = 0$이고, 형상계수 $F_{cs} = 1.5$, 길이계수 $F_{cd} = 1$, 하중경사계수 $F_{ci} = 1$, 지지력에 대한 안전율은 3.0이다)

① 6m^2

② 7m^2

③ 8m^2

④ 9m^2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 비배수 점성토의 허용지지력을 Meyerhof 식으로 구한 뒤 총하중을 나누어 필요한 기초 면적을 산정하는 문제이다.

조건 정리

주어진 하중은 사하중 $500kN$, 활하중 $670kN$이므로 총하중은 $1170kN$이다.
일축압축강도는 $100kPa$이므로 비배수 점성토의 점착력은 $c_u = \frac{100}{2} = 50kPa$이다.
주어진 계수는 $N_c = 5.2$, $N_q = 0$, $N_\gamma = 0$, $F_{cs} = 1.5$, $F_{cd} = 1$, $F_{ci} = 1$, 안전율은 3.0이다.

사용할 공식

극한지지력은 $q_u = c_u N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci}$ 이다.
허용지지력은 $q_a = \frac{q_u}{3}$ 이다.
필요한 기초 면적은 $A = \frac{P}{q_a}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 비배수조건 점성토에서 문제에서 $N_q = 0$, $N_\gamma = 0$을 직접 주었으므로 점착력 항만으로 지지력을 계산하는 상황이기 때문이다.

계산 과정

1. 극한지지력은 $q_u = 50 \times 5.2 \times 1.5 \times 1 \times 1 = 390kN/m^2$ 이다.
2. 허용지지력은 $q_a = \frac{390}{3} = 130kN/m^2$ 이다.
3. 필요한 기초 면적은 $A = \frac{1170}{130} = 9m^2$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $6m^2$이면 실제 접지압은 $\frac{1170}{6} = 195kN/m^2$ 이므로 허용지지력 $130kN/m^2$를 초과한다. 틀린 표현은 필요한 면적이 $6m^2$라는 점이고, 올바르게는 $9m^2$이다.
② X: $7m^2$이면 실제 접지압은 $\frac{1170}{7} \approx 167.1kN/m^2$ 이므로 허용지지력을 초과한다. 틀린 표현은 필요한 면적이 $7m^2$라는 점이고, 올바르게는 $9m^2$이다.
③ X: $8m^2$이면 실제 접지압은 $\frac{1170}{8} = 146.25kN/m^2$ 이므로 허용지지력을 초과한다. 틀린 표현은 필요한 면적이 $8m^2$라는 점이고, 올바르게는 $9m^2$이다.
④ O: $9m^2$이면 실제 접지압은 $\frac{1170}{9} = 130kN/m^2$ 이고 이는 허용지지력과 일치하므로 필요한 최소 면적으로 적절하다.

오답 포인트

일축압축강도 q_u를 그대로 점착력으로 넣는 실수가 자주 나온다. 이 문제에서는 $c_u = \frac{q_u}{2}$로 바꾼 뒤 지지력을 계산해야 하며, 극한지지력을 구한 다음에는 반드시 안전율 3.0을 나누어 허용지지력으로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

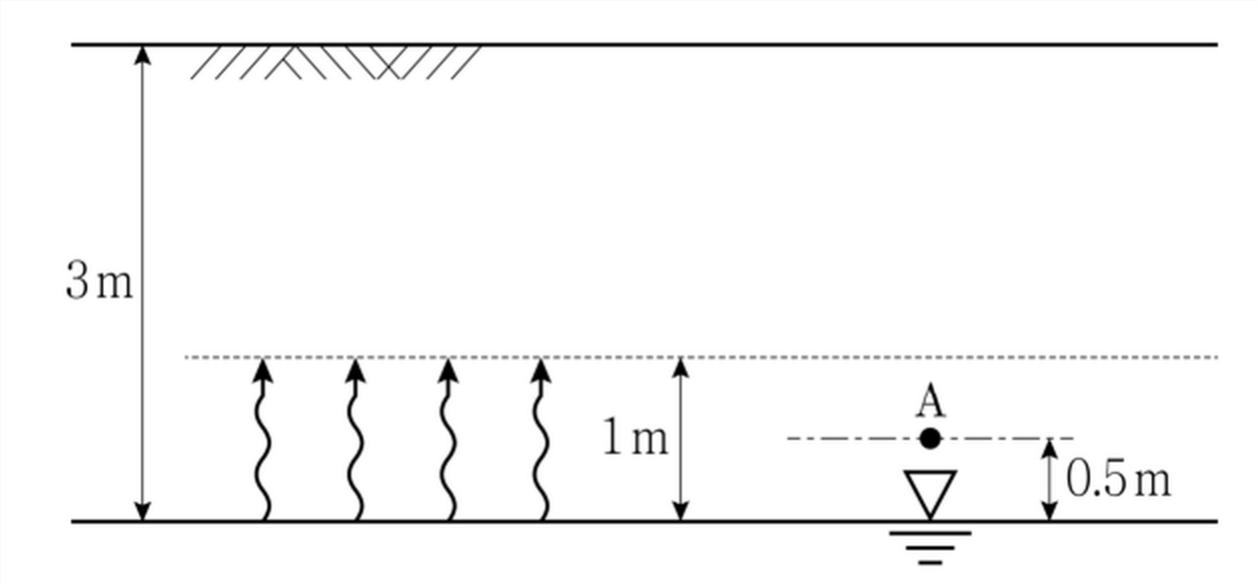
비배수 점성토의 기초 면적 문제는 일축압축강도를 먼저 점착력으로 환산하고, Meyerhof 식으로 극한지지력을 구한 뒤 안전율을 적용하여 허용지지력으로 바꾸고, 마지막에 총하중을 허용지지력으로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

비배수 점성토에서는 $c_u = \frac{q_u}{2}$, 필요한 면적은 총하중 ÷ 허용지지력이다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 균질한 지층의 지표면으로부터 3m 아래 지하수위가 존재하고 있다. 지하수위면 상부 1m 까지 모관작용에 의해 포화되어 있을 때, 지하수위면 상부 0.5m(A점)에서 유효응력은? (단, 흙의 단위중량 $\gamma_t = 18\text{kN/m}^3$, 흙의 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 20\text{kN/m}^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10\text{kN/m}^3$이다)



① 35 kN/m^2

② 41 kN/m^2

③ 46 kN/m^2

④ 51 kN/m^2

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 모관포화대에서의 음의 간극수압을 반영하여 A점의 유효응력 $\sigma' = \sigma - u$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 지하수위가 지표면 아래 $3m$, 모관포화대 높이가 $1m$, A점이 지하수위면 위 $0.5m$, 흙의 단위중량이 $18kN/m^3$, 포화단위중량이 $20kN/m^3$, 물의 단위중량이 $10kN/m^3$이다.
구해야 할 값은 A점의 유효응력이다.
주의할 조건은 A점이 지하수위 아래가 아니라 모관포화대 안에 있으므로 간극수압이 양수가 아니라 음수라는 점이다.

NoteBase

사용할 공식

사용할 공식은 $\sigma' = \sigma - u$이다.
총응력 σ는 A점 위 흙기둥의 자중으로 구하고, 간극수압 u는 지하수위면 위 $0.5m$에 있으므로
$u = -\gamma_w h = -10 \times 0.5 = -5kN/m^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 모관포화대의 흙은 포화되어 총응력에는 포화단위중량이 들어가지만, 지하수위 위의 물은 흡인상태라 간극수압 부호가 음수이기 때문이다.

계산 과정

1. 모관포화대의 상단은 지표면 아래 $2m$ 지점이므로, A점까지는 자연상태 흙 $2m$와 모관포화된 흙 $0.5m$가 놓인다.
2. 총응력은 $\sigma = 18 \times 2 + 20 \times 0.5 = 36 + 10 = 46kN/m^2$이다.
3. A점은 지하수위면 위 $0.5m$이므로 간극수압은 $u = -10 \times 0.5 = -5kN/m^2$이다.
4. 따라서 유효응력은 $\sigma' = 46 - (-5) = 51kN/m^2$이다.

선지별 해설

① X
$35kN/m^2$는 A점 위 흙의 구간별 단위중량과 모관흡인에 따른 음의 간극수압을 제대로 반영하지 못한 값이다. A점의 유효응력은 $51kN/m^2$로 보아야 한다.

② X
$41kN/m^2$는 모관포화 구간 $0.5m$를 지하수위 아래처럼 유효단위중량 ($\gamma_{sat} - \gamma_w$)으로 처리한 값에 해당한다. A점은 지하수위 위에 있으므로 간극수압은 음수이고, 올바른 값은 $51kN/m^2$이다.

③ X
$46kN/m^2$는 총응력만 계산한 값이다. 모관포화대에서는 $u = -5kN/m^2$이므로 유효응력은 총응력보다 커져 $51kN/m^2$가 된다.

④ O
총응력 $46kN/m^2$와 간극수압 $-5kN/m^2$를 적용하면 $\sigma' = 46 - (-5) = 51kN/m^2$이므로 옳다.

오답 포인트

이 문항의 핵심 함정은 모관포화대를 지하수위 아래와 같은 상태로 보는 착각이다. 모관포화대는 흙이 포화되어 총응력 계산에는 γ_{sat}를 쓰지만, 간극수압은 음수이므로 유효응력이 오히려 커진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

지하수위 관련 계산형 문제는 먼저 점이 지하수위 위인지 아래인지부터 확인하고, 모관포화대이면 총응력은 포화단위중량으로 계산한 뒤 간극수압 부호를 음수로 넣어 $\sigma' = \sigma - u$를 적용하면 된다.

암기 포인트

모관포화대는 포화상태이지만 $u < 0$이므로 유효응력은 $\sigma' = \sigma + |u|$처럼 커진다.

NoteBase

문 19. 토압에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 벽면마찰을 고려한 실제 수동토압 파괴면은 곡면과 평면으로 이루어진 복합파괴면을 형성한다.

② Coulomb토압의 경우 벽면과 지반 사이의 마찰을 고려하며, 벽체 배면이 경사일 때도 토압산정이 가능하다.

③ Rankine토압의 경우 벽면과 지반 사이의 마찰을 고려하지 않으므로, 실제와 비교하여 수동토압은 크고 주동토압은 작게 산정되는 경향이 있다.

④ 수동토압이 완전히 발현되기 위한 한계 수평변위량은 주동토압이 완전히 발현되기 위한 한계 수평변위량보다 크다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 토압과 Coulomb 토압의 가정 차이, 실제 수동토압 파괴면의 형상, 그리고 주동·수동토압 발현에 필요한 벽체 변위의 크기를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

Rankine 토압은 벽면과 흙 사이의 마찰을 고려하지 않는 이론 토압이다. Coulomb 토압은 벽면마찰과 벽체 배면 경사를 고려할 수 있는 토압이다. 실제 수동토압은 벽면마찰의 영향으로 단순 평면보다 로그나선형 곡면과 평면이 결합된 복합파괴면에 가깝고, 수동토압은 주동토압보다 훨씬 큰 수평변위가 있어야 완전히 발현된다.

NoteBase

선지별 해설

① O
벽면마찰을 고려한 실제 수동토압 파괴면은 단순한 하나의 직선 파괴면으로 보기 어렵다. 실제 거동에서는 곡면과 평면이 결합된 복합파괴면으로 보는 것이 타당하므로 옳다.

② O
Coulomb 토압은 벽면과 흙 사이의 마찰을 고려하는 이론이다. 또한 벽체 배면이 수직이 아니라 경사져 있는 경우에도 토압을 산정할 수 있으므로 옳다.

③ X
틀린 부분은 "수동토압은 크고 주동토압은 작게"이다. Rankine 토압은 벽면마찰을 무시하므로 실제와 비교하면 주동토압은 더 크게, 수동토압은 더 작게 산정되는 경향이 있다. 올바르게는 "실제와 비교하여 주동토압은 크게, 수동토압은 작게 산정된다"이다.

④ O
수동토압은 벽체가 흙 쪽으로 상당히 이동해야 충분히 발현된다. 반면 주동토압은 벽체가 뒤로 비교적 작은 변위를 해도 발현되므로, 수동토압의 한계 수평변위량이 더 크다는 설명은 옳다.

오답 포인트

③은 Rankine 이론이 벽면마찰을 고려하지 않는다는 점은 맞게 적어 놓고, 그 결과 방향을 뒤집어 놓은 함정이다. 벽면마찰을 무시하면 주동은 보수적으로 크게, 수동은 보수적으로 작게 나온다는 방향만 정확히 기억하면 걸리지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

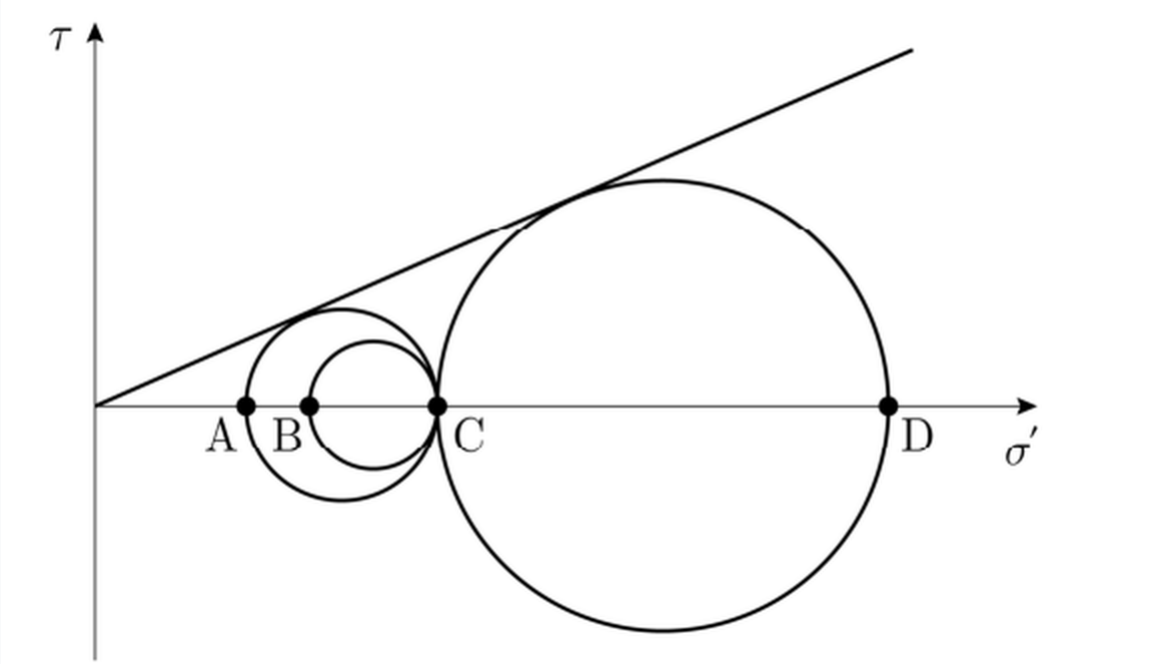
토압 문제에서는 먼저 어떤 이론이 벽면마찰을 고려하는지부터 구분한다. 그다음 Rankine이면 주동은 크게, 수동은 작게 평가되는 경향을 대입하고, 발현 변위는 수동이 주동보다 더 크다는 기준으로 판단하면 된다.

암기 포인트

Rankine은 무마찰이라 주동 크게, 수동 작게 본다. 수동토압 발현 변위는 주동토압보다 크다.

NoteBase

문 20. 그림은 벽체에 작용하는 토압상태를 Mohr원으로 표시한 것이다. Mohr원의 수직유효응력 축상의 A~D점의 의미를 옳게 정의한 것은? (단, C점은 정지상태일 때 수직유효응력이다)



① A: 수동상태의 극점, B: $K_0\sigma'_v$, C: σ'_v, D: 주동상태의 극점

② A: 수동상태의 극점, B: σ'_v, C: $K_0\sigma'_v$, D: 주동상태의 극점

③ A: 주동상태의 극점, B: $K_0\sigma'_v$, C: σ'_v, D: 수동상태의 극점

④ A: 주동상태의 극점, B: σ'_v, C: $K_0\sigma'_v$, D: 수동상태의 극점

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 벽체 토압의 주동·정지·수동 상태를 Mohr원으로 연결하여 σ'_v, $K_0\sigma'_v$, 그리고 각 상태의 극점을 읽는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A를 수동상태의 극점이라 한 부분과 D를 주동상태의 극점이라 한 부분이 틀렸다. A는 주동상태 원 ($A-C$)의 극점이고 D는 수동상태 원 ($C-D$)의 극점이다. B=$K_0\sigma'_v$, C=σ'_v 표기는 맞다. 틀린 표현 → 올바르게는 A는 주동상태의 극점이고 D는 수동상태의 극점이다.
② X: B와 C가 뒤바뀌었다. 문제에서 C는 정지상태의 수직유효응력이라고 주어졌으므로 C=σ'_v이다. 정지토압계수 K_0는 보통 1보다 작으므로 정지상태의 수평유효응력 $K_0\sigma'_v$는 그보다 왼쪽의 B가 된다. 틀린 표현 → 올바르게는 B=$K_0\sigma'_v$, C=σ'_v이다.
③ O: A는 주동상태 원의 극점, B는 정지상태의 수평유효응력 $K_0\sigma'_v$, C는 정지상태의 수직유효응력 σ'_v, D는 수동상태 원의 극점으로 모두 맞다. 작은 원 ($B-C$)이 정지상태, 왼쪽 원 ($A-C$)이 주동상태, 오른쪽 큰 원 ($C-D$)이 수동상태를 나타낸다.
④ X: A와 D의 극점 표시는 맞지만 B와 C가 뒤바뀌었다. C는 문제 조건대로 σ'_v이고 B가 $K_0\sigma'_v$이다. 틀린 표현 → 올바르게는 B=$K_0\sigma'_v$, C=σ'_v이다.

오답 포인트

C를 문제에서 이미 정지상태의 수직유효응력 σ'_v라고 못 박았는데도 B와 C를 바꾸어 읽기 쉽다. 또 극점을 단순히 가장 큰 원의 양 끝점으로 외우면 A와 D의 의미를 뒤집기 쉽다. 이 그림에서는 주동원은 ($A-C$), 수동원은 ($C-D$)라는 대응을 먼저 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 문제에서 고정해 준 점을 잡으면 C=σ'_v이다. 그다음 정지상태에서는 수평응력이 $K_0\sigma'_v$이므로 B가 된다. 마지막으로 주동원 ($A-C$)의 극점은 A, 수동원 ($C-D$)의 극점은 D라고 연결하면 선지를 바로 판별할 수 있다.

암기 포인트

정지는 B=$K_0\sigma'_v$, C=σ'_v이고, 왼쪽 A는 주동극점, 오른쪽 D는 수동극점이다.

NoteBase