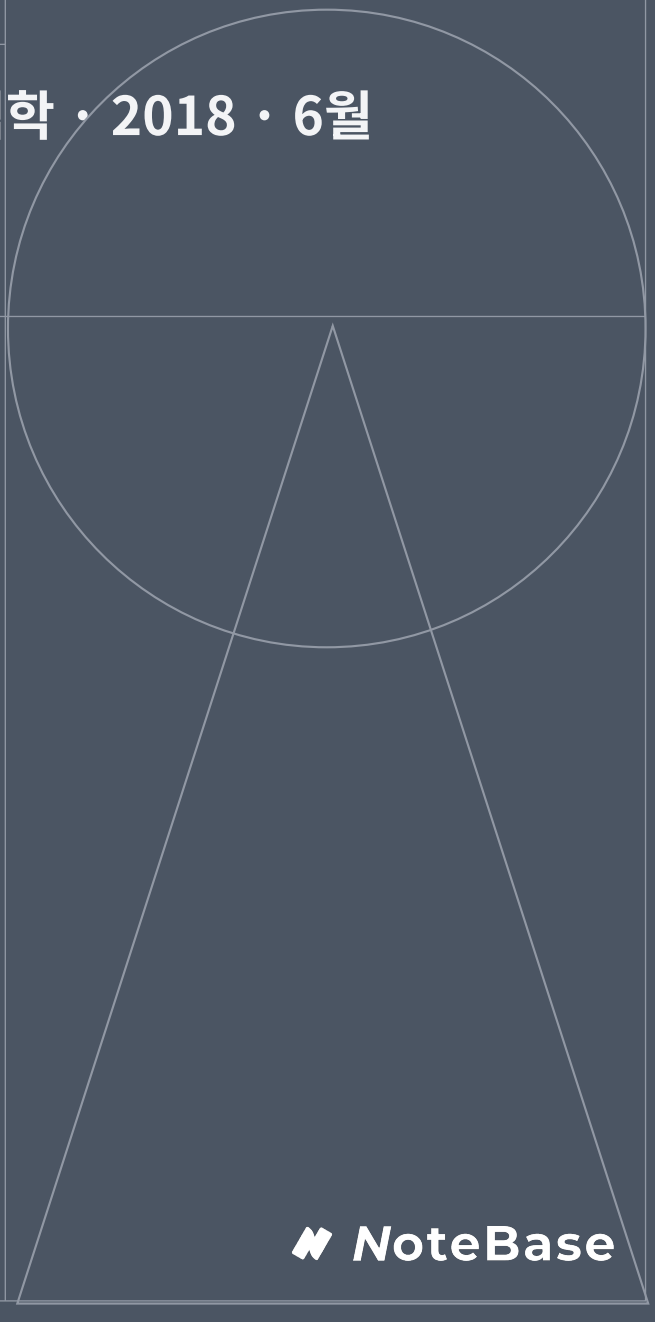
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2018 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2018 · 6월

공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2018 · 6월

문 1. 비중시험에 사용되는 피크노메터의 무게는 520 g이고, 증류수로 가득 채웠을 때 1,550 g이다. 공기건조된 510 g의 흙 시료를 피크노메타에 넣고 공기를 제거한 다음 증류수로 가득 채웠을 때 1,870 g이었다. 이 흙의 비중은?

① 2.68

② 2.65

③ 2.61

④ 2.25

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 피크노미터 비중시험에서 흙 입자가 밀어낸 물의 무게를 구해 흙의 비중 G_s를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 피크노미터 무게 = 520 g
- 피크노미터를 증류수로 가득 채운 무게 = 1,550 g
- 공기건조 흙 시료 무게 = 510 g
- 흙을 넣고 공기를 제거한 뒤 증류수로 가득 채운 무게 = 1,870 g

구해야 할 값:
- 흙의 비중 G_s

주의할 조건:
- 물만 채웠을 때의 물 무게와 흙을 넣은 뒤 남아 있는 물 무게의 차이가 흙 입자 체적과 같은 체적의 물 무게가 된다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2018 · 6월

사용할 공식

$G_s = \frac{W_s}{W_{w,\,disp}}$

$W_{w,\,disp} = (W_{pyc+w} - W_{pyc}) - (W_{pyc+s+w} - W_{pyc} - W_s)$

이 공식을 쓰는 이유:

비중은 흙 시료의 무게를 같은 체적의 물 무게로 나눈 값이기 때문이다. 피크노미터에서는 물만 채웠을 때의 물 무게와, 흙을 넣은 뒤 실제로 들어간 물 무게의 차이로 흙 입자의 체적을 물 무게로 환산할 수 있다.

계산 과정

1. 피크노미터만 물로 채웠을 때의 물 무게는 $1,550 - 520 = 1,030g$이다.
2. 흙을 넣고 물로 채웠을 때 실제 물 무게는 $1,870 - 520 - 510 = 840g$이다.
3. 흙 입자가 밀어낸 물의 무게는 $1,030 - 840 = 190g$이다.
4. 따라서 흙의 비중은 $G_s = \frac{510}{190} = 2.6842105\cdots$ 이므로 소수 둘째 자리까지 쓰면 2.68이다.

선지별 해설

① O

- 계산 결과가 $2.684\cdots$ 이므로 소수 둘째 자리 값은 2.68이다.

② X

- 2.65는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 수치 → 올바르게는 2.68이다.
- 물만 채웠을 때의 물 무게 1,030 g과 흙을 넣은 뒤의 물 무게 840 g의 차이를 정확히 190 g으로 잡지 않으면 이런 오차가 생긴다.

③ X

- 2.61은 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 수치 → 올바르게는 2.68이다.
- 피크노미터 무게 520 g 또는 시료 무게 510 g을 분리하지 않고 바로 대입하면 잘못된 값이 나온다.

④ X

- 2.25는 계산 결과와 크게 다르다. 틀린 수치 → 올바르게는 2.68이다.
- 물 무게 차이를 입자 체적에 해당하는 물 무게로 보지 않고 다른 값으로 처리한 경우에 생기는 오답이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 1,550 g과 1,870 g을 그대로 비교하는 데 있다. 피크노미터 자체 무게 520 g과 흙 시료 무게 510 g을 먼저 분리해야 하며, 핵심은 물 무게의 차이 190 g을 찾는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

피크노미터 비중 문제는 먼저 물만 채웠을 때의 물 무게와 흙을 넣은 뒤의 물 무게를 각각 분리한다. 그다음 두 물 무게의 차이를 흙 입자 체적과 같은 체적의 물 무게로 보고, 마지막에 $G_s = \frac{W_s}{W_{w,\,disp}}$로 계산하면 된다.

암기 포인트

피크노미터 비중은 시료 무게 ÷ 물 무게 차이이다. 물 무게 차이가 곧 흙 입자 체적에 해당하는 물 무게이다.

NoteBase

문 2. 상재하중이 있는 두께 3m(양면배수)의 포화 점토층이 75일 동안 90%의 1차 압밀이 진행되었다. 이 압력 범위에 대한 점토의 압밀계수는? (단, 시간계수 $T_{90} = 0.848$이다.)

① $0.00149 cm^2/sec$

② $0.00294 cm^2/sec$

③ $0.00322 cm^2/sec$

④ $0.00431 cm^2/sec$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 1차 압밀의 시간계수식 $T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2}$에서 양면배수 조건의 배수거리 H_{dr}를 정하고 압밀계수 C_v를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 층두께 3m, 양면배수, $t = 75$일, $T_{90} = 0.848$이다.
구해야 할 값: 점토의 압밀계수 C_v이다.
주의할 조건: 양면배수이므로 배수거리 H_{dr}는 전체 두께의 절반인 1.5m이고, 답의 단위가 cm^2/sec이므로 길이는 cm, 시간은 sec로 맞춘다.

사용할 공식

$T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2}$, 따라서 $C_v = \frac{T_v H_{dr}^2}{t}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 압밀도 90%에 대한 시간계수와 경과시간, 배수거리가 모두 주어졌으므로 시간계수 정의식에서 C_v를 바로 역산할 수 있다.

계산 과정

1. 양면배수이므로 $H_{dr} = \frac{3}{2} = 1.5m = 150cm$이다.
2. 시간은 $t = 75 \times 24 \times 3600 = 6{,}480{,}000 sec$이다.
3. $C_v = \frac{0.848 \times 150^2}{6{,}480{,}000} = \frac{19{,}080}{6{,}480{,}000} = 0.002944\ldots$
4. 따라서 $C_v \approx 0.00294 cm^2/sec$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

계산값 $0.00294 cm^2/sec$와 다르다. 틀린 값 0.00149 → 올바르게는 $0.00294 cm^2/sec$이다.

② O

계산값이 $0.00294 cm^2/sec$이므로 일치한다.

③ X

계산값보다 큰 값으로 공식 대입 결과와 일치하지 않는다. 틀린 값 0.00322 → 올바르게는 $0.00294 cm^2/sec$이다.

④ X

계산값보다 큰 값으로 배수거리와 시간환산을 정확히 적용한 결과가 아니다. 틀린 값 0.00431 → 올바르게는 $0.00294 cm^2/sec$이다.

오답 포인트

층두께 3m를 그대로 배수거리로 넣는 실수가 잦다. 양면배수에서는 배수거리가 절반인 1.5m이다. 또한 답의 단위가 cm^2/sec이면 시간을 일에서 초로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀계수 문제는 먼저 배수조건으로 H_{dr}를 정하고, 다음에 시간과 길이 단위를 답의 단위에 맞춘 뒤, 마지막에 $T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2}$를 변형해 역산하면 된다.

암기 포인트

양면배수는 배수거리 = 층두께의 절반이다. 압밀계수는 $C_v = \frac{T_v H_{dr}^2}{t}$로 역산한다.

NoteBase

문 3. 정규압밀 점토에 대한 배수마찰각은 $\phi' = 30^\circ$이다. 동일한 점토에 대하여 일축압축시험을 실시한 결과, 일축압축강도 $q_u = 100\text{kN/m}^2$이었다. 일축압축시험에서 파괴 시 간극수압은?

① -30kN/m^2

② -50kN/m^2

③ 30kN/m^2

④ 50kN/m^2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 일축압축시험에서 총응력과 유효응력의 관계를 이용해 파괴 시 간극수압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 배수마찰각은 $\phi' = 30^\circ$, 일축압축강도는 $q_u = 100kN/m^2$이다.
구해야 할 값: 일축압축시험 파괴 시 간극수압 u이다.
주의할 조건: 정규압밀 점토이므로 배수강도에서는 $c' = 0$으로 보고, 일축압축시험에서는 구속압 $\sigma_3 = 0$, 축차응력은 $\sigma_1 = q_u$이다.

사용할 공식

유효응력 기준 Mohr-Coulomb 파괴조건은 $c' = 0$일 때
$\sigma_1' = \sigma_3' \frac{1 + \sin\phi'}{1 - \sin\phi'}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 정규압밀 점토의 배수강도는 유효응력 마찰각 ϕ'로 표현하고, 일축압축시험의 파괴 시 응력상태를 총응력에서 간극수압을 빼서 유효응력으로 바꾸면 되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 일축압축시험에서는 $\sigma_3 = 0$, $\sigma_1 = q_u = 100kN/m^2$이다.
2. 간극수압을 u라 두면 $\sigma_3' = \sigma_3 - u = -u$, $\sigma_1' = \sigma_1 - u = 100 - u$이다.
3. $\phi' = 30\,^\circ$이므로
$\frac{1+\sin\phi'}{1-\sin\phi'} = \frac{1+\sin 30\,^\circ}{1-\sin 30\,^\circ} = \frac{1+0.5}{1-0.5} = 3$
이다.
4. 따라서
$100 - u = 3(-u)$
$100 = -2u$
$u = -50kN/m^2$
이므로 파괴 시 간극수압은 음의 값이다.

선지별 해설

① X: $-30kN/m^2$이면 $\sigma_3' = 30kN/m^2$, $\sigma_1' = 130kN/m^2$가 되어 $\sigma_1'/\sigma_3' \approx 4.33$이므로 $\phi' = 30\,^\circ$의 파괴조건과 맞지 않는다. 틀린 값은 $-30kN/m^2$이고, 올바르게는 $-50kN/m^2$이다.
② O: $u = -50kN/m^2$이면 $\sigma_3' = 50kN/m^2$, $\sigma_1' = 150kN/m^2$가 되어 $\sigma_1'/\sigma_3' = 3$을 만족한다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.
③ X: $30kN/m^2$이면 $\sigma_3' = -30kN/m^2$가 되어 유효최소주응력이 음수가 되고, 주응력비도 파괴조건을 만족하지 않는다. 부호를 반대로 본 오답이며, 올바르게는 $-50kN/m^2$이다.
④ X: $50kN/m^2$이면 $\sigma_3' = -50kN/m^2$, $\sigma_1' = 50kN/m^2$가 되어 $\sigma_1'/\sigma_3' = -1$이므로 파괴조건과 전혀 맞지 않는다. 간극수압의 부호를 잘못 잡은 값이며, 올바르게는 $-50kN/m^2$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 일축압축시험에서 $\sigma_3 = 0$인 총응력 상태를 그대로 유효응력으로 착각하는 점이다. $\sigma' = \sigma - u$ 관계를 놓치면 간극수압의 부호를 반대로 잡거나, q_u를 곧바로 유효주응력차로만 해석해서 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

일축압축과 간극수압을 함께 묻는 문제는 먼저 $\sigma_3 = 0$, $\sigma_1 = q_u$를 놓고, 다음에 σ_1', σ_3'를 u로 표현한 뒤, 마지막에 $c' = 0$ 유효응력 파괴식을 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

정규압밀 점토에서 $c' = 0$, 일축압축에서는 $\sigma_3 = 0$, 따라서 ϕ'가 주어지면 유효응력 주응력비로 u를 바로 구한다.

NoteBase

문 4. 현장다짐을 실시한 후 들밀도시험을 수행하였다. 파낸 흙의 체적과 무게가 각각 500cm^3, 750g 이었으며, 함수비는 20%였다. 흙의 비중이 2.6이며, 실내표준 다짐시 최대 건조단위중량이 $\gamma_{dmax} = 2.0t/m^3$일 때, 상대 다짐도는?

① $\frac{500}{6}\%$
② $\frac{500}{7}\%$
③ $\frac{500}{8}\%$
④ $\frac{500}{9}\%$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 현장 흙의 습윤단위중량을 건조단위중량으로 바꾼 뒤, 이를 최대 건조단위중량과 비교하여 상대 다짐도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 체적 $500cm^3$
- 무게 $750g$
- 함수비 $w = 20\% = 0.2$
- 최대 건조단위중량 $\gamma_{dmax} = 2.0t/m^3$

구해야 할 값:
- 상대 다짐도

주의할 조건:
- 먼저 습윤단위중량을 구한 뒤 건조단위중량으로 환산해야 한다.
- 흙의 비중 2.6은 이 계산에 직접 필요하지 않다.

사용할 공식

$\gamma_t = \frac{W}{V}, \quad \gamma_d = \frac{\gamma_t}{1+w}, \quad D_c = \frac{\gamma_d}{\gamma_{dmax}} \times 100$

이 공식을 쓰는 이유:

상대 다짐도는 현장 건조단위중량이 실내표준다짐시험의 최대 건조단위중량에 대해 어느 정도인지 보는 값이므로, 습윤상태의 무게를 그대로 쓰지 않고 함수비로 보정한 건조단위중량을 사용한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2018 · 6월

계산 과정

1. 현장 습윤단위중량을 구한다.
$\gamma_t = \frac{750g}{500cm^3} = 1.5g/cm^3 = 1.5t/m^3$
2. 함수비로 보정하여 현장 건조단위중량을 구한다.
$\gamma_d = \frac{1.5}{1+0.2} = \frac{1.5}{1.2} = 1.25t/m^3$
3. 최대 건조단위중량과 비교하여 상대 다짐도를 구한다.
$D_c = \frac{1.25}{2.0} \times 100 = 62.5\% = \frac{500}{8}\%$

선지 판단

① X
- 계산한 상대 다짐도는 62.5% = 500/8%이므로 500/6%와 일치하지 않는다.
- 틀린 표현은 값 500/6%이다. 올바르게는 500/8%이다.

② X
- 상대 다짐도는 현장 건조단위중량 $1.25t/m^3$를 기준으로 계산해야 하므로 결과는 500/8%이다.
- 틀린 표현은 값 500/7%이다. 올바르게는 500/8%이다.

③ O
- 습윤단위중량 $1.5t/m^3$를 함수비 20%로 보정하면 건조단위중량은 $1.25t/m^3$이다.
- 따라서 상대 다짐도는 1.25/2.0 × 100 = 62.5% = 500/8%이므로 옳다.

④ X
- 계산 결과와 맞지 않으며, 함수비 보정 후의 건조단위중량을 적용하면 500/9%가 아니라 500/8%가 된다.
- 틀린 표현은 값 500/9%이다. 올바르게는 500/8%이다.

오답 포인트

상대 다짐도는 습윤단위중량이 아니라 건조단위중량으로 계산한다는 점이 함정이다. 무게와 체적으로 바로 $1.5t/m^3$를 구한 뒤 여기서 멈추거나, 비중 2.6을 억지로 끼워 넣으면 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

현장밀도와 함수비가 함께 주어지면 먼저 W/V로 습윤단위중량을 구하고, 다음에 $1+w$로 나누어 건조단위중량으로 바꾼 뒤, 마지막에 γ_{dmax}와 비율을 잡아 상대 다짐도를 계산한다.

암기 포인트

상대 다짐도는 현장 건조단위중량 대 최대 건조단위중량의 비이며, 함수비가 주어지면 반드시 습윤값을 건조값으로 먼저 환산한다.

NoteBase

문 5. 표준다짐시험과 그 결과에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 모래의 경우 초기에는 건조단위중량이 함수비의 증가에 따라 일반적으로 증가한다.

② 다져진 흙의 함수비를 측정하고 측정된 함수비로부터 건조단위중량을 구할 수 있다.

③ 대부분의 점성토는 함수비와 건조단위중량의 관계가 종모양의 다짐특성을 보여준다.

④ 흙시료에 물의 양을 변화시키면서 섞은 흙을 해머를 사용하여 타격횟수 25회씩 3층으로 몰드에 넣고 다진다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 표준다짐시험의 시행 방법과 함수비-건조단위중량 관계, 특히 점성토와 사질토의 다짐곡선 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

표준다짐시험은 일정한 다짐에너지로 함수비를 바꾸어 가며 건조단위중량의 변화를 확인하는 시험이다.
최적함수비는 주어진 다짐에너지에서 건조단위중량이 최대가 되는 함수비이다.
점성토는 대체로 함수비가 증가하면 건조단위중량이 증가하다가 최적함수비 이후 감소하는 종모양 곡선을 보인다.
사질토는 저함수비 구간에서 소량의 물 때문에 벌킹이 생겨 초기에 건조단위중량이 감소하거나 곡선의 정점이 불분명하게 나타날 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 부분은 "초기에는 건조단위중량이 함수비의 증가에 따라 일반적으로 증가한다"이다.
모래는 저함수비 구간에서 소량의 물이 들어가면 모세관 작용과 벌킹 때문에 오히려 느슨해져 건조단위중량이 감소하는 경우가 많다. 올바르게는 사질토는 초기 함수비 증가 시 건조단위중량이 감소하거나 뚜렷한 증가 경향이 약하고, 이후 함수비가 더 커지면 증가할 수 있다.

② O
다져진 흙의 습윤단위중량과 함수비를 알면 건조단위중량을 구할 수 있다. 관계식은 $\gamma_d = \gamma_t/(1 + w)$이다.

③ O
대부분의 점성토는 함수비가 증가할수록 입자 배열이 개선되어 건조단위중량이 증가하다가, 최적함수비를 지나면 물이 차지하는 비율이 커져 다시 감소한다. 따라서 종모양의 다짐곡선을 보인다는 설명이 맞다.

④ O
표준다짐시험은 함수비를 달리한 흙시료를 몰드에 3층으로 나누어 넣고 각 층을 25회씩 다지는 방식으로 시행한다. 이는 표준다짐시험의 대표적인 절차 설명에 해당한다.

오답 포인트

①의 함정은 점성토의 전형적인 다짐곡선을 사질토에도 그대로 적용하게 만드는 데 있다. 점성토는 초기에 증가하는 종모양 곡선이 뚜렷하지만, 모래는 벌킹 때문에 저함수비 구간 거동이 다를 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

다짐 문제는 먼저 흙의 종류를 구분해서 판단한다. 점성토는 최적함수비를 중심으로 종모양 곡선을 떠올리고, 사질토는 초기 소량의 물이 오히려 다짐을 방해할 수 있다는 벌킹 거동을 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

점성토는 종모양, 사질토는 초기 벌킹을 먼저 떠올리면 된다.

NoteBase

문 6. 점토광물에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 몬모릴로나이트는 카올리나이트와 구조가 비슷하다. 이러한 점토입자 주변에 있는 물의 존재는 점토에 소성을 띠게 한다.

② 카올리나이트는 규소-깁사이트판이 1:1 격자식으로 반복되는 층을 이룬다.

③ 건조된 점토에 물을 첨가하면 양이온과 음이온이 점토입자 주위에 떠돌아다니며 발생하는 배열을 확산이중층(diffuse double layer)이라 한다.

④ 점토광물은 규소사면체(silica tetrahedron)와 알루미늄 팔면체(alumina octahedron)의 두 기본단위로 구성된 알루미늄 규소염 복합물이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 점토광물의 층상 구조와 확산이중층 개념을 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

카올리나이트는 규소-깁사이트판이 1:1로 반복되는 점토광물이다. / 결정 차이축: 층의 반복 구조 / 키워드: 1:1형
몬모릴로나이트는 규소-깁사이트-규소판이 2:1로 배열되는 팽윤성 점토광물이다. / 결정 차이축: 층의 반복 구조와 층간수 유입 / 키워드: 2:1형, 팽윤
확산이중층은 음전하를 띠는 점토입자 주위에 이온이 분포하여 형성되는 전기적 이중층이다. / 결정 차이축: 광물 자체의 결정구조가 아니라 입자 주위의 이온 배열 / 키워드: 표면전하, 이온분포

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2018 · 6월

선지별 해설

① X
몬모릴로나이트는 카올리나이트와 구조가 비슷한 것이 아니라 2:1형 층상구조를 가지며, 카올리나이트는 1:1형 층상구조를 가진다. 틀린 표현은 "카올리나이트와 구조가 비슷하다"이다. 올바르게는 "몬모릴로나이트는 2:1형 구조로 카올리나이트의 1:1형 구조와 구별된다"이다. 뒷문장인 점토입자 주변 물의 존재가 소성을 띠게 한다는 설명은 그 자체로는 옳은 내용이지만, 앞문장의 구조 비교가 틀렸으므로 선지 전체가 틀린 설명이 된다.

② O
카올리나이트는 규소-깁사이트판이 1:1 격자식으로 반복되는 층을 이루는 대표적인 점토광물이다. 구조 분류를 정확히 설명한 선지이다.

③ O
점토입자 표면은 음전하를 띠므로, 건조된 점토에 물을 첨가하면 표면 가까이에는 양이온이 많이 분포하고 표면에서 멀어질수록 이온 농도가 점차 희박해지는 전기적 이중 구조가 형성된다. 이를 확산이중층이라 하므로 선지의 취지는 옳다.

④ O
점토광물은 규소사면체와 알루미늄 팔면체를 기본 단위로 하는 알루미늄 규소염계 층상광물로 본다. 점토광물의 기본 구성 단위를 바르게 설명한 선지이다.

오답 포인트

몬모릴로나이트와 카올리나이트는 둘 다 점토광물이라는 공통점이 있어 같은 층상구조로 오인하기 쉽다. 이 문항의 함정은 ①에서 뒤의 소성 설명이 그럴듯해 보여 앞의 "카올리나이트와 구조가 비슷하다"라는 핵심 오류를 놓치게 만드는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

점토광물 문항은 먼저 1:1형인지 2:1형인지를 구조로 판별하고, 그다음 팽윤성·소성·층간수 유입 여부를 연결해 판단하면 된다. 광물의 결정구조 설명과 입자 주위 이온 배열인 확산이중층 설명을 서로 다른 축으로 구분하면 오답을 줄일 수 있다.

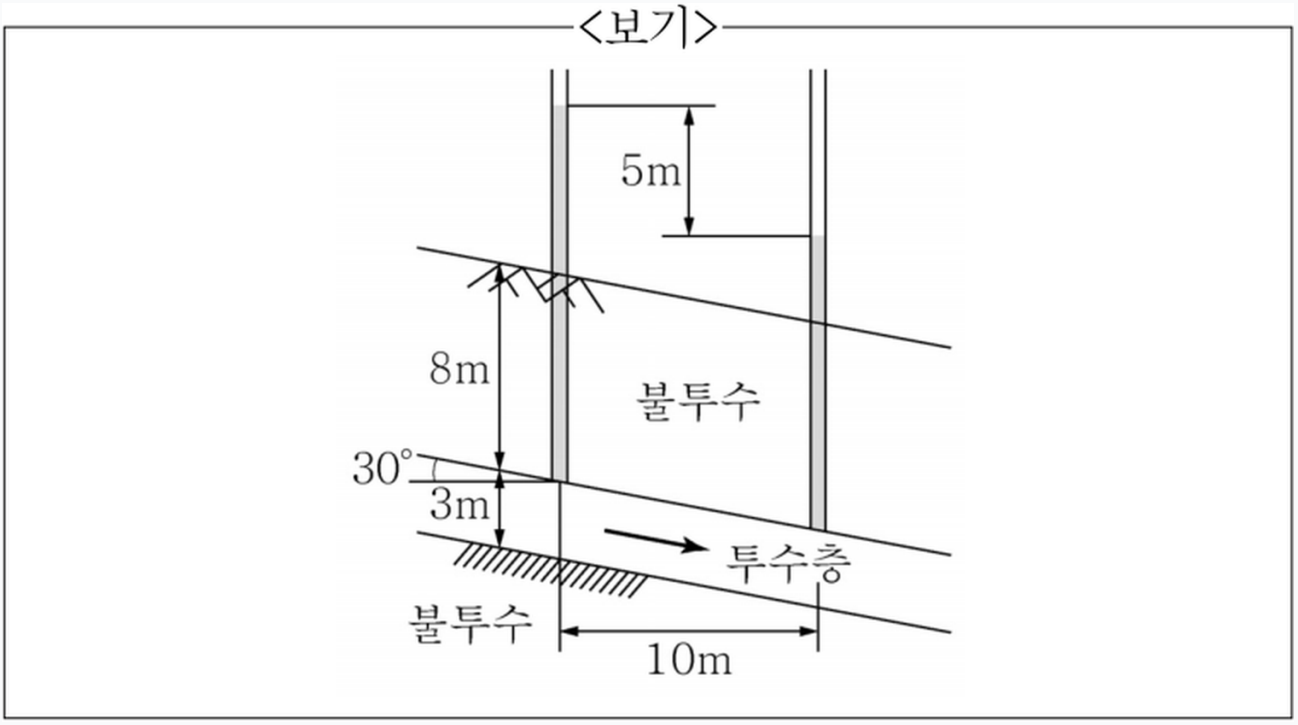
암기 포인트

카올리나이트는 1:1형, 몬모릴로나이트는 2:1형, 확산이중층은 점토 표면 주위 이온분포이다.

NoteBase

문 7. <보기>에서 투수계수 $K = 2 \times 10^{-3}$cm/sec일 때 Darcy 유출속도 v는?

<보기>



① 2×10^{-3} cm/sec

② 1×10^{-3} cm/sec

③ $\sqrt{3} \times 10^{-3}$ cm/sec

④ $\frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-3}$ cm/sec

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Darcy 법칙 $v = Ki$와 경사진 투수층의 유선 방향 길이를 이용해 Darcy 유출속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 투수계수 $K = 2 \times 10^{-3} cm/sec$, 두 피에조미터(관측관) 수위의 차인 수두차 $\Delta h = 5m$, 두 관측관 사이의 수평거리 $10m$, 투수층 경사각 30 °이다.
구해야 할 값: Darcy 유출속도 v이다.
도면의 $8m$와 $3m$는 지층의 위치와 두께를 나타내는 치수일 뿐 유출속도 계산에는 쓰이지 않는 정보이다. Darcy 유출속도는 K와 동수경사 i만으로 결정되기 때문이다.
주의할 조건: 동수경사 i의 분모는 수평거리 10m가 아니라 유선 방향 실제 길이이다.

NoteBase

사용할 공식

$v = Ki, \qquad i = \frac{\Delta h}{L}$

여기서 L은 흐름 방향 길이이다.

이 문제의 흐름은 경사각 30 °를 가진 투수층을 따라 일어나므로, 수평거리 10m를 유선 방향 길이로 바꾸어 $L = \frac{10}{\cos 30^\circ}$로 두어야 한다.

계산 과정

1. 유선 방향 길이를 구하면 $L = \frac{10}{\cos 30^\circ} = \frac{20}{\sqrt{3}} m$이다.
2. 동수경사는 $i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{5}{10/\cos 30^\circ} = \frac{5\cos 30^\circ}{10} = \frac{\sqrt{3}}{4}$이다.
3. Darcy 유출속도는 $v = Ki = (2 \times 10^{-3})(\frac{\sqrt{3}}{4}) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-3} cm/sec$이다.

선지별 해설

① X: $2 \times 10^{-3} cm/sec$는 $v = K$로 두어 동수경사 i를 완전히 빠뜨린 값이라 틀리다. 틀린 부분은 속도를 투수계수와 같게 본 점이며, 올바르게는 $v = Ki = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-3} cm/sec$이다.

② X: $1 \times 10^{-3} cm/sec$는 수평거리 10m를 그대로 유선 길이로 두어 $i = 5/10 = 0.5$로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 부분은 분모를 수평거리로 본 점이며, 올바르게는 경사 보정을 한 유선 길이 $10/\cos 30^\circ$를 써야 한다.

③ X: $\sqrt{3} \times 10^{-3} cm/sec$는 수두차와 길이의 비로 동수경사를 구하지 않고 $i = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$로 잘못 둔 경우의 값이다. 이때 $v = K \times \frac{\sqrt{3}}{2} = (2 \times 10^{-3}) \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \times 10^{-3} cm/sec$가 되지만, 동수경사는 각도값이 아니라 $i = \Delta h/L = \sqrt{3}/4$이므로 틀리다.

④ O: $v = (2 \times 10^{-3})(\sqrt{3}/4) = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-3} cm/sec$이므로 옳다.

오답 포인트

수두차 5m는 잘 읽어도 분모 길이를 10m로 두는 실수가 가장 흔하다. 이 문제는 경사진 투수층을 따라 흐르므로 수평거리와 유선 길이가 다르다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

경사진 지반의 Darcy 계산형은 먼저 수두차를 읽고, 다음에 흐름 방향 실제 길이를 구한 뒤, 마지막에 $i = \Delta h/L$와 $v = Ki$를 순서대로 적용하면 된다.

암기 포인트

Darcy 속도는 K 자체가 아니라 $K \times$동수경사이며, 경사층에서는 분모 길이를 유선 방향으로 잡는다.

NoteBase

문 8. 크기가 10m×20m인 전면기초가 점성토 지반 위에 설치되어 있다. 전면기초에 작용하는 전체 하중이 10,000 kN이고, 점성토의 단위중량이 20kN/m^{3}일 때, 완전 보상기초(compensated foundation)가 되기 위한 기초의 깊이는?

① 1.0m

② 2.0m

③ 2.5m

④ 3.0m

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 완전 보상기초의 조건인 기초 접지압과 굴착으로 제거한 흙의 상재압이 같아지는 깊이를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 기초 크기 $10m \times 20m$, 전체 하중 $10{,}000kN$, 점성토 단위중량 $20kN/m^3$이다.
- 구해야 할 값: 완전 보상기초가 되기 위한 기초의 깊이 D이다.
- 주의할 조건: 완전 보상기초는 기초가 지반에 주는 압력과 굴착으로 제거한 흙의 무게가 만드는 압력이 같아야 한다.

사용할 공식

$+q = \frac{P}{A}, \qquad q = \gamma D +$

이 문제에서는 먼저 전체 하중을 기초 면적으로 나누어 접지압 q를 구한 뒤, 완전 보상기초 조건 $q = \gamma D$를 적용한다. 완전 보상은 구조물 하중 증가분을 제거한 흙의 자중 감소분으로 정확히 상쇄하는 상태이기 때문이다.

계산 과정

1. 기초 면적은 $A = 10 \times 20 = 200m^2$이다.
2. 기초 접지압은 $q = \frac{10{,}000}{200} = 50kN/m^2$이다.
3. 완전 보상기초 조건에서 $50 = 20D$이므로 $D = \frac{50}{20} = 2.5m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $D = 1.0m$이면 제거한 흙의 상재압은 $20 \times 1.0 = 20kN/m^2$이다. 실제 접지압 $50kN/m^2$를 상쇄하지 못한다. 틀린 표현은 '1.0m'이고, 올바르게는 '2.5m'이다.
② X: $D = 2.0m$이면 제거한 흙의 상재압은 $40kN/m^2$이다. 아직 $10kN/m^2$가 부족하므로 완전 보상이 아니다. 틀린 표현은 '2.0m'이고, 올바르게는 '2.5m'이다.
③ O: $D = 2.5m$이면 제거한 흙의 상재압은 $20 \times 2.5 = 50kN/m^2$이다. 기초 접지압과 정확히 같아 완전 보상기초 조건을 만족한다.
④ X: $D = 3.0m$이면 제거한 흙의 상재압은 $60kN/m^2$이다. 구조물 하중에 의한 접지압 $50kN/m^2$보다 커서 과보상 상태가 된다. 틀린 표현은 '3.0m'이고, 올바르게는 '2.5m'이다.

오답 포인트

전체 하중을 바로 단위중량으로 나누거나, 기초 면적을 반영하지 않고 깊이를 구하면 오답이 된다. 이 문제의 함정은 먼저 접지압 $\frac{P}{A}$를 구해야 한다는 점을 놓치게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

완전 보상기초 문제는 먼저 기초 면적으로 하중을 나누어 접지압을 구하고, 그다음 제거 흙의 상재압 γD와 같게 두어 깊이를 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

완전 보상기초는 $\frac{P}{A} = \gamma D$가 성립하는 깊이이다.

NoteBase

문 9. 상대밀도(relative density, D_r)에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 조립토를 상대밀도 85% 이상 다지기는 어렵다.

② 상대밀도에 대한 식은 간극비, 간극률, 건조단위중량, 밀도에 의해 정의될 수 있다.

③ 세립토의 현장 조밀함 또는 느슨함의 정도를 나타내기 위해 사용되는 용어이다.

④ 상대밀도 값의 범위는 흙이 가장 느슨한 상태일 때의 최소값 0%부터 흙이 가장 조밀한 상태일 때의 최대값 100%까지이다.

정답 3번

출제 포인트

상대밀도가 어떤 토질(조립토 대 세립토)에 적용되는 지표인지와 그 정의·값의 범위를 정확히 아는지 구분하는 문제이다.

핵심 개념

상대밀도는 조립토(사질토)가 현재 얼마나 조밀한지를 최대·최소 간극비를 기준으로 나타낸 지표이며,
$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \times 100\%$로 정의한다.
세립토(점성토)는 상대밀도가 아니라 연경도, 압축성, 소성 등의 지표로 상태를 판단한다.
상대밀도는 간극비를 기준으로 하되 간극률, 건조단위중량, 건조밀도로 바꾸어 표현할 수 있으며, 값의 범위는 가장 느슨한 상태의 0%부터 가장 조밀한 상태의 100%까지이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
조립토를 상대밀도 85% 이상으로 다지기는 실제 시공에서 어렵다. 상대밀도가 높아질수록 추가 다짐으로 간극비를 더 줄이기가 급격히 힘들어지므로 옳은 설명이다.

② O
상대밀도는 최대·최소 간극비를 기준으로 정의되며, 간극비를 간극률·건조단위중량·건조밀도로 환산하여 표현할 수 있다. 따라서 옳은 설명이다.

③ X
상대밀도는 조립토(사질토)의 조밀함과 느슨함을 나타내는 지표이지 세립토에 사용하는 용어가 아니다. 세립토의 현장 조밀함·느슨함을 나타낸다는 설명은 적용 토질을 잘못 서술한 것이므로 가장 옳지 않다. 이것이 정답이다.

④ O
상대밀도는 흙이 가장 느슨한 상태일 때 최솟값 0%, 가장 조밀한 상태일 때 최댓값 100%가 되어 0%부터 100%까지의 범위를 가진다. 따라서 옳은 설명이다.

오답 포인트

③의 함정은 상대밀도를 세립토(점성토)의 상태지표로 잘못 아는 데 있다. 상대밀도는 조립토(사질토)에만 쓰는 지표이며, 세립토는 연경도 계열 지표로 상태를 판단한다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

상태지표 문제는 먼저 적용 토질을 확인한다. 조립토의 조밀·느슨함이면 상대밀도, 세립토·점성토의 굳기·질기면 연경도나 소성 관련 지표로 판단한다. 상대밀도는 조립토 지표이고 값의 범위는 0~100%라는 두 가지를 함께 기억하면 된다.

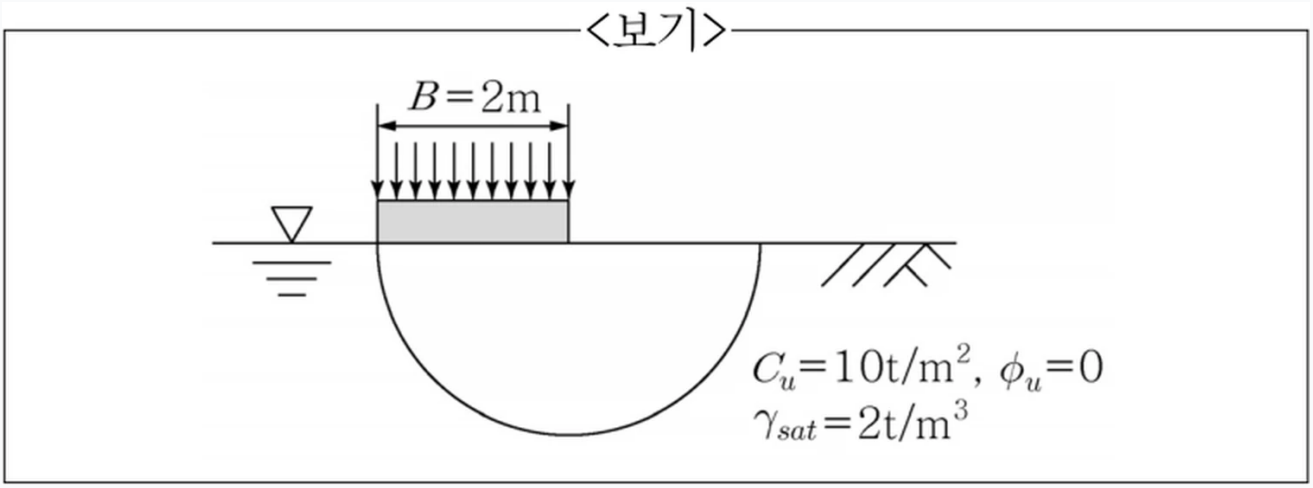
암기 포인트

상대밀도는 조립토(사질토)의 조밀도 지표이고, 세립토·점성토의 상태는 연경도 계열 지표로 판단한다.
상대밀도 값의 범위는 0~100%이다.

NoteBase

문 10. <보기>와 같은 원호활동 파괴를 가정한 점토지반에 놓인 줄기초의 극한지지력 q_u은?

<보기>



① $40\pi\text{t/m}^2$

② $30\pi\text{t/m}^2$

③ $20\pi\text{t/m}^2$

④ $10\pi\text{t/m}^2$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점토지반의 원호활동 파괴에서 반원 활주면의 점착저항 모멘트와 기초하중 모멘트를 평형시켜 극한지지력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $B = 2m$, $c_u = 10t/m^2$, $\phi_u = 0$이다.
그림의 활주면은 반원이고, 지름은 왼쪽 기초 모서리에서 오른쪽 지표면 접점까지이므로 $2B$이다.
따라서 반지름은 $R = B = 2m$, 원호 길이는 $L = \pi R = \pi B$이다.
구해야 할 값은 줄기초의 극한지지력 q_u이다.
이 가정에서는 원호면의 전단저항을 c_u로 보고 모멘트 평형을 잡으므로 γ_{sat}는 직접 쓰이지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

저항모멘트는 $M_r = c_u L R$이다.
작용모멘트는 $M_d = (q_u B) \times \frac{B}{2}$이다.
따라서
$(q_u B)\frac{B}{2} = c_u(\pi B)B$
이 공식을 쓰는 이유는 그림의 파괴기구가 반원 활주면을 따라 회전하는 형태이므로, 회전중심에 대한 모멘트 평형으로 바로 q_u를 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 반원 활주면의 길이는 $L = \pi R = \pi B$이다.
2. 원호면의 총 점착저항은 $c_u L = c_u \pi B$이고, 저항모멘트는 $M_r = c_u \pi B^2$이다.
3. 기초하중의 합력은 $q_u B$이며, 작용점은 기초 중앙이므로 회전중심까지의 레버암은 $B/2$이다.
4. 모멘트 평형식은 $q_u B \cdot \frac{B}{2} = c_u \pi B^2$이다.
5. 정리하면 $q_u = 2\pi c_u = 2\pi \times 10 = 20\pi t/m^2$이다.

선지별 해설

① X
$40\pi t/m^2$는 반원 활주면을 잘못 full circle처럼 보아 원호 길이를 $2\pi B$로 과대평가할 때 나오는 값이다. 이 문제의 활주면은 반원이므로 올바른 값은 $20\pi t/m^2$이다.

② X
$30\pi t/m^2$는 저항모멘트와 작용모멘트의 레버암을 일관되게 잡지 못해 중간 계수를 잘못 넣은 값이다.
균등분포하중의 합력은 반드시 기초 중앙에 작용하므로 레버암은 $B/2$이고, 올바른 값은 $20\pi t/m^2$이다.

③ O
모멘트 평형식 $(q_u B)\frac{B}{2} = c_u(\pi B)B$에서 $q_u = 2\pi c_u$가 되고, $c_u = 10t/m^2$를 대입하면 $q_u = 20\pi t/m^2$이다.

④ X
$10\pi t/m^2$는 기초하중의 레버암을 $B/2$가 아니라 B로 잘못 두면 나오는 값이다. 합력은 폭 B의 중앙에 작용하므로 올바른 값은 $20\pi t/m^2$이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 반원 활주면의 기하를 잘못 읽는 데 있다. 원호 길이는 반원이므로 πB이고, 기초하중 합력의 레버암은 기초 중앙에서 회전중심까지 거리인 $B/2$이다. 원호를 전원으로 보거나 레버암을 B로 두면 바로 오답으로 간다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원호활동 파괴 문제는 먼저 반지름과 원호 길이를 그림에서 정하고, 다음에 하중 합력의 작용점과 레버암을 잡은 뒤, 마지막에 회전중심에 대한 모멘트 평형으로 정리하면 된다.

암기 포인트

반원 원호활동, $\phi = 0$ 점토, 지름이 $2B$이면 $q_u = 2\pi c_u$가 된다.

NoteBase

문 11. 사질토 지반에서 현장재하시험으로 결정된 직경 300mm 판의 극한지지력이 150kN/m^{2}이다. 실제 원형기초의 예측 허용지지력이 250kN/m^{2}일 때 원형기초의 폭(지름)은? (단, 안전율은 3이다.)

① 1.0m

② 1.5m

③ 2.0m

④ 2.5m

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 사질토에서 현장재하시험 판의 극한지지력과 실제 원형기초의 극한지지력이 기초 지름에 비례한다는 관계를 이용해 실제 기초의 지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 판의 지름 300mm, 즉 0.3m, 판의 극한지지력 150kN/m^2, 실제 원형기초의 허용지지력 250kN/m^2, 안전율 3이다.
구해야 할 값은 실제 원형기초의 지름이다.
사질토이므로 극한지지력은 기초 폭, 즉 원형기초에서는 지름에 비례한다고 본다.

사용할 공식

사질토에서는 $q_u \propto B$이므로 $\frac{q_{u(f)}}{q_{u(p)}} = \frac{B_f}{B_p}$이다.
또한 허용지지력과 극한지지력의 관계는 $q_a = \frac{q_u}{F.S.}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 판재하시험 결과를 실제 기초로 환산해야 하고, 사질토에서는 그 환산 기준이 기초 폭 비례이기 때문이다.

계산 과정

1. 실제 원형기초의 허용지지력이 250kN/m^{2}이고 안전율이 3이므로 실제 원형기초의 극한지지력은 $q_{u(f)} = 250 \times 3 = 750kN/m^2$이다.
2. 판의 극한지지력은 150kN/m^{2}이고 판의 지름은 0.3m이므로 $\frac{750}{150} = \frac{B_f}{0.3}$이다.
3. 따라서 $B_f = 0.3 \times 5 = 1.5m$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 지름이 1.0m이면 극한지지력은 $150 \times \frac{1.0}{0.3} = 500 kN/m^2$, 허용지지력은 $\frac{500}{3} \approx 166.7 kN/m^2$가 된다. 250kN/m^{2}에 못 미치므로 틀리다. 지름은 1.0m가 아니라 1.5m이다.
2번 O: 지름이 1.5m이면 극한지지력은 $150 \times \frac{1.5}{0.3} = 750 kN/m^2$, 허용지지력은 $\frac{750}{3} = 250 kN/m^2$가 된다. 문제 조건과 정확히 일치하므로 옳다.
3번 X: 지름이 2.0m이면 극한지지력은 $150 \times \frac{2.0}{0.3} = 1000 kN/m^2$, 허용지지력은 $\frac{1000}{3} \approx 333.3 kN/m^2$가 된다. 요구한 허용지지력보다 크므로 틀리다. 지름은 2.0m가 아니라 1.5m이다.
4번 X: 지름이 2.5m이면 극한지지력은 $150 \times \frac{2.5}{0.3} = 1250 kN/m^2$, 허용지지력은 $\frac{1250}{3} \approx 416.7 kN/m^2$가 된다. 역시 조건보다 크므로 틀리다. 지름은 2.5m가 아니라 1.5m이다.

오답 포인트

허용지지력 250kN/m^{2}를 바로 판의 극한지지력 150kN/m^{2}와 비교하면 틀린다. 먼저 안전율 3을 곱해 실제 기초의 극한지지력 750kN/m^{2}로 바꾼 뒤, 그다음에 지름 비례식을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

사질토 판재하시험 환산 문제는 허용지지력과 극한지지력을 먼저 구분하고, 실제 기초 값이 허용지지력으로 주어지면 안전율을 반영해 극한지지력으로 바꾼 다음, $q_u \propto B$ 관계로 폭이나 지름을 계산한다.

암기 포인트

사질토는 $q_u \propto B$, 점성토는 q_u가 폭에 거의 무관하다는 점을 함께 기억하면 판재하시험 환산이 빨라진다.

NoteBase

문 12. 폭이 4m인 연속기초를 내부마찰각 $\phi = 20^\circ$, 점착력 $c = 30kPa$인 지반에 설치하였다. 흙의 전체 단위중량은 $19kN/m^3$이고 안전율이 3일 때 기초의 허용지지력은? (단, 기초의 근입깊이는 1m이고, 전반전단파괴가 일어난다고 가정하며, $\phi = 20^\circ$일 때 $N_c = 17.69$, $N_\gamma = 4.97$, $N_q = 7.44$이다.)

① 253.42 kPa

② 262.78 kPa

③ 274.57 kPa

④ 286.97 kPa

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 연속기초의 전반전단파괴 조건에서 테르자기 지지력 공식을 이용해 허용지지력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 기초폭 $B = 4m$, 근입깊이 $D_f = 1m$, 점착력 $c = 30kPa$, 흙의 단위중량 $\gamma = 19kN/m^3$,
내부마찰각 $\phi = 20^\circ$, 지지력계수 $N_c = 17.69$, $N_q = 7.44$, $N_\gamma = 4.97$, 안전율 3이다.
구해야 할 값은 기초의 허용지지력이다.
주의할 조건은 연속기초와 전반전단파괴이므로 연속기초용 극한지지력 공식을 그대로 적용한다는 점이다.

사용할 공식

연속기초의 전반전단파괴 극한지지력은
$q_u = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$
이다.
허용지지력은
$q_a = \frac{q_u}{FS}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 연속기초, 전반전단파괴, 안전율 3을 명시했기 때문이다.

계산 과정

1. 점착력 항은 $cN_c = 30 \times 17.69 = 530.70kPa$이다.
2. 상재압 항은 $\gamma D_f N_q = 19 \times 1 \times 7.44 = 141.36kPa$이다.
3. 흙 자중 항은 $\frac{1}{2}\gamma B N_\gamma = \frac{1}{2} \times 19 \times 4 \times 4.97 = 188.86kPa$이다.
4. 극한지지력은 $q_u = 530.70 + 141.36 + 188.86 = 860.92kPa$이다.
5. 허용지지력은 $q_a = 860.92/3 = 286.97kPa$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

253.42 kPa는 계산된 허용지지력 $286.97kPa$와 일치하지 않는다. 극한지지력 $860.92kPa$를 안전율 3으로 나누면 이 값이 나오지 않는다. 틀린 수치 253.42 kPa → 올바르게는 허용지지력 286.97 kPa이다.

② X

262.78 kPa는 세 항 cN_c, $\gamma D_f N_q$, $\frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$를 모두 합한 극한지지력을 안전율 3으로 나눈 결과가 아니다. 틀린 수치 262.78 kPa → 올바르게는 허용지지력 286.97 kPa이다.

③ X

274.57 kPa도 계산 결과와 다르다. 연속기초의 전반전단파괴 식으로 구한 극한지지력은 860.92 kPa이므로 허용지지력은 274.57 kPa가 아니라 286.97 kPa이다. 틀린 수치 274.57 kPa → 올바르게는 허용지지력 286.97 kPa이다.

④ O

극한지지력 $q_u = 860.92kPa$를 안전율 3으로 나누면 $q_a = 286.97kPa$가 된다. 계산 결과와 정확히 일치하므로 옳다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 순극한지지력과 총극한지지력을 섞거나, $\frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$ 항을 빠뜨린 채 안전율만 나누는 실수이다. 특히 연속기초에서는 형상계수를 따로 곱하지 않고 주어진 세 항을 그대로 합산한다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

지지력 계산 문제는 먼저 기초 형식을 확인하고, 그다음 파괴형태에 맞는 극한지지력 공식을 선택한 뒤, 각 항을 개별 계산하여 합산하고 마지막에 안전율을 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

연속기초 전반전단파괴는 $q_u = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$, 허용지지력은 $q_a = q_u/FS$이다.

NoteBase

문 13. 옹벽에 작용하는 주동토압이 0이 되는 지표면으로부터의 깊이는? (단, 뒷채움 흙의 단위중량은 20kN/m^3, 점착력은 20kN/m^2, 내부마찰각은 30°이다.)

① $\sqrt{2}m$
② $\sqrt{3}m$
③ $2\sqrt{2}m$
④ $2\sqrt{3}m$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 점착력 있는 흙의 Rankine 주동토압식에서 토압이 0이 되는 깊이, 즉 인장균열 깊이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 단위중량 20kN/m^3, 점착력 20kN/m^2, 내부마찰각 30도이다.
구해야 할 값은 주동토압이 0이 되는 지표면으로부터의 깊이이다.
주의할 조건은 사질토 식 $K_a\gamma z$만 쓰는 것이 아니라 점착력 항 $-2c\sqrt{K_a}$를 함께 써야 한다는 점이다.

사용할 공식

점착성 흙의 주동토압은 $\sigma_a = K_a\gamma z - 2c\sqrt{K_a}$이다.
여기서 $K_a = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 점착력 c와 내부마찰각 ϕ가 함께 주어졌으므로 $c-\phi$ 흙의 주동토압식을 적용해야 하기 때문이다.

계산 과정

먼저 $\phi = 30^\circ$이므로
$K_a = \frac{1-\sin 30^\circ}{1+\sin 30^\circ} = \frac{1-0.5}{1+0.5} = \frac{1}{3}$
따라서 $\sqrt{K_a} = \sqrt{1/3} = 1/\sqrt{3}$이다.
주동토압이 0일 때는
$0 = K_a\gamma z - 2c\sqrt{K_a}$
$K_a\gamma z = 2c\sqrt{K_a}$
$z = \frac{2c\sqrt{K_a}}{K_a\gamma} = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$
수치를 대입하면
$z = \frac{2\times 20}{20\times(1/\sqrt{3})} = 2\sqrt{3}m$
따라서 주동토압이 0이 되는 깊이는 $2\sqrt{3}m$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: $\sqrt{2}m \approx 1.41m$로 계산값과 다르다. 점착력 항까지 포함한 주동토압 0 조건을 만족하지 못한다.
올바르게는 $2\sqrt{3}m$이다.
2번 X: $\sqrt{3}m \approx 1.73m$로 계산값보다 작다. $\sqrt{K_a} = 1/\sqrt{3}$로 나누는 단계가 제대로 반영되지 않은 값이다.
올바르게는 $2\sqrt{3}m$이다.
3번 X: $2\sqrt{2}m \approx 2.83m$로 계산값과 다르다. 주동토압식에 대입해도 0이 되지 않는다. 올바르게는 $2\sqrt{3}m$이다.
4번 O: 계산 결과와 정확히 일치한다. 따라서 주동토압이 0이 되는 깊이는 $2\sqrt{3}m$이다.

오답 포인트

사질토처럼 $\sigma_a = K_a\gamma z$만 떠올리면 점착력 항을 빠뜨리게 된다. 또 K_a를 구한 뒤 $\sqrt{K_a}$가 들어간다는 점을 놓치면 $\sqrt{3}m$나 그와 비슷한 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

점착력과 내부마찰각이 함께 주어지면 먼저 $c-\phi$ 흙의 주동토압식인지 확인한 뒤, K_a를 구하고, 마지막에 $\sigma_a = 0$을 대입해 깊이를 정리하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

점착성 흙의 주동토압 0 깊이는 $K_a\gamma z - 2c\sqrt{K_a} = 0$에서 구하며, $z = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$로 정리된다.

NoteBase

문 14. 시료 채취기의 관입깊이가 100cm이고, 이중 회수된 시료는 5cm 짜리 2개, 10cm 짜리 2개, 15cm 짜리 2개, 20cm 짜리 2개일 경우, 회수율과 RQD(Rock Quality Designation)는?

① 회수율: 1.0, RQD: 1.0

② 회수율: 1.0, RQD: 0.9

③ 회수율: 0.9, RQD: 0.9

④ 회수율: 0.9, RQD: 0.8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 암석 코어의 회수율과 RQD를 각각 다른 기준으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 시료 채취기 관입길이 100cm, 회수된 코어는 5cm 2개, 10cm 2개, 15cm 2개, 20cm 2개이다.
구해야 할 값: 회수율과 RQD이다.
주의할 조건: 회수율은 전체 회수 길이를 쓰고, RQD는 길이 10cm 이상인 건전한 코어 길이만 합산한다.

사용할 공식

회수율은 총 회수 코어 길이관입길이이다.
RQD는 10cm 이상 코어 길이의 합관입길이이다.
이 공식을 쓰는 이유는 회수율은 시료가 얼마나 회수되었는지를, RQD는 그중 불연속이 적은 비교적 긴 암편이 얼마나 되는지를 평가하는 지표이기 때문이다.

계산 과정

1. 총 회수 코어 길이는 $2 \times 5 + 2 \times 10 + 2 \times 15 + 2 \times 20 = 100cm$이다.
2. 회수율은 $\frac{100}{100} = 1.0$이다.
3. RQD에 포함되는 길이는 10cm 이상인 코어이므로 $2 \times 10 + 2 \times 15 + 2 \times 20 = 90cm$이다.
4. 따라서 RQD는 $\frac{90}{100} = 0.9$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 회수율 1.0은 맞지만 RQD 1.0은 틀리다. 5cm 코어 2개는 RQD에 포함되지 않는다. 틀린 표현은 RQD 1.0이고, 올바르게는 RQD 0.9이다.
② O: 총 회수 길이는 100cm이므로 회수율은 1.0이고, 10cm 이상 코어 길이의 합은 90cm이므로 RQD는 0.9이다.
③ X: RQD 0.9는 맞지만 회수율 0.9는 틀리다. 회수율은 전체 회수 코어 길이를 쓰므로 100cm 전부가 반영된다. 틀린 표현은 회수율 0.9이고, 올바르게는 회수율 1.0이다.
④ X: 회수율 0.9도 틀리고 RQD 0.8도 틀리다. 회수율은 전체 회수 길이를 써서 1.0이고, RQD는 10cm 이상 코어를 포함하므로 0.9이다. 틀린 표현은 회수율 0.9와 RQD 0.8이고, 올바르게는 회수율 1.0, RQD 0.9이다.

오답 포인트

회수율과 RQD의 분자를 같은 방식으로 잡으면 오답이 된다. 특히 10cm짜리 코어를 RQD에서 제외하면 0.7이 되어 선택지와 맞지 않으므로, 이 문항은 10cm 이상을 포함하는 기준을 묻고 있다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

코어 지표 문제는 먼저 전체 회수 길이로 회수율을 구하고, 그다음 10cm 이상 코어만 다시 골라 RQD를 구하면 된다. 두 지표의 분자가 다르다는 점을 먼저 분리하면 수치 혼동을 줄일 수 있다.

암기 포인트

회수율은 전부, RQD는 10cm 이상만 본다는 기준으로 정리된다.

NoteBase

문 15. 포화 점토지반에 축조된 점토제방 사면의 거동에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 사면의 안전율의 크기는 초기에는 시간에 따라 증가하다 제방 시공완료 후에는 안전율이 최대가 된다.

② 압밀이 진행됨에 따라 점토의 전단강도는 점점 증가한다. 즉, 압밀이 완료될 때의 점토의 평균전단강도는 배수 전단강도이다.

③ 점토제방 아래에 위치하는 지점에서 간극수압은 제방의 축조가 진행됨에 따라 계속 증가하다가 제방이 완공되면 배수(즉, 압밀)가 진행됨에 따라 감소한다.

④ 제방이 빠르게 축조되고 제방을 시공하는 동안 실제로 배수가 발생하지 않는다고 가정하면, 점토의 평균전단강도는 제방 시공완료 시까지 일정해진다. 이때의 전단강도는 비배수 전단강도이다.

정답 1번

출제 포인트

포화 점토지반 위 제방의 시공 중·시공 후 거동을 구분하여 안전율, 간극수압, 비배수 전단강도와 배수 전단강도의 변화를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

비배수 상태는 하중이 빠르게 작용하여 시공 중 배수가 거의 일어나지 않는 단기 상태이고, 이때는 간극수압이 증가하며 강도 평가는 비배수 전단강도로 한다.
배수 상태는 시공 후 시간이 지나 압밀이 진행된 장기 상태이고, 이때는 간극수압이 소산되면서 유효응력이 증가하여 전단강도가 커지며 최종적으로 배수 전단강도로 본다.
제방 사면의 안전율은 보통 시공 완료 직후가 가장 불리하고, 이후 압밀이 진행되면 강도 증가로 다시 커진다.

NoteBase

선지별 해설

① X
초기에는 제방 하중이 증가하면서 포화 점토지반에 과잉간극수압이 발생하므로 단기 안전율이 오히려 불리해진다. 시공 완료 시점이 대체로 최소 안전율에 가까우며, 최대 안전율은 시공 완료 후 압밀이 진행되어 전단강도가 증가한 뒤에 나타난다. 틀린 표현은 '초기에는 시간에 따라 증가하다'와 '시공완료 후에는 안전율이 최대가 된다'의 연결 방식이다. 올바르게는 '시공 중에는 안전율이 감소하거나 가장 불리해지고, 시공 후 압밀이 진행되면서 증가한다'이다.

② O
압밀이 진행되면 과잉간극수압이 소산되고 유효응력이 증가하므로 점토의 전단강도도 점차 증가한다. 압밀이 충분히 완료된 장기 상태의 평균전단강도는 배수 전단강도로 판단하는 것이 맞다.

③ O
제방 축조 중에는 하중 증가에 따라 제방 하부의 과잉간극수압이 계속 증가한다. 제방 완공 후에는 배수와 압밀이 진행되면서 그 과잉간극수압이 점차 감소하므로 서술이 맞다.

④ O
제방이 빠르게 축조되고 시공 중 배수가 없다고 보면 단기 거동은 비배수 조건으로 본다. 이때 추가 하중이 즉시 유효응력 증가로 이어지지 않으므로 시공 중 평균전단강도는 비배수 전단강도로 취급하며 거의 일정하게 본다.

오답 포인트

안전율과 전단강도 증가를 같은 시점으로 착각하면 ①에 속기 쉽다. 압밀이 진행되면 강도는 증가하지만, 그 효과는 시공 후 시간 경과에 따라 나타난다. 시공 완료 직후는 간극수압이 큰 단기 상태이므로 가장 안전한 시점이 아니라 가장 불리한 시점으로 보는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화 점토지반 제방 문제는 먼저 시점을 '시공 중 단기 비배수'와 '시공 후 장기 배수·압밀'로 나눈다. 그다음 단기에는 간극수압 증가, 비배수 전단강도, 낮은 안전율을 연결하고, 장기에는 간극수압 소산, 강도 증가, 안전율 회복을 연결하면 선지 판단이 정리된다.

암기 포인트

시공 중은 비배수·간극수압 증가·안전율 불리, 시공 후는 압밀 진행·배수강도 증가·안전율 회복이다.

NoteBase

문 16. 불포화 점성토의 전단강도에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 포화도가 100%인 경우에 전응력 파괴포락선은 수평선이 되며 ϕ=0의 개념과 같다.

② 실제로 퇴적점성토의 경우 강우 또는 지하수면이 상승하면 포화되므로 부분 포화된 점토의 강도는 설계 시 고려되지 않는다.

③ 비배수 삼축압축시험은 불포화시료에 실시되고 전응력만을 측정할 수 있으며 현장에서 채취한 불포화시료는 실험실에서 포화시킨 후 비배수 강도를 결정해야 한다.

④ 일반적으로 실험실에서 이루어지는 삼축압축시험으로 불포화시료의 정확한 유효응력을 결정할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 불포화 점성토의 전단강도에서 부분포화에 따른 흡입력 효과와 포화 후 강도평가 방법의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

불포화 점토는 간극공기와 간극수가 함께 존재하여 흡입력 때문에 겉보기 점착력이 커질 수 있다.
포화 점토를 비배수 총응력으로 해석하면 파괴 시 전응력 파괴포락선은 수평선으로 보고 $\phi_u = 0$ 개념을 적용한다.
실무 설계에서는 강우나 지하수면 상승으로 부분포화에 따른 추가 강도가 사라질 수 있으므로 그 강도를 보수적으로 제외하는 경우가 많다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 토질역학 · 2018 · 6월

선지별 해설

① O
포화도가 100%가 되면 불포화토의 흡입력 효과가 사라지고 포화 점토의 비배수 총응력 해석과 같은 틀로 본다. 따라서 전응력 파괴포락선은 수평선으로 보고 $\phi_u = 0$ 개념과 연결한다.

② O
퇴적 점성토는 강우나 지하수면 상승으로 쉽게 포화될 수 있어 부분포화 상태에서 얻는 겉보기 강도가 장기적으로 유지된다고 보기 어렵다. 그래서 설계에서는 부분포화 점토의 추가 강도를 일반적으로 보수적으로 고려하지 않는다.

③ O
일반적인 비배수 삼축압축시험은 불포화토의 흡입력을 정밀하게 분리해 평가하는 시험이 아니며 총응력 관점의 강도 파악에 가깝다. 그래서 현장 불포화 점성토는 실무적으로 시료를 포화시킨 뒤 비배수 강도를 구하는 방식으로 다루는 경우가 많다.

④ X
틀린 부분은 "일반적으로 실험실에서 이루어지는 삼축압축시험으로 불포화 시료의 정확한 유효응력을 결정할 수 있다"는 표현이다.
실제로는 불포화토의 응력상태를 정확히 다루려면 간극공기압, 간극수압, 흡입력을 함께 계측해야 하므로 일반적인 삼축압축시험만으로는 정확한 유효응력을 결정하기 어렵다.
올바르게는 "불포화 시료의 정확한 유효응력 평가는 흡입력 계측이 가능한 특수 불포화토 시험이 필요하며, 일반 삼축압축시험만으로는 한계가 있다"이다.

오답 포인트

④는 "유효응력"이라는 표현 때문에 더 정교한 설명처럼 보이지만, 포화토의 유효응력 개념을 불포화토에 그대로 옮긴 함정이다. 불포화토는 흡입력을 추가로 고려해야 하므로 일반 삼축시험 결과를 바로 정확한 유효응력으로 해석할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

불포화토 선지에서 일반적인 실내시험만으로 정확한 유효응력을 구할 수 있다고 단정하면 먼저 의심한다. 포화 여부, 흡입력 존재, 총응력 해석인지 유효응력 해석인지를 나누면 정답이 정리된다.

암기 포인트

불포화토 강도는 흡입력이 키우고, 포화되면 그 효과가 사라지며, 일반 삼축시험만으로 불포화 유효응력을 정확히 정하기는 어렵다.

NoteBase

문 17. 건조단위중량이 16.5kN/m^3, 포화단위중량이 19.25kN/m^{3}인 사질토층에서 지하수위의 위치는 지표면으로부터 6m 아래에 존재하고 지하수위 위 사질토층은 건조한 상태일 때, 지표면으로부터 19m 아래에서의 유효응력의 크기는? (단, 지하수는 정수압을 받고 있으며 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이다.)

① 127.53kN/m^2

② 186.75kN/m^2

③ 219.25kN/m^2

④ 232.25kN/m^2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 지하수위 위의 건조층과 아래의 포화층을 나누어 총응력과 간극수압을 계산한 뒤 유효응력 σ'_v를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 건조단위중량 $\gamma_d = 16.5kN/m^3$, 포화단위중량 $\gamma_{sat} = 19.25kN/m^3$, 물의 단위중량 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다.
- 깊이 조건: 지하수위는 지표면 아래 6m, 구하는 점은 지표면 아래 19m이므로 지하수위 아래 깊이는 13m이다.
- 주의할 조건: 0~6m는 건조층이고 6~19m는 포화층이므로 층을 나누어 계산해야 한다.

사용할 공식

공식:

$\sigma'_v = \sigma_v - u = \gamma_d z_d + \gamma_{sat} z_{sat} - \gamma_w z_w$

이 공식을 쓰는 이유: 유효응력은 전체 상재하중에서 간극수압을 뺀 값이며, 지하수위 위아래의 단위중량이 서로 다르기 때문이다.

계산 과정

1. 지표면에서 19m까지의 총응력은 $16.5 \times 6 + 19.25 \times 13 = 99 + 250.25 = 349.25kN/m^2$이다.
2. 19m 깊이에서의 간극수압은 지하수위 아래 13m에 대해서만 작용하므로 $u = 10 \times 13 = 130kN/m^2$이다.
3. 따라서 유효응력은 $\sigma'_v = 349.25 - 130 = 219.25kN/m^2$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 유효응력을 $127.53 kN/m^2$로 본 계산은 상부 6m 건조층 자중과 지하수위 아래 13m 구간의 유효단위중량 반영이 맞지 않는다. 올바르게는 $99 + 13 \times 9.25 = 219.25 kN/m^2$이다.
② X: 유효응력을 $186.75 kN/m^2$로 본 계산은 포화층의 유효단위중량을 작게 잡은 값이다. 지하수위 아래에서는 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 19.25 - 10 = 9.25 kN/m^3$를 써야 하므로 올바른 값은 $219.25 kN/m^2$이다.
③ O: 총응력은 $16.5 \times 6 + 19.25 \times 13 = 349.25 kN/m^2$, 간극수압은 $10 \times 13 = 130 kN/m^2$이므로 유효응력은 $349.25 - 130 = 219.25 kN/m^2$이다.
④ X: 유효응력을 $232.25 kN/m^2$로 본 계산은 지하수위 아래 13m에 대한 간극수압 차감이 부족한 값이다. 간극수압은 반드시 $130 kN/m^2$이므로 올바른 값은 $219.25 kN/m^2$이다.

오답 포인트

건조단위중량, 포화단위중량, 물의 단위중량을 한 번에 섞어 쓰면 오답이 된다. 이 문제의 핵심 함정은 지하수위 위 6m는 건조층 자중 그대로 더하고, 지하수위 아래 13m만 간극수압을 빼거나 유효단위중량 γ'로 바꾸어야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수위가 있는 연직응력 문제는 먼저 층을 나누고, 다음에 총응력 σ_v를 구한 뒤, 마지막에 지하수위 아래 깊이에 대해서만 간극수압 u를 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유효응력은 위층은 그대로 더하고 아래층은 $\gamma_{sat} - \gamma_w$로 바꾸어 계산하므로 $\sigma'_v = \gamma_d z_d + (\gamma_{sat} - \gamma_w) z_{sat}$이다.

NoteBase

문 18. 연약지반 처리공법 중 sand drain 공법에서 연직과 방사선 방향을 고려한 평균압밀도 U는? (단, 연직 압밀도 $U_v = 0.5$, 방사선 방향 압밀도 $U_r = 0.7$이다.)

① 0.7

② 0.75

③ 0.8

④ 0.85

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 sand drain 공법에서 연직 압밀도와 방사선 방향 압밀도를 결합해 평균압밀도 U를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 연직 압밀도 $U_v = 0.5$, 방사선 방향 압밀도 $U_r = 0.7$이다.
구해야 할 값은 연직과 방사선 방향을 함께 고려한 평균압밀도 U이다.
주의할 조건은 두 압밀도를 단순 평균하거나 단순 가산하지 않고 잔류 미압밀분으로 결합한다는 점이다.

사용할 공식

결합 평균압밀도는 $U = 1 - (1 - U_v)(1 - U_r)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 연직 배수와 방사선 배수가 동시에 진행될 때 전체 잔류 미압밀분이 각 방향의 잔류 미압밀분의 곱으로 표현되기 때문이다.

계산 과정

1. 연직 방향 잔류 미압밀분은 $1 - U_v = 1 - 0.5 = 0.5$이다.
2. 방사선 방향 잔류 미압밀분은 $1 - U_r = 1 - 0.7 = 0.3$이다.
3. 전체 잔류 미압밀분은 $0.5 \times 0.3 = 0.15$이다.
4. 따라서 평균압밀도는 $U = 1 - 0.15 = 0.85$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
0.7은 방사선 방향 압밀도 U_r만 그대로 쓴 값이다. 연직 압밀도 $U_v = 0.5$를 함께 반영하지 못했다. 올바르게는 결합 평균압밀도 $U = 0.85$이다.

② X
0.75는 결합 공식 $1 - (1 - U_v)(1 - U_r)$에 대입해 얻어지는 값이 아니다. 연직과 방사선 압밀도를 단순 평균하거나 임의 보정해서는 안 된다. 올바르게는 $U = 0.85$이다.

③ X
0.8도 결합 공식의 계산 결과와 다르다. $1 - (1 - 0.5)(1 - 0.7) = 1 - 0.15 = 0.85$이므로 0.8은 과소계산이다. 올바르게는 $U = 0.85$이다.

④ O
결합 평균압밀도는 $U = 1 - (1 - U_v)(1 - U_r) = 1 - (0.5)(0.3) = 0.85$이므로 맞다. 연직 배수 효과와 방사선 배수 효과를 함께 반영한 값이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 U_v와 U_r를 각각의 압밀도로 보고 그대로 고르거나, 두 값을 단순 평균·단순 가산하는 데 있다. sand drain의 결합 압밀도는 압밀도 자체를 더하는 방식이 아니라 잔류 미압밀분 $(1 - U)$을 곱하는 방식으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연직 압밀도와 방사선 압밀도가 함께 주어지면 먼저 각 방향의 잔류 미압밀분 $(1 - U_v)$, $(1 - U_r)$을 구한 뒤 이를 곱하고, 마지막에 1에서 빼서 평균압밀도를 판단한다.

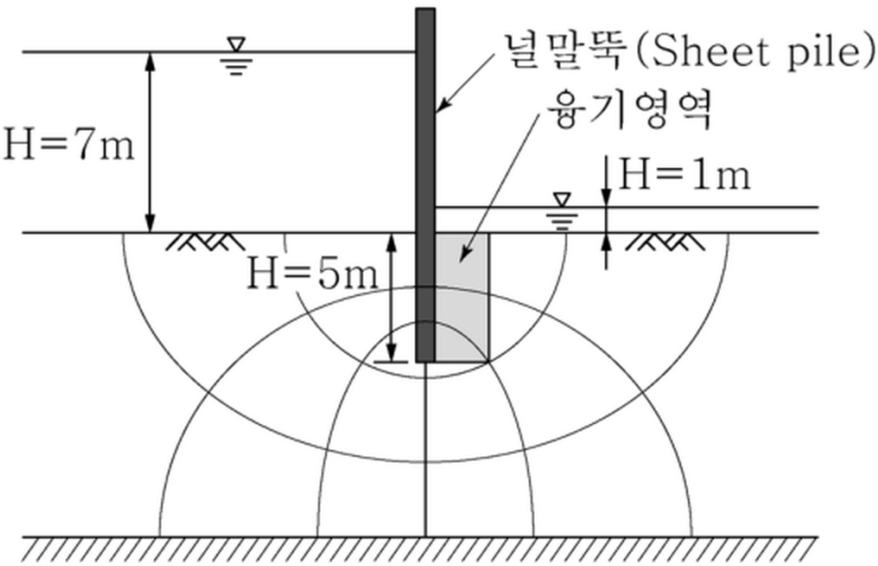
암기 포인트

sand drain 결합 압밀도는 압밀도를 더하지 않고 잔류 미압밀분을 곱해 $U = 1 - (1 - U_v)(1 - U_r)$로 정리한다.

NoteBase

문 19. <보기>와 같이 널말뚝을 모래지반에 5m 깊이로 박았을 때 상류와 하류의 수두차가 6m였다. 이때 모래지반의 포화단위 중량이 2.0t/m^{3}이었다면 이 지반의 파이핑현상에 대한 안전율에 가장 근사한 값은? (단, 융기영역의 평균등수두선간격은 2.5로 간주한다.)

<보기>



① 1.0

② 1.5

③ 2.0

④ 3.0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 플로우넷에서 출구동수경사를 구한 뒤 임계동수경사와 비교하여 파이핑에 대한 안전율을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 상류와 하류의 수두차 6m, 융기영역의 평균 등수두선 간격 2.5m, 포화단위중량 2.0t/m^3이다.
구해야 할 값은 파이핑에 대한 안전율이다.
도식의 등수두강하 수는 5로 읽는다.

NoteBase

사용할 공식

파이핑 안전율은 임계동수경사와 출구동수경사의 비로 구한다.
$F_s = \frac{i_c}{i_e}, \quad i_c = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}, \quad i_e = \frac{\Delta h / N_d}{L}$
이 공식을 쓰는 이유는 파이핑은 출구부의 실제 동수경사 i_e가 흙의 임계동수경사 i_c에 가까워질수록 발생하기 때문이다.

계산 과정

1. 물의 단위중량을 1.0t/m^3로 두면 잠재단위중량은 $\gamma' = 2.0 - 1.0 = 1.0 t/m^3$이다.
2. 따라서 임계동수경사는 $i_c = \gamma'/\gamma_w = 1.0/1.0 = 1.0$이다.
3. 총 수두차 6m가 등수두강하 5개로 나뉘므로 한 칸당 수두강하는 $\Delta h/N_d = 6/5 = 1.2m$이다.
4. 융기영역의 평균 등수두선 간격이 2.5m이므로 출구동수경사는 $i_e = 1.2/2.5 = 0.48$이다.
5. 안전율은 $F_s = 1.0/0.48 = 2.08$이므로 가장 가까운 값은 2.0이다.

선지 판단

1번: X. 1.0은 임계동수경사 i_c만 읽고 출구동수경사를 나누지 않은 값이다. 안전율은 임계값 자체가 아니라 i_c/i_e로 보아야 하므로 올바르게는 약 2.08이다.
2번: X. 1.5는 등수두강하 수를 적게 세거나 출구동수경사를 크게 잡을 때 나오는 과소평가값이다. 이 문제의 플로우넷은 수두강하 5개로 보아야 하므로 올바르게는 약 2.08이다.
3번: O. 계산된 안전율이 2.08이므로 보기 중 가장 가까운 값은 2.0이다.
4번: X. 3.0은 평균 등수두선 간격 2.5m를 그대로 안전율에 곱하거나 수두강하를 작게 잡은 과대평가값이다. 안전율은 약 2.08이므로 올바르게는 2.0에 가깝다.

오답 포인트

포화단위중량 2.0t/m^3를 그대로 임계동수경사에 넣으면 안 된다. 반드시 잠재단위중량 $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$로 바꿔야 한다. 또 총 수두차 6m를 바로 2.5m로 나누는 것이 아니라, 먼저 등수두강하 수 5개로 나누어 한 칸당 수두강하를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

플로우넷 파이핑 문제는 먼저 γ_{sat}에서 γ'를 구해 i_c를 계산하고, 다음으로 총수두차에서 한 칸당 수두강하를 구해 i_e를 계산한 뒤, 마지막에 $F_s = i_c/i_e$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

파이핑 안전율은 $F_s = i_c/i_e$이고, 임계동수경사는 $i_c = \gamma'/\gamma_w$이다.

NoteBase

문 20. 압밀시험에서 수직하중재하에 따른 응력경로로서 기울기 q/p값은? (단, $K_0 = 1/3$이다.)

① 1/4

② 1/3

③ 1/2

④ 1/1

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 K_0 조건의 수직재하에서 응력경로의 기울기 q/p를 p-q 정의로 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $K_0 = \sigma_h/\sigma_v = 1/3$이다.
구해야 할 값: 응력경로의 기울기 q/p이다.
주의할 조건: 이때 $p = (\sigma_v + \sigma_h)/2$, $q = (\sigma_v - \sigma_h)/2$의 정의를 함께 써야 한다.

사용할 공식

$$p = \frac{\sigma_v + \sigma_h}{2}, \quad q = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{2}$$
$$\frac{q}{p} = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{\sigma_v + \sigma_h} = \frac{1 - K_0}{1 + K_0}$$

이 공식을 쓰는 이유는 압밀시험의 수직재하 응력경로를 p-q 평면에서 묻고 있으므로 평균응력과 응력편차를 동시에 반영해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. $K_0 = \sigma_h/\sigma_v = 1/3$이므로 $\sigma_h = (1/3)\sigma_v$이다.
2. 이를 $q/p = (\sigma_v - \sigma_h)/(\sigma_v + \sigma_h)$에 대입한다.
3. $\frac{q}{p} = \frac{1 - 1/3}{1 + 1/3} = \frac{2/3}{4/3} = \frac{1}{2}$

따라서 응력경로의 기울기는 1/2이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 1/4는 $q = (\sigma_v - \sigma_h)/2$는 쓰고 $p = (\sigma_v + \sigma_h)$처럼 평균응력의 1/2를 빠뜨릴 때 나오는 값이다.
- 틀린 값은 1/4이고, 올바르게는 $p = (\sigma_v + \sigma_h)/2$까지 반영하여 $q/p = 1/2$이다.

② X
- 1/3은 K_0 자체를 그대로 q/p로 착각한 값이다. K_0는 수평응력과 수직응력의 비이고, q/p는 그 둘로 만든 응력경로 기울기이므로 같은 값이 아니다.
- 틀린 값은 1/3이고, 올바르게는 $(1 - K_0)/(1 + K_0)$를 계산한 1/2이다.

③ O
- $K_0 = 1/3$을 대입하면 $q/p = (1 - 1/3)/(1 + 1/3) = 1/2$가 되어 계산 결과와 일치한다.
- 따라서 ③의 1/2가 옳다.

④ X
- 1/1은 수평응력 증가를 무시하여 $\sigma_h = 0$처럼 본 경우에 해당한다. 그러나 문제에서 $K_0 = 1/3$을 명시했으므로 수평응력도 함께 고려해야 한다.
- 틀린 값은 1/1이고, 올바르게는 K_0를 반영한 1/2이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 K_0와 q/p를 같은 비율로 보는 착각, 그리고 p를 평균응력으로 두지 않고 단순 합으로 처리하는 실수이다. 특히 ②는 K_0를 그대로 적는 오답이고, ①은 p의 1/2를 빠뜨리는 계산 실수에서 잘 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

응력경로 기울기를 묻는 문제는 먼저 p와 q의 정의를 적고, 다음에 $K_0 = \sigma_h/\sigma_v$를 대입해 비율식으로 정리하면 된다. 값만 외우지 말고 $q/p = (1 - K_0)/(1 + K_0)$ 형태로 바로 바꾸는지가 핵심이다.

암기 포인트

K_0 재하의 응력경로는 $q/p = (1 - K_0)/(1 + K_0)$로 정리되며, $K_0 = 1/3$이면 1/2이다.

NoteBase