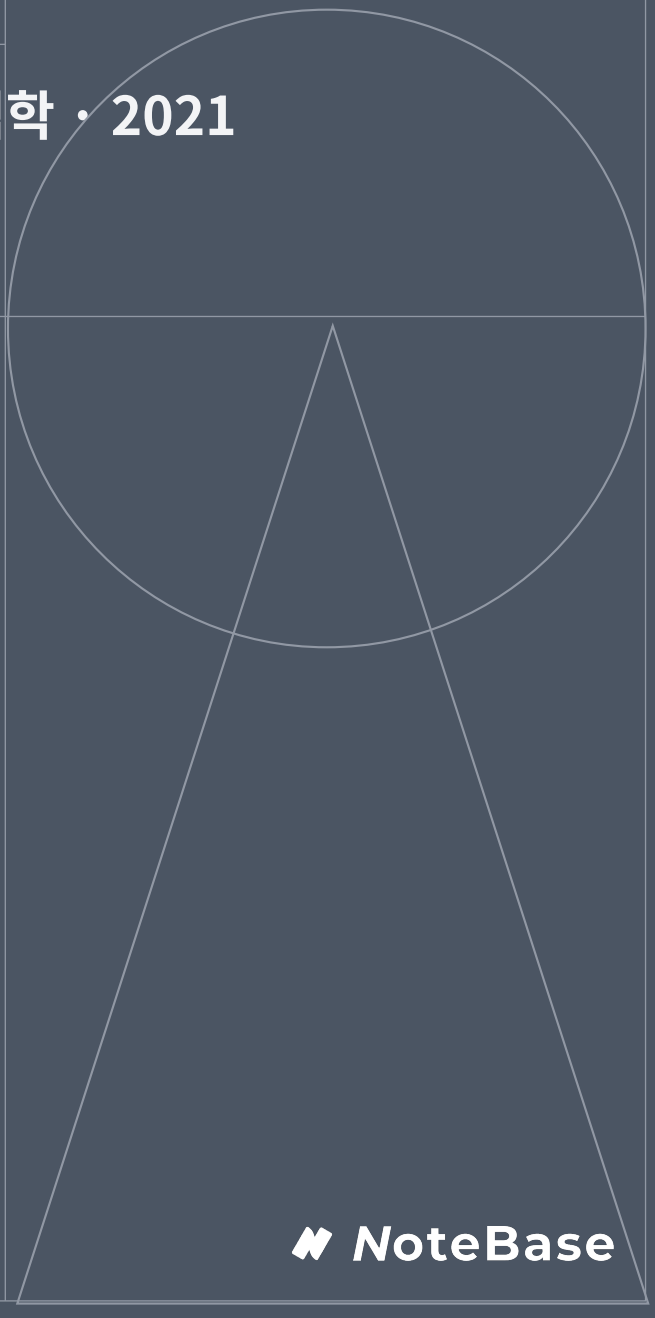
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 토질역학 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 토질역학 · 2021

공무원/지방직/7급 · 토질역학 · 2021

문 1. 유선망에 대한 설명으로 옳은 것은?

ㄱ. 유선과 등수두선은 직교하도록 그려야 한다.
ㄴ. 등수두선은 압력수두가 동일한 지점을 연결한 선이다.
ㄷ. 인접한 두 유선 사이, 즉 각 유로를 흐르는 유량은 같다.
ㄹ. 인접한 두 등수두선 사이의 손실수두는 다르다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유선망에서 유선·등수두선의 관계와 각 유로 및 수두강하의 동일성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

유선은 지하수 흐름의 방향을 이은 선이고, 등수두선은 전수두가 같은 지점을 이은 선이다. 균질·등방성 토질에서 그린 유선망은 유선과 등수두선이 직교하며, 인접 유선 사이의 각 유로 유량과 인접 등수두선 사이의 수두강하는 각각 같다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ㄱ은 유선과 등수두선이 직교한다는 내용으로 옳다. 그러나 ㄴ의 '압력수두가 동일한'이 틀리다. 등수두선은 압력수두가 아니라 전수두가 동일한 지점을 연결한다. 따라서 ㄱ, ㄴ 조합은 옳지 않다.

② O: ㄱ은 유선과 등수두선이 직교한다는 설명으로 옳고, ㄷ은 인접한 두 유선 사이의 각 유로 유량이 같다는 설명으로 옳다.

③ X: ㄴ의 '압력수두가 동일한'은 '전수두가 동일한'으로 고쳐야 한다. 또한 ㄹ의 '다르다'도 틀리며, 인접한 두 등수두선 사이의 손실수두는 같다. 따라서 ㄴ, ㄹ 조합은 옳지 않다.

④ X: ㄷ은 옳다. 그러나 ㄹ의 '손실수두는 다르다'가 틀리다. 유선망에서는 전체 수두차를 같은 수두강하 수로 나누므로 인접 등수두선 사이의 손실수두는 같다.

오답 포인트

ㄴ에서 등수두선을 '압력수두'가 같은 선으로 바꾸어 놓은 점과, ㄹ에서 인접 등수두선 사이 손실수두를 '다르다'고 한 점이 함정이다. 등수두선의 기준은 전수두이며 각 수두강하는 같다.

다시 나오면 이렇게 판단

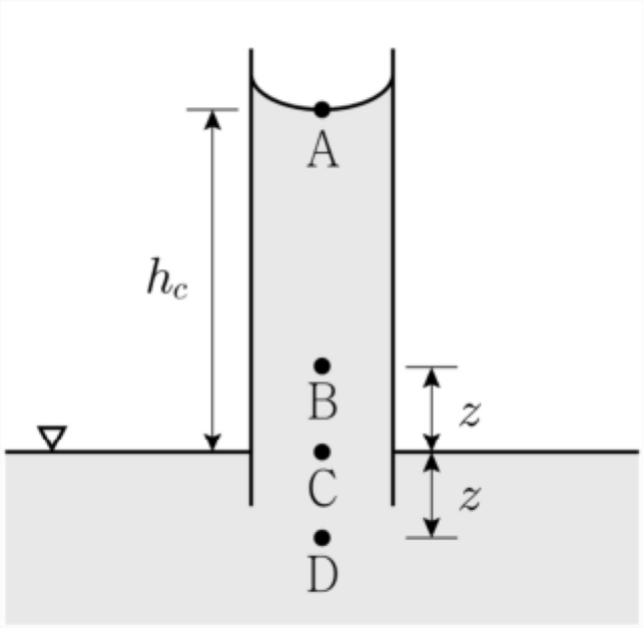
유선망에서는 먼저 유선과 등수두선의 직교 여부를 확인하고, 이어서 유로별 유량은 같고 등수두선 간 수두강하도 같다는 규칙을 적용한다. '압력수두'와 '전수두'를 구별하여 판단한다.

암기 포인트

유선망: 직교·등유량·등수두강하, 등수두선은 전수두가 같은 선이다.

NoteBase

문 2. 다음과 같은 모관 상승 현상에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?



① C점과 D점의 전수두는 같다.

② A점에서의 수압은 $-\gamma_w \cdot h_c$이다.

③ B점에서의 수압과 D점에서의 수압은 절댓값이 같다.

④ D점은 자유수면 아래에 있어 모관 상승 방향으로 물이 흐른다.

정답 4번

출제 포인트

모관상승 구간의 음의 간극수압과 정수 상태에서의 전수두를 판단하는 문제이다.

조건 정리

자유수면을 기준면으로 보면 A점은 h_c만큼 위, B점은 z만큼 위, C점은 자유수면과 같은 높이, D점은 z만큼 아래에 있다. 물이 정지해 있으므로 연결된 물의 전수두는 일정하다.

사용할 공식

게이지 간극수압은 $u = \gamma_w h_p$로 나타낸다. 여기서 h_p는 자유수면보다 아래이면 양수, 위이면 음수이다. 정수 상태에서는 압력수두와 위치수두의 합인 전수두 $H = \frac{u}{\gamma_w} + z_e$가 일정하다.

NoteBase

계산 과정

A점은 자유수면보다 h_c만큼 위이므로 $u_A = -\gamma_w h_c$이다. B점은 z만큼 위이므로 $u_B = -\gamma_w z$이고, D점은 z만큼 아래이므로 $u_D = +\gamma_w z$이다. 따라서 B점과 D점의 수압 절댓값은 같고, 정수 상태인 C점과 D점의 전수두도 같다.

선지별 해설

① O. C점과 D점은 같은 정지 수체 안에 있으므로 전수두가 같다. D점에서 위치수두가 z만큼 작아진 만큼 압력수두가 z만큼 커진다.

② O. A점은 자유수면 위의 모관상승 높이 h_c에 있으므로 음의 간극수압이 발생한다. 따라서 수압은 $-\gamma_w h_c$이다.

③ O. B점의 수압은 $-\gamma_w z$, D점의 수압은 $+\gamma_w z$이므로 부호는 반대이지만 절댓값은 모두 $\gamma_w z$로 같다.

④ X. D점은 자유수면 아래의 포화된 정수 상태에 있으므로 모관상승 방향의 흐름이 발생하지 않는다. 틀린 표현은 '물이 흐른다'이며, 올바르게는 '정수 상태에서는 흐름이 없고 전수두가 일정하다'이다.

오답 포인트

③에서 수압의 부호가 반대라는 사실을 절댓값까지 다르다고 오해하기 쉽다. 또한 모관상승은 모세관력으로 형성된 수위 차이이지, D점에서 계속 위쪽으로 물이 흐른다는 뜻이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

자유수면을 기준으로 점의 높이를 먼저 표시한 뒤, 위쪽은 음의 수압, 아래쪽은 양의 수압으로 계산한다. 이어서 정수 상태이면 서로 다른 높이의 점도 전수두는 같고 흐름은 없다고 판단한다.

암기 포인트

자유수면 위는 음의 수압, 아래는 양의 수압이며, 정수 상태의 전수두는 일정하다.

NoteBase

문 3. 흙의 투수계수에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 흙입자의 비표면적이 클수록 투수계수는 커진다.

② 포화도가 클수록 투수계수는 커진다.

③ 간극수의 점성계수가 클수록 투수계수는 작아진다.

④ 투수계수의 단위는 속도의 단위와 같다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 흙의 투수계수에 영향을 주는 입자 특성과 간극수 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

투수계수는 물이 흙 속을 통과하는 쉬운 정도를 나타내며, 입자가 굵고 간극이 클수록 커진다. 비표면적은 단위 부피당 입자 표면적이므로, 비표면적이 크면 물과 입자의 접촉면 및 마찰이 커져 투수계수는 작아진다. 또한 투수계수는 간극수의 점성계수에 반비례하며, 속도와 같은 차원을 가진다.

선지별 해설

① X: 비표면적이 크면 입자가 상대적으로 세립이고 물의 흐름 저항이 커져 투수계수는 작아진다. 틀린 표현은 '커진다'이며, 올바르게는 '작아진다'이다.
② O: 포화도가 커지면 공기에 의한 흐름 방해가 줄어 물이 연결된 간극을 통해 더 잘 흐르므로 투수계수는 커진다.
③ O: 투수계수는 간극수의 점성계수에 반비례한다. 따라서 점성계수가 클수록 물의 흐름 저항이 커져 투수계수는 작아진다.
④ O: 투수계수는 단위 시간당 이동 거리로 나타내므로 단위는 속도의 단위와 같다. 예를 들면 m/s이다.

오답 포인트

①은 '표면적이 크다'는 말을 간극이 커진다는 뜻으로 혼동하게 한다. 그러나 비표면적 증가는 보통 세립화와 마찰 증가를 뜻하므로 투수성에는 불리하다.

다시 나오면 이렇게 판단

투수계수는 물길인 간극이 크고 매끈하며, 흐르는 물의 점성이 작을수록 커진다고 판단한다. 입자 특성은 비표면적과 반대 방향인지 확인하고, 간극수 특성은 점성계수와 반대 방향인지 확인한다.

암기 포인트

큰 간극·작은 비표면적·작은 점성계수 → 큰 투수계수이다.

NoteBase

문 4. 옹벽 구조물 배면이 정지토압상태에서 수동토압상태로 변할 때 배면 지반의 상태로 가장 옳은 것은?

① 수평방향: 수축, 연직방향: 수축

② 수평방향: 팽창, 연직방향: 팽창

③ 수평방향: 수축, 연직방향: 팽창

④ 수평방향: 팽창, 연직방향: 수축

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 옹벽 배면 토사가 정지토압 상태에서 수동토압 상태로 바뀔 때의 수평·연직 변형 방향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

정지토압 상태는 옹벽이 움직이지 않아 배면 토사가 옆으로 변형하지 않는 상태이다. 수동토압 상태는 옹벽이 배면 토사 쪽으로 밀려 들어가 토사가 수평 방향으로 압축되는 상태이다. 토사는 수평으로 수축하면 그에 대응하여 연직 방향으로 팽창하는 경향을 보인다.

선지별 해설

① X: 수평 방향 수축은 맞지만, 연직 방향도 수축한다는 표현이 틀리다. 실제로는 수평 압축에 따라 연직 방향으로 팽창한다.
② X: 수동토압 상태에서는 벽이 토사 쪽으로 이동하므로 배면 지반이 수평 방향으로 팽창하지 않는다. 수평 방향은 수축하고 연직 방향은 팽창한다.
③ O: 수동토압 상태에서는 배면 토사가 수평 방향으로 수축하고 연직 방향으로 팽창한다.
④ X: 수평 방향 팽창과 연직 방향 수축은 주동토압 상태에서의 변형 방향이다. 수동토압 상태에서는 수평 수축, 연직 팽창으로 바뀐다.

오답 포인트

주동토압과 수동토압의 벽체 이동 방향을 서로 바꾸어 기억하면 ④를 고르기 쉽다. 벽이 배면에서 멀어지면 주동, 배면 쪽으로 밀려 들어가면 수동이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 옹벽의 이동 방향을 정한다. 벽이 토사 쪽으로 이동하면 수동토압이므로 수평 압축을 판단하고, 그 짝으로 연직 팽창을 연결한다.

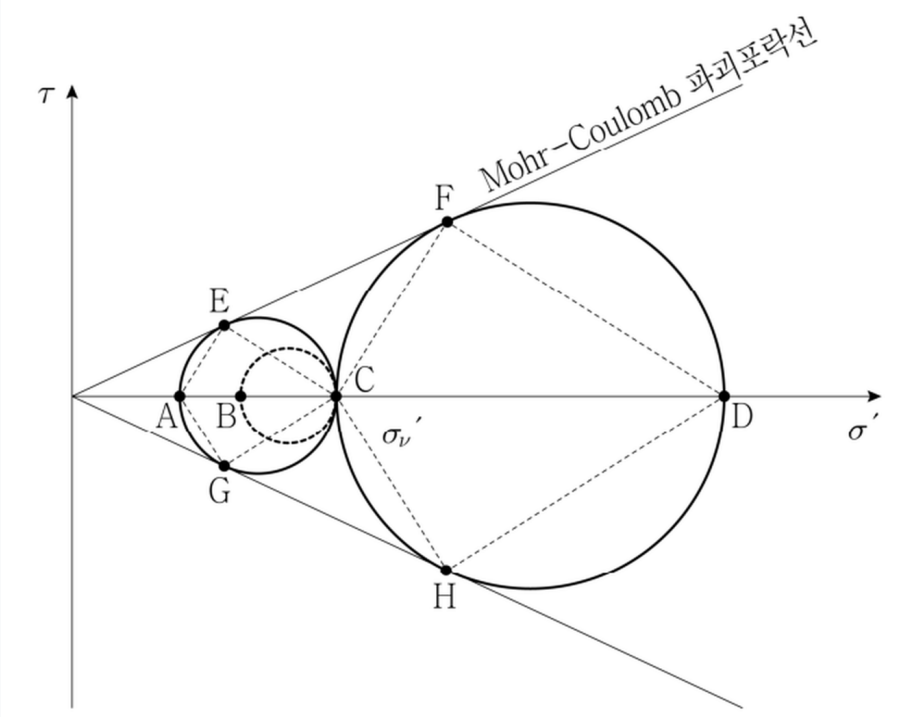
NoteBase

암기 포인트

수동토압: 벽이 밀고, 토사는 수평 수축·연직 팽창이다.

NoteBase

문 5. Rankine의 토압이론에서 모래 지반의 정지토압, 주동토압, 수동토압 상태를 Mohr 원과 파괴포락선을 이용하여 나타냈다. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?



① A점은 주동토압, D점은 수동토압을 나타낸다.

② 선분 AE와 AG는 주동파괴면의 방향을, 선분 CF와 CH는 수동파괴면의 방향을 나타낸다.

③ 모래의 내부마찰각이 30 °일 때 수동토압계수는 주동토압계수보다 9배 크다.

④ E와 G점은 주동파괴면에 작용하는 응력상태를, F와 H점은 수동파괴면에 작용하는 응력상태를 나타낸다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 Rankine 토압의 Mohr 원에서 정지토압은 점선 원, 주동토압은 A-C 원, 수동토압은 C-D 원으로 구분하고, Mohr-Coulomb 파괴포락선의 접점으로 파괴면 방향을 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O. 주동상태에서는 수평유효응력이 최소주응력이므로 A점이 주동토압을 나타낸다. 수동상태에서는 수평유효응력이 최대주응력이므로 D점이 수동토압을 나타낸다.

② X. 주동파괴면의 방향은 A에서 접점 E, G로 이은 AE와 AG로 나타내지만, 수동파괴면의 방향은 C에서가 아니라 D에서 접점 F, H로 이은 DF와 DH로 나타낸다. 틀린 표현은 '선분 CF와 CH는 수동파괴면의 방향'이며, 올바르게는 '선분 DF와 DH는 수동파괴면의 방향'이다.

③ O. Rankine 계수는 $K_a = (1 - \sin\phi)/(1 + \sin\phi)$, $K_p = (1 + \sin\phi)/(1 - \sin\phi) = 1/K_a$이다. $\phi = 30^\circ$이면 $K_a = 1/3$, $K_p = 3$이므로 $K_p/K_a = 9$이다.

④ O. E와 G는 주동토압 Mohr 원이 파괴포락선에 접하는 점이므로 주동파괴면의 응력상태를 나타낸다. F와 H도 수동토압 Mohr 원의 접점이므로 수동파괴면의 응력상태를 나타낸다.

오답 포인트

②는 수동 Mohr 원의 왼쪽 끝점 C를 사용한 CF, CH를 제시한 점이 함정이다. 수동상태에서는 최대주응력점 D를 기준으로 접점 F, H를 이은 DF, DH가 수동파괴면 방향이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 주동 원은 A-C, 수동 원은 C-D임을 확인한다. 각 원이 파괴포락선에 접하는 점을 찾은 뒤, 주동은 A-접점, 수동은 D-접점으로 이은 선분인지 판별한다.

암기 포인트

주동은 A에서 E·G, 수동은 D에서 F·H이다. 또한 $K_p = 1/K_a$이다.

NoteBase

문 6. 건조된 사질토 시료에 대해 압밀배수 삼축압축시험을 수행하였다. 구속압 300kPa을 가한 시료에 대해 600kPa의 축차응력을 가하였을 때 전단파괴가 발생하였다. 최대 주응력면을 기준으로 시료의 전단 파괴면이 발생하는 각도로 가장 적절한 것은?

① 30 °

② 60 °

③ 15 °

④ 45 °

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 점착력이 없는 건조 사질토의 삼축압축시험 결과로부터 내부마찰각을 구하고, 최대 주응력면에 대한 전단파괴면의 각도를 구하는 문제이다.

조건 정리

구속압은 $\sigma_3 = 300kPa$이다. 축차응력은 $600kPa$이므로 파괴 시 최대 주응력은 $\sigma_1 = \sigma_3 + 600 = 900kPa$이다. 건조 사질토는 점착력 $c = 0$으로 본다.

사용할 공식

점착력이 없는 흙의 파괴 시 주응력 관계는 $\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}$ 이다. 최대 주응력면과 전단파괴면이 이루는 각도는 $\theta = 45^\circ + \frac{\phi}{2}$이다. 건조 사질토의 삼축압축 파괴조건이므로 이 관계식을 사용한다.

계산 과정

1. 파괴 시 주응력비는 $\sigma_1/\sigma_3 = 900/300 = 3$이다.
2. $3 = (1+\sin\phi)/(1-\sin\phi)$이므로 $\sin\phi = 0.5$, 따라서 $\phi = 30^\circ$이다.
3. $\theta = 45^\circ + 30^\circ/2 = 60^\circ$이다.

선지 판단

① X - ‘30°’라는 각도가 틀렸다. 30°는 내부마찰각 ϕ이고, 최대 주응력면 기준 전단파괴면의 각도는 60°이다.
② O - 계산한 전단파괴면의 각도는 60°이다.
③ X - ‘15°’라는 각도가 틀렸다. 15°는 $\phi/2$일 뿐이며, 파괴면 각도는 $45^\circ + \phi/2 = 60^\circ$이다.
④ X - ‘45°’라는 각도가 틀렸다. 45°는 내부마찰각이 0일 때의 기준값이며, 이 문제에서는 $\phi = 30^\circ$이므로 60°가 된다.

NoteBase

오답 포인트

축차응력 600kPa을 최대 주응력으로 바로 쓰는 실수가 흔하다. 최대 주응력은 구속압을 더한 900kPa이다. 또한 $\phi = 30\,^\circ$를 구한 뒤 이를 파괴면 각도로 혼동하면 ①을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

삼축압축시험에서는 먼저 $\sigma_1 = \sigma_3$ +축차응력으로 파괴 시 주응력을 구한다. 다음으로 주응력비에서 ϕ를 구하고, 최대 주응력면 기준 각도에는 $45\,^\circ + \phi/2$를 적용한다.

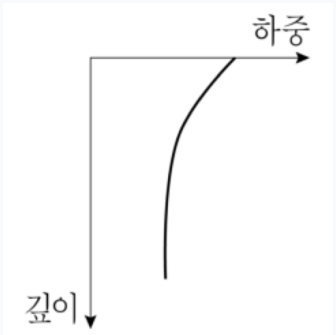
암기 포인트

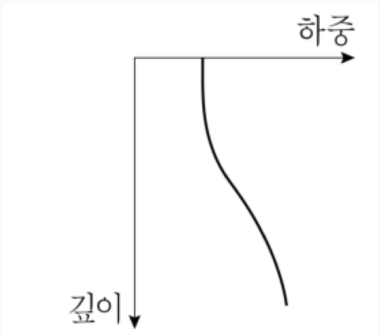
점착력 없는 흙의 파괴면 각도는 '45°에 내부마찰각의 절반을 더한 값'이다.

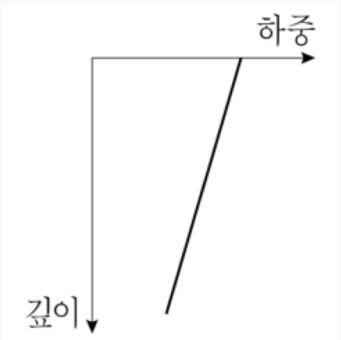
NoteBase

문 7. 원기둥 형태 말뚝기초의 깊이별 단위주면마찰저항력 분포를 다음과 같이 가정하였다. 이 말뚝에 축하중을 가하여 최대 주면마찰력이 발현되었을 때 축방향 하중전이 곡선으로 가장 적절한 것은?



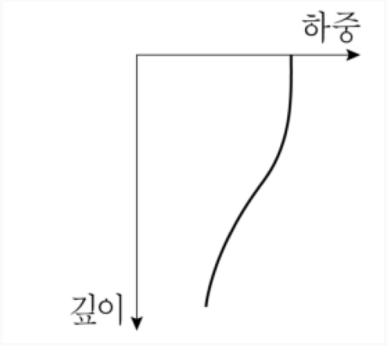
① 

② 

③ 

NoteBase

④



정답 4번

출제 포인트

말뚝 축력의 깊이별 감소율과 단위주면마찰저항 분포의 관계를 묻는 문제이다. 축력 N은 아래로 갈수록 주면마찰력만큼 감소하고, 그 감소율의 크기는 그 깊이의 단위주면마찰저항 f_s에 비례한다. 주어진 f_s는 상단에서 작게 시작하여 중간에서 가장 크고 하단으로 갈수록 다시 작아진다.

조건 정리

원기둥 말뚝의 둘레 u가 일정하므로, 깊이 z에서의 주면마찰력은 $uf_s(z)$이다. 말뚝 머리에서 가한 축하중은 깊이가 깊어질수록 이미 동원된 주면마찰력의 누적량만큼 작아진다.

사용할 관계

$\frac{dN}{dz} = -uf_s(z)$이다. 따라서 단위주면마찰저항이 작으면 축력곡선은 거의 수직으로 완만하게 변하고, 단위주면마찰저항이 크면 축력곡선은 왼쪽으로 더 가파르게 휜다. 이 문항에서는 수치 적분이 아니라 곡선의 기울기 변화를 비교한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 상단에서 축력곡선이 곧바로 크게 왼쪽으로 휘어 축력 감소율이 큰 모양이다. 그러나 주어진 분포의 상단 단위주면마찰저항은 작으므로 상단 축력곡선은 거의 수직으로 시작해야 한다. 틀린 표현(상단의 큰 축력 감소율) → 올바르게는 상단에서 완만한 감소이다.

② X: 아래로 갈수록 축력곡선의 왼쪽 기울기가 계속 커지는 모양이다. 이는 단위주면마찰저항이 깊이와 함께 계속 커질 때의 형태이다. 틀린 표현(하단으로 갈수록 계속 커지는 감소율) → 올바르게는 중간 이후 단위주면마찰저항이 감소하므로 축력 감소율도 다시 작아진다.

③ X: 축력분포가 직선이므로 깊이 전 구간에서 축력 감소율이 일정하다는 뜻이다. 이는 단위주면마찰저항이 일정한 경우에만 성립한다. 틀린 표현(일정한 축력 감소율) → 올바르게는 주어진 비균일한 주면마찰저항 분포에 따라 기울기가 변하는 곡선이다.

④ O: 상단에서는 거의 수직으로 시작하고, 단위주면마찰저항이 큰 중간에서는 가장 크게 왼쪽으로 휘며, 하단에서는 다시 완만해진다. 이는 주어진 단위주면마찰저항 분포를 깊이 방향으로 누적한 축력분포와 일치한다.

오답 포인트

단위주면마찰저항의 크기 자체와 축력의 크기를 같은 방향으로 보지 않는 점이 핵심이다. 단위주면마찰저항이 큰 구간일수록 그 구간에서 축력이 더 빨리 감소하므로, 축력곡선의 기울기 변화로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

깊이 방향으로 축력곡선을 볼 때 먼저 $\frac{dN}{dz} = -uf_s$의 부호를 확인한다. 다음으로 주면마찰저항이 큰 깊이에서는 축력곡선이 더 가파르게 감소하고, 작은 깊이에서는 더 완만하게 감소하는지를 대조한다.

암기 포인트

주면마찰저항은 축력곡선의 기울기를 정한다. 마찰이 최대인 깊이에서 축력 감소율도 최대이다.

NoteBase

문 8. 점토 지반을 보강 없이 수직으로 굴착하고자 한다. 주어진 점토 지반의 공학적 특성이 전체 단위중량 $\gamma_t = 20\text{kN/m}^3$, 비배수 전단강도 $c_u = 30\text{kPa}$, 내부마찰각 $\phi = 0\,^\circ$일 때, 굴착이 가능한 최대 깊이[m]는? (단, 단기 안전율은 1.5이다)

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 내부마찰각이 0 °인 점토를 단기 비배수 조건에서 수직 굴착할 때, 안전율을 반영한 최대 굴착깊이를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 전체 단위중량 $\gamma_t = 20kN/m^3$, 비배수 전단강도 $c_u = 30kPa$, 내부마찰각 $\phi = 0\,^\circ$, 단기 안전율 $F_s = 1.5$이다. 구할 값은 보강 없는 수직굴착의 최대 깊이이다. 단기 굴착에서는 점토의 비배수 전단강도를 사용하며, 안전율만큼 강도를 감소시켜 적용한다.

사용할 공식

내부마찰각이 0 °인 점토의 수직굴착 한계깊이는 $H = \frac{4c_u}{\gamma_t F_s}$이다. $\phi = 0\,^\circ$이므로 점착력에 의한 비배수 전단강도가 굴착면의 안정을 지배하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 안전율을 반영한 식에 주어진 값을 대입한다.
2. $H = \frac{4 \times 30kPa}{20kN/m^3 \times 1.5}$
3. $1kPa = 1kN/m^2$이므로 단위는 m가 되고, $H = \frac{120}{30} = 4m$이다.

선지 판단

① X: 3 m는 안전율을 고려한 최대 굴착깊이 계산값이 아니다. 틀린 표현 '3 m' → 올바르게는 '4 m'이다.

② O: $H = 4m$이므로 옳다.

③ X: 5 m는 허용 최대 깊이 4 m를 초과한다. 틀린 표현 '5 m' → 올바르게는 '4 m'이다.

④ X: 6 m는 허용 최대 깊이 4 m를 초과한다. 틀린 표현 '6 m' → 올바르게는 '4 m'이다.

NoteBase

오답 포인트

안전율을 빠뜨리면 $4c_u/\gamma_t = 6m$가 되어 ④를 고르기 쉽다. 단기 안전율 1.5는 전단강도에 적용하므로 한계깊이도 6 m를 1.5로 나눈 4 m가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

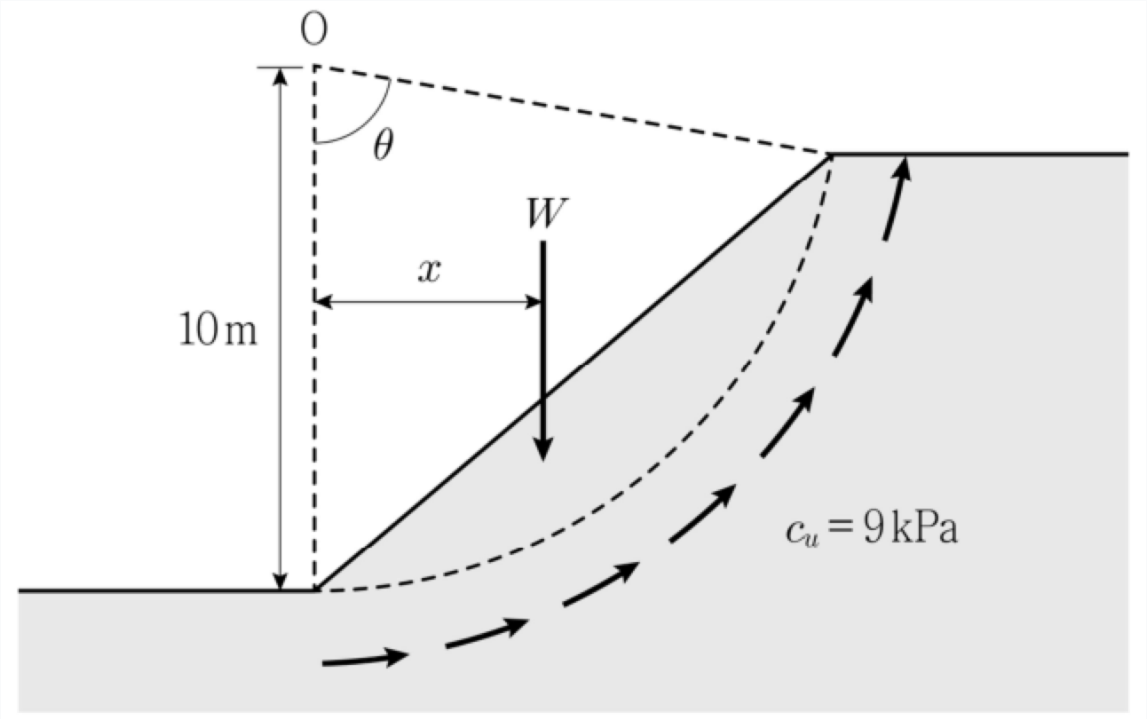
점토의 단기 수직굴착 문제에서 $\phi = 0\,^\circ$이면 먼저 $H = 4c_u/(\gamma_t F_s)$를 적용하고, c_u의 단위 kPa를 kN/m^2로 맞춘 뒤 안전율 포함 여부를 검산한다.

암기 포인트

$\phi = 0\,^\circ$ 점토의 수직굴착: 무안전율 한계깊이 $4c_u/\gamma_t$, 안전율 적용 시 $4c_u/(\gamma_t F_s)$이다.

NoteBase

문 9. 점토 지반의 내부마찰각이 0°이고, 비배수전단강도 c_u는 9kPa로 가정한다면, 그림에서 설정한 원호파괴에 대한 유한사면의 안전율은? (단, 원호파괴가 발생하는 토체의 단위 폭당 무게 W는 160kN/m이고 무게중심의 위치 x는 4.5m이며 설정된 파괴 형상의 꼭지각 θ는 1rad이다)



① 1.00

② 1.25

③ 1.50

④ 1.75

정답 2번

출제 포인트

점토 지반의 원호파괴에서 비배수전단강도에 의한 저항모멘트와 토체 자중에 의한 활동모멘트의 비로 유한사면 안전율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $c_u = 9kN/m^2$, $W = 160kN/m$, $x = 4.5m$, $R = 10m$, $\theta = 1rad$이다. 단위 폭 $1m$을 기준으로 하며, 내부마찰각이 0°이므로 활동면의 저항은 c_u만으로 계산한다.

NoteBase

사용할 공식

원호 길이는 $L = R\theta$이고, 안전율은 $F_s = M_r/M_d$이다. 여기서 저항모멘트는 $M_r = c_u LR$, 활동모멘트는 $M_d = Wx$이다. 원호파괴면 전체에서 작용하는 일정한 비배수전단강도를 회전중심 O에 대한 모멘트로 바꾸므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 원호 길이는 $L = R\theta = 10 \times 1 = 10m$이다.
2. 전단저항력은 $c_u L = 9 \times 10 = 90kN/m$이므로 저항모멘트는 $M_r = 90 \times 10 = 900kN \cdot m/m$이다.
3. 활동모멘트는 $M_d = Wx = 160 \times 4.5 = 720kN \cdot m/m$이다.
4. 따라서 $F_s = 900/720 = 1.25$이다.

선지 판단

① X — 안전율이 1.00이라는 값은 계산 결과 1.25와 다르다. 틀린 표현은 '안전율 1.00'이며, 올바르게는 '안전율 1.25'이다.
② O — $F_s = 900/720 = 1.25$이므로 옳다.
③ X — 안전율이 1.50이라는 값은 저항모멘트와 활동모멘트의 비에 맞지 않는다. 틀린 표현은 '안전율 1.50'이며, 올바르게는 '안전율 1.25'이다.
④ X — 안전율이 1.75이라는 값은 계산 결과보다 크다. 틀린 표현은 '안전율 1.75'이며, 올바르게는 '안전율 1.25'이다.

오답 포인트

원호 길이를 $R\theta$로 구한 뒤 전단저항력에 다시 회전반경 R을 곱해야 저항모멘트가 된다. 또한 x는 무게중심에서 회전중심을 지나는 수직선까지의 수평거리이므로 활동모멘트는 Wx이다.

다시 나오면 이렇게 판단

$\phi = 0$ 원호파괴는 먼저 $L = R\theta$를 구하고, $M_r = c_u LR$와 $M_d = Wx$를 각각 계산한 뒤 $F_s = M_r/M_d$로 판단한다.

암기 포인트

$\phi = 0$ 원호파괴: 저항모멘트 $= c_u \times R\theta \times R$, 활동모멘트 $= W \times x$이다.

NoteBase

문 10. 점착력이 0이고 $\sin(\phi') = \frac{1}{3}$인 시료를 등방압밀조건에서 $p'_0 = 100\text{kPa}$로 압밀한 후 구속압 σ_3은 그대로 유지하면서 축응력 σ_1을 키우는 압밀비배수 삼축압축시험을 실시하였다. 전단파괴가 발생할 때 $p'_f = 90\text{kPa}$이라면 이 때 시료 내부에 발생하는 과잉간극수압의 크기 [kPa]는? (단, ϕ' = 흙의 내부마찰각, $p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$, $p' = \frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}$, $q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$이다)

① 20

② 30

③ 40

④ 50

정답 3번

출제 포인트

점착력이 없는 흙의 삼축압축시험에서 파괴 시 유효응력 경로와 과잉간극수압을 구하는 문제이다.

조건 정리

점착력은 0이고 $\sin\phi' = 1/3$이다. 압밀 후 초기 평균유효응력은 $p'_0 = 100\text{kPa}$이며, 비배수 전단 중 총구속압 σ_3은 일정하다. 파괴 시 평균유효응력은 $p'_f = 90\text{kPa}$이다.

사용할 공식

점착력이 0인 흙의 파괴조건은 $q = p'\sin\phi'$이다. 또한 $p' = (\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$, $q = (\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$이다. 이 문제는 파괴 시 p'와 ϕ'가 주어졌으므로 먼저 q를 구한 뒤 σ'_3을 산정한다.

계산 과정

파괴 시 $q = 90 \times (1/3) = 30\text{kPa}$이다.
$p'_f = 90\text{kPa}$, $q = 30\text{kPa}$이므로 $\sigma'_3 = p' - q = 60\text{kPa}$이다.
초기 등방압밀 상태에서는 $\sigma'_3 = 100\text{kPa}$이고 총구속압은 전단 중 일정하므로, 과잉간극수압은
$\Delta u = 100 - 60 = 40\text{kPa}$이다.

선지 판단

① X: 과잉간극수압은 20 kPa가 아니다. 파괴 시 유효구속압은 60 kPa이므로 올바르게는 40 kPa이다.
② X: 30 kPa는 파괴 시 전단응력 q의 값이다. 과잉간극수압으로는 40 kPa가 맞다.
③ O: 총구속압이 일정할 때 유효구속압이 100 kPa에서 60 kPa로 감소하므로 과잉간극수압은 40 kPa이다.
④ X: 과잉간극수압은 50 kPa가 아니다. 50 kPa라면 파괴 시 유효구속압이 50 kPa가 되어 주어진 p'_f 및 파괴조건과 맞지 않는다. 올바르게는 40 kPa이다.

NoteBase

오답 포인트

②의 30 kPa는 $q = p'\sin\phi'$로 계산되는 전단응력이지 과잉간극수압이 아니다. q를 구한 뒤 $p' - q$로 유효구속압을 구하는 단계를 빠뜨리면 혼동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

점착력 0의 삼축압축 파괴 문제에서는 먼저 $q = p'\sin\phi'$를 계산한다. 이어서 $\sigma'_3 = p' - q$를 구하고, 총구속압 일정 조건에서 초기 유효구속압과의 감소량을 과잉간극수압으로 판단한다.

암기 포인트

$c' = 0$이면 파괴선은 $q = p'\sin\phi'$이며, 총응력 일정에서 유효응력 감소량은 과잉간극수압이다.

NoteBase

문 11. 직접전단시험의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 전단시험 과정에서 시료의 함수비가 변화할 수 있으며 간극수압 측정이 어렵다.

② 시료 내부의 가장 약한 부분에서만 전단파괴가 발생하는 것은 아니다.

③ 시험초기에는 시료의 수평면과 연직면이 주응력면이지만, 전단시험이 진행되면서 주응력면의 방향이 달라지게 된다.

④ 전단과정에서 시료 전체에 균일한 전단변형율이 발생하여 이를 전단탄성계수를 구하는 자료로 활용한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직접전단시험에서 전단면과 전단변형이 발생하는 방식, 그리고 시험으로 구할 수 있는 물성의 범위를 묻는다.

핵심 개념

직접전단시험은 시료를 전단상자에 넣고 상·하부 상자를 상대 이동시켜 전단하는 시험이다. 전단면은 상자 분할면에 의해 미리 정해지며, 전단변형은 시료 전체에 균일하게 생기지 않고 주로 그 전단면 부근에 집중된다. 따라서 전단강도는 구할 수 있지만, 시료 전체의 균일 전단변형을 전제로 하는 전단탄성계수 산정에는 적합하지 않다.

선지별 해설

① O. 직접전단시험 중에는 배수 상태와 시료의 함수비가 변할 수 있고, 전단상자의 구조상 간극수압을 정확히 측정하기 어렵다.

② O. 직접전단시험에서는 상자 분할면이 전단면을 사실상 지정하므로, 시료 내부에서 가장 약한 면에서만 전단파괴가 일어나는 것은 아니다.

③ O. 시험 초기에는 시료의 수평면·연직면이 주응력면이지만, 상·하부 상자의 상대변위가 진행되면 시료의 응력상태와 주응력면의 방향이 달라진다.

④ X. 틀린 표현은 '시료 전체에 균일한 전단변형률이 발생' 및 '전단탄성계수를 구하는 자료로 활용'이다. 실제로는 전단변형이 미리 정해진 전단면 부근에 집중되므로, 직접전단시험 결과로 시료 전체의 전단탄성계수를 산정하기 어렵다.

NoteBase

오답 포인트

④는 직접전단시험에서 전단력과 수직응력을 측정한다는 점을 전단탄성계수 산정과 혼동하게 한다. 이 시험은 전단면의 강도 특성을 파악하는 시험이지, 시료 전체가 균일하게 변형하는 탄성시험이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

직접전단시험이라는 말이 나오면 먼저 '전단상자의 분할면이 전단면을 정한다'를 확인한다. 전단면이 국부적으로 정해지는 시험이므로 시료 전체의 균일 변형이나 전체 탄성계수 산정이라는 설명은 틀린 것으로 판단한다.

암기 포인트

직접전단시험: 전단면은 미리 정해짐, 변형은 전단면에 집중, 전단강도 산정에 이용한다.

NoteBase

문 12. 토취장에서 흙을 채취하여 부피 $1{,}000\mathrm{m}^3$의 제방을 축조하려고 한다. 토취장 흙의 간극비는 2.0이고, 제방을 축조한 후의 간극비를 0.5로 한다면 토취장에서 채취해야 할 흙의 부피$[\mathrm{m}^3]$는?

① 1,500

② 2,000

③ 2,500

④ 3,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 흙 입자체적이 변하지 않는다는 조건을 이용하여, 다짐 전·후 간극비로 토취장 채취 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

다짐 후 제방 부피는 $1,000m^3$이다.
토취장 흙의 간극비는 $e_b = 2.0$이고, 다짐 후 간극비는 $e_c = 0.5$이다.
다짐 과정에서는 공극 부피가 줄어들지만 흙 입자체적 V_s는 일정하다.

사용할 공식

전체 부피는 $V = V_s(1 + e)$이다.
간극비 e는 흙 입자체적에 대한 공극체적의 비이므로, 같은 흙에서는 V_s를 공통으로 두고 다짐 전·후 부피를 비교할 수 있다.

계산 과정

다짐 후 제방에서 $1,000 = V_s(1 + 0.5) = 1.5V_s$이므로 $V_s = 666.7m^3$이다.
토취장에서 채취할 부피는 $V_b = V_s(1 + 2.0) = 666.7 \times 3 = 2,000m^3$이다.
따라서 다짐 전 채취 부피와 다짐 후 제방 부피의 비는 $\frac{1+2.0}{1+0.5} = 2$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 채취 부피를 $1,500m^3$으로 보는 것은 다짐 전·후 부피비 2를 적용하지 않은 값이다. 틀린 값 $1,500m^3$ → 올바르게는 $2,000m^3$이다.
② O — 다짐 후 부피 $1,000m^3$에 부피비 2를 적용하면 채취 부피는 $2,000m^3$이다.
③ X — 채취 부피 $2,500m^3$은 주어진 간극비로 계산한 부피비 2보다 큰 값이다. 틀린 값 $2,500m^3$ → 올바르게는 $2,000m^3$이다.
④ X — 채취 부피 $3,000m^3$은 토취장 간극비 2.0만 적용하고 다짐 후 간극비 0.5를 반영하지 않은 값이다. 틀린 값 $3,000m^3$ → 올바르게는 $2,000m^3$이다.
계산 결과가 $2,000m^3$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

토취장 간극비 2.0만 보고 부피를 세 배로 계산하면 ④처럼 $3,000m^3$이 된다. 다짐 후에도 공극이 남아 있으므로 다짐 후 간극비 0.5를 분모의 $1+e_c$에 함께 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

간극비가 다른 같은 흙의 부피를 비교할 때는 먼저 흙 입자체적이 일정한지 확인하고,
$V_1 : V_2 = (1+e_1) : (1+e_2)$를 적용하여 단위를 m^3로 검산한다.

암기 포인트

같은 흙에서는 $V \propto 1+e$이다. 간극비가 클수록 같은 흙 입자체적이 차지하는 전체 부피도 커진다.

NoteBase

문 13. 통일분류법을 사용하여 현장의 흙을 CL-ML로 분류하였다. 이러한 분류 결과를 얻기 위해서 수행한 실험 항목을 모두 고르면?

ㄱ. 체분석 시험
ㄴ. 비중계 시험
ㄷ. 액성한계 시험
ㄹ. 소성한계 시험
ㅁ. 수축한계 시험

① ㄱ, ㄴ, ㄷ
② ㄱ, ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ, ㅁ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 통일분류법(USCS)에서 CL-ML군을 판정할 때 필요한 입도와 소성 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

CL-ML은 저소성 무기질 실트와 점토의 경계군이다. 체분석으로 세립분 함유량 등 입도 특성을 확인하고, 액성한계와 소성한계로 소성지수와 소성도표상의 위치를 판단한다. 비중과 수축한계는 CL-ML군 판정의 필수 시험 항목이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X (ㄱ, ㄴ, ㄷ)
체분석과 액성한계 시험은 필요하지만, ㄴ 비중계 시험은 CL-ML 분류에 필수적이지 않다. 틀린 표현은 'ㄴ 비중계 시험'이며, 올바르게는 'ㄹ 소성한계 시험'이 포함된다.

② X (ㄱ, ㄴ, ㄹ)
체분석과 소성한계 시험은 필요하지만, ㄴ 비중계 시험은 필수 항목이 아니다. 틀린 표현은 'ㄴ 비중계 시험'이며, 올바르게는 'ㄷ 액성한계 시험'이 포함된다.

③ O (ㄱ, ㄷ, ㄹ)
체분석으로 입도와 세립분 특성을 확인하고, 액성한계와 소성한계로 소성지수를 구해 소성도표에서 CL-ML 경계군인지 판정한다.

④ X (ㄷ, ㄹ, ㅁ)
액성한계와 소성한계는 필요하지만, ㅁ 수축한계 시험은 CL-ML 분류의 필수 시험이 아니다. 또한 입도 확인을 위한 ㄱ 체분석이 빠져 있다. 틀린 표현은 'ㅁ 수축한계 시험'이며, 올바르게는 'ㄱ 체분석'이 포함된다.

오답 포인트

비중계 시험과 수축한계 시험도 세립토의 성질을 알아보는 시험이어서 혼동하기 쉽다. 그러나 통일분류법의 CL-ML 판정은 입도 확인과 액성한계·소성한계에 따른 소성도 판단이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

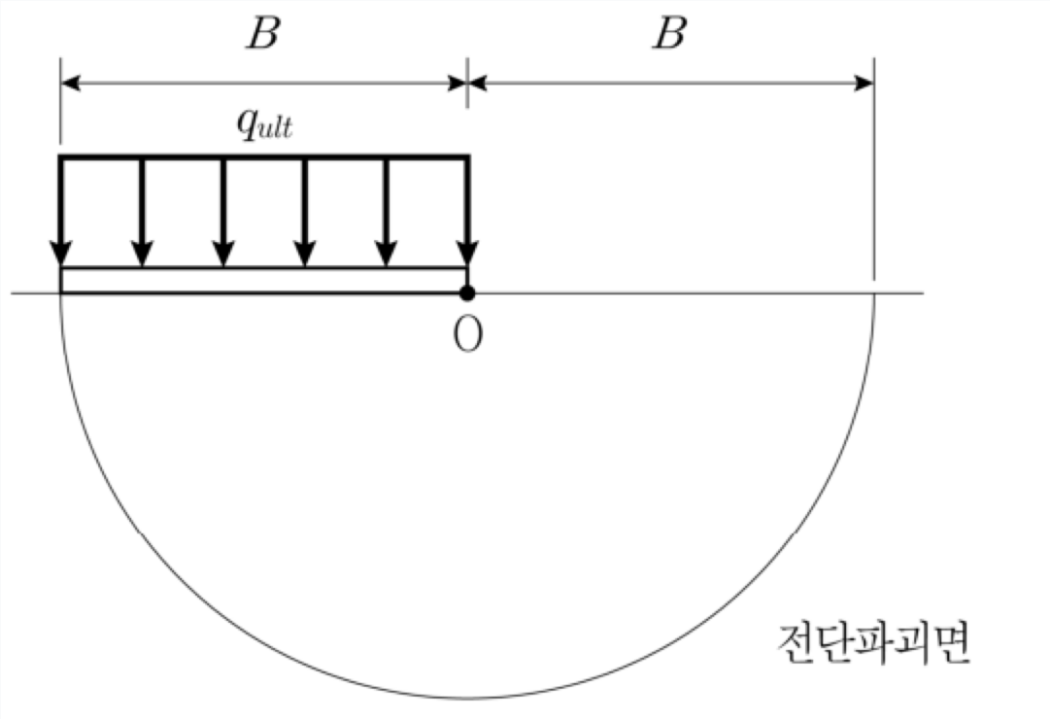
통일분류법에서 세립토 군을 물으면 먼저 체분석으로 세립분 여부를 확인하고, 다음으로 액성한계와 소성한계를 이용해 소성지수와 소성도표 위치를 판단한다. 비중이나 수축 특성은 기본 군명 판정 항목에서 제외한다.

암기 포인트

CL-ML 판정은 '체분석 + 액성한계 + 소성한계'이다.

NoteBase

문 14. 비배수전단강도가 c_u인 점토지반 위에 놓인 폭 B의 연속기초에 작용하는 등분포하중 q_{ult}에 의해 다음과 같이 점 O를 중심으로 하는 원형회전파괴가 발생한다고 가정한다면 q_{ult}의 크기는? (단, 기초의 자중은 무시한다)



① πc_u

② $(2+\pi)c_u$

③ $2\pi c_u$

④ $4\pi c_u$

정답 3번

출제 포인트

점 O를 중심으로 한 원형회전파괴에서 활동모멘트와 점토의 비배수전단강도가 만드는 저항모멘트의 평형을 이용하여 극한 등분포하중을 구하는 문제이다.

조건 정리

원형 전단파괴면의 반지름은 B이고, 전단파괴면은 반원이다. 따라서 전단파괴면의 길이는 πB이다.
기초 폭 B 구간에 등분포하중 q_{ult}가 작용하므로 합력은 $q_{ult}B$이고, 그 작용점은 O에서 $B/2$만큼 왼쪽이다.
기초 자중은 무시한다.

NoteBase

사용할 공식

활동모멘트는 $M_d = q_{ult}B(B/2)$이다.
저항모멘트는 $M_r = c_u(\pi B)B$이다.
원호 전체에서 발휘되는 전단저항력은 전단강도 c_u에 원호 길이 πB를 곱한 값이며, 이 힘의 모멘트팔은 반지름 B이다. 파괴 직전에는 $M_d = M_r$가 성립한다.

계산 과정

$q_{ult}B\left(\frac{B}{2}\right) = c_u(\pi B)B$
$\frac{q_{ult}B^2}{2} = \pi c_u B^2$
$q_{ult} = 2\pi c_u$
따라서 극한 등분포하중은 $2\pi c_u$이다.

선지 판단

① X. πc_u는 정답의 절반이다. 활동하중의 합력 작용점이 O에서 $B/2$ 떨어진 점을 반영하지 않으면 생기는 값이다. 틀린 표현 $q_{ult} = \pi c_u$ → 올바르게는 $q_{ult} = 2\pi c_u$이다.
② X. $2 + \pi$는 원호 길이와 기초 폭을 단순 가산한 형태로, 모멘트 평형식에서 나오지 않는다. 틀린 표현 $q_{ult} = (2 + \pi)c_u$ → 올바르게는 $q_{ult} = 2\pi c_u$이다.
③ O. 활동모멘트 $q_{ult}B^2/2$와 저항모멘트 $\pi c_u B^2$를 같게 두면 $q_{ult} = 2\pi c_u$가 된다.
④ X. $4\pi c_u$는 활동모멘트의 모멘트팔 $B/2$를 고려하지 않아 저항모멘트에 비해 활동모멘트를 작게 계산한 결과이다. 틀린 표현 $q_{ult} = 4\pi c_u$ → 올바르게는 $q_{ult} = 2\pi c_u$이다.

오답 포인트

등분포하중의 크기 q_{ult} 자체를 O에서 작용하는 힘으로 보면 안 된다. 먼저 합력 $q_{ult}B$로 바꾸고, 그 합력의 작용점이 하중 구간 중앙이므로 O로부터 $B/2$ 떨어진다는 점을 반영한다.

다시 나오면 이렇게 판단

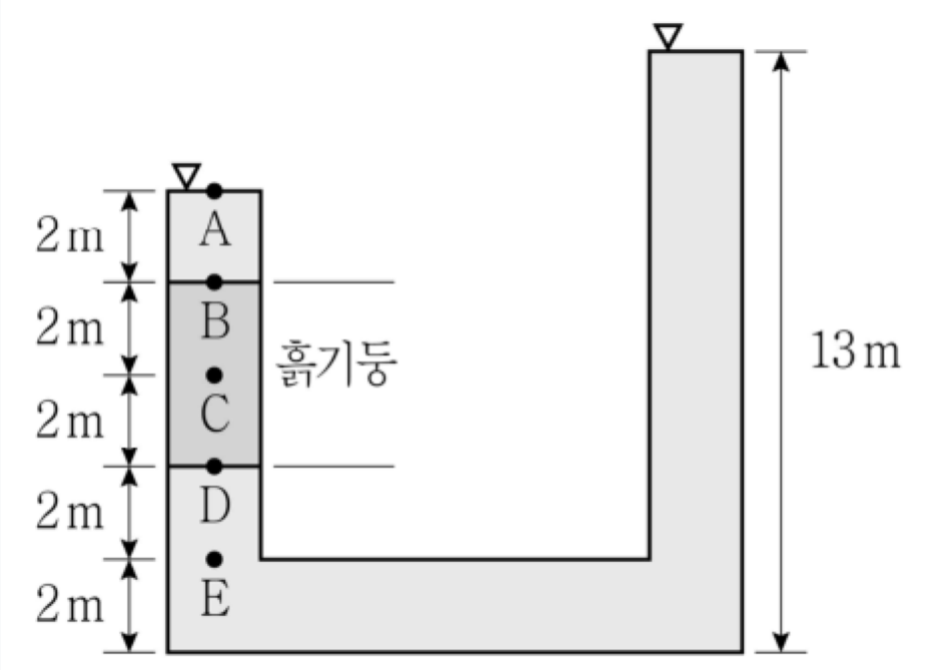
원형회전파괴 문제에서는 먼저 회전중심과 반지름을 정하고, 전단저항력은 전단강도×전단면 길이로 구한다. 이어서 외력은 합력과 작용점으로 바꾸어 활동모멘트와 저항모멘트를 평형시킨다.

암기 포인트

반원 전단면은 길이 πB, 등분포하중의 합력 작용점은 하중폭의 중앙이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같이 길이 4m의 흙기둥을 통해서 물이 흐르고 있다면, 다음 설명 중 옳지 않은 것은? (단, 흙의 포화단위중량은 20kN/m^3, 물의 단위중량은 10kN/m^{3}이라고 가정한다)



① B점과 C점에서의 압력수두 차이는 3.5m이다.

② 흙시료 내부의 동수경사는 0.75로 일정하다.

③ E점의 압력수두는 8m이다.

④ D점의 연직유효응력은 10kPa이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 침투수의 전수두, 압력수두, 동수경사와 유효응력을 구분하는 문제이다.

조건 정리

흙기둥은 B점부터 D점까지 길이 $4m$이고, 각 점의 간격은 모두 $2m$이다. 기준면을 관 바닥(가장 아래)으로 잡으면 A점의 위치수두는 $10m$, B점은 $8m$, C점은 $6m$, D점은 $4m$, E점은 $2m$이다.
왼쪽 자유수면(A점 높이)의 위치수두는 $10m$, 오른쪽 자유수면의 위치수두는 $13m$이다. 두 자유수면은 각각 흙기둥 위·아래의 정지수와 연결되므로 B점의 전수두는 $10m$, D점의 전수두는 $13m$이다.

사용할 공식

전수두는 $h = z + u/\gamma_w$이고, 압력수두는 $u/\gamma_w = h - z$이다. 동수경사의 크기는 $i = \Delta h/L$이다.
흙기둥 내부에서는 B점과 D점의 전수두가 직선적으로 변하므로 위 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. B점과 D점의 전수두 차는 $13 - 10 = 3m$이다.
2. 동수경사의 크기는 $i = 3/4 = 0.75$이며, 수두가 큰 D점에서 수두가 작은 B점으로 일정하다.
3. C점은 B점과 D점의 중간이므로 전수두는 $11.5m$이고, 압력수두는 $11.5 - 6 = 5.5m$이다. B점 압력수두는 $10 - 8 = 2m$이다.
4. E점은 흙기둥 아래의 물속에 있어 오른쪽 자유수면과 연결되므로 전수두가 $13m$이고, 위치수두가 $2m$이므로 압력수두는 $13 - 2 = 11m$이다.
5. D점에서 전응력은 상부 물 $2m$와 포화토 $4m$의 중량으로 $2 \times 10 + 4 \times 20 = 100kPa$이다. 간극수압은 $10 \times 9 = 90kPa$이므로 유효응력은 $100 - 90 = 10kPa$이다.

선지 판단

① O: B점 압력수두는 $2m$, C점 압력수두는 $5.5m$이므로 차이는 $3.5m$이다.
② O: 흙기둥 양단의 전수두 차가 $3m$, 길이가 $4m$이므로 동수경사는 0.75로 일정하다.
③ X: ‘E점의 압력수두는 $8m$’가 틀렸다. E점의 위치수두는 $2m$, 전수두는 $13m$이므로 압력수두는 $13 - 2 = 11m$이다.
④ O: D점의 전응력은 $100kPa$, 간극수압은 $90kPa$이므로 연직유효응력은 $10kPa$이다.

오답 포인트

③의 $8m$는 E점이 왼쪽 자유수면 아래로 $8m$ 깊이에 있다는 점만 보고 정수압처럼 압력수두를 잡은 값이다. 실제로는 위로 침투가 일어나고 E점이 오른쪽 자유수면과 연결되므로 압력수두는 전수두에서 위치수두를 뺀 $11m$이다. 압력수두는 자유수면으로부터의 단순 수직깊이가 아니라 전수두에서 그 점의 위치수두를 뺀 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 경계 자유수면의 전수두를 정하고, 흙기둥 안에서는 양단 전수두를 직선으로 연결한다. 이어서 각 점에서 압력수두=전수두-위치수두를 계산하고, 유효응력은 전응력-간극수압으로 계산한다.

암기 포인트

전수두는 위치수두+압력수두, 유효응력은 전응력-간극수압이다.

NoteBase

문 16. 얕은 기초의 극한 지지력을 구하는 Meyerhof(1963)의 방법에서 고려하는 구성 요소에 해당하는 것으로 옳은 것은?

① 탄성계수, 근입깊이계수, 경사하중계수, 형상계수
② 지지력계수, 탄성계수, 경사하중계수, 근입깊이계수
③ 형상계수, 지지력계수, 탄성계수, 경사하중계수
④ 형상계수, 근입깊이계수, 경사하중계수, 지지력계수

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Meyerhof(1963)의 극한 지지력 산정에서 지지력계수와 기초 조건을 반영하는 보정계수를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

지지력계수는 흙의 전단강도와 내부마찰각에 따라 정해져 극한 지지력의 각 항을 결정하는 계수이다. 형상계수는 기초 평면 형상, 근입깊이계수는 기초의 근입 깊이, 경사하중계수는 하중의 경사를 반영하여 지지력을 보정한다. 탄성계수는 흙의 변형·침하 해석에 쓰이는 강성 지표로서 이 극한 지지력식의 구성계수가 아니다.

선지별 해설

① X: 탄성계수가 포함되고 지지력계수가 빠져 있다. 틀린 표현은 '탄성계수'이며, 올바르게는 '지지력계수'이다.
② X: 형상계수 대신 탄성계수가 들어 있다. 틀린 표현은 '탄성계수'이며, 올바르게는 '형상계수'이다.
③ X: 근입깊이계수 대신 탄성계수가 들어 있다. 틀린 표현은 '탄성계수'이며, 올바르게는 '근입깊이계수'이다.
④ O: 형상계수, 근입깊이계수, 경사하중계수 및 지지력계수는 Meyerhof 방법에서 극한 지지력을 산정할 때 고려하는 구성 요소이다.

오답 포인트

탄성계수는 흙의 강성을 나타내므로 지지력과 관련 있어 보이지만, 주로 침하·변형 계산에 사용하는 값이다. ①~③은 이 탄성계수를 지지력 산정의 구성계수 자리에 넣은 것이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

극한 지지력 문제에서는 흙의 파괴강도를 반영하는 지지력계수와 기초의 형상·근입 깊이·하중 경사를 반영하는 보정계수를 찾는다. 탄성계수가 보이면 침하·변형 해석용 값인지 먼저 구분한다.

암기 포인트

Meyerhof 극한 지지력: 지지력계수에 형상·근입깊이·경사하중 보정을 더한다. 탄성계수는 침하 쪽이다.

NoteBase

문 17. 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 지반의 압밀도는 위치에 따라 다르며 평균압밀도는 시간계수의 함수로 나타낼 수 있다.

② 압밀 침하량은 하중-간극비 곡선, 압축지수 및 선행압밀하중 등을 이용하여 결정할 수 있다.

③ Terzaghi 1차원 압밀이론에서 흙은 균질하고 포화되어 있으며 흙입자는 압축성이 있는 것으로 가정한다.

④ 동일 점토시료에 대해 교란시료는 불교란시료에 비해 압축지수 값이 더 작게 나타난다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 압밀과 압밀시험의 기본 개념, 특히 Terzaghi 1차원 압밀이론의 가정과 교란에 따른 압축성 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

1차원 압밀은 포화된 균질토에서 물의 배수가 한 방향으로만 일어나면서 시간에 따라 침하가 진행되는 현상이다. Terzaghi의 이론에서는 흙입자와 물은 비압축성으로 보고, 체적변화는 간극수의 배수에 따른 간극비 감소로 본다. 압밀시험의 하중-간극비 곡선에서는 압축지수와 선행압밀하중을 구할 수 있다.

선지별 해설

① O

지반 내부의 위치마다 응력 증가와 배수조건이 달라 압밀의 진행 정도가 다르다. 따라서 평균 압밀로 인한 지반의 토압 변화는 시간의 함수로 나타날 수 있다.

② O

압밀시험 결과의 하중-간극비 곡선에서 선행압밀하중을 판정하고, 정규압밀 구간의 기울기에서 압축지수를 구한다. 따라서 두 값을 이용하여 압밀침하량을 검토할 수 있다.

③ X

틀린 표현은 "흙입자는 압축성이 있는 것으로 가정한다"이다. Terzaghi 1차원 압밀이론에서는 흙입자와 물을 비압축성으로 가정하며, 압밀에 따른 체적감소는 주로 간극수의 배수로 발생한다고 본다.

④ O

동일한 점토라면 교란시료는 채취·성형 과정에서 원래의 토립자 배열과 구조가 흐트러진다. 일반적으로 불교란시료보다 압축지수가 작게 나타난다.

NoteBase

오답 포인트

③은 '포화됨'과 '균질함'이라는 올바른 가정 뒤에 흙입자의 압축성을 바꾸어 놓은 선지이다. 1차원 압밀이론에서는 흙입자 자체가 눌려 줄어드는 것이 아니라 간극수가 빠져나가며 간극이 줄어든다고 구별한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀이론의 가정이 나오면 포화·균질·1차원 배수 여부와 함께 흙입자 및 물의 비압축성을 확인한다. '입자가 압축된다'는 표현이 있으면 Terzaghi 1차원 압밀이론의 가정과 맞지 않는다.

암기 포인트

Terzaghi 압밀: 입자는 비압축성, 물이 빠져나가 간극이 감소한다.

NoteBase

문 18. 압밀계수가 같은 두 점토층이 있다. 점토층 A는 양면배수 조건이고, 점토층 B는 일면배수 조건이다. A층에서 90% 압밀에 소요되는 시간과 B층에서 50% 압밀에 소요되는 시간이 같다. A층과 B층의 두께를 각각 H_A, H_B라고 할 때, 각 층 두께 비율의 제곱값 $(H_A/H_B)^2$은? (단, 초기 과잉간극수압 분포는 동일하다. 평균압밀도가 50%일 때 시간계수 $T_{50} = 0.2$이고, 90%일 때 $T_{90} = 0.85$이다. 계산결과는 소수점 셋째 자리에서 반올림한다)

① 0.86

② 0.90

③ 0.94

④ 0.98

정답 3번

출제 포인트

압밀계수 C_v가 같고 압밀 소요시간이 같을 때, 시간계수 $T_v = C_v t/H_{dr}^2$와 배수조건별 배수거리 H_{dr}를 적용하여 층 두께비를 구하는 문제이다.

조건 정리

A층은 양면배수이므로 배수거리 $H_{dr,A} = H_A/2$이다. B층은 일면배수이므로 배수거리 $H_{dr,B} = H_B$이다.
두 경우의 압밀 소요시간과 압밀계수는 같고, $T_{90} = 0.85$, $T_{50} = 0.20$이다.
구할 값은 $(H_A/H_B)^2$이다.

사용할 공식

압밀 시간은 $t = T_v H_{dr}^2/C_v$로 나타낸다. 두 층에서 t와 C_v가 같으므로 $T_{90}(H_A/2)^2 = T_{50}H_B^2$를 쓴다. 압밀도에 따라 시간계수는 달라지고, 양면배수에서는 두께 전체가 아니라 두께의 절반이 배수거리이기 때문이다.

계산 과정

$0.85\left(\frac{H_A}{2}\right)^2 = 0.20H_B^2$
양변을 H_B^2로 나누면 다음과 같다.
$\left(\frac{H_A}{H_B}\right)^2 = \frac{4 \times 0.20}{0.85} = 0.941\ldots$
소수점 셋째 자리에서 반올림하면 $(H_A/H_B)^2 = 0.94$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산값은 0.94이므로 0.86은 일치하지 않는다. 틀린 표현인 '0.86'은 '0.94'로 고쳐야 한다.
② X — 계산값은 0.94이므로 0.90은 일치하지 않는다. 틀린 표현인 '0.90'은 '0.94'로 고쳐야 한다.
③ O — $4 \times 0.20/0.85 = 0.941\ldots$이므로 소수점 셋째 자리에서 반올림한 값은 0.94이다.
④ X — 계산값은 0.94이므로 0.98은 일치하지 않는다. 틀린 표현인 '0.98'은 '0.94'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

A층의 양면배수를 보고도 배수거리를 H_A로 두는 실수가 핵심 함정이다. 양면배수의 배수거리는 $H_A/2$이므로, 제곱항을 정리할 때 4가 곱해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

압밀도와 배수조건이 함께 제시되면 먼저 각 경우의 T_v를 확인하고, 양면배수는 $H/2$, 일면배수는 H로 배수거리를 정한 뒤 $t = T_v H_{dr}^2 / C_v$를 비교한다.

암기 포인트

압밀시간은 $t \propto T_v H_{dr}^2$이다. 양면배수는 배수거리가 절반이므로 시간에는 1/4로 작용한다.

NoteBase

문 19. 모래층 사이에 존재하는 4m 두께의 점토지반에서 채취한 두께 2cm의 시료에 대해 양면 배수 조건으로 표준압밀시험을 수행한 결과 50% 압밀에 도달하는 데 1시간이 소요되었다. 이 시험 결과로 얻은 압밀계수를 이용하여 해당 점토지반이 50% 압밀에 도달하는 시간을 구하면?

① 40,000 시간

② 60,000 시간

③ 80,000 시간

④ 100,000 시간

정답 1번

출제 포인트

같은 압밀도에서는 시간계수 T_v가 같다는 점을 이용하여, 배수거리의 제곱에 비례하는 압밀 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

실내 시료의 두께는 $2cm$이고 양면 배수이므로 배수거리 H_dr,실내는 $1cm$이다. 현장 점토층은 두께 $4m$이고 모래층 사이에 있으므로 양면 배수이며, 배수거리 H_dr,현장는 $2m = 200cm$이다. 두 경우 모두 압밀도는 50%이므로 시간계수는 같다.

사용할 공식

시간계수는 $T_v = \frac{C_v t}{H_{dr}^2}$이다. 같은 점토의 압밀계수 C_v를 사용하고 압밀도가 모두 50%이면 T_v도 같으므로 t/H_{dr}^2가 일정하다.

계산 과정

(t_현장)/(t_실내)=≤ft((H_dr,현장)/(H_dr,실내))^2=≤ft((200 cm)/(1 cm))^2=40,000이다. 따라서 t_현장=1 시간×40,000=40,000 시간이다.

선지 판단

① O: 현장 배수거리는 실내의 200배이므로 50% 압밀 시간은 $200^2 = 40{,}000$배가 되어 40,000시간이다.
② X: '60,000시간'이라는 수치가 틀렸다. 올바르게는 40,000시간이다. 시간은 배수거리에 단순 비례하지 않고 제곱에 비례한다.
③ X: '80,000시간'이라는 수치가 틀렸다. 올바르게는 40,000시간이다. 양면 배수이므로 현장 배수거리를 $4m$가 아니라 $2m$로 잡는다.
④ X: '100,000시간'이라는 수치가 틀렸다. 올바르게는 40,000시간이다. 실내 시료와 현장 지반 모두 양면 배수 조건의 배수거리를 사용해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

두께와 배수거리를 혼동하는 것이 함정이다. 양면 배수에서는 배수거리가 층 두께의 절반이며, 압밀 시간은 그 배수거리의 제곱에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

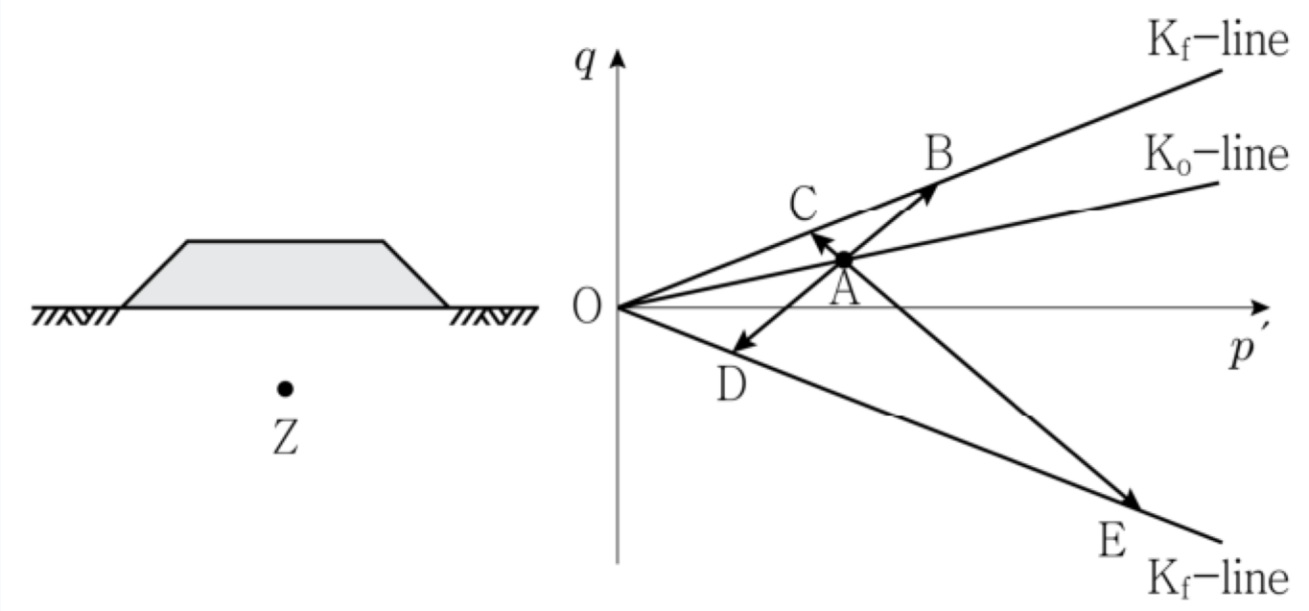
먼저 단면 배수인지 양면 배수인지로 H_{dr}를 정한 뒤, 같은 압밀도이면 $t_2 = t_1 (H_{dr,2}/H_{dr,1})^2$를 적용한다.

암기 포인트

압밀시간은 배수거리의 제곱에 비례한다: $t \propto H_{dr}^2$. 양면 배수의 H_{dr}는 층 두께의 절반이다.

NoteBase

문 20. 다음과 같이 도로 제방을 시공할 때 Z 지점에서의 전단강도를 평가하기 위해 수행한 압밀배수 삼축압축시험의 결과로 적합한 응력경로는?



① A → B

② A → C

③ A → D

④ A → E

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 성토 하중을 받는 지점 Z의 유효응력 경로를 p′-q 도식에서 판단하는 문제이다. 압밀배수 삼축압축에서는 배수로 과잉간극수압이 소산되고, 수직 유효주응력 증가에 따라 p′와 q가 함께 증가하여 응력점이 A에서 우상향한다.

NoteBase

선지별 해설

① O. 성토로 연직방향 유효응력 증가가 수평방향 증가보다 크므로 평균유효응력 p′와 축차응력 q가 모두 증가한다. 따라서 응력경로는 A에서 B 방향으로 진행하여 파괴선에 가까워진다.

② X. A→C는 q는 증가하지만 p′가 감소하는 좌상향 경로이다. 압밀배수 조건의 성토 재하에서 해당 지점의 유효평균응력이 감소하지 않는다. 틀린 표현 'A→C' → 올바르게는 'A→B'이다.

③ X. A→D는 p′와 q가 함께 감소하는 좌하향 경로이다. 성토에 의한 재하는 축차응력을 감소시키지 않는다. 틀린 표현 'A→D' → 올바르게는 'A→B'이다.

④ X. A→E는 p′는 증가하나 q가 감소하는 우하향 경로이다. 성토 하중은 연직 주응력을 더 크게 증가시켜 q를 증가시킨다. 틀린 표현 'A→E' → 올바르게는 'A→B'이다.

오답 포인트

p′의 증감만 보고 우향 경로를 고르면 ④를 택하기 쉽다. 성토 재하에서는 연직 유효주응력의 증가가 더 크므로 q도 증가한다는 점이 A→B와 A→E를 가르는 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

성토와 같은 압축 재하에서는 먼저 q의 증가 여부를 본다. 연직방향 주응력이 더 증가하면 q는 위로 증가하며, 압밀배수 조건에서는 유효평균응력 p′도 일반적으로 증가하므로 우상향 경로를 선택한다.

암기 포인트

압밀배수 성토 재하: p′ 증가, q 증가, 응력경로는 우상향이다.

NoteBase