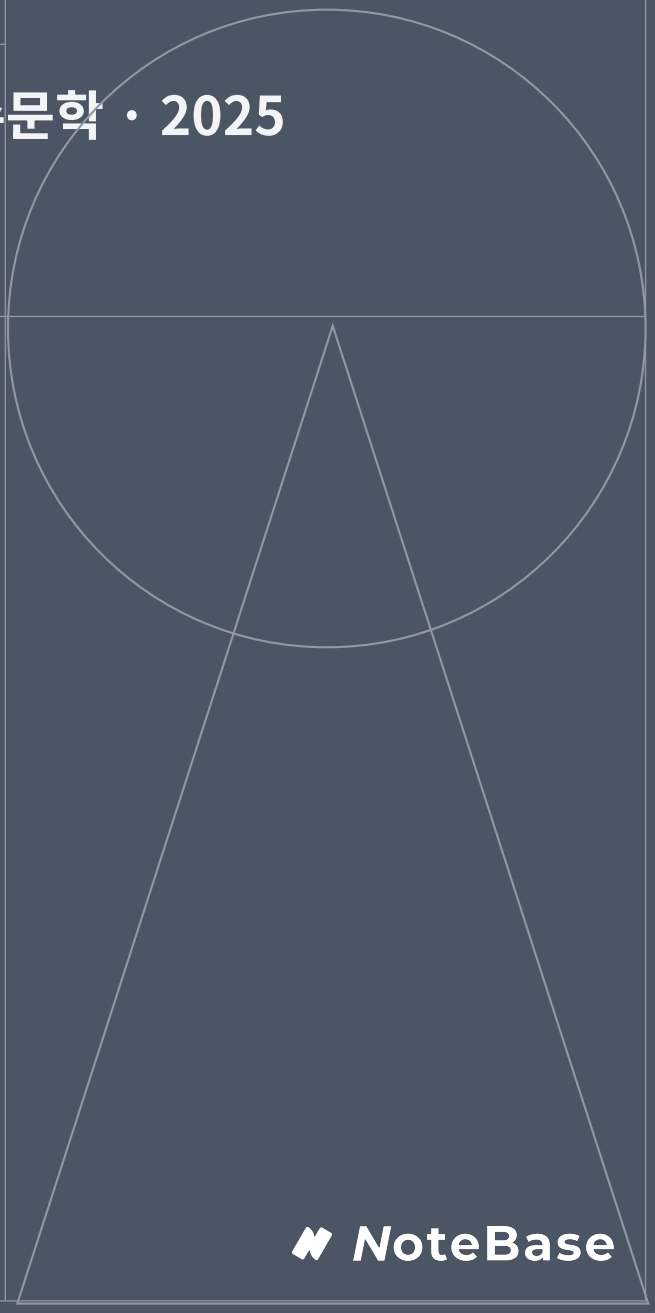
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 수리수문학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 수리수문학 · 2025

공무원/서울시/7급 · 수리수문학 · 2025

문 1. 침투능의 지배인자로 가장 옳지 않은 것은?

① 토양의 종류

② 포화층의 두께

③ 식생피복

④ 유역형상

정답 4번

출제 포인트

침투능(infiltration capacity)에 직접 영향을 주는 지배인자와, 유역의 기하학적 특성(유출 특성 인자)을 구분할 수 있는지 묻는 문항이다.

핵심 개념

침투능이란 단위 시간당 토양이 흡수할 수 있는 최대 강우량(또는 물의 양)이다. Horton 침투 방정식 $f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$에서 알 수 있듯이, 침투능은 토양 자체의 물리적 성질과 지표 상태에 의해 결정된다. 반면 유역형상(유역의 길이·폭·면적 비율 등)은 강우가 하천으로 집중되는 유출 시간과 유출량의 공간 분포에 영향을 줄 뿐, 특정 지점 토양의 침투 능력 자체를 지배하지는 않는다.

선지별 해설

① 토양의 종류 — O(지배인자). 모래·점토·실트 등 입도 구성과 공극률이 다르면 침투능이 크게 달라진다. 조립질일수록 침투능이 크고, 세립질일수록 작다.
② 포화층의 두께 — O(지배인자). 토양이 이미 포화 상태에 가까울수록(초기 함수비가 높을수록) 초기 침투율 f_0이 낮아지고, 포화층이 깊을수록 침투 여유가 크다. Horton 모형에서 초기 함수 상태는 핵심 변수이다.
③ 식생피복 — O(지배인자). 식생이 있으면 낙엽·유기물이 쌓여 공극이 유지되고, 뿌리가 통로를 만들어 침투능을 높인다. 반대로 나대지·불투수 포장은 침투능을 크게 감소시킨다.
④ 유역형상 — X(지배인자 아님). 유역형상(세장비, 형상계수, 원형비 등)은 강우가 출구에 도달하는 집중시간과 유출 첨두 유량에 영향을 주는 유역 기하학적 특성이다. 침투는 지점별 토양-지표 조건에서 결정되므로, 유역 전체의 형태는 침투능의 지배인자가 아니다.

NoteBase

오답 포인트

②번 포화층의 두께를 지배인자가 아닌 것으로 혼동하기 쉽다. '포화층이 두꺼우면 이미 물이 차 있으니 침투가 안 된다'고 생각할 수 있으나, 이는 맞다 — 포화층 두께는 침투능에 직접 영향을 준다. ④번 유역형상은 '유역 수문 특성'이라는 익숙한 카테고리에 속해 있어 지배인자처럼 느껴지지만, 침투능은 유역 형태와 무관한 지점 단위 토양 특성이다.

다시 나오면 이렇게 판단

침투능 지배인자 문제가 나오면, 각 선지를 '이 요소가 바뀌면 토양 한 지점의 최대 흡수 속도가 달라지는가?'로 판단한다. 유역 형상·유역 면적·하천 경사처럼 유역 전체의 기하학적 특성은 유출 특성 인자이지 침투능 인자가 아니다. 반면 토양 종류·초기 함수비(포화 정도)·식생·지표 상태(경운 여부, 결각 여부)는 모두 침투능 인자이다.

암기 포인트

침투능 지배인자 4대: 토양 종류(입도·공극) / 초기 함수 상태(포화층 두께) / 식생·지표 피복 / 강우 강도(강우 강도가 침투능보다 작으면 전량 침투). 유역형상은 '도달시간·유출형상 계수' 파트에서만 등장한다.

NoteBase

문 2. 직경 80cm인 원형관에 단위중량 1,000kg/m^{3}의 물이 흐르고 있다. 관벽에서의 마찰응력이 0.001kg/cm^{2}라면 100m를 흐르는 동안 발생하는 손실수두[m]는?

① 3

② 5

③ 8

④ 10

정답 2번

출제 포인트

원형관 내부 흐름에서 관벽 마찰응력(τ_0)과 손실수두(hf)의 관계를 유도하는 공식 적용 문제다. 핵심은 마찰응력→압력손실→수두 변환의 3단계 흐름을 단위를 맞춰 정확히 계산하는 것이다.

조건 정리

직경 D = 80cm, 길이 L = 100m = 10,000cm, 관벽 마찰응력 τ_0 = 0.001kg/cm^2, 단위중량 γ = 1, 000kg/m^3 = 0.001kg/cm^3

사용할 공식

원형관 단면에서 압력과 마찰력의 힘 평형을 세우면:

$\Delta p \cdot \frac{\pi D^2}{4} = \tau_0 \cdot \pi D L$

정리하면 압력손실:

$\Delta p = \frac{4\tau_0 L}{D}$

손실수두:

$h_f = \frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{4\tau_0 L}{\gamma D}$

계산 과정

$h_f = \frac{4 \times 0.001 \times 10000}{0.001 \times 80} = \frac{40}{0.08} = 500\ \text{cm} = 5\ \text{m}$

단위 주의: τ_0와 γ를 모두kg/cm^2 계열로 통일하면 길이 단위는 cm로 계산하고, 마지막에 ÷100으로 m 변환한다. 분자·분모에서 0.001이 약분되어 4×10000÷80 = 500cm = 5m가 된다.

NoteBase

선지 판단

① 3 — 오답. D를 반지름(40cm)으로 잘못 대입하거나 분자·분모 단위를 혼용하면 이 값이 나온다.
② 5 — 정답. 공식을 정확히 적용하면 500cm = 5m.
③ 8 — 오답. L=100m를 그대로 cm 없이 대입하거나 γ 단위를 틀리면 이 범위 값이 발생한다.
④ 10 — 오답. 힘 평형식에서 분모에 D/2(반지름)를 쓰거나 분자 계수를 2로 잘못 적용한 경우다.

오답 포인트

이 문제의 핵심 함정은 단위 혼용이다. γ = 1, 000kg/m^{3}를 cm계로 바꾸면 0.001kg/cm^{3}인데,m^3 그대로 두면 분모가 100배 커져 답이 500배 달라진다. 또한 힘 평형식에서 단면적은 $\pi D^2/4$(직경 기준), 측면적은 πDL임을 혼동하지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

마찰응력이 주어지면 즉시 $h_f = \frac{4\tau_0 L}{\gamma D}$ 공식을 떠올린다. 분자에 '4τ_0L', 분모에 'γD'를 넣고 단위를 cm 또는 m 중 하나로 통일한 뒤 계산한다. 원형관 힘 평형에서 계수 4가 나오는 이유(둘레/단면적 = πD / (πD^2/4) = 4/D)를 기억해 두면 유도도 빠르다.

암기 포인트

원형관 마찰응력 → 손실수두: $h_f = \frac{4\tau_0 L}{\gamma D}$
γ(물) = 1, 000kg/m^3 = 0.001kg/cm^3 (단위 변환 필수)
계수 4는 '4/D = 원둘레/단면적'에서 비롯됨

NoteBase

문 3. 습도계에서 측정된 건구의 온도가 16°C(포화증기압은 18.13mb)이고, 습구의 온도가 10°C (포화증기압은 12.24mb)일 때, 상대습도[%]는? (단, 습도계상수 γ는 0.66이고, 소수점 둘째 자리에서 반올림 한다.)

① 34.4

② 45.7

③ 51.3

④ 67.5

정답 2번

출제 포인트

건습구 습도계(Psychrometer)에서 건구온도와 습구온도, 각 온도의 포화증기압, 습도계상수(γ)를 이용해 실제증기압을 구한 뒤 상대습도를 계산하는 문제다.

조건 정리

건구온도 T = 16℃, 건구 포화증기압 es = 18.13 mb
습구온도 T' = 10℃, 습구 포화증기압 es' = 12.24 mb
습도계상수 γ = 0.66 mb/℃

사용할 공식

① 실제증기압(정역학적 건습구 공식): $e = e'_s - \gamma(T - T')$
② 상대습도: $RH = \frac{e}{e_s} \times 100\%$
여기서 e'_s는 습구온도에서의 포화증기압, e_s는 건구온도에서의 포화증기압이다.

계산 과정

실제증기압:
$e = 12.24 - 0.66 \times (16 - 10) = 12.24 - 0.66 \times 6 = 12.24 - 3.96 = 8.28$ mb
상대습도:
$RH = \frac{8.28}{18.13} \times 100 = 45.67\% \approx 45.7\%$
(소수점 둘째 자리에서 반올림 → 소수점 첫째 자리까지 표기)

NoteBase

선지 판단

① 34.4 → ☒. 틀린 값. 분자·분모를 혼동하거나 γ에 기온차 대신 다른 값을 곱하면 나올 수 있는 오류값이다.
② 45.7 → ○. 위 계산 결과 45.67%를 반올림하면 45.7%로 정답이다.
③ 51.3 → ☒. 틀린 값. 습구 포화증기압을 건구 포화증기압으로 잘못 사용하거나 공식을 역산하면 나올 수 있다.
④ 67.5 → ☒. 틀린 값. 실제증기압 보정 없이 습구/건구 포화증기압 비율만 구하면 나오는 오류값이다(12.24 / 18.13 ☒ 67.5%).

오답 포인트

가장 흔한 실수는 ④번처럼 정역학 보정 없이 es'/es × 100을 바로 상대습도로 쓰는 것이다. 반드시 γ(T−T') 항을 빼서 실제증기압 e를 먼저 구한 뒤 es로 나눠야 한다. 또한 γ의 단위가 mb/°C임을 인식하고 기온차(T−T')에 곱해야 단위가 맞는다.

다시 나오면 이렇게 판단

건습구 문제는 2단계로 푼다. 1단계: e = es' − γ(T − T')로 실제증기압을 구한다. 2단계: RH = e/es × 100%로 상대습도를 구한다. 주어진 포화증기압 두 개 중 '건구 측(es)'은 분모, '습구 측(es')'은 공식 안 빼기 항임을 헷갈리지 않는다.

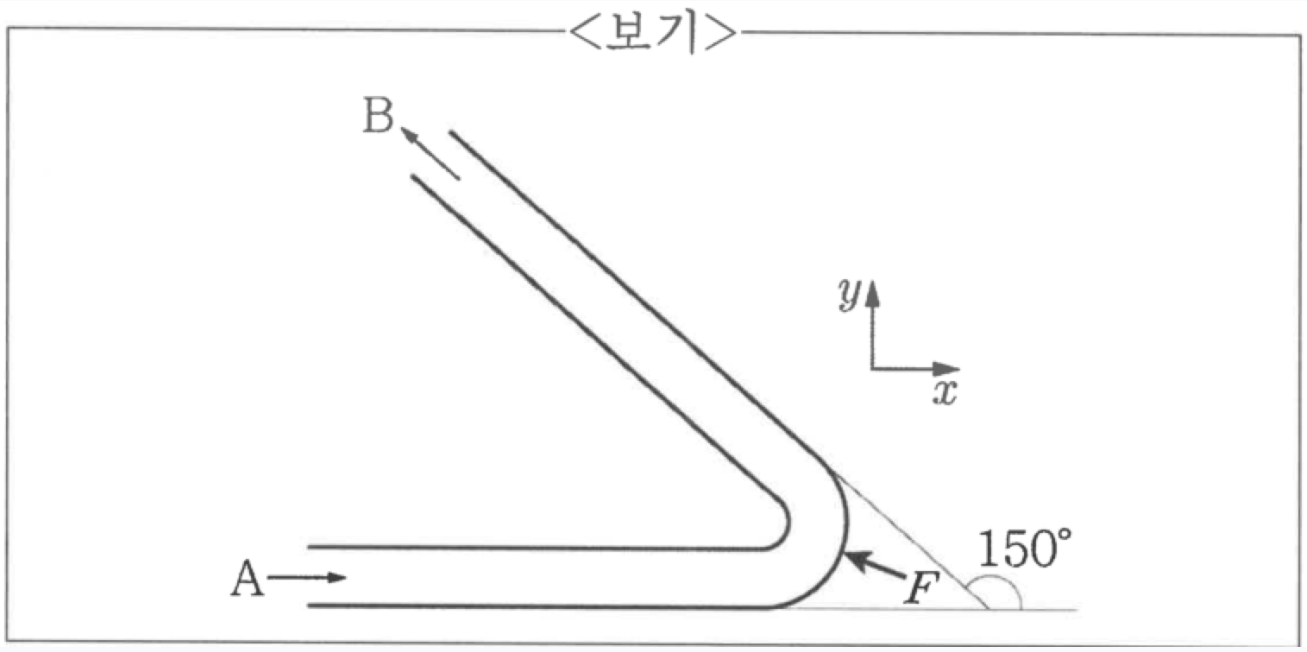
암기 포인트

정역학적 건습구 공식: e = es' − γ(T − T')
상대습도 = (실제증기압 / 건구 포화증기압) × 100%
γ(습도계상수) 단위 = mb/°C → 기온차에 곱해 증기압 보정량을 구함.

NoteBase

문 4. <보기>와 같이 각도가 150 °인 구부러진 관에 물이 A 지점에서 $10m^3/s$의 유량과 2m/s의 유속으로 곡면을 따라 흘러서 B 지점으로 유출될 때, 곡면이 받는 힘 F의 x방향 크기[N]는? (단, A, B 그리고 곡면에서의 관의 직경은 동일하며, cos 30 °는 0.866, 물의 단위중량은 $1t/m^3$, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.)

<보기>



① 26,800

② 30,800

③ 33,320

④ 37,320

정답 4번

출제 포인트

각도가 150°인 구부러진 관(곡관)에서 운동량 방정식을 적용해 곡면이 받는 힘의 x방향 성분을 구하는 문제다. 유입·유출 속도의 x방향 성분 차이와 질량유량의 곱이 핵심이다.

조건 정리

유량 Q = $10m^3/s$, 유속 V = 2m/s(A·B 동일 직경이므로 VA = VB = 2m/s), 곡관 각도 150°(+x축 기준 출구 방향), cos30° = 0.866, 물의 단위중량 1 t/m^3(밀도 ρ = 1, 000kg/m^3), 중력가속도 g = $10m/s^2$. A 지점에서 유입 방향은 +x(수평 오른쪽), B 지점에서 유출 방향은 +x축으로부터 150° 방향(좌상방). 게이지 압력 미제시 → 자유분류(free jet) 조건 적용.

NoteBase

사용할 공식

x방향 운동량 방정식: $F_x = \dot{m}(V_{2x} - V_{1x})$
여기서 $\dot{m} = \rho Q$(질량유량), $V_{1x} \cdot V_{2x}$는 각각 유입·유출 속도의 x방향 성분.
곡면이 받는 힘(반력)의 크기: $|F_x|$.

계산 과정

① 질량유량 계산
$\dot{m} = \rho Q = 1{,}000 \times 10 = 10{,}000\,\text{kg/s}$

② 유입 속도의 x성분 (A → +x 방향)
$V_{1x} = +2\,\text{m/s}$

③ 유출 속도의 x성분 (출구 방향 = +x축으로부터 150°)
$V_{2x} = V\cos 150° = 2 \times (-\cos 30°) = 2 \times (-0.866) = -1.732\,\text{m/s}$

④ x방향 속도 변화
$V_{2x} - V_{1x} = -1.732 - 2 = -3.732\,\text{m/s}$

⑤ 유체에 작용하는 x방향 힘 (운동량 방정식)
$F_{\text{on fluid},\,x} = \dot{m}(V_{2x} - V_{1x}) = 10{,}000 \times (-3.732) = -37{,}320\,\text{N}$
(음수 = 힘이 -x 방향으로 작용함)

⑥ 곡면이 받는 힘 (반작용)
$|F_x| = 37{,}320\,\text{N}$

선지 판단

① 26,800 N — 틀림. cos150°를 잘못 처리하거나 속도 성분 한쪽만 반영한 경우 나오는 값.
② 30,800 N — 틀림. 속도 변화량 계산 오류 또는 cos30° 값 부정확 적용.
③ 33,320 N — 틀림. 출구 방향을 120°로 혼동하거나 $2(1 + \cos 60°)$ 등으로 오계산한 경우.
④ 37,320 N — 옳음. $\dot{m}(V_{1x} + |V_{2x}|) = 10{,}000 \times (2 + 1.732) = 10{,}000 \times 3.732 = 37{,}320$ N.

오답 포인트

가장 흔한 실수 두 가지: (1) 출구 방향 각도를 150°로 바로 넣지 않고 꺾인 각 30°만 사용해 $V_{2x} = 2\cos 30°$ (양수)로 처리 → 속도 차이가 매우 작아져 오답. (2) cos150°의 부호를 놓쳐 두 성분을 더하지 않고 빼 → 값 과소 계산. 그림에서 150°는 +x축과 B방향 벡터가 이루는 각도이며, cos150° = −cos30° = −0.866임을 정확히 적용해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

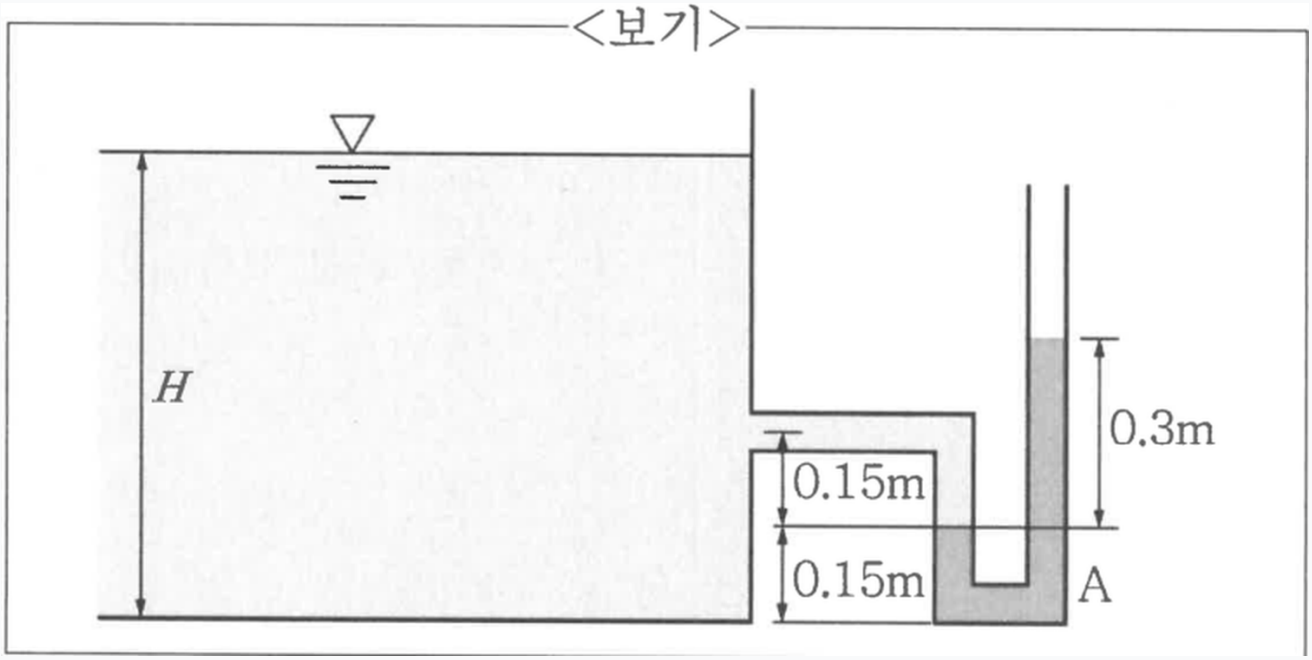
곡관 힘 문제 풀이 순서: ① 그림에서 유입·유출 방향을 +x축 기준 각도로 읽는다 → ② 각 방향의 cos값(부호 포함)으로 x성분 구한다 → ③ $\dot{m}(V_{2x} - V_{1x})$로 유체에 작용한 힘을 구한다 → ④ 반작용으로 곡면이 받는 힘의 절댓값을 취한다. 특히 출구 방향이 제2사분면(좌상방)이면 x성분이 반드시 음수임을 확인한다.

암기 포인트

곡면이 받는 힘 x성분: $F_x = \rho Q(V_{2x} - V_{1x})$
출구가 150° 방향일 때 $V_{2x} = V\cos 150° = -V\cos 30°$이므로
$F_x = \rho Q \cdot V(1 + \cos 30°) = 10{,}000 \times 2 \times (1 + 0.866) = 10{,}000 \times 3.732 = 37{,}320\,\text{N}$
→ "150° 꺾임 = 1+cos30° 공식"으로 기억.

문 5. <보기>와 같이 물이 담긴 커다란 수조에 연결된 우측 액주계의 액체 A는 수은이며 비중은 13.5이다. 수조의 바닥으로부터 수면까지의 거리 H[m]는? (단, 중력가속도는 10m/s^{2}이다.)

<보기>



① 3.5

② 4.2

③ 4.5

④ 5.2

정답 2번

출제 포인트

U자관 차압 액주계(시차 액주계)를 이용한 정수압 평형 계산 문제다. 수조 수면 높이 H를 수은 기둥의 높이차와 도면의 단차 치수로 구하는 전형적인 유체정역학 문제이며, 양쪽 기준면에서의 압력 평형 조건을 정확히 세울 수 있어야 한다. 특히 도면에 나오는 두 개의 0.15m 치수가 각각 어떤 의미인지(어느 것이 압력식에 들어가고 어느 것이 들어가지 않는지)를 구분하는 것이 핵심이다.

NoteBase

조건 정리

수조 유체: 물(비중 1.0, 밀도 1000kg/m^3). 액주계 유체 A: 수은(비중 13.5, 밀도 13500kg/m^3). 중력가속도: 10m/s^2. 구하는 값: 수조 바닥~수면 거리 H[m].

도면 치수 판독(축척에 맞게 확인함):
- 우측 개방관 안의 수은 기둥 높이 0.30 m → 이것이 좌·우 수은 표면의 높이차 $\Delta h = 0.30$ m이다(우측 수은면이 좌측보다 0.30m 높고, 그 위는 대기에 개방되어 물기둥이 없다).
- 두 개의 0.15m 중 \textbf{아래쪽 0.15m}는 좌측(연결관쪽) 수은 표면이 수조 바닥보다 0.15m \textbf{위}에 있음을 나타낸다(이 값이 압력식에 들어간다).
- \textbf{위쪽 0.15m}는 연결관 상단에서 좌측 수은 표면까지의 구조 치수로, 수은 표면의 위치를 보여줄 뿐 압력 평형식에는 들어가지 않는다(아래 "사용할 공식" 참고).

사용할 공식

U자관 내 같은 유체(수은)의 수평면에서 좌우 압력이 같다는 조건을 적용한다. 기준면을 좌측 수은 표면으로 잡으면, 압력은 그 점에서 좌우가 같아야 한다.

좌측 경로(수조→연결관→좌측 수은 표면): 수조 수면은 수조 바닥 위 H에 있고, 좌측 수은 표면은 수조 바닥보다 0.15m \textbf{위}에 있으므로, 좌측 수은 표면이 수면 아래로 잠긴 물기둥 깊이는 $H - 0.15$이다.
$P_{left} = P_0 + \rho_w g(H - 0.15)$

우측 경로(대기→우측 수은 표면→좌측 수은 표면 높이로 하강): 우측 수은 표면은 대기에 개방되어 있고 좌측보다 0.30m 높으므로,
$P_{right} = P_0 + \rho_{Hg} g(0.30)$

압력 평형 $P_{left} = P_{right}$:
$\rho_w(H - 0.15) = \rho_{Hg}(0.30)$
정리하면 $H = 0.15 + S_{Hg} \cdot \Delta h$이다.

NoteBase

계산 과정

좌측 수은 표면을 기준면으로 설정한다.

좌측 압력(수조측):
좌측 수은 표면은 수조 바닥보다 0.15m 위에 있으므로 수면 아래 깊이는 $H - 0.15$이다.
$P_{left} = P_0 + \rho_w g(H - 0.15)$

우측 압력(대기측):
우측 수은 표면은 대기에 개방되어 있고 그 위에 물기둥이 없다. 우측 수은 표면이 좌측보다 $\Delta h = 0.30$ m 높으므로, 기준면(좌측 수은 표면 높이)까지 수은으로 하강하면
$P_{right} = P_0 + \rho_{Hg} g(0.30)$

압력 평형 조건 $P_{left} = P_{right}$:
$\rho_w g(H - 0.15) = \rho_{Hg} g(0.30)$

g와 P_0 소거 후:
$H - 0.15 = \frac{\rho_{Hg}}{\rho_w} \times 0.30 = 13.5 \times 0.30 = 4.05$

$H = 0.15 + 4.05 = 4.20$ m

참고: 위쪽 0.15m는 연결관 상단에서 좌측 수은 표면까지의 구조 치수일 뿐, 물이 연속으로 이어진 같은 유체이므로 압력식에 별도로 더해지지 않는다. 압력식에 들어가는 것은 "좌측 수은 표면이 수조 바닥보다 0.15m 위"라는 아래쪽 0.15m뿐이다.

선지 판단

① 3.5m — $H = 0.15 + 13.5 \times 0.30 = 4.2$이므로 3.5는 성립하지 않는다. 0.15m의 부호를 반대로 처리하거나 수은 높이차를 잘못 대입했을 때 나오는 오류 값이다. ☒
② 4.2m — 위 계산 결과 $0.15 + 13.5 \times 0.30 = 4.2$와 정확히 일치한다. 정답이다. ✓
③ 4.5m — 두 개의 0.15m를 모두 더해야 할 물기둥으로 오인하면 $13.5 \times 0.30 + 3 \times 0.15 = 4.05 + 0.45 = 4.5$가 나온다. 아래쪽 0.15m만 압력식에 들어가고 위쪽 0.15m는 들어가지 않는다는 점을 놓친 오류 값이다. ☒
④ 5.2m — 수은 높이차를 0.30m가 아니라 0.30m에 단차 치수까지 합쳐 더 큰 값으로 잘못 읽거나, 물기둥 항을 수은 항에 섞어 $13.5 \times (0.30 + \alpha)$ 꼴로 부풀렸을 때 나오는 오류 값이다. 도면의 0.30m는 좌·우 수은 표면의 순수 높이차이므로 다른 치수를 더하면 안 된다. ☒

NoteBase

오답 포인트

첫째, 두 개의 0.15m 치수를 혼동하는 오류다. 아래쪽 0.15m(좌측 수은 표면이 수조 바닥보다 0.15m 위)만 압력식의 깊이 항 $H - 0.15$에 들어간다. 위쪽 0.15m(연결관 상단~좌측 수은 표면)는 같은 물기둥이 연속으로 이어지는 구조 치수일 뿐이라 압력 평형식에 별도로 더해지지 않는다. 두 0.15m를 모두 더하면 ③의 4.5m 같은 틀린 값이 나온다.
둘째, 0.15m의 부호 오류다. 좌측 수은 표면이 수조 바닥보다 "위"에 있어 물기둥 깊이가 $H - 0.15$임을 놓치고 $H + 0.15$로 잡으면 $H + 0.15 = 13.5 \times 0.30$에서 H = 3.9m로 틀린다(①에 가까운 오류 경로).
셋째, 우측 물기둥 가정 오류다. 우측 개방관 수은 위에는 물기둥이 없는데(대기 개방), 물기둥이 있다고 가정하면 항이 추가되어 틀린다.
넷째, 비중 적용 오류다. 비중(무차원)을 밀도(kg/m^3)로 혼동하면 단위가 틀린다. $H = 0.15 + S_{Hg} \cdot \Delta h$에서 $S_{Hg} = 13.5$를 밀도비로 그대로 쓰면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

U자관 액주계 문제는 아래 세 단계로 풀면 된다. 1단계: 도면 치수가 "수은 표면의 높이차"인지 "구조(관 위치) 치수"인지부터 구분한다. 압력식에 들어가는 것은 각 유체의 표면 사이 수직 높이차뿐이다. 2단계: 한쪽 수은 표면을 기준면으로 잡고 좌우 압력을 유체 층별로 더한다(무거운 유체일수록 같은 높이차에서 압력 기여가 크다). 3단계: 좌=우 등치 후 구하는 변수를 분리한다. 비중이 주어지면 밀도비로 바로 환산하여 m 단위로 통일한다. 본 문제처럼 같은 0.15m가 두 번 표기되면 반드시 각각의 역할을 확인한다.

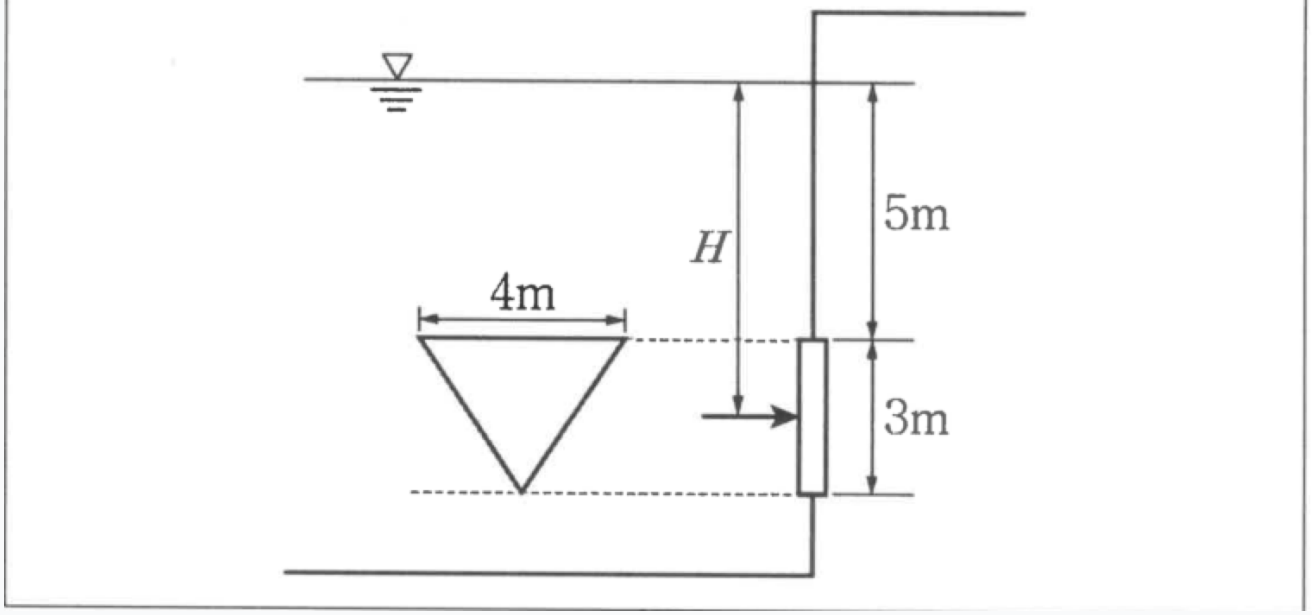
암기 포인트

수은 비중 13.5는 암기 필수. 압력 평형식의 기본 형태는 H = S_Hg· Δ h_Hg ± h_단차이며, 부호는 측정 기준면(수조 바닥)이 수은 표면보다 위인지 아래인지에 따라 달라진다. 본 문제는 좌측 수은 표면이 수조 바닥보다 0.15m 위에 있어 $H - 0.15 = S_{Hg} \cdot \Delta h$, 즉 $H = 0.15 + 13.5 \times 0.30 = 4.2$ m이다.

NoteBase

문 6. <보기>와 같은 삼각형의 수문에 작용하는 (가) 전수압의 크기[t]와 (나) 수면으로부터 전수압의 작용점까지의 거리 H[m]는? (단, 물의 단위중량은 1t/m^{3}이고, 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.)

<보기>



① (가): 36, (나): 6.08

② (가): 36, (나): 6.25

③ (가): 39, (나): 6.08

④ (가): 39, (나): 6.25

정답 1번

출제 포인트

역삼각형(꼭짓점 아래) 수문에 작용하는 전수압(전수압력의 합력)과 압력 중심의 깊이를 구하는 문제다. 삼각형 단면의 도심 위치, 면적, 단면 2차 모멘트를 정확히 적용해야 한다.

조건 정리

물의 단위중량 $\gamma = 1$ t/m^3

수문 형태: 역삼각형(밑변 4m가 위, 꼭짓점이 아래)

수문 높이 $h = 3$m (도면에서 3m 치수)

수면에서 수문 상단(밑변)까지 깊이 $y_1 = 5$m (도면에서 5m 치수)

수면에서 수문 하단(꼭짓점)까지 깊이 $= 5 + 3 = 8$m

소수점 셋째 자리에서 반올림 → 소수 둘째 자리까지 표기

NoteBase

사용할 공식

도심 깊이: $\bar{y} = y_1 + \frac{h}{3}$ (역삼각형은 밑변에서 높이의 1/3 지점에 도심 위치)
수문 면적: $A = \frac{1}{2}bh$
전수압: $F = \gamma \bar{y} A$
도심 축에 대한 단면 2차 모멘트(삼각형): $I_G = \frac{bh^3}{36}$
압력 중심 깊이(전수압 작용점): $y_p = \bar{y} + \frac{I_G}{\bar{y}A}$

계산 과정

① 도심 깊이
역삼각형에서 도심은 밑변(상단)에서 h/3 아래에 위치한다.
$\bar{y} = 5 + \frac{3}{3} = 5 + 1 = 6\ \text{m}$

② 수문 면적
$A = \frac{1}{2} \times 4 \times 3 = 6\text{m}^2$

③ 전수압 (가)
$F = \gamma \bar{y} A = 1 \times 6 \times 6 = 36\ \text{t}$
→ (가) = 36 t

④ 단면 2차 모멘트
$I_G = \frac{bh^3}{36} = \frac{4 \times 3^3}{36} = \frac{108}{36} = 3\text{m}^4$

⑤ 압력 중심 깊이 (나)
$y_p = \bar{y} + \frac{I_G}{\bar{y}A} = 6 + \frac{3}{6 \times 6} = 6 + \frac{3}{36} = 6 + \frac{1}{12}$
$= 6 + 0.0833\ldots \approx 6.08\ \text{m}$ (소수 셋째 자리 반올림)
→ (나) = 6.08m

선지 판단

① (가)=36, (나)=6.08 — O. 위 계산과 일치한다.
② (가)=36, (나)=6.25 — X. 전수압은 맞지만 압력 중심을 잘못 계산한 것이다. 6.25는 $y_p = 6 + \frac{3}{6 \times 4}$ 처럼 A 대신 b를 쓰거나 I_G를 $bh^3/12$로 오계산하는 등의 오류에서 나온다.
③ (가)=39, (나)=6.08 — X. 전수압이 틀렸다. 도심을 y_1 + h/2 = 5 + 1.5 = 6.5m로 잡으면 F = 1 × 6.5 × 6 = 39t가 나오는데, 역삼각형의 도심은 h/2가 아니라 h/3 위치다.
④ (가)=39, (나)=6.25 — X. 전수압과 압력 중심 모두 틀렸다.

NoteBase

오답 포인트

역삼각형(꼭짓점 아래) 도심 위치: 밑변(상단)에서 h/3 아래. h/2로 착각하면 전수압이 39t로 틀린다.
삼각형 $I_G = bh^3/36$. 직사각형 공식($bh^3/12$)을 그대로 쓰면 분자가 4배 커져 압력 중심이 과도하게 내려간다.
(나) H는 수면으로부터 압력 중심까지의 깊이(y_p)이며 ☒보다 반드시 크다. 계산 결과가 ☒와 같거나 작으면 오류다.

다시 나오면 이렇게 판단

역삼각형 수문 문제가 나오면 3단계 순서로 푼다.
1단계: 도심 깊이 ☒ = (수면~상단 깊이) + h/3
2단계: $F = \gamma \times ☒ \times (bh/2)$
3단계: $y_p = ☒ + (bh^3/36) / (☒ \times bh/2) = ☒ + h^2/(18☒)$
이 순서만 외우면 선지를 바로 필터링할 수 있다.

암기 포인트

삼각형 도심 위치: 밑변에서 h/3 (꼭짓점에서 2 h/3)
삼각형 $I_G = bh^3/36$ ($bh^3/12$의 1/3)
압력 중심 공식: $y_p = ☒ + I_G/(☒A)$
역삼각형(꼭짓점 아래)은 도심이 위쪽으로 치우치므로 ☒가 작아진다 → 압력 중심 보정항 $I_G/(☒A)$가 커진다는 점도 검산에 활용

NoteBase

문 7. x, y**방향의 속도 성분이** $u = 10y^2\text{m/s}$**,** $v = -15xy\text{m/s}$**일 때,** $(1,\ 1)$ **지점에서의** x**방향의 가속도** $a_x[\text{m/s}^2]$**와** y**방향의 가속도** $a_y[\text{m/s}^2]$**는?**

① $a_x[\text{m/s}^2]$: -300, $a_y[\text{m/s}^2]$: -300

② $a_x[\text{m/s}^2]$: -300, $a_y[\text{m/s}^2]$: 75

③ $a_x[\text{m/s}^2]$: -100, $a_y[\text{m/s}^2]$: -300

④ $a_x[\text{m/s}^2]$: -100, $a_y[\text{m/s}^2]$: 75

정답 2번

출제 포인트

2차원 정상 유동에서 대류 가속도(convective acceleration) 공식을 적용해 x방향·y방향 가속도를 각각 계산하는 문제이다. 비정상항($\partial u/\partial t$, $\partial v/\partial t$)이 없는 정상 유동이므로 전체 가속도는 대류 가속도만으로 구성된다.

조건 정리

u = $10y^2$ m/s, v = -15xy m/s, 구하는 점: (x, y) = (1, 1)
(1, 1)에서의 속도값: u = $10 \cdot 1^2$ = 10m/s, v = $-15 \cdot 1 \cdot 1$ = -15m/s

사용할 공식

정상 유동의 대류 가속도:
$a_x = u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y}$
$a_y = u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}$

계산 과정

편미분 계산:
$\partial u/\partial x = 0$ ($u = 10y^2$는 x에 무관)
$\partial u/\partial y = 20y \rightarrow$ (1,1)에서 20
$\partial v/\partial x = -15y \rightarrow$ (1,1)에서 -15
$\partial v/\partial y = -15x \rightarrow$ (1,1)에서 -15

x방향 가속도:
$a_x = 10 \times 0 + (-15) \times 20 = 0 - 300 = -300\ \text{m/s}^2$

y방향 가속도:
$a_y = 10 \times (-15) + (-15) \times (-15) = -150 + 225 = 75\ \text{m/s}^2$

NoteBase

선지 판단

① a⊠ = -300, a⊠ = -300 → a⊠ 오답(-300은 -150+225=75를 잘못 계산한 경우)
② a⊠ = -300, a⊠ = 75 → 둘 다 정확히 일치. 정답.
③ a⊠ = -100, a⊠ = -300 → a⊠는 v·(∂u/∂y) 항을 (-15×20=-300) 대신 -100으로 잘못 계산한 오류
④ a⊠ = -100, a⊠ = 75 → a⊠ 오답(같은 계산 오류)

오답 포인트

a⊠를 -100으로 쓰는 오류의 원인: u·(∂u/∂x) 항만 고려하거나, v·(∂u/∂y) = -15×20 = -300을 -15×(2×1)=-30이나 -100으로 오산한 경우. a⊠를 -300으로 쓰는 오류: v·(∂v/∂y) = (-15)×(-15) = +225 부분의 부호를 틀려서 -150-225=-375 혹은 두 항 부호를 동시에 반대로 잡는 실수.

다시 나오면 이렇게 판단

u, v가 주어지고 특정 점에서 가속도를 구하면 대류 가속도 공식 즉시 적용. ① 각 속도 성분의 편미분 4개를 먼저 정리하고, ② 주어진 점의 (u, v) 값을 대입해 두 항을 더한다. 부호 실수를 막으려면 v 항의 곱셈에서 음수×음수=양수임을 끝까지 확인한다.

암기 포인트

정상 2D 유동 가속도: $a_x = u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y}$, $a_y = u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y}$. 비정상 유동이면 각각 $+\frac{\partial u}{\partial t}$, $+\frac{\partial v}{\partial t}$ 추가. 편미분은 상대 변수에 대해서만 미분(u=10y^2이면 ∂u/∂x=0, ∂u/∂y=20y).

NoteBase

문 8. 수력발전소에서 $3m^3/s$의 물을 이용하여 터빈을 돌려 발전하고 있다. 터빈과 상부 저수지까지의 높이차가 $50m$이고 송수관의 직경은 $1m$, 길이는 $200m$, 마찰손실계수는 0.05이다. 터빈의 효율이 80%인 경우 발전되는 동력[kW]은? (단, 관로를 통해 용수가 유하하는 과정에서 발생하는 손실수두는 마찰손실수두만 고려하며, π는 3, 물의 단위중량은 $1t/m^3$, 중력가속도는 $10m/s^2$이고, 그 외 손실은 무시한다.)

① 1,000

② 1,008

③ 1,200

④ 1,248

정답 2번

출제 포인트

수력발전소 발전 동력 계산 — Darcy-Weisbach 마찰손실수두를 구한 뒤 유효수두를 산정하고, 터빈 효율을 곱해 최종 동력[kW]을 계산하는 문제다.

조건 정리

유량 Q = $3m^3/s$, 총 낙차 H = 50m, 관 직경 D = 1m, 관 길이 L = 200m, 마찰손실계수 f = 0.05, 터빈 효율 η = 0.8, π = 3, 단위중량 γ = $1\ t/m^3$, 중력가속도 g = $10m/s^2$. 손실은 마찰손실수두만 고려.

사용할 공식

① 관 단면적: $A = \pi r^2 = \pi\left(\frac{D}{2}\right)^2$

② 평균 유속: $V = \frac{Q}{A}$

③ Darcy-Weisbach 마찰손실수두: $h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$

④ 유효수두(실제 작동 수두): $H_{eff} = H - h_f$

⑤ 발전 동력: $P = \gamma g Q H_{eff} \eta$ — 여기서 γ는 물의 밀도($1,000kg/m^3$), g는 중력가속도($10m/s^2$), 결과 단위는 W이므로 1,000으로 나눠 kW로 환산. 단위중량 γ = $10kN/m^3$(= $1\ t/m^3 \times 10m/s^2$)을 쓰면 $P[kW] = 10 \cdot Q \cdot H_{eff} \cdot \eta$로 바로 계산 가능.

NoteBase

계산 과정

Step 1. 단면적
$A = 3 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 3 \times 0.25 = 0.75\ \text{m}^2$

Step 2. 평균 유속
$V = \frac{3}{0.75} = 4\ \text{m/s}$

Step 3. 마찰손실수두
$h_f = 0.05 \times \frac{200}{1} \times \frac{4^2}{2 \times 10} = 0.05 \times 200 \times \frac{16}{20} = 10 \times 0.8 = 8\ \text{m}$

Step 4. 유효수두
$H_{eff} = 50 - 8 = 42\ \text{m}$

Step 5. 발전 동력
$P = 10 \times 3 \times 42 \times 0.8 = 1{,}008\ \text{kW}$

선지 판단

① 1,000 kW — 오답. 마찰손실수두 8m를 반영하지 않고 H = 50m 그대로 쓰면 10 × 3 × 50 × 0.8 = 1,200 kW인데 이것도 아니다. 1,000은 어떤 계산 경로로도 나오지 않는 값이다.
② 1,008 kW — 정답. 위 계산 경로 그대로 1,008 kW.
③ 1,200 kW — 오답. 마찰손실수두를 뺀 유효수두(42m) 대신 총 낙차(50m)를 그대로 사용하고 효율(0.8)을 곱한 값(10 × 3 × 50 × 0.8 = 1,200)이다. 손실수두 공제를 빠뜨린 실수.
④ 1,248 kW — 오답. 효율을 곱하지 않거나, 손실수두 계산을 잘못한 경우 나올 수 있는 값이다.

오답 포인트

가장 빈번한 실수 두 가지: 첫째, 마찰손실수두 h_f를 빼지 않고 총 낙차 50m를 그대로 유효수두로 사용하는 것(→ ③ 1,200 선택). 둘째, π = 3이라는 조건을 무시하고 π ≈ 3.14를 쓰면 단면적·유속·손실수두가 모두 달라져 오답이 된다. 문제에서 π 값을 명시할 때는 반드시 그 값을 써야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

수력발전 동력 계산 순서: 단면적 → 유속 → Darcy-Weisbach 손실수두 → 유효수두(총낙차 - 손실수두) → 동력(γ × g × Q × H_eff × η). 마찰손실계수 f가 주어진 순간, 반드시 h_f를 계산해 총 낙차에서 차감해야 한다. 주어진 π, g 값을 그대로 대입하는 것을 잊지 않는다.

NoteBase

암기 포인트

수력발전 동력 공식: $P[\mathrm{kW}] = \gamma_{kN} \cdot Q \cdot H_{eff} \cdot \eta$ ($\gamma = 10\mathrm{kN/m^3}$, $g = 9.8$ 또는 $10\mathrm{m/s^2}$). Darcy-Weisbach 마찰손실수두: $h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$. 이 두 공식은 세트로 암기한다.

NoteBase

문 9. 지하수의 연직분포 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 포화대는 공극이 물로 완전히 채워져 있으며, 지하수의 흐름이 가능한 구간이다.

② 토양수대는 모세관력에 의해 식물이 이용할 수 있는 수분이 존재하는 구간이다.

③ 모관수대는 지하수면 상부에 위치하며, 지하수로부터 모세관 작용에 의해 물이 상승하여 거의 포화상태에 가깝게 유지된다.

④ 중간수대의 두께는 지하수면의 영향을 받지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

지하수의 연직분포대(토양수대 → 중간수대 → 모관수대 → 포화대)의 각 구간 특성을 구별할 수 있는지 묻는 문제다. '옳지 않은 것'을 고르므로, 잘못된 설명을 찾아야 한다.

핵심 개념

지하수 연직분포는 지표면부터 아래로 네 구간으로 나뉜다.

토양수대(soil water zone): 지표 가장 가까운 구간. 식물 뿌리가 닿는 범위로, 수분은 흡착수·모관수·중력수로 존재하며 식물이 이용 가능하다.

중간수대(intermediate zone): 토양수대와 모관수대 사이 구간. 수분은 중력에 의해 아래로 이동하는 통과수와 잔류하는 흡착수·모관수가 있다. 두께는 지하수면의 깊이에 따라 달라진다 — 지하수면이 깊을수록 두꺼워지고, 지하수면이 상승하면 얇아지거나 사라진다.

모관수대(capillary fringe): 지하수면 바로 위 구간. 모세관 작용으로 지하수가 상승하여 거의 포화상태(공극의 대부분이 물로 채워진 상태)를 유지한다.

포화대(saturated zone, phreatic zone): 지하수면 아래 구간. 공극이 물로 완전히 채워져 있으며 지하수가 흐른다. 우리가 '지하수'라 부를 때 개발 대상이 되는 구간이다.

NoteBase

선지별 해설

① (옳음) 포화대는 공극이 물로 완전히 채워져 있고 수압이 대기압보다 크며, 지하수 흐름이 발생하는 구간이다. 설명이 정확하다.

② (옳음) 토양수대에서 식물이 이용하는 수분은 주로 모세관력에 의해 토양 입자 사이에 보유된 모관수다. 설명이 정확하다.

③ (옳음) 모관수대는 지하수면 바로 위에 위치하며, 지하수면으로부터 모세관 작용에 의해 물이 상승하여 거의 포화상태를 유지한다. 설명이 정확하다.

④ (틀림) '중간수대의 두께는 지하수면의 영향을 받지 않는다'는 틀린 설명이다. 올바른 표현: 중간수대의 두께는 지하수면의 깊이에 직접적으로 영향을 받는다. 지하수면이 낮으면(깊으면) 중간수대가 두꺼워지고, 지하수면이 상승하면 중간수대가 얇아진다.

오답 포인트

④번이 틀린 이유: 중간수대는 토양수대 하단과 모관수대 상단 사이에 끼어 있는 구간이므로, 지하수면이 움직이면 모관수대 위치도 이동하고 결국 중간수대의 두께가 변한다. 지하수면의 영향을 '받지 않는다'는 진술은 사실의 반대다. 시험에서 '영향을 받지 않는다'는 표현이 나오면 예외 없이 의심해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지하수 연직분포 문제는 각 대(帶)의 위치 순서와 지하수면과의 관계를 기준으로 푼다. 중간수대 두께 = (지하수면 깊이) - (토양수대 두께) - (모관수대 두께)이므로, 지하수면 깊이가 변하면 중간수대 두께도 변한다. '지하수면의 영향을 받지 않는다'처럼 단정적으로 독립성을 주장하는 선지는 틀릴 가능성이 높다.

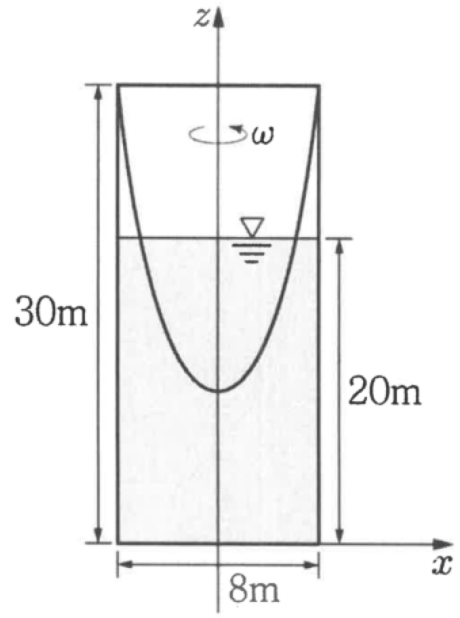
암기 포인트

연직분포 순서(지표→아래): 토양수대 → 중간수대 → 모관수대 → 포화대(지하수면 기준: 위=불포화대, 아래=포화대).
모관수대: 지하수면 바로 위, 거의 포화상태.
중간수대 두께: 지하수면 깊이에 비례해 변한다.

NoteBase

문 10. <보기>와 같이 높이 30m, 직경 8m인 원통수조에 물이 20m 깊이로 채워져 있다. 수조를 회전시키기 시작하여 물이 수조벽의 상단면에 도달할 때, 회전각속도[rad/s]는? (단, 중력가속도는 10m/s^{2}으로 한다.)

<보기>



① 5

② 6

③ 7

④ 8

정답 1번

출제 포인트

강체 회전(forced vortex) 상태에서 포물면 수면이 외벽 상단에 닿을 때의 회전각속도를 구하는 문제다. 포물면 공식과 부피 보존 조건을 함께 적용해야 한다.

조건 정리

원통 반경 R = 4m (직경 8m), 수조 높이 H = 30m, 초기 수심 h_0 = 20m, 중력가속도 g = 10m/s^2. 구하는 것: 수면이 수조벽 상단(높이 30m)에 닿는 순간의 각속도 ω.

NoteBase

사용할 공식

강체 회전 포물면에서 반경 r인 지점의 수면 높이: $z(r) = z_0 + \frac{\omega^2 r^2}{2g}$. 여기서 z_0는 회전 후 중심 수면 높이.
부피 보존: 초기 수면(평면)과 회전 후 포물면의 물 부피가 같아야 한다. 원통에서 포물면의 수면은 중심과 외벽의 평균이 초기 수면 높이와 같다. 따라서 외벽 상승량 = 중심 하강량 = $\frac{\omega^2 R^2}{4g}$.

계산 과정

외벽(r = R = 4m)의 수면 높이 = 초기 수심 + 외벽 상승량

$20 + \frac{\omega^2 \times 4^2}{4 \times 10} = 30$

$20 + \frac{16\omega^2}{40} = 30$

$0.4\omega^2 = 10$

$\omega^2 = 25$

$\omega = 5$ rad/s

선지 판단

① 5 — 계산 결과 ω = 5 rad/s이므로 옳다. (정답)
② 6 — ω = 6이면 외벽 수면 = 20 + (36×16)/(40) = 20 + 14.4 = 34.4m로 상단(30m) 초과. 틀리다.
③ 7 — ω = 7이면 외벽 수면 = 20 + (49×16)/40 = 20 + 19.6 = 39.6m. 틀리다.
④ 8 — ω = 8이면 외벽 수면 = 20 + (64×16)/40 = 20 + 25.6 = 45.6m. 틀리다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 외벽 상승량을 $\frac{\omega^2 R^2}{2g}$ 그대로 쓰는 것이다. 이 값은 중심 기준 상대 높이 차이이지, 외벽의 절대 상승량이 아니다. 부피 보존을 적용하면 외벽 상승 = 중심 하강 = 전체 높이 차의 절반, 즉 $\frac{\omega^2 R^2}{4g}$이다. 이를 놓치면 ω = 5 대신 ω = $\sqrt{50} \approx 7.07$이 나와 ③을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

원통 수조 회전 문제에서 '바닥이 드러나지 않는 조건'이면 중심이 바닥에 닿는 경우를 확인하고, '벽 상단에 닿는 조건'이면 외벽 상승량 = $\frac{\omega^2 R^2}{4g}$로 구한다. 두 경우 모두 부피 보존(상승 = 하강)이 핵심이다.

암기 포인트

강체 회전 원통: 외벽 수면 상승량 = 중심 수면 하강량 = $\frac{\omega^2 R^2}{4g}$. 포물면 높이 차(외벽 - 중심) = $\frac{\omega^2 R^2}{2g}$. 두 공식의 관계를 구분해 두면 어떤 조건이 주어져도 빠르게 적용할 수 있다.

NoteBase

문 11. 관수로 흐름에서 관내 중심부로부터 관벽까지의 층류 상태의 (가)마찰응력 분포와 (나)유속분포, 그리고 (다)이상 유체일 경우의 관내 유속분포의 형태를 옳게 짝지은 것은?

① (가): 포물선 형태, (나): 포물선 형태, (다): 등분포

② (가): 포물선 형태, (나): 선형분포, (다): 등분포

③ (가): 선형분포, (나): 등분포, (다): 포물선 형태

④ (가): 선형분포, (나): 포물선 형태, (다): 등분포

정답 4번

출제 포인트

층류 관수로 흐름에서 관벽(경계)에서 중심부로 가면서 마찰응력과 유속이 어떻게 변하는지, 그리고 이상유체에서는 어떤 분포가 되는지를 묻는 문항이다.

핵심 개념

(가) 마찰응력(전단응력) 분포: 층류 관수로에서 전단응력은 $\tau = \frac{\Delta P}{2L} r$ 이므로 반경 r에 비례한다. 관 중심(r=0)에서 0, 관벽(r=R)에서 최대가 되는 선형(직선) 분포이다.

(나) 유속분포: 층류의 속도분포는 $u = \frac{1}{4\mu}\frac{\Delta P}{L}(R^2 - r^2)$ 이므로 r의 이차함수다. 중심에서 최대, 벽면에서 0이 되는 포물선(포물선 형태) 분포이다.

(다) 이상유체 관내 유속분포: 점성이 없는 이상유체는 경계 마찰이 없으므로 단면 전체에서 유속이 균일하다. 등분포이다.

선지별 해설

① (가)포물선 형태 / (나)포물선 형태 / (다)등분포 — (가)가 틀렸다. 마찰응력은 선형분포이지 포물선이 아니다. X

② (가)포물선 형태 / (나)선형분포 / (다)등분포 — (가)와 (나) 모두 틀렸다. X

③ (가)선형분포 / (나)등분포 / (다)포물선 형태 — (나)와 (다)가 뒤바뀌었다. 층류 유속은 포물선, 이상유체는 등분포다. X

④ (가)선형분포 / (나)포물선 형태 / (다)등분포 — 세 가지 모두 정확하다. O

오답 포인트

마찰응력과 유속분포를 혼동하는 것이 가장 흔한 실수다. 유속은 포물선(이차함수), 마찰응력은 선형(일차함수)임을 구별해야 한다. 이상유체를 층류 유속분포와 같은 포물선으로 착각하면 ③을 고르게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

층류 관수로 문제에서 '마찰응력·전단응력'이 나오면 선형(r에 비례), '유속·속도'가 나오면 포물선(r^2에 반비례)임을 즉시 떠올린다. 이상유체·비점성 유체가 나오면 단면 균일 = 등분포로 판단한다.

암기 포인트

층류 관수로 3종 세트: 마찰응력=선형분포($\tau \propto r$), 유속=포물선분포($u \propto R^2 - r^2$), 이상유체 유속=등분포. 이 세 가지의 조합이 ④임을 기억한다.

NoteBase

문 12. <보기>와 같이 어떤 하천의 단면을 소단면으로 구분하여 수표면으로부터 수심 20% 및 80%가 되는 지점에서 유속을 측정하였다. <보기>의 측정정보를 활용하여 산정할 수 있는 해당 하천의 전체단면의 유량 $[m^3/s]$은?

<보기>

소단면		1	2	3	4	5	6
지점유속 (m/s)	수심 20% 지점	1.2	2.6	3.6	3.0	1.8	1.8
	수심 80% 지점	0.8	1.2	2.8	2.6	1.0	0.6
단면적(m^2)		4	5	9	9	5	4

① 78.3

② 78.9

③ 79.3

④ 79.8

정답 3번

출제 포인트

하천 유량 측정에서 2점법(수심 20%, 80% 지점 유속 평균)으로 소단면별 평균유속을 구한 뒤 각 단면적과 곱하여 전체 유량을 산정하는 문제다.

조건 정리

소단면 6개, 각 소단면에서 수심 20% 지점 유속($v_{0\cdot2}$)과 수심 80% 지점 유속($v_{0\cdot8}$) 및 단면적(A) 주어짐.
소단면 1: $v_{0\cdot2}=1.2$, $v_{0\cdot8}=0.8$, $A=4m^2$
소단면 2: $v_{0\cdot2}=2.6$, $v_{0\cdot8}=1.2$, $A=5m^2$
소단면 3: $v_{0\cdot2}=3.6$, $v_{0\cdot8}=2.8$, $A=9m^2$
소단면 4: $v_{0\cdot2}=3.0$, $v_{0\cdot8}=2.6$, $A=9m^2$
소단면 5: $v_{0\cdot2}=1.8$, $v_{0\cdot8}=1.0$, $A=5m^2$
소단면 6: $v_{0\cdot2}=1.8$, $v_{0\cdot8}=0.6$, $A=4m^2$

NoteBase

사용할 공식

2점법 평균유속: $\bar{v} = \frac{v_{0.2} + v_{0.8}}{2}$
소단면 유량: $q = \bar{v} \times A$
전체 유량: $Q = \sum q_i$

계산 과정

소단면 1: $\bar{v} = (1.2 + 0.8)/2 = 1.0$ m/s, $q = 1.0 \times 4 = 4.0 \mathrm{m^3/s}$
소단면 2: $\bar{v} = (2.6 + 1.2)/2 = 1.9$ m/s, $q = 1.9 \times 5 = 9.5 \mathrm{m^3/s}$
소단면 3: $\bar{v} = (3.6 + 2.8)/2 = 3.2$ m/s, $q = 3.2 \times 9 = 28.8 \mathrm{m^3/s}$
소단면 4: $\bar{v} = (3.0 + 2.6)/2 = 2.8$ m/s, $q = 2.8 \times 9 = 25.2 \mathrm{m^3/s}$
소단면 5: $\bar{v} = (1.8 + 1.0)/2 = 1.4$ m/s, $q = 1.4 \times 5 = 7.0 \mathrm{m^3/s}$
소단면 6: $\bar{v} = (1.8 + 0.6)/2 = 1.2$ m/s, $q = 1.2 \times 4 = 4.8 \mathrm{m^3/s}$
전체 유량: $Q = 4.0 + 9.5 + 28.8 + 25.2 + 7.0 + 4.8 = 79.3 \mathrm{m^3/s}$

선지 판단

① $78.3 \mathrm{m^3/s}$ — 오답. 계산 결과와 다름.
② $78.9 \mathrm{m^3/s}$ — 오답. 계산 결과와 다름.
③ $79.3 \mathrm{m^3/s}$ — 정답. 2점법으로 각 소단면 평균유속을 구하고 단면적을 곱한 뒤 합산한 결과가 $79.3 \mathrm{m^3/s}$.
④ $79.8 \mathrm{m^3/s}$ — 오답. 계산 결과와 다름.

오답 포인트

2점법에서 평균유속을 구할 때 $v_{0.2}$만 쓰거나 $v_{0.8}$만 쓰면 총 유량이 크게 달라진다. 예를 들어 $v_{0.2}$만으로 계산하면 소단면별 q가 과대 산정되어 $81.5 \mathrm{m^3/s}$, $v_{0.8}$만 쓰면 약 $77.1 \mathrm{m^3/s}$가 나와 모두 오답으로 빠진다. 반드시 두 지점 유속의 산술평균을 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

소단면법 + 2점법 문제는 (1) 각 소단면에서 $v_{0.2}$와 $v_{0.8}$의 평균 계산 → (2) 평균유속 × 단면적으로 소단면 유량 계산 → (3) 전체 소단면 유량 합산의 3단계로 풀면 실수가 없다. 숫자가 많으므로 소단면별로 표를 직접 채워가며 계산하고, 마지막 합산에서 오류가 생기지 않도록 각 소단면 q를 따로 적어두는 것이 좋다.

암기 포인트

하천 유속 측정법별 대표 공식:
· 1점법(수심 60% 지점 유속): $\bar{v} = v_{0.6}$
· 2점법(수심 20%, 80% 지점): $\bar{v} = (v_{0.2} + v_{0.8})/2$
· 3점법(수심 20%, 60%, 80% 지점): $\bar{v} = (v_{0.2} + 2v_{0.6} + v_{0.8})/4$
소단면법 유량: $Q = \sum (\bar{v}_i \times A_i)$

NoteBase

문 13. 폭 5m인 직사각형 단면 수로에 4m의 수심을 형성하며 $10m^3/s$의 유량이 흐르고 있다. 비력$[m^3]$은? (단, 중력 가속도는 $10m/s^2$이다.)

① 40

② 40.5

③ 41

④ 45

정답 2번

출제 포인트

비력(Specific Force) 공식을 직사각형 단면에 적용하여 수치를 계산할 수 있는지 묻는다. 비력은 운동량 방정식에서 유도되며, 단위는m^3이다.

조건 정리

폭(B) = 5m, 수심(y) = 4m, 유량(Q) = $10m^3/s$, 중력가속도(g) = $10m/s^2$
단면적 A = B × y = 5 × 4 = $20m^2$
도심 깊이(수면에서 도심까지) ☒ = y/2 = 4/2 = 2m

사용할 공식

비력 $M = \frac{Q^2}{gA} + A\bar{y}$
여기서 Q = 유량, g = 중력가속도, A = 단면적, ☒ = 수면에서 단면 도심까지의 깊이

계산 과정

① 유속압 항: $\frac{Q^2}{gA} = \frac{10^2}{10 \times 20} = \frac{100}{200} = 0.5\ m^3$
② 정수압 항: $A\bar{y} = 20 \times 2 = 40\ m^3$
③ 비력: $M = 0.5 + 40 = 40.5\ m^3$

선지 판단

① 40 — 오답. $A\bar{y} = 40$만 계산하고 유속압 항 0.5를 누락한 값이다.
② 40.5 — 정답. 유속압 항 0.5와 정수압 항 40을 합산한 올바른 비력 값이다.
③ 41 — 오답. 유속압 항을 1로 잘못 계산(예: g=10 대신 g=5 혼용)하거나 반올림 오류에서 나오는 값이다.
④ 45 — 오답. ☒를 y/2=2m이 아닌 y=4m으로 잘못 적용하면 $A\bar{y} = 20 \times 4 = 80$이 아니라, 별도 계산 오류로 45가 된다. 또는 $V^2/(2\ g)$항과 혼동한 계산 실수이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 흔한 실수는 ①번처럼 $A\bar{y}$ 항만 계산하고 $Q^2/(gA)$ 항을 빠뜨리는 것이다. 비력은 정수압 항과 운동량(유속압) 항의 합임을 반드시 기억한다. 직사각형 단면에서 도심 깊이는 수심의 절반(y/2)이므로, y를 그대로 쓰면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

비력 문제가 나오면 두 항을 빠짐없이 계산한다: (1) 유속압 항 $Q^2/(gA)$, (2) 정수압 항 $A\bar{y}$. 직사각형이면 ☒ = y/2, 삼각형이면 ☒ = y/3. 단위를 m^3로 맞춰 검산한다.

암기 포인트

비력 공식: $M = \frac{Q^2}{gA} + A\bar{y}$ (단위: m^3)
직사각형 단면: A = By, ☒ = y/2 → $A\bar{y} = By^2/2$
비력은 도수(수력도약) 전후로 동일하게 유지된다(비력 보존 원리).

NoteBase

문 14. 유속 분포 $u = -ky,\ v = kx$를 지니는 2차원 정상유동이 있을 때, 이 유동의 유선(streamline)의 형태는?

① 직선
② 쌍곡선
③ 원형곡선
④ 포물선

정답 3번

출제 포인트

유속 성분 u, v가 주어졌을 때 유선(streamline) 방정식을 세우고 적분하여 유선의 기하학적 형태를 판별하는 문제다.

조건 정리

u = -ky, v = kx (k는 상수). 2차원 정상유동이므로 유선 방정식 dy/dx = v/u 를 적용한다.

사용할 공식

유선 방정식: $\frac{dy}{dx} = \frac{v}{u}$. 분리변수법으로 적분한다.

계산 과정

$\frac{dy}{dx} = \frac{v}{u} = \frac{kx}{-ky} = -\frac{x}{y}$

양변에 y를 곱하고 분리변수:
$ydy = -xdx$

양변 적분:
$\int ydy = -\int xdx$
$\frac{y^2}{2} = -\frac{x^2}{2} + C$

정리:
$x^2 + y^2 = 2C = R^2$

이는 반지름 R인 원(원형곡선)의 방정식이다.

NoteBase

선지 판단

① 직선 — 오답. $x^2 + y^2 = R^2$은 직선이 아니라 원이다.
② 쌍곡선 — 오답. 쌍곡선은 $xy = C$ 형태(예: $u = ky$, $v = kx$처럼 동일부호일 때)이며, 이 문제와 다르다.
③ 원형곡선 — 정답. 유선 방정식 적분 결과 $x^2 + y^2 = R^2$으로 원점 중심의 동심원군이 된다.
④ 포물선 — 오답. 포물선은 $y = ax^2$ 형태로 이 적분 결과와 일치하지 않는다.

오답 포인트

② 쌍곡선을 고르는 실수가 잦다. $u = ky$, $v = kx$(둘 다 양수 부호)이면 $dy/dx = x/y \rightarrow x^2 - y^2 = C$가 되어 쌍곡선이 맞지만, 이 문제는 $u = -ky$(음수 부호)이므로 $dy/dx = -x/y \rightarrow x^2 + y^2 = R^2$(원)이 된다. 부호 하나가 형태를 완전히 바꾼다.

다시 나오면 이렇게 판단

유속 성분이 주어지면 $dy/dx = v/u$로 분리변수 적분 → 나온 방정식의 형태로 유선을 판별한다. $x^2 + y^2 = C^2$이면 원, $xy = C$이면 쌍곡선, $y = ax^2 + b$이면 포물선, $y = ax + b$이면 직선임을 기억한다.

암기 포인트

$u = -ky$, $v = kx$ 조합 → 유선은 원(원형곡선). 이 속도 분포는 강제 와류(forced vortex)에 해당하며, 유선이 원점 중심의 동심원을 이룬다.

NoteBase

문 15. 강우-유출자료가 없는 지역에서, 유역 및 하천 특성 인자들을 이용하여 다른 지역에서 얻은 경험을 토대로 단위도를 구하는 방법에 해당하지 않는 것은?

① Penman 방법

② Snyder 방법

③ Nakayasu 방법

④ Clark 방법

정답 1번

출제 포인트

강우–유출자료가 없는 미계측 유역에서 유역 특성인자(면적·형상·경사 등)를 이용해 단위도를 합성하는 방법(합성단위도법)을 구별하는 문제다. 4개 선지 중 합성단위도법에 속하지 않는 방법을 골라야 한다.

핵심 개념

합성단위도법(Synthetic Unit Hydrograph Method): 미계측 유역에서 경험적 지역 공식과 유역 특성인자를 써서 단위도를 추정하는 방법. 대표적 방법으로 Snyder 방법, Nakayasu 방법, Clark 방법, SCS(NRCS) 방법 등이 있다.

Penman 방법: 순복사량·기온·습도·풍속을 조합해 잠재증발산량(ET_0)을 추정하는 공식으로, 단위도와 전혀 무관하다.

선지별 해설

① Penman 방법 — 오답(정답 선지). Penman 방법은 에너지수지법과 공기역학적 방법을 결합한 잠재증발산량 추정 공식이다. 유역 특성인자를 이용한 단위도 합성과는 관련이 없으므로 합성단위도법에 해당하지 않는다.
② Snyder 방법 — 옳음. 유역 면적·유역 길이·중심까지 거리 등 특성인자를 써서 첨두유량·지체시간·단위도 기저시간을 추정하는 합성단위도법이다.
③ Nakayasu 방법 — 옳음. 일본에서 개발된 합성단위도법으로, 집중시간과 기저시간 비를 특성인자로 단위도를 구성한다.
④ Clark 방법 — 옳음. 시간-면적 곡선(time-area diagram)과 선형 저수지 개념을 결합해 단위도를 합성하는 방법이다.

NoteBase

오답 포인트

Penman이라는 이름이 수문학자 이름이어서 단위도법 중 하나처럼 보일 수 있다. 그러나 Penman(또는 Penman-Monteith) 방법의 용도는 순복사·풍속·포화증기압 부족량으로 증발산량을 구하는 것이며, 유출해석의 단위도 합성과는 전혀 다른 분야다.

다시 나오면 이렇게 판단

'합성단위도법에 해당하지 않는 것'이 묻히면 먼저 선지에서 증발산·침투·저류 관련 방법을 찾는다. Penman·Thornthwaite·Hamon은 증발산 추정 방법, Green-Ampt는 침투 방법으로 단위도 합성과 무관하다. 반면 Snyder·Nakayasu·Clark·SCS는 합성단위도법의 4대 계통으로 세트로 암기한다.

암기 포인트

합성단위도법 3총사: Snyder(미국 경험식, 특성인자 3개) / Nakayasu(일본식, 집중시간 기반) / Clark(시간-면적+선형저수지). Penman은 증발산(ET) 계열 — 단위도 아님.

NoteBase

문 16. 점성계수가 $1.21\,\mathrm{Pa\cdot s}$인 점성유체가 고정된 경계면 위를 따라 유속 분포 $u = 1.2y - 0.8y^2 + 0.3y^3$으로 흐르고 있다. 여기서 u는 유속[m/s], y는 고체 경계면으로부터 수직 방향 거리[m]를 나타낸다. $y = 0.4$에서의 전단응력[Pa]은? (단, 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.)

① 0.50

② 0.70

③ 0.85

④ 1.00

정답 3번

출제 포인트

점성유체의 전단응력 공식 τ = μ·(du/dy)를 적용해, 주어진 유속 분포 함수를 y에 대해 미분한 뒤 특정 위치에서의 전단응력을 구하는 문제다.

조건 정리

점성계수 μ = 1.21 Pa·s
유속 분포: $u = 1.2y - 0.8y^2 + 0.3y^3$ [m/s]
y = 고체 경계면으로부터 수직 방향 거리 [m]
구하는 값: y = 0.4m에서의 전단응력 τ [Pa]
(소수점 셋째 자리에서 반올림 → 소수점 둘째 자리까지 표현)

사용할 공식

뉴턴의 점성 법칙:
$\tau = \mu \frac{du}{dy}$
여기서 du/dy는 y 방향 속도 기울기(전단변형률)다.

NoteBase

계산 과정

1단계: 유속 분포를 y에 대해 미분

$u = 1.2y - 0.8y^2 + 0.3y^3$

$\frac{du}{dy} = 1.2 - 1.6y + 0.9y^2$

2단계: y = 0.4 대입

$\frac{du}{dy}|_{y=0.4} = 1.2 - 1.6 \times 0.4 + 0.9 \times (0.4)^2$

$= 1.2 - 0.64 + 0.9 \times 0.16$

$= 1.2 - 0.64 + 0.144 = 0.704$

3단계: 전단응력 계산

$\tau = 1.21 \times 0.704 = 0.85184 \text{Pa}$

4단계: 반올림 (소수점 셋째 자리에서 반올림 → 둘째 자리 표현)

0.85184 → 0.85 Pa

선지 판단

① 0.50 — ☒ 계산값 0.85와 다르다. du/dy = 0.704, τ = 0.85이므로 성립하지 않는다.

② 0.70 — ☒ 미분값 0.704 자체를 그대로 τ로 혼동하면 나오는 오답이다. μ를 곱하지 않은 실수.

③ 0.85 — ○ τ = 1.21 × 0.704 = 0.85184 ≈ 0.85 Pa. 정답.

④ 1.00 — ☒ μ와 du/dy를 잘못 계산하거나 y = 0.4가 아닌 다른 위치를 대입할 때 나오는 오답이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 두 가지다.

첫째, du/dy를 구하고 μ를 곱하지 않고 0.704를 그대로 전단응력으로 읽는 것(② 0.70 선택).

둘째, y^2 항의 계수를 미분할 때 $-0.8y^2$의 도함수를 $-0.8y$로 잘못 쓰는 것(지수 내리기 누락). 반드시 $-1.6y$임을 확인한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유속 분포 u(y)가 다항식으로 주어지면 ① du/dy 미분 → ② 지정 y 대입 → ③ μ 곱하기 의 3단계 순서를 자동으로 밟는다. '소수점 셋째 자리에서 반올림'은 결과를 소수점 둘째 자리까지 표현하라는 뜻임을 기억한다.

NoteBase

암기 포인트

뉴턴 유체 전단응력: $\tau = \mu \frac{du}{dy}$

μ 단위 $Pa \cdot s = N \cdot s/m^2 = kg/(m \cdot s)$

전단응력 단위 $Pa = N/m^2$

다항식 u 미분 후 반드시 μ를 곱해야 전단응력이 된다.

NoteBase

문 17. 대수층의 두께가 5m이고, 평균 폭이 1.2km이다. 500m 떨어진 지점의 우물 수위차가 7m이고, 투수계수가 80m/day, 공극률이 0.2이다. 하루에 흐르는 지하수 유량[m^3/day]과 침윤속도[m/day]는?

① 유량[m^3/day]: 672, 침윤속도[m/day]: 1.12

② 유량[m^3/day]: 672, 침윤속도[m/day]: 5.6

③ 유량[m^3/day]: 6,720, 침윤속도[m/day]: 1.12

④ 유량[m^3/day]: 6,720, 침윤속도[m/day]: 5.6

정답 4번

출제 포인트

피압대수층에서 Darcy 법칙으로 지하수 유량을 구하고, 다르시 유속을 공극률로 나눠 침윤속도(실제 유속)를 구하는 문제다. 두 값을 모두 정확히 계산해야 하며, '침윤속도 = 다르시 유속 ÷ 공극률' 관계를 반드시 알아야 한다.

조건 정리

대수층 두께(b) = 5m, 평균 폭(W) = 1,200m, 수위차(Δh) = 7m, 수평거리(L) = 500m, 투수계수(K) = 80m/day, 공극률(n) = 0.2

사용할 공식

동수경사: $i = \frac{\Delta h}{L}$

유량(Darcy 법칙): $Q = K \cdot i \cdot A$, 여기서 $A = b \times W$

다르시 유속: $V_D = K \cdot i$

침윤속도(실제 유속): $V_s = \frac{V_D}{n}$

계산 과정

① 동수경사: $i = \frac{7}{500} = 0.014$

② 단면적: $A = 5 \times 1{,}200 = 6{,}000\text{m}^2$

③ 유량: $Q = 80 \times 0.014 \times 6{,}000 = 6{,}720\text{m}^3/\text{day}$

④ 다르시 유속: $V_D = 80 \times 0.014 = 1.12\text{m/day}$

⑤ 침윤속도: $V_s = \frac{1.12}{0.2} = 5.6\text{m/day}$

NoteBase

선지 판단

① 유량 672, 침윤속도 1.12 — 유량이 틀림. 폭 1,200m 대신 120m로 계산하거나 단위 오류를 범한 결과다. 침윤속도 1.12는 다르시 유속 값으로 공극률 나눔을 빠뜨린 것도 오류. ☒
② 유량 672, 침윤속도 5.6 — 유량이 틀림(위와 동일한 오류). ☒
③ 유량 6,720, 침윤속도 1.12 — 유량은 맞으나 침윤속도가 틀림. 1.12는 다르시 유속 V_D이며, 공극률(0.2)로 나누지 않은 값이다. ☒
④ 유량 6,720, 침윤속도 5.6 — 유량과 침윤속도 모두 정확함. ✓

오답 포인트

가장 흔한 실수 두 가지: 첫째, 침윤속도를 다르시 유속(1.12m/day)으로 착각하는 것(③번 오답 함정). 침윤속도는 다르시 유속을 공극률로 나눠야 한다. 둘째, 폭 1.2km를 1,200m로 변환하지 않아 유량을 10배 작게 계산하는 것(①②번 함정).

다시 나오면 이렇게 판단

지하수 유속 관련 문제에서 두 가지 유속이 등장하면 반드시 구분한다. 다르시 유속 $V_D = Ki$는 토층 전체 단면을 기준으로 한 가상 유속이고, 침윤속도(실제 유속) $V_s = V_D/n$은 공극(물이 실제 흐르는 통로)을 기준으로 한 유속이다. 공극률 n < 1이므로 $V_s > V_D$는 항상 성립한다. 유량은 Darcy 법칙 $Q = KiA$로 구하되, 단면적 A를 폭×두께로 정확히 잡는다.

암기 포인트

침윤속도 $V_s = V_D/n$ — 공극률로 나누면 실제 유속, 다르시 유속보다 항상 크다. 유량 $Q = K \cdot i \cdot (b \times W)$: 두께×폭이 단면적. km 단위는 반드시 m로 환산(1.2km = 1,200m).

NoteBase

문 18. X 관측소에서 우량계의 고장으로 한 달간 강수량 관측을 할 수 없었다. 역거리 자승법을 이용하여 결측값을 보간하였을 때, X 관측소의 월 강수량[mm]은? (단, 소수점 둘째 자리에서 반올림한다.)

<보기>

관측소	월 강수량(mm)	X 관측소와의 거리(km)
A	180	3
B	160	2
C	150	1
X	?	0

① 154.3

② 158.2

③ 163.3

④ 167.4

정답 1번

출제 포인트

역거리 자승법(Inverse Distance Squared Weighting, IDW)으로 결측 강수량을 보간하는 계산 문제다.
가중치가 거리의 제곱에 반비례한다는 핵심 공식을 정확히 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

관측소 A: 월 강수량 180mm, X와의 거리 3km
관측소 B: 월 강수량 160mm, X와의 거리 2km
관측소 C: 월 강수량 150mm, X와의 거리 1km
소수점 둘째 자리에서 반올림

사용할 공식

역거리 자승법 보간식:

$$P_X = \frac{\sum_i \frac{P_i}{d_i^2}}{\sum \frac{1}{d^2}}$$

여기서 P_i는 인근 관측소 강수량, d_i는 X 관측소까지의 거리다.

NoteBase

계산 과정

① 각 가중치($1/d_i^2$) 산정:

$w_A = 1/3^2 = 1/9$

$w_B = 1/2^2 = 1/4$

$w_C = 1/1^2 = 1$

② 분자($\sum P_i/d_i^2$) 계산:

$\frac{180}{9} + \frac{160}{4} + \frac{150}{1} = 20 + 40 + 150 = 210$

③ 분모($\sum 1/d_i^2$) 계산:

$\frac{1}{9} + \frac{1}{4} + 1 = \frac{4}{36} + \frac{9}{36} + \frac{36}{36} = \frac{49}{36}$

④ 보간값 계산:

$P_X = \frac{210}{49/36} = 210 \times \frac{36}{49} = \frac{7560}{49} \approx 154.29$

소수점 둘째 자리에서 반올림 → 154.3mm

선지 판단

① 154.3 → 계산 결과 7560/49 ≈ 154.29, 반올림하면 154.3. 정답.

② 158.2 → 역거리 자승이 아닌 단순 역거리($1/d$)로 잘못 적용했을 때 나오는 오답.

③ 163.3 → 가중 없이 단순 산술평균((180 + 160 + 150)/3 = 163.3)으로 계산했을 때 나오는 오답.

④ 167.4 → 분자·분모 중 하나를 잘못 계산했을 때 나오는 오답.

오답 포인트

가장 흔한 실수 두 가지:

첫째, 거리를 그대로 쓰는 것(역거리법)과 거리의 제곱을 쓰는 것(역거리 자승법)을 혼동한다. 이 문제는 '자승법'이므로 반드시 d^2을 분모에 써야 한다.

둘째, 단순 산술평균으로 계산해 ③ 163.3을 고르는 실수가 많다. 역거리 자승법은 가까운 관측소에 더 큰 가중치를 부여하므로, 결과는 가장 가까운 C(150mm) 쪽으로 끌려 163.3보다 낮게 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

문제에 '역거리 자승법'이라고 명시되어 있으면 무조건 $1/d^2$ 가중치를 쓴다. 계산 흐름은 '가중치 계산 → 분자(강수량×가중치 합) → 분모(가중치 합) → 나누기' 순서를 반드시 지킨다. 거리가 1km인 관측소의 가중치가 1이 되어 분모 계산이 단순해지면 검산 단서로 활용할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

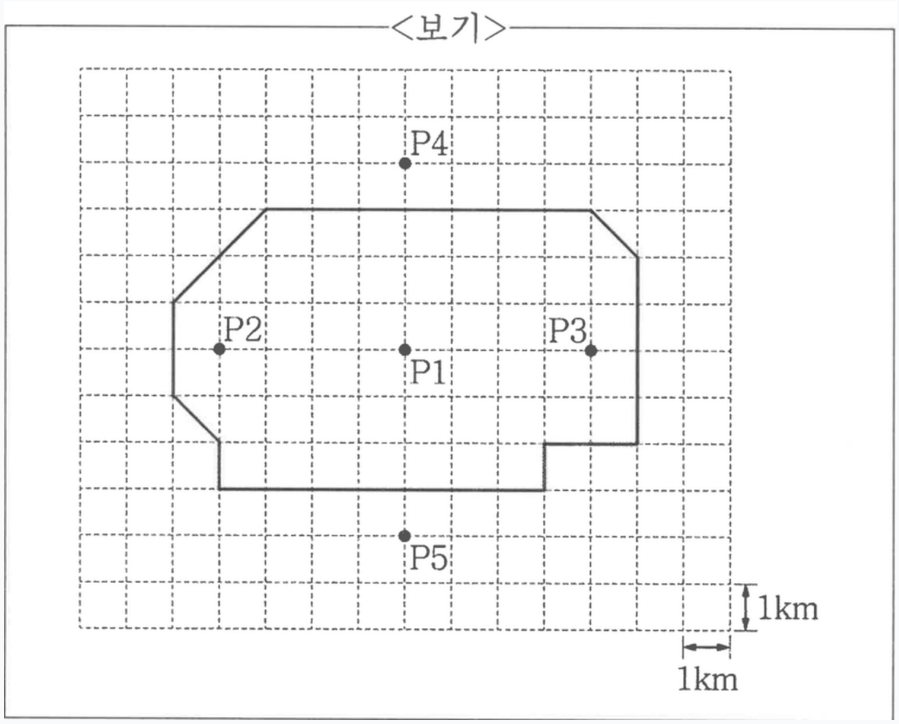
역거리 자승법: $P_X = \frac{\sum P_i/d_i^2}{\sum 1/d_i^2}$

핵심 = 분자·분모 모두 d^2으로 나눈다. 거리가 짧을수록 가중치가 기하급수적으로 커지므로 결과는 가장 가까운 관측소 값에 가깝게 수렴한다.

NoteBase

문 19. <보기>의 실선은 어느 도시의 유역경계를 나타내고 있고, P1, P2, P3, P4, P5는 해당 유역 내외의 강우 관측소의 위치를 표시한 것이다. 한 눈금(한 칸)의 거리가 1km일 때, 티센다각형법에 의해 설정되는 P1과 P2 강우관측소의 지배면적[km^2]은?

<보기>



① P1: 15, P2: 12.5

② P1: 15.5, P2: 13

③ P1: 16, P2: 13.5

④ P1: 16.5, P2: 14

정답 3번

출제 포인트

티센다각형법(Thiessen polygon method)으로 각 강우관측소의 지배면적을 구한다. 격자 위의 5개 관측소에 대해 수직이등분선을 작도하고, 유역 경계로 절단한 면적을 격자 셀 수로 산정한다.

조건 정리

- 격자 1눈금 = 1km (셀 1개 = $1km^2$)
- 관측소 위치(격자 좌표, 오른쪽이 +x·위쪽이 +y): P1(7,6), P2(3,6), P3(11,6), P4(7,2), P5(7,10)
- P1을 기준으로 P2·P3는 수평 방향 4km, P4·P5는 수직 방향 4km 떨어져 있음 (P2·P1·P3는 같은 가로줄, P4·P1·P5는 같은 세로줄)
- 유역 경계(실선): 윗변·아랫변이 수평이고 네 모서리가 45° 사선으로 깎인 다각형(오른쪽 아래에 한 칸 단차)

NoteBase

사용할 공식

티센다각형의 작도 원리: 인접한 두 관측소의 연결선에 대한 수직이등분선이 각 관측소의 지배 영역 경계가 된다.

A_i = (티센 다각형 유역 경계의 넓이)

각 관측소 *i*의 지배면적은 해당 티센 셀과 유역 경계의 교집합 면적이다.

NoteBase

계산 과정

P1의 지배면적 계산

- P1-P2 수직이등분선: P1(7,6)과 P2(3,6)의 중점 x=5를 지나는 세로선 → P1의 왼쪽 경계 x=5
- P1-P3 수직이등분선: P1(7,6)과 P3(11,6)의 중점 x=9 → 오른쪽 경계 x=9
- P1-P4 수직이등분선: P1(7,6)과 P4(7,2)의 중점 y=4 → 위쪽 경계 y=4
- P1-P5 수직이등분선: P1(7,6)과 P5(7,10)의 중점 y=8 → 아래쪽 경계 y=8

P1의 티센 셀은 x=5~9, y=4~8로 둘러싸인 직사각형이다.

$A_{P1} = 4\ \text{km} \times 4\ \text{km} = 16\ \text{km}^2$

이 직사각형은 유역 경계 안에 완전히 포함되므로, P1 지배면적 = **16km^2**.

P2의 지배면적 계산

P2(3,6) 티센 셀의 경계를 이루는 수직이등분선:
- P1-P2: x=5 → P2 셀의 오른쪽 경계 (P2와 P1의 중점)
- P2-P4: P2(3,6)·P4(7,2)의 중점 (5,4)를 지나고 P2-P4 연결선과 직교하는 선. P2→P4 방향이 (+4,-4)이므로 이등분선 기울기는 +1(45° 사선)이고, 이 선이 P2 셀의 오른쪽-위 사선 경계가 된다.
- P2-P5: P2(3,6)·P5(7,10)의 중점 (5,8)을 지나는 기울기 -1(45° 사선) → P2 셀의 오른쪽-아래 사선 경계.

따라서 P2 셀의 오른쪽은 x=5(중앙)에서 위·아래로 갈수록 45°로 안쪽을 향해 깎인다. 왼쪽은 유역 경계(좌상·좌하 45° 모서리)가 절단한다.

격자 셀을 1km^2 단위로 세면(좌표는 셀의 왼쪽아래 꼭짓점 기준):
- **완전히 들어오는 셀 11개 = 11km^2**
- x=2~3 열: y=5~6, y=6~7 의 2개
- x=3~4 열: y=4~5, 5~6, 6~7, 7~8, 8~9 의 5개
- x=4~5 열: y=4~5, 5~6, 6~7, 7~8 의 4개
- **절반(0.5km^2)으로 잘리는 셀 5개 = 2.5km^2**
- 좌상 45° 유역 모서리: x=2~3·y=4~5 셀과 x=3~4·y=3~4 셀을 각각 대각선으로 절반 → +0.5, +0.5
- P2-P4 사선(기울기 +1)이 x=4~5·y=3~4 셀을 절반 → +0.5
- 좌하 45° 유역 모서리: x=2~3·y=7~8 셀을 절반 → +0.5

NoteBase

- P2-P5 사선(기울기 -1)이 x=4~5·y=8~9 셀을 절반 → +0.5

$A_{P2} = 11 + 5 \times 0.5 = 11 + 2.5 = 13.5\ \text{km}^2$

선지 판단

- ① P1=15, P2=12.5: P1 직사각형 4×4=16이므로 P1=15는 틀림. 오답.
- ② P1=15.5, P2=13: P1=16이어야 하므로 오답.
- ③ P1=16, P2=13.5: P1 직사각형 4×4=16, P2는 완전 셀 11개 + 절반 셀 5개(2.5)=13.5. 정답.
- ④ P1=16.5, P2=14: P1 셀이 정확한 직사각형(16)이므로 16.5가 될 수 없다. 오답.

P1=16은 네 선지 중 ③·④에만 있고, 그중 P2=13.5인 ③만 성립한다.

오답 포인트

- P1-P2 수직이등분선을 두 관측소 거리의 중점(x=5)이 아닌 다른 위치에 잡으면 P1 면적이 달라진다. P1은 사방 4km 거리의 관측소들에 둘러싸여 있으므로 정확히 4×4 직사각형이다.
- P2-P4, P2-P5 수직이등분선은 두 관측소를 잇는 선과 직교하는 45° 사선이다. 이 사선이 격자 셀을 대각으로 가르는 절반(0.5km^2)을 빠뜨리면 P2가 과소 산정된다.
- 유역 경계의 좌상·좌하 45° 모서리가 P2 셀을 절단하는 절반 셀도 반드시 포함해야 한다(여기서만 0.5km^2가 2개).
- 절반 셀 5개가 모두 0.5km^2씩이므로 하나라도 누락하면 13.0 또는 12.5로 어긋나 ②·①로 잘못 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

1. 관측소 간 거리를 파악하고 수직이등분선 위치(중간점)를 격자 눈금으로 표시한다.
2. P1처럼 사방이 동거리 관측소로 둘러싸인 경우, 티센 셀은 반드시 직사각형이 된다. 변의 길이 = 관측소 간 거리(= 거리의 절반 × 2).
3. P2처럼 대각 방향(P4·P5)에 인접 관측소가 있으면 그 연결선과 직교하는 45° 사선 이등분선이 생긴다. 사선이 격자 꼭짓점을 지나면 셀을 정확히 반분(0.5km^2)한다.
4. 유역 경계가 셀을 45°로 절단하는 모서리도 같은 방식으로 0.5km^2씩 더한다.
5. 선지 차이가 0.5km^2 단위이므로 절반 셀 하나가 오답을 가른다.

NoteBase

암기 포인트

- 티센 다각형법: 수직이등분선 → 보로노이 셀 → 유역 경계 절단 → 셀 계수
- 관측소 간 거리가 d이면, 수직이등분선은 d/2 지점을 지난다
- 두 관측소가 대각(45°) 방향이면 이등분선은 기울기 ±1의 45° 사선이고, 격자 꼭짓점을 지날 때 해당 셀을 반분($0.5km^2$)
- P1처럼 4방향 등거리 배치 → 직사각형 셀 → 면적 = d × d (d = 관측소 간 거리)
- 지배면적 합산 시 모든 관측소의 지배면적 합 = 유역 총 면적

NoteBase

문 20. <보기>는 한강유역의 한 관측소의 지역빈도해석에 의한 재현기간-지속기간에 따른 확률강우량[mm]을 나타내고 있다. 이 지역에 4시간 동안 136mm의 강우가 지속되었다고 할 때, 해당 강우사상의 강우강도[mm/hr]와 초과확률[%]은?

<보기>

구분	지속기간(시간)					
재현기간(년)	1	2	3	4	5	6
2	30.2	42.6	53.6	63.2	72.3	81.4
3	35.2	49.8	62.8	74.1	84.8	96.0
5	41.3	59.0	74.6	88.4	101.4	115.0
10	49.7	72.5	92.3	110.2	126.8	143.8
20	58.6	87.9	112.7	136.0	157.1	177.7
30	64.2	98.0	126.2	153.4	177.7	200.4
50	71.7	112.0	145.3	178.3	207.3	232.7
70	76.9	122.2	159.2	196.7	229.2	256.5
80	79.0	126.4	165.1	204.5	238.6	266.6
100	82.7	133.8	175.3	218.2	255.0	284.3

① 강우강도[mm/hr]: 22.1, 초과확률[%]: 5

② 강우강도[mm/hr]: 22.1, 초과확률[%]: 20

③ 강우강도[mm/hr]: 34, 초과확률[%]: 5

④ 강우강도[mm/hr]: 34, 초과확률[%]: 20

정답 3번

출제 포인트

지속기간-재현기간 확률강우량 표에서 주어진 강우량에 해당하는 재현기간을 찾고, 강우강도와 초과확률을 계산하는 문제다.

조건 정리

지속기간 = 4시간, 총 강우량 = 136mm. 강우강도[mm/*hr*]와 초과확률[%]을 구한다.

사용할 공식

강우강도 $I = \frac{R}{t}$ (R: 강우량[mm], t: 지속기간[hr]). 초과확률 $P = \frac{1}{T} \times 100\%$ (T: 재현기간[년]).

NoteBase

계산 과정

① 강우강도: $I = \frac{136\text{mm}}{4\text{hr}} = 34\text{mm/hr}$
② 재현기간 확인: 표의 지속기간 4시간 열에서 136.0mm에 해당하는 행을 찾으면 재현기간 20년이다.
③ 초과확률: $P = \frac{1}{20} \times 100 = 5\%$

선지 판단

① 강우강도 22.1mm/hr, 초과확률 5% — 강우강도가 틀렸다(34mm/hr이 맞다). X
② 강우강도 22.1mm/hr, 초과확률 20% — 강우강도와 초과확률 모두 틀렸다. X
③ 강우강도 34mm/hr, 초과확률 5% — 계산 결과와 일치한다. O
④ 강우강도 34mm/hr, 초과확률 20% — 강우강도는 맞지만 초과확률이 틀렸다. 재현기간 20년이면 초과확률은 5%이지 20%가 아니다(20%는 재현기간 5년에 해당). X

오답 포인트

① ②의 22.1mm/hr는 136mm ÷ 6hr로 지속기간을 4시간이 아닌 6시간으로 잘못 나눈 값이다. ④는 재현기간 20년을 초과확률 20%로 혼동한 오류다. 재현기간(T)과 초과확률(P=1/T)은 역수 관계임을 기억한다.

다시 나오면 이렇게 판단

강우강도는 (총 강우량) ÷ (지속기간)으로 단위 변환을 확인한다. 표에서 해당 셀을 찾을 때는 지속기간 열을 먼저 고정하고, 강우량이 일치하는 재현기간 행을 찾는다. 초과확률은 반드시 1/T로 변환해 %로 표현한다.

암기 포인트

초과확률 P[%] = (1 ÷ 재현기간T) × 100. 재현기간 20년 → 초과확률 5%, 재현기간 5년 → 초과확률 20%, 재현기간 100년 → 초과확률 1%. 강우강도 단위: mm/hr = mm ÷ hr(지속기간을 시간 단위로 맞춰 나눔).

NoteBase