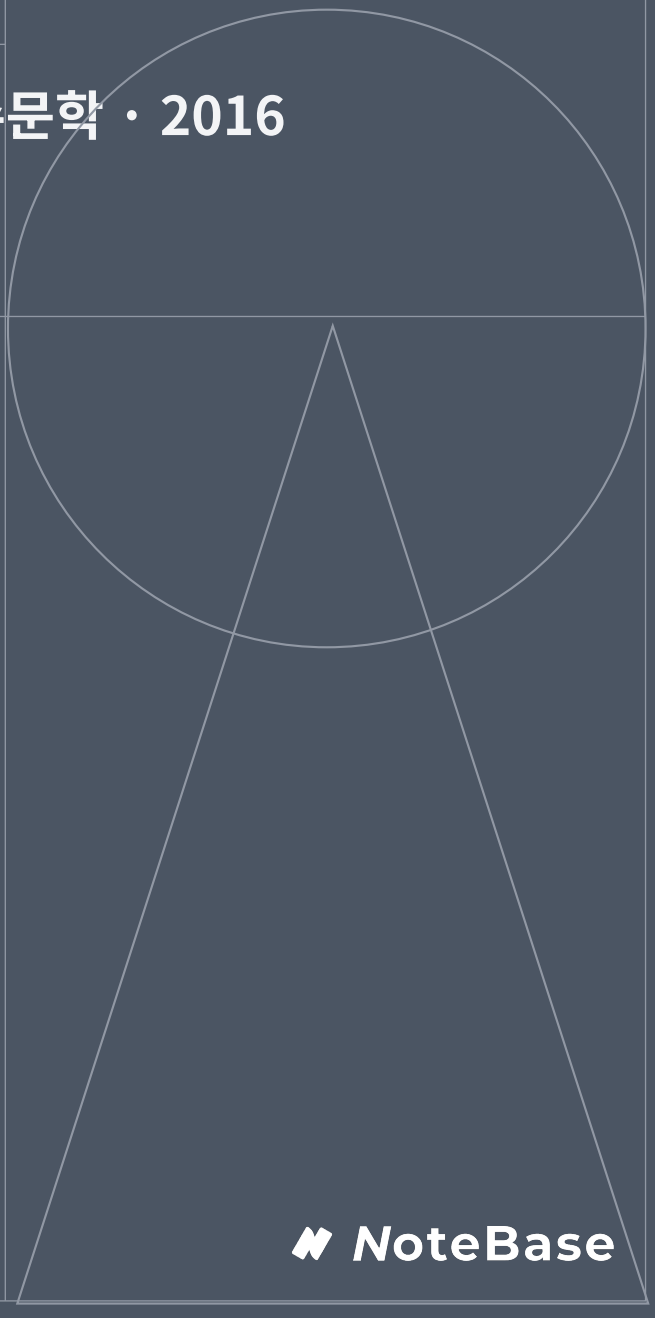
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2016

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2016

문 1. 개수로 흐름에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 개수로 흐름에서는 수면과 동수경사선이 일치한다.

② 한계류 상태에서는 수심의 크기가 속도수두의 2배가 된다.

③ 층류에서 난류로 변화하는 한계 레이놀즈 수는 약 500 정도이다.

④ 일정한 유량이 흐를 때 비에너지가 최대가 되는 수심을 한계수심이라 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 개수로 흐름의 기본 성질인 자유수면, 한계류의 조건, 레이놀즈 수 기준, 비에너지의 의미를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

개수로 흐름은 자유수면을 가지는 흐름이므로 수면이 동수경사선과 일치한다.
한계수심은 주어진 유량에서 비에너지가 최소가 되는 수심이며, 한계류에서는 수심이 속도수두의 2배가 되는 관계가 성립한다.
개수로의 레이놀즈 수는 약 500을 기준으로 층류와 그 이상의 흐름 상태를 구분한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
개수로는 자유수면을 가지므로 자유수면에서 압력수두가 0이고, 따라서 수면과 동수경사선이 일치한다.
에너지선과 혼동하면 안 된다.

② O
한계류에서는 비에너지가 최소가 되며, 이때 수심 y는 속도수두 $V^2/2g$의 2배 관계를 만족한다. 따라서 한계류 상태의 기본 성질을 옳게 설명한 선지이다.

③ O
개수로 흐름에서는 레이놀즈 수가 약 500 정도일 때 층류의 한계를 본다. 따라서 층류에서 난류 쪽으로 넘어가는 기준값을 약 500으로 본다는 설명은 타당하다.

④ X
틀린 부분은 '비에너지가 최대'라는 표현이다.
일정한 유량이 흐를 때 한계수심은 비에너지가 최대가 아니라 최소가 되는 수심이다.
틀린 표현을 고치면 '일정한 유량이 흐를 때 비에너지가 최소가 되는 수심을 한계수심이라 한다'가 된다.

오답 포인트

한계수심과 비에너지의 관계에서 '최대'와 '최소'를 뒤집어 묻는 함정이 자주 나온다. 또한 ①의 동수경사선을 에너지선으로 착각하면 선지 판단이 흔들릴 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

개수로에서 한계류가 나오면 먼저 '비에너지 최소', '프루드 수 1', '수심은 속도수두의 2배'를 연결해 판단한다.
자유수면이 있는 흐름이라는 점이 보이면 수면과 동수경사선의 관계도 함께 확인한다.

암기 포인트

개수로는 수면=동수경사선, 한계수심=비에너지 최소이다.

NoteBase

문 2. 합리식을 사용하여 최대유출량을 산정할 때 사용되는 기본 가정으로 옳지 않은 것은?

① 유역의 유출계수는 침투정도에 따라 강우지속기간 내에 변화한다.

② 최대유출량의 재현기간은 강우강도의 재현기간과 같다.

③ 도달시간은 유역 내 가장 먼 지점의 강우가 유역출구까지 흐르는 데 소요되는 시간이다.

④ 강우강도는 도달시간 동안에는 변하지 않는다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 합리식에서 최대유출량을 산정할 때 두는 기본 가정, 특히 유출계수의 취급과 도달시간 동안의 강우강도 가정을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

합리식은 작은 유역의 첨두유출량을 구할 때 쓰는 경험식으로, 도달시간 동안 강우강도가 일정하고 유역 전체에 균등하게 내리며 유출계수는 대표값으로 일정하다고 본다. 도달시간은 유역 내 가장 먼 지점의 유출이 출구에 도달하는 데 걸리는 시간이며, 이때의 강우강도 재현기간과 첨두유출량 재현기간을 같게 본다.

선지별 해설

① X
유출계수는 침투 정도에 따라 시간별로 변한다고 보지 않는다. 합리식의 기본 가정은 유출계수 C를 유역의 대표 상수로 두는 것이다.
틀린 표현은 "강우지속기간 내에 변화한다"이다. 올바르게는 "유출계수는 강우 동안 일정한 대표값으로 본다"이다.

② O
합리식은 선택한 강우강도의 재현기간과 산정된 최대유출량의 재현기간이 같다고 본다. 따라서 강우강도 빈도와 첨두유출량 빈도를 동일하게 대응시킨다.

③ O
도달시간은 유역의 수리학적으로 가장 먼 지점에서 출구까지 물이 이동하는 데 걸리는 시간이다. 합리식은 강우지속기간이 이 도달시간 이상일 때 첨두유출이 발생한다고 본다.

④ O
합리식은 도달시간 동안의 평균 강우강도를 사용하므로, 그 시간 구간에서는 강우강도가 일정하다고 가정한다. 시간에 따라 강우강도가 계속 변하는 실제 현상을 단순화한 것이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 실제 유역에서는 침투가 진행되며 유출 반응이 달라질 수 있다는 사실을 끌어와 합리식의 가정과 섞어 놓은 선지이다. 실제 현상과 모형의 단순화 가정을 구분하지 못하면 ①을 맞는 말처럼 보기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

합리식 문항은 먼저 "유출계수를 시간에 따라 바꾸는가"와 "도달시간 동안 강우강도를 일정하게 보는가"를 확인하면 된다. 유출계수는 상수, 강우강도는 도달시간 기준의 일정값이라는 틀로 판단하면 선지 정리가 빨라진다.

암기 포인트

합리식은 "*C*는 일정, *I*는 도달시간 동안 일정, 재현기간은 강우와 첨두유출이 동일"로 정리된다.

NoteBase

문 3. 하천에서 평균유속을 측정할 때 수심에 따라 1점법, 2점법, 3점법 등으로 구분하여 측정한다. ㉠ ~ ㉣에 들어갈 첨자는? (단, $V_{0.6D}$는 수면으로부터 수심 D의 0.6배 위치에서 측정한 점유속이다)

측점수	수심범위(m)	평균유속($\overline{V}$)
1	0.3 ~ 0.6	$\overline{V} = V_{0.6D}$
2	0.6 ~ 3.0	$\overline{V} = 0.5(V_{㉠} + V_{㉡})$
3	3.0 ~ 6.0	$\overline{V} = 0.25(V_{㉢} + 2V_{0.6D} + V_{㉣})$

① ㉠: 0.2D, ㉡: 0.8D, ㉢: 0.2D, ㉣: 0.8D

② ㉠: 0.2D, ㉡: 0.6D, ㉢: 0.2D, ㉣: 0.9D

③ ㉠: 0.2D, ㉡: 0.8D, ㉢: 0.3D, ㉣: 0.8D

④ ㉠: 0.3D, ㉡: 0.8D, ㉢: 0.3D, ㉣: 0.9D

정답 1번

출제 포인트

하천 평균유속 측정에서 1점법, 2점법, 3점법에 대응하는 표준 측정 수심 위치를 구분하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 1점법에서 평균유속이 $V_{0.6D}$이고, 2점법은 두 점의 산술평균, 3점법은 0.25 가중평균이라는 점이다.
구해야 할 값은 표의 식에 들어갈 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ의 수심 위치이다.
주의할 조건은 0.6D는 단독 1점법의 위치이고, 2점법과 3점법은 표준 측정점이 각각 0.2D, 0.8D를 사용한다는 점이다.

사용할 공식

1점법은 $\overline{V} = V_{0.6D}$이다.
2점법은 $\overline{V} = 0.5(V_{0.2D} + V_{0.8D})$이다.
3점법은 $\overline{V} = 0.25(V_{0.2D} + 2V_{0.6D} + V_{0.8D})$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제의 표가 바로 각 측점수별 평균유속 산정식의 빈칸을 묻고 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 2점법의 표준 측정 위치는 수면으로부터 $0.2D$, $0.8D$이므로 ㄱ=0.2D, ㄴ=0.8D가 된다.
2. 3점법은 $V_{0.2D}$, $V_{0.6D}$, $V_{0.8D}$를 사용하므로 ㄷ=0.2D, ㄹ=0.8D가 된다.
3. 따라서 (ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ)=(0.2D, 0.8D, 0.2D, 0.8D)이고 1번이 맞는다.

선지별 해설

① O

- 2점법은 $0.2D$와 $0.8D$의 평균을 쓰고, 3점법은 $0.2D$, $0.6D$, $0.8D$를 가중평균하므로 제시된 조합이 표준식과 일치한다.

② X

- ㄴ=0.6D가 틀렸다. $0.6D$는 1점법의 대표 위치이지 2점법의 두 번째 측정점이 아니다.
- 틀린 표현은 "ㄴ=0.6D"이고, 올바르게는 "ㄴ=0.8D"이다.
- ㄹ=0.9D도 틀렸다. 3점법의 하부 측정점은 $0.9D$가 아니라 $0.8D$이다.
- 틀린 표현은 "ㄹ=0.9D"이고, 올바르게는 "ㄹ=0.8D"이다.

③ X

- ㄷ=0.3D가 틀렸다. 3점법에서 상부 측정점은 $0.3D$가 아니라 $0.2D$이다.
- 틀린 표현은 "ㄷ=0.3D"이고, 올바르게는 "ㄷ=0.2D"이다.
- 나머지 ㄱ=0.2D, ㄴ=0.8D, ㄹ=0.8D는 맞지만 한 항이라도 어긋나면 전체 선지는 틀린다.

④ X

- ㄱ=0.3D가 틀렸다. 2점법의 상부 측정점은 $0.3D$가 아니라 $0.2D$이다.
- 틀린 표현은 "ㄱ=0.3D"이고, 올바르게는 "ㄱ=0.2D"이다.
- ㄷ=0.3D와 ㄹ=0.9D도 틀렸다. 3점법은 $0.3D$, $0.9D$가 아니라 $0.2D$, $0.8D$를 사용한다.
- 틀린 표현은 "ㄷ=0.3D, ㄹ=0.9D"이고, 올바르게는 "ㄷ=0.2D, ㄹ=0.8D"이다.

오답 포인트

$0.6D$를 모든 방법의 대표 수심처럼 외우면 2점법과 3점법까지 혼동하게 된다. 이 문제는 1점법의 $0.6D$와 다점법의 $0.2D$, $0.8D$를 구분하는지 확인하는 함정이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

하천 유속 측정 문제는 먼저 점의 개수를 확인한 뒤 1점법은 $0.6D$, 2점법은 $0.2D$와 $0.8D$, 3점법은 여기에 $0.6D$를 추가한 가중평균으로 바로 대응하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

유속 측정 수심은 "1점 0.6D, 2점 0.2D·0.8D, 3점 0.2D·0.6D·0.8D"로 정리된다.

NoteBase

문 4. 수위차 10m인 두 저수지를 직경 0.1m, 길이 100m인 관로로 연결하였다. 관로 내 평균유속[m/s]은? (단, 마찰계수 f는 0.01, 중력가속도는 10m/s^2, 미소손실은 무시한다)

① $\sqrt{10}$
② 4.0
③ $\sqrt{20}$
④ 5.0

정답 3번

출제 포인트

두 저수지의 수위차 $10m$가 전부 마찰손실수두가 되는 조건에서 Darcy-Weisbach 식으로 관로 평균유속을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 수위차 $h_f = 10m$, 관경 $D = 0.1m$, 관로 길이 $L = 100m$, 마찰계수 $f = 0.01$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이다.
구해야 할 값은 관로 내 평균유속 V이다.
미소손실은 무시하므로 총 손실수두는 마찰손실수두만 고려한다.

사용할 공식

사용 공식은 Darcy-Weisbach 식 $h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$ 이다.
이 문제는 두 큰 저수지 사이의 수위차가 관로 마찰로만 소모되는 상황이므로, 수위차 $10m$를 그대로 마찰손실수두에 대입하면 된다.

계산 과정

수위차가 곧 마찰손실수두이므로
$10 = 0.01 \times \frac{100}{0.1} \times \frac{V^2}{2 \times 10}$
이다.
$\frac{100}{0.1} = 1000$ 이므로
$10 = 0.01 \times 1000 \times \frac{V^2}{20} = 10 \times \frac{V^2}{20} = \frac{V^2}{2}$
가 된다.
따라서
$V^2 = 20, \quad V = \sqrt{20}\,(m/s)$
이므로 평균유속은 $\sqrt{20}\,m/s$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①의 "√(10)"은 틀린 값이다. 올바르게는 $V = \sqrt{20}\, m/s$이다.
- 이 값은 Darcy-Weisbach 식의 $2g$를 g처럼 처리해 분모의 2를 빠뜨릴 때 나오는 대표적 오답이다.

② X
- ②의 "4.0"은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $V = \sqrt{20}\, m/s \approx 4.47 m/s$이다.
- $\sqrt{20}$를 정확히 계산하지 않고 임의로 정수에 가깝게 처리하면 나오는 오답이다.

③ O
- ③의 "√(20)"은 Darcy-Weisbach 식에 주어진 수치를 그대로 대입한 결과와 일치하므로 옳다.
- 수위차 $10m$ 전체가 마찰손실수두라는 조건을 반영하면 $V^2 = 20$이 된다.

④ X
- ④의 "5.0"은 계산 결과보다 큰 값이므로 틀리다. 올바르게는 $V = \sqrt{20}\, m/s \approx 4.47 m/s$이다.
- 제곱근 계산을 거칠게 반올림하거나 중간식 정리를 부정확하게 하면 선택하기 쉬운 오답이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 수위차를 그대로 속도수두 $\frac{V^2}{2g}$와 같다고 두는 것이 아니라, 마찰계수 $f\frac{L}{D}$까지 함께 곱해진 마찰손실수두 식으로 처리해야 한다는 점이다. 특히 $2g$의 2를 빠뜨리면 ①처럼 $\sqrt{10}$이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

저수지와 저수지를 관로로 연결한 유속 문제는 먼저 수위차가 어떤 손실수두로 소모되는지 확인한 뒤, 미소손실을 무시하면 Darcy-Weisbach 식 $h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$에 바로 대입해 푼다고 판단한다.

암기 포인트

저수지 간 수위차 = 총 손실수두, 미소손실 무시 = Darcy-Weisbach 식만 적용, 핵심 분모는 항상 $2g$이다.

NoteBase

문 5. 저수지에 연결된 길이 180 m, 직경 1 m인 수평관로 끝단에서 자유방류될 때 관로의 평균유속 $[m/s]$은? (단, Chezy계수는 60, 저수지 수면과 관로중심선의 높이차가 4 m, 중력가속도는 $10m/s^2$, 마찰손실만 고려한다)

① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 저수지 수면과 관로 중심선의 위치수두 차를 출구의 속도수두와 관 마찰손실수두로 나누어 평균유속을 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 관 길이 $L = 180m$, 관 지름 $D = 1m$, Chezy 계수 $C = 60$, 위치수두 차 $\Delta H = 4m$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이다.
구해야 할 값: 관 내 평균유속 V이다.
주의할 조건: 자유방류이므로 위치수두 차 $4m$는 출구 속도수두와 마찰손실수두의 합으로 본다. 원형 만관의 동수반지름은 $R = D/4 = 0.25m$이다.

사용할 공식

에너지식과 Chezy 식을 함께 쓴다.
$\Delta H = \frac{V^2}{2g} + h_f$
$V = C\sqrt{RS}, \quad h_f = SL = \frac{LV^2}{C^2R}, \quad R = \frac{D}{4}$
이 공식을 쓰는 이유: 수평 원형관의 만관 흐름이 자유방류되고, 문제에서 마찰손실만 고려하라고 했으므로 관 마찰손실은 Chezy 식으로 계산하고 전체 위치수두 차는 출구 속도수두까지 포함한 에너지식으로 정리해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 동수반지름은 $R = D/4 = 1/4 = 0.25m$이다.
2. 마찰손실수두는 $h_f = LV^2/(C^2R) = 180V^2/(60^2 \times 0.25) = 180V^2/900 = 0.2V^2$이다.
3. 에너지식에 대입하면 $4 = V^2/(2 \times 10) + 0.2V^2 = V^2/20 + 0.2V^2 = 0.25V^2$이다.
4. 따라서 $V^2 = 16$, $V = 4m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
계산 결과 평균유속은 $4m/s$이므로 ①의 $2m/s$는 맞지 않는다.
틀린 표현은 수치값 2이다. 올바르게는 평균유속이 $4m/s$이다.
이 값은 출구 속도수두와 마찰손실수두의 관계를 잘못 세워 속도를 과소평가할 때 나오는 오답이다.

② O
에너지식과 Chezy 식을 함께 적용하면 $V = 4m/s$가 된다.
따라서 ②의 $4m/s$가 옳다.

③ X
계산 결과 평균유속은 $4m/s$이므로 ③의 $6m/s$는 맞지 않는다.
틀린 표현은 수치값 6이다. 올바르게는 평균유속이 $4m/s$이다.
이 값은 동수반지름 $R = D/4$를 빠뜨리거나 손실기울기 정리를 잘못하여 속도를 과대평가할 때 나오는 오답이다.

④ X
계산 결과 평균유속은 $4m/s$이므로 ④의 $8m/s$는 맞지 않는다.
틀린 표현은 수치값 8이다. 올바르게는 평균유속이 $4m/s$이다.
이 값은 위치수두 차 $4m$를 그대로 속도로 오해하거나 마찰손실을 무시할 때 나오는 오답이다.

오답 포인트

자유방류라고 해서 위치수두 차를 전부 마찰손실로만 두면 안 된다. 출구에서는 속도수두 $V^2/(2g)$도 반드시 들어간다. 또한 원형 만관의 동수반지름을 $D/4$로 두지 않으면 손실수두가 크게 달라져 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

저수지와 연결된 관의 자유방류 문제는 먼저 $\Delta H = V^2/(2g) + h_f$ 형태의 에너지식을 세운다. 그다음 만관 원형관이면 $R = D/4$, Chezy 식이면 $h_f = LV^2/(C^2R)$로 바꾸어 미지수 V 하나만 남기면 된다.

암기 포인트

자유방류 만관의 기본형은 위치수두 = 속도수두 + 마찰손실수두이다. 원형 만관의 동수반지름은 항상 $R = D/4$이다.

NoteBase

문 6. 피압대수층의 상하류 두 지점의 거리가 300 m, 수두차가 1 m, 원형대수층의 단면직경이 4 m일 때, 지하수 유량 $[m^3/\mathrm{hr}]$은? (단, 투수계수는 $24m/\mathrm{day}$, 원주율 π는 3.0이다)

① 0.02

② 0.04

③ 0.48

④ 0.96

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 피압대수층의 지하수 유량을 Darcy 법칙 $Q = KiA$로 계산하고, day 단위를 hr로 변환하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 투수계수 $K = 24m/day$, 수두차 $\Delta h = 1m$, 거리 $L = 300m$, 단면직경 $d = 4m$, $\pi = 3.0$이다.
구해야 할 값: 지하수 유량 $[m^3/hr]$이다.
주의할 조건: 원형 단면적은 $A = \pi d^2/4$로 계산하고, 최종 결과는 m^3/day에서 m^3/hr로 바꿔야 한다.

사용할 공식

Darcy 법칙은 $Q = KiA$이다. 여기서 동수경사는 $i = \Delta h/L$이고, 원형 단면적은 $A = \pi d^2/4$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 피압대수층의 두 지점 사이 수두차와 흐름 거리, 투수계수, 흐름 단면적이 모두 주어졌으므로 균일 흐름의 유량을 Darcy 법칙으로 바로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 동수경사는 $i = \Delta h/L = 1/300$이다.
2. 원형 단면적은 $A = \pi d^2/4 = 3.0 \times 4^2/4 = 12m^2$이다.
3. 유량은 $Q = KiA = 24 \times (1/300) \times 12 = 0.96m^3/day$이다.
4. 시간을 시간 단위로 바꾸면 $0.96/24 = 0.04m^3/hr$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $0.02m^3/hr$는 정답인 $0.04m^3/hr$보다 절반인 값이므로 맞지 않는다. 틀린 표현은 유량값이 $0.02m^3/hr$라는 점이며, 올바르게는 $0.04m^3/hr$이다.
② O: Darcy 법칙으로 계산한 뒤 day를 hr로 환산하면 $Q = 0.04m^3/hr$가 되므로 옳다.
③ X: $0.48m^3/hr$는 계산 결과와 전혀 맞지 않는다. 이런 값은 단면적을 잘못 잡거나 중간 계산을 잘못한 경우에 나올 수 있다. 틀린 표현은 유량값이 $0.48m^3/hr$라는 점이며, 올바르게는 $0.04m^3/hr$이다.
④ X: $0.96m^3/hr$는 $0.96m^3/day$를 그대로 적은 값으로, 시간 단위 변환을 빠뜨린 오답이다. 틀린 표현은 hr 당 유량이 0.96이라는 점이며, 올바르게는 $0.96m^3/day = 0.04m^3/hr$이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 $Q = 0.96m^3/day$까지 구해 놓고 문제에서 요구한 $[m^3/hr]$로 바꾸지 않는 점이다. 또 원형 단면에서 직경 $4m$를 보고 단면적 공식을 $\pi d^2/4$가 아니라 다른 형태로 잘못 쓰면 ③ 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 지하수 문제는 먼저 $i = \Delta h/L$를 구하고, 다음에 단면적 A를 계산한 뒤, 마지막에 $Q = KiA$를 적용하고 요구 단위까지 변환하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

피압대수층 유량은 $Q = KiA$이고, 정답 선택 전 최종 단위를 한 번 더 확인한다.

NoteBase

문 7. 지하수 흐름을 해석하는 Darcy의 법칙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 지하수 흐름은 정상류이고, Darcy 유속은 실제유속이 아니다.

② 투수매질은 균질 등방성이며, 모관수대는 대상영역에 포함되지 않는다.

③ 지하수 흐름의 유속은 동수경사에 비례한다.

④ 레이놀즈 수 $R_e > 10$인 흐름에 적용된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Darcy 법칙의 적용 조건과 Darcy 유속, 실제유속의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

Darcy 유속은 총단면적을 기준으로 한 겉보기 유속이므로 실제 공극 속 물입자의 이동속도와 다르다.
실제유속은 Darcy 유속을 유효공극률로 나눈 값이어서 Darcy 유속보다 크게 나타난다.
Darcy 법칙은 포화 다공질 매질의 층류 침투흐름에서 성립하며, Darcy 유속은 동수경사에 비례한다.

선지별 해설

① O: 지하수의 Darcy 흐름은 일반적으로 층류로 본다. 또한 Darcy 유속은 총단면적 기준의 겉보기 유속이므로 실제유속과 같지 않다.
② O: Darcy 법칙을 적용하는 기본 해석에서는 투수매질을 균질·등방성으로 이상화한다. 모관수대는 자유지하수면 위의 특수영역이므로 기본적인 포화 지하수 유동영역에는 포함하지 않는 것으로 본다.
③ O: Darcy 법칙은 $v_D = ki$의 형태로 나타나므로 Darcy 유속은 동수경사 i에 비례한다.
④ X: 틀린 표현은 '레이놀즈 수 $R_e > 10$인 흐름에 적용된다'이다. 올바르게는 Darcy 법칙은 레이놀즈 수가 작은 층류의 선형 침투흐름에 적용되며, R_e가 커지면 비Darcy 흐름이 나타나 그대로 적용하기 어렵다.

오답 포인트

Darcy 유속과 실제유속을 같은 값으로 오해하거나, Darcy 법칙의 층류 적용 조건을 난류 조건으로 뒤집으면 오답이 된다. ④는 적용 한계를 반대로 제시한 대표적인 함정 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

Darcy 법칙 문제는 먼저 층류 조건인지, 동수경사와 선형비례하는지, 제시된 유속이 겉보기 유속인지 실제유속인지를 확인하면 된다. 큰 레이놀즈 수나 난류 조건이 제시되면 Darcy 법칙의 직접 적용 선지로 보기 어렵다.

NoteBase

암기 포인트

Darcy 법칙은 작은 R_e의 층류, Darcy 유속은 겉보기 유속, 실제유속은 그보다 크다.

NoteBase

문 8. 지하 대수층의 투수계수에 영향을 미치는 인자가 아닌 것은?

① 토사의 단위중량

② 토사의 입경

③ 토양의 공극률

④ 지하수의 점성계수

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 지하 대수층의 투수계수에 영향을 주는 인자를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

투수계수는 물이 흙 속을 얼마나 쉽게 통과하는지를 나타내는 값이다.
토사의 입경은 공극의 크기와 연결되어 투수계수에 영향을 준다.
토양의 공극률은 물이 지나갈 빈 공간의 크기와 연속성에 관련되므로 투수계수에 영향을 준다.
지하수의 점성계수는 유체의 흐름 저항이므로 점성이 클수록 투수계수는 작아진다.
반면 토사의 단위중량은 투수계수를 직접 결정하는 기본 인자로 보지 않는다.

선지별 해설

1번 X: 토사의 단위중량은 흙의 무게 특성을 나타내는 값일 뿐, 투수계수를 직접 지배하는 대표 인자는 아니다. 틀린 표현은 "영향을 미치는 인자"이다. 올바르게는 "토사의 단위중량은 투수계수의 직접적인 지배 인자로 보기 어렵다"이다.
2번 O: 토사의 입경이 클수록 공극도 대체로 커져 물이 더 쉽게 흐르므로 투수계수에 영향을 준다.
3번 O: 토양의 공극률은 물이 통과할 수 있는 빈 공간의 정도를 뜻하므로 투수계수에 영향을 준다.
4번 O: 지하수의 점성계수는 흐름 저항을 결정하므로 점성이 커지면 물의 이동이 어려워져 투수계수에 영향을 준다.

오답 포인트

토사의 성질과 유체의 성질을 함께 묻는 문제에서 단위중량이라는 말만 보고 영향 인자로 착각하기 쉽다. 이 문항은 "흙의 무게 특성"과 "유동을 좌우하는 공극·입경·점성"을 구분하는지가 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

투수계수 문제에서는 먼저 물이 지나는 통로를 바꾸는 인자인지, 물의 흐름 저항을 바꾸는 인자인지를 본다. 공극률과 입경은 통로를, 점성계수는 저항을 바꾸므로 영향 인자이고, 토사의 단위중량은 직접 인자로 보기 어렵다.

NoteBase

암기 포인트

투수계수는 공극과 입경, 유체 점성이 좌우하고 토사의 단위중량은 직접 인자가 아니다.

NoteBase

문 9. 배수용량이 3,000t인 선박의 갑판에서 15t의 하중을 선박 부양면 대칭축에 직각이 되는 방향으로 20m 이동시켰을 때, 선박이 경사각 $\alpha = \sin^{-1}(0.05)$만큼 기울어졌다. 이때 경심고 $[m]$는?

① 1.80

② 2.00

③ 2.20

④ 2.40

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 선박 내 횡이동 하중에 의한 경사에서 $wd = WGM\tan\alpha$를 이용해 경심고를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 배수용량 $W = 3{,}000t$
- 이동 하중 $w = 15t$
- 횡이동 거리 $d = 20m$
- 경사각 $\alpha = \sin^{-1}(0.05)$

구해야 할 값:
- 경심고 GM

주의할 조건:
- 하중 이동에 의한 경사에서는 이동 모멘트와 복원 모멘트를 같게 둔다.
- $\sin\alpha = 0.05$이므로 $\tan\alpha$를 구해 대입해야 한다.

사용할 공식

사용 공식은 $wd = WGM\tan\alpha$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 선박 내부에서 하중을 횡방향으로 이동시키면 이동 모멘트 wd가 생기고, 평형 상태에서는 이 값이 복원 모멘트 $WGM\tan\alpha$와 같아지기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 평형식은 $wd = WGM\tan\alpha$이다.
2. $\alpha = \sin^{-1}(0.05)$이므로 $\sin\alpha = 0.05$이다. 따라서
$\tan\alpha = \frac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \frac{0.05}{\sqrt{1-0.05^2}} \approx 0.05006$
3. 이를 식에 대입하면
$GM = \frac{wd}{W\tan\alpha} = \frac{15\times 20}{3{,}000\times 0.05006} \approx 1.9975m$
4. 따라서 경심고는 약 $2.00m$이다.

선지별 해설

① X
- 계산 결과 경심고는 약 $2.00m$이므로 $1.80m$는 맞지 않는다.
- 틀린 값은 $1.80m$이고, 올바르게는 경심고가 약 $2.00m$이다.

② O
- $GM = \frac{15\times 20}{3{,}000\times\tan(\sin^{-1}(0.05))} \approx 2.00m$이므로 정답에 해당한다.

③ X
- 계산 결과와 비교하면 $2.20m$는 실제값보다 크므로 맞지 않는다.
- 틀린 값은 $2.20m$이고, 올바르게는 경심고가 약 $2.00m$이다.

④ X
- 계산 결과와 비교하면 $2.40m$도 실제값보다 커서 맞지 않는다.
- 틀린 값은 $2.40m$이고, 올바르게는 경심고가 약 $2.00m$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 $\sin\alpha = 0.05$를 보고 바로 각도 자체를 0.05로 취급하거나, $\tan\alpha$ 대신 $\sin\alpha$를 그대로 넣어 근사 처리하는 데 있다. 이 문제는 근사해도 답이 거의 같지만, 식의 구조를 모르면 다른 문항에서 큰 오차가 생길 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

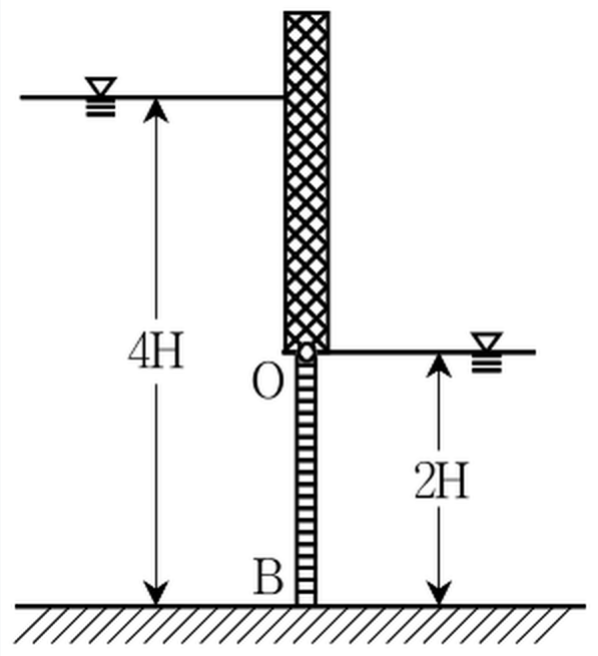
하중 이동으로 선박이 기울어지는 문제는 먼저 이동 모멘트 wd를 쓰고, 다음에 복원 모멘트 $WGM\tan\alpha$와 같게 둔 뒤, 마지막에 각도 조건에서 $\tan\alpha$를 정확히 정리해 계산하면 된다.

암기 포인트

횡이동 하중에 의한 경사는 $wd = WGM\tan\alpha$로 정리되고, 경심고는 $GM = \frac{wd}{W\tan\alpha}$로 바로 구해진다.

NoteBase

문 10. 그림과 같은 수문 OB의 상류와 하류 수심이 각각 $4H$ 및 $2H$ ($H > 0$)일 때 수문에 작용하는 전수압 작용점의 위치는? (단, 수문 OB의 폭은 1m이며, 물의 단위중량은 $1t/m^3$이다)



① 수문하단 B점으로부터 $\frac{2}{3}H$

② 회전축 O점으로부터 $\frac{2}{3}H$

③ 수문하단 B점으로부터 H

④ 회전축 O점으로부터 $\frac{5}{3}H$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 수문 양쪽의 수심 차로 생기는 순수압 분포를 구해 전수압 작용점의 위치를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 상류 수심은 $4H$, 하류 수심은 $2H$, 수문 OB의 높이는 $2H$, 폭은 $1m$이다.
구해야 할 값: 수문 OB에 작용하는 전수압의 작용점 위치이다.
주의할 조건: 한쪽 수압만 보지 않고 같은 높이에서 상류측 수압과 하류측 수압을 빼서 순수압을 구해야 한다.

NoteBase

사용할 공식

정수압은 $p = \gamma h$이다.
따라서 같은 높이에서의 순수압은 $\Delta p = \gamma(h_u - h_d)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 수문 OB는 양쪽 모두 물에 잠겨 있으므로 한쪽 압력의 절대값이 아니라 양쪽 압력 차가 실제로 수문을 미는 힘이 되기 때문이다.

계산 과정

1. 수문 하단 B에서 위로 y만큼 떨어진 점을 잡으면, 그 점의 상류측 수심은 $4H - y$, 하류측 수심은 $2H - y$이다.
2. 따라서 순수압은
$\Delta p = \gamma\{(4H - y) - (2H - y)\} = 2\gamma H$
가 되어 y와 무관한 일정한 값이다.
3. 순수압 분포는 높이 $2H$에 걸친 직사각형 분포이므로 전수압 작용점은 그 도심에 놓인다.
4. 직사각형 도심은 수문 높이의 중간이므로 작용점은 B점으로부터 H이다. 같은 뜻으로 O점으로부터도 H이다.

선지별 해설

① X
B점으로부터 $\frac{2}{3}H$는 삼각형 압력분포의 작용점에 해당하는 값이다. 이 문제의 순수압은 삼각형이 아니라 직사각형 분포이므로 틀리다. 올바르게는 B점으로부터 H이다.

② X
O점으로부터 $\frac{2}{3}H$ 아래는 B점 기준으로 $\frac{4}{3}H$ 위치이다. 균등한 순수압의 도심 위치와 맞지 않는다. 올바르게는 O점으로부터 H이다.

③ O
상류측과 하류측 수압을 같은 높이에서 빼면 순수압이 항상 $2\gamma H$로 일정하다. 따라서 직사각형 분포의 도심인 수문 중앙에서 작용하므로 B점으로부터 H가 맞다.

④ X
O점으로부터 $\frac{5}{3}H$ 아래는 B점 기준으로 $\frac{1}{3}H$ 위치이다. 이는 압력이 위에서 작고 아래에서 큰 삼각형 또는 사다리꼴 분포일 때나 가능한 값이다. 이 문제는 순수압이 일정하므로 틀리다. 올바르게는 O점으로부터 H이다.

오답 포인트

상류측 수심 $4H$만 보고 삼각형 정수압 분포를 그대로 적용하면 ① 같은 오답으로 흐르기 쉽다. 이 문제의 핵심 함정은 하류측에도 $2H$의 물이 있어서 OB 구간에서는 양쪽 압력의 기울기가 서로 상쇄된다는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

양쪽에 물이 있는 수문 문제는 먼저 같은 높이에서의 수압 차를 구해 순수압 분포를 그린다. 수압 차가 일정하면 직사각형 분포이므로 작용점은 중앙, 수압 차가 깊이에 따라 선형으로 변하면 삼각형 또는 사다리꼴 분포의 도심으로 판단한다.

암기 포인트

양쪽 수문은 한쪽 수압이 아니라 같은 높이의 수압 차를 본다. 순수압이 직사각형이면 작용점은 항상 중앙이다.

NoteBase

문 11. 중력의 영향이 지배적인 흐름현상에 대해 모형실험을 실시할 때, 적용하는 상사법칙은?

① 레이놀즈(Reynolds) 상사법칙

② 프루드(Froude) 상사법칙

③ 웨버(Weber) 상사법칙

④ 코시(Cauchy) 상사법칙

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 흐름을 지배하는 힘이 무엇인지에 따라 적용해야 하는 상사법칙을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

레이놀즈 상사법칙은 관성력과 점성력의 비가 같아야 하는 상사이다.
프루드 상사법칙은 관성력과 중력의 비가 같아야 하는 상사이다.
웨버 상사법칙은 관성력과 표면장력의 비가 같아야 하는 상사이다.
코시 상사법칙은 관성력과 탄성력의 비가 같아야 하는 상사이다.

선지별 해설

1번 X: 레이놀즈 상사법칙은 점성력의 영향이 중요한 관내 유동이나 점성 지배 흐름에 맞는 기준이다. 이 문항은 중력이 지배적인 흐름현상을 묻고 있으므로 틀린 표현은 "중력의 영향"이다. 올바르게는 "점성력의 영향이 지배적일 때 레이놀즈 상사법칙을 적용한다"이다.
2번 O: 프루드 상사법칙은 관성력과 중력의 비를 같게 맞추는 상사법칙이므로 자유수면 흐름, 월류, 개수로 흐름처럼 중력 효과가 큰 경우에 적용한다. 따라서 정답이다.
3번 X: 웨버 상사법칙은 표면장력이 중요한 흐름에서 적용한다. 이 문항에 해당하지 않는 이유는 틀린 표현이 "중력의 영향"을 웨버 상사와 연결한 점이다. 올바르게는 "표면장력의 영향이 지배적일 때 웨버 상사법칙을 적용한다"이다.
4번 X: 코시 상사법칙은 탄성력이나 압축성 효과가 중요한 현상에서 적용한다. 따라서 중력 지배 흐름에 대응시키는 것은 틀리다. 올바르게는 "탄성력의 영향이 지배적일 때 코시 상사법칙을 적용한다"이다.

오답 포인트

상사법칙 이름만 외우고 지배력의 대응을 섞어 버리면 틀리기 쉽다. 특히 프루드와 레이놀즈를 함께 유체역학 상사로만 기억하면 중력 지배와 점성 지배를 구분하지 못한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 먼저 어떤 힘이 흐름을 지배하는지 찾고, 그 힘과 관성력의 비로 정의되는 무차원수를 대응시키면 된다. 중력 지배이면 프루드, 점성 지배이면 레이놀즈, 표면장력 지배이면 웨버, 탄성력 지배이면 코시로 판단한다.

암기 포인트

프루드는 중력, 레이놀즈는 점성, 웨버는 표면장력, 코시는 탄성력이다.

NoteBase

문 12. 수평관과 경사관을 연결한 만곡부에서 유량과 만곡전 단면 직경 및 압력, 만곡후 단면 직경, 만곡부 관내 체적, 만곡전 · 후 단면 표고차, 만곡각도가 주어졌을 때 만곡후 단면의 압력과 만곡부 관벽에 작용하는 유수의 힘을 구하는 데 적용할 식을 모두 고른 것은? (단, 만곡부 손실은 무시한다)

ㄱ. 연속방정식 ㄴ. Bernoulli방정식
ㄷ. 운동량방정식 ㄹ. Manning공식
ㅁ. Darcy-Weisbach공식 ㅂ. Torricelli정리

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

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 압력관 만곡부에서 하류 단면 압력과 관벽 반력을 구할 때 연속방정식, Bernoulli방정식, 운동량방정식을 어떻게 연결하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 유량, 만곡 전후 단면 직경, 만곡 전 압력, 만곡 전후 단면의 표고차, 만곡각도, 만곡부 체적이다.
구해야 할 값은 만곡 후 단면의 압력과 만곡부 관벽에 작용하는 유수의 힘이다.
만곡부 손실을 무시하므로 손실수두는 0으로 둔다.
만곡부 체적이 주어진 것은 운동량방정식에서 유체의 자중 $W = \rho g V$를 힘 항에 포함하기 위함이다.

사용할 공식

연속방정식은 $Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$이다. 유량과 직경이 주어졌으므로 두 단면의 평균유속을 연결하는 데 필요하다.
Bernoulli방정식은 $\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$이다. 손실을 무시하므로 상류 압력 p_1, 속도수두, 위치수두로부터 하류 압력 p_2를 구할 수 있다.
운동량방정식은 $\sum \vec{F} = \rho Q(\vec{V}_2 - \vec{V}_1)$이다. 만곡각 때문에 유속 벡터 방향이 바뀌므로 압력력, 자중, 운동량 변화를 함께 고려해 만곡부 관벽에 작용하는 힘을 구한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: ㄱ, ㄴ, ㄷ의 조합이 맞다. ㄱ 연속방정식은 직경이 다른 두 단면의 속도 V_1, V_2를 구하는 데 필요하고, ㄴ Bernoulli방정식은 손실이 없을 때 하류 압력 p_2를 구하는 데 필요하며, ㄷ 운동량방정식은 만곡부에서의 힘 평형과 운동량 변화를 이용해 관벽 반력을 구하는 데 필요하다.
② X: 틀린 부분은 ㄹ 포함이다. ㄹ Manning공식은 개수로 등류의 평균유속 식이므로 압력관 만곡부의 압력 및 반력 계산에 적용하지 않는다. 올바르게는 ㄹ 대신 ㄷ가 들어가야 하므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 된다.
③ X: 틀린 부분은 ㅂ 포함과 ㄱ 누락이다. ㅂ Torricelli정리는 저수조나 오리피스의 자유유출 속도 $V = \sqrt{2gh}$를 구하는 식이므로 관 만곡부 두 단면의 유속 관계를 구하는 식이 아니다. 올바르게는 ㅂ 대신 ㄱ가 들어가야 하므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 된다.
④ X: 틀린 부분은 ㄹ, ㅁ 포함과 ㄱ, ㄴ 누락이다. ㄹ Manning공식은 개수로 공식이고, ㅁ Darcy-Weisbach공식은 마찰손실수두 계산식인데 문제에서 만곡부 손실을 무시한다고 했으므로 적용 대상이 아니다. 올바르게는 ㄹ, ㅁ 대신 ㄱ, ㄴ이 들어가야 하므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 된다.

오답 포인트

만곡부 문제에서 관이라는 말만 보고 Manning공식이나 Darcy-Weisbach공식을 자동으로 넣기 쉽다. 그러나 이 문항은 손실 계산이 아니라 하류 압력과 굴절에 따른 반력을 묻는다. 따라서 속도는 연속방정식, 압력은 Bernoulli방정식, 힘은 운동량방정식으로 역할을 분리해서 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 구해야 할 값을 속도, 압력, 힘으로 나눈다. 단면 속도 연결이면 연속방정식, 손실 없는 단면 압력이면 Bernoulli방정식, 만곡부 반력이나 관벽 힘이면 운동량방정식을 붙인다. 개수로 공식과 마찰손실 공식은 문제 조건이 그 식을 요구할 때만 포함된다.

암기 포인트

압력관 만곡부의 기본 조합은 연속방정식으로 속도, Bernoulli방정식으로 압력, 운동량방정식으로 힘이다. Manning은 개수로, Darcy-Weisbach는 손실, Torricelli는 자유유출이다.

NoteBase

문 13. 유량 $0.10m^3/s$로 분사된 수맥이 분사방향과 직각으로 놓인 정지평판에 $3m/s$의 속도로 충돌할 때 평판이 받는 힘[t]은? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$이다)

① 0.03

② 0.09

③ 0.30

④ 0.90

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 정지한 평판에 직각으로 충돌하는 수맥의 운동량 변화율로 힘을 구하고, 그 값을 톤힘 t으로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 유량: $Q = 0.10m^3/s$
- 충돌 속도: $V = 3m/s$
- 물의 밀도: $\rho = 1000kg/m^3$
- 중력가속도: $g = 10m/s^2$

구해야 할 값:
- 평판이 받는 힘 F를 t 단위로 구한다.

주의할 조건:
- 평판은 정지해 있고 분사방향과 직각이므로 충돌 후 분사방향 속도성분은 0이 된다.

사용할 공식

분사방향 운동량 변화율을 사용한다.
$F = \rho Q(V_1 - V_2)$
이 문제는 정지평판에 직각 충돌하는 경우이므로 $V_2 = 0$이다. 따라서
$F = \rho QV$
가 된다. 답의 단위가 t이므로 마지막에 $1t = 1000kgf = 1000gN$을 적용해 환산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 질량유량은
$\rho Q = 1000 \times 0.10 = 100 kg/s$
이다.
2. 평판이 받는 힘은
$F = \rho Q V = 100 \times 3 = 300 N$
이다.
3. 이를 톤힘으로 바꾸면
$300 N = \frac{300}{10} = 30 kgf = 0.03 t$
이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $0.03t$이므로 맞다.
② X: $0.09t$는 힘을 $\rho Q V^2$처럼 잘못 계산한 값에 가깝다. 제트 충돌력은 속도를 한 번만 곱하는 운동량 변화율 문제이다. 올바른 값은 $0.03t$이다.
③ X: $0.30t$는 $300N$을 톤힘으로 완전히 환산하지 않고 중간 단위에서 멈춘 혼동에 가깝다.
$300N = 30kgf = 0.03t$이다. 올바른 값은 $0.03t$이다.
④ X: $0.90t$는 속도를 제곱으로 잘못 넣고 단위 환산도 함께 틀린 값에 가깝다. 올바른 값은 $0.03t$이다.

오답 포인트

수압이나 에너지식과 제트 충돌식을 혼동하면 속도를 V^2로 넣는 실수가 나온다. 또 N, kgf, t의 환산을 끝까지 하지 않으면 0.30처럼 한 자리 큰 값으로 흔들린다.

다시 나오면 이렇게 판단

제트가 평판에 주는 힘 문제는 먼저 $F =$ 질량유량 $\times$ 속도변화인지 확인한다. 정지 평판이면 충돌 후 분사방향 속도성분이 0이므로 $F = \rho Q V$가 되고, 마지막에 답의 단위가 N, kgf, t 중 무엇인지 검산하면 된다.

암기 포인트

정지 평판 제트력은 $F = \rho Q V$이고, 답을 t로 묻으면 $1000g$로 한 번 더 나누어 환산한다.

NoteBase

문 14. 유출(runoff)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유출에 영향을 주는 유역 특성인자로는 유역 면적, 경사, 길이, 형상 등이 있다.

② 직접유출에 기여하는 강우량 부분을 유효우량(effective rainfall)이라고 한다.

③ 유역의 강우강도가 토양의 침투능보다 클 때 지표면 유출이 발생한다.

④ 유역 출구에서 총 유출은 지표면 유출과 지표하 유출의 합이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유출의 구성과 유효우량, 지표면 유출 발생 조건을 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

유출은 강수가 유역 출구로 모여 나가는 흐름 전체를 뜻한다.
유효우량은 손실우량을 제외하고 직접유출을 일으키는 강우 부분이다.
지표면 유출은 강우강도가 침투능을 초과할 때 지표 위로 흐르는 유출이다.
총유출은 보통 직접유출과 기저유출을 함께 포함하는 개념이므로, 단순히 지표면 유출과 지표하 유출만의 합으로 축소하면 부정확해진다.

선지별 해설

① O
유출에는 유역의 지형적 특성이 큰 영향을 준다. 유역 면적, 평균 경사, 유로 길이, 유역 형상은 도달시간과 첨두유량, 유출 집중 정도를 바꾸는 대표 인자이므로 옳다.

② O
직접유출에 실제로 기여하는 강우량을 유효우량이라고 한다. 전체 강우에서 차단, 증발, 침투 등 손실을 제외한 부분이라는 점이 핵심이므로 옳다.

③ O
강우강도가 토양의 침투능보다 크면 물이 전부 스며들지 못하고 지표에 남아 지표면 유출이 발생한다.
침투초과에 의한 지표면 유출 설명으로 맞다.

④ X
틀린 부분은 '총 유출은 지표면 유출과 지표하 유출의 합이다'라는 단정이다.
총유출은 유역 출구에서 관측되는 전체 유출로 이해하며, 직접유출과 기저유출을 함께 본다. 따라서 총유출을 단지 지표면 유출과 지표하 유출의 합으로만 적으면 기저유출 개념을 빠뜨려 부정확하다.

NoteBase

오답 포인트

4번은 '지표하 유출'이라는 표현이 들어가서 모든 유출 성분을 다 포함한 것처럼 보이지만, 시험에서는 총유출을 직접유출과 기저유출의 관계로 정리하는 경우가 많다. 총유출, 직접유출, 기저유출의 포함 관계를 흐리게 기억하면 4번에 끌리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

유출 문항은 먼저 유효우량, 직접유출, 기저유출, 지표면 유출의 정의를 분리해서 본다. 그다음 '전체 유출을 구성하는가', '직접유출만 설명하는가', '발생 조건을 말하는가'를 따져 선지의 범위가 과도하게 축소되었는지 확인하면 된다.

암기 포인트

유효우량은 직접유출을 만든다. 총유출은 직접유출과 기저유출까지 함께 본다.

NoteBase

문 15. 물의 점성과 표면장력에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 물에 전단응력이 작용할 때 분자의 확산속도가 점성을 유발한다.

② 물 분자 사이의 응집력이 감소하면 점성계수는 커진다.

③ 표면장력은 물 분자 간의 부착력 때문에 발생한다.

④ 표면장력은 물보다 밀도가 큰 물질을 뜨게 할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 물의 점성이 무엇에서 생기고, 표면장력이 어떤 현상으로 나타나는지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

점성은 유체 내부의 층이 서로 상대운동할 때 그 운동을 거스르는 내부 저항이다. 물과 같은 액체에서는 주로 분자 사이의 응집력 때문에 나타난다.
표면장력은 액체 표면의 분자들이 내부로 끌려 들어가면서 표면적을 줄이려는 성질이다. 역시 같은 액체 분자 사이의 응집력이 핵심 원인이다.
응집력은 같은 물질 분자 사이의 인력이고, 부착력은 서로 다른 물질 사이의 인력이다.

선지별 해설

① X: 물의 점성을 분자의 확산속도로 설명한 부분이 틀렸다. 액체의 점성은 전단 시 분자 사이의 응집력에 따른 내부 마찰로 설명한다. 틀린 표현은 '분자의 확산속도'이고, 올바르게는 '분자 사이의 응집력에 의한 내부 저항'이다.
② X: 물 분자 사이의 응집력이 감소하면 점성계수도 일반적으로 작아진다. 응집력이 약해질수록 층 사이를 붙잡아 두는 힘이 줄어들기 때문이다. 틀린 표현은 '점성계수는 커진다'이고, 올바르게는 '점성계수는 작아진다'이다.
③ X: 표면장력은 물 분자 간의 부착력이 아니라 응집력 때문에 생긴다. 부착력은 물과 고체벽처럼 서로 다른 물질 사이의 인력에 쓰는 말이다. 틀린 표현은 '부착력'이고, 올바르게는 '응집력'이다.
④ O: 표면장력은 액체 표면이 막처럼 작용하게 하므로, 작은 바늘처럼 물보다 밀도가 큰 물질도 조건이 맞으면 물 위에 뜰 수 있다. 핵심은 밀도 자체보다 표면을 깨지 않고 지지할 수 있느냐이다.

오답 포인트

점성과 표면장력 모두 분자 간 인력과 관련되어 있어 헷갈리기 쉽다. 특히 ③은 응집력과 부착력을 바꿔 넣은 전형적인 함정이고, ①은 기체 점성의 설명에 가까운 '분자 확산' 표현을 액체 점성에 섞어 놓은 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

점성은 '유체 내부 층의 상대운동을 방해하는가'를 기준으로 보고, 표면장력은 '액체 표면을 줄이려는가'를 기준으로 판단한다. 또 같은 물질끼리의 인력은 응집력, 다른 물질 사이의 인력은 부착력으로 구분하면 선지 판단이 빨라진다.

암기 포인트

점성은 층운동 저항, 표면장력은 표면수축, 응집력은 같은 분자, 부착력은 다른 물질이다.

NoteBase

문 16. 시간별 강우량이 표와 같고, 이 유역의 출구에서 관측한 직접유출고가 80 mm일 때 Φ-지수[mm/hr]는?

관측시간 (hr)	1 : 00	2 : 00	3 : 00	4 : 00	5 : 00	6 : 00	7 : 00
시간강우량 (mm)	0	15	20	40	30	25	15

① 8.16

② 10.83

③ 12.16

④ 14.84

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직접유출고와 시간강우량 자료를 이용해 ϕ-지수를 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 시간강우량은 0, 15, 20, 40, 30, 25, 15 mm이다.
- 직접유출고는 80 mm이다.

구해야 할 값:
- ϕ-지수 [mm/hr]이다.

주의할 조건:
- 시간간격이 모두 1시간이므로 각 시간강우량 수치가 그대로 강우강도이다.
- ϕ-지수보다 큰 구간만 유효우량을 만든다.

NoteBase

사용할 공식

$\sum \max(P_i - \phi, 0) = 80$
여기서 P_i는 각 시간의 강우량이다.
이 공식을 쓰는 이유:
ϕ-지수는 강우 동안 일정하게 손실되는 침투지수이므로, 각 시간강우량에서 ϕ를 뺀 유효우량의 합이 직접유출고와 같아야 한다.

계산 과정

1. 먼저 $\phi \geq 15$라고 두면 유효우량은 $(20-15)+(40-15)+(30-15)+(25-15) = 55mm$ 이하가 되어 직접유출고 80 mm를 만들 수 없다. 따라서 $\phi < 15$이다.
2. 따라서 비가 온 6개 시간구간 (15, 20, 40, 30, 25, 15) 모두에서 손실 ϕ가 공제된다.
3. 식은 $(15+20+40+30+25+15) - 6\phi = 80$ 이다.
4. $145 - 6\phi = 80 \Rightarrow 6\phi = 65 \Rightarrow \phi = \frac{65}{6} = 10.833\cdots$
5. 따라서 ϕ-지수는 약 $10.83mm/hr$이다.

선지별 해설

① X
- $\phi = 8.16$이면 유효우량 합은 $145 - 6 \times 8.16 = 96.04mm$가 되어 직접유출고 80 mm보다 크다.
- 올바르게는 $\phi = \frac{65}{6} \approx 10.83mm/hr$이다.

② O
- 계산 결과는 $\phi = \frac{65}{6} = 10.833\cdots mm/hr$이며, 보기에서는 소수 둘째 자리로 제시되어 10.83이 된다.
- 정확값을 대입하면 유효우량 합이 80 mm가 되므로 정답에 해당한다.

③ X
- $\phi = 12.16$이면 유효우량 합은 $145 - 6 \times 12.16 = 72.04mm$가 되어 직접유출고 80 mm보다 작다.
- 올바르게는 $\phi = \frac{65}{6} \approx 10.83mm/hr$이다.

④ X
- $\phi = 14.84$이면 유효우량 합은 $145 - 6 \times 14.84 = 55.96mm$가 되어 직접유출고 80 mm보다 훨씬 작다.
- 올바르게는 $\phi = \frac{65}{6} \approx 10.83mm/hr$이다.

오답 포인트

총강우량과 직접유출고의 차이 65 mm만 보고 기계적으로 시간 수로 나누면 오답이 된다. 먼저 ϕ보다 작은 강우구간이 포함되는지 판단한 뒤, 손실이 실제로 적용되는 시간 수가 6시간임을 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직접유출고가 주어지는 ϕ-지수 문제는 먼저 $\sum \max(P_i - \phi, 0)$ 구조를 세우고, ϕ보다 작은 강우가 생기는지부터 판정한 뒤 손실 공제 시간 수를 결정하는 방식으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

ϕ-지수는 일정 손실강도이며, ϕ보다 큰 강우구간에 대해서만 $P-\phi$를 합산해 직접유출고와 맞춘다.

NoteBase

문 17. 유체의 점성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 점성계수 μ(dynamic viscosity)의 차원은 $[ML^{-1}T^{-1}]$이다.

② 실무에서는 동점성계수 ν(kinematic viscosity)를 많이 사용하며 차원은 $[L^2T^{-1}]$이다.

③ 뉴턴의 점성법칙은 유체에 작용하는 전단응력과 유속이 비례한다는 것으로, 이때 비례상수가 점성계수이다.

④ 물은 전단응력 변화에 따른 점성계수의 변화를 무시할 수 있는 뉴턴 유체이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점성계수의 차원과 뉴턴의 점성법칙에서 전단응력에 비례하는 대상이 무엇인지 구분하는 문제이다.

핵심 개념

점성계수 μ(동적 점성계수)는 유체의 전단저항을 나타내는 값으로, 차원은 $[ML^{-1}T^{-1}]$이다.
동점성계수 ν는 μ/ρ로 정의되며, 차원은 $[L^2T^{-1}]$이다.
뉴턴의 점성법칙은 전단응력 τ가 유속 자체가 아니라 속도구배 du/dy에 비례한다는 내용이며, 비례상수가 μ이다.

선지별 해설

① O
동점성계수가 아니라 점성계수 μ의 차원을 묻고 있으며, 이는 $[ML^{-1}T^{-1}]$가 맞다.

② O
동점성계수 ν는 밀도의 영향을 분리해 유체의 운동을 다룰 때 자주 쓰이며, 차원은 $[L^2T^{-1}]$가 맞다.

③ X
틀린 부분은 "전단응력과 유속이 비례한다"는 표현이다.
뉴턴의 점성법칙에서 전단응력은 유속 자체가 아니라 속도구배 du/dy 또는 전단변형률에 비례한다.
올바르게는 "뉴턴의 점성법칙은 유체에 작용하는 전단응력과 속도구배가 비례하며, 이때 비례상수가 점성계수이다"가 된다.

④ O
물은 일반적인 수리수문 조건에서 전단응력 변화에 따라 점성계수가 달라지지 않는 뉴턴 유체로 본다.

NoteBase

오답 포인트

③은 유속과 속도구배를 바꿔 놓은 선지이다. 점성문제에서는 τ와 u를 직접 연결하지 않고, 반드시 $\tau = \mu du/dy$ 형태로 속도구배를 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

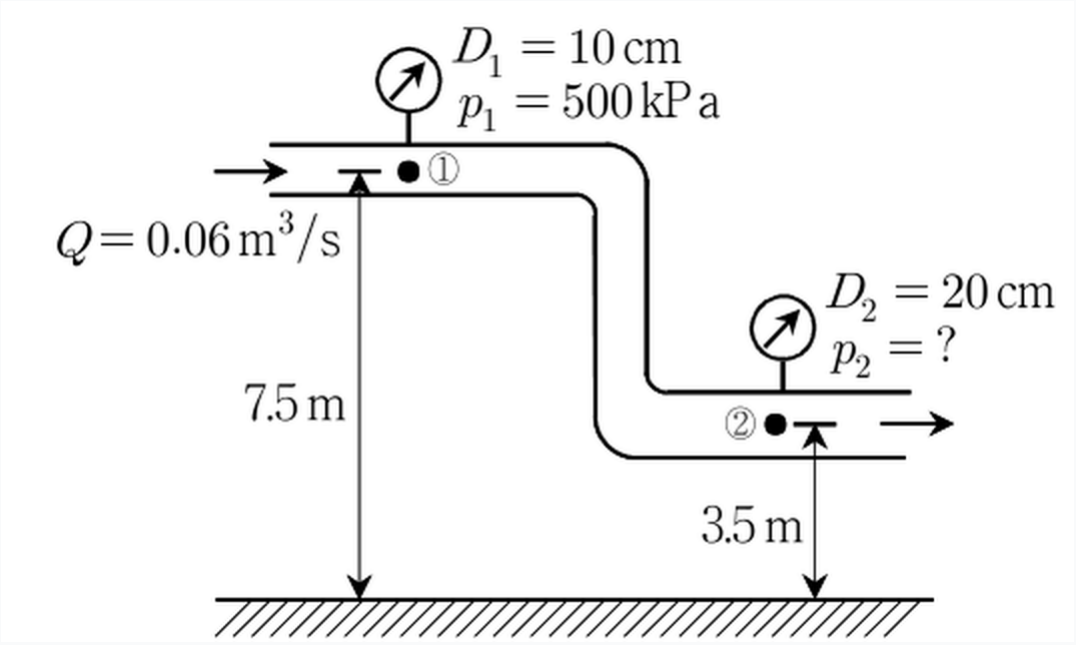
점성 관련 선지를 보면 먼저 μ와 ν의 차원을 구분하고, 뉴턴 유체인지 묻는 문장에서는 전단응력에 비례하는 대상이 유속이 아니라 속도구배인지 확인하면 된다.

암기 포인트

μ는 $[ML^{-1}T^{-1}]$, ν는 $[L^2T^{-1}]$, 뉴턴의 점성법칙은 "전단응력 $\propto$ 속도구배"이다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 지름 $D_1 = 10\text{cm}$, $D_2 = 20\text{cm}$인 관로에 비중 0.8인 유체가 흐르고 있다. 유량 $0.06[\text{m}^3/\text{s}]$, 지점 ①의 압력 $p_1 = 500[\text{kPa}]$, 지점 ①~② 사이의 손실수두가 3m일 때, 지점 ②에서의 압력 $p_2[\text{kPa}]$는? (단, 원주율 π는 3.0, 중력가속도는 $10[\text{m}/\text{s}^2]$, 기타 손실은 무시한다)



① 510

② 532

③ 648

④ 665

정답 2번

출제 포인트

베르누이 방정식에 연속방정식과 손실수두를 함께 적용하여 지점 ②의 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 관경 $D_1 = 10cm$, $D_2 = 20cm$, 유량 $Q = 0.06m^3/s$, 지점 ①의 압력 $p_1 = 500kPa$, 손실수두 $h_L = 3m$, 높이 $z_1 = 7.5m$, $z_2 = 3.5m$이다.
유체의 비중이 0.8이므로 밀도는 $800kg/m^3$, 단위중량은 $\gamma = 8kN/m^3$이다.
구해야 할 값은 지점 ②의 압력 p_2이다.

NoteBase

사용할 공식

연속방정식은 $Q = A_1V_1 = A_2V_2$이다.
베르누이 방정식은 $\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_L$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 관경이 달라 두 지점의 속도수두가 다르고, 두 지점 사이에 높이차와 손실수두가 함께 주어졌기 때문이다.

계산 과정

1. 단면적은 $A_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} = \frac{3 \times 0.1^2}{4} = 0.0075m^2$, $A_2 = \frac{3 \times 0.2^2}{4} = 0.03m^2$이다.
2. 유속은 $V_1 = \frac{0.06}{0.0075} = 8m/s$, $V_2 = \frac{0.06}{0.03} = 2m/s$이다.
3. 속도수두 차는 $\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = \frac{8^2 - 2^2}{2 \times 10} = \frac{60}{20} = 3m$이다.
4. 압력수두는 $\frac{p_2}{\gamma} = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} + (z_1 - z_2) - h_L$이므로
$\frac{p_2}{\gamma} = \frac{500}{8} + 3 + (7.5 - 3.5) - 3 = 62.5 + 3 + 4 - 3 = 66.5m$이다.
5. 따라서 $p_2 = \gamma \times 66.5 = 8 \times 66.5 = 532kPa$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과 지점 ②의 압력은 $532kPa$이므로 $510kPa$는 아니다. $510 \div 8 = 63.75m$로 올바른 압력수두 $66.5m$보다 작다. 올바르게는 지점 ②의 압력은 $532kPa$이다.
② O: 연속방정식으로 $V_1 = 8m/s$, $V_2 = 2m/s$를 구하고 베르누이 방정식에 대입하면 $p_2 = 532kPa$가 된다.
③ X: 계산 결과와 비교하면 $648kPa$는 틀리다. $648 \div 8 = 81m$이므로 실제 압력수두 $66.5m$보다 $14.5m$ 크게 잡은 값이다. 올바르게는 지점 ②의 압력은 $532kPa$이다.
④ X: 계산 결과와 비교하면 $665kPa$는 틀리다. 이 값은 올바른 압력수두 $66.5m$에 물의 단위중량 $10kN/m^3$를 곱해 비중 0.8을 무시할 때 나오는 값이다. 올바르게는 $\gamma = 8kN/m^3$를 써서 $p_2 = 532kPa$로 계산한다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 비중 0.8을 단위중량 환산에 반영하지 않는 실수와 손실수두 $3m$를 더해 버리는 실수이다. 또한 관경이 두 배가 되면 단면적은 네 배가 되므로 유속은 $8m/s$에서 $2m/s$로 줄어든다는 점을 놓치면 속도수두 차를 잘못 계산하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

관경이 다른 관의 압력 문제는 먼저 $Q \rightarrow A \rightarrow V$ 순서로 유속을 구한 뒤, 베르누이 방정식의 $\frac{p}{\gamma}$, $\frac{V^2}{2g}$, z, h_L 항을 각각 증가항과 감소항으로 정리하면 된다. 아래쪽 지점으로 내려가면 위치수두는 압력 증가 방향이고, 손실수두는 항상 차감항이다.

암기 포인트

연속방정식으로 속도를 먼저 구하고, 베르누이에서는 위치수두 이득은 더하고 손실수두는 뺀다.

NoteBase

문 19. 길이 축척 10:1인 모형으로 점성력이 지배하는 수로에 대한 모의실험을 실시하였다. 물이 흐르는 원형과 달리 모형에서 사용한 기름의 비중은 0.8이고 점성은 물의 2배이다. 이때 원형과 모형 간의 시간비는?

① 25

② 40

③ 250

④ 400

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 점성력이 지배하는 흐름에서 레이놀즈수 상사를 적용해 원형과 모형의 시간비를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 길이 축척은 원형:모형 = 10:1이므로 $L_r = 10$이다.
- 모형 유체의 비중은 0.8이므로 $\rho_m = 0.8\rho_p$이다.
- 모형 유체의 점성은 물의 2배이므로 $\mu_m = 2\mu_p$이다.
- 구해야 할 값은 시간비 $T_r = T_p/T_m$이다.

사용할 공식

점성력이 지배되므로 레이놀즈수 상사를 적용한다.

$Re_p = Re_m, \quad \frac{V_p L_p}{\nu_p} = \frac{V_m L_m}{\nu_m}$

비로 쓰면

$V_r L_r = \nu_r, \quad T_r = \frac{L_r}{V_r}$

여기서 $\nu = \mu/\rho$는 동점성계수이다.

계산 과정

1. 동점성계수 비를 구한다.

$\frac{\nu_m}{\nu_p} = \frac{\mu_m/\rho_m}{\mu_p/\rho_p} = \frac{\mu_m}{\mu_p} \cdot \frac{\rho_p}{\rho_m} = 2 \cdot \frac{1}{0.8} = 2.5$

따라서

$\nu_r = \frac{\nu_p}{\nu_m} = \frac{1}{2.5} = 0.4$

2. 레이놀즈수 상사에서 속도비를 구한다.

$V_r = \frac{\nu_r}{L_r} = \frac{0.4}{10} = 0.04$

3. 시간비를 구한다.

$T_r = \frac{L_r}{V_r} = \frac{10}{0.04} = 250$

따라서 원형과 모형 간의 시간비는 250이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ①의 "25"는 속도비를 $V_r = 0.4$로 잘못 둔 값이다. 실제로는 $V_r = 0.04$이므로 시간비는 25가 아니라 250이다.

② X
- ②의 "40"은 레이놀즈수 상사 계산 결과와 맞지 않는다. $\nu_r = 0.4$, $L_r = 10$에서 $V_r = 0.04$, $T_r = 250$이므로 "40"을 "250"으로 고쳐야 한다.

③ O
- ③의 "250"이 맞다. 점성력 지배 흐름에서는 레이놀즈수 상사를 적용하고, 동점성계수 비를 반영하면 시간비가 정확히 250으로 계산된다.

④ X
- ④의 "400"은 속도비와 시간비의 역관계를 잘못 처리한 값이다. 시간비는 $T_r = L_r/V_r$로 계산하므로 결과는 400이 아니라 250이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 점성이라는 말을 보고 점성계수 μ만 비교하고 밀도 차이를 빼먹는 데 있다. 실제 상사 판단에는 동점성계수 $\nu = \mu/\rho$가 들어가므로 비중 0.8 조건까지 함께 반영해야 한다. 또 속도비를 구한 뒤 시간비는 그 역방향으로 커진다는 점도 자주 놓친다.

다시 나오면 이렇게 판단

점성력 지배 모형실험이 나오면 먼저 레이놀즈수 상사인지 확인하고, 유체가 다르면 $\nu = \mu/\rho$로 동점성계수 비를 구한다. 그다음 $V_r L_r = \nu_r$로 속도비를 구하고, 마지막에 $T_r = L_r/V_r$로 시간비를 정리하면 된다.

암기 포인트

점성력 지배 = 레이놀즈수 상사, $\nu = \mu/\rho$, $V_r L_r = \nu_r$, $T_r = L_r/V_r$이다.

NoteBase

문 20. 홍수방어 및 조절 대책 중 비구조물적 대책에 해당하지 않는 것은?

① 하천정비 및 하도개수

② 댐 및 저수지 운영체제 개선

③ 홍수예경보

④ 홍수보험

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 홍수대책을 구조물적 대책과 비구조물적 대책으로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

구조물적 대책은 제방, 댐, 하도개수처럼 물리적 시설을 설치하거나 하천 형상을 직접 바꾸어 홍수를 줄이는 대책이다.
비구조물적 대책은 운영, 예경보, 토지이용 관리, 보험처럼 시설 신설보다 제도와 관리 방식으로 피해를 줄이는 대책이다.

선지별 해설

① O
하천정비 및 하도개수는 하천 단면을 넓히거나 유수 소통 능력을 높이도록 하천 자체를 물리적으로 정비하는 대책이다. 따라서 비구조물적 대책이 아니라 구조물적 대책이다.

② X
댐 및 저수지 운영체제 개선은 기존 시설을 어떻게 운영할 것인지에 관한 관리 대책이다. 틀린 판단 포인트는 이를 새 구조물 설치로 보는 점이다. 실제로는 비구조물적 대책에 해당한다.

③ X
홍수예경보는 수문 정보를 바탕으로 사전에 경보를 제공하여 피해를 줄이는 관리 대책이다. 틀린 판단 포인트는 경보체계를 구조물로 오해하는 점이다. 실제로는 비구조물적 대책에 해당한다.

④ X
홍수보험은 홍수 발생 후의 경제적 손실을 분산하는 제도적 대책이다. 틀린 판단 포인트는 피해 저감 효과가 없다고 보아 제외하는 점이다. 실제로는 비구조물적 대책에 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

댐이라는 단어가 들어가면 모두 구조물적 대책으로 오해하기 쉽다. 그러나 이 문항의 ②는 댐 자체의 건설이 아니라 운영체제 개선이므로 비구조물적 대책이다. 시설의 존재보다 무엇을 바꾸는지가 구분 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지가 하천, 제방, 댐 등을 새로 만들거나 물리적으로 고치는 내용이면 구조물적 대책으로 본다. 반대로 기존 시설의 운영, 예경보, 보험, 제도 개선처럼 관리 방식과 제도에 초점이 있으면 비구조물적 대책으로 판단한다.

암기 포인트

만드는 것은 구조물적, 운영하고 알리고 보상하는 것은 비구조물적 대책이다.

NoteBase