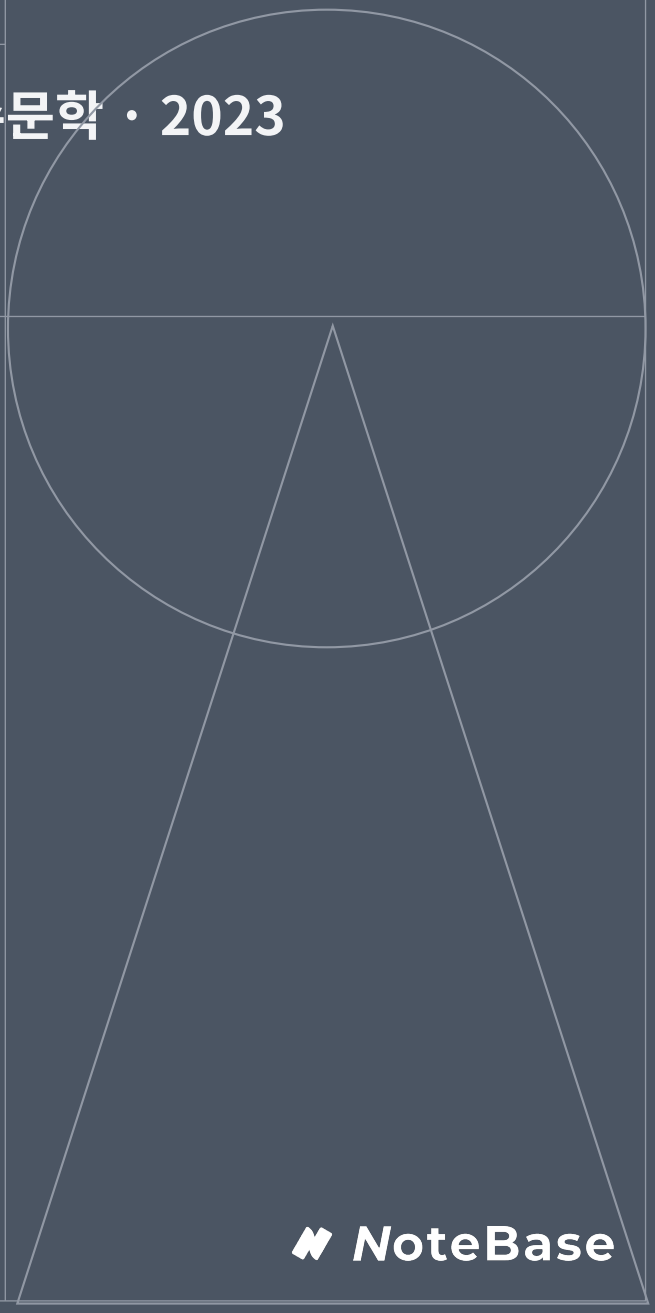
기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 수리수문학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/7급 · 수리수문학 · 2023

공무원/지방직/7급 · 수리수문학 · 2023

문 1. 비에너지와 한계수심에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유량이 일정할 때 비에너지가 최소인 수심이 한계수심이다.

② 비에너지가 일정할 때 한계수심으로 흐르면 유량이 최소가 된다.

③ 등류일 때 모든 흐름 구간에서 비에너지는 일정하며, 에너지선은 수로바닥과 항상 평행하다.

④ 비에너지는 개수로 바닥을 기준으로 한 전수두이며, 단위 무게당 에너지로 표현된다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 비에너지와 한계수심의 관계, 그리고 등류에서 에너지선의 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

비에너지는 개수로 바닥을 기준으로 한 단위 무게당 에너지로, 수심과 속도수두의 합이다. 유량이 일정할 때 비에너지가 최소가 되는 수심이 한계수심이다. 반대로 비에너지가 일정할 때 한계수심에서는 유량이 최대가 된다. 등류에서는 수심과 평균유속이 일정하므로 비에너지는 일정하고, 에너지선은 수로바닥과 평행하다.

선지별 해설

① O. 유량이 일정한 조건에서 비에너지 곡선의 최저점에 해당하는 수심이 한계수심이다.

② X. 틀린 표현은 '유량이 최소'이다. 비에너지가 일정한 조건에서 한계수심을 통과할 때 유량은 최대가 된다.

③ O. 등류에서는 모든 흐름 단면에서 수심과 평균유속이 일정하므로 비에너지도 일정하다. 에너지선은 마찰손실로 하류 방향으로 낮아지지만, 수로바닥도 같은 기울기로 낮아져 에너지선은 수로바닥과 평행하다.

④ O. 비에너지는 개수로 바닥을 기준으로 한 위치수두와 속도수두의 합으로 나타내는 단위 무게당 에너지이다.

오답 포인트

한계수심은 '유량 일정' 조건에서는 비에너지가 최소라는 성질과, '비에너지 일정' 조건에서는 유량이 최대라는 성질을 함께 가진다. ②는 조건은 비에너지 일정으로 바꾸어 놓고 결과를 '유량 최소'로 뒤집은 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

한계수심 문제에서는 먼저 일정하게 둔 변수가 유량인지 비에너지인지를 확인한다. 유량 일정이면 비에너지 최소, 비에너지 일정이면 유량 최대로 판단한다.

암기 포인트

한계수심: Q 일정 → 비에너지 최소, E 일정 → Q 최대이다.

NoteBase

문 2. 단면적이 $0.005\mathrm{m}^2$인 원형관에 물이 $0.01\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$로 흐를 때, 관 중심선에서의 유속 [m/s]은? (단, 원형관 내 흐름은 층류이며, 포물선형 유속분포를 가진다)

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 원형관의 층류 포물선 유속분포에서 유량으로 평균유속을 구한 뒤, 평균유속과 중심선 최대유속의 관계를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 단면적은 $A = 0.005m^2$, 유량은 $Q = 0.01m^3/s$이다. 구할 값은 관 중심선 유속이다. 원형관 내 층류의 유속분포가 포물선형이므로 중심선 유속은 단면 평균유속의 2배이다.

사용할 공식

평균유속은 $\bar{V} = Q/A$이다. 원형관 층류의 포물선형 유속분포는 $u(r) = u_{max}(1 - r^2/R^2)$이므로 단면 평균유속은 $\bar{V} = u_{max}/2$, 즉 $u_{max} = 2\bar{V}$가 된다. 중심선에서는 유속이 최대이므로 u_{max}를 구한다.

계산 과정

1. 유량을 단면적으로 나누어 평균유속을 구한다.

$\bar{V} = \frac{Q}{A} = \frac{0.01m^3/s}{0.005m^2} = 2m/s$

2. 층류 포물선 분포에서 중심선 최대유속은 평균유속의 2배이다.

$u_{max} = 2\bar{V} = 2 \times 2m/s = 4m/s$

3. 따라서 관 중심선 유속은 $4m/s$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 중심선 유속이 $1m/s$라는 값은 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 '중심선 유속은 $1m/s$'이며, 올바르게는 $4m/s$이다.
② X: 중심선 유속이 $2m/s$라는 값은 평균유속 Q/A만 구한 값이다. 틀린 표현은 '중심선 유속은 $2m/s$'이며, 올바르게는 평균유속이 $2m/s$, 중심선 유속은 $4m/s$이다.
③ X: 중심선 유속이 $3m/s$가 되는 관계는 없다. 틀린 표현은 '중심선 유속은 $3m/s$'이며, 올바르게는 층류 포물선 분포에서 평균유속의 2배인 $4m/s$이다.
④ O: 평균유속 $2m/s$의 2배가 중심선 최대유속이므로 $4m/s$가 맞다.

오답 포인트

②처럼 Q/A로 구한 평균유속을 중심선 유속으로 바로 쓰는 함정이 핵심이다. 원형관 층류에서는 속도분포가 균일하지 않아 중심선 유속이 평균유속보다 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 Q/A로 평균유속을 구한 뒤 유속분포를 확인한다. 원형관 층류의 포물선 분포이면 중심선 최대유속은 평균유속의 2배로 판단한다.

암기 포인트

원형관 층류: $u_{center} = u_{max} = 2\bar{V}$.

NoteBase

문 3. 관수로 흐름에서의 마찰손실수두와 마찰손실계수에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 난류영역에서의 마찰손실수두는 관의 상대조도보다 레이놀즈수가 더 중요한 변수가 된다.

② 층류영역에서의 마찰손실수두는 관의 조도와 무관하다.

③ 층류영역에서 마찰손실계수는 $\frac{64}{Re}$ (Re는 레이놀즈수)이다.

④ 거친관의 마찰손실계수는 레이놀즈수가 10^6 이상이면 관의 상대조도에 의해 주로 영향을 받는다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 관수로 층류와 난류에서 마찰손실수두 및 Darcy 마찰손실계수를 지배하는 인자를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

층류는 점성의 영향이 지배적이어서 마찰손실계수가 레이놀즈수에 따라 변하며, 원관의 Darcy 마찰손실계수는 $f = 64/Re$이다. 난류는 관 조도와 레이놀즈수의 영향을 함께 받으며, 완전조난류에서는 상대조도가 주된 지배 인자이다.

선지별 해설

① O. 난류영역에서는 마찰손실수두가 관의 상대조도와 레이놀즈수의 함수이지만, 층류에서는 상대조도의 영향이 거의 없고 레이놀즈수가 더 중요한 변수이다.

② X. 틀린 표현은 '관의 조도와 무관하다'이다. 난류의 마찰손실수두는 관 조도의 영향을 받으며, 특히 거친 관의 완전조난류에서는 상대조도가 지배적이다.

③ X. 틀린 표현은 '층류영역에서'이다. $f = 64/Re$는 원관의 층류영역에 적용되는 Darcy 마찰손실계수 관계식이다. 난류영역에서는 조도와 레이놀즈수의 영향을 고려한다.

④ O. 레이놀즈수가 충분히 큰 거친 관의 완전조난류에서는 마찰손실계수가 레이놀즈수보다 관의 상대조도에 의해 주로 결정된다.

오답 포인트

③의 $64/Re$를 난류식으로 바꾸어 제시하는 함정과, ②에서 난류의 조도 영향을 없다고 하는 함정이 핵심이다. $64/Re$는 층류의 관계식이고, 난류에서는 조도가 무시되지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

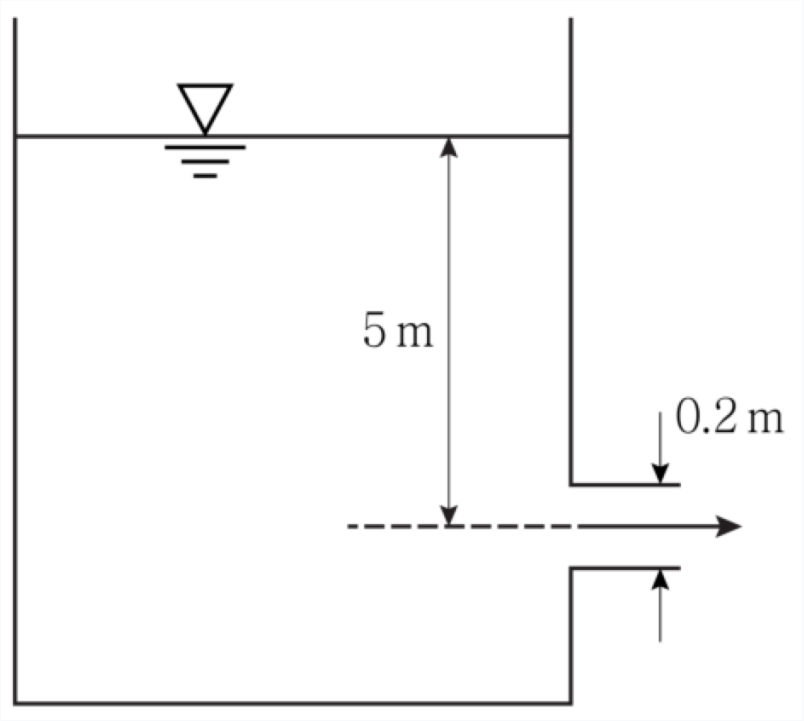
먼저 유동영역을 층류·천이류·난류로 구분한다. 층류이면 $f = 64/Re$와 레이놀즈수 의존성을 판단하고, 난류이면 상대조도와 레이놀즈수의 영향을 확인한다. 완전조난류이면 상대조도가 우선한다.

암기 포인트

층류: $64/Re$, 레이놀즈수 지배. 완전조난류: 상대조도 지배.

NoteBase

문 4. 그림과 같이 직경이 0.2m인 작은 오리피스를 통해 대기로 유출되는 물의 유속[m/s]과 유량[m^3/s]은? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$이고, π는 3이며, 모든 수두손실은 무시한다)



① 유속: 5, 유량: 0.15

② 유속: 5, 유량: 0.30

③ 유속: 10, 유량: 0.15

④ 유속: 10, 유량: 0.30

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 대기 중으로 유출되는 작은 오리피스에 대해 베르누이 방정식으로 유속을 구하고, 단면적을 곱하여 유량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 수두는 $H = 5m$이고, 중력가속도는 $g = 10m/s^2$이다.
오리피스 직경은 $d = 0.2m$, 원주율은 $\pi = 3$이다.
저수지 수면과 유출 제트는 모두 대기압이며, 수면 유속과 모든 손실수두는 무시한다.

NoteBase

사용할 공식

유출 유속은 $v = \sqrt{2gH}$ 이다. 유량은 $Q = Av$, 오리피스 단면적은 $A = \frac{\pi d^2}{4}$이다.
수면과 오리피스 출구의 압력이 모두 대기압이고 손실이 없으므로, 수두 H가 유속수두 $v^2/(2g)$로 전환된다.

계산 과정

1. 유속은 $v = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = 10 m/s$ 이다.
2. 오리피스 면적은 $A = \frac{3 \times (0.2)^2}{4} = 0.03 m^2$ 이다.
3. 따라서 유량은 $Q = Av = 0.03 \times 10 = 0.30 m^3/s$ 이다.

선지 판단

① X: 유속 $5 m/s$는 계산값 $10 m/s$와 다르다. 틀린 표현인 '유속 5'는 '유속 10'으로 고쳐야 하며, 유량도 $0.15 m^3/s$가 아니라 $0.30 m^3/s$이다.
② X: 유량 $0.30 m^3/s$는 맞지만 유속이 $5 m/s$로 틀렸다. '유속 5'는 '유속 10'으로 고쳐야 한다.
③ X: 유속 $10 m/s$는 맞지만 유량이 틀렸다. '유량 0.15'는 '유량 $0.30 m^3/s$'으로 고쳐야 하며, $0.15 m^3/s$는 단면적 또는 유속을 절반으로 잘못 적용한 값이다.
④ O: $v = 10 m/s$, $Q = 0.30 m^3/s$로 계산값과 모두 일치한다.

오답 포인트

유량 Q는 유속만으로 정해지지 않고 단면적 A를 곱해야 한다. 특히 직경 $0.2 m$를 면적으로 착각하거나 d^2를 빼먹으면 $0.15 m^3/s$와 같은 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

대기 중 오리피스 유출 문제는 먼저 수면과 출구의 압력이 같은지와 손실 무시 조건을 확인한 뒤 $v = \sqrt{2gH}$를 적용한다. 이어서 $A = \pi d^2/4$를 구해 $Q = Av$로 단위까지 검산한다.

암기 포인트

손실 없는 오리피스 유출은 '수두로 유속, 면적으로 유량'이며, $v = \sqrt{2gH}$, $Q = Av$이다.

NoteBase

문 5. 어떤 하천 지점에서 재현기간 5년인 홍수가 3년 동안에 한 번 이상 발생할 확률은? (단, 소수점 셋째 자리에서 반올림한다)

① 0.19

② 0.49

③ 0.51

④ 0.73

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 재현기간으로부터 1년간 호수가 발생하지 않을 확률을 구한 뒤, 3년 동안 한 번 이상 발생할 확률을 여사건으로 계산하는 문제이다.

조건 정리

재현기간은 5년이므로 1년간 해당 규모 이상의 호수 발생확률은 $p = 1/5 = 0.20$이다.
구해야 할 값은 3년 동안 한 번 이상 발생할 확률이다.
각 연도의 발생은 서로 독립이고, 재현기간 5년은 5년마다 반드시 한 번 발생한다는 뜻이 아니라 연평균 발생확률이 0.20이라는 뜻이다.

사용할 공식

n년 동안 한 번 이상 발생할 확률은 $P = 1 - (1 - p)^n$이다.
이 문제는 '한 번 이상'의 확률을 직접 구하기보다, 3년 내내 발생하지 않을 확률의 여사건으로 구하는 것이 간단하다.

계산 과정

1. 1년간 발생확률은 $p = 1/5 = 0.20$이다.
2. 1년간 발생하지 않을 확률은 $1 - p = 0.80$이다.
3. 3년 동안 한 번도 발생하지 않을 확률은 $0.80^3 = 0.512$이다.
4. 따라서 3년 동안 한 번 이상 발생할 확률은 $1 - 0.512 = 0.488$이며, 소수점 셋째 자리에서 반올림하면 0.49이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 0.19는 1년간 발생확률 0.20과도, 3년간 한 번 이상 발생확률 0.488과도 일치하지 않는다. 틀린 표현인 '0.19'는 올바르게는 '0.49'이다.
② O: 3년 내 한 번 이상 발생할 확률은 $1-(1-0.20)^3=0.488$이므로 0.49이다.
③ X: 0.51은 3년 동안 한 번도 발생하지 않을 확률 $0.80^3=0.512$를 반올림한 값이다. '한 번 이상 발생'을 묻는데 '한 번도 발생하지 않음'의 확률을 사용한 것이므로, 올바르게는 0.49이다.
④ X: 0.73은 주어진 재현기간 5년과 기간 3년으로 계산되는 값이 아니다. '0.73'은 올바르게는 여사건 계산 결과인 '0.49'이다.

오답 포인트

③처럼 $0.80^3=0.512$를 구한 뒤 그대로 선택하는 실수가 핵심 함정이다. 이 값은 3년 동안 한 번도 발생하지 않을 확률이므로, '한 번 이상'을 구하려면 반드시 1에서 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

재현기간 T년의 연 발생확률을 먼저 $p=1/T$로 바꾸고, n년 내 한 번 이상 발생은 $1-(1-p)^n$으로 계산한다. 마지막에 문제의 표현이 '한 번 이상'인지 '한 번도 발생하지 않음'인지 검산한다.

암기 포인트

재현기간 T년: 연 발생확률은 $1/T$, n년 내 한 번 이상은 $1-(1-1/T)^n$이다.

NoteBase

문 6. a[cm]의 간격으로 평행하게 놓인 두 장의 평판 사이에 점성을 알 수 없는 뉴턴유체가 채워져 있다. 아래 판을 고정시키고 면적이 b[mm^2]인 위 판을 c[cm/s]의 속도로 움직일 때, d[N]의 힘이 필요하다. 이 경우 유체의 점성계수는? (단, 점성계수의 단위에는 힘 N, 길이 m, 시간 s를 사용한다)

① $\frac{ad}{bc}10^{6}$
② $\frac{ad}{bc}10^{-6}$
③ $\frac{bd}{ac}10^{6}$
④ $\frac{bd}{ac}10^{-6}$

정답 1번

출제 포인트

평행한 두 평판 사이의 뉴턴유체 층류에서 전단력 관계식으로 점성계수 μ를 구하는 문제이다.

조건 정리

평판 간격은 $h = a \times 10^{-2} m$, 윗판 면적은 $A = b \times 10^{-6} m^2$, 윗판 속도는 $V = c \times 10^{-2} m/s$, 필요한 힘은 $F = dN$이다. 아래판은 고정되어 있으므로 두 판의 상대속도는 V이다.

사용할 공식

뉴턴의 점성법칙에서 전단응력은 $\tau = \mu V/h$이고, $F = \tau A$이므로 $\mu = Fh/(AV)$이다. 평판 사이에서 속도가 선형으로 변하는 단순 전단유동이므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

$\mu = Fh/(AV)$에 단위를 환산한 값을 대입한다.
$\mu = \frac{d(a \times 10^{-2})}{(b \times 10^{-6})(c \times 10^{-2})} = \frac{ad}{bc} \times 10^{6}$
따라서 점성계수의 단위 $N \cdot s/m^2$로 $\frac{ad}{bc}10^{6}$이 된다.

선지 판단

① O. $\mu = Fh/(AV)$에 $a[cm]$, $b[mm^2]$, $c[cm/s]$를 각각 SI 단위로 바꾸어 대입하면 $\frac{ad}{bc}10^{6}$이 된다.
② X. 10^{-6}은 면적 $b[mm^2]$의 환산계수만 남긴 경우의 오류이다. a와 c의 10^{-2}는 약분되므로 올바르게는 $\frac{ad}{bc}10^{6}$이다.
③ X. 점성계수는 간격 h와 필요 힘 F에 비례하고, 면적 A와 속도 V에 반비례한다. 따라서 b/a가 아니라 a/b가 되어야 하며, 올바르게는 $\frac{ad}{bc}10^{6}$이다.
④ X. ③과 같이 분자·분모가 뒤바뀌었고, 10^{6}의 지수도 반대이다. 올바르게는 $\frac{ad}{bc}10^{6}$이다.
계산 결과 $\frac{ad}{bc}10^{6}$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

간격 h는 점성계수의 분자, 면적 A와 속도 V는 분모에 놓인다. 특히 $b[mm^2]$의 환산은 10^{-6}이지만 분모에 있으므로 전체 식에서는 10^{6}이 되는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

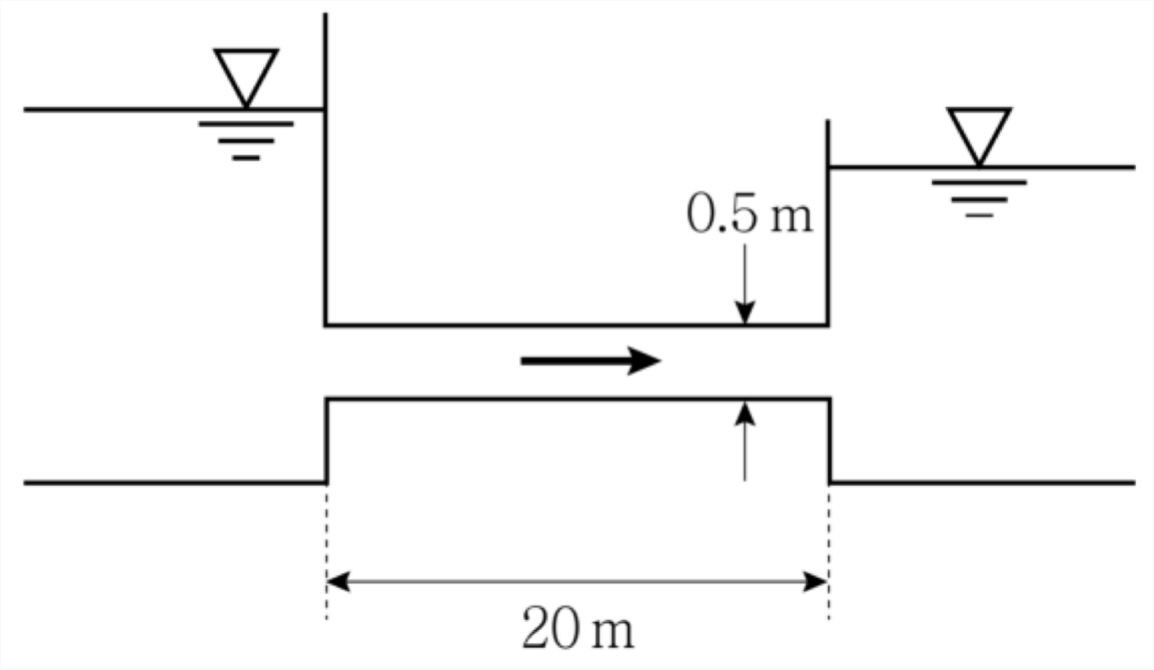
평판 사이 점성유동에서는 먼저 $F = \mu AV/h$를 세운 뒤 $\mu = Fh/(AV)$로 정리한다. 이어서 길이는 $cm \rightarrow m$로 10^{-2}, 면적은 $mm^2 \rightarrow m^2$로 10^{-6}을 적용해 지수를 검산한다.

암기 포인트

평판 점성저항은 $F = \mu AV/h$이다. 면적·속도가 클수록 힘은 커지고, 간격이 클수록 힘은 작아진다.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 두 저수지를 연결한 직경 0.5m, 마찰손실계수 0.025인 관로에 3.5m/s의 속도로 물이 흐르고 있다. 관로의 길이가 20m일 때 미소손실수두 : 마찰손실수두는? (단, 미소손실은 단면 급축소손실과 단면 급확대손실만을 고려한다)



① 1 : 1

② 1 : 2

③ 3 : 2

④ 2 : 1

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Darcy-Weisbach 식에 의한 마찰손실수두와 관 입구의 단면 급축소손실 및 관 출구의 단면 급확대손실을 비교하는 문제이다.

조건 정리

관의 직경은 $D = 0.5m$, 길이는 $L = 20m$, 마찰손실계수는 $f = 0.025$, 관내 유속은 $V = 3.5m/s$이다.
관 입구는 큰 저수지에서 관으로 들어가는 단면 급축소이고, 관 출구는 관에서 큰 저수지로 나가는 단면 급확대이다.
단면 급축소손실계수는 $K_c = 0.5$, 단면 급확대손실계수는 $K_e = 1$을 적용한다.

NoteBase

사용할 공식

마찰손실수두는 $h_f = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}$이다.
미소손실수두는 $h_m = (K_c + K_e)\frac{V^2}{2g}$이다.
일정 직경 관의 마찰손실에는 Darcy-Weisbach 식을, 급축소와 급확대에는 각각의 미소손실계수를 사용한다.

계산 과정

속도수두는 $\frac{V^2}{2g} = \frac{3.5^2}{2 \times 9.8} = 0.625m$이다.
마찰손실수두는 $h_f = 0.025 \times \frac{20}{0.5} \times 0.625 = 0.625m$이다.
미소손실수두는 $h_m = (0.5 + 1) \times 0.625 = 0.9375m$이다.
따라서 $h_m : h_f = 0.9375 : 0.625 = 1.5 : 1 = 3 : 2$이다.

선지 판단

① X — 1 : 1은 두 손실수두가 같다는 뜻이나, 계산값은 $0.9375m$와 $0.625m$로 다르다. 틀린 비율 1 : 1 → 올바르게는 미소손실수두:마찰손실수두가 3 : 2이다.
② X — 1 : 2는 미소손실수두가 마찰손실수두의 절반이라는 뜻이다. 급축소와 급확대의 손실계수 합은 1.5이므로 이 값이 나오지 않는다. 틀린 비율 1 : 2 → 올바르게는 3 : 2이다.
③ O — 급축소손실계수 0.5와 급확대손실계수 1의 합이 1.5이고, 마찰손실의 계수 fL/D도 $0.025 \times 20/0.5 = 1$이다. 따라서 비는 1.5 : 1 = 3 : 2이다.
④ X — 2 : 1은 미소손실수두를 실제보다 크게 본 값이다. 급축소와 급확대 손실계수의 합은 2가 아니라 1.5이다. 틀린 비율 2 : 1 → 올바르게는 3 : 2이다.

오답 포인트

④처럼 급축소와 급확대의 손실계수를 각각 1로 두어 합을 2로 계산하기 쉽다. 큰 저수지에서 관으로의 급축소는 0.5, 관에서 큰 저수지로의 급확대는 1이므로 합은 1.5이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모든 손실수두를 공통인 속도수두 $V^2/(2g)$의 계수로 정리한다. 이 문항에서는 마찰손실의 계수가 $fL/D = 1$, 미소손실의 계수가 $K_c + K_e = 1.5$이므로 속도수두를 실제로 계산하지 않아도 비를 3 : 2로 판단할 수 있다.

암기 포인트

저수지→관 급축소는 $0.5V^2/(2g)$, 관→저수지 급확대는 $V^2/(2g)$이다.

NoteBase

문 8. 개수로 모형실험을 하기 위해 모형을 4 : 1의 길이 축척으로 구성하였다. 실험에서 $10\mathrm{m}^3/\mathrm{s}$의 물이 흐른다면 실제 흐름에서의 유량 $[\mathrm{m}^3/\mathrm{s}]$은?

① 80

② 160

③ 320

④ 640

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 개수로의 Froude 상사에서 길이축척으로부터 유량축척을 구하는 문제이다.

조건 정리

모형의 길이축척은 실제 흐름 : 모형 = 4 : 1이므로 길이비는 $L_r = 4$이다. 모형 유량은 $Q_m = 10m^3/s$이며, 구할 값은 실제 유량 Q_p이다.

사용할 공식

Froude 상사에서는 속도비가 $V_r = \sqrt{L_r}$, 단면적비가 $A_r = L_r^2$이다. 따라서 유량비는 $Q_r = A_r V_r = L_r^2 \sqrt{L_r} = L_r^{5/2}$이다. 개수로의 중력 지배 흐름은 Froude 수를 같게 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 길이비는 $L_r = 4$이다.
2. 유량비는 $Q_r = 4^{5/2} = 4^2 \times \sqrt{4} = 16 \times 2 = 32$이다.
3. 따라서 $Q_p = Q_r Q_m = 32 \times 10m^3/s = 320m^3/s$이다.

선지 판단

① X: 실제 유량은 $80m^3/s$가 아니라 $320m^3/s$이다. 80은 유량비를 8로 잘못 적용한 값이며, 올바른 유량비는 $4^{5/2} = 32$이다.

② X: 실제 유량은 $160m^3/s$가 아니라 $320m^3/s$이다. 160은 단면적비 $4^2 = 16$만 적용한 값이고, 속도비 $\sqrt{4} = 2$도 곱해야 한다.

③ O: Froude 상사 유량비 32를 모형 유량 $10m^3/s$에 곱하면 $320m^3/s$이다.

④ X: 실제 유량은 $640m^3/s$가 아니라 $320m^3/s$이다. 640은 속도비를 4로 잘못 보아 유량비를 $4^3 = 64$로 계산한 값이며, 속도비는 $\sqrt{4} = 2$이다.

NoteBase

오답 포인트

②처럼 면적비만 적용하거나 ④처럼 속도비를 길이비와 같게 두는 실수가 함정이다. Froude 상사에서 속도는 길이의 제곱근에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

개수로 모형의 길이축척이 주어지면 먼저 Froude 상사인지 확인하고, $Q_r = L_r^{5/2}$로 유량비를 구한 뒤 모형 유량에 곱해 판단한다.

암기 포인트

Froude 상사: $V_r = L_r^{1/2}$, $Q_r = L_r^{5/2}$이다.

NoteBase

문 9. 폭이 4m인 직사각형 단면 수로에 유속이 6m/s, 수심이 0.1m로 물이 흐르고 있다. 이 수로에 도수가 발생하였을 때, 도수 후의 수심[m]은? (단, 중력가속도는 10m/s²이다)

① 0.4

② 0.8

③ 1.2

④ 1.6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직사각형 수로에서 도수 전후의 공액수심 관계식을 이용하여 도수 후 수심을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 수로 폭 $4m$, 도수 전 유속 $V_1 = 6m/s$, 도수 전 수심 $y_1 = 0.1m$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이다. 구할 값은 도수 후 수심 y_2이다. 직사각형 수로의 도수에서는 폭이 아니라 도수 전 프루드수와 도수 전 수심으로 공액수심을 구한다.

사용할 공식

도수 전 프루드수는 $Fr_1 = V_1/\sqrt{gy_1}$이고, 직사각형 수로의 공액수심비는 다음과 같다.
$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{1 + 8Fr_1^2} - 1\right)$
이 식은 도수 전후의 운동량 관계에서 유도되는 직사각형 수로의 공액수심 공식이므로, 유속과 도수 전 수심이 주어진 이 문제에 적용한다.

계산 과정

1. 도수 전 프루드수는 $Fr_1 = 6/\sqrt{10 \times 0.1} = 6$이다.
2. 공액수심비는 $y_2/y_1 = \frac{1}{2}(\sqrt{1 + 8 \times 6^2} - 1) = \frac{1}{2}(17 - 1) = 8$이다.
3. 따라서 $y_2 = 8 \times 0.1 = 0.8m$이다.

선지 판단

① X: 도수 후 수심은 $0.4m$가 아니다. 계산 결과는 $0.8m$이므로, $0.4m$이라는 표현은 $0.8m$로 고쳐야 한다.
② O: 공액수심 관계식으로 구한 도수 후 수심은 $0.8m$이다.
③ X: 도수 후 수심은 $1.2m$가 아니다. 계산 결과는 $0.8m$이므로, $1.2m$이라는 표현은 $0.8m$로 고쳐야 한다.
④ X: 도수 후 수심은 $1.6m$가 아니다. 계산 결과는 $0.8m$이므로, $1.6m$이라는 표현은 $0.8m$로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $0.8m$이므로 정답은 ②이다.

NoteBase

오답 포인트

수로 폭 $4m$는 이 공액수심 계산에 직접 들어가지 않는 값이다. 폭을 식에 억지로 대입하거나, Fr_1을 구할 때 $\sqrt{gy_1}$의 제곱근을 빠뜨리면 오답값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

도수 문제에서는 먼저 도수 전 프루드수 Fr_1를 구하고, 직사각형 수로의 공액수심비 y_2/y_1를 계산한 뒤 y_1을 곱해 도수 후 수심을 판단한다.

암기 포인트

직사각형 수로 도수는 Fr_1을 먼저 구하고, $y_2/y_1 = \frac{1}{2}(\sqrt{1+8Fr_1^2}-1)$을 적용한다.

NoteBase

문 10. 어떤 호우에 대해 3시간 동안 30분 간격으로 관측된 강우강도가 16, 36, 50, 28, 22, 10 mm/h이다. 초과강우량이 41 mm일 때, 파이(Φ)-지수법으로 계산한 평균 침투능[mm/h]은?

① 8

② 12

③ 14

④ 18

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 파이(Φ)-지수법에서 초과강우량의 합이 직접유출량과 같아지도록 평균 침투능을 구하는 문제이다.

조건 정리

강우강도는 30분(= 0.5h)마다 16, 36, 50, 28, 22, 10 mm/h이다. 직접유출량 41 mm가 초과강우량이며, Φ-지수보다 큰 강우강도 구간만 초과강우를 만든다.

사용할 공식

$R_e = \sum_{i>\Phi} (i - \Phi)\Delta t$ 여기서 R_e는 초과강우량, i는 각 시간구간의 강우강도, Δt는 구간길이이다. Φ-지수는 강우 중 일정하다고 보는 평균 침투능이므로, 이 식으로 계산한 초과강우량을 직접유출량 41 mm와 같게 둔다.

계산 과정

$\Phi = 14mm/h$로 두면 10 mm/h 구간은 Φ보다 작아 초과강우가 0이다.

$R_e = \{(16-14) + (36-14) + (50-14) + (28-14) + (22-14)\} \times 0.5$

$= (2 + 22 + 36 + 14 + 8) \times 0.5 = 41mm$

계산값이 주어진 직접유출량과 같으므로 $\Phi = 14mm/h$이다.

선지 판단

① X: 8 mm/h를 적용하면 모든 구간에서의 초과강우량은 $57mm$가 되어 41 mm와 다르다. 틀린 값 8 mm/h → 올바르게는 14 mm/h이다.

② X: 12 mm/h를 적용하면 초과강우량은 $46mm$가 된다. 틀린 값 12 mm/h → 올바르게는 14 mm/h이다.

③ O: 14 mm/h일 때 초과강우량이 $41mm$이므로 주어진 직접유출량과 일치한다.

④ X: 18 mm/h를 적용하면 초과강우량은 $32mm$에 그친다. 틀린 값 18 mm/h → 올바르게는 14 mm/h이다.

NoteBase

오답 포인트

총강우량 81 mm에서 직접유출량을 뺀 침투량 40 mm를 단순히 전체 지속시간 3 h로 나누면 13.33mm/h가 된다. 그러나 Φ-지수법에서는 Φ보다 작은 10 mm/h 구간의 침투를 그 강우강도만큼만 처리하므로 단순 평균을 사용할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

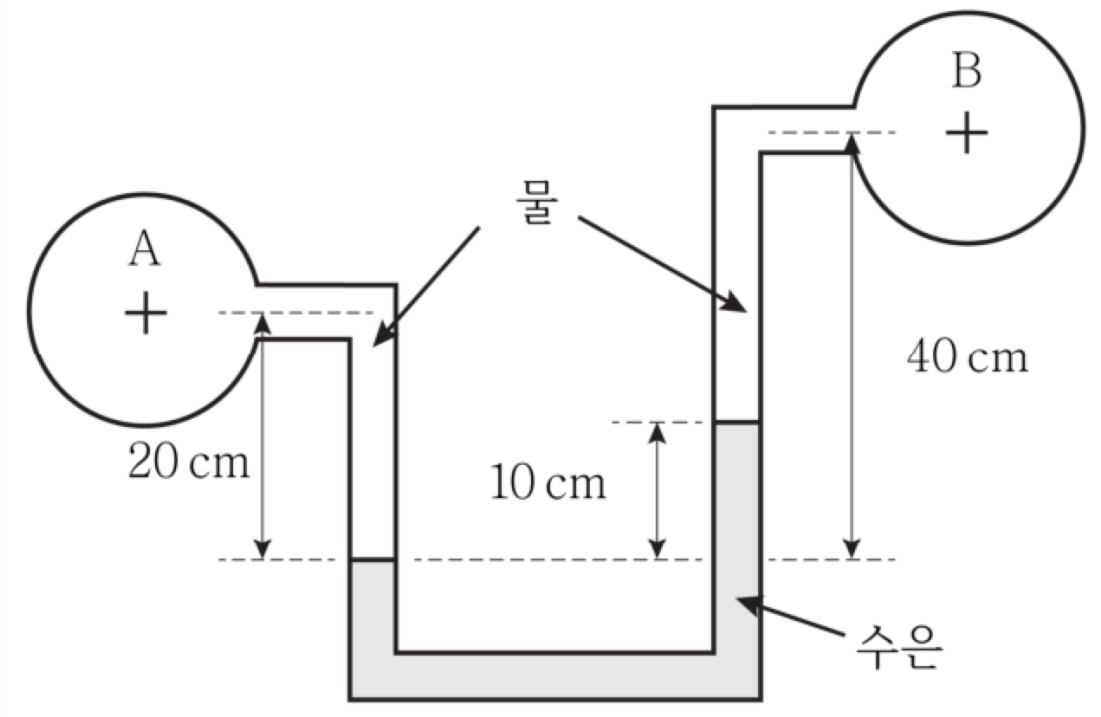
각 강우강도에서 후보 Φ를 뺀 뒤 음수는 0으로 처리하고, 각 값을 시간간격과 곱해 합산한다. 그 합이 직접유출량과 같아지는 Φ를 찾는다.

암기 포인트

Φ-지수: i>03a6인 부분만 초과강우로 계산하며, Φ보다 작은 강우는 초과강우가 0이다.

NoteBase

문 11. 그림과 같은 액주계에서 A점과 B점의 압력차 [kN/m^2]는? (단, 수은의 비중은 13.6이고, 중력가속도는 10m/s^{2}이다)



① 13.6

② 14.6

③ 15.6

④ 16.6

정답 2번

출제 포인트

수은과 물이 함께 들어 있는 액주계에서 A점과 B점 사이의 압력차를 수두 변화로 계산하는 문제이다.

조건 정리

물의 단위중량은 중력가속도 $g = 10m/s^2$이므로 $\gamma_w = 10kN/m^3$이다. 수은의 비중이 13.6이므로 $\gamma_{Hg} = 13.6\gamma_w = 136kN/m^3$이다. 왼쪽 수은면을 기준으로 A점은 $0.20m$, 오른쪽 수은면은 $0.10m$, B점은 $0.40m$ 높이에 있다.

사용할 공식

정지 유체에서는 아래로 h만큼 내려가면 압력이 γh만큼 증가하고, 위로 올라가면 그만큼 감소한다. A점에서 왼쪽 수은면, 수은, 오른쪽 수은면에서 B점 순으로 압력을 연결한다.

NoteBase

계산 과정

왼쪽 수은면의 압력은 $p_L = p_A + 10 \times 0.20$이다. 오른쪽 수은면은 왼쪽 수은면보다 $0.10m$ 높으므로 $p_R = p_L - 136 \times 0.10$이다. B점은 오른쪽 수은면보다 $0.30m$ 높으므로 $p_B = p_R - 10 \times 0.30$이다. 따라서 $p_A - p_B = 10 \times 0.20 + 136 \times 0.10 + 10 \times 0.30 = 14.6kN/m^2$이다.

선지 판단

① X: 13.6 kN/m^2는 수은면 높이차 $0.10m$에 의한 압력차만 반영한 값이다. ①의 '13.6' → 올바르게는 14.6이다.
② O: 수은 수두차 13.6 kN/m^2와 A·B 사이의 물 수두차 1.0 kN/m^2를 합하면 14.6 kN/m^2이다.
③ X: 압력 연결식의 계산 결과는 14.6 kN/m^2이므로 15.6 kN/m^2가 될 수 없다. ③의 '15.6' → 올바르게는 14.6이다.
④ X: 압력 연결식의 계산 결과는 14.6 kN/m^2이므로 16.6 kN/m^2가 될 수 없다. ④의 '16.6' → 올바르게는 14.6이다.

오답 포인트

수은면의 높이차 $10cm$만 보고 13.6 kN/m^2로 판단하기 쉽다. 그러나 A점은 왼쪽 수은면보다 $20cm$ 높고 B점은 오른쪽 수은면보다 $30cm$ 높으므로, 두 물기둥의 순수 효과 $10cm$도 함께 반영된다.

다시 나오면 이렇게 판단

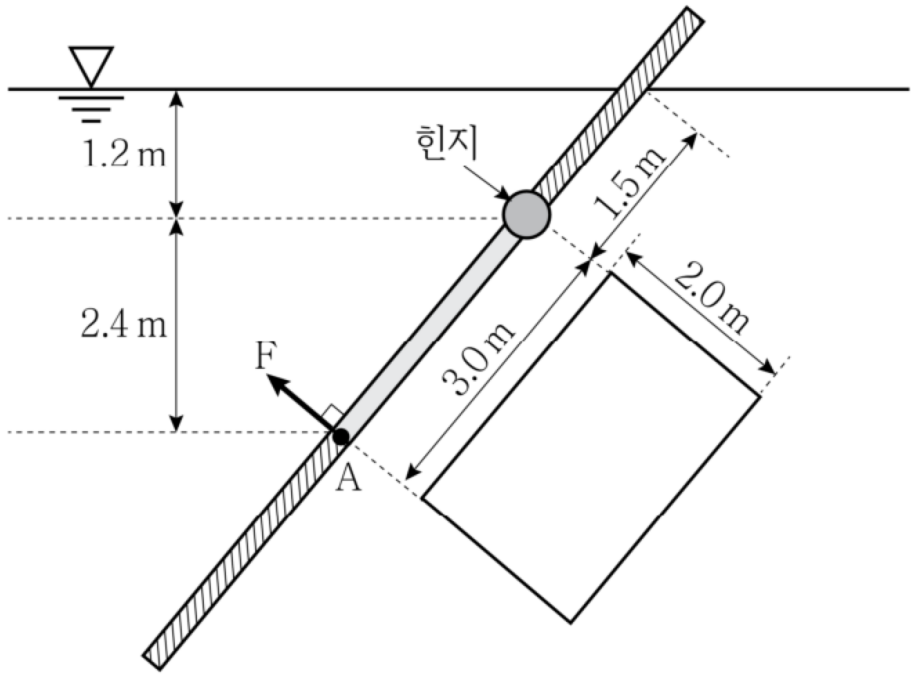
한 점에서 다른 점까지 같은 경로를 따라 내려갈 때는 더하고 올라갈 때는 뺀다. 각 구간마다 유체 종류에 맞는 단위중량을 곱한 뒤 최종 압력을 비교한다.

암기 포인트

액주계는 '아래로 $+\gamma h$, 위로 $-\gamma h$'이며, 수은 $10cm$는 물 $136cm$와 같은 압력수두이다.

NoteBase

문 12. 그림과 같이 직사각형 수문에 수압이 작용하고 있다. 이 수문이 열리지 않도록 고정하기 위해 수문 하단 점 A에서 수직으로 작용해야 하는 힘, F[kN]는? (단, 중력가속도는 10m/s^2이다)



① 76

② 78

③ 82

④ 84

정답 4번

출제 포인트

경사진 직사각형 수문에 작용하는 정수압의 힌지 기준 모멘트와 하단 A의 평형력을 구하는 문제이다.

조건 정리

수문의 길이는 $3.0m$, 폭은 $2.0m$이므로 면적은 $6.0m^2$이다. 힌지는 수면 아래 $1.2m$에 있고, 힌지에서 A까지의 길이는 $3.0m$이다. 이 구간의 연직 낙차가 $2.4m$이므로 $\sin\theta = 2.4/3.0 = 0.8$이다.

사용할 공식

힌지에서 수문을 따라 아래쪽으로 잰 거리를 s라 하면 수심은 $h = 1.2 + 0.8s$이다. 폭 $b = 2.0m$인 띠면적에 대한 수압 모멘트를 적분하면 $M_H = \gamma b \int_0^{3.0} (1.2 + 0.8s) s\,ds$가 된다. 수압과 힘 F는 모두 수문에 수직이므로, 힌지에 대한 모멘트 평형식에 이 모멘트를 그대로 사용할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

$M_H = 10 \times 2.0\left(1.2 \times \frac{3.0^2}{2} + 0.8 \times \frac{3.0^3}{3}\right) = 252\text{kN}\cdot\text{m}.$
A에서의 힘 F의 모멘트팔은 $3.0m$이므로 $F \times 3.0 = 252$이다. 따라서 $F = 84\text{kN}$이다.

선지 판단

① X. 76kN이면 힌지에 대한 저항모멘트가 $76 \times 3.0 = 228\text{kN}\cdot\text{m}$로 수압 모멘트 $252\text{kN}\cdot\text{m}$에 못 미친다. 76 kN → 올바르게는 84kN이다.
② X. 78kN이면 저항모멘트가 $234\text{kN}\cdot\text{m}$이다. 78 kN → 올바르게는 84kN이다.
③ X. 82kN이면 저항모멘트가 $246\text{kN}\cdot\text{m}$이다. 82 kN → 올바르게는 84kN이다.
④ O. 84kN이면 저항모멘트가 $84 \times 3.0 = 252\text{kN}\cdot\text{m}$가 되어 수압 모멘트와 평형을 이룬다.

오답 포인트

수압은 수심에 비례하여 커지므로 합력의 작용점은 수문의 도심보다 아래쪽에 있다. 도심에서의 수압만으로 힌지 모멘트를 계산하면 압력중심의 이동을 빠뜨려 F를 작게 계산하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

경사 수문 문제에서는 먼저 수문 길이와 연직 낙차로 $\sin\theta$를 구하고, 힌지에서의 수심을 포함한 수압분포로 모멘트를 계산한 뒤 $F = M/r$로 힘을 판단한다.

암기 포인트

경사 평판 수문은 수압합력보다 힌지 모멘트가 핵심이며, $F = M/r$로 닫힘 힘을 구한다.

NoteBase

문 13. 어떤 지역이 3km 떨어진 저수지에서 물을 공급 받는다. 저수지에서 정수장으로 송수하는 동안의 수두손실은 30m이고, 관의 직경이 1m일 때, 1시간에 공급 받을 수 있는 원수의 양[m^3]은? (단, π는 3이고, 중력가속도는 10m/s^2이며, Manning의 조도계수는 0.01이고, $(1/4)^{2/3}$는 0.4이다)

① 10,800

② 21,600

③ 32,400

④ 43,200

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 만관으로 흐르는 원형 관로에 Manning 공식을 적용하여 1시간 동안의 공급수량을 구하는 문제이다.

조건 정리

관의 지름은 $D = 1m$이고, 관로 길이는 $L = 3km = 3{,}000m$이다. 수두손실은 $h_f = 30m$, 조도계수는 $n = 0.01$이다.
만관 원형관의 단면적은 $A = \pi D^2/4 = 3/4m^2$이고, 동수반지름은 $R = D/4 = 1/4m$이다.
동수경사는 $S = h_f/L = 30/3{,}000 = 0.01$이다.

사용할 공식

Manning 공식은 $Q = \frac{1}{n}AR^{2/3}S^{1/2}$이다. 관이 만관으로 흐르므로 단면적 A와 원형관의 동수반지름 $R = D/4$를 사용한다.

계산 과정

주어진 $R^{2/3} = (1/4)^{2/3} = 0.4$, $S^{1/2} = \sqrt{0.01} = 0.1$을 대입한다.
$Q = \frac{1}{0.01} \times \frac{3}{4} \times 0.4 \times 0.1 = 3m^3/s$
따라서 1시간 공급수량은 $V = Qt = 3m^3/s \times 3{,}600s = 10{,}800m^3$이다.

선지 판단

① O: 계산된 1시간 공급수량이 10,800 m^3이므로 옳다.
② X: 21,600 m^3은 계산값의 2배이다. 21,600 m^3 → 올바르게는 10,800 m^3이다.
③ X: 32,400 m^3은 유량을 $9m^3/s$로 잘못 산정한 값이다. 32,400 m^3 → 올바르게는 10,800 m^3이다.
④ X: 43,200 m^3은 유량을 $12m^3/s$로 잘못 산정한 값이다. 43,200 m^3 → 올바르게는 10,800 m^3이다.
계산 결과는 10,800 m^3이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

관로 길이 $3km$를 $3{,}000m$로 바꾸지 않거나, 동수경사 $S = h_f/L$의 제곱근을 빠뜨리면 유량이 크게 달라진다. 또한 원형 만관의 동수반지름은 반지름 $D/2$가 아니라 $D/4$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

관로의 만관 흐름에서는 먼저 $A = \pi D^2/4$, $R = D/4$, $S = h_f/L$를 구한 뒤 Manning 공식에 대입한다. 마지막에는 유량의 단위를 m^3/s에서 시간당 공급수량으로 바꾸기 위해 3,600초를 곱한다.

암기 포인트

원형관 만관 흐름: $A = \pi D^2/4$, $R = D/4$, $Q = (1/n)AR^{2/3}S^{1/2}$이다.

NoteBase

문 14. 금속으로 만들어진 직육면체의 단면적이 25.0cm^2이고, 길이가 2m이다. 이 물체의 공기 중에서의 무게가 350N일 때, 물 속에 완전히 잠겼을 경우의 무게[N]는? (단, 중력가속도는 10m/s^2이다)

① 275

② 300

③ 325

④ 400

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 완전히 잠긴 물체에 작용하는 부력만큼 공기 중 무게에서 감소한 물속의 무게를 구하는 문제이다.

조건 정리

단면적은 $25.0cm^2$이고 길이는 $2m$이므로, 물체의 부피는 $25.0 \times 10^{-4}m^2 \times 2m = 5.0 \times 10^{-3}m^3$이다. 공기 중 무게는 350 N이며, 물의 밀도는 $1{,}000kg/m^3$, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.

사용할 공식

부력은 F_B=_물gV이고, 물속에서의 무게는 W_물속=W_공기-F_B이다. 물체가 완전히 잠겼으므로 물체 전체 부피와 같은 부피의 물을 밀어내어 이 공식을 적용한다.

계산 과정

부력은 $F_B = 1{,}000kg/m^3 \times 10m/s^2 \times 5.0 \times 10^{-3}m^3 = 50N$이다. 따라서 물속에서의 무게는 $350N - 50N = 300N$이다.

선지 판단

① X: 275 N은 부력 75 N을 뺀 값이므로 계산 결과와 다르다. 물속 무게는 300 N이다.
② O: 부력 50 N을 공기 중 무게 350 N에서 빼면 300 N이므로 옳다.
③ X: 325 N은 부력을 25 N으로 잘못 계산하여 뺀 값이다. 물속 무게는 300 N이다.
④ X: 400 N은 물속에서 부력이 위쪽으로 작용해 무게가 감소한다는 점과 반대이다. 물속 무게는 300 N이다.

오답 포인트

단면적의 단위 cm^2를 m^2로 바꾸지 않으면 부피와 부력이 크게 틀어진다. 또한 부력은 위쪽으로 작용하므로 물속에서의 무게는 공기 중 무게보다 작다.

NoteBase

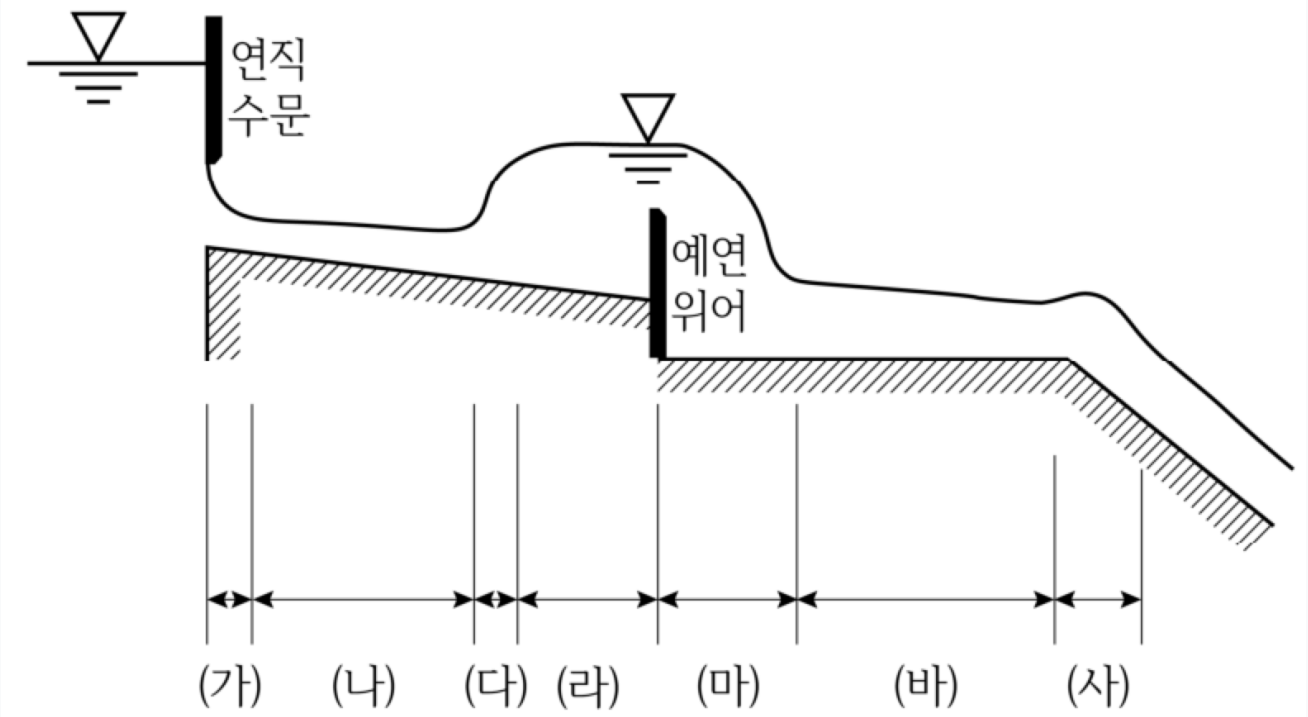
다시 나오면 이렇게 판단

계산형 문제는 단면적과 길이로 부피를 먼저 구하고, $F_B = \rho g V$로 부력을 계산한 뒤 공기 중 무게에서 부력을 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

완전 잠김: 물속 무게 = 공기 중 무게 - $\rho g V$이다.

문 15. 그림과 같은 (가) ~ (사)의 부등류 흐름에서 급변류와 점변류에 해당하는 것을 바르게 제시한 것은? (그림에서 예연위어(sharp crested weir)는 예연웨어 또는 칼날웨어로도 불린다)



① 급변류: (가), (다), (라), (사), 점변류: (나), (마), (바)

② 급변류: (가), (다), (사), 점변류: (나), (라), (마), (바)

③ 급변류: (나), (라), (바), 점변류: (가), (다), (마), (사)

④ 급변류: (가), (다), (마), (사), 점변류: (나), (라), (바)

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 수직수문 직하류, 도수, 예연웨어 통과부, 하상 변화부에서 수면이 짧은 거리에서 급격히 변하는지 또는 긴 거리에서 서서히 변하는지를 구분하는 문제이다. 수문 직하류의 (가), 도수부의 (다), 예연웨어 통과부의 (마), 하상 변화부의 (사)는 급변류이고, 그 사이의 비교적 긴 수면곡선 구간인 (나), (라), (바)는 점변류이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: (라)를 급변류, (마)를 점변류로 분류한 부분이 틀리다. (라)는 예연웨어 상류에서 수면이 서서히 변하는 점변류 구간이고, (마)는 예연웨어를 넘으며 수심과 유속이 짧은 거리에서 크게 변하는 급변류 구간이다. 틀린 표현 → (라)는 점변류, (마)는 급변류이다.

② X: (마)를 점변류로 분류한 부분이 틀리다. 예연웨어 통과부에서는 흐름이 빠르게 가속되고 수면이 급격히 변화한다. 틀린 표현 → (마)는 급변류이다.

③ X: 급변류와 점변류를 전반적으로 뒤바꾸었다. (나), (라), (바)는 경사가 완만한 구간에서 수면이 길이에 걸쳐 서서히 조정되는 점변류이고, (가), (다), (마), (사)는 수문·도수·웨어·하상 변화부의 급변류이다. 틀린 표현 → 급변류는 (가), (다), (마), (사), 점변류는 (나), (라), (바)이다.

④ O: (가), (다), (마), (사)는 국부 구조물 또는 하상 형상 변화로 수심과 유속이 짧은 거리에서 변하는 급변류이며, (나), (라), (바)는 수면곡선이 비교적 긴 거리에서 변하는 점변류이다.

오답 포인트

예연웨어의 상류 접근부와 웨어를 실제로 통과하는 부분을 혼동하기 쉽다. 상류의 (라)는 점변류이지만, 웨어를 넘는 (마)는 경계조건이 급격히 바뀌는 급변류이다. 또한 도수부 (다)는 대표적인 급변류이다.

다시 나오면 이렇게 판단

수문 직하류, 도수, 위어·웨어의 월류부, 급격한 하상 변화처럼 흐름 단면이나 에너지가 국부적으로 바뀌는 곳은 급변류로 판단한다. 구조물 전후의 긴 접근·회복 수면곡선 구간은 점변류로 판단한다.

암기 포인트

국부 변화는 급변류, 긴 수면곡선은 점변류이다. 도수와 웨어 월류부는 급변류이다.

NoteBase

문 16. 공 모양 비눗방울의 직경이 20mm이고, 내부와 외부의 압력차가 10Pa일 때, 비눗방울 표면에서 발생하는 표면장력[N/m]은?

① 0.01
② 0.05
③ 0.1
④ 0.2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 공 모양 비눗방울의 내·외부 압력차와 표면장력의 관계를 이용하여 표면장력을 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 압력차는 $10Pa$이고, 비눗방울의 직경은 $20mm = 0.02m$이다. 구할 값은 표면장력 σ이다. 직경을 m로 환산하여 식에 대입한다.

사용할 공식

공 모양 비눗방울의 압력차는
$\Delta p = \frac{4\sigma}{d}$
로 나타낸다. 여기서 d는 직경이다. 주어진 값이 구형 비눗방울의 내·외부 압력차와 직경이므로 이 관계식을 사용한다.

계산 과정

$\sigma = \frac{\Delta p d}{4} = \frac{10 \times 0.02}{4} = 0.05N/m$
따라서 표면장력은 $0.05N/m$이다.

선지 판단

① X: $0.01N/m$를 대입하면 압력차는 $2Pa$이다. 틀린 표현은 '$0.01N/m$'이며, 올바르게는 $0.05N/m$이다.
② O: $\sigma = 0.05N/m$이면 $4\sigma/d = 10Pa$가 되어 주어진 압력차와 일치한다.
③ X: $0.1N/m$를 대입하면 압력차는 $20Pa$가 된다. 틀린 표현은 '$0.1N/m$'이며, 올바르게는 $0.05N/m$이다.
④ X: $0.2N/m$를 대입하면 압력차는 $40Pa$가 된다. 틀린 표현은 '$0.2N/m$'이며, 올바르게는 $0.05N/m$이다.

NoteBase

오답 포인트

직경 20mm를 그대로 20으로 대입하면 단위가 맞지 않는다. 또한 압력차 식에서 직경 d와 반지름 r을 혼동하면 계산 결과가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

구형 비눗방울 문제에서는 먼저 길이를 m로 환산하고, $\Delta p = 4\sigma/d$에서 미지수 σ를 정리한 뒤 단위를 N/m로 검산한다.

암기 포인트

구형 비눗방울은 $\Delta p = 4\sigma/d$, 즉 압력차에 직경을 곱한 뒤 4로 나누어 표면장력을 구한다.

NoteBase

문 17. 하천유역의 특성에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 하천종단도는 유역경계선으로부터 하천출구점까지 하천의 수평 거리에 대한 하상의 높이를 나타낸 것이다.

② 비유량은 하천유량을 유역면적으로 나눈 것이다.

③ 하상계수는 하천의 임의 지점에서 특정 연도의 최소유량에 대한 최대유량의 비이다.

④ 유황계수는 연중 15일 이상 지속되는 유량을 연중 350일 이상 지속되는 유량으로 나눈 값이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 하천종단도, 비유량, 하상계수, 유황계수의 정의와 산정 기준을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

하천종단도는 유역경계선에서 하천출구점까지의 수평거리에 따른 하상고를 나타낸 도면이다. 비유량은 유역면적당 유량이다. 하상계수는 한 해의 최대유량을 최소유량으로 나눈 값으로 유량 변동의 크기를 나타낸다. 유황계수는 풍수량을 갈수량으로 나눈 값이며, 풍수량은 연중 95일 이상 지속되는 유량, 갈수량은 연중 355일 이상 지속되는 유량이다.

선지별 해설

① O: 하천종단도는 상류 유역경계선부터 하천출구점까지, 하천을 따른 수평거리와 하상고의 관계를 나타낸다.

② O: 비유량은 하천유량을 유역면적으로 나눈 유역면적당 유량이다.

③ O: 하상계수는 특정 연도의 최소유량에 대한 최대유량의 비이다. 값이 클수록 연중 유량 변동이 크다.

④ X: 틀린 표현은 '연중 15일 이상 지속되는 유량'과 '연중 350일 이상 지속되는 유량'이다. 유황계수는 연중 95일 이상 지속되는 풍수량을 연중 355일 이상 지속되는 갈수량으로 나눈 값이다.

오답 포인트

④는 유황계수의 분자와 분모에 쓰이는 지속일수를 15일과 350일로 바꾸어 놓은 선지이다. 풍수량과 갈수량의 기준인 95일과 355일을 함께 기억해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

하천 특성 지표는 먼저 무엇의 비 또는 단위면적당 값인지를 확인한다. 유황계수는 풍수량/갈수량, 하상계수는 최대유량/최소유량, 비유량은 유량/유역면적으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

유황계수는 풍수 95일 ÷ 갈수 355일, 하상계수는 최대유량 ÷ 최소유량이다.

NoteBase

문 18. 도시지역 어느 주차장에 설계빈도 10년인 우수거를 설계할 때, 설계유량[m^3/s]은? (단, 재현기간 10년에 해당하는 강우강도식 $I = \frac{5,000}{t+45}$[mm/h]이고, 배수면적은 12ha이며, 유출계수는 0.6이고, 도달시간은 5분이다)

① 1.0

② 1.5

③ 2.0

④ 2.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 합리식으로 도시 배수구역의 설계첨두유량을 구하는 계산 문제이다.

조건 정리

강우지속시간은 도달시간과 같게 $t = 5min$으로 둔다. 강우강도는 $I = \frac{5,000}{5+45} = 100mm/h$이다. 배수면적은 $12ha = 0.12km^2$, 유출계수는 $C = 0.6$이다.

사용할 공식

합리식은 $Q = 0.278CIA$ 이다. 여기서 Q의 단위는 m^3/s, I의 단위는 mm/h, A의 단위는 km^2이다.
도달시간에 해당하는 강우강도와 유출계수·배수면적이 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 도달시간 5분을 강우강도식에 대입하여 $I = 100mm/h$를 구한다.
2. 면적을 $12ha = 0.12km^2$로 환산한다.
3. $Q = 0.278 \times 0.6 \times 100 \times 0.12 = 2.0016m^3/s$이므로 설계유량은 약 $2.0m^3/s$이다.

선지 판단

① X: 1.0은 계산 결과 약 $2.0m^3/s$와 다르다. 틀린 값 '1.0' → 올바르게는 $2.0m^3/s$이다.
② X: 1.5는 계산 결과 약 $2.0m^3/s$와 다르다. 틀린 값 '1.5' → 올바르게는 $2.0m^3/s$이다.
③ O: 합리식에 $C = 0.6$, $I = 100mm/h$, $A = 0.12km^2$를 대입하면 약 $2.0m^3/s$가 된다.
④ X: 2.5는 계산 결과 약 $2.0m^3/s$와 다르다. 틀린 값 '2.5' → 올바르게는 $2.0m^3/s$이다.

오답 포인트

면적 12 ha를 그대로 넣으면 합리식의 면적 단위인 km^2와 맞지 않는다. 또한 강우강도식의 t는 도달시간 5분을 사용하므로 5분을 먼저 대입한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

도시지역 첨두유량 문제는 도달시간으로 강우강도를 구하고, 면적을 km^2로 환산한 뒤 $Q = 0.278CIA$에 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

합리식은 '도달시간 강우강도 × 유출계수 × 면적'이며, mm/h와 km^2 조합에서는 계수 0.278을 사용한다.

NoteBase

문 19. 어떤 유역에서 2시간 단위유량도가 표와 같을 때, 이 유역의 4시간 단위유량도의 최대 종거 [m^3/s]는?

시간(h)	0	2	4	6	8	10	12
단위유량도(m^3/s)	0	2	4	8	6	2	0

① 6

② 7

③ 8

④ 9

정답 2번

출제 포인트

2시간 단위유량도를 4시간 단위유량도로 바꿀 때 S-곡선법의 중첩·평균 원리를 적용하여 최대 종거를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 2시간 단위유량도의 종거는 시간 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12시간에서 각각 0, 2, 4, 8, 6, 2, 0[m^3/s]이다.
구할 값은 4시간 단위유량도의 최대 종거이다.
4시간은 2시간의 2배이므로, 원 단위유량도를 2시간만큼 평행이동하여 더한 뒤 2로 나눈다.

사용할 공식

$U_4(t) = \frac{U_2(t) + U_2(t-2h)}{2}$

4시간 단위유량도는 2시간 단위유량도 두 개를 2시간 간격으로 겹친 뒤, 총 유효강우량이 2단위가 된 것을 다시 1단위로 환산하여 얻는다. 따라서 합성 종거를 반드시 2로 나눈다.

계산 과정

2시간 이동한 유량도와 원 유량도를 더한 뒤 2로 나누면, 4시간 단위유량도의 종거는 시간 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14시간에서 각각 0, 1, 3, 6, 7, 4, 1, 0[m^3/s]가 된다.
예를 들어 8시간 종거는 $U_4(8) = (U_2(8) + U_2(6))/2 = (6 + 8)/2 = 7[m^3/s]$이다.
따라서 최대 종거는 7[m^3/s]이다.

NoteBase

선지 판단

① X. ‘6’이라는 수치는 최대 종거가 아니다. 6시간에서의 4시간 단위유량도 종거는 $(8 + 4)/2 = 6[m^3/s]$이지만, 8시간에서 7이 더 크게 나타난다. 틀린 수치 6 → 올바르게는 $7[m^3/s]$이다.
② O. 8시간에서 두 종거 6과 8을 평균하면 $7[m^3/s]$가 되며, 이것이 최대값이다.
③ X. ‘8’은 원래 2시간 단위유량도의 최대 종거일 뿐 4시간 단위유량도의 최대 종거가 아니다. 틀린 수치 8 → 올바르게는 $7[m^3/s]$이다.
④ X. ‘9’는 중첩한 두 유량도의 종거를 평균하는 과정에서 나오지 않는다. 틀린 수치 9 → 올바르게는 $7[m^3/s]$이다.

오답 포인트

원 2시간 단위유량도의 첨두값 8을 그대로 답으로 고르거나, 두 유량도를 더한 값만 보고 2로 나누지 않는 실수가 핵심 함정이다. 4시간 단위유량도에서는 시간별로 겹친 종거의 평균을 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

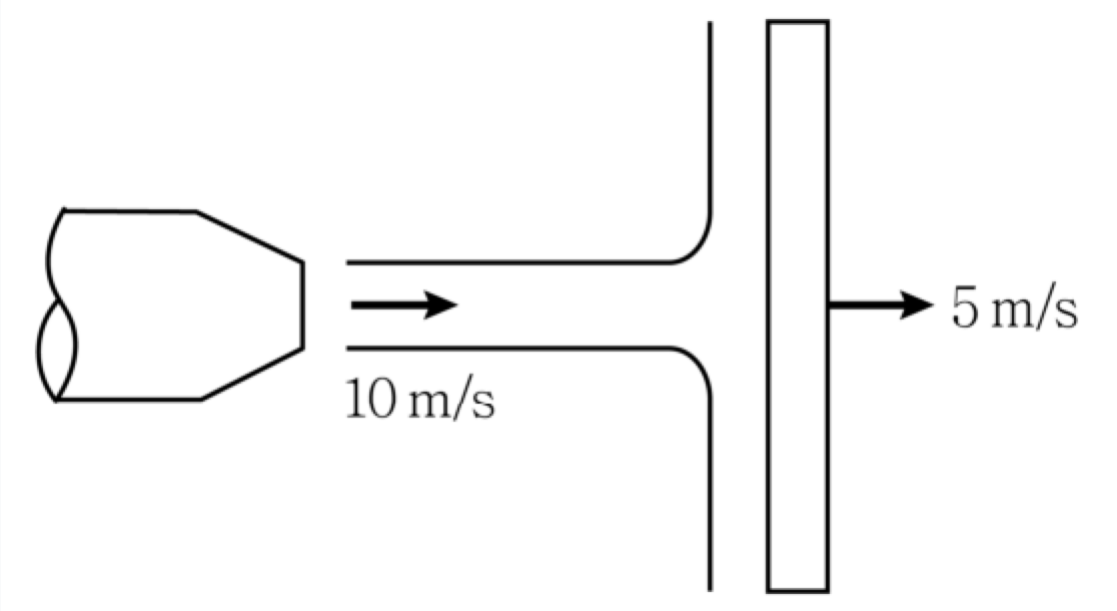
지속기간을 D에서 $2D$로 늘리는 문제에서는 원 유량도와 D만큼 지연한 유량도를 합한 뒤 2로 나눈다. 각 시간의 새 종거를 모두 구하고 그중 최댓값을 확인한다.

암기 포인트

2시간에서 4시간으로 변환: ‘2시간 지연하여 더하고, 2로 나눈다’이다.

NoteBase

문 20. 수평 이동속도가 5m/s인 수직 평판에 노즐을 통해 물이 분사되고 있다. 분사되는 물의 속도가 10m/s일 때, 평판이 받는 힘[N]은? (단, 노즐의 단면적은 $0.02m^2$이다)



① 500
② 1,000
③ 2,000
④ 3,000

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이동하는 평판에 수직으로 충돌한 제트의 상대속도에 따른 운동량 변화로 평판이 받는 힘을 구하는 문제이다.

조건 정리

분사속도는 $V = 10m/s$, 평판의 이동속도는 $u = 5m/s$, 노즐 단면적은 $A = 0.02m^2$, 물의 밀도는 $\rho = 1000kg/m^3$이다. 제트와 평판의 상대속도는 $V - u = 5m/s$이다. 평판을 따라 흐르는 물의 수평 절대속도는 평판속도와 같아 u가 된다.

사용할 공식

이동 평판에 수직 충돌하는 제트의 힘은 $F = \rho A(V-u)^2$이다. 평판에 실제로 닿는 질량유량이 $\rho A(V-u)$이고, 충돌 전후 물의 수평속도 변화량도 $V-u$이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 상대속도는 $V-u=10-5=5m/s$이다.
2. 평판에 닿는 질량유량은 $\dot{m}=\rho A(V-u)=1000\times 0.02\times 5=100kg/s$이다.
3. 물의 수평속도는 충돌 전 $10m/s$, 충돌 후 $5m/s$이므로 평판이 받는 힘의 크기는 $F=\dot{m}(10-5)=100\times 5=500N$이다.

선지 판단

① O. 계산 결과 평판이 받는 힘은 $500N$이다.
② X. '1,000 N'은 실제 힘이 아니다. 틀린 표현 '1,000 N' → 올바르게는 '500 N'이다. 이는 질량유량 또는 속도 변화에 상대속도 $5m/s$를 한 번만 반영하지 않은 경우의 오답이다.
③ X. '2,000 N'은 실제 힘이 아니다. 틀린 표현 '2,000 N' → 올바르게는 '500 N'이다. 이는 이동 평판의 속도를 무시하고 고정 평판의 식 ρAV^2를 적용한 값이다.
④ X. '3,000 N'은 실제 힘이 아니다. 틀린 표현 '3,000 N' → 올바르게는 '500 N'이다. 평판이 이동할 때는 제트속도 $10m/s$ 자체가 아니라 상대속도 $V-u$를 사용한다.

오답 포인트

③처럼 평판을 고정되어 있다고 보고 ρAV^2를 쓰는 것이 함정이다. 이동 평판에서는 평판에 유입되는 유량과 물의 수평속도 변화가 모두 상대속도 $V-u$에 의해 정해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

이동 평판 문제는 먼저 제트와 평판의 상대속도 $V-u$를 구하고, 수직 충돌이면 $F=\rho A(V-u)^2$를 적용해 단위를 N으로 검산한다.

암기 포인트

이동 평판의 제트력은 '상대속도 제곱', 즉 $F=\rho A(V-u)^2$이다.

NoteBase