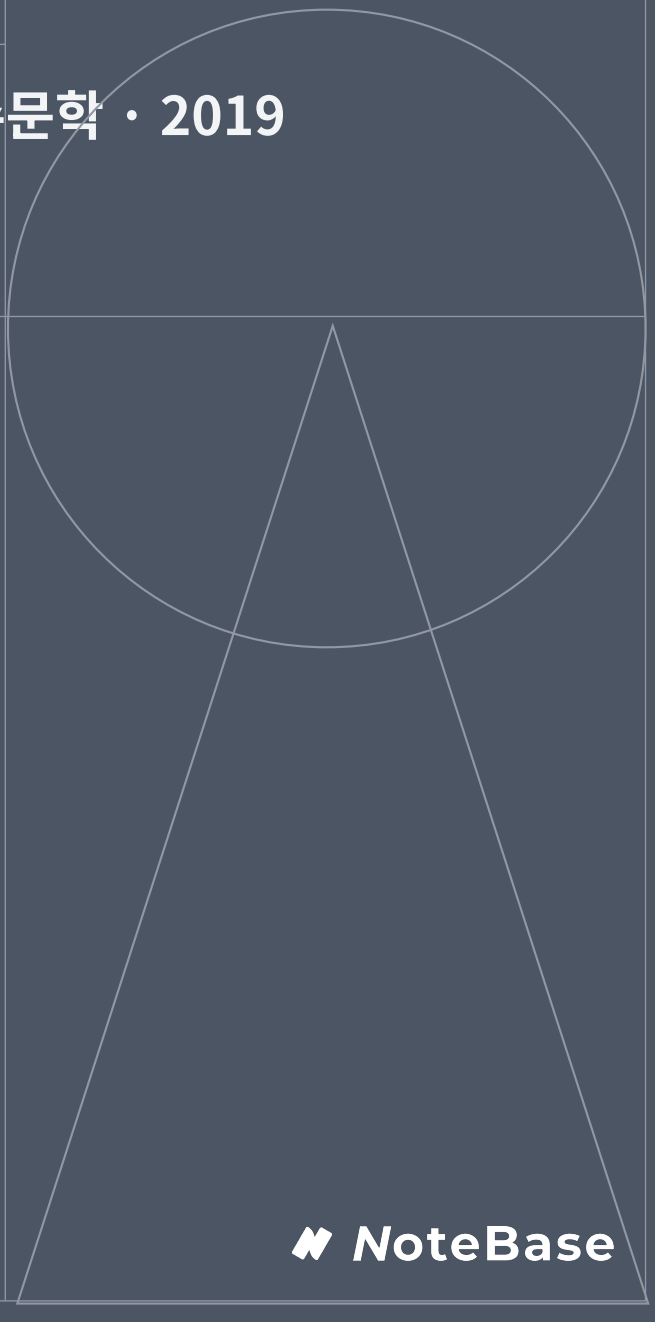
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2019

공무원/국가직/7급 · 수리수문학 · 2019

문 1. 물리량의 차원 중 옳지 않은 것은?

① 유량: $[L^3T^{-1}]$

② 압력: $[ML^{-1}T^{-2}]$

③ 표면장력: $[MT^{-1}]$

④ 운동량: $[MLT^{-1}]$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 대표적인 물리량의 정의를 차원식으로 바로 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

유량은 단위시간당 흐르는 체적이므로 차원은 $[L^3T^{-1}]$이다.
압력은 단위면적당 작용하는 힘이므로 차원은 $[ML^{-1}T^{-2}]$이다.
표면장력은 액체 표면의 단위길이당 작용하는 힘이므로 차원은 $[MT^{-2}]$이다.
운동량은 질량과 속도의 곱이므로 차원은 $[MLT^{-1}]$이다.

선지별 해설

1번: O. 유량은 체적 $[L^3]$을 시간 $[T]$으로 나눈 물리량이므로 $[L^3T^{-1}]$가 맞다.
2번: O. 압력은 힘/면적이므로 $[MLT^{-2}]/[L^2] = [ML^{-1}T^{-2}]$가 된다.
3번: X. 틀린 부분은 표면장력을 $[MT^{-1}]$로 둔 표현이다. 표면장력은 힘/길이이므로 $[MLT^{-2}]/[L] = [MT^{-2}]$가 올바르다.
4번: O. 운동량은 질량 $[M]$과 속도 $[LT^{-1}]$의 곱이므로 $[MLT^{-1}]$가 맞다.

오답 포인트

표면장력을 점성계수나 운동량류의 시간차원과 혼동하면 $[T^{-1}]$를 남겨 오답이 된다. 이 문항은 힘을 길이로 나누는지, 시간을 한 번 더 나누는지에서 함정을 만든 문제이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

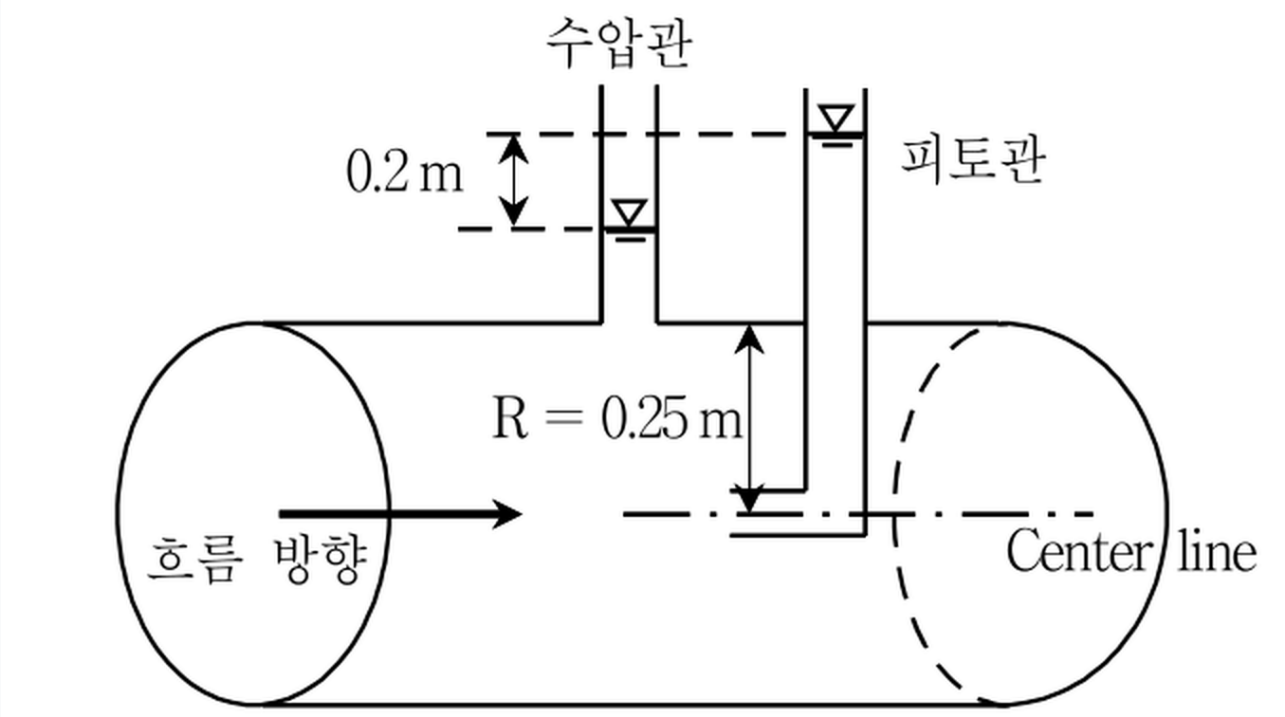
차원 문제는 물리량 이름을 외우기보다 정의식으로 되돌리면 바로 정리된다. 유량은 체적/시간, 압력은 힘/면적, 표면장력은 힘/길이, 운동량은 질량×속도로 환원하면 판단할 수 있다.

암기 포인트

표면장력은 힘/길이이므로 $[MT^{-2}]$, 압력은 힘/면적이므로 $[ML^{-1}T^{-2}]$이다.

NoteBase

문 2. 반경이 $0.25m$인 원형관에서 피토관(pitot tube)과 수압관(piezometer)의 수두차가 $0.2m$일 때, 관 내 흐름의 유속$[m/s]$은? (단, 관 내의 유체는 비압축성 이상유체이며, 중력가속도는 $10m/s^2$로 계산한다)



① 1.5

② 2.0

③ 2.5

④ 3.0

정답 2번

출제 포인트

피토관 수두와 수압관 수두의 차이가 속도수두 $\frac{v^2}{2g}$가 된다는 점을 이용해 관내 유속을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 피토관과 수압관의 수두차는 $0.2m$이고, 중력가속도는 $10m/s^2$이다.
구해야 할 값: 관 내 유속 v이다.
주의할 조건: 수압관 접속점은 관 상부이고 피토관 끝은 중심선에 있지만, 같은 유체의 정압수두 $\frac{p}{\gamma}+z$는 같은 단면에서 서로 같으므로 반경 $0.25m$는 별도로 더하지 않는다.

NoteBase

사용할 공식

$\Delta h = \frac{v^2}{2g}$

이 공식을 쓰는 이유: 수압관은 정압수두를, 피토관은 정체수두를 나타내므로 두 수주의 차이는 속도수두가 된다. 이 문제에서는 관 상부와 중심선의 높이차가 정압수두 항에서 상쇄된다.

계산 과정

1. 수두차를 속도수두로 둔다.

$0.2 = \frac{v^2}{2 \times 10}$

2. 양변에 20을 곱한다.

$v^2 = 4$

3. 제곱근을 취한다.

$v = 2.0 m/s$

선지별 해설

① X: $1.5 m/s$이면 속도수두가 $\frac{1.5^2}{20} = 0.1125 m$가 되어 주어진 수두차 $0.2 m$와 맞지 않는다. 올바르게는 유속이 $2.0 m/s$이다.

② O: $2.0 m/s$이면 속도수두가 $\frac{2.0^2}{20} = 0.2 m$가 되어 피토관과 수압관의 수두차와 정확히 일치한다.

③ X: $2.5 m/s$이면 속도수두가 $\frac{2.5^2}{20} = 0.3125 m$가 되어 주어진 수두차보다 크다. 올바르게는 유속이 $2.0 m/s$이다.

④ X: $3.0 m/s$이면 속도수두가 $\frac{3.0^2}{20} = 0.45 m$가 된다. 이는 반경 $0.25 m$를 수두차에 잘못 더했을 때 나오는 값에 가깝고, 실제 수두차 $0.2 m$와 다르다. 올바르게는 유속이 $2.0 m/s$이다.

오답 포인트

피토관 끝이 중심선에 있고 수압관 탭이 관 상부에 있다는 그림 때문에 반경 $0.25 m$를 수두차에 더하려는 실수가 자주 나온다. 그러나 같은 단면에서는 $\frac{p}{\gamma} + z$가 같으므로 읽힌 수두차 $0.2 m$만 속도수두로 쓰면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

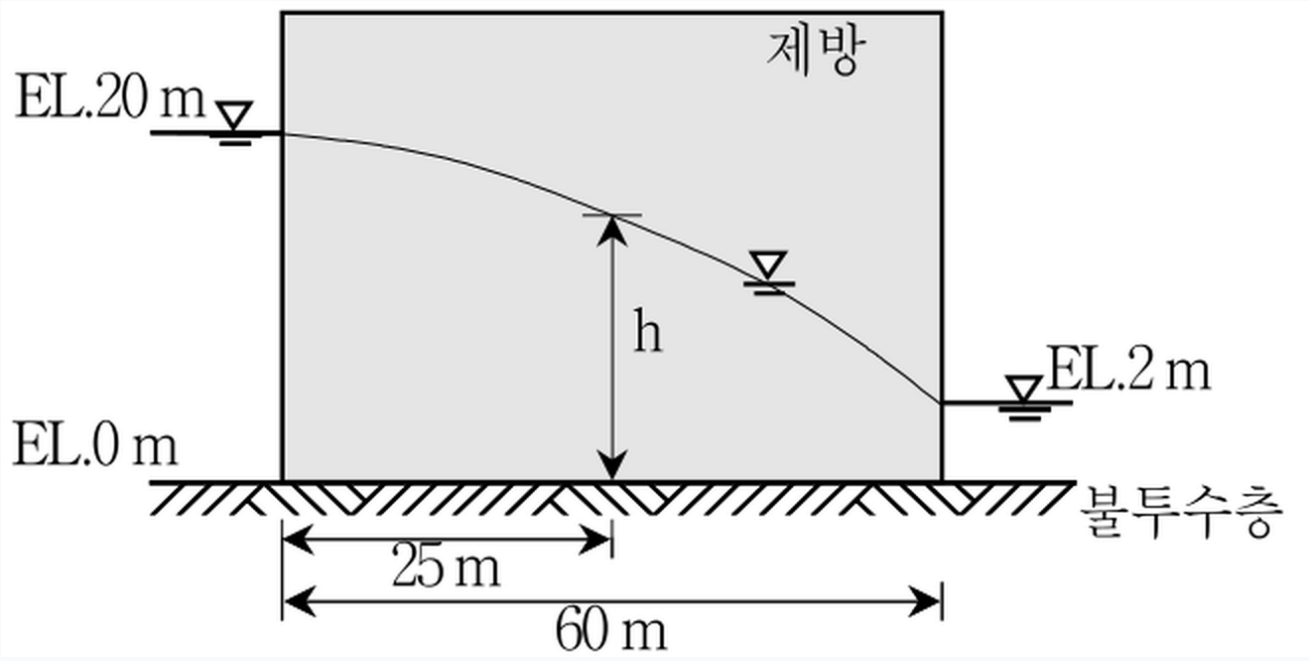
피토관과 수압관이 함께 나오면 먼저 두 계기가 각각 정압수두와 정체수두를 읽는다는 점을 확인한다. 그다음 두 수위 차이를 바로 $\frac{v^2}{2g}$에 대응시키고, 같은 유체의 높이 보정이 이미 상쇄되는지 검토하면 된다.

암기 포인트

피토관 수위 - 수압관 수위 = 속도수두 $\frac{v^2}{2g}$이다.

NoteBase

문 3. 불투수층 위에 축조된 폭 60m인 제방의 제외지와 제내지의 수위가 각각 EL.20m와 EL.2m인 경우, 제외지에서 25m 떨어진 지점의 지하수위 h(EL.m)는? (단, 제체의 지하수는 비피압 대수층 내의 정상 일방향흐름이며, Dupuit의 가정을 따른다)



① $\sqrt{225}$

② $\sqrt{230}$

③ $\sqrt{235}$

④ $\sqrt{240}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Dupuit 가정하의 비피압 정상 침투에서 제체 내부 임의 지점의 지하수위 h를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 제외지 수위 $h_1 = 20m$
- 제내지 수위 $h_2 = 2m$
- 제방 폭 $L = 60m$
- 구하려는 지점 $x = 25m$ (제외지로부터)

구해야 할 값:
- 해당 지점의 지하수위 h

주의할 조건:
- 불투수층 위 비피압대수층의 정상 일방향흐름이므로 수위 h 자체가 아니라 h^2가 거리와 선형 관계를 가진다.

사용할 공식

사용 공식은
$h^2 = h_1^2 - (h_1^2 - h_2^2)\frac{x}{L}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유:
이 문제는 불투수층 위의 자유수면 침투이고 Dupuit 가정을 따른다고 했으므로, 비피압 정상 침투에서 수위제곱 h^2가 흐름방향 거리 x에 따라 직선적으로 변하는 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 경계수위의 제곱을 계산하면 $h_1^2 = 20^2 = 400$, $h_2^2 = 2^2 = 4$이다.
2. 거리비는 $\frac{x}{L} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12}$이다.
3. 공식을 대입하면
$h^2 = 400 - (400 - 4) \cdot \frac{25}{60} = 400 - 396 \cdot \frac{5}{12} = 400 - 165 = 235$
이다.
4. 따라서
$h = \sqrt{235}$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 $\sqrt{235}$이므로 $\sqrt{225}$는 맞지 않는다.
- 225는 수위제곱 차 396의 배분을 잘못 계산하거나, h^2 대신 수위를 단순 선형 보간한 뒤 다시 제곱하는 식으로 처리할 때 나올 수 있는 오답이다.
- 틀린 표현 $h = \sqrt{225}$ → 올바르게는 $h = \sqrt{235}$이다.

② X
- 계산 결과는 $\sqrt{235}$이므로 $\sqrt{230}$은 맞지 않는다.
- 230은 거리비 $\frac{25}{60}$ 또는 제내지 수위 $2m$의 제곱 4를 반영하는 과정에서 산술오차가 난 값이다.
- 틀린 표현 $h = \sqrt{230}$ → 올바르게는 $h = \sqrt{235}$이다.

③ O
- Dupuit 식에 $h_1 = 20, h_2 = 2, x = 25, L = 60$을 대입하면 $h^2 = 235$가 된다.
- 따라서 해당 지점의 지하수위는 $h = \sqrt{235}$이므로 ③이 옳다.

④ X
- 계산 결과는 $\sqrt{235}$이므로 $\sqrt{240}$은 맞지 않는다.
- 240은 하류 경계수위 $h_2 = 2m$를 무시하고 상류 수위제곱 400만 기준으로 과대평가할 때 가까워지는 오답이다.
- 틀린 표현 $h = \sqrt{240}$ → 올바르게는 $h = \sqrt{235}$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 자유수면의 높이 h가 거리와 직선적으로 변한다고 착각하는 데 있다. Dupuit 가정에서는 h가 아니라 h^2를 선형 배분해야 하며, 하류 경계수위 $EL.\,2m$를 끝까지 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

비피압 정상 침투 문제는 먼저 상류·하류 경계수위를 읽고, 다음으로 h^2 선형식인지 확인한 뒤, 마지막에 x/L을 곱해 h^2를 구하고 제곱근을 취하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

Dupuit 비피압 침투는 수위 h가 아니라 수위제곱 h^2가 직선 분포를 이룬다.

NoteBase

문 4. 유선(stream line)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유선이란 입자가 이동한 경로를 추적하여 연결한 선이다.

② 하나의 유선은 다른 유선과 교차하지 않는다.

③ 정상류에서는 유선과 유적선(path line)이 일치한다.

④ 부정류에서는 유선이 시간에 따라 변화한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 유선과 유적선의 정의 차이, 그리고 정상류와 부정류에서의 유선 성질을 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

유선은 한 시각에서 각 점의 유속 방향에 접하도록 이은 선이다.
유적선은 하나의 유체 입자가 시간에 따라 실제로 이동한 자취이다.
정상류는 한 점의 유속이 시간에 따라 변하지 않는 흐름이고, 부정류는 시간에 따라 변하는 흐름이다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 부분은 "입자가 이동한 경로"이다. 이것은 유선이 아니라 유적선의 정의이다. 유선은 어느 한 순간의 속도벡터에 접하도록 그린 선으로 고쳐야 옳다.
2번: O. 한 시각의 같은 점에서 유속 방향은 하나로 정해지므로 서로 다른 두 유선이 교차할 수 없다.
3번: O. 정상류에서는 속도장이 시간에 따라 변하지 않으므로 순간적인 방향선인 유선과 입자의 실제 이동 경로인 유적선이 일치한다.
4번: O. 부정류에서는 속도장이 시간에 따라 달라지므로 같은 위치에서의 유속 방향도 변할 수 있어 유선의 모양이 시간에 따라 변한다.

오답 포인트

유선과 유적선을 모두 "흐름의 선"으로만 외우면 1번처럼 정의를 뒤바꾼 선지에 걸린다. "순간의 방향선"인지, "입자의 시간적 궤적"인지가 핵심 구분점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

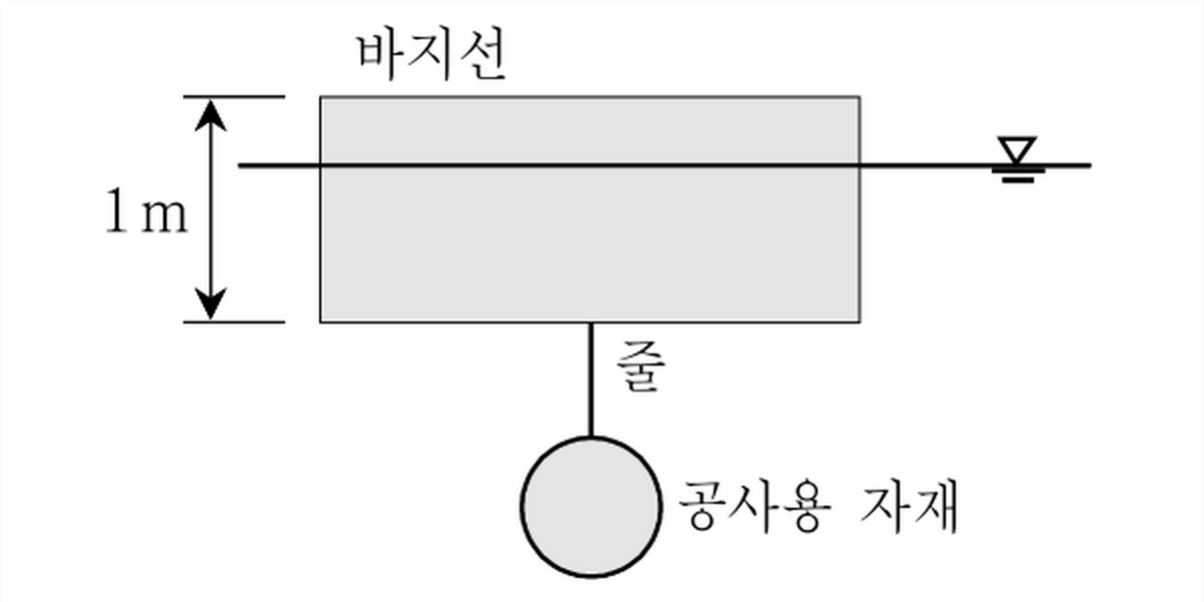
선지에 "한 순간의 속도 방향"이 나오면 유선을, "입자가 지나간 실제 경로"가 나오면 유적선을 먼저 대응시켜 판단하면 된다. 이어서 정상류이면 유선과 유적선의 일치 여부를, 부정류이면 시간 변화 여부를 확인하면 된다.

암기 포인트

유선은 순간 방향선, 유적선은 입자 궤적, 정상류에서는 둘이 일치한다.

NoteBase

문 5. 폭 $5m$, 길이 $10m$, 높이 $1m$인 나무로 만든 바지선의 흘수는 $0.3m$이다. 이 바지선에 공기 중 무게가 $550kN$인 공사용 자재를 그림과 같이 매다는 경우에는 바지선 체적의 70%가 수중에 잠긴다. 이 경우 줄에 걸리는 장력 $[kN]$은? (단, 줄의 무게와 체적은 무시하고, 물의 단위중량은 $10kN/m^3$로 계산한다)



① 100

② 200

③ 300

④ 400

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 부력 $B = \gamma_w V_{sub}$와 연직평형을 이용해 바지선에 전달되는 줄의 장력을 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 바지선 크기: $5m \times 10m \times 1m$
- 초기 흘수: $0.3m$
- 매단 자재의 공기 중 무게: $550kN$
- 매단 뒤 바지선 침수율: 70%
- 물의 단위중량: $10kN/m^3$

구해야 할 값:
- 줄에 걸리는 장력 T

주의할 조건:
- 줄의 무게와 체적은 무시한다.
- 침수율 70%는 바지선 높이 $1m$ 중 $0.7m$가 잠긴다는 뜻이다.

사용할 공식

부력은 $B = \gamma_w V_{sub}$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
바지선은 뜬체이므로 잠긴 체적만큼의 물 무게와 같은 부력을 받는다. 초기 흘수에서는 바지선 자중을, 자재를 단 뒤의 흘수에서는 바지선 자중과 줄 장력의 합을 각각 부력과 같게 둘 수 있다.

계산 과정

1. 초기 상태의 잠긴 체적은 $V_1 = 5 \times 10 \times 0.3 = 15m^3$이다.
2. 초기 부력은 $B_1 = 10 \times 15 = 150kN$이므로 바지선 자중은 $150kN$이다.
3. 자재를 단 뒤 잠긴 체적은 $V_2 = 5 \times 10 \times 0.7 = 35m^3$이다.
4. 이때 부력은 $B_2 = 10 \times 35 = 350kN$이다.
5. 연직평형에서 $B_2 = W_{barge} + T$이므로

$350 = 150 + T$

따라서

$T = 200kN$

이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- '장력은 $100kN$이다'는 틀리다. $150 + 100 = 250kN$이므로 바지선 부력 $350kN$과 평형이 되지 않는다. 올바르게는 '장력은 $200kN$이다'이다.

② O
- '장력은 $200kN$이다'는 옳다. 초기 자중 $150kN$, 매단 뒤 부력 $350kN$이므로 장력은 $350 - 150 = 200kN$이다.

③ X
- '장력은 $300kN$이다'는 틀리다. 이 값이면 바지선에 작용하는 총하중이 $150 + 300 = 450kN$이 되어 실제 부력 $350kN$보다 커진다. 올바르게는 '장력은 $200kN$이다'이다.

④ X
- '장력은 $400kN$이다'는 틀리다. 이 값이면 총하중이 $150 + 400 = 550kN$이 되어 주어진 침수상태와 맞지 않는다. 올바르게는 '장력은 $200kN$이다'이다.

오답 포인트

공기 중 무게 $550kN$을 그대로 장력으로 보는 실수가 가장 흔하다. 이 문제의 장력은 자재의 공기 중 무게가 아니라, 자재를 매단 뒤 바지선 흘수가 $0.3m$에서 $0.7m$로 증가하면서 추가로 필요해진 부력만큼이다. 따라서 먼저 초기 흘수로 바지선 자중을 구하고, 그다음 최종 흘수에서 전체 평형을 세워야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

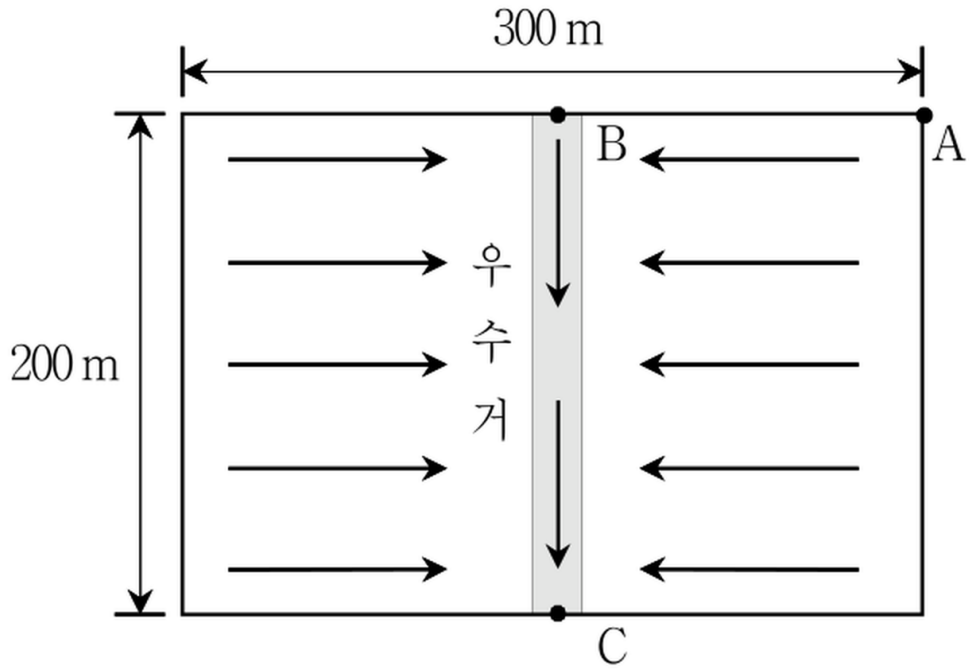
뜬체에 하중을 매단 문제는 '초기 흘수로 본체 자중 계산 -> 최종 흘수로 전체 부력 계산 -> 두 값의 차이로 추가하중 또는 장력 계산' 순서로 판단한다. 자중을 먼저 분리하면 공기 중 무게와 장력을 혼동하지 않게 된다.

암기 포인트

바지선 장력 문제는 '최종부력 - 초기부력 = 줄이 바지선에 전달한 하중'으로 정리된다.

NoteBase

문 6. 폭 300 m, 길이 200 m인 주차장 중앙에 우수거가 설치되어 있다. 지표흐름의 유입시간(점 A→점 B)은 15분이고, 우수거의 유하시간(점 B→점 C)은 5분이다. 유출계수가 0.72인 주차장 전역에 50mm/hr 강도의 강우가 5분간 지속될 때, C지점에 발생하는 첨두유량[m^3/s]은? (단, 모든 위치에서 지표흐름은 우수거를 향하여 일정하고, 첨두유량 계산 시 우수거의 폭은 무시한다)



① 0.1

② 0.2

③ 0.4

④ 0.6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지속시간 5분 강우에 대해 시간-면적 개념(같은 도달시간을 갖는 지점을 이은 등시선으로 유역을 나눈 시간-면적 곡선)으로 C점에 동시에 도달하는 최대 기여면적을 구한 뒤, 합리식 $Q_p = CiA_{\text{eff}}$를 적용하는 문제이다.

C점까지의 도달시간은 지표수가 좌우에서 우수거로 들어가는 유입 방향과 우수거를 따라 $B \rightarrow C$로 내려가는 유하 방향이 결합되어 2차원으로 구성된다는 점이 핵심이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값은 주차장 전체 면적이 $300 \times 200 = 60{,}000m^2$, 유출계수가 0.72, 강우강도가 $50mm/hr$, 강우지속시간이 5분이라는 점이다.
지표 유입시간은 가장 먼 점에서 우수거까지 15분이고, 우수거 내부 유하시간은 B점에서 C점까지 5분이다.
따라서 C점까지의 총 도달시간은 위치에 따라 0분에서 20분까지 분포하며, 5분보다 긴 전체 유역이 한꺼번에 기여하지는 않는다.

사용할 공식

첨두유량은 $Q_p = CiA_{\text{eff}}$이다.
여기서 A_{eff}는 강우가 5분 동안만 지속될 때 그 5분 동안 C점에 동시에 도달하는 최대 기여면적이다.
이 공식을 쓰는 이유는 이 문항이 지속시간이 집중시간보다 짧은 강우에 대한 첨두유량을 묻고 있으므로, 전체 면적이 아니라 시간-면적띠의 최대값을 넣어야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 유효강우강도는 $Ci = 0.72 \times 50 = 36mm/hr$이고, 단위를 m/s로 바꾸면 $36mm/hr = 0.036m/hr = 0.036/3600 = 1.0 \times 10^{-5}m/s$이다.
2. 도달시간을 구하기 위해 두 방향의 이동속도를 먼저 정한다. 우수거가 폭 방향 중앙에 있으므로 지표수는 좌우 양쪽에서 각각 $150m$를 이동하여 우수거로 들어가고, 유입시간이 15분이므로 지표 유입속도는 $150m/15min = 10m/min$이다. 우수거 내부는 B에서 C까지 $200m$를 5분에 흐르므로 유하속도는 $200m/5min = 40m/min$이다.
3. 임의 지점에서 C까지의 도달시간은 (우수거까지의 수평 이동시간) + (우수거 유입점에서 C까지의 유하시간)으로 결정된다. 좌우 끝이면서 B 높이에 있는 지점이 $15 + 5 = 20$분으로 최대, C 바로 옆 지점이 0분으로 최소가 되어 도달시간은 0분에서 20분까지 분포한다.
4. 도달시간이 같은 지점을 이은 등시선을 5분 간격으로 그리면 유역이 네 개의 시간-면적띠로 나뉜다. 각 띠의 면적은 0 ~ 5분 구간 $10{,}000m^2$, 5 ~ 10분 구간 $20{,}000m^2$, 10 ~ 15분 구간 $20{,}000m^2$, 15 ~ 20분 구간 $10{,}000m^2$이다. 도달시간이 수평·상하 두 방향의 합으로 정해지므로 중간 시간대(5~15분)에 면적이 몰리고 양 끝 시간대의 삼각 구간은 좁아진다.
5. 강우가 5분 지속되므로 동시에 기여할 수 있는 최대 면적은 위 시간-면적띠 중 최대값인 $20{,}000m^2$이다.
6. 따라서 첨두유량은 $Q_p = 1.0 \times 10^{-5} \times 20{,}000 = 0.2m^3/s$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

0.1은 최대 기여면적을 $10{,}000m^2$로 본 값이다. 이는 처음 또는 마지막 5분 삼각구간만 반영한 경우에 해당한다. 올바르게는 최대 시간-면적띠가 $20{,}000m^2$이므로 첨두유량은 $0.2m^3/s$이다.

② O

유효강우강도 $1.0 \times 10^{-5} m/s$에 최대 기여면적 $20{,}000m^2$를 곱하면 $0.2m^3/s$가 된다. 5분 지속 강우에서 C점에 동시에 도달하는 최대 면적을 정확히 반영한 값이다.

③ X

0.4는 최대 기여면적을 $40{,}000m^2$로 과대평가한 값이다. 5분 지속 강우에서는 그만한 면적이 동시에 C점에 도달하지 않는다. 올바르게는 최대 동시 기여면적이 $20{,}000m^2$이므로 첨두유량은 $0.2m^3/s$이다.

④ X

0.6은 전체 면적 $60{,}000m^2$를 그대로 합리식에 넣은 값이다. 이는 강우지속시간이 집중시간 이상일 때의 처리에 가깝다. 이 문항은 강우지속시간 5분이 총 도달시간 20분보다 짧으므로 전체 면적을 쓸 수 없고, 올바르게는 $A_{\text{eff}} = 20{,}000m^2$를 사용하여 $0.2m^3/s$가 된다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 전체 주차장 면적 $60{,}000m^2$가 한꺼번에 기여한다고 보는 점이다. 이 문항에서는 강우가 5분만 지속되므로 총 도달시간 20분 전체가 동시에 반응하지 않는다. 또한 좌우 유입시간 15분과 우수거 유하시간 5분을 따로 보지 않고 단순 합리식만 적용하면 ④ 같은 과대값으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

지속시간이 집중시간보다 짧은 계산형 문제는 먼저 총 도달시간 범위를 잡고, 다음으로 강우지속시간 폭에 해당하는 시간-면적띠의 최대값을 구한 뒤, 마지막에 $Q_p = CiA_{\text{eff}}$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

지속시간 $<$ 집중시간이면 전체면적이 아니라 지속시간 폭의 최대 기여면적을 합리식에 넣는다.

NoteBase

문 7. 원형관 내 유속 u의 분포가 $u = u_c\left(1 - \frac{r^3}{R^3}\right)$일 때, 유량은? (단, R은 원형관의 반경, u_c는 원형관 중심에서의 유속, r은 관 중심축으로부터의 거리이다)

① $\frac{1}{3}\pi u_c R^2$

② $\frac{1}{2}\pi u_c R^2$

③ $\frac{3}{5}\pi u_c R^2$

④ $\frac{2}{3}\pi u_c R^2$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원형관의 반지름 방향 유속분포를 단면 전체에 적분하여 유량 Q를 구할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 유속분포 $u = u_c\left(1 - \frac{r^3}{R^3}\right)$이다.
구해야 할 값은 관 단면을 지나는 유량 Q이다.
원형단면의 미소면적은 반지름 방향 띠로 보면 $dA = 2\pi r dr$이다.

사용할 공식

유량은 단면적분으로 $Q = \int_A u dA$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 유속이 단면 전체에서 일정하지 않고 r에 따라 달라지므로, 각 미소면적의 유속을 모두 합해야 전체 유량이 되기 때문이다.

계산 과정

$$Q = \int_0^R u dA = \int_0^R u_c\left(1 - \frac{r^3}{R^3}\right) 2\pi r dr$$
$$= 2\pi u_c \int_0^R \left(r - \frac{r^4}{R^3}\right) dr = 2\pi u_c \left[\frac{r^2}{2} - \frac{r^5}{5R^3}\right]_0^R$$
$$= 2\pi u_c \left(\frac{R^2}{2} - \frac{R^2}{5}\right) = 2\pi u_c \cdot \frac{3R^2}{10} = \frac{3}{5}\pi u_c R^2$$

따라서 유량은 $Q = \frac{3}{5}\pi u_c R^2$이다.

선지 판단

1번 X: $\frac{1}{3}\pi u_c R^2$는 적분 결과와 다르다. 올바르게는 유량이 $\frac{3}{5}\pi u_c R^2$이어야 한다.
2번 X: $\frac{1}{2}\pi u_c R^2$는 중심유속 u_c와 평균유속을 혼동한 값이다. 올바르게는 반지름별 유속분포를 적분한 $\frac{3}{5}\pi u_c R^2$가 되어야 한다.
3번 O: 단면적분 결과가 정확히 $\frac{3}{5}\pi u_c R^2$이므로 옳다.
4번 X: $\frac{2}{3}\pi u_c R^2$는 적분에서 $\frac{r^5}{5R^3}$ 항 처리를 잘못했을 때 나올 수 있는 오답이다. 올바르게는 유량이 $\frac{3}{5}\pi u_c R^2$이다.

NoteBase

오답 포인트

유량을 $u \times A$처럼 바로 계산하면 틀린다. 이 문제의 함정은 유속이 일정하지 않은데도 평균유속을 따로 구하지 않고 중심유속 u_c를 그대로 대표값처럼 쓰는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

유속이 위치에 따라 달라지면 먼저 $Q = \int_A u dA$를 떠올리고, 원형단면이면 $dA = 2\pi r dr$로 바꾼 뒤 적분 결과의 계수를 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유속분포가 주어지면 유량은 평균이 아니라 단면적분으로 구하며, 원형관의 반지름 띠 면적은 $2\pi r dr$이다.

NoteBase

문 8. 어느 유역의 유효우량 1 cm에 대한 단위유량도는 다음 표와 같고, 기저유량은 $20m^3/s$이다. 이 유역에 한 시간 간격으로 유효우량이 10 mm, 30 mm인 강우가 연속해서 발생했을 때, 이 강우로 인한 유역의 첨두유량[m^3/s]은?

시간(hr)	0	1	2	3	4	5	6
유출량(m^3/s)	0	30	100	80	50	20	0

① 360

② 380

③ 400

④ 420

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 1시간 단위도를 연속 유효우량에 중첩하여 직접유출수문곡선의 첨두를 구한 뒤 기저유량을 더하는 문제이다.

조건 정리

주어진 단위도는 유효우량 $1cm$에 대한 1시간 단위도이다.
기저유량은 $20m^3/s$이다.
유효우량은 1시간 간격으로 $10mm$, $30mm$이므로 각각 $1cm$, $3cm$이다.
구해야 할 값은 기저유량을 포함한 유역의 첨두유량이다.

사용할 공식

연속 유효우량의 직접유출수문곡선은 각 유효우량 블록에 대한 단위도를 배율 조정하고 시간만큼 지체시켜 중첩하여 구한다.
$Q_{DRH}(t) = \sum P_i U(t - i\Delta t)$
총유량은 직접유출수문곡선에 기저유량을 더한 값이므로 $Q(t) = Q_{DRH}(t) + Q_b$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 주어진 자료가 1시간 단위도이고, 강우도 1시간 간격의 유효우량 두 블록으로 제시되었기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 유효우량을 cm로 환산하면 $10mm = 1cm$, $30mm = 3cm$이다.
2. 첫 번째 $1cm$ 유효우량의 직접유출수문곡선은 단위도 그대로이므로 시간별 유량이 0, 30, 100, 80, 50, 20, 0이다.
3. 두 번째 $3cm$ 유효우량은 1시간 뒤에 발생하므로 단위도를 3배하고 1시간 뒤로 지체시킨다. 시간별 유량은 0, 0, 90, 300, 240, 150, 60, 0이다.
4. 두 수문곡선을 시각별로 더하면 직접유출수문곡선은 0, 30, 190, 380, 290, 170, 60, 0이 된다.
5. 직접유출 첨두는 $380m^3/s$이고, 여기에 기저유량 $20m^3/s$를 더하면 총 첨두유량은 $400m^3/s$이다.

선지별 해설

① X
360은 시간 지체나 중첩을 잘못 처리한 값이다. 직접유출 첨두는 $380m^3/s$이고 총 첨두유량은 $400m^3/s$이므로, ①은 틀렸고 올바른 값은 $400m^3/s$이다.

② X
380은 기저유량을 더하지 않은 직접유출 첨두값이다. 문제에서 기저유량이 $20m^3/s$로 주어졌으므로, ②는 틀렸고 총 첨두유량은 $380 + 20 = 400m^3/s$이다.

③ O
$1cm$ 단위도와 1시간 뒤의 $3cm$ 단위도를 중첩하면 직접유출 첨두가 $380m^3/s$가 된다. 여기에 기저유량 $20m^3/s$를 더하면 $400m^3/s$이므로 ③이 옳다.

④ X
420는 두 유효우량의 최대치를 같은 시각에 단순 합산한 계산에서 나오기 쉬운 값이다. 두 번째 $3cm$ 유효우량은 1시간 뒤에 발생하므로 시간 지체를 반영해야 하며, ④는 틀렸고 올바른 첨두유량은 $400m^3/s$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 세 가지이다. 첫째, $10mm$와 $30mm$를 각각 $1cm$, $3cm$로 바꾸지 않으면 배율이 틀어진다. 둘째, 두 번째 유효우량은 1시간 뒤에 발생했으므로 단위도를 그대로 더하면 안 되고 1시간 지체시켜 중첩해야 한다. 셋째, 직접유출 첨두 $380m^3/s$를 구한 뒤 기저유량 $20m^3/s$를 마지막에 더해야 하는데, 이를 빠뜨리면 ②처럼 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

연속 유효우량과 단위도 문제는 먼저 $mm \rightarrow cm$ 단위 환산을 하고, 각 유효우량 블록마다 단위도를 배율 조정한 뒤, 발생 시각만큼 평행이동하여 시각별로 중첩한다. 그 다음 직접유출수문곡선의 첨두를 찾고, 필요하면 마지막에 기저유량을 더해 총유량을 판단한다.

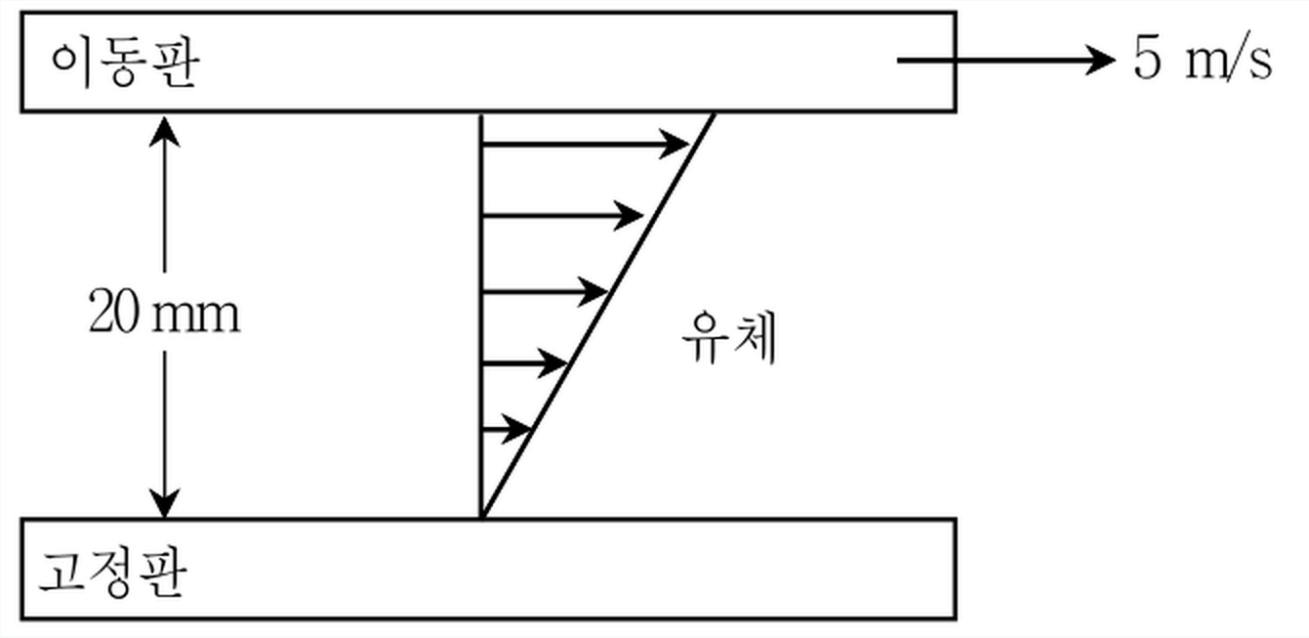
NoteBase

암기 포인트

단위도 중첩은 배율 조정 후 시간 지체가 핵심이며, 총첨두유량은 직접유출 첨두에 기저유량을 더한 값이다.

NoteBase

문 9. 간격 20mm로 평행하게 놓여진 2장의 평판 사이에 점성을 알 수 없는 뉴턴유체(Newtonian fluid)가 채워져 있다. 아래 판을 고정시키고 면적이 1,000cm^{2}인 위 판을 5m/s의 속도로 움직일 때, 1N의 힘이 필요하였다. 이 경우 유체의 점성계수 [N · s/m^2]는?



① 0.025

② 0.040

③ 0.100

④ 0.500

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 뉴턴유체의 전단응력 관계식 $\tau = \mu\frac{du}{dy}$와 $F = \tau A$를 이용해 점성계수 μ를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 판 간격 $h = 20mm = 0.02m$, 이동판 속도 $U = 5m/s$, 힘 $F = 1N$, 판 면적 $A = 1{,}000cm^2 = 0.1m^2$이다.

구해야 할 값: 유체의 점성계수 μ이다.

주의할 조건: cm^2를 m^2로, mm를 m로 바꾸어야 한다.

NoteBase

사용할 공식

$\tau = \mu \frac{du}{dy}, \quad F = \tau A$

따라서

$\mu = \frac{Fh}{AU}$

이 공식을 쓰는 이유: 한 평판은 정지하고 다른 평판은 일정 속도로 움직이므로 판 사이 유속분포가 선형이며, 뉴턴유체의 전단응력식이 그대로 적용되기 때문이다.

계산 과정

1. 전단응력은 $\tau = \frac{F}{A} = \frac{1}{0.1} = 10 N/m^2$이다.
2. 속도구배는 $\frac{du}{dy} = \frac{U}{h} = \frac{5}{0.02} = 250 s^{-1}$이다.
3. 점성계수는 $\mu = \frac{\tau}{du/dy} = \frac{10}{250} = 0.040 N \cdot s/m^2$이다.

또는 $\mu = \frac{Fh}{AU} = \frac{1 \times 0.02}{0.1 \times 5} = 0.040 N \cdot s/m^2$로 바로 구할 수 있다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 0.025가 아니라 $0.040 N \cdot s/m^2$이다. 이 값은 정답과 다르므로 틀리다. 올바른 값은 $0.040 N \cdot s/m^2$이다.

② O: 계산 결과가 $0.040 N \cdot s/m^2$이므로 옳다.

③ X: 0.100은 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $0.040 N \cdot s/m^2$이다.

④ X: 0.500은 단위 변환이나 속도구배 계산을 잘못했을 때 나올 수 있는 오답이며, 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $0.040 N \cdot s/m^2$이다.

오답 포인트

면적 $1{,}000 cm^2$를 $0.1 m^2$로 바꾸지 않거나, 판 간격 $20 mm$를 $0.02 m$로 바꾸지 않으면 오답이 나온다. 또한 속도구배를 U/h로 보지 않고 단순히 속도만 대입하면 값의 자릿수가 크게 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

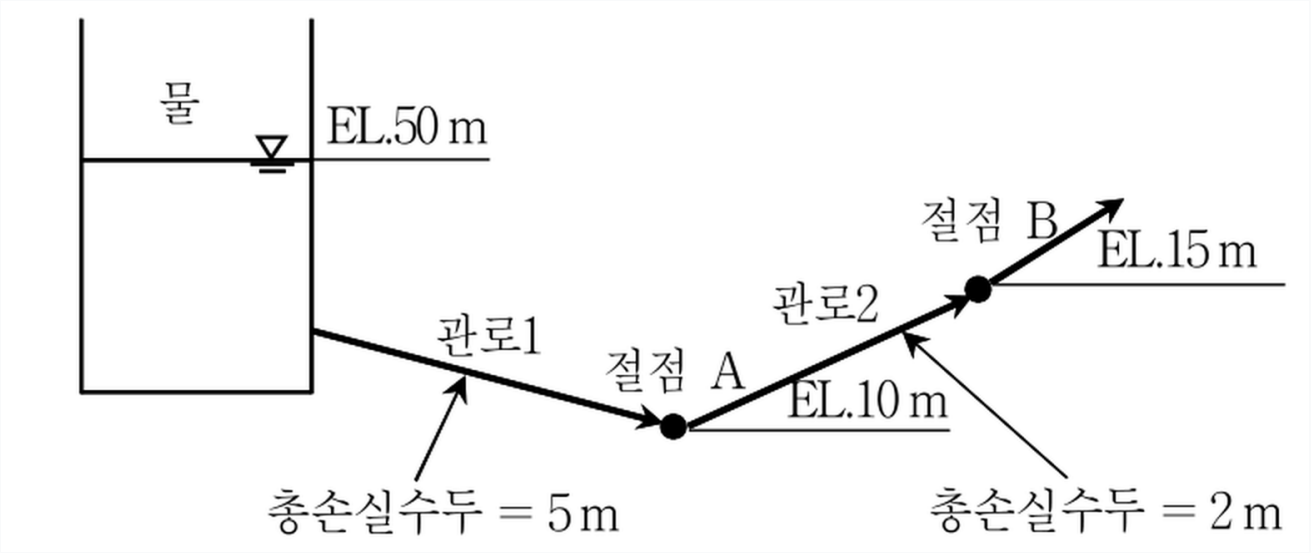
평행판 사이 뉴턴유체 문제는 먼저 F, A, U, h를 SI 단위로 통일한 뒤 $\tau = F/A$, $du/dy = U/h$, $\mu = \tau/(du/dy)$ 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

평행판 점성문제는 $\mu = \frac{Fh}{AU}$ 하나로 정리되며, 핵심은 면적과 간격의 단위 변환이다.

NoteBase

문 10. 상수관로에서 절점 A, B의 표고는 각각 EL.10m와 EL.15m이며, 관로1, 2의 총손실수두는 각각 5m와 2m일 때, 절점 A, B의 압력수두[m]는? (단, 관로의 흐름에서 속도수두는 무시할 수 있을 정도로 작다)



① 절점 A: 45, 절점 B: 43

② 절점 A: 40, 절점 B: 35

③ 절점 A: 40, 절점 B: 25

④ 절점 A: 35, 절점 B: 28

정답 4번

출제 포인트

저수조 자유수면의 전수두에서 관로별 총손실수두를 차감한 뒤, 각 절점의 표고를 빼서 압력수두를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 자유수면 전수두: $50m$
- 절점 A 표고: $10m$
- 절점 B 표고: $15m$
- 관로1 총손실수두: $5m$
- 관로2 총손실수두: $2m$

구해야 할 값:
- 절점 A, B의 압력수두

주의할 조건:
- 속도수두는 무시한다.
- 압력수두는 전수두에서 표고수두를 뺀 값이다.

사용할 공식

속도수두를 무시하면 베르누이식은 $H = z + \frac{p}{\gamma}$ 이고, 구간 손실을 반영하면 $H_2 = H_1 - h_L$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유:
자유수면에서 절점 A, B까지의 유동에 대해 속도수두를 무시할 수 있으므로 전수두는 손실수두만큼만 감소한다. 따라서 각 절점의 압력수두는 손실을 반영한 전수두에서 절점 표고를 빼서 구할 수 있다.

계산 과정

1. 자유수면의 전수두는 $50m$이다.
2. 절점 A의 전수두는 $50 - 5 = 45m$이다. 따라서 $10 + \frac{p_A}{\gamma} = 45$ 이므로 절점 A의 압력수두는 $\frac{p_A}{\gamma} = 35m$이다.
3. 절점 B의 전수두는 $50 - 5 - 2 = 43m$이다. 따라서 $15 + \frac{p_B}{\gamma} = 43$ 이므로 절점 B의 압력수두는 $\frac{p_B}{\gamma} = 28m$이다.

선지 판단

1번 X: $45m$, $43m$은 절점 A, B의 전수두이다. 문제는 압력수두를 묻고 있으므로 각 절점 표고 $10m$, $15m$를 빼야 한다. 올바르게는 절점 A $35m$, 절점 B $28m$이다.
2번 X: 손실수두를 무시하면 절점 A는 $50 - 10 = 40m$, 절점 B는 $50 - 15 = 35m$가 되어 이 선지가 나온다. 관로1, 2의 손실수두 $5m$, $2m$를 반영해야 하므로 올바르게는 절점 A $35m$, 절점 B $28m$이다.
3번 X: 절점 A를 $40m$로 본 것부터 관로1 손실수두를 누락한 오답이다. 절점 B의 $25m$도 전수두와 압력수두를 혼동한 값이며, 올바르게는 절점 A $35m$, 절점 B $28m$이다.
4번 O: 자유수면 전수두 $50m$에서 관로1 손실수두 $5m$, 관로2 손실수두 $2m$를 차감한 뒤 각 절점 표고를 빼면 절점 A $35m$, 절점 B $28m$가 되어 맞다.

NoteBase

오답 포인트

절점 A의 45m, 절점 B의 43m은 압력수두가 아니라 전수두라는 점이 핵심이다. 손실수두를 뺀 뒤 곧바로 답을 고르면 표고수두를 한 번 더 빼야 한다는 단계가 빠져 1번 같은 오답에 걸린다.

다시 나오면 이렇게 판단

상수관로 문제는 자유수면 전수두를 먼저 잡고, 구간별 손실수두를 차감해 절점의 전수두를 구한 다음, 마지막에 절점 표고를 빼서 압력수두를 계산한다.

암기 포인트

압력수두는 $\frac{p}{\gamma} = H - z$ 이고, 전수두는 자유수면 전수두에서 누적 손실수두를 뺀 값이다.

NoteBase

문 11. 흐르는 유체 속의 물체에 작용하는 힘에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 항력은 흐름 방향으로 물체가 받는 힘이다.

② 항력계수의 영향을 무시한다면, 항력은 물체의 흐름 방향 단면적에 비례하고, 흐름 속도의 제곱에 비례한다.

③ 양력은 흐름의 직각방향으로 물체가 받는 힘이다.

④ 비행기가 뜨는 이유는 날개 아래쪽의 유속이 위쪽보다 빨라서 생기는 양력 때문이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문항은 유체력의 기본 구분인 항력과 양력의 작용 방향, 그리고 항력의 크기 관계를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

항력은 물체와 유체의 상대운동 방향과 나란한 방향으로 작용하는 힘이다.
양력은 그 상대운동 방향에 직각으로 작용하는 힘이다.
항력계수를 일정하게 보면 항력은 투영면적과 유속 제곱에 비례하여 $F_D \propto Av^2$의 형태로 정리된다.
비행기 날개의 양력 설명에서는 일반적으로 날개 윗면 유속이 더 빨라 압력이 더 낮아진다는 점이 핵심이다.

선지별 해설

① O
항력은 흐름에 평행한 성분이다. 고정된 물체를 유체가 지나가면 물체는 흐름 방향 쪽으로 항력을 받으므로 옳은 설명이다.

② O
항력식은 $F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A v^2$이다. 여기서 항력계수의 영향을 무시하면 항력은 단면적과 유속 제곱에 비례하므로 옳은 설명이다.

③ O
양력은 흐름 방향과 직각인 성분이다. 날개나 곡면 주위 유동에서 위아래 방향으로 생기는 힘을 이렇게 해석하므로 옳은 설명이다.

④ X
틀린 부분은 "날개 아래쪽의 유속이 위쪽보다 빨라서"이다.
일반적으로는 날개 위쪽의 유속이 아래쪽보다 더 빨라 위쪽 압력이 더 낮아지고, 그 압력차와 유동 편향 효과로 양력이 생긴다.

NoteBase

오답 포인트

④는 양력의 방향 자체가 아니라 날개 위아래 유속의 크기를 뒤바꿔 놓은 선지이다. 수험생은 양력이 생긴다는 결론만 보고 넘어가기 쉬우나, 원인이 되는 유속 분포를 반대로 쓰면 틀린 선지가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 힘의 방향을 본다. 흐름과 나란하면 항력이고 흐름에 직각이면 양력이다. 비행기 날개 선지는 유속이 더 빠른 쪽의 압력이 더 낮다는 연결이 맞는지만 확인하면 판단할 수 있다.

암기 포인트

항력은 흐름과 나란하고, 양력은 흐름에 직각이며, 날개는 위쪽 유속이 더 빠르고 위쪽 압력이 더 낮다.

NoteBase

문 12. 하천에서 양질의 수위관측자료를 획득하기 위해 설치하는 수위관측소의 위치 선정 장소로 적절하지 않은 곳은?

① 유량이 변해도 흐름 상태가 심하게 변하지 않는 지점
② 시야 확보에 좋고 직선구간이 확보되는 지점
③ 갈수기에 하상이 잘 드러나 수위 관측이 용이한 지점
④ 유로나 하상의 변동이 심하지 않은 지점

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 양질의 수위관측자료를 얻기 위한 수위관측소 입지 조건과 관측 편의만 좋은 지점을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

적정한 수위관측소는 유량이 달라져도 흐름과 수위-유량 관계가 크게 흔들리지 않고, 유로와 하상이 안정적이며, 갈수기에도 연속 관측이 가능한 지점이다.

선지별 해설

1번 O: 유량 변화에 따라 흐름 상태가 급격히 바뀌지 않아야 수위와 유량의 대응관계가 안정된다. 이런 지점은 관측자료의 일관성이 좋아 적절하다.
2번 O: 시야가 좋고 직선구간이 확보되면 수위 관측과 시설 관리가 쉽고, 국지적인 와류나 편류의 영향도 상대적으로 줄어든다. 관측소 위치로 적절하다.
3번 X: 틀린 표현은 "갈수기에 하상이 잘 드러나"이다. 하상이 드러날 정도로 수심이 부족한 지점은 갈수기에 연속적인 수위 관측이 어렵고 저수위 자료의 신뢰성도 떨어진다. 올바르게는 "갈수기에도 충분한 수심이 확보되어 지속적인 수위 관측이 가능한 지점"이다.
4번 O: 유로나 하상의 변동이 심하지 않아야 단면과 조절조건이 안정되어 장기간 일관된 수위관측자료를 얻을 수 있다. 따라서 적절한 조건이다.

오답 포인트

3번은 "관측이 눈으로 쉬워 보인다"는 인상을 주어 헷갈리기 쉽다. 그러나 수위관측소 입지의 기준은 관찰 편의보다 전 유량 구간에서 안정적이고 연속적인 자료를 확보할 수 있는지에 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

수위관측소 위치 문제는 먼저 갈수기부터 홍수기까지 계속 물이 흐르며 관측이 가능한지, 다음으로 유로와 하상이 안정적인지, 마지막으로 흐름이 직선적이고 대표성이 있는지를 순서대로 본다.

NoteBase

암기 포인트

수위관측소는 잘 보이는 곳보다 물이 계속 있고 하상 변화가 적은 곳이 우선이다.

NoteBase

문 13. 비에너지(specific energy)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 수로바닥을 기준으로 측정한 단위 무게의 물이 가지는 흐름의 에너지이다.

② 등류 흐름에서 비에너지는 위치에 관계없이 항상 일정한 값을 갖는다.

③ 직사각형 개수로에 일정한 유량이 흐를 때, 비에너지가 최소가 되는 흐름에서의 비에너지는 수심의 1.5배이다.

④ 사류(supercritical flow)인 경우 수심의 감소에 따라 비에너지는 감소한다.

정답 4번

출제 포인트

비에너지의 정의와 등류, 임계류, 사류에서의 수심-비에너지 관계를 정확히 구분하는 문제이다.

핵심 개념

비에너지는 수로바닥을 기준면으로 한 단위중량당 흐름의 에너지로, $E = y + \frac{v^2}{2g}$ 또는 단위폭 유량 q를 쓰면 $E = y + \frac{q^2}{2gy^2}$로 나타낸다.
등류는 수심과 유속이 흐름 방향으로 일정한 흐름이므로 같은 단면형과 같은 유량 조건에서는 비에너지도 일정하다.
직사각형 개수로의 임계류에서는 비에너지가 최소가 되며 $E_c = \frac{3}{2}y_c$가 성립한다.
사류는 $y < y_c$, $Fr > 1$인 상태로 수심이 더 작아질수록 속도수두가 커져 비에너지는 오히려 증가한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
비에너지는 수로바닥을 기준으로 측정한 단위중량당 에너지라는 정의를 그대로 설명한 선지이므로 옳다.

② O
등류에서는 수심과 평균유속이 위치에 따라 변하지 않으므로 $E = y + \frac{v^2}{2g}$도 일정하다. 비에너지가 바닥 기준 에너지라는 점 때문에 등류에서는 위치가 바뀌어도 값이 유지된다.

③ O
직사각형 개수로에서 일정한 유량이 흐를 때 비에너지 최소 조건은 임계류이며, 이때 최소 비에너지는 임계수심의 1.5배이다. 즉 $E_c = \frac{3}{2}y_c$이므로 옳다.

④ X
틀린 표현은 "사류인 경우 수심의 감소에 따라 비에너지는 감소한다"이다.
사류 구간에서는 수심이 감소할수록 속도수두가 더 크게 증가하므로 비에너지는 감소하지 않고 증가한다.
올바르게는 "사류인 경우 수심이 감소하면 비에너지는 증가한다"이다.

오답 포인트

④는 수심이 줄면 에너지항도 같이 줄어든다고 단순하게 생각하면 틀리기 쉽다. 비에너지는 수심항과 속도수두의 합이므로, 사류에서는 수심 감소보다 속도수두 증가 효과가 더 커진다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

비에너지 문제는 먼저 $E = y + \frac{v^2}{2g}$를 떠올리고, 주어진 흐름이 등류인지 임계류인지 사류인지부터 판별하면 된다. 등류이면 일정, 임계류이면 최소, 사류에서 수심 감소이면 비에너지 증가지로 판단한다.

암기 포인트

비에너지는 바닥 기준 에너지, 임계류에서는 최소 $E_c = 1.5y_c$, 사류에서 수심 감소이면 E는 증가이다.

NoteBase

문 14. 유출구의 단면적이 $0.3m^2$인 오리피스를 통해 물이 유출되고 있다. 오리피스 중심에서 수면까지의 연직거리가 5.0m일 때, 실제로 유출되는 수축단면(vena contracta)의 단면적은 $0.18m^2$였다. 이 오리피스의 유량계수가 0.54일 때, 오리피스를 통해 유출되는 흐름의 실제 유속 $[m/s]$은? (단, 중력가속도는 $10m/s^2$로 계산한다)

① 6

② 7

③ 8

④ 9

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 오리피스의 유량계수와 축소단면적을 이용해 실제 유량과 실제 유속을 연결하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 오리피스 단면적 $A_o = 0.3m^2$, 수두 $H = 5.0m$, 축소단면적 $A_c = 0.18m^2$, 유량계수 $C_d = 0.54$, 중력가속도 $g = 10m/s^2$이다.
구해야 할 값은 축소단면에서의 실제 유속 V이다.
주의할 조건은 실제 유속을 구할 때 오리피스 면적이 아니라 실제 유출 단면인 축소단면적 $0.18m^2$를 써야 한다는 점이다.

사용할 공식

이론유속은 $V_t = \sqrt{2gH}$이고, 이론유량은 $Q_t = A_o\sqrt{2gH}$이다.
실제 유량은 $Q = C_dQ_t$이고, 실제 유속은 $V = Q/A_c$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 유량계수 C_d가 이론유량 대비 실제 유량의 비이므로 먼저 실제 유량을 구한 뒤, 실제로 수축된 단면적에서 유속을 다시 계산해야 하기 때문이다.
한편 유량계수는 수축계수와 유속계수의 곱으로 $C_d = C_c \times C_v$로 분해된다. 여기서 수축계수는 $C_c = A_c/A_o = 0.18/0.3 = 0.6$, 유속계수는 $C_v = C_d/C_c = 0.54/0.6 = 0.9$이다. 따라서 실제 유속은 $V = C_vV_t = 0.9 \times 10 = 9m/s$로도 곧바로 구할 수 있어 $V = Q/A_c$ 경로와 같은 값을 준다. 문제에서 C_c와 C_v가 따로 주어지지 않고 C_d만 주어졌으므로, 실제 유량을 거치는 $V = Q/A_c$ 경로가 기본 풀이가 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 이론유속은 $\sqrt{2gH} = \sqrt{2 \times 10 \times 5} = \sqrt{100} = 10 m/s$이다.
2. 이론유량은 $Q_t = 0.3 \times 10 = 3.0 m^3/s$이다.
3. 실제 유량은 $Q = 0.54 \times 3.0 = 1.62 m^3/s$이다.
4. 실제 유속은 $V = Q/A_c = 1.62/0.18 = 9 m/s$이다.
5. 유속계수를 이용해 확인하면 $V = C_v V_t = 0.9 \times 10 = 9 m/s$로 같은 결과를 얻는다.

선지별 해설

① X: $6 m/s$는 수축계수 $C_c = A_c/A_o = 0.6$을 유속계수로 잘못 보아 $V = C_c V_t = 0.6 \times 10 = 6$으로 계산한 값에 해당한다. 실제 유속에는 유속계수 $C_v = 0.9$를 써야 하므로 올바른 값은 $9 m/s$이다.
② X: $7 m/s$는 유속계수를 0.7로 잘못 잡아 $0.7 \times 10 = 7$로 계산할 때 나오는 오답이다. 실제 유속계수는 $C_v = C_d/C_c = 0.9$이므로 올바른 값은 $9 m/s$이다.
③ X: $8 m/s$는 유속계수를 0.8로 잘못 잡아 $0.8 \times 10 = 8$로 계산할 때 나오는 오답이다. 주어진 값을 그대로 대입하면 $C_v = 0.9$이므로 실제 유속은 $9 m/s$이다.
④ O: 실제 유량 $1.62 m^3/s$를 축소단면적 $0.18 m^2$로 나누면 실제 유속은 $9 m/s$가 된다. 이는 $V = C_v V_t = 0.9 \times 10 = 9$와도 일치한다. 따라서 4번이 옳다.

오답 포인트

유량계수 C_d를 유속계수처럼 바로 이론유속에 곱해 끝내거나, 수축계수 $C_c = 0.6$와 유속계수 $C_v = 0.9$를 혼동해 잘못된 계수를 이론유속에 곱하는 실수, 실제 유속을 구하면서 축소단면적이 아니라 오리피스 단면적 $0.3 m^2$를 쓰는 실수가 가장 흔하다. 이 문항은 실제 유량과 실제 유속의 기준 단면이 다를 수 있다는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

오리피스 계산형 문제는 먼저 $\sqrt{2gH}$로 이론유속을 구하고, 오리피스 면적으로 이론유량을 만든 뒤, 유량계수로 실제 유량을 구한 다음, 마지막에 실제 흐르는 단면적으로 나누어 실제 유속을 판단한다.

암기 포인트

오리피스는 C_d로 실제 유량을 구하고, 실제 유속은 축소단면적에서 다시 나눈 값이라는 점이 핵심이다. 계수 관계 $C_d = C_c \times C_v$에서 실제 유속은 유속계수 C_v로 결정된다.

NoteBase

문 15. 자연 하천의 흐름 특성을 모의하기 위한 실험에서 원형과 모형의 유량은 각각 $20{,}000m^3/s$와 $0.2m^3/s$이다. 모형의 점 A에서 B까지 도달하는 데 걸리는 시간이 10분으로 측정되었을 경우, 이에 대응하는 원형의 점 A에서 B까지 도달하는 데 걸리는 시간[분]은? (단, 원형과 모형에는 동일한 유체가 흐르며, 동일한 중력이 작용하고 있다)

① 1

② 10

③ 100

④ 1,000

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 자유수면 흐름의 Froude 상사에서 유량비와 시간비의 관계를 이용해 원형의 도달시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 원형 유량 $Q_p = 20{,}000m^3/s$
- 모형 유량 $Q_m = 0.2m^3/s$
- 모형의 도달시간 $t_m = 10$분

구해야 할 값:
- 원형의 도달시간 t_p

주의할 조건:
- 자연 하천의 흐름 특성을 모의하고, 같은 유체와 같은 중력이 작용하므로 Froude 상사를 적용한다.

사용할 공식

유량비와 축척비의 관계는 $Q_r = L_r^{5/2}$이고, 시간비는 $T_r = L_r^{1/2}$이다.

이 공식을 쓰는 이유:

자연 하천의 자유수면 흐름은 중력 효과가 지배적이므로 같은 유체와 같은 중력 조건에서는 Froude 상사를 적용하며, 그때 속도비는 $L_r^{1/2}$, 유량비는 $L_r^2 * L_r^{1/2} = L_r^{5/2}$가 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 유량비를 구하면 $Q_r = Q_p/Q_m = 20{,}000/0.2 = 100{,}000$이다.
2. $Q_r = L_r^{5/2}$이므로 $L_r = Q_r^{2/5} = 100{,}000^{2/5} = 100$이다.
3. 시간비는 $T_r = L_r^{1/2} = 100^{1/2} = 10$이다.
4. 따라서 원형의 도달시간은 $t_p = T_r * t_m = 10 * 10 = 100$분이다.

선지별 해설

① X
- 1분은 틀렸다. 올바르게는 원형의 도달시간이 100분이다.
- 이 값은 시간비를 반대로 적용해 모형시간 10분을 10으로 나눈 경우에 해당한다.

② X
- 10분은 틀렸다. 올바르게는 원형의 도달시간이 100분이다.
- 이 값은 상사비를 적용하지 않고 모형시간과 원형시간을 같게 본 경우에 해당한다.

③ O
- 유량비 100,000에서 축척비 $L_r = 100$, 시간비 $T_r = 10$을 구하면 원형 도달시간은 $10 * 10 = 100$분이므로 맞다.

④ X
- 1,000분은 틀렸다. 올바르게는 원형의 도달시간이 100분이다.
- 이 값은 시간비를 L_r와 같은 100으로 잘못 두어 모형시간에 그대로 곱한 경우에 해당한다.

오답 포인트

유량비에서 바로 시간비를 읽거나, 시간비를 축척비와 같은 값으로 착각하면 오답이 된다. 이 문항은 $Q_r -> L_r -> T_r$ 순서를 거치지 않으면 ①, ②, ④ 같은 값에 걸리도록 설계되어 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

자유수면 상사 문제는 먼저 지배 상사법칙이 Froude 상사인지 확인하고, 유량비로 축척비를 구한 뒤 시간비 $T_r = L_r^{1/2}$를 적용해 판단한다.

암기 포인트

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

NoteBase

문 16. 하천 수계 내의 임의지점에 만수면적이 20km^2인 저수지를 건설하고자 한다. 이 지역에 대해 표와 같은 수문자료가 획득되었다면, 저수지 건설 후 만수 시 저수지 하류 하천의 연간 유출 증가량 $[\text{m}^3/\text{year}]$은? (단, 강수량과 증발량 이외의 유량 출입은 없는 것으로 한다)

연강수량(mm)	만수 지역의 유출계수	증발접시로 관측된 연증발량(mm)	증발접시계수
1,000	0.4	800	0.8

① 4.8×10^6

② -0.8×10^6

③ -4.8×10^6

④ -12.8×10^6

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 저수지 건설 전후의 물수지를 비교하여 만수 시 하류 유출 변화량을 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 연강수량 $1000mm$, 만수 지역의 유출계수 0.4, 증발접시 연증발량 $800mm$, 증발접시계수 0.8, 만수면적 $20km^2$이다.
구해야 할 값: 저수지 건설 후 만수 시 하류 하천의 연간 유출 증가량이다.
주의할 조건: 건설 전에는 해당 면적이 육지이므로 유출계수로 기존 유출량을 구해야 하고, 건설 후에는 저수지 수면에서의 직접강수량과 실제 증발량의 차를 써야 한다.

사용할 공식

건설 전 해당 면적의 기존 유출깊이는 $R = C \times P$이다.
건설 후 저수지 수면의 순유출깊이는 $P - E$이고, 실제 증발량은 $E = k_p \times E_{pan}$이다.
변화량은 $(P - E) - R$로 계산한다.
이 공식을 쓰는 이유는 만수 시 저수지 수면의 저장량 변화가 없으므로, 수면에 내린 비와 수면에서 증발한 양의 차가 곧 하류로 추가 또는 감소되어 전달되는 양이 되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 건설 전 기존 유출깊이는 $R = 0.4 \times 1000 = 400mm$이다.
2. 건설 후 실제 증발량은 $E = 0.8 \times 800 = 640mm$이다.
3. 건설 후 저수지 수면의 순유출깊이는 $1000 - 640 = 360mm$이다.
4. 하류 유출 증가량의 깊이 변화는 $360 - 400 = -40mm$이다.
5. 체적 변화는 $-40mm = -0.04m$이므로 $-0.04 \times 20 \times 10^6 = -0.8 \times 10^6 m^3/year$이다.

선지별 해설

① X
계산 결과는 $4.8 \times 10^6 m^3/year$가 아니라 $-0.8 \times 10^6 m^3/year$이다. 이 값은 강수 $1000mm$를 반영하지 않고 실제 증발량 $640mm$와 기존 유출량 $400mm$의 차 $240mm$만 잘못 사용했을 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 "유출 증가량이 4.8×10^6"이고, 올바르게는 "유출 증가량은 $-0.8 \times 10^6 m^3/year$"이다.
② O
건설 전 유출은 $400mm$, 건설 후 순유출은 $360mm$이므로 변화량은 $-40mm$이다. 이를 면적 $20km^2$에 곱하면 $-0.8 \times 10^6 m^3/year$이므로 정답과 일치한다.
③ X
부호는 음수로 본 점은 맞지만 크기가 지나치게 크다. 이 값은 ①과 같은 잘못된 깊이차 $240mm$를 사용한 뒤 부호만 음수로 붙인 경우에 해당한다. 틀린 표현은 "유출 증가량이 -4.8×10^6"이고, 올바르게는 "변화 깊이는 $-40mm$이므로 $-0.8 \times 10^6 m^3/year$"이다.
④ X
이 값은 실제 증발량 $640mm$ 자체를 변화량으로 오해해 면적을 곱했을 때 나오는 값이다. 하류 유출 변화량은 증발량만 보는 것이 아니라 건설 전 유출 $400mm$와 건설 후 순유출 $360mm$를 비교해야 한다. 틀린 표현은 "유출 증가량이 -12.8×10^6"이고, 올바르게는 "기존 상태와의 차이는 $-40mm$이므로 $-0.8 \times 10^6 m^3/year$"이다.

오답 포인트

증발접시 관측값 $800mm$를 그대로 쓰거나, 증발량만 보고 변화량으로 착각하거나, 건설 전 육지 상태의 기존 유출 $400mm$를 빼지 않으면 오답이 된다. 이 문항의 핵심 함정은 저수지 건설 후 값만 구하는 것이 아니라 건설 전후 차이를 묻는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

저수지 전후 비교 문제는 먼저 건설 전 육지 상태의 유출을 구하고, 다음에 건설 후 수면의 $P - E$를 구한 뒤, 마지막에 두 값을 빼서 변화량을 판단한다. 깊이 단위 mm를 체적 단위 m^3로 바꿀 때는 $1mm = 0.001m$ 변환을 함께 검산한다.

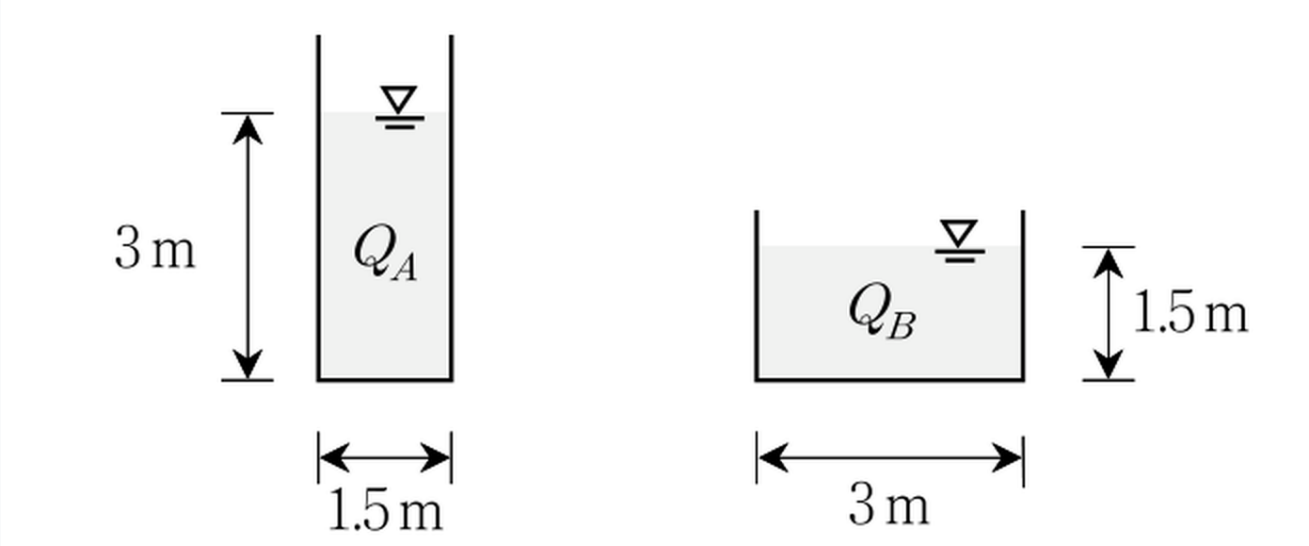
NoteBase

암기 포인트

만수 저수지 하류 변화량은 "건설 후 $P - E$ - 건설 전 CP"로 정리된다.

NoteBase

문 17. 직사각형 단면에 등류가 흐를 경우, 유량 Q_A와 Q_B의 관계로 옳은 것은? (단, 하상경사와 조도계수는 동일하다)



① $Q_A < Q_B$

② $Q_A > Q_B$

③ $Q_A = Q_B$

④ 알 수 없음

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 등류의 Manning 식에서 하상경사와 조도계수가 같을 때 단면적과 동수반경을 비교하여 유량의 크기를 판단하는 문제이다.

조건 정리

A단면은 폭 1.5m, 수심 3m인 직사각형 단면이다.
B단면은 폭 3m, 수심 1.5m인 직사각형 단면이다.
두 단면은 하상경사와 조도계수가 같으므로 Manning 식에서 A와 R의 차이만 비교하면 된다.

사용할 공식

등류의 Manning 식은 $Q = \frac{1}{n}AR^{2/3}S^{1/2}$ 이다.
여기서 n과 S가 같으므로 유량 Q는 $AR^{2/3}$에 비례한다.
직사각형 단면의 동수반경은 $R = A/P$이고, 습윤주위 $P = b + 2y$이다.

NoteBase

계산 과정

A단면의 단면적은 $A_A = 1.5 \times 3 = 4.5m^2$이다.
A단면의 습윤주위는 $P_A = 1.5 + 2 \times 3 = 7.5m$이므로 동수반경은 $R_A = 4.5/7.5 = 0.6m$이다.
B단면의 단면적은 $A_B = 3 \times 1.5 = 4.5m^2$이다.
B단면의 습윤주위는 $P_B = 3 + 2 \times 1.5 = 6m$이므로 동수반경은 $R_B = 4.5/6 = 0.75m$이다.
두 단면의 단면적은 같고 $R_B > R_A$이므로 $Q_B > Q_A$이다.

선지 판단

1번 O: $Q_A < Q_B$는 옳다. 두 단면의 단면적은 같지만 B단면의 동수반경이 더 커서 Manning 식의 $AR^{2/3}$ 값이 더 크다.
2번 X: "$Q_A > Q_B$"가 틀린 표현이다. 올바르게는 $Q_A < Q_B$이다.
3번 X: "$Q_A = Q_B$"가 틀린 표현이다. 단면적이 같아도 동수반경이 다르면 유량은 같지 않고, 이 문제에서는 $R_B > R_A$이므로 Q_B가 더 크다.
4번 X: "알 수 없음"이 틀린 표현이다. 하상경사와 조도계수가 같다고 주어졌으므로 Manning 식으로 충분히 비교할 수 있고, 올바르게는 $Q_A < Q_B$이다.

오답 포인트

같은 직사각형 면적이면 유량도 같다고 바로 판단하면 3번에 걸린다. 등류 유량은 단면적만이 아니라 동수반경에도 좌우되므로, 같은 면적일 때는 습윤주위가 더 짧은 단면이 유리하다는 점을 놓치면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직사각형 등류 단면 비교 문제는 먼저 $A = by$를 계산하고, 다음에 $P = b + 2y$, $R = A/P$를 구한 뒤, 같은 n과 S 조건이면 $AR^{2/3}$가 큰 쪽의 유량이 크다고 판단한다.

암기 포인트

등류에서 같은 경사와 조도라면 $Q \propto AR^{2/3}$이고, 같은 면적이면 동수반경이 큰 단면의 유량이 더 크다.

NoteBase

문 18. 공사기간이 2년인 하천공사를 위해 가물막이를 설치하고자 한다. 홍수로 인해 공사기간에 가물막이가 월류될 위험도를 20% 이내로 계획할 경우, 설계자가 선택할 수 있는 홍수량의 재현기간[년]으로 가장 작은 값은? (단, $\sqrt{5}$는 2.24로 계산한다)

① 8

② 9

③ 10

④ 11

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 공사기간 동안의 월류 위험도와 재현기간의 관계 $R = 1 - (1 - 1/T)^n$을 이용해 허용되는 최소 재현기간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 공사기간 $n = 2$년
구해야 할 값: 위험도 R가 20% 이하가 되게 하는 최소 재현기간 T
주의할 조건: 위험도 20% 이내는 $R \le 0.2$를 뜻하므로 정확히 20%도 허용된다.

사용할 공식

사용 공식은 $R = 1 - (1 - 1/T)^n$이다.
이 공식은 재현기간 T년인 홍수가 한 해에 초과될 확률이 $1/T$이고, 공사기간 n년 동안 한 번이라도 이를 초과할 위험도를 구하는 상황에 해당하므로 사용한다.

계산 과정

1. 조건식은 $1 - (1 - 1/T)^2 \le 0.2$이다.
2. 이를 정리하면 $(1 - 1/T)^2 \ge 0.8$이다.
3. 따라서 $1 - 1/T \ge \sqrt{0.8} = \sqrt{4/5} = 2/\sqrt{5} \approx 2/2.24 = 0.892857$이다.
4. 그러므로 $1/T \le 1 - 0.892857 = 0.107143$이고, $T \ge 9.33$년이다.
5. 보기 중 조건을 만족하는 가장 작은 정수 재현기간은 10년이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. $T = 8$이면 위험도는 $1 - (7/8)^2 = 15/64 \approx 0.234$이므로 20%를 초과한다. 틀린 표현은 '8년이면 조건을 만족한다'이고, 올바르게는 8년은 위험도가 커서 조건을 만족하지 않는다.
2번: X. $T = 9$이면 위험도는 $1 - (8/9)^2 = 17/81 \approx 0.210$이므로 여전히 20%를 초과한다. 틀린 표현은 '9년이 최소 재현기간이다'이고, 올바르게는 9년은 부족하다.
3번: O. $T = 10$이면 위험도는 $1 - (9/10)^2 = 0.19$이므로 20% 이내를 만족한다. 따라서 조건을 만족하는 최소 재현기간은 10년이다.
4번: X. $T = 11$이면 위험도는 $1 - (10/11)^2 = 21/121 \approx 0.174$로 조건은 만족하지만 최소값이 아니다. 틀린 표현은 '11년이 가장 작은 값이다'이고, 올바르게는 11년보다 작은 10년이 이미 조건을 만족한다.

오답 포인트

공사기간이 2년인데도 단년 초과확률 $1/T$만 보고 판단하면 틀린다. 또 $T \geq 9.33$을 구한 뒤 최소 정수를 올림하지 않으면 9년을 고르는 실수가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

가물막이 재현기간 문제는 공사기간 n년을 먼저 놓고, 위험도식 $R = 1 - (1 - 1/T)^n$에 허용위험도를 대입한 뒤, 계산된 T 이상인 가장 작은 정수를 고르면 된다.

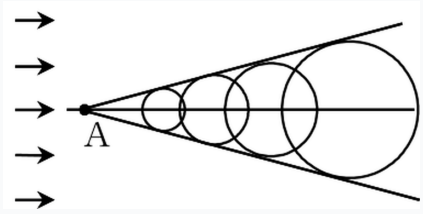
암기 포인트

가물막이 위험도는 여러 해 중 한 번이라도 넘을 확률이므로 $R = 1 - (1 - 1/T)^n$이고, 최소 재현기간은 계산값보다 크거나 같은 가장 작은 정수이다.

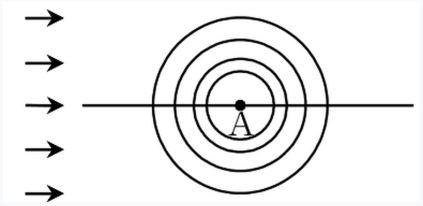
NoteBase

문 19. 사각형단면의 개수로에 수심은 $1m$, 유속은 $4m/s$인 균일한 흐름이 있다. 수표면 A지점에 파동이 발생할 경우, 이 파동의 전파 양상으로 옳은 것은? (단, 에너지보정계수는 1.0, 중력가속도는 $10m/s^2$로 계산한다)

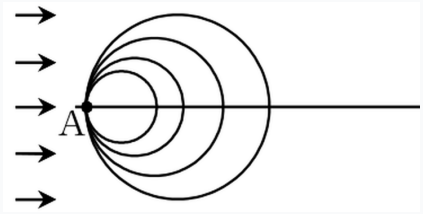
①



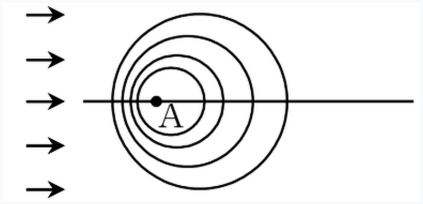
②



③



④



정답 1번

출제 포인트

이 문제는 개수로의 미소파 전파속도와 Froude 수를 이용해 파동의 전파 양상을 판단하는 문제이다.
사각형단면에서는 수리수심 $D = A/T = y$이므로 $D = 1m$이다. 따라서 파속은 $c = \sqrt{gD} = \sqrt{10}\,m/s$이고, 유속은 $V = 4m/s$이므로 $Fr = V/c = 4/\sqrt{10} > 1$이다. 즉 사류 상태이므로 파동은 상류로 전파되지 못하고 하류 방향의 포락선 내부로만 퍼진다.

NoteBase

선지별 해설

① O
사류에서는 $V > c$이므로 A점에서 생긴 파가 상류로 거슬러 올라가지 못한다.
시간마다 중심이 하류로 이동한 원형 파면들이 외접선을 이루어 V자형의 파동 영역이 생기므로 ①의 도식이 맞다.

② X
A를 중심으로 한 동심원은 유속의 이류 효과가 없어서 파가 사방으로 대칭 전파되는 정수 상태에 가까운 형상이다.
틀린 표현은 현재 조건에서도 "A를 중심으로 한 동심원"이 된다는 점이다. 올바르게는 평균유속 때문에 파면의 중심이 하류로 이동한다.

③ X
그림 ③은 모든 파면이 A점에 접하면서 하류로만 전파되는 형상으로, $V = c$인 임계류에 해당한다.
틀린 표현은 현재 조건에서도 "파면이 모두 A점에 접한다"는 점이다. 올바르게는 현재는 $V > c$이므로 A점에서 두 개의 포락선이 벌어지는 사류 형상이 된다.

④ X
그림 ④는 파면의 중심이 하류로 이동하면서도 일부 파면이 A점의 상류측까지 도달하는 형상으로, $V < c$인 상류 상태를 나타낸다.
틀린 표현은 현재 조건에서도 "상류측 파면이 존재한다"는 점이다. 올바르게는 현재는 사류이므로 상류측으로는 파동이 전파되지 않는다.

오답 포인트

유속이 오른쪽이므로 무조건 오른쪽으로만 간다고 직관으로만 보면 ③과 ④를 헷갈리기 쉽다.
핵심 함정은 그림을 먼저 보지 말고 $c = \sqrt{gD}$를 계산해 V와 비교해야 한다는 점이다. $V > c$이면 상류 전파가 막히고, $V = c$이면 파면이 A점에 접하며, $V < c$이면 파면이 상류측까지 넘어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

사각형단면 개수로에서는 먼저 $D = A/T = y$를 잡고 $c = \sqrt{gD}$를 계산한다.
그다음 V와 비교해 $V > c$면 사류로서 ①형, $V = c$면 임계류로서 ③형, $V < c$면 상류로서 ④형이라고 판단한다.

암기 포인트

개수로 미소파 속도는 $c = \sqrt{gD}$이고, $Fr = V/c > 1$이면 파동은 상류로 가지 못한다.

NoteBase

문 20. Manning의 조도계수는 $\frac{1}{10\sqrt{80}}$, 하상경사는 0.01인 광폭사각형 개수로에 단위폭당유량 $\sqrt{80}\,\mathrm{m}^3/\mathrm{s/m}$가 흐르고 있다. 개수로의 수심이 $1.5\mathrm{m}$인 단면에서 형성되는 부등류 흐름의 수면곡선형은? (단, 에너지보정계수는 1.0, 중력가속도는 $10\mathrm{m/s}^2$로 계산한다)

① M1

② S2

③ M3

④ S3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 광폭사각형 개수로에서 한계수심 y_c와 등류수심 y_n을 구한 뒤, 두 수심의 대소관계와 현재 수심 위치로 부등류 수면곡선형을 판정하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 Manning 조도계수 $n=\frac{1}{10\sqrt{80}}$, 하상경사 $S_0=0.01$, 단위폭당 유량 $q=\sqrt{80}m^3/s/m$, 현재 수심 $y=1.5m$이다.
광폭사각형 개수로이므로 동수반지름은 $R\approx y$로 본다.

사용할 공식

한계수심은 광폭사각형 관계식 $y_c=\left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3}$로 구한다.
등류수심은 Manning식 $q=\frac{1}{n}y_n^{5/3}S_0^{1/2}$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유는 주어진 값이 광폭사각형 개수로의 단위폭당 유량, 조도계수, 하상경사이기 때문이다.

계산 과정

1. 한계수심은 $y_c=\left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3}=\left(\frac{80}{10}\right)^{1/3}=2m$이다.
2. 등류수심은 $q=\frac{1}{n}y_n^{5/3}S_0^{1/2}=10\sqrt{80}\cdot y_n^{5/3}\cdot 0.1=\sqrt{80}y_n^{5/3}$이므로, $\sqrt{80}=\sqrt{80}y_n^{5/3}$에서 $y_n^{5/3}=1$, 따라서 $y_n=1m$이다.
3. $y_n=1m<y_c=2m$이므로 하상경사는 급경사이다.
4. 현재 수심은 $1m<1.5m<2m$이므로 급경사에서 등류수심과 한계수심 사이 구간이다. 따라서 수면곡선형은 S2이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: M1은 완경사에서 $y > y_n > y_c$일 때의 수면곡선형이다. 이 문항은 $y_n < y_c$이므로 완경사가 아니라 급경사이다. 틀린 표시는 'M1'이고, 올바르게는 '급경사에서 $y_n < y < y_c$인 S2'이다.
2번 O: $y_n = 1m, y_c = 2m, y = 1.5m$이므로 $y_n < y < y_c$이다. 급경사에서 이 구간은 S2이므로 옳다.
3번 X: M3은 완경사에서 $y < y_c < y_n$일 때의 수면곡선형이다. 이 문항은 완경사가 아니고 현재 수심도 y_c보다 작지 않다. 틀린 표시는 'M3'이고, 올바르게는 '급경사에서 $y_n < y < y_c$인 S2'이다.
4번 X: S3는 급경사에서 $y < y_n$일 때의 수면곡선형이다. 현재 수심은 $1.5m$로 $y_n = 1m$보다 크다. 틀린 표시는 'S3'이고, 올바르게는 '급경사에서 등류수심과 한계수심 사이인 S2'이다.

오답 포인트

수면곡선형은 현재 수심만 보고 고르는 것이 아니라 먼저 y_n과 y_c를 비교해 완경사(M)인지 급경사(S)인지를 정한 뒤, 그다음 현재 수심 y의 위치를 넣어야 한다. $y = 1.5m$가 y_n보다 크다는 사실만 보고 S1로, y_c보다 작다는 사실만 보고 S3로 가면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

광폭사각형 부등류 문제는 먼저 q로 한계수심 y_c를 구하고, Manning식으로 등류수심 y_n를 구한다. 다음에 y_n과 y_c를 비교해 M형인지 S형인지 정하고, 마지막으로 현재 수심 y가 어느 구간에 들어가는지 배치하면 된다.

암기 포인트

부등류 곡선 판정은 '먼저 y_n 대 y_c, 다음 y 위치'이다. $y_n < y_c$이면 급경사 S형이고, 그 사이 수심은 S2이다.

NoteBase