

2022년 지방직 7급 수리수문학 해설

by Coast.Lee

1.

$$\text{유리관의 모관상승고}(h_1) = \frac{4T\cos\theta}{wd} = \frac{4T}{0.1}$$

$$\text{평판의 모관상승고}(h_2) = \frac{2T\cos\theta}{wd} = \frac{2T}{0.05} \quad (\text{여기서 } d \text{는 두 평판사이의 간격})$$

$$\text{따라서 두 값이 같으므로 } \frac{h_2}{h_1} = 1.0$$

2.

터빈의 발전량(E_T) = $9.8wQ(H-h_L)\eta$ (여기서 9.8은 중력가속도를 $9.8m/s^2$ 으로 볼 때 이므로, 본 문제에서는 물의 단위중량이 $10kN/m^3$ 으로 주어졌기 때문에 10을 적용한다.)

$$\therefore E_T = 10 \times 3 \times (100 - 10) \times 0.5 = 1350kW$$

3.

④ 도수 발생 시 하류 지점에서의 수심은 상류의 수심보다 증가한다.

4.

$$\text{Manning 공식 } Q = \frac{1}{n} AR_h^{2/3} I^{1/2}$$

수리학적 유리 단면이므로 수심은 $h = B/2 = 2m$, 경심은 $R_h = h/2 = 1m$

$$\text{따라서 공식에 대입하면, } Q = \frac{1}{0.016} \times 8 \times 1^{2/3} \times \left(\frac{1}{100}\right)^{1/2} = 50m^3/s$$

5.

④ 에너지경사선은 동수경사선에 압력수두가 아닌 속도수두를 합한 것과 같다.

6.

$$\text{부체의 안정 조건: } \frac{I_{\min}}{V} - \overline{MG} > 0 \quad (\text{여기서 } V \text{는 물에 잠긴 부체의 부피})$$

케이슨의 비중은 0.5이므로, 흘수는 $\frac{a}{2}$ 가 된다.

또한 $l > b$ 이므로, 단면2차모멘트는 최솟값인 $I_{\min} = \frac{lb^3}{12}$ 을 사용해야 한다.

따라서 이를 대입하여 정리하면,

$$\frac{I_{\min}}{V} - \overline{MG} = \frac{\frac{lb^3}{12}}{\frac{a}{2} \times b \times l} - \left(\frac{a}{2} - \frac{a}{2} \right) > 0$$

이를 정리하면, $b^2 > \frac{3}{2}a^2$ 을 얻게 되므로 정답은 ④번이다.

7.

자유방류관 중앙을 따라 연장선을 긋고, 베르누이 방정식을 적용한다. 수조 속의 지점을 1, 방류관의 지점을 2라고 한다면,

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{w} + z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{w} + z_2 + h_L$$

1지점은 수심에 의한 압력수두만 존재하고, 방류관은 속도수두와 손실수두만 존재하게 된다. 또한 손실수두(h_L)은 방류관의 속도수두와 같다고 주어졌으므로,

$$10 = \frac{v_2^2}{20} + \frac{v_2^2}{20}$$

따라서 $v_2 = 10m/s$ 이고, 연속방정식을 사용하여 유량을 계산하면

$$Q = AV = \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \times 10 = 0.1\pi$$

8.

각 높이별로 작용하는 압력을 P 라고 하면 $P = P_1 + P_2 + P_3$ 로 정리할 수 있다.

$$P = wh_G A = w \times \frac{h}{2} \times bh = \frac{wbh^2}{2}$$

$$P_1 = w \times \frac{h_1}{2} \times bh_1 = \frac{wbh_1^2}{2}$$

$$P_2 = \frac{wb(x^2 - h_1^2)}{2}$$

여기서 $x = h_1 + h_2$

$$P_1 = \frac{P}{3}$$

$$\therefore \frac{wbh_1^2}{2} = \frac{1}{3} \times \frac{wbh^2}{2}$$

$$\therefore h_1 = \frac{h}{\sqrt{3}}$$

$$P_2 = \frac{P}{3}$$

$$\therefore \frac{wb(x^2 - h_1^2)}{2} = \frac{1}{3} \times \frac{wbh^2}{2}$$

$$\begin{aligned} \therefore x^2 - h_1^2 &= \frac{h^2}{3} \\ \therefore x^2 - \frac{h^2}{3} &= \frac{h^2}{3} \\ \therefore x^2 &= \frac{2h^2}{3} \\ \therefore (h_1 + h_2)^2 &= \frac{2h^2}{3} \\ \therefore h_1 + h_2 &= \sqrt{\frac{2}{3}} h \\ \therefore h_2 &= \sqrt{\frac{2}{3}} h - \sqrt{\frac{1}{3}} h = \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{3}} h \end{aligned}$$

9. (쉬워보이지만 시간 잡아먹는 킬러문제)

먼저 지점2의 지름이 지점1의 절반이므로, 유속은 4배 빠르다 ($4v_1 = v_2$)

이를 적용하여 베르누이 정리를 이용하면,

$$\frac{v_1^2}{20} + \frac{30}{10} = \frac{16v_1^2}{20} \quad \text{따라서 } v_1 = 2m/s, v_2 = 8m/s \text{ 이다.}$$

$$\text{이를 이용하여 유량을 계산하면 } Q = V_1 A_1 = 2 \times \frac{\pi \times 0.2^2}{4} = 0.02\pi$$

운동량-역적방정식 $P_1 A_1 - P_2 A_2 - F_x = \frac{w}{g} Q(v_2 - v_1)$ 을 적용한다. 여기서 P_2 는 대기 상태이므로 0이다.

$$P_1 A_1 - F_x = \frac{w}{g} Q(v_2 - v_1)$$

$$30 \times \frac{\pi \times 0.2^2}{4} - F_x = \frac{10}{10} \times 0.02\pi \times (8 - 2)$$

따라서 위 식을 정리하면,

$$F_x = 0.12\pi$$

10.

레이놀즈수가 1000이므로 층류상태이다.

$$h_L = \frac{64}{Re} \times \frac{l}{D} \times \frac{v^2}{2g} \text{에 주어진 조건을 대입하면,}$$

$$h_L = \frac{64}{1000} \times \frac{100}{0.64} \times \frac{2^2}{20} = 2m$$

11.

①주 지하수 감수곡선법은 분석 대상지점의 과거 수년간 연속적인 유량기록을 이용하여 주 지하수 감수곡선을 작성하고 분석 대상 수문곡선과의 교점과 수문곡선 상승부 기점을 직선으로 연결하여 기저유출을 분리하는 방법이다.

12.

③ 수리학적 홍수추적은 연속방정식과 운동방정식을 해석하는 방법이다. 해당 보기는 수문학적 홍수추적법에 관한 내용이다.

13.

Darcy의 법칙을 적용하기 위해서 손실수두를 계산해야한다. 주어진 조건으로부터 두 지점에 베르누이 방정식을 적용한다.

$$\frac{v_1^2}{2g} + 40 + 30 = \frac{v_2^2}{2g} + 20 + h_L$$

동일 단면이고 유량이 같으므로 두 지점의 유속이 같다. 따라서 손실수두는

$$h_L = 50m$$

Darcy의 법칙을 이용하여 유속을 구한다.

$$v = ki = 0.1 \times \frac{50}{500} = 0.01$$

14.

③한계경사 수로에서 등류가 흐를 경우 한계류가 발생한다.

15.

①조도계수비를 적용하기 위해서는 기하학적, 운동학적 상사성이 성립되어야 한다.

16.

③첨두유량 발생시간은 유효우량지속기간의 절반과 유역지체시간의 합과 같다.

17.

합리식을 적용하여 유출계수 C 를 계산한다.

$$Q = \frac{1}{3.6} CIA$$

$$\therefore Q = \frac{1}{3.6} \times C \times \frac{3600}{20+10} \times 20 = 240$$

따라서 $C=0.36$ 이고, 이를 두 번째 조건에 적용하면,

$$Q = \frac{1}{3.6} \times 0.36 \times \frac{3600}{60+10} \times 70 = 360m^3/s$$

18.

$$\text{도수 후 수심 } h_2 = \frac{h_1}{2}(-1 + \sqrt{1 + 8F_r^2})$$

주어진 유량과 수로 폭, 수심을 이용하여 유속을 계산하면

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{36}{0.6 \times 10} = 6 \text{ m/s}$$

따라서 Froude number를 계산하면

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{gh}} = \frac{6}{\sqrt{0.6 \times 10}}$$

$$\therefore F_r^2 = 6$$

이를 위 식에 대입하면

$$h_2 = \frac{h_1}{2}(-1 + \sqrt{1 + 8F_r^2}) = \frac{0.6}{2}(-1 + \sqrt{1 + 8 \times 6}) = 1.8 \text{ m}$$

19.

먼저 평균 유출곡선지수를 계산하면

$$\overline{CN} = \frac{(4 \times 40) + (2 \times 50) + (4 \times 60)}{4 + 2 + 4} = 50$$

잠재보유수량을 계산하면

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = \frac{25400}{50} - 254 = 254$$

유효우량은 다음과 같다.

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (\text{단, } P > 0.2S)$$

하지만 조건에서 $0.2S = 0.2 \times 254 = 50.8 \text{ mm}$ 로 P 보다 크기 때문에 유효우량은 0이다.

20.

누가확률 그래프로부터 75mm 이상의 강우 발생 확률은 $R = \frac{1}{10}$

3년 동안 1번 이상 발생할 확률 = 1 - 3년동안 한번도 발생하지 않을 확률

$$\therefore P = 1 - \left(\frac{9}{10}\right)^3 = 0.271$$