

流体力学 II 試験問題 (1)

1992-2-18 13:10 ~ 14:50

by E. Yamazato

1.(25) $20^{\circ}C$ の水が水平の環状管内を毎分 $378l$ の割合で流れている。環状管の外径が $10cm\phi$, 内径が $7.6cm\phi$ としたとき、 $30m$ 当たりの損失水頭を求めよ。ただし、 $\nu = 10.06 \times 10^{-3} dm^2/s$, $e = 0.025cm$ とする。

2.(25) 落差 $27m$ で $14.7kw$ の水車が駆動している。導水管の直径が $30cm$ 、長さ $90m$ のときの流量を求めよ。ただし、摩擦損失係数は 0.02 とし、それ以外の損失はないものとする。

3. (25) 二つの水槽間を直径 $150mm$ 、長さ $6m$ の円管と急拡大した直径 $225mm$ 、長さ $15m$ の管が連結されて送水されている。水槽間の水位差が $6m$ のとき管路内の流路を求めよ。また、水力勾配線およびエネルギー線を描け。ただし、入口損失は 0.5 、摩擦損失は両管とも 0.04 とする。

4. (25) ポンプで吸込み水面より $30m$ の高さの貯水槽に流量 $200L/s$ の水を内径 $300mm$ 、長さ $300m$ の管路によって揚水する。ポンプの出力とポンプ出口における圧力水頭を求めよ。ただし、ポンプまでの高さは $3m$ とし、管路の摩擦損失係数は 0.028 とする。

(解)

1.

$$Q = 378L/min = 0.0063m^3/s$$

$$d_o = 10cm, \quad d_i = 7.6cm, \quad l = 30m, \quad \nu = 0.01, \quad k = 0.025cm$$

$$A = \frac{\pi}{4}(d_o^2 - d_i^2) = \frac{\pi}{4}(10^2 - 7.6^2) = 33.17cm^2, \quad P = \pi(d_o + d_i) = 55.29cm$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.0063}{33.17 \times 10^{-4}} = 1.85$$

$$d_h = \frac{A}{P} = \frac{d_o - d_i}{4}, \quad de = 4d_h = d_o - d_i, \quad d_e = 2.4cm$$

$$Re = \frac{Vd_e}{\nu} = \frac{185}{0.01} = 4.44 \times 10^4, \quad \frac{k}{d_e} = \frac{0.025}{2.4} = 0.01, \quad \lambda = 0.04$$

$$h_f = \lambda \frac{L}{d_e} \frac{v^2}{2g} = 0.04 \times \frac{30}{0.024} \times \frac{1.85^2}{2g} = 8.73 m$$

2.

$$h_f = 0.02 \frac{90}{0.30} \frac{V^2}{2g} = 0.31V^2, \quad H_T = \frac{P_T}{\rho g Q} = \frac{14.7 \times 10^3}{10^3 g V (\pi 0.30^2 / 4)} = \frac{21.2}{V}$$

$$z = \frac{V}{2g} + h_f + H_T = \frac{V}{2g} + 0.31V^2 + \frac{21.2}{V}$$

$$V^2 - 74.6 + 415.9 = 0, \quad V = 0.79m/s, \quad V = 8.21m/s$$

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 V = \frac{\pi}{4} 0.3^2 \times 0.79 = 0.056m^3/s, \quad Q = \frac{\pi}{4} 0.3^2 \times 8.21 = 0.58m^3/s$$

3.

$$v_1 = \left(\frac{225}{150}\right)^2 v_2 = \frac{9}{4} v_2$$

$$h_i = 0.5 \frac{v_1^2}{2g}, \quad h_{f1} = 0.04 \frac{6}{0.15} \frac{v_1^2}{2g} = 8.10 \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_s = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} = \left(\frac{9}{4} - 1\right)^2 \frac{v_2^2}{2g} = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_{f2} = 0.04 \frac{15}{0.225} \frac{v_2^2}{2g} = 2.67 \frac{v_2^2}{2g} \quad h_e = 1 \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h = h_i + h_{f1} + h_s + h_{f2} + h_e = 15.86 \frac{v_2^2}{2g} = 0 + H = 6$$

$$v_2 = 2.72 \text{ m/s}, \quad Q = \frac{\pi d_2^2 v_2}{4} = 0.1085 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.

$$H_p = H + h + \frac{v^2}{2g}, \quad v = \frac{4Q}{\pi d^2} = 2.83 \text{ m/s}$$

$$H_p = H + \left(\lambda \frac{l}{d} + 1\right) \frac{v^2}{2g} = 30 + \left(0.028 \frac{300}{0.30} + 1\right) \frac{2.83^2}{2g} = 30 + 11.91 = 41.91$$

$$P = \rho g Q H_p = 10^3 g \times 0.20 \times 41.91 = 82.2 \text{ kw}$$

$$\Delta p = H + h - H_s = 30 + 11.9 - 3 = 38.5 \text{ m}$$