

流体力学 II 試験問題 (2)

1997-2-20, 10:20~11:50

by E. Yamazato

- (15) 河の流れは経年によりその湾曲の度合いが鋭くなるかまたは緩慢になるか二次流れにより説明せよ。
- (25) 図1に示すようにサイホン管を通して上下二つの水槽が連結されている。水槽間の水面差が9m、サイホン管の全長が800m、内径が200mmとする。1) 管内流量を求めよ。2) サイホンの最高部E点の絶対圧力を1.5mの水頭高さに保つにはE点までのサイホンの長さを幾らにすればよいか。ただし、大気圧水頭高さを10.3mとし、上水槽からサイホンの上部E点までの高さは6mとする。
- (25) 20°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、内径が7.6cmとしたとき、管長30m当たりの損失水頭高さを求めよ。ただし、水の動粘性係数は $0.01\text{cm}^2/\text{s}$ とし、管内の突起の平均高さは0.025cmとする。
- (25) 図2に示すような二つの円管より流出する流量を同じにするための z_1, z_2 の比を求めよ。ただし両管とも管摩擦係数は0.02としそれ以外の損失はないものとする。
- (25) 図3に示すようなポンプを含む管路がある。ポンプの吸い込み側タンクは密閉され、 $p_1 = 30\text{kPa}$ (ゲージ圧)の圧力が水面に作用しており、その水面はポンプ軸心より4.5m下にある。ポンプの流量を $0.15\text{m}^3/\text{s}$ にするために必要な(1) 動力および(2) ポンプの吸い込み側の圧力を求めよ。ただし管摩擦損失以外の損失は無視する。

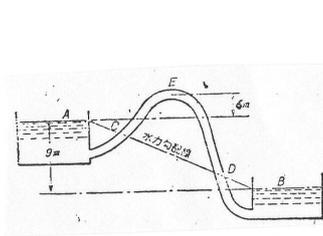


図1

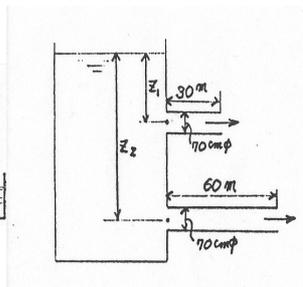


図2

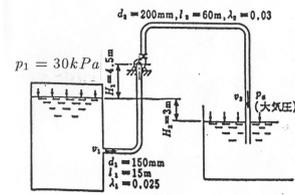


図3

(解)

2.

$$9 = \frac{v^2}{2g} + \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

$$9 = \frac{v^2}{2g} \left(1 + \frac{0.03 \times 800}{0.2} \right); \quad v = 1.2\text{m/s}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \times 0.2^2 \times 1.2 = 0.0377\text{m}^3/\text{s} = 2.26\text{m}^3/\text{min}$$

$$10.3 = 6 + \frac{v^2}{2g} + 1.5 + \lambda \frac{l_1}{d} \frac{v^2}{2g}; \quad l_1 = 247.3\text{m}$$

3.

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

$$d_o = 10cm, d_i = 7.6cm, L = 30m, \nu = 0.01cm^2/s, k = 0.025cm$$

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

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

$$d_h = \frac{A}{P} = \left(\frac{d_o}{4} - d_i \right) 4; \quad d_e = 4d_h = d_o - d_i; \quad d_e = 4d_h = d_o - d_i = 2.4cm$$

$$Re = \frac{V d_e}{\nu} = \frac{1.85 \times 2.4}{.01} = 4.44 \times 10^4; \quad \frac{k}{d_e} = 0.01, \quad \lambda = 0.04$$

$$h_f = 0.04 \frac{30}{0.024} \frac{1.85^2}{2g} = 8.73m$$

4.

$$z_1 = \left(\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} + 1 \right) \frac{v_1^2}{2g}$$

$$z_2 = \left(\lambda_2 \frac{l_2}{d_2} + 1 \right) \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda, \quad d_1 = d_2 = d, \quad v_1 = v_2 = v$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{\lambda \frac{l_1}{d} + 1}{\lambda \frac{l_2}{d} + 1} = 0.68$$

5.

$$\frac{p_1}{\rho g} + H_p = \left[\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} + \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 \right] \frac{v_1^2}{2g} - H_2 + \frac{p_a}{\rho g}$$

$$v_1 = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \times 0.15}{\pi 0.15^2} = 8.48m/s$$

$$\frac{30 \times 10^3}{10^3 g} + H_p = \left[0.025 \frac{15}{0.15} + 0.03 \frac{60}{0.2} \left(\frac{150}{200} \right)^4 \right] \frac{8.48^2}{2g} - 3.0$$

$$H_p = (2.5 + 2.85) \times 3.66 - 3.0 - 3.06 = 19.58 - 6.06 = 13.79m$$

$$L = \rho g Q H_p = 10^3 g \times 0.15 \times 13.79 = 20.27kw$$

$$\frac{p_1}{\rho g} = \frac{p_s}{\rho g} + H_1 + \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{v_1^2}{2g}$$

$$p_s = 30 \times 10^3 - 44.1 \times 10^3 - 89.88 \times 10^3 = -103.98kPa$$