

流体力学 I 試験問題 (1)

1985-10-7

by E. Yamazato

- 図 1 に示すタンクに水が満たされている。オリフィスから垂直下流 $2m$ のところでピトー管で動圧を測定したところ水柱で $5m$ あった。流量 $18l/s$ をとしてオリフィスの流量係数および速度係数を求めよ。
- 図 2 において水平管の最狭部 A の内径が $10cm$ 、管の出口部の内径が $30cm$ で流量 $2.1m^3/min$ のとき、 A に連結しているガラス管は容器の水を何 m 吸い上げるか。
- 図 3 に示すように、水が流れている管路の断面 (1) と (2) が示差マンメータに接続されている。マンメータの水銀面の高さの差が $30cm$ の場合、管内の流量を求めよ。また断面 (1),(2) の鉛直距離が $91.5cm$ で、断面 (2) の圧力が $7kPa$ (ゲージ) であれば、断面 (1) の圧力はいくらになるか。ただし、摩擦などの損失は無視する。
- 円管内を比重 0.86 のテレピン油が流れている。管中心にピトー管を入れ、水銀マンメータ (比重 13.6) で差圧を測ったところ $12cm$ あった。管中心の速度を求めよ。ただしピトー管の速度係数は 0.98 とする。

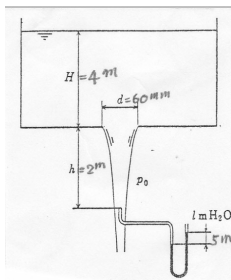


図 1

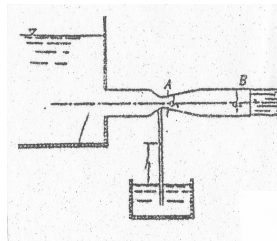


図 2

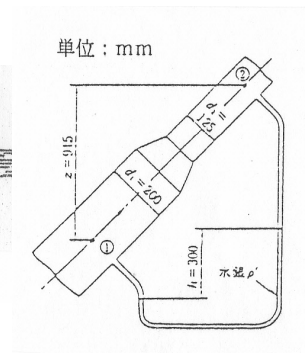


図 3

(解)

1.

$$\begin{aligned}\frac{V^2}{2g} + h &= \frac{v^2}{2g}, \quad V = C_v \sqrt{2gH}, \quad v = \sqrt{2gl} \\ C_v^2 H + h &= l, \quad C_v = \sqrt{(l-h)/H} = \sqrt{3/4} = 0.866 \\ Q &= C \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gH} \\ C &= \frac{Q}{(\pi d^2/4) \sqrt{2gH}} = \frac{0.018}{(\pi 0.06^2/4) \sqrt{2g \times 4}} = 0.719 \\ C_c &= \frac{C}{C_v} = \frac{0.719}{0.866} = 0.83\end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned}v_A &= \frac{2.1/60}{(\pi/4)0.1^2} = 4.46 \text{ m/s} \\ \frac{p_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} &= \frac{p_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g} \\ \frac{p_A}{\rho g} &= \frac{p_a}{\rho g} + h, \quad p_B = p_a, \quad h = \frac{v_A^2}{2g} \left\{ 1 - \left(\frac{v_B}{v_A} \right)^2 \right\} \\ h &= -\frac{v_A^2}{2g} \left\{ 1 - \left(\frac{d_A}{d_B} \right)^4 \right\} \\ &= -\frac{4.46^2}{2g} (1 - 0.012) = -1.00 \text{ m}\end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned}\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + z_1 &= \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + z_2 \\ p_1 - p_2 &= (v_2^2 - v_1^2) \frac{\rho}{2} + \rho g z, \quad v_1 = \left(\frac{d_2}{d_1} \right) v_2 \\ p_1 - p_2 &= \frac{\rho}{2} v_2^2 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] + \rho g z, \quad z = z_2 - z_1 \\ p_1 + \rho g z_1 &= p_2 + \rho g (z_2 - z) + \rho' g z \\ \Delta p = p_1 - p_2 &= gh(\rho' - \rho) + \rho g z \\ \frac{\rho}{2} v_2^2 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] &= gh(\rho' - \rho) \\ v_2 &= \sqrt{\frac{2gh(\rho'/\rho - 1)}{1 - (d_2/d_1)^4}} = \sqrt{\frac{2g \times 0.3(13.6 - 1)}{1 - (0.125/0.2)^4}} = 9.35 \text{ m/s}, \quad v_1 = 3.65 \text{ m/s} \\ Q &= \frac{\pi}{4} d_2^2 \times v_2 = \frac{\pi}{4} \times 0.125^2 \times 9.35 = 0.115 \text{ m}^3/\text{s} = 6.9 \text{ m}^3/\text{min} \\ p_1 &= p_2 + \frac{\rho}{2} v_2^2 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] + \rho g z \\ &= 7000 + \frac{10^3}{2} \times 9.35^2 \left[1 - \left(\frac{0.125}{0.200} \right)^4 \right] + 10^3 g \times 0.915 \\ &= (7 + 37.04 + 8.96) \times 10^3 = 53.0 \text{ kPa}\end{aligned}$$

4.

$$v = 0.98 \times \sqrt{2gh \left(\frac{\rho_g}{\rho_t} - 1 \right)} = 0.98 \times \sqrt{2gh \times 0.12(15.8 - 1)} = 5.78 \text{ m/s}$$