

流体力学 I 試験問題 (1)

1988-9-19

by E. Yamazato

1. Bernoulli の式 $\int dp/\gamma + z + v^2/2g = constant$ を導くに当たって、次のどの仮定または前提を必要とするか。一つだけ番号をえらべ。

- (a) 非粘性、非圧縮性流体とし、流線に沿っての定常流れ
- (b) 非粘性流れで流線に沿って一様な流れで、 γ は p の関数
- (c) 非圧縮性流体で、流線に沿って定常な一様流れ
- (d) 非粘性流れで流線に沿っての定常流れで、 γ は p の関数
- (e) 以上の解答のいずれでもない

2. 図 1 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。

3. 図 2 に示すように、水が流れている管路の断面 (1) と (2) が示差マノメータに接続されている。マノ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。

4. 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、水銀マノメータ (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。

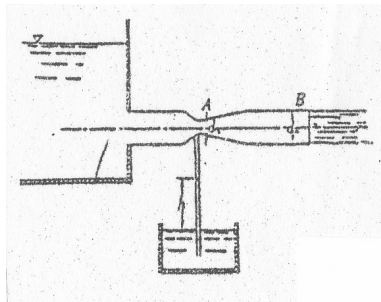


図 1

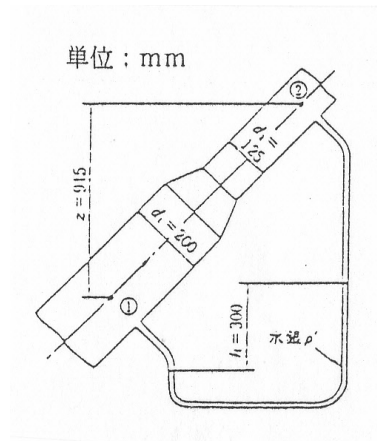


図 2

(解)

1. (d)

2.

$$v_A = \frac{2.1/60}{(\pi/4)0.1^2} = 4.46m/s$$

$$\frac{p_A}{\rho g} + \frac{v_A^2}{2g} = \frac{p_B}{\rho g} + \frac{v_B^2}{2g}$$

$$\frac{p_A}{\rho g} = \frac{p_a}{\rho g} + h, \quad p_B = p_a, \quad h = \frac{v_A^2}{2g} \left\{ 1 - \left(\frac{v_B}{v_A} \right)^2 \right\}$$

$$h = -\frac{v_A^2}{2g} \left\{ 1 - \left(\frac{d_A}{d_B} \right)^4 \right\}$$

$$= -\frac{4.46^2}{2g} (1 - 0.012) = -1.00m$$

3.

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + z_1 = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + z_2$$

$$p_1 - p_2 = (v_2^2 - v_1^2) \frac{\rho}{2} + \rho g z, \quad v_1 = \left(\frac{d_2}{d_1} \right) v_2$$

$$p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2} v_2^2 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] + \rho g z, \quad z = z_2 - z_1$$

$$p_1 + \rho g z_1 = p_2 + \rho g (z_2 - z) + \rho' g z$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = gh(\rho' - \rho) + \rho g z$$

$$\frac{\rho}{2} v_2^2 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] = gh(\rho' - \rho)$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2gh(\rho'/\rho - 1)}{1 - (d_2/d_1)^4}} = \sqrt{\frac{2g \times 0.3(13.6 - 1)}{1 - (0.125/0.2)^4}} = 9.35m/s, \quad v_1 = 3.65m/s$$

$$Q = \frac{\pi}{4} d_2^2 \times v_2 = \frac{\pi}{4} \times 0.125^2 \times 9.35 = 0.115m^3/s = 6.9m^3/min$$

$$p_1 = p_2 + \frac{\rho}{2} v_2^2 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] + \rho g z$$

$$= 7000 + \frac{10^3}{2} \times 9.35^2 \left[1 - \left(\frac{0.125}{0.200} \right)^4 \right] + 10^3 g \times 0.915$$

$$= (7 + 37.04 + 8.96) \times 10^3 = 53.0kPa$$

4.

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