

流体力学 I 試験問題 (1)

1992-6-30, 12:45~14:25

by E. Yamazato

- (20) 図 1 に示すような U 字管マンメータがある. A の容器には比重 1.2 の液体が入っており, その点のゲージ圧力は $-15kPa$ である. 液体 B の比重を求めよ.
- (20) 長さ $5m$ の円形水門が図 2 のように取付られ, 水が水門の上面まで貯えられている. この水門にかかる水平および垂直方向の分力ならびに全圧力の大きさとその作用点 (η, ξ) を求めよ.
- (20) 図 3 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.
- (20) 図 4 に示す位置におけるピトー管によって管内の平均速度が測定されるものとする. 管内の流量を求めよ. ただし CCl_4 の比重は 1.6, 水の密度は $10^3 kg/m^3$ とする.
- (20) 図 5 に示す円管内の速度分布が次式で示される場合の断面 (2) と (1) における運動量の比を求めよ. また, 円管壁面に及ぼす水平方向の力を求めよ. ただし, r は管中心からの距離, R は管の半径, u_1 は入口の一様速度, U は管中心における流速とする.

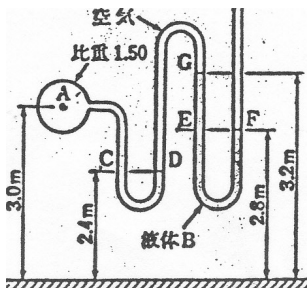


Fig. 1

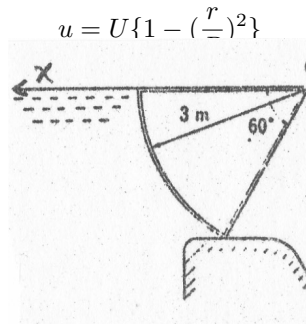


Fig. 2

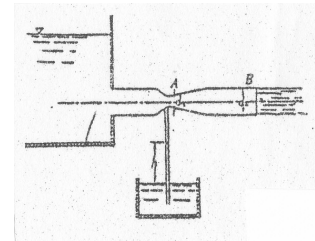


Fig. 3

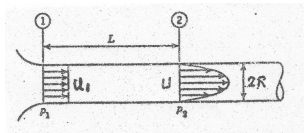


Fig. 4

(解)

1.

$$p_A + \rho_A g(3.0 - 2.4) + \rho_B g(3.2 - 2.8) = p_a$$

$$\rho_B = \frac{(p_a - p_A) - \rho_A g(0.6)}{g(0.4)}$$

$$= \frac{10^3(15 - 1.2g \times 0.6)}{g(0.4)} = 2.02 \times 10^3$$

$$s_B = \frac{\rho_A}{\rho_w} = \frac{2.02 \times 10^3}{10^3} = 2.02$$

2.

$$P_H = 10^3 g \frac{1}{2} (3 \sin 60^\circ)(3 \sin 60^\circ \times 5) = 165 \text{ kN}$$

$$P_V = 10^3 g \times 5 \left\{ \left(\frac{60}{360} \right) \pi 3^2 - \frac{1}{2} \times 3^2 (\sin 60^\circ \times \cos 60^\circ) \right\}$$

$$= 135.5 \text{ kN}$$

$$P = \sqrt{P_H^2 + P_V^2} = \sqrt{165.5^2 + 135.5^2} = 213.8 \text{ kN}$$

$$\eta = \frac{2}{3} \times 3 \sin 60^\circ = 1.73 \text{ m}, \quad \xi = \frac{P_H}{P_V} \eta = \frac{165.5}{135.5} \times 1.73 = 2.11 \text{ m}$$

$$\tan \alpha = \frac{135.5}{165.5} = 0.818, \quad \alpha = 39.3^\circ$$

3.

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

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

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

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

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

4.

$$v = \sqrt{2gh \left(\frac{\rho_C}{\rho_w} - 1 \right)} = \sqrt{2gh \times 0.1(1.6 - 1)} = 1.08 \text{ m/s}$$

$$Q = \frac{\pi 0.15^2}{4} \times 1.08 = 0.0191 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.

$$M_1 = \rho \pi R^2 u_1^2$$

$$\pi R^2 u_1 = \int_0^R u 2\pi r dr$$

$$= \int_0^R U \left\{ 1 - \frac{r^2}{R^2} \right\} 2\pi r dr = U \frac{\pi R^2}{2}, \quad U = 2u_1$$

$$M_2 = \int_0^R \rho \left\{ 2u_1 \left(1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \right\}^2 2\pi r dr$$

$$= 8\rho \pi R^2 u_1^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6} - \frac{1}{2} \right) = \frac{4}{3} \rho \pi R^2 u_1^2$$

$$\frac{M_2}{M_1} = \frac{4}{3}$$

$$(p_1 A - p_2 A) = M_2 - M_1 + D_f$$

$$D_f = (p_1 - p_2)\pi R^2 - \frac{1}{3}\rho\pi R^2 u_1^2$$