

流体力学 I 試験問題 (2)

1993-9-21, 12:45~14:25

by E. Yamazato

- (20) 図 1 に示すようにゲート AB は幅 1.2m で A でヒンジされている。ゲージ G の読みは -19.6kPa (ゲージ) であり, 右側タンクには比重 0.8 の油が入っている。B 点には水平方向にどれだけの力を加えればよいか。
- (20) 図 2 に示すように, 水が流れている管路の断面 (1) と (2) が示差マンオメータに接続されている。マンオ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。
- (30) 図 3 に示すように鉛直に設置された曲がり角度 135 度の狭まり曲がり円管内を流量 $0.4m^3/s$ の水が流れている。いま曲がり円管内の断面 (1),(2) 間の容積を $0.2m^3$, 曲がり管の質量を 12kg としたときの曲がり管内の流れに及ぼす x および z 方向の分力を求めよ。4. (30) 円管内の層流の速度分布が次式のように示される。

$$v = \frac{R^2}{4\mu} \left(-\frac{dp}{dx}\right) \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right]$$

- (1) 流量および平均速度を求めよ。(2) 管長 1 間の圧力損失が次式で表されることを示せ。

$$h_l = \frac{\Delta p}{\rho g} = \frac{32\mu l v_a}{\rho g d^2}$$

ただし, v_a は平均速度, Δp は管長 1 間の圧力降下とする。

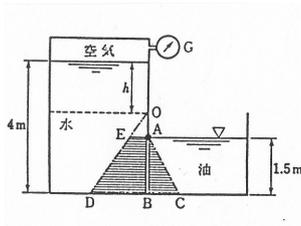


図 1

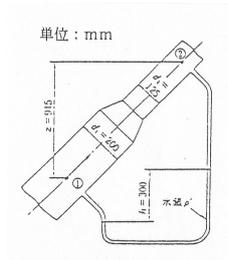


図 2

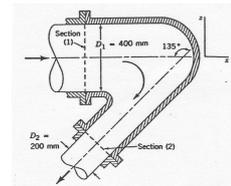


図 3

(解)

1.

$$P_{oil} = \rho g h_g A = (0.8 \times 10^3)g(0.75)(1.5 \times 1.2) = 10.6kN$$

$$\eta_o = \frac{(1.2 \times 1.5^3/12)}{0.75(1.5 \times 1.2)} + 0.75 = 1.00m, \quad h_g = 0.75$$

$$h = -\frac{p}{\rho g} = -\frac{19.6 \times 10^3}{10^3 g} = -2.00m$$

$$P_{water} = 10^3 g \times 1.25(1.5 \times 1.2) = 22.1kN, \quad h_g = (4 - 2) - 1.5 + \frac{1.5}{2} = 1.25m$$

$$\eta_w = \frac{1.2 \times 1.5^3/12}{1.25(1.5 \times 1.2)} + 1.25 = 1.4m, \quad 1.4 - 0.5 = 0.9m$$

$$10.6 \times 1.00 + 1.5F - 22.1 \times 0.9 = 0, \quad F = 6.19kN$$

2.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.

$$P_x = \rho Q (v_1 - v_2 \cos \theta)$$

$$P_z = \rho Q (0 - v_2 \sin \theta) - (M + \rho V) g$$

$$v_1 = \frac{0.4}{\pi - 0.4^2/4} = 3.18 \text{ m/s}, \quad v_2 = \frac{0.2}{\pi - 0.2^2/4} = 12.73 \text{ m/s}$$

$$P_x = 10^3 \times 0.4 [3.18 - 12.73 \cos(-135)] = 10^3 \times 0.4 (3.18 + 8.98) = 4.87 \text{ kN}$$

$$P_z = 10^3 \times 0.4 \times 8.98 - (12 + 10^3 \times 0.2) g = 10^3 (3.59 - 2.08) = 1.51 \text{ kN}$$

4.

$$(1) Q = \int_0^R v 2\pi r dr = \frac{\pi R^4}{8\mu} \left(-\frac{dp}{dx}\right)$$

$$v_a = \frac{R^2}{8\mu} \left(-\frac{dp}{dx}\right)$$

$$(2) -\frac{dp}{dx} = \frac{\Delta p}{l}$$

$$h_l = \frac{\Delta p}{\rho g} = \frac{8\mu l \pi R^2 v_a}{\rho g \pi R^4} = \frac{32\mu l v_a}{\rho g d^2}$$