

流体力学 I 試験問題 (1)

1975-2-27

by E. Yamazato

1. 図に示すような pipe line からの噴流の流量および A 点における圧力 (ゲージ) を求めよ。ただし摩擦損失はないものとする。
2. 内径 $15\text{cm}\phi$ の管の末端にノズルを付けて水を直径 $5\text{cm}\phi$ の噴流として大気中に噴出させている。管内の流速が 5m/s のとき、管壁の圧力 (ゲージ) はいくらか。また流れがノズルにおよぼす力を求めよ。
3. 図に示すように二つの同心回転円筒シリンダーのすきまに液体を入れ、外側の円筒を回転させて液体の粘性係数を測定することができる。粘性係数が次の式でしめされることを証明せよ。

$$\mu = \frac{2abM}{\pi r_1^2 \omega (4r_2bh + r_1^2 a)}$$

ただし、M は回転モーメント、 ω は角速度。a,b 内での速度は直線的とする。

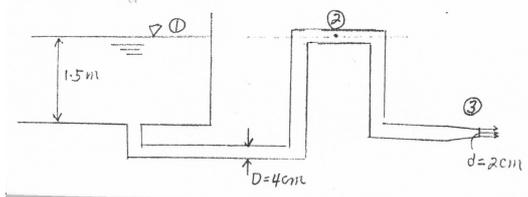


図 1

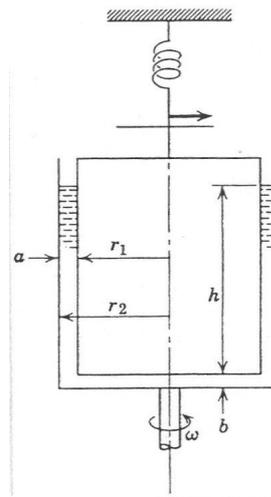


図 2

(解)

1.

$$1.5 = \frac{v_c^2}{2g}, \quad v_c = 5.42 \text{ m/s}$$

$$v_a = 1.36 \text{ m/s}$$

$$p_{gauge} = -\frac{\gamma v_a^2}{2g} = -921.2 \text{ Pa}$$

$$Q = v_c A_c = 1.7 \text{ L/s}$$

2.

$$p_1 = \frac{\rho}{2}(v_2^2 - v_1^2) = \frac{\rho}{2}v_1^2\left\{\left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 - 1\right\}$$

$$= \frac{\rho}{2}v_1^2\left\{\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 - 1\right\} = \frac{\rho}{2}v_1^2\left\{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4 - 1\right\}$$

$$p_1 = \frac{10^3}{2 \times 9.8} \times 5^2(3^4 - 1) = 10.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_2 = v_1 \times \frac{A_1}{A_2} = 5 \times \left(\frac{15}{5}\right)^2 = 45 \text{ m/s}$$

$$p_1 A_1 + \rho Q v_1 = p_2 A_2 + \rho Q v_2 + F$$

$$F = (p_1 A_1 - p_2 A_2) + \rho Q (v_1 - v_2) = 1598.1 \text{ kg}$$

3.

$$M_1 = \tau r_1 2\pi r_1 h$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{r_2 \omega}{a}, \quad u = \frac{\omega r_2}{a} y$$

$$M_1 = 2\pi r_1^2 h \mu \frac{r_2 \omega}{a} \dots (1)$$

$$dM_2 = 2\pi r dr \tau r = 2\pi \mu \frac{\omega}{b} r^3 dr$$

$$M_2 = 2\pi \mu \frac{\omega}{b} \int_0^{r_1} r^3 dr = \frac{\mu \pi \omega r_1^4}{2b}$$

$$M = M_1 + M_2 = \left(\frac{2\pi r_1^2 r_2 h \omega}{a} + \frac{\omega \pi r_1^4}{2b}\right) \mu$$

$$\mu = \frac{2abM}{\pi r_1^2 \omega (4r_2 b h + r_1^2 a)}$$