

流体力学 I 試験問題 (1)

1980-2-26

by E. Yamazato

- 直径 25 cm, 長さ 85 m の円管で $3.5 \text{ m}^2/\text{s}$ の圧力損失がある場合について次の値を計算せよ : (1) 円管壁におけるせん断応力, (2) 円管の中心より 3 cm の位置におけるせん断応力, (3) 摩擦速度, (4) 摩擦係数を 0.03 としたときの円管内の平均速度.
- 図に示すような二次元物体がダクト内におかれている。上流の水の速度が 4.6 m/s で下流の速度分布が図のようになっている。いま物体にかかる単位長さ当たり 230 kg の抗力があるとき、上流と下流における圧力差を求めよ。ただし、圧力は各断面で一様であり、壁に働くせん断力は無いものとする。
- 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。

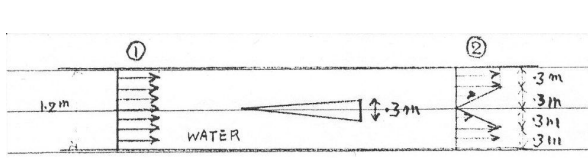


図 1

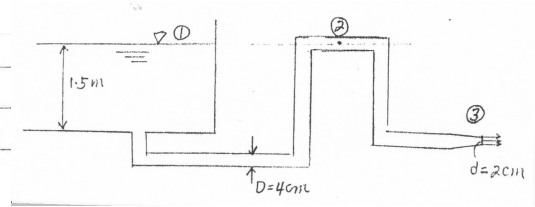


図 2

(解)

1.

$$(1) \tau_w \pi d dx = dp A, \quad \tau_w \pi d = \frac{dp}{dx} \frac{\pi d^2}{4}, \quad \tau_w = \frac{d}{4} \frac{dp}{dx}$$
$$\tau_w = \frac{0.25}{4} \times \frac{3.5 \times 10^3 g}{85} = 25.1 Pa (2.57 \times 10^{-4} kgf/cm^2)$$
$$(2) \frac{\tau_w}{\tau} = \frac{r_o}{r}, \quad \tau = 25.1 \times \frac{3}{12.5} = 6.04 Pa$$
$$(3) v^* = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}} = \sqrt{\frac{25.1}{10^3}} = 0.158 m/s$$
$$(4) h = \lambda \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad v = \sqrt{2g \times 3.5 \times 0.25 / (0.03 \times 85)} = 2.6 m/s$$

2.

Mass Balance :

$$\rho b v_1 = \rho \frac{b}{2} v_2 + 2\rho \frac{1}{2} \left(\frac{b}{4} v_2\right), \quad v_1 = \frac{v_2}{2} + \frac{v_2}{4} = \frac{3}{4} v_2, \quad v_2 = \frac{4}{3} v_1$$

Energy Balance :

$$\rho b v_1^2 + p_1 b = p_2 b + D + 2\rho \frac{b}{4} v_2^2 + 2\rho \int_0^{b/4} \left(\frac{4}{b} v_2\right)^2 y^2 dy$$
$$2\rho \int_0^{b/4} \left(\frac{4}{b} v_2\right)^2 y^2 dy = 2\rho \frac{16}{b^2} v_2^2 \frac{y^3}{3} \Big|_0^{b/4} = 2\rho \frac{16}{b^2} v_2^2 \frac{1}{3} \left(\frac{b}{4}\right)^3 = \frac{\rho}{6} b v_2^2$$
$$(p_2 - p_1) b = \rho b v_1^2 - 2\rho \frac{b}{4} \frac{16}{9} v_1^2 - \frac{\rho}{6} b \frac{16}{9} v_1^2 - D$$
$$p_2 - p_1 = \rho v_1^2 - \rho \frac{8}{9} v_1^2 - \rho \frac{8}{27} v_1^2 - \frac{D}{b} = -\rho \frac{5}{27} v_1^2 - \frac{D}{b}$$
$$p_1 - p_2 = 102.04 \times \frac{5}{27} \times 4.6^2 + \frac{230}{1.2} = 0.059 kgf/cm^2$$

3.

$$1.5 = \frac{v_c^2}{2g}, \quad v_c = 5.42 m/s, \quad v_a = 1.36 m/s$$

$$p_{gage} = -\frac{\gamma v_a^2}{2g} = -921.2 Pa, \quad Q = v_c A_c = 1.7 L/s$$