

流体力学 II 試験問題 (1)

by E. Yamazato

1981-1-22

1. 二次元圧縮流ダクト (高さ 1) の中を壁に平行に流れているとき、次の値を求めよ。(1) v_{2max} と v_1 の比、(2) 1. 2 断面の運動量比、(3) 壁に沿う圧力の式

ただし、壁面抵抗は考えないものとする。また寸法は図 1 に示す通りとする。

2. $20^\circ C$ の水が水平の環状管内を毎分 $378l$ の割合で流れている。環状管の外径が $10cm\phi$, 内径が $7.6cm\phi$ としたとき、 $30m$ 当たりの損失水頭を求めよ。ただし、 $\nu = 10.06 \times 10^{-3} dm^2/s$, $e = 0.025cm$ とする。

3. 乱流をなす円管内の流水において壁面から $y = 0.22R$ 点の速度は平均速度に等しい。いま $d = 600mm$, $e = 3mm$ 管の平均速度を $1.5m/s$ とすれば管中心の速度はいくらか。ただし、 $\nu = 0.01cm^2/s$, R は管半径とする。



図 1

(解)

1.

$$\rho Av_1 = \rho v_{2max} \frac{A}{2} + 2\rho v_{2max} \frac{A}{4} \frac{1}{2} = \frac{3}{4} \rho v_{2max}$$

$$\frac{v_1}{v_{2max}} = \frac{3}{4}$$

$$M_1 = \rho Av_1^2$$

$$M_2 = \rho v_{2max}^2 \frac{A}{2} + 2\rho \int_0^{A/4} (v_{2max} \frac{4}{A})^2 y^2 dy$$

$$= \rho v_{2max}^2 \frac{A}{2} + 2\rho (v_{2max} \frac{4}{A})^2 \frac{1}{3} (\frac{A}{4})^3$$

$$\rho v_{2max}^2 \frac{A}{2} + \frac{\rho}{6} v_{2max} A = \frac{2}{3} \rho Av_{2max}^2$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho Av_1^2}{2/3 \rho Av_{2max}^2} = \frac{3}{2} \frac{v_1^2}{v_{2max}^2} = \frac{27}{32}$$

$$(p_1 - p_2)A = M_2 - M_1 = \frac{2}{3} \rho Av_{2max}^2 - \rho Av_1^2$$

$$= \rho Av_1^2 (\frac{2}{3} \times \frac{16}{9} - 1) = \frac{5}{27} \rho Av_1^2$$

$$p_1 - p_2 = \frac{5}{27} \rho v_1^2$$

2.

$$A = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2) = \frac{\pi}{4} (10^2 - 0.6^2) = 33.17$$

$$P = \pi (d_1 + d_2) 55.29, \quad v = \frac{Q}{A}$$

$$d_h = \frac{A}{P} = 0.6 \text{ cm} = 0.006 \text{ m}$$

$$d_e = 4d_h = 0.024 \text{ m}$$

$$Re = \frac{vd_e}{\nu} = 4.41 \times 10^4, \quad \frac{e}{d_e} = 0.01; \quad \lambda = 0.04 (\text{Moody})$$

$$h_f = 0.04 \times \frac{30 \times 10^2}{2.4} \times \frac{1.85^2}{2g} = 8.73 \text{ m}/30 \text{ m}$$

3.

$$\frac{e}{d} = 0.0004, \quad \frac{\Delta p}{\gamma} = 6 \text{ m}, \quad l = 300 \text{ m}$$

Assume : $\lambda = 0.016$

$$\frac{\Delta p}{\gamma} = 6 = 0.016 \times \frac{300}{0.3} \times \frac{v^2}{2g}, \quad v = 2.71 \text{ m/s}$$

$$Re = 6.25 \times 10^5, \quad \frac{e}{d} = 0.0004; \quad \lambda = 0.017 (\text{Moody})$$

$$v = 2.63 \text{ m}, \quad Re = 6.06 \times 10^5, \quad \frac{e}{d} = 0.0004; \quad \lambda = 0.017 (\text{Moody})$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \times 3^2 \times 2.63 = 0.186 \text{ m}^3/\text{s} = 186 \text{ l/s}$$