

流体力学 II 試験問題 (1)

1973-9-26, 10:20~11:50

by E. Yamazato

- 次の値を計算せよ。(1)91m のパイプで 4.6m の圧力損失が測定されている流において、3cm 直径の円管壁におけるせん断応力, (2) 円管の中心より 5cm の位置におけるせん断応力, (3) 摩擦速度, (4) 摩擦係数を 0.050 としたときの円管内の平均速度, (5) $\frac{v}{\nu}$ の値。ただし、水の密度は 10^3 kg/m^3 とする。
- 直径 20cm の円管の流量を測定するために、ピトー管を用いて管中心と管壁から 5cm の点の速度を測定してそれぞれ 14.5m/s, 13.0m/s を得た。円管内の流量および摩擦係数 λ を求めよ。ただし円管内の平均速度は $v = U - 3.75v^*$ とする。
- 次の速度分布に対する排除厚さ、運動量厚さを求めよ。

$$\frac{u}{U} = \left(\frac{2y}{\delta} - \left(\frac{y}{\delta} \right)^2 \right), \quad \frac{u}{U} = \left(\frac{y}{\delta} \right)^{1/7}$$

(解)

1.

$$\Delta p = \gamma h_f, \quad \tau_o = \frac{\Delta p r_o}{\Delta L 2} = \frac{\gamma h_f r_o}{\Delta L 2}$$

$$\tau_o = 3.79 \text{ kg/m}^2 = 3.79 \times 10^{-4} \text{ kg/cm}^2, \quad \tau = \frac{\gamma h_f r}{\Delta L 2} = 1.26 \times 10^{-4} \text{ kg/cm}^2$$

$$u^* = \left(\frac{\tau_o}{\rho} \right)^{1/2} = 0.193 \text{ m/s}$$

$$h_f = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad v = 2.44 \text{ m/s}$$

$$\tau_o = \rho \nu \left(\frac{du}{dy} \right)_{y=0} = \rho \nu \frac{u}{y}, \quad \frac{\tau_o}{\rho} = \nu \frac{u}{y} = u^{*2}$$

$$\frac{u}{u^*} = \frac{u^* y}{\nu}$$

2.

$$\frac{U - u^*}{v} = 2.5 \ln \frac{R}{y}, \quad \frac{14.5 - 13.0}{v} = 2.5 \ln \left(\frac{10}{5} \right), \quad v^* = 0.86 \text{ m/s}$$

$$v = U - 3.75 v^* = 14.5 - 3.75 \times 0.86 = 11.3 \text{ m}$$

$$Q = \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \times 11.3 = 0.35 \text{ m}^3/\text{s}, \quad \lambda = 8 \left(\frac{v^*}{U} \right)^2 = 0.046$$

3.

$$\delta^* = \int_0^\delta \left(1 - \frac{u}{U} \right) dy = \frac{1}{3} \delta, \quad \frac{\delta^*}{\delta} = \frac{1}{3}$$

$$\delta^* = \int_0^\delta \left\{ 1 - \left(\frac{y}{\delta} \right)^{1/7} \right\} dy = \frac{1}{8} \delta, \quad \frac{\delta^*}{\delta} = \frac{1}{8}$$

$$\theta = \int_0^\delta \frac{1}{U^2} u(U - u) dy = \int_0^\delta \frac{u}{U} \left(1 - \frac{u}{U} \right) dy = \frac{2}{15} \delta, \quad \frac{\theta}{\delta} = \frac{2}{15}$$

$$\theta = \int_0^\delta = \int_0^\delta \left\{ \left(\frac{y}{\delta} \right)^{1/7} - \left(\frac{y}{\delta} \right)^{2/7} \right\} dy = \frac{7}{72} \delta, \quad \frac{\theta}{\delta} = \frac{7}{72}$$