

流体力学 II 試験問題 (1)

1984-1-23 by E. Yamazato

- (25) 直径 25 cm, 長さ 85 m の円管で 3.5 mAq 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.
- 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。
- 20°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 ϕ , 内径が 7.6cm ϕ としたとき、30m 当たりの損失水頭を求めよ。ただし、 $\nu = 10.06 \times 10^{-3} \text{dm}^2/\text{s}$, $e = 0.025 \text{cm}$ とする。
- 内径 30mm のアスファルト塗り管内を水が流れている。管の粗さが 0.012cm で、長さが 300m についての圧力降下を 6mAq としたときの流量を求めよ。ただし水の動粘性係数は $0.01 \text{cm}^2/\text{s}$ とする。(Moody diagram 使用可)

(解)

1.

$$\begin{aligned}\frac{U - u^*}{v} &= 2.5 \ln \frac{R}{y} \\ \frac{14.5 - 13.0^*}{v} &= 2.5 \ln \left(\frac{10}{5} \right), \quad v^* = 0.86 \text{m/s} \\ v &= U - 3.75v^* = 14.5 - 3.75 \times 0.86 = 11.3 \text{m} \\ Q &= \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \times 11.3 = 0.35 \text{m}^3/\text{s}, \quad \lambda = 8 \left(\frac{v^*}{U} \right)^2 = 0.046\end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned}\frac{U - u^*}{v} &= 2.5 \ln \frac{R}{y} \\ \frac{14.5 - 13.0^*}{v} &= 2.5 \ln \left(\frac{10}{5} \right), \quad v^* = 0.86 \text{m/s} \\ v &= U - 3.75v^* = 14.5 - 3.75 \times 0.86 = 11.3 \text{m} \\ Q &= \frac{\pi \times 0.2^2}{4} \times 11.3 = 0.35 \text{m}^3/\text{s}, \quad \lambda = 8 \left(\frac{v^*}{U} \right)^2 = 0.046\end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned}A &= \frac{\pi}{4}(d_1^2 - d_2^2) = \frac{\pi}{4}(10^2 - 0.6^2) = 33.17 \\ P &= \pi(d_1 + d_2)55.29, \quad v = \frac{Q}{A} \\ d_h &= \frac{A}{P} = 0.6 \text{cm} = 0.006 \text{m} \\ d_e &= 4d_h = 0.024 \text{m} \\ R_e &= \frac{vd_e}{\nu} = 4.41 \times 10^4, \quad \frac{e}{d_e} = 0.01; \quad \lambda = 0.04 (\text{Moody}) \\ h_f &= 0.04 \times \frac{30 \times 10^2}{2.4} \times \frac{1.85^2}{2g} = 8.73 \text{m}/30\text{m}\end{aligned}$$

4.

$$\frac{k}{d} = \frac{0.012}{3} = 0.004$$

Assume Perfect turbulent flow

$$\lambda_1 = 0.028(\text{from moody diagram})$$

$$6 = 0.028 \times \frac{300}{0.03} \frac{v_1^2}{2g}, \quad v_1 = 0.648m/s$$

$$Re_1 = \frac{0.648 \times 0.03}{0.01 \times 10^{-4}} = 1.94 \times 10^4, \quad \lambda_2 = 0.028 = \lambda_1$$

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 v_1 = \frac{\pi}{4} \times 0.03^2 \times 0.64 = 4.58m^3/s = 0.46l/s$$