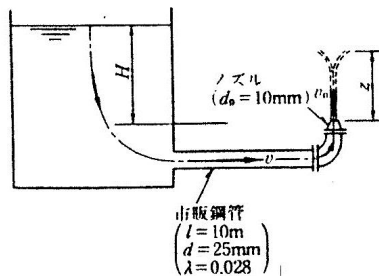


流体力学 II 試験問題 (2)

1991-2-19, 13:10~14:50

by E. Yamazato

1. 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 $0.01cm^2/s$ とする。(Moody diagram 使用可)
2. 同じ断面積、同じ摩擦損失、同じ長さを持つ円管と辺の長さが $a, 2a$ とよくなる長方形断面のダクトを流れる乱流において、管摩擦損失水頭が等しければ流量比は幾らになるか。ただし、両管(ダクト)の摩擦損失係数は等しいものとする。
3. 図に示すように $d = 5mm, L = 10m$ の市販鋼管の末端に 10mm のノズルが取り付けられている。ノズルと水槽水面までの高さは 5 m であるとすれば、噴流の速度および上昇高さは幾らになるか。ただし、管摩擦係数は 0.028 とする。
4. 図に示すようにポンプによって燃料油が直径 400mm, 長さ 1.83km の鋼管 ($\lambda = 0.028$) を通じてタンクに 300L/s 送られている。A 点の圧力を 13.5kPa とすればポンプの動力はいくらになるか。また B 点の圧力はいくらか。ただし、燃料油の比重は 0.86 である。また管摩擦損失以外の損失は無視する。



図問 1.

図 1

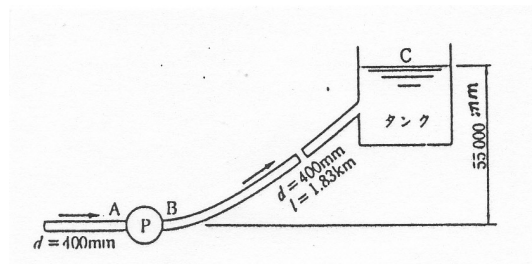


図 2

(解)

1.

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

Assume Perfect turbulent flow

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

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

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

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

2.

$$h_1 = \lambda_1 \frac{l}{d} \frac{v_1^2}{2g}, \quad h_2 = \lambda_2 \frac{l}{4m} \frac{v_2^2}{2g}$$

$$m = \frac{a \times 2a}{6a} = \frac{a}{3}, \quad 4m = \frac{4}{3}a, \quad \frac{\pi d^2}{4} = 2a^2, \quad \frac{a}{d} = \sqrt{\frac{\pi}{8}}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{Av_2}{Av_1} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{4m}{d}\right)^{1/2} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{4a}{3d}\right)^{1/2} = \left[\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \frac{4}{3} \left(\frac{\pi}{8}\right)^{1/2}\right]^{1/2} = 0.914 \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)^{1/2}$$

3.

$$H = \left(\zeta_1 + \zeta_b + \lambda \frac{l}{d}\right) \frac{v^2}{2g} + (\zeta_n + 1) \frac{v_o^2}{2g}$$

$$v = \left(\frac{d_o}{d}\right)^2 = 0.16v_o$$

$$5 = 1.385 \frac{v_o^2}{2g}, \quad v_o = 8.42 \text{ m/s}$$

$$z = \frac{v_o^2}{2g} = 3.6 \text{ m}$$

4.

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = 2.38 \text{ m/s}, \quad h_l = 0.028 \frac{1830}{0.4} \times \frac{2.38^2}{2g} = 37.02 \text{ m}$$

$$\frac{p_A}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + H_p = \frac{v^2}{2g} + z_c + h_l, \quad H_p = z_c + h_l - \frac{p_A}{\rho g}$$

$$H_p = 55 + 37.02 - \frac{13.5 \times 10^3}{0.86 \times 10^3 g} = 90.41 \text{ m}$$

$$L = \rho g Q H_p = 860 \text{ g} \times 0.3 \times 90.4 = 228.57 \text{ kw}$$

$$p_B = p_A + \rho g H_p = 13.5 \times 10^3 + 860 \text{ g} \times 90.41 = 775.4 \text{ kPa}$$