

流体力学 II 試験問題 (2)

by E. Yamazato

1993-2-16, 12:45~14:25

1. (30) 図 1 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 ($k=1.3\text{mm}$) 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、燃料油の比重および動粘性係数は、それぞれ 0.86, $5.2\text{mm}^2/\text{s}$ である。また管摩擦損失以外の損失は無視する。
2. (25) 図 2 のように、比重 0.9 の流体を 40l/s 送るポンプがあり、液柱が切れることなく吸込管内で 350mmHg の最大負圧を生ずることができる。吸入管路の直径は 203mm で、吸込み管路にはストレーナ ($\zeta_i = 10$)、エルボ ($\zeta_k = 0.2$)、弁 ($\zeta_v = 0.35$) がついている。大気圧が 760mmHg のとき最大吸い込み高さ z 求めよ。管摩擦係数は 0.03 とする。
3. (25) 図 3 に示すような二つの円管より流出する流量を同じにするための z_1, z_2 の比を求めよ。ただし両管とも管摩擦係数は 0.02 としそれ以外の損失はないものとする。
4. (10) 図 4 に示す 3 水槽で間間間にそれぞれベルヌーイの式を適応して H' を三つの式で表せ。ただし損失は管摩擦損失のみとする。

(解)

1.

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = 2.38\text{m/s}, \quad Re = \frac{vd}{\nu} = 1.83 \times 10^5$$

$$\frac{k}{d} = 0.00325, \quad \lambda = 0.028(\text{Moody diagram})$$

$$h_l = 0.028 \frac{1830}{0.4} \times \frac{2.38^2}{2g} = 37.02\text{m}$$

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

$$H_p = z_c + h_l - \frac{p_A}{\rho g}$$

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

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

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

2.

$$\frac{p_s}{\rho g} + z + 0.5 + h_l = \frac{p_a}{\rho g} + 0.5$$

$$h_l = (\zeta_i + \zeta_k + \zeta_v + \lambda \frac{z + 4.5}{d} + 1) \frac{v^2}{2g}$$

$$v_1 = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = 1.23\text{m/s}, \quad h_l = 0.95 + 0.0115z$$

$$\frac{p_a - p_s}{\rho g} = \frac{(760 - 350) \times 10^{-3} \times 13.6 \times 10^3\text{g}}{0.9 \times 10^3\text{g}} = 6.19$$

$$z + 0.95 + 0.0115z = 6.195, \quad z = 5.18\text{m}$$

3.

$$\begin{aligned}z_1 &= \left(\lambda_1 \frac{l_1}{d_1} + 1\right) \frac{v_1^2}{2g} \\z_2 &= \left(\lambda_2 \frac{l_2}{d_2} + 1\right) \frac{v_2^2}{2g} \\ \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda, \quad d_1 = d_2 = d, \quad v_1 = v_2 = v \\ \frac{z_1}{z_2} &= \frac{\lambda \frac{l_1}{d} + 1}{\lambda \frac{l_2}{d} + 1} = 0.68\end{aligned}$$

4.

$$\begin{aligned}H' &= \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} - \frac{p_2}{\rho g} = \lambda \frac{l}{d} \frac{1}{2g} \left(\frac{Q}{A}\right)^2 - \frac{p_2}{\rho g} \\ H' &= H_1 - \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_1}{A_1}\right)^2 - \frac{p_2}{\rho g} \\ H' &= H_2 - \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_2}{A_2}\right)^2 - \frac{p_2}{\rho g}\end{aligned}$$