

流体力学 II 試験問題 (2)

1984-2-20, 18:00~19:30

by E. Yamazato

1. 図 1 に示すように $d = 5\text{mm}$, $L = 10\text{m}$ 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 5m であるとする。噴流の速度および上昇高はいくらになるか。ただし、管入口部、曲り部およびノズルの損失係数は、それぞれ $0.5, 0.2, 0.08$ とし、管摩擦係数は 0.028 とする。
2. (30) 図 2 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。
4. 直径 250mm から 550mm に漸次広がった円錐広がり管の中を、標準空気の空気が流れている。いま、入り口部分の圧力は大気圧、速度は一様で 40m/s であり、広がり管による圧力上昇は 40mmAq であるという。また、出口断面の速度分布は次のように表される。

$$u = 2V\left\{1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right\}$$

ここで、 V は出口の平均速度、 R は管の半径である。広がり管の効率を求めよ。

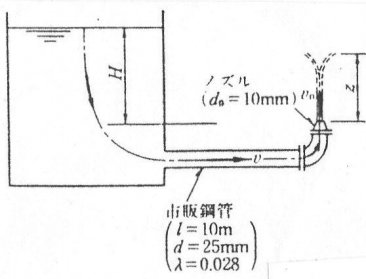


図 1

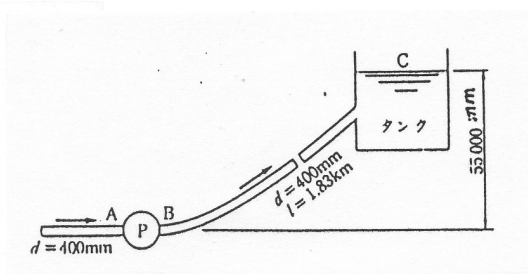


図 2

(解)

1.

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

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

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

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

2.

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = 2.38 \text{ m/s}$$

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

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

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

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

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

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

4.

$$\eta = \frac{\int_{A_2} p u dA - \int_{A_1} p u dA}{\frac{1}{2} \rho \int_{A_1} u^2 dA - \frac{1}{2} \rho \int_{A_2} u^2 dA}$$

$$\int_{A_2} u dA = \int_{A_1} u dA = Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$\eta = \frac{p_1 - p_2}{\frac{1}{2} \rho V_1^2 [\alpha_1 - \alpha_2 (\frac{A_1}{A_2})^2]}$$

$$\alpha_1 = 1, \quad \alpha_2 = 2$$

$$\eta = \frac{0.04 \times 9.8 \times 10^3}{\frac{1}{2} \times 1.25 \times 40^2 [1 - 2(\frac{250}{550})^4]} = 0.43 \quad 43\%$$

4.

$$\eta = \frac{\int_{A_2} p u dA - \int_{A_1} p u dA}{\frac{1}{2} \rho \int_{A_1} u^2 dA - \frac{1}{2} \rho \int_{A_2} u^2 dA}$$

$$\int_{A_2} u dA = \int_{A_1} u dA = Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$\eta = \frac{p_1 - p_2}{\frac{1}{2} \rho V_1^2 [\alpha_1 - \alpha_2 (\frac{A_1}{A_2})^2]}$$

$$\alpha_1 = 1, \quad \alpha_2 = 2$$

$$\eta = \frac{0.004 \times 10^4}{\frac{1}{2} \times 1.25 \times 40^2 [1 - 2(\frac{250}{550})^4]} = 0.043$$

