

流体力学 II 試験問題 (1)

1984-12-10

by E. Yamazato

1. 図に示すタンクに水が満たされている。オリフィスから垂直下流 $2m$ のところでピトー管で動圧を測定したところ水柱で $5m$ あった。流量 $18\ell/s$ をとしてオリフィスの流量係数および速度係数を求めよ。
2. 幅 B の二次元ダクトに図のような網が張ってある。上流では一様な流速 U_0 であったが下流では中央の $B/2$ の幅では流速 U_2 は他の部分の流速 U_1 の 2 倍となった。流速 U_2 、網によって生じた静圧降下量 Δp およびこの網にかかる力を求めよ。
3. 内径 $15cm\phi$ の管の末端にノズルを付けて水を直径 $5cm\phi$ の噴流として大気中に噴出させている。管内の流速が $5m/s$ のとき、管壁の圧力 (ゲージ) はいくらか。また流れがノズルにおよぼす力を求めよ。

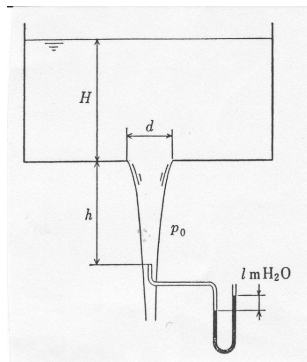


図 1

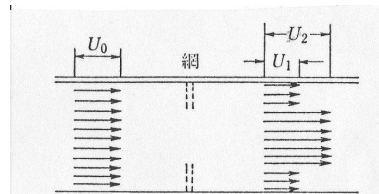


図 2

(解)

1.

$$\frac{V^2}{2g} + h = \frac{v^2}{2g}, \quad V = C_v \sqrt{2gH}, \quad v = \sqrt{2gl}$$

$$C_v^2 H + h = l, \quad C_v = \sqrt{(l-h)/H} = \sqrt{3/4} = 0.866$$

$$Q = C \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gH}$$

$$C = \frac{Q}{(\pi d^2/4)\sqrt{2gH}} = \frac{0.018}{(\pi 0.06^2/4)\sqrt{2g \times 4}} = 0.719$$

$$C_c = \frac{C}{C_v} = \frac{0.719}{0.866} = 0.83$$

2.

$$u_o b = \frac{b}{2} u_1 + \frac{b}{2} u_2 = \frac{b}{4} u_2 + \frac{b}{2} j u_2 = \frac{3}{4} b u_2$$

$$u_2 = \frac{4}{3} u_o, \quad u_1 = \frac{1}{2} u_2 = \frac{2}{3} u_o$$

$$\frac{\rho u_o^2}{2} + p_o = p_2 + \frac{\rho}{2} u_o \left(\frac{16}{9} - 1 \right) = \frac{7}{9} \left(\frac{\rho}{2} \right) u_o^2$$

$$\rho u_o^2 b + \Delta p = D + \frac{\rho}{2} b u_1^2 + \frac{\rho}{2} b u_2^2 + p_2 b$$

$$D = \rho u_o^2 \left(1 - \frac{2}{9} - \frac{8}{9} \right) + \Delta p b = -\frac{1}{9} \rho u_o^2 b + \Delta p b = \frac{5}{9} \left(\frac{\rho}{2} u_o^2 b \right)$$

$$\text{For } p_2 = 0, \quad F_x = \frac{\rho}{2} A (v_2 - v_1)^2 = \frac{10^3}{2} \left(\frac{\pi 0.15^2}{4} \right) (27 - 3)^2 = 5.09 kN$$

3.

$$p_1 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2) = \frac{\rho}{2} v_1^2 \left\{ \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 - 1 \right\} = \frac{\rho}{2} v_1^2 \left\{ \left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right\} = \frac{\rho}{2} v_1^2 \left\{ \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 - 1 \right\}$$

$$p_1 = \frac{10^3}{2 \times 9.8} \times 5^2 (3^4 - 1) = 10.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_2 = v_1 \times \frac{A_1}{A_2} = 5 \times \left(\frac{15}{5} \right)^2 = 45 \text{ m/s}$$

$$p_1 A_1 + \rho Q v_1 = p_2 A_2 + \rho Q v_2 + F$$

$$F = (p_1 A_1 - p_2 A_2) + \rho Q (v_1 - v_2) = 1598.1 \text{ kg}$$