

流体力学 I 試験問題 (1)

1976-2-25

by E. Yamazato

1. 下の図はエゼクターによる混合のようすを示したもので、断面で完全に混合が終了し、密度 ρ 、速度 V_1 となる。いま Ejector pipe からの流体の密度が混同すべき流体の密度の $1/3$ とした場合、断面 (0)、間の圧力差が $p_0 - p_1 = \rho_a V_0(V_1 - 5/9V_0)$ になることを証明せよ。
2. 直径 0.90m の回転子が内径 0.92m の静止した円筒の内部において 3,600r.p.m で回転している。回転子と円筒内面は滑らかでその間は粘性係数 $4.80 \times 10^{-5} \text{ kgs/m}^2$ の流体で満たされている。もし流体の速度分布が直線的であり回転子の長さを 30m とすると回転子に作用するトルクはいくらになるか。(流れは層流とする)
3. 図に示すように入り口に丸みをつけた末広口金から水が流出している。A 点にあるゲージ圧を水頭高さで求めよ。

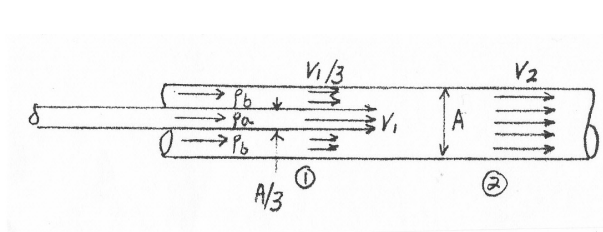


図 1

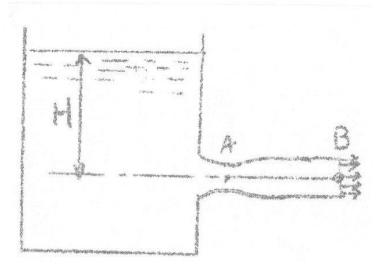


図 2

(解)

1.

Mass balance:

$$\rho_a \frac{A}{3} V_0 + \rho_b \frac{2A}{3} \frac{V_o}{3} = \rho A V_1$$

$$\rho_b = 3\rho_a \dots (2)$$

$$\rho_a V_o A (1/3 + 2/3) = \rho A V_1$$

$$\rho_a V_o = \rho V_1 \dots (3)$$

Momentum balance :

$$\rho_a \frac{A}{3} V_0^2 + 3\rho_a \frac{2}{3} A \left(\frac{V_0}{3}\right)^2 = p_0 A V_1^2 + p_1 A \dots (4)$$

(3), (4) より

$$(p_0 - p_1) A = \rho_a A \frac{V_0}{V_1} V_1^2 - \rho_a A V_0 (1/3 + 2/9)$$

$$(p_0 - p_1) = \rho_a V_0 (V_1 - \frac{5}{9} V_0)$$

2.

$$T = (2\pi r_1 l) \tau r_1; \quad \tau = \frac{du}{dr}$$

$$u = a + br$$

$$B.C. : u = \omega r_1 = a + br_1$$

$$u = 0 = a + br_2$$

$$b = \frac{\omega r_1}{r_1 - r_2}, \quad a = \frac{\omega r_1 r_2}{r_1 - r_2}$$

$$u = \frac{\omega r_1 r_2}{r_1 - r_2} + \frac{\omega r_1}{r_1 - r_2} r$$

$$\frac{du}{dr} = b = \frac{\omega r_1}{r_1 - r_2}$$

$$T = 2\pi l \mu r_1^3 \frac{\omega}{r_1 - r_2}, \quad \omega = \frac{2\pi \times 3600}{60} = 376.8 \text{ rad/s}$$

$$T = 2\pi \times 3 \times 4.80 \times 10^{-5} \times 0.45^3 \times 376.8 \times 10^2 = 3.10 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

3.

$$\frac{p_a}{\gamma} + 0 + 6 = \frac{p_a}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}, \quad \frac{V_B^2}{2g} = 6 \dots (1)$$

$$\frac{p_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} = \frac{p_a}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g} \dots (2)$$

$$V_A = V_B \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 \dots (3)$$

(1), (2), (3) より

$$\left(\frac{p_A}{\gamma} - \frac{p_a}{\gamma}\right)_{gage} = 6[1 - (6.5/5)^4] = -11.13m$$

$$p_A - p_B = 1.113 \text{ kg/cm}^2$$