流体力学 II 試験問題 (1)

1987-12-14, 12:50~15:00

by E. Yamazato

1. (25) 直径 25 cm, 長さ 85 m の円管で 3.5 mAq の圧力損失がある場合について次の値を計算せよ : (1) 円管壁におけるせん断応力, (2) 円管の中心より 3 cm の位置におけるせん断応力, (3) 摩擦速度,(4) 摩擦係数を 0.03 としたときの円管内の平均速度. ただし水の密度は $10^3 kg/m^3$ とする.

2. 下の図はエゼクターによる混合の様子を示したもので、断面 (2) で完全に混合が終了し、密度 ρ, 速度 V_2 となる。いまエゼクターからの流体の密度が混合すべき流体の密度の 1/3 とした場合、断面（１）,(２) 間の圧力差を $\rho_a, V_1 .V_2$ の関係式で示せ。

3. 二次元圧縮流ダクト（高さ１）の中を壁に平行に流れているとき、次の値を求めよ。（１)v_{2max} と v_1 の比、（２）１．２断面の運動量比、（３）壁に沿う圧力の式

　ただし、壁面抵抗は考えないものとする。また寸法は図１に示す通りとする。

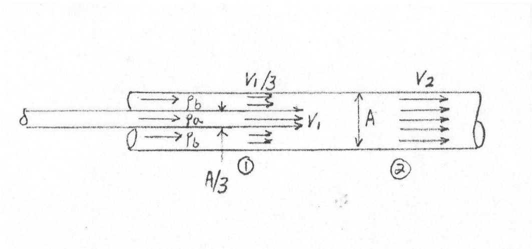

図１

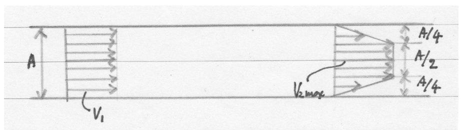

図２

(解)

1.

$$(1)\ \tau_w \pi d dx = dpA$$

$$\tau_w \pi d = \frac{dp}{dx}\frac{\pi d^2}{4}, \quad \tau_w = \frac{d}{4}\frac{dp}{dx}$$

$$\tau_w = \frac{0.25}{4} \times \frac{3.5 \times 10^3 g}{85} = 25.1Pa(2.57 \times 10^{-4} kgf/cm^2)$$

$$(2)\ \frac{\tau_w}{\tau} = \frac{r_o}{r}, \quad \tau = 25.1 \times \frac{3}{12.5} = 6.04Pa$$

$$(3)\ v^* = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}} = \sqrt{\frac{25.1}{10^3}} = 0.158m/s$$

$$(4)\ h = \lambda \frac{L}{d}\frac{v^2}{2g}, \quad v = \sqrt{2g \times 3.5 \times 0.25/(0.03 \times 85)} = 2.6m/s$$

2.

$$\rho_a V_1 \frac{A}{3} + 3\rho_a \times \frac{V_1}{3} \times \frac{2A}{3} = \rho V_2 A, \quad \rho_a = \frac{1}{3}\rho_b$$

$$\rho_a V_1 (\frac{1}{3} + \frac{2}{3}) = \rho V_2, \quad or\ \rho_a = \rho \frac{V_2}{V_1}$$

$$p_1 A; (\rho_a V_1 \frac{A}{3})V_1 + (3\rho_a \frac{V_1}{3} \times \frac{2}{3}A) \times \frac{V_1}{3}$$

$$= p_2 A + (\rho V_2 A) V_2$$

$$(p_1 - p_2)A = \rho A V_2^2 - \frac{\rho A}{3} \times V_1^2 - \rho_a \times \frac{2}{9} A V_1^2 = \rho A V_2^2 - \frac{5}{9} \rho_a A V_1^2$$

$$p_1 - p_2 = \rho_a V_1 (V_2 - \frac{5}{9} V_1)$$

3.

$$\rho A v_1 = \rho v_{2max} \frac{A}{2} + 2\rho v_{2max} \frac{A}{4} \frac{1}{2} = \frac{3}{4} \rho v_{2max}$$

$$\frac{v_1}{v_{2max}} = \frac{3}{4}$$

$$M_1 = \rho A v_1^2$$

$$M_2 = \rho v_{2max}^2 \frac{A}{2} + 2\rho \int_0^{A/4} (v_{2max} \frac{4}{A})^2 y^2 dy$$

$$= \rho v_{2max}^2 \frac{A}{2} + 2\rho (v_{2max} \frac{4}{A})^2 \frac{1}{3} (\frac{A}{4})^3$$

$$\rho v_{2max}^2 \frac{A}{2} + \frac{\rho}{6} v_{2max} A = \frac{2}{3} \rho A v_{2max}^2$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\rho A v_1^2}{2/3 \rho A v_{2max}^2} = \frac{3}{2} \frac{v_1^2}{v_{2max}^2} = \frac{27}{32}$$

$$(p_1 - p_2)A = M_2 - M_1 = \frac{2}{3} \rho A v_{2max} - \rho A v_1^2$$

$$= \rho A v_1^2 (\frac{2}{3} \times \frac{16}{9} - 1) = \frac{5}{27} \rho A v_1^2$$

$$p_1 - p_2 = \frac{5}{27} \rho v_1^2$$