流体力学 I 試験問題 (2)

1992-9-22, 12:45〜14:25

by E. Yamazato

1. (25) 図 1 はエゼクターによる流体の混合の様子を示したものである。断面 2 で完全に混合が終了し密度 ρ 速度 v_2 となる。いまエゼクター管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 間の圧力差が次式になることを証明せよ。

$$p_1 - p_2 = \rho_a v_1 (v_2 - \frac{5}{9} v_1)$$

2. (20) 図 2 に示すような円管の先端ノズルがとりつけられて水が噴出している。管内の流量及び点 2 のゲージ圧力を求めよ。3. (25) 飛行機が大気中を 200km/h で飛ぶ。この 1/3 のモデルを風洞の中におくとき、レイノルズ数によって力学的相似が満足されるものとする。(1) 風洞内の空気の温度、圧力が実物の場合と同じとすれば、風洞の風速をいくらにすればよいか。(2) 風洞内の空気の温度は同じで、圧力を 5 倍に高めるとき、風速をいくらにすればよいか。ただし、粘性係数は温度のみの関数とする。4. (30) 円管の層流の速度分布を求め、圧力損失が次式で表されることを示せ。

$$h_l = \frac{\Delta p}{\rho g} = \frac{32 \mu l V}{\rho g d^2}$$

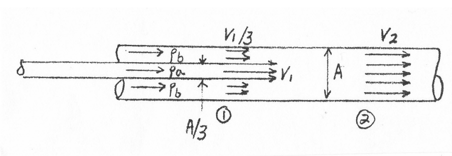

図 1

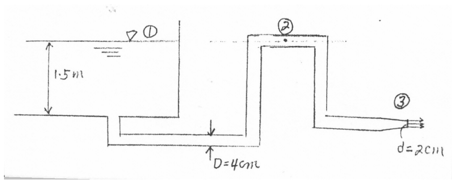

図 2

(解)

1.

$$\rho_a \frac{A}{3} v_1 + \rho_b \frac{2A}{3} \frac{v_1}{3} = \rho A v_2, \quad \rho_b = 3\rho_a$$

$$\rho_a v_1 A(\frac{1}{3} + \frac{2}{3}) = \rho A v_2, \quad \rho_a v_1 = \rho v_2$$

$$\rho_a \frac{A}{3} v_1^2 + 3\rho_a \frac{2}{3} A(\frac{v_1}{3})^2 + p_1 A = \rho A v_2^2 + p_2 A$$

$$\rho_a \frac{A}{3} v_1^2 + \rho_a \frac{2A}{9} v_1^2 + p_1 A = \rho_a A v_1 v_2 + p_2 A$$

$$p_1 - p_2 = \rho_a v_1 (v_2 - \frac{5}{9} v_1)$$

2.

$$1.5 + 0 + 0 = 0 + 0 + \frac{v_3^2}{2g}, \quad v_3 = \sqrt{2g \times 1.5} = 5.4 m/s$$

$$v_3 \frac{\pi}{4} 0.02^2 = v_2 \frac{\pi}{4} 0.04^2, \quad v_2 = (\frac{2}{4})^2 \times 5.42 = 1.36 m/s$$

$$\frac{p_a}{\rho g} = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}, \quad p_2)_{gage} = -924.8 Pa$$

$$Q = 5.4 \times \frac{\pi}{4} 0.02^2 = 1.7 l/s$$

3.

$$(1)\ R_e = \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{\rho_m V_m L_m}{\mu_m}, \quad \frac{\rho \times 200 \times L_m}{\mu} = \frac{\rho_m V_m L_m}{\mu_m}$$

$$V_m = 3 \times 200 = 600 km/h = 167 m/s$$

$$(2)\ \frac{p \times 200 \times L_m}{\mu} = \frac{5p V_m L_m}{\mu_m}, \quad \frac{p}{\rho} = \frac{p_m}{\rho_m}$$

$$V_m = \frac{3 \times 200}{5} (km/h) = 33.4 m/s$$

4.

$$\pi r^2 p - \pi r^2 (p + \frac{dp}{dx} dx) = \tau \cdot 2\pi r dx$$

$$\tau = -\frac{r}{2} \frac{dp}{dx}, \quad \tau = -\mu \frac{du}{dr}$$

$$\frac{dv}{dr} = \frac{r}{2\mu} \frac{dp}{dx}, \quad v = \frac{1}{4\mu} \frac{dp}{dx} r^2 + c$$

$$c = -\frac{1}{4\mu} \frac{dp}{dx} R^2, \quad v = 0 : r = R$$

$$v = \frac{R^2}{4\mu} (-\frac{dp}{dx}) \{1 - (\frac{r}{R})^2\}$$

$$Q = \int_0^R v \cdot 2\pi r dr = \frac{\pi R^2}{8\mu} (-\frac{dp}{dx}), \quad V = \frac{R^2}{8\mu} (-\frac{dp}{dx})$$

$$h_l = \frac{\Delta p}{\rho g} = \frac{32 \mu l V}{\rho g d^2}, \quad \frac{\Delta p}{l} = -\frac{dp}{dx}$$