

令和 7 年度大学院博士前期課程入学試験「流体力学」

(2024.07.13 実施)

問 1 解答例

$$(1) \quad Q_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2 v_1, \quad Q_2 = \frac{\pi}{4} d_2^2 v_2$$

$$(2) \quad Re_1 = \frac{\rho d_1 v_1}{\mu}, \quad Re_2 = \frac{\rho d_2 v_2}{\mu}$$

$$(3) \quad \Delta P_1 = \lambda_1 \frac{L_1}{d_1} \frac{\rho v_1^2}{2}, \quad \Delta P_2 = \lambda_2 \frac{L_2}{d_2} \frac{\rho v_2^2}{2}$$

$$(4) \quad \Delta P_1 = \Delta P_2 = \rho g H$$

$$(5) \quad W_1 = Q_1 \Delta P_1 = \frac{\pi}{4} d_1^2 v_1 \rho g H, \quad W_2 = Q_2 \Delta P_2 = \frac{\pi}{4} d_2^2 v_2 \rho g H$$

$$(6) \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^4 \frac{L_2}{L_1}$$

$$(7) \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^{19/7} \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^{4/7}$$

問2 解答例

$$(1) \quad F = \pi(\rho_e u_e^2 + P_e) r_e^2 - \pi(\rho_0 u_0^2 + P_0) r_0^2$$

$$(2.1) \quad u(r) = -\frac{\Delta P}{4\mu L}(r^2 - r_e^2)$$

$$(2.2) \quad \bar{u} = \frac{\Delta P r_e^2}{8\mu L}$$

$$(2.3) \quad Q = \frac{\Delta P \pi r_e^4}{8\mu L}$$

$$(3.1) \quad \dot{m} = \frac{P_t V_t m_{\text{air}}}{\tau R T_t}$$

(3.2) (2.3)と(3.1)との結果を問題文に記載の関係式に代入して計算.

(4) (2.3)と(3.1)との結果を(1)に代入して計算.

問3 解答例

1. $\frac{\partial}{\partial \phi} = 0, \frac{\partial}{\partial r} = 0$ を用いて導出する .

2. 式を展開し, $\frac{\partial V}{\partial \phi} = 0, \frac{\partial V_\theta}{\partial r} = 0$ を用いて導出する .

3. $dp = -\rho V dV, V^2 = V_r^2 + V_\theta^2, V dV = V_r dV_r + V_\theta dV_\theta$ を用いて導出する .

4. 等エントロピーであるため, $\frac{dp}{d\rho} = \left(\frac{dp}{d\rho} \right)_s = a^2$ を③に代入して導出する .

5. $h_0 = \text{const} = h + \frac{V^2}{2} = \frac{V_{\max}^2}{2}$ と $h = C_p T = \frac{a^2}{\gamma - 1}$ を用いて導出する .

6. 式⑤を式④に代入することで導出する .

7. 式①', ②', ⑤, ⑥'を用いることで導出する .