

埼玉工業大学中間試験解答例（流体力学及び演習Ⅰ）

1. 【30 点】

(a) アルキメデスの原理より浮力の大きさ B は,

$$B = \rho V g = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 200.0 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \times 9.806 \text{ m/s}^2 = 1.9612 \text{ N}$$

有効 4 桁と考えられるので, 5 桁目を四捨五入して 1.961 N. [10 点]

(b) この物体の重力 (重さ) W は, 見かけの重さ $1.375 \text{ kgf} = 1.375 \text{ kg} \times 9.806 \text{ m/s}^2 = 13.48325 \text{ N}$ (有効 4 桁で丸めると 13.48 N) に浮力を加えて, 15.44 N (有効 4 桁で丸めた) である。したがって, 質量 m は

$$m = W/g = 1.5745 \text{ kg} \text{ (丸めて } 1.575 \text{ kg)} \text{ [10 点]}$$

(c) 密度の定義により, 物体の密度 ρ' は

$$\rho' = m/V = 7.875 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \text{ [6 点]}$$

比重は 7.875 である [4 点]。

2. 【25 点】

(a) 全圧力 F_p は図心 G における圧力と板の面積の積に等しいから,

$$F_p = \rho g y_G \cdot ab. \quad [6 \text{ 点}]$$

また, 圧力中心 C の深さは, 表 1 の公式を用いれば

$$y_C = y_G + b^2/(12y_G) \quad [6 \text{ 点}]$$

である。

(b) 力のモーメントの関係から

$$F \cdot b = F_p \cdot [y_C - (y_G - b/2)], \quad F = F_p [1/2 + b/(12y_G)] \quad [6 \text{ 点}] \text{ (} F_p \text{ を求めたら 3 点)}$$

与えられた数値を代入すれば,

$$F = 162 \times 10^3 \text{ N} = 162 \text{ kN} \quad [7 \text{ 点}]$$

3. 【30 点】

(a) $p_C = p_A + \rho_w g(x + h)$ [6 点]

(b) $p_D = p_B - \rho_w g y + \rho_{Hg} g h$ [7 点]

(c) 前の結果より $p_C = p_D$ とすれば,

$$p_A + \rho_w g(x + h) = p_B - \rho_w g y + \rho_{Hg} g h$$

移項して,

$$\Delta p = p_A - p_B = \rho_{Hg} g h - \rho_w g y, \quad \rho_w g(x + h) = [\rho_{Hg} h - \rho_w y - \rho_w(x + h)]g = [(\rho_{Hg} - \rho_w)h - \rho_w(x + y)]g \quad [7 \text{ 点}]$$

となる。具体的な数値を代入すると,

$$\begin{aligned} \Delta p &= [(13.59 - 1.00) \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \times 1.263 \text{ m} - 10^3 \text{ kg/m}^3 \times (4.877 - 3.048) \text{ m}] \times 9.806 \text{ m/s}^2 \\ &= 138 \times 10^3 \text{ Pa} = 138 \text{ kPa} \quad [10 \text{ 点}] \end{aligned}$$

4. 【15 点】

球殻の内側に作用する圧力の円筒軸方向成分 (引張力) は $F = p \times \pi D^2/4 = \pi D^2 p/4$ [8 点] で, 引張応力 τ は, 単位面積当たりの力だから,

$$\tau = \pi D^2 p/4 \div (\pi D t) = p D/(4t) \quad [7 \text{ 点}]$$

となる。