

流体力学 I 試験問題 (1)

1991-7-2

by E. Yamazato

- 図に示すような幅 60cm, 高さ 60cm, 長さ 120cm の上面が開放されたタンク車に水が一杯満たされている。このタンク車を水平方向に 2.45 m/s^2 の加速度で動かすとき、溢れ出る水の重量はいくらか。また、タンク車の前後壁面に及ぼす全圧力はいくらか。
- 図に示すマンオメータにおける $p_A - p_B$ を求めよ。ただし、水、塩水、あまに油の密度はそれぞれ次の通りとする。

$$\rho_A = 998.3 \text{ kg/m}^3, \rho_B = 1.025 \text{ t/m}^3, \rho' = 942 \text{ kg/m}^3$$

- 図は水力発電所の水量調節に用いられるローリングダム（Rolling Dam）の断面である。水位が高まって B 点に達すると、円筒を回転して斜め上方に引き上げ、円筒とダムの上端 A 点との隙間から水を流出させる。円筒の直径が 3m 長さが 1m であるとき、満水時における水圧の水平分力と鉛直分力を求め、かつこれらの作用点を求めよ。
- 図 2 に示すようにゲート AB は幅 1.2m で A でヒンジされている。ゲージ G の読みは -14.7 kPa であり、右側タンクには比重 0.75 の油が入っている。B 点には水平方向にどれだけの力を加えればよいか。

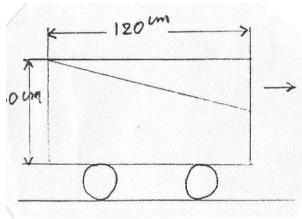


図 1

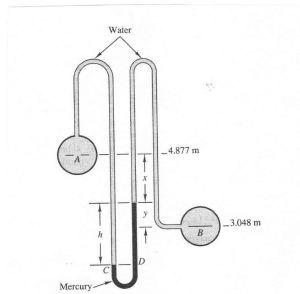


図 2

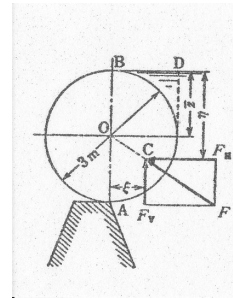


図 3

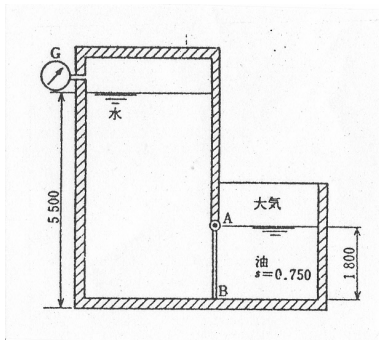


図 4

(解)

1.

$$(1) \frac{p_1 - p_2}{\gamma l} = \frac{h_1 - h_2}{l} = \frac{a_x}{g}$$

$$\tan \theta = \frac{a_x}{g}, \quad \theta = \arctan \frac{a_x}{g}, \quad \theta = 14.0^\circ$$

$$120 \tan \theta = 30 \text{ cm}$$

$$Q = 1.2 \times 0.3 \times \frac{1}{2} \times 0.6 = 0.108 \text{ m}^3 = 108 \text{ L}$$

$$G = \gamma Q = 108 \text{ kg}$$

$$(2) F_1 = 10^3 \times 0.3(0.6 \times 0.6) = 0.108 \times 10^3 \text{ kgf} = 1.058 \text{ kN}$$

$$F_2 = 10^3 \times \frac{1}{2}(0.6 - 0.3) \times (0.3 \times 0.6) = 0.027 \text{ kgf} = 0.26 \text{ kN}$$

2.

$$p_A - \rho_A g(0.86 + 0.11) = p_B - \rho_B g(0.61 - 0.11) - 0.22 \rho' g$$

$$p_A - p_B = 0.97 \rho_A g - 0.5 \rho_B g - 0.22 \rho' g$$

$$= 998.3g \times 0.97 - 1025g \times 0.5 - 942 \times 0.22$$

$$= 2.44 \text{ kPa} (0.0248 \text{ kgf/cm}^2)$$

3.

$$P_H = \rho g y_g A = 10^3 g \times 1.5(3 \times 1) = 44.1 \text{ kN}$$

$$y_c = \frac{2}{3} \times 3 = 2 \text{ m}$$

$$P_V = \rho g \frac{1}{2} \left(\frac{\pi R^2}{2} \right) = 34.6 \text{ kN}$$

$$\frac{CC_H}{OC_H} = \frac{P_H}{P_V}, \quad CC_H = 2 \times \frac{44.1}{34.6} = 0.637 \text{ m}$$

$$\rho g \int_0^R x \cdot y dx = \xi P_V, \quad P_V = \rho g \frac{1}{2} \pi R^2$$

$$\left(\frac{y}{2} \right)^2 = R^2 - x^2, \quad \frac{y}{2} dy = -2x dx, \quad xy dx = -\left(\frac{y}{2} \right)^2 dy, \quad A = \frac{1}{2} \pi R^2$$

$$\int_0^R xy dx = \xi \left(\frac{1}{2} \pi R^2 \right) = \int_0^{2R} \frac{1}{4} y^2 dy = \frac{1}{4} \frac{(2R)^3}{3}$$

$$\xi = \frac{4R}{3\pi}$$

$$\xi = \frac{4}{3} \left(\frac{3}{\pi} \right) = 0.637 \text{ m}$$

4.

$$P_{oil} = \rho g h_g A = (0.75 \times 10^3) g (0.9)(1.8 \times 1.2) = 14.3 \text{ kN}$$

$$\eta_o = \frac{(1.2 \times 1.8^3 / 12)}{0.9(1.8 \times 1.2)} + 0.9 = 1.2 \text{ m}, \quad h_g = 0.9$$

$$h = -\frac{p}{\rho g} = -\frac{0.147 \times 10^5}{10^3 g} = -1.5 \text{ m}$$

$$P_{water} = 10^3 g (2.2 + 0.9) (1.8 \times 1.2) = 65.7 kN, \quad h_g = 3.1$$

$$\eta_w = \frac{1.2 \times 1.8^3 / 12}{3.1 (1.8 \times 1.2)} + 3.1 = 3.2m, \quad 3.2 - 2.2 = 1.0m$$

$$14,300 \times 1.2 + 1.8F - 65,700 \times 1.0 = 0, \quad F = 27.0 kN$$