

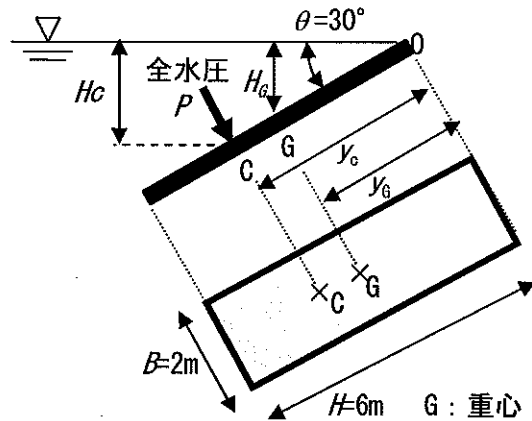
水理学演習 再試験

■注意■

1. 水の密度 $\rho=1000\text{kg/m}^3$, 重力加速度 $g=9.8\text{m/s}^2$, 水の単位体積重量 $\gamma=\rho g=9800\text{N/m}^3=9.8\text{kN/m}^3$ とする.
2. 圧力はゲージ圧(大気圧=0)とし, 単位はパスカル $\text{Pa}=\text{N/m}^2$ で答えよ.
3. 1000 倍を表す k(キロ)を使用して良い.

問題1 平面に作用する全水圧

図-1 のように斜めに配置された長方形板に水圧が作用している. その全水圧の大きさ P と, その作用線の位置 y_c および, H_c を求めよ.



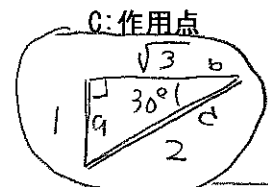
全水圧 P は, 板の重心 G での水圧 $P_G = \gamma H_G (= \rho g H_G)$ と板の面積 A との積で表される.

$$P = \gamma H_G \cdot A \quad (1)$$

今, 板は長方形なので $A = BH = 2\text{m} \times 6\text{m} = 12\text{m}^2$ (2) である. また, 重心 G の水深 H_G は, 右図の三角関数から,

$$H_G = y_G \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} y_G \quad \text{である} \therefore y_G = H/2 = 3\text{m}$$

$\sin 30^\circ = 1/2$



三辺の比
 $\sin 30^\circ = \frac{y}{c} = \frac{1}{2}$

↑ H の半分が重心

であるから, $H_G = \frac{1}{2} y_G = 1.5\text{m}$ (3)

(2)(3) を (1) に代入する. $\gamma = 9800\text{N/m}^3$ より,

$$P = \gamma H_G \cdot A = 9800\text{N/m}^3 \times 1.5\text{m} \times 12\text{m}^2 =$$

$1.8 \times 10^5 \text{N}$

作用点は, 水面からの長方形の時, 全部の $2/3$ の水深となる.

つまり, $y_c = (2/3) \cdot H = 4\text{m}$ であり, $H_c = y_c \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} y_c = 2\text{m}$ となる //

問題2 開水路の流れの分類 (常流と射流)

図-2 のように, 幅 $B=5.0\text{m}$ の矩形断面水路に, 水深 $H=0.5\text{m}$ で流量 $Q=10.0\text{m}^3/\text{s}$ が流れている. このとき, 流れは常流か射流か, 判定せよ.

流れの断面積 $A = BH = 5\text{m} \times 0.5\text{m} = 2.5\text{m}^2$

である. $Q = vA$ より $v = \frac{Q}{A} = \frac{10.0\text{m}^3/\text{s}}{2.5\text{m}^2} = 4\text{m/s}$.

Froude 数の定義より,

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gH}} = \frac{4\text{m/s}}{\sqrt{9.8\text{m/s}^2 \times 0.5\text{m}}} = 1.81 > 1$$

$Fr > 1$ では, 射流である. //

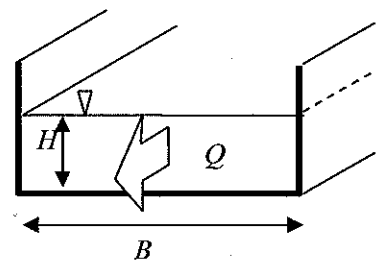


図-2

問題3 管路（ベルヌイ式、損失あり）

図-3のように、水がタンクから管路を通ったのち大気中へ流出している。エネルギー損失は、摩擦損失および入口損失のみを考え、曲がりによる損失は無視する。各損失係数等は図中に示した数値を用い、以下の問いに答えよ。

(1) この管路を流れる流速 v と流量 Q を求めよ。

タンクAと出口Bの間に損失を含むベルヌイ式を立てる。

$$E_A = E_B + (A \sim B \text{ の損失}) \quad (1)$$

それぞれ、全水頭は、Aではタンク水面で、

$$E_A = \frac{v^2}{2g} + H_A + 0 = H_A \quad (2)$$

$$B \text{ では、} E_B = \frac{v^2}{2g} + z_B + 0 = \frac{v^2}{2g} + z_B \quad (3)$$

AB間の損失は、摩擦と入口のみであるから、

$$f \frac{l_1 + l_2}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} + f_e \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

(1)に(2)~(4)を代入すると、

$$H_A = z_B + \left(1 + f \frac{l_1 + l_2}{D} + f_e\right) \frac{v^2}{2g}$$

となり整理して、

$$H_A - z_B = \left(1 + 0.02 \times \frac{10 + 10}{0.2} + 1\right) \frac{v^2}{2g}$$

$$\therefore \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{4} (H_A - z_B) = \frac{1}{4} (5\text{m} - 3\text{m}) = 0.5\text{m} \quad (5)$$

(2) C点での圧力水頭と圧力 p_c を求めよ。

上と同様に、タンクAとC点との間にベルヌイ式を立てる。

$$E_A = E_c + (A \sim C \text{ 間の損失})$$

$$\begin{cases} E_A = H_A \\ E_c = \frac{v^2}{2g} + z_c + \frac{p_c}{\rho g} \\ A \sim C \text{ 間損失} = f_e \frac{v^2}{2g} + f \frac{l_1}{D} \frac{v^2}{2g} \end{cases}$$

$$\therefore H_A = z_c + \left(1 + f_e + f \frac{l_1}{D}\right) \frac{v^2}{2g} + \frac{p_c}{\rho g}$$

$$\frac{p_c}{\rho g} = H_A - z_c - \left(1 + f_e + f \frac{l_1}{D}\right) \frac{v^2}{2g}$$

$$= 5\text{m} - 4\text{m} - \left(1 + 1 + 0.02 \frac{10\text{m}}{0.2\text{m}}\right) \times 0.5\text{m}$$

$$= 5\text{m} - 4\text{m} - 1.5\text{m} = -0.5\text{m} \quad (\text{圧力水頭}) //$$

$$p_c = \rho g \times (-0.5\text{m}) = 9800 \text{ N/m}^3 \times (-0.5\text{m}) = -4900 \text{ Pa} = -4.9 \text{ kPa} //$$

管: $l_1=10\text{m}$ (A-C間)
 $l_2=10\text{m}$ (C-B間)
 摩擦損失係数 $f=0.02$
 内径 $D=0.2\text{m}$

入口損失: $f_e=1$
 曲がり: 無視

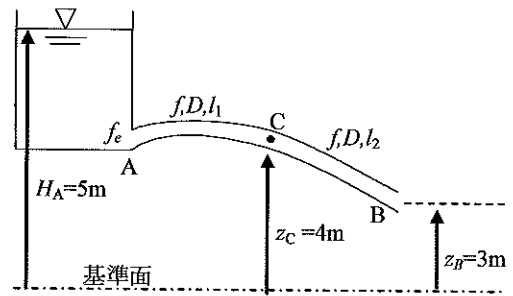


図-3

$$v = \sqrt{2g \times 0.5\text{m}} = \sqrt{2 \times 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0.5\text{m}}$$

$$= 3.13 \text{ m/s} //$$

管の断面積

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

より、 $Q = vA$

$$= 3.13 \text{ m/s} \times 0.0314 \text{ m}^2$$

$$= 0.0987 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 98.7 \text{ L/s} //$$

速度水頭は
 $\frac{v^2}{2g} = 0.5\text{m}$ であっている。