

〈水理〉

▶限界水深

$$h = \sqrt[3]{Q^2/(gB^2)} (=hc) \quad hc = \sqrt[3]{Q^2/(gB^2)}$$

h は水深、 hc は限界水深、 Q は流量、 B は水路幅



▶せきの越流量公式

(1) 刃形せきの越流量

1) 全幅せき (図 1-1-1 参照)

$$Q = CBh^{3/2} \dots\dots\dots (1.1.1)$$

$$C = 1.785 + \left(\frac{0.00295}{h} + 0.237 \frac{h}{W} \right) (1 + \varepsilon) \dots\dots\dots (1.1.1a)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 B : せきの幅 (m)、 h : 越流水深 (m)、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 W : 水路底面よりせき縁までの高さ (m)、 ε : 補正項で、 $W \leq 1m$ の場合には $\varepsilon = 0$ 、 $W > 1m$ の場合には $\varepsilon = 0.55(W - 1)$ 。

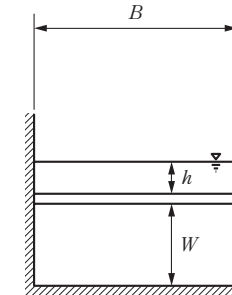


図 1-1-1 全幅せきのせき縁

2) 四角せき (図 1-1-2 参照)

$$Q = Cbh^{3/2} \dots\dots\dots (1.1.2)$$

$$C = 1.785 + \frac{0.00295}{h} + 0.237 \frac{h}{W} - 0.428 \left(\frac{(B-b)h}{WB} \right)^{1/2} + 0.034 \left(\frac{B}{W} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (1.1.2a)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 b : 切欠きの幅 (m)、 h : 越流水深 (m)、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 B : 水路の幅 (m)、 W : 水路底面より切欠き下縁までの高さ (m)。

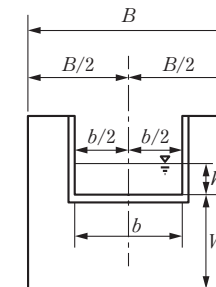


図 1-1-2 四角せきの切欠き

3) 直角三角せき (図 1-1-3 参照)

$$Q = Ch^{5/2} \dots\dots\dots (1.1.3)$$

$$C = 1.354 + \frac{0.004}{h} + \left(0.14 + \frac{0.2}{W^{1/2}}\right) \left(\frac{h}{B} - 0.09\right)^2 \dots\dots\dots (1.1.3a)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 h : 越流水深 (m)、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 B : 水路の幅 (m)、 W : 水路底面より切欠き底点までの高さ (m)。

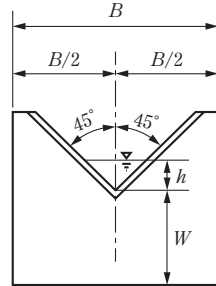


図 1-1-3 直角三角せきの切欠き

4) もぐり刃形せき (図 1-1-4 参照)

$$Q = CBh_1(h_1 - h_2)^{1/2} \dots\dots\dots (1.1.4)$$

$$C = 1.403 + 0.841/(1.6 - h_2/h_1) \dots\dots\dots (1.1.4a)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 B : せきの幅 (m)、 h_1 : 越流水深 (m)、 h_2 : せき頂を基準とするせきの下流水深 (m)、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)。

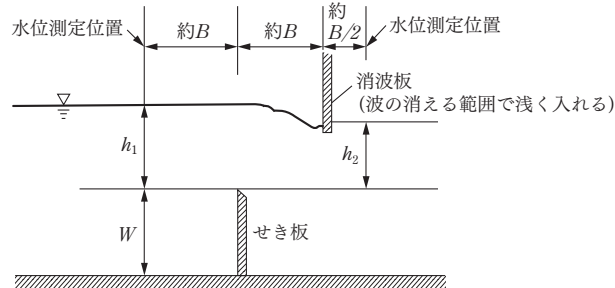


図 1-1-4 もぐり刃形せきの諸元

(2) 長方形せきの越流量

1) 越流水深による表示

$$Q = CBh^{3/2} \dots\dots\dots (1.1.5)$$

$$0 < h/L \leq 0.4 ; C = 1.552 + 0.083(h/L) \dots\dots\dots (1.1.5a)$$

$$0.4 \leq h/L \leq (1.5 \sim 1.9) ; C = 1.444 + 0.352(h/L) \dots\dots\dots (1.1.5b)$$

$$(1.5 \sim 1.9) \leq h/L ; C = 1.785 + 0.237(h/W) \dots\dots\dots (1.1.5c)$$

$$\dots\dots\dots (1.1.5d)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 B : せきの幅 (m)、 h : 越流水深 (m)、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 L : せき長 (m)、 W : せき高 (m)。

2) 全部水頭による表示

$$Q = CBH^{3/2} \dots\dots\dots (1.1.6)$$

$$2.5 < L/h < 10 \quad C = 1.706 \frac{1 + 1.30(W/h)}{1 + 1.63(W/h)} \dots\dots\dots (1.1.6a)$$

$$0.6 < L/h < 2.5 \quad C = 1.973 - 0.222(L/h) \dots\dots\dots (1.1.6b)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 B : せきの幅 (m)、 H : せき頂を基準とした上流水路での全水頭 (m)、 h : 越流水深 (m)、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 L : せき長 (m)、 W : せき高 (m)。

(3) 台形せきの越流量

1) 越流水深による表示

$$Q = CBh^{3/2} \dots\dots\dots (1.1.7)$$

$$m_1 = 0 \sim 4/3, m_2 \geq 5/3 \quad : C = 1.37 + 1.02(h/W) \dots\dots\dots (1.1.7a)$$

$$m_1 = 0 \sim 2/3, m_2 = 1/1 \text{ 付近} : C = 1.28 + 1.42(h/W) \dots\dots\dots (1.1.7b)$$

$$m_1 = 0 \sim 1/3, m_2 = 2/3 \text{ 付近} : C = 1.24 + 1.64(h/W) \dots\dots\dots (1.1.7c)$$

$$m_1 = m_2 = 0, h/L < 1/2 \quad : C = 1.55 \dots\dots\dots (1.1.7d)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 B : せきの幅 (m)、 h : 越流水深 (m)、 m_1 : 上流面勾配、 m_2 : 下流面勾配、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 W : せき高 (m)、 L : せき長 (m)。

2) 全水頭による表示

$$Q = CBH^{3/2} \dots\dots\dots (1.1.8)$$

$$C/C_0 = f(l/L) \dots\dots\dots (1.1.8a)$$

ここに、 Q : 越流量 (m^3/s)、 B : せきの幅 (m)、 H : せき頂を基準とした上流水路での全水頭 (m)、 C : 流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 C_0 : 台形せきの上流端で刃形せきを仮定し、同じ H のときの刃形せきの流量係数 ($m^{1/2}/s$)、 l : 刃形せきの越流水脈下面が放出位置から刃形標高に達するまでの水平距離 (m)、 L : せき長 (m)。

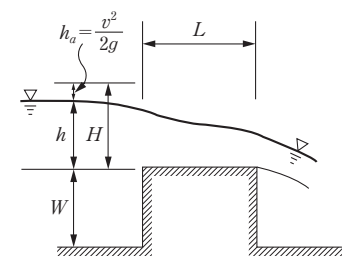


図 1-1-5 長方形せきの諸元

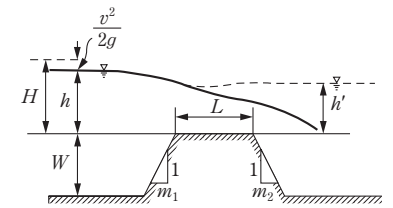


図 1-1-6 台形せきの諸元

(出典: 水理公式集 (社)土木学会)

流量計算

▶ Manning (マンニング) 式

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (1.1.9)$$

ここに、

Q : 流量 (m³/s)

A : 流水の断面積 (m²)

V : 流速 (m/s)

n : 粗度係数

R : 径深 (m) (= A/P)

P : 流水の潤辺長 (m)

I : こう配 (分数又は小数)

(出典 : 水理公式集 (社土木学会))

▶ Kutter (クッター) 式

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{I}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad \dots\dots\dots (1.1.10)$$

$$= \frac{N \cdot R}{\sqrt{R + D}}$$

ここに、

$$N : \left(23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}\right) \sqrt{I}$$

$$D : \left(23 + \frac{0.00155}{I}\right) n$$

(出典 : 水理公式集 (社土木学会))

▶ Hazen・Williams (ヘーゼン・ウィリアムス) 式 (圧送式の場合)

$$Q = A \cdot V$$

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.03} \cdot I^{0.54} \quad \dots\dots\dots (1.1.11)$$

ここに、

V : 平均流速 (m/s)

C : 流速係数

I : 動水こう配 (h/L)

h : 長さ L (m) に対する摩擦損失水頭 (m)

(出典 : 水理公式集 (社土木学会))

▶ 合理式

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A \quad \dots\dots\dots (1.1.12)$$