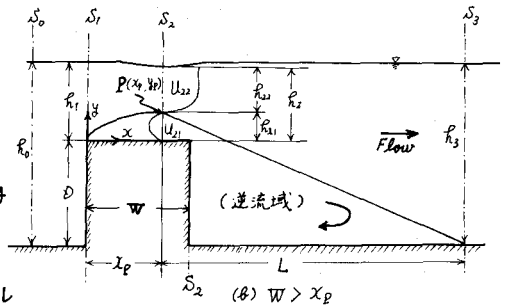
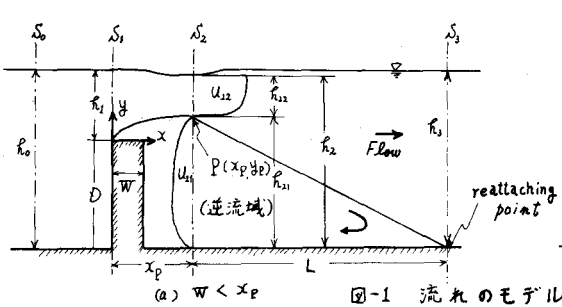


九州大学工学部 正員 上田年比古 正員 埜口英昭

(1) 緒言

潜堰下流部の流れを、拘束されに流れの場における噴流と類似の現象と考え⁽¹⁾ 堰頂付近におけるはく離形を考慮して、ここでは断面が矩形の潜堰の流量公式を検討する。

(3) 解析のモデル



流れのモデルを図-1に示す。ここに、 W : 堰巾、 x_p : はく離最高点Pの堰上流端からの距離。

(3-1) 検査面 S_2 , S_3 間の運動量の式

・ $W < x_p$ の場合 (図-1(a)参照)

$$\rho \int_{h_{12}}^{h_2} U_{12}^2 dh + \rho \int_0^{h_{12}} U_{11}^2 dh - \rho \beta_3 U_3^2 h_3 = \frac{\rho g}{2} \{ h_2^3 - (h_2 + D)^3 \} \quad (1)$$

U_{12} : S_2 における正方向流速, U_{11} : S_2 における負方向流速, ρ : 水の単位体積重量, β_3 : S_3 における運動量補正係数, U_3 : S_3 における平均流速, その他の記号は図に示す通りである。ここで S_2 における平均流速を、 $U_2 = Q/h_2$ (Q : 流量, h_2 : S_2 における水深)で定義すると、(1)式左辺において

$$\rho \int_{h_{12}}^{h_2} U_{12}^2 dh + \rho \int_0^{h_{12}} U_{11}^2 dh = \rho \beta_2 \frac{Q^2}{h_2} \quad (2)$$

ここに β_2 は、 S_2 における運動量補正係数であり、

$$\beta_2 = \left(\int_{h_{12}}^{h_2} U_{12}^2 dh + \int_0^{h_{12}} U_{11}^2 dh \right) / U_2^2 h_2 \quad (3)$$

と定義する。

(2) 実験装置と方法

実験は長さ18m, 巾60cm, 深さ70cmの水路で行い、流速分布、はく離形の測定は、正逆両用のアプロバ流速度計(径6cm)により行なった。

しに、(1)式は

$$\frac{\beta_2 Q^2}{h_2} - \frac{\beta_3 Q^2}{h_3} = \frac{\rho g}{2} \{ h_2^3 - h_3^3 \} \quad (4)$$

・ $W > x_p$ の場合 (図-1(b)参照)

上記の場合と同様に考えて

$$\frac{\beta_2 Q^2}{h_2} - \frac{\beta_3 Q^2}{h_3} = \frac{\rho g}{2} \{ h_2^3 - (h_2 + D)^3 \} \quad (5)$$

(3-2) 検査面 S_1 , S_2 における運動量の式

・ $W < x_p$ の場合 (図-1(a)参照)

$$\frac{\beta_1 Q^2}{h_1} - \frac{\beta_2 Q^2}{h_2} = \frac{\rho g}{2} \{ (h_2 - D)^3 - h_1^3 \} \quad (6)$$

・ $W > x_p$ の場合 (図-1(b)参照)

$$\frac{\beta_1 Q^2}{h_1} - \frac{\beta_2 Q^2}{h_2} = \frac{\rho g}{2} \{ h_2^3 - h_1^3 \} \quad (7)$$

(3-3) 流量算定式の誘導 (4), (6), (5), (7)式を無次元化して

・ $W < x_p$ の場合

$$\alpha^3 - (2\beta_3 Fr_3 + 1)\alpha + 2\beta_2 Fr_3^2 = 0 \quad (4')$$

$$\alpha^3 - \{ (\alpha - K) + 2\beta_3 Fr_3 (\frac{1}{\alpha}) \} \alpha + 2\beta_2 Fr_3^2 = 0 \quad (6')$$

○ $W > X_p$ の場合

$$\begin{cases} \alpha_1^3 + 2K_1\alpha_1^2 + (K_1^2 - 2\beta_2 Fr_2^2)\alpha_1 + 2\beta_2 Fr_2^2 = 0 & (5') \\ \alpha_2^3 - (1/2\beta_2 Fr_2^2/\alpha_1) + \alpha_1^2\{\alpha_2 + 2\beta_1 Fr_1^2\} = 0 & (7') \end{cases}$$

ここに、 $\alpha_1 = h_2/h_3$, $\alpha_2 = h_1/h_3$, $K = D/h_3$, $Fr_2 = Q/\sqrt{g h_3^3}$ である。次に、 S_2 と S_1 間でエネルギー式を考えると

$$Q = \{h_0/\sqrt{h_1 h_0^2 - h_2 h_1^2}\} \cdot B h_1 \sqrt{2g h_0} (h_1 + D) \quad (8)$$

h_0, h_1, S_0, S_1 における水深。したがって流量算定を行うには、 $W < X_p$ の場合には、(4), (6), (8) 式により、 $W > X_p$ の場合には、(5'), (7'), (8) 式により、 h_0, h_2 を与え、 Fr_2 を仮定し、試算法により流量算定ができる。

(4) 堰頂付近のはく離形状

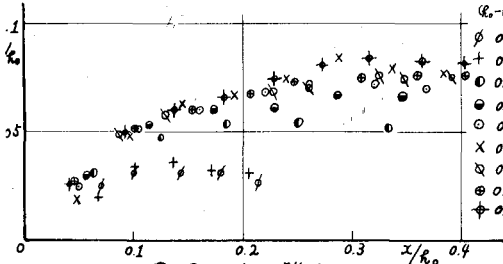


図-2 はく離形

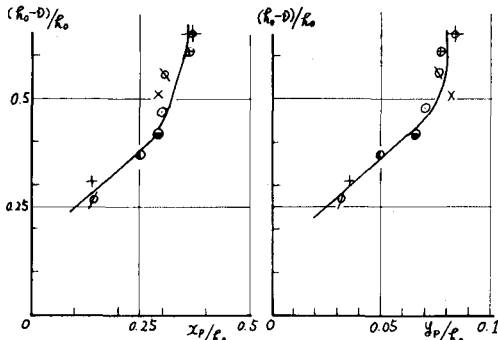


図-3 点Pの位置の変化と $(h_0-D)/h_0$ の関係

図-2に堰頂上流端を原点としたはく離形を、図-3にP点の変化の様子を示す。はく離領域の境界は流速がゼロになる点を示した。 $(h_0-D)/h_0 \geq 0.6$ では、はく離形はほぼ一定の形を示しており、 $X_p/h_0 \approx 0.36$, $Y_p/h_0 \approx 0.08$ である。前述の流量算定式において X_p と W の関係は、図-3により決定できる。

(5) 運動量補正係数の決定

図-4に S_2 断面における流速分布の実測値を示す。この図から、 $W < X_p$, $W > X_p$, それぞれの場合

に、流速分布は相似性を保っていると考えられている。この実測値により(3)式で定義した β_2 を計算すると

($W < X_p$ の場合)

$$\beta_2 = 3.43$$

($W > X_p$ の場合)

$$\beta_2 = 1.32 \text{ となる。}$$

尚、 β_2 の値については、筆者らの測定によれば、 $\beta_2 = 1.65$ となる。

(6) 流量算定式の計算結果および考察

以上の結果を用いて替堰における流量を計算し、実測値と比較したのが表-1であるが、かなり良い結果をえた。 S_2 の位置はreattaching point とする。堰上流端からreattaching point までの距離(L)については、筆者らは $L = X_p + 7.3(Y_p + D)$ という結果をえているが、実用的にはこの式により算定しても問題ないと考ええる。 X_p, Y_p は図-3により求められる。計算に当っては、九大大型電算センターのFACOM230

表-1 実測流量と計算流量の比較

h_0 (cm)	h_2 (cm)	(計算値/実測値)	備考
37.23	36.35	0.98	$D = 20 \text{ cm}$
36.84	36.05	1.01	$W = 25 \text{ cm}$
35.94	35.05	0.98	$\beta_2 = 1.32$
35.13	34.03	1.02	
34.26	33.16	0.95	
35.77	34.99	1.00	$D = 20 \text{ cm}$
39.14	38.35	1.17	$W = 10 \text{ cm}$
34.71	33.70	1.06	$\beta_2 = 3.4$
35.32	34.15	1.17	

-60 を用いた。今回は矩形堰についてのみ検討したが今後は堰頂上流部に丸味をつけた場合や、下流面を傾斜させた場合などについて検討したいと考えている。

参考文献

① 上田：替堰における堰近傍の流れについて (土木学会西部支部講演集)