

1. はしがき ダムのクレストゲートからの流出は、通常流出水脈が露出した射流になる自由流出であるが、低いダムの場合、下流河川水位が高ければ流出水脈が水中に没し潜り流出となる。この自由流出、潜り流出の流量係数はごく基本的な場合以外適用できる資料がない。そこで図-1に示す

1/50縮尺模型により、取水ダムの堤頂面が水平である場合（水平床）、下流側に傾斜して低下している場合（低下床）の堤頂に設けられたスルースゲートからの流出流量を測定し、流量係数に關するファクターを分析し、流量係数を求める一般的方法またはその考え方を示した。ここで流量係数 C_q はすべて $Q = C_q AB \sqrt{2gH_1}$ (1)

Q : 流出流量 (m³/s), A : ゲート開度 (m)

B : ゲート部の巾 (m), H_1 : 上流水深 (m)

の形で表わされる値である。

2. 自由流出の流量係数

2.1 水平床の場合 図-2(a)に示すように、流出水脈の収縮係数を C_c とすれば、断面 I, II におけるエネルギー方程式は

$$H_0 = H_1 + V_1^2/2g = C_c A + V^2/2g + \Delta H \quad (2)$$

ΔH : 流出時の損失水頭, $\Delta H = \alpha V^2/2g$

$$Q = V_1 H_1 B_1 = V C_c A B \quad (3)$$

これから
$$C_q = \sqrt{\frac{1 - C_c \frac{A}{H_1}}{\frac{1 + \alpha}{C_c^2} - \left(\frac{B}{B_1} \frac{A}{H_1}\right)^2}} \quad (4)$$

がえられる。 C_c の値は Pajer の計算結果からほとんど一定値をとることがわかっているため、比較的小なる値として 0.604 を採用し、 α の値を求めると、 $\alpha = 0.01$ がえられた。他の実験結果からも判断して $\alpha = 0.01 \sim 0.03$ 程度の水利条件に無関係な一定値であると考えられる。

ゲートリップに半径 R の 4 分円弧が挿入されている場合は、図-3の流出水脈の水深 $C'_c A$ と同じ水深を生じさせる矩形あるいは刃形リップの開度

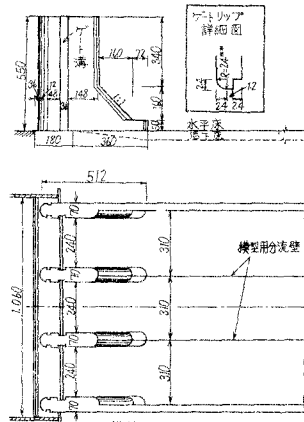


図-1 模型側面および平面図 (単位: mm)

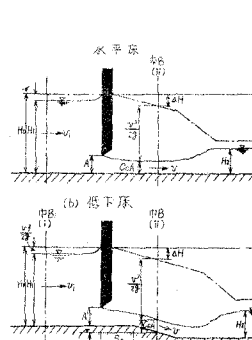


図-2 自由流出説明図

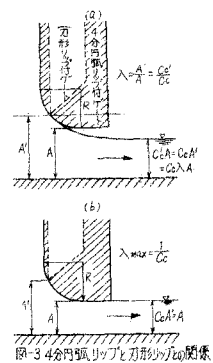


図-3 4分円リップと刃形リップの関係

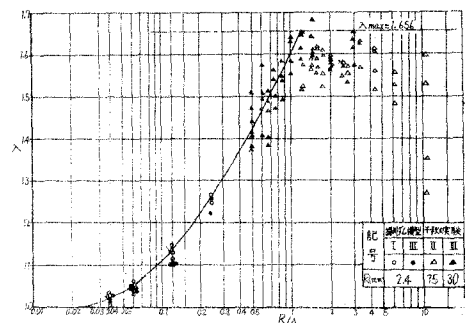


図-4 リップの影響 (4分円弧)

を A' とすれば、 $C_c A = C_c A'$ 、ここで $A/A' = C_c/C_c = \lambda$ とおけば、
 $C_c A = C_c \lambda A$ となり $1 \leq \lambda \leq 1/C_c = 1.656$ である。実験結果から λ を求めれば図-4 となる。流量係数は

$$C_q = \frac{\sqrt{1 - C_c \lambda \frac{A}{H_1}}}{\sqrt{\frac{1 + \alpha}{C_c^2 \lambda^2} - \left(\frac{B}{B_1} \frac{A}{H_1}\right)^2}} \quad (5)$$

2.2 低下床の場合 図-2 (b) において、断面 I、II 間のエネルギーの関係式は

$$H_1 + V_1^2/2g + Z = C_c \lambda A + V^2/2g + \Delta H \quad (6)$$

で、 $Q = V_1 H_1 B_1 = V C_c \lambda A B$ 、 $\Delta H - Z = \beta V^2/2g$

$$= (\alpha - r) V^2/2g \text{ から } C_q = \frac{\sqrt{1 - C_c \lambda \frac{A}{H_1}}}{\sqrt{\frac{1 + \alpha - r}{C_c^2 \lambda^2} - \left(\frac{B}{B_1} \frac{A}{H_1}\right)^2}} \quad (7)$$

がえられる。ここで下流面低下の影響を導入するための係数 r は $\delta = \Delta Z/A$ (ΔZ : ゲート位置から下流へ、開度 A 等距離の点における底面の下り) との関係図-5 より与えられる。

3. 潜り流出

3.1 水平床の場合 図-6 (a) で、水中のジェットが完全に収縮した場所に断面 II をとり、その断面においては、ジェット以外は静止していて圧力が静水圧分布をなすと仮定すれば、エネルギー方程式は

$$H_0 = H_1 + V_1^2/2g = H' + V^2/2g + \Delta H' \\ = H_2 + V_2^2/2g + \Delta H \quad (8)$$

リップが位意形状である場合は、自由流出と同様に

$$Q = V_1 H_1 B_1 = V C_c \lambda A B = V_2 H_2 B_2 \quad (9)$$

エネルギー損失 $\Delta H = \Omega V^2/2g$ とすれば

$$C_q = \sqrt{\left(1 - \frac{H_2}{H_1}\right) \left/ \left\{ \frac{\Omega}{C_c^2 \lambda^2} + \left(\frac{A}{H_2} \frac{B}{B_2}\right)^2 - \left(\frac{A}{H_1} \frac{B}{B_1}\right)^2 \right\} \right.} \quad (10)$$

Ω と H_2/A との関係は図-7 となり、近似的に

$$\Omega = b (H_2/A)^a \text{ で表わすことができる。}$$

3.2 低下床の場合 3.1.3.2 と同様に誘導すれば 次式 となる。

$$C_q = \sqrt{\left(1 - \frac{H_2 - Z}{H_1}\right) \left/ \left\{ \frac{\Omega}{C_c^2 \lambda^2} + \left(\frac{A}{H_2} \frac{B}{B_2}\right)^2 - \left(\frac{A}{H_1} \frac{B}{B_1}\right)^2 \right\} \right.} \quad (11)$$

この Ω と H_2/A との関係は図-8 となり、水平床の場合とかなり異なってくる。実際はさらに、 $\Delta H_s/C_c \lambda A$ (ΔH_s : ゲート上下流水位差) も導入して補正し、実験式を導くことができた。

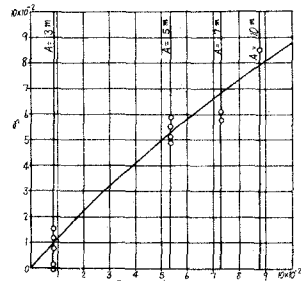


図-5 δ と $\delta Z/A$ の関係

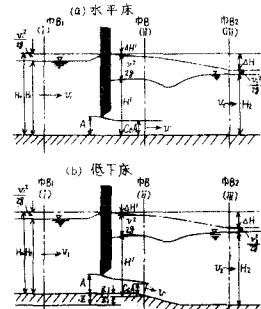


図-6 潜り流出説明図

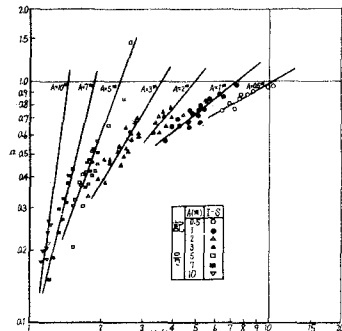


図-7 H_2/A と Ω (水平床、実験 I-S)

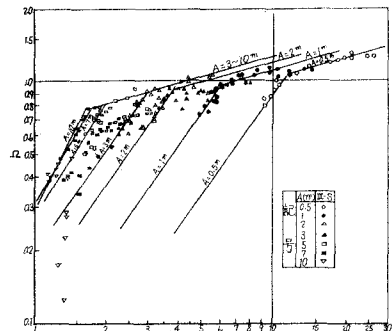


図-8 H_2/A と Ω (低下床、実験 III-S)