

(財)電力中央研究所 正員 白水清志
同上 磯部明久

1. まえがき

既設のダムには、越流頂形状が標準型や準標準型と異なるものや、堆砌が進行して越流頂付近に歪んでいるものなどが比較的多い。このようなダム越流頂の流量係数を適確に算定する一般的公式が求められていないために、精度が要求される場合には模型実験を行う必要がある。

本報告は、既設ダムに多く見うけられる形状(上流端が1/4円弧で堤頂に水平部を有し、下表面が二次曲線)について、越流部の上流端円弧の半径及び堤頂水平部の長さの種々の組み合わせを選び、各要素の流量係数に及ぼす影響を実験的に明らかにし、また既往の研究結果をも参照して求めた一般的流量係数算定式について述べるものである。

2. 実験装置および実験方法

越流部は二次元模型とし、上流部(R=1.5, 3.0, 4.23, 6.34 cmの1/4円弧の4種類)、水平部(L=3.0, 6.0, 9.0 cmの3種類)及び下流部(Hd=15.0 cmのハロルド形状)に3分割して各形状の組み合わせについて実験が可能な構造とした(図-1)。

実験は、この上流部、水平部及び下流部を種々組み合わせる形状について、堤頂から上流約90 cmの位置で越流水深H₀を測定し、また越流量は模型下流端に設けた流量測定セキにより計測した。実験流量範囲は2~70%である。

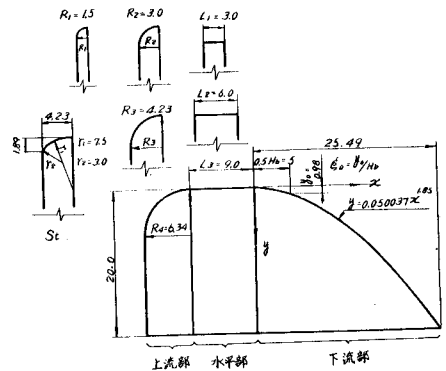


図-1. 越流頂各部の形状

3. 実験結果と考察

一般に、ダム洪水時の流量係数は次式で表わされる。

$$C = Q / BH^{3/2} \dots \dots \dots (1)$$

ここは、C:流量係数、Q:越流量、B:越流幅、H:越流水頭(H = H₀ + H_d、H₀:越流水深、H_d:接並流速水頭)である。この実験を縮尺1/100の模型実験と想定し、実験結果を整理すると次のような傾向が認められた。

(1) 上流部円弧の影響

水平部が無い場合、流量係数は1/4円弧半径Rの増大とともに減少し、越流水頭H=0のときC≒1.6を指向する。

(2) 堤頂水平部の影響

堤頂に水平部を有する場合、流量係数は水平部長Lの増大とともに減少し、越流水頭H=0のときC≒1.5を指向する。このように越流頂各部の形状が流量係数に及ぼす影響を総合的に検討した結果、実験に用いた越流頂形状においては併りに基準水頭としてH₀=10 mを設け、H₀に対する流量係数C₀は次のように表わすことができるものとした。

$$C_0 = C_1 \cdot K_1 \cdot K_2 \dots \dots \dots (2)$$

(1) C₁: 上流部円弧の形状によって定まる流量係数で次の実験式より求める。

$$C_1 = 0.208(R/10)^2 - 0.423(R/10) + 2.236 \dots \dots \dots (3)$$

(四) K_1 : 上流部円弧形状と水平部長によって定まる補正係数で次の実験式により求める。

$$K_1 = A(L/10)^2 - B(L/10) + 1.0 \dots \dots \dots (4)$$

ここに、 $A = -0.170(R/10)^2 + 0.019(R/10) + 0.146$
 $B = -0.083(R/10)^2 + 0.124(R/10) + 0.346$

(イ)、(ロ)式の適用範囲は $6.34m > R > 1.5m$, $9m > L > 3m$ (1/100模型と
 して)である。また 1/4円弧以外の形状では $R_0 = R \cdot a/b$ として
 R の補正を行い本式を適用することが出来る(図-2)。

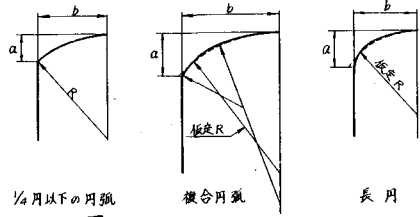


図-2. 1/4円以外の形状

(ハ) K_2 : 下流面形状(ふくみ)による補正係数で岩崎の実験式

$$C_d = 1.971 + 0.498 \xi + 6.63 \xi^2 \text{ を用いて次のように求めた。}$$

ここに、 $C_d = C_b$, $H_d = H_b$ とすると下流面形状は $X = 5.0m$

($X = 0.5H_d$)において $y = 0.983$ であるから $\xi = y/H_b = 0.098$ となり、岩崎の式から $C_b = C_{b_0} = 2.084$ が得ら
 れる。そこで、 $K_2 = C_b/C_{b_0}$ とすると次式を得る。

$$K_2 = 0.030(\xi/\xi_0)^2 + 0.025(\xi/\xi_0) + 0.945 \dots \dots \dots (5)$$

また、水頭が基準水頭 $H_b = 10m$ と異なる場合の流量係数の算定は岩崎の式と同型で表わされるものとした。

$$C = \alpha \frac{1 + \beta a(H/H_b)}{1 + a(H/H_b)} \dots \dots \dots (6)$$

ここに α , β は実験係数で次の値を用いる。

- 水平部(L)のない形状 $\alpha = 1.60$
- (L=0) $\beta = 1.65$
- 水平部(L)を有する形状 $\alpha = 1.50$
- $9m > L > 3m$ $\beta = 1.85$

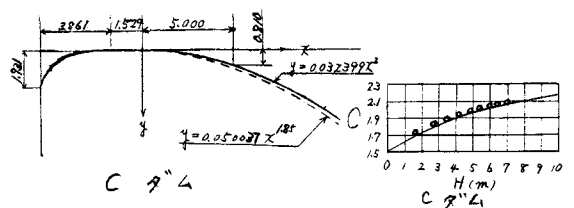
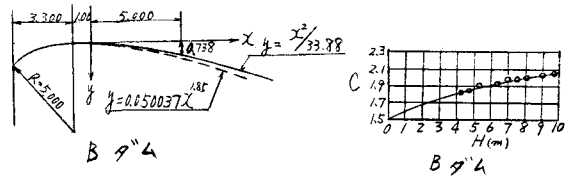
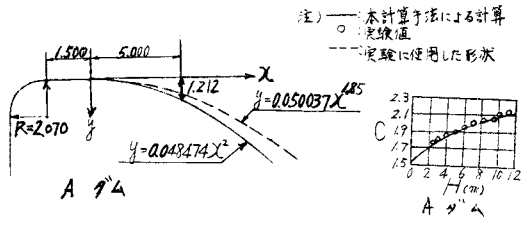


図-3. 標準型と異なる越流頂形状の流量係数算定式の適用例。

4. 適用例

上流部が1/4円弧及びそれ以外の形状で堤頂に
 水平部を有する越流頂形状において流量係数を求
 めた実験例に本計算手法を適用し比較すると図-3
 に示すように良く適合し、本計算手法の一般形状
 への適用が十分可能と考えられる。

5. むすび

標準型と異なるダムの流量係数の算定法につい
 て述べたが、さらに堆砂が進行して礫砂状態及び
 その過程堆砂時における流量係数の低下率につき
 本式と関連させて求める方向で検討を進めている。

参考文献: 1) 水理公式集, 昭和46年改訂版, 2) 岩崎: 土木学会論文集, 1957.2, 3) Woodburn: ASCE
 No.1797, 4) 竹内: 建設省土木試験報告1943, 5) 磯部・白水: 電力中央研究所報告, 1976.