

潜堰の越流係数について、

九州大学 助教授 ○上 田 年 比 古
九州電力 土木部 村 瀬 次 男
九州大学 工学部 崎 山 正 常

1. ま え が き

堰の越流係数に関する研究は、完全越流については、かなり実験的に行なわれているが、潜堰状態に対してはあまり行なわれていない。これは、潜堰状態では測定値の関数関係が複雑でつかめないためと考えられる。

本報は、木型による模型堰の潜り状態の実験から、従来用いられている本間公式による越流係数を検討し、さらに実験資料を整理して潜堰の流量算定式の一提案を行

なったものである。

2. 実 験 概 要

実験は、図-1のように巾 0.8m、深さ 0.7m、長さ 19m の一部硝子張鋼製水路によった。ただし、模型設置に便利ように、模型堰設置箇所の上流側は 2.6m まで、下流側は水路下流端までの 6.6m の間を巾 0.6m に狭めている。

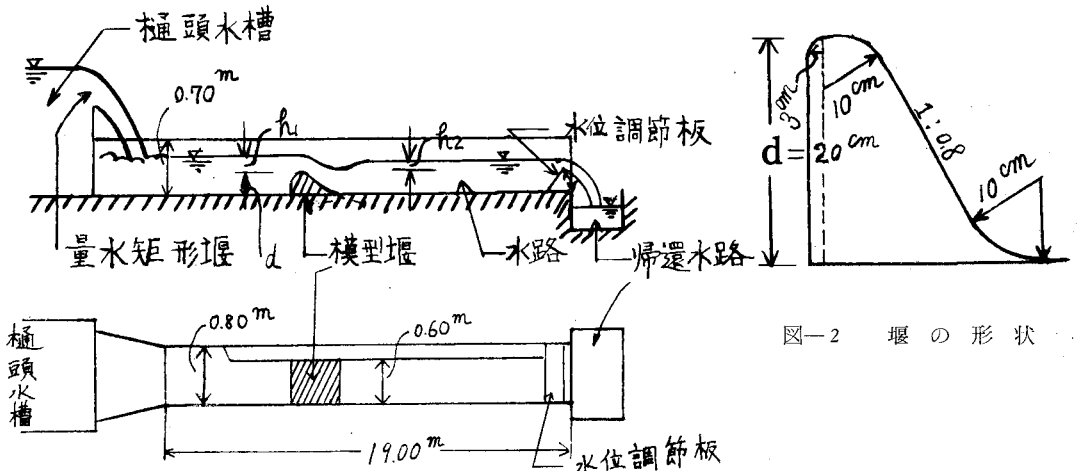


図-1 実験水路

図-2 堰の形状

流量は、水路上流端の樋頭水槽に設けられた量水矩形堰によって測定し、65ℓ/s 程度までの範囲で行なった。模型堰は図-2に示した寸法で木型で作ったものである。堰上下流の水位の測定は流量を一定にして、図-1に示すように水路下流端の水位調節板を順次上げて堰の下流側の水位を上げ、定常状態になるのをまって測定した。

水位測定位置は堰天端より 0.70m 上流と 2.83m 下流の位置であった。

3. 潜堰の越流係数

従来用いられてる本間公式をあげると、

$$\text{完全越流} : Q = mbh_1\sqrt{2gh_1} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{不完全越流} : Q = (\alpha' \frac{h_2}{h_1} + \beta') bh_1\sqrt{2gh_1} \dots\dots (2)$$

$$\text{潜り堰} : Q = m'bh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{完全越流係数} m = \alpha \frac{h_1}{d} + \beta \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{潜堰越流係数} m' = 2.6m \dots\dots\dots (5)$$

ここに、Q：流量、b：越流巾、 h_1 ：堰天端より測った上流側水深、 h_2 ：堰天端より測った下流側水深、d：堰高、 $\alpha, \beta, \alpha',$ および β' ：定数である。

模型台形堰について、本間博士は上式の $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$

の値および各越流状態の境界値を $\frac{h_2}{h_1}$ の値によって示している。

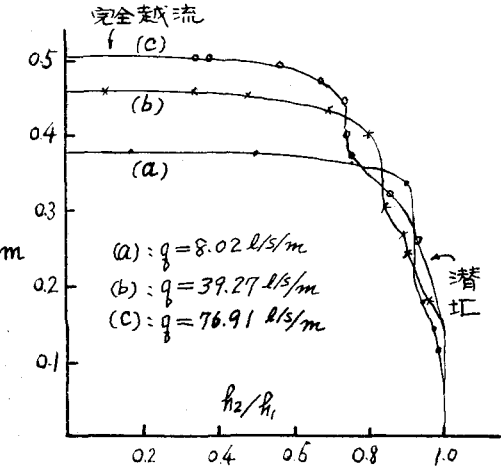


図-3

図-3は著者らが行なった図-2の模型についての数種の流量に対する実験結果例である。完全越流係数 m の式は図-4に示すように、ほぼ(4)式で示され、本実験

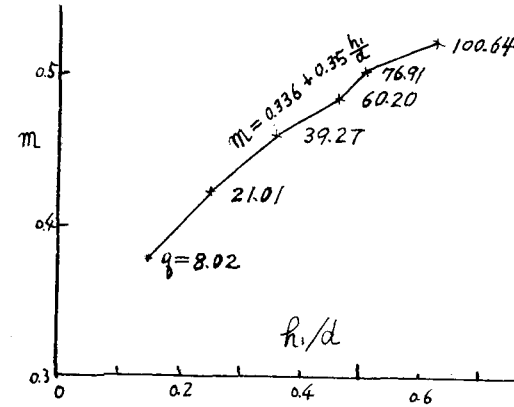


図-4

では、

$$m = 0.336 + 0.35 \frac{h_1}{d} \dots\dots\dots (6)$$
 がえられた。

次に、潜堰状態については、図-3の軸では不明瞭であるので、(3)式からえられる m' について図示した。これを図-5に示している。

なおこの図の水平直線は(5)式による m' である。これによると本間公式の m' ((5)式によるもの)は、過大な値を与えることがわかる。

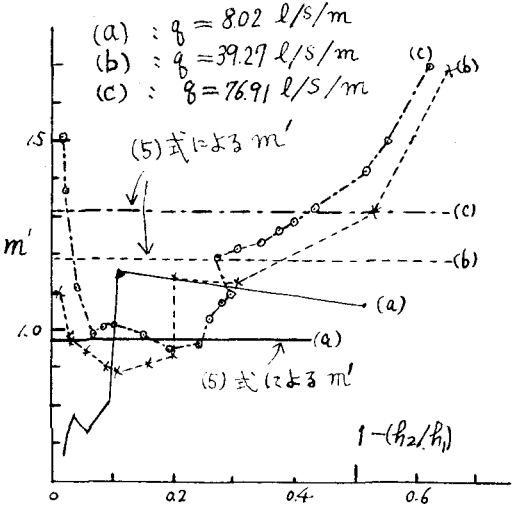


図-5

4. 潜堰の流量算定式について

図-5から本間公式の m' を用いれば、潜堰の算定流量は過大な値を与えるものと考えられるので、著者らは実験値を整理して妥当な流量算定式の導出を試みた。

まず、堰の流れのように重力が支配的な水理現象は、周知のように、フルード数 (Fr) が同一であれば、現象は相似となる。すなわち $\frac{h_1}{d}$ および $\frac{h_2}{d}$ はそれぞれに対応する Fr の関数である。いま Fr として、堰下流側の値

$$Fr = \frac{V_d}{\sqrt{g(d+h_2)}} = \frac{Q}{b(d+h_2)\sqrt{g(d+h_2)}} = \frac{q}{\sqrt{g(d+h_2)^{3/2}}}$$

(ただし q は単位巾流量)

を用い、潜堰状態を考えれば、

$$Fr = \frac{q}{\sqrt{g(d+h_2)^{3/2}}} = f\left(\frac{h_1}{d}, \frac{h_2}{d}\right) \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{or } \frac{q}{\sqrt{g} d^{3/2} (1 + \frac{h_2}{d})^{3/2}} = f\left(\frac{h_1}{d}, \frac{h_2}{d}\right)$$

$$\left. \begin{aligned} \therefore \frac{q^{2/3}}{g^{1/3} d} &= \phi\left(\frac{h_1}{d}, \frac{h_2}{d}\right) \\ \text{or } Z &= \phi(x, y) \\ \text{ここに } Z &= q^{2/3} / (g^{1/3} d), x = h_1/d, \\ & \quad y = h_2/d \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

いま、 z , x および y の間の関係を求めるため、図-6のように実験値を plot した。ここに y の一定値による各線は、挿入によって引いたものである。

いま、図-6の潜堰部に対する各線を $x = pz^n + y$ の式形で表わした。この式形によると各線は精度よく表わされた。次に各線からえられた p , n を y に対して図示

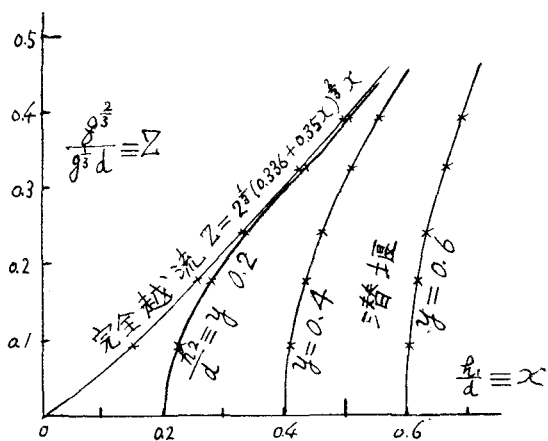


図-6

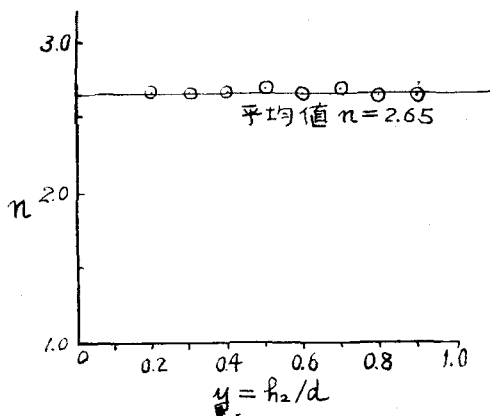


図-8

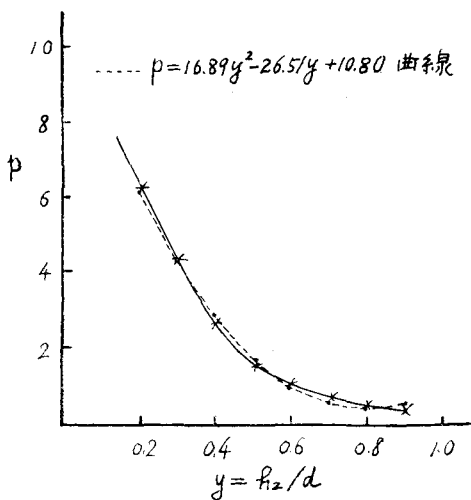


図-7

すれば、図-7、図-8となった。この図からわかるように、 $p \sim y$ 関係は一つの曲線で表わされ、 n はほぼ一定値となった。したがって図-7を最小自乗法で2次式で表わし、 n は平均値を用いれば次式がえられる。

$$x = (16.89y^2 - 26.51y + 10.80)z^{2/65} + y \dots (9)$$

$$\text{ここに } x = h_1/d, \quad y = h_2/d, \quad z = q^{2/3}/(g^{1/3}d)$$

これは潜堰に対する流量算定式である。

なお $p \sim y$ の関係式は y の小さい箇所ですれてきて、適切な曲線式については研究を要するようである。

いま実測値の h_1/d , h_2/d によって、(9)式と本間公式〔(3), (4), (5)式〕からの算定流量を実測値と比較すれば、図-9となる。これによれば(9)式はかなりよい精度をもつ潜堰の流量算定式といえる。

なお scale effect をみるため $d = 10\text{cm}$, 30cm で、図-2と相似な2種の模型についての実験を行なったが、完全越流および潜堰についての実験結果は上述の各曲線

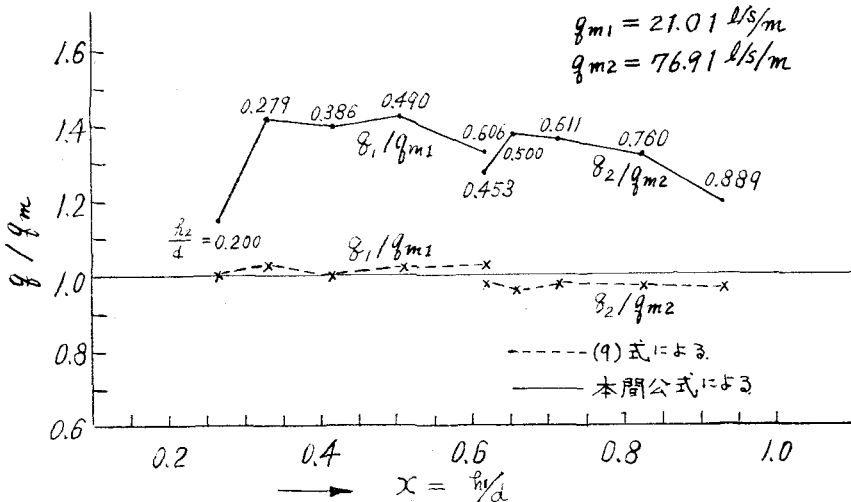


図-9 Q: 計 算 値, q_m : 実 測 値)

によく一致した。ただし不完全越流に入る h_1/d , h_2/d の値はかなり相異していた。これについては発表時にのべたい。

なお以上は一つのダムについての実験結果であるが、

今後種々の型のダムについて実験を進め、潜堰公式を完成してゆきたいと考えている。次に本研究は九州電力総合研究所の研究費によるもので、ここに記して謝意を表する。