

I-13 潜堰の流量について

九州大学工学部 正倉 ○ 上田 早比古
同上 正倉 崎山 正常

1. まえがき 堰の越流係数に關する研究は、完全越流については、かなり実験的に行なわれているが、潜堰状態につい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與數關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導出を試みたものである。

2. 実験概要 実験は図-1のように幅0.8m、深さ0.7m、長さ19mの一部硝子張鋼製水路によつた。ただし模型設置に便利のように、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の箇を幅0.6mに狭めてゐる。流量は、水路の上流端の通頭水槽に設けられた矩形量水槽によつて測定し、65ℓ/s程度までの範囲で行なつた。模型堰は木型で作つたもので、図-2、表-1に示した寸法で、図2のAB線、CD線で3部に分け各部を種々に組合せた。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待つて測定した。水位測定位置は堰天端より0.7m上流と2.8m下流の位置であつた。

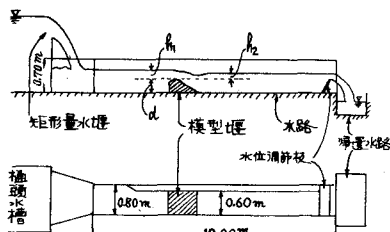


図-1 実験概要図

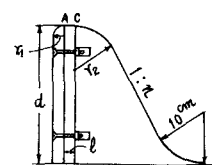


図-2 模型堰

表-1 模型堰の寸法

模型	d_{cm}	Y_{1cm}	Y_{2cm}	l_{cm}	1:1
I	20	1	10	0	1:0.8
II	"	1	10	2	1:0.8
III	"	1	5	0	1:0.8
IV	"	1	10	0	1:0.5
V	"	1	15	0	1:0.8
VI	"	1	0	45	1:0.8
VII	"	1	10	0	1:1.5
VIII	"	1	10	10	1:0.8
I'	30	1.5	15	0	1:0.8
I''	10	0.5	5	0	1:0.8

但し I', II' は Scale effect をみるため、それぞれ I の 1.5 倍、0.5 倍にした模型である。

3. 潜堰の越流係数 従来用いられている本間公式をあげると、

$$\text{完全越流: } Q = m b h_1 \sqrt{2g h_1} \quad \dots\dots (1)$$

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

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

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

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

ここに Q : 流量, b : 越流中, h_1 および h_2 : 堰天端より測つた上流側および下流側水深, d : 堰高, $\alpha, \beta, \alpha', \beta'$: 定数である。

図-3 は著者らが行なつた I 模型についての数種の流量に對する実験結果例である。流量一定にして下流水位を順次上げて行つたとき、始めは上流水位は変化せず、すなわち完全越流となすが、(図の E 部)、ある水位より上流水位も徐々に上昇を始め不完全越流を呈する(図の F 部)。この場合下流側の流れは下にもぐり上部は渦まき

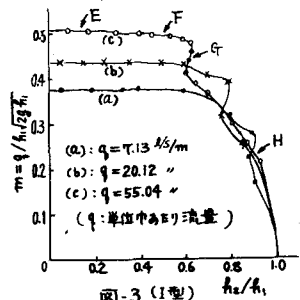


図-3 (I型)

ているが、ある水位で急に流れが上部を流れて下部が渦をまく状態になり、この瞬間に上流側水位は急激に上昇する。(図のG部) その後下流水位の上昇につれて上流側水位も上昇してゆき、いわゆる潜堰状態が続く(図のH部)。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、I型では

$$m = 0.330 + 0.416 \frac{h_1}{d} \quad \dots\dots (6)$$

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)式からえらわれる m' について図示した。これは図5に例示した。なおこの図の水平直線は(5)式による m' である。

4. 潜堰の流量算定式 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の値がえらるものと考えられるので、著者は実験値を整理して流量算定式の導出を試みた。

まず堰の流れでは周知のようにはフルード数 (Fr) が同一であれば現象は相似となる。いま Fr として、堰下流側の値 $Fr = \frac{V_0}{\sqrt{g(d+h_2)}} = \frac{q}{\sqrt{g(d+h_2)^3}}$ (ここに q は単位巾流量) を用いて潜堰状態を考へれば、

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

$$\therefore \frac{q^{2/3}}{(2g)^{1/3}d} = \phi(h_1/d, h_2/d) \quad \text{or } Z = \phi(x, y) \quad \dots\dots (8)$$

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

一方(3)式を変形すれば、

$$Z = m' \frac{q^{2/3}}{(2g)^{1/3}d} (x-y)^{1/3} \quad \dots\dots (9)$$

すなわち(8)式と同様の式がえられる。ここに m' は x, y の関数と考えられるが、種々模索検討の結果、(4)式の α, β を用いて、

$$m' = \alpha x + \beta \equiv m'_0 \quad \dots\dots (10)$$

とし、 $Z \equiv \frac{Z}{m'_0} (x-y)^{1/3}$ と y との関係を plot すれば、図6のようによい結果がえられた。この関係はほぼ $Z' = \alpha \sqrt{y}$ とみなえられるので、これを α を求めて、

$$Z' = 1.20 \sqrt{y} \quad \dots\dots (10)$$

$$\text{ただし } Z' = \frac{q^{2/3}}{(2g)^{1/3}d} (\alpha x + \beta) (x-y)^{1/3}, \quad x = h_1/d, \quad y = h_2/d$$

なる潜堰の流量算定式さうる。この関係は表1に示す各種のダム4についても同様な結果がえられ、係数 α は表2のようになった。表からわかるように広頂堰Ⅶのみは α の値がかなり異なった値を示した。いま実測値の $h_1/d, h_2/d$ によって(10)式と本間公式(3), (4), (5)式からの算定流量と実測値と比較すれば、図7となる。これによれば(10)式はかなりよい精度の潜堰の流量算定式といえる。

なお Scale effect をみるために行なった I', I'' 模型に対する実験結果を図4、図6に示している。これによるとやや異なった値を示している。また堰形状の影響などについては講演時のべない。

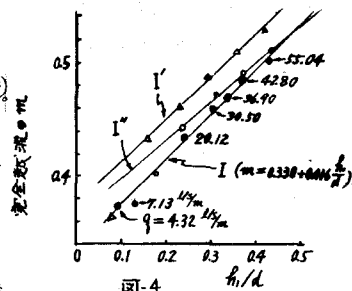


図4

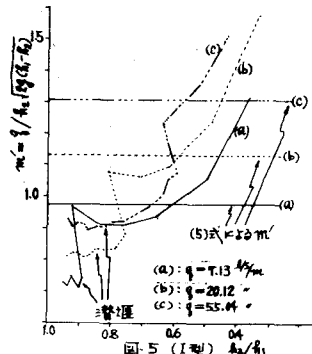


図5 (I型)

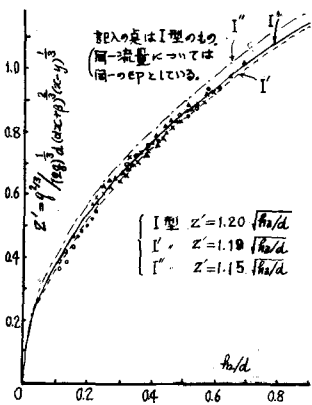


図6

表2 α 値

I 1.20	V 1.22	I' 1.19
II 1.22	VI 1.29	I'' 1.15
III 1.14	VII 1.25	
IV 1.19	VIII 1.63	

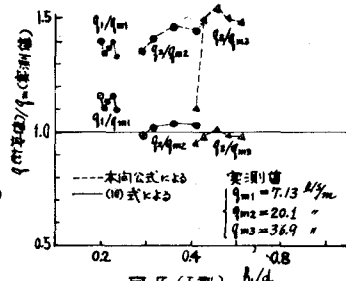


図7 (I型) h_1/d