

II-104

横越流堰の流量係数に及ぼす水面形の影響

財団法人土木研究センター 正会員 永嶋聡志 フェロー 田村正秀  
 広島大学工学部第4類(建設系) フェロー 福岡捷二  
 建設省中国地方建設局出雲工事事務所 正会員 鈴木篤 藤井勲

1. はじめに

放水路等により安全に洪水流を流下させるには、河道の分流点に分流堰等設け、流量、流砂量などを適切に制御する必要がある。その際、分流点付近の地形、地質条件等のために、堰形状が横越流堰となることが多い。

横越流堰の流量係数については、多くの研究があり、模型実験などによりいくつかの算定式が提案されている<sup>1)</sup>。しかし、越流堰区間の主流の水面形は越流条件により変化し、このため、越流水深の算定方法の違いにより、流量係数は、かなりのばらつきを生じさせる恐れがある。

本研究では、越流堰によって主流の水面形が変化することに着目して、水面形と流量係数との関係を明らかにすることによって、精度良く越流量を求めることを目的としている。横越流量に及ぼす主流水面形の影響の評価は、数値計算によって行うことも考えられるが、本文では実用的な立場から、従来用いられている越流量の式の中の流量係数の特性を調べ、これにもとづき評価する。

2. 実験方法および条件

実験で用いた縮尺 1/15 の抽出模型水路及び越流堤断面形状を図-1, 2 に示す。

実験条件は表-1 に示すとおりである。流量条件は全体模型における越流水深とフルード数が越流区間上流端で一致するように決定した。

表-1 実験ケースのまとめ

ケース	粗度係数		対象上流流量 (m <sup>3</sup> /s)	上流端フルード数 Fr <sub>0</sub>
	下流 n <sub>1</sub>	上流 n <sub>2</sub>		
1	0.035	0.020	1,500~4,500	0.72~0.80
2	0.035	0.020	1,500~4,500	0.69~0.70

3. 流量係数

本研究では、横越流量の表現式として Forchheimer の式(式(1))、伊藤・本間の式(式(2))を用いることにした。

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2gL} \left( \frac{h_0 + h_1}{2} \right)^{3/2} \quad (1)$$

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2gL} h_3^{3/2} \quad (2)$$

ここに Q : 越流量(m<sup>3</sup>/s), μ : 流量係数, g : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>), L : 越流区間長(m), h<sub>0</sub> : せき区間上流端での越流水深(m), h<sub>1</sub> : せき区間下流端での越流水深(m), h<sub>3</sub> : せき区間中央での越流水深(m)とする。

二つの式は越流水深の選び方以外は同じ式形であるが、Forchheimer の式ではせき上、下流端の平均越流水深を用いているのに対し、伊藤・本間の式ではせき区間の中央の越流水深をそのまま用いている。

一般に、越流水深はナップ形状の影響を受けない上流位置で測定される。本実験ではせき区間内の主流の水面形が流量すなわち流量係数に影響を及ぼすと考え、越流区間の主流部中心線上等間隔に5箇所水位を測定し、その平均値を越流水深として用いた。

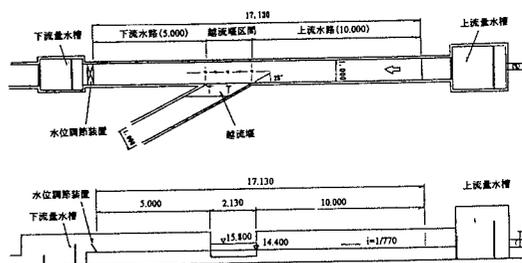


図-1 抽出模型水路

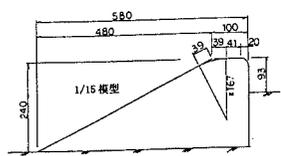


図-2 越流堰断面形状(単位:mm)

キーワード: 横越流, 流量係数, 水面形, 連絡先: 台東区台東1-6-4, TEL. 03-3835-3609, FAX. 03-3832-7397

4. 実験結果

(1) 越流区間の水面形

図-3にケース1における越流堰区間の水面形を示す。同図より流量の増加に伴い水面形の特徴に変化が現れていることに着目し、図-4に示すようにせき区間内の代表的な水面形状として、タイプI、II、IIIと分類した。

(2) 流量係数の結果

図-5では、どの水面形の時に、3通りの方法で求めた流量係数にどのような差異が生ずるか確認するため、流量係数を越流水深とせき高の比(h/w)に対して示す。例えば、h/w=0.400付近にある、左端のプロット群は対象流量1500m<sup>3</sup>/sの場合であり、3つの結果はほぼ等しい値を示す。ところが、h/wが大きくなるにつれて水面形はタイプIIからIIIとなり3つの算定結果の間の差は大きくなる。表-2には水面形と流量係数の大小関係を示す。

表-2 水面形と流量係数の大小関係

水面形状	流量係数の大小関係
タイプI	伊藤・本間>実験値>Forchheimer
タイプII	伊藤・本間=実験値=Forchheimer
タイプIII	伊藤・本間<実験値<Forchheimer

(4) A川模型実験結果との比較

図-6にA川模型実験結果との比較を示す。A川の実験では伊藤・本間の式と越流水深を3点で平均した値を代表値として用いた結果を、今回の実験では伊藤・本間の式と5点の平均値を用いた実験値による結果を比較した。

A川の実験はh/wが比較的小さかったことから、水面形は、下に凸であったと考えられる。したがって、伊藤・本間式による計算結果に対し、3点の水位の平均値を用いた流量係数は小さめに見積られたこと示している。一方、今回の実験結果では、図-4の水面形からも明らかであるように、上に凸の水面形が支配的であり、実験値が伊藤・本間の式を上回る傾向にある。以上のように、今回の実験結果から流量係数は式(5)により近似される。

$$\mu = 0.067(h/w) + 0.52 \quad (3)$$

5. 結論

- (1) 横越流堰の流量係数の算定には主流水面形の算定精度が重要である。
- (2) 越流堰区間における主流の水面形の形状は、タイプI、II、IIIの3種類に分類されることを示し、水面形が流量係数の値に与える影響の把握を行った。
- (3) タイプI、IIIで凹凸の曲率が大きい程、算定式の違いによる流量係数の差異が大きい。水面形の影響を取り込んだ越流水深を用いた実験値に対する、伊藤・本間の式及びForchheimer型の式の誤差は最大で約10%である。
- (4) A川模型実験結果を含め、流量係数に及ぼす水面形の影響の評価を行った。

その結果、H川の実験結果より、横越流堰の流量係数は式(3)により近似されることを示した。

本文では、実用的な面に力点を置いて横越流の流量係数について考察した。今後は、横越流の二次元、三次元数値計算を行うことによって、ここで得られた横越流の流れ特性、流量係数特性の力学的説明を行うつもりである。

参考文献

1) 土木学会編：水理公式集 一昭和60年版第4編発電編—pp283~296, 1985

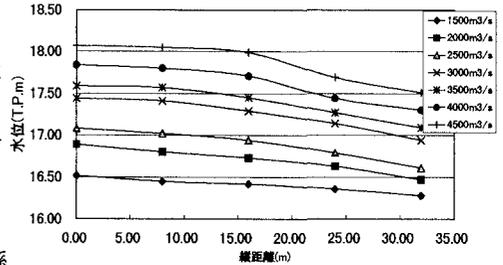


図-3 越流堰区間の水面形



図-4 水面形の分類

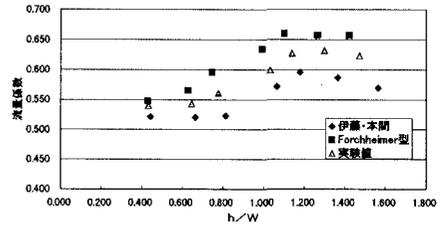


図-5 流量係数の比較

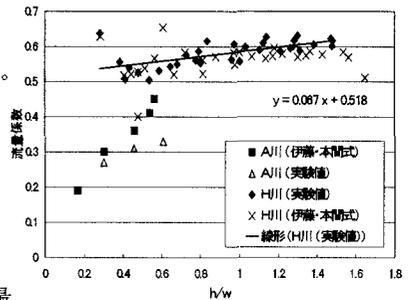


図-6 A川とH川の流量係数の比較