

湾曲水路における横越流量算定公式に関する実験的研究

ウエスコ(株) 正会員 ○荻田泰弘, パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 石原正義
 岡山大学大学院環境生命科学研究科 フェロー 前野詩朗, 正会員 吉田圭介 正会員 赤穂良輔

1. はじめに

我が国では、各河川での治水対策が鋭意進められているにもかかわらず、近年の集中豪雨等により浸水被害や河川堤防が決壊するような甚大な被害までもが発生している。このような被害を防ぐため、遊水地や調節池等の洪水調節施設により、人口や資財が集中する下流域への洪水ピーク流量を減少させる治水対策も河川整備の一手法として進められている。遊水地への流入箇所には横越流堰を設置するが、地形的な制約条件のため河川の湾曲部に設置される場合がある。横越流堰が河川の直線部に設置される場合の流量公式¹⁾は実験等により提案されているが、湾曲部に設置される場合の横越流量公式については、確立された公式がないのが現状である。

そこで、本研究では、湾曲部を再現した水理実験により横越流特性を考察し、湾曲部における横越流量算定公式の検討と評価を行った。

2. 実験の概要

本研究の実験においては堰の形状や曲率半径、流入流量のような条件を種々変化させ、湾曲水路における横越流量と水位の計測を行った。実験条件を表-1に示す。

本研究で使用する実験装置の概略図を図-1に示す。実験装置の水路部(水路長10.0m, 水路幅0.4m, 粗度係数 $n = 0.011$, 水路勾配 $i = 1/1000$, 越流堤幅 $L = 0.40\text{m}$)は、直線部と湾曲部で構成される矩形断面水路である。

以上のような実験装置を用いて、定常状態の横越流を発生させ、等流状態にし、図-1に点で示す測点における水深 h および横越流部での横越流量 Q_{LAT} を計測した。また、実験は水路外岸側に横越流堰を設置した場合と内岸側に横越流堰を設置した場合それぞれについて行った。

3. 実験結果と考察

3.1 従来の横越流量公式に関する考察

次に示す従来の3つの横越流量公式 i) ~ iii) と朝位ら²⁾による提案式 iv) での計算値と実験値を比較することにより、それらの精度を調べた。また、本実験における実測値に加えて朝位ら²⁾の実験データと既往の水理

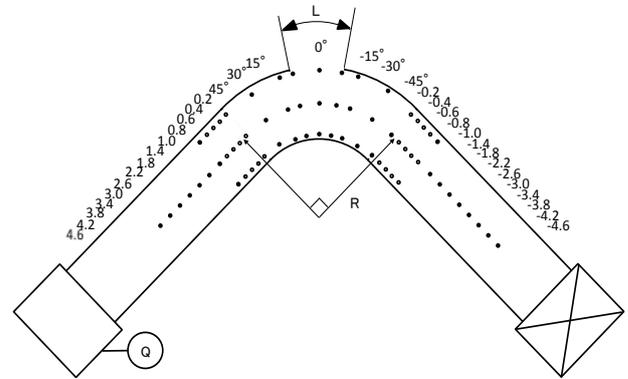


図-1 実験水路の概略図(外岸側に堰を設置した場合)

表-1 実験条件

CASE	横越流堰の位置	曲率半径 R(m)	横越流堰幅 L(m)	水路幅 B(m)	堰高 W(m)	流入流量 $Q_N(\text{m}^3/\text{s})$	横越流量 $Q_{LAT}(\text{m}^3/\text{s})$	
1	堰なし	1.0	0.4	0.4	堰なし	0.03	0.0	
2						0.04		
3						0.05		
4	外岸側				0.05	0.03	0.0085	
5						0.04	0.0126	
6						0.05	0.0163	
7						0.075	0.03	0.0059
8							0.04	0.0099
9							0.05	0.0140
10	内岸側				0.05	0.03	0.0034	
11						0.04	0.0071	
12						0.05	0.0112	
13						0.075	0.02	0.0026
14							0.03	0.0051
15							0.04	0.0074
16	0.1				0.03	0.0033		
17					0.04	0.0060		
18					0.05	0.0089		
19					0.03	0.0015		
20					0.04	0.0043		
21					0.05	0.0073		

模型実験における実験データを用いて考察を行った。

- i) 正面越流を基本とする横越流量の補正(水理公式集平成11年度版, 式3-1.15)
- ii) 流量係数一定の場合の理論解(水理公式集平成11年度版, 式3-1.16)
- iii) 主流が常流の場合の簡易実験式(水理公式集平成11年度版, 式3-1.18)
- iv) 湾曲水路の横越流の流量係数の検討(朝位ら²⁾による提案式)

本実験の外岸側越流での結果では、図-2に示すとおり

キーワード：横越流, 湾曲水路, 横越流量算定公式, 模型実験

連絡先 〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学大学院 TEL086-251-8151

り、iii)の主流が常流の場合の簡易実験式による計算値は、実験値よりも多少過小評価するが比較的適合性がよいことが分かる。一方、図-3 に示すように内岸側越流においては、同iii)式による計算値と実験値が概ね一致している。そこで、外岸側越流に関して、iii)式を補正することにより水路外岸側に関する横越流量算定式の検討を行った。

3.2 算定公式の妥当性の検討

本研究での提案式としてiii)式に補正係数 C_b をかけた式を仮定する。係数 C_b の特性は次のように考えられる。湾曲部内外岸の水位差 Δh の増大とともに増大し、堰幅 L の増大とともに増大する。また、堰の位置を表す角度 θ の増大とともに増大する。さらに、 Δh は流速 V 、水路幅 B の増大とともに増大し、曲率半径 R の減少とともに増加する。このような、水路湾曲部における横越流特性を表現する横越流量算定式として、以下に示す式を提案する。

$$Q_{LAT} = C_b \cdot C_w L (H_a - W)^{3/2} \quad (1)$$

$$C_b = \left(1 + \frac{\Delta h}{H_a}\right)^{\alpha_1} \left(\frac{L_{max} + L}{L_{max}}\right)^{\alpha_2} \{1 + \sin(\theta / 4)\}^{\alpha_3} \quad (2)$$

ここに、 $\alpha_1 = 1.000$ 、 $\alpha_2 = 0.458$ 、 $\alpha_3 = 1.113$

本研究での提案式(1)による計算値と湾曲水路での実験値(外岸越流)の比較を図-4に示す。なお、横軸は計算値 $Q_{LAT(CAL)}$ を、縦軸は実験値 $Q_{LAT(EXP)}$ を示す。補正係数 C_b により、横越流量の計算値と実験値が概ね一致しており、湾曲水路の外岸越流における横越流量の算出が可能となったと考える。

4. おわりに

本研究では、遊水地計画等における湾曲部での横越流量の推定を目的として、堰の高さを变化させた横越流刃形堰における越流特性を湾曲水路外岸側と内岸側のそれぞれについて実験により計測し考察した。その計測結果にもとづいて、従来の横越流量公式の適用性を考察するとともに、水路の湾曲の影響を考慮した流量算定公式について検討したものである。湾曲での補正係数 C_b には、3次元流となる水理現象を踏まえて、湾曲部内外岸の水位差 Δh 、堰幅 L 、堰の位置の角度 θ の3つのパラメータをとりこむものとした。その結果、補正係数 C_b により『iii)主流が常流の場合の簡易実験式』を補正することにより、湾曲水路での横越流量算定式の精度を向上させることができた。

今後は、湾曲部の曲率半径や堰位置(湾曲部の上流配置や下流配置)についての越流量への影響を検討し、補正係数 C_b の適用範囲を拡げていく必要がある。

参考文献

- 1)土木学会, 水理公式集, 平成11年度版, pp.96, 250, 251.
- 2)朝位孝二, 河元信幸, 水井将大: 湾曲した水路の横越流公式の流量係数の検討, 山口大学工学部研究報告, 2015, pp.49-54.

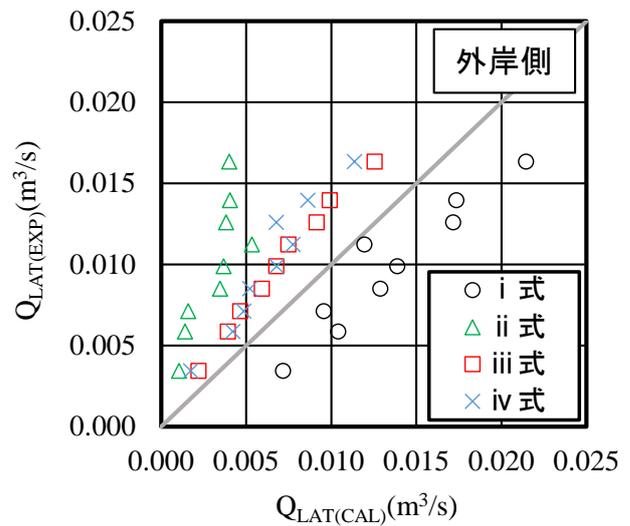


図-2 各式による計算値と実験値(外岸側)

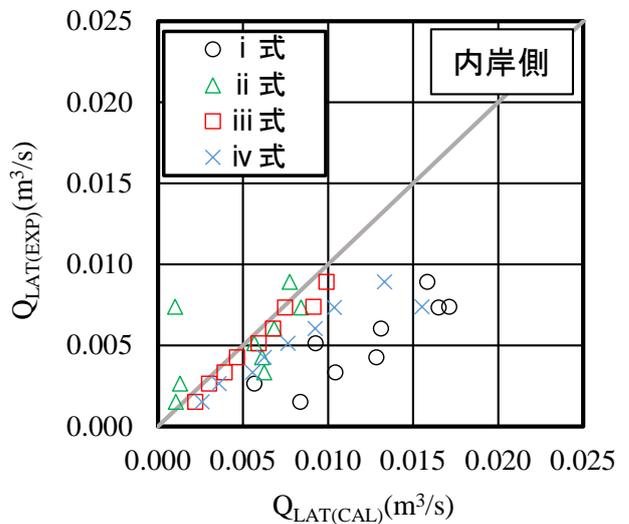


図-3 各式による計算値と実験値(内岸側)

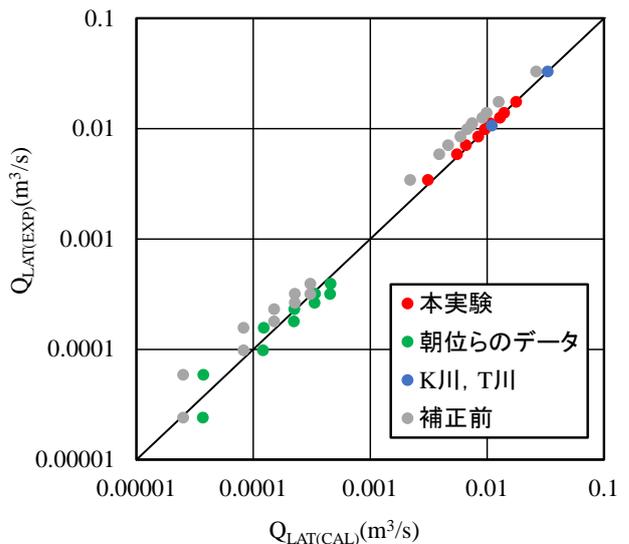


図-4 提案式の精度(外岸側)