

山口大学 正○河元 信幸
山口大学 正 朝位 孝二
戸田建設㈱ 馬場園 寛徳

1. はじめに

堰公式は直線河道を対象とした横越流公式、もしくは、正面越流公式が準用される。直線水路の横越流については、国内外で長く研究されており、国内では本間らの正面越流堰公式が代表である。しかし、それらの研究では適用範囲が限定されていることや、氾濫流量算定に要する計算が煩雑なことなど実用的ではない。また、実河川は蛇行しており、従来の堰公式の適用には問題がある。

本研究は、一様矩形断面の直線水路と弯曲水路を用いて、堰幅、堰高、流量を系統的に変えて横越流実験を行い、実験結果から直線水路と弯曲水路の横越流特性の比較を行う。あわせて、横越流流量の堰公式の適用を確認し、弯曲水路での流量係数の比較を行うものである。

2. 実験装置・実験条件・実験内容

実験に用いた水路は、長さ 1000cm、幅 60cm、高さ 20cm、河床勾配 1/1000 のアクリル製開水路内に、直線水路では、幅を 20cm に上流端から区分けを行い、800cm の位置から横越流堰を設置した。弯曲水路では、その下流を 615cm 位置から波長 200cm の正弦曲線で蛇行度を 1.10 として 1 周期半設置し、1 周期位置に横越流堰を設置した。図 1 に実験装置の概略を、図 2 に横越流堰概略を示す。また、表 1 に本研究での実験条件を示す。

3. 結果

一般に横越流流量を算定する際には、本間の堰公式が用いられる。本研究では、完全越流として実験を行い、本間の修正堰公式を用いて実測値と計算値の比較を行った。完全越流時の本間の堰公式と修正堰公式を以下に示す。

完全越流

$$Q = C \times h_1 \sqrt{2gh_1} \times L \quad (1)$$

$$I > 1/1580$$

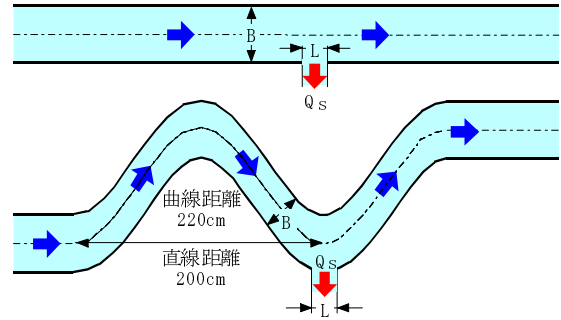


図 1 実験装置概略

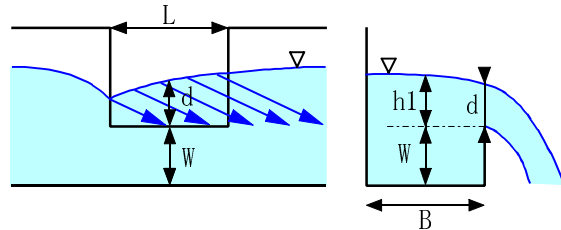


図 2 堰形状概略

表 1 実験条件

	横越流堰形状		実験流量 $Q(\text{cm}^3/\text{s})$
	堰幅 $L(\text{cm})$	堰高 $W(\text{cm})$	
直線水路	5,10,15,20	0,1,2,3,4	5000 6000 7000
弯曲水路	5,10	0,1,2,3,4,5,6,7	

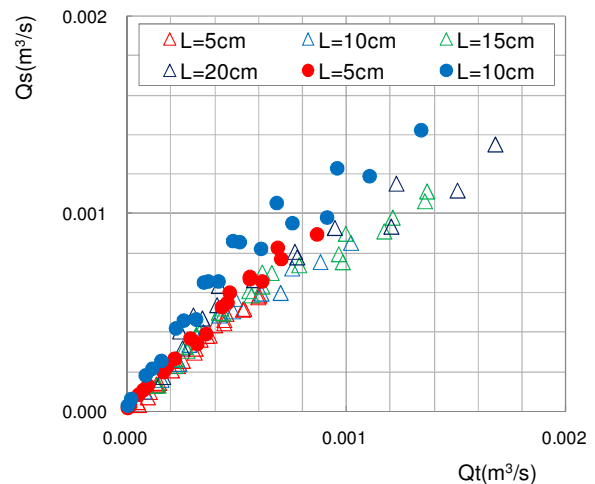


図 3 横越流流量の実測値と計算値の関係

$$\frac{Q_s}{Q} = (0.14 + 0.19 \times \log \frac{1}{I}) \times \cos(48 - 15 \times \log \frac{1}{I}) \quad (2)$$

ここで、 $C = 0.35$

その結果を図3に示す。縦軸は実測流量 $Q_s(\text{m}^3/\text{s})$ を、横軸は上式から計算された流量 $Q_t(\text{m}^3/\text{s})$ を用いている。図中の描点は△描点が直線水路を○描点が弯曲水路を示し、堰幅ごとに示している。なお、弯曲水路では、水路横断方向に水深が変化するため、3点計測の平均値を用いており、河床勾配による修正は含めていない。

直線水路では、計算された流量と実測流量とよく合致しており、今回の実験条件では本間の修正堰公式は有効であることが確認できる。しかし、弯曲水路では、実測値に比べ計算値が、過小評価になる傾向が表れている。その要因として、弯曲水路による遠心力効果が考えられる。本間の堰公式で用いられるのは水路中央水深と堰高の差(h_1)であるが、弯曲水路では横断方向の水面形が弯曲の影響を受けている。そこで、本研究では横越流堰上水深(d)を用いて、弯曲水路での流量係数(C)を定義することにより堰公式への適用を試みる。

図4は、水路中央水深と堰高の差 h_1 と横越流堰上平均水深 d_{ave} の関係を示したものである。直線水路では、 d_{ave} が h_1 の $2/3$ 程度であるのに対し、弯曲水路では同程度であることがわかる。

そのため本実験条件での流量係数を実験によって得た流量から逆算した結果が図5である。堰高が低い場合、もしくは堰高が水深程度でばらつきがみられる。また堰幅が広いと流量係数が大きくなることがわかる。また、流量での違いは小さく、多くの値が $0.45 \sim 0.65$ の間に集まっている。

以上の結果から弯曲水路の流量係数 C を 0.55 と定義し、この値を用いた理論値と実測値の比較を図6に示す。今回の実験条件での実測値と理論値は、本間の堰公式を使用した図3と比べて、過小評価傾向が改善していることが確認できる。

4. おわりに

本研究では、一様矩形断面の直線水路、弯曲水路での横越流実験を行い、両水路の横越流特性の考察を行った。また、既存の堰公式を使用し、流量係数

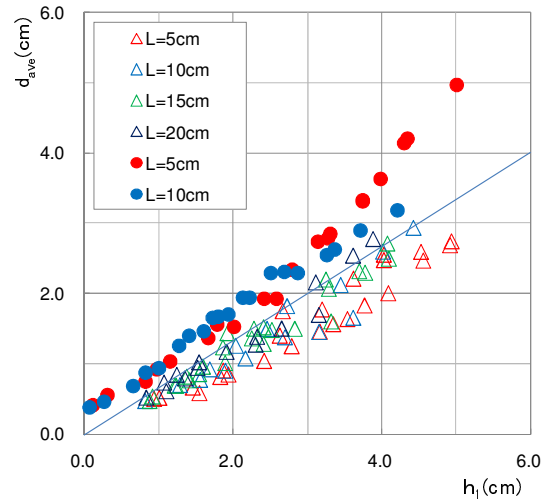


図4 水路中央水深と横越流水深の関係

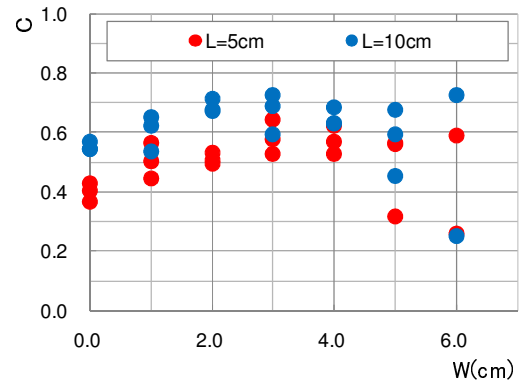


図5 堰高と流量係数の関係

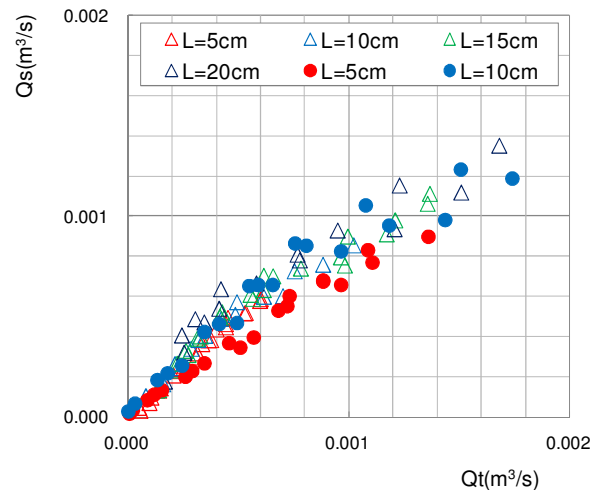


図6 横越流流量の実測値と計算値の関係

を新たに定めた。その結果、直線水路で本間の修正堰公式は有効であること、弯曲による遠心力が働く場合、横越流量の計算値が過小評価となること、弯曲水路では、流量係数を新たに定めることで過小評価が改善されることが確認できた。