

円形管路における横越流堰の 流出特性に関する一考察

九州共立大学工学部 学生員 ○中村公章
九州共立大学工学部 正 員 粟谷陽一
九州大学工学部 正 員 楠田哲也
九州共立大学工学部 正 員 荒尾慎司
九州共立大学工学部 水本克也

1. はじめに

現在、「下水道施設設計指針と解説」により、雨水吐き室における横越流堰からの雨水越流量を計算するときには、完全越流のとき $Q_w = 1.8 L H^{3/2} = 0.406 \sqrt{2g} L H^{3/2}$ (Q_w : 越流量、 L : 堰長、 H : 越流水深) が用いられている。しかし、この式における越流係数0.406は、横越流堰を含めた円形管路内の流れの特性(常流、射流)や横越流堰の堰高等を考慮したものになっておらず、実際の越流係数とは異なっていることがある。本研究の目的は、この越流係数0.406と実測した越流量によって得られた越流係数との関係を検討することにある。

2. 実験装置の概要と実験方法

(1) 実験装置の概要

実験装置の概要を図-1に示す。横越流堰を含めた管路には、内径9.85cm、管路長5.1mの亚克力樹脂製のものをを用いており、管路の上流端から4.1mの所に横越流堰(堰高2cm)を設置した。

(2) 実験方法

本実験は、堰高を固定し、管路勾配 I 、堰長 L をパラメータとして検討を行った。その検討ケースを表-1に示す。各ケースにおいて、管内の流れを定常状態とし、管内流量を徐々に増加させ、そのときの横越流堰からの越流量と越流水深を計測した。堰区間の越流水深の計測を管路断面中央部において主流方向に等間隔(堰長を5~6等分)で行った。管路末端部の流れを自由放流とした。

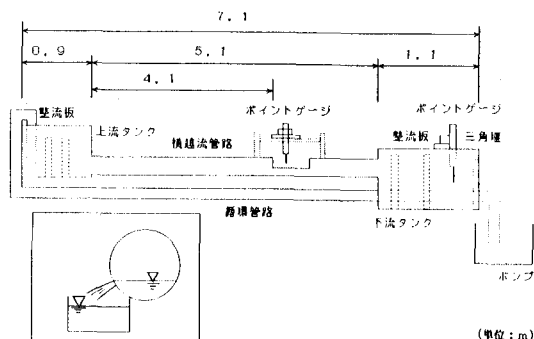


図-1 実験装置の概要

表-1 実験ケース

ケース	管径D (cm)	堰高P (cm)	堰長L (cm)	勾配I
1	9.85	2	10	0, 1/100, 1/50
2			20	0, 1/100, 1/50
3			30	0, 1/100, 1/50
4			50	0, 1/100, 1/50

3. 実験結果と考察

(1) 堰区間の流れ

堰区間で実測した水面形状の一例を図-2に示す。図-2は、堰長20cm ($L/D=2.03$)、堰高2cm ($P/D=0.2$) で、しかも管路勾配 $I=0$ のものであり、越流量が小さいときのものを除いては、堰上流端でのフルード数(このフルード数を計算するときには、管路内の水深として、堰上流端での流下断面積を水面幅で割ったときに得られる等価水深を用いている。)が1を越えており、水面が流下方向に低下している。他のケースにおいても、そのほとんどがフルード数1を越えており、堰区間の流れは射流となっている。

(2) 越流係数の算定

実測した越流量をもとに、次式により越流係数 m の算定を行った。その結果を図-3に示す。

$$m = Q / (\sqrt{2g} \Sigma ((h - p)^{3/2} \Delta x)) \quad (1)$$

ここで、 Q は越流量（実測値）、 h は堰区間を等分割したときの各分割区間の平均水深、 Δx は堰区間の分割長さを示している。

図-3に示す通り、堰長が増加するにつれて越流係数は大きくなっており、フルード数の増加に伴っては、越流係数は減少している。これは、従来の研究によっても同様のことが示されている²⁾。また、越流係数は、0.24から0.55までの広い範囲に分布している。

(2)越流公式により算定された越流量と実測した越流量との比較

越流公式を用いて算定された越流量 Q_w と実測値 Q_e との比 Q_e/Q_w を図-4に示す。この結果によれば、堰長が短いほど比 Q_e/Q_w が小さくなっており、堰長10cm ($L/D=1.02$)では、その比率はほぼ0.8以下である。また、堰長が30cm ($L/D=3.05$)になると、その比率は0.95から1.18の範囲にある。堰長が50cm ($L/D=5.08$)では、他のケースとは異なり、フルード数の増加につれて Q_e/Q_w の値が大きくなっている。越流公式によって算定された越流量 Q_w と実測した越流量 Q_e がほぼ一致しているのは、堰長が30cm ($L/D=3.05$)のときである。従って、越流公式による越流量の計算値は、堰長が30cm ($L/D=3.05$)未満では過大評価しており、堰長が30cm ($L/D=3.05$)を越えると過小評価していることが明かとなった。

4. まとめ

今回行った実験の範囲内では、越流公式を用いた越流量の計算値と実測値との間に最大40%程度の差が生じていることが明かとなった。また、 $L/D=3.05$ では、実測した越流量が、越流公式による越流量の計算値にほぼ近い値となっていることが示された。

今後は、管路末端部での堰上げを行うことにより、フルード数の小さいときの検討を行っていく予定である。

5. 参考文献

- 1) 下水道施設設計指針と解説, 日本下水道協会, 1972
- 2) A.Uyumaz et al: Flow over Side Weirs in Circular Channels, Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Vol.111, No.1, January, PP.144-160, 1985
- 3) 逆瀬川ら: 遮流板を考慮した横越流堰の流出特性について, 土木学会第48回年次学術講演会, pp.436-437, 1993

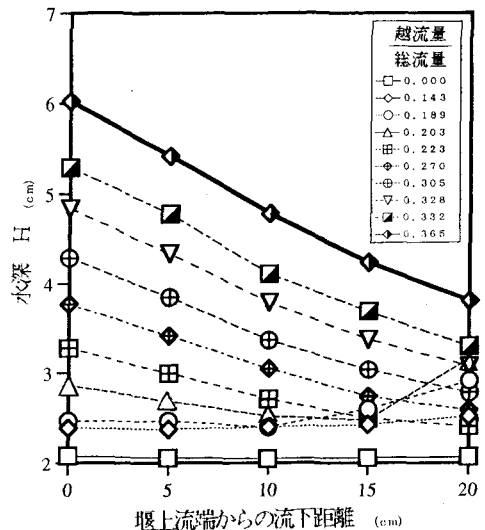


図-2 水面形状

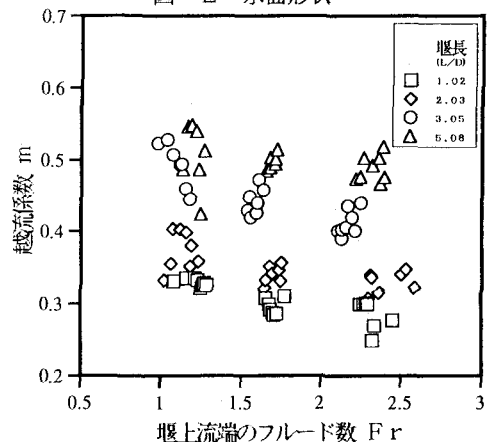


図-3 越流係数とフルード数との関係

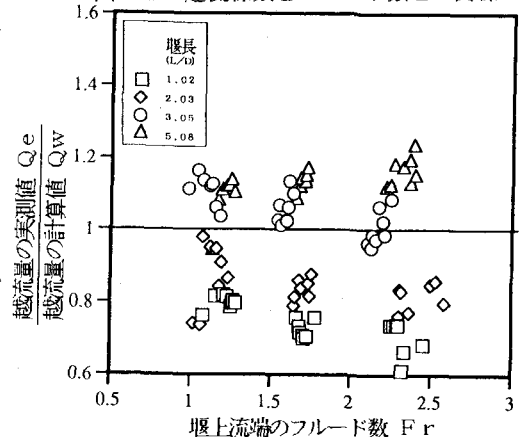


図-4 越流量と計算値との比較