

常流中の横越流の流量制御に関する実験的検討

Experimental Investigation on Discharge Control at Side Weir in Subcritical Flow

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田陽一

日本大学理工学部土木工学科 学生会員 ○福沢一輝

1. はじめに

全国各地で浸水被害や洪水氾濫が報告され、局所的な降雨に対応する雨水対策を講ずることは喫緊の課題である¹⁾。浸水被害や洪水氾濫を未然に防ぐ方法として、河川や雨水管内において横越流堰を利用し、分水させる方法が用いられる²⁾。貯留能力を増強するためには、貯留規模を大きくしなければならないといった課題がある。そこで、細分化した小規模な調整池・貯留施設で分水を行い、集水域全体でピーク流量を減らす必要がある。本研究室では、横越流部から流出する流量を制御し、段階的に分水を行う方法として、横越流部にフラップ板を設置することを提案している³⁾。ここでは、横越流区間で常流が形成される場合を対象に、横越流の流況がどのように変化するか、流況の変化に伴い、分配量がどの程度抑えられるのか実験的に明らかにしている。

2. フラップを用いた流量調節機能の特徴

横越流部から流出する流量を制御し、段階的に分水を行う方法として、横越流部にフラップ板を用いた流量調節機能の概要図を図1、2に示す。なお、フラップ板は模型では高さ10 cm、厚さ0.9 cm、奥行き4.3 cmの合板で作成されている。流量規模の増加に伴い、特に横越流区間で射流が形成される場合、分配量が急激に増加することから、フラップ板を横越流部に設置し、流量調節することが望ましいと考える。

3. 実験方法

実験は、水路幅80 cm、水路高さ60 cm、長さ15 mを有する矩形断面水路に横越流模型を設置した。なお、主要水路は矩形断面である。水路勾配として、水平を対象とした。流量規模を示す無次元量に主要水路幅 B と限界水深 dc との比、相対水深 dc/B (dc :横越流堰上流側の主要水路区間で定義した限界水深)を表1に示す範囲で変化させた。横越流区間に対するフラップ板を設置した割合を示す無次元量に開口率 t/T を用いた。 T は横越流区間長さ、 t は横越流区間の全開口幅($t = T - n(L \cos \theta + e \sin \theta)$; e :フラップの厚さ、 L :フラップ1枚当たりの長さ、 n :フラップ設置数、 θ :フラップ傾斜角度)であり、開口高さが一定であることから、 t と T との割合を開口率とした。また、フラップ板を設置するにあたり、流下方向に対して反対向きの 45° とし、フラップ板を間引く間隔は、各開口幅が同一となるように均等に間引くように設置した。

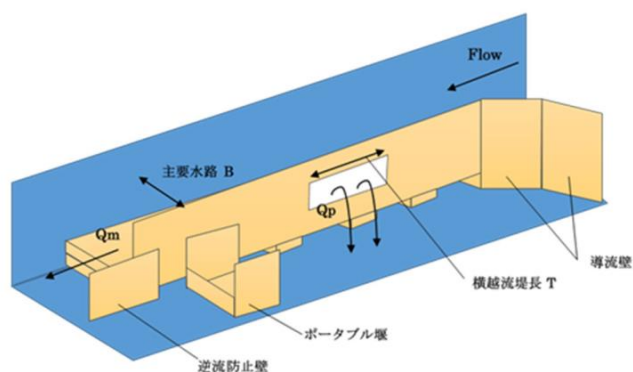


図1 横越流実験模型

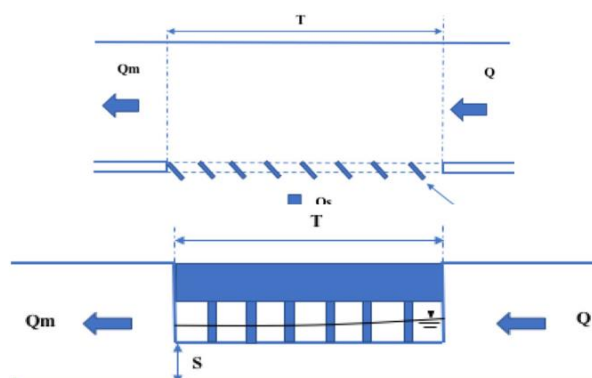


図2 フラップ設置の横越流模型の定義図

キーワード 雨水対策, 横越流, 流量制御, 流量分配, フラップ

連絡先 東京都千代田区神田駿河台 1-8 TEL.03-3529-0409 E-mail: yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

4. 横越流部を流出する流況

横越流部から流出する流況として、写真 1 にそれぞれ示されるように、主要水路の流れに対して反対方向に落下する流況 (逆向き流れ)、主要水路に対して直交する流況 (直交流れ) が形成される。流況区分について開口率 t/T と流量規模を示す dc/B との関係で整理したものを図 3 に示す。図に示されるように、各流況の境界は開口率 t/T が支配的であることがわかる。横越流区間の流れが常流となる場合、横越流区間の水位が下流側に進むにつれて、堰上げ効果の影響を受けて大きくなり、開口率 t/T ばかりでなく dc/B によっても境界が変化することが示される。

5. 横越流の流量分配比の変化特性

横越流部上流側の流量 (総流量) Q と横越流部から流れる流量 Q_s との比、流量分配比 Q_s/Q について、実験結果より、 $Q_s/Q = f(dc/B, t/T, T/B, B/S, i, Fr_1, \theta)$ の関係で整理したものを図 4 に示す。図に示されるように、逆向き流れを形成させることで、流量規模の変化に対して、 Q_s/Q の増加率は小さくなり、順流流れの場合と比べ分配量が抑制される。すなわち、逆向き流れが形成されるようにフラップ板を設置した横越流区間で細分化した貯留施設を通して段階的に分水を行うことができると考えられる。

6. まとめ

横越流部にフラップ板を設置することによって、横越流部から流出する流況として逆向き流れと直交流れが形成される。形成条件として、横越流区間の流れが常流である場合、 t/T ばかりでなく dc/B によって流況の境界が変わることを示した。また、流量分配比の結果より、横越流する流れが逆向き流れと直交流れの場合では、流量分配比の変化が異なる。特に、逆向き流れが形成される場合、流量規模の変化に対して Q_s/Q の増加率は小さく、分配量を抑制することができる。

表 1 実験条件

堰長 T (m)	主要水路 幅 B (m)	相対堰長 比 T/B	勾配 i (-)	相 対 水 深 dc/B	開口率 t/T	フルード 数
0.80	0.405	1.98	0	$0.045 \leq dc/B \leq 0.343$	$0.3 \leq t/T \leq 1.0$	$0.288 \leq Fr \leq 0.629$
堰高さ S (m)		フラップ枚数 N		フラップ設置角度($^\circ$)		
0.10		0, 10, 15		45		



a) 逆向き流れ

b) 直交流れ

写真 1 フラップからの流れの流況

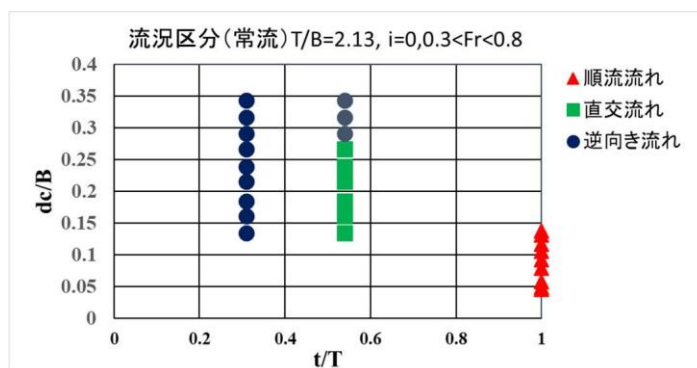


図 3 各流況の形成領域

($B/S = 4.05$, $\theta = 45^\circ$)

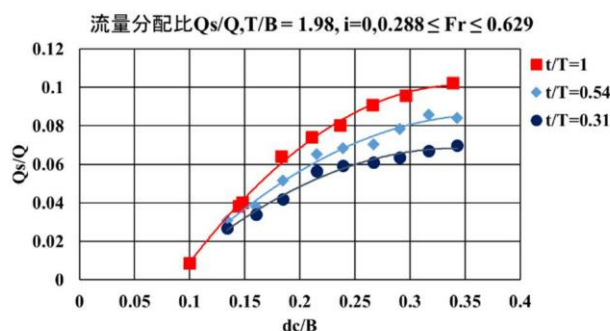


図 4 $Q_s/Q = f(dc/B, t/T, T/B, B/S, i, Fr, \theta)$ の関係

($B/S = 4.05$, $\theta = 45^\circ$)

参考文献

- 1) 安田陽一, 「管きょ内の水理学の今後の展開」, 日本下水道新聞, 2015 年 8 月 26 日, 9 頁掲載 (第 2269 号)
- 2) 荒尾慎司, 瀧田康雄, 楠田哲也: 直線水路における横越流堰の分水特性に関する理論的研究, 下水道協会誌, Vol.37, No.448, pp.139-150, 2000.
- 3) 安田陽一: 射流中の横越流の流量制御に関する実験的検討, 第 55 回下水道研究発表会, N-2-2-4, 2018.