

## フラップによる横越流の流量制御に関する実験的検討

## Experimental investigation on discharge control due to flap plate in side weir

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<sup>1)</sup>。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<sup>2)~4)</sup>。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方法がある。また、地形条件によって、横越流区間の流れが常流の場合、射流の場合、および流量変化に伴い常流から射流に遷移する場合がある。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<sup>3),4)</sup>。ここでは、横越流区間で射流が形成される場合、常流が形成される場合、流量変化に伴い常流から射流へ遷移する場合を対象に、流量分配比について実験的検討を行い、横越流における排出制御に関するフラップ板設置の影響について検討した。

## 2. 実験方法

実験は、水路幅 80cm、水路高さ 60cm、長さ 15m を有する矩形断面水路に横越流模型（図-1）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、1/100、1/250 の三種類を対象とした。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、 $\theta$ : 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  $45^\circ$  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。

## 3. 横越流部を流出する流況

横越流部から流出する流況は、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）、主要水路の流れに対して同じ方向に落下する流況（順流流れ）の 2 つに大別される。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-2 に示す。図に示されるように、横越流区間の流れが常に射流となる場合、開口率  $t/T$  によって流況区分の判別が可能となる。また、横越流区間が常流となる場合、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。

## 4. 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、 $Q_s/Q = f(dc/B, t/T, T/B, i, Fr_1, \theta)$  の関係で整理したものを図-3 に示す。図-3 に示されるように、流量規模を示す無次元量  $dc/B$  が大きくなるにつれ、開口率  $t/T$  による流量分配比  $Q_s/Q$  の変化が大きくなる。また、横越流区間の流れが射流の場合と常流の場合で変化傾向が異なる。これは、射流と常流では横越流区間の水面勾配が異なるためと考えられる。また、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

キーワード 排水能力、横越流、流量制御、流況、フラップ板

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

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。

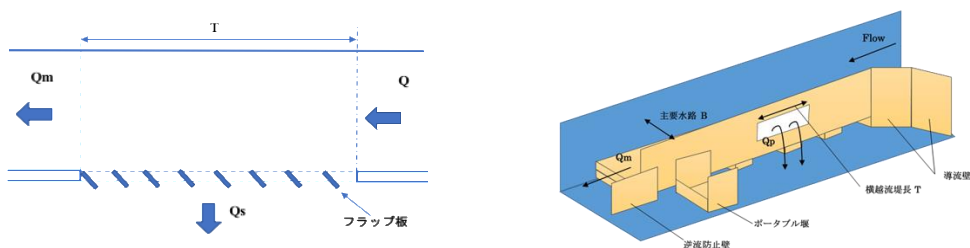
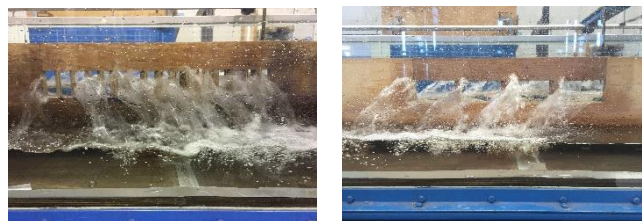


図-1 実験模型

表-1 実験条件 流況及び流量分配比に関する検討

|        | 堰長 T(m) | 主要水路幅 B(m) | 相対堰長比 T/B | 水路勾配 i(-) | 相対水深 dc/B        | 開口率 t/T           | フルード数Fr           |
|--------|---------|------------|-----------|-----------|------------------|-------------------|-------------------|
| Case A | 0.80    | 0.376      | 2.13      | 1/100     | 0.406≤dc/B≤0.511 | 0.337 ≤t/ T ≤1.00 | 1.31 ≤Fr≤ 1.41    |
| Case B |         |            |           | 1/250     | 0.405≤dc/B≤0.500 | 0.646 ≤t/ T ≤1.00 | 1.20 ≤Fr≤ 1.30    |
| Case C |         |            |           | 0 (水平)    | 0.318≤dc/B≤0.511 | 0.540 ≤t/ T ≤1.00 | 0.865 ≤Fr≤ 1.04   |
| Case D | 1.00    | 0.405      | 2.66      | 1/100     | 0.405≤dc/B≤0.503 | 0.646 ≤t/ T ≤1.00 | 1.31 ≤Fr≤ 1.41    |
| Case E | 0.50    |            | 1.33      |           | 0.405≤dc/B≤0.506 | 0.646 ≤t/ T ≤1.00 | 1.31 ≤Fr≤ 1.41    |
| CaseF  | 0.80    |            | 0.405     | 1.98      | 0(水平)            | 0.045≤dc/B≤0.343  | 0.310 ≤t/ T ≤1.00 |

| 主要水路幅 B(m) | 堰高 S(m) | フラップ板設置角度 $\theta(^{\circ})$ |
|------------|---------|------------------------------|
| 0.376      | 0.10    | 45                           |



a) 逆向き流れの流況

b) 順流流れの流況

写真-1 横越流区間の流況

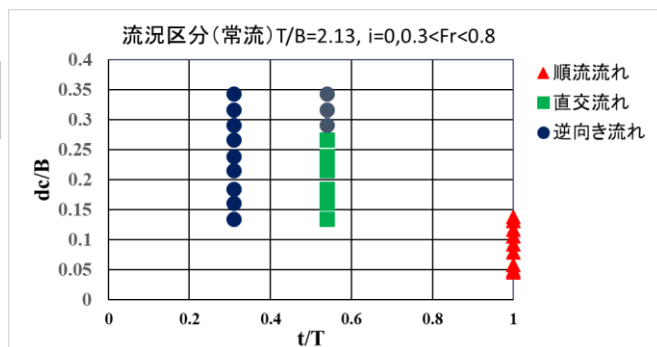
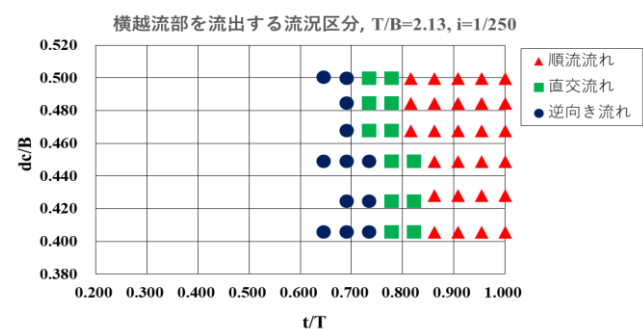


図-2 横越流部を流出する流況区分 ( $\theta = 45^{\circ}$ )

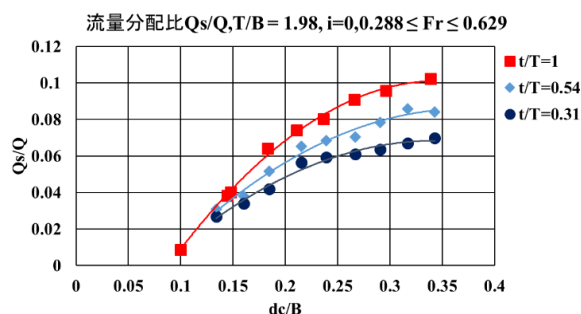
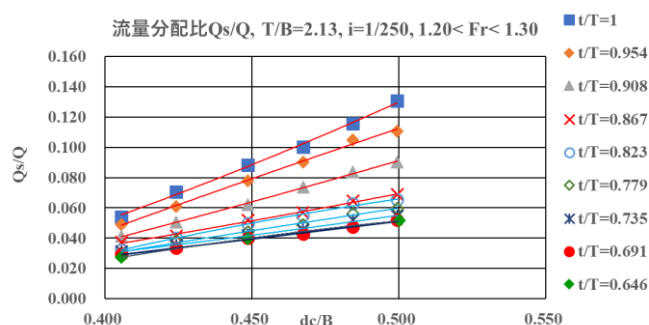


図-3  $Q_s/Q = f(dc/B, t/T, T/B, i, Fr, \theta)$  の関係 ( $\theta = 45^{\circ}$ )

#### 参考文献

- 1) 安田陽一, 篠崎遼太, 石川眞: 急勾配水路における流量分配の提案とその可能性, 第 42 回 土木学会関東支部, CD-ROM, 2015.
- 2) Willi H. Hager: 下水道水理学—理論と実務—(日本語版) 第 17 章分水水路, 公共投資ジャーナル社, 第 1 版, pp.423-453, 2008.
- 3) 細川康司, 安田陽一: 射流中の横越流の排出機能に対するフラップ設置の影響, 第 54 回下水道研究発表会, N-2-1-4, 2017.
- 4) 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.