

# 横越流堰下流側に設置した円柱の高さが分水機能に及ぼす影響

日本大学理工学部 正会員 安田 陽一

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○飯野 稔太

## 1. はじめに

近年、市街地を中心に集中豪雨による内水氾濫が全国各地で報告されている。このような被害へ対策を講じることは喫緊の課題である。内水氾濫による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用いて分水を行い、一時的に貯留施設に貯留を行うことでピーク流量を減ずる方法が用いられる<sup>[1]</sup>。横越流堰の多くは固定堰であるため、流量規模が小さい段階では、貯留施設ではなく河川に直接放流する状態にし、流量規模が大きくなった段階では、貯留施設に送水し、河川に放流できる許容流量まで制御することが望ましい。この場合、降雨量の時系列変化に応じた貯留施設への分水量および河川放流量の調整には横越流堰の堰高さや堰長による制御では限界がある。本研究室では、雨水対策として降雨量の時系列変化に応じた貯留施設への分水量の調整および横越流区間下流側における分水後の河川放流量の制御を目的とし、円柱を用いた横越流堰を提案した<sup>[2]</sup>。横越流堰下流端に円柱を設置することで、流量規模の小さい段階では分水せず、下流側へ通水し、流量規模が大きくなった段階で分水される。つまり、降雨量の時系列変化に応じた貯留施設への分水量の調整が可能であることが示された<sup>[3]</sup>。ただし、横越流堰下流端に設置する円柱の高さによる河川放流量の変化については広範囲に検討されていない。

ここでは、表1に示す異なる円柱高さに対して分水機能を比較し、総流量に対する横越流堰下流側の河川放流量の割合について検討する。

## 2. 実験条件

実験には水路幅 0.40 m、水路高さ 0.60 m、長さ 15 m である矩形断面模型水路を使用し、主要導水路幅  $B = 0.15$  m、横越流堰高さ  $W = 0.09$  m、横越流堰長  $T = 0.50$  m、横越流堰端厚さ  $t = 0.021$  m、横越流堰下流側の主要水路長  $L_m = 1.0$  m の横越流模型を設置した(図1参照)。

横越流堰下流側に暗渠が設けられることを想定して制御板を設置した。実験条件を表1に示し、総流量規模を表す無次元量  $d_c/W$  ( $d_c$ :横越流区間上流側の限界水深) および相対円柱高さ  $H/W$  ( $H$ :円柱高さ) を変化させ、総流量  $Q_t$  に対する横越流区間下流側における分水後の河川放流量  $Q_m$  の割合である流量分配比  $Q_m/Q_t$  の変化傾向について検討を行った。なお、制御板下流の水路では自由越流する流れとしている。限界水深の算定には式(1)を用い、横越流区間下流側における分水後の河川放流量について、主要水路下流側の流量測定堰の越流水深を測定することによって、横越流区間下流側における分水後の河川放流量  $Q_m$  を算出した。また、総流量  $Q_t$  から河川放流量  $Q_m$  を引くことで分水流量  $Q_s (= Q_t - Q_m)$  を算定した。

$$d_c = \sqrt[3]{\frac{Q_t^2}{gB^2}} \quad (1)$$

表1 実験条件

Type	$d_c/W$	$H/W$	$R/B$	$T/W$	$L_m/B$
1	0.480	0	0.580	5.56	7.23
2		1.56			
3	~	1.22			
4	1.30	1.00			
5	0.667				

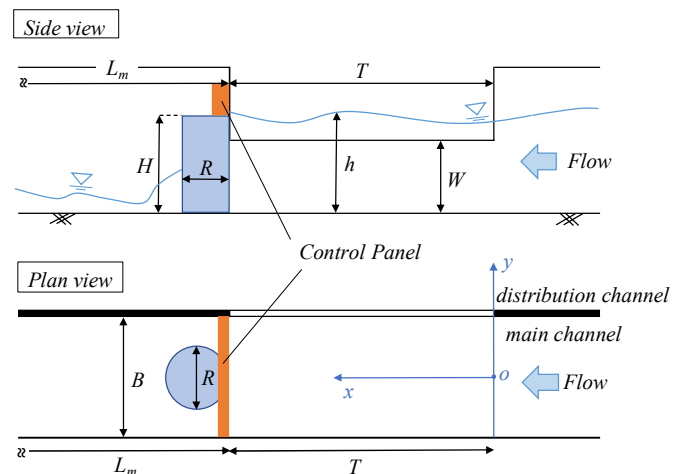


図1 模型設置図

キーワード 雨水対策, 内水氾濫, 流量制御, 横越流堰, 円柱

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL.03-3529-0409 E-mail : yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

### 3. 横越流区間周辺の水面形

総流量規模を表す無次元量  $d_c/W$  (以下「総流量」と呼ぶ) が 0.954 における主要水路の水路中央部における水面形を図 2 (a)~(c) に示す. 図 2 (a) に示される円柱を設置していない場合に比べ, 図 2 (b), (c) に示される円柱および制御板を設置した場合には円柱および制御板によって流れを阻害する影響から横越流区間の水深は高くなっている. このとき, 相対円柱高さ  $H/W$  を小さくするにつれて横越流区間の全体水位は大きくなる. なお, 横越流区間の直上流側において, 円柱を設置した場合の円柱および制御板による堰上げの違いは小さい.

### 4. 河川放流量の割合に関する相対円柱高さの影響

総流量  $Q_t$  に対する横越流区間下流側における分水後の河川放流量  $Q_m$  の割合である無次元量  $Q_m/Q_t$  (以下「河川放流量の割合」と呼ぶ) について,  $Q_m/Q_t = f(d_c/W, R/B, T/W, H/W, L_m/B)$  の関係で実験値を整理したものを図 3 に示す. 図に示されるように円柱を設置していない場合, 総流量が増加するにつれて河川放流量が制御できず, 河川放流量の割合は増加している. 円柱および制御板を設置した場合, 円柱および制御板によって流れを阻害する影響から河川放流量は制御され, 総流量の増加に伴い, 河川放流量の割合も減少する. 相対円柱高さ  $H/W = 0.667$  の場合,  $d_c/W = 0.480$  では河川放流量の割合は 50% 以下となる. 相対円柱高さ  $H/W = 1.00, 1.22, 1.56$  の場合,  $d_c/W \geq 0.647$  において  $Q_m/Q_t$  の変化に着目すると 2 つの変曲点が見られる. これは, 総流量規模によって制御板に触れず円柱のみに流れが衝突する段階と円柱と制御板の両方に衝突する場合があります, 円柱を通過する流況が異なったためと考えられる.

### 5. まとめ

表 1 の実験条件のもとで, 円柱および制御板設置による横越流堰下流側の河川放流量の違いについて検討した. 相対円柱高さ  $H/W$  によって, 総流量に対する河川放流量の割合が異なり, 放流制限に応じた調整が可能なものとなった.

### 6. 参考文献

[1] 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.

[2] 安田陽一, 他 2 名 : 雨水導水路における流量制御に関する実験的検討, 第 58 回下水道研究発表会, N-2-4-3, 335-337, 2021.

[3] 安田陽一, 飯野稜太 : 円柱を用いた横越流堰の分水機能に関する実験的検討, 第 59 回下水道研究発表会, N-2-2-4, 274-276, 2022.

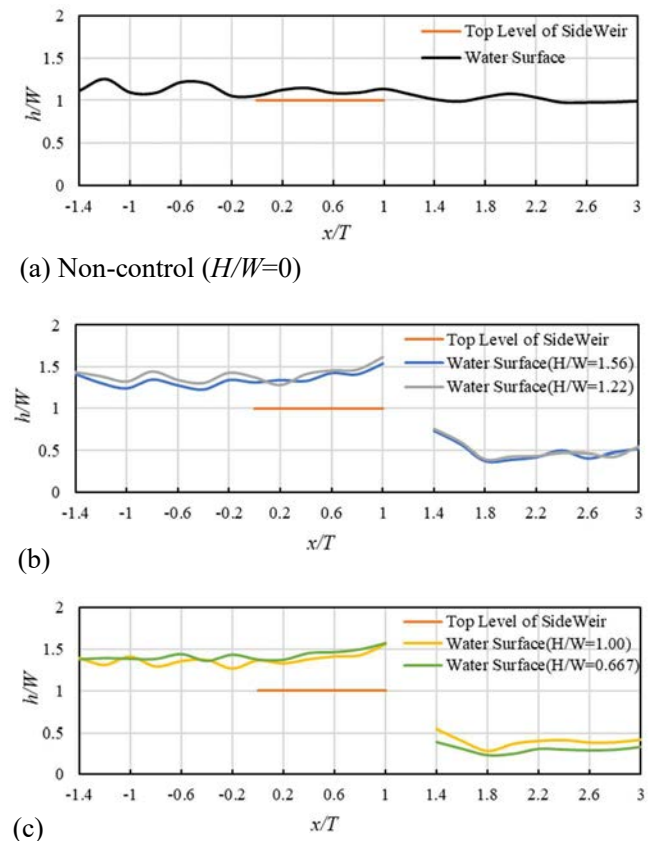


図 2 横越流区間周辺の水面形 ( $d_c/W=0.954$ )

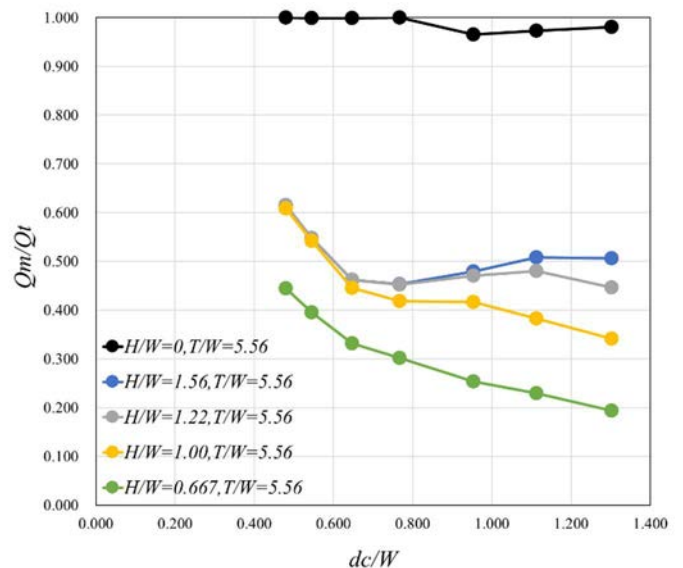


図 3 総流量の変化に伴う河川放流量の割合の変化