

円柱による分水機能に対する横越流堤頂長さの影響

Effect of side weir length on diversion function of rain-water due to installation of cylinder

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田 陽一

日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○飯野 稜太

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¹⁾。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高さや横越流堤頂長さ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²⁾。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³⁾。また、円柱の高さに変化させることで河川放流量の割合は異なり、放流制限に応じた調整が可能であることが示された⁴⁾。ただし、横越流堤頂長さによって円柱を用いた横越流堰の分水機能に与える影響については不明な点が多い。

ここでは、表1に示す異なる相対堤頂長さ T/B 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 $W = 0.090$ m、横越流天端厚さ $t = 0.021$ 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)。また、横越流堤頂長さ $T = 1.00$ m、 0.50 m とし、比較検討を行った。横越流堰下流端に設置する円柱の高さ H は横越流堰高 W と一致するようにし、横越流堰下流側に暗渠が設けられることを想定して円柱の上部に制御板を設置した。実験条件を表1に示し、総流量規模を表す無次元量 dc/W (dc : 横越流区間上流側の限界水深)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放流量 Q_m の割合である放流量比 Q_m/Q_t の変化傾向について検討を行った。なお、制御板下流側の水路では自由越流の状態としている。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

表1 実験条件

Type	dc/W	T/B	W/B	H/W	R/B
1	0.480	6.66	0.600	1.00	0.580
2	~1.30	3.33			

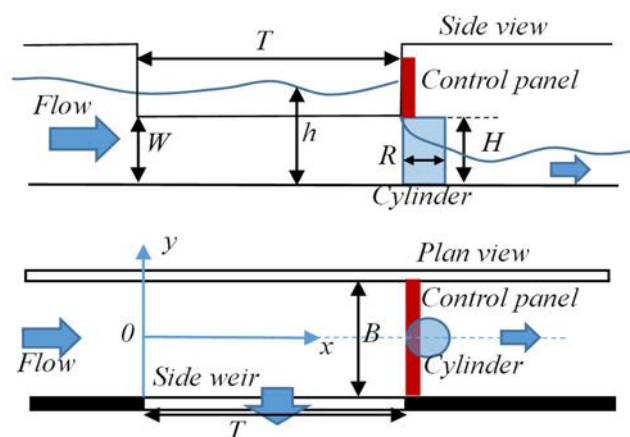


図1 横越流模型概略図

キーワード：雨水対策，分水機能，横越流堤頂，局所流，制御装置

連絡先 〒101-0062 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

算出した．なお，総流量 Q_t から河川放流量 Q_m を引くことで分水流量 $Q_s(=Q_t-Q_m)$ が算定される．

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

3. 横越流区間周辺の水面形

主要水路の水路中央部における横越流堤頂長さが異なる水面形を図 2 に示す．ただし，総流量規模を表す無次元量 dc/W (以下「総流量」と呼ぶ) が 0.954 の場合を示す．図 2 に示されるように， $T/B=6.66$ の場合に比べ， $T/B=3.33$ の場合の横越流上流側の水位は大きくなる．これは，横越流堰下流端に設置した円柱および制御板による流れの制御の影響から横越流堰上流側の水位は大きくなったものと考えられる．なお， $T/B=6.66$ の場合，導水路内の流速が大きいため横越流堰上流側における水面のうねりは大きい．

4. 放流量の割合に関する相対堤頂長さの影響

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放流量 Q_m の割合である無次元量 Q_m/Q_t (以下「放流量比」と呼ぶ) について， $Q_m/Q_t=f(dc/W, R/B, T/B, H/W, W/B)$ 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， $H/W=1.00$ の場合，円柱および制御板の流れを阻害する影響から放流量比 Q_m/Q_t は dc/W の増加に伴い，減少する．また， $dc/W \geq 0.647$ の範囲では河川放流比は 50 % 以下に制御される．

表 1 に示す総流量規模の範囲では相対堤頂長さ T/B による放流量比の違いはみられなかった．これは，円柱および制御板による放流量の制御が変わらない中で， $T/B=3.33$ の場合には横越流区間の水位が大きくなるなど， T/B による横越流する流積の違いがほとんどなか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，横越流堤頂長さによる横越流堰下流側の放流量比の違いについて検討した．結果として，相対堤頂長さ T/B によって，堰上流側の水位の影響の違いはあるものの，放流量比には違いがみられなかった．工学的な観点から，横越流堤頂長さの適切な設定が重要であることが認められた．

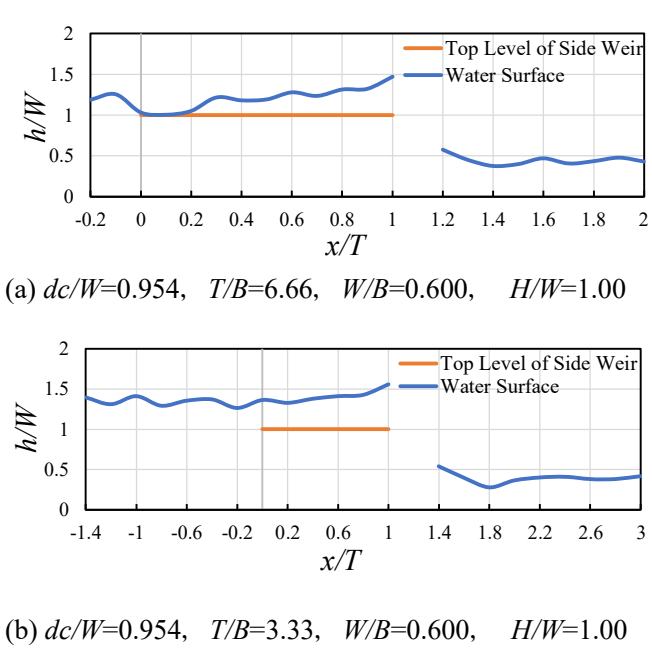


図 2 横越流区間周辺の水面形

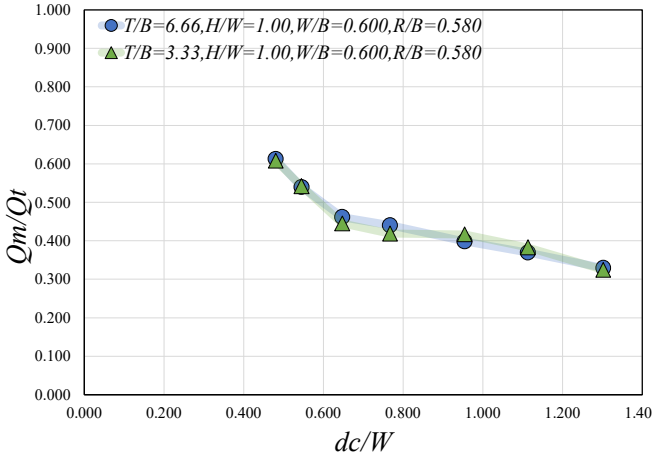


図 3 総流量の変化に伴う放流量比の変化

参考文献

- 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.
- 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.
- 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.
- 安田陽一，飯野稜太：横越流堰下流端に設置した円柱の高さが分水機能に及ぼす影響，土木学会，第 50 回関東支部技術研究報告会，II-3, 2023.