

分水機能に対する円柱と制御板を有する横越流堤頂長さの影響

Effect of longitudinal length of weir on diversion function of rain-water at side weir with cylinder and control panel

安田陽一¹, ○飯野稜太²
 Youichi Yasuda¹, *Ryota Iino²

Abstract: This report presents the effect of drainage discharge downstream of side weir on installation of cylinder. In the experiment, the water surface profile on side weir and the drainage discharge downstream of the weir were compared with and without the installation of cylinder. By installing cylinder at the downstream end of side weir, the drainage discharge can be reduced. No difference in discharge was observed when the length of side weir embankment was varied. However, there was a difference in the depth of water upstream of the side weir.

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制御板による可能性があるが、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。

横越流堰の分水機能に関する研究では、多くの研究者が横越流量の推定に着目している^[2]が、横越流区間下流側における分水後の河川放流量の制御に着目した研究は未だ確立されていない。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。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放流量を制御した状態で分水できることを示した^[3]。この段階では、横越流堤頂長さを変化させた円柱を用いた横越流堰の分水機能については検討がされていなかった。

ここでは、Table 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、横越流堰上流側の水位に与える影響および横越流区間下流側における分水後の放流量の割合について明らかにしたことを示す。

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 $B = 0.15\text{m}$ 、横越流堰高さ $W = 0.09\text{ m}$ 、横越流天端厚さ $t = 0.021\text{m}$ の横越流模型を設置した(Figure 1 参照)。また、横越流堤頂長さ $T=1.00\text{ m}$ 、 0.50 m とし、比較検討を行った。円柱を設置する場合、越流区間下流端の水路中央に円柱を設置し、水路幅 $B=0.15\text{m}$ に対する円柱の占有率 R/B が 60%未満となるよう、円柱径 $R=0.084\text{ m}$ とした。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 Table 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)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 の割合である流量分配比 Q_m/Q_t の変化傾向について

Table 1. Experimental conditions

Type	d_c/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			

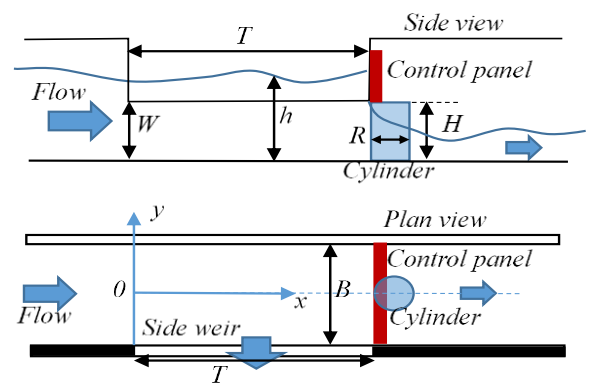


Figure 1. Experimental Models

1: 日大理工・教員・土木 2: 日大理工・院 (前)・土木

検討を行った。また、堰上流側の水位に及ぼす影響について、横越流堤頂を変えて総流量規模 dc/B における相対上流水深 h_l/B (h_l : 横越流堰上流端の水深) を比較検討した。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。

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

3. 横越流上流端での水位に及ぼす影響

円柱および制御板を設置していない場合の横越流上流端の水深を基準とし、総流量規模 $0.388 \leq dc/B \leq 0.781$ の範囲で記録した相対水深 h_l/B について、実験値を整理したものを **Figure 2** に示す。図に示されるように、円柱および制御板を設置していない場合よりも h_l/B は大きくなるが総流量規模が大きくなるとその差は小さくなる。特に、相対堤頂長さ $T/B=6.66$ の場合、流量規模の小さい段階では円柱および制御板を設置していない場合よりも h_l/B は大きくなるものの、総流量の増加に伴って h_l/B は減少し、 $0.667 \leq dc/B$ では円柱および制御板を設置していない場合と h_l/B の違いがみられなくなる。一方で、 $T/B=3.33$ の場合は総流量の増加に伴い、 h_l/B は増加する。すなわち、総流量の増加に伴って T/B による h_l/B の違いは大きくなる。

4. 流量分配比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「流量分配比」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 **Figure 3** に示す。図に示されるように、円柱・制御板を設置していない場合、放流量が制御できず Q_m/Q_t は95%以上となる。一方、 $H/W = 1.00$ の場合、円柱および制御板による流れの制御の影響から、 dc/W の増加に伴い Q_m/Q_t は減少する。また、 $dc/W \geq 0.647$ の範囲では流量分配比は50%以下に制御される。

Table 1 に示す相対堤頂長さ T/B による流量分配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ず、 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

Table 1 に示す異なる相対堤頂長さ T/B による分水機能の違いを検討した。その結果、 $0.667 \leq dc/B$ の範囲では同一の総流量に対して相対堤頂長さ T/B による横越流上流端の水位の違いが見られ、 $T/B=3.33$ の場合は $T/B=6.66$ の場合に比べて堰上流側の水位は大きくなることを示した。また、検討した総流量の範囲では、同一の総流量に対して $T/B=3.33$ の場合と $T/B=6.66$ の場合の流量分配比の違いは小さいことを示した。

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] 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, Vol37, No.448, pp.139-150, 2000.
- [3] 安田陽一, 飯野稜太: 横越流による分水機能に関する実験的検討, 第60回下水道研究発表会, N-2-4-3, 406-408, 2023.

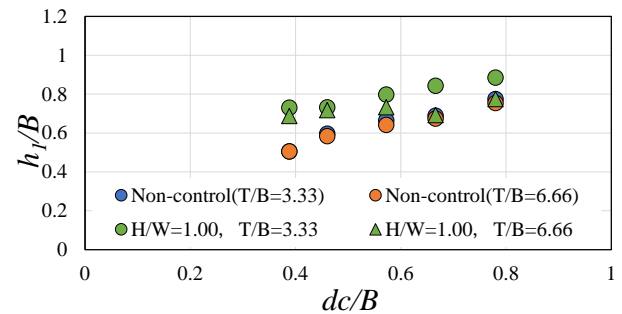


Figure 2. Change of water depth at upstream end of side weir under various conditions

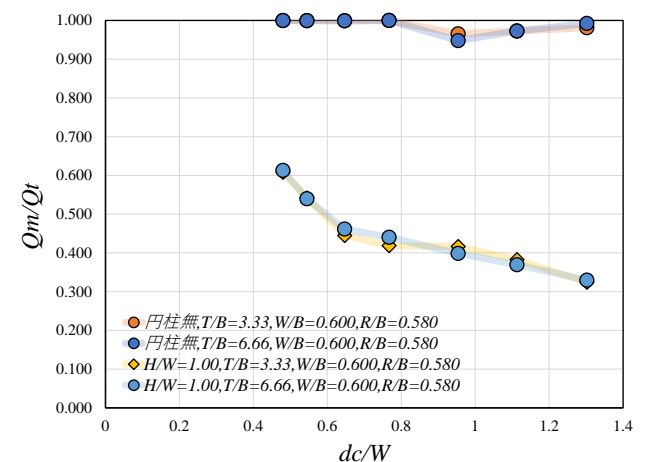


Figure 3. Comparison of Q_m/Q_t between $T/B=3.33$ and 6.66