H3-2

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

Effect of installation of flap plate on drainage ability for the supercritical flow passing over side weir

安田陽一 ¹ ,○細川康司 ² Youichi Yasuda¹, *Kouji Hosokawa²

Abstract: The drainage system in steep slope area against strong rain falls is the most important. The flow passing over side weir in steep slope might be helpful for the drainage control. But there is a few information on the drainage ability of the side weir in supercritical flow. This report presents the drainage ability of the side weir in supercritical flow. The installation of the flap in side weir was proposed, and the flow condition passing over the plate could be classified into three categories. The experimental results yield that the flap plate installed in the side weir might be effective for the drainage control.

1. はじめに

近年, 異常気象やゲリラ豪雨の発生により, 雨水の 排水機能が低下し、浸水被害が発生している.浸水被 害を未然に防ぐ方法として分水施設や貯留施設の設 置が有効である.雨水管内および河川の水位上昇を 低減させる方法として横越流を利用した方法が挙げ られる.従来,流量調整として,横越流を利用した流 量分配^{[1],[2],[3],[4]} が適用されるが, 常流中に適用するも のである.射流中の流量分配については、Hager らに よって検討がなされ,解析的に横越流部の永面形を 推定している^[5].また、横越流部に整流板(プレート) を用いて、流出口の幅を変化させて、横越流部から流 れる流出形状や流出角度について検討した事例はあ る^[5].しかしながら,流量分配比に着目しているもの はほとんどない.これは、横越流部を流れる流量の推 定がされておらず不明瞭な点が多いことによる.射 流中の横越流から排出される流量を制御し, 効率よ く,かつ流れを減勢させた上で貯留施設に流入させ ることが重要となる.

本研究では、急勾配水路を対象に、流出流量の制御 および流れの減勢方法としてフラップを用いた流量 調節機能の特徴を示し、横越流堤長 Tを一定とし、流 量規模を変化させ、フラップ設置により開口率 a/A を 段階的に変化させた実験を行い、横越流部を流出す る流況区分、相対的な到達距離、流量分配比を推定し、 射流中の横越流の排出機能に対するフラップ設置の 影響について検討する.

2. フラップを用いた流量調節機能の特徴

Figure 1 は急勾配水路中にフラップを用いた流量調 節機能の概略図を示す. Figure 1 に示されるように, 主要水路の流れが射流の場合,フラップを用いてオ リフィス構造として流量調節を行うことが望ましい と考えられる.フラップを設置する際に,射流の流れ を直接受けることがないように,流れの向きと逆向 きに 45°とする.これは横越流部から排出される流れ の減勢および排出流量の制御をすることができる.

3. 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 Figure 2 に示す横越流模型を 設置した.主要水路(幅 B = 0.376m、長さ=5.8m)を 右岸側に横付けするように設け,実験水路底面から 10cm 底上げした状態で設置した(Figure 2 参照).水路 勾配は急勾配を対象とするため 1/100 とした.主要水 路上流端から 2.6m 下流側の左岸側に堰上げ高さ S =10cm,越流天端厚さ 3cm の横越流部を設けた.流量 規模を示す相対水深 dc/B (dc:総流量から定義した限 界水深)を Table 1 に示す範囲で変化させた.フラッ

1:日大理工・教員・土木 2:日大理工・院(前)・土木

プは Figure 1 に示されるように横越流部に設置した. フラップは、高さ 10cm,幅 1cm,の薄い合板である. 図に示されるように、フラップを流れの向きと逆向き に 45°にオリフィス内に設け、フラップの数を間引く ことで設置間隔を調整し、開口率 a/A (a:横越流区間 の面積をフラップ幅で差し引いた面積、A:横越流区間 の面積をつうップ幅で差し引いた面積、A:横越流区間 の面積をつうップ幅で差し引いた面積、A:横越流区間 の面積をつう、フラップの設置間隔を各オリフィス 幅が同一となるように均等に間引くように設置した. また流量測定について総流量は、実験水路下流端の 全幅刃型堰によって推定した.横越流部を流れる流 量は、横越流部下流端から 1m 下流側に、主要水路に 対して横付けするようにポータブル堰を設け、ポー タブル堰の越流水深を測ることで算出される.水深 測定はポイントゲージを用いている.



Figure 1. Flap plate installed in side weir



Figure 2. Physical model

Table 1. Experimental condit	tions
------------------------------	-------

堰長 T(m)	水路勾配 i(-)	相対水深 dc/B	開口率 a/A
0.8	1/100	0.406~0.511	1.000
		0.406~0.511	0.988
		0.406~0.511	0.975
		0.406~0.510	0.963
		0.406~0.507	0.950
		0.406~0.503	0.938
		0.406~0.503	0.925
		0.406~0.505	0.913
		0.406~0.505	0.813

4. 横越流部を流出する流況区分

横越流から流出する流況の区分を主要水路の流れと 反対方向に落下する流況(逆向き流れ),主要水路の 流れと同じ方向に落下する流況(順流流れ),主要水 路の流れに対して直交するように流れる流況(直交す る流れ)の3種類に大別される.流況区分について開 口率 a/A と dc/B との関係で整理したものを Figure 3 に示す.図に示されるように開口率 a/A が相対的に小 さい場合,逆向き流れが形成される.ここで a/A と dc/B が大きくなるにつれ,直交する流れに遷移し,や がて順流流れとなる.このように開口率 a/A と流量規 模を示す dc/B の 2 つのパラメータにより,各流況の 境界が変わる.図に示す実線は,流況の境界線を示す. a/A が大きくなることで,運動量が大きくなり下流方 向に流れやすくなるからである.

5. 横越流部からの相対的な到達距離

横越流部から流出する流れが貯水池に衝突するまで の水平距離 L と堰上げ高さ S との比 L/S について, L/S=f(dc/B, a/A)の関係で整理したものを Figure 4 に示 す. 図に示されるように, dc/B が大きくなるにつれて, L/S が大きくなる傾向を示す.また,開口率 a/A が 1 に近くなるほど, L/S が大きくなる傾向を示す.これ は, dc/B および a/A が大きくなることによってオリフ ィスから流出する運動量が大きくなるためと考えら れる.なお, a/A=1.0 の場合,本実験ではオリフィスか らの流れが側壁に衝突したため,L/S が適切に評価で きていない.図に示されるように,流況区分によらず, 曲線変化は同様な傾向を示す.また,逆向き流れより 順流流れのほうが到達距離は大きくなる傾向を示す.

6. 流量分配比 Q_p/Q_mの解析結果

横越流部下流側の主要水路側の流量 Qm とオリフィ ス開口部からの流量 Qp との比, Qp/Qm について Qp/Qm = f(dc/B, a/A)の関係で整理したものを Figure 5 に示 す. 図に示されるように、dc/B が大きくなるにつれ、 Q_p/Q_mが大きくなる傾向を示す. また, dc/B が小さい 場合,開口率 a/A による流量分配比の変化は少ない が、dc/Bが大きくなるにつれ開口率 a/Aによる流量分 配比 Q_p/Q_mの変化が大きくなる. なお, a/A=1.00 の 場合,同一の dc/B に対して流量分配比 Q_p/Q_m が最も 大きくなる.オリフィス内にフラップを設置するこ とにより, a/A の変化に伴い,オリフィスから流出す る流向が異なるようになり、dc/B による Qp/Qmの変 化傾向が異なる.オリフィスから流出する流向が逆 向きの場合, a/A による Qp/Qm の違いは小さい. その 一方,流出する流向が順流になると,オリフィス開 口部の底面に沿う流れが形成され(Photo 3 参照), a/A による Q_p/Q_mの違いが大きくなる. なお, 開口率 a/A=0.963 より大きい場合, オリフィス開口部の底面 に沿う流れが形成されるようになる. 以上のことか ら、オリフィス開口部にフラップを設置することに よってオリフィスからの流出流量の調整が可能とな ることが分かった



Photo 1. Reverse flow

Photo 2 . Forward flow



Flow condition passing over side weir in supercritical flow



Figure 3. Relation of flow division



Figure 4. Relation of L/S=f(dc/B, a/A)



Figure 5. Relation of Qp/Qm=f(dc/B, a/A)

参考文献

[1]大津岩夫,安田陽一,高橋正行共著:水理学-理論と適用 -,理工図書,第4版,2013, p.161-163

[2]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, 2015, CD-ROM.

[3]鬼束幸樹, 秋山壽一郎, 常松智博, 武田雅俊: 接近流が 常流の場合の横流出を伴う流量式, 水工学論文集, 第48巻 (1), 2004, pp.529-534

[4]Miller.D.S.(Editor), Discharge Characteristics, IAHR Hydraulic Structures Design Manual 8, Taylor & Francis, New York, 1994, pp.37-43.

[5]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,2008, p.423-453.