

逆サイフォンを用いた分水方法に関する実験的検討

日本大学 正会員 安田 陽一
日本大学 学生会員 ○福沢 一輝

1. まえがき

全国各地で浸水被害や洪水氾濫が報告されている。このような被害への対策を講じることは喫緊の課題である¹⁾。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分水させ、一時的に貯留施設に貯留するという方法が用いられる^{2)~4)}。従来では常流区間の水面形が比較的安定している区間の下流域を対象に集水を行っている³⁾。貯留能力の増大をすると、下流域に設置されている貯留施設の大規模化が挙げられるが、費用や土地の制約から実行するのは難しいと考えられる。そのことから、細分化した小規模な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有効であると考えられる。分水する施設下の地形条件によって、常流区間のみならず、射流区間にて分水する必要があるだろうと考えられる。そこで射流区間で分水を行った場合でも貯留施設の能力を有効に利用するための方法として、横越流区間にフラップ板を設置した分水流量の制御が提案されている³⁾⁴⁾。横越流区間の前後の水理量によって横越流の流況が異なるため、ここでは逆サイフォンを用いた分水方法を提案する。

2. 逆サイフォンを用いた流量制御流の提案

細分化した小規模な調整池・貯留施設で分水を行うためには分水流量の制御が必要不可欠となる。しかしながら、横越流堰では比較的水面が安定している必要があるため、様々な流況に対しても効果を発揮するのは難しいと考えられる。そこで主要水路底部にバイパスを設け、逆サイフォンを用いて貯留地に送水し、主要水路外で水面を安定させた状態で分水を行う方法とする場合、主要水路底部にバイパスを設け、逆サイフォンで送水するため、浮遊物等が蓄積してしまうことに対する対策が必要となる。そのため、主要水路底部に礫を設置し、(図-1,写真-1) 礫設置区間で掃流力を高める必要がある。ここでは、礫設置勾配を変化させ、掃流力が大きくなる適切な勾配につい

て検討する。

3. 実験方法

実験は、水路幅 80cm, 水路高さ 60cm, 長さ 15m を有する水路に図-1,写真-1 に示す実験模型を設置した。上下流間に段落を設け、その間に石を組み合わせて水が流入する隙間を設けつつ、段落を乗り越える構造とする。段差高さ H を一定として、段落上と段落下の間の長さ T を変化させることにより、勾配 i を変化させた。上流側では 3.2cm の木板を 2 枚, 下流側には 3.2cm の木板を 1 枚設置し、段落差 H は 3.2cm とした。勾配は 1/10, 1/8, 1/7, 1/5 を対象としたため仮想流入区間の長さ T は 32cm, 25.6cm, 22.4cm, 16cm の順に変化させ、勾配の設定を行った。流入口となる区間内の底面流速について検討を行った。礫設置区間の底面流速は I 型プローブの 2 次元電磁流速計を用いて測定を行なった。(測定時間 30 秒, 測定間隔 50ms)

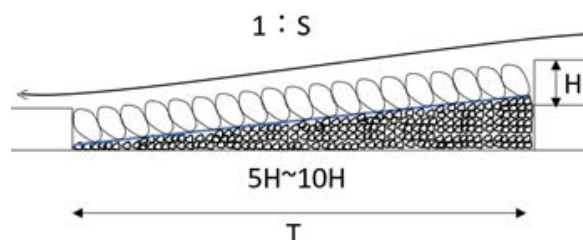


図-1 分水箇所の概要図



写真-1 礫を設置した状態 $H/T=0.14$

表-1 実験条件

	流入区間長 T (m)	水路幅 B (m)	段落間の勾配 H/T	段落差 H (m)	段落前後の 水路勾配 i	相対落差 H/dc	フルード数 Fr
case1	0.32	0.8	0.1	0.32	0	$0.32 < dc/B < 0.46$	$0.94 < Fr < 1.04$
case2	0.256		0.13				$1.11 < Fr < 1.18$
case3	0.224		0.14				$1.06 < Fr < 1.10$
case4	0.16		0.2				$1.11 < Fr < 1.16$

キーワード 排水能力, 逆サイフォン, 流量制御, 底面流速, 石組み

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

4. 礫設置区間の底部の流速

礫設置区間の中央部の時間平均流速 u および流下方向成分の乱れ強度 u' について、 $u/uc=f(x/T, H/T, H/dc)$, $u'/uc=f(x/T, H/T, H/dc)$ の関係を整理したものを図-3(a)~(e), 図-3(f)~(j)に示す。図に示されるように、与えられた H/dc に対して、礫設置勾配 H/T によって礫設置区間の底面流速分布が異なっていることがわかる。また、 H/dc が増大する(流量規模が減少する)につれて、 H/T によっての底面の流速の差が大きくなっている。これは、流量規模の減少によって、礫の凹凸形状による底面流速の違いが大きくなるものと考えられる。また、底面の乱れ強度については、 H/dc が減少すると(流量規模が増大), 凹凸形状の影響が大きくなることから、勾配 H/T および相対距離 x/T による乱れ強度が大きくなる。 $H/T=0.13$ の場合、相対落差 H/dc による底面の時間平均流速比 u/uc の変化は小さく、相対距離 x/T による時間平均流速比 u/uc の変化も小さく、その値は 1 に近いものになる。これは礫の斜面に沿った流れは剥離も小さく、礫の凹凸に這うこともなく、凹凸による抵抗が最も小さくなっていると考えられる。

これらのことから、勾配が大きくなると流量規模によって剥離が生じやすく、底面付近で滞留する箇所が形成されやすくなる。その一方で、勾配が小さくなると凹凸に這うように流れ、底面流速の大小が大きくなる。すなわち、勾配が 1/8 前後の場合、滞留することなく流速の大小が大きくなる条件となることが推定される。

5. まとめ

本研究では、主要水路の流れを分水する方法として、底面の落差部に礫を設置し、逆サイフォンを用いて分水する方法を提案した。礫設置区間にて、浮遊物が堆積しないように適切な斜面勾配に設定する必要があり、滞留することなく、底面流速が大きくなる勾配について実験的検討を行った。勾配が 1/7 よりも大きくなると、流量規模によって剥離が生じやすく、底面付近で滞留する箇所が形成されやすくなる。その一方で、勾配が 1/8 よりも小さくなると、礫の凹凸に這うようになり、底面の流速の大小が生じやすくなる。今後は、礫の設置勾配を 1/8 前後に設定して、分水機能について検討する。

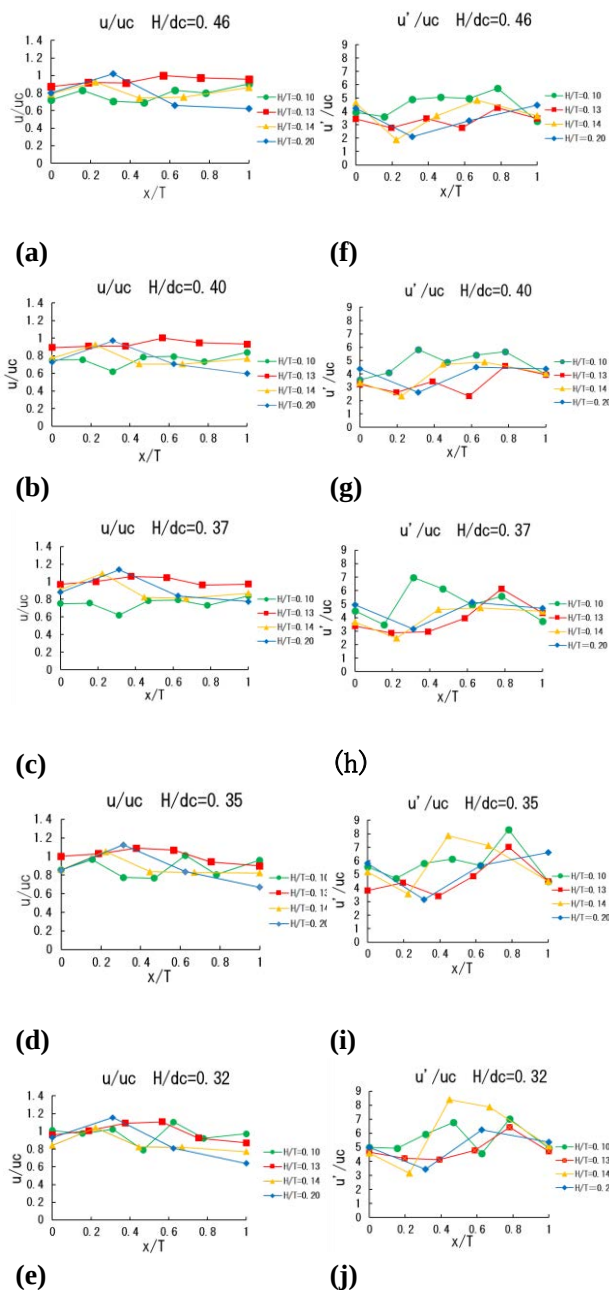


図-3 礫設置区間中央部の底面流速分布

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.