令和5年度土木学会全国大会第78回年次学術講演会

降河に配慮した河川湛水域に設置された提案導水路内の流れ場に関する検討

Study on flow field in the proposed conduit installed at river basin area for downstream migration

日本大学理工学部土木工学科　正会員　　安田　陽一
日本大学理工学部土木工学科　学生会員　○松崎　稜

1. はじめに

利水目的に河川を横断するように取水堰が全国に数多く整備されているが，平野部の河川では湛水域が広範囲に形成されてしまう．国内では通し回性遊性水生生物であるハゼ，エビ，アユなどは，孵化した場所から速やかに汽水域または海水の塩分の影響を受ける河口域まで降河する必要がある[1),2),3)]．この時，湛水域が広範囲に形成され，河川流量の変化に対する降雨の影響が小さい場合，湛水域内の流速が小さく，滞留する流れが形成されるため汽水域に到達するときには，仔魚は卵黄指数が限りなく 0 または 1 近づき，エビ類の幼生は生存が厳しい現状にある．ここでは，このような湛水域に透過性のある大礫，砕石，細石を用いた導水路を設けることで，導水路内の流れが降河環境改善につながるのか実験的検討を行った．

2. 実験概要

実験は水路長さ 15 m，幅 0.8 m，高さ 0.6 m の可変勾配型矩形断面水路に導水路模型を設置し，1/10 縮尺を想定して行った. 実験では水路は水平の状態で行い，自由水面の影響が大きいものとしてフルードの相似則にしたがって流量を設定し，水面形，導水路形状，流速などの計測を行った．水面形や導水路形状はポイントゲージ（0.1 mm まで判読可能）を用い，流速は KENEK 社製の内径 3 cm のプロペラ流速計（計測時間 20 秒）および 2 次元電磁流速計（計測時間 30 秒）を用いた.

導水路は平均径 5 cm 前後の大礫，平均粒径 1.6 cm の砕石，平均粒径 0.5 cm の細石を用いて通水の水面幅が 0.2 m 前後になるように設置した．取り込んだ運動量の大きい流れの勢いが拡散しないように，Case 1 では大礫を覆うように砕石を設置し，Case 2 では湛水側の大礫を覆うように砕石および細石を設置した（**写真 1, 2**）．また，導水路上流部では流れを左岸側に誘導するよう礫を設置した．その結果，実験で通水した流量は, Case1 では毎秒 3.38 ℓ（原型換算で 1.07 m^3/s）, Case2 では毎秒 4.18 ℓ（原型換算で 1.07 m^3/s）とした.

3. 導水路内の水深および水面幅

Case 1 と Case 2 の導水路での水面幅の比較を**図 1** に示し，導水路と湛水域の水面形の比較を**図 2** に示す. 導水路内の水面幅および水深の測定結果から，水面幅は Case 1 では 0.22 m 前後，Case 2 では 0.24 m 前後の値となり，水深はほぼ一定に保たれている．なお，導水路が設けられている左岸側に導水したことによって，上流部の水深が下流側に比べて大きくなり，水面勾配が大きい状態での流入となっているが，その影響は短区間で水深の x 方向変化は僅かなものである．また，導水路と湛水域の水面形の比較より，Case 1 では上流側で流れを急激に誘引しているため，360 cm ≤ x ≤ 540 cm で導水路の水深が湛水域よりも小さくなっているが, Case 2 では漸近的に流れを誘引していることから，水深が湛水域よりも小さくなることがない.

写真 1　Case1 の設置状況

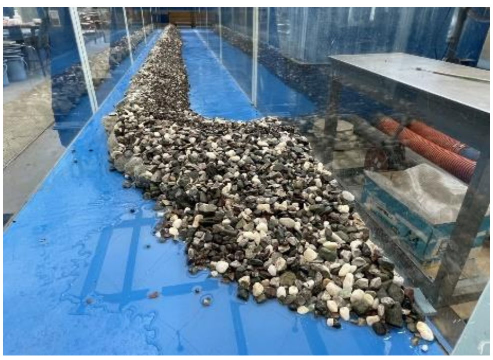

写真 2　Case2 の設置状況

キーワード　湛水域　導水路　石組み　降河環境　透過性
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

© Japan Society of Civil Engineers

4. 導水路内の流速

導水路内の流速の流下方向変化を**図 3** に示す. なお, 比較のために湛水域の水面付近の主流の流速を含めてプロットしている. 図に示されるように, 導水路に誘導したばかりの領域では流速は加速している. また, 導水路の流速を湛水域の流速と比較すると, 導水路の流速が最大となる箇所では, Case 1 では約 8 倍, Case 2 では約 13 倍, 導水路の流速が最小となる箇所では Case 1 では約 2 倍, Case 2 では約 4 倍となり, 流速に顕著な差が示された. 導水路内の $x > 400$ cm で比較すると, Case 2 は Case 1 に比べて導水路の流速の減衰率が抑えられている. これは, 大礫の上を砕石ばかりでなく細石を覆ったことによって導水路から湛水域に向かう流れが抑制され, 運動量の大きい流れが湛水域側に拡散しにくくなったものと推定される.

なお, 湛水域側では上流側の方が下流側に比べて流速が小さくなっており, $x < 900$ cm で流速が僅かに大きくなる. これは水路下流端($x = 1000$ cm)で導水路から主に流出するようになっているため, 湛水域および導水路の流れが誘引されたものと考えられる.

5. まとめ

湛水域での仔魚, 幼生の降河速度を向上するため, 湛水域の中に大礫および砕石を用いた導水路を設置することを提案した. 原型規模で流量 1 m^3/s 規模の通水が可能な導水路では最深水深が 1 m 程度で水面幅が 2 m 前後であれば, 降河速度の維持および確保が可能であることを主流の速度の流下方向の変化から推定できた. 大礫の上に砕石ばかりでなく細石で覆うことで, 導水路内の流速の維持が可能となることを確認した. 特に, Case 2 のように導水路右岸側においては, 細石などで大礫が覆われることがないため礫間がより多く確保され, 導水路において水生生物が休息しやすくなる環境を創出することができるものと考えられる.

実験では大礫, 砕石, 細石の 3 種類を用いたが, 原型換算して平均径 50 cm, 16 cm, 5.0 cm の礫を使用することになるため, 原型導水路内の流速を向上するためには, 礫の隙間に原型規模の径の小さい砂利をさらに敷き詰めることで, 透過性の低減に有効であると推定できた.

参考文献

1) 安田陽一, 技術者のための魚道ガイドライン, コロナ社, 2011, 144 pages.
2) 安田陽一,河川整備の土木技術から見た通し回遊性の水生生物の保全に向けた貢献,海洋と生物 225, 生物研究社,Vol. 38, No.4, 2016, pp.387-396.
3) 恵崎摂, 中本崇, 浜崎稔洋, 矢部川流程の堰がアユの遡上と降河 および仔魚の流下に及ぼす影響, 福岡県水産海洋技術センター研究報告.17 号, 2007, pp.37- 44.

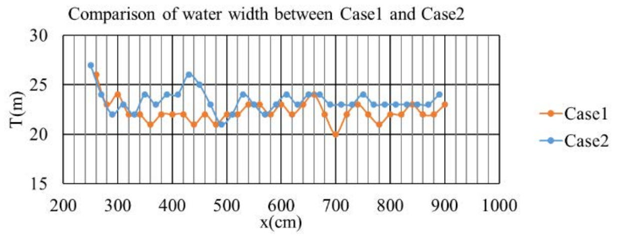

図 1　Case1 と Case2 の導水路での水面幅の比較

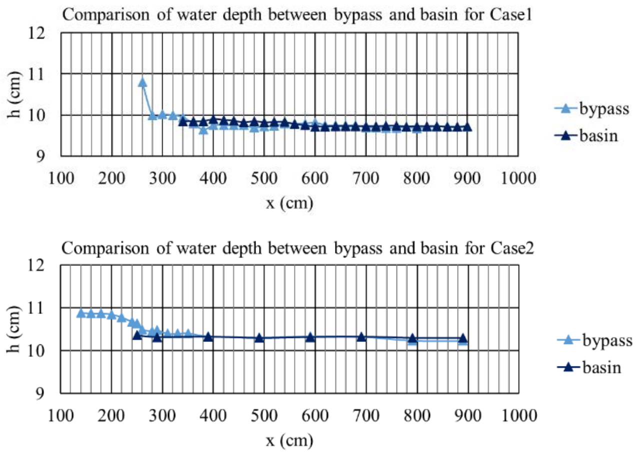

図 2　導水路と湛水域の水面形の比較

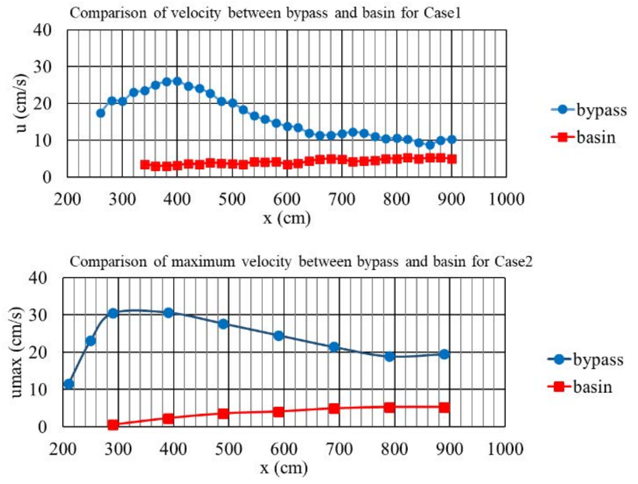

図 3　導水路内の流速の流下方向変化

© Japan Society of Civil Engineers