

H-7

通し回遊魚の移動に配慮した浅い湛水域に設置された提案導水路内での流速場に関する研究

Study on velocity fields at a proposed bypass installed in a shallow reservoir for migration of diadromous fishes

安田陽一¹, ○松崎稜²Youichi Yasuda¹, * Ryo Matsuzaki²

Abstract: In most of rivers, numerous diversion weirs have been installed for water supply. A lake-like shallow reservoir is formed at the upstream of small weirs. The upstream and downstream migration must be required for diadromous aquatic animals from their hatching grounds to areas where they can be exposed to the salinity of seawater as part of their life cycle. However, during dry season with low discharges, the flow velocity in the reservoir become to decrease, leading to the formation of stagnant flows. This might be obstacle for downstream migration for juvenile diadromous fishes. This report presents the proposal of the installation of gravel-lined bypasses in the shallow reservoir which can improve the downstream migration conditions. The velocity field in bypass has been shown in order to reveal the possibility of smooth downstream migration for juvenile fishes.

1. はじめに

全国で利水目的に河川を横断するように取水堰が数多く整備されているが、小規模の堰の上流側では流れが遅く且つ浅い湛水域が形成されてしまう。また、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、成長サイクルの一環として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]}。しかし、平水時以下が続く場合には、堰上流側の湛水域内の流速はより小さくなり、滞留する流れが形成される。この流れが降河の妨げとなり、降河の途中で仔魚の卵黄が全て吸収されてしまうため、生存が厳しい現状にある。

ここでは、このような湛水域内に礫を用いた導水路を設けることを提案し、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 の碎石、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碎石を設置し、Case 2 では大礫を覆う

ように碎石および細石を設置した(Photo1,2 参照)。また、導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。実験で通水した流量は礫の天端にくるよう調整をしているため、Case1 では毎秒 3.38 ℓ (原型換算で 1.07 m³/s)、Case2 では毎秒 4.18 ℓ (原型換算で 1.32 m³/s) としている。

3. 導水路および湛水域の水面形

Case 1 と Case 2 の導水路と湛水域の水面形の比較を Figure 1 に示す。Case 1 では、上流側で急激に流れを誘引しているため水深変化が大きく、導水路の水深が湛水域の水深を下回った。対して Case 2 では、漸近的に流れを誘引していることから水深変化も小さく、導水路と湛水域の水深が一定となった。



Photo 1. Installation of gravel and boulders for Case1.



Photo 2. Installation of gravel and boulders for Case2.

4. 導水路内の流速場

導水路中の断面内における主流の流速の流下方向変化を **Figure 2** に示す。 **Figure 2** に示されるように、導水路に誘導したばかりの領域では導水しているため、流速は加速している。また、導水路内の主流の流速を湛水域の流速と比較すると、Case 1 では約 8 倍、Case 2 では約 13 倍、主流流速が減衰した箇所でも 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、大礫の上を碎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伏流が抑制され、導水路内で運動量の大きい状態で流下できるものと推定される。

Case 2 の導水路における断面内の流下方向流速コンター図を **Figure 3** に示す。 **Figure 3** に示されるように、左岸側の水路壁付近で流速が最大となり、湛水との境界となる導流壁側の流速が小さい。これは上流で流れを水路左側に寄せているため、左岸側で流速が増加していること、湛水側の導流壁では礫の凹凸の影響を受けるため、流速が小さくなっているものと考えられる。このことから、導水路内で円滑に仔魚を下流側へ降河することが可能になると推定される。また、礫近傍では棲息・避難環境にも利用できるものと考えられる。

5. まとめ

湛水域において通し回遊魚を円滑に降河させるために、礫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 $1 \text{ m}^3/\text{s}$ 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、十分な降河環境が確保されることを流速の流下方向の変化から推定できた。大礫の上に碎石だけでなく細石を覆うことで導水路から湛水域に向かう伏流が抑制され、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、礫の凹凸の影響で流速が小さく、細石などで大礫が覆われないことから礫間がより多く確保され、導水路に流入した水生生物が礫近傍を棲息・避難環境として利用できるものと考えられる。

実験では大礫、碎石、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 5cm アンダーの砂利を投入することで、湛水域に向かう伏流の抑制に有効と考える。

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] 恵崎撰, 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.

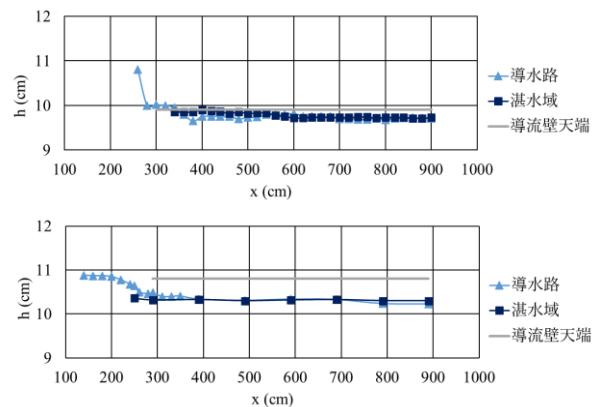


Figure 1. Comparison of water surface profiles between bypass and basin (Upper Fig. Case 1; Lower Fig. Case 2).

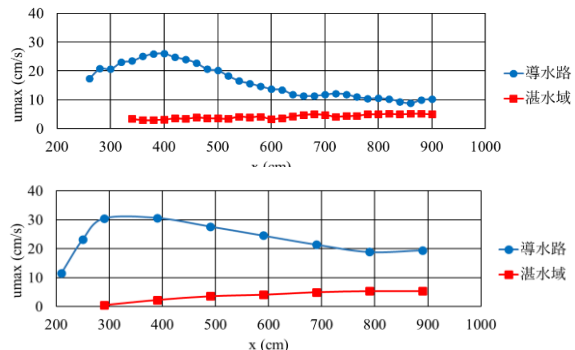


Figure 2. Comparison of maximum velocity between bypass and basin (Upper Fig. Case 1; Lower Fig. Case 2).

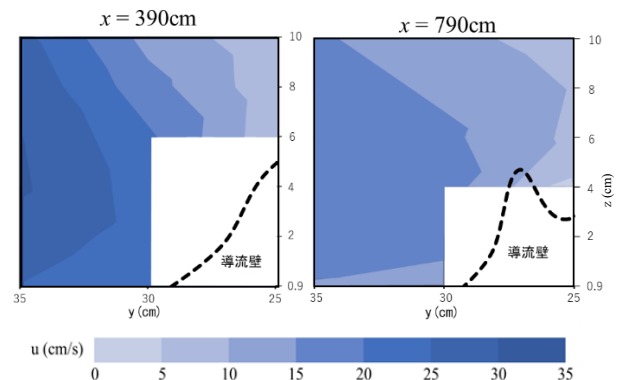


Figure 3. Velocity contours in cross section of bypass for Case2.