

非越流部を設けた階段式魚道の流れとウグイの遊泳行動について

東洋大学大学院 学生会員 ○横田 星二
 東洋大学理工学部 正会員 青木 宗之

1. はじめに

日本の河川において、最も多い魚道形式は階段式魚道とされている。しかし、既設魚道には土砂やごみの堆積、魚道の破損、濬筋の移動による流入量の減少、魚道周辺における河床洗堀に起因する魚道上流下流端での水位差が原因で期待していた機能を十分に発揮していない魚道が散見されている^{1),2)}。そこで本研究では、魚道への流入量が減少し、設計当初の越流水深を確保できていない魚道に対して、魚道の隔壁に簡易的な改善策を施し、越流水深を確保することで魚の遡上環境改善が可能であるか検討した。そのために、水理実験と実魚を用いた挙動実験を行った。

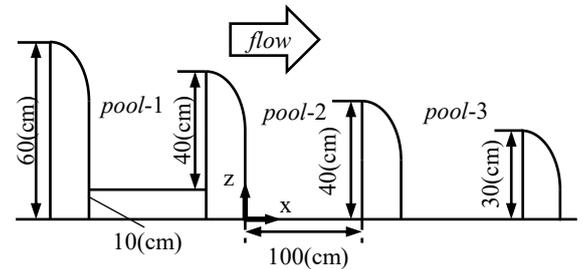
2. 実験概要

実験には、魚道幅 50(cm)、プール長 100(cm)、隔壁厚さ 20(cm)、プール間落差 10(cm)、魚道勾配 1/12 の階段式魚道を用いた (図-1)。隔壁形状は剥離現象を抑えるために R 型とした。表-1 に、実験ケースを示す。ここで、階段式魚道をアイスハーバー型に改築後、魚の遡上環境が改善された報告がある⁶⁾。そこで本研究では、その事例を参考に、隔壁上に非越流部のみ設けた。越流幅と非越流幅は、先述の事例⁶⁾と同様な比率 (1:1) とし、非越流部を隔壁中央部に設置した。

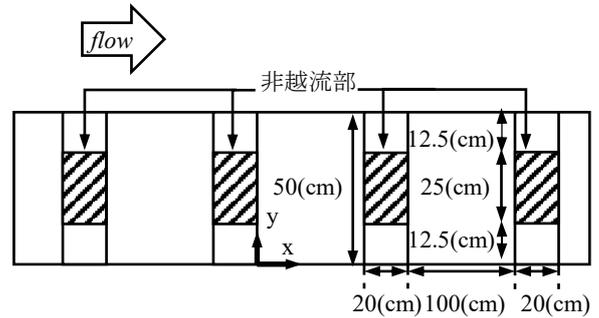
実魚は、体長 $BL=6.5\sim 10.8(\text{cm})$ (平均体長 $\overline{BL}=8.9(\text{cm})$) のウグイを実験毎に 10 尾使用し、各ケース 5 回の実験を行った。実験方法は、pool-2 に魚止めネットを設置し、その場でウグイを 5 分間流水および水温に馴れさせた。その後、設置した魚止めネットを外し、ビデオカメラでウグイの遊泳行動を 30 分間撮影した。なお、実験水温は $18.9\sim 25.3(^{\circ}\text{C})$ であった。流速は 3 次元電磁流速計、水深はポイントゲージを用いて計測した。

3. 実験結果

図-2 に、各ケースにおけるウグイの遡上率を示す。Run2 (非越流部あり) では、Run1 (非越流部なし) に比べ遡上率が 18(%)低下した。各ケースともにウグイは主に魚道下流側 ($x=60\sim 95(\text{cm})$) 底面付近で定位・滞留



a) 魚道側面図 (非越流部なし)



b) 魚道平面図 (非越流部あり)

図-1 実験に用いた階段式魚道

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	流量 (l/s)	非越流部
Run1	19.0	×
Run2		○

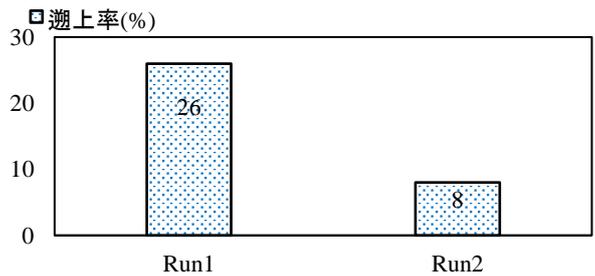


図-2 各ケースにおけるウグイの遡上率

し、隔壁形状に沿うように遡上することを目視で確認した。なお、本研究では、遡上につながる行動を定位、遡上につながらない行動を滞留と定義し、用いている。図-3 に、各ケースの側壁付近 ($y=2.5(\text{cm})$) における流速ベクトル図を示す。Run1 (非越流部なし) では、魚

キーワード ウグイ, 遊泳行動, 落下流, 遡上率, 非越流部

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 水工学研究室 TEL 049-239-1406

の遡上に適している落下流が魚道内全体で形成されている。一方で、Run2（非越流部あり）では、魚道内に落下流が形成されているが、魚道内中央部（ $x=30\sim70(\text{cm})$ ）で乱れた流況であることが分かる。また、隔壁直下（ $x=5(\text{cm})$ ）における流速が Run1 に比べ、強い流れが形成されていることも分かる。これらは、非越流部を設けることで魚道内中央部の流れは乱れてしまうが、隔壁直下に強い落ち込む流れが形成されることが示された。そこで、隔壁上の流速および魚道内の流速に着目した。図-4 に、各ケースの隔壁および魚道床付近における上流側隔壁および魚道内の時間平均の合成流速 \bar{v} を示す。Run1, Run2 とともにウグイが定位・滞留した魚道下流側（ $x=60\sim95(\text{cm})$ ）底面付近の流速 \bar{v} は、長時間の遊泳が可能な $2\sim4\bar{BL}$ 程度またはそれ以下の流速 \bar{v} が形成されていた。これは、どちらのケースにおいても、魚が定位・滞留した箇所では、長時間の遊泳が可能な流速が形成されており、無理なく魚が遊泳できたことを示している。次に、上流側隔壁の越流流速 \bar{v} に着目すると、Run1, Run2 とともに魚類が瞬間的に発揮できる遊泳速度 $10\bar{BL}(\text{cm/s})$ 程度を超えていた。これは、Run1, Run2 において越流流速 \bar{v} が大きく、魚の遡上を困難にしている可能性が示唆される。また、Run1 に比べ、Run2 では越流流速 \bar{v} が約 1.2 倍である。これは、隔壁上に非越流部を設けると、設けないうきに比べ越流流速が増加してしまい、魚の遡上をさらに困難なものにしてしまう可能性が示唆された。

4. まとめ

以下に、本実験で得られた知見を示す。

- 1) 各ケースにおいて、魚道内に落下流が概ね形成された。しかし、魚道隔壁に非越流部を設けたとき魚道内中央部に乱れた流れが確認された。
- 2) 魚道隔壁に非越流部を設けたときと、設けていないときでは、魚道内下流側の流速には大きな差がみられなかった。
- 3) 上流側隔壁の越流流速 \bar{v} は、Run1, Run2 とともに魚類が瞬間的に発揮できる遊泳速度 $10\bar{BL}(\text{cm/s})$ 程度を超えていた。これは、魚の遡上を困難なものにしていた可能性がある。また、Run1 に比べ、Run2 では越流流速 \bar{v} が約 1.2 倍であることから、Run1 に比べ、Run2 は、さらに魚の遡上が困難なものであったことが示唆される。
- 4) 本実験では、非越流部に導流壁を設けない簡易的な

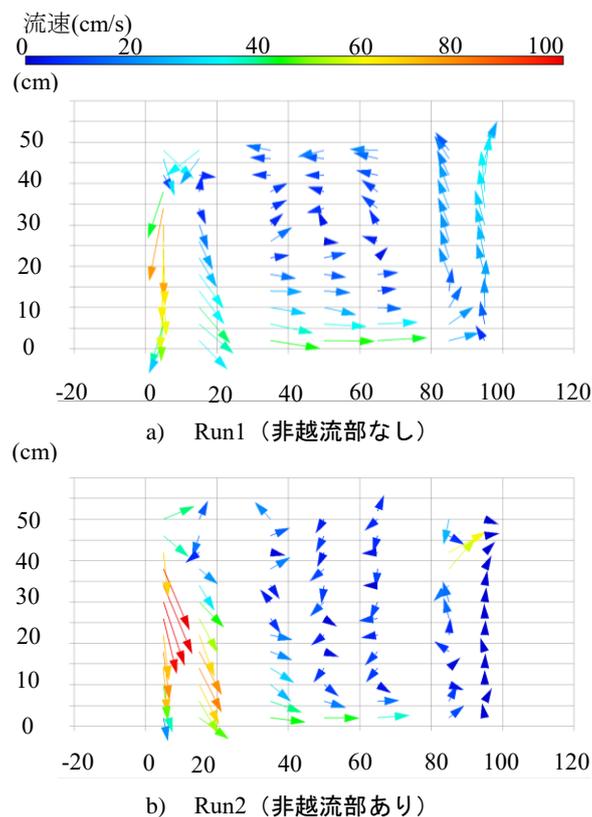


図-3 各ケースにおける魚道内の流速 \bar{v} ベクトル図 ($y=2.5$)

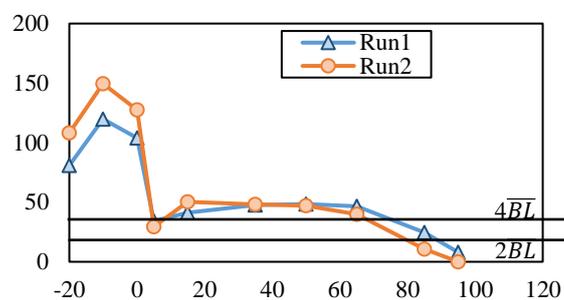


図-4 各ケースにおける上流側隔壁と魚道内の流速 \bar{v} ($y=2.5(\text{cm})$, 隔壁および魚道床付近)

アイスハーバー型で魚の遊泳行動を確認した。今後は、導流壁の有無が魚にどのような影響を与えるかを検討し、比較する必要がある。

参考文献

- 1) 森川一郎：魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業の現状と課題，応用生態工学会，Vol.3, No.2, pp.193-198, 2000.
- 2) 公益財団法人 リバーフロント研究所：直河川における既設魚道状況調査に関する報告，pp.66-71, 2016.
- 3) 独立行政法人 水資源機構：利根大礫の魚道改築について，http://www.naro.affrc.go.jp/archive/nkk/mail_magazine/files/m23_02-01.pdf