

階段式魚道における魚道下流域の河床洗掘について

東洋大学大学院工学研究科 学生員 ○小坂 祐樹
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 青木 宗之
 東洋大学工学部 非会員 田口 裕基
 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

階段式魚道には、魚道から流出する流れにより魚道下流域の河床が洗掘され、魚道下流端の隔壁と魚道下流入口との水面間に大きな落差が生じることがある¹⁾。この場合、隔壁を超えた流出水脈が剥離するため、魚類は跳躍して遡上しなければならず、魚道機能低下の原因となり問題となっている²⁾。

魚道下流入口への集魚を目的として、階段式魚道には呼び水水路が併設されることがある。呼び水水路から流出する呼び水には、魚道下流入口の流れの影響範囲の拡大と、魚道下流入口への魚の誘導という2つの機能があり、これらの機能を維持するために、呼び水流速は魚道越流流速の2倍以上とすることが設計上の留意点となっている。そのため、呼び水水路の併設により魚道下流域の河床洗掘の規模が拡大することが示唆される。

本研究では、階段式魚道モデルを用いて移動床実験を行い、階段式魚道下流域の河床洗掘の状況を調べるとともに、呼び水が河床洗掘へ与える影響について検討した。また、魚道下流域の河床洗掘が魚道機能へ及ぼす影響を検討するため、実魚を用いた挙動実験を行なった。

2. 模型実験概要

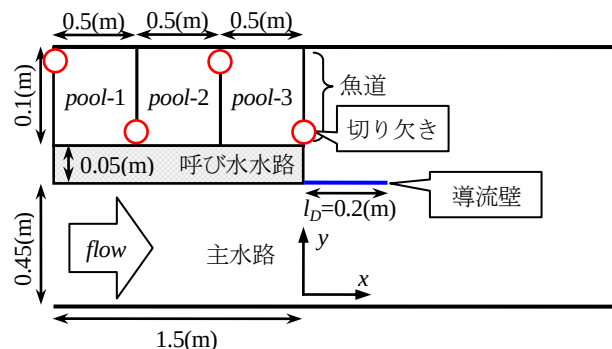
実験に使用した階段式魚道モデルを図-1, 2に示す。どちらも魚道勾配は1/10、呼び水水路勾配は1/11であり、隔壁には交互に切り欠き(2×2(cm))を配置した。

(1) 移動床実験

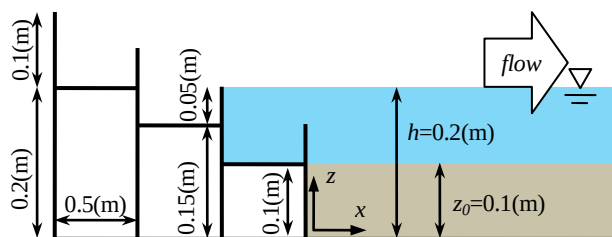
図-1に示す階段式魚道モデルAを用い、実験ケースは表-1のcase1-1~case1-3の3ケースで行なった。水路には一様粒径の中礫(平均粒径 $d_{50}=0.62(\text{cm})$)を10(cm)の厚さに敷き均し、流量 $Q=6.0(\text{l/s})$ で河床の動きが落ち着くまで2時間通水を行い洗掘の様子を観察した。その後、ポイントゲージを用いて河床高の測定を行なった。

(2) 実魚を用いた挙動実験

移動床実験終了後、通水を継続し実魚を用いた挙動実験を行なった。実魚にはウグイを用いた。手順は、水路

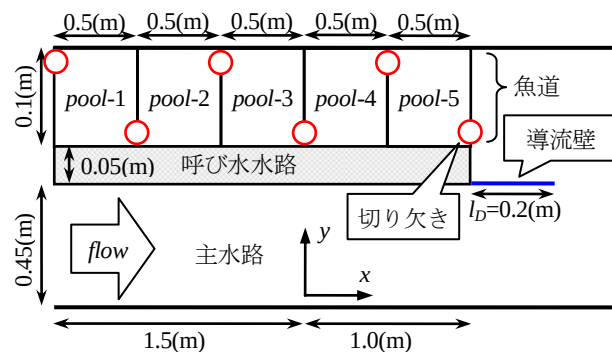


a) 平面図

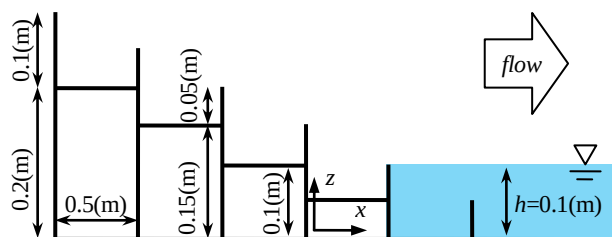


b) 側面図

図-1 階段式魚道モデルA



a) 平面図



b) 側面図

図-2 階段式魚道モデルB

キーワード 階段式魚道, 呼び水, 河床洗掘, ウグイ

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL049-239-1404 E-mail : gd1100020@toyo.jp

下流の仕切りの中でウグイを 30 分間流水に慣れさせ、その後仕切りを取りウグイの挙動をビデオカメラで撮影した。1 回の実験に使用した個体数は 20 であり、ウグイの学習能力を考慮して毎回異なる個体を使用した。また、河床洗掘が魚の挙動に及ぼす影響を比較するために、図-2 に示す階段式魚道モデル B を用いて固定床での実魚を用いた挙動実験を行なった。

3. 実験結果

(1) 移動床実験

通水 2 時間経過後における最終河床形状の等高線図を図-3 に示す。case1-1 では魚道下流入口での河床洗掘はみられなかったが、呼び水を設けた case1-2 では最大 3.11(cm)の河床洗掘が生じた。このことから、呼び水水路の併設によって魚道下流域の河床洗掘が増進されることが明らかになった。また、今回の実験では case1-1 において魚道下流域での河床変動がみられなかった。これは、魚道下流端の隔壁高さが魚道下流水深よりも低いことから、魚道からの流水脈が落下流状態でなかったか、あるいは落下流の勢いが弱かったため、魚道下流入口の河床洗掘がみられなかったのではないかと考える。

(2) 実魚を用いた挙動実験

遡上率の結果を図-4 に示す。固定床、移動床の呼び水水路の無いケースの遡上率はそれぞれ 47.5%, 57.5%であった。河床条件の違いにより遡上率に違いが生じたが、自然の河川に近い河床だったことが影響しているのではないかと考える。

case2-1 は魚道下流入口で河床洗掘が生じたが、魚道機能の低下はみられず、呼び水水路を付加することで固定床、移動床の遡上率はそれぞれ 1.2 倍、1.4 倍に増加した。また、今回の実験では、魚道下流端の隔壁が下流水深よりも低かったため、魚道下流入口で河床洗掘が生じても隔壁部での水脈の剥離が発生していない。そのことから、魚道下流域での河床洗掘が魚道機能の低下に影響を与えなかったのではないかと考える。

4. おわりに

呼び水により魚道下流入口の河床洗掘が増進することが明らかになった。しかし、魚道下流端の隔壁高さが下流水深よりも低い場合、魚道による河床洗掘への影響が低下することが示唆された。

今回の実験では、魚道下流端の隔壁部で水脈の剥離が生じていない場合、魚道下流入口の河床洗掘は魚道機能を低下させないことが明らかになった。しかし、実験ケースが少ないため、更なる検討が必要である。

表-1 実験ケース

	魚道 モデル	呼び水 水路長 (m)	導流壁 l_D (m)	下流 水深 h (m)	初期 河床高 z_0 (m)	河床 条件
case1-1	A	0	0	0.2	0.1	移動床
case1-2	A	1.5	0	0.2	0.1	移動床
case1-3	A	1.5	0.2	0.2	0.1	移動床
case2-1	B	0	0	0.1	0	固定床
case2-2	B	2.5	0	0.1	0	固定床
case2-3	B	2.5	0.2	0.1	0	固定床

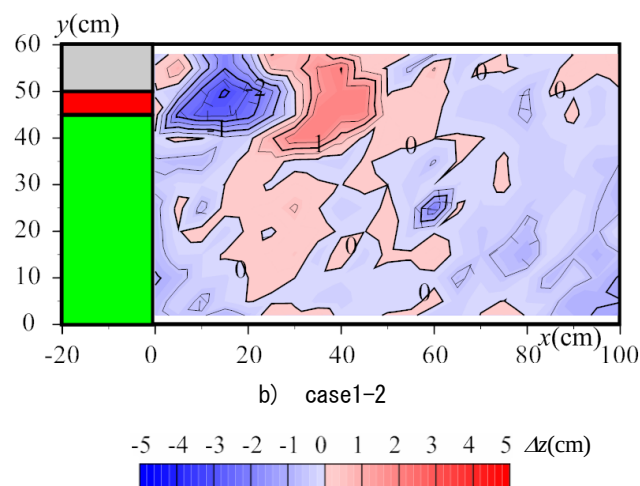
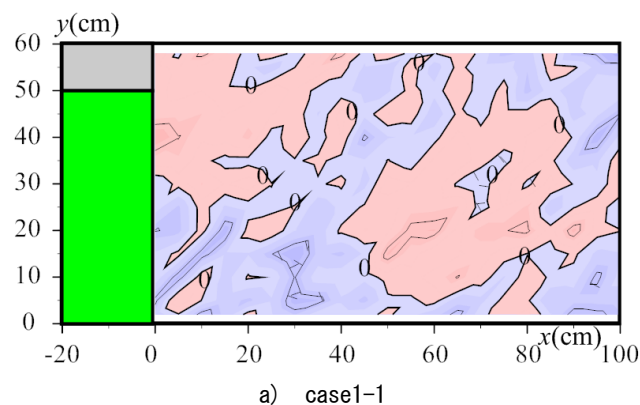


図-3 最終河床形状の等高線図

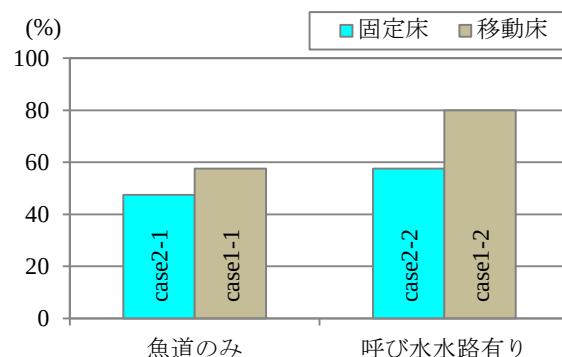


図-4 遡上率

参考文献

- 1). 和田吉弘：言いたい放題魚道見聞録，pp.62-63，山海堂，2003
- 2). 浦，山口，鬼東，秋山：水位落差の大きな魚道の流況改善について，水工学論文集，第 47 巻，pp.769-774，2003