

# 治山えん堤直下流側の溯上経路のための適切な誘導に関する実験的検討

## Experimental investigation on appropriate guidance for migration route just below check dam

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 正会員 高橋 直己  
 日本大学理工学部土木工学科 研究生 庄山 友貴  
 日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○藤原 直

### 1. 目的

治山えん堤は森林を保護するために設置されている一方で、えん堤による落差により水生生物の溯上を阻害している。その対策として魚道を設置する場合、折り返し型魚道を整備することによって魚道終端をえん堤直下流側に位置させることができるため、水生生物の滞留を抑制することが期待できる<sup>1)</sup>。従来の研究では、魚道からの流れと治山えん堤からの流れとの関係について着目されていないため、折り返し型魚道を設置しても魚の迷入が起きている場合が多い<sup>2)</sup>。また、迷入対策の一つとして呼び水の流れによって水生生物を魚道に誘導する考案がされている<sup>3)</sup>が、呼び水の流れによる局所的な流れが魚類の溯上行動に与える影響が解明されていないため、迷入の本質的な解決に至っていないことが多い。ここでは、通常時の流れを対象に治山えん堤直下の潜り込み流れと折り返し型のプール式台形断面魚道(折り返し下流部を再現したもの)からの流れとの関係を明らかにするために模型実験を行い、迷入防止につながる魚道から流れについて実験的に検討した。

### 2. 実験方法

実験では、長方形断面水平水路(高さ 60cm 幅 80cm 長さ 15m) にえん堤模型と折り返し魚道の模型を設置した(図1)。模型は 1/10 スケールを想定し、治山えん堤直下の流況について検討した。えん堤下流側の水深は魚道下流端で潜り込み流れが形成されるように設定した。なお、フルードの相似則に基づき実験を行った。また、堰堤の越流部に 10mm メッシュのネット系の網を設け、実規模で見られる乱れた越流水脈を想定した状態にした。折り返し下流部を再現した魚道への通水にはえん堤模型で堰止めた箇所からホースを使い、サイフォンで通水した。流量は平水時～豊水時を想定し、放水路からの越流水深(限界水深の 1.3 倍)が原型規模に換算して 20cm 程度となるように設定した。魚道の流量は、ホースからの流れを測定用容器に入れた時間とその重量を測定し、3 回の平均から算定した。総流量については水路下流端に設置された全幅刃型せきを用いて算定し、放水路からの流量は総流量から魚道内の流量を差し引いて評価した。流速の測定は電磁流速計を用いて(採取時間:30s, 採取間隔:10ms)、 $x=217\text{cm}$ (潜り込み付近)では  $y=31, 35, 38\text{cm}$  地点、 $x= 220\sim 300\text{cm}$  の範囲では  $x$  方向に 20cm 間隔、 $y$  方向に 10cm 間隔(40~40cm)で行った。なお、 $z$  方向(水深方向)に  $z=0.9, 2, 4, 6, 8\text{cm}$  で計測した。

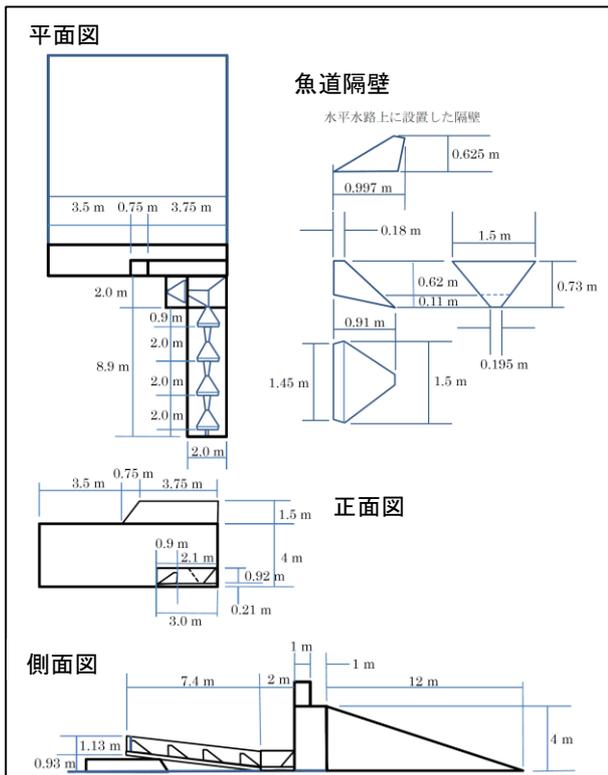


表1 実験条件(数値は全て原型換算した値である)

放水路の限界水深	魚道内の限界水深	放水路再現幅	魚道の隔壁幅	魚道内の流量	放水路からの流量
0.139m	0.195m	3.5m	1.5m	0.395m <sup>3</sup> /s	0.654m <sup>3</sup> /s
魚道勾配	隔壁越流面勾配	放水路袖の勾配	袖の高さ	隔壁間の高さ	放水路上の単位幅流量
1/8	1:1	1:0.5	1.5m	2.5m	0.187m <sup>2</sup> /s

図1 えん堤および魚道模型

### 3. えん堤下流部の平面流速ベクトル

治山えん堤下流部の平面流速ベクトルを測定鉛直高さごと ( $z = 0.09\text{ m}, 0.2\text{ m}, 0.4\text{ m}, 0.6\text{ m}, 0.8\text{ m}$ : 原型換算値) に整理したものを図2に示す。なお、座標および流速の大きさは原型換算した値で示す。図に示されるように、えん堤下流側の流れは3次元性が強く、えん堤からの流れによる潜り込み流れの主流が右岸側(魚道とは反対側)に位置するようになり、左岸側(魚道側)では、循環流に伴う逆流が形成される。水面近くを除いてえん堤からの潜り込み流れが魚道からの流れと円滑に合流している状態が確認できる。すなわち、えん堤下流側に形成される循環流は

キーワード 治山えん堤, 折り返し魚道, 迷入対策, 呼び水, 流れの3次元性  
 連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14, E-mail: yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

右岸側に向かうようにカーブを描き、えん堤からの潜り込み流れと魚道からの流れが回転する（流下方向に向かって時計回りに回転する）ように合流して流下している。その結果、水面近くである  $z = 0.8 \text{ m}$  の箇所では循環流の形成領域が大きく、測定高さ  $z = 0.09 \text{ m}$  に向かうにつれて循環流の形成領域が小さくなっていく。流速場からえん堤からの潜り込み流れと魚道からの流れとが合流した流れが下流側から溯上する魚類を魚道に誘導する流れとなることが推定され、溯上してくる魚類などはその合流した流れに沿って魚道に導かれることが期待される。

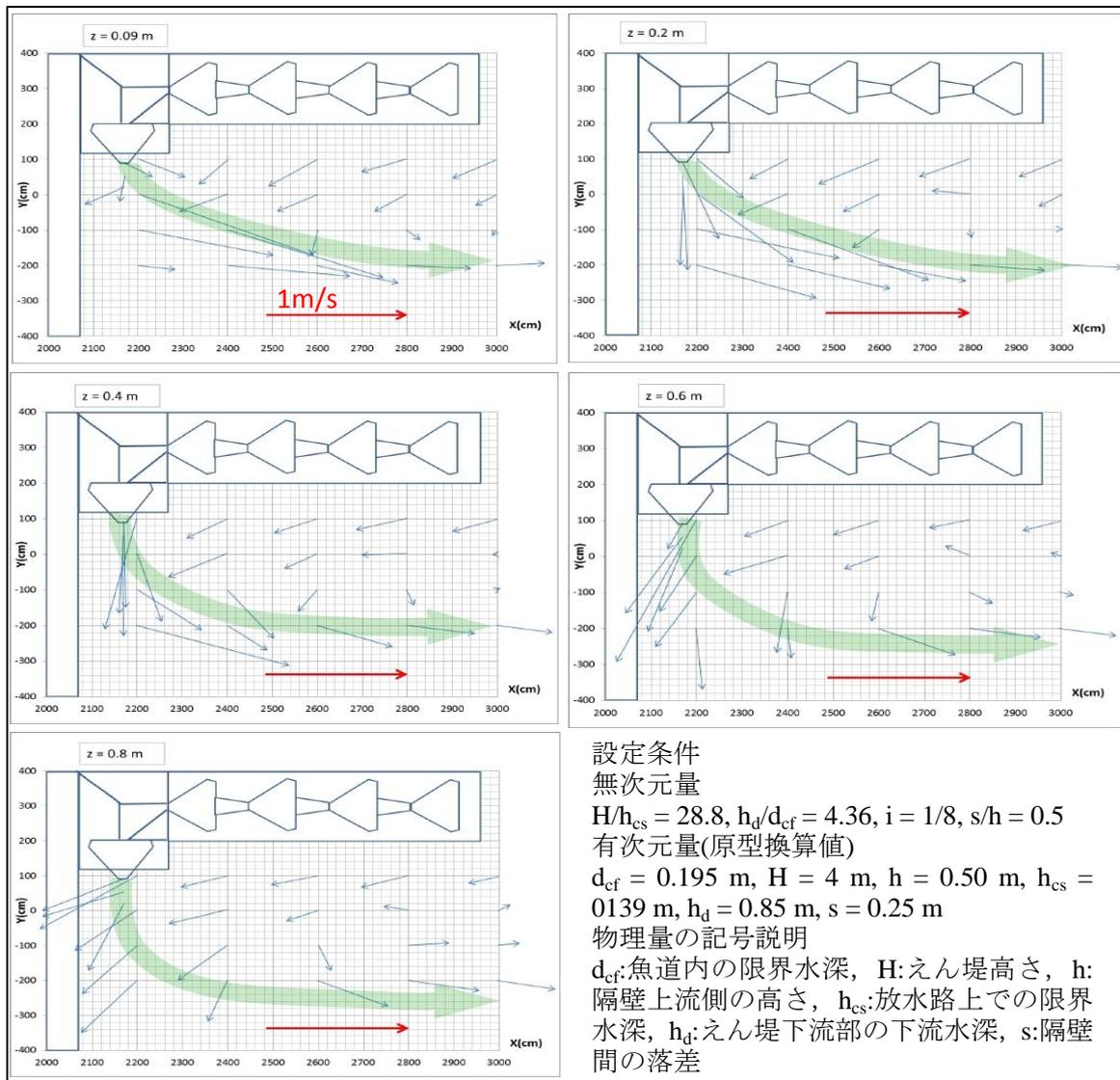


図2 各測定高さにおける平面ベクトル

#### 4. まとめ

通常時の流れを対象に治山えん堤直下の潜り込み流れと折り返し型プール式台形断面魚道からの流れとの関係について 10 分の 1 に想定した縮尺模型実験に基づいて検討した。魚道下流端より 1m(原型換算した値)離れた箇所で潜り込み流れを形成させることによって、えん堤からの流れと魚道からの流れを円滑に合流させることが可能となることを示した。また、水面付近を除いた領域で合流する流れを下流側から溯上する魚類を魚道へ誘導する流れとして活用することができることを推定した。溯上してくる魚類などはその合流した流れに沿って魚道に迷入することなく導かれることが期待される。

今後、迷入する原因を明らかにするため、魚道内の流量、下流水深等を変化させて系統的な検討を行う。

#### 参考文献

- 1) 安田陽一著(2011), 技術者のための魚道のガイドライン, 北海道魚道研究会編集, コロナ社, 141 pages.
- 2) 栗山昂, 安田陽一(2012), "砂防堰堤および治山堰堤下流側での水生生物の溯上経路と流況との関係", 第 56 回日本大学理工学部学術講演会, 11 月, CD-ROM
- 3) 青木宗之, 吉野隆, 福井吉孝(2009), 呼び水式魚道下流における流れとそれに対する魚の挙動, ながれ: 日本流体力学会誌, 日本流体力学会誌会, 28 号, pp. 485 - 494.