

治山えん堤直下流側の溯上経路と流況との関係

Relationship between migration route of aquatic animals and flow condition just below check dam

日本大学理工学部土木工学科 安田陽一

日本大学理工学部土木工学科○高橋直己

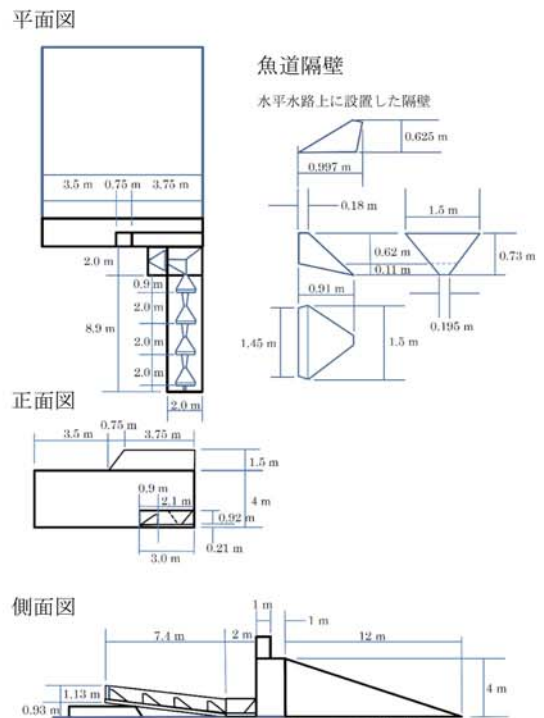
日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士2年 藤原 直

1. はじめに

森林の環境保全のために治山えん堤が建設されている一方で、溪流河川においては水生生物の溯上が阻害されている。魚道の設置は溯上を可能にする対策となり、折り返し型魚道が河岸側に沿って設置されている¹⁾。一般的に折り返し型魚道の場合、魚道終端を堰堤直下に位置することができるため、堰堤直下での水生生物の滞留を抑制することができる¹⁾²⁾。従来の研究では魚道構造に着目した研究³⁾⁴⁾が多く、魚道からの流れと治山えん堤からの流れとの関係を考慮した設計がされていないことから折り返し型魚道を設置しても魚の迷入が起きている⁵⁾。また、迷入対策で呼び水⁶⁾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⁷⁾が、局所的な流れの3次元性を把握できていないため、迷入対策の本質的な解決に至っていないことが多い。治山えん堤直下の流況の推定は魚道を通じた水生生物の溯上を可能にするために重要なことである。ここでは、通常時の治山えん堤直下の潜り込み流れとプール式台形断面魚道からの流れとの関係を示すために10分の1の縮尺模型を用い、模型実験を行った。治山えん堤直下からの流れとプール式台形断面魚道からの流れとの関わりについて実験的に検討した。また、治山えん堤直下の流況の3次元性について考慮を行った。

2. 実験

写真1のような、長方形断面水平水路(高さ60cm幅80cm長さ15m)に堰堤模型と折り返し魚道の模型を取り付けた。(図1参照)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。なお、実験はフルードの相似則で行った。また、堰堤の越流部に10mmメッシュのネットロン系の網を張り、越流水脈が自然に乱れやすい状態にした(写真1(a))。また魚道模型には堰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(写真1(b))。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1.2~1.3倍)が20cm程度となるように設定した。魚道の流量はホースから通水し、時間と重量から流量を換算し、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=217cm(潜り込み付近)ではy=31, 35, 38cm地点, x=220~300cm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, 8cmで計測した。



図中の値は現地換算で表示

図1 堰堤および魚道模型



写真1 a) 堰堤模型の越流部



写真1 b) ホースで通水している状況

表1 実験条件

| 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 |
|----------|----------|---------|--------|-------------------------|------------------------|
| 0.139 m | 0.195 m | 3.5 m | 1.5 m | 0.395 m ³ /s | 0.654m ³ /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 | 1.5 m | 2.5 m | 0.187m ² /s |

表の有限値は現地換算で表示

キーワード 治山えん堤, 折り返し型魚道, 迷入対策, 溯上経路, 潜り込み流れ

連絡先: 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8, TEL: 03-3259-0409, E-mail: naoki.t@civil.cst.nihon-u.ac.jp

3. 模型実験によるえん堤直下の流速場

治山えん堤模型直下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 ~ 6 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されている。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、放水路から潜り込み、主流が右岸側 (魚道とは反対側) に形成され、左岸側 (魚道側) では、循環流に伴う逆流が形成される。どの測定高さにおいても魚道からの流れにえん堤からの流れが合流している。循環流は右岸側に向かうようにカーブを描いて最終的にはえん堤からの流れと合流して流下している。水面近くの $z = 0.8 \text{ m}$ 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。堰堤からの流れと魚道からの流れが合流し、潮上してくる遊泳魚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推定される。

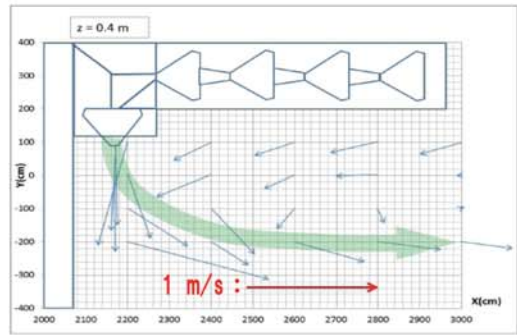


図 4 $z = 0.4 \text{ m}$ における平面ベクトル

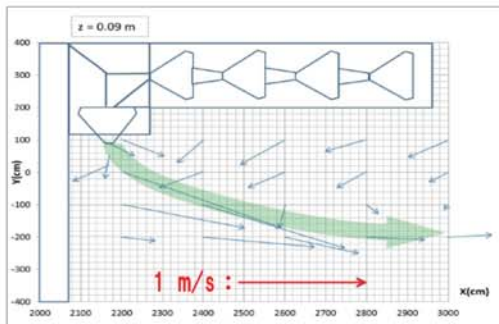


図 2 $z = 0.09 \text{ m}$ (底面付近) における平面ベクトル

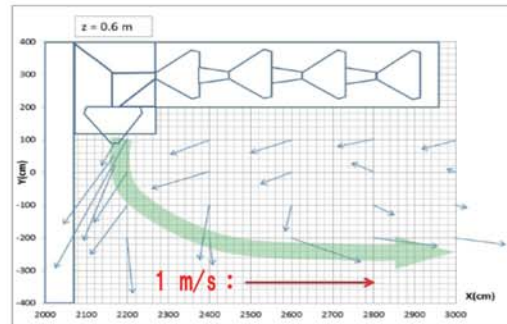


図 5 $z = 0.6 \text{ m}$ における平面ベクトル

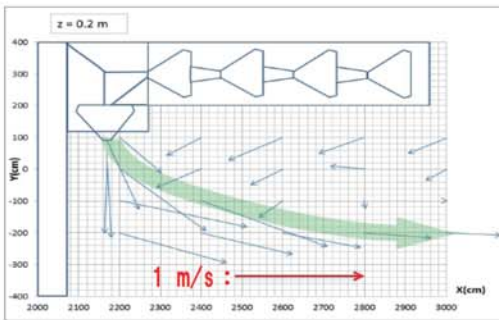


図 3 $z = 0.2 \text{ m}$ における平面ベクトル

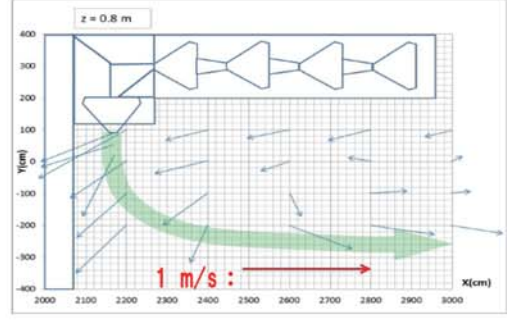


図 6 $z = 0.8 \text{ m}$ (水面付近) における平面ベクトル

4. まとめ

通常時の治山えん堤直下の潜り込み流れとプール式台形断面魚道からの流れとの関係について模型実験に基づいて検討した結果をまとめる。模型実験は 10 分の 1 に想定した縮尺模型を用い、治山えん堤直下の潜り込み流れとプール式台形断面魚道からの流れとの関わりを実験的に検討した結果、魚道下流端より 1m 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、水面付近を除いたどの位置でもえん堤からの流れと魚道からの流れと合流する流れが確認することができることを示した。すなわち、合流した流れによってえん堤下流側から潮上してくる遊泳魚などが魚道に導かれることを推定した。

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) (財)ダム水源環境整備センター編集(1998), 最新 魚道の設計-魚道と関連施設, 581 pages.
- 3) 和田吉弘著(2003), 魚道見聞録, 山海堂, 225 pages.
- 4) 中村俊六著(1995), 魚道のはなし, 山海堂, 199 pages.
- 5) 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潮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
- 6) 国土交通省河川局(2005), 魚がのぼりやすい川づくりの手引き, 155 pages.
- 7) 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.