

魚道が設置されたえん堤直下流側の流況に対する礫床の影響

Effect of gravel bed on flow condition just below check dam with fishway

日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 (明治コンサルタント株式会社) 学生会員 ○藤原 直
 香川高等専門学校建設環境工学科 正会員 高橋直己
 日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田陽一

1. はじめに

治山えん堤や砂防えん堤のように不透過製のコンクリートえん堤は、その落差により水生生物の溯上を阻害している。その対策として折り返し魚道を設置する場合、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、溯上する遊泳魚（以下：溯上魚）の迷入を抑制することが期待できる¹⁾。しかし、従来の魚道では、魚道からの流れとえん堤からの流れとの相互関係、魚道下流端での流況の調整などについて検討されていなかったため、折り返し型魚道を設置しても溯上魚の迷入が起きている場合が多い²⁾。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滑面水路上に設置した10分の1の縮尺模型を用い、模型実験を行った。えん堤下流側の状況によっては自然河床となっている場合が想定され、河床状況の違いによる影響を明らかにする必要がある。ここでは、えん堤下流側に礫が設置された場合と設置されていない場合の違いに着目し、通常時の流れを対象にえん堤からの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について検討した。

2. 実験

実験は、長方形断面水平水路(高さ 60cm, 幅 80m, 長さ 15m)にえん堤模型と折り返し魚道の模型(図1)を設置し、表1に示す実験条件のもとで行った。原型規模に換算した値で迷入対策が可能な水理条件を明示する必要があるため、模型規模を1/10の縮尺と想定し、フルードの相似則に基づき、えん堤直下の流況について検討した。えん堤天端の水通し(放水路)では10mmメッシュのネットロン系の網を設け、実規模で見られる乱れた越流水脈を想定した。魚道下流端で魚道からの流れが潜り込んだ状態または水表面に沿った状態が形成されるように、えん堤下流側の水位を調整した。魚道への通水には、えん堤模型直上流で湛水した箇所から3cm径のホースを使い、サイフォンで通水した。魚道内の流量について、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3回測定し、その平均値を算定した。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計測し、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算定した。流速測定はKENEK社製のI型プローブを有する2次元電磁流速計を用いた(採取時間:30s, 採取間隔:10ms)。

2.1 礫が設置された場合(実験1)

実河川では、えん堤直下流側で自然河床になっている場合があることから、礫をあらかじめ設置し、魚道からの流れとえん堤からの流れとの関係を検討した。すなわち、魚道設置位置による影響、魚道下流端周辺の流況変化による影響、および魚道内の流量変化による影響を検討した。使用した礫の粒径は8~15mm程度とした。この場合、えん堤放水路からの流れが水路床に衝突したことによって礫が上・下流側に移動し、局所的に堆積した状態となっている。流速測定は、X方向(流下方向)に原則10~20cm間隔、Y方向(横断方向)に10cm間隔で行った。また、z方向(水深方向)については、水路床に礫を敷き詰めため、z=2.5, 4, 6, 8cm(水面付近に対応)とした。

2.2 礫が設置されていない場合(実験2)

えん堤直下流側での礫の設置の影響を検討するため、礫を設置せずに魚道設置位置を一定にして魚道からの流出流量および魚道下流端での流況を変化させた実験を行った。この実験はえん堤直下流側がコンクリートの水叩きである場合に相当する。X, Y方向の測定位置は、実験1と同様である。Z方向の位置は、z=0.9, 2, 4, 6, 8cm(水面付近に対応)とした。

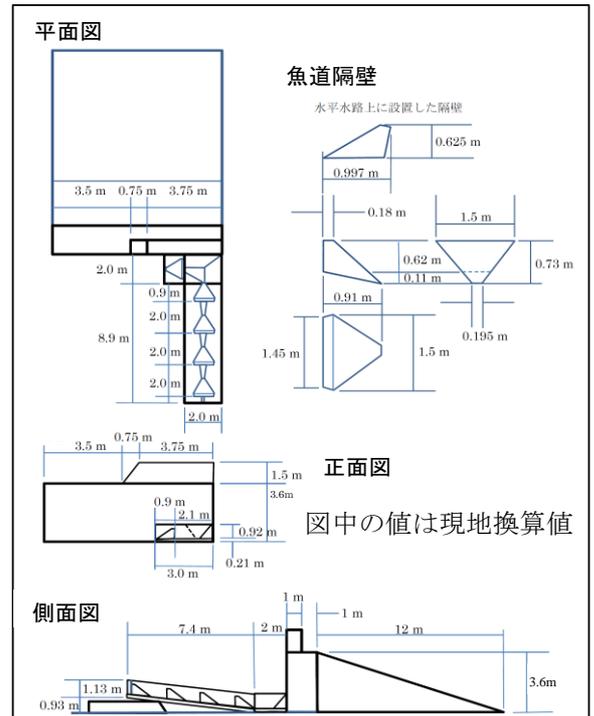


図1 えん堤および魚道模型

表1 実験条件

Case	礫の設置有無	魚道内 限界水深 dcf(m)	魚道からの 流れ	放水路内の 限界水深 dcs(m)	Xf/Xs
1	有	0.195	潜り込み流れ	0.162	0.909
2	有	0	-	0.162	0.909
3	有	0.195	潜り込み流れ	0.162	1.36
4	有	0.195	表層流	0.162	1.36
5	有	0.195	潜り込み流れ	0.162	1.82
6	有	0.1	潜り込み流れ	0.162	1.82
7	無	0.195	潜り込み流れ	0.162	0.909
8	無	0.195	表層流	0.162	0.909
9	無	0.1	潜り込み流れ	0.162	0.909
10	無	0	-	0.162	0.909

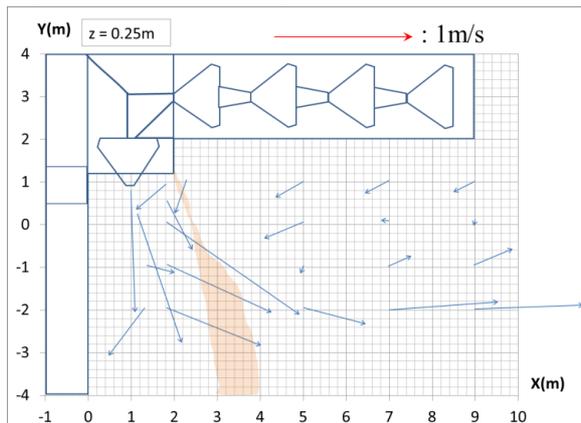
表の有限値は現地換算で表示

キーワード 治山えん堤, 迷入対策, 魚道, 溯上環境, 局所流

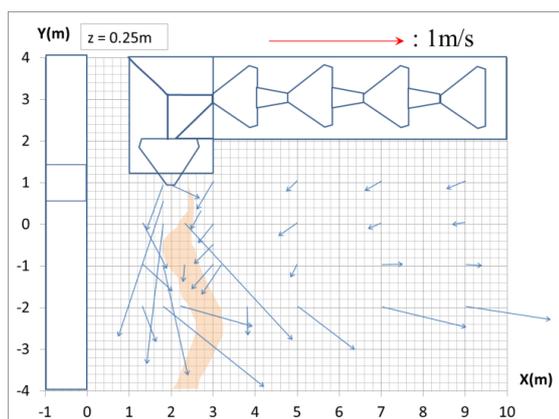
連絡先: 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8, TEL: 03-3259-0409, E-mail: yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

3. 模型実験によるえん堤直下の流速場

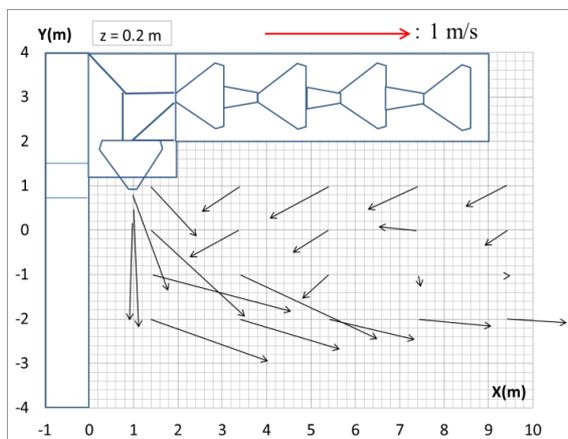
魚道設置位置(X_f/X_s : X_f =えん堤下流面から魚道下流端の中心までの水平距離, X_s =えん堤下流面から放水路からの流れの衝突位置までの水平距離)ごとのえん堤下流側の平面流速ベクトルの一例を図2,3,4に示す。魚道からの流れが潜り込んだ状態になると、魚道からの流れが放水路からの流れと合流し、魚道を通した溯上経路に導く流れになる。この場合、魚道からえん堤下流側にかけて0.6~1 m/s程度の流速が続き、周囲より速度が速い流れとなる。このような流速差を生じさせる流れは、溯上魚の走流性を誘起することが知られており³⁾、溯上魚を魚道へと誘導する流れとなることが期待される。また、サケ類は底層から中層を溯上し⁴⁾、現地調査でもえん堤直下においてサケ類が底層に定位しているが確認されている。この誘導する流れは底層付近でも生じているため、溯上魚の滞留を防止する効果が高いと考えられる。えん堤下流側で礫が設置されていない状態で魚道からの流れが潜り込んでいる場合、図4 a)に示されるように、えん堤直下流側の礫の局所的な堆積がないため、魚道からの流れが放水路からの流れと合流しても、魚道からの流れの流向が偏向せず横断方向に直進する状態が確認される。この結果、流下方向に流速が減勢されやすくなり、礫が設置された場合と異なる結果を示す。また、礫が設置された場合では、堆積箇所でも流速が小さくなるため、放水路からの流れと合流したときの流速の大きさが下流側まで維持されやすい状態となる。魚道からの流れが水表面に沿った場合、図4 b)に示されるように、潜り込んだ場合と比べて、礫が設置された場合より放水路からの流れによる衝突位置より下流側の流況に差異は見られなかった。これは、礫の堆積がないため、衝突後の流れが堆積形状の影響を受けなかったものと考えられる。



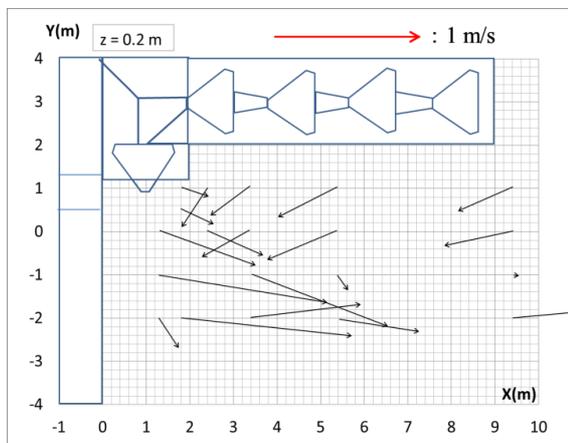
Case 1 : 魚道からの流れが潜り込む場合
図2 $X_f/X_s = 0.909$ のえん堤下流側の平面ベクトル



Case 5 : 魚道からの流れが潜り込む場合
図3 $X_f/X_s = 1.82$ のえん堤下流側の平面流速ベクトル



a) Case 8 : 魚道からの流れが潜り込む場合
図4 $X_f/X_s = 0.909$ のえん堤下流側の平面流速ベクトル (礫が設置されていない場合)



b) Case 10 : 魚道からの流れが水表面に沿った場合

4. まとめ

平水時から豊水時の流れを対象に、治山えん堤直下のえん堤からの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の縮尺を想定した模型実験に基づいて検討した。魚道からの流れが潜り込んだ場合、魚道からの流れが放水路からの流れと合流し、魚道からえん堤下流側にかけて0.6~1 m/s程度の流速が続き、その周辺で速度差の大きい状態が生じるため、遊泳魚の溯上行動の促進につながり、魚道を通した溯上経路に導く流れになることが期待される。えん堤下流側に礫が設置されていない場合と礫が設置された場合との比較によって、礫の堆積による形状効果によって魚道からの流れと放水路からの流れとの合流の仕方が異なることを示した。

参考文献

- 1) 安田陽一(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 (CD-ROM).
- 3) 小山長雄(1967): 「魚道をめぐる諸問題II. 解説編」, 木曾三川河口資源調査団 (KST), pp.1-96.
- 4) 国土交通省国土技術政策総合研究所(2014): 「河川生態ナレッジデータベース」, <http://kasenseitai.nilim.go.jp/index> (2014年1月1日閲覧).