

洪水時の治山堰堤下流に設置した石組み周辺の流れに関する実験的検討

Experimental investigation on a flood flow around ramp with assembled boulders below check dam

日本大学理工学部土木工学科

正会員 安田陽一

日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻

○学生会員 今 龍平

1. はじめに

北海道知床半島の東側を流れるサシレイ川の河口付近に位置する治山堰堤には階段式魚道が設置されている。カラフトマス、シロサケ、オショロコマを代表とする遡上調査の結果、既設の魚道幅は 1.5 m と狭く出水に伴う流木、礫の移動によって閉塞が生じるため、既設魚道の機能が一時的に失われることが報告されている。また、治山堰堤直下の減勢池に多数の迷入した魚が確認されている。遡上環境を改善するため、本研究では、模型実験によって減勢池内に石組み魚道¹⁾を設置することを提案し知床河川ワーキング²⁾で承認された。また、石組みの構造および平水時の流れを検討した³⁾。さらに、提案した石組み構造を施工するにあたっての石組みの施工手順を検討した。

洪水時においては、減勢池内で流れを減勢させて河床に負担がかからないようにするが、対象とする減勢池では流量規模が大きくなると跳水は形成されず、射流の状態が減勢池を乗り越える可能性がある。また、流量規模に応じた下流水位の推定が明らかにされていないため、洪水時の記録に基づき検討する必要がある。

ここでは、石組み魚道を設置する堰堤を対象に、減勢池内に石組みを設置したことによる洪水時の流れについて、河床低下対策を含め検討した結果を示す。

2. 実験

実験では長さ 17.0 m、高さ 0.60 m、幅 0.80 m を有する長方形断面水路を用いた。図 1 に実験模型図を示す。高さ 0.1 m、長さ 1.0 m、幅 0.796 m の落差模型を治山堰堤とし、堰堤天端の高さが 0.148 m となるようにした。堰堤上流側の河床を再現するため勾配が 1/50 となるように上板を傾かせて固定し 0.04 m 前後の礫を 0.94 m 区間設置した。垂直壁下流側には礫を 1.3 m 区間設置した。また、高さ 0.068 m、長さ 0.06 m、幅 0.796 m の落差模型を垂直壁とした。石組みには 0.04 m 前後の礫を使用した。模型はフルードの相似則にも基づき模型

1/20 縮尺とし、洪水時を想定した模型流量 $Q_m = 0.0435 \text{ m}^3/\text{s}$ での水面形、河床形状、流速の測定を行った。

流速測定には、底面付近は 2 次元電磁流速計（計測時間 30 秒、測定間隔 50 ms）を用い、それより上方では内径 30 mm の KENEK 社製のプロペラ流速計（計測時間 20 秒）を用いた。また、水深、礫高さの測定には、ポイントゲージ（0.1 mm 判読可能）を用いた。なお、流量は水路下流に設置された全幅刃形せき（JIS 規格）で測定した越流水深から流量公式を用いて測定した。水路に沿った流下方向を x 軸、水路中央から左岸側に向かった横断方向を y 軸、水路底面から鉛直上方向を z 軸とする。

3. 実験結果

設計流量規模の洪水流の流況を写真 1 に示す。写真に示されるように、減勢池内では跳水は形成されず、

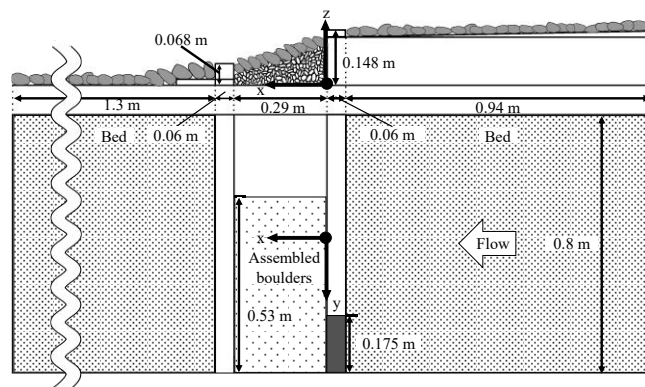


図 1 実験模型図



写真 1 洪水流の流況

キーワード 石組み斜路, 局所流, 流速場, 水生生物の移動, 河床低下対策

連絡先 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL: 03-3259-0409 E-mail: yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

射流の状態で流下することが確認される。また、石組み魚道においても、射流の状態で乗り越えている。垂直壁下流側においては射流から常流へ遷移し、表面渦が形成されることなく、主流が水面に向かう流れとなることが確認される。これは本堤から垂直壁までの間の射流の流線の曲がり小さいためと考えられる。現地再現性を考慮して、洪水時の主流が右岸側に偏向するようにしているが、設定した流量では大きな偏向した流れは形成されていない。

図2に水面形、河床形状、流速分布を示す。代表して $y = 30, 0, -30$ cm の場合を示す。図2の流速分布に着目すると、石組み魚道が設置されていない個所に比べ、石組み魚道が設置されている範囲 ($40 \leq y(\text{cm}) \leq -12$) では、主流の流速が制御される。また、主流の位置は水面付近に位置し、下流側に続いている。底面付近では石組みによる空隙の影響で流速が小さくなっている。すなわち、粗礫による石組み魚道を設置することが垂直壁下流側の河床保護につながる事が推測される。

図3、4は垂直壁下流側 $x = 60$ cm の $y = 0$ cm, -30 cm での時間平均流速および標準偏差（乱れ強さ）の鉛直分布を示す。流下方向流速を u 、流下方向流速の標準偏差を u' 、横断方向流速を v 、横断方向流速の標準偏差を v' とする。図に示されるように、標準偏差の分布が通常の開水路流れの場合⁴⁾とは異なり、底面付近の大きさが小さい。また、横断方向の流速および標準偏差ともに小さい値を示す。

4. まとめ

北海道知床半島の東側を流れるサシルイ川の河口付近に位置する治山堰堤に設置する石組み魚道とその周辺を対象に、計画洪水規模の流量を流したときの洪水時の流れについて、フルードの相似則に基づき 1/20 の縮尺模型を用いて実験的に検討した。

現時点で設定された設計流量規模での流況は減勢池内で跳水は形成されず、射流の状態で流下することを確認した。また、石組み設置区間より下流側の流速から、主流が水面付近に位置し、底面付近の標準偏差を含む流速は小さくなることを確認した。河床に与える負荷が小さいことを示した。

今後は石組み魚道施工後の流況の調査および遡上状況の調査を行う。

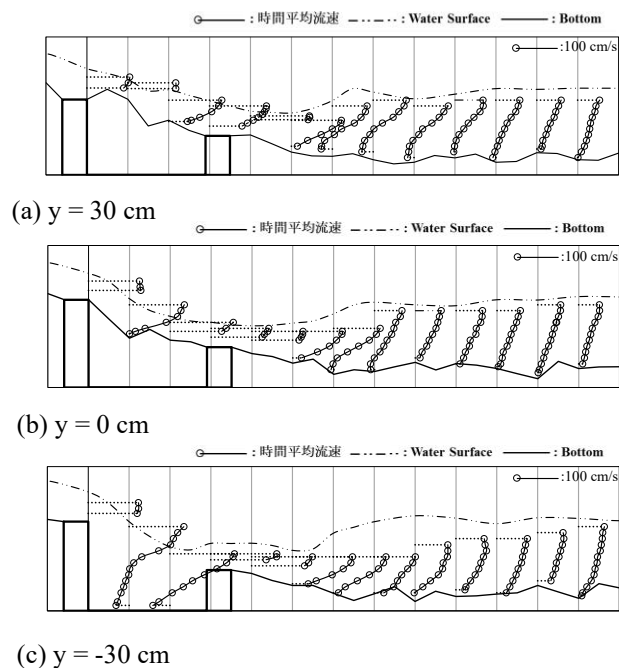


図2 水面形、河床形状、流速分布

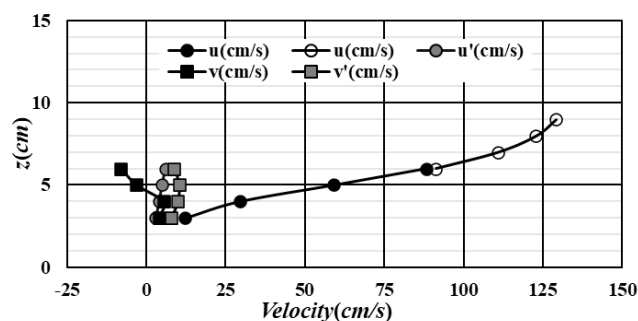


図3 $x = 60$ cm, $y = 0$ cm での流速分布

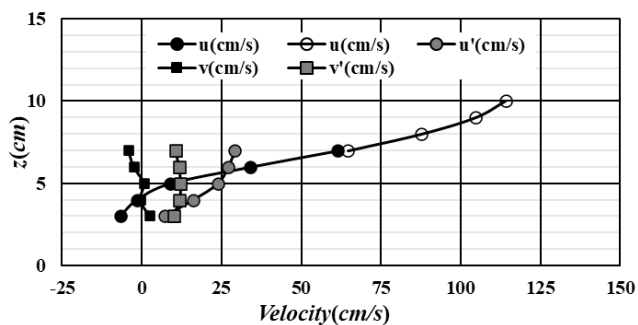


図4 $x = 60$ cm, $y = -30$ cm での流速分布

参考文献

- 1) 安田陽一：頭首工に設置された石組み魚道に関する実験から実務への適用，河川技術論文集，第24巻，pp125~130，2018
- 2) 知床データセンター河川工作物アドバイザー会議，https://shiretokodata-center.env.go.jp/meeting/kasen_ap_index.html, 2023.1.24 閲覧
- 3) 安田陽一，今龍平：サシルイ川における治山堰堤に設置された魚道改善，令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会，II-155，2022.
- 4) Ohtsu, I. and Yasuda, Y. : Characteristics of supercritical flow below sluice gate, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 120(3), pp.332-346, 1994