

砂防堰堤の副堰堤下流側の河床保護と水生生物の連続性の両立

Compatibility for both Migration of Aquatic Animals and Riverbed Protection below Sub-Sabo 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 学生会員 菅原 彩

1. はじめに

土石流区間に設置された砂防堰堤において、水生生物の移動の配慮として、魚道整備およびスリット化が行われている箇所がある¹⁾。この場合、洪水時の流れの影響が考慮されていないため、副堰堤下流側で局所洗堀の発生をきっかけに、河床低下が生じることがある。図1はN河川の事例ではあるが、平成14年に記録された河床から3m以上の河床が低下している。これは、遊泳魚の遡上が可能となるように、副堰堤の中央部に深さ2.2mのスリットが設けられたため、スリットに流れが集中し、河床低下が生じ、副堰堤の不安定性につながっている。水生生物の連続性を考慮した副堰堤の河床低下対策を早期に確立する必要がある。ここでは、図1に示す河床低下した箇所を対象に石組み対策工を適用し、水生生物の遡上の可能性、洪水時の減勢効果、および巨礫の補足効果を実験的に検討した結果を示す。

2. 河床低下対策の減勢工および水生生物の移動経路の基本的な考え方

図1に示す副堰堤の中央部に2.2mのスリットが設けられた結果、図中の赤線のように河床低下している。河床低下対策として、副堰堤下流側に粗礫による斜路にし、水生生物の移動が可能となるように、上流側30m区間に80cm前後の礫による1/6.5勾配の石組み斜路とし、下流側60m区間を1/21.4勾配の粗礫斜路とする。また、始めの20m区間は遷移区間として40~60cm前後の礫を埋設し、40m区間は20~30cm前後の礫を埋設した。ただし、1/21.4勾配区間では10mごとに80cm前後の礫で石組み帯工を設けている。スリット箇所は中小洪水の流れが集中するため、図中破線に示すように40~60cm前後の礫で河床を整形する。

3. 実験方法および実験条件

実験は水路幅0.8m、水路高さ0.6m、水路長さ15mの可変式矩形断面水路に、図2、写真1に示されるように、1/15縮尺の粗礫斜路模型を設置した。1/6.5勾配区間では石組みの隙間に早強コンクリートと粉パテを1:2の割合で練ったものを充填した。フルードの相似則に基づき、計画流量76.9m³/s(模型流量0.043m³/s)のときの水面形、河床形状、流速(プロペラ流速計から20秒平均で記録されたもの)を検討した。また、原型換算値80cm前後の礫、バケツ一杯分(40個以上)を上流側から一度に流し、石組みの安定を確認した。

4. 実験結果

計画流量時の水面形および地盤高を図2に示す。図に示されるように、1/6.5勾配区間では石組みの形状が階段状になっているため、水深の大小を繰り返す状態になっている。1/6.5勾配区間、勾配変化点付近、および1/21.4勾配区間の流速分布の一例を図3に示す。図に示されるように、原型換算の水深が1m程度あると、主流が水面付近に位置する。また、礫の乗り越え方によって、流速の分布形状が異なる。最大流速および底面流速の減衰状態を図4に示す。なお、底面付近の流速は流速分布から外挿して推定したものである。図に示されるように、1/6.5勾配区間では、最大流速が4m/sから6m/sまで変化する。特に、底面流速の場合、礫の凹凸形状の影響が大きいことから、1.8から6m/sまで加速減速を繰り返す。その一方、1/21.4勾配区間では、底面流速は3m/s以下になり、勾配変化点より20m下流側では流速は2m/s以下となる。最大流速および底面流速が緩やかに減衰している。写真2,3は計画流量時の流況を示す。勾配変化点より10m(模型規模67cm)の箇所では40~60cm前後の礫(模型規模2.6から4cmの黒石)を埋設したものが、写真に示されるように、局所洗堀により掃流された礫が勾配変化点より20m(模型規模1.3m)以内に堆積している。すなわち、上流側から生産された巨礫が補足できる機能が認められる。なお、原型換算値80cm前後の礫をバケツ一杯分入れたものを上流側から一度に流したところ、勾配変化点より20m(模型規模1.3m)以内で補足することを確認している。

写真4は山梨県北斗市を流れる大武川に設置された第49号床固工に80cm内外の巨礫を石組みして1/8勾配の粗礫斜路を施工した事例を示す。この構造は、粗礫斜路式減勢工の検討結果²⁾に基づいて提案した構造である。豊平低濁の流量変動に対しても水生生物の移動が可能な構造である。

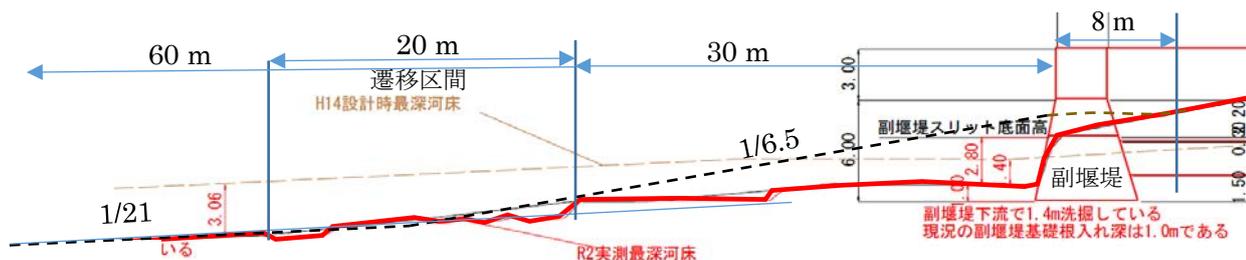


図1 N河川に設置された砂防副堰堤下流側の現河床と河床低下対策としての粗礫斜路の位置づけ

キーワード 砂防副堰堤, 石組み, 減勢工, 魚道, 洪水制御と水生生物の保全とのバランス

連絡先 東京都千代田区神田駿河台1-8-14 TEL.03-3529-0409 E-mail: yasuda.youichi@nihon-u.ac.jp

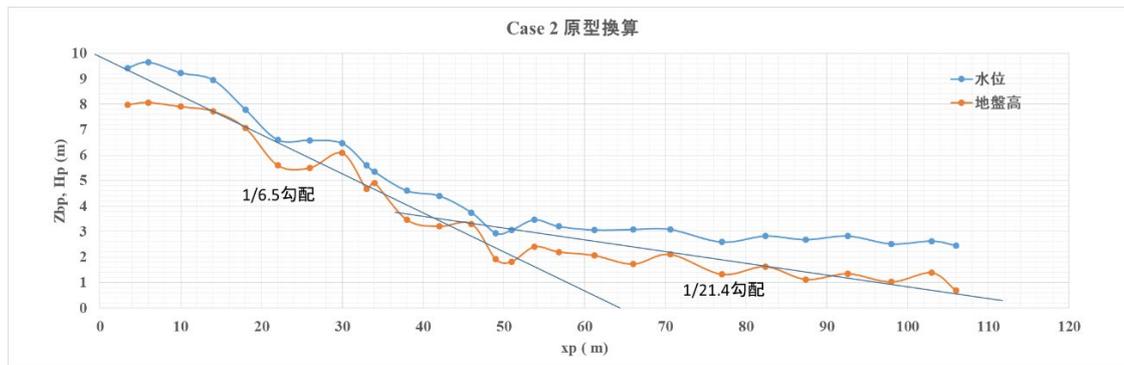


図2 流量 76.9 m³/s 時の水面形および地盤高 (原型換算)



写真1 粗礫斜路の設置状態



写真2 流量 76.9 m³/s 時の流況 (左: 下部の流況, 右: 上部の流況)

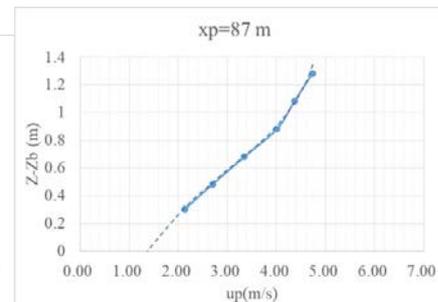
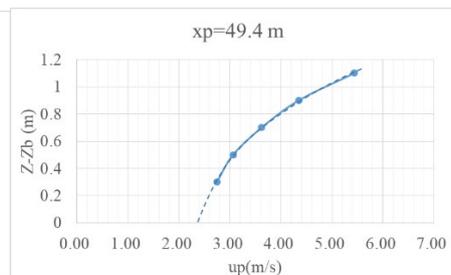
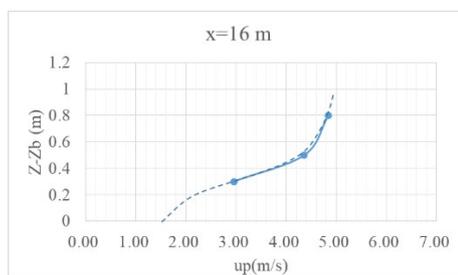


図3 測定断面の流速の鉛直分布 (左:1/6.5 勾配上, 中:勾配変化点付近, 右:1/21.4 勾配上)

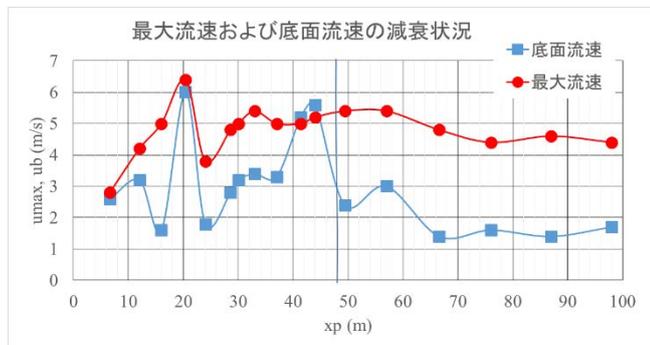


図4 最大流速および底面流速の減衰状態



写真3 勾配変化点付近の流況



写真4 1/8 勾配の粗礫斜路の流況 (大武川第 49 号床固工)

参考文献

- 1) 安田陽一, 技術者のための魚道ガイドライン-魚道構造と周辺の流れからわかること-, コロナ社, 150 pages, 2011.
- 2) 安田陽一, 増井啓登: 低落差部における石組み粗礫斜路と鉛直段落の減勢工との比較. 土木学会論文集 B1(水工学), Vol76, No.2, I_955- I_960, 2020.