

土砂吐き上に設置するブロック式提案魚道内の流速場の実験的検討

Experimental investigation on velocity field in proposed fish passage with blocks installed on a spillway

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 ○中村裕美

1. はじめに

利水目的に設けられた頭首工(堰)において遊泳魚を中心とした水生生物の溯上を可能にするために魚道が整備され、河川の連続性を担保している¹⁾。しかしながら、非灌漑期においては頭首工に魚道が設置されていても、利水機能を維持するための土砂吐きに通水し魚道機能を果たさない。また、土砂吐きの構造²⁾によっては、急勾配の斜路となっているため、土砂吐きから溯上することができない。経済的な観点から魚道の抜本的な改善が見込まれない場合、既設の土砂吐きの機能を維持した上で、土砂吐きから溯上できるように構造に改良する必要がある。本研究では、非灌漑期に、土砂吐きの機能を維持しつつ水生生物が溯上可能な流れを形成させるために土砂吐きの斜面の両側に角柱ブロックを設置し、ブロック式魚道としての水理機能について模型実験によって検討を行った。

2. 頭首工に設置されている既設魚道と土砂吐きとの関係

土砂吐きは1/4.75勾配の傾斜面を有し、土砂吐きの幅は原型換算で5.0m(上流部)から5.7m(下流部)となっている。また、土砂吐きの斜面長は7.7mである。既設の魚道は階段式魚道で対岸側に位置し、灌漑期には魚道として機能する。非灌漑期には、河川流量が豊水流量を超えて小規模の洪水流のときに魚道に通水する状態となる。

3. ブロック式魚道

3.1 従来のブロック式魚道

急斜面上に設置されたブロック式魚道が提案され^{3),4)}、粗度集中密度に基づきブロックを千鳥に配置し、ブロック間の流速特性について検討されている。この場合、小型魚が溯上可能な対象魚となる。しかしながら、ここで検討する対象魚は大型魚を含み、土砂吐きの機能を維持させた上で1/4.75勾配の急斜面にブロックを設置する必要があるため、土砂吐きに通水する流量の変動が大きいため、従来のブロック式魚道の適用が難しいことが推定される。

3.2 提案したブロック式魚道

土砂吐き斜面上で遊泳魚が溯上可能な環境にするために、30cm四方の矩形断面で、断面に直交する長さが50cmを有する角柱ブロックを斜面の両側に配置し(写真1)、様々な流量規模に応じて溯上可能な流れにするため、写真1に示されるように、上流部のブロックの設置方向をYの字の向きに設置し、中央から下流部にかけてはブロックをハの字の向きに設置した。この場合、流入流量が過剰にならないように主流が中央部に向かうようにしている。また、魚道下流部での水深確保のために、魚道内に流入量を増やすように工夫している⁵⁾。

4. 実験

水路長15m、水路幅0.8mの矩形断面水路で実験するため、7.75分の1縮尺の模型を用いて土砂吐き面上にブロックを設置した場合の水理特性を検討した。土砂吐き上の流速を測定するために、KNECK製のプロペラ流速計(プロペラ径:2cm)を用いた(平均時間:20sec, 1秒間のパルス数を平均)。なお、実験はフルードの相似則を用いている。

5. 流速場の実験結果

流量規模が原型換算で1.6, 3.0, 4.4 m³/s(渇水時, 平水時, 豊水時に対応)の場合の土砂吐き中央部およびブロック内の流速を測定し、その結果を図1,2,3に示す。図中、青の実線は想定される溯上経路を示す。また、数値は原型換算した値である。渇水時, 平水時, 豊水時においてブロック設置区間外である中央の流れはS2曲線を有する漸変流となっており、土砂吐き斜面に沿って加速し、渇水時で最大4.5m/s, 平水時で最大5.0m/s, 豊水時で最大5.2m/sとなったが下流側に設置した減勢ブロックによりどの流量規模においても2列目の減勢ブロックの直上流側で1.5m/s以下に減勢された。また、ブロック設置区間について渇水時は最大2.4m/s, 最小0.15m/s, 平均0.87m/sとなり流速の速い箇所があるが、周辺のブロックに沿った流れが1m/s以下となっており溯上可能であると推定される。流況については設置ブロックの主に上流部で流れが剥離している箇所もあるがブロック間に礫を詰め水深を担保すれば改善されると推定され、溯上には影響のないものと考えられる。平水時では最大2.7m/s, 最小0.17m/s, 平均1.2m/sとなり流速の速い箇所があるが、周辺のブロックに沿った流れが1m/s以下となっており溯上可能であると推定される。流況については設置ブロックの上中流部で流れが剥離している箇所もあるが渇水時と同様に水深を担保すれば改善されると推定され、溯上には影響のないものと考えられる。豊水時には最大3.0m/s, 最小0.18m/s, 平均1.3m/sとなり特にブロック設置上流部の水面付近の流速が底面付近に比べて速くなっており2m/s以上の流れとなっていたが、周辺ブロックに沿った底面付近では1m/s以下の流れとなっており溯上可能であると推定される。また、流況については設置ブロックの中下流部で流れが剥離している箇所があるが、渇水時・平水時と同様にブロック間隔に礫を堆積させると改善されると推定される。



写真1 提案されたブロック式魚道

キーワード：魚道工, 土砂吐き, 迷入対策, 溯上経路, 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

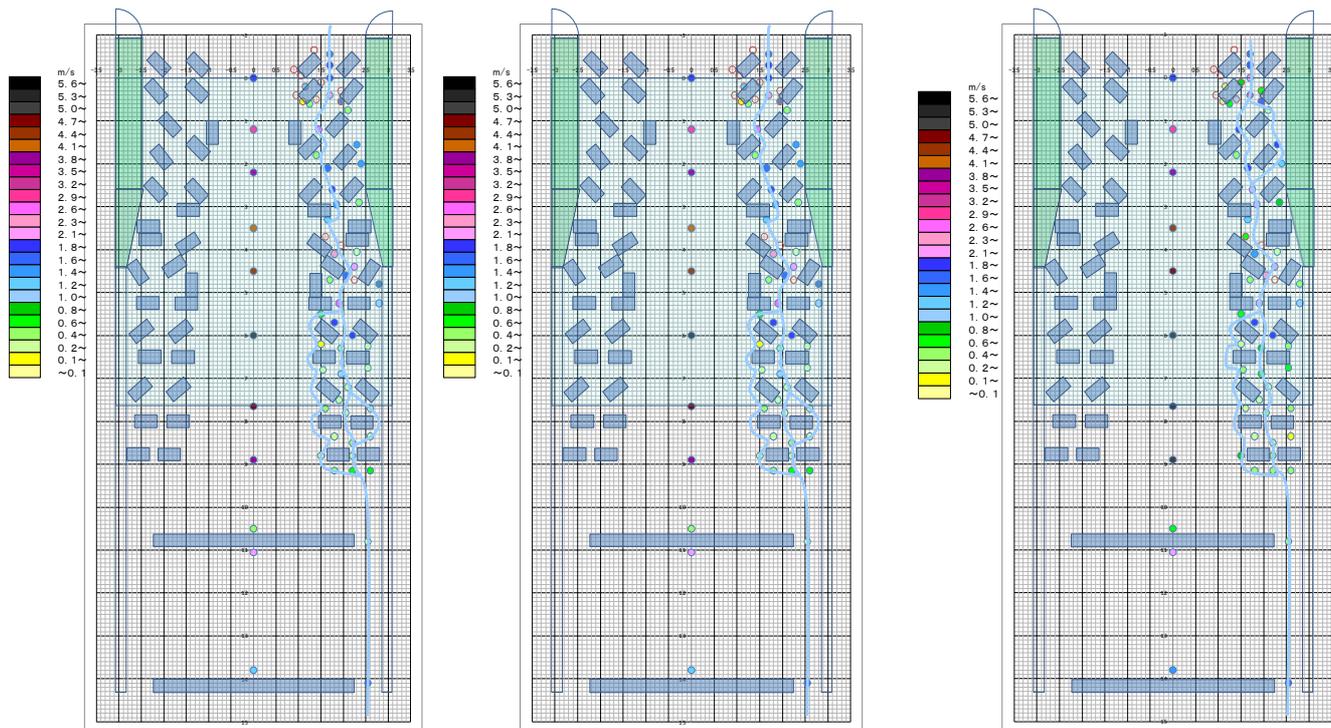


図1 渇水時の流速場 (Q = 1.6 m³/s) 図2 平水時の流速場(Q = 3.0 m³/s) 図3 豊水時の流速場(Q = 4.4 m³/s)

6. 施工された現場の流況

写真2に提案したブロック式魚道を施工した後の渇水時の流況を示す。施工の段階で右岸側の土砂吐き斜面の摩耗が激しくブロック設置が困難と判断し、左岸側にブロックを設置することになった。また、土砂吐き上流側でのブロック設置予定位置と開閉ゲートとの位置関係により、模型で設定した上部2箇所のブロックを減らす必要が生じたため、巨石の石組みを行った。写真2に示されるように、ブロック設置区間の流速は1.7m/s程度となり、気泡混入、また剥離流れが見られたが、細部にわたって流況調査したところ、溯上可能な流れとなっていた。流量が増加すると、流入量が増し、ブロック間の水深も担保されるため、気泡混入、剥離流れによる障害もある程度は改善されることを期待しているが、現場の流況を判断し、水深が担保されない箇所については巨石による石組みなど状況を見ながら対策をとる必要があるものと考えられる。



写真2 土砂吐き上にブロックが設置された場合の流況

7. まとめ

頭首工に設置された1/4.75勾配を有する土砂吐きの傾斜面上で渇水・平水・豊水時の流量規模でも溯上可能な水理環境にするために、土砂吐き斜面上の両側に設置する矩形ブロックを配置した(写真1)。渇水、平水、豊水時を想定した流量規模で流速を計測した結果、溯上可能な流速まで制御でき、流量規模別に溯上経路を見出すことができた。なお、検討したどの流量規模においても、上流側のブロック間の一部で流速が2 m/s以上の流れになっていたが、周辺ブロックに沿った底面付近の流れは1 m/s以下の環境になっているため、遊泳魚が溯上できるものと推定した。提案したブロック式魚道が施工され(写真2)、渇水時の流況が確認されたが、模型実験と設定が異なるため、状況を見ながら対策をとる必要があることが分かった。

参考文献

- 1) 安田陽一(2013), 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, 第2版, 154 pages.
- 2) 建設省河川砂防技術基準(案), 設計編I(2012), 技報堂, 第15版, 72-73.
- 3) 岡川明美, 高橋正行, 大津岩夫, 安田陽一(2005), 円柱型粗石魚道における流況特性, 第60回土木学会年次学術講演会, II-223, CD-ROM.
- 4) 安田陽一(2004), ながれ「ながれの表情とアメニティ」87-95.
- 5) 安田陽一, 高橋直己, 中村裕美(2013), 土砂吐き上の溯上可能なブロック配置に関する実験的検討, 第67回土木学会全国年次学術講演会, 第II部門, II-058, CD-ROM.