

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

Experimental investigation on block placement for the upstream migration of multi-aquatic animals on a sand waste slope

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 正会員 高橋直己
日本大学理工学部土木工学科 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ている¹⁾。しかしながら、蛇行河川のインコース側に魚道が整備されている場合、魚道直上流側を中心に堆砂が進み平水時には魚道側に水が流れない場合がある。また、利水のために水位上昇させている場合でも、取水量を確保するため、魚道最上流部に堰板が設置され、ほとんど通水しない場合がある。これらの原因で魚道がほとんど機能していない状態が発生するが、経済的な事情で魚道改善することが困難な場合がある。このような状態においても河川に生息する水生生物の生態系保全から連続性確保するための工夫が必要不可欠である。

ここでは、利水機能を維持するための土砂吐き²⁾に着目し、土砂吐きの斜面上に角柱ブロックを設置して、水生生物の溯上可能な流れを形成させるための水理条件について検討し、溯上経路と流速場を提示した。

2. 頭首工の魚道と土砂吐きとの位置関係

対象とする頭首工の平面図を図1に示す。土砂吐きは1/4.47勾配の傾斜面を有するものであり、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、斜面長は7.7mである。既設の魚道は階段式魚道であり、対岸側に位置している。なお、土砂吐きの斜面の勾配、斜面長については、ここでは一定にしている。今後は条件を変えて検討を進める。

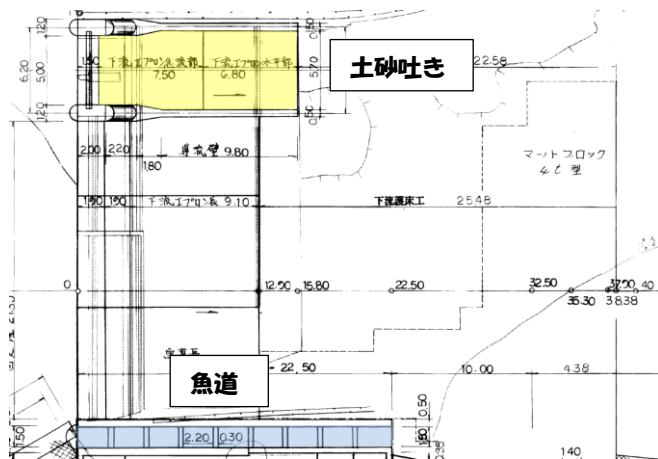


図1 対象とした頭首工の平面図

3. ブロック配置の提案

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上に配置して溯上可能な環境を提案する。提案した特徴を以下に示す。なお、ブロックの配置は実験によって調整されている。

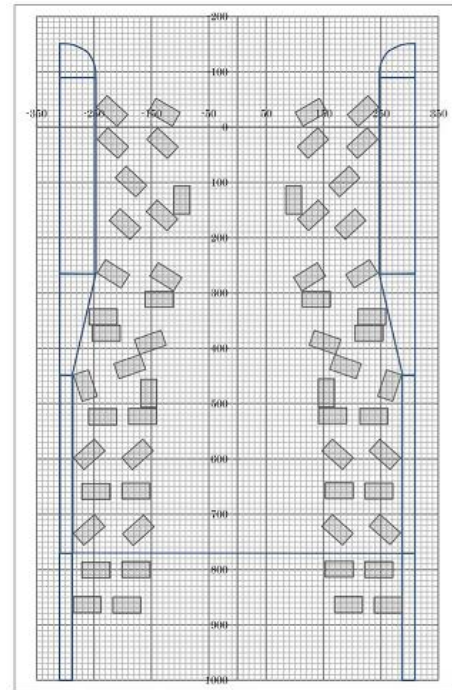


図2 土砂吐き面上に設置されたブロック配置

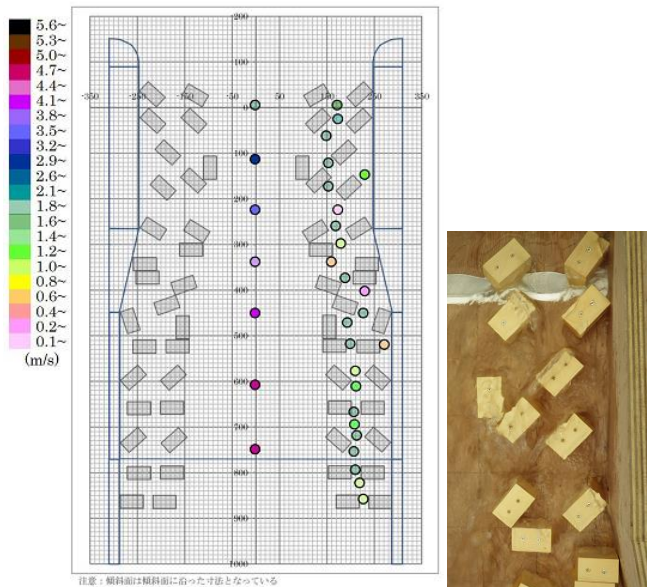
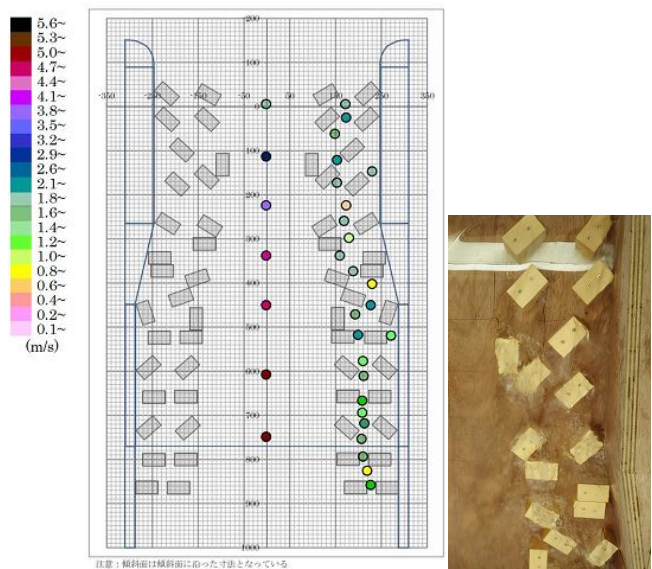
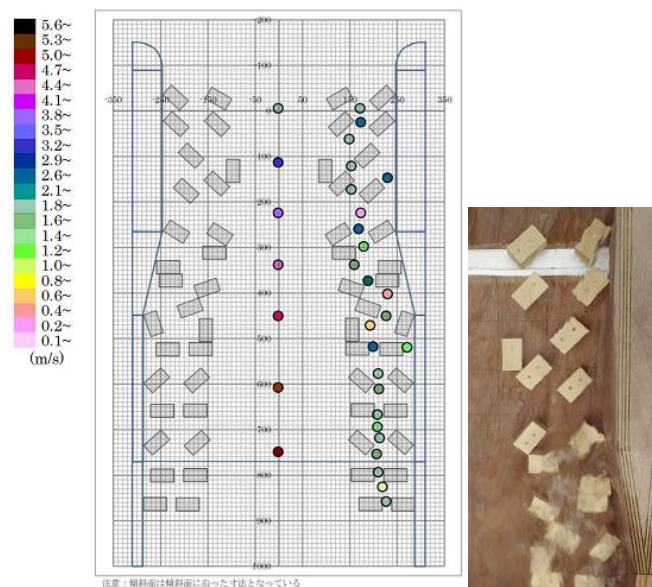
- 土砂吐きの機能を維持するために、中央部では土砂排出の障害にならないようにブロックを設置しないようにし、ブロックを両側に設置する。
- 洪水時にはブロックに過剰な流体力が作用しないようにするため、ブロックを斜めに設置する。
- 様々な流量規模に応じて溯上可能な流れにするため、上流部のブロックの設置方向を図に示すようにYの字の向きに設置し、中央から下流部にかけて図に示すようにブロックをハの字の向きに設置する。これは流量規模が大きい場合には主流が中央部に向かうように（魚道に必要な流量分以外は中央に流れるように）、流量規模が小さい場合には魚道内に流入量を増やすようにするためである。
- 個々のブロックに作用する流体力が大きくならないように、上流部のブロックによって主流を中央部に偏向させたことによって生じる剥離流れ内に中央から下流部のブロックを設置する。また、流量規模が小さい場合、ブロック内の流量を確保するため、流下方向と平行にブロックを設置する。
- 大型遊泳魚の溯上経路を除いて洪水後にブロック間に礫が堆積しやすい箇所を設け、堆積礫周辺の流れを利用して底生魚等の溯上環境につなげる。

4. 模型実験

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

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, Email: yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

図2 $Q=1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の流速場と流況 (越流水深34.5cm)図3 $Q=3.0 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の流速場と流況 (越流水深46.5cm)図4 $Q=4.4 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合の流速場と流況 (越流水深66.7cm)

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)。また、流量規模別の流況を記録するために、デジタルカメラを用いた。なお、実験はフルードの相似則を用いている。

5. 流量規模別の流速場および流況

流量規模が原型換算で1.6, 3.0, 4.6 m^3/s (渇水, 平水, 豊水) の場合の土砂吐き中央部およびブロック内の流速場を図2,3,4に示す。また、ブロック上流部の流況を合わせて示す。なお、数値は原型換算した値である。図に示されように、ブロックを設置することによって、ブロック内の流速が減衰され、溯上可能な流速となっている。これは、ブロックを均等に千鳥に設置した場合³⁾と比較して、ブロックの集中密度、占有率からブロック内の流れが適切に制御できるものと推定される。

5.1. $Q = 1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合 (越流水深 34.5 cm)

図2に示されるように、ブロック内の流速は溯上可能な流速となり、溯上経路と想定される流速測定箇所の平均で1.35 m/sとなる。測定箇所によっては最大で2.25 m/s, 最小で0.17 m/sとなっている。ブロック設置区間以外についてはS2曲線を有する漸変流となり、流下方向に進むにつれて流速が大きくなり最大で4.6 m/sとなる。なお、ブロック内の流速測定箇所において最大水深で35cm, 最小水深で14cmとなる。ブロック内の流況については休息可能な常流の流れが形成され、ブロック上流部の一部で水はねが生じているが溯上には影響がないものと推定される。

5.2. $Q = 3.0 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合 (越流水深 46.5 cm)

図3に示されるように、ブロック内の流速は溯上可能な流速となり、溯上経路と想定される流速測定箇所の平均で1.69 m/sとなる。測定箇所によっては最大で2.51 m/s, 最小で0.61 m/sとなっている。ブロック設置区間以外については、流下方向に進むにつれて流速が大きくなり最大で5.2m/sとなる。なお、ブロック内の流速測定箇所において最大水深で47cm, 最小水深で25cmとなる。ブロック内の流況については休息可能な常流の流れが形成され、傾斜面上流端から1m下流側以降で潜り込み流れが形成されるようになる。また、1m以内ではブロックは水没している状態になるが、溯上には影響がないものと推定される。

5.3. $Q = 4.4 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合 (越流水深 66.7 cm)

図4に示されるように、ブロック内の流速は溯上可能な流速となり、溯上経路と想定される流速測定箇所の平均で1.78 m/sとなる。測定箇所によっては最大で2.75 m/s, 最小で0.39 m/sとなっている。ブロック設置区間以外については、流下方向に進むにつれて流速が大きくなり最大で5.5m/sとなる。なお、ブロック内の流速測定箇所において最大水深で59cm, 最小水深で39cmとなる。ブロック内の流況について、傾斜面上流端から3m以内ではブロックは水没している状態になるが、遊泳魚の溯上の妨げにならないものと推定される。

6. まとめ

越流水深が35~67cmまで変化した状態でも土砂吐きの1/4.47勾配を有する傾斜面上で溯上可能な水理環境にするために、両側に設置する矩形ブロックの配置を提案した。また、3種類の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ることが推定された。

参考文献

- 1) 安田陽一(2011), 魚道ガイドライン, コロナ社, 143 pages.
- 2) 建設省河川砂防技術基準(案) (2012), 設計編 I, 技報堂, 72-73.
- 3) 安田陽一(2004), ながれ「ながれの表情とアメニティ」 87-95.