

# 大規模利水施設における水生生物の溯上可能な導水路の水理特性

## Hydraulic characteristics of water canal enabled upstream migration of aquatic animals installed in a large irrigation facility

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  
 日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生会員 ○中嶋 和成

### 1. はじめに

河川に設置された大型利水施設において、生態系保全を考慮して水生生物の移動の妨げにならない対策が要求され、魚道が整備されている。河川流量に比べ魚道流量が極端に少ない場合、集魚効果が発揮されないことが多い。大型の利水施設下流側で発生する水生生物の迷入<sup>1), 2)</sup>を改善する対策として、魚道中間に導水路を設け魚道内の流量を増やし、多様な水生生物が導水路を経由して溯上できるように導水路の構造を工夫する必要がある。ここでは、溯上可能な導水路の構造を提案し、導水路内の水面形および流速場について実験的に検討を行い、導水路内の溯上経路について考察した。

### 2. 導水路の提案

提案する導水路の概略図を図1, 2に示す。利水施設からの導水路への流入量を確保し、導水路に魚道としての機能を持たせるため、設定流量時に導水路の勾配が限界勾配となるように定めた。また、利水施設で許容される流量変動が生じた場合でも多様な水生生物が溯上経路として利用する水際付近の流れの緩みの形成が継続するように、側壁部に巨石による傾斜面を設けた。

### 3. 実験方法

導水路模型(1/7.5縮尺)を長方形断面水平水路(幅80cm, 高さ60cm, 長さ15m)に設置し、導水路内の許容最大流量時に限界勾配(212分の1)となるようにし、側壁表面に5cm~10cm径のホワイトストーンを利用し、側壁内部およびホワイトストーンの隙間に1cm~3cm径の玉砂利を利用して、粗石による側壁の石積みを形成した(写真1)。実験はフルードの相似則に基づき、水面形および導水路内の流速について検討を行った。流速を計測するためKENEK製のプロペラ流速計(プロペラ径:2cm)を用いた(1秒間のパルス数の平均値から算定, 計測時間10sec)。

### 4. 導水路内の水面形

許容最大流量時の導水路内の流況を写真2に示す。また、縦断方向の水面形(数値は原型換算値)を図3に示す。この場合の限界水深は $hc = 1.3\text{m}$ であり、図中にその高さを示す。図に示されるように、導水路内では横断方向の水位の変化は小さい。ただし、 $x = 0\text{cm} \sim 225\text{cm}$ の水面形は流入部で急縮流れとなり、水面形は側壁付近の水深が水路中央付近より高い傾向が得られた。また、 $x = 600\text{cm}$ より下流側では導水路内の水深が限界水深より小さい結果となった。これは限界勾配の算定に用いた粗度係数の仮定および下流水深の設定の影響によると考えられる。

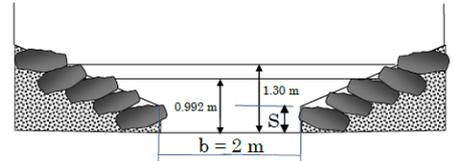


図1 導水路断面図

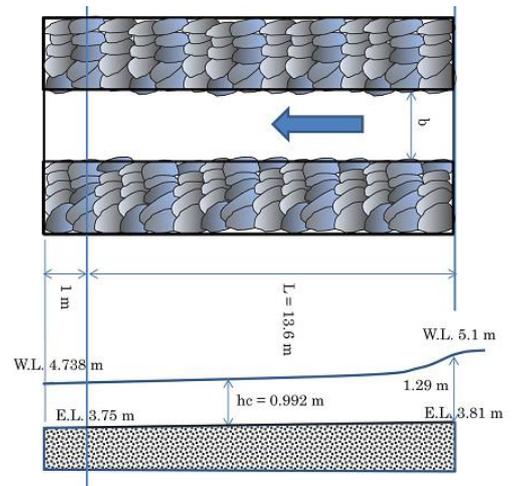


図2 導水路平面図・側面図

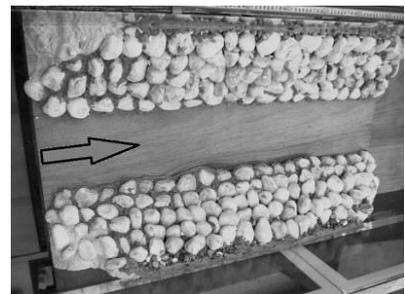


写真1 導水路模型



写真2 導水路内の流況

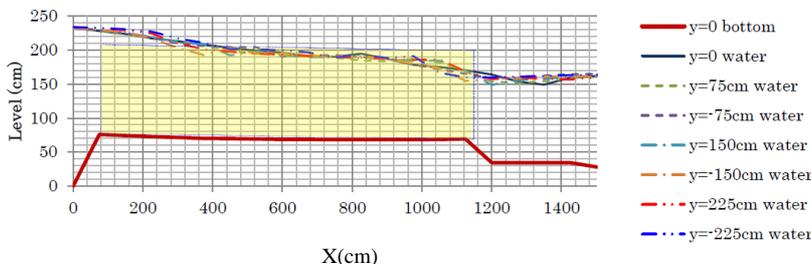


図3 導水路内の水面形

キーワード 河川環境, 導水路, 魚道, 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](mailto:yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp)

5. 導水路内の流速分布

図4に導水路および下流側における表面流速(原型換算値で表示)の分布図を示す。図に示されるように、導水路中央部での表面流速は流下に従い増加し、最大で約4m/sとなる。このことから中央部では大型魚でも溯上が困難な流速場が形成されることが推定される。一方、水際付近の流速は1m/s前後となり小型魚~中型魚の許容流速程度<sup>3)</sup>であり、流下方向に対しても同程度の値で遷移している。すなわち、水際付近で溯上経路が確保されていると推定できる。

図5-1~3にx = 300cm, 675cm, 1125cm(導水路内)の3断面における流速の等流速線図を示す。水際付近を除くほとんどの領域では流速が2m/s以上となる。一方、水際付近の流速は常に1m/s前後となり、多様な水生生物の溯上経路として適した流れとなることが推定できる。これらのことから、導水路内では3次元的な流れを造り出している。

図6に左右岸の水際付近y = ±225cmにおける表面流速の変化を示す。側壁が巨石によって構成されるため、水際付近の流速は一定値を示していないが、平均的に1m/s弱の値を示す。すなわち、流れが単調な状態にならず、水生生物の休憩、溯上が可能な環境が確保できるものと考えられる。

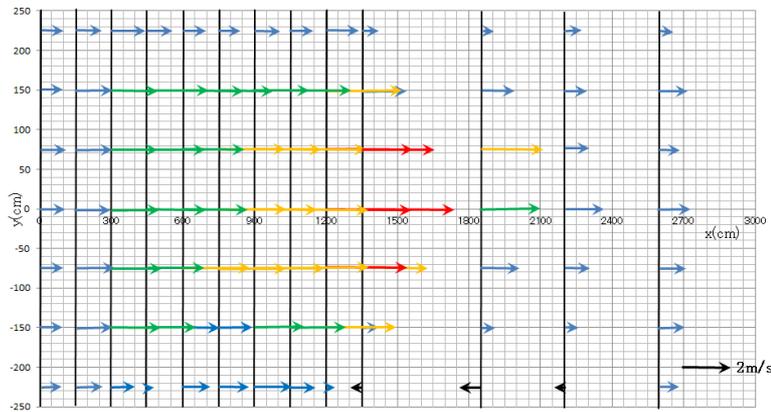


図4 表面流速分布

6. まとめ

大規模利水施設に設置された魚道における迷入の改善策として、図1,2に示す導水路を提案し、流入可能な流量を有効に活用できるように限界勾配とし、かつ水際近くの流れを利用して溯上できる構造としている。7.5分の1の縮尺模型を用いて導水路内の水理特性について実験的に検討した。水深測定の結果から導水路内の水面形については横断方向の変化は小さいことを示した。また、流速の計測結果から導水路中央部に流れが集まり、水際付近の流速が1m/s前後と多くの水生生物が溯上可能な流速まで制御できていることが確認できた。さらに、導水路内では3次元的な流れとなることが分かった。そして、水際の表面付近の流れが巨石により乱されるために単調にならず、水生生物の溯上経路、休息可能な環境が確保できるものと推定した。

参考文献

- 1) 安田陽一著(2011), 技術者のための魚道ガイドライン, コロナ社, 144pages
- 2) 国土交通省河川局(2005), 魚がのぼりやすい川づくりの手引き
- 3) 北海道開発局(1999), 石狩川魚がのぼりやすい川づくり推進事業実施計画

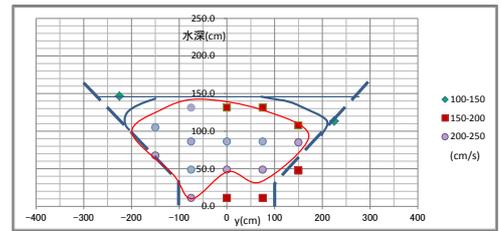


図5-1 x=300cmにおける等速線図

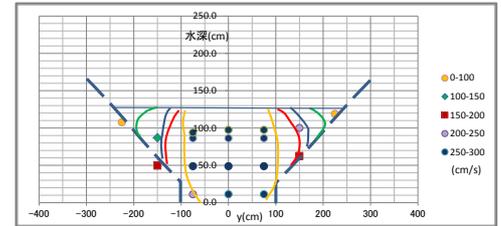


図5-2 x=675cmにおける等速線図

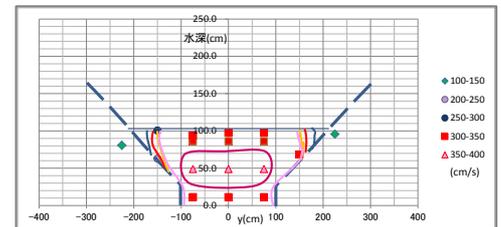


図5-3 x=1125cmにおける等速線図

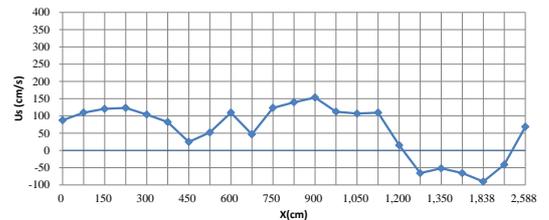


図6-1 左岸側(y = -225cm)での表面流速変化

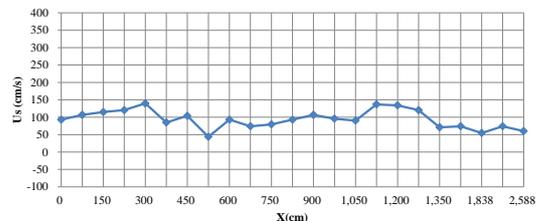


図6-2 右岸側(y = 225cm)での表面流速変化