

H3-14

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 characteristic of canal enabled upstream migration of aquatic animals installed in a large irrigation facility

○中嶋和成<sup>1</sup>, 安田陽一<sup>2</sup>, 高橋直己<sup>2</sup>

\*Kazunari Nakajima<sup>1</sup>, Yoichi Yasuda<sup>2</sup>, Naoki Takahashi<sup>2</sup>

**Abstract:** The fish passage was settled in large irrigation facility for the upstream migration. However, as the flow rate in the fish passage is too small compared to the flow rate out of the irrigation facility, many fishes cannot find the flow passing through the fish passage. Installation of canal connecting to the fish passage should be required for the formation of flow leading aquatic animals to the fish passage as an improvement method, because of a guarantee of large flow rate in the fish passage. In this report, new canal with trapezoidal section enabled upstream and downstream migrations of aquatic animals has been proposed. The bottom slope of the proposed canal is adjusted as a critical slope for a constant intake flow rate. The side wall of the canal consists of combined gravels in order to keep appropriate flow for the upstream migration along a water side. The experiments supported water surface profile and velocity field in the canal.

1. まえがき

河川に設置された大規模利水施設においても、生態系保全を目的として魚道<sup>1)</sup>が設置されている。しかしながら、様々な要因により、河川流量に比べ魚道流量が極端に少ない場合、魚道下流側で隔壁が水没し、逆流が形成されるなど、水生生物が魚道からの流れを感知するのが困難になり、利水施設下流側で迷入が発生する場合がある。ここでは、短期間で経済的に迷入の改善を目指し、既設魚道の中間に Figure 1 に示す溯上可能な導水路を設け、魚道内流量を増加させる方法を提案し、溯上可能な導水路の特徴を示した。また、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. 実験方法

導水路模型 (1/7.5 縮尺) を水路勾配が限界勾配<sup>2)</sup> (原型換算の流量規模を約 10m<sup>3</sup>/s, 粗度係数を 0.02 としたときの限界勾配を Manning の式および限界流の条件より 1/212 勾配と算定) となるように長方形断面水平水路 (幅 80cm, 高さ 60cm, 長さ 15m) に設置し, Photo 1 に示す 1 割 5 分勾配の側壁の石組みを形成した。石組みの巨石は模型規模で直径 5~10cm のホワイトストーン, 小さな石の部分は直径 1~3cm の玉砂利を使用した。実験はフルードの相似側に基づき, 水面形および導水路内の流速について検討した。流速は平均流速を定性的に把握するために KENEK 製プロペラ流速計 (プロペラ径 2cm) を用いて 10 秒平均の流速を測定している。水深測定はポイントゲージを用いて行った。また, 導水路下流端中央である x=1125cm, y=0cm での水深を導水路内での限界水深  $h_c=130\text{cm}$  となるように水位調整した。

3. 導水路の提案

提案する導水路の概略図を Figure 1 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 (Photo 1 参照)。

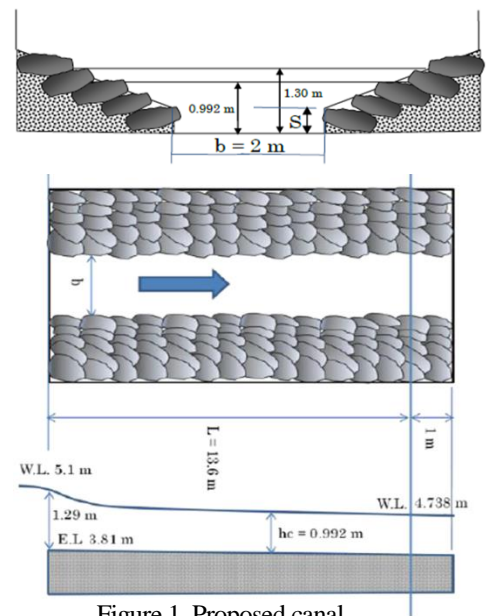


Figure 1. Proposed canal



Photo 1 Physical model of proposed canal



Photo 2 Flow condition in proposed canal

1 : 日大理工・院 (前)・土木, 2 : 日大理工・教員・土木

#### 4. 導水路内の水面形

導水路内での流況を Photo 2 に示す。また、対象流況の水面形（数値は原型換算値）を Figure 2 に示す。この場合の限界水深は  $h_c = 1.3\text{m}$  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。  $x=150\text{cm}\sim 450\text{cm}$  では礫の設置による急縮流れとなっている。縦断方向の変化については、  $x=450\text{cm}$  より下流側では導水路内（  $x=450\text{cm}\sim 1050\text{cm}$  ）の水深が限界水深に近い値となっている。なお、下流水位は礫設置区間の下流端でも限界水深近くになるように下流水位を調整したため水面が滑らかに接続し、水面変動が大きい状態は生じていなかった。また、導水路下流側では、左岸側の  $x=1050\text{cm}$  以降で逆流が形成され、左右非対称となっている。これは、礫の設置区間より下流側で急拡部となっているため、ここでは主流が左岸側に偏向したものと考えられる。

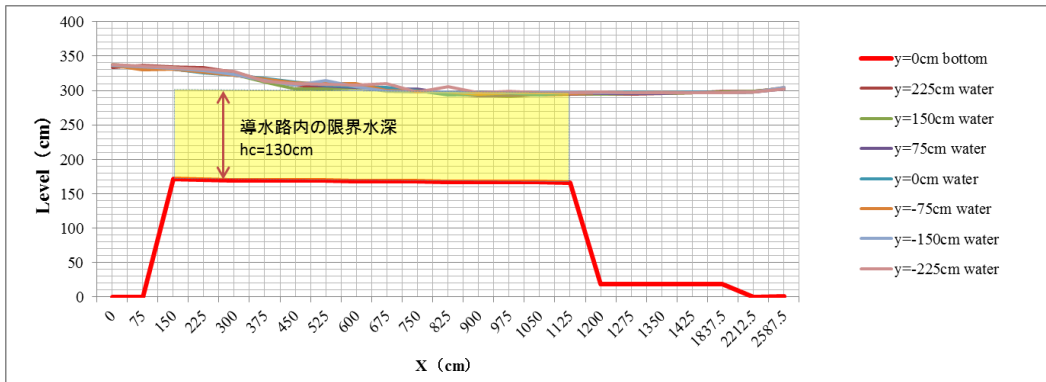


Figure 2. Water surface profile in proposed canal

#### 5. 導水路内の流速分布

Figure 2 に導水路および下流側における水表面近くの流速（原型換算値で表示）の分布図を示す。水際付近での流速は  $1\text{m/s}$  前後で遷移していることから、小型魚～中型魚の許容流速程度<sup>3)</sup> であり、水際付近に溯上経路が確保されると考えられる。また、導水路終端部での水表面近くの流速は、最大で  $2.5\text{m/s}$  程度の流速に抑えられている。これは、水路勾配を限界勾配とし導水路下流端での水深を限界水深になるように水位を調整した<sup>4)</sup> ためと考えられる。

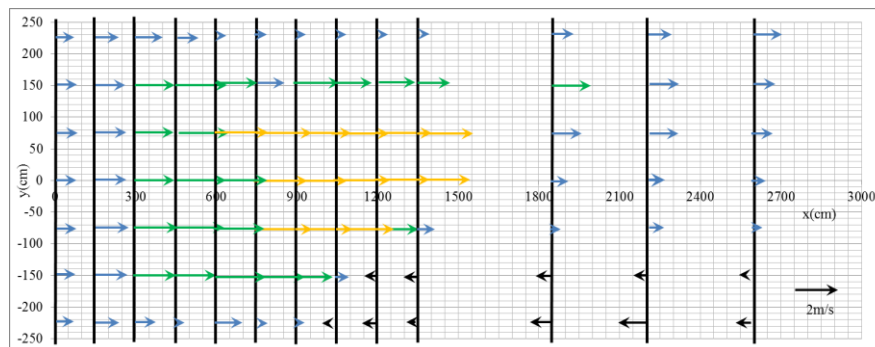


Figure 3. Surface velocity distribution

#### 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、Figure 1 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た。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  $1\text{m/s}$  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、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，技術者のための魚道ガイドライン，北海道魚道研究会編集，コロナ社，141 pages, 2011.
- 2) 大津，安田，水理学 -Theory and Application-，理工図書，第 4 版，293 pages, 2013.
- 3) 北海道開発局，石狩川魚がのぼりやすい川づくり推進事業実施計画，1999.
- 4) 安田，高橋，中嶋，第 68 回土木学会年次講演会，第 II 部門，II-053, CD-ROM, 2013.