

頭首工における魚道の改修事例と整備

Innovation of Fishway Facilities in Head Works and its Development

船 田 一 彦¹ 前 川 勝 朗¹¹ 大 久 保 博¹¹ 神 谷 知 英¹¹¹
 (FUNADA Kazuhiko) (MAEKAWA Katsuro) (OKUBO Hiroshi) (KAMIYA Chie)

I. はじめに

10 数年前からの水環境重視の時代の中で、農業用施設の一つである頭首工においても魚道の遡上降下の環境改善、いわゆる生態系への配慮が求められ、魚道の改修・新設がなされてきた。

ところで、既存の頭首工は、治水、利水の諸条件を満たすものの、生態系についてはあまり考慮されておらず、魚道が新設されても機能しない事例もみられる。魚道と堰体との位置関係、魚道と河道の状況などの中で魚道の遡上降下の環境改善策を検討することが重要である¹⁾。

本報は、近年改修された三郷堰頭首工(一部固定堰型)と赤川頭首工(全面可動堰型)における魚道を事例として、まず魚道改修の概要を示した。次に、赤川頭首工において施工された魚道下流部への取付水路設置に伴う流況把握のため、水理実験を行った。取付水路は、エプロン直下流部(護床工始端)において河川横断方向に設置されている。実験の結果、減勢などの点から特に問題点はみられなかった。最後に、三郷堰頭首工と赤川頭首工における魚道を対象にして、プール内の流速測定例と魚道流入部付近の水面変動について示した。これらは頭首工における魚道整備のあり方を検討する際に有用であろう。

頭首工の魚道下流部と自然河川との接続部は、一般的には小規模なすり合わせ程度の形状としてきたものと思われる。これは、頭首工下流部にはエプロンと護床工が存在し、魚道改修時にこの部分に手を加えるには、出水時でも減勢等から問題がなく、また取付水路が誘導路として機能することが求められるが、この点についてはほとんど資料がなく、どの程度の大きさの取付水路にするか等の設計法もない状況で、研究は緒についたばかりである。

本報で示した魚道への取付水路は魚道への誘導路であり、今後の魚道改修の際の参考資料になれば幸いである。

なお、一般的には頭首工の施設更新の一部に魚道を含むと思われるが、最近では魚道と関連施設のみを改修・新設するケースが多いので、ここではこれらを含めて「改修」という用語を用いた。

II. 三郷堰頭首工における魚道の改修

三郷堰頭首工は最上川の中流部に位置し、堰長は約 200 m で 12.7 m の土砂吐 1 門、27.7 m の洪水吐 1 門、床固めから構成されている²⁾。堰体の基本的配置を、図-1 に示した。左岸側に土砂吐が位置して取入れ口があり、洪水吐と床固めの接続部に魚道が位置する。当初の魚道(旧魚道)は階段式魚道であった。旧魚道の下流側は撤去され、上流側の出入口は閉鎖されて、となりにパーチカルスロット式(ダブル)魚道が新設された(新魚道)。図-1 には、旧魚道と新魚道の両者が示されている。新魚道の諸元を、表-1 に示した。まず改修の経緯について示す。

魚道の最下流プールの越流水深と河川水位に約 0.4 m の段差が生じて³⁾、昭和 58 年および 61 年に補修工事がなされた。補修工事は上流側と同勾配で魚道を下流に延長したもので、当時としてはときどきみかけるものであった。旧魚道は、今日の魚道の水理設計法に比べるとプールのサイズも小さく、プール内流速も速くて魚道としては不十分なものであった。

しばらくして、建設省(現、国土交通省)所管の「魚のぼりやすい川づくり推進モデル事業」検討委員会より、三郷堰頭首工では「魚の遡上に障害が発生しており改修の必要がある」との要請を受け、農林水産省の補助事業である「農業水利施設魚道整備促進事業」によって県営事業として整備を行うこととなった。平成 9 年度に

¹ 岩手大学大学院連合農学研究科

¹¹ 山形大学農学部

¹¹¹ 新潟県庁



三郷堰頭首工、赤川頭首工、魚道、取付水路、護床工、水面変動

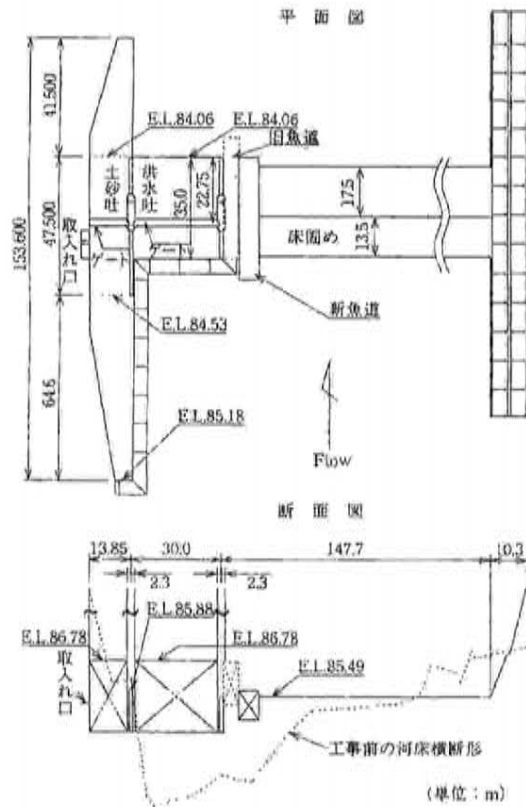


図-1 三郷堰頭首工概略図

表-1 魚道の諸元

| 項目 | 三郷堰魚道 | 赤川右岸魚道 | 赤川左岸魚道 |
|-------------------------|--------|-----------------|------------------|
| バーチカルスロット式 | ダブル | ダブル (2列折り返し) | シングル (3列折り返し) |
| 魚道延長(m) | 42.000 | 139.750 | 78.250 |
| 魚道勾配 | 1/21 | 1/35 | 1/19.3 |
| スロット幅(m) | 0.300 | 0.350 | 0.300 |
| プール幅(m) | 4.800 | 5.600 | 1.400 |
| プール長(m) | 3.000 | 3.500 | 2.700 |
| 設計のスロット流速(m/s) | 1.771 | 1.400 | 1.660 |
| 設計流量(m ³ /s) | 0.764 | 1.200 | 0.420 |
| 実測流量(m ³ /s) | 0.845 | 1.026 | 0.424 |

は、「三郷堰頭首工魚道整備計画技術検討委員会」でも種々検討がなされた。その結果、表-1に示すような魚道が設置された。新魚道タイプはバーチカルスロット(ダブル)で若干セットバック式となった。改修工事は平成11年度に完了し、平成12年8月に魚類の追跡調査が3回行われ、アユなどが採捕されて検討委員会にも報告され、特に問題となる指摘はみられなかった。

本事例のような頭首工下流の河床が低下し水位一流量関係も変化して、魚道の最下流プールと自然河川に段差ができるケースはよくみられる。この段差を解消すべく

魚道を延長すると魚道が下流に突出し、魚が魚道に集まりにくく、入りにくいものとなる¹⁾。魚道の改修に際しては下流河床の低下状況などを調べて、段差が生じないよう対処することが望まれる。

III. 赤川頭首工における魚道の改修と魚道への取付水路

赤川頭首工の平面図を、図-2に示した。赤川頭首工の堰長は約170mで20mの土砂吐1門、約30mの洪水吐4門で全可動ゲートからなっている。取入れ口は左岸側で、当初は左岸側に階段式魚道が取付けられていた。以下、魚道改修の経緯と魚道への取付水路についての実験について示す。

1. 魚道の改修

国営赤川農業水利事業は昭和49年に竣工し、赤川頭首工での取水量は計画最大で46.761m³/s、普通期最大34.287m³/sであった²⁾。昭和55年に新落合追加協定を定め半旬ごとに流量が設定され³⁾、これに基づいて運用がなされてきた。その後、月山ダムの建設とも関わり、農業水利許可水量に加えて一定の河川維持流量が確保されることになり⁴⁾、平成7~8年度に委員会が設置され、種々検討された。そして、新たに右岸側にバーチカルスロット(ダブル)式魚道が設置され、また左岸側の魚道がバーチカルスロット(シングル)式に改修された。諸元を、表-1に示した。

さて、報告書⁵⁾には示されていないが、図-2のように実際の施工では両魚道への取付水路(深さ0.5m、底幅4.5m)がエプロンと護床工の接続部(エプロン直下流)に設けられた。この取付水路によって濁水時には水寄せがなされ、魚道への誘導路として機能していると思われる。

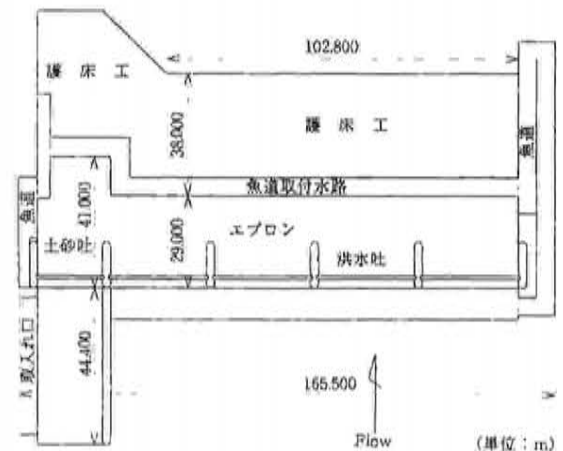


図-2 赤川頭首工概略図(平面)

このような取付水路の設置は、出水時における河川流況（減勢など）への影響、取付水路内への土砂の堆積等いろいろ課題が想定されたが、現地においては特に問題となる点はみられなかった。興味深い工法の一つといえる。

2. 魚道への取付水路についての実験

一般に、頭首工においてエプロンと護床工の接続部は出水時等において破損しやすい箇所であり、図-2のように魚道への取付水路（窪み、深み）を設けることは一般化していない。そこで、この取付水路の設置に伴って出水時にはどのような流況となるかを検討した。

赤川頭首工設計時の護床工付近の水利諸元は、図-3のようである⁹⁾。実験は、水路長10m、水路幅0.4mの側壁透明硬質アクリル板製の長方形水路を用いて行った。実験水路の縦断面図を図-4に示した。模型はフルード相似則で縮尺 $N=1/20$ とした（模型の一部を作製、模型換算水量12 (ℓ/s)）。対象とした河川流量は53.1 m³/s（平水量）である。エプロンから魚道への取付水路、下流水路ともに水路床は木製（表面カンナ仕上げ）とし、取付水路の上流に設置したゲート開度（底部流出）を操作し、エプロン上での所定のフルード数等を実現させた。

図-5は、3次元電磁流速計（KENEK, VP 3,000）を用いて測定した流速分布である。取付水路に流入後は底部に緩い逆流域を有しながら下流側の勾配面にあたって

変向し水深は幾分高くなり、流速分布もこのような流況をおよそ反映していた。取付水路より下流では顕著な波立ちもなく流況はスムーズであった。参考のため、エプロン上のフルード数を1.5~3まで変化させ、また実験流量を8~14 (ℓ/s)に変化させて実験を行ったところ、取付水路下流側の勾配面付近の水位は幾分変わるものの水利設計上、特に問題となる流況はみられなかった。

なお、取付水路をどの程度の規模とするかについての基礎実験を行い⁸⁾、取付水路規模を決める際の関係式の作成は検討中である。

IV. 現地魚道における水面変動

改修された三郷堰頭首工と赤川頭首工右岸・左岸における魚道を対象にして、プール内の流況を中心に調査・解析を行った⁹⁾。ここでは、3次元電磁流速計を用いてのプール内の流速測定例と魚道流入部付近の水面変動について示した。このような項目の測定例は少なく、今後の水利設計等の参考にならう。

図-6は、三郷堰頭首工における流速分布の測定例で、スロットからの噴流拡散の様子、水路センターにおける逆流の様子がうかがえる。

次に、赤川頭首工右岸魚道のプール水深を上流側から順にビデオカメラで撮影し、水面変動の測定例を図-7（最上流のプール1と10番目のプール10）に示した。プール1からプール3では、目視によっても顕著な水面

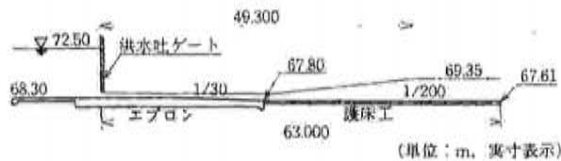


図-3 赤川頭首工エプロン付近の流れ

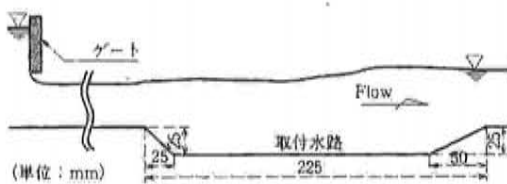


図-4 魚道への取付水路の実験

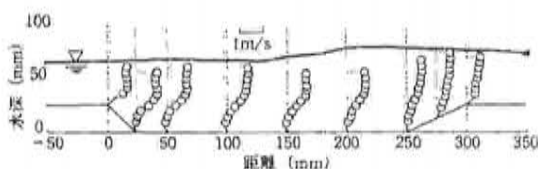


図-5 取付水路内の流速分布

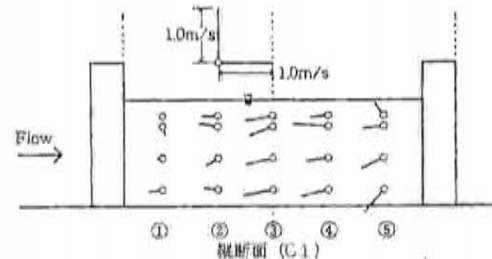
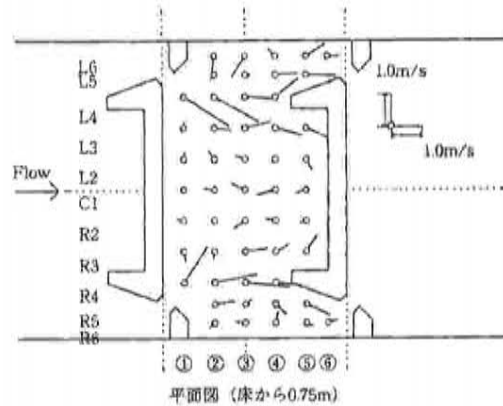


図-6 三郷堰魚道の流況

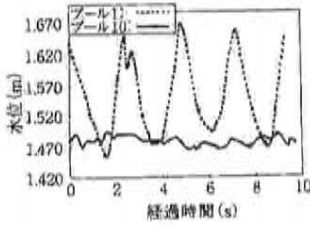


図-7 赤川右岸魚道流入口付近の水面変動

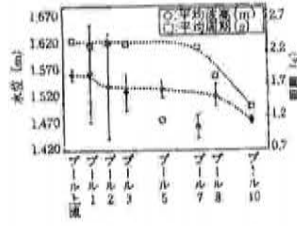


図-8 赤川右岸魚道流入口付近の波高と周期

変動がみられた。図-7などから波高と周期をまとめ、図-8に示した。プール1から流下方向に対して波高と周期はおよそ漸減していく。

魚道内の水面変動の1つにセイシュの発生があるが、ここに示した水面変動はセイシュとは異なり、魚道前の湛水域の水面変動が魚道に流入すると増幅する現象が起きているのである。現在のところこれは支障をきたす程度のものではないが、パーチカルスロット式魚道の水理設計上、発生領域等の解明が必要と思われる。

V. むすびに

ここでは、三郷堰頭首工と赤川頭首工における魚道を事例として、魚道改修の概要を示した。特に、赤川頭首工における魚道下流部への取付水路の設置は興味深い事例であった。そこで、魚道への取付水路の基礎実験を行い、その結果を示した。また、現地魚道における水面変動等について示した。

さて、実際の河道ではミオ筋等も反映し、取付水路内に堆砂し対策が必要となる場合も生じよう。また、取付水路規模を大きくし淵として機能させる場合も生じよう。取付水路は河道に影響されるので、工法確立のためには現地での情報蓄積が必要と思われる。本報がこれらの参考になれば幸いである。

調査に際し、三郷堰土地改良区、赤川土地改良区連合の職員各位にご支援、ご鞭撻をいただいた。記して、謝意を表する。

引用文献

- 1) 魚のすみやすい川づくり研究会編著：魚類のそ上降下環境改善上のワンポイントアドバイス，リバーフロント整備センター，pp.1~39(2001)
- 2) 前川勝朗・中村 均・相沢周一・清野真人：三郷堰頭

首工の水理設計について，農土誌51(2)，pp.33~40(1983)

- 3) 前川勝朗：三郷堰頭首工の水理に関する研究，山形大学紀要（農学），10(2)，pp.35~48(1987)
- 4) 建設省東北地方建設局月山ダム工事事務所：赤川一治水と利水一，pp.136~161(1984)
- 5) 前掲4)，p.221
- 6) 赤川地区魚を育む流れづくり推進対策協議会：赤川地区魚を育む流れづくり推進対策協議会報告書—さかなを育む魚道づくりをめざして—，pp.1~24(1997)
- 7) 東北農政局赤川農業水利事業所：赤川事業誌，pp.139~150(1975)
- 8) 船田一彦・前川勝朗・大久保博：頭首工エプロン直下流の深みに関する水理基礎実験，農土年講，pp.76~77(2002)
- 9) 神谷知英・前川勝朗・大久保博・船田一彦：現地におけるパーチカルスロット式魚道の流況解析，農土年講，pp.80~81(2002)

[2002. 8. 19. 受稿]