

水辺の小わざ魚道による魚道整備

株式会社ウエスコ ○加瀬瑛斗
株式会社ウエスコ 徳田 真
株式会社ウエスコ 河平幹雄

論文要旨

兵庫県北部を流れ日本海に注ぐ二級河川矢田川において、河口から上流域に至る一連区間における水生生物の移動環境改善を目的として、農業用取水堰5箇所での魚道設計事例を紹介する。

「水辺の小わざ」の理念のもと、構造が簡易で設計・施工面の利点があり、かつ多様な魚道内流況を創出できる「水辺の小わざ魚道(扇型粗石付き斜路式魚道)」を基本として、流域関係者・学識経験者らで構成される「矢田川水辺の小わざ検討会」で議論を重ね、既設魚道の活用、利水の確保、地域協働、維持管理等に配慮し、現況問題点を解消する「小さな工夫」として、①既設魚道の活用によるコスト削減、②特徴ある露岩環境の保全・活用、③水通しの移設による魚道流量の確保、④二つの出口による水位変動への対応、⑤二段魚道による水叩き下流高落差の解消、⑥スロープ工による水叩き下流低落差の解消、⑦維持管理に配慮した塩ビ管の鳥害防止工、⑧水叩き水深を確保する水寄せアングル工、を採用した。

キーワード： 水辺の小わざ魚道、取水堰、一連区間、小さな工夫

まえがき

近年、河川における魚道整備は、建設省(当時)の「魚のぼりやすい川づくり推進モデル事業」(平成3年度～)や、農林水産省の「魚を育む流れづくり推進対策事業」(平成7年度～)等により進められてきたが、未整備の施設も多く残っている。また、既設の魚道についても、経年劣化・転石等による損傷や、河道特性の変化・設計上の不確実性から十分に機能していない場合がある。

生活史上回遊を必要としない種や、河川内回遊を行う種にとっては、1箇所の移動阻害施設を改修することで生息域が拡大し、局所的な改変や汚染等による環境変化に対する冗長性を確保できる。一方、河川と海域との回遊が必要な種にとっては、海との接点である河口から、産卵場や生育場となる河川上～下流域までの連続性が求められ、ここに一連区間を通じた整備の重要性がある。

従前、魚道整備は既設堰堤の改変を伴うものが主流であり、整備コストや、水位等の複雑な設計条件に起因する環境変化への脆弱性、堆砂等維持管理の困難さによる機能不全が問題となっていた。

ここでは、一連区間における水生生物の移動環境改善を目的として、矢田川に設置された農業用取水堰5箇所において、既存の問題を解決する「水辺の小わざ魚道

(扇型粗石付き斜路式魚道)¹⁾を基本とした様々な小さな工夫を施した魚道設計を行った事例を示す。

1. 対象施設概要

(1) 流域

対象となる矢田川は、兵庫鳥取県境の赤倉山に発し、香美町を北流して日本海に注ぐ、本川流路延長約38km、流域面積約277km²の二級河川である(図-1)。天然アユが遡上する清流として知られ、アユ漁が盛んなほか、上流域ではアマゴ、サクラマスが見られる。冬季の降雪及び春季の融雪により、非出水期においても河川流量が比較的多く、豊富な流量を利用して、水力発電が行われている。

流域は谷底平野であり、沿川のわずかな平地に農地が広がり、河川に多数設置された農業用取水堰により灌漑が行われている。

(2) 取水堰及び魚道

矢田川本川には、河口から上流までの法河川区間に16箇所の農業用及び発電用取水施設があり、横断工作物がない5箇所を除いたコンクリート固定堰11箇所のうち5箇所が、魚道未設置又は機能不全のために移動阻害となっている(図-1)。なお、床止工等の河川管理上の横断工

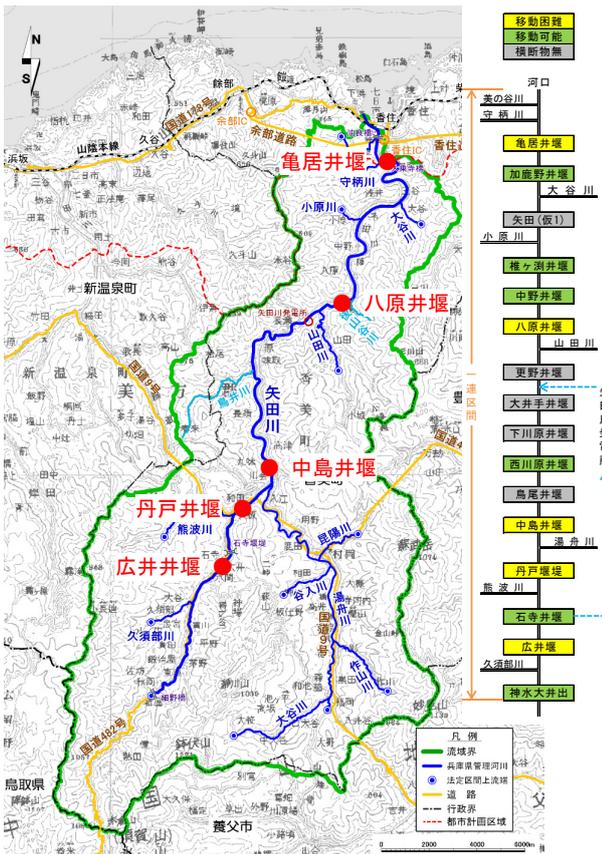


図-1 流域図²⁾及び施設位置図

作物は設置されていない。

魚道整備の対象施設は、上記移動阻害が生じている農業用取水堰5箇所、いずれも設置年は不明であるが、井堰管理者への聞き取りから、設置後50年以上経過していると考えられる。

既設魚道についても、設置時期は不明であるが、流水や転石による破損、砂州・水位等河道条件の変化により、機能不全が生じている(図-2)。

2. 水辺の小わざ魚道

(1) 概要

「水辺の小わざ魚道」(以下、小わざ魚道)は、山口県で生まれた「水辺の小わざ」の理念(流域全体の生態系をより豊かにするために、川の中のいろいろな生きもの的一生や川全体の特性を把握し、小規模でありながらもその水辺にふさわしい効率的な改善策を様々な視点で工夫する山口独自の取り組み¹⁾)に基づいた扇型粗石付き斜路式魚道である。

既設取水堰や落差工の水叩き上にコンクリートマウンド(一次コンクリート)を構築し、これを基礎として粗石(φ50cm程度)をうろこ状に配置、二次コンクリート



図-2 対象施設現況



図-3 小わざ魚道



図-4 “うろこ状”の粗石配置



図-5 高校生・利水者・漁業関係者らによる施工

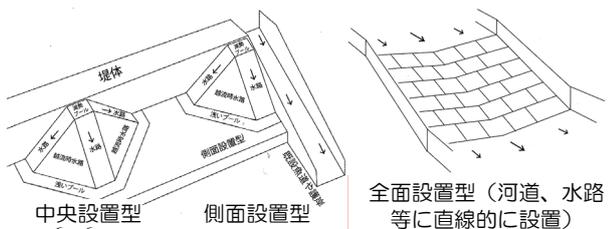


図-6 小わざ魚道設置タイプ模式図¹⁾

表-1 矢田川における設置タイプ

施設	設置タイプ		備考
	既設位置	新設	
亀居井堰	中央	中	—
	右岸	※	—
八原井堰	側	中	※既設隔壁嵩上げ 滞筋位置に新設
中島井堰	中・側	—	
丹戸井堰	—	側	既設魚道なし
広井井堰	—	側	滞筋位置に新設

中：中央設置型、側：側面設置型、全：全面設置型

と雑石(φ20cm程度)で間詰めして小さな多段プールを多数形成する(図-3、図-4：先行する隣接河川岸田川の事例)。

(2) 利点と矢田川への適用

小わざ魚道の主な利点は、既設堰堤を大きくさわらず、魚道入口が広く(突出型のように堰堤直下への迷入がない)、多様な流況を持ち(粗石を用いることで設計に基づく画一的な流れではなく、プール毎に多様な流況が形成されるため、様々な魚種が、自分に合った経路を選好できる)、維持管理が容易な(堆砂しない)魚道を、(引き込み型や迂回型魚道に比べて)低コストで実現できることである。また、多段プールを形成するため、一般的な斜路式魚道(勾配1/10程度以下)に比べて急勾配化(1/7~1/3)でき、魚道延長が短縮できる(設置場所の確保やコスト面で有利)。型枠を必要とせず、無筋構造のため施工は容易で、粗石の間に雑石を配置してプールを形成する作業は、地域住民(高校生、利水関係者など)も参加でき、地域協働の魚道整備(川への関心の向上、人材育成等)に貢献する(図-5：岸田川の事例)。

粗石や雑石の配置は魚道の良し悪しに関わるため、不

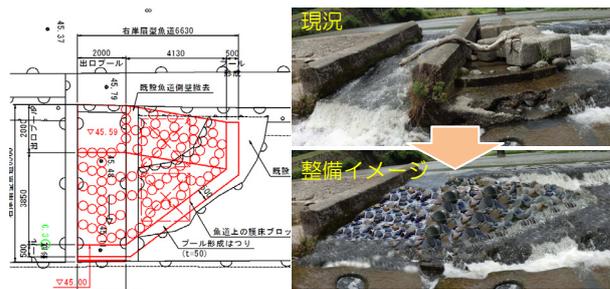


図-7 既設魚道の活用によるコスト削減

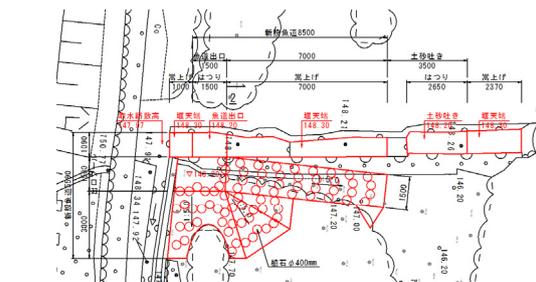


図-8 特徴ある露岩環境の保全・活用、水通しの移設による魚道流量確保

慣れな場合は、魚道の専門家の現地指導が望ましいが、雑石の配置などは、施工後(通水後、モニタリング後)でも修正できる。

小わざ魚道は、設置形状に応じて、中央設置型、側面設置型、全面設置型の3タイプに分類される(図-6)。今回の対象施設では、設置位置に合わせて表-1の通り設定した。

3. 小さな工夫

山口県で生まれた小わざ魚道は、現在では全国に展開している。事例を重ねることで、設計・施工のポイントもブラッシュアップされ、進化を続けている。小わざ魚道本体の設計思想は文献等¹⁾³⁾に詳しいため、ここでは、今回現地に合わせて適用した小さな工夫を示す。

(1) 既設魚道の活用によるコスト削減

斜路式や階段式等の既設魚道を改修する場合は、既設魚道を極力残置することで、粗石の基礎となる一次コンクリート量や既設魚道の撤去手間を削減できる。

八原井堰では、隔壁が流失した既設魚道の上に一次コンクリートを打設し、粗石を配置した(図-7)。

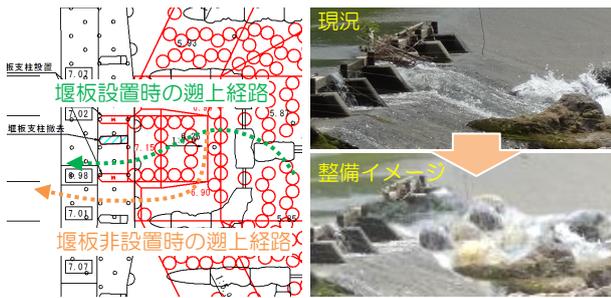


図-9 二つの出口による水位変動への対応

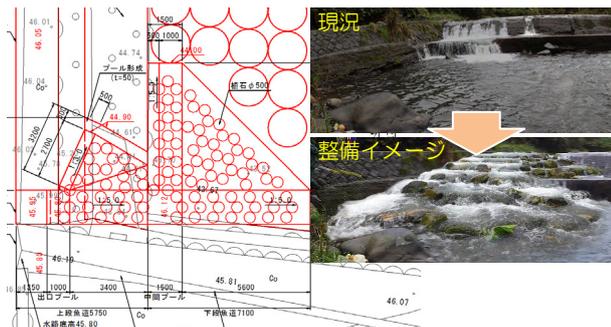


図-10 二段魚道による水叩き下流高落差の解消

(2) 特徴ある露岩環境の保全・活用

現況の良好な環境(景観)を保全し、活用する。

丹戸井堰は堰下流の露岩が景観上のポイントで、検討会でも残置が求められた。増水時には堰を越流する流れでミオ筋が形成されるが、平常時は通水しない。河川横断方向に設置する魚道に加えて、露岩と堰上流を接続するように魚道を設置し、露岩上に通水することで、移動経路となる自然のステップアンドプールを形成する(図-8)。

(3) 水通しの移設による魚道流量確保

今回の一連の設計方針の一つは、堰天端高を変更しない(取水位を下げない)ことであるが、丹戸井堰では既設の水通し(土砂吐き、天端高が低い箇所)を移設することで、取水位を下げずに魚道への通水確保と越流水による魚道内の乱れ抑制を狙った。堰中央付近の水通しを、右岸側(魚道出口に設置して通水確保)及び左岸側(魚道を避けて越流水を逃がして乱れを抑制)に分割した。水通しの総幅は現況以下とするため、取水位は低下しない(図-8)。

(4) 二つの出口による水位変動への対応

利水の要求から、灌漑期のみ堰上げするなど、通年の水位変動が極端に大きい場合がある。

亀居井堰中央魚道では、灌漑期の堰板設置により、非灌漑期に比して恒常的に30cm以上の水位差が生じるた

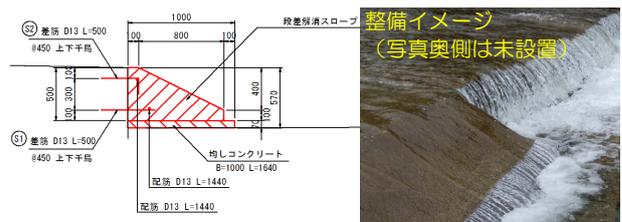


図-11 スロープ工による水叩き下流低落差の解消

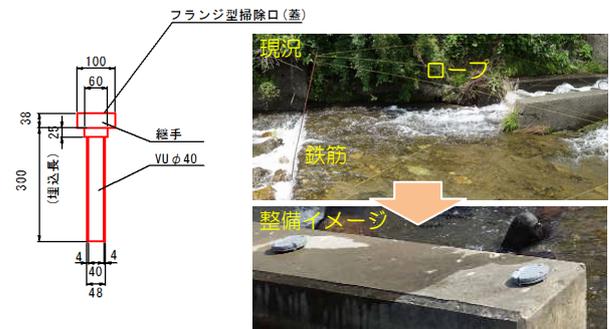


図-12 維持管理に配慮した塩ビ管の鳥害防止工

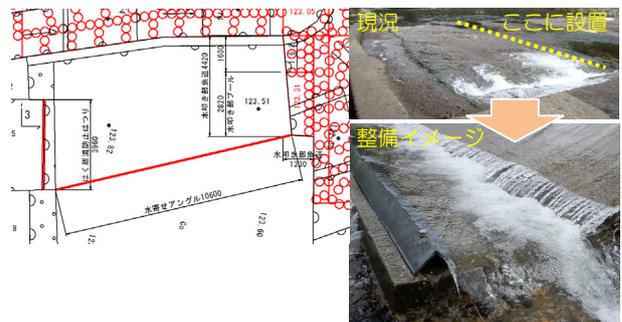


図-13 水叩き水深を確保する水寄せアングル工

め、魚道出口となる最上段のプールを、灌漑期及び非灌漑期の水位に応じて二カ所設置し、通年で移動経路を確保した(図-9)。

(5) 二段魚道による水叩き下流高落差の解消

小わざ魚道は、既設堰堤の水叩き上への設置を基本としており、堰下流の河床低下により、水叩きと下流の水面比高が大きい場合は、別途対策が必要となる。

比高が数十cm程度の場合は、後述するスロープ工等に対応が可能であるが、広井井堰は落差が約90cmあったため、水叩き上と下流河床に二段(親子)の小わざ魚道を設置した(図-10)。水叩き上の魚道は、水叩きへの落下魚や、堰中央の既設魚道を途中まで遡上した魚類の遡上経路とした。

(6) スロープ工による水叩き下流低落差の解消

水叩きと下流河床の落差に対して、護床ブロックや袋詰め玉石を階段状に設置して落差を解消する手法を用いてきたが、伏流により水面が確保できない問題があった。

亀居井堰右岸魚道では、水叩き下流端に現場打ちのコンクリートスロープ(勾配1:2)を設置し、はく離流と落差を解消した(図-11)。構造が簡易なため、将来的に河床低下が進行した場合でも、コンクリート充填等で容易に補修できる。

(7) 維持管理に配慮した塩ビ管の鳥害防止工

カワウ等による食害が顕著な施設では、水叩きのクラックに鉄筋を挿し、ロープを張って対策している。

亀居井堰(中央魚道及び右岸魚道)では、必要な時に鉄筋を立て込める塩ビ管を設置した(図-12)。洪水前や不要な時期は取り外すことで、流木やゴミ等の漂着を抑制し、除去等の維持管理手間を削減できる。

(8) 水叩き水深を確保する水寄せアングル工

底生魚や甲殻類にとっては、水叩き上の薄い流れも移動経路になりうる。

中島井堰では、既設魚道に並行して扇型魚道～水叩き～水通し(土砂吐き)の移動経路が想定されることから、水叩き上左岸側の流水を確保するために、等辺山形鋼を設置し、水通しの越流水の散逸を防いで水寄せ効果を持たせた(図-13)。

あ と が き

今回設計した一連の魚道は、平成29年度から順次施工予定であり、現時点で良し悪しは評価できないが、先行して同様のコンセプトで魚道整備が進む隣接河川岸田川(上井堰:平成27年度完成)では、地域一体の魚道整備の一環として地元高校生らによる調査が行われ、堰上において多数のアユが確認されている⁴⁾。また、山口県に

おける従来の粗石付き斜路式魚道との比較では、アユの遡上量(特に、遊泳力が弱い小型个体)、甲殻類の利用度等において、小わざ魚道の優位性が確認されており⁵⁾、対象施設においても整備効果が期待される。

「小わざ魚道」により、限られた予算の中で、より多くの移動障害を解消し、かつ地域協働を進めて川(河川環境)への関心を高め、川に関わる人材を育成することで、さらに魚道整備が進むことを願う。

本稿は、兵庫県但馬県民局豊岡土地改良センターから受託した業務成果をとりまとめたものである。成果の使用を快諾いただいた同センターの皆様に謝意を表す。また、徳島大学教授浜野龍夫会長をはじめとする矢田川水辺の小わざ検討会委員の皆様には、意見交換の中で、設計のきっかけや助言を多数いただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 浜野龍夫編:水辺の小わざ《改訂増補第二版》,山口県土木建築部河川課,2016.8.1,285p.
- 2) 兵庫県:矢田川水系河川整備計画,2012.4,16p.
- 3) 古川彰・高橋勇夫編:アユを育てる川仕事,築地書館,2010.6.1,265p.
- 4) 日本海新聞:アユの魚道 効果実感,2016.8.13付記事(兵庫県立浜坂高等学校ホームページ参照).
- 5) 畑間俊弘:扇型簡易粗石付き斜路式魚道(“水辺の小わざ”魚道)の設置効果について,山口県水産研究センター研究報告,第9号,2011.12,pp.137-164.