

13 砂防施設における魚道設計に関する一考察

建設省 岩手工事事務所 竹本 典道
高橋 淳
○ 花田 一二

1. はじめに

葛根田川は、奥羽山脈の曲崎山、八瀬森、大沢森付近にその源を發し、鳥越の滝、葛根田溪谷を經ながらほぼ南東に流れ、雫石川に合流する流域面積181.92km²、流路延長 32.6kmの一級河川である。この地域は、十和田八幡平国立公園に指定されており、極めて質の高い自然が存在している。さらに、葛根田川のほぼ中流域に玄武洞（天然記念物）があり、多くの人々が訪れている。葛根田川第2ダムは、この上流に位置し現在、施工中（H5～）である。また、魚類調査の結果、溪流魚が生息していることから、生態系、周辺環境に配慮した施設計画を検討したものである。

2. 魚道検討

葛根田川第2ダムにおける魚道検討については、溪床状況、景観及び対象魚種等を考慮し検討する。代表される魚道形式は多々あるが、一般的な魚道の形式の選定は、河川を横断する堰堤等の規模、構造、河川状況、魚種等によって様々な形式が決められる。当溪流での遡上対象魚種としては、「水と緑の溪流づくり調査」から、イワナ、ヤマメ、カジカが生息しており、これらを対象として検討を行った。

2.1. 対象魚種の特性

対象魚種の特性として巡航速度及び突進速度を下記のように示す。

魚の体長をBL(cm)とすると、

・巡航速度=3～4 BL(cm/秒) ・突進速度=10 BL(cm/秒) である。

ここで、イワナ、ヤマメの体長を25cmとした場合、

・巡航速度=75～100(cm/秒) ・突進速度=250(cm/秒) となる。

水深は、イワナで概ね24cm程度であり、最低25cm～30cm程度を目安とする。

カジカの体長を15cmとした場合、

・巡航速度=45～60(cm/秒) ・突進速度=150(cm/秒) となる。

水深は、カジカは概ね15cm程度であり、25cm以下で遡上可能となる。

また、魚道の最小幅については、魚類は遡上する際、可能な限りエネルギー消費を少なくするために筋肉を効率よく動かすといわれている。一般に遡上時には、体長の約半分の幅、尾を振るといわれていることから、魚道幅は、最低約13cm必要であるといえる。

2.2. 水文資料

河川流量は、葛根田第2ダムの上流にある発電所の資料をもとに流域面積比を取水量よりダム地点での流量を算出し、本魚道の対象流量としては、平水(Q=3.9m³/s)及び濁水流量(Q=0.4m³/s)により検討を行った。

2.3. 魚道の形式

魚道の形式は、遡上する魚種等から隔壁型をベースとした魚道が上げられ、次の3つの項目を選定した。

①階段式プールタイプ

②全面越流階段式水路タイプ

③粗石式斜路型水路タイプ

これらの魚道形式については、ダムサイトにおける流量の変化が著しいこと、国立公園内であり自然にあった景観を配慮する、現溪床の流況等を考慮し検討を行った。

①の階段式プールタイプは、溪岸の地山を利用する一般的な形式であるが、溪岸は、かなりの急勾配の傾斜面のため大量の切土が発生し、自然景観を損なう可能性がある。さらに、経済性にも難がある。②の全面越流階段式水路タイプについては、プールタイプ的水理機能が生じる形式であるが、流量の変化が著しいときは、魚道の機能が得られなくなり魚の遡上には問題が残る。

③の粗石式斜路型水路タイプについては、自然石を施すことにより魚道内が多小なりとも自然河床に近づき、景観にも優れた形式である。しかし、流量や流況の精度の評価が難しい。

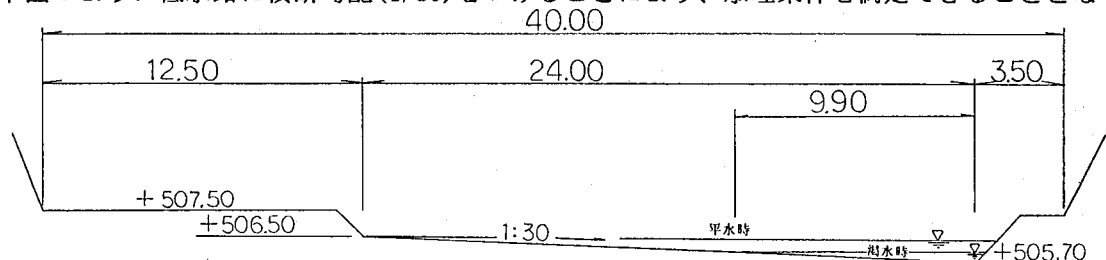
ここでは、景観及び経済性等を考慮し、③の粗石式斜路型水路タイプが最も有効と判断し、粗石式斜路型魚道とした。

2.4, 水理検討

粗石式斜路型魚道の水理構造については流れを等流状態と想定し、マンニング公式を用い、与えられた流量に対しての水理特性を推定する。なお、魚道勾配は主ダム及び副ダム天端との落差及び現況河床との擦付等を考慮し、1/5とした。

2.5, 断面検討

当初は、低水路(幅13m、深さ1.5m)を設けて検討を行ったが、これは低水時に低水路部の水深が25~30cmとなり、流速約1.0m/sでイワナ、ヤマメは遡上可能である。しかし、濁水時には、水深25cmを確保できないこと、及び平水時には水深が80cmとなり流速が1.0m/sを越えることとなり、遡上不可能となる。そこで、濁水時から平水時まで対応可能な断面とするため検討を行った結果、下図のように低水路に横断勾配(1/30)をつけることにより、水理条件を満足できることとなった。



平水時: $Q=3.9\text{m}^3/\text{s}$, $V_{\text{max}}=1.3\text{m}/\text{s}$, $H_{\text{max}}=0.8\text{m}$ 濁水時: $Q=0.4\text{m}^3/\text{s}$, $V_{\text{max}}=0.9\text{m}/\text{s}$, $H_{\text{max}}=0.3\text{m}$

2.6, 粗石の径と間隔

粗石は、ダム施工時に発生する岩石を使用することとし、ランダムに配置するようにした。

2.6.1, 粗石の径

粗石の径は施工の際、掘削面に直接粗石を配置した後にコンクリートを打設するため水叩きの厚さより大きくすることとし、粗石の径は $\phi 2,000\sim 3,000$ とした。

2.6.2, 粗石の横断方向の間隔

粗石の横断方向の間隔については、水深25cm~30cmのときの純間隔による流速と流量を算出した結果、流速を1.0m/s程度に押さえることとし、 $B=1.0\sim 1.5\text{m}$ となるように配置することとした。

2.6.3, 粗石の縦断方向の間隔

粗石の縦断方向の間隔については、粗度係数と大きな関係があるものと考えられる。粗度係数と間隔は、実際には水理実験により求めなければ明確な関係は得られないが、過去の事例から概ね、粗石径の2倍程度間隔があれば粗度係数及び流況は保たれるものと推定されることから、水叩きの延長等を考慮し4.5mとした。また、純間隔は2.0~2.5m程度とした。

2.6.4, 粗石の配置

粗石の配置については、断面間における障害物、蛇行等の効果を出すため、断面毎に通水断面が重複しないようにした。

2.7, 問題点

- ① 1/10勾配程度の魚道が魚にやさしい魚道の筆頭といわれているが、葛根田第2ダムは、砂防ダムの設計(主ダムの高さ、越流水深からの経験式等)により、主ダム、副ダム間の距離が決まるため、1/5勾配となったこと。
- ② 設計の考え方は、必要最小限の寸法管理とするが、魚道の機能と自然景観を満足できるかという点は、施工に負う部分が多いこと。

3, まとめ

魚道とはどういうものか、古くからいろいろな定義がいられているが、「魚道は河川に魚類の移動を困難または不可能にする障害があるとき、移動の目的が達せられるように作られた水路または装置の総称」としている。砂防工事を行ううえで地域特性、生態系、景観、溪流空間等の安全で自然社会環境に対する配慮は、水生生物の生息の場の確保や溪流環境の保全という観点から魚道の設置はもはや不可欠となっている。上下流の連続していた川に段差を付けたことを補うのが魚道であるため、コストを含めた条件が許す範囲で、たくさんの魚が容易にのぼる、魚にやさしい魚道を設置していきたいと思う。本魚道が完成した後は、できるだけ水中ビデオ等による撮影するような追跡調査をしていきたいと思う。また、魚道を設置するうえで様々な問題点も浮かび上がってくると思われるが、今後も試行錯誤を繰り返し、様々な分野の方々のご意見を求めながら、息長く調査を続けていく必要があると思う。