

ダム魚道の貯水位変動への対応に関する提案

(株)ドーコン 正会員 菊地 耕
(株)ドーコン 正会員 前田 研治

(株)ドーコン 正会員 羽二生 望
(財)ダム水源環境整備センター 齋藤 源

1.はじめに

ダム・堰等の河川横断構造物による魚類の移動性障害は、回避・低減すべき環境影響とされ、特に海域と河川を往来して生活環を全うする回遊性魚類にとっては、地域個体群の存続に関わる問題とされている。また北海道のダム建設にあっては、水系の比較的上流域に再生産の場を持つ遡河回遊性魚類のサクラマスが、地域の重要な水産資源であることと合わせ、その保全対策としての魚道設置が検討課題とされる事例がみられる。

一方、ハイダムに設置される魚道施設は、その遡上・降下経路設定の設計思想から大別して、ダム湖迂回タイプとダム湖直結タイプに分類される。この時、多目的ダムにおいて種々の条件から後者を選定する場合には、上流側の貯水位変動への追従（上流側貯水池水面への移動の連続性確保）が構造設計上の課題の一つとなる。既往の事例には二風谷ダムのセクター式魚道が挙げられるが、追従させる貯水位変動がより大きくなった場合には施設規模が膨大なものとなり、構造とコストの両面から実現性には限界が生じる。

本稿では、ダムの運用上、対象魚（サクラマス）の降下期における貯水位低下が大きく、底設放流設備等を経由する降下経路が確保される場合、ないし別途捕獲運搬等で降下手段が担保される場合といった限定的な条件下において、産卵遡上期の遡上経路を確保する際に、上流側の貯水位変動に追従しつつ、構造並びにコストの面からも実現性があるものとして考案した、オペレーションタイプのダム式魚道案を提示するものである。

2.対象魚・適応範囲等の条件

(1) 対象魚について

保全対象魚は、ダムによる移動障害の影響が特に大きいと考えられるサクラマスを対象とした。

【対策期間・遡上水理条件等の設定値】	
・産卵のための遡上期	: 8月中旬～10月上旬
・体長(親魚)	: 0.5m
・落差条件	: 0.3m
・流速条件	: 1.5m/s 以下
・水深	: 0.3m以上

(2) 貯水池運用パターンの適応

利水補給により比較的大きな貯水位変動が生じるダムの場合でも、その主要因となるかんがい補給は北海道の一般的なかんがい期である5～8月末に発生し、サクラマスの産卵遡上期となる8月中旬～10月上旬には貯水位が回復して、常時満水位付近での貯水位運用状態に移行するパターン（図-1）が多い。遡上用魚道の運用期間をこの期間に限定すれば、常時満水位付近の小さな水位変動への追従と限定的水位低下時の補完策を追加することにより、魚道施設規模の抑制が可能となる。

実際の魚道構造の検討に際しては、図-1に示すような貯水位変動パターンとなっているモデルダムを抽出し、

直近20カ年の運用実績から貯水位変動曲線を作成して、産卵遡上期の貯水位変動特性（階級別頻度）を把握することとした。

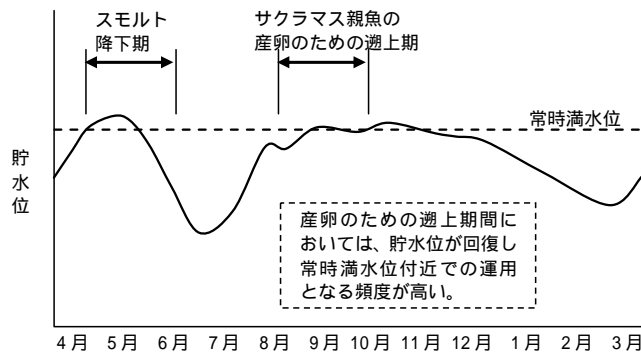


図-1 適応貯水位変動曲線パターン

3. 検討に際しての留意点

(1) 魚道機能上の留意点

サクラマスは、孵化・浮上後約1年半の河川生活を過ごした後、海に降下し生後3年を経て母川回歸する。この生活環においては、ダムによって遡上できない状況が1年でも生じた場合には、年級群の欠損を生じることとなる。このため、頻度は少なくとも、湯水などにより貯水位変動が大きい場合でも、可能な限り遡上を途絶えさせない機能を有する必要がある。

(2) 貯水位変動対応上の着目点

魚道の貯水位追従設備の規模が大きくなる要因は、一般に1/10湯水対応を条件に計画されたダムに対して、起こり得る貯水位変動幅すべてをカバーしようとするところにある。これに対し、遡上用として必要な魚道の稼動期間を考慮した実際の運用では、常時満水位付近に貯水位があることが多い。例として抽出したモデルダムで日単位の水位変動を算出した結果、常時満水位から0.3m程度までの頻度が約8割となる結果が得られた（図-2参照）。これを受け、魚道構造の検討に際しては、機能としての必要条件（全ての水位において遡上経路を確保すること）と十分条件（頻度の高い水位条件においては遡上のしやすさに配慮すること）を考慮することとした。

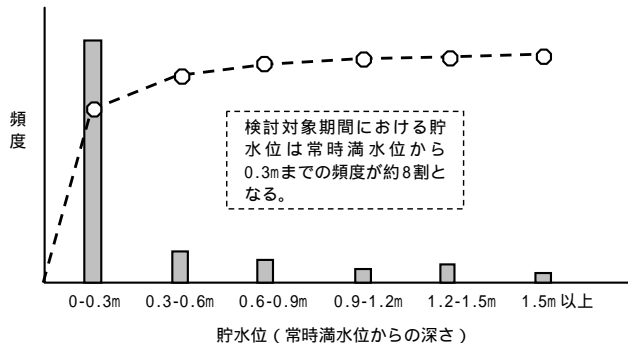


図-2 検討対象期間における貯水位頻度

キーワード：サクラマス、遡上対策、ダム式魚道、ハイダム魚道、貯水位変動

連絡先：〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1 (株)ドーコン 水工部 TEL011-801-1530

4. 遡上用魚道の提案

(1) 魚道構造概要

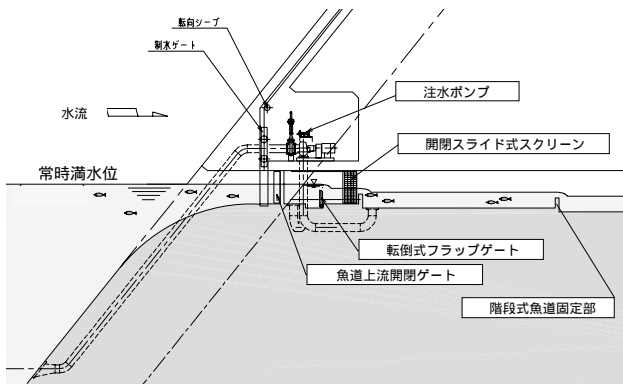
下流河道からダム堤体の魚道施設までは、実績の多い階段式魚道をベースとした。上流側貯水池へは、貯水位の頻度が高い範囲では連続的に接続し、貯水位低下時には遡上魚を一旦留置いて水流とともに貯水池へ放流する仕組みとした。なお、魚道施設のダム上流面には、放流用スロープを設けることとした。

【魚道構造概要】
 階段式魚道固定部
 転倒式フラップゲート（流量および越流水深調節用）
 魚道上流開閉ゲート（貯水位低下時の遡上魚放流用）
 注水ポンプ（貯水位低下時の魚道流量確保用）
 開閉スライド式スクリーン（遡上魚追い出し用）

(2) 魚道制御方法（オペレーション概要）

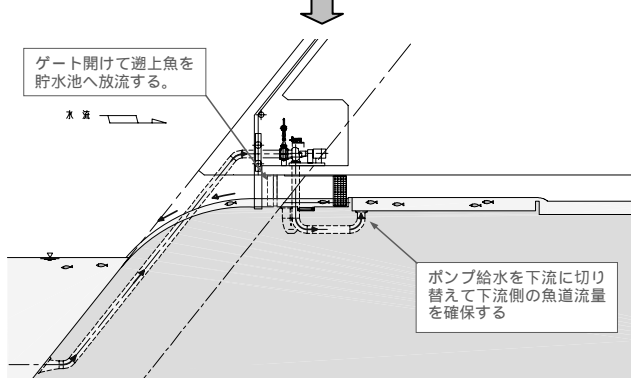
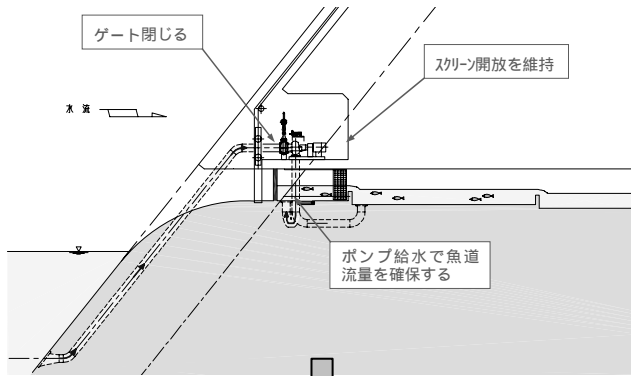
a) 常時満水位付近の操作

常時満水位付近における操作は、転倒式のフラップゲートのみで制御可能となる。



b) 貯水位低下時の操作

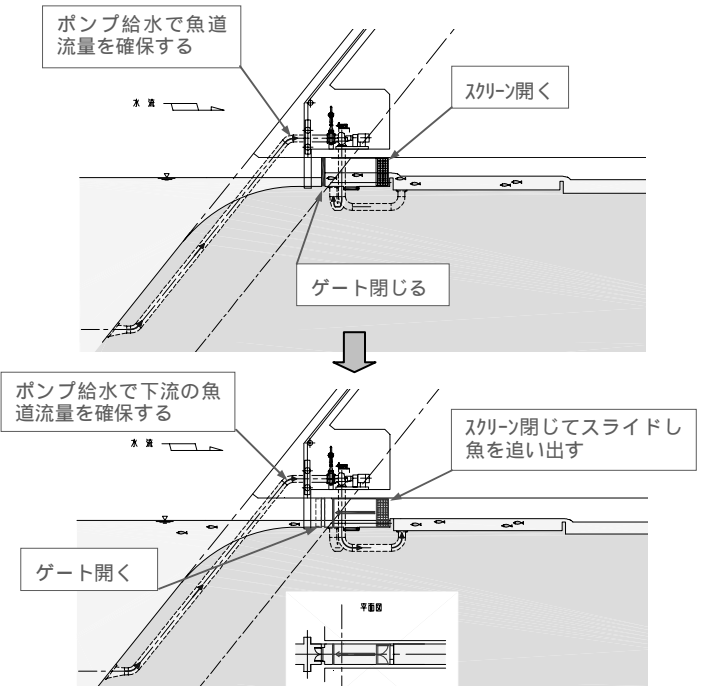
貯水位低下時には、開閉ゲートを閉じた状態で最上流部のプールに給水しゲートを開けることにより水流とともに遡上魚を貯水池へ放流する。



c) 貯水位平衡時の操作

貯水位と放流プールの水位差が小さい（a と b の中間

的水位）場合、ポンプ注水によって魚道流量を確保し、遡上魚が滞留しないようスライド式スクリーンにて魚を貯水池へ導く。



(3) 水位低下時の適用限界

魚が水流と共に湖へ落下する場合の魚体損傷は、圧力の影響が無い場合は、主に水中へ侵入する際の剪断摩擦によるもの（Bell & Delacy 1972）¹⁾とされており、安全に侵入する際の限界速度は概ね 12 ~ 15m/s（Bell & Delacy 1972、Ruggles 1980）²⁾という実験結果が得られている。この知見に基づけば、運用期間の上流側貯水位低下時の限界許容落差を概略的に求めると下記の通り約 9mとなる。

$$h = V^2 / 2 \cdot g \cdot C^2$$

9.1m

h : 貯水位との高低差 (m)
 V : 放流される魚体の速度 (12m/s)
 g : 重力加速度
 C : 流量係数 (0.9)

(4) 水位上昇時の適用限界

中小出水時の貯水位上昇で魚道流量を制御できなくなる場合には、制水ゲートにより閉鎖することとなる。このため、対象ダムサイトの出水規模からゲート閉鎖頻度や洪水後の運用再開所用時間を把握して、遡上停止の程度と影響を検討し、魚道の有効性検証が必要となる。

5. おわりに

本稿で提案した魚道は、極めて限定的条件下での適応ながら、単純かつ安価なもので、実績の多い階段式をベースとした確実性の高い遡上機能を有すると言える。

【参考文献】

1) BELL M.C., DELACY A.C., 1972. A compendium on the survival of fish passing through spillways and conduits. Fish. Eng. Res. Prog., U.S. Army Corps of Eng., North Pacific Div., Portland, Oregon, 121p.
 2) RUGGLES C.P., 1980. A review of the downstream migration of atlantic salmon. Freshwater and Anadromous Div., Resource Branch Dept. of Fisheries and Oceans, Halifax, Nova Scotia, Can. Tech. Rep. of Fisheries and Aquatic Sci. 952, 39p.