

(VI - 6) シャフト式魚道についての研究

建設省土木研究所○正員 田中 和浩

正員 高須 修二

正員 村岡 敬子

1. はじめに

近年、河川の流域全体の生態環境の保全が重要な課題となっている。その一環として、ダムや堰などの建設により河川の上下流の移動が妨げられる降河回遊型の魚を対象に、魚道等の構造物による対策が行われている。しかし、落差の低い堰などでは階段式魚道形式などの魚道を設置している事例は数多くあるものの、落差が比較的高いダムについては魚道設置事例が少ないのが現状である。

本報文では、ダム堤体に設置するために開発中の高落差に適應でき、大幅な貯水池の水位変動にも適用で

2. シャフト式魚道の概要

ダムに魚道を設置する場合、従来多く設置されている階段式魚道は、同じ勾配の魚道と比較すれば、落差が大きくなるほど魚道の延長が長くなり、遡上率の低下が考えられる。また、ダムの貯水池の水位変動が大きい場合、魚道内の水理条件、魚類の遡上条件を満足させるために、非常に大きな上流水位調節用のゲートが必要になり、技術的に対応出来ない場合も考えられる。

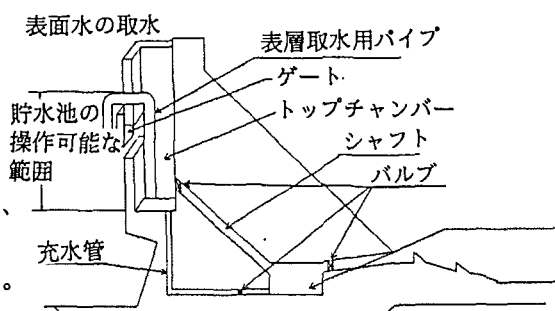


図-1 シャフト式魚道概要図

そこで、欧米において、既に実用化されているボーランド形式等のロック式魚道を、日本の

対象魚種にも適用できるように、水位変動・高落差に対応が可能で、かつ簡易構造になるように改良を行ったものが、シャフト式魚道（図-1）である。シャフト式魚道の概要及び操作方法を図-1に示す。下流から遡上してきた魚類が、バルブを全開にしボトムチャンバーに呼び込んだ後、ボトムチャンバー側、トップチャンバー側のゲートを閉め、ボトムチャンバーとシャフト管内に充水管により水を注水した後、シャフト管内に、ボトムチャンバーから魚類を追い出し集めて、トップチャンバー側のバルブを全開にしてトップチャンバーに魚を誘導し貯水池側のゲートを開け貯水池に魚を導いてあげ、魚道の役割を果たす。

この形式の魚道の機能を十分發揮するためには、つぎのようなダムが望ましい。

- ①対象 魚道が必要と考えられるダムの内、プール形式の魚道では適用が困難と考えられる落差30m以上のダム。
- ②水位変動幅 構造的には限界がないが、経済性、操作性を考えると魚道使用期間内の貯水位変動幅は20m程度までが望ましい。
- ③対象魚 一部の底生魚を除く全ての魚種
- ④設置規模 幅1m程度

3. シャフト式魚道の水理特性

実際に、シャフト式魚道を簡略化した縮尺1/10の高さ4m・長さ8mの全体実験模型をつくり、入り口部水位と出口部水位をパラメーターに入り口、シャフト内部、出口について流況観察を主体に実験を行った。検討では、通常の操作で考える現象の他、上流側から通水した場合の流況モデルについて流量条件を10~50l/sに設定し水位調節ゲートを全開~13cmの間で5段階に分けボトムチャンバー内の水位を調節し実験を行った。

ボトムチャンバーが満水となるまでの間は、トップチャンバーからの流量が10~20l/sと少なければ、開水路の流況でボトムチャンバー内で跳水が起こり比較的流況は安定している。実験ではボトムチャンバー内で跳水が起こったが実際には充水間等により注水するので問題はない。魚道の運用の範囲を越えるが、流量が20~50l/sでシャフト部の給気状態が悪い場合は、シャフト部の一部に管路状態と開水路状態が不規則に現れる「セルフブライミング現象」が生じる。また、満水となった後、流量を30~50l/s間で変化させた場合は、管路流の流れになりボトムチャンバー内では、流況が安定している。縮尺1/3の高さ3.5m・長さ8mのシャフト部の抽出模型実験で見ると、シャフト式魚道は水理的に問題がない。ただし、シャフト内部では流入水が底面沿いを流下するために、対流状況が形成されている。流入時にエアが吸い込まれ、1~2m程度まで進入しているなどの流況が観察された。

4. 魚の挙動

ここでは、シャフト内の流況により、魚類がどのように行動するかを検討してみた。魚類は、コイ・フナにより構成される雑魚族、イワナ・ニジマスにより構成される鮭族、アユにより構成されるアユ族の3種類に分けた。実験には、ボトムチャンバーから給水（毎秒1l/s）してシャフト内水位を上げていく方法（以下①という）、トップチャンバーから給水（毎秒5l/s）してシャフト内水

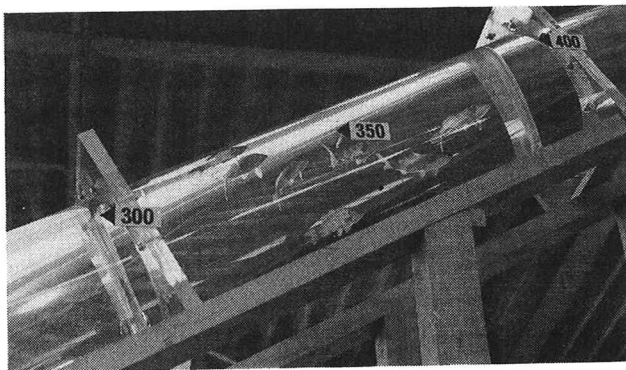


写真-1 シャフト内の魚の状況

位を上げていく方法（以下②という）の2通りを行った。しかしながら実験条件は、自然状況と大きく異なり、またアクリル模型のため明るさの影響、人間の影響を受けており、暗幕をボトムチャンバーに掛けたもののシャフト内を積極的に遡上するような魚類の遊泳は観察されなかった、特にアユ族は警戒心が非常に強いこと、群れになる性質を持っていることなど実験方法①、②の両方でシャフト部には出てこなかった。鮭族については、実験方法②の方が数匹が活発に遡上していくが上昇、下降を繰り返した。雑魚族は、実験方法①、②ともに、ほぼ全匹がシャフト内に出てくるが、その状態を維持しトップチャンバーまで上昇しようという行動はなかった。

問題となるのは、シャフト内に入った魚が上流方向（トップチャンバー）に上がる意欲がなく、シャフト内を行ったり来たりしていることで、その対策として、エアーカーテンまたは音、光による刺激により誘導してトップチャンバーまたは貯水池に誘導して上げるということである。これらのことを今後検討していく必要がある。写真-1にシャフト内の魚の状況を示す。

5. まとめ

今回のシャフト式魚道の実験では、実験施設上管内水圧に限界があり、落差の大きいダムに対して、実際の条件を再現できていない。また、トップチャンバーに入った魚類、どのように貯水池の方に導くかなどの問題点も残っている。このため、試験的に実機等を設置しさらに研究を進めていくことが必要である。

6. 参考文献

- 1) 魚道の設計 広瀬利雄・中村中六 編著 山海堂
- 2) Fisheries Handbook of Engineering Requirements and Biological Criteria,
Corps of Engineers, North Pacific Division