

魚道の簡単な改善手法に関する試案

研究第一部 次 長 高橋 定雄

研究第一部 主任研究員 奥山 修平

1. はじめに

建設省では、多自然型川づくりの一環として、堰、床固等の河川横断施設について、施設の改良、魚道の設置、改善、魚道流量の確保等の魚類の遡上環境の改善を推進し、より豊かな水域環境の創出を図ることとしており、平成3年度からは「魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業」を創設、モデル河川における計画的取り組みを進めているところである。このような取り組みはモデル河川に限らずその他の河川についても積極的に推進すべき課題であるが、全国の河川には多数（直轄管理区間だけでも約1200ヶ所）の河川横断施設が存在していることから、これらの施設全てを一挙に、改善又は立派な魚道を設置していくことは至難の技である。

一方、既存の施設には既に魚道が設置されているにもかかわらず、河床変動、経年的劣化あるいは設計の不備等により十分機能していない例が多数見受けられる。もし、これらの施設をちょっとした工夫により、手数及び経費をかけずに改善することができれば、全国河川の魚類遡上環境の飛躍的向上に資することができるはずである。

幸い、多摩川、長良川等での「魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業」の計画立案作業や、「魚がのぼりやすさからみた河川横断施設概略点検マニュアル」の作成作業の中で、諸先生から簡単な方法でも、かなりの魚道機能の改善が図られることの知見を授かった。

本研究は、多摩川の各施設を例にとり、問題点を類型化し、上述のような諸先生からのご示唆を踏まえて、その対策としての改善方法について一つの提案を試みたものである。

2. 魚道改善に当たっての魚の特性分析

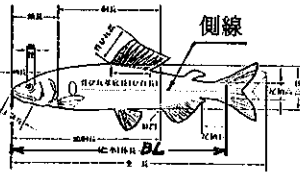


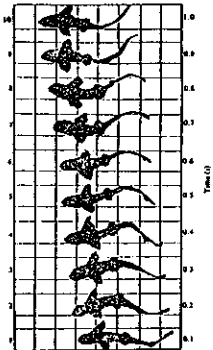
魚道の改善に当たって、現状魚道における問題点を把握するため、魚の行動特性についても整理しておくことが有益である。また、魚の行動特性を知るとは、より良い魚道を指向する場合にも重要である。

これについては、日周活動、遊泳速度、跳躍力など魚道の設計に関わる魚類の行動特性を体系的に整理したものが幾つか見られる⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾が、中村⁽⁴⁾は魚の行動特性を3つの定理に分けて、極めて簡潔に説明しており、魚の立場から魚道の良否を判断する上で知っておくと役にたつことが多い。

表-1にとりまとめたものを示す。

-
- (1) 廣瀬利雄、中村中六：魚道の設計、山海堂 平成3年12月
 - (2) 小山長雄：魚道の診断と設計、自費出版 昭和61年12月
 - (3) 財団法人 国土開発技術研究センター：魚道の設計 昭和57年3月
 - (4) 中村俊六：魚道の設計理論試案及び未発表資料

表-1 魚の遊泳に関する定理

	内 容	魚道評価上の意味	備 考
第一定理	<p>(遡上中の) 魚は、常に流れに平行に定位しようとする。その結果魚には自らの体長 (BL) に相当する長さ分しか流れを認識できない。</p>	<p>ある程度大きな循環流中では流れが循環していること (従って自分が同じところをぐるぐる回っていること) を認識できない。……魚道内の環境流の発生は避ける必要がある。</p>	
第二定理	<p>魚は襲撃、逃避、急流遡上等の非常時以外は普通筋を使おうとせずやむを得ず使う場合にもできるだけ短時間にすませる様に行動する (疲れを知らない血合筋(ちあいきん)だけをを使って泳ぐ早さを「巡行速度」、普通筋を目いっぱい使って瞬間的に出せる早さを「突進速度」といい、魚の体長/秒を基準測度としたとき巡行速度はその2~3倍程度、突進速度は10倍程度である)。</p>	<p>やむを得ず普通筋を使った場合は、休息が必要である。……流勢が強い魚道でも休めれば登れる。従って、休み場所が必要。</p>	<p>巡航速度 (血合筋のみ使用) = 2~4 BL/秒</p>  <p>血合筋 普通筋</p> <p>突進速度 (普通筋も使用) = 10 BL/秒</p>  <p>血合筋 普通筋</p>
第三定理	<p>魚が泳ぐ時の尾の振り幅は体長の 1/2を越えない</p>	<p>遡上し易い経路の幅は体長の 1/2以上あれば十分である。</p>	

3. 既設魚道の問題点の類型化

多摩川では、魚道の形式は梯子型、階段式、扇型、階段式、斜路式の3タイプの魚道に大きく分けることができる。対象とした各魚道に生じている問題点は、魚道のタイプに固有のものと、魚道下流部の落差やブロックの乱積み等、各タイプに共通のものに分けられる。

これを分類・整理すると表-2の様になる。

表-2 魚道に生じた問題点の分類

分類	NO	問題点	備考
共通	1	水叩き部の水流の拡散	魚が集まらない
	2	水叩き部下流の落差	〃
	3	水叩き部下流のブロック積みによる状流	〃
	4	魚道流量がない	魚が上れない
	5	入り口の落差が大きい	魚が入れない
	6	入り口の破損	〃
	7	土砂堆積	〃
階段式魚道	8	隔壁を越流する流れの勢いが強い	魚が上れない
扇型魚道	9	魚道の上部和下部で流れが不均一であり上流は流れが強い	〃
斜路式	10	流勢が強い	〃

4. 類型別魚道の簡易改善方法の試案

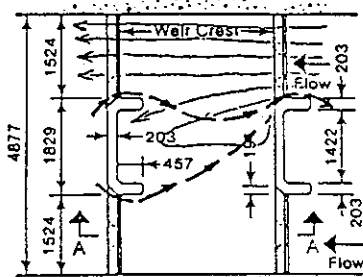
前節で分類した問題点毎に改善方法のとりまとめを行った。結果については、紙面の都合上、表-2の分類の共通部分は割愛し、(8)~(10)の施設タイプ固有の問題点に対する改善案を以下示すことにする。

なお、改善案の提案にあたっては、既設魚道を生かして問題点を改善する方法のみに焦点を絞った。従って、例えば既設魚道が中央突出型の場合、それ自体が既に魚ののぼり易さからみて問題を含むが、これを両岸へ移設すること及びセットバック式に改めること等は、改善という範囲からはずれるものと解し、考察の対象からはずした。

また、既設魚道のタイプを変更する様な改善は、原則として考えず、あくま

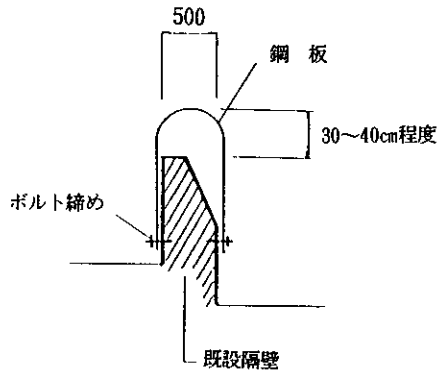
で現在のタイプを踏襲した上での改善的を絞った。

No. 8 隔壁を越流する流れの勢いが強いことに対する対策	
①問題点	流れが強く、プール内が乱流していると遊泳に関する第一定理より魚の遡上感覚を阻害する恐れがある。また、突進速度による遡上行動が発生する頻度が高くなり、遊泳に関する第二定理より魚の疲労度が増し、出口までたどり着けない場合が考えられる。
②改善策	<p>a 流量調節機能を魚道に付与し、流量調節により流勢を調整する。</p> <p>b 隔壁に非越流部を設け、アイスハーバー型とし、魚の休み場所を確保することにより、魚の遡上環境を改善する。非越流部の設定方法については、次の点に留意することが有益である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既設の隔壁に鉄板などを巻きつけて非越流部を設ける (参考図1) ……応急処置 ・隔壁を(参考図2)の様な、非越流部を持ったコンクリート構造に改築し、アイスハーバー型の魚道とする。この時、隔壁部にはテーパーを設け、流れによる水流の乱れや気泡の発生を防止する様、配慮する。 ・非越流部を設ける位置については(参考図2)の様に、中央部をかき上げてアイスハーバー化するのが一般に最も望ましい。しかし、幅のせまい魚道の場合には、遡上通路が狭溢化するのを避け、(参考図3)の様に魚道の片側に非越流部を設ける方法も考えられる。尚、交互に非越流部を設けるのは流況が複雑となって好ましくない。 <p>中村⁽¹⁾は、中央部に非越流部を持つアイスハーバー型では右図の様に常に安定した流路が確保されるとしている。</p> <p>c パーチタルスロット等、流量調節が不要なタイプに隔壁形状を改める。</p> <p>d 隔壁を非越流形として参考図4の様にし、流路を迂曲させることにより、水面勾配を減少して、流勢を減じる。</p>

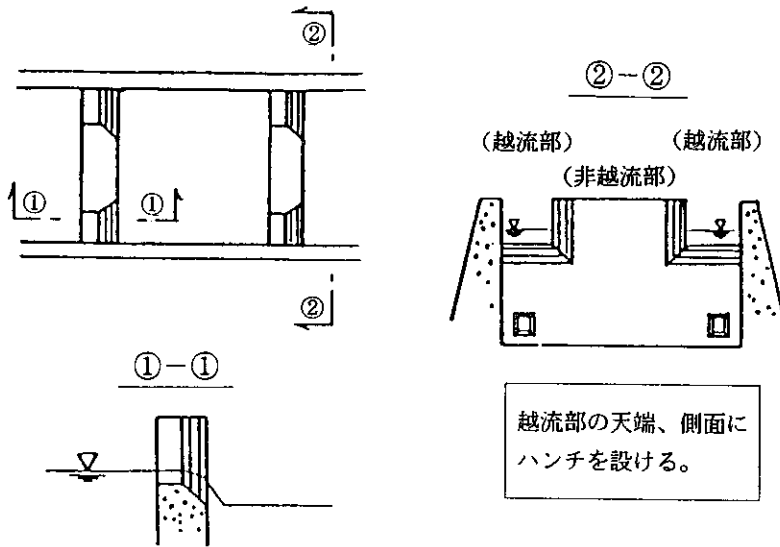


(1) 中村俊六：魚道の設計理論試案

③参考図



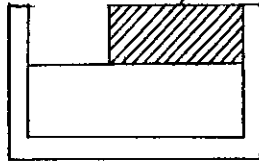
(参考図1)



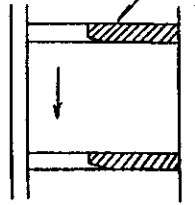
(参考図2)

(平面図)

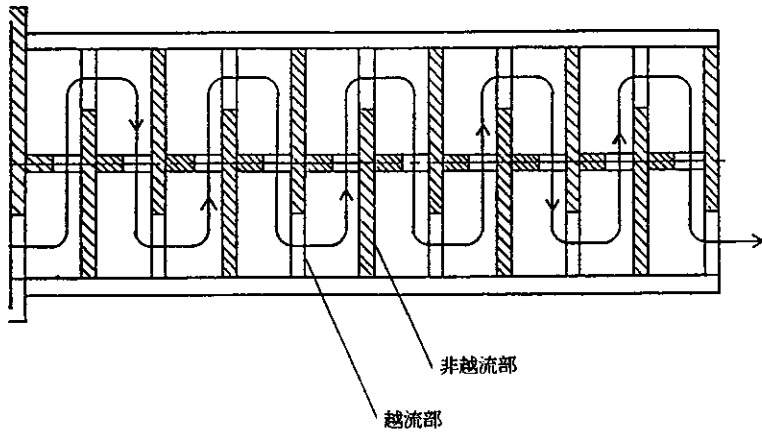
かさ上げ



かさ上げ



(参考図 3)

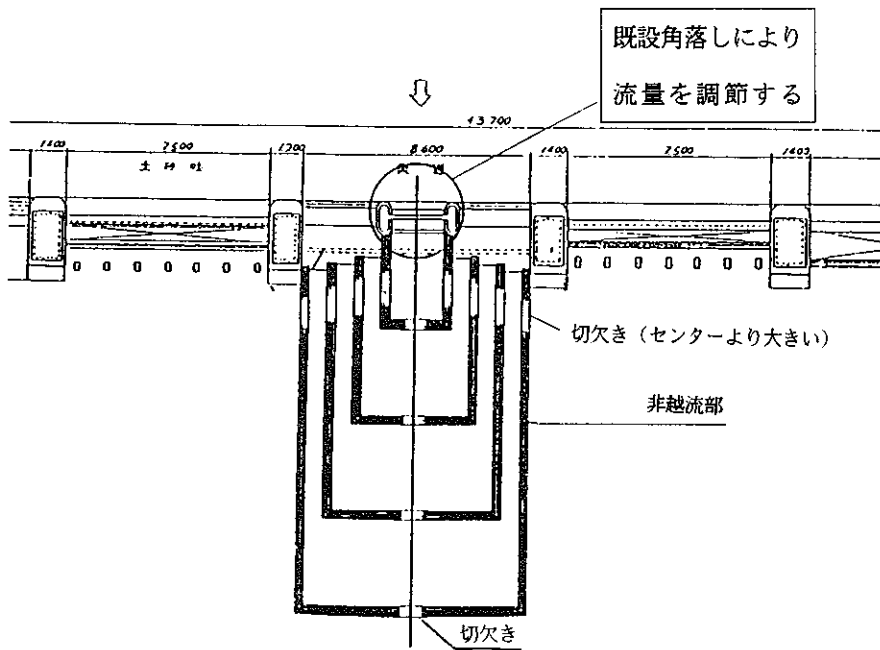


(参考図 4)

No.9 扇型魚道において魚道の上部と下部で流速が不均一になることに対する対策

①問題点	扇型魚道では、下段付近の流勢は比較的緩やかであるが、上段付近に近づくにつれ流勢が激しく、魚がのぼれない。
②改善策	魚道の大部分を非越流部でとりかこみ、放流口を小さくする。また、必要に応じて角落しにより流量を調節する。

③参考図

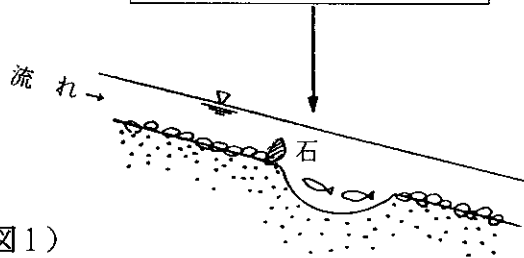


No.10 斜路式水路において流勢が強いことに対する改善策

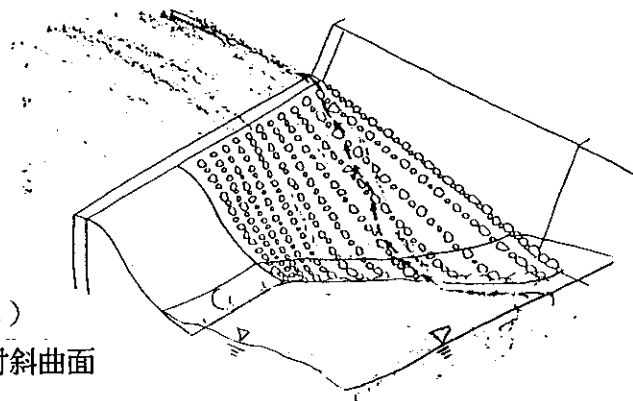
①問題点	流勢が強いと魚は突進速度で遊泳することをせまられ、疲労のため魚道の出口までたどりつけない。
	<p>a 斜路内にくぼみを設け、魚が休息できる様にする(参考図1)</p> <p>b 斜路を横断方向が変化する曲面(斜曲面)とすることにより流水の主要部分を急勾配の方へ逃し、水路内に横断方向の流速分布をもたせ、早い流れが生じる領域と遅い流れの生じる領域を発生させる。これにより、魚の疲労度や魚種に応じて最適な流速の遡上経路を選択できる様にする。また、粗石やくぼみも配し、魚の休息場の確保にも配慮する。</p>

③参考図

水路型魚道の場合は魚道内部にプール状の窪みをつけると魚の休み場となり良い。



(参考図1)



(参考図2)

粗石付斜曲面

おわりに

本研究は、まだ緒についたばかりであり、諸兄の批判を仰ぎつつ、今後とも事例・研究を積上げ、マニュアル化が図ればとの大望をいただいている。