

II-34

プール式魚道の隔壁形状の違いによるプール内流況の変化について

北武コンサルタント株式会社 熊倉 紹二
 北武コンサルタント株式会社 ○正会員 堀江 秀亮

1. まえがき

北海道内に設置されている魚道の多くはプール式と呼ばれる魚道形式が採用されており、近年ではプール式魚道の中で非越流部を持つタイプ、例えばアイスハーバー式魚道などが多く施工されている。

これらのアイスハーバーに代表されるタイプの魚道は、特徴である非越流部、いわゆる隔壁の裏側に静隠域が確保されるため、魚類が休憩しながら遡上できることが採用の大きな理由のひとつとなっている。

しかしながら道内の中小および溪流河川に設置されている様々な隔壁を持つ魚道については、プール内の流況についてあまり検証されていない。

本報告では実際の溪流河川に設置されている隔壁形状が異なる3タイプの魚道で、それぞれのプール内流況を計測し静隠域の状況などについて検証した。

2. 調査概要

調査は二級河川長流川の支流において実施した。

調査対象とした3タイプの隔壁形状および観測時流量を表-1に示す。

観測時流量は、低水期流量程度に相当する。

表-1. 隔壁概要

名称	隔壁形状	観測時流量 (m ³ /s)	備考
Aタイプ	切欠2箇所、導流壁有り(コンクリート)	0.35	導流壁はプール底まで
Bタイプ	切欠2箇所、導流壁有り(鋼板)	0.32	導流壁はプール底から45cmの高さから上に設置
Cタイプ	切欠1箇所、導流壁なし	0.31	

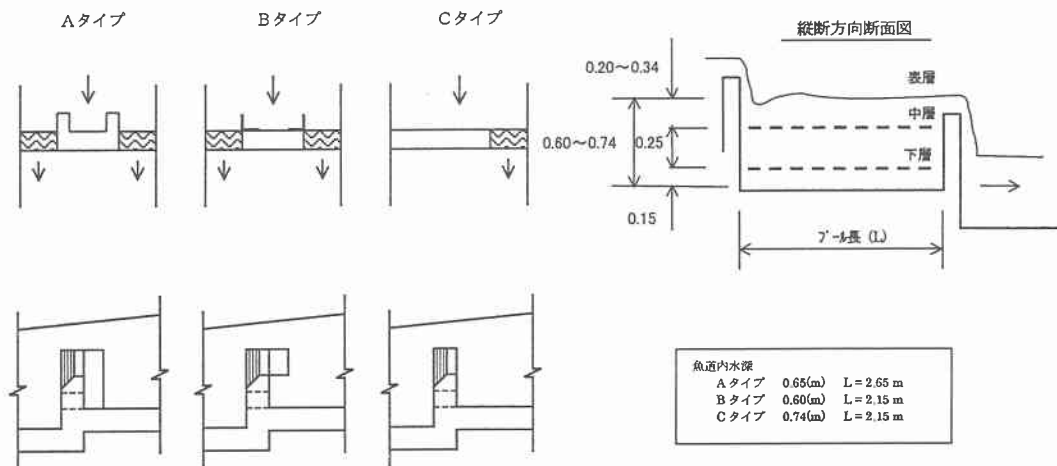


図-1. 隔壁概要図

Study on HYDRAULICS OF 3-TYPES PARTITION-WALL ON POOL TYPE FISHWAY

By Shoji KUMAKURA and Hideaki HORIE

魚道内の局所的で複雑な流れを把握するためプール内の流況（下層、中層）を、水平流速および鉛直流速の測定が可能な三次元電磁流速計を用い、表面流況はデジタルビデオ撮影による映像解析(濃淡画像相関法)から流況解析を行った。

(1). 計測方法

計測は三次元流速計、デジタルビデオとも、30cm メッシュを基本とし、観測時間は1計測点あたり 30 秒間とした
(1秒に1データ、1処理)

(2). データ整理方法

観測データより流速流向ベクトル図、流速分布を平面・縦断・横断方向に作成し、流況の可視化を行う。

縦断・横断流速分布図には表面流況調査のデータを加える。

計測した三次元合成流速から流速分布図を作成した。
作図に使用する流速は、30 秒間の観測データを平均した平均流速とした。

流速分布図の流速線間隔は 0.10 m/s とする。

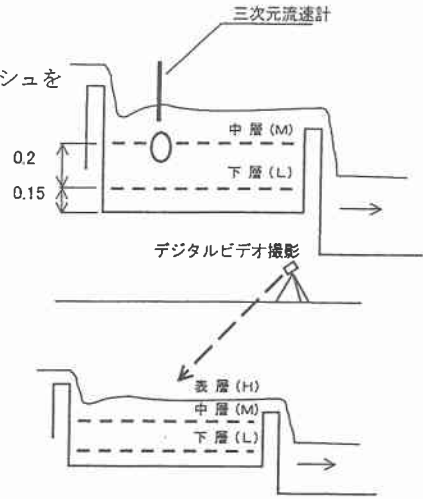
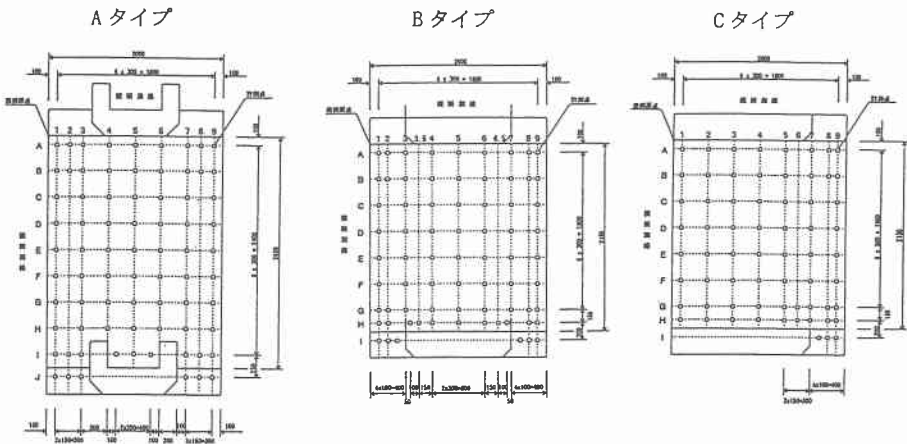
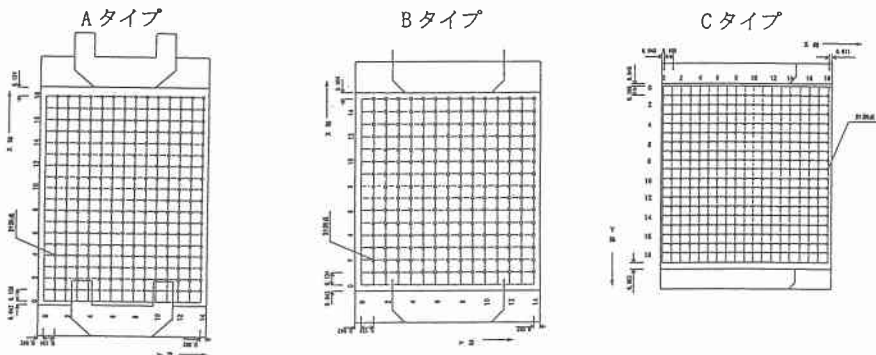


図-2. 調査概要図

3次元流速計の計測位置

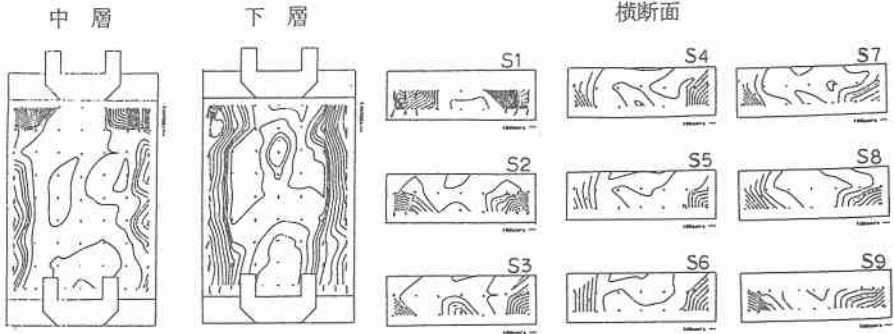


ビデオカメラによる計測位置

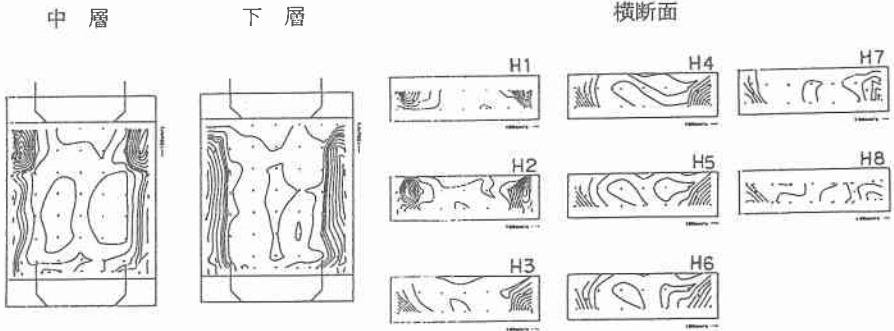


(3). 観測箇所と流速分布図

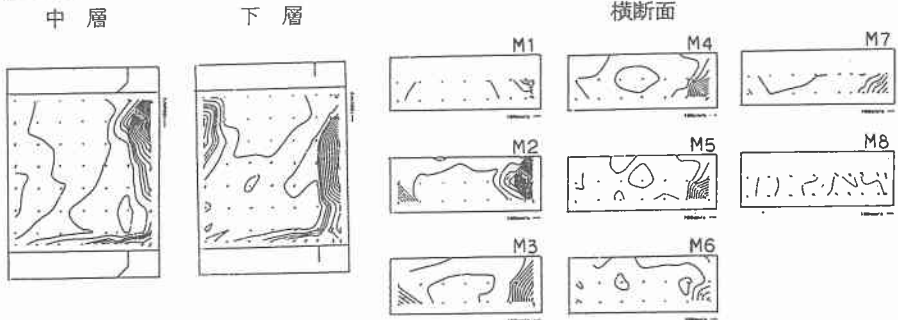
Aタイプ魚道



Bタイプ魚道



Cタイプ魚道



表一. 観測箇所と流速分布名

名称	断面		流速分布図名
	Aタイプ魚道	平面	中層
下層			S-L
Bタイプ魚道	横断面		S1~9
	平面	中層	H-M
下層		H-L	
Cタイプ魚道	横断面		H1~8
	平面	中層	M-M
		下層	M-L
横断面		M1~8	

3. 調査結果

調査結果から魚道内流量、プールサイズの違いはあるが、プール式魚道の具備すべき条件のうち、休憩場所と循環流について検討した。

検討は魚類調査で確認されたヤマベ、ニジマスを対象魚とした。

対象魚が長時間無理なく泳げる速度（巡航速度）は一般に体長（BL）の 2～4BL（cm/s）とされているため、中間値の 3BL とし、魚類調査で確認結果から平均体長約 15 cm として計算した。

巡航速度 : $3 \times BL = 3 \times 15 = 45$ (cm/s)

(1). 平均流速から判断する休憩場所となる範囲（巡航速度以下となる範囲）

一匹の魚が必要とする休憩場所の規模は、長さが体長の 2～4 倍、幅が体長程度、深さが体高の 2 倍程度である。プール内に休憩場所が確保されていることは遊泳力の弱い魚類の遡上にとって不可欠な要素である。表-3、図-3 に流速からみた休憩場所の比較を示す。

表-3. 休憩場所としての評価

条件項目	タイプ	越流壁形状	プール内流況
平均流速からみた休憩場所となる範囲	A	導流壁：有 コンクリート 切欠：2	落下流の通り道となる側壁付近、落下流が上昇する上流部中央以外は、巡航速度以下の平均流速となる。 下流部中央は、導流壁の影響によって流速が抑えられている。
	B	導流壁：有 鋼板 切欠：2	落下流の通り道となる側壁付近以外は、巡航速度以下の平均流速となる。 鋼版の導流壁は隔壁天端から 30cm であるため、プール内にほとんど影響していない。下流部に A タイプのような安定した流速分布は持たない。
	C	導流壁：無 切欠：1	落下流の通り道となる側壁付近、越流部付近、潜孔部以外は、巡航速度以下の平均流速となる。

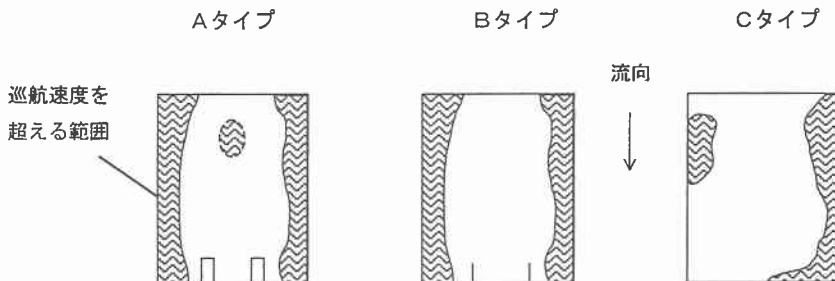


図-3. 休憩場所範囲図

(2). 循環流 (大きな円の循環流は魚類の長期滞在の原因となる)

魚道に入った魚類は底方向に潜入し、底部を遡上し、上流側隔壁の直前で斜め上方に向かい隔壁を越える。魚類にとっては下流隔壁に当たった水流が上層では跳ね返って反対流が生じる場合、下流方向に向かって遊泳することとなるが、魚類は流れに向かって遊泳している。

魚道は、魚類が遡上したい時に遡上できるような施設であるべきである。

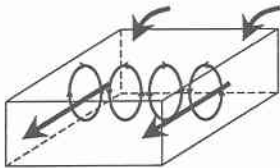
表-4、図-4に循環流の比較を示す。

表-4. プール内流況の評価

条件項目	タイプ	越流壁形状	プール内流況
循環流	A	導流壁：有 コンクリート 切欠：2	落下流、潜孔流は側壁沿いに下流側へ流れる。螺旋流を伴い、側壁面と中央部では上昇流が発生する。 プール下流側中央は、導流壁の影響で安定した流況となる。
	B	導流壁：有 鋼板 切欠：2	基本的にはAタイプと似た流れになるが、プール内に導流壁が無いため、主流である側壁沿いの流れが隔壁に当たり、プール中央へ逆流する。
	C	導流壁：無 切欠：1	切欠が1箇所であり、導流壁が無いため、側壁沿いの主流が円形の循環流となり、プール内を回る。 下層の循環流は潜孔流に当たり、減勢する。

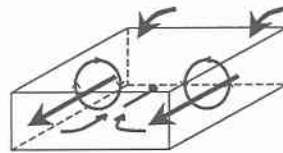
Aタイプ

(※プール下流側中央付近が安定した流況であり、魚にとっての静穏域となる。)



Bタイプ

(※プール中央の流向が逆流となり、魚の長期滞在の原因となる。)



Cタイプ

(※大きな循環流となり、魚の長期滞在の原因となる。)

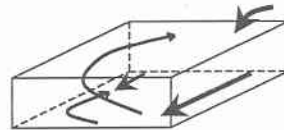


図-4. プール内循環流概要図

4. あとがき

今回の調査により、非越流部の形状によるプール内流況の違いについて以下のような知見が得られた。

(1). 流速のみで比較すると、3タイプとも流れの速い域、緩い域が流速 0.3~0.4m/s を境界に明確に区別できる。

対象魚の巡航速度以下となる魚の休憩場所としての範囲も十分確保できている。

(2). プール内の循環流を見た場合、プール内に導流壁のあるAタイプは導流壁付近で流速の小さな比較的安定した流況の休憩場所が確保できる。

導流壁のないB、Cタイプは、側壁沿いの主流が隔壁に当たり逆流する。

特に切欠が一箇所のCタイプは、この流れが大きな円の循環流となる。

以上が今回得られた知見である。

魚道施設はその利用魚種や利用時期により、速やかに魚類を遡上させる（魚の通り道）場合と、魚類の生息場としての機能を合わせ持たなければならない場合に分類される。

施設の目的に合わせた越流壁形状を判断するには、今後更なる検討が必要である。

魚類の通過を躊躇させる要因は水理学的要因だけでなく、環境上の他のパラメーター（溶存酸素濃度、温度、騒音、匂いなど）もあり、これらを含めてトータルな検討も必要であろう。

これまでの魚道設計は対象魚種を選定するものであるが、これからはその河川に生息する多くの魚種・魚体の魚が多様な流況の中から、魚自身が水深、遊泳力に見合った流況を選択して遡上できるような魚道設計が望まれる。

《謝 辞》

本調査を行うに当たり北海道室蘭土木現業所洞爺出張所より資料の提供等のご協力、(社)北海道栽培漁業振興公社のご指導に対し謝意を表します。

参考文献

- 1) 建設省河川砂防技術基準(案)同解説：(社)日本河川協会 1997.10
- 2) 最新 魚道の設計 : (財)ダム水源地環境整備センター 1998.6
- 3) 魚道及び降下対策の知識と設計 : (財)リバーフロント整備センター 1996.12