

階段式魚道における水理特性の把握

豊田工業高等専門学校 学生会員 ○青木 慶吾
豊田工業高等専門学校 正会員 田中 貴幸

1. 背景及び目的

河道内における魚道は、河道横断物などを設置する際に魚類等の生息環境を保全するために設置されている。そのため、魚道が魚類の遡上により有効なものとなるために、魚類の遡上数がどのような条件において高くなるか検討する必要がある。また、魚道には階段式やアイスハーバー式などの様々な構造があり¹⁾、構造の違いによって遡上数も変化すると考えられる。

本研究では、階段式魚道において、実存する2つの構造の魚道を用いて水理特性を把握することを目的とする。この研究成果を基に、今後魚類の遡上数との関係性を明らかにしていく。

2. 実験条件

本研究では、実存する階段式魚道 A (図-1)、魚道 B (図-2) の模型を作製し、室内の開水路に設置して実験を行うことで検討する。開水路は全長 10m、幅 40cm、高さ 35cm の循環型可変勾配水路を用いた。模型の材料は合板木材を使用した。実験条件を表-1 に示す。

流速の計測については、I 型電磁流速計による流速の点計測、PIV 法による流速の面計測を行った。電磁流速計によるデータのサンプリング

数は 4,096、サンプリング周波数は 100Hz とし、計測位置はプール内の上流、中流、下流の 3 地点における横断面とした。PIV 法による流速の計測においては高速度カメラを用いて水路真下から撮影を行った。計測間隔時間を 25Hz、比較画面間隔時間を 125Hz とした。トレーサは粒径 30 μ m、比重 1.02 のナイロン粒子を使用した。計測位置は各魚道とも水深における 0.2, 0.5, 0.8 倍の水平面を計測した。

3. 各魚道における遡上数

各魚道におけるアユの遡上数を図-3 に示す。アユの遡上数は年ごとに变化しており、その増減は両魚道ともに類似している。しかし、全ての年で魚道 B の遡上数が多く、特に 2007 年では、魚道 B は魚道 A の 6.4 倍もの遡上数を示した。これにより、魚道設置位置の問題に加え、魚道構造と遡上数の関係についても今後検討する必要がある。

4. 水平面における流速ベクトル

図-4 に魚道 A、B の半水深における流速ベクトルを示す。魚道 A に注目すると、プール左岸側において循環流が発生している様子が伺える。

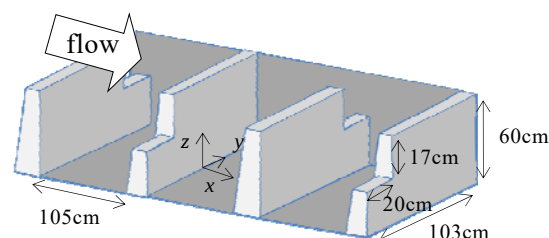


図-1 魚道 A

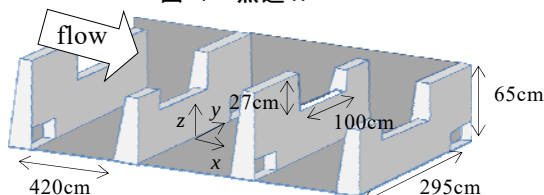


図-2 魚道 B

表-1 実験条件

Case	流量(l/s)	水路勾配	プールの流下方向長さL (cm)	模型縮尺
魚道A	3.4	1/40	40	1/2.6
魚道B			56	1/7.4

遡上数

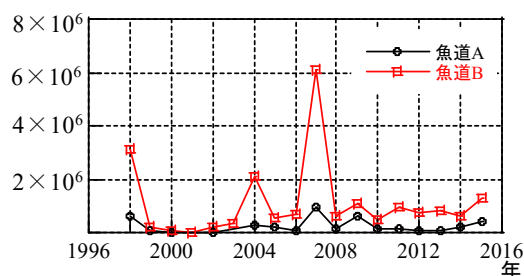


図-3 アユの遡上数

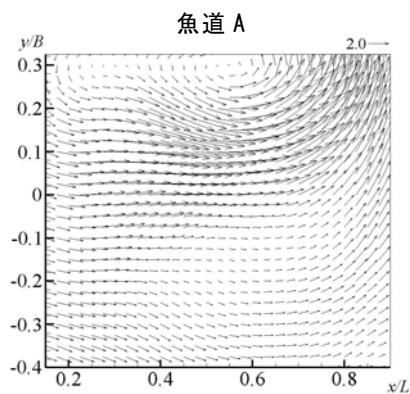


図-4 半水深の流速ベクトル

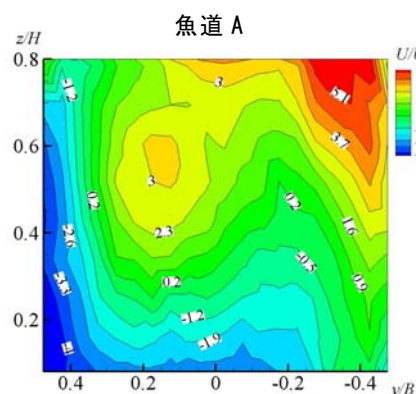


図-5 主流速の等値線

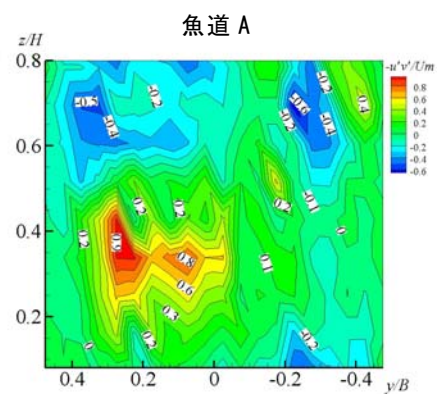
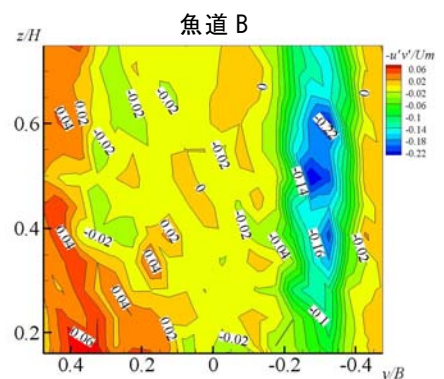
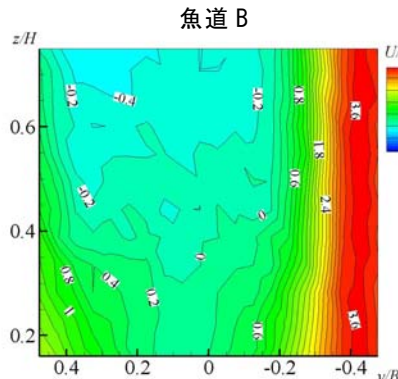
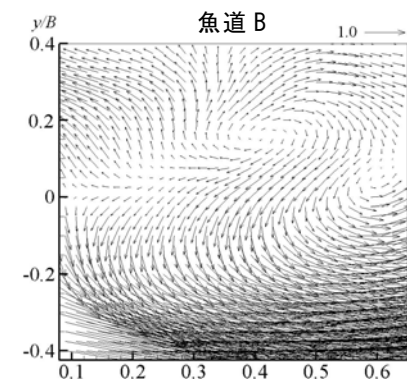


図-6 レイノルズ応力の等値線



下流の切欠き部に向かい流速は大きくなり、右岸側において流速が小さくなる。また魚道 B では左岸側下流に 2 つの循環流が発生していることが認められるとともに、右岸側において流速ベクトルが大きな値を示している。これは潜孔が右岸側下流に存在することでその方向に向かう流れが強く発生するためだと考えられる。これらの図により、魚道 A に比べ魚道 B では水平面でより複雑な流れ場が発生することが確認されるとともに、魚類が遡上する上で休息の場が明確に与えられていないことが認められた。

5. 横断面における流れ構造

図-5 に魚道 A, B の $x/L=0.5$ における横断面の主流速の等値線を示す。魚道 A では右岸側水面付近の主流速が大きな値を示し、上流右岸側に存在する切欠き部の影響を強く受けていることが認められる。魚道 B では右岸側にて鉛直方向に様に流速が大きくなる様子が見て取れる。これは上流の切欠き部と下流の潜孔の影響によるものと考えられる。左岸側では水面付近において逆流が発生しており、下流左岸水深付近において切欠き部が存在しない影響が認められる。

図-6 に魚道 A, B の $x/L=0.5$ における横断面方向レイノルズ応力の等値線を示す。魚道 A では半水深以上にて主に負の値、半水深以下で主に正の値を示し、鉛直方向に流れが変化する影響が見受けられる。魚道 B では右岸側 $y/B=-0.3$ 付近において負の大きな値を示しており、左岸側では正の大きな値を示している。これにより、魚道 A では B に比べ、プール中央にて流れが 3 次元的な挙動を示すことが明らかになった。

6. おわりに

本研究では 2 つの異なる構造の魚道について、その流れ構造の違いを検討した。その結果、潜孔が設けられている構造の魚道には特に水平面にて複雑な流れが発生し、遡上する魚類が休息する場が明確に与えられていないことが認められた。潜孔を利用する遊泳魚は 56%とされているため¹⁾、その設置については十分検討する必要があることが確認された。

【参考文献】

- 1) 鬼東幸樹: 潜孔の設定位置がアユの遡上特性に及ぼす影響, 水工学論文集, 第 55 巻, 2011.