

アイスハーバー型魚道の模型実験による水理特性の研究

九州工業大学大学院 学生員 ○澤田 尚人

九州工業大学工学部 正 員 浦 勝 秋山壽一郎

九州工業大学工学部 非会員 大重 昌一

1. はじめに

現在、多くの河川でアイスハーバー型魚道が設置されているが、その設計基準は不明確な点が多い。本研究は、アイスハーバー型魚道の設計指針を得るために、実際に河川に設けられているアイスハーバー型魚道の縮尺模型を製作し、魚道内の流量や隔壁形状を変化させて水理実験を行ったものである。魚道内の乱流構造を調べることで、流況の変化や形状の効果の検証を行った。

2. 実験概要

実験は、実河川に設けられている魚道の縮尺 1/5 の模型—長さ 400cm, 幅 50cm, 高さ 30cm, 勾配 1/17 のアクリル製直線水路において行った。水路内には、図-1 に示す実形状(A-TYPE)の隔壁を 50cm 間隔で配置した。さらに、アイスハーバー型魚道の形状比較を行うために、図-2 に示す基本形状(B-TYPE)の隔壁についても、同様の実験を行った。座標軸は図-1 に示すように、流下方向に x 軸、水深方向に y 軸、水路横断方向に z 軸をとり、それぞれ 10cm, 2.5cm, 4cm のメッシュ間隔で流速測定を行った。図-3 には $y-z$ 平面の測定点を示している。測定は x , z 方向の変動流速を u , w 、時間平均流速を U , W とし、2 次元電磁流速計を用いて行った。サンプリング間隔を 0.01sec とし、1 測点 2048 個のデータに関して統計処理を行った。表-1 に本実験の実験条件及び、各ケースで得られた流量を示している。越流水深 h は隔壁中間において設定した。

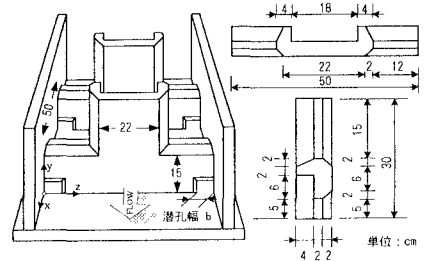


図-1 アイスハーバー型魚道模型 (A-TYPE)

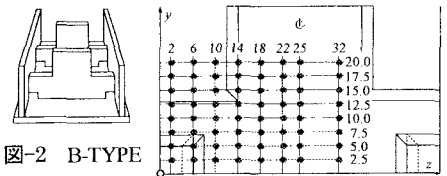


図-2 B-TYPE

図-3 $y-z$ 平面測定点

表-1 実験条件

	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	Run6
隔壁形状	A	A	A	A	B	B
越流水深 h (cm)	3.0	4.5	6.0	4.5	4.5	4.5
潜孔幅 b (cm)	4.0	4.0	4.0	6.0	4.0	6.0
流量 Q (l/sec)	5.19	7.07	9.72	8.97	6.39	8.66

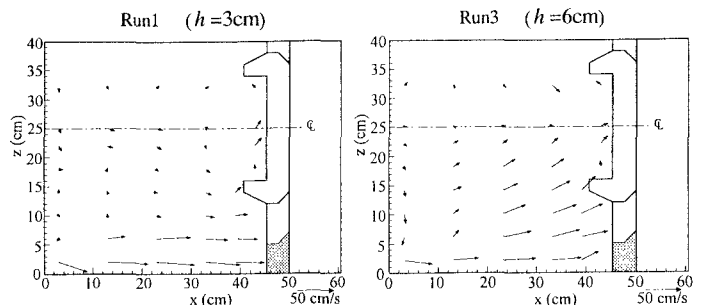
3. 実験結果および考察

3.1 流速分布

図-4 に魚道水路床から 5.0cm (y 方向) の断面における $U-W$ ベクトルを越流水深の違い Run1, Run3 の比較により示している。 $y=5.0$ cm では同図に示したように越流水深の増加に伴う落下流の増大の影響によりプール中央に流速の増加が見られる。底部の $y=2.5$ cm では実験を行

った。このケースも潜孔からの噴流の影響が支配的であり、越流水深が変化しても大きな変化はなく、一定であった。

図-5 には平均主流速 U のコンターを示している。越流水深の変化による比較を、堰直後 ($x=3$ cm) およびプール中央 ($x=23$ cm) において示している。Froude の相似律を適用して原型の流速を求めると、潜孔部では 2m/s, 越

図-4 平均流速 $U-W$ ベクトル図 ($y=5.0$ cm)

流部では1.5m/sほどの最大流速となり、実河川に設けられている魚道での測定結果とほぼ一致し、流況を再現できたと思われる。同図には、流速0cm/sのLineを太線で、±5cm/sのLineを破線で表している。さらに、各断面における水深の位置を▽印で示している。
 $x=3\text{cm}$ において越流水深が小さいRun1では、越流部からの流速が小さく、その広がりも小さい。Run3ではRun1に比べ越流部の流速が大きく、速度勾配も大きくなっている。潜孔部の分布は、どのケースもほぼ等しくなった。
 $x=23\text{cm}$ の断面においてRun3では±5のLineで挟まれた低流速域は小さくなっており、さらに中央水表面付近の逆流域が大きくなっている。越流水深の増大により、静穏域が減少するのが分かる。

3.2 平均渦スケール

図-6には $x=23\text{cm}$ 、 $z=2, 6, 10, 14\text{cm}$ における平均渦スケールの鉛直分布を示している。平均渦スケールはパワースペクトルからエネルギー散逸率を算出することにより求めた¹⁾。同図において、堰越流部では記号●で示した $h=3.0\text{cm}$ に対して、▲、■($h=4.5, 6.0\text{cm}$)と次第に

大きくなっており、越流水深が増加するにつれて L は大きくなる傾向があるのが分かる。潜孔部では、潜孔の寸法に規定される渦スケールとなったが、越流水深や形状による系統的な変化は見られなかった。 $z=14\text{cm}$ において、A-TYPEでは、 L が小さいのに対し、Bはそれの4倍ほどのスケールの渦が存在している。これは堰での剥離の影響により渦スケールが大きくなったものと考えられる。越流部の速い流速域において渦スケールが大きくなると、魚の遡上の妨げになると考えられる。したがって、魚はプール中央の静穏域で休息しながら、隔壁背後から隔壁に沿って越流部を遡上すると考えると、本実験における $z=14\text{cm}$ での平均渦スケールを小さくするA-TYPEの隔壁形状の効果が明らかにできたと思われる。

4. おわりに

本実験により以下の知見が得られた。

- (1) 本実験において、現地魚道の1/5縮尺の模型を製作することでほぼ流況を再現することができた。
- (2) 越流水深の増大による、プール内の静穏域の減少を抑えるため、プール体積の検討が必要と考えられる。
- (3) 平均渦スケールを調べることにより、魚道隔壁形状の効果を確認することができた。

参考文献

- 1) 椿東一郎：水理学II，森北出版，pp.146-158,1994.

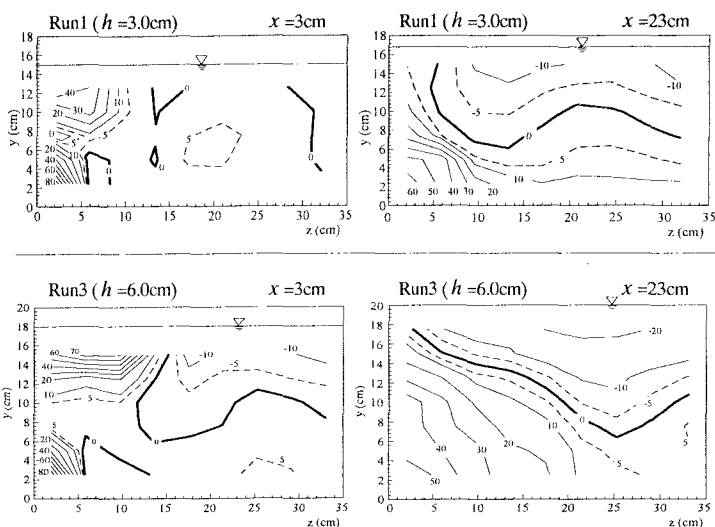


図-5 主流速 U のコンター (cm/s)

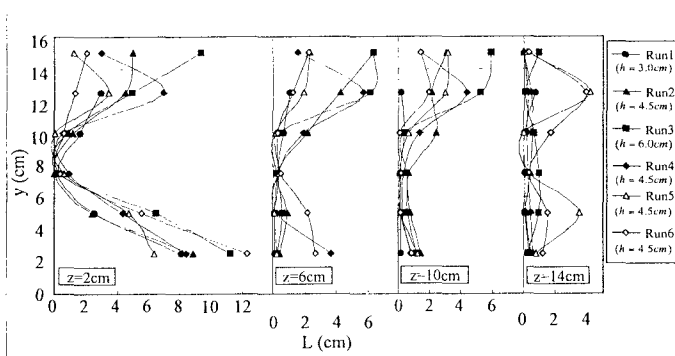


図-6 平均渦スケール ($x=3\text{cm}$)