

洪水時におけるプール式魚道の隔壁構造による魚道内の流速特性の違い

Difference on velocity characteristics in pool-type fishway with various types of weirs during flood stage

(株) エイトコンサルタント 正会員○大西 貴

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田陽一 フェロー会員 大津岩夫

はじめに

魚道の水理設計は、通常時の流量に対して検討されたものがほとんどであり、一般的に洪水時における魚道内の流況特性は解明されていない。このため、魚道の構造によっては洪水時に輸送された砂礫などがプール内に堆積し、魚道の機能が失われる場合がある¹⁾。最近の研究²⁾によると、魚道プール内の隔壁の構造によって、洪水時に輸送される砂礫の排出が可能になることが実験的に明らかにされている。本研究では、プール式魚道の隔壁構造を変化させ、洪水時におけるプール内の流況が隔壁の構造によってどのように異なるのかを明確にした。また、隔壁構造による流速ベクトルと乱れ強さの分布の違いを明確にした。

実験方法

実験は、矩形断面階段式魚道、矩形切り欠き型階段式魚道、三角形切り欠き型階段式魚道、プール式台形断面魚道、傾斜隔壁型魚道、アイスハーバー式魚道、バーチカルスロット式魚道の7種類の模型を用いた。模型スケールは1/8とし、実験はフルードの相似則に従うものとして行った。それぞれ魚道の上流、中流、下流のプールにおいて、底面から1cm、3cm、5cmの三層に分けて、縦横段方向に測定箇所を変えて電磁流速計を用いて流速を測定した。各魚道の形状について図1に示す。水理条件においては表-1に示す。



図 1-1

矩形断面階段式魚道



図 1-2

矩形切り欠き型魚道



図 1-3

三角形切り欠き型魚道



図 1-4

プール式台形断面魚道

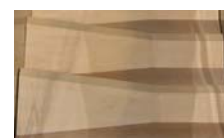


図 1-5

傾斜隔壁型魚道



図 1-6

アイスハーバー式魚道



図 1-7

バーチカルスロット式魚道

表-1 水理条件

流量 Q	0.033 m ³ /s
魚道幅 B	0.4 m
魚道勾配 i	1 / 7
隔壁の設置数 n	9
隔壁間の落差 h	0.025 m
プール深さ S	0.050 m
限界流の水理水深 h_{ch}	0.089 m

魚道プール内における底面近くの流速特性

隔壁構造によって魚道プール内における底面近くの流速ベクトルがどのように異なるのかを明らかにするため、 $y = 1$ cmでの時間平均の平面ベクトルを図2に示す。矩形断面の場合(図2-1)、隔壁上部で主流が衝突しその影響で底面付近では逆流が発生している。また、横断方向の流向については、規則性は見られない。アイスハーバー式魚道の場合(図2-2)、隔壁中央部で突出部が設置されている(図1-6)ため左右の一对の縦渦が形成されるようになる。また、底面付近では矩形断面と同様の逆流が形成される。台形断面の場合(図2-3)、底面付近の流向に規則性は見られない。これは、後述で示すように、流れの変動が平均流よりも卓越しているためと考えられる。傾斜隔壁の場合(図2-4)は、隔壁高さの小さい箇所において主流の直接的な影響が底面近くまで及び、底面近くでも平面的に回転する流れが形成される。このことから隔壁が高い箇所で逆流が生じる。バーチカルスロット式魚道の場合(図2-5)は、左右に隙間があるため、その経路には速い流速ベクトルが存在する。中央部では、隔壁の存在により対流する流れが形成される。

隔壁構造による魚道プール底面近くの乱れ強さの分布の違いを図3に示す。図に示されるように、矩形断面及びアイスハーバー式魚道の場合、底面近くの乱れ強さは他の隔壁構造に比べて小さいことが分かる。特にアイスハーバー式魚道の場合、乱れ強さ及び平均流速が小さく、輸送された砂礫が排出されず堆積しやすいことが推測される。また、矩形断面の場合と傾斜隔壁の場合とを比較すると、乱れ強さの小さい箇所が共に存在する。傾斜隔壁の場合、乱れ強さが小さい箇所では平均流速が大きい。その一方、矩形断面の場合、乱れ強さが小さい箇所で平均流速も小さい。このことから、矩形断面の場合より傾斜隔壁の場合は、砂礫の排出効果が大きいものと推測される。台形断面魚道の場合、他の隔壁構造に比べて乱れ強さがプール底面全域にわたって大きくなり、砂礫の排出効果が他と比べて最も大きくなることが推定される。

キーワード：プール式魚道，隔壁構造，排出機能，洪水流，維持管理

連絡先：〒770-0856 徳島市中洲町2丁目8 TEL：088-623-1283, FAX：088-622-2803

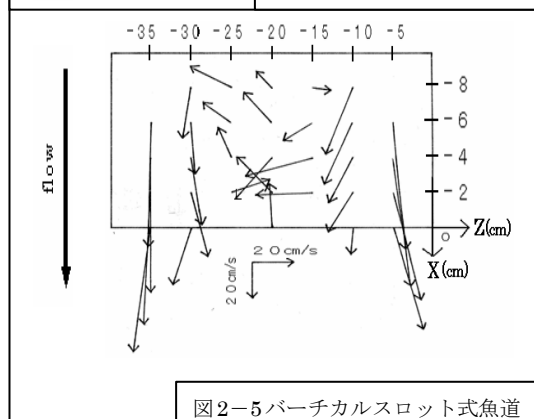
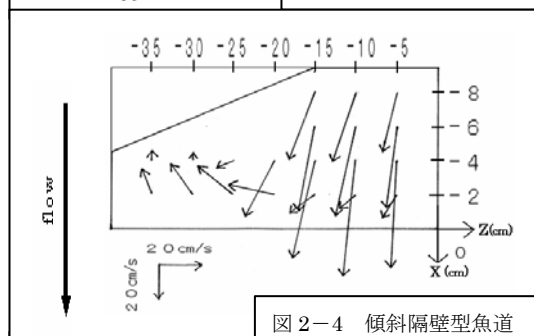
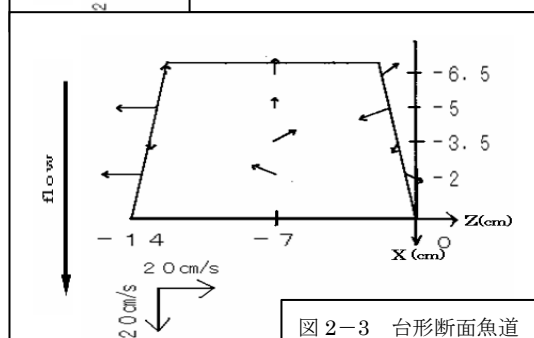
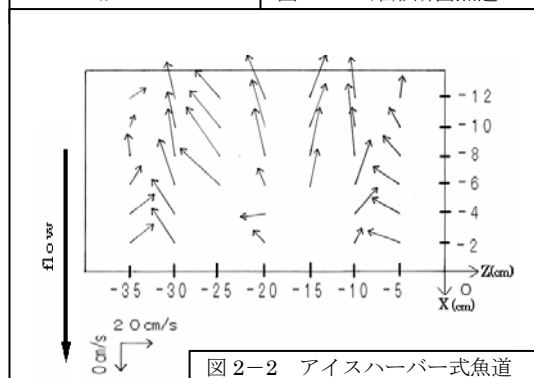
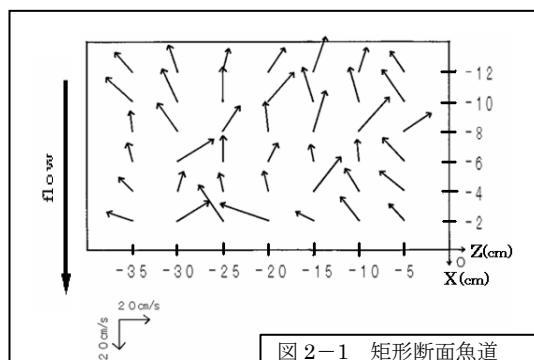


図 2 各種魚道の平均流速の平面ベクトル
(第 5 プール 底より 1 cm)

図 3-1
矩形断面魚道

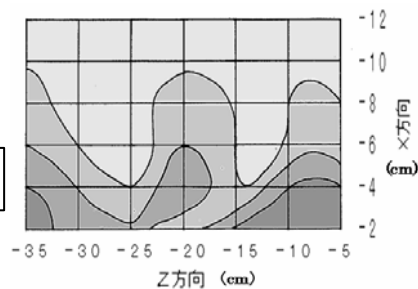


図 3-2
アイスハーバー式魚道

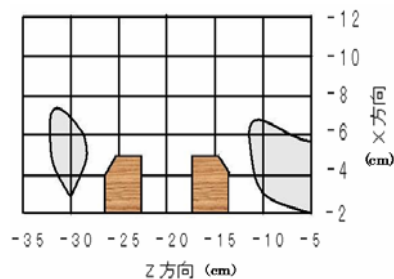


図 3-3
台形断面魚道

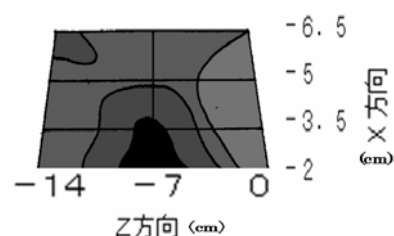
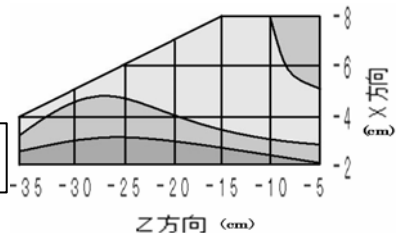


図 3-4
傾斜隔壁型魚道



乱れ強さ $\sqrt{V^2}/V_c$
凡例

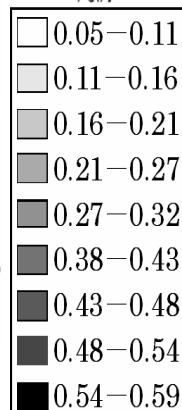


図 3 各種魚道における Z 方向の乱れ強さの分布
(第 5 プール 底面より 1 cm)

まとめ 7 種類の隔壁構造の違いによって魚道プール内の流速特性がどのように異なるか検討を行った結果、矩形断面、アイスハーバー、台形断面魚道の場合、プール底面近くで平均流速は小さくなることが示された。また、傾斜隔壁及びバーチカルスロットの場合、主流の直接的な影響が底面近くまで及ぶことが確認された。乱れ強さについて比較検討すると、矩形断面、アイスハーバーの場合、値は小さく砂礫が堆積する可能性が高いことが裏付けられた。傾斜隔壁及びバーチカルスロットの場合、主流の直接的な影響が底面近くまで及ぶ状態が継続すれば、砂礫の排出はある程度期待できると推測される。台形断面の場合、他の隔壁構造に比べ乱れ強さが底面全体にわたって常に大きな値を示し、洪水時に砂礫が排出され易いことが推測される。

謝辞 本研究に際し、平成 19 年度 4 年生 泉川昌慶氏、関根俊幸氏、曾田昇吾氏の協力を得たことを記し、謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 安田陽一(2006)、多様な水生生物の遡上・降河に配慮した魚道の特徴、水利科学、No. 288、第 50 巻第 1 号、pp. 1-31。
- 2) 安田陽一(2006)、魚道構造による出水時でのプール内の礫の排出状況の違い、第 4 回流体力の評価とその応用に関するシンポジウム講演集、pp. 91-94。