

プール式台形断面魚道における流速特性に対する側壁勾配の影響

Effect of side slope on flow characteristics of pool-type fishway with a trapezoidal section

日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○大久保 雄治

日本大学理工学部土木工学科 正会員 安田 陽一

まえがき

水生生物が広い範囲で生息できるように河川横断構造物に魚道を設置することが積極的に取り組まれている。魚道は遊泳魚を対象としたものがほとんどであり、矩形断面のプール式魚道が多い。この場合、遊泳魚は跳躍して遡上することが多く、甲殻類や底生魚類の遡上・降河が困難になっている。最近、安田らによって遊泳魚や底生魚が遊泳しながら遡上できるように、かつ甲殻類や底生魚類の遡上・降河が可能になるようにプール式台形断面魚道が提案されている¹⁾²⁾。台形断面魚道において甲殻類が水際近くの側壁側を遡上することが確認されている¹⁾²⁾。また、遊泳魚が遊泳しながら遡上していることが確認されている。施工実績から見て、プール式台形断面魚道の側壁勾配を1:1にしている場合がほとんどである。しかし他の側壁勾配では同様な効果が期待できるか不明瞭である。多様な水生生物の遡上・降河に配慮したプール式台形断面魚道の水力設計を確立するためには、魚道内の流況特性に対する側壁勾配の影響を明らかにすることが重要である。ここでは、表1に示す実験条件のもとでプール式台形断面魚道内の流況が側壁勾配によってどのように変化するか実験的検討を加えた。

実験

実験条件を表1に示し、魚道模型の縦断面を図-1に示す。表1のdcは限界水深である。m=1.0 および m=0.5 を有する魚道模型は魚道幅1.4m、魚道長3.5mであり、プール数は4つである。m=0を有する魚道模型は水路幅0.8m、水路長18mの矩形水路に設置されプール数は4つである。プール内の流速を知るためにI型二次元電磁流速計を用いた。時間平均流速を測定するため採取間隔を50 msec、採取時間を40 secとした。上流側から第1プールとして数えた場合、第2プールから第4プールまで流速の計測を行った。計測位置について、横断方向ではプールの中央部、プール底面と側壁との接合部、プール中央と接合部の中間部、側壁部であり、縦断方向ではプール流入部、底面上流部、中央部、下流部(隔壁付近)である(図2、図3)。

プール内の流速ベクトル

魚道プール内の時間平均流速ベクトル図(dc/s=0.51の場合)を図4に示す。図中の流下方向(x方向)および横断方向(y方向)の長さ、流速の大きさは模型規模で示している。なお、z軸は底面から鉛直上方の座標を示す。

模型実験で側壁勾配がm=1.0の場合に遊泳魚を遡上させた際、プール底面付近まで潜り込んでから側壁側を遡上するもの、プールの水面を少し潜った辺りの側壁側の流れを利用して連続的に遡上するものが見られた。そして遡上した付近の流速ベクトルを見てみると流下方向の流れが形成されていて、遡上に利用した流下方向の流れの経路がプール下流側から上流側まで見られた。

このことから側壁勾配がm=1のようにプール底面から隔壁上流面の高さ(18cm)辺りまで流下方向の流れが形成され、遊泳魚の遡上に適した魚道と考えられる。

他の側壁勾配m=0.5、m=0の魚道は、側壁勾配がm=0.5では側壁からの流れを受けてプール中層辺りまでプール中央に向かう流下方向の流れが形成されているが水面に近づくともプール内また側壁側でも逆流が形成されていた。側壁勾配m=0では、中央から側壁側まで同じような流れが形成されていた。また側壁を傾けていないため、横断方向の流れが小さくプール全体的に二次元的な流れが形成されていた。またプール中層辺りから逆流が形成されていて、その辺りでは気泡混入も多く、遊泳魚が遡上の際に視界が遮られ、遡上経路を見失い跳躍して遡上しやすい状況となっている。

表-1 実験条件

側壁勾配	1:m=1:1.0, 1:0.5, 1:0.0
相対落差 dc/s	0.51, 0.77
相対プール深さ H/s	2.0
隔壁間の落差高さ s	0.09m
魚道勾配	1:10

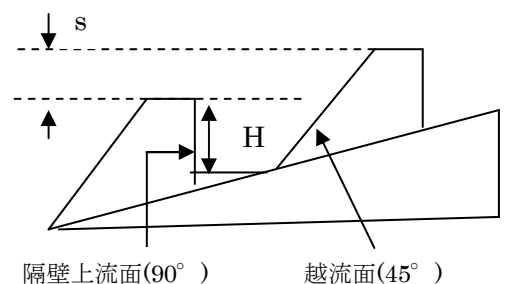


図-1 模型断面図

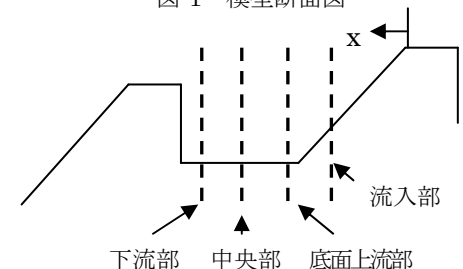


図-2 縦断方向の流速測定位置

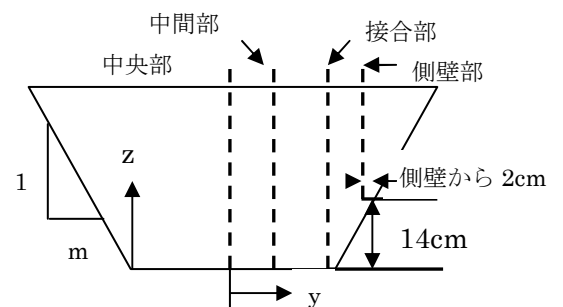


図-3 横断方向の流速測定位置

キーワード：プール式魚道、台形断面、側壁勾配、局所流、遡上経路

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14; Tel&Fax03-3259-0409; E-mail: yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

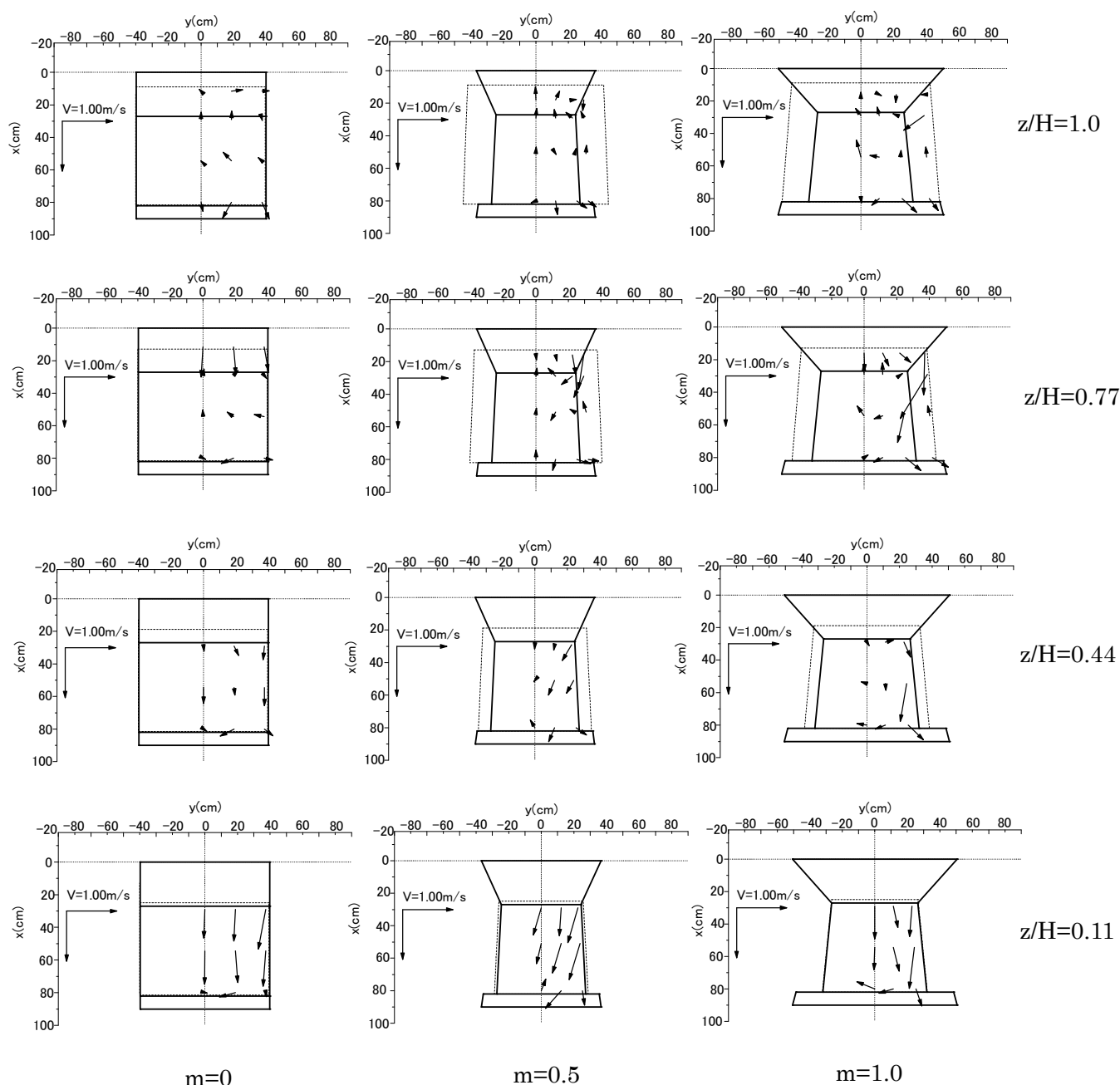


図-4 プール内の平面流速ベクトル図
($dc/s=0.51$ 第4プール)

隔壁上流面の高さ
 $H=18\text{cm}$

まとめ

表-1 に示す実験条件のもとでプール式台形断面魚道内の流速特性について検討した結果、側壁勾配 m が大きくなるにつれて潜り込む主流の流れを含んだ流れの三次元性が強くなり、側壁斜面上では多様な流速場が形成されることが分かった。また m の増加に伴い、側壁斜面とプール底面との境界近くでは流下方向の流速ベクトルが水深方向の広い範囲で認められ、正の走流性をもつ遊泳魚の遡上経路が確保されることを確認した。

参考文献 1) 安田陽一ら他 3 名; 多様な水生生物の遡上・降河に配慮したスリット砂防堰堤に設置する魚道の提案とその効果, 第9回河川技術論文集, 土木学会, pp.487-492, 2003. 2) 安田陽一ら他 4 名; 長崎県千綿川に設置された台形断面魚道の特徴と魚道の効果, 第 11 回河川技術論文集, 土木学会, pp.435-440, 2005. 3) Mossa, M., Yasuda, Y., and Chanson, H. "Fluvial, Environmental & Coastal Developments in Hydraulic Engineering," A.A. Balkema Publishers, 2004. 4) 大西 貴他 2 名; 第 60 回土木学会年次学術講演会, 土木学会, 2005. 5) 大西 貴ら他 3 名; 第 62 回土木学会年次学術講演会, 土木学会, 2007.