

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

日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻
日本大学理工学部土木工学科

学生員 ○大久保 雄治
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利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、魚道模型の中央縦断面図をそれぞれ表-1、図-1 に示す。表の dc は限界水深である。 $m=1.0$, 0.67 , および 0.5 を有する魚道模型の魚道幅および魚道長はそれぞれ $1.4m$, $3.5m$ であり、プール数は4つである。 $m=0$ を有する魚道模型の魚道幅、魚道長はそれぞれ $0.8m$, $3.5m$ であり、水路長 $18m$ の矩形水路に模型を設置した。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。また測定時間については、台形断面魚道模型プール内の流れが不規則に変化することを考慮し、一定値に収束する40秒間とし採取間隔を0.05秒とした。最上流のプールを第1プールとした場合、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、プール水平面と側壁との接合部 ($m=0$ の場合、側壁部)、プール中央と接合部の中間部であり、縦断方向では流入部、上流部 (接合部付近)、中央部、下流部 (隔壁付近) である (図-2、図-3)。プール内の遡上経路を確認するため、アユを魚道下流端に放流し、ビデオカメラで記録した。

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。

側壁勾配が $m=1.0$, $m=0.67$ の場合、遊泳魚の遡上記録から、プール底面付近まで潜り込んでから側壁側を遡上する行動、プールの水面近くの側壁側の流れを利用して連続的に遡上する行動を確認することができる。

観測された遡上経路に基づいて流速ベクトルを見てみると遡上経路では流下方向成分を有しており、プール水平面から隔壁の天端までの領域 ($H=18cm$) で流下方向の流れが形成されている。すなわち、側壁勾配 m が大きい場合、側壁側、接合部付近での流下方向成分を有する流れが形成されやすくなる。これらのことから、 $m \geq 0.67$ の場合、正の走流性を持つ遊泳魚にとって遡上しやすい経路であることが推定される。

側壁勾配が $m=0.5$ ではプール底面近くの流速ベクトルから側壁と底面との接合部から中央部に向かう流れが形成されているが、 $z/H=1$ 付近では潜り込み付近を除いて常に逆流が形成される。また、側壁勾配 $m=0$ では、中央から側壁側まで同様な流れが形成される。この場合、横断方向の流れが小さくプール全体的に二次的な流れが形成され、プール底面から水面までの高さの中間辺りから逆流が形成され、プール全体にわたって気泡混入量が多い。したがって、遊泳魚が遡上するときにはプール内で視界が遮られるため、遊泳して遡上することが難しくなり跳躍して遡上する傾向が高くなるものと考えられる。

表-1 実験条件

側壁勾配 $1:m=1:1.0, 1:0.67, 1:0.5, 1:0.0$
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 $1:10$
隔壁上流面の高さ $H=18cm$

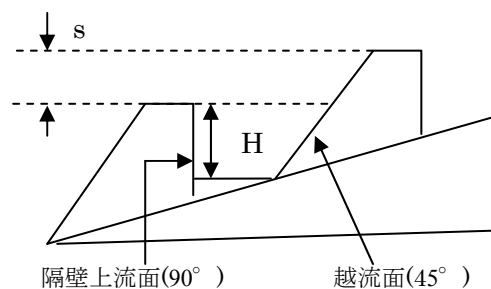


図-1 模型断面図

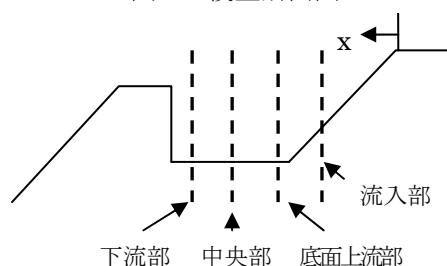


図-2 縦断方向の流速測定位置

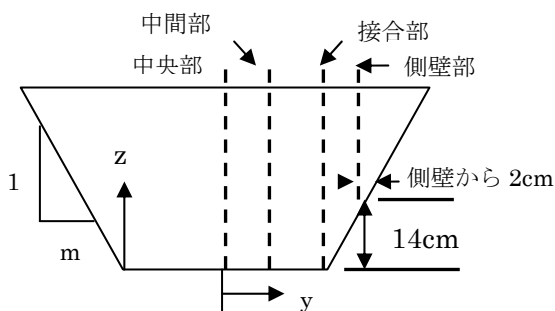


図-3 横断方向の流速測定位置

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

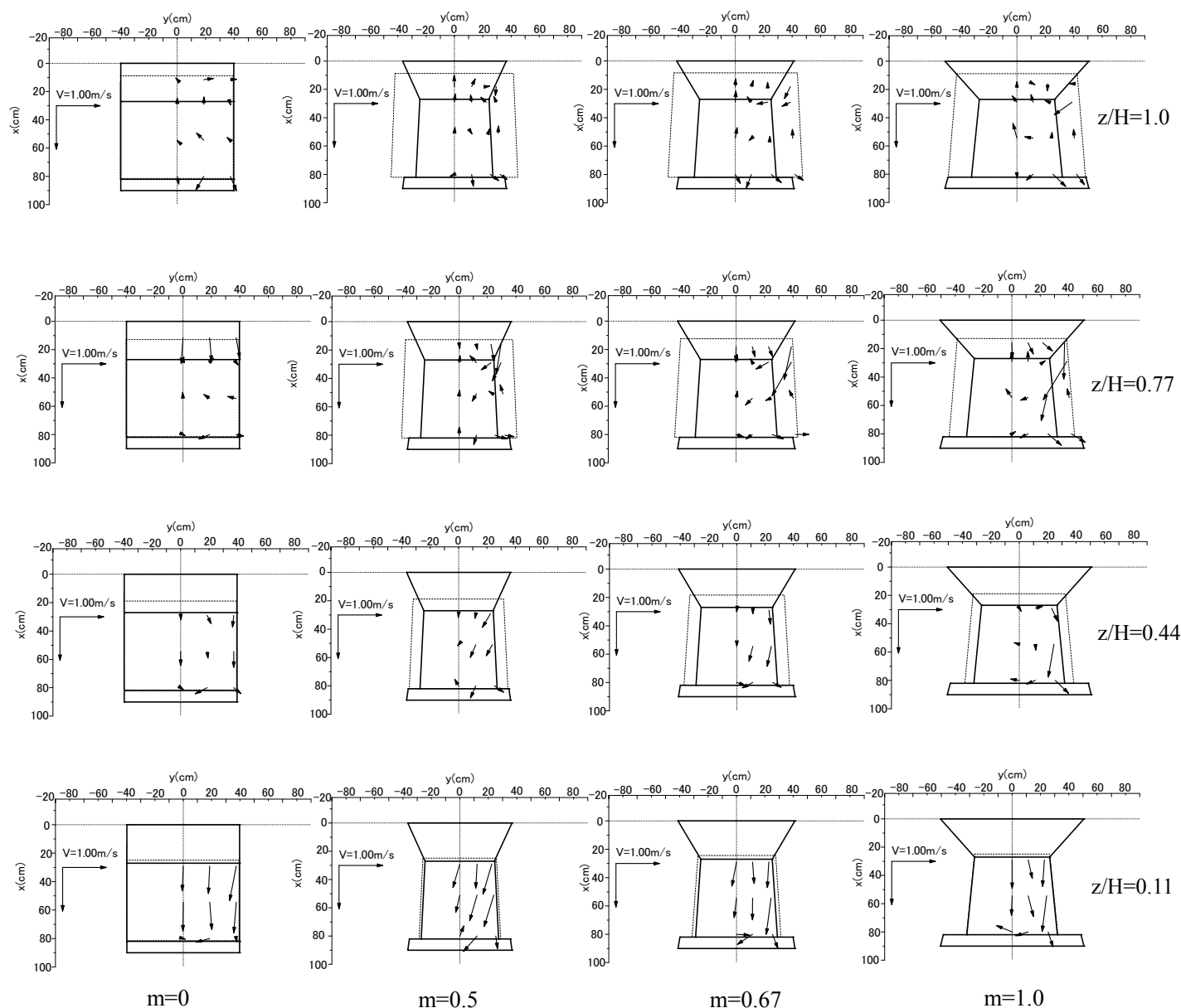


図-4 プール内の平面流速ベクトル図
($dc/s=0.51$, 第4プール：実験条件は表-1 参照)

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 0.67 より大きくなると、プール内の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、側壁斜面上で流下方向成分を有する流速ベクトルが水深方向に広く分布し、正の走流性をもつ遊泳魚が遊泳して遡上できる環境が保たれることを確認した。一方、側壁勾配 m が 0.5 以下の場合、側壁を傾けた効果はあまり見られず、矩形断面の場合と同様に水面付近では逆流が形成されやすいことも確認した。

- 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, 2003, pp. 487-492.
 - 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, 2005, pp. 435-440.
 - 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, CD-ROM, 2005.
 - 5) 大西 貴他 3 名, 第 62 回土木学会年次学術講演会, 土木学会, CD-ROM, 2007.