

プール式台形断面魚道の流況特性に対する側壁勾配の影響

(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 正会員 安田陽一

日本大学理工学部 フェロー会員 大津岩夫

はじめに

近年の河川整備においては、利水・治水だけでなく、生態系の保全にも力を入れてきている。また、様々な水生生物が広範囲に生息できるように、障害となる河川横断構造物における魚道の設置は今後重要な役割を果たすこととなる。現在主に設置されている魚道は遊泳魚に配慮した鉛直壁を有するプール式のものが多く、多様な水生生物の遡上・降河が困難になっている。最近、遊泳魚ばかりでなく底生魚、甲殻類などの遡上・降河に配慮して1:1.0の側面勾配を有する台形断面魚道が安田らによって提案されている^{1),2)}。また、施工・設置された台形断面魚道において水際近くの流れを遊泳魚が利用して、底生魚・甲殻類が水際近くの側壁を利用して遡上・降河していることが確認されている^{1),2)}。現段階では台形断面魚道の側壁勾配を1:1.0とすることが好ましいとしているが、魚道内の流況特性に対する側壁勾配の影響は不明な点が多い。ここでは、隔壁天端幅Bと隔壁間の流下方向の水平長さLとの比B/L、隔壁間の落差高さHとプール深さh(記号は図1参照)との比H/h、魚道の勾配iが一定の魚道を対象に側壁勾配を1:0から1:1.0まで変化させて、魚道内で形成される流況の特性について実験的に検討を行った。

実験条件

実験は、水路幅B=0.80mの長方形断面水平水路に対し、実際の魚道では、施工性を考慮し水路幅1.0~2.0m程度が多いため、図1に示す模型(実物の1/3モデル)とし、隔壁天端幅がほぼ一定になるよう設定し、表1の条件のもとで行った。

表1 実験条件

側壁勾配1:m	1:0	1:0.25	1:0.5	1:0.67	1:1.0
t (m)	0.60	0.55	0.50	0.45	0.39
B (m)	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56
Q 流量(l/s)	11.00<Q<25.00				

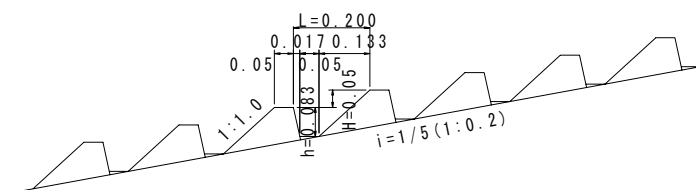
但し、B/L(=2.8~3.0)およびH/h(=0.6)

ここで、L=0.200

H=0.05

h=0.083

縦断図



横断図

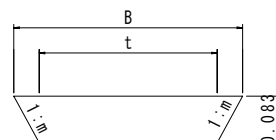


図1 定義図

流況の説明

魚道内の流況は、魚道勾配i、B/L、H/h、相対落差高さH/dc(dcは隔壁天端幅を用いて算定された限界水深)、および側壁勾配mによって変化する。与えられたi、B/L、H/hに対して、H/dcが大きい場合、プール内で潜り込む流れが形成される(写真1)。潜り込み流れが形成された状態からH/dcを小さくすると(与えられた落差高さHに対して流量を大きくすると)、ある段階で非定常な流れが形成される。すなわち、潜り込み流れが常に形成されず、時間変化によって表面渦を伴わず射流で流下する流れが形成される。この状態からさらにH/dcを小さくすると、ある段階で潜り込み流れは形成されず、射流で流下する流れとなる(写真2)。

写真3は種々の側壁勾配における潜り込み流れの状況を示したものである。側壁近くを除いた箇所では、mの大きさにかかわらず同様な流況が形成される。側壁近くの流れに着目すると、写真4に示されるように、側壁勾配によって水面形が異なる。

側壁勾配mが小さく0に近づくと(m<0.5の場合)、図2(1)に示されるように、越流した流れが潜り込んだ後に隔壁の上流面に衝突し、側壁近くで3次元的な主流のひねりが生じ、隔壁天端の側壁付近で水面が上昇するようになる。この場合、水際近くの流れの流速は小さくはならず、中央部と同様な大きさを呈する。一方、側壁勾配mが大きく1.0に近づくと(m>0.67(=2/3)の場合)、図2(2)に示されるように、潜り込んだ流れは中央部に集中し、隔壁の上流面に衝突した主流の隅角部からのひねりはあるものの、その影響は側壁近くまでは到達しない。この場合、水際近くの流速は中央部に比べて小さい。このことから、最近施工された台形断面の側面の勾配が1:1.0であるとき底生魚および甲殻類が水際近くの側壁面を利用して安全に遡上・降河できたことが裏付けられる。また、側壁勾配を大きくすることで水際近くの流速が小さくなるため、遊泳能力の小さい遊泳魚においても遡上が容易に可能であることも推定される。

キーワード：プール式魚道、台形断面魚道、側壁勾配、潜り込み流れ、多様な水生生物

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8 TEL/FAX 03-3259-0409



写真1 典型的な潜り込み流れ(m=1)

写真2 射流で流下する流れ(m=1)

1) $m = 0.25$ の場合2) $m = 0.50$ の場合3) $m = 0.67$ の場合4) $m = 1.0$ の場合

写真3 典型的な潜り込み流れにおける側壁勾配による流況変化

1) $m = 0.25$ の場合2) $m = 0.50$ の場合3) $m = 0.67$ の場合4) $m = 1.0$ の場合

写真4 潜り込み流れにおける側壁近くの流れの状況

各流況の形成領域

$B/L = 2.8 \sim 3.0$ 、 $H/h = 0.6$ 、 $i=1/5$ の台形断面魚道(矩形断面魚道を含む)において形成される潜り込み流れ、非定常流れ、および射流で流下する流れの形成領域を図3に示す。図に示されるように、側壁勾配が $0 \leq m \leq 1.0$ の範囲では、各流況の形成領域に対する側壁勾配の影響は小さい。すなわち、断面形を矩形断面から台形断面に変化させたことによる非定常流れの形成領域の増加などは認められない。一般的に、魚道内で潜り込み流れが形成される領域で魚道が機能するように水理設計を行うことから、多様な水生生物の遡上を考慮するために、底生魚および甲殻類にとって壁面に沿って遡上困難な矩形断面魚道から $m > 0.667 (=2/3)$ の側壁勾配を有する台形断面魚道への改良を推奨することができる。

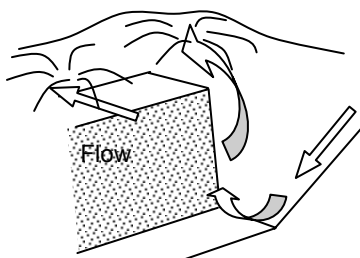
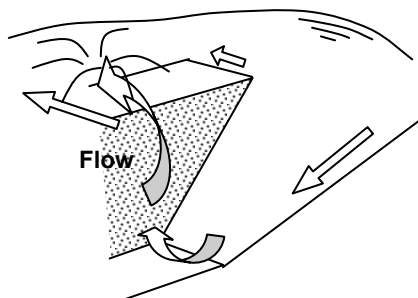
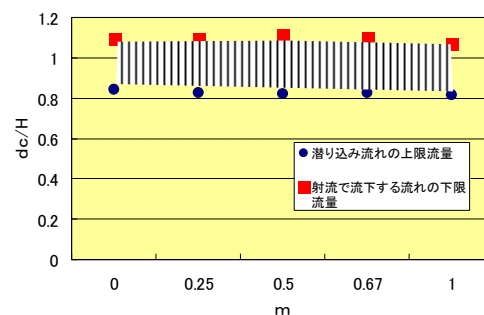
1) $m = 0 \sim 0.25$ の場合2) $m = 0.67 \sim 1.00$ の場合

図3 隔壁における主流の乗り越え方

図3 各流況の形成領域  : 非定常流れ

参考文献

- 1) 安田 陽一、大津 岩夫、三矢 泰彦、浜野 龍夫、長崎県河通川におけるエビ・カニの遡上に配慮した魚道の効果、河川技術論文集、土木学会、第8巻、pp.343-348、2002。
- 2) 安田、大津、三矢、浜野：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降河、河川技術論文集、土木学会、第9巻、pp.487-492、2003。
- 3) Mossa.H, Yasuda.Y, Chanson.H, “Fluvial, Environmental & Coastal Developments in Hydraulic Engineering,” A.A.Balkema, London, 235pages, 2004