

プール式台形断面魚道の水理特性  
Hydraulic Characteristics of Pool-Type Fishway with Trapezoidal Sections

(株)エイトコンサルタント(日本大学研究生) 正員○大西貴  
平塚市役所 (前日大院理工土木) 正員 和田卓也  
日大理工土木 正員 安田陽一  
日大理工土木 正員 大津岩夫

最近、河川に生息する多様な水生生物の遡上・降河に配慮した魚道整備が求められている。安田らは、側壁を傾け、隔壁落差  $H$  に対してプール水深  $h$  を相対的に小さくした魚道(記号：図1参照)を事例的に提案している<sup>1)~3)</sup>。一方、側壁勾配、相対的なプール深さ  $h/H$ 、および相対隔壁落差  $dc/H$ ( $dc$ ：隔壁上部を支配断面として算定された限界水深)によって魚道内の流況がどのように変化するか系統的に解明されていない。また、設置条件によって、左右対称の台形断面とはならず、半台形断面となる場合があるが、左右対称の場合と流況がどのように異なるのか明らかにされていない。ここでは、魚道勾配  $10\%$  を対象に、左右対称な台形断面魚道の側壁勾配、相対プール深さ  $h/H$  を変化させ、相対的な隔壁高さ  $dc/H$  に対する流況変化を明らかにした。また、 $h/H=2.0$ 、片側の側壁勾配  $m=1$  を有する半台形断面魚道との比較を行い、流況の違いがあることを示した。

実験

図1に示す台形断面魚道模型を用い、表1に示す実験条件のもとで、魚道内の流況について検討を行った。半台形断面魚道については、片側が鉛直壁であり、傾いた側壁の勾配は  $m = 1$  である。また、他の寸法等については、 $b = 7.5\text{cm}$ 、 $T = 45\text{cm}$ 、 $H = 10\text{cm}$ 、 $S = 0.1$ 、 $\alpha = 0^\circ$ 、 $h = 20\text{cm}$  としている。この場合、 $h/H=2$ 、 $m=1$ 、 $(H/S)/T=1.11$  の左右対称な台形断面魚道を二分にしたものに対応する。

流況説明

左右対称なプール式台形断面魚道内の流況は、魚道の勾配  $S$ 、側壁勾配  $m$ 、相対プール深さ  $h/H$ 、プールの縦横比  $(H/S)/T$ 、および相対隔壁落差  $dc/H$  によって変化し、プール内で潜り込み流れが形成される場合、周期的な変動を伴う非定常な流れが形成される場合、および射流の状態で流下する場合に大別される<sup>1)</sup>。

与えられた魚道勾配  $S$ 、相対プール深さ  $h/H$ 、プール縦横比  $(H/S)/T$  に対して、側壁勾配  $m$  が  $0$ (鉛直)の場合、平水時に形成される潜り込み流れにおいて、プール下流部で中央ばかりでなく側壁付近でも沸きあがり(ボイリング)が生じ、沸きあがりから上流に向かって逆流が生じる。一方、 $m$  が大きくなるにつれて、側壁付近の沸きあがりが小さくなり、側壁近くでは流下方向の流れが生じるようになる<sup>4)</sup>。

各流況の形成条件

魚道勾配  $S$  が  $0.1$ 、プールの縦横比  $(H/S)/T$  が  $1.11$  における左右対称な台形断面魚道に形成される各流況の形成条件を図2に示す。図中の緑の実線は  $m=1$ 、 $(H/S)/T=2.22$  での半台形断面魚道の実験範囲を示す。図に示されるように、与えられた  $S$ 、 $(H/S)/T$ 、 $h/H$  に対して、側壁勾配による各流況の形成領域の違いは小さい。この場合、隔壁上流面に衝突する主流の流線の曲がりの影響によってプール内の流況が遷移する。

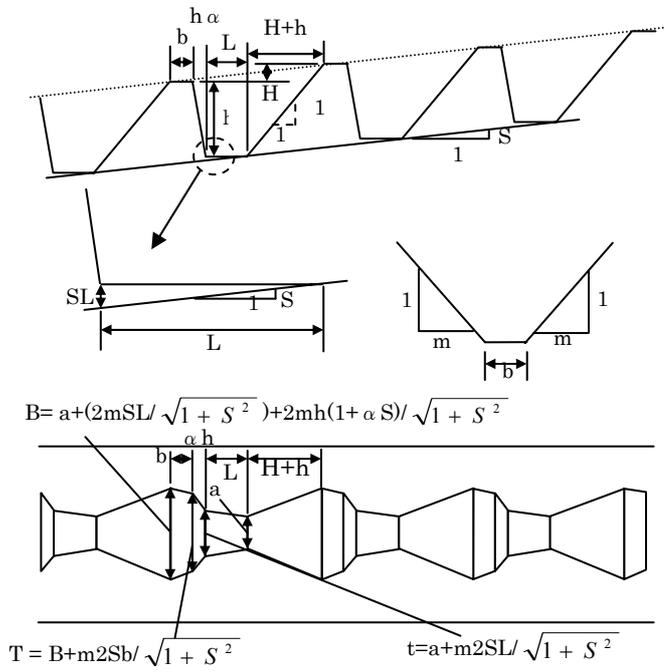
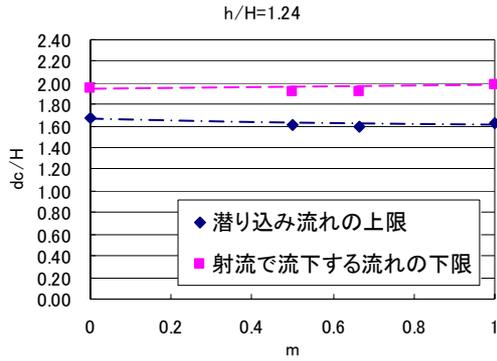


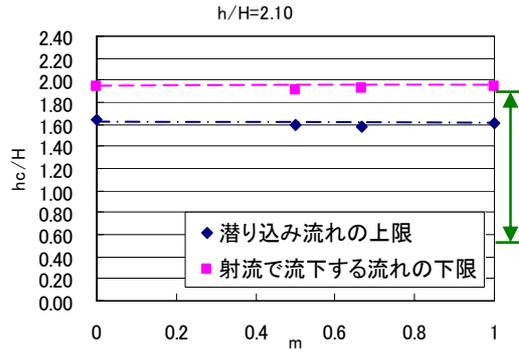
図1 左右対称な台形断面魚道模型

実験条件 (左右対称な台形断面魚道の場合) $b = 5\text{ cm}$ 、 $T = 60\text{ cm}$ 、 $H = 6.67\text{ cm}$ 、 $S = 0.1$ 、 $\alpha = 0^\circ$ 、 $m = 0, 0.5, 0.667, 1$ 、 $h = 8.33\text{ cm}, 14\text{ cm}, 20\text{ cm}$ ； $h/H = 1.25, 2.10, 3.00$ 、 $(H/S)/T = 1.11$ 、 $0 < dc/H < 2.1$ ( $0\text{ cm} < dc < 14\text{ cm}$ )
--

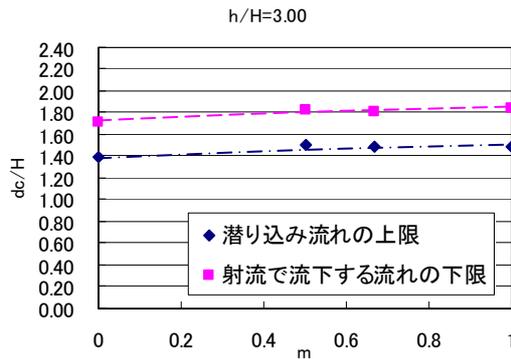
キーワード：プール式魚道、台形断面魚道、側壁勾配、潜り込み流れ、多様な水生生物  
連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8 TEL/FAX 03-3259-0409



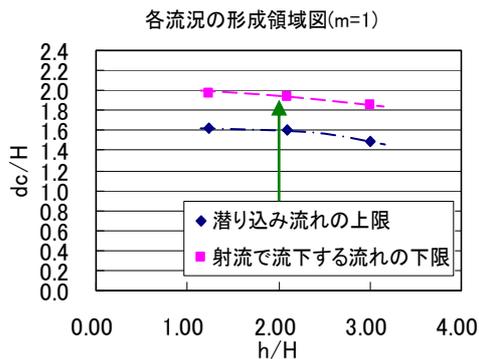
(a)  $h/H = 1.24$  の場合



(b)  $h/H = 2.10$  の場合



(c)  $h/H = 3.00$  の場合



(d)  $m = 1$  の場合

図2 10%勾配の左右対称な台形断面魚道における各流況の形成条件  
(図中、緑の実線は半台形断面魚道の実験範囲)



写真1 半台形断面魚道の流況  
( $S=0.1, m=1, h/H=2, (H/S)/T=2.22, dc/H=1.87$  の場合)

また、図2(d)に示されるように、与えられた  $S, m, h/H$  に対して、相対プール深さ  $h/H$  が大きくなるにつれて、各流況の境界を示す  $dc/H$  の値が小さくなる。 $1 \leq h/H \leq 3$  の範囲では、同一の  $dc/H$  に対してプール深さが大きくなると、隔壁を越える流線の曲がり小さくなりやすくなるものと考えられる。

$m=1, (H/S)/T=1.11$  の左右対称な台形断面魚道を半分にした場合、写真1に示されるように、 $0.52 < dc/H < 1.9$  の範囲では常に潜り込み流れが形成される。図2(b),(d)に示されるように、左右対称な場合と各流況の形成条件が異なることが推定される。半台形断面の場合、隔壁を越流した流れが傾いた側壁側からプール下流部の鉛直側面に向かい、鉛直側面の水面付近で沸きあがりが生じる。また、その沸きあがりから上流に向かって逆流が生じるため、左右対称な台形断面魚道の場合よりも潜り込み流れが形成されやすくなったものと考えられる。

参考文献

1) 安田陽一, 大津岩夫, 三矢泰彦, 浜野龍夫; 第9回河川技術論文集, 土木学会, pp.487-492, 2003. 2) 安田陽一, 高橋正行, 大津岩夫, 他2名; 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, 安田陽一, 大津岩夫; 第60回土木学会年次学術講演会, 土木学会, 2005.