

# 魚道設置による河川横断構造物周辺の流れに与える影響

日本大学大学院理工学研究科 学生員 ○山村 剛央  
日本大学理工学部 正 員 高橋 正行  
日本大学理工学部 正 員 安田 陽一  
日本大学理工学部 正 員 大津 岩夫

近年、河川において生態系に配慮するために河川横断構造物に魚道を設置するところが多くみられる<sup>1)</sup>。しかし、魚道を設置することによって出水時の河川横断構造物周辺の流れがどのように変化するか不明な点が多い。本研究では、堰幅に対する魚道幅の割合、魚道設置位置を変化させ、河川横断構造物周辺の流れについて実験的に検討を加えた。すなわち、魚道設置範囲における流況の形成条件、底面流速および底面圧力特性に対する魚道規模および魚道設置位置の影響を示した。

## 実験条件

実験は水路幅  $B=0.800\text{m}$  の長方形断面水平水路に図 1 に示す模型を設置し、表 1 の条件のもとで行った。

## 流況

固定堰から突出した魚道が設置された場合の水叩き内に形成される流況は、流量  $Q$ 、重力加速度  $g$ 、堰の高さ  $H$ 、堰幅  $B$ 、下流水深  $h_d$ 、魚道の突出長さ  $L$ 、魚道幅  $b$ 、魚道設置位置(水路壁から魚道際までの距離)  $s$  によって変化するものと考えられる。なお、本研究では流況の形成に対するアスペクト比  $B/h_c$  の影響が無視できる範囲( $B/h_c > 5$ )で検討を行った。

与えられた堰幅に対する魚道長の比  $L/B$  に対して無次元量  $b/B$ 、 $s/B$ 、 $H/h_c$  および  $h_d/h_c$  を変化させると、流況は大きく 4 つに区分される。すなわち、流況には水叩き上を射流で流下する場合(写真 1)、堰直下流で跳水が形成される場合(写真 2)、堰を越える流れが潜り込む場合(写真 3)、堰を越える流れが水面に沿って流下する場合(写真 4)がある。また、堰直下流で跳水が形成される場合、堰幅に対する魚道幅の比  $b/B$ 、相対的な魚道設置位置  $s/B$ 、および相対堰高さ  $H/h_c$  によって、幅が広い側に跳水が形成される一方、狭い側では露出射流となる場合がある(写真 5)。

## 各流況の形成条件

各流況の形成条件を次の関係で整理したものを図 2～6 に示す。

$$h_d/h_c = f(H/h_c, s/B, b/B) \quad (1)$$

堰直下流に跳水が形成されるとき相対下流水深  $h_d/h_c$  は、図 2～4 に示される

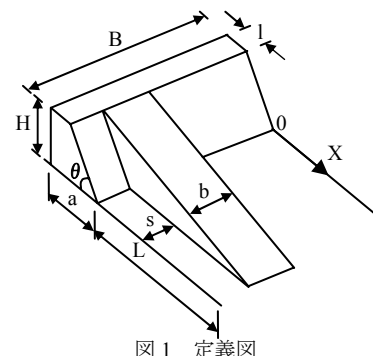
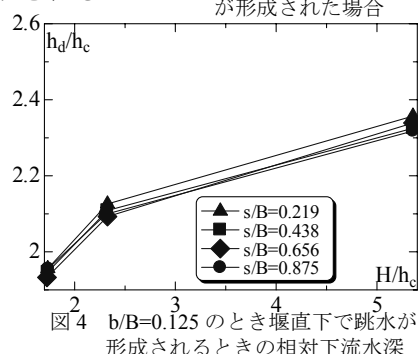
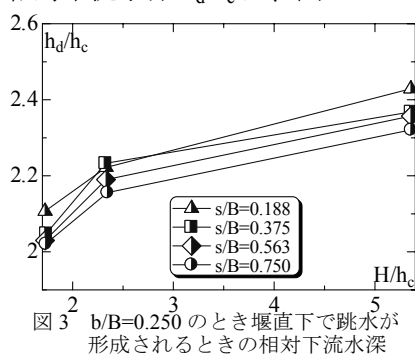
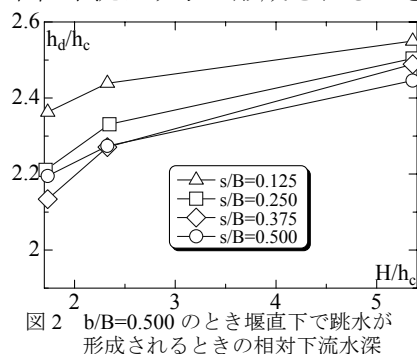
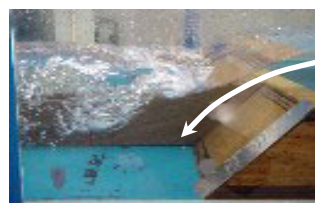


表 1 実験条件

|       |       |       |       |          |       |         |                  |
|-------|-------|-------|-------|----------|-------|---------|------------------|
| a (m) | 0.200 | B (m) | 0.800 | H (m)    | 0.150 | Q (ℓ/s) | 11.7, 41.0, 63.7 |
| L (m) | 0.975 | l (m) | 0.050 | θ (deg.) | 45.0  |         |                  |
| b (m) | 0.100 |       |       | 0.200    |       | 0.400   |                  |
| s (m) | 0.175 | 0.350 | 0.525 | 0.700    | 0.150 | 0.300   | 0.450            |
|       |       |       |       |          | 0.600 | 0.100   | 0.200            |
|       |       |       |       |          |       | 0.300   | 0.400            |



キーワード：魚道、局所流、魚道設置位置、底面流速、底面圧力

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8; Tel.&Fax.: 03-3259-0409; E-mail: yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

ように、堰幅に対する水路側壁と魚道際との距離の比  $s/B$  によって変化傾向が異なる。 $s/B$  が小さくなると  $h_d/h_c$  は大きくなり、 $s/B$  が大きくなると  $h_d/h_c$  は小さくなる。これは水路側壁と魚道際との間隔が小さくなると堰と魚道との接合部から形成される衝撃波が堰を越流する流れに与える影響が大きくなり、堰直下流で跳水を形成するための対応下流水深が大きくなるものと考えられる。また、堰幅に対する魚道幅の比  $b/B$  が大きくなると  $s/B$  による  $h_d/h_c$  の差が大きくなり、 $b/B$  が小さくなると  $s/B$  による  $h_d/h_c$  の差は小さくなる。これは堰と魚道との接合部から形成される衝撃波だけでなく魚道側壁から魚道際へと越流する流れが堰を越流する流れに影響を与えているものと考えられる。

堰を越える流れが潜り込む場合と水面に沿う場合との境界を示す相対下流水深については、下流水位の上げ下げによって異なる。すなわち、下流水位を上げることによって潜り込む流れから水面に沿う流れに遷移する直前の相対下流水深が下流水位を下げることによって水面に沿う流れから潜り込む流れに遷移した直後の相対下流水深より大きくなる<sup>2)</sup>。また、図5、6に示されるように  $b/B$  の大きさによる  $H/h_c$  の増加に伴う  $h_d/h_c$  の増加の割合はあまり変わらないが、鉛直段落部の上部で限界流を通過する場合<sup>2)</sup>と比較すると、堰に魚道が接続している場合の方が相対下流水深が大きくなる。

#### 魚道際に沿った底面流速および底面圧力の流下方向の変化

堰直下流側に跳水が形成される場合を対象に魚道際に沿った底面流速  $v_b$  および底面圧力  $p_b$  の流下方向の変化を図7に示す。図中  $v_c$  は限界流速 [ $v_c = Q/(Bh_c)$ ]、 $X$  は堰直下流からの流下方向距離である。

図に示されるように、底面流速が最も大きくなる地点で底面圧力が最も小さくなっている。また、相対堰高さ  $H/h_c$  が小さくなると、底面流速の最大および底面圧力の最小が生じる位置は下流側に移動している。

水路側壁と魚道側壁との間隔が広い場合、 $H/h_c$  が大きいときの底面流速の大きさは  $H/h_c$  が小さい場合に比べて大きくなっている。 $H/h_c$  が大きくなると、堰を越えた高速流が魚道に沿って流下し、跳水内部でも十分に減衰されず下流側遠方まで底面に沿ったためと考えられる。また、水路壁と魚道際との間隔が狭い場合、 $H/h_c$  が小さいときの底面流速が大きくなっている。 $H/h_c$  が小さくなると、水路壁と魚道側壁との間隔が広い場合は堰を越えた流れが水面に沿った流れになりやすいが、水路側壁と魚道際との間隔が狭い場合は水面に沿わず堰を越えた流れが魚道先端部まで底面に沿ったものと考えられる。

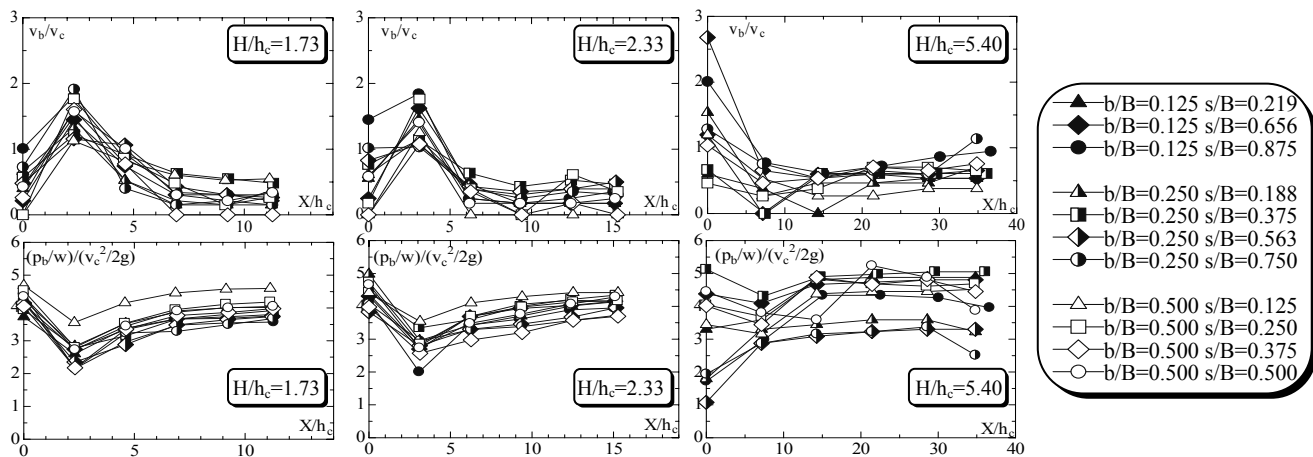


図7 堰直下流で跳水が形成される場合における魚道際に沿った底面流速・底面圧力

#### 謝辞

本研究を実施するにあたって、(財)長崎県建設技術研究センターから平成15年度委託研究を受けた。ここに記して謝意を申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 中村俊六, “魚道のはなし”, 山海堂, 全225ページ, 1995
- 2) Ohtsu, I. and Yasuda, Y., “Transition from supercritical to subcritical flow at an abrupt drop,” Journal of Hydraulic Research, IAHR, Vol.29, No.3, pp.309-328, 1991.