

# 棚田式魚道工における下流部の洗掘について

## On Scouring at Downstream Part of Tanada Type Fishway

前川 勝朗\* 大久保 博\* 大石 幸司\*  
 MAEKAWA Katsuro\* OKUBO Hiroshi\* OISHI Koji\*

**1. はじめに** 床固め工には、魚類等が遡上・降下できるように棚田式魚道工を設置する場合がある。このタイプの魚道工は、越流幅(天端の切欠き部)が狭いと上段に行くほど流速が大となり、魚類等の遡上に支障をきたす場合がある<sup>1)</sup>。ここでは、最上白川の事例を基に、主に下流部の洗掘についての水理基礎実験結果を示した。

**2. 現地の概要** 最上白川は、山形県最上町に位置し、最上川水系最上小国川の支川の渓流河川である。河川長17 km、流域面積 71 k m<sup>2</sup>、計画高水流量 845 m<sup>3</sup>/s である。最上白川に施工された棚田式魚道工は、河川の中央部に4段の魚道工を施工した型<sup>1)</sup>のものと、河川の両岸に4段の魚道工を施工した型<sup>2)</sup>のものに分類される。

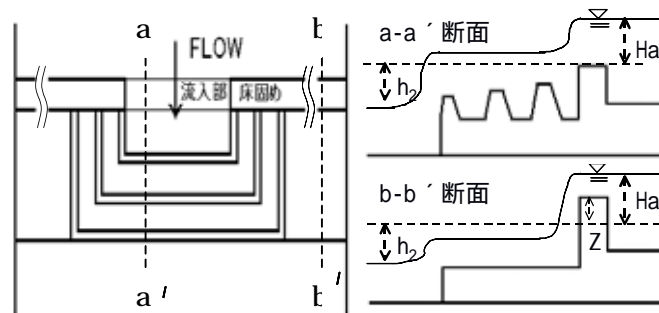


Fig.1 棚田式魚道模式図

型<sup>1)</sup>は、越流幅 12m ~ 22m、長さ(床固め：流入部から最下流の棚田堰天端までの流下距離)8.3m、棚田間の落差が 15 cm ~ 23 cmで堰頂には玉石を使用している。型<sup>2)</sup>は、型<sup>1)</sup>の半分をそれぞれ両岸にセットした形である。

**3. 実験装置** 実験水路は、全長 5.25m、幅 2.8mで、上流には実験流量を計量するためのJIS規格の三角ゼキを取り付け、水路末端には可動堰を取り付けて下流水位を調節した。模型本体は、最上白川における棚田式魚道工を参考に、フルード相似則でひずみ模型として製作した。実験装置は、2 ケース製作した。その 1 は、水平方向縮尺  $h=1/27$ 、鉛直方向縮尺  $v=1/13.5$  で流下方向全幅に対して半幅の右岸のみを製作したもの。その 2 は、 $h=1/54$ 、 $v=1/27$  で水路全幅を製作したものである。棚田式魚道工の模式図をFig. 1 に示した。

**4. 流量係数** 実験流量 $Q=15 \sim 25$  /sを流し、下流水位を変化させ、次式から $k_a m_a = k_b m_b$ として、 $Q$ などを代入し、 $k_m$ を逆算した。

$$Q = \frac{2}{3} k_a m_a b \sqrt{2g} H_a^{\frac{3}{2}} + \frac{2}{3} k_b m_b (B-b) \sqrt{2g} (H_a - Z)^{\frac{3}{2}} \dots (1)$$

$k_a m_a$ =流入部の流量係数、 $k_b m_b$  = 床固め部の流量係数、 $B$ =水路全幅、 $b$ =流入部幅、 $g$ =重力の加速度、 $Z$ =流入部と床固め部の高低差。

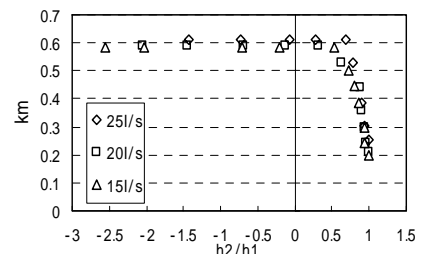


Fig.2  $k_m$ と $h_2/h_1$ の関係(型<sup>1)</sup>)

\*山形大学農学部, Faculty of Agriculture, Yamagata University

キーワード：棚田式魚道、洗掘、流量係数

Fig. 2 は、流量係数 $km$ と $h_2/h_1$ の関係の 1 例である( $h_1=H_a, h_2$ : Fig. 1 参照)。流入部において $h_2/h_1=0.85 \sim 0.9$  の不完全越流時では、波状の流れがみられる。 $h_2/h_1=0.3 \sim 0.6$  の完全越流時には、流入部からのセンターライン上の流れが顕著である。

5. 下流部の洗掘について 魚道工の下流側に浸水状態で実験砂をある深さ(床固め工標高より 10cm 低い標高)で平らに敷き並べた。そして、15 分間通水した。止水後、平面の洗掘形状と最大洗掘深等を測定した。Fig. 3 には、 $Q=15, 25$  /s における下流部の洗掘状況の例を示した。洗掘形状は、流入部からのセンターラインに対しておよそ左右対称となっている。洗掘は、魚道工の直下流部と、棚田式の流入部と魚道工の左右下流端とを結んだ線の延長線上に、左右岸の下流方向に広がる形で形成されている。この特徴は 型も同様の傾向であった。流量が大きくなると洗掘の規模は大きくなる傾向であった。

次に、Marion と Gaudio は、最大洗掘深と洗掘の長さについて次式を示している。

$$y_s / H_s = 0.4359 + 1.4525(a_1 / H_s)^{0.8626} + 0.0599(a_1 / \Delta D_{95})^{1.4908} \dots (2)$$

$$l_s / H_s = 4.479 + 0.023(a_1 / H_s)^{-1.808} + 2.524(a_1 / \Delta D_{95})^{1.129} \dots (3)$$

$y_s$  = 最大洗掘深、 $l_s$  = 洗掘長さ、 $H_s = 1.5hc$ ( $hc$ : 限界水深)、 $a_1 = f(S, Seq)$ で $S$ =初期縦断勾配、 $Seq$ =平衡勾配、 $D_{95} = 95\%$  粒径である。

Table1 に流入部における洗掘深の測定値と計算値((2)、(3)式による)を示した。これより両者の値は、ほぼ等しい。また、床固め部の洗掘深と洗掘長さもおおよそ等しかった。流入部の洗掘長さは、主に流速が影響し幾分大きい値であった。

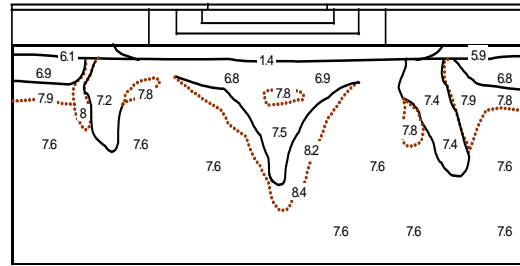


Fig.3-a 洗掘状況  $Q=15$  /s,

$h_2 = - 2.22$  cm

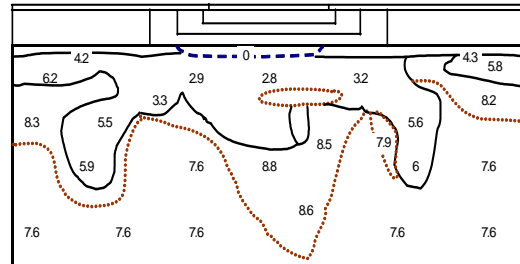


Fig.3-b 洗掘状況  $Q=25$  /s,

$h_2 = - 1.42$

Table1 測定値と計算値

	Q=15 l/s		Q=25 l/s	
	流入部(m)	床固め部(m)	流入部(m)	床固め部(m)
<b>洗掘深</b>				
実測値	0.14	0.091	0.15以上	0.107
計算値	0.133	0.069	0.165	0.081
<b>洗掘長さ</b>	流入部(m)	床固め部(m)	流入部(m)	床固め部(m)
実測値	0.67	0.28	0.7	0.35~0.45
計算値	1.13	0.303	1.63	0.44

引用文献

1)魚のすみやすい川づくり研究会(2001): 魚類の遡上降下環境改善上のワンポイントアドバイス, リバーフロント整備センター-p.26  
 2)Lenzi, Marion, Comiti, Gaudio(2002): Local scouring in low and high gradient streams at bed sills, JOURNAL OF HYDRAULIC RESERCH, VOL40, pp.731 - 739

