

V形断面可搬魚道への進入しやすさの向上に関する実験的検討 Experimental study on improving to enter into V-shaped portable fishway

○久保宙大*, 松本 陸**, 高橋直己**, 角道弘文***

○KUBO Hiroto, MATSUMOTO Riku, TAKAHASHI Naoki, KAKUDO Hirohumi

1. はじめに

堰や落差工等の設置により、魚類の移動障害が問題となっており、その対策として各種の魚道が考案されている。しかし、魚類が魚道入口を発見できない迷入の問題がある。そこで、迷入箇所を設置可能なV形断面可搬魚道¹⁾が開発されており、アユやママチチブ等の遡上が確認されている。

しかし、本魚道下流域の水深（以降、下流水深）が低い現場では魚道壁面から流れが剥離し、とくに底生魚の進入が困難となる。さらに、魚道下流域の流速特性についても未解明である。本研究では、V形断面可搬魚道への進入しやすさの向上に資するため、室内実験によって魚道下流域の流速特性を明らかにする。また、下流水深の低い現場において発生する魚道からの流れの剥離の改善方法を検討する。

2. 研究方法

Table 1 に実験条件を示す。Case 1 は下流水深の差異による魚道下流域の流況の変化の検証のために、Case 2 は下流水深が低い現場において発生する流れの剥離の改善方法の検討のために設定した。表中の流況調整ユニットおよび石組みの設置例を Fig. 1 に示す。流況調整ユニットや石組みは魚道からの流れを調整し、流れの剥離を改善することを目的として設けた。なお、Case 1 については、徳島県内で遡上障害が確認されている河川において、Case 1-1 の流況を再現した現地調査を実施した。

魚道寸法は Hamaguchi *et al.*²⁾を参考に、魚道設置角 $\theta_f = 20^\circ$ 、魚道長 $L_f = 50.0$ cm、魚道幅 $B_f = 31.2$ cm とした。Case 1-1 における流速・水深の測点を Fig. 2 に示す。流速

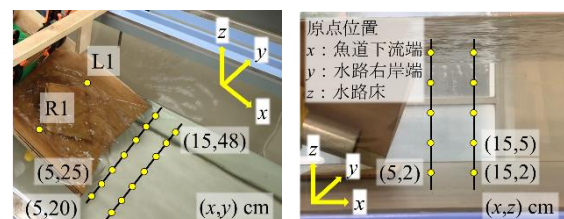
測定には3次元電磁流速計(KENEK VP3500)を用い、測定困難な測点はピトー管(管径 $\phi 4$ mm、長さ 380 mm)を用いた。水深測定にはポイントゲージを用いた。

Table 1 実験条件
Experimental condition in each case

Case	魚道内 流量 (L/s)	下流水深 (cm)	流況調整 ユニット	石組み	堰からの 越流量 (L/s)	
1	1-1	1.02	17	無	無	0
	1-2	1.00	8	無	無	0
2	2-1	0.65	5	無	無	2.88
	2-2	0.64	5	有	無	2.88
	2-3	0.65	5	無	有	2.88
	2-4	0.64	5	有	有	2.88



Fig. 1 流況調整ユニット
および石組みの設置例
Example of installation of the
flow adjuster and arranged stones



a) xy 平面 b) xz 平面
Fig. 2 流速・水深の測点 (Case 1-1)
Measurement points for
flow velocity and water depth

3. 結果と考察

Fig. 3 に Case 1-1 の流速分布を示す。Fig. 3 は、Case 1-1 の魚道内、魚道下流域の流速

*香川大学 大学院創発科学研究科 (Kagawa University, Graduate School of Science for Creative Emergence), **国立高専機構 香川高等専門学校 (National Institute of Technology, Kagawa College), ***香川大学 創造工学部 (Kagawa University, Faculty of Engineering and Design) キーワード: V形断面可搬魚道, 進入, 流れの剥離

分布を表しており，魚道下流域においてとくに大きい流速が確認された領域に印をつけている．**Table 2** に各 Case における流況の比較を示す．最大流速は水路横断方向の測線で測定された流速の最大値である．また，現地調査ではシマヨシノボリが魚道内へ進入，遡上していた．Case 1-1 において， $x = 5 \text{ cm}$ の測線上の最大流速は 32.2 cm/s であったため，シマヨシノボリは 30 cm/s 程度の流速を知覚でき，押し流されることなく進入，遡上が可能であると考えられる．そのため，小型の底生魚の進入に適した流速を $30 \sim 40 \text{ cm/s}$ と仮定し，**Table 2** ではその範囲内の最大流速を赤字で示している．

Fig. 3 より，魚道下流域において測点 R1 の直下は流速が大きいことが確認された．このことから，魚道内流量が約 1 L/s の条件では， $x = 5 \sim 15 \text{ cm}$ の流況は魚道からの流れに大きく影響を受けることが分かった．

次に，Case 1 は **Table 2** より，Case 1-1 は流れの剥離がなく，Case 1-2 では流れの剥離が発生した．最大流速はすべて Case 1-2 が上回り，下流水深の低い現場では魚道下流域の流速は増加することが示唆された．しかし，流速の増加の程度は小さく，両 Case ともに $x = 5 \text{ cm}$ の測線上の最大流速は 30 cm/s 程度であった．このことから，Case 1-2 において流れの剥離を改善することができれば，シマヨシノボリ等の底生魚が魚道内に進入しやすくなると考えられる．

次に，Case 2 は **Table 2** より，Case 2-4 は流れの剥離がなく，その他の Case は流れの剥離が発生した．このことから，下流水深が低い現場においては流況調整ユニットと石組みを併用することで，流れの剥離を改善できると考えられる．また，Case 2-4 の $x = 5 \text{ cm}$ の測線上の最大流速は 30 cm/s 程度であり，シマヨシノボリが流れを知覚し，押し流されることなく進入が可能であると考えられる．このことから，下流水深が低く，流れの剥離が発生する現場においても，流況調整ユニットと石組みを併用することで，シマヨシノボリ等の底生魚が進入しやすい流況を創出できると考えられる．

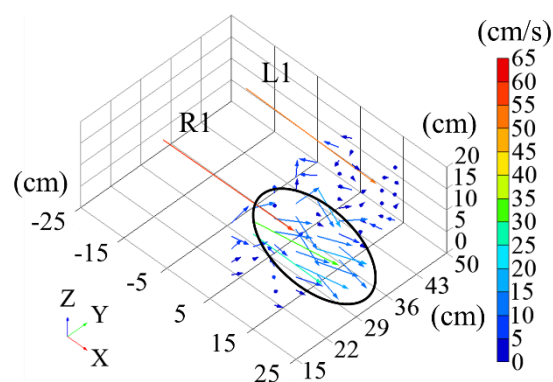


Fig. 3 流速分布 (Case 1-1)
Flow velocity distribution

Table 2 各 Case における流況の比較
Comparison of flow conditions
in each case

Case	流れの剥離	最大流速(cm/s)			
		$x=5\text{cm}$	$x=15\text{cm}$	$x=25\text{cm}$	$x=50\text{cm}$
1	1-1	無	32.2	19.3	
	1-2	有	37.8	20.6	
2	2-1	有	57.5		41.3
	2-2	有	26.2		27.4
	2-3	有	42.1	28.9	23.5
	2-4	無	32.5	46.6	10.8

4. まとめ

本研究では，室内実験によって V 形断面可搬魚道下流域の流速特性を明らかにし，下流水深が低い現場において発生する流れの剥離の改善方法を提案することができた．本研究では，現地調査において魚道下流域の流況が Case 1-1 と同様な場合の底生魚の挙動を観察できた．しかし，その他の Case については魚類の挙動は確認できておらず，流況調整ユニットや石組みがもたらす魚類の挙動への影響は未解明である．そのため，今後は Case 2 において，実魚を用いた室内実験を実施する．

参考文献

- 1) 高橋ら：実河川における V 形断面可搬魚道を用いた水生動物の遡上と魚道内流速特性，土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.75, No.2, I_565-I_570, 2019.
- 2) Hamaguchi *et al.*: Experimental Investigation on Portable Fishway Structure for Upstream Migration of the Kissing Loach (*Parabotia curtus*), PAWEES2022 International Conference, 2022.