

下流水深が低い現場における V 形断面可搬魚道の適用範囲に関する実験的検討

Experimental study on applicabilities of V-shaped portable fishway in sites with shallow downstream water depth

○久保宙大*, 高橋直己**, 角道弘文***

○KUBO Hiroto, TAKAHASHI Naoki, KAKUDO Hirohumi

1. はじめに 堰や落差工等の設置により、魚類の移動阻害が問題となっている。その対策として、各種の魚道が考案されているが、魚類が魚道入口を発見できず、魚道内に進入できない迷入の問題がある。そこで、迷入箇所新たに設置可能な V 形断面可搬魚道¹⁾が開発されており、アユやヌ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入口において流れが剥離し、魚類の進入が困難になると予想される。しかし、一般に魚道入口において発生する剥離流の規模や魚類の進入におよぼす影響について検討した研究事例は少なく、剥離流抑制のために必要な下流水深も未解明である。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、室内実験によって下流水深が低い現場に本魚道を設置する場合の適用範囲について検討する。

2. 研究方法 Table 1 に実験条件を示す。

下流水深および魚道内流量の差異による剥離流の変化について検証するために、5 パターンの下流水深と 2 パターンの魚道内流量を設定した。さらに、下流水深を細かく変更し、剥離流を消失させるために必要な下流水深を測定した。Case 2-2, 2-4, 2-5 では、剥離流の発生に伴う魚道周辺の流況の変化を検証するために、魚道内および魚道下流域の流速・水深を測定した。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、魚道は水平の状態が保てるように固定して設置した。

Case 2-5 における流速・水深の測点を Fig. 1 に例示する。流速測定には 3 次元電磁流速計（KENEK VP3500）を用い、水深測定にはポイントゲージを用いた。剥離流の測点を Fig. 2 に示す。剥離流は Fig. 2 のように、剥離流の上流端と下流端の座標を測定し、剥離流の流下方向の長さ、高さ、幅を測定した。

Table 1 実験条件
Experimental condition
in each case

Case	魚道内 流量 (L/s)	下流水深 (cm)
1	1-1	3
	1-2	5
	1-3	7
	1-4	9
	1-5	16
2	2-1	3
	2-2	5
	2-3	7
	2-4	9
	2-5	16

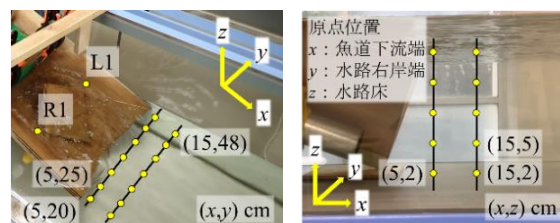


Fig. 1 流速・水深の測点 (Case 2-5)
Measurement points for
flow velocity and water depth

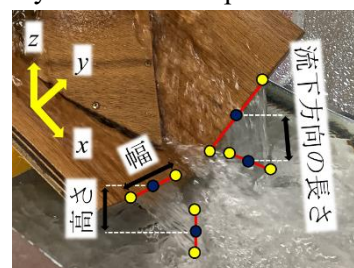


Fig. 2 剥離流の測点
Measurement points for
separated flow

*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, 流れの剥離, 適用範囲

3. 結果と考察 流れの剥離は Case 1-5, 2-5 では生じず, Case 1-4 では右岸側壁の延長上でのみ生じた。また, その他の Case では左岸および右岸側壁の延長上に発生した。Fig. 3 に各 Case の剥離流の高さを示す。Fig. 3 より, Case 1, 2 ともに下流水深が小さいほど, 剥離流の高さは大きいことが確認された。また, 全体的に Case 2 の剥離流の高さが大きいことから, 魚道内流量が大きいほど剥離の規模は大きくなると考えられる。また, 剥離流の高さは Case 2-1 の右岸側において最大の値となり, 約 5 cm であった。これは, 小型な魚類であるアユの体高程度の高さであり, アユがこの剥離箇所から進入する場合は跳躍行動を選択することが予想される。遡上魚が跳躍行動により魚道内に進入する場合, 魚道内への進入が困難となるだけでなく, 鳥類による捕食の発生も懸念され, この観点からも剥離流の抑制が重要である。また, Case 1 では魚道入口付近の下流水深が約 10.1 cm のときに剥離流が消失し, Case 2 では下流水深が約 12.1 cm のときに剥離流が消失した。このことから, 剥離流を生じさせずに本魚道を適用可能な現場の水深は 12.1 cm 以上と考えられる。

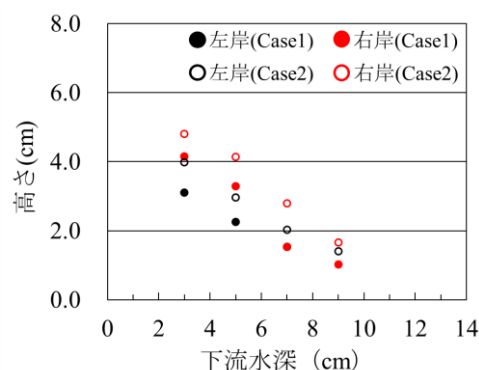


Fig. 3 各 Case の剥離流の高さ
The height of separated flow in each case

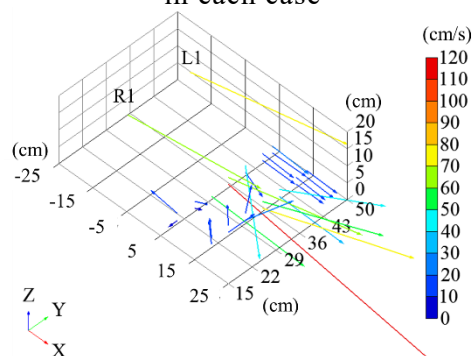


Fig. 4 流速分布 (Case 2-2)
Flow velocity distribution

Fig. 4 に Case 2-2 の流速分布を示す。Fig. 4 は, Case 2-2 の魚道内, 魚道下流域の流速分布を表すものである。Fig. 4 より, Case 2-2 では魚道下流域において最大で約 115 cm/s の流速が測定され, その周辺においても 60 cm/s 程度の流速が多く測定された。他方で, Case 2-4 において魚道下流域の最大流速は 64.3 cm/s であり, Case 2-5 では 69.1 cm/s といずれも Case 2-2 よりも小さな値が測定された。Case 2-2 では比較的大きな規模の流れの剥離が発生しており, 剥離流が加速して魚道下流域水面へ流下したために, 魚道下流域の流速も増加したと考えられる。

4. まとめ 本研究では, 室内実験によって下流水深が低い現場に本魚道を設置する場合の適用範囲について検討した。しかし, 下流水深が過度に大きい場合は, 魚道入口付近の流速が減少すると予想され, 魚道からの流れを知覚しづらくなると考えられる。その場合, 魚道内への進入は困難になると考えられるため, 今後は下流水深が高い現場に本魚道を設置する場合の適用範囲について検討する。

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.