

水位落差の大きな階段式魚道の簡易改良法の提案とその効果

九州工業大学工学部 正会員 ○鬼東幸樹 浦 勝
 九州工業大学工学部 正会員 秋山壽一郎
 九州工業大学大学院 学生員 山口秀和

1. はじめに

福岡県を流れる一級河川に設置された階段式魚道において、上流域と第1プールとの水位落差が大きな状況が発生し、魚の遡上が全く不可能となっていた。そこで、現場で早急になし得る改良を行ったが、遡上率はほとんど向上しなかった。遡上を成功させるには大幅な改修工事を行うことも方法の一つであるが、本研究では、低コストの簡易改良法を提案すると共に、実際に現地魚道で施行を行い、その効果を検証した。

2. 改良前の魚道の現状

対象魚道は、18個のプールと19個の隔壁によって構成され、プール幅2.0m、プール長1.7mである。上流付近の平面および縦断面図を図-1に示す。流下方向をx、鉛直上向きをy、横断方向をzとした。天端高は第1隔壁で23.0mであり、それ以降は0.2mずつ低くなっている。隔壁に交互に設置される切欠き幅は全て0.7mである。切欠き深さは第3隔壁以下では0.2mであるが、第1、第2隔壁ではそれぞれ0.6、0.4mである。ただし、かんがい期には第1隔壁の切欠き部に角落しが天端高まで入れられる。なお、第2隔壁以降は切欠き部の反対側の天端から0.7m下に0.2×0.2mの潜孔がある。

かんがい期には上流域の水位が一定に保たれている。降雨の翌日に計測すると、第1隔壁の越流水深は9.8cmで、上流域と第1プールとの水位差 ΔH_1 は51cmあり、魚の遡上が不可能であった。そこで、第2隔壁の切欠き部に角落しを22.6m水位まで入れ、潜孔を塞ぎ、 ΔH_1 を縮小した。その結果、図-1中に示すように $\Delta H_1=0.37m$ 、 $\Delta H_2=0.16m$ 、 ΔH_3 以降はほぼ0.2mとなった。よって、 ΔH_1 の水位落差を魚が遡上できるかどうかが重要となる。

観察の結果、第1隔壁から落下する水脈中を遊泳遡上する魚(オイカワ)が全く見られず、跳躍遡上に挑んでいた。そこで、ビデオカメラで跳躍状況を約20秒間撮影した。図-2にオイカワ(平均15cm)の跳躍軌跡を示す。跳躍始点の○印は遡上に成功、△印は上流方向に跳躍し失敗、×印は下流方向に跳躍し失敗を表す。跳躍した14尾の内、成功は1尾(7%)にすぎず、また、6尾(43%)は跳躍方向が下流である。

オイカワが遊泳遡上を諦め跳躍遡上に挑んだ理由および遡上方向の過失の原因を探るために3次元電磁流速計で流速計測を行った。図-2中に縦断面内の

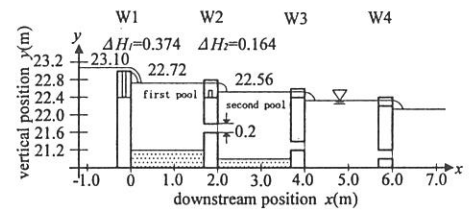
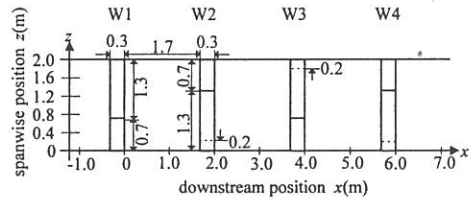


図-1 対象魚道の平面・縦断面図(第1~第4隔壁間)

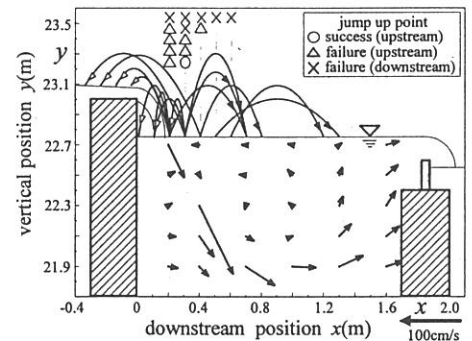


図-2 第1プール内の流速($v=1.9m$)と跳躍軌跡

表-1 改良案条件

Case	1	2	3	4	5	6
over flow region	entire region in spanwise direction			a part of region ($18 < z \leq 50cm$)		
discharge(cc/s)	3820			2480		
α (degree)	-	30	45	-	30	45
L_s (cm)	-	10	17.3	-	10	17.3
H_s (cm)	-	10	-	-	10	-
over flow depth(cm)	2.45					

流速ベクトルの一例を示す。落下流速はオイカワの突進速度(150cm/s)を越えている。また、落下地点から下流に行くほど瞬間的にx方向流速が負となることが確認された。よって、落下流速が突進速度を超えていることと落下流の流向が不安定であることが遡上失敗の原因といえる¹⁾。

3. 簡易改良法の提案とその流況

図-3および表-1に示す改良法を考え、縮尺1/4の模型を実験室に再現し、流速計測を行った。スロープの角度が30°のCase 2および5では落下流が水表面付近を流れて次の隔壁に到達するstreaming flowとなり、不適であるとわかった。図-4にスロープ角度が45°のCase 3および6の流速ベクトルを示す。Case 3はz=40cmの断面で落下流速が突進速度を下回り落下角度も適切であるが、z=25cmでは落下角度がほぼ鉛直となり不適である。一方、Case 6では両断面とも落下流速もほぼ突進速度を下回り、落下角度も適している。また、瞬間的な流向も適していることも確認した。

4. 改良された現地魚道の遡上状況

Case 6を現地魚道に施工し、非かんがい期に流速計測およびビデオ撮影を行った。残念ながらこの時の第1隔壁の越流水深は5.2cmで魚道内流量は改良前のかんがい期に測定したものの約24%にすぎなかった。図-5に流速ベクトルの一例を示す。流量が少ないせいで遡上に不適なstreaming flowになっているが、図-6に示すようなオイカワの遊泳遡上を複数確認できた。特徴としては、スロープの中央よりも側壁付近を遡上する頻度が高かったことである。側壁付近の流れは底面だけでなく側壁の摩擦抵抗も受けて流速が減少するので、魚は側壁付近を遡上進路として選択的に選んだものと考えられる。

5. おわりに

水位落差の大きな階段式魚道の遡上率を向上させる簡易改良法として、隔壁に45°のスロープを取り付けることをここに提案する。この簡易改良法が有効であることを室内実験から確認し、また、極端に流量が少ない場合でも遊泳遡上が可能であることを現地観測によって確認した。

謝辞：国土交通省遠賀川工事事務所には現地計測を行う上で便宜を図っていただいた。また、本学学部生の播磨慎也および八木圭一の両氏には計測および解析に協力いただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) 浦 勝ら：水位落差の大きな魚道の流況改善について、水工学論文集，第47巻，2003。

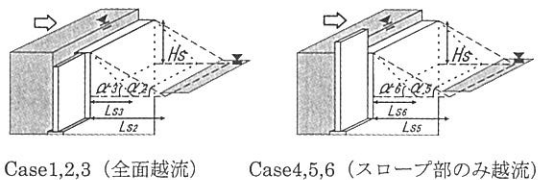


図-3 隔壁形状

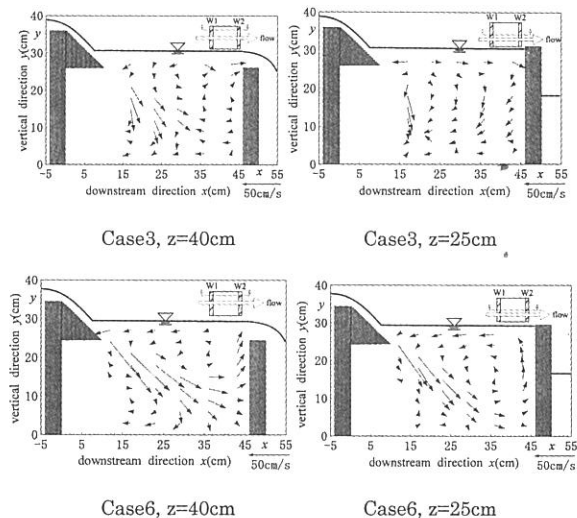


図-4 第1プール縦断面内の流速ベクトル

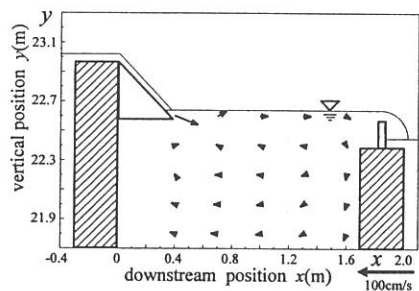


図-5 簡易改良後の現地魚道の流速ベクトル

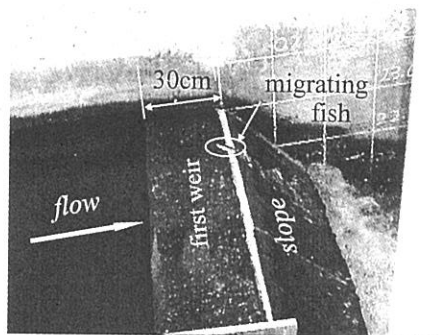


図-6 簡易改良後の現地魚道における遊泳遡上例