

高低差の大きな箇所専用「たて型壁面魚道」の開発について

岐阜大学応用生物科学部准教授 平松 研
 日鐵住金建材株式会社 岩佐 直人
 株式会社山辰組 馬淵和三 ○馬淵 剛

1. はじめに

近年、日本の魚類に適した魚道の開発が進められてきたが、砂防堰堤など高低差の大きな箇所に設置する専用の魚道形式は少なく、代替として高低差が比較的小さな段差部に使用する魚道製品を並べてZ字形に何回もスイッチバックする形式がとられてきた。しかしこの形式は設置費用や設置面積が大きいため、平面上で円形の螺旋構造とした設置面積が小さい魚道が開発された。しかしこの形式も一定方向に回転しながら流下する流れに加速現象が生じて、魚道の上り口へ魚類が遊泳または突進しても押し流されて進入することができず魚道として機能しない構造であることが和田(2000, 2003)により報告されているなど、いずれも幾つか課題を抱えた魚道形式であった。

2. 「たて型壁面魚道」の特長

このような魚道形式の変遷過程において確認されてきた幾つかの課題を解決することを前提に「たて型壁面魚道」は開発された。新たな魚道形式のひとつとして注目できる「たて型壁面魚道 (Fig.1)」の幾つかの特長は以下のようになる。

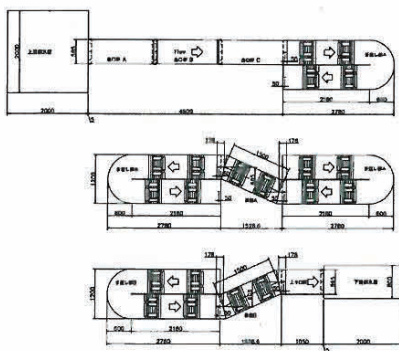


Fig.1 S字形状の「たて型壁面魚道」の構造

① 平面上で一定方向へ旋回する円形螺旋形状ではなくS字形状として右旋回と左旋回を交互に繰り返す構造とした。プール壁のスリット部を流下する流れの構造

については、既に効果が確認されている棚田式魚道(馬淵ら, 2003)と同様のスリット付きプール壁形式(Fig. 2)として、プール水深も20 cm程度と棚田式魚道と同様としたことで、プール内の回転流や土砂の堆積を防止する効果が期待出来る。② 魚道は単一形状の左右の「折返し部」と「掛樋部」から成り、「掛樋部」の取付け角度対応(回転スライド)機能により堰堤壁面の勾配の変化にも対応が可能。③ 本体を鋼製化したことで魚道の複雑な加工が容易となり多層構造に欠かせぬ軽量化も達成した。④ コンクリート製魚道と比較し建設費のコスト縮減と併せて現場の施工期間の短縮を達成した。

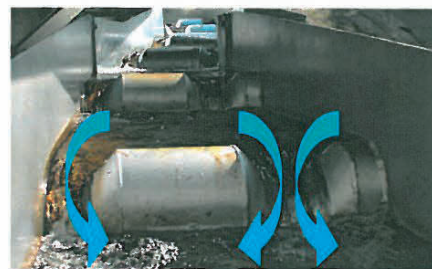


Fig.2 鋼製のスリット部の曲面

⑤ 魚道の設置箇所は砂防堰堤の下流側壁面に直接取り付けられる構造(Fig.3)としたことにより、設置面積と建設費を少なくし、上り口を堰堤直下に設けることができた。

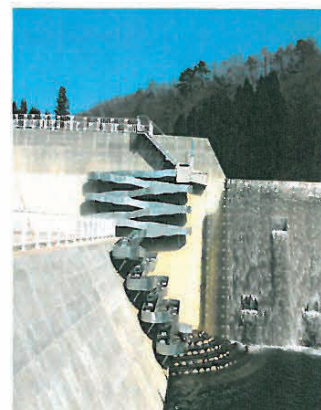


Fig.3 壁面に直接取付けた「たて型壁面魚道」

⑥ 「折返し部」及び「掛け樋部」を、それぞれ単独

に堰堤壁面に取付けて設置する構造であるため、それぞれの荷重は下部の魚道部に掛からない。従って、何十層に連続した魚道構造でも設置可能となる。

3. アユの遡上実験

琵琶湖産の養殖アユ体長 12 cm～14 cm を 114 匹使用しアユの遡上実験を実施した。放流してから 24 時間後には最上段の折返し部以上まで到達していたアユは 93 匹に達し、比率で 81.6% となった (Table 1)。

Table 1 アユの遡上実験結果

		アユの遡上実験						遡上率 (%)						
実験年月日		2005年8月31日						2005年9月1日						遡上率 (%)
測定時刻		1000	1200	1300	1400	1500	1600	600	700	800	900	1000	遡上率 (%)	
各段の折返し部を通過する魚の個体数	①			2	5	7	13	18	25	39	46	72	63.2%	
	②		1	3	1	3	4	8	11	8	16	9	7.9%	
	③		6	7	10	6	7	0	0	13	10	12	10.5%	
	④		0	1	4	2	7	6	10	13	9	9	7.9%	
	⑤		3	0	1	5	0	0	22	7	8	2	1.8%	
	⑥		1	4	0	0	0	15	0	6	8	4	3.5%	
	⑦		5	0	0	0	0	8	0	12	5	3	2.6%	
	⑧		0	8	3	2	2	0	6	0	0	0	0.0%	
	⑨		9	6	7	5	3	10	8	4	0	0	0.0%	
	⑩		3	2	0	0	0	1	0	0	0	4	0.0%	
⑪		97	87	87	86	86	72	51	36	16	8	3	2.6%	
合計(総放流数)		114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	100.0%	

砂防堰堤などが設置されている山間部で「たて型壁面魚道」は設置されるため、溪流部を想定して養殖のアマゴを 99 匹使用して遡上実験を行った。放流してから 24 時間後には最上段の折返し部以上に到達しているアマゴは 99 匹中の 93 匹で 93.9% が遡上したことになる。

5. 水理実験 (流速測定) の目的

今回の水理実験の目的とするものは、①遡上経路となるプール壁のスリット部の流速、②各段の折返し部の流速が下流段に行くに従い加速するか否か、③それがアユ・アマゴの遡上に適した流速の範囲であるかの検証をするためである。

Table 2 スリット部の流速測定結果表

断面	縦断(cm)	0	5	10	15	20	25	30	平均
スリット部A		9.0	16.7	41.5	70.3	95.5	86.3	51.6	53.0
スリット部B		13.2	21.8	54.5	90.1	107.1	91.7	61.0	62.8
スリット部C		14.2	24.4	53.7	86.1	83.9	66.5	20.6	49.9
スリット部D		25.5	29.8	56.4	86.1	106.5	80.8	40.7	60.8
平均		15.5	23.2	51.5	83.2	98.3	81.3	43.5	56.6

泳ぎを得意とする魚の突進速度は一般的に安全側をみて体長 (BL) の 10 倍と言われていた (中村: 1995)。実験による遡上経路となるスリット部の平均流速は 56.6 cm/s (Table 2) となった。対象魚の大きさを平均 12 cm～13 cm とすると、仮に 10 倍としても 120 cm～130 cm/s の突進速度で遡上することができるため、遡

上に適した流況であることが確認できた。この流速の数値とスリット部の断面積により、「たて型壁面魚道」の上流側から魚道内に流入させる流量を決める場合の目安となる。

6. 折返し部の流速測定結果について

「たて型壁面魚道」は、平面 S 形状としたことを特長としている。折り返し部の流速は流入部の平均流速 16.8 cm/s、流出部の平均流速 12.0 cm/s となり 28.6% 減速させる成果が表れていることが確認できた。これにより、旧来の螺旋構造の魚道がかかえる「下流に向かうに従って流れが加速し、魚道として機能しない流況になる」という課題を解決した新しい魚道構造といえる。

7. まとめ

砂防堰堤より下流側の離れた位置に上り口が設けられ、そこから何回も Z 字状にスイッチバックを繰り返しながら高度を上げて堰堤上流側の魚道出口に到達する旧来の魚道形式と比べて、「たて型壁面魚道」は堰堤の壁面に直接取り付ける設置方法により堰堤直下に上り口を設けることができるなどの特長がある。材質を鋼製にしたことにより複雑な形状も加工が容易になり、コンクリートと比較しても軽量化にも成功した。併せてコスト削減も達成している。今回の遡上実験や水理実験の結果により魚道としての機能が良好であると確認された。本魚道の上り口と、90 度の扇形に広げた棚田式魚道と組み合わせることで一層の遡上効率の向上が図れる。今後、本魚道が現地に設置される機会毎に遡上調査並びに流速測定などの追跡調査を実施し生態水理学的に本魚道の機能を検証していきたい。

謝辞：本魚道の原形魚道実験装置の製作には日鐵住金建材(株)、設置には篠田(株)、実験に当たり平松研究室の皆様及び国土交通省中部地方整備局越美山系砂防事務所の皆様にご協力をいただきました。末筆ながら付記して謝意を表します。

引用文献

- 1) 馬淵和三ら (2003) : 棚田式魚道の水理特性と有効性に関する検証, 雨水資源化システム学会論文集, pp. 37-42
- 2) 和田吉弘 (2000) : 人と魚の知恵くらべ, pp. 190-191,
- 3) 和田吉弘 (2003) : 魚道見聞録, pp. 83-84
- 4) 中村俊六 (1995) : 魚道のはなし 3.5, pp. 169-170