

粗石付き斜路式魚道における流れと魚の挙動

東洋大学大学院工学研究科 学生会員 ○瀬崎 薫貴

東洋大学工学部 非会員 樺澤 孝大

パシフィックコンサルタンツ 正会員 青木 宗之

東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 正会員 福井 吉孝

1. 目的

本研究では、粗石付魚道の中でも、最も、シンプルな全断面魚道を対象にして流れ、遡上効率について考える。また、出水時の流量の増加により河床洗掘等が生じ、それによって魚道機能が変わってしまうことがある。河床洗掘により魚道付近の流況が変化した場合に、魚道機能にどのような影響が出るのかを検証する。

2. 実験方法

実験は、幅 30 cm 長さ 15.5 m で、河床勾配 1/500 のアクリル製水路内に図-1 で示すような勾配 1/20、1/10 斜路で行った。斜路上に粗度要因として直径 5 cm 高さ 2.5 cm の発泡スチロール半球を千鳥配列で張り付けた。 (ρ_s) を次式のように定義する。

$(\rho_s) = \text{粗石の面積} / \text{斜路の面積}$ で求めた。今回は、図-3 のように粗石密度 0.16 と 0.081 の 2 ケースに設定して実験を行った。なお、河川の現場使われている、プレキャスト魚道ブロックの粗石密度が 0.1 ~ 0.4 である。河床に敷いた砂利の平均粒径は 0.6 cm である。実験水路上の照度は 130 ~ 150 lx であった。

3. 実験結果

1) 粗度密度の違いによる流れと遡上率

密度が変わると流速及びその分布が変わる。1/20 勾配の $\rho_s = 0.163$ と $\rho_s = 0.081$ を比べる。図 4 の遡上率を見ると $\rho_s = 0.081$ は、 $\rho_s = 0.163$ よりも遡上率が低い。ここで魚道下流端の流速値に注目する。Run1-1 で、ウグイが遡上を開始した点 (図-5) の流速は、20 cm/s であった。Run1-7 の遡上を開始した点も同様の流速であった。魚道中流部と下流端流速を比べる。 $\rho_s = 0.163$ の中流部 $x = 207.5 \text{ cm}$ $y = 15 \text{ cm}$ の点の流速と $\rho_s = 0.081$ の中流部の $x = 172.5 \text{ cm}$ $y = 15 \text{ cm}$ の流速を比べると $\rho_s = 0.163$ では 0.929 であり、 $\rho_s = 0.081$ は 31.9 (cm/s) であった、魚道内の流速が

キーワード トリボロドン、魚道、粗石、挙動、ウグイ

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学 Tel 049-239-1404

表 1 実験ケース (ケース 1)

ケース	Run	勾配	粗石密度	砂利の有無	流量(l/s)
1	1-1	1/20	0.163	無し	1
	1-2				2
	1-3				3
	1-4				5
	1-5				8
	1-6				12
	1-7		0.081		1
	1-8				2
	1-9				3
	1-10				5
	1-11				8
	1-12				12
	1-13	0.163..	有り	1	
	1-14			2	
	1-15			3	

表 2 実験ケース (ケース 2)

ケース	Run	勾配	粗石密度	流量(l/s)
2	2-1	1/10	0.163	1
	2-2			2
	2-3			3
	2-4			4
	2-5			5
	2-6			6

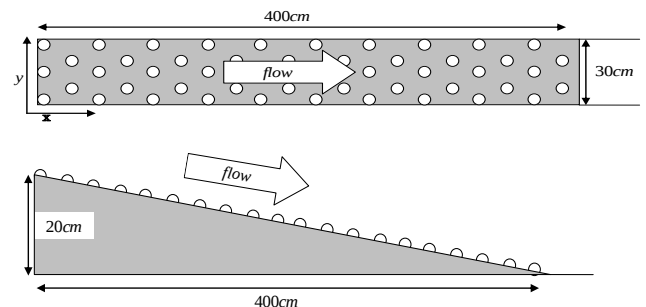


図 1 実験水路 勾配 1/20

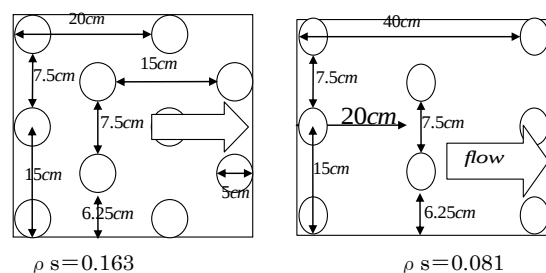


図 2 粗石の配列

$\rho_s=0.081$ では、粗石の流速低減効果が $\rho_s=0.163$ より低いとため遡上率が低くなったと考えられる。

2) 流量（流速）の影響

魚の挙動に最も影響があるのが流速である。Run1-1 から Run1-6 の遡上結果が流量が増加するにつれて遡上率が下がる傾向にある。これは、魚道内の流速値が増加しているためである。

3) 魚道の長さについて

1/20 勾配の $\rho_s=0.163$ と 1/10 勾配の $\rho_s=0.163$ を比べるとほとんどのケースで 1/10 の遡上率が 30~20% 低い。これは、勾配 1/10 になったことで、すべてのケースで、流速値が大きく水深が浅くなったことが原因であると考えられる。魚の挙動を見てみると、1/10 勾配では遡上していく魚が魚道内を突進速度で遡上していた。一方、1/20 勾配の水路では、突進速度を使わず粗石の間を縫うように、ジグザクに遡上した。1/10 勾配では、魚道直下部で跳水が発生した。ウグイは、常流部分で待機し、射流部に突進して遡上する様子が観察された。

4) 移動床の実験

河床の変動を想定し砂利を敷き実験を行った。水路に 3 cm の厚さで砂利を敷き、本実験の最大流量である 12L (ℓ/s) で 30 分間通水した後に実験を行った。魚道直下流水路中央近が ($x=405\text{ cm}$ $y=15\text{ cm}$) 洗堀していた。砂利がないケースと比べ、40%遡上率が低下した。魚の挙動を観察すると、洗堀部分にウグイが定位していることを確認した。そこで、ウグイの定位していた点の流速値の高速フーリエ変換を行った。その結果（図-6）流下方向のパワースペクトルが $1/f$ 勾配に近い値になっていた。またウグイが定位していなかった点では、図-7 のように $f^2/1$ ゆらぎが得られた。 $1/f$ ゆらぎが魚類に快適な流れの場を提供していると仮定すると、洗堀によって流れが変化し魚類にとって快適な流れの場を生み出し、ウグイを定位させ遡上を妨げていると考えられる。

3. 結論

1. 魚道勾配は 1/20、粗石密度は 0.163 で良い遡上率を得た。
2. 勾配 1/10 と粗石密度 $\rho_s=0.081$ では流速値が大きくなることで遡上率が低下した。
3. 河床洗堀など下流部の流況の変化は、遡上に影響を及ぼす。

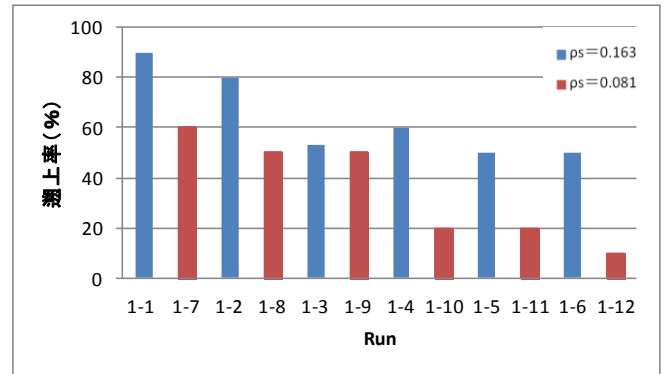


図 3 遡上率 勾配 1/20 $\rho_s=0.163$

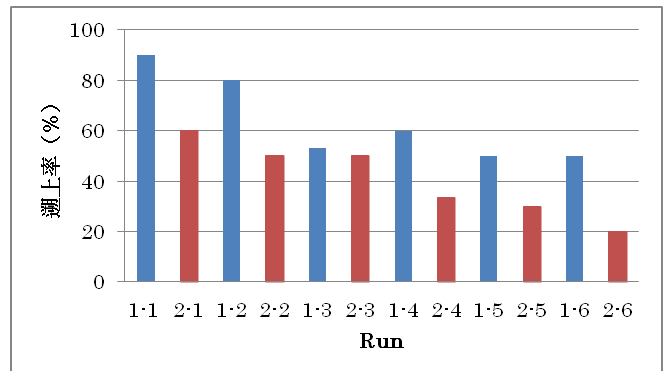


図 4 遡上率 勾配 1/20 勾配 1/10

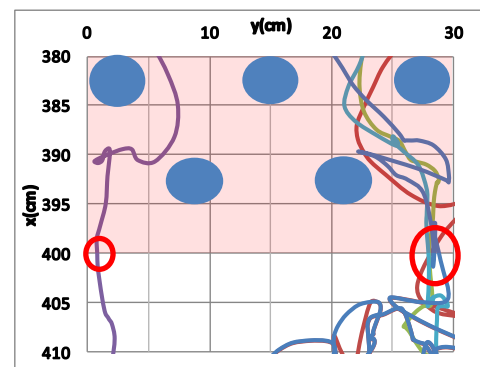


図 5 遡上経路 (Run1-1)

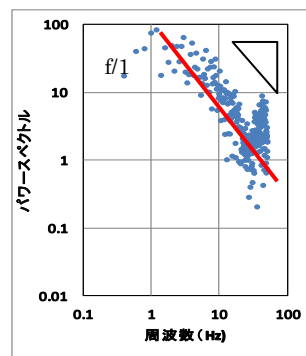


図 6 FFT の結果

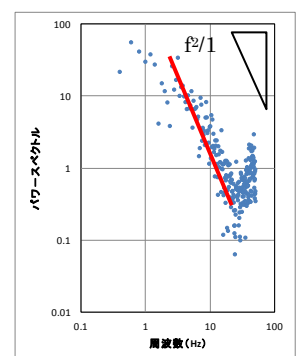


図 7 FFT の結果

4. 参考文献

- 1) 桜井力・柏井条介：コンクリートブロックを用いた粗石式魚道の水理および遡上特性, 水工学術論文集, 第 44 巻, pp.1197-1202, 1999