

ハーフコーン魚道内の堆砂特性に関する実験的考察

明石工業高等専門学校専攻科 学生員 ○田中 大也
舞鶴工業高等専門学校 正会員 神田 佳一

1.はじめに

堰や床止め工など落差を伴う河川横断構造物には、魚類等の水中生物の移動性を確保するために魚道が設置される。ハーフコーン魚道は、従来の階段式魚道の様々な問題点を解消すべく開発されたもので、流路が蛇行しており自然の河川の流れに近いことや、流下断面が三角形であって異なる流速域が形成されること、水位の変動に追従できることなどの利点があるが、比較的新しい工法であり、出水時の土砂の流入によって魚道が閉塞するなどの問題点も指摘されている。本研究では明石川水系のハーフコーン魚道を対象として、コーンの形状が流水や流砂特性にどのような影響を与えるかを実験的に考察する。

2.明石川魚道の概要

対象とする明石川は、神戸市北区を水源とする流路延長約 26(km)、流域面積 126.7(km²)の二級河川であり、図 1 に示すように流域の大半を神戸市が占めている。明石川本川には、ハーフコーン魚道が 3 基設置されているが、その形状特性を表 1 及び図 2 に示す。本研究では、これらの魚道を対象とした魚道模型を作製し、模型実験によって魚道周辺の流れと流砂特性を実験的に評価する。

3.実験概要

図 3 に実験装置の概略図を示す。実験水路は全長 8.0(m)、幅 0.4(m)、高さ 0.3(m)の循環式可変勾配長方形断面水路である。水路床には最少断面半径 3.5(cm)、最大断面半径 9.0(cm)、斜辺勾配 1/6.6 のモルタル製のハーフコーン模型を、図 3(b)に示すように等間隔で 12 個設置した。通水時の水面形の測定にはポイントゲージを用いた。表面流速については、平均粒径 50(μm)程度の PVC 粉末の挙動を DVC で撮影し、藤田らの LSPIV 手法を用いて解析した¹⁾。また、魚道の土砂の堆積特性を知るために、平均粒径 0.088(cm)のほぼ一様な砂 36(l)を水路上流部から給砂し堆積状況を測定した。このときの通水時間を 20(分)とし、堆積形状の測定にはレーザー距離計を用いた。

実験は、水路床勾配 I、流量 Q をパラメータとして変化させて行う。実験は表 2 に示す 4 つのパターンで行った。Run1 は、出水時を想定し、越流幅がハーフコーンのほぼ全幅の水面となるような流量条件である。ここで、Run1、Run2、Run3 は同勾配、Run3、Run4 は同流量の条件となっている。



図 1 明石川の概要

表 1 現地での概要

項目	魚道 1	魚道 2	魚道 3	
河道詳細 (cm)	河床勾配 B	300	250	130
	河床勾配 I	1/11.71	1/20	1/10
ハーフコーン詳細 (cm)	材質	コンクリート	石積	コンクリート
	河床勾配	290	290	175
	最大断面半径 β	55	28	40
	最小断面半径 α	20	15	10
斜辺勾配 φ	1/8.4	1/19	1/4.3	

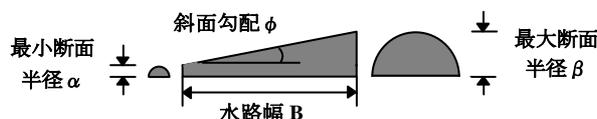
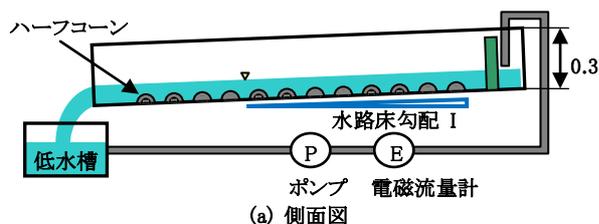
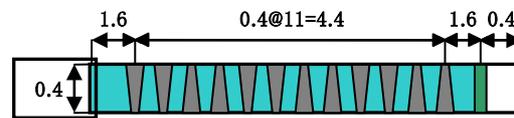


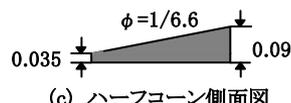
図 2 ハーフコーンの形状



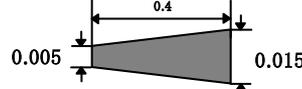
(a) 側面図



(b) 平面図



(c) ハーフコーン側面図



(d) ハーフコーン平面図



(e) ハーフコーン写真

図 3 実験装置概略図 (単位 : m)

キーワード ハーフコーン魚道、表面流速、模型実験、河床変動

連絡先 〒674-0084 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校 TEL 078-947-6178

表 2 実験条件

Run No.	流量	水路床勾配	土砂供給量
Run 1	4.0(l/s)	1/20	36(l)
Run 2	3.5(l/s)		
Run 3	3.0(l/s)		
Run 4		1/13	

4 実験結果及び考察

4.1 表面流速分布

図 4 は、Run1 において上流から 5 番目～8 番目コーン間の表面流速分布をベクトル表示したものである。X 軸は水路下流端からの縦断距離、Y 軸は水路幅方向距離を表している。また、図中の点線はハーフコーンの設置個所を示している。

図 4 より、越流はコーン先端部でのみ生じていることが分かる。設置方向が変化するコーン間より、設置方向が同じコーン間の方が越流した流れの速度が大きい。越流した高速流は縦断方向に流れるが、コーン間では下流側のコーンの堰上げによって、水路中央部からコーン底部、もしくはコーン先端に向かう横断方向の流れとなる。設置方向が変化するコーン間ではコーンに沿い先端へ向かい越流水となる。設置方向が同じコーン間では横断方向の流れにより平面渦が発生している。また、平面渦の流速は数 cm/s 程度と極端に小さいことがわかる。

4.2 土砂の堆積特性

図 5 は、Run1～Run4 の通水後の堆砂状況を比較する。図中の Z 軸は水路床を基準とした土砂の堆積高さを表している。

同勾配においては、設置方向が同じコーン越流部の直下流の平面渦が発生している領域で、土砂の堆積はほとんど見られない。しかし、コーン先端の上流部では、コーンとほぼ同じ高さまで砂が堆積している。

これは、図 4 において、高速の流れが生じているところに対応しており、越流水によって運ばれた砂考えられる。また、土砂の堆積量は、設置方向が同じコーン間よりも設置方向が変化するコーン間の方が大きく、流量を大きくすることで土砂の堆積は水路下流側まで進行した。また、堆積箇所での土砂の堆積量、堆積高さに変化が見られた。

同流量においては、勾配を大きくすることで土砂の堆積は水路下流側まで進行した。また、設置方向が変化するコーン間では砂の堆積形状、堆積高さに変化が見られた。

5.まとめ

本研究では、ハーフコーン魚道周辺部の流れと堆砂特性について模型実験を行い、流量の変化に伴うコーンの設置条件と流速分布及び土砂の堆積形状の関係について考察した。今後さらに、流量、河床勾配、給砂量及び土砂供給後の通水時間をパラメータとして、土砂の堆積形状と堆積土砂量の定量的評価を行う。

参考文献

- 1) Fujita I. et.al. : Large-scale particle image velocimetry for flow analysis in hydraulic engineering applications, Journal of Hydraulic Research Vol.36, No.3, pp.397～414, 1998.

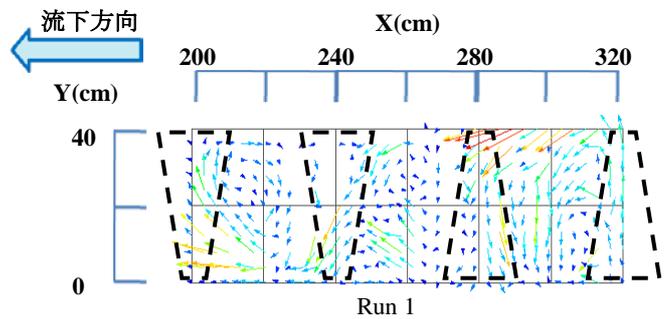


図 4 表面流速コンター図

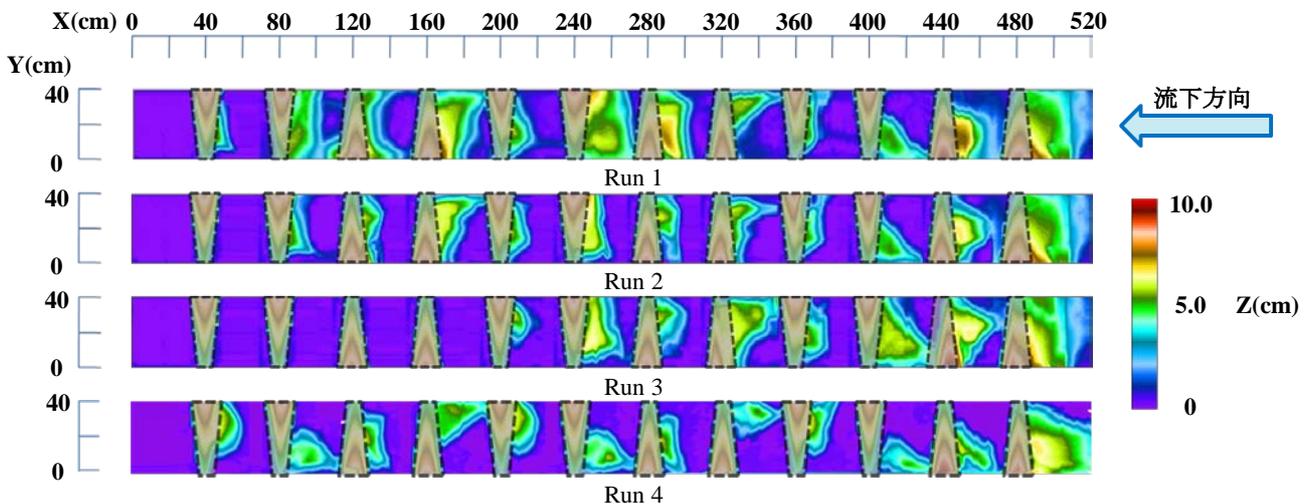


図 5 堆砂コンター図