

第II部門

ハーフコーン魚道内の流れ及び土砂堆積特性に関する実験的研究

明石高専都市システム工学科  
 明石高専建築・都市システム工学科  
 明石高専都市システム工学科

学生会員 ○山崎 弘美  
 学生会員 秋山 瑤貴  
 正会員 神田 佳一

1. はじめに

堰や落差工などの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、魚道が設置される。特に、明石川で多く用いられてい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あり、コーン横断方向に越流して異なる流速域が形成されること、水位の変動に対応できること、蛇行の流れとなる、魚道内に人が立ち上がった場合の危険性が少ないなどの利点がある。一方、出水時に土砂の流入し、多くの土砂が堆積することにより魚道の機能が低下する等の問題が指摘されている。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、魚道内の洪水時の流れと土砂の堆積特性について模型実験により考察する。

2. 明石川の概要

本研究で対象とする明石川(図-1(a))は、神戸市北区を水源とした二級河川で、流路延長約 26km、流域面積 126.7km<sup>2</sup>である。図-1(b)は魚道 1, (c)は魚道 2 の現地でのハーフコーン魚道の写真である。明石川本川下流には、ハーフコーン魚道が多数設置されており、その内の 3 基のその概要と形状特性を表-1 と図-2 に形状特性を示す。本研究では、これらの魚道をモデル化したハーフコーン魚道模型を作製し、魚道内の流れの特性と土砂の流送を実験的に考察する。

3. 実験概要

実験装置の概略図を図-3 に示す。実験水路は全長 8.0m、幅 0.4m、高さ 0.3m の循環式長方形断面水路である。水路床には、モルタル製のハーフコーン模型を図-3 の(c), (d)に示すようにハーフコーンの中心が 0.4m 間隔でコーンの向きを 2 個ずつ逆向きに 14 個設置した。最上流のコーンから第 1 コーン, 第 2 コーンと名付ける。

実験条件は、表-2 に示すとおりで、水路勾配 I を 1/20、土砂供給量 20 (l)と一定にし、流量を 3~7(l/s)と変化させ、計 3 ケース行った。通水時の水面形の測定には、レーザー距離計を用いて測定した。表面流速については、平均粒径 50 μm 程度の PVC 粉末の挙動をデジタルで撮影し、藤田らの LSPIV 手法を用いて解析する。また、Run1~Run3 において、土砂の堆積特性を測定するため、4 号珪砂の平均粒径 0.088cm のほぼ様な砂を第 1 コーンの上流から給砂し、堆積状況を測定する。土砂給砂時間を 5 分とし、その後、水を止め排水した時の堆積形状をレーザー距離計により測定する。図-4 に、初期河床位を示す。X 軸は水路上流端からの縦断距離、Y 軸は右岸からの水路幅方向距離である。破線の台形はコーンを示している。

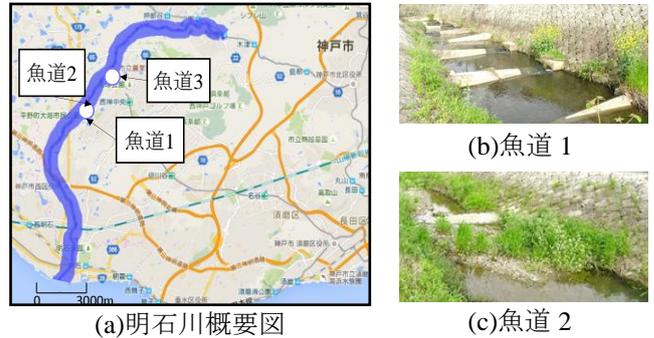


図-1 明石川概要

表-1 現地の概要

	項目	魚道1	魚道2	魚道3
河道詳細 (cm)	水路幅B	250	500	130
	河川勾配	1/20	1/12	1/10
ハーフコーン詳細 (cm)	材質	石積	コンクリート	コンクリート
	設置間隔	290	500	175
	斜面勾配Φ	1/19	1/20	1/4.3
	最大断面半径β	28	20	40
	最小断面半径α	15	10	10

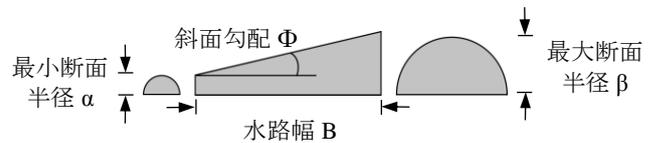
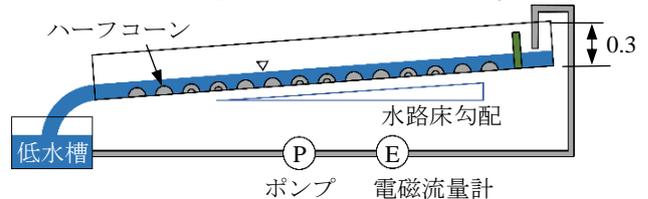
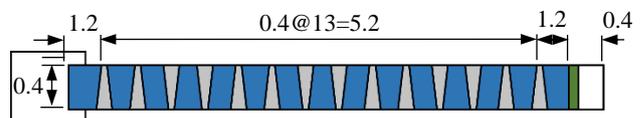


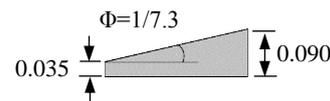
図-2 ハーフコーンの形状



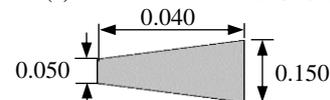
(a) 側面図



(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)

表-2 実験条件

Run No.	水路床勾配I	土砂量 Qs(l)	流量 Q(l/s)
Run 1	1/20	20	3.0
Run 2			5.0
Run 3			7.0

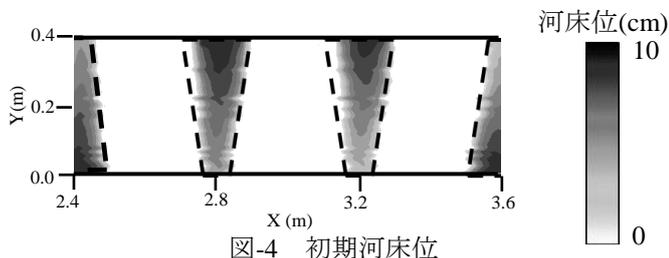


図-4 初期河床位

4. 実験結果及び考察

図-5は、Run1(Q=3.0(l/s))における第4コーンから第7コーンまでの区間の水深の空間分布図を示す。コーン上では様々な水深が確保できている。コーンのすぐ上流側で、特に、水深が大きくなっていることがわかる。

図-6(Run1)は、図-5と同様の区間における表面流速分布をベクトル表示したものである。流速は各コーン間で流れがコーン先端部に集中していることがわかる。ハーフコーン上では、様々な流速が確保でき、水中生物が遡上する際に運動能力に応じた断面を選択することができる。設置方向が異なるコーン間では、コーンの先端部から対岸のコーンの先端部へとコーンに沿って蛇行する流れがあり、その両側で小規模な渦が生じている。設置方向が同じコーン間では、コーン先端部から直進する流れと対岸で渦が生じる流れがある。

図-6及び図-7(a)より表面流速及び土砂の堆積特性の関係として、図-6のような流れに沿って土砂が堆積していることがわかる。そのため、同一設置方向のコーン間では、コーンの先端部に土砂が堆積しており、設置方向が異なるコーン間では、コーンの全体に土砂が堆積していることがわかる。

図-7に土砂の堆積量のコンター、図-8及び表-3は流量及び魚道内の土砂堆積量関係を示したものである。(a)はRun1(Q=3.0(l)), (b)はRun3(Q=7.0(l))であり、流量が増えることで魚道内の土砂堆積が大きくなる。図-8からも流量が増えることで魚道内の土砂堆積が多くなることが確認できる。表-3よりRun1(Q=3.0(l))では、Run3(Q=7.0(l))に比べ、土砂が下流に到達するような掃流力が十分でないため、第1コーンの上流側に土砂が多く堆積しており、魚道内に土砂の堆積量が少ない。また、Run3(Q=7.0(l))では、Run1(Q=3.0(l))に比べ、魚道内の堆積土砂量は多くなる。しかし、土砂が下流に到達するような掃流力が十分でないため、魚道から流出する土砂は少ない。

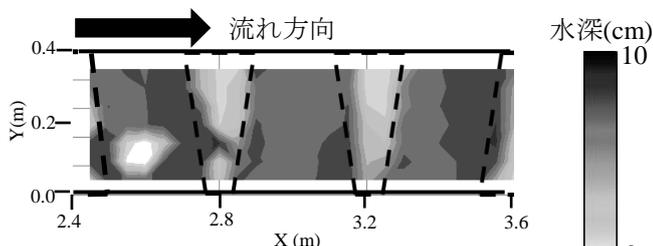


図-5 水深の空間分布図 Run1(Q=3.0(l/s))

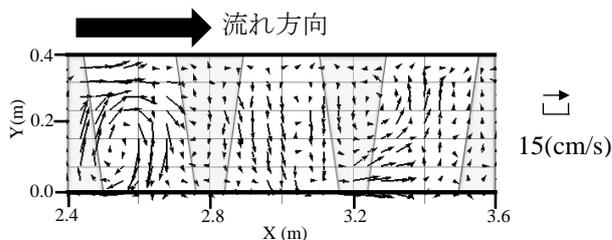
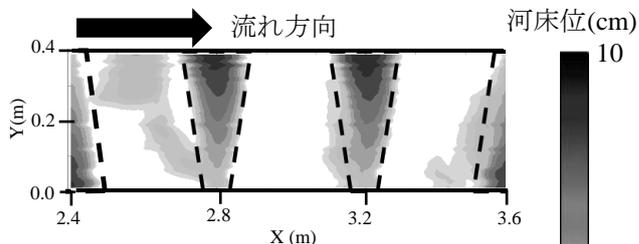
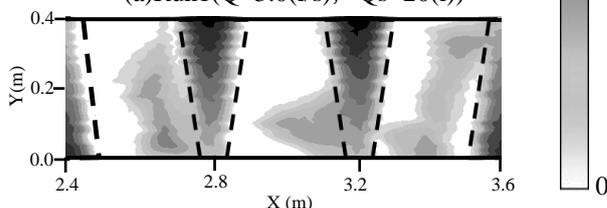


図-6 表面流速の分布図 Run1(Q=3.0(l/s))

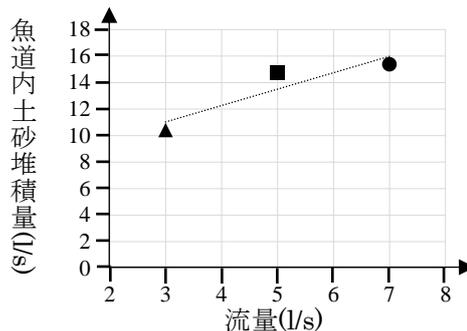


(a)Run1(Q=3.0(l/s), Qs=20(l))



(b)Run3(Q=7.0(l/s), Qs=20(l))

図-7 堆積コンター図



▲Q=3.0(l/s) ■Q=5.0(l/s) ●Q=7.0(l/s)

図-8 流量及び魚道内の土砂堆積量の関係図

表-3 流量及び魚道内の土砂堆積量の関係

RunNo.	流量Q (l/s)	土砂量 (l/s)	第1コーンの上流に堆積した土砂量Qs1(l)	水路から流出した土砂量Qs2(l)	魚道内に堆積した土砂量Qs(l)
Run1	3	20	9.58	0.00	10.42
Run2	5		5.28	0.00	14.72
Run3	7		4.62	0.00	15.38

5. まとめ

本研究では、ハーフコーン魚道周辺部の模型実験を行い、流量に伴う流速分布及び土砂の堆積特性について考察した。今後、勾配、土砂供給量、コーンの設置間隔や方向をパラメータとし、模型実験により比較を行い考察する。

6. 参考文献

Fujita 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