

第II部門

穴あきハーフコーン魚道内に堆積した土砂の排砂特性に関する研究

明石高専建築・都市システム工学専攻 学生会員 ○山崎 弘美
 明石高専都市システム工学科 非会員 田村 修司
 明石高専都市システム工学科 正会員 神田 佳一

1. はじめに

利水目的とする堰や落差工といった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。本研究で対象とする明石川は、兵庫県神戸市北区を水源とした二級河川で、流路延長 26km、流域面積 126.7km²であり、ハーフコーン魚道が多数設置されている(図-1)。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、コーン横断方向上で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、蛇行する流れがあるといった利点がある。一方、洪水時に土砂の流入し、多くの土砂が堆積することによって魚道の機能が低下するといった問題が生じる。そこで本研究では、明石川水系のハーフコーン魚道を対象として、魚道内の流れと土砂の堆積及び排出特性について模型実験により考察する。

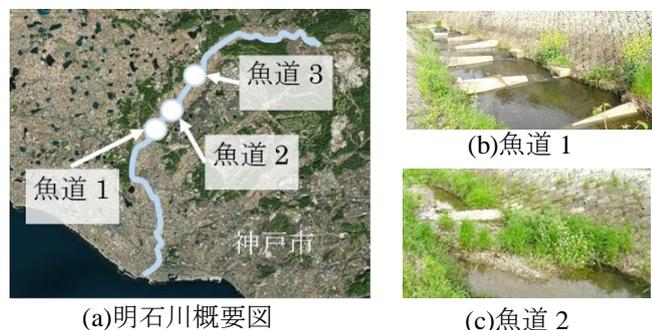


図-1 明石川概要

2. 実験概要

明石川のハーフコーン魚道に対して縮尺約 1/5 の魚道模型実験水路(図-2)を用いて実験を行う。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に、図-2 の(c), (d)に示すようなハーフコーン模型を水路上流端より 1.6 (m) の地点から 0.4 (m) ごとに 14 基設置した。現地を参照としたハーフコーンの実験に加え、穴あきハーフコーンの実験では、上流から数えて偶数のハーフコーンについて、図-2 の(e), (f)に示すようにコーンの底部に穴を開けて実験を行う。

実験条件を表-1 に示し、水路床勾配 I を 1/12 及び 1/20 とする。水路に流量 5.0(l/s)を通水し、土砂供給量は 5 分間で 20 (l)投入する。その後、水だけを通水して土砂の排出特性を調べる実験として、土砂の供給を止め、流量を 1.0(l/s)と小さくして 120 分間通水を行う。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 手法を用いて解析を行う。また、土砂の堆積特性を測定するため、4 号珪砂の平均粒径 0.88(mm)のほぼ様な砂を第 1 コーンの上流 1.2(m)から給砂し、堆積状況を測定する。

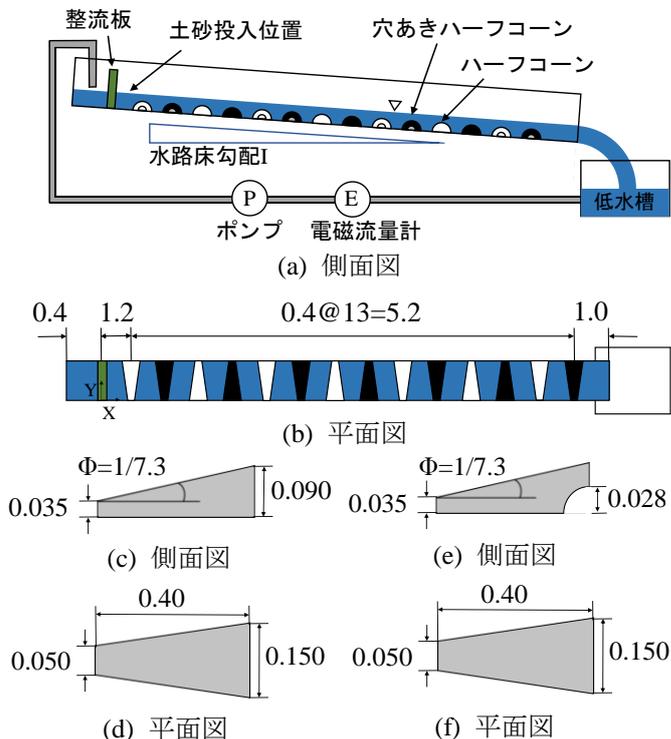


図-2 実験装置概略図(単位：m)

表-1 実験条件

Run No.	穴の有無	水路床勾配 I	土砂供給量 Qs(l)	供給時流量 Q (l/s)	給砂後流量 Qw (l/s)
Run 1	無	1/12	20	5.0	1.0
Run 2		1/20			
Run 3	有	1/12			
Run 4		1/20			

3. 実験結果及び考察

3.1 表面流速

表面流速の結果について現地を模したハーフコーン (Run1)は図-3の(a), 穴あきハーフコーンの結果(Run3)は図-3の(b)に示す。現地を模したハーフコーンの結果(図-3(a))より、各コーン上の流れについて、コーン先端部では流れは卓越しており、コーン横断方向上では様々な流速が得られる。設置方向が同じコーン間では、上流側のコーンの先端部を越流した流れは、側岸に沿って流れ、下流側のコーンにより分かれる。一方は、そのまま下流側のコーンの先端を越流する高速流となるが、他方では、対岸で平面渦となり流速は著しく小さくなっていることがわかる。また、設置方向が異なるコーン間では、コーンの先端部に向かい蛇行する流れとなる。穴あきの結果では、蛇行する流れに加えて、その上流側で渦が確認できる。

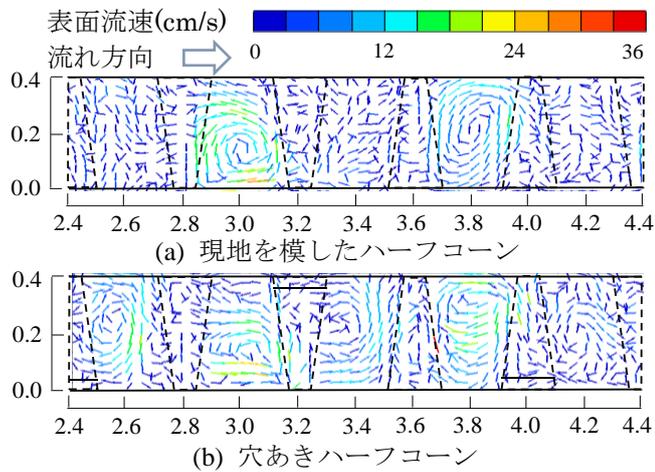


図-3 表面流速の分布図(I=1/12, Qw=1.0)

3.2 土砂の排砂特性

現地を模したハーフコーン (Run1) の土砂の堆積の結果について図-4 に示す. 設置方向が異なるコーン間において表面流速の特徴より先端から先端へ蛇行する流れが発生ため, T=5(min)ではその流れに沿って土砂が堆積している. その後は時間が経過するごとに先端部だけに土砂が残ることがわかる. また, 同一方向に設置されたコーン間では, T=5(min)の結果より先端部に多く堆積していたが時間が経過していくにつれて, 流れの遅いプールになっているコーン底部に土砂が堆積するため, 下流に流れていかないことが確認できる.

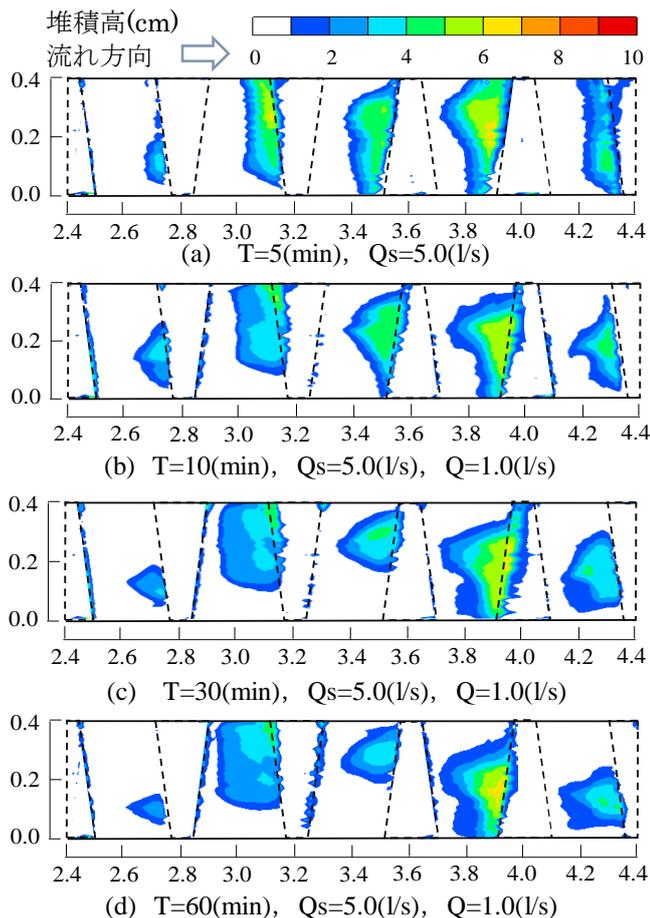


図-4 堆積コンター図(現地を模したハーフコーン)

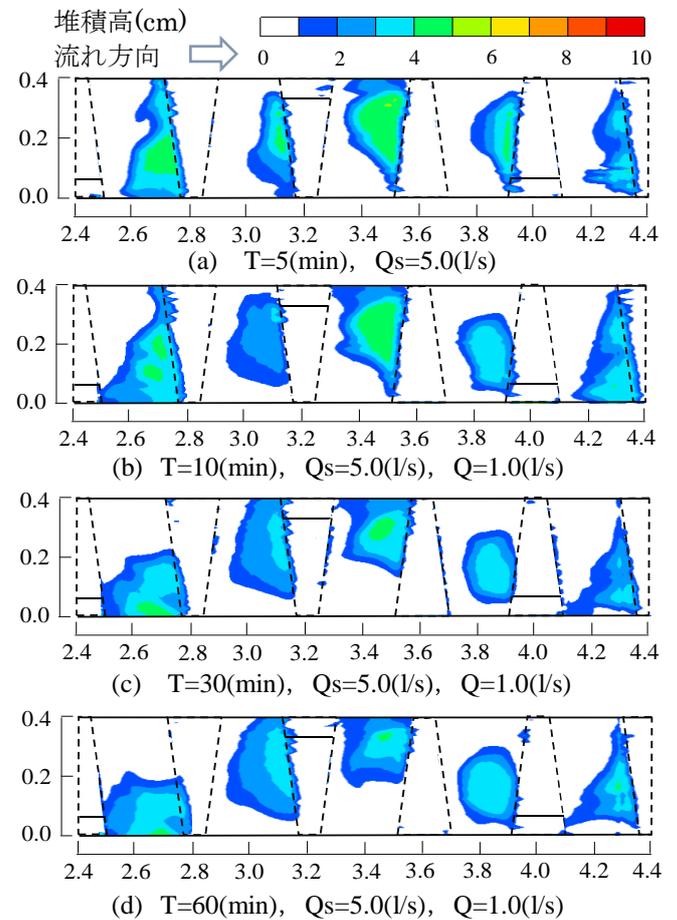


図-5 堆積コンター図(穴あきハーフコーン)

穴あきハーフコーン (Run3) の土砂の堆積の結果について図-5 に示す. 図-5 より, 穴の上流の土砂の排砂効果及び穴の下流の土砂のフラッシュ効果が確認できる. T=30(min)では, 第6コーンを含める上流側のコーンでは穴の閉塞が起きているため, 上流側では土砂堆積形状は穴無しハーフコーンを用いた場合の結果と似たような形状を示しているが, 第8コーンから下流の穴あきハーフコーンの閉塞は見られず, 穴の上流の土砂の排砂効果及び穴の下流の土砂のフラッシュ効果が確認できる. T=5(min)では, 上流側で土砂が多く堆積するため, その後水だけを 1.0(l/s)流した場合では土砂が下流に流される土砂量は少なく, 下流側では穴の閉塞が起こらなかつたと考えられる. しかし, 上流側のコーンの穴の形状を変えるといった対策が必要である.

4. まとめ

本研究では, 明石川水系を対象としてハーフコーン魚道内の流れと土砂の堆積及び排砂特性について模型実験を通して検討を行った. 今後は, 流量やハーフコーンの形状をパラメータとして実験を行う予定である. また, 平面二次元数値解析や三次元数値解析により検討する.

【参考文献】

- 1) 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