

バンダル型水制群周辺における浮遊砂を伴う流れの特性に関する実験的研究
Experimental Study on Flow Field around Bandal-like Structures
under Suspended Load Transport Condition

○西尾 慧・中川 一・川池 健司・張 浩
○Kei NISHIO, Hajime NAKAGAWA, Kenji KAWAIKE and Hao ZHANG

This paper is intended to investigate the characteristics of suspended sediment transport and flow field surrounding Bandal-like structures. Bandal-like structure is a kind of groin which may be considered as a combined structure consisting of an impermeable groin at the upper part and a permeable groin at the lower part. Bandal-like structure is an indigenous structure used in the Indian Subcontinent for navigation enhancement, bank protection and channel stabilization. Bandal-like structure works well under suspended sediment conditions. It is important to clarify the hydraulic and morphological implications of it in order to understand its performances and working mechanisms. In this study, attempts have been made to clarify its functions scientifically with a laboratory experimental study on the local flow, suspended load concentration and bed deposition around the structures. (128words)

1. はじめに

バンダルとは乾季の舟運改善のために河岸近傍に設置された、インドやバングラデシュなど国々の大河川で良く見られる伝統的な構造物である。バンダルは竹や木で作られ、水の透過しない上部と透過型の下部で成り立つ。バンダルは舟運の改善だけでなく、河岸浸食防止対策としてもブラマプトラ川など大河川において広く使われている¹⁾。著者らの研究グループは、バンダルの材質を無視した同様の構造物をバンダル型水制とし、主に掃流砂を対象とした水理特性を研究してきた。だが、バンダルは掃流砂と異なり水中を拡散して移動する浮遊砂の卓越した大陸河川で活躍している。水制周辺の浮遊砂を対象として、粕谷²⁾や谷³⁾などは、水制域の流れ・堆積・浮遊砂濃度の関連を研究しているが、空間的に詳しく河床変動や浮遊砂濃度などを測定した研究は少なく、さらなる知見が求められる。そこで本研究ではバンダル型水制周辺の流れ場や河床変動に浮遊砂という要素を考慮した研究を行った。

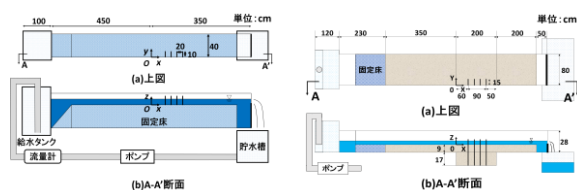


図 1 実験水路図

2. 実験概要

本実験は京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーにある直線水路を用いた。固定床実験と移動床実験は、各々図-1、図-2 の水路と水制を用いた。水理条件を表-1 に示す。浮遊砂として粒径 $92.9 \mu\text{m}$ 、密度 2.65g/cm^3 の珪砂 8 号砂を用いた。

3. 実験結果と考察

不透過型水制を用いた実験も行ったが、バンダル型水制を設置したケースの河床変動と流速、浮遊砂濃度（鉛直平均）の結果のみ示している。バンダル型水制を上流側から A, B, C, D とする。

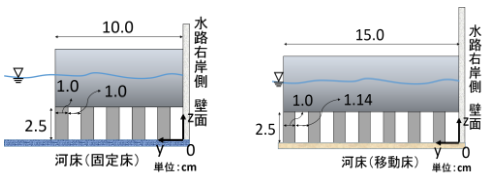


図 2 バンダル型水制

表 1 水理条件

	Case	Case1 FixFlat	Case2 FixImper	Case3 FixBandal	Case4 MovFlat	Case5 MovBandal
水路勾配	I	1/1280		1/800		
水路幅 (cm)	B	40		80		
水温 (度)	T	10.0		15.0		
流量 (l/s)	Q	5.70		9.18		
初期平均水深 (cm)	h_0	4.43		5.0		
断面平均流速 (cm/s)	U	32.17		22.95		
レイノルズ数	Re	10884		12503		
フルード数	F_r	0.49		0.33		
摩擦速度 (cm/s)	u_*	1.67		2.33		
土砂供給量 (g/h)	Q_s	2.83 (体積濃度から換算)		2.18		
境界摩擦速度 (cm/s)	u_{*c}	1.37		1.33		
土砂沈降速度 (cm/s)	w_f	0.565		0.643		
砂粒レイノルズ数	Re_s	1.17		1.35		

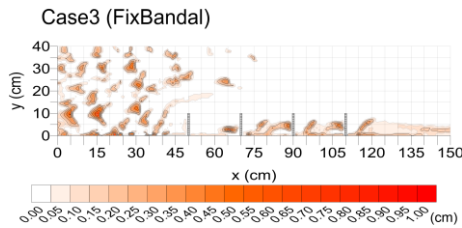


図 3 河床変動 (Case3)

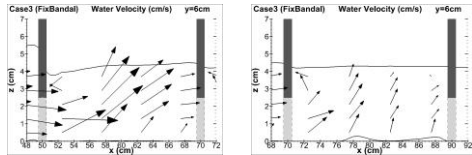


図 4 局所流速 (Case3)

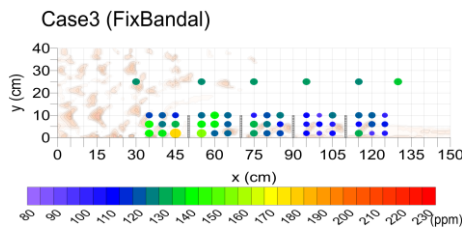


図 5 浮遊砂濃度 (Case3)

(1) Case3 (固定床実験)

A 背後は流れが速いため堆積がなく、BC、CD 間の堆積は酷似している(図-3)。堆積筋が 2 本見られ、バンドルを通過して主流域に寄る上昇流れ(図-4)に沿った堆積と、バンドル通過前にある減速領域で浮遊砂が沈降したものである。浮遊砂濃度(図-5)は主流域で高く、バンドル間でも堆積のある地点の濃度は低く、下流ほど低下している。

(2) Case5 (移動床実験)

図-6 より A による水撥ね効果で主流域は洗掘傾向にある。バンドル間には堆積傾向にある。固定床と同様、A 背後に堆積はないが B 上流側での堆積が認められる。BC 間、CD 間に明瞭な堆積筋はなかったが、初期河床からの透過部の高さ 2.5cm を超える山状の堆積領域が形成されており、C や D 上流右岸側で平坦な堆積領域が見られた。図-7 より、A や B 背後で横断方向に軸を持つ渦が洗掘を起こすこと、B や C の上流側は河床に沿った流れで、全体的に上向きの流速が目立つ固定床とは異なる流れとわかる。浮遊砂濃度(図-8)は固定床と同様、主流域が高くバンドル間で低い。また下流側に行くほど低下傾向にある。鉛直平均のため、水撥ねで主流域に流れが向かう分、バンドル上下流側を比較すると上流側のほうが高い値をとる。

4. 結論

本研究ではバンドル型水制群周辺の浮遊砂を伴

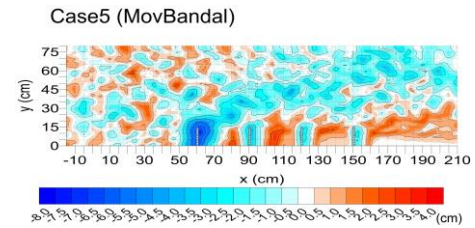


図 6 河床変動 (Case5)

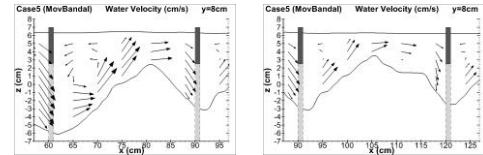


図 7 局所流速 (Case5)

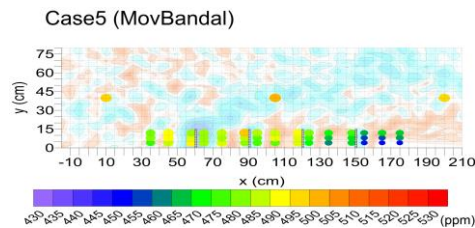


図 8 浮遊砂濃度 (Case5)

う水理特性に関する実験的研究を行い、浮遊砂濃度の空間分布や河床変動との関係を考察した。そして浮遊砂を考慮することの重要性を裏付けた。

今後は、より綿密に浮遊砂の拡散と河床変動に関する考察をするために、流れ場の乱れや摩擦速度分布などを計測・検討することが課題となる。また、数値計算による現象の再現や予測を進め、実河川への適用を目指すためのモデル構築が必要となる。

謝辞：本研究は地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) :『バングラデシュ国における高潮・洪水被害の防止軽減技術の研究開発』の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) Rahman, M.M., Nakagawa, H., Ishigaki, T. and Khaleduzzaman, A.T.M., Channel stabilization using Bandalling, Annuals of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, No.46B, pp.613-618, 2003
- 2) 粕谷泉, 池田駿介, 吉池智明: 不透過水制群を有する開水路流れと浮遊砂輸送, 土木学会第 55 回 年次学術講演会, II-216, 2000
- 3) 谷祖鵬, 赤堀良介, 池田駿介: 水制周辺における流れの瞬間構造と浮遊砂輸送の関係に関する研究, 混相流, 23 巻, 5 号, pp.615-626, 2010