

異なる流量の流れ場におけるバンドル型水制群周辺の河床変動に関する研究 Study on Bed Deformation around Bandal-like Structure under Different Discharge Conditions

○橋崎 卓・長谷川 祐治・張 浩・川池 健司・中川 一

○Taku HASHIZAKI, Yuji HASEGAWA, Hao ZHANG, Kenji KAWAIKE, Hajime NAKAGAWA

This paper aims to investigate the influence of Bandal-like structures on the bed deformation under different discharge through the laboratory experiments. Bandal-like structure is a kind of hybrid spur dike which has a top impermeable part and bottom permeable part. It is commonly used in South Asian Countries like Bangladesh for land reclamation, mitigation of bank erosion, improving channel for navigation, etc. The response of a channel with Bandal-like structures to a seasonal flood flow has been investigated through an inflow hydrograph. Experimental results showed little bed deformation during the initial low flow whereas significant bed deformation was observed during the peak of the hydrograph especially around the structures. Consequently the deformed bed could not be further affected during the final low of the hydrograph.

1. 序論

バングラデシュでは細砂成分を多く含む大陸河川において、河岸侵食の防止および土地の創生を目的にバンドルと呼ばれる伝統的な水制工を設置している。バンドルの構造的特徴として、上部は不透過型で流速の大きい水面付近の流れを遮断し、下部は不透過型で浮遊砂濃度の高い河床近傍の流れを通すことが挙げられる。

著者らの研究グループではバンドルの材質を無視した同様の構造物をバンドル型水制とし、これまでバンドル型水制に関する様々な研究^{1,2)}を行ってきた。しかしながら、これまでの研究では一定流量の通水実験のみであり、実現に近い流量変化を用いた実験は行われていない。そこで本研究では矩形ハイドログラフを用いて2種類の定常流の流量変化を与えることで、流量変化がバンドル型水制群周辺の河床変動に与える影響を明らかにすることを目的とする。

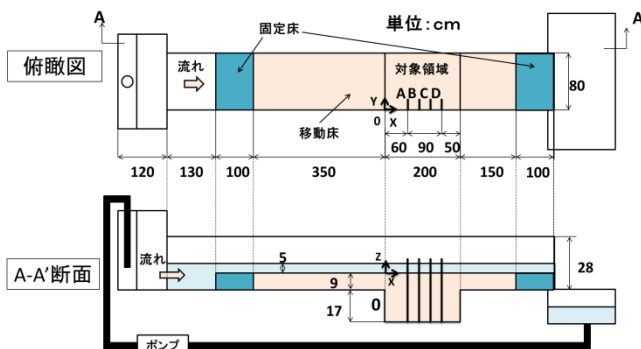


図1 実験水路

2. 実験概要

本実験は京都大学宇治川オープンラボラトリーにある直線水路を用いた。(図1)使用した土砂は粒径 $92.9\mu\text{m}$ 、密度 2.65g/cm^3 の珪砂8号である。表1の水理条件における等流水深は、予備実験でバンドル型水制を設置していない条件において測定された値である。図2に流量ハイドログラフとバンドル型水制の模式図を示す。ハイドログラフは、予備実験でバンドル型水制群を設置した際、各流量で初期河床から平衡状態に達する時間を測定し、それらを各ステップの通水時間とした。バンドル型水制は透過部を高さ 2.5cm 、幅 1cm 、長さ 15cm とし、水路右岸に 30cm 間隔で4基設置した。

表1 水理条件表

| ステップ名 | | Step1 | Step2 | Step3 |
|--------------|-----------------|-------|-------|-------|
| 水制形式 | | 非越流 | | |
| 水温[°C] | T | 9.5 | | |
| 流量[L/s] | Q | 3.06 | 9.18 | 3.06 |
| 通水時間[h] | t | 8 | 5 | 8 |
| 給砂量[g/s] | Q _s | 0.37 | 2.48 | 0.37 |
| 水路勾配 | I | 1/800 | | |
| 水路幅[cm] | B | 80 | | |
| 等流水深[cm] | h ₀ | 2.87 | 6.24 | 2.87 |
| 断面平均流速[cm/s] | U ₀ | 13.3 | 18.4 | 13.3 |
| 摩擦速度[cm/s] | u _* | 1.81 | 2.57 | 1.81 |
| 限界摩擦速度[cm/s] | u _{*c} | 1.30 | | |
| 沈降速度 | w _f | 0.56 | | |
| レイノルズ数 | Re | 2879 | 8638 | 2879 |
| フルード数 | Fr | 0.25 | 0.24 | 0.25 |
| 砂粒レイノルズ数 | Re _s | 1.26 | 1.78 | 1.26 |

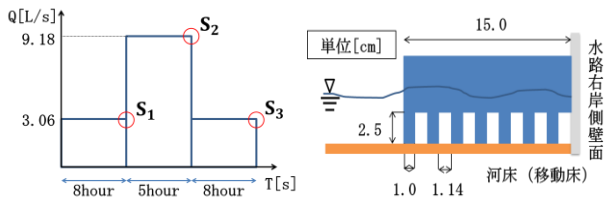


図2 流量ハイドログラフとバンドル型水制

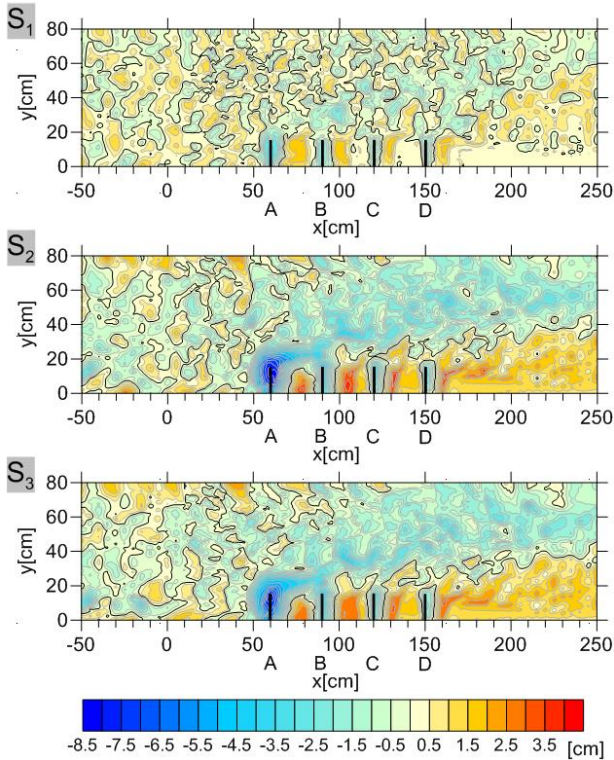


図3 各ステップ終了時の河床変動

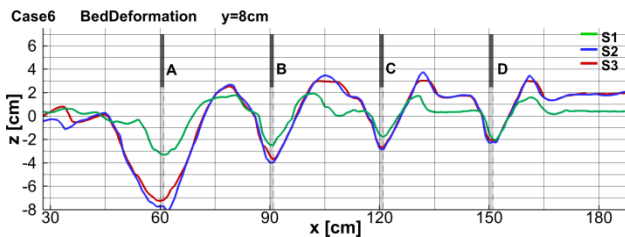


図4 河床変動の縦断面図(y=8cm)

3. 実験結果と考察

各ステップ終了時の河床変動の結果を図3, 4に示す。以下では各ステップ終了時の河床変動をそれぞれ S_1, S_2, S_3 とし、またバンドル型水制を上流側からA, B, C, Dとする。

(1) S_1 と S_2 の比較

流量の大きいStep2において、Step1に比べ浮遊砂濃度の増加・バンドル型水制への接近流の増加・不透過部分の水の遮蔽面積増加が引き起こされるため、水制間および水制背後での土砂堆積、水制周辺の洗堀孔の拡大および洗堀深の増加、主流域の河床低下がみられる。

(2) S_2 と S_3 の比較

図4より特に水制A周辺で洗堀孔の埋戻しがみられる。上流から輸送される土砂が洗堀孔に流入する場合、Step2に比べ摩擦速度が低下しているため、流入した土砂は巻き上がりおよび掃流されにくく、洗堀孔で留まることがわかる。

また水制域での河床変動はほとんど見られない。これは水制AB間で堆積した土砂が不透過型水制のように水刎ね効果を発揮し、主流方向への流れの向きを変えることによって、下流側の水制域に死水域が生じたためであると考えられる。

(3) S_1 と S_3 の比較

同じ流量を同じ時間通水したにも関わらず、河床形状が復元しなかった。これよりバンドル型水制が河床変動のヒステリシスを生じさせ、洪水期を経ることでバンドル型水制による土砂堆積および航路維持の効果を大きく発揮することを示した。

4. 結論

本研究では流量変化を伴うバンドル型水制群周辺の河床変動について水路実験を行い、

- ・減水期に水制周辺の埋戻しがみられる。
- ・洪水期を経ることでバンドル型水制の土砂堆積および航路維持の能力を大きく発揮できるなどの現象を明らかにした。

今後は様々な、連続的に変化する流量ハイドログラフを用いた実験や、混合砂を用いた実験を行うこと、さらには数値解析による再現計算を行うことが課題として挙げられる。

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) 西尾慧, 中川一, 川池健司, 張浩: バンド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, 水工学論文集, 第60巻, 2016