

固定床上に設置された水制周辺の流砂特性

Sediment transport characteristics around a spur dike installed on the rigid bed

○久加朋子, 竹林洋史, 藤田正治

○Tomoko KYUKA, Hiroshi TAKEBAYASHI, Masaharu FUJITA

Characteristics of sediment transportation around a spur dike installed on the rigid bed are discussed by use of numerical analysis. As those results, the shear stress in the upstream area of the spur dike was smaller than the critical shear stress of supplied sediment, and the transport direction of sediment was changed to the opposite bank side of the bank with the spur dike in the upstream area of the spur dike. On the other hand, shear stress is large around the spur dike. However, sediment is not transported there and the downstream area of the spur dike, because of the small shear stress in the upstream area of the spur dike.

1. はじめに

固定床化した河道上へ土砂を堆積させ、生物の生息環境を改善する取組みは各地で実施されているが、その技術は未確立である。久加ら¹⁾は水制を利用する手法を試みたが、移動床の場合と異なり、水制下流域に土砂は殆ど堆積しかつた。本研究では、数値計算を用いて固定床上に設置した水制周りの流砂特性について検討した。

2. 数値計算の解析条件

流れの計算は、平面二次元浅水流方程式を用いた。河床近傍の流速は、水深平均流速の流線の曲率より予測し、係数値は 7.0 を用いた。一様粒径の掃流砂のみを扱い、固定床上の流砂量²⁾および河床位方程式³⁾には以下の式を用いた。

$$q_b = 17 \frac{\rho u_{*e}^3}{(\rho_s - \rho)g} \left(1 - \sqrt{K_c} \frac{u_{*c}}{u_*} \right) \left(1 - K_c \frac{u_{*c}^2}{u_*^2} \right) r_b \quad (1)$$

$$r_b = 1 \quad E_{sd} \geq E_{be}, \quad r_b = \frac{E_b}{E_{be}} \quad E_{sd} \leq E_{be} \quad (2)$$

$$\frac{\partial c_b E_b}{\partial t} + (1 - \lambda) \frac{\partial z_b}{\partial t} + \frac{\partial q_{bx}}{\partial x} + \frac{\partial q_{by}}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{E_{be}}{d} = \frac{1}{c_b \cos \theta (\tan \phi - \tan \theta)} \tau_* \quad (4)$$

ここに、 u_* は摩擦速度、 u_{*e} は有効摩擦速度、 u_{*c} は限界摩擦速度、 r_b は交換層厚さに関する関数、 K_c は河床の局所勾配の影響による補正関数、 c_b は掃流砂の濃度、 E_b は掃流砂層厚、 E_{be} は平衡掃流砂層厚、 q_{bx} と q_{by} はそれぞれ x 及び y 方向の単位幅掃流砂量、 λ は土砂の空隙率、 z_b は河床位、 d は河床材料の粒径、 τ_* は無次元掃流力、 θ は流砂の方向の局所河床勾配、 ϕ は砂の内部摩擦角である。

計算領域は長さ 2m、幅 0.2m、勾配 0.003 の固定側岸を有した直線矩形水路とし、上流から 1m 地点の右岸側に横断長 30mm の非越流型の水制を 1 基設置した。上流境界からの流砂量は、平衡掃流砂量の 1/3 を与えた。表 1 に解析条件を示す。

表 1 解析条件

	流量 (m ³ /s)	粒径(mm)
Case FS-1	0.00125 (定常)	0.53
Case FS-2	0.0025 (定常)	0.53
Case FS-3	0~0.0025 (非定常)	0.53
Case FS-4	0.00125 (定常)	0.20

3. 結果と考察

数値計算の結果、固定床上に設置された水制上流域には広い範囲で無次元掃流力以下の領域が広がっていた。これより、水制周りには上流域からの流砂が水制周りへと流れ込まず、水制下流域に堆積するための土砂が供給されないことが示された。一方、流れが非定常の場合、流砂の流れる領域が定常流れに比べて広がった。これは、流量増加時に水制前後の水面の横断勾配が大きくなり、水制の下流域へと土砂が流れ込みやすくなるためであり、流れの非定常性は、水制下流域への土砂の輸送・交換を促進する効果があると推察される。

参考文献

- 1) 久加朋子・藤田正治・竹林洋史：コンクリート三面張り河川における河川生物の生息場所再生に関する技術検討。河川技術論文集, No.17, pp.503-508, 2011
- 2) 芦田和男, 江頭進治, 劉炳義：蛇行流路における流砂の分級および河床変動に関する数値解析, 水工学論文集, No.35, pp.383-390, 1991.
- 3) Loc X. L., Egashira S. and Takebayashi H. : Investigation of Tan Chau Reach in Lower Mekong Using Field Data and Numerical Simulation, Proceedings of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol.48, No.2, pp.1057-1062, 2004