

平坦河床上に設置した置石工による河床変動制御に関する模型実験

明石工業高等専門学校専攻科 学生員 ○野村麻利恵  
 明石工業高等専門学校 正会員 神田 佳一

1. はじめに

低平地の沖積河道では、防災面から河積の確保と安定が求められる一方、生態系の保全や景観等の環境面から瀬や淵などの多様な空間の創出が望まれている。既報<sup>1)</sup>では、円山川水系出石川下流の直線河道を対象として、一方の河岸近傍に自然石を設置し、流下能力を阻害することをなく瀬・淵等の多様な河道空間を創出するための置石工に着目し、年最大流量規模の小洪水時における置石周辺の流れや河床変動に関する実験的検討を行った。本報では、さらに置石の形状と配置を変化させた場合の河床変動特性について考察した。

2. 実験概要

実験には、全長 6.4[m]、幅 0.8[m]、高さ 0.5[m]、水路勾配 1/1000 の長方形断面水路を用い、全区間に亘って平均粒径  $d=0.088[\text{cm}]$  の一様な砂を、13[cm]の厚さで敷き均した移動床とした。置石模型としては、図 1 に示す 1 辺の長さ  $k=1.5[\text{cm}]$  の六脚ブロックを図 2 に示す長さ  $L=30[\text{cm}]$  及び  $20[\text{cm}]$ 、フランジ幅  $b=10[\text{cm}]$  の H 鋼上に 27 個及び 18 個設置したものを 1 ユニットの置石群とした。ブロックの基準面は、ブロックの上面から 1.5[cm] 下方(図 1 の A-A)とし、河床面高さに一致させている。これを図 2 に示すように、水路上流端より 3.2[m] 下流の地点 ( $X=0[\text{m}]$ ) から 0.8[m] の区間の左岸側あるいは両岸に 3 基または 5 基設置した。設置間隔はそれぞれ  $S_b=0.4[\text{m}]$  及び  $0.2[\text{m}]$  である。

実験条件は表 1 に示す通りである。流量は出石川の年平均最大流量  $270[\text{m}^3/\text{s}]$  をフルード相似則から算出したものを基準として、 $Q=15.0[\text{l/s}]$  を算出し、流量の違いによる差異を知るためにこれの前後 1, 2 割程度の流量  $13.5[\text{l/s}]$  及び  $17.5[\text{l/s}]$  の計 3 通りとし、通水時間は、いずれの場合も、それ以上河床変動が生じない平衡状態と判断される  $T=120[\text{min}]$  とした。測定項目は表面流速及び通水後の河床位である。表面流速については、粒径  $50[\mu\text{m}]$  程度の PVC 粉末をトレーサーとして、その挙動を水路斜め後方からビデオカメラで撮影し、LSPIV 解析により求めた。解析

には藤田ら<sup>2)</sup>が開発した解析プログラムを用いている。

3. 実験結果及び考察

3.1 置石周辺の流れ特性

図 3 は、LSPIV 解析より得られた RunA-1(上図)及び RunB-1(下図)における流下方向の表面流速分布を示したものである。RunA-1 においては各置石群の上端 ( $X=-10[\text{cm}]$ 、 $30[\text{cm}]$ 、 $70[\text{cm}]$ 、 $Y=30[\text{cm}]$ ) 付近で右岸方向の速度成分が卓越しており、その値は上流ほど顕著である。また、RunB-1 においては第 1 置石群先端直上流

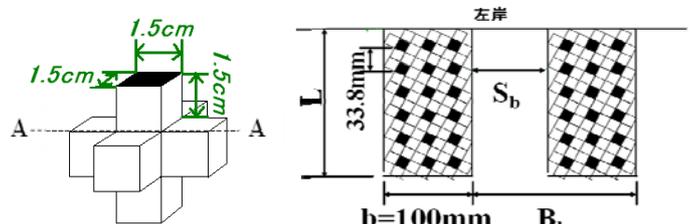


図 1 六脚ブロック 図 2 置石群模型  
 表 1 実験条件

実験番号	置石群			流量 Q[l/s]	等流水深 h[cm]	摩擦速度 $U_*[\text{cm/s}]$
	Bb/b	長さ	配置			
RunA-1	4 (3基)	30	左岸	13.5	4.49	1.99
RunA-2				15	4.84	2.06
RunA-3				17.5	5.29	2.14
RunC-1		20	左右岸	13.5	4.49	1.99
RunE-1	2 (5基)	30	左岸	13.5	4.52	1.99
RunB-1				15	4.87	2.06
RunB-2				17.5	5.32	2.14
RunD-1		13.5	4.52	1.99		
RunD-3				17.5	5.32	2.14

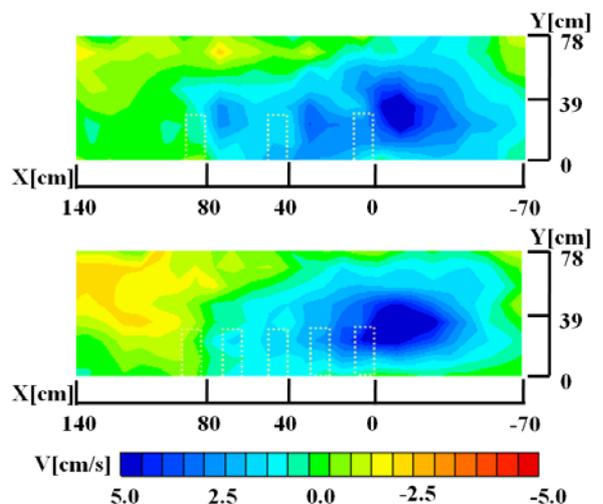


図 3 横断方向の流速分布(RunA-1, RunB-1)

キーワード：置石、イボ型祖度、河床変動、水理実験、PIV

連絡先：兵庫県明石市魚住町西岡 679-3, TEL(078-946-6178), FAX(078-946-6184), e-mail (kanda@akashi.ac.jp)

( $X=-10[\text{cm}]$ 、 $Y=30[\text{cm}]$ ) 付近で右岸方向の速度成分が卓越している。置石群の下流では( $X>120[\text{cm}]$ )、ともに右岸から左岸に向う流れが生じ、置石群列を迂回して蛇行している様子が読み取れる。

### 3.2 河床変動特性

図4に長さ30[cm]の置石群を設置したRunA-1及びRunB-1における通水後の初期河床面からの河床変動量を示す。置石群を3基設置したRunA-1では、それぞれの置石群先端付近で3[cm]程度の局所的な洗掘が生じており、各置石群の上流側では堆積が見られる。また、右岸側から流送された砂が置石下流端水路中央部から右岸方向に $X=200[\text{cm}]$ の範囲で砂州状の堆積地形を形成している。前項で述べたように、水流はこの砂州の前縁部を横断して流れるので、その直下流部で河床低下が生じている。置石群を5基設置したRunB-1では、これらの置石群が一体となって一つの大きな置石群となって作用し、第一置石群先端から下流にかけて広範囲で河床の低下がみられる。また、RunA-1で見られた砂州上の堆積はより下流域にまで及んでいることがわかる。

図5に置石群を3基設置したRunA-1、RunC-1及びRunE-1における通水後の河床変動量を示す。長さ20[cm]の置石群を設置したRunC-1では長さ30[cm]の置石群を設置したRunA-1とは異なり、置石群先端と右岸の中央部で河床の低下が見られた。また、最下端の置石群の先端から下流域にかけて砂州上の堆積が見られるとともに、左岸側にも堆積が生じている。長さ20[cm]の置石群を交互に設置したRunE-1では、置石群の設置されていない水路中央部に流れが集中し、RunC-1に比較して流路の固定化が顕著になっている。

図6に各Runにおける第一置石群設置箇所での河床変動量の横断方向分布を示した。すべてのRunに共通して置石群の先端で最も河床低下がみられ、その値は置石群長さが長いほどより顕著であるといえる。

### 4. まとめ

本研究では、自己流によって多様な河道空間を創出するための置石工法の水理効果について実験的に考察した。水路に置石群列を設置することにより、置石部では抵抗の増大により減速し、右岸方向への横断方向流速が卓越する。置石群の先端付近では河床低下が生じ、その下流部では水路中央部から右岸方向に砂州が発達する。また、置石群の間隔が広いほど各置石群先端での河床低下が顕著であること、置石群長さが短くなると河床変動量は減

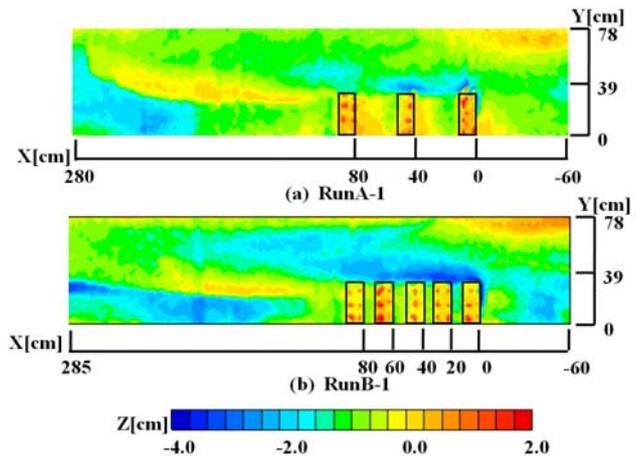


図4 置石群間隔の河床変動への影響

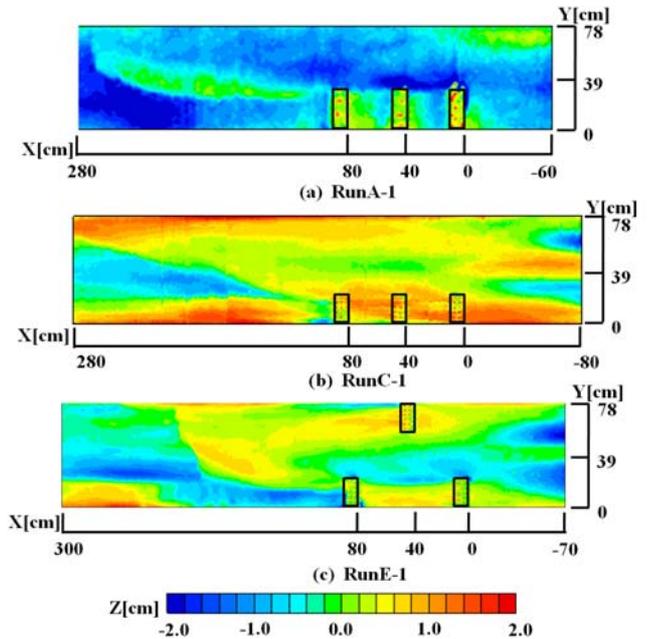


図5 置石群長さ及び配置の河床変動への影響

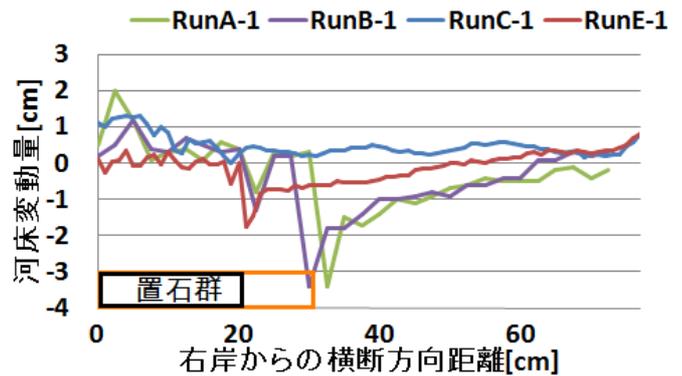


図6 河床変動量の横断方向分布

少すること、左右岸に交互に設置した場合には砂州の形状が変化することが示された。

### 参考文献

- 1) 野村麻利恵・神田佳一：平坦河床上に設置したイボ型置石模型周辺の流れと河床変動，土木学会年次講演会概要集，2008.
- 2) 藤田一郎：PIV 技術の実河川表面流速への応用，河川技術論文集，第4巻，pp.41-46，1998.