

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
 福井大学工学部 秀坂 正綱

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求められている。本研究では、円山川水系出石川下流の直線河道を対象として、河岸の一方に置石を設置することにより、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、その効果を検証するため、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。

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、そのほぼ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 $k=1.5[\text{cm}]$ の六脚ブロックを長さ $L=30[\text{cm}]$ 、フランジ幅 $b=10[\text{cm}]$ の H 鋼上に 27 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スケールダウンしたものを基準として、 $Q=13.5[\text{l/s}]$ 、 $15.0[\text{l/s}]$ 及び $17.5[\text{l/s}]$ の 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、通水中の左右岸水位 ($Y=19.5[\text{cm}]$ 及び $58.5[\text{cm}]$)、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デジタル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¹⁾

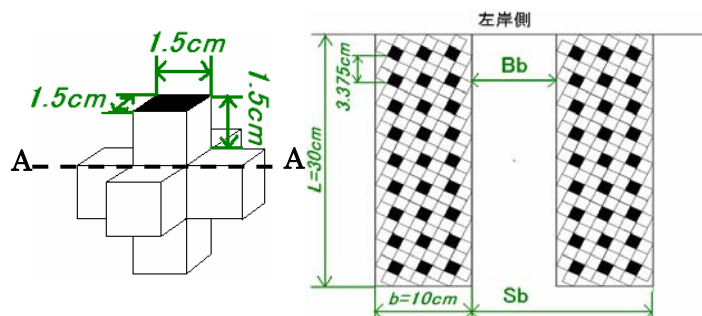


図 1 六脚ブロック 図 2 置石群模型

表 1 実験条件

実験番号	置石群数	流量 $Q[\text{l/s}]$	等流水深 $h[\text{cm}]$	摩擦速度 $U_*[\text{cm/s}]$
Run1-1	3 基 ($S_b/b=4$)	13.5	4.49	1.99
Run1-2		15.0	4.84	2.06
Run1-3		17.5	5.29	2.14
Run2-1	5 基 ($S_b/b=2$)	13.5	4.52	1.99
Run2-2		15.0	4.87	2.06
Run2-3		17.5	5.32	2.14

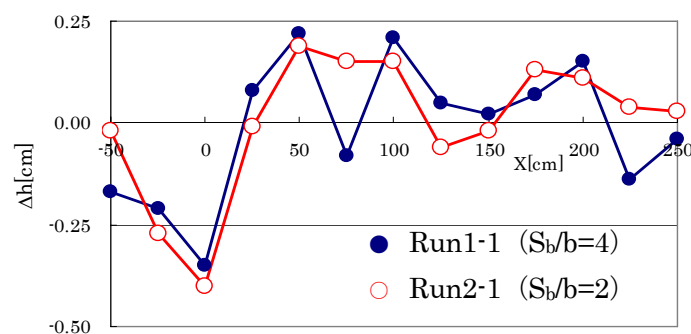


図 3 左右岸水位差の流下方向分布

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、 $Q=13.5[\text{l/s}]$ の場合の左右岸の横断水位差 Δh (右岸側水位が高い場合を正とする) の流下方向分布を示したものである。置石の設置区間より上流部 ($X=-50\sim 0[\text{cm}]$) では、置石の抵抗によって左岸側の水位が高くなっており、逆に置石区間より下流では、その右岸から左岸に向って水面勾配が生じている。

図4は、LSPIV解析より得られたRun1-2における流下方向及び横断方向（右岸方向を正とする）の表面流速成分（U,V）のコンター図を示したものである。Uについてみれば、水路上流端でほぼ一様であった流れが、第1置石群上流部（ $X=-20[\text{cm}]$ ）の水路中央部から右岸域で加速され、逆に置石部では減速し横断方向に流速の変化が生じている。一方、Vは第1置石群先端直上流（ $X=-10[\text{cm}]$ 、 $Y=30[\text{cm}]$ ）付近で右岸方向の速度成分が卓越しており、水面の横断方向の変化と対応している。置石群の下流では（ $X>120[\text{cm}]$ ）、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5にRun1-1、Run2-2及びRun2-3における通水後の初期河床面からの河床変動量を示す。Run1-1の場合では、それぞれの置石群の先端付近で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。置石区間の右岸部では一様に1[cm]程度河床が低下しており、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。水制群を5基設置した場合も、同様の河床変動特性が認められ、流量が大きくなるほど河床変動量は大きくなっていることがわかる。

図6は、各Runにおける置石群先端付近での洗掘深 Z_m の流下方向分布を示したものである。図よりRun1-2を除けば、いずれの場合も、第1置石群先端での洗掘深が最も大きく水深の2～4割程度であって、下流の置石群ほど減少していることがわかる。また、流量の増加に伴って洗掘深は増加するが、その傾向は $S_b/b=2$ の場合の方が顕著である。

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。水路の左岸側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、水位が上昇するとともに、右岸方向への横断方向流速が卓越する。置石群の対岸（右岸側）では、水深の2～4割程度の河床低下が生じ、置石群列の下流部では、水路中央部から右岸方向に単列の砂州が発達する。これは、置石群列によって右岸側に偏寄した流れが、下流部で左岸方

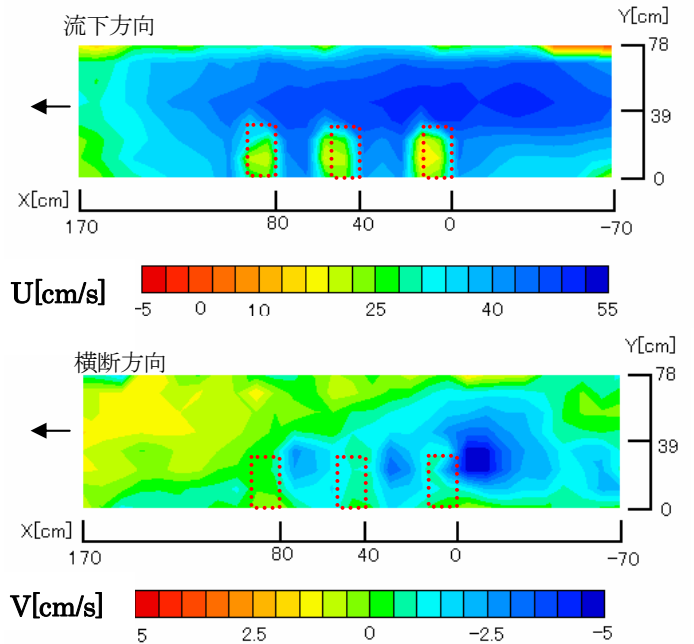


図4 表面流速のコンター図(Run1-2)

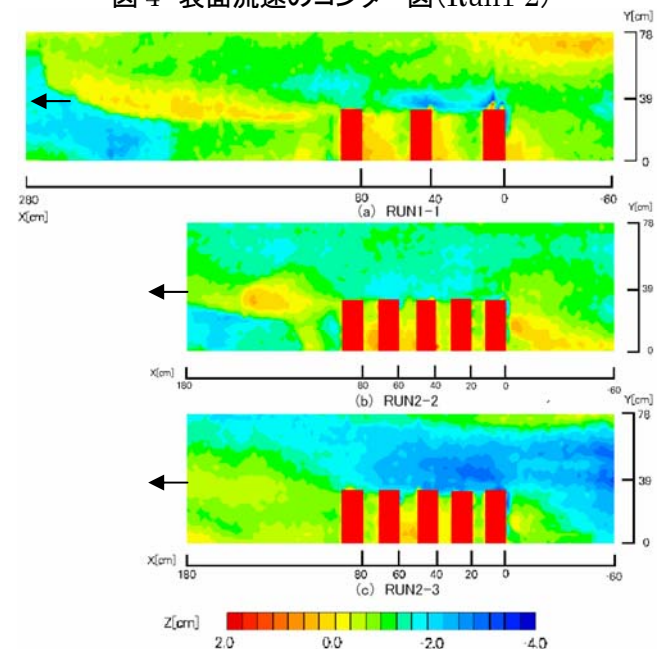


図5 河床変動量のコンター図

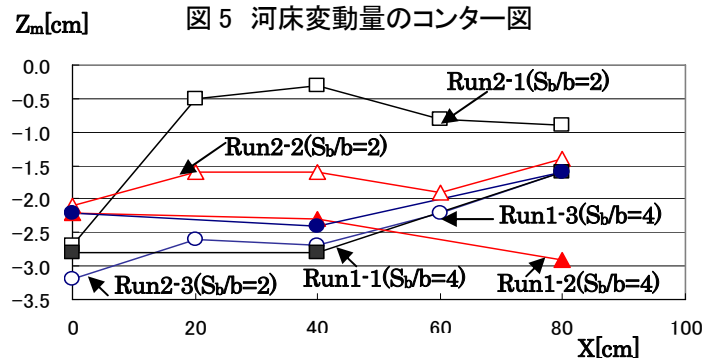


図6 置石群先端の洗掘深の流下方向分布

向に拡散されることにより生じたと考えられる。

参考文献

- 1) 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。