

水制を有する移動床水路の流れに関する実験的研究

東京工業大学大学院 学生会員 ○塩入 同
 東京工業大学大学院 フェロー会員 池田 駿介
 東京工業大学大学院 学生会員 谷 祖鵬
 東京工業大学大学院 正会員 大澤 和敏

1. はじめに

これまで、国内の多くの河川においてダムや堰堤が整備され、治水・利水機能の向上が図られてきた。一方、これらの河川の流砂環境について見る場合、流砂系の分断や洪水調節によるピーク流量の低減などにより本来、瀬や淵の形成に寄与してきた流砂量が減少し、河道の深掘れや滞筋の固定化が顕著になり、その結果、河川生態系の重要な基盤である多様な河床形態が単調なものとなっている。また、海岸においては河川流砂量の減少が海岸侵食の主要因の一つとなっており、河川における流砂量の回復は、緊急の課題とである。そこで、このような河川の流砂量を増加させ流砂環境を回復させる手段として、置き砂などの人為的土砂供給が挙げられるが、河川の疎通能力を保ちつつ流砂量を増加させ、いかに良好な流砂環境を回復させるかは今日の河川管理上重要な問題である。

そこで本研究では、このような河道の深掘れや滞筋の固定化などの解消に向けて、水制の流路変更・河床の攪乱機能に着目し、水制を配置した側岸浸食が可能な移動床水路における水路実験を行った。

2. 実験装置および方法

(1) 実験装置

実験に用いた水路は、全長 12m、幅 1.2mの可変勾配水路である。河床材料として、中央粒径 $d_{50} = 1.0\text{mm}$ の均一に近い珪砂を用いた。河床材料は一旦、水路全域にわたって厚さ 20cmで敷均し、その砂上で成型板を牽引することで水路床幅 31cm、天端間幅 64cm、高さ 8cmの台形水路を作成した（以下これを水路という）。水路上流端には、流入を滑らかにするための絞り板を設置し、水路下流端は河床材料の流出防止と下流端断面における浸透流の防止のために、水路形状と同形の土留め板を設置した。実験水路の概略と諸元は図-1、表-1に示す。

水制の設置にあたっては、作成した水路へ一旦予備通水を行い、河床材料を十分均した後、厚さ 5mmの亚克力板で作成した水制を水路上流端から 3mの左岸側に水路に直角に設置した。水制は 1 基単独の非越流型水制である。水制長は水路床幅を左岸側から 1/4 幅塞ぐ長さのものとし、水制高 30cmである。なお水路形状の決定においては IKEDA, S. et al.¹⁾ を参考にした。

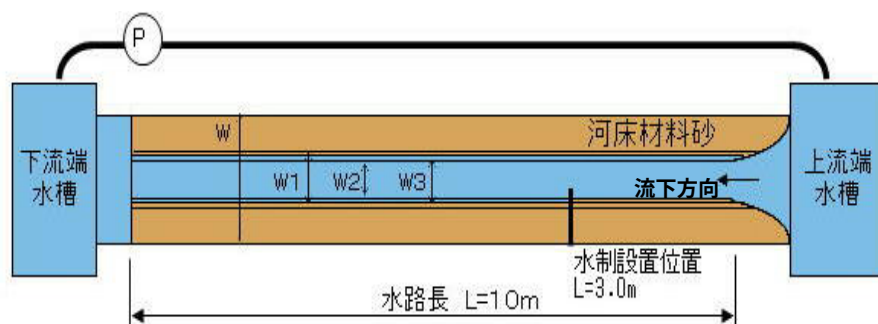


図-1 実験水路平面図

表-1 実験水路諸元

水路長	L = 10.0	m
全幅	W = 120	cm
天端間幅	W1 = 64	cm
水路床幅	W2 = 31	cm
水面幅	W3 = 57	cm
水制長	SDL = 7.5	cm
*ただし 水制長 SDL (W2÷4)		

キーワード 水制, 流砂環境, 深掘れ, 滞筋の固定化

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1-M1-1

東京工業大学 TEL03-5734-2597

FAX03-5734-3577

(2) 実験方法

水制による河床改变後の水路床形状で流速を計測するため、計測に先立ち、水制設置後の水路において**表-2**の実験条件により通水を行い動的平衡状態にある水路床形状を作成した。このとき水制周辺の洗掘の進行が安定し水制対岸の浸食が概ねおさまった時点の河床形態を以って、水路床が動的平衡状態に達したと判断し、通水を停止した。この状態に達するために必要な時間は通水開始後、実験条件の流量を満たしてから約45分を要した。この後排水を行い、河床高をレーザー距離計を用いて計測し、河床材料の表面を希釈ラッカーで固定した上、再度**表-2**の実験条件で通水を行い、動的平衡状態における流速の計測を行った。計測の方法や機器は次のとおり。

流速測定には、二成分電磁流速計を用い、3成分流速を計測した。なお座標系は、上流端右岸の可変勾配水路の河床を基点とし、流下方向にx軸、横断方向にy軸、鉛直方向にz軸をとる。計測断面数は上流から150cmの地点から800cmまでを不等間隔に37断面計測し、計測地点は、それぞれ通水により形成された断面形に合わせて、詳細に計測した。計測点間の流速計の移動はPC制御自動位置決め機を利用した。計測総点数は1769点で、各断面形に合わせて横断方向、鉛直方向にそれぞれ最大14側線、12層の計測を行い、計測断面間隔は2cm~40cmの間で地形に合わせて変化させた。

3. 実験結果とまとめ

地形計測、流速計測の結果をそれぞれ**図-3**、**図-4**に示す。

初期の水路床高さGLは12cmであったが、通水により主に水制前面の洗掘と、対岸浸食により供給された河床材料が水制下流に堆積した状況が見てとれ、水制近傍の洗掘は、既往の論文²⁾などと一致している部分が多い。流速について見ると上流側から平均流速 $U_m=30.3\text{ cm/sec}$ で流入した後、水制付近で加速され最大 42 cm/sec 程度になっていることがわかる。また、ここで特徴的な部分として、水制下流の主流速域が二つの筋に分かれて存在していることが流速計測結果から示されている。この特徴的な主流速分布域は、水制下流側の州の堆積範囲と対応しているようにうかがえ、堆積による地形変化が、このような流速分布に強く関係していると思われる。

表-2 実験条件

流量	$Q = 8.0 \text{ l/sec}$
水深	$H = 6.0 \text{ cm}$ (5m 地点)
平均流速	$U_m = 30.3 \text{ cm/sec}$
水路勾配	$I_0 = 1/1000$
水面幅	$W_3 = 57 \text{ cm}$
レイノルズ数	$Re = 18180$
フルード数	$Fr = 0.39$
無次元掃流力	$\tau_* = 0.032$
摩擦速度	$U_* = 2.27 \text{ cm/sec}$
粒子レイノルズ数	$Re_* = 22.7$

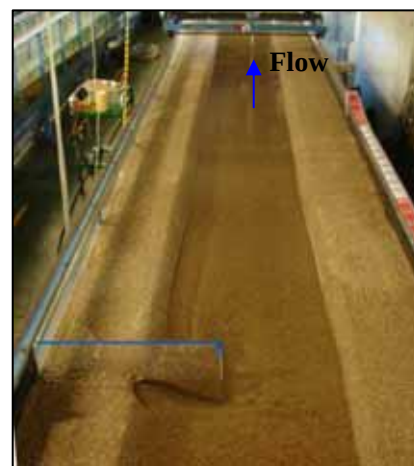


図-2 実験状況の写真

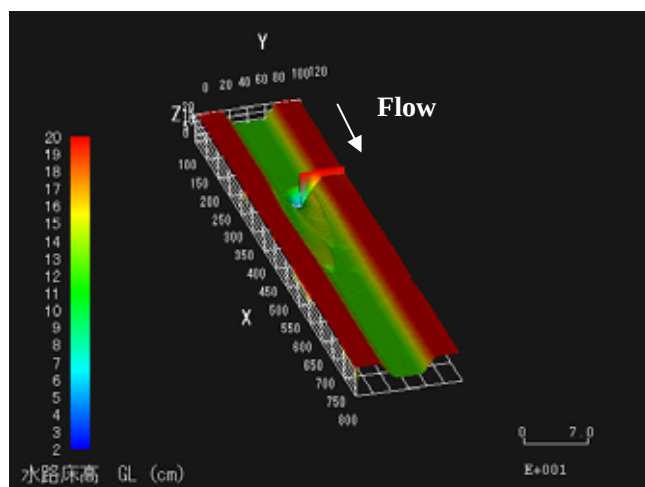


図-3 地形計測結果

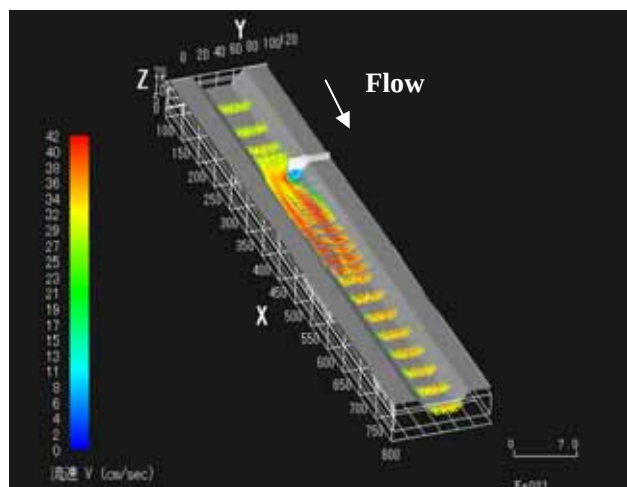


図-4 流速計測結果

参考文献

- 1) IKEDA, S. et al. : Stable Width and Depth of Straight Gravel Rivers With Heterogeneous Bed Materials ,*Water Resources Research*, VOL.24 , NO.5 , pp.713-722 , 1988.
- 2) 道上正規・檜谷治 : 水制周辺の平面2次元河床変動計算に関する研究 , 水工学論文集 , 第36 巻 , pp61-66 , 1992.