

水制高の違いが流れおよび河床へ与える影響

前橋工科大学 学生会員 ○福田 介
前橋工科大学 正会員 平川 隆一
前橋工科大学大学院 学生会員 飯岡 千晶

1. 背景および目的

1990 年に『多自然型川づくり』の推進について」の通達が出され、河川が本来有している生物の良好な生息・生育環境に配慮し、あわせて美しい自然景観を保全あるいは創出する「多自然川づくり」が始まった¹⁾。

その施工例として水制工を用いたものがある²⁾。水制には河川断面の一部の流速を弱める働きがあり、水は狭められた河川断面に集中して流れる。水制を河川両岸に設置することで水流を河岸から遠ざけ、河岸を浸食から保護することができる。また水制により複雑な水の流れを生成し、一様ではない河床面を生じさせることで、多様性に富んだ生態系をつくることが出来ると考えられる。さらには水制工に自然素材を用いることで、景観を損なわず施工することができると考えられる。

以上の点から水制工は、多自然川づくりの目的、さらには治水、利水機能を両立させた河川管理を行うことに適していると考えられる。

本研究では、多自然川づくりの手法の一つとして水制工に着目する。過去の研究には、非越流型水制群の向きが河床変動へ与える影響を検討したものがあ、り、下向き水制群では主流部平均流速が最も速くなり、極大洗掘深も最も深くなることに對し、上向き水制群では水路中央部水深が最も深くなること が明らかになっている³⁾。

しかし水制の高さが河床に与える影響を研究したものは少なく、その水理特性も明らかになっていない。水制は河川の流量増加に伴い非越流から越流へと変化し周辺の流速と河床に与える影響が異なるため、水制高と流速・河床の関係性の解明は、治水と生態系に配慮した河道計画を行う上で必要であると考えられる。

そのため本研究では水制の高さが流速分布および河床形状に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

室内実験には、全長 17m、幅 40cm、高さ 50cm で勾配 1/1000 の長方形断面開水路を使用した。この水路に粒径約 1mm の砂を水路上流側 3m から 9m までの 6m の区間に厚さ 10cm となるように敷き詰め移動床区間とした。

この状態の水路に毎秒 20ℓ かつ水深 4cm となるように通水し、流量が安定した後に移動床区間の上流側から 4m の両岸に、水路と直角になるよう水制を設置した。

実験には高さの異なる 4 種類の水制模型を用い、それ

表-1 実験ケースと水制の寸法

	水制高(mm)	水制長(mm)	水制幅(mm)
case1	7	10	1.5
case2	20	10	1.5
case3	37	10	1.5
case4	50	10	1.5

ぞれ表-1 のように case1~4 まで番号を付けた。

実験結果は流速、水面形、河床変動の 3 つの項目で水制上流 50cm から下流 1m の間で測定した。

流速測定は三次元電磁流速計を用いて、水制周辺では 2cm ピッチで行い、それ以外では横断方向に 2cm ピッチ、流下方向に 5~10cm ピッチで行った。

水面形と河床変動には超音波変位計を用い、水面形は 1~2cm のピッチで測定を行い、河床形状の測定は初期河床から変位が見られる箇所のみ 1cm ピッチで行い、それ以外は 5cm ピッチで行った。

3. 結果および考察

図-1~4 は各水制高での主流速と横断流速の平面ベクトルと、河床形状を示している。case1 を見ると、流速のベクトルは水制先端で主流部へ向いているが、水制先端以外では横断方向の変化はなく、河床変動も見られない。case2 を見ると、水制前面で流速のベクトルは水路中央へ向いており、水制背後 10cm までその傾向は続く。洗掘は水制先端で生じ、堆積は水制先端より中央側に生じている。case3 を見ると水制前面では水制を避け主流部へ向かう流れのほか、水制背後では水路両岸から主流部へ向かう流れと、その下流に主流部から水路両岸へ向かう流れが見られる。河床の洗掘は水制先端を中心に生じており、堆積は水制先端より側壁側に生じている。case4 を見ると、流速ベクトルと河床の洗掘位置は case3 と同じ傾向を示しているが、主流部での堆積が減少しており、堆積位置は水路両岸に近づいている。

図-5~7 は各水制高での $x=2\text{cm}$ の河床変動量と主流速、横断流速、鉛直流速を比較したものである。図-5 を見ると、主流速の変曲点で河床が洗掘されていることがわかる。図-6 を見ると、横断流速の絶対値が大きくなる点で洗掘されていることがわかる。図-7 を見ると、case2 では鉛直流速の変曲点で洗掘が生じており、case3,4 では鉛直

キーワード 水制工、移動床、水制高、三次元電磁流速計

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学 TEL027-265-7355 E-mail : m1341043@maebashi-it.ac.jp

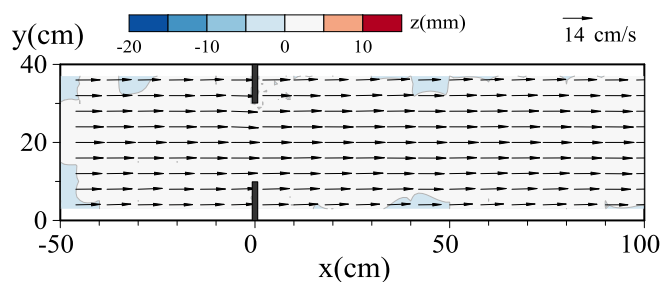


図-1 case1 の河床変動量と流速ベクトル

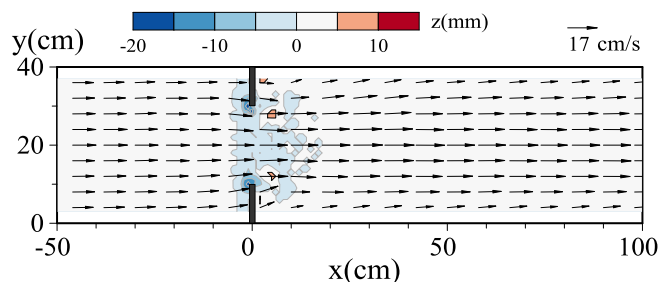


図-2 case2 の河床変動量と流速ベクトル

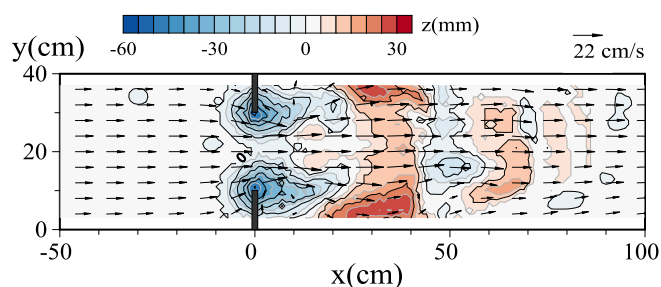


図-3 case3 の河床変動量と流速ベクトル

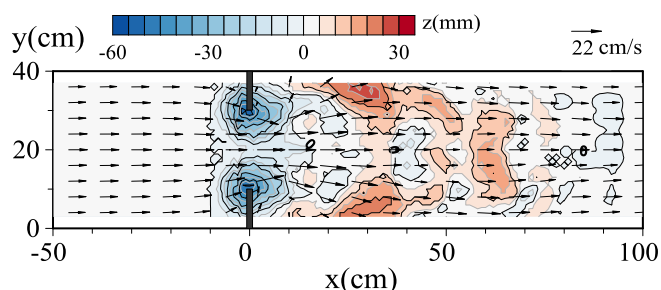
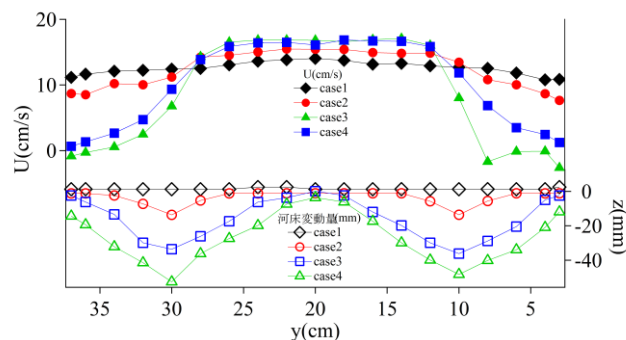
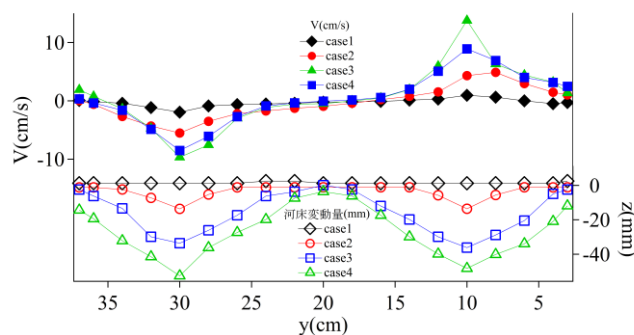
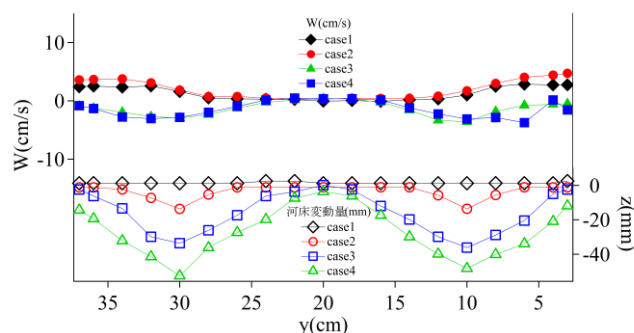


図-4 case4 河床変動量と流速ベクトル

流速が減少する位置で洗掘が生じていることがわかる。

砂の堆積位置に着目すると、水制高が小さい case2 では水制先端より水路中央側に堆積が生じている。このことから水制背後で、水制を回り込む流れよりも越流する流れが支配的であり、巻き上げられた砂は水制背後まで運ばれないと考えられる。一方、水制高が大きい case3,4 では堆積は水制先端より側壁側に生じている。このことから、高い水制では水制を回り込む流れが支配的となるため、水制背後まで砂が運ばれると考えられる。また水制高が大きくなるにつれ、 $x=-2\text{cm}$ での洗掘深は大きくなっている。これは水制が高くなることで水路の断面積が小さくなり、水制先端部での主流速、水制前面での横断流速の絶対値、水制前面で下に向かう鉛直流速がそれぞれ

図-5 $x=-2\text{cm}$ の主流速 U と河床形状図-6 $x=-2\text{cm}$ の横断流速 V と河床形状図-7 $x=-2\text{cm}$ の鉛直流速 W と河床形状

大きくなり、砂を洗掘していると考えられる。

4. まとめ

本研究から以下のことが明らかになった。

1. 水制高が大きくなるに伴い、河床の堆積位置は水路兩岸に近づく。
2. 水制高が大きくなるほど、水制前面での洗掘は大きくなり、またそれは三次元の流速に関係している。

参考文献

- 1) 多自然川づくりレビュー委員会：多自然川づくりへの展開(これからの川づくりの目指すべき方向性と水推進のための施策)，2006年，p.1
- 2) 国土交通省：「水と緑と詩の町」を演出する前橋公園と利根川，
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/kankosyakaisihon/83/1001.pdf>
- 3) 大本照憲，平川隆一，渡邊訓甫：非越流型水制群の向きが河床変動と流れ構造に及ぼす影響，応用力学論文集 Vol.8，2005年，pp.875-882.