

直角水制周辺の河床変動に及ぼす水制高の影響

前橋工科大学大学院 学生会員 ○飯岡 千晶
 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 福田 介
 熊本大学大学院 正 会 員 大本 照憲

1. はじめに

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⁾。水制には水削効果と流速低減効果があり、水は狭められた河川断面に集中して流れる。そのため、水制を河川両岸に設置すれば水流を河岸から遠ざけられ、河岸を保護することができる。また、水制が複雑な流れ場を生成することで、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、水制工に自然素材を用いれば、景観を損なわずに施工することができると考えられる。以上の点から、水制工は水生動物に多様な生息場の提供をするとともに、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。

連続水制工周辺の河床変動に関しては、非越流型水制群の向きが河床変動に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、極大洗掘深が最も深くなるのに対し、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となった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、河川の水位増加に伴い非越流から越流へと変化するため、周辺の流速と河床に与える影響も変化する。そのため、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。

本研究では、水制高の違いが流速分布と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. 実験方法

実験に用いた水路は、全長 17m、幅 40cm、高さ 50cm で勾配 1/1000 である。この水路の上流側 3m から 10m までの 7m の区間に厚さ 10cm となるように粒径約 1mm の砂を敷き詰め、移動床を設けた。この状態の水路に流量 2ℓ/s で水深 4cm となるように通水し、その後移動床の上流側 3m の位置に両岸 1 組の直角水制を設置して実験を行った。水制の高さは、表-1 に示すように 4 種類とした。計測項目は、流速、水面形、河床変動の 3 項目とし、水制上流 50cm から下流 1m の間で測定した。

表-1 実験ケースと水制の寸法

ケース名	水制高(mm)	水制長(mm)	水制幅(mm)
case1	7	100	15
case2	20	100	15
case3	37	100	15
case4	50	100	15

流速計測は、三次元電磁流速計を用いて水制周辺では横断方向と流下方向ともに 2cm 間隔で行い、それ以外では横断方向は同間隔で流下方向は 5~10cm 間隔で行った。流速計の設置位置は 6 割水深とした。水面形と河床形状は、超音波変位計を用いて水面形は 1~2cm 間隔で測定し、河床形状は初期河床から変位が見られる箇所のみ 1cm 間隔、それ以外では 5cm 間隔で測定した。

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から成る平面流速ベクトルおよび河床変動量である。case1 は、6 割水深では、流下方向にも横断方向にもほぼ様な流れである。河床変動もほとんど見られない。case2 は、水制前面で流れは水路中央に向いており、水制背後 10cm までその傾向は続く。また、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 は、水制前面では水制を避け主流部へ向かう流れがある。水制背後では水路両岸から主流部へ向かう流れがあり、その下流には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いるが、堆積は側壁近傍に生じている。case2 の河床変動と比べると、どちらも範囲が拡大していることがわかる。case4 は、流れの向き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。また、case3 に比べると堆積の範囲が流下方向に狭くなっていることがわかる。

砂の堆積位置に着目すると、水制高が低い 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、水制高が高い 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、

キーワード 水制工、水制高、河床変動、流れ構造、治水

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学工学部社会環境工学科 TEL 027-265-7355

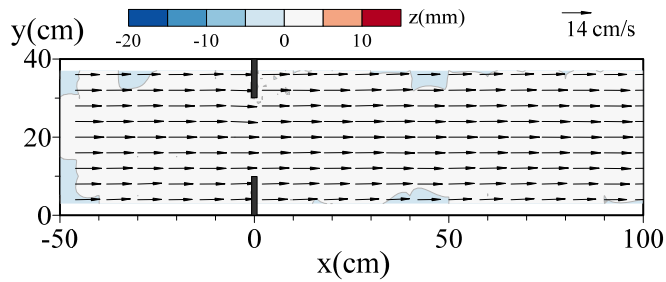


図-1 case1の河床変動量と流速ベクトル

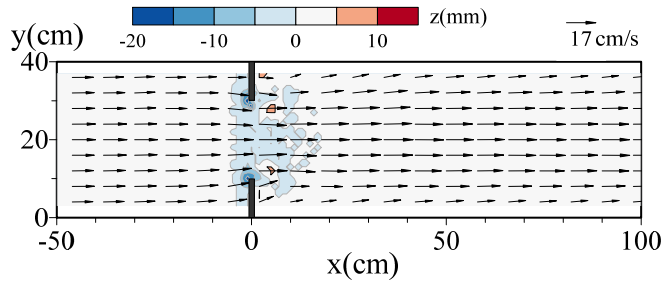


図-2 case2の河床変動量と流速ベクトル

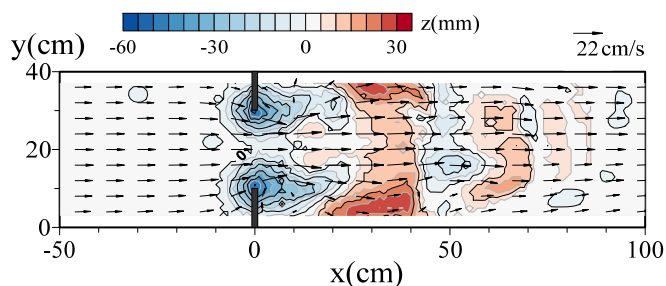


図-3 case3の河床変動量と流速ベクトル

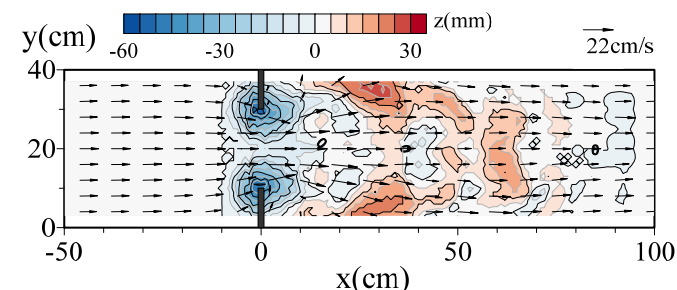
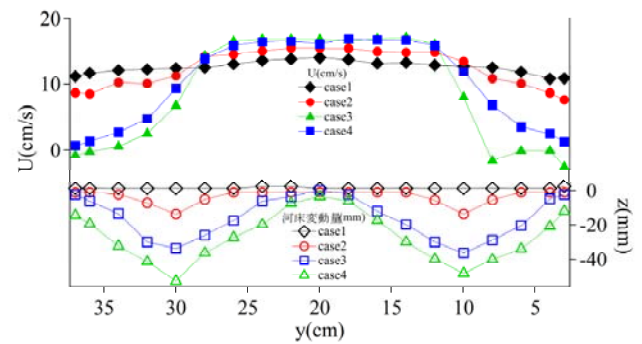
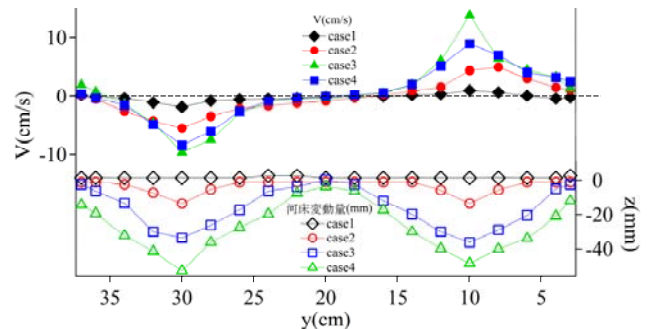
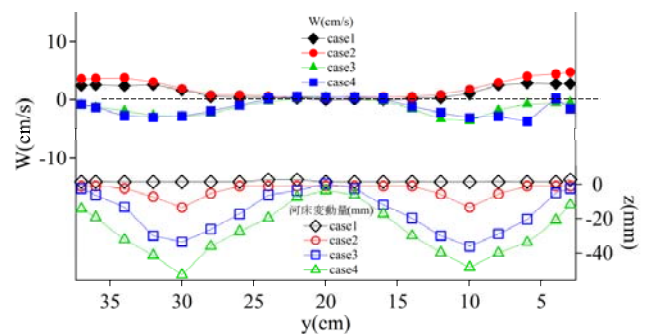


図-4 case4の河床変動量と流速ベクトル

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大きくなり、河床を洗掘していると考えられる。

図-5~7は、各水制高での $x=-2\text{cm}$ における河床変動量および主流速、横断流速、鉛直流速の横断分布である。図-5では、主流速の変曲点付近で最大洗掘が生じている。図-6では、横断流速の絶対値が最大となる点で最大洗掘が生じている。図-7では、case2では鉛直流速の変曲点で最大洗掘が生じている。非越流状態のcase4では、水制先端で最大洗掘が生じており、それよりもわずかに側岸寄り

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

4. まとめ

本研究では、水制高を変化させた河床変動実験をおこなった。その結果、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、河床の最大堆積位置は水路側壁に近づいた。
2. 水制高が大きくなるほど、水制前面での洗掘深は大きくなり、それは流れの三次元構造に関係していた。

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)，p.1, 2006。
- 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>。(2016年12月5日閲覧)
- 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, pp.875-882, 2005。