

水制高変化が越流型水制周辺の流れ構造に及ぼす影響

名古屋工業大学 学生会員○井嶋 康二 名古屋工業大学 学生会員 長坂 剛
名古屋工業大学 学生会員 中野 義郎 名古屋工業大学 正会員 富永 晃宏

1. はじめに 河岸域を洪水の浸食から守り、また多様な流れ場を創造して豊かな自然環境を提供するという水制の役割が大きくなってきている。しかし、水制域内のミクロな流れ構造については不明な点が多い。本研究では、越流型水制の水制高と水深の比が水制周辺の流れ構造に及ぼす影響を実験的に検討した。計測法としては、可視化 PIV 法を用いた¹⁾。

2. 実験条件 実験水路は、水路幅 $B=0.3\text{m}$ 、長さ $L=8\text{m}$ 、の長方形勾配可変型水路を用い、路床勾配 $i=1/2000$ とした。水制設置場所は水路の中間部を水制区間とし、左岸側壁に沿って図 1 に示すような 2 個の連続水制モデルを設置した。水制モデルは、長さ $l=5.0\text{cm}$ 、幅 $b=2.0\text{cm}$ に固定し、水制高 h を 2,3,4,5,6,10cm と変化させた 6 パターンを使用した。水制間隔 $s=10\text{cm}$ とし、左岸側壁に対して直角に配置した。水制高に対してそれぞれケース名を PR2,3,4,5,6,10 とした計 6 ケースについて実験および解析を行った。流量 $Q=4.1\text{ l/s}$ の定常流量を通水し、水制を設置しない状態で、下流部での堰上げを調整して水深 $H=8.0\text{cm}$ とし、すべての実験ケースにおいてこの状態で堰上げを固定した。

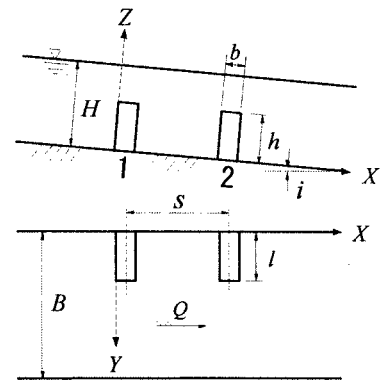


図 1 水制モデル配置図

流れの可視化には、比重 1.02、粒径 50micron のナイロン樹脂粒子を用い、厚さ約 3mm のシート状にした 500mW アルゴンレーザー光 (Ion Laser Technology) を開水路鉛直縦断面 ($x-z$ 平面) と平断面 ($x-y$ 平面) に照射した。レーザーシートの照射位置は、鉛直縦断面として 5 断面 (水制側側壁から 5,25,45,55,70mm)、水平断面として 5 断面 (底面から 5mm、水制高中央、水制上面から 5mm 下、5mm 上、15mm 上) を設定した。なお、今後、鉛直縦断面照射の計測断面を水制側壁から順に番号 (Y1,Y2,...,Y5)、水平断面照射の計測断面を河床から順に番号 (Z1,Z2,...,Z5) と付けることにする。

この可視化画像を高速ビデオカメラを用いて 120F/s で撮影した。画像は高速ビデオカメラのメモリーに録画された後、ハードディスクに TIFF ファイルとして記録される。画像計測には VISIFLOW (AEA Technology) PIV システムを用い、相互相関法により画像解析した。第 1 水制上流 4cm から第 2 水制後端までの 20cm 程度の範囲を解析対象として計測した。相関法では検査エリアを 32×32 画素、オーバーラップは 50% とした。高速ビデオカメラで連続撮影可能な計 1963 枚、約 16 秒間の流速ベクトルデータを得、統計処理した。

3. 解析結果ならびに考察 図 2 に各ケースの水制高および水制長の中央部である断面 Y2, Z2 における全時間平均 (16 秒平均) の流速ベクトルを示す。断面 Y2 では、すべてのケースにおいて、水制域内全体に水制頂部から各水制高の約 10~15% 下に中心を持つ大規模な横断渦が見られる。水制高が高くなるにつれて底面側の逆流域の幅が大きくなり、またその流速は大きくなっている。第 1 水制前面に着目すると、水制に衝突した流れが、高さ中央付近で水制を越流する流れと、下降して渦を形成する流れに分かれており、この水制根元付近の横断渦は、水制前面を洗掘するものと考えられる。この横断渦は、水制高が高くなるにつれてその規模が大きくなっている。断面 Z2 では、すべてのケースにおいて、水制域全体に大規模な平面渦が形成されているのが認められる。その形状は水制高による違いは顕著ではないが、第 2 水制前面付近の流向に若干の違いが認められる。すべてのケースで第 1 水制による大きな水はねが確認でき、その水はね角度および流速の大きさは水制高に比例して大きくなっている。第 1 水制頭部では、先端エッジで流れがはく離している様子がわかる。図 3 に各ケースにおける水制間中央部 ($x=6\text{cm}$) の断面 Y2 および断面 Z2 における主流速分布を示す。縦断面では、水制域内での流速分布形状は、水制高によらずほぼ相似形を示し、流速ゼロの位置が水制高とともに増大し、これに伴って逆流域の流速が増大していることがわかる。これより

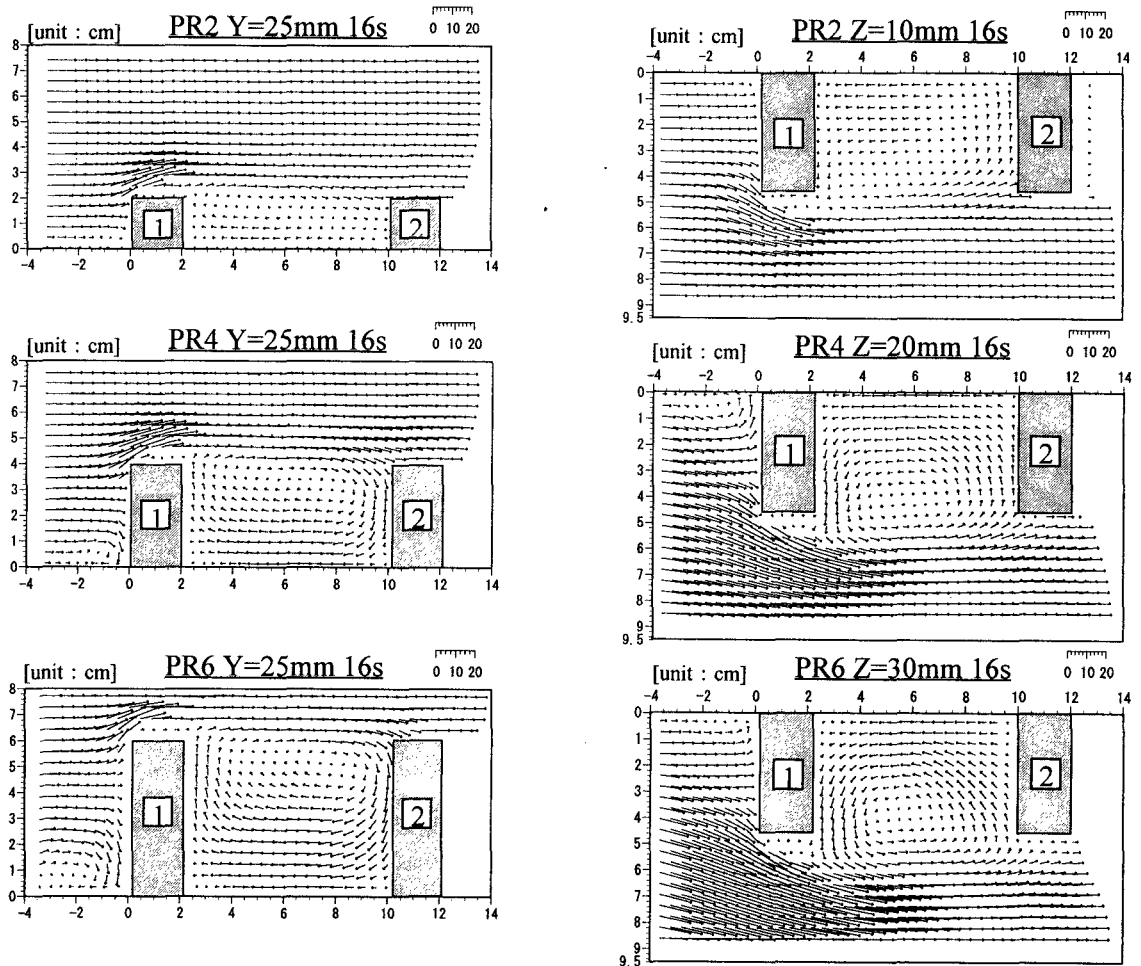


図2 全時間平均流速ベクトル

水制域内の逆流の流速変化は、水制高の変化に比例していることが確認できるが、水制域上部の流速にはあまり大きな変化は見られない。水平断面では、水制域内において縦断面のようなはっきりとした変化は認められず、各ケースともに同じような流速分布を示す。主流速域では、 $Y=6.5\text{cm}$ あたりから水制高に比例して流速が大きくなっていることがわかる。これは水制高の増大により、遮蔽面積が増大したためと考えられる。以上より、水制高変化は、水制域内の横断渦の流速に対して大きな影響を与えるが、平面渦の流速には、あまり大きく影響しないといえる。また、水はねの規模にも影響するものと考えられる。

4. おわりに 水制域内流れが、水制高の変化により変化する様子が確認できた。各水制高の中央部での横断渦、平面渦の形状は、水制高に関係なくほぼ一定であり、横断渦の流速は水制高に比例して大きくなるが、平面渦の流速は水制高の影響をあまり受けないことがわかった。水はねの強さは水制高に比例して大きくなっており、これが河床変動に大きな影響を与えていると考えられる。

<参考文献>

1) 藤田, 長坂, 富永, 中野, 平成10年度中部支部研究発表会講演概要集, pp.193-194, 1999

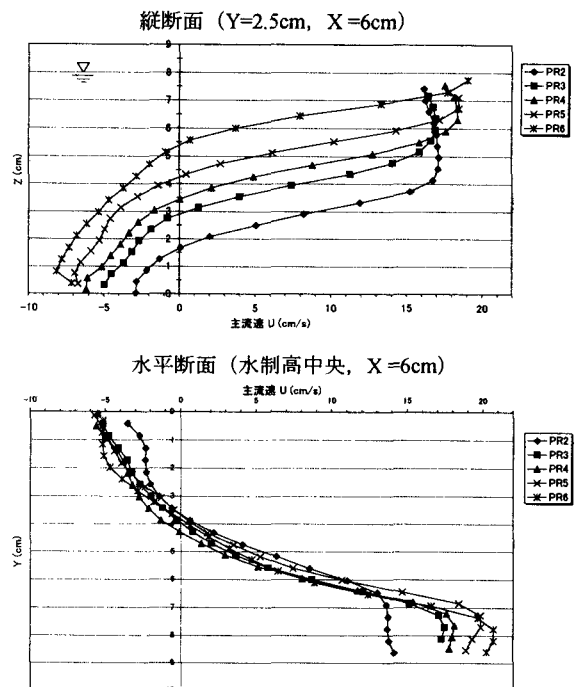


図3 主流速 U 分布図