

水制上流における主流速の横断分布に及ぼす水制高の影響

前橋工科大学 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 学生会員 福田 介

1. はじめに

河道整備を行う上で、水制は河川環境の形成に大きな役割を果たしている。その一方で洪水疎通能の低下や局所洗掘などの影響を及ぼしたり、水制上流側では水位上昇に伴う河岸浸食や越流氾濫を生じたりする可能性がある。したがって、水制を有する流れに対する抵抗特性や流動機構について把握することは重要である。水制の水理機能に関する研究はこれまでも多数行われている。例えば、大本ら¹⁾は越流型水制群の向きが河床変動に与える影響を明らかにし、富永ら²⁾は相対水制高が2つの越流型水制間の流れ構造に及ぼす影響を検討している。また門田・Uijtewaal³⁾は、越流型水制の粗度係数を導出・評価し、これと流れの可視化実験とを比較することにより、その再現性を試みている。しかしながら、相対水制高に関する研究事例はまだ少なく、その水理学特性は不明な点が多い。

本研究では、片岸1個の水制が各水制高において水位変化と流れに与える影響を実験的に検討する。

2. 実験条件および実験方法

実験に用いた水路は、長さ17m、幅40cm、高さ50cmである。水路勾配は1/1,000とした。また不透水水制モデルは長さ $L=10\text{cm}$ のステンレスブロックを用い、水制高 H は図1のように7.5cm、5.0cm、3.5cm、2.0cmおよび0.7cmとした。水路下流端より7.5m上流側の断面を基準断面とし、この断面の両岸に水制モデルを配置した。水制を設置しない状態で流量 $Q=4.3\text{l/s}$ を通水し、下流端堰を操作することにより、水路中流部の流れが等流状態になるようにした。この状態で下流端堰を固定したまま実験を行った。このとき $H=7.5\text{cm}$ のみ非越流状態であった。座標系は基準断面右岸の底面を原点とし、流下方向に x 軸、横断方向に y 軸、鉛直方向に z 軸とした。流速計測にはPIV法とPTV法を用いた。トレーサとして比重1.02、平均粒径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2W

キーワード 水制工, 相対水深, 抵抗, 断面流速, 開水路流れ

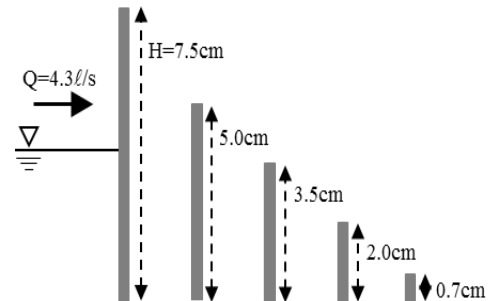


図1 水制モデルの高さ

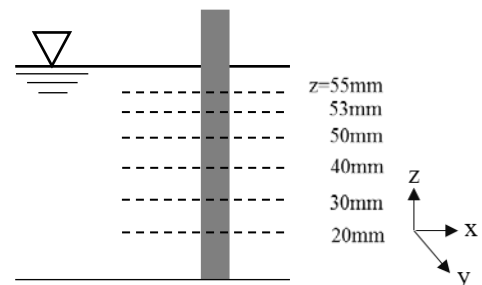


図2 レーザーシートの水平照射位置

YVO_4 レーザー光を水平断面(x - y 面)に照射した。レーザーシートの照射位置は図2のように、各水制高で水深が異なるため $z=20, 30, 40, 50, 53, 55\text{mm}$ の最大6断面とした。撮影は水制設置断面において行った。この可視化画像はハイスピードデジタルCMOSカメラを用い100fpsで30秒～40秒撮影した。

3. 実験結果および考察

直角水制の各水制高における主流速の横断分布を図3から図8に示す。図3から図5は各水制高での最も水面に近い層の主流速を、図6から図8は各水制高での最も底面に近い層の主流速を示している。図3に着目すると、非越流状態の $H=7.5\text{cm}$ と越流状態の $H=3.5\text{cm}$ が水路中央に向かうにつれて主流速が大きくなっている。 $H=5.0\text{cm}$ と 2.0cm は水制長で極小値になっていて、 $y=13\text{cm}$ 付近で最大流速となりその後は水路中央にかけて流速は減少していく。図4に着目すると、非越流状態でわずかに逆流が認められる。 $H=3.5\text{cm}, 5.0\text{cm}, 7.5\text{cm}$ は水路中央に向かうにつれて流速が増加している。 $H=2.0\text{cm}$ と 0.7cm では水制長が最大流速となっている。

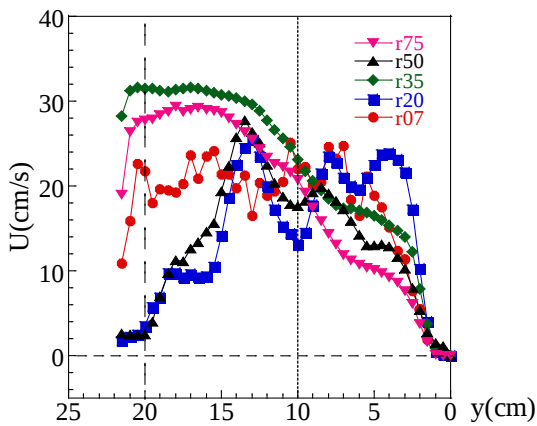


図3 水制上流 9cm の最上層における主流速の横断分布

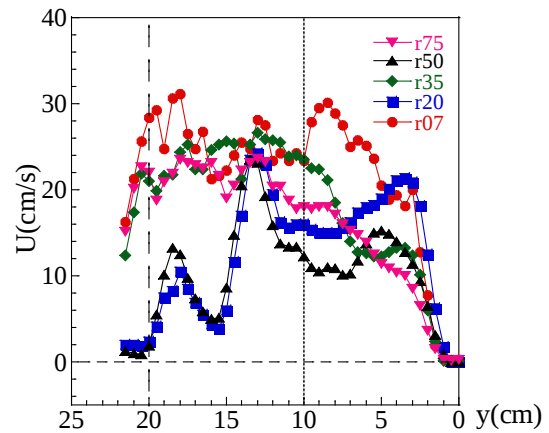


図6 水制上流 9cm の最下層における主流速の横断分布

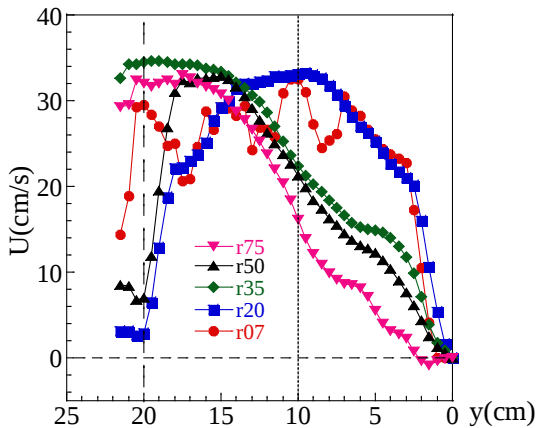


図4 水制上流 6cm の最上層における主流速の横断分布

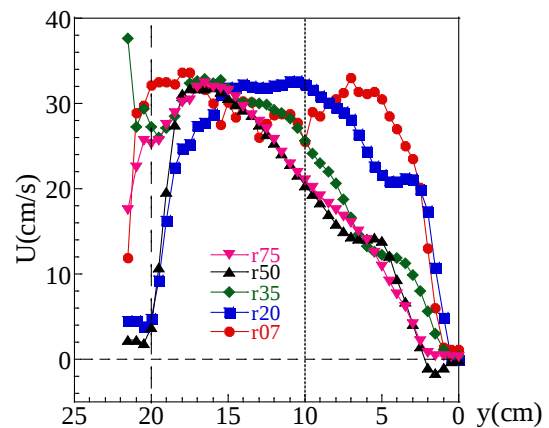


図7 水制上流 6cm の最下層における主流速の横断分布

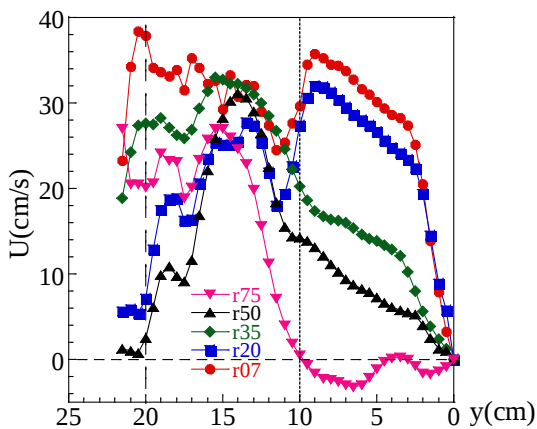


図5 水制上流 3cm の最上層における主流速の横断分布

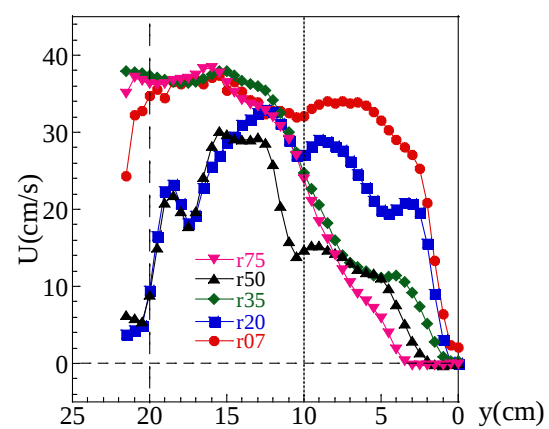


図8 水制上流 3cm の最下層における主流速の横断分布

図5の $x=3\text{cm}$ では、非越流水制では逆流が水制長まで起きている。越流水制では水制長までは流速が大きくなっている。図6からは、各水制高の極大値が $y=13\text{cm}$ 付近で一致することがわかる。 $x=6\text{cm}$ の図7では、わずかに越流している $H=5.0\text{cm}$ で逆流が起こっている。 $H=3.5\text{cm}$, 5.0cm , 7.5cm は水路中央にかけて流速が増大している。 $H=2.0\text{cm}$ は水制長近傍が主流速の最大値となっている。図8からは、 $H=2.0\text{cm}$ と 0.7cm は水制を乗り越える流速が他3つに比べ速いことが分かる。

4. おわりに

本研究では、水路片岸に水制1個を設置し水面近傍

と底面近傍の主流速と相対水制高との関係を検討した。その結果、水面近傍では非越流状態での逆流は上流から下流にかけて大きくなることがわかり、底面近傍では水路中央部の主流速が上流から下流にかけて大きくなることがわかった。今後は河床変動に関する水理特性の把握が課題である。

参考文献

- 1) 大本ら：越流型水制群に対する二次流と流砂の応答，水工学論文集，第42巻，pp.1003-1008，1998。
- 2) 富永ら：越流型水制域内の流れ構造に及ぼす相対水制高の影響，応用力学論文集 Vol.3，pp.805-812，2000。
- 3) 門田・Uijtewaal：越流型単独水制の流れ抵抗に関する研究，土木学会論文集 B1(水工学) Vol.71, No.4, I_655-I_660，2015。