

水制の形式が河床形状及び粒度の変化に及ぼす影響

京都大学大学院 学生員 ○小倉 政利
 京都大学大学院 正会員 中川 一
 京都大学大学院 正会員 張 浩
 京都大学大学院 正会員 水谷 英朗

1. はじめに

近年、環境に配慮した河川管理が必要とされるようになり水制工が注目されるようになってきている。しかし、水制の形式が水制周辺の河床形状及び河床表層の粒度変化に与える影響については明らかになっていない部分が多い。本研究では、複数の形式をした水制を非越流条件で考慮し混合砂を河床条件とした移動床実験により水制形式が河床形状及び河床粒度変化に与える影響について明らかにする事を目的とした。

2. 実験条件と方法

実験水路には幅 0.4m、長さ 8m の長方形直線開水路を用いた。幅 1cm、長さ 10cm の水制を水路側壁から垂直に 1 基設置した。水制形式は図-1 に示すように透過型水制、上部不透過・下部透過型水制、頭部透過・首部不透過型水制、頭部不透過・首部透過型水制の 4 種類である。河床材料条件として珪砂 3 号と 6 号を 1:1 の割合で作成した不連続粒度混合砂を Mix1、珪砂 2 号から 7 号までを均一割合で作成した連続粒度混合砂を Mix2 とした。平均粒径はほぼ等しく、粒径のばらつきの大きさを表す幾何標準偏差 σg をパラメータとして評価する。表-1 に実験ケースを示す。通水 3 時間後のほぼ平衡状態に達した河床形状をレーザー変位計で測定し、各ケースにおいて河床表層の砂を複数箇所採取しその河床粒度分布をふるい分け試験により測定、また電磁流速計により水制周辺の主流方向の流速場と横断方向の流速場を測定した。

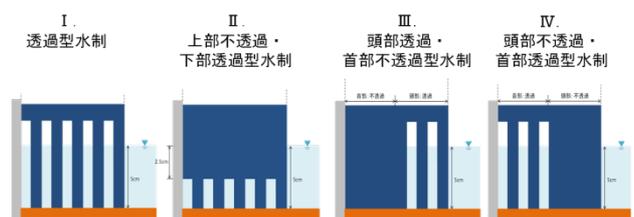


図-1 水制の形式

表-1 実験ケース

Case No.	水制形式	混合砂	平均粒径 (mm)	幾何標準偏差
Case1	I (透過型水制)	Mix1	Dm=1.00	$\sigma g=2.62$
Case2	II (上部不透過・下部透過型水制)			
Case3	III (頭部透過・首部不透過型水制)			
Case4	IV (頭部不透過・首部透過型水制)			
Case5	I	Mix2	Dm=1.01	$\sigma g=3.62$
Case6	II			
Case7	III			
Case8	IV			

3. 実験結果及び考察

図-2 は通水 3 時間後の河床形状を示している。透過型水制が最も洗掘が小さくなり、また透過不透過混合型水制に関しては不透過部分全面で洗掘が発達し透過部分背後で砂の堆積が多くなる傾向を示している。また河床材料の幾何標準偏差 σg が大きな方が洗掘孔が大きくなる傾向を示した。水谷¹⁾の研究では不透過型水制における同様の実験を行っており、幾何標準偏差 σg が大きな方が洗掘が小さくなるという結果を示している。 σg が大きいほど洗掘過程において洗掘孔内に平均粒径より粒径の大きい砂が除々に残りアーマ・コートが形成され洗掘しにくくなるということであったが、今回の実験においては、水制周辺の

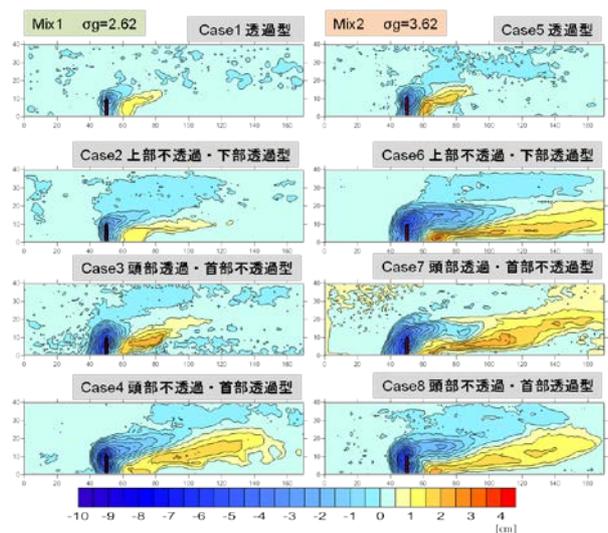


図-2 通水 3 時間後の河床形状

キーワード 水制, 局所洗掘, 移動床実験, 河床変動

連絡先 〒612-3286 京都府京都市伏見区横大路下三栖東ノロ 京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリー Tel 075-611-4391

洗掘作用が不透過型水制と比較して強くなく、洗掘の進行を阻害するほどのアーマ・コートを起こすまでには至らなかったと考える。

図-3は水制前面、図-4は水制背後における横断面での流速ベクトル分布を示している。透過部分を流れが通過し、不透過部分で流れの方向が変えられている様子がわかる。水制先端部の馬蹄形渦、水制背後の後流渦、そして水制形式によっては不透過部分で方向を変えられた流れと透過部分を通過してくる流れとの間にも渦の発生が確認できる。

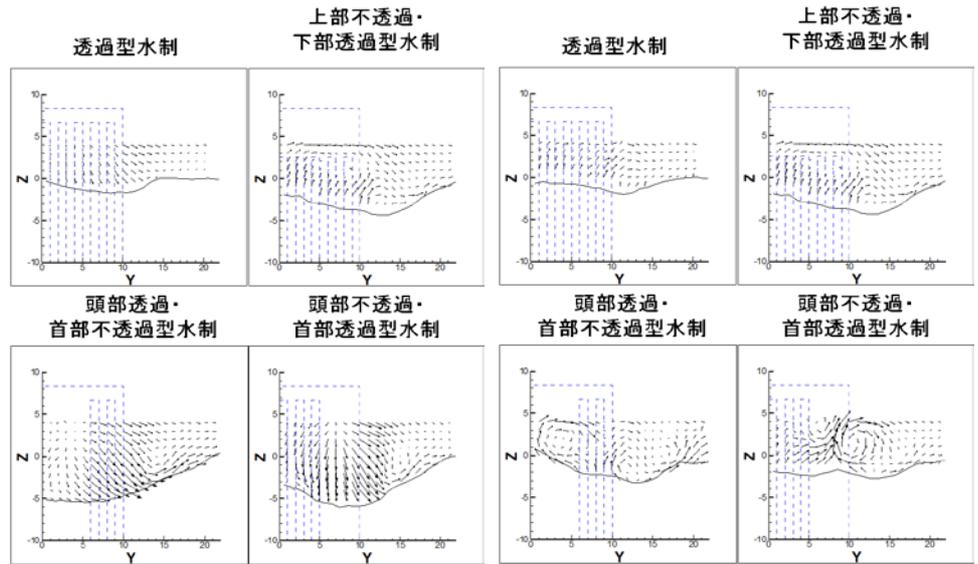


図-3 水制前面の横断面流速分布

図-4 水制背後の横断面流速分布

図-5は河床表層粒度分布の

サンプリング地点と粒度分布から求めた平均粒径を色で示している。暖かい色が河床表層が粗粒化、冷たい色が細粒化していることを示している。また各ケースにおいて水制下流側の縦断領域に周囲よりも細粒化が目立った帯状領域が形成されたため、その測定結果をあわせて示している。全てのケースにおいて水制先端部、水制背後の堆積域に至るまでの勾配の大きい領域、水制先端部から下流に向かった縦断領域で粗粒化が目立つ。またその粗粒化した縦断領域を挟むようにして細粒化した帯状領域が2本または3本形成されている。これは上述の馬蹄形渦、後流渦の影響により河床の砂の分級作用が働いたためと考えられる。粒径の大きい砂は自重により洗掘の深い部分に止まり、粒径の小さい砂は渦によって洗掘孔の縁側に運ばれる。また粒径の小さい砂は流れによって水制背後の勾配を登ることができるが粒径の大きい砂は自重により登ることができない。このような水制周辺の流れ場の影響による分級作用が働いていると考えられる。

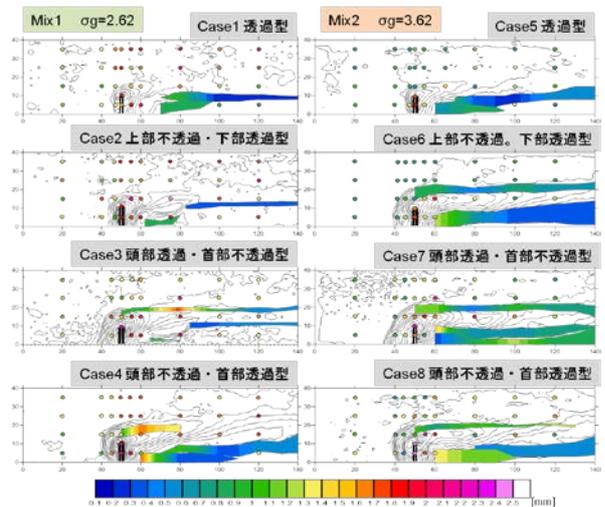


図-5 河床表層の平均粒径

4. まとめ

本実験では複数の形式をもった水制を非越流条件で考慮し移動床実験を行った。水制形式により河床形状はそれぞれ異なる特徴を示した。また全てのケースにおいて水制先端部、水制背後の堆積域に至るまでの勾配の大きい領域、水制先端部から下流に向かった縦断領域で河床表層の粗粒化が目立った。また水制形式によって水制周辺の流れの特性が大きく異なることが実験によって示された。河床材料条件が洗掘孔の形状に与える影響をより明確に把握するためにも、河床材料条件を追加したさらなる実験が必要である。

参考文献

1)水谷英朗：越流型および非越流型水制がもたらす局所洗掘と粒度変化に関する研究，京都大学大学院 学位論文，2011