

# 水制周辺の河床変動と流れに及ぼす設置角度の影響

名古屋工業大学大学院 学生員 谷川幸男 名古屋工業大学 正員 富永晃宏  
 愛知県 長坂 剛 名古屋工業大学大学院 学生員 中野義郎  
 名古屋工業大学大学院 学生員 井嶋康二

**1.はじめに** 水制の持つ機能が多様な目的で利用されているが、水制が周辺に及ぼす影響は複雑となるため、起こりうる現象を予測するために模型実験によりデータを積み重ねていくことが重要である。本研究では水制の設置角度が水制周辺の河床に及ぼす影響について検討した。また、2基の連続水制モデルを設置し、第1水制周辺の河床変動と水制間の河床変動状況について移動床実験で検討した。水制による河床変動を考える際、周辺の流れ構造を知ることが重要であると考えられるので、固定床において水制周辺の詳細な流れ構造を可視化手法の1つであるPIV計測により流れと河床変動の関係について考察した。

**2.実験方法** 移動床、固定床で表1に示すケースについて実験を行った。ケース名については移動床による河床変動の実験には先頭にSを固定床実験ではPを表し区別している。移動床実験は長さ13m、幅59.3cmの可変勾配型水路を用い、勾配は1/2000とした。水路長中間部に平均粒径0.05cmの砂を厚さ11cmで5.6mの区間に敷き詰め移動床とし、流量は $9.6\text{ l/s}$ とし、水制を設置しない状態で下流部に堰上げを行い水深 $h$ を8cmとした。水制は幅2cm、長さ10cmで水制間隔を水制長の2倍の20cmとし、2基連続で設置した。各ケースについて通水8時間経過後の最終河床変動形状を計測した。固定床実験は長さ8m、幅30cmの長方形可変勾配型水路を用い、水理条件を移動床実験と同じにする目的で流量を $4.1\text{ l/s}$ 、水深 $h$ を8cmと固定した。水制は水制長を移動床実験での水路幅と水制長の同じ比にするために5cmとし、幅2cmに設定した。水制間隔は水制長の2倍の10cmとなるように2基連続で設置した。

**3.移動床実験結果** 移動床実験について検討する。図1に河床変動コンター図を示す。全ケースで第1水制先端に洗掘が生じ、これが河床全体における最大洗掘深となる。その影響と考えられる堆積が水制間に生じている。非越流型では堆積が越流型よりも第2水制寄りに現れている。設置角度については、上向きに設置した場合、第1水制先端での洗掘形状は直角に配置した場合とよく似ているが、第2水制先端では直角には

表1 実験ケース

ケース名	水制高(cm)	水制向き
SR4, PR4	4(越流)	直角
SR8, PR8	8(非越流)	直角
SU4, PU4	4(越流)	上向(30°)
SU8, PU8	8(非越流)	上向(30°)
SD4, PD4	4(越流)	下向(30°)
SD8, PD8	8(非越流)	下向(30°)

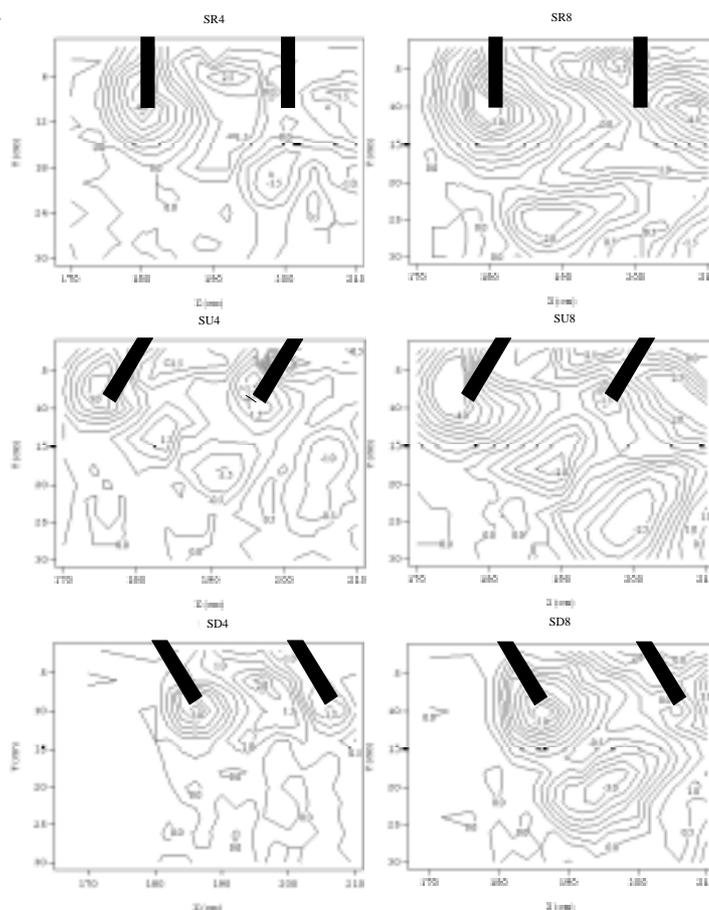


図1 河床コンター図

キーワード: 水制, 河床変動, 流れ構造, PIV

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋港魚大宇陀医学工学部社会開発工学科 Tel. 052-735-5490

生じない洗掘が越流・非越流型で現れた。その洗掘は第1水制に生じる洗掘よりも洗掘深、洗掘範囲は小規模となる。水制間の堆積は水制設置壁面側に接するように生じ、非越流型では、特にその傾向が顕著で壁面と第2水制の間に堆積が生じている。また、第1水制先端の下流に水制間外の堆積がみられ、直角・下向き水制と異なっている。下向きに設置した場合は、第1水制では水制前面でなく、水制軸延長に最大洗掘深を生じる。第2水制付近では越流型で洗掘が起き、この洗掘は水制前面に沿って根元にまでおよび、根元でその洗掘深が深くなる。非越流型では逆に第2水制と水制設置壁面の間から水制前面への堆積が生じている。図2に各ケースの最大洗掘深を含む河床縦断分布を最大洗掘深を原点となるように補正し、流下方向距離と河床高をケースごとの最大洗掘深で除し無次元化したものを示す。各ケースで特徴を持つ河床変動であるが、第1水制先端での洗掘形状には相似性がある。

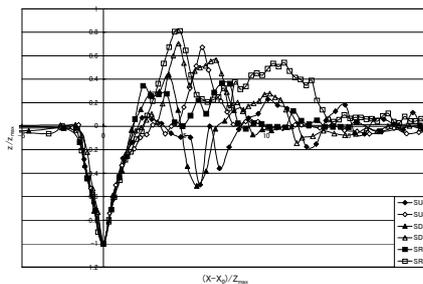


図2 無次元化河床縦断図

#### 4. 固定床実験結果 次に固定床実験

により流れ構造について検討する。図3で水平断面の時間平均ベクトル図を示す。水制に衝突した流れが主流速方向へ向きを変えることによって起きると考えられる水はねが第1水制で確認され、越流型よりも非越流型で大きく現れた。越流型では上向き水制の場合、水制間で壁面方向へ向かう流れが、下向き水制の場合、第2水制から第1水制に向かう流れが発生し、この流れが水制間の堆積に影響を及ぼしていると考えられる。非越流型では水制間の流れが弱く、上向き水制では水制間全体の流れが小さく、下向き水制では水制根元の流れが特に弱いことが堆積の違いとなったものと考えられる。河床変動実験で第2水制

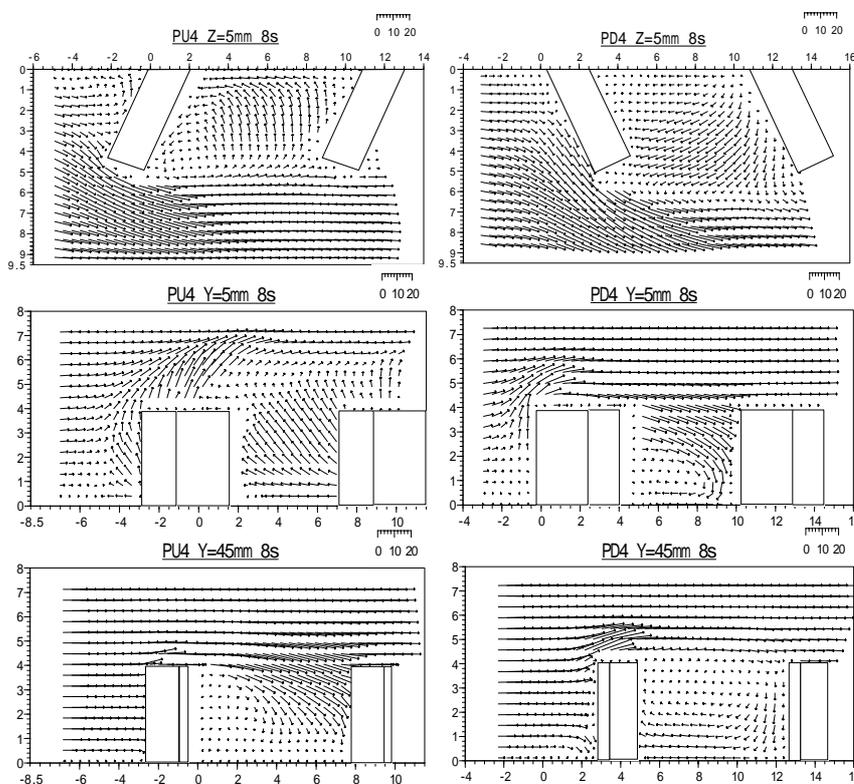


図3 流速ベクトル図

に洗掘が生じるケースでは、第2水制に衝突した流れが下降し、水制前面で横断渦を形成している。越流型上向き水制では水制先端にのみ横断渦がみられるが、下向き水制では第2水制前面で横断渦が形成される。この横断渦が洗掘の発端となっていると考えられる。また、第1水制先端、下向き越流型水制の第2水制全面で水はねや水制間での鉛直渦により水平断面での流速が大きくなると洗掘の範囲のみでなく洗掘深も発達している。洗掘には横断渦による鉛直方向の流れと横断方向の水はね・鉛直渦の横断的な流れも影響していると考えられる。

**5. おわりに** PIV計測により流れの詳細な構造を捉えることができ、移動床実験をあわせて考えることにより河床変動の発端となる流れ構造を知ることができた。河床の変動による流れ構造の変化を検討することによって、さらに河床変動と流れ構造の関係を知ることができると思われる。