

## T 型・L 型水制に起因する河床形状変化特性

神戸大学大学院 学生会員 ○田中健治  
 愛媛大学大学院 正会員 門田章宏  
 愛媛大学大学院 フェロー会員 鈴木幸一

## 1. はじめに

従来、護岸を目的として多用されていた水制工は、利根川において見られるように昭和 45 年以降は使われなくなり、堤防を直接補強する護岸工が主流となった。しかし、近年多自然型川づくりという観点から水制工の持つ環境機能が見直されつつある。水制工によるワンドの形成や、魚を中心とする生物にとって好ましい環境が作り出されることがその代表例である。水制には多様な形状があり、丁出、鎌出など古くから様々な形状の水制が使用されてきた。I 型水制は曲出と呼ばれ、河岸から河川の中心に突き出すように設置される基本となる水制であり、長さや角度を変えて設置されている。T 型水制は丁出と呼ばれ、明治時代初期にオランダ人技師によるケレップ水制もこの形状の水制である。L 型水制は 17 世紀頃、愛媛県重信川の改修工事において「鎌出」として考案され、明治・大正時代までの重信川の河川改修に広く利用されていた。このように様々な形状の水制が古くから利用されているが、その設計は主に経験に基づいているのが現状である。水制を設置する目的の一つとして水制により造り出される多様な河床形状を期待しているにもかかわらず、河床形状変化に関する研究は I 型に関するものが中心で各種水制形状に関する研究はなく、その水理機能は明らかになっていない。そこで本研究では、各種形状の水制設置に起因する周辺河床形状の変化特性を実験的に明らかにする。

## 2. 実験および解析方法

実験は、水路長 20m、水路幅 0.5m、水路勾配 1/400 の循環式水路を用いて行った。図-1 に示すように、水路中央部に 2m のサンドボックスを設置し、この区間を移動床とし、平均粒径  $d_m=0.03\text{cm}$  の均一砂を厚さ 10cm 敷き詰めた。この移動床の上流から 30cm の右岸側に水制を設置した。水制の模型として、厚さ 1cm の塩化ビニール板製で水制長  $L_g=10\text{cm}$  の I 型、水制長(横断方向長) $L_g=10\text{cm}$ 、流下方向長  $L_f=10\text{cm}$  の T 型、L(上流)型、L(下流)型の 4 種類の非越流型不透水制を用いた。なお、通水時間はそれぞれ 10 分、30 分、60 分、90 分、120 分に設定し 20 ケースの実験を行った。あた、砂の供給がある動的河床においては、水制および水制周辺の局所洗掘に起因する河床波以外の河床変動が発生した場合に区別が困難であるため、砂の供給のない静的洗掘状態で実験を行った。また、本研究では、各種形状の水制による河床形態の形成過程に着目したため、流量  $Q=10\text{l/s}$ 、水深  $h=10\text{cm}$  の一定にした。実験手順としてはまず水制を設置した後、ポンプから水路に給水し、上流の三角堰で流量を、下流の堰で水深を調整する。次に移動床の砂を平坦に敷きならし、初期平坦河床を形成後、実験を開始する。一定時間通水した後、給水を止め実験を終了する。完全に排水し終わった後、河床形状を計測する。

河床形状計測は、平面位置(x,y)を水路壁及び測定台車に設置したスケールと光センサー(キーエンス製、形式 VP-90)で計測し、河床高(z)をレーザー変位センサー(キーエンス製、形式 LB-300)で計測した。座標原点は砂上面右岸上流端とした

## 3. 局所洗掘および水制下流部河床形状特性

水制を設置すると、水制近傍に下降流が発生し、土砂が浮遊し局所洗掘が生じる。その後安息角まで達すると周辺の土砂が崩れ、一定の河床形状を形成するといったプロセスをたどり洗掘孔を形成する。

図-1 に自動計測した河床形状のコンター図を示す。図-1 より、水制先端部の洗掘孔は最大洗掘深に比例して大きくなり、ほぼ同心円状に広がっていることがわかる。しかし、時間が経過するにつれて T 型は洗掘孔が上流側に拡大し、L(上流)型は水制付近に堆積が見られる。また、これらの水制上流側先端部付近の大きな流速差に伴うせ

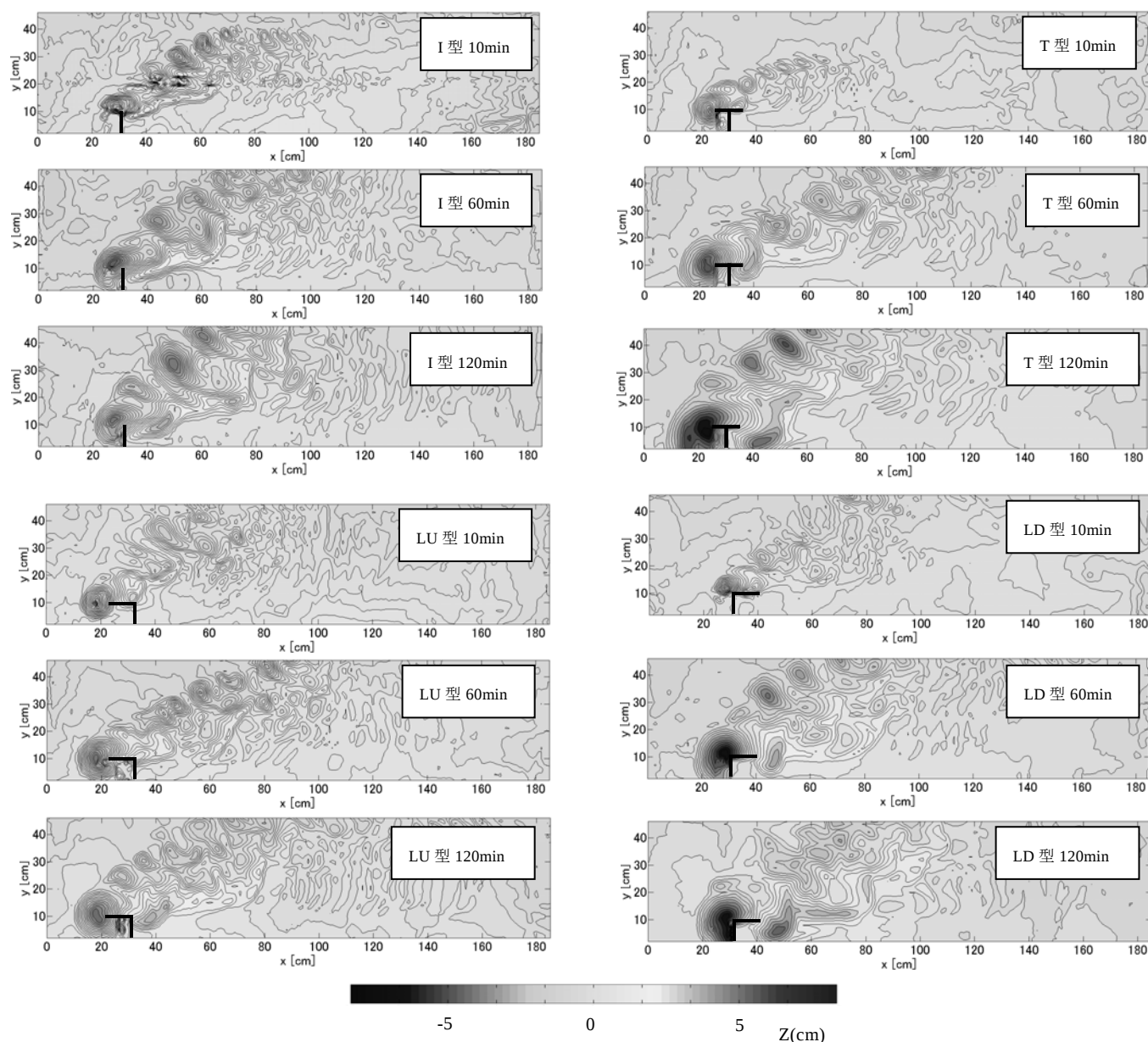


図-1 河床形状のコンター図

ん断応力の影響で大規模な組織渦が発生していると推測される．このことからこの付近の洗掘形状が決定されるなどと考えられる．これらの流れの詳細は今後検討の余地がある．水制下流域では，局所洗掘によって浮遊された河床砂が輸送され，水制の背後付近に砂が堆積し，局所堆積が現れる．その後，洗掘と堆積が繰り返され河床波が形成される．

局所堆積における最大堆積高の出現位置は流下方向に着目すると上流側に突き出しがある T 型，L(上流)型は I 型，L(下流)型と比較して一定時間経過した後も，上流側に堆積していた．また，横断方向に着目すると通水開始直後では全ての形状で  $y=10\text{cm}$  付近に堆積していたが，下流側に突き出しがある T 型，L(下流)型は最終的に  $y=6\text{cm}$  付近の右岸側に堆積している傾向が観られた．河床波の水平面での発達方向に関しては，L(下流)型は比較的 I 型に近い角度で発達しているが，T 型，L(上流)型は I 型に比べ横断方向に短く流下方向に長く発達していることが明らかになった．

## 5. 結論

本研究では，各種形状水制の頭部周辺の局所洗掘ならびに水制下流域での局所堆積や河床波の発達などの河床形状変化特性を実験的に明らかにした．