

単独水制周辺の局所洗掘と河床形態の変化に関する研究

愛媛大学大学院	学生員	○森本稔
月島機械(株)	正会員	鈴木泰幸
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

近年、河川の自然環境を創出するために様々な河川改修工法が試みられており、護岸工法に対しては河道内に多様な河川環境を創るとされる水制に注目が集まっている。しかし、水制による河川の流れや河床変動に対する影響は複雑であるため、未だ合理的な水制の設計方法を確立されていない。水制に関する従来の研究は主に、水制周辺における流況解析と水制周辺における河床変動に関する研究であるなど、ほとんどの研究が水制周辺の議論であり、水制下流域を議論した研究はあまり見られない。

本研究では、水制設置に起因する下流域の河床形態の変化、特に河床形態の変化方向、河床形態の変化する範囲を実験的に評価していくことを主な研究目的としている。実験は、ほぼ均一粒径の砂を用いた移動床水路において、非越流型不透過水制を単独で配置して行った。実験条件としては、水制の影響による河床形態の変化のみをとらえるため、接近流場での砂の移動がない静的洗掘条件とした。実験において水制模型に起因した河床形態の変化は、水制模型周辺の局所洗掘と、水制模型下流域の小規模河床形態(河床波)である。実験によって、このような水制周辺の局所洗掘現象と水制下流域の河床波の形状または発達状態などの水制に起因する河床形態の変化特性を明らかにすることである。

2. 実験概要

本実験では、水路長 $L=20\text{m}$ 、水路幅 $B=0.5\text{m}$ 、水路勾配 $I=1/400$ の循環式水路(図-1)に、上流から10~12mの位置(実験区間)に、長さ2m、深さ15cmのサンドピットを設け移動床とした水路を使用し、60分間通水後デジタルポイントゲージにより河床形状を計測した。実験区間には平均粒径 0.03cm のほぼ均一砂を敷き詰め、非越流型不透過水制模型を水路上流端から10.6mの位置に単独で設置した。非越流型不透過水制模型は、幅2cm(流下方向)、高さ30cm、長さ(横断方向)5, 10, 15cmの3種類の直方体のものを使用した。実験条件は、水制に起因した河床形態の変化傾向をとらえるため、無次元掃流力 τ_* を0.046以下として静的洗掘条件としておこなった。また、実験条件は、水制長10cm、水深10cm、水制の設置角度 θ は垂直のものを 0° とし、下流および上流にそれぞれ 15° ずつ傾けた3つについて流量を10, 12, 14 l/s と変化したもの、水制の設置角度 0° 、流量10 l/s 、水深10cmにおいて水制長を5, 10, 15cmと変えたもの、水制の設置角度 0° 、水制長10cmにおいて、流量5 l/s で水深5cm、流量10 l/s で水深10cm、流量15 l/s で水深15cmと変えた実験を行なった。

3. 実験結果

例として非越流型不透過水制の流量10 l/s 、水深10cm、水制長10cmの条件において水制の設置角度 θ の違いによるの実験結果を比較したコンター図(図-2)を示す、上から順に下流に傾けたもの・垂直・上流に傾けたものとなっている。また、流れ方向は左から右である。水制に起因した河床形態の変化について(1)水制周辺河床の局所洗掘、(2)水制周辺の砂の堆積、(3)水制下流域における河床形態と、3つの観点から考察する。

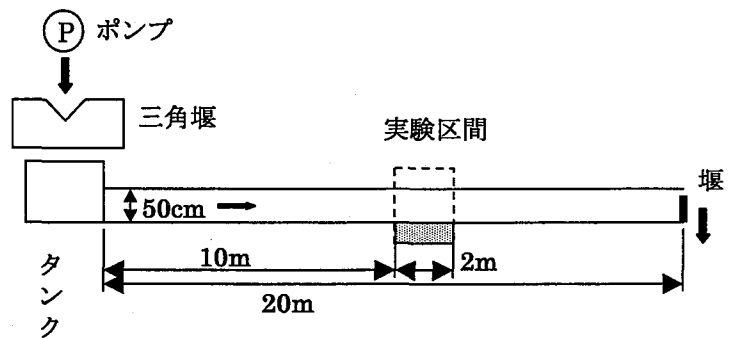


図-1

(1) 水制周辺河床の局所洗掘

最大洗掘深 Z_s は、水制を上向きに設置した場合に大きく、下向きに設置した場合にやや小さくなる傾向が見られた。また、最大洗掘深は接近流の流速が速くなるにつれて大きくなり、水路幅に対する水制長さの割合が大きくなるにつれても、最大洗掘深は大きくなる傾向が見られた。水深による最大洗掘深の違いは、水深が小さくなるにつれて、最大洗掘深は大きくなる傾向が見られる。以上の傾向より、水制による流速の変化の割合が大きい場合に、最大洗掘深が大きくなる傾向が見られた。

(2) 水制周辺の堆積

最大堆積高の出現位置は水制設置場所から水制長の2倍ほど下流側にはなれた場所に現れ、流速が速くなるにつれて、水制側壁面に近づく傾向が見られた。また、最大堆積高を決定するパラメータは、最大洗掘深と同様にフルード数が支配的であることが分かった。また、実験条件が静的洗掘条件であるため堆積する砂は局所洗掘によって巻き上げられた砂である。

(3) 水制下流域における河床形態

水制下流域において発生した、河床形態は砂漣と砂堆のLower Flow Regimeであった。また、流速が遅い場合、水制の設置角度の違いによる河床形態の伝播方向の違いが見られた。例として、流量10 l/s、水深10cm、水制長10cmの条件において水制の設置角度 θ の違いによる発達方向の違いを図-3に示す。

水制の設置角度を上向きにした場合には、水制近くでは壁側に向けて伝播するが、水制から離れるにつれて、水路と平行に伝播していった。また、水制の設置角度が下向きの場合は、水制に起因した河床波は壁側に直進して伝播した。

4. まとめ

水制に起因する河床形態の変化について考察したが、水制周辺における局所洗掘および局所堆積においてはフルード数が現象を支配するパラメータとなっていることがわかった。また、水制の下流域における河床形態の変化については、水制設置による河床波の伝播方向の傾向をつかみ、河床波の規模を特定した。今後、水制下流域における河床形態の時間的変化特性を実験的に明らかにするとともに、数値シミュレーションにより水制を含む流れ場および河床変動特性を解明する必要がある。

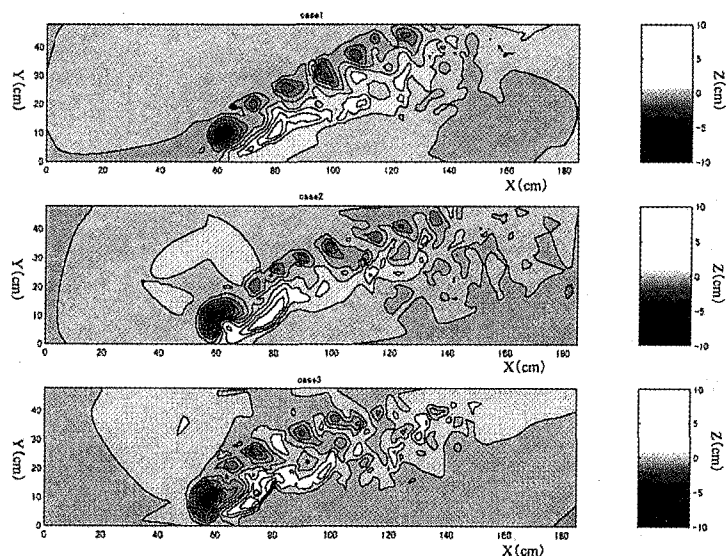


図-2

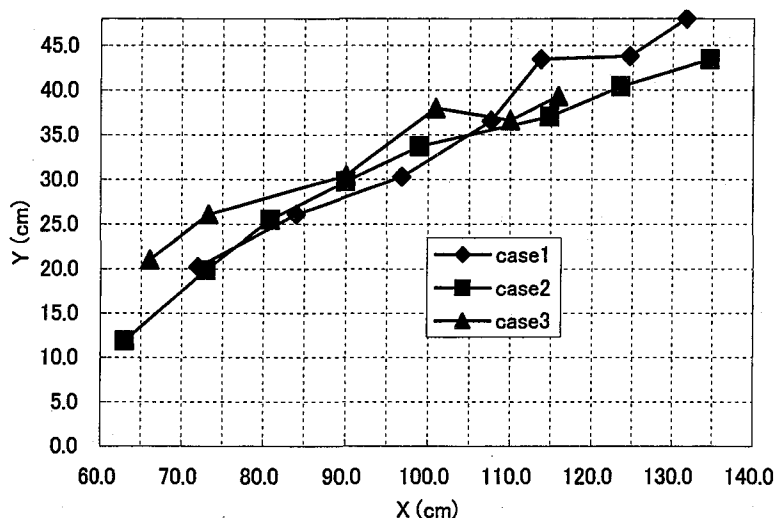


図-3