

水制周辺の局所洗掘に起因する下流域の河床変動特性

愛媛大学大学院 学生会員 ○森本 稔
 愛媛大学大学院 正会員 村岡 一志
 愛媛大学 正会員 門田 章宏
 愛媛大学 フェロー会員 鈴木 幸一

1. 目的

近年、河川の自然環境に対して注目が集まっており、様々な河川改修工法が試みられている。また、護岸工法に対しても河道内に多様な河川環境を創るとされる水制が注目されている。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、合理的な水制の設計法は確立されていない。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しての研究である等、殆どの研究が水制周辺の議論であり、水制下流域を議論している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を実験的に評価すること、また、水制周辺の三次元乱流解析を行い、詳細な流れ場を解析した。

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 $I=1/400$ の循環式水路に、上流から $10\sim 12\text{m}$ 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、非越流型不透水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。非越流型不透水水制模型は、幅 2cm (流下方向)、高さ 30cm 、長さ(横断方向) $5, 10, 15\text{cm}$ 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行なった。また、水制の設置角度 θ 、接近流(水制上流部の一様な流れ)の流速 v 、水制の長さ L_g 、水深 H と4つのパラメータに着目し設定した。

3. 実験結果

図-1は、例として流量 10l/s 、水深 10cm 、水制長 10cm の条件で水制の角度を壁面から直角、上流及び下流に 15° 傾けた実験結果を比較したコンター図である。図は上から上流に傾けたもの、直角、下流に傾けたものとなっており、それぞれcase1~3とする。

最大洗掘深 Z は、水制を上向きに設置した場合に大きく、下向きにした場合にやや小さくなる傾向が見られ、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、流速が早くなるにつれ、水制側壁面に近づく傾向が見られた。また、水制下流域において発生した河床形態は砂漣と砂堆にLower Flow Regimeであった。また、流速が遅い場合、水制の設置角度

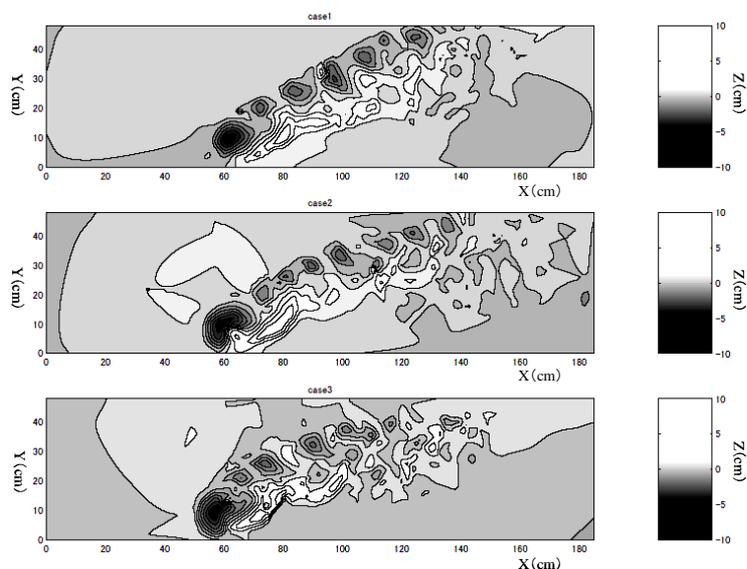


図-1 変動後の河床

キーワード 非越流型不透水水制, 河床変動, 流れ場三次元数値シミュレーション

連絡先 〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 愛媛大学工学部環境建設工学科水工学研究室 Tel1089-927-8579

の違いによる河床形態の伝播方向の違いが見られた(図-2)。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. 流れ場のシミュレーション結果

水制周辺および下流域における流れ場を観るため数値シミュレーションを行なった。解析には SSIIM と呼ばれる三次元乱流解析コードを使用し、流れ場の条件としては初期状態の流れ場を見るため河床が平坦で、水制の設置角度が直角なものについて、標準型 $k-\varepsilon$ 乱流モデルを導入した Navier-Stokes 方程式を解くことにより流れ場の解析を行なった。

図-3 から図-5 は、本解析した流れ場の結果を示しており、上から順に底付近、中間、表層付近をそれぞれ示している。底付近の流れから水制周辺の局所洗掘を起こすような水制付近での速い流れは見るができるが、水制下流域における河床変動をもたらすような大きな流れ場の変化は見ることはできなかった。実験において水制下流域において見られた河床変動は、水制周辺にて起こった局所洗掘の影響、また、洗掘の起こる際に運ばれる砂の堆積の場所などに起因するのではないかと考えられる。

5. 結論

水制による下流域の河床に対する影響は水制による流れ場の変化にも要因があるであろうが、水制周辺で発生する局所洗掘による流れ場の変化、また、それに伴う土砂輸送によるものにも大きな原因があるように思われる。今後は、水制周辺および下流域について局所洗掘の起こった後についても流れ場の計算を行い、洗掘によりどのように流れ場が変化しているのか解明する必要がある。また、実験で起きた現象について数値シミュレーションにより再現できるかを試みたい。

参考文献： 山本晃一：日本の水制，山海堂，1996

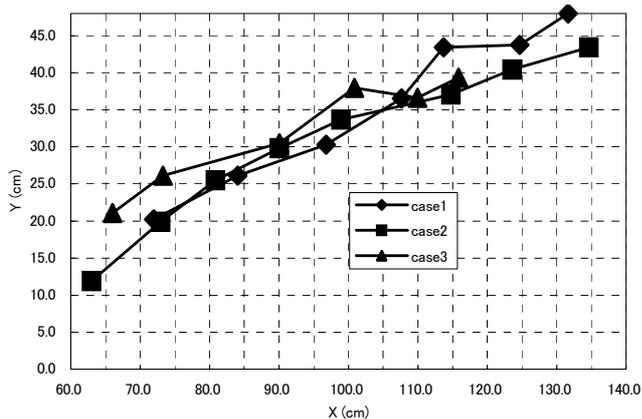


図-2 河床波伝播角度

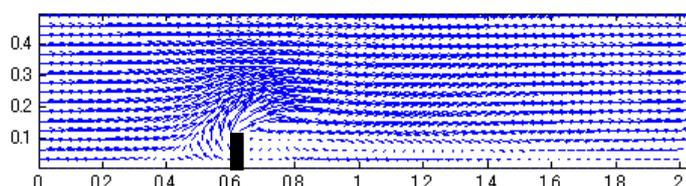


図-3 底付近の流れ場

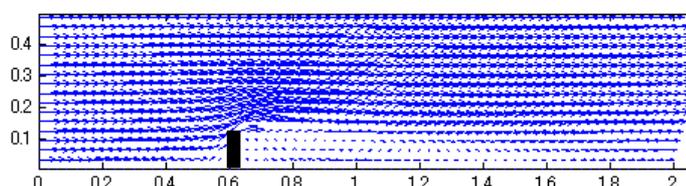


図-4 中間付近の流れ場

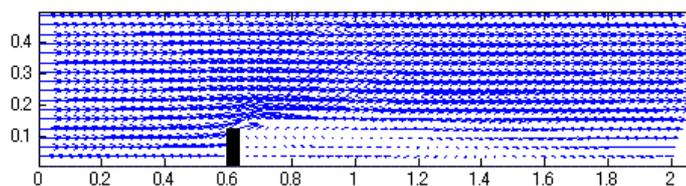


図-5 表層付近の流れ場