

2次元河床変動モデルによる流出土砂量の予測計算

鳥取大学工学部 正 員 道上正規

鳥取大学工学部 正 員 藤田正治

(株)奥村組 正 員 ○喜田雅紀

大豊建設(株) 正 員 古賀 顕

1. はじめに 河床変動を議論する場合には、山地流域における流出土砂量が上流の境界条件となることからそれを正確に把握することは重要な問題である。本研究では特に給砂なしの条件に対して、流況に2次元浅水流を用いた水みち侵食、全幅侵食のどちらにも対応できる2次元河床変動モデルに基づく流出土砂量の予測法を提示し、従来行われた水路実験に適用することによってその妥当性を検討する。水路実験に関しては、昨年度の中四講演概要集を参照されたい。

2. 計算方法 2次元河床変動は①2次元浅水流モデル、②2次元の流砂の連続式、③側岸の崩落モデルを用いて行われた。①では、浮き州の形成、発達、減衰によって計算領域が時間的に変化することから次のような計算を行う。水深が0または負になった場合、そのメッシュを陸地とみなし次のStepでは計算を行わないようにする。また、陸地の周囲の水位の平均値が陸地の河床位よりも5mm以上高くなった場合、その陸地は水没したとみなし計算領域に含める。②では、まず流れ方向の全流砂量を芦田・道上の流砂量式より算定し、流下方向および横断方向の流砂量を流速の比から算定する。横断方向の流砂量に関しては、重力効果が特に大きく影響することから長谷川の式¹⁾を用いて算定する。なお、無次元限界掃流力に関しては河床勾配によって補正を行っている。また、砂のずり落ちを考慮し、隣り合ったメッシュ間の勾配が河床材料の水中安息角(31°)以上になった場合は、河床の高いメッシュの砂がずれ落ちると仮定し勾配を修正している。③では、水際部の侵食による側岸の崩落現象を次のようにモデル化する。側岸の崩落条件、および形状は次のようである。④水際を挟んだ両隣のメッシュ間の河床横断勾配が、河床材料の水中安息角以上である場合に側岸の崩落を考える。⑤崩落後の河床形状は、水際線よりも上では、水際を挟んだ両隣のメッシュ間の河床横断勾配で、水際線よりも下では、河床材料の水中安息角で堆積するものとする。⑥崩落後の側岸の肩の位置は、崩落部分の面積と堆積部分の面積が等しくなるように決定する。⑦崩落後の側岸の肩は、最も近いメッシュの位置に設ける。

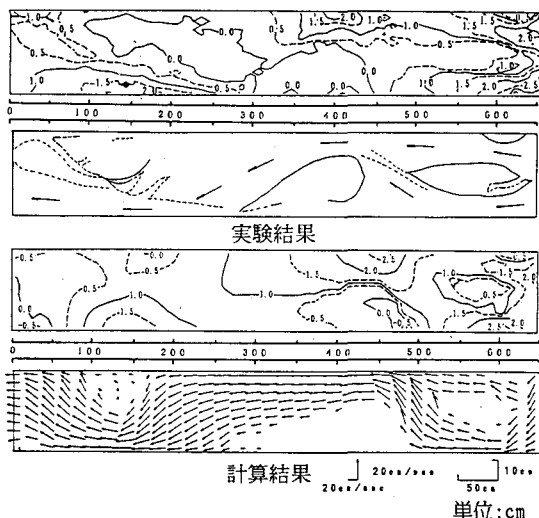


図1 実験結果と計算結果との比較(通水30分後)
河床変動量分布(上)、流速ベクトル(下)

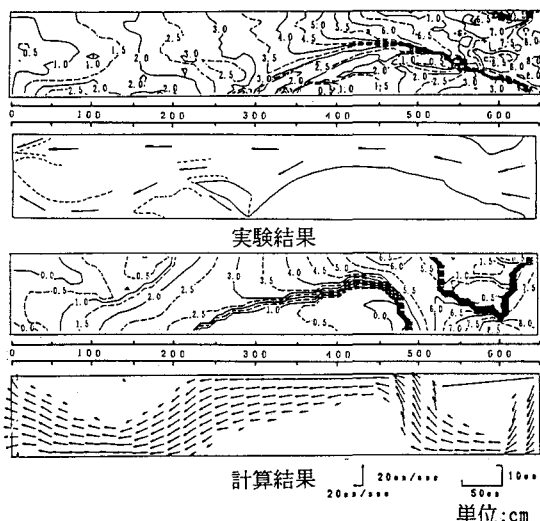


図2 実験結果と計算結果との比較(通水360分後)
河床変動量分布(上)、流速ベクトル(下)

3. 水みち侵食のシミュレーション 計算では、本河床変動モデルの妥当性を検討するために、水みちが形成された実験の通水後15分後の水みちの形状を初期値として用いる。通水30分後、360分後の計算結果と実験結果を図1および図2に示す。図中の河床変動量は侵食を正にとり、0.5cm間隔で実線と点線で交互に示している。また流況図に関しては、図中の矢印は流向を表し、実線は浮き州の水際線を、点線は水没した砂州の縁を示している。また、計算と実験による流出土砂量の時間的変化を比較したものが図3である。

図1によると、通水30分後には水みち内が活発に侵食され、侵食土砂の一部は下流から150cm付近の右岸側に堆積し浮き州が形成されつつあり、実験結果と良く一致している。また、浮き州の形成位置、主流の方向とも実験結果を良く再現できている。図2によると、下流端から150cm付近の右岸側に形成されつつあった浮き州は大きく発達し、そのため水路全体としては波長が約600cmの水みちが形成されている。水みち形状は下流端で若干の差異がみられるものの、その波長は実験値と良く一致しており良い再現性を示している。また、図3によると流出土砂量の時間的変化は、傾向、値とも実験結果と良く一致している。以上のことから、本河床変動モデルを用いれば流出土砂量の予測は可能である。

4. 水みち侵食のシミュレーション 初期河床形状に波長80cm、波高0.37cmの交互砂州状の凹凸を与える。これは、福岡ら²⁾によって提案された正弦波形を用いた砂州の形状を表す式、村本・藤田³⁾によって示された砂州の波長、波高の関係を用いて決定したものである。通水5分後、120分後の計算結果を図4および図5に示す。

図4によると、通水5分後には河床は全幅侵食されている。中、上流域では波長が約100cmの交互砂州に発達しており、流れは上流域で蛇行し河床の擾乱に沿って水みちが形成されつつある。一方、下流域では上流側で侵食された土砂が堆積し、下流端から100cmの付近に若干交互砂州の形状がみられるものの全体的には砂州高は小さいものとなっている。図5によると、通水120分後には交互砂州は明確な浮き州に発達し、水みち侵食に変化していることが分かる。形成された水みち形状については、実験結果と若干の差異がみられるものの全体的な傾向は再現できており本河床変動モデルを用いれば、水みちの発生に伴う全幅侵食から水みち侵食への変化過程を計算することが可能であるといえる。

参考文献 1)長谷川和義：非平衡性を考慮した側岸侵食量式に関する研究、土木学会論文報告集、第316号、1981、pp. 37～50 2)福岡ら：交互砂州上の流砂量分布、第27回水理講演会論文集、1983、pp. 697～702 3)村本嘉雄・藤田裕一郎：中規模河床形態の分類と形成条件、第22回水理講演会論文集、1978

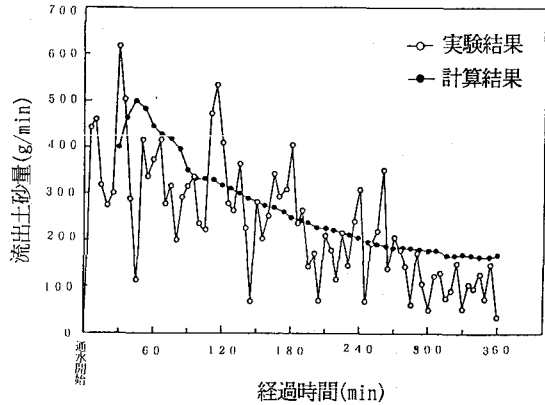


図3 流出土砂量の時間的変化

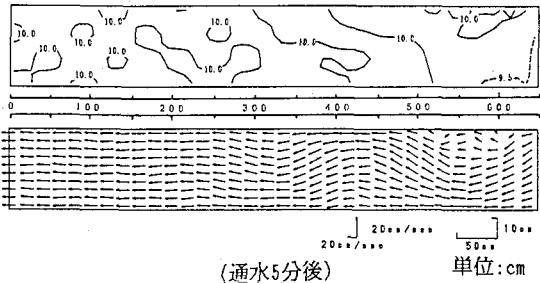


図4 堆積厚コンター図(上)および流速ベクトル図(下)

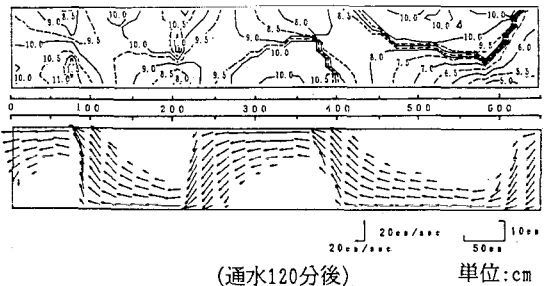


図5 堆積厚コンター図(上)および流速ベクトル図(下)