

重信川河口部の二次元河床変動シミュレーションに関する研究

愛媛大学工学部 正 員 鈴木 幸一
 愛媛大学工学部 正 員 〇山本 裕規
 愛媛大学大学院 学生員 藤岡 貴之
 愛媛大学大学院 学生員 黄 国偉

1. はじめに

愛媛県松山市を流れる重信川では、1993 年(H5)に $300\text{m}^3/\text{s}$ を越す例年にはあまり見られない大きな出水が 6 回もあり、前年まで固定していた河道内の砂礫堆や低水河道が大きく変化した。

本研究では、1993 年洪水前後における重信川河口部(0km~2km)の河床変動を二次元数値シミュレーションによって解析し、実測資料と比較・検討を行った。

2. 洪水による河床変動の実態¹⁾

1993 年(H5)には図-1 に示すように大きな出水が 6 回発生し、そのうち 5 回の出水ではピーク流量が $500\text{m}^3/\text{s}$ を越える大規模なものであった。そのため、長年砂礫堆が固定し植生が繁茂していた場所が侵食され新たなみお筋が形成されるなど、大規模な河床変動が生じた。出水前後の河口付近の河床形態を図-2 に示しているが、図中に黒で示す部分が大きく洗掘された。このため、河口部の砂州はそれまでの交互砂州がやや網状に変わり、河道中央部の砂州を横断する流れが生じるようになった。

3. 数値シミュレーションの手法

計算は、図-1 に示す 6 回の大出水時の各ハイドログラフを微小時間(ΔT)内で一定になるように階段状に分割し、その ΔT 内では流れ場が定常と仮定して、非定常の二次元浅水流モデルを用いる。すなわち Navier-Stokes の運動方程式と連続式を鉛直方向に積分した後、離散化して数値計算を行い、 ΔT 時間内の定常流速と水位を計算する。得られた流速に対応する流砂量を、流れ方向に Meyer-Peter&Muller 式、流れと垂直方向に長谷川の式を使用して計算し、流砂の連続式より ΔT 時間内の河床変動量を求めた。計算区間は河口から 0km~2km で、この区間を流下方向に $\Delta x=50\text{m}$ 間隔、横断方向に $\Delta y=10\text{m}$ 間隔に分割し、各格子点上の水理量を計算する。境界条件は上流端において流量を上記のように与え、下流端では ΔT 時間に対応する潮位を観測記録より与える。また、壁面には slip-condition を適用した。なお、潮位が下流端での等流水深より低い場合は等流水深を下流端条件として置き換えた。また、河床砂礫は 15mm の均一粒径と仮定して与えている。初期河床高については、出水前の横断測量結果や航空写真などを参考に、計算格子点上の値に変換して与えた。計算では、定常解に収束するまでの水位変動によって砂礫堆が水没あるいは露出することが考えられるため、水位の上昇あるいは下降にともなって格子点上の河床を水没・露出させる判定条件を取り入れた。すなわち、計算する格子点の周囲の平均水位がこの点を上回る場合は水没させ、逆に下回るときは河床を露出させて計算領域を変化させた。

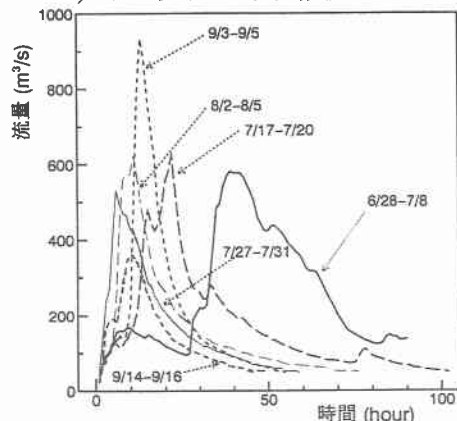


図-1 1991 年に観測された主な洪水

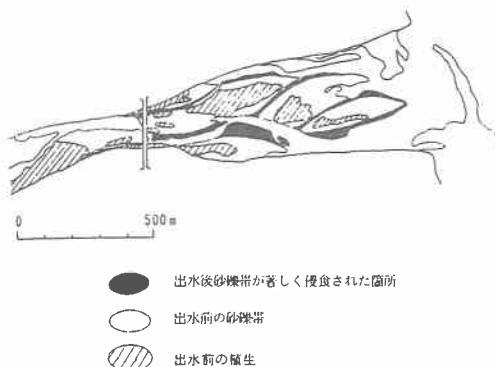


図-2 出水前後の河口付近の河床状態

4. 計算結果と考察

図-3 は流れ場の計算結果の一例(流量:444m³/s,潮位 1.186m)を示している。

検証できるデータが存在しないが、出水後のみお筋の変化などから、現実に近いものと考えられる。図-4(a),(b)はそれぞれ出水前の初期河床形状と、6つの出水が終了した時点(1993年9月17日)での河床形状のコンター図(計算値)を示しており、特に河口から1.0km付近と0.5km付近に存在する砂州上において河床変動が顕著であることがわ

かる。また、左岸側の河床変動はそれほど見られず、出水当時河口付近では右岸寄りの流れが卓越していたことが推測される。河口から1.0kmより上流側では実際より河床の低下が大きくなっているが、流路がかなり狭く、流速が局所的に大きくなって、 ΔT 時間内での流砂量が過大に計算されたものと考えられる。ただ、全体的には図-2の観測結果と河床変動傾向が一致している。図-5は河口から0.6km地点において出水前後の河床横断形状の実測値と計算値を比較したものである。実測の横断形状の測定位置と計算格子の位置が多少ずれているため厳密には同じ場所のものではないが、計算結果は洪水後の河床変動傾向を比較的良好に再現していることがわかる。

5. おわりに

シミュレーションによって、洪水後の河床変動をある程度再現できたが、流量が比較的少なく、河道にみお筋が数本存在するような複雑な流況の計算に一部不安定が見られた。今後さらに計算プログラムの改良を進めていく予定である。

参考文献 1) (財)防災研究協会:重信川流域土砂管理調査業務委託報告書, 1995年

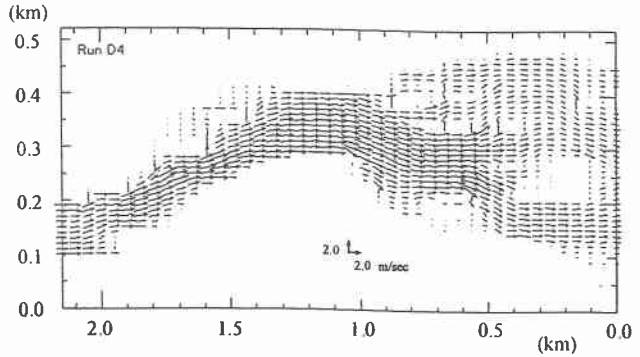


図-3 流速ベクトルの例 (流量:444m³/s, 潮位:1.186m)

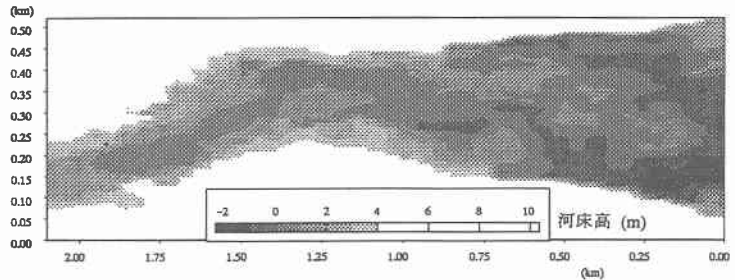


図-4(a) 初期河床形状

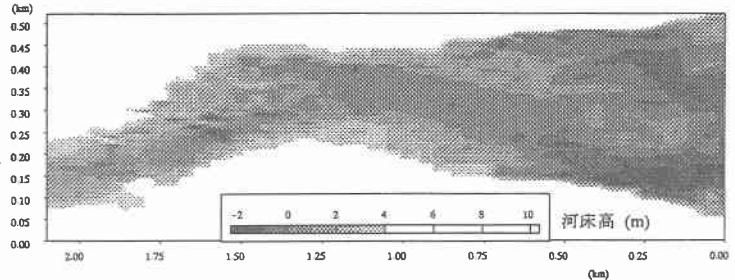


図-4(b) 計算河床形状 (1993年9月17日)

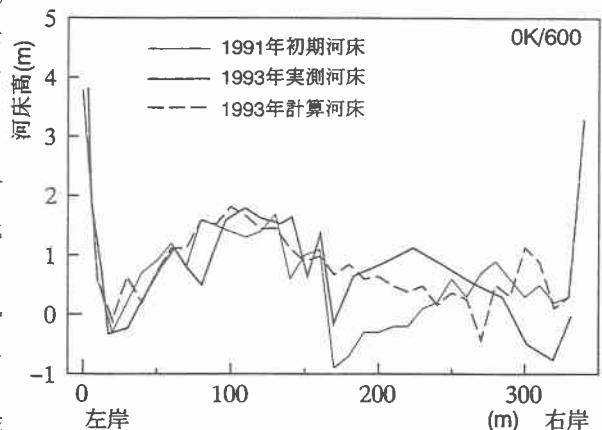


図-5 出水前後の河床横断形状の比較