

II-307

洪水による重信川河口部の二次元河床変動

愛媛大学工学部 正 員 山本 裕規

愛媛大学工学部 正 員 鈴木 幸一

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一級河川である重信川では、1993年(H5)に $500\text{m}^3/\text{s}$ を越す例年にはあまり見られない大きな出水が5回あり、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年の洪水前後における重信川河口部の砂礫堆やみお筋の変化の実態を実測資料に基づいて示すとともに、洪水による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た。

2. 洪水による河床変動の実態

重信川では、 $300\text{m}^3/\text{s}$ を越すような流量は平均的には年1回程度であるが1993年(H5)には $500\text{m}^3/\text{s}$ を越す大出水が5回もあった。このため、長年砂礫堆が固定し植生が繁茂しているような場所に新たにみお筋が形成されるなど、河相が大きく変化するほどの河床変動が生じた。河口に近い下流部の河床の状態を図-1に示しているが、みお筋は河口から約0.5kmの区間では右岸側に寄っている。0.1～0.8km区間では河道中央部からやや左岸側に大きな砂礫堆があり、その約3分の1は植生で覆われている。また、0.5～1km区間には右岸に沿って砂礫堆が固定している。1993年の出水後には、砂礫堆の図で黒く示している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ような流れが生じるようになった。図2は一例として河口から400m断面での横断河床形状を出水前(1991年)と出水後(1993年)で比較したものである。図中、出水前後の河床高に挟まれたハッチ部が河床洗掘を、また白抜き部が土砂堆積を示している。400m地点では、河道中央部の砂礫堆が幅100mにわたって最大2m程度侵食され、また右岸寄りに土砂堆積が見られ、みお筋が半分の50m程度に減少している。

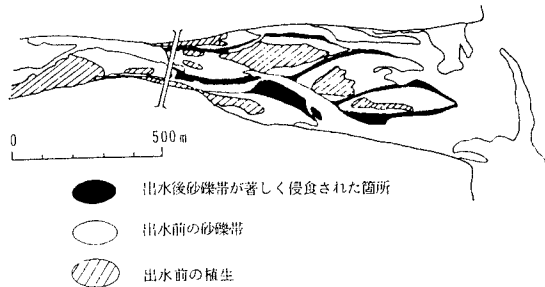


図-1 出水前後の河口付近の河床状態

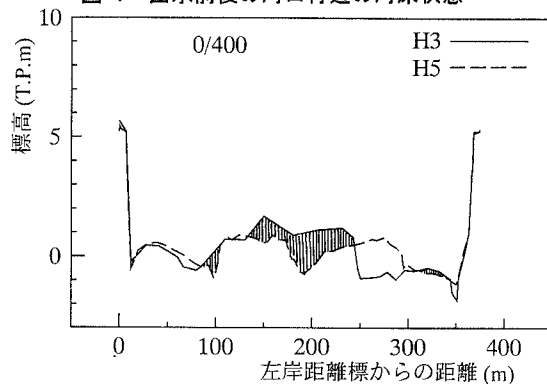


図-2 出水前後の河床横断面形状の変化(400m地点)

3. 河床変動の数値シミュレーション

1993年(H5)の数回の出水によって生じた重信川河口部(0～2km)での河床変動を数値シミュレーションによってどの程度再現可能か試みた。ここでは小流量のとき河床変動が小さいものとみなし、最大流量が $300\text{m}^3/\text{s}$ を越す6回の出水時のハイドログラフに対して二次元河床変動計算を行っている。計算方法は、洪水ハイドログラフを微小時間(ΔT)内で一定と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して二次元浅水流速を差分法によって求め、その流速に対応する流砂量から ΔT 時間内の河床変動量を求めるものである。なお、基礎式の差分スキームは中川¹⁾によるものを参考にした。

数値シミュレーションの条件：0km(河口)

～2km 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，各格子点での河床変動を計算する。 ΔT については，流量の時間変化の大きいときは ΔT を小さくした。なお， ΔT は2時間から10時間の範囲であった。境界条件は上流端(2km断面)で流量を与え，その断面での流砂量に平衡流砂量を与えて河床変動がないものとした。一方，下流端では水位をその時刻の潮位観測記録より与えるが，潮位が下流端での等流水深より低い場合はその等流水深を与えた。また，初期河床高には図-3(a)に示す1991年(H3)の実測河床高を用いた。河床砂の粒径については $d=0.15\text{cm}$ の均一砂とした。

なお出水時には河道内の水位が上昇し砂礫堆が水没するため，計算では水位の上昇あるいは下降に伴って砂礫堆が水没・露出する条件を取り入れた。すなわち，周囲の平均水位が計算する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。

シミュレーションの結果：図-3(b)は6回の洪水終了後(9月17日)の計算河床形状を示している。河口から1.0km地点付近までは主に右岸側に沿って河床変動が進行しており，上流からかなりの土砂が運ばれてきたことがわかる。また洪水前後の(a)，(b)図を比較すると，0.1～0.8km区間の河道中央部の砂州が大きく変形していることが認められる。図-4は一例として，河口から0.6km地点において出水前後の横断河床形状の実測値と計算値を比較したものである。実測の河床横断形状の測定位置と，計算における位置がわずかにずれているものの，計算結果は洪水時の河床変動を比較的良好に表していることがわかる。図-5は流れ場の計算結果の一例を示している。検証できるデータはないが，洪水後の痕跡などからも現実に近い流れと考えられる。

4. おわりに

中小の洪水時に運ばれてきた細粒土砂と植生で覆われている砂礫堆は，大出水時には意外に容易に洗掘され変形することが観測された。また，大出水時には植生を無視した河床変動計算でも現象がある程度再現できることがわかった。

参考文献 1) 中川一：洪水および土砂氾濫災害の危険度評価に関する研究，京都大学学位論文，1989。

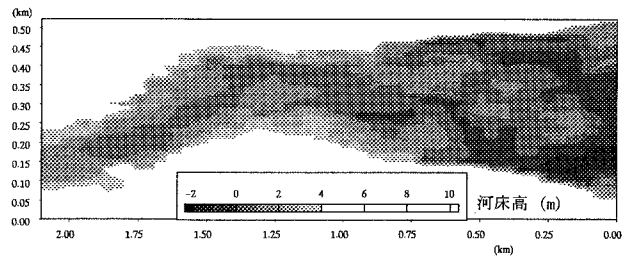


図-3(a) 初期河床形状

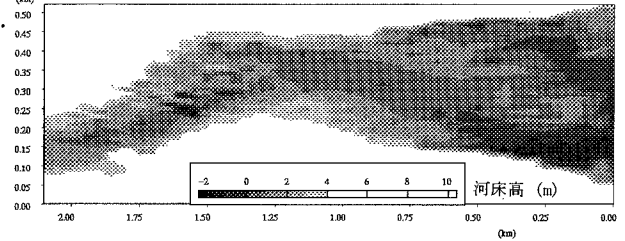


図-3(b) 計算河床形状 (1993年9月17日)

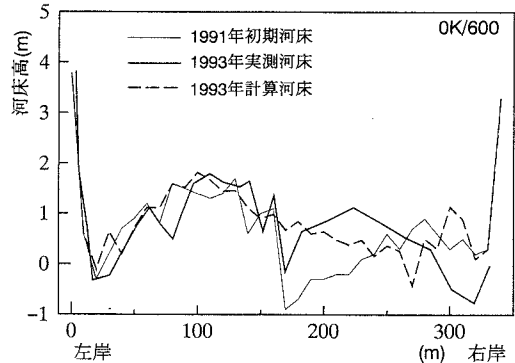


図-4 出水前後の河床横断面形状の比較 (600m 地点)

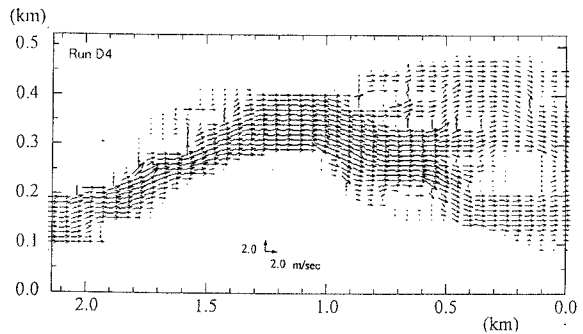


図-5 流速ベクトルの一例(流量:444 m^3/s , 潮位 1.186m)