

II-49

出水による名取川河口砂州崩壊過程の数値計算

東北大学大学院 学生員 ○桑原 直樹
東北大学工学部 正会員 田中 仁

1. 序 論

出水時における河口部の砂州地形変化を実測するのは困難である。そのため計画洪水規模の出水時の地形変化予測には数値計算が有効であると考えられる。しかし、実河川を対象とした砂州崩壊過程の数値計算法については、いまだ十分検討されていない。そこで本研究では、昭和61年8月4日から6日にかけての名取川における出水について、数値計算による再現を試み、再現結果と実測値との比較検討を行った。本研究では、特に計算格子間隔の影響、各流砂量公式による結果の比較、更に浮遊砂の効果等を検討した。

2. 計算方法及び計算条件

数値計算において、流れの計算は浅水理論に基づき有限差分法によって行い¹⁾、更に流れによるせん断力から流砂量を計算し、それを用いて地形変化の再現を試みた。計算領域を図1に示す。計算再現時間は、1986年8月4日午後11時から8月7日午前0時までとした。流れの計算を行った後、流れによる底面摩擦力から流砂量を求め、その結果から地盤高の変化を求めた。本研究では表1に示すようにCase1～4の4種類の計算を行った。なお、Case1の結果は既発表のもの²⁾である。ただし Δx は空間格子間隔、 Δt は時間格子間隔である。

掃流砂量式はMeyer-Peter&Muller（以下MPM）の式

$$\Phi_B = \alpha(\tau' - \tau'_{cr})^{1.5} \quad (1)$$

(τ' :無次元掃流力、 τ'_{cr} :移動限界無次元掃流力)を2次元に拡張し、係数 $\alpha=24.0$ としたものと、Einstein-Brown（以下E-B）の式

$$\Phi_B = 40F(d)(\tau' - \tau'_{cr})^3 \quad (2)$$

($F(d)$ はRubeyの式により求める)を用いた。また、浮流砂量式はLane-Kalinske式により求めた。

さらに砂移動の計算に用いた渡辺ら³⁾の式に含まれている係数 ϵ_s については、Case1～3では $\epsilon_s=10$ 、Case4では $\epsilon_s=50$ とし、移動限界無次元掃流力については岩垣の式により求めた。また、底面摩擦力についてはManningの粗度係数を用いる事で表現し、植生のある領域では $n=0.07$ 、他の領域では $n=0.03$ とした。

なお、その他の計算方法の詳細は前報²⁾に詳しい。

3. 結 果

計算初期における河道内の水位についてCase1～4での計算値と実測値との比較をした結果が図2(a)である。まず、Case1とCase2を比較するとCase2の方が水位が低くなっている。これは、格子がより細かいCase2に

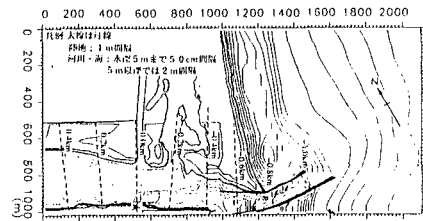


図1, 計算領域

case	1	2	3	4
掃流砂量式	MPM	MPM	E-B	E-B
流砂の区分	bed-load	bed-load	bed-load	total-load
$\Delta x(m)$	30.0	15.0	15.0	15.0
$\Delta t(sec)$	1.5	0.5	0.5	0.9

表1, 計算条件

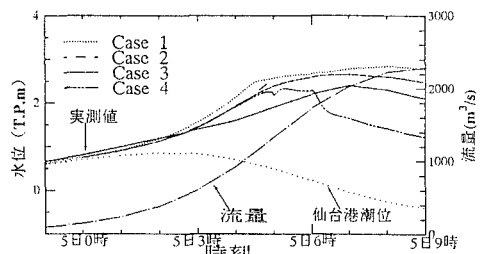


図2(a), 計算初期における水位の比較

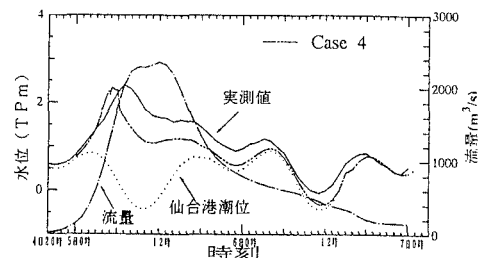


図2(b), case4での水位変動

において導流堤内部の流れの計算精度が向上したためである。Case3においては水位ピークが現れる時刻についてはほぼ良好な値を示しているが、まだ水位に関して実測値との間に開きがある。Case4ではピーク水位については実測値とほぼ同じであるが、その後の水位の減少が実測値に比べ著しい。これは、Case4においては全般的に砂移動量が過大評価されているためと考えられる。Case4においてはその後の水位の変化は図2(b)のようになる。以下ではCase4での計算結果を示す。

図3は、ピーク流量時における速度ベクトル(a)と河口部の地形コンター(b)である。図3(b)において実線は初期地形で破線は計算結果である。図を見ると、左岸の砂州が欠壊してそこから海側へ舌状の「テラス地形」が形成される様子がわかる。また、図4(a),(b)は、出水終了時の河口部のコンター(a)と航空写真である。(a),(b)を比べると河口左岸部のフラッシュについては良好な結果を示していると言える。さらに、図3-(b)と図4(a)を見比べると、左岸砂州のフラッシュとテラス地形の形状はピーク流量時までに概ね決定されると言えてよい。

導流堤内部での断面形状の比較を行った結果が図5である。計算では導流堤内部での洗掘がほとんどなく、横断方向に洗掘深の相違が見られないが、実測には右岸側に深掘れが見られる。これは、計算において二次流の影響を考慮していないためと左岸砂州部を越流する砂移動量が過大評価されたためと考えられ、この点について今後検討を要する。

4. おわりに

前報の計算に比べ、格子間隔の細密化、流砂量式の変更により、より良好な計算結果が得られた。ただし、浮遊砂を加味した計算では水位の低下が著しく、他の公式の適用、さらには二次流による砂移動現象の検討などを通じて、より詳細な検討を行う必要がある。

謝辞：本研究を行うに際し、東北大学首藤伸夫教授から貴重な御助言を頂いた。また、建設省仙台工事事務所からはデータを提供して頂いた。ここに記して、深謝致します。

【参考文献】

- 1) 後藤智明・小川由信: Leap-Frog法を用いた津波の数値計算法, 東北大学土木工学科, 1982.
- 2) 桑原直樹・田中 仁: 名取川河口部地形変化の数値計算, 第41回海岸工学講演会論文集, pp. 501~505, 1994.
- 3) 渡辺 晃・丸山康樹・清水隆夫・樺山 勉: 構造物設置に伴う三次元海浜変形の予測モデル, 第31回海岸工学講演会論文集, pp. 406~410, 1984.

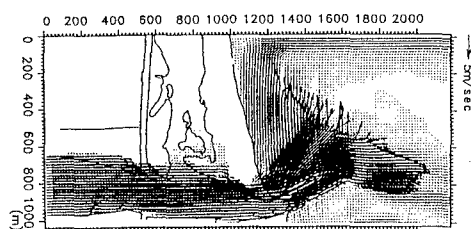


図3(a), ピーク流量時における速度ベクトル

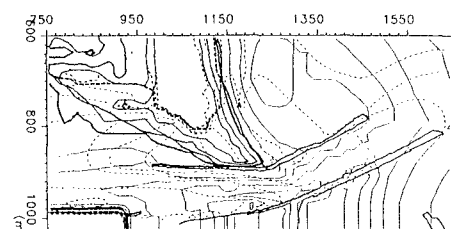


図3(b), ピーク流量時における河口部のコンター

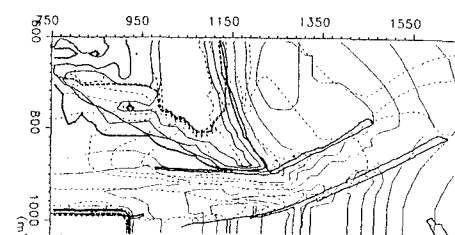


図4(a), 計算終了時における河口部のコンター



図4(b), 出水終了時における航空写真(86' 8' 13)

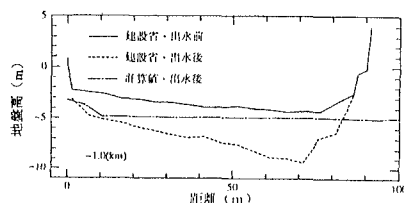


図5 断面形状の比較