

II - 38

越流による河口砂州崩壊の数値シミュレーション

東北大学大学院 学生員 ○山内 健二

東北大学大学院 正 員 田中 仁

1. はじめに

洪水流を安全に海へ放流するためには河口砂州高さやその形状、潮位などが河口内水位の堰き上げにどの程度影響するかを把握できる数値モデルが必要である。仙台市を流れる七北田川では過去にも大きな出水を対象とした数値計算¹⁾が行われているが、さまざまな河床変動データを用いて砂州の崩壊現象を精度よく再現できる流砂量式を与えなければいけない。今回は 96 年 9 月 22 日の洪水を対象に検証計算を行い、出水前後の実測水深データおよび河口内水位記録からモデルの妥当性を検討する。

2. 検証データ

(1) 水深データ

モデルを評価するにあたって、実測水深を用いて地形変化量、流砂量の検討を行う。定期的に河口砂州および河口内に広がる浅瀬を測量し、洪水後にも同様に測量を行い検証に用いる水深データを得た。

(2) 河口内水位記録

河口内に設置された水位計(図 1 参照)での実測河口内水位を図 2 に示す。河川流量、福田橋水位(河口から上流約 6 km 地点)、潮位(仙台港)も同図に示した。

3. 計算方法

(1) 流れの計算

河口部の流れは、浅水方程式をリープフロッグ差分法で解くことにより計算した。この時、上流端では河川流量を境界条件として与え、下流端では潮位に Wave set-up 量(沖波波高の 0.1 倍)を加えた水位を境界条件とした。また、計算格子には $\Delta x = \Delta y = 10(\text{m})$ 、 $\Delta t = 0.3(\text{sec})$ を用いた。

(2) 地形変化の計算

ほとんどの掃流砂量式は緩勾配等流に対して提案されているため、今回対象としているような急勾配を擁する河口砂州への適用にあたっては砂重量の流れ方向成分を考慮しなければならない。そこで邵²⁾らにならって掃流砂量式を次のように修正した。

$$q^* = a \cdot (\tau^* - \tau_{cr}^*)^m / C_l$$

q^* : 斜面における無次元掃流砂量、 a, m : 定数、 $C_l = \left(1 - \frac{\sigma}{\sigma - \rho} \frac{\tan \theta}{\mu_s}\right)$: 限界掃流力の斜面修正係数、

流砂量式には Meyer-Peter & Müller および Einstein Brown の提案式を用いる。流れの場で計算した底面せん断力から掃流砂量を求め、砂の連続式に代入して地形変化量を求めた。

4. 計算結果

図 3 は流量ピーク時の線流量ベクトル図を同時刻のコンター図と重ねたものである。砂州部分はもともと狭窄しているので、流量ピーク時には砂州上を越流する流れによって右岸砂州が完全にフラッシュされている。図 4 で出水後の実測河床高と計算河床高を比較する。実測値は洪水終了から 3 日後の測量データであるが、この間、低気圧通過後に来襲した高波浪により土砂が砂州上へ回帰してきたことも考慮しなければいけない。したがって単純比較は行えないが、右岸砂州上 1 m 等高線の初期地形(点線)からの後退量をみると砂州フラッシュ幅は比較的一致しているものと考えられる。また、いずれの流砂量式でも計算値では開口幅が過

剩に広がったため河口内の水位が過小に計算される結果(図 2)となった。

5.まとめ

外力データおよび地形データをもとに河口部での流れを再現し、河口内水位、地形変化量の数値計算を試みた。七北田川のような中小河川においては Wave Set-Up などの影響もあり、河口部に作用する外力が複雑であるうえ、外力に対して敏感に反応するため、そのことが実測値を十分に再現できない要因のひとつとなっている。今後、さまざまな条件で検証計算を行い、精度の良い数値モデルを構築していきたい。

謝辞：本研究を行うにあたって、(株)テトラの佐藤勝弘氏より貴重な資料を頂いたことに感謝致します。また、現地資料を提供していただいた運輸省塩釜港工事事務所、宮城県仙台東土木事務所、七北田ダム管理事務所に謝意を表します。なお、本研究に対して文部省科学研究費の補助を受けたことを付記する。

参考文献

- 1) 佐藤ら：洪水による河口砂州崩壊過程の数値計算，海岸工学論文集 第 39 巻，pp.396-400,1992.
- 2) 邵ら：越流による砂州崩壊に関する実験，水工学論文集 第 34 巻，pp.373-378,1990.



図 1 洪水前河口部航空写真(96/9/2)

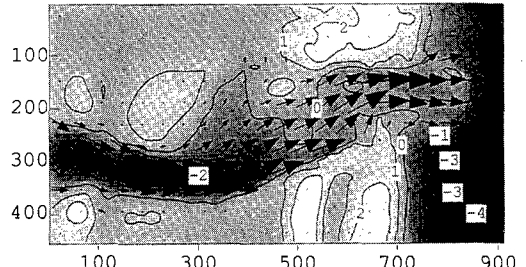


図 3 線流量ベクトル図(流量ピーク時、単位：m)

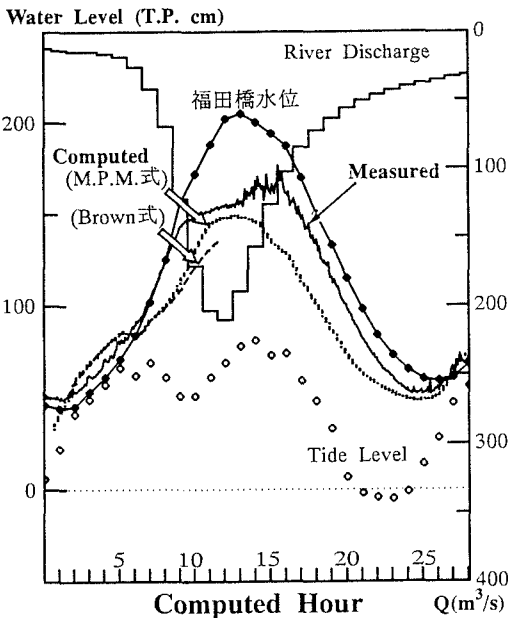


図 2 河川流量、実測水位、潮位、計算水位

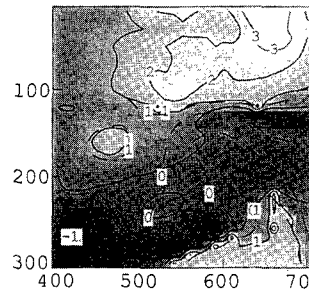
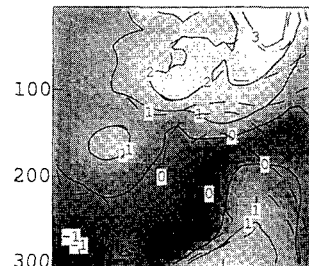


図 4 実測地形(上)、計算地形(下)の比較
(点線は初期地形、単位：m)