

Ⅱ－92 平面二次元計算を用いた名取川河口地形変動特性の検討

東北大学大学院 学生員 ○朝山 順一
東北大学大学院 フェロー 田中 仁
東北大学大学院 正会員 山路 弘人

1. はじめに

河口部では、河川流、潮汐、波浪などの複雑な外力の影響を受けることにより、地形がダイナミックに変化する。ただし、その時間スケールは河川規模の大小・来襲する外力の多寡に応じて異なる。そのような観点から、河川特有の地形変動を捉えておくことは河川管理において重要なことである。

本研究対象である名取川では、水位データを用いた河口水深推定の手法が示されている¹⁾。しかし、地形測量データが少なく、まだ十分な検証が成されていない。今回は、平面二次元モデルを用いて洪水時の地形変化の計算を行い、既往の研究との検証を行った。

2. 名取川の概要

本研究対象領域である名取川は、宮城県のおよそ中央部に位置し、幹川流路長は 55.0km であり、支川には仙台市中央を流れる広瀬川などの河川を有し、名取市閑上地区で太平洋へと流れ込んでおり、その流域面積は 938.9km² である。

名取川河口部には 2 基の導流堤があり、左岸側に大規模な砂州が形成されている。

3. 水位データを用いた河口水深推定法

水位データを用いた河口水深推定法では、以下に示す Keulegan による tidal inlet の流れを表す基礎式を用いた。(1)は運動の式、(2)は連続の式である。

$$\eta_o - \eta_R = (K_{en} + K_{ex} + \frac{2gn^2L}{R^{4/3}}) \frac{|U|U}{2g} \quad (1)$$

$$U = \frac{A_R}{A_C} \frac{d\eta_R}{dt} \quad (2)$$

ここで、 η_o ：潮位、 η_R ：河口内水位、 K_{en} ：入口損失係数、 K_{ex} ：出口損失係数、 n ：マンニングの粗度係数、 L ：河口水路長、 R ：径深、 U ：流速、 A_R ：感潮域面積、 A_C ：河口部断面面積である。

この 2 式から導流堤内の断面形状を矩形と仮定し、河口幅が変化しないことから、平均水深を求めている。

既往の研究では、この手法を用い 2002 年～2004 年の水位データから、2 週間毎の水深変動の推定を行った。この手法により、洪水や波浪による水深変動の変化を捉えることができていた¹⁾。

4. 二次元モデルの計算方法及び計算条件

地形変化の計算は桑原ら²⁾のモデルを用いた。流れの計算として浅水理論を Leap-Frog 法で解き、流れによる底面摩擦から流砂量を求めた。掃流砂量として Einstein-Brown の式、浮遊砂量として Lane and Kalinske の式を用いた。また、Engelund によると導流堤の湾曲部分において二次流の効果により土砂移動が発生するため、その土砂移動も考慮している。そして合計土砂量から土砂の連続式により地形変化を求めている。

計算領域は、格子間隔 15m、格子点 69×145 としている。計算時間間隔は、 $\Delta t=0.8s$ とした。上流端での流量は実測流量、下流端潮位は仙台新港での潮位データを用いた。初期コンターを図-1 に示す。縦軸、横軸はメッシュ番号を示しており、図中の線は 2m 間隔での等深線である。

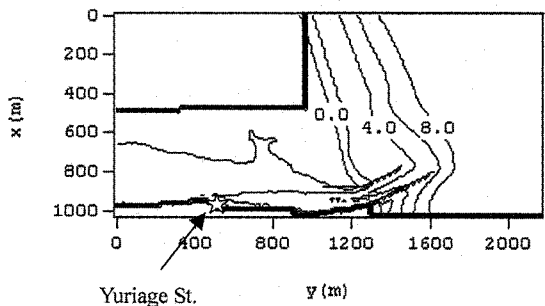


図-1 初期コンター図

5. 計算結果及び考察

2002 年 7 月の出水を対象に、地形変化の計算を行った。計算時間は、7 月 11 日午前 0 時から 7 月 12 日の午後 4 時までの 40 時間とした。そのときの流量、潮位、河口内水位の実測値、及び計算値の変動を図

図-2 に示した。ここで、河口内水位とは、関上第二観測所での水位を表している。

計算終了後のコンターを図-3 に示す。等深線は 2m 間隔である。図-3 より導流堤内で大きく浸食されていることが確認でき、また砂州がフラッシュされて導流堤より上流側の土砂が流され河床テラスが形成されていることがわかる。

また、水位変動を見ると、流量のピークより早く水位のピークが来ていることから、洪水のピークになる前に砂州がフラッシュされたことがわかる。水位変動の計算値と実測値のずれは初期地形が洪水直前のものでなかったため、砂州のフラッシュするタイミングや土砂が浸食されるタイミングがずれてしまったことが原因と考えられる。しかし、出水後の水位変動がほぼ一致していることから地形変化の計算値が実際の地形をよく再現していると考えられる。

そこで、そのことを定量的に評価するために、2002 年～2004 年までの洪水に対して同様の手法で地形変化の計算を行い、導流堤内の平均水深を求め、既往の手法との比較を行った。その結果を図-4 に示す。縦軸が二次元モデルで求めた水深 h_{2D} 、横軸が

水位データより推定した水深 h_{pre} である。また、既往の手法では河口幅一定としているため、砂州がフラッシュした洪水に対しては、導流堤位置まで回復した時のデータを用いている。

図-4 より、今回の示した結果が大きい値になっていることがわかる。これは、前回のモデルは河口断面を矩形とし導流堤間の水深を一定と仮定しており、また流れ方向の一次元のみしか考えていないことや、今回の結果は洪水直後の地形から求めているのに対し、洪水後に河川流量が通常に戻ったときのデータから計算したため、すでに土砂が堆積していたことなどが原因と考えられる。

6. まとめ

今回は、洪水時の地形に関して流量に対する変動の検証を行い、既往の研究の有用性を評価することができた。しかし、流量が通常時での変化に対する検討はまだであるため、今後は平常時での地形変化に対する検討を行う予定である。

謝辞：本研究を進めるにあたり、国土交通省仙台河川国道事務所から貴重な資料を提供頂いた。ここに記して深く感謝致します。

参考文献：

- 1) 渡辺一也・朝山順一・田中仁・山路弘人：水位データより推定される名取川の季節変動について、海岸工学論文集、第 52 巻、pp.336-340、2005。
- 2) 桑原直樹・田中仁・佐藤勝弘・首藤伸夫：洪水時における河口地形変化の数値計算—格子間隔、掃流砂、浮遊砂、二次流の効果について—、海岸工学論文集、第 42 巻、pp.596-600、1995。

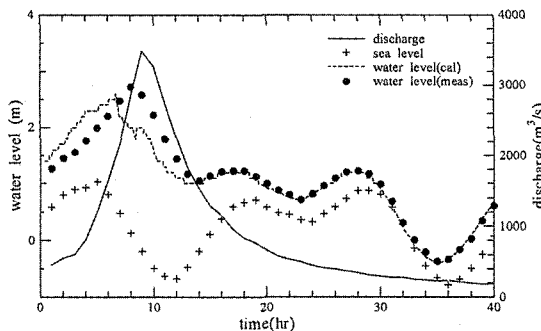


図-2 流量及び水位変化

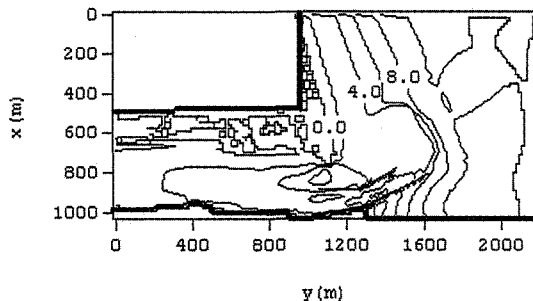


図-3 出水後コンター図

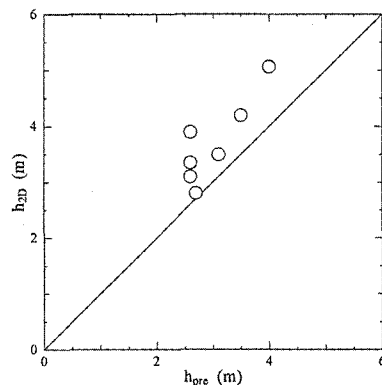


図-4 導流堤内平均水深の比較