

II-24

七北田川における洪水の数値シミュレーション

東北大学工学部 学生員 ○山内 健二
東北大学工学部 正 員 田中 仁

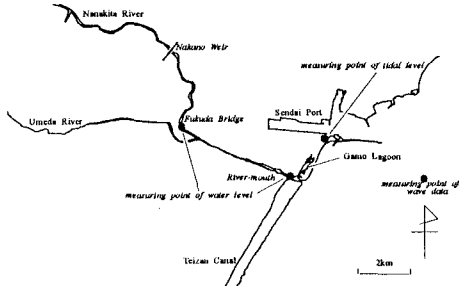


図-1 七北田川流域概要図

1. はじめに

著者らは過去に河口部での洪水のシミュレーションを試みてきた^{1),2)}が、河川自己流量に比べて潮汐の作用が卓越する河口域では、その限定された計算領域のため、河川内への逆流等、実際の河口部での水理現象を表現できない場合があった。

本研究では感潮区間全域を一次元計算領域と二次元計算領域とに分割した河川逆流時の計算も可能な数値モデルを七北田川に適用した。最初に、実測データを用いてモデルの検証を行い、その後、いくつかの異なる洪水波形を与えて数値実験を行い、考察を加えた。

2. 計算方法

七北田川流域の概要を図-1に示す。計算範囲は河口域を含めた $450m \times 1200m$ の二次元計算領域（図-2）とこの二次元領域の上流端から中野堰まで約 $10km$ の一次元計算領域とから構成されており、両者を接続しての同時計算を行った。二次元計算では拡散項なしの水深平均した浅水流モデル、一次元領域では流量と通水面積（水位）を変量とした不定流の基礎式をそれぞれ差分化して解いた。また、二次元領域では砂州の崩壊を考慮して掃流砂の計算も行った。境界条件として上流端で流量を入力し、下流端では潮位に wave set-up による水位上昇分（wave set-up 高さ）を加算した水位を与えた。

3. 潮流が卓越する時期の計算

まず河川流量の小さい時期を対象に計算を行った。図-3が河口内水位の計算値と実測値を比較した図である。同

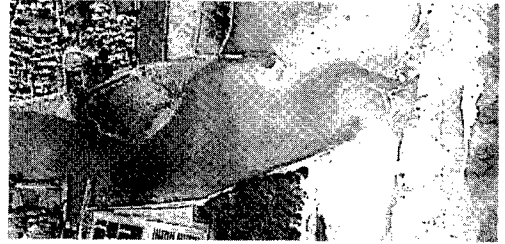


図-2 河口部航空写真（96年9月2日撮影，洪水前）

図には境界条件として用いている潮位変動も示されている。潮位変動に対する河口内水位の振幅の減衰，周期のずれともに良好に再現できた。

4. 洪水期の計算

(1) 計算ケース

今回図-4に示すような4つの異なる洪水波形を与えた。この時の波浪条件，潮位変動も同図に示した。

波形a(case-a)は1996年9月の観測洪水のものでありこの時の河口内水位については実測値があるので、これにより計算モデルの検証が行える。また、波形bは計画洪水時のものであり、昭和23年のアイオン台風時の雨量観測値から地域流出量を算出して得た流量ハイドロである。また、波形cは計画洪水の流量を半分に縮小したもので、さらに波形dは波形cの洪水立ち上がり速度を2倍にしたものである。

(2) 計算結果

図-5がそれぞれのケースで計算された水位である。case-aは実測洪水のもので、洪水の立ち上がりで計算値が実測値を大きく下回っているが、ピーク水位に関しては概ね再現できている。また、水位のピークは図-4との対応を見ると流量のピークよりも波浪のピークと一致している。図-5には波浪データから見積もった wave set-up 高さもプロットしてあり、この wave set-up が水位の上昇を直接的にもたらしていることが判る。一方、case-b～case-dの方は流量のピークと水位のピークが一致しており、それぞれの最高水位には洪水規模の違いがそのまま反映されている。

図-6の上図はcase-aでの流量ピーク時刻の砂州地形であり、下図が洪水終了時の砂州地形である。同じく case-b

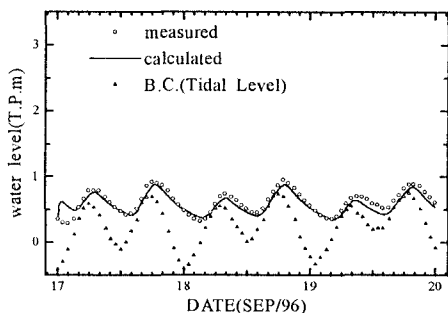


図-3 計算水位と実測水位の比較 (河口内水位)

計画洪水のものを図-7 に示した。case-a では流量ピーク (図-6:上) を過ぎ、水位が低くなってから本格的に砂州崩壊が始まっている (図-6:下) が、case-b では洪水の規模が大きいので流量ピーク (図-7:上) 以前にすでに砂州崩壊が進行している。

このように洪水規模が小さいときは洪水後半の潮位低下により河口内での水面勾配が増大し、この後に土砂移動が本格化するのに対して、洪水規模が大きいときには潮位の影響は見られない。

5. まとめ

計算領域を感潮区間全域に設定することにより、洪水期間のみならず、潮汐が卓越する時期においても実測河口内水位を良好に再現できることがわかった。

また河口内水位に関しては、洪水の規模が大きい場合は水位ピークが流量のピークと一致するが、 $200\text{m}^3/\text{s}$ 程度の洪水の場合、下流端の水位で河口内水位が決まることが判った。この場合、結果として波浪による wave set-up が河口内水位を決める重要なファクターとなった。

今後は、特に洪水規模の小さいときの潮位変動が河口内水位にどの程度影響するのかについて検討していきたい。

謝辞：本研究を行う際に、測量に協力して頂いた東北大学水理学研究室の皆様には謝意を表します。また、(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。さらに、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) 佐藤勝弘・首藤伸夫 (1992)：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.
- 2) 山内健二・田中 仁 (1997)：河口水位に及ぼす河口砂州の効果, 海岸工学論文集, 第44巻, pp.441-445.

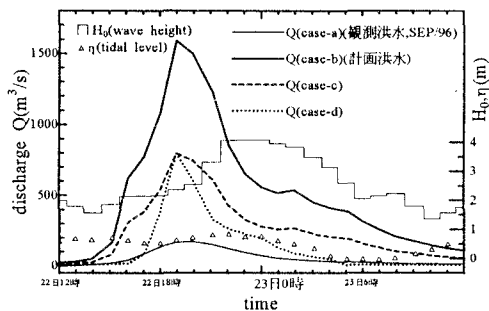


図-4 洪水波形、波高、潮位

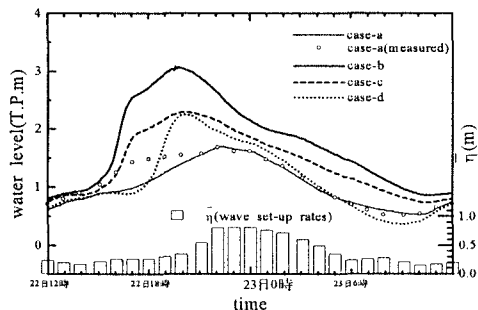


図-5 洪水波形の違いによる計算水位 (河口内) の変化

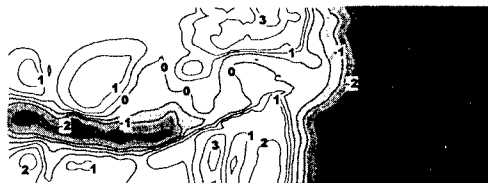


図-6 case-a 地形計算値 (上:22日20時, 下:23日12時)

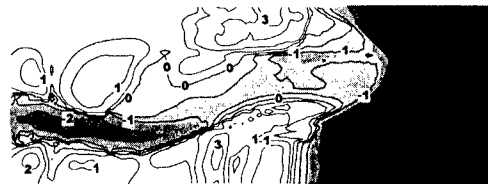


図-7 case-b 地形計算値 (上:22日20時, 下:23日12時)