

阿賀野川の河口砂州の再生に関する研究

水工学研究室 桐村 忠
指導教官 細山田 得三

1. はじめに

阿賀野川の河口では強固な砂州が形成されており、河川の水が海に流れにくい地形となっている。このため大雨の度に氾濫し、大きな被害をもたらしてきた。今現在でも、砂州による問題は解決されていない状況にある。そのため、河口の動態について十分な知見を得るということが重要であると考えられる。

そこで本研究では、阿賀野川河口域を対象とした数値シミュレーションを行い、地形変化から河口付近の土砂移動の特性を把握することを目的とする。

2. 数値計算法

本数値計算では、波動場、海浜流場、海浜地形変化の支配方程式を1つの時間ステップ内で計算することにより、各要素が互いに影響しながら時間発展するようにしている。

2.1. 波浪・海浜流場の計算

本研究では、平面2次元の波浪場における基礎方程式の連続式(1)と修正ブシネスク方程式(2)を用いて波動場の計算を行った。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_x^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q_x Q_y}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + MD \quad (2)$$

$$= \left(B + \frac{1}{3} \right) h^2 \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial^2 Q_x}{\partial t \partial x} + \frac{\partial^2 Q_y}{\partial t \partial y} \right) + Bgh^3 \left(\frac{\partial^3 \eta}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 \eta}{\partial x \partial y^2} \right)$$

ここで Q_x は x 方向の線流量、 η は水面変動量、 h は静水深、 B はブシネスク方程式の形による定数 ($=1/21$)、 D は全水深、 t は時間、 MD は碎波による運動量減衰項である。

2.2 海浜変形の計算

得られた海浜流をもとに局所漂砂量モデルを適用して、体積漂砂量 \bar{q} の分布を求めた。本研究ではベイラードのモデルを検討した。

$$\bar{q} = \bar{q}_B + \bar{q}_S \quad (3)$$

ここで添え字 B および S はそれぞれ掃流砂と浮遊砂

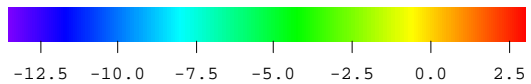
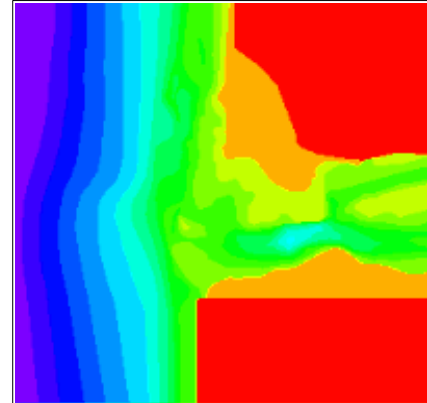


図1 阿賀野川河口域の実地形モデル

を表す。上記に示した式によって求められた体積漂砂量を底質の連続式(4)で地形変化の計算を行う。

$$\frac{\partial zb}{\partial t} = (\lambda - 1) \nabla \cdot \bar{q}_m \quad (4)$$

ここで q_m は局所漂砂量、 $\lambda (=0.4)$ は底質の空隙率、 λ は局所敵名勾配を表す係数で、今回の計算では 0.5 とした。

3. 計算対象

本研究が対象とした実海岸は阿賀野川河口域で、実地形モデルを図1に示す。計算領域は岸沖方向 2500m、沿岸方向 2500m の領域を格子幅 dx 、 $dy=10m$ の矩形格子で覆い、250,250 の領域とした。入射波には、規則波を用いた。波浪条件は新潟西海岸のエネルギーピーク波に対応した、波高 H が 4.0m、周期 T が 9s の一定値が計算領域に対して 90° に入射させるものとした。また、冬季における流量が低下した状態に対応するため、河川流量は 0 とした。

4. 計算結果と考察

図 2、図 3 にそれぞれ碎波係数、底面流速分布を示す。河口外部では様々な循環流が見られる。河口に直接波が入り込むため、砂州の前面を岸方向へ押し込む流速が生じていることが確認できる。また、砂州前面で強い流速が生じる原因として、砂州付近の水深の小さい場所で碎波が生じ碎波点付近で流速変動波形の高次のモーメントが非常に大きくなることが考えられる。

図 4、図 5 にはそれぞれ、造波開始から 48 時間後の河口地形の地形変化の様子、初期地盤との変動量を示している。この図から砂州前面と河口テラスが河川の上流方向へ押し込まれていることが確認できる。河口テラスの部は約 1.5m 削られ、砂州は左岸右岸ともに、最大値で 0.9m の上昇が見られた。はベイラードのモデルでは碎波点付近で漂砂量を過大評価し、碎波点直前が侵食され、直後に堆積する傾向があると考えられる。

5. 結論

提案した数値モデルは、定性的に河口砂州を再現することが期待できることがわかった。本研究によって河口域における波動場と地盤変形を考慮した統合的な数値計算の可能性を見出すことができた。

現時点の問題点としては、計算結果の検証に見合うほどの実海域データが不足していること、さらに 48 時間の計算では砂州の移動特性を把握するには短いため、今後長時間の計算を可能とするプログラムを構築する必要があると考えられる。

参考文献

1. James A. Bailard(1981) : An Energetics Total Load Sediment Transport Model For a Plane Sloping Beach, *J. Geophys. Res.*, Vol.86 , No. C11, pp. 10938 – 10954
2. Longueut-Higgins , M.S(1970) : Longshore currents generated by obliquely incident sea waves, 1&2, *J. Geophys. Res.*, Vol.75. No33. pp6778-6780, pp.6790 – 6801

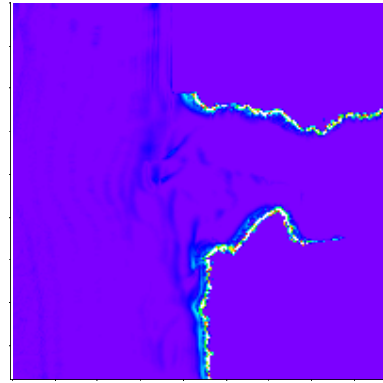


図 2 碎波係数

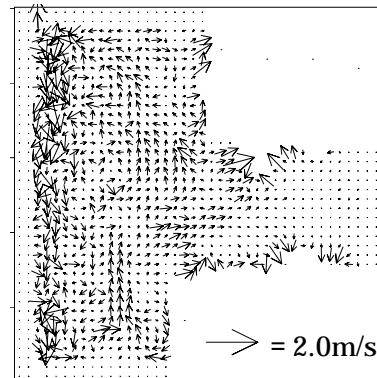


図 3 周期で時間平均した底面流速

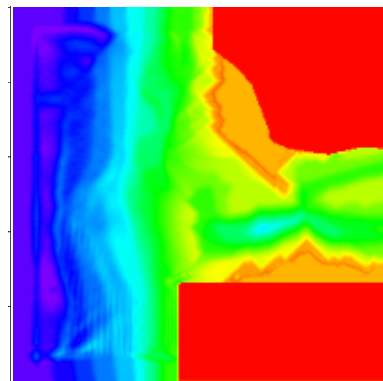


図 4 24 時間後の地形変化

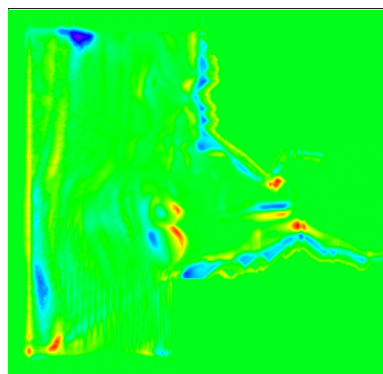


図 5 初期地盤との変動量