

Variable Mesh を用いた海浜変形予測モデルに関する研究

鳥取大学工学部 正会員 松原 雄平 黒岩 正光

鳥取大学大学院 学生員○砂川 真太郎

岡山市 山田 哲史

日本建設コンサルタント(株) 正会員 口石 孝幸

鳥取環境大学 フェロー 野田 英明

1. 研究目的

3次元海浜変形モデルは波と流れを詳細に解くことから、多くの記憶容量と計算時間が必要とされる。広領域を計算する際には、計算時間を短縮するために格子間隔を大きくとればよいが、構造物の規模によっては、格子が粗くなり、その付近の計算精度が劣る可能性がある。また河口域など計算領域に対して河道幅が小さい場合、計算精度が劣る可能性がある。本研究では、このような問題点を解決する手法として、不等間隔格子 (variable mesh) を用いた3次元海浜変形予測モデルを提案し、河口域における砂州形成を対象とし、数値実験的にモデルの妥当性を検討する。本モデルは、黒岩ら (2005) が提案した汀線変化を考慮した3次元海浜変形モデルをベースにしたものである。

2. 研究内容

モデルの概要：波浪場は回折を考慮した多方向不規則波のエネルギー平衡方程式を用いて算定し、海浜流場は簡単のため鉛直分布を考慮せず平面2次元海浜流モデルを用いて算定した。なお、波と流れの相互干渉は考慮せず計算を行った。漂砂量は渡辺ら (1984) のモデルをベースとするが、底面せん断応力に河川流の影響の考慮できるように、樺木ら (1984) の河川流を考慮できるせん断応力を導入し漂砂量公式の改良を行った。地形変化は黒岩ら (2005) の手法を用いて遡上域における漂砂量を求め、漂砂の連続式から汀線変化も含めた3次元地形変化計算を行った。最終地形は、ある程度地形が変化した後、波と流れ計算へフィードバックする非定常解析より求めた。本モデルでは、構造物周辺および河口付近を詳細に把握するため、潮流計算などに適用されている variable mesh (不等間隔格子) を採用し有限差分法で計算した。

モデルの検討：

まず、L型堤突を対象とした海浜流場の計算を試み、格子間隔による影響を調べた。図-1 に不等間隔格子を用いた場合の計算結果の一例を示す。図-2 は格子間隔 10m, 2.5m 及び不等間隔格子で計算した $y=100\text{m}$ 地点における岸沖方向および沿岸方向の流速分布である。この図からどの計算においても 300m 付近で沖向きの流速のピークが見られ、それぞれの計算について大きな差異は見られない。また不等間隔格子を用いた計算でも不連続点は見られず、計算上問題がないことがわかる。つぎに、不等間隔格子を用いて河口砂州形成の数値計算を試みた。図-3 は不等間隔格子を用いた場合の海浜流場と河川流の計算結果の一例である。計算領域は $600\text{m} \times 500\text{m}$ の範囲であり、格子間隔は 10m, 5m および 2.5m と段階的に設定し、河口付近は 2.5m となっている。この図から、不連続的な分布は無く、河口付近においては

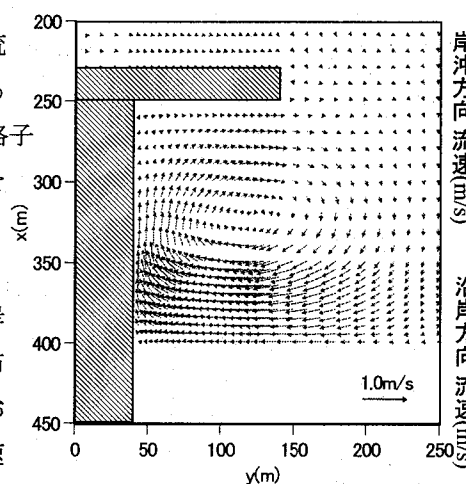


図-1 初期地形に対する断面平均流速

計算格子 - 不等間隔格子
(入射波高 1.2m, 周期 7s)

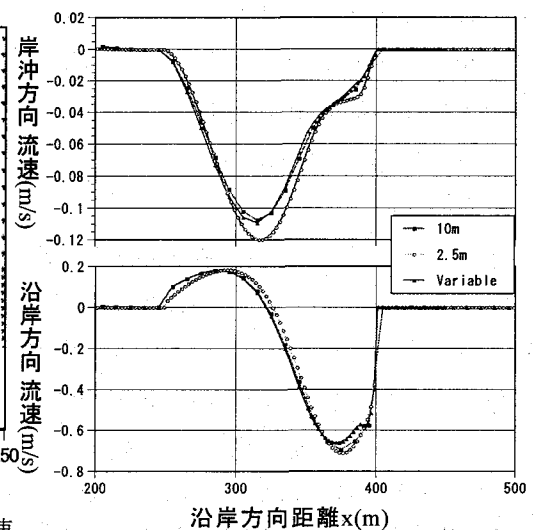


図-2 沿岸方向距離 100m($y=100$)地点の岸
沖方向流速

(入射波波高 1.2m, 周期 7.0s)

いことがわかる。つぎに、不等間隔格子を用いて河口砂州形成の数値計算を試みた。図-3 は不等間隔格子を用いた場合の海浜流場と河川流の計算結果の一例である。計算領域は $600\text{m} \times 500\text{m}$ の範囲であり、格子間隔は 10m, 5m および 2.5m と段階的に設定し、河口付近は 2.5m となっている。この図から、不連続的な分布は無く、河口付近においては

詳細な流速分布が計算されている。つぎに、格子間隔の影響を調べるため、10mの等間隔格子と不等間隔格子を用いた場合の地形変化の計算結果を図一4および5に示す。計算条件は河川からの流出を考慮せず、波浪と海浜流のみとした。波と流れ計算へのフィードバックは10回とした。明らかに河口付近の地形が異なり、不等間隔格子を用いた方が、沿岸漂砂の上手側（左岸側）に砂州が形成されているのがわかる。つぎに、河川流を考慮して計算した結果を図一6に示す。河川流速を大きくすると左岸側に形成される砂州は小さくなり、河口前面に河口テラスが形成されていることがわかる。波向きを0度とした場合は、河口両岸にはほぼ対象的な砂堆が形成されていることがわかる。これらの計算結果は一般的な砂州形成のパターンと類似している。

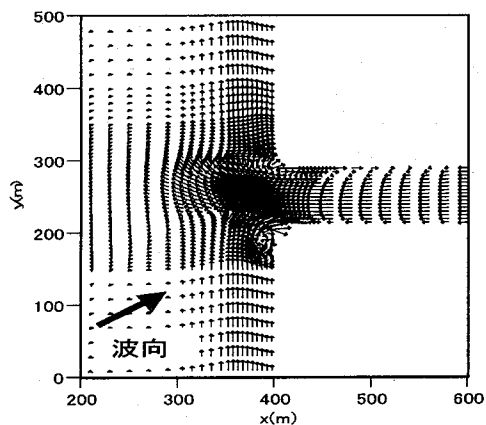


図-3 不等間隔格子による海浜流および河川流の数値計算例（波向 30° ，波高 0.8m，周期 7.0s，河川断面平均流速 0.25m/s）

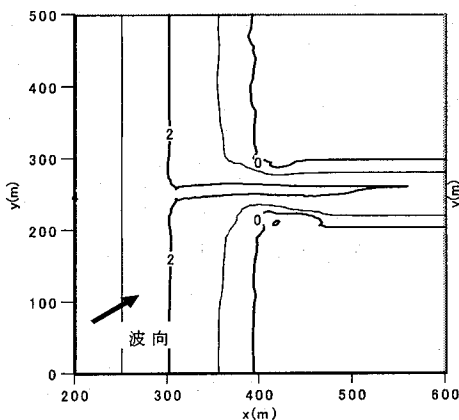


図-4 10m 等間隔格子による計算結果（波向 30° ，波高 0.8m，周期 7.0s）

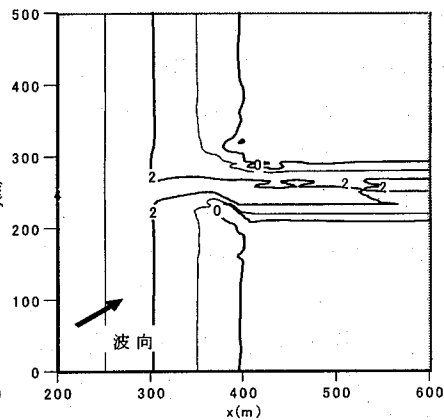
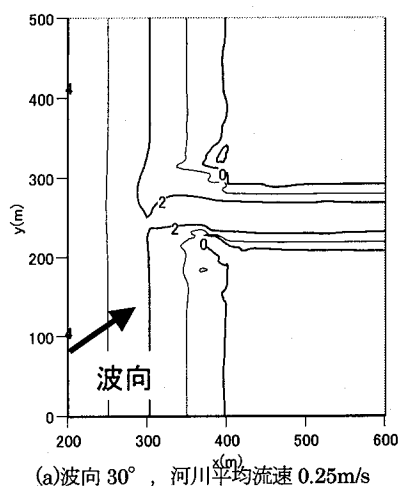
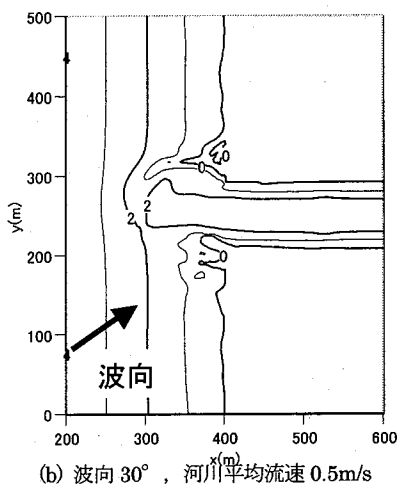


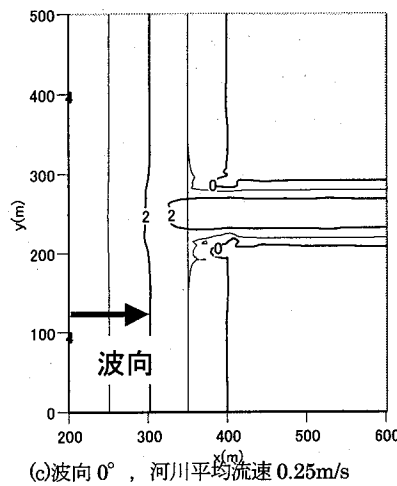
図-5 不等間隔格子による計算結果（波向 30° ，波高 0.8m，周期 7.0s）



(a) 波向 30° ，河川平均流速 0.25m/s



(b) 波向 30° ，河川平均流速 0.5m/s



(c) 波向 0° ，河川平均流速 0.25m/s

図一6 不等間隔格子を用いた地形変化の計算結果（波高 0.8m，周期 7.0s）

3. 主要な結論

本計算では、不等間隔格子を用いた3次元海浜変形モデルを提案し、河口付近における砂州形成の数値実験を試みた。その結果、波と流れの相互干渉を考慮せず、なおかつ流れは平面2次元で、比較的簡易的な手法ではあるが、不等間隔格子を用いることによって、河口砂州形成の数値計算が可能であることがわかった。流量と波浪および波向きの条件によって様々な河口域の地形変化が計算可能で、定性的ではあるが実際の地形変化の傾向を再現できることが確認できた。

4. 参考文献

- ・黒岩ら(2005)：混合粒経砂の分級と汀線変化を考慮した3次元海浜変形予測モデル、海岸工学論文集 第52巻 pp.521-525
- ・渡辺ら(1984)：構造物設置に伴う3次元海浜変形の数値予測モデル、第31回海岸工学講演会論文集 pp.406-410
- ・榎木ら(1984)：河口周辺の海浜流及地形変動モデルに関する研究、第31回海岸工学講演会論文集 pp.411-415