

横浜国立大学大学院 学生会員 原田智弘

横浜国立大学工学部 正会員 柴山知也

東亜建設工業

栗原明夫

1. はじめに

これまでの海浜変形モデルは海浜流の平面二次元の計算結果を用いて海浜変形の計算をしているものが多く、戻り流れや浮遊砂濃度の鉛直分布など漂砂の物理過程を三次元場で再現し、それに基づいて海浜変形を表現したモデルはなかった。本研究では砕波帯において重要な要因である浮遊砂について、柴山ら（1994）によって示された浮遊砂を考慮した断面二次元モデルを拡張し、準三次元海浜過程モデルを開発した。また、モデルの検証のために計算結果を三村ら（1982）による実験の結果と比較した。三次元海浜過程モデルとは、戻り流れ、浮遊砂などの物理過程を岸沖、沿岸、鉛直の三次元でモデル化したことを示し、準三次元としたのは流れ場の計算がまず平面二次元の計算を行い、その結果から鉛直分布の計算を行っているためである。

2. 準三次元海浜過程モデルについて

図-1にあるフローチャートに沿って説明する。まず、波浪場と海浜流場の計算には非定常緩勾配方程式を用いた。次に、砕波帯内定常流については Okayasu（1988, 1990）の方法を用い定常水平流速の鉛直分布を計算した。次に、浮遊砂濃度の鉛直分布については、基準点濃度と渦動粘性係数をそれぞれ算定し、それに基づいて

$$c(z) = c_a \exp\left\{-w_s(z-a)/\epsilon_s\right\} \quad \dots (1)$$

で表される関数形を用いて求めた。ここで、 c ：浮遊砂濃度、 w_s ：沈降係数、 ϵ_s ：拡散係数を表す。次に、岸沖、沿岸漂砂量 q_x 、 q_y は浮遊漂砂量と掃流漂砂量の和として以下の式で与えた。

$$\begin{aligned} q_x &= \int_{\delta_b}^{\delta_s} c(z) u(z) dz + Q_w \hat{u}_b \cos \alpha + Q_e U \\ q_y &= \int_{\delta_b}^{\delta_s} c(z) v(z) dz + Q_w \hat{u}_b \sin \alpha + Q_e V \end{aligned} \quad \dots (2)$$

ここで、 δ_s ：境界層外縁高さ、 δ_b ：波谷の高さ、 c ：濃度、 u ：岸沖流速、 v ：沿岸流速、 Q_w 、 Q_e ：波あるいは流れによる移動状態の掃流砂の量、 $\hat{u}_b$ ：底面軌道流速の振幅、 U 、 V ：平均流速の岸沖、沿岸成分である。次に、地形変化の算定には以下の式を用いた。

$$\frac{\partial z_b}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(q_x - \epsilon_s \left| q_x \right| \frac{\partial z_b}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(q_y - \epsilon_s \left| q_y \right| \frac{\partial z_b}{\partial y} \right) \quad \dots (3)$$

ここで、 z_b ：底面高、 ϵ_s ：底面勾配の影響に関する係数である。

3. 本モデルを用いた数値計算と三村ら（1982）の実験との比較

本研究では、三村ら（1982）の実験比較検討するため、図-2にあるような領域に入射波高 5.7cm、入射周期 0.9s、入射角 0° の波を入射させ、初期地形が 1/20 の一様勾配を想定して数値計算を行った（CASE1）。この時の計算時間は 12.5 時間と設定した。また、実験ではこの計算後の地形に幅 150cm の鉄板を用いた離岸堤を設置してさらに 12 時間実験を行っているが今回の数値計算では初期地形を実験結果に沿って与えるのが困難なため初期地形に離岸堤を設置し 1 時間のみ計算を行った（CASE2）。いずれのケースも地形変化の計算に伴う波流れ場の再計算は 30 分ごとに行った。

CASE1 について比較を行うと、断面地形の比較（図 3）と平面地形の計算結果（図 5）より、この地形は侵食型の傾向を示し、バー型地形も表現されている。ただし、計算結果（図 4）と比べると計算結果は岸沖方向の

実験結果とはバーの形成位置などが異なっている。次に、CASE2 について検討を行うと（図 7）は離岸堤背後部においてトンボロ地形が形成されかかっている。これは実験結果（図 6）とも定性的には一致する。ただし、計算結果では離岸堤より沖側で地形変化が大きい。これは、波高が計算では離岸堤の反射によりかなり大きな値をとるためだと思われる。

4. 結論と今後の課題

本研究により、物理過程を三次元的に再現した準三次元海浜過程モデルの有用性が確認され、その結果も妥当であると判断できる。今後は、漂砂に関わる各項目の精度の検討や、Swashzone の検討、そして、現地観測データとの比較を行う予定である。

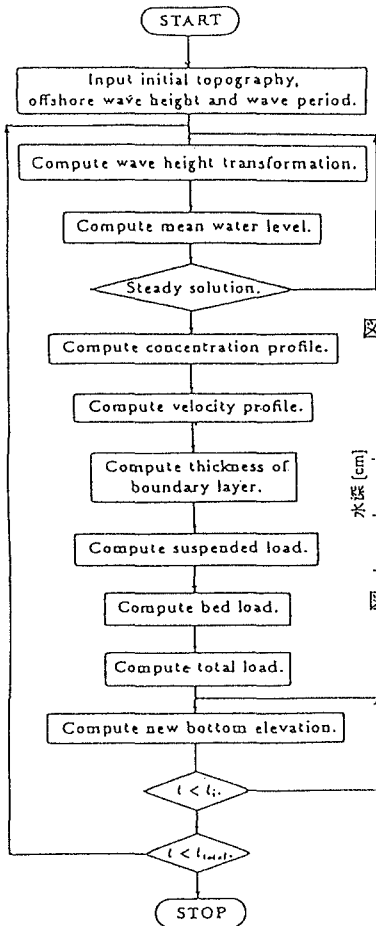


図 1 フローチャート

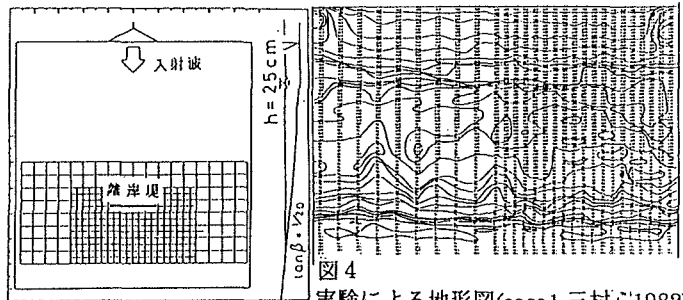


図 2 実験領域の図(三村ら,1982)

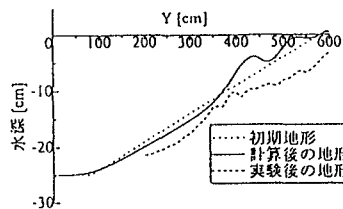


図 3 地形断面の比較図(case1)

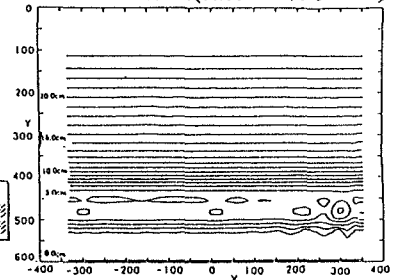


図 5 計算結果による地形図(case1)

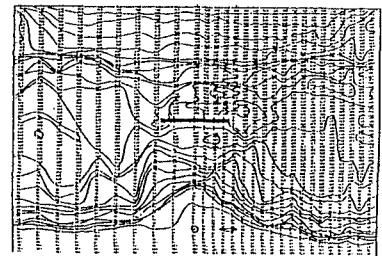


図 6 実験による地形図(case2 三村ら 1982)

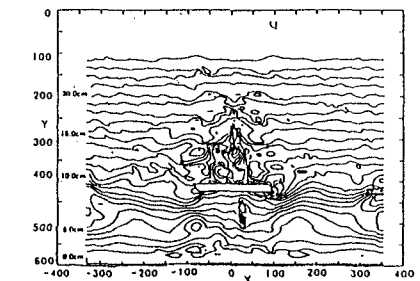


図 7 計算結果による地形図(case2)

参考文献 1) 三村信男・清水琢三・渡辺晃：「離岸堤による波浪海浜流場の変化と海浜変形」海岸工学論文集、第 29 巻、299-303、2) 柴山知也・Rattanapitikon Winu 岡安章夫 (1994)：「浮遊漂砂量予測を取り入れた二次元浜変形モデル」海岸工学論文集、第 41 巻、pp. 446-450