

鳥取大学 工学部 正員 ○黒岩正光

鳥取大学 工学部 フェロー 野田英明

鳥取大学 大学院 学生員 星山修一

1. はじめに：近年、海浜流の3次元性が重要視され、いくつかの数値モデルが提案されている。さらに、流れの3次元性を考慮した海浜変形モデルも提案されており、例えば、原田ら¹⁾は、平面2次元モデル(2DHモデル)と鉛直1次元モデル(1DVモデル)の重ね合わせによって海浜流の鉛直分布を計算し、波と断面平均した流れによる掃流漂砂に浮遊砂量を考慮し、地形変化を試みている。しかしながら、実用レベルにまでは至っていないのが現状である。そこで、本研究では準3次元の海浜流モデルを用いた新たな3次元海浜変形予測モデルを提案し、実験室レベルの構造物周辺における海浜変形数値計算を試み、掃流量や浮遊漂砂量が地形変化にどの程度寄与しているか数値計算によって検討しようとするものである。

2. 3次元海浜変形予測モデル：一般に、3次元海浜変形モデルは①波浪場、②海浜流場および、③漂砂量と地形変化の計算の3段階に分けて計算される。計算方法は①～③の計算を1ステップのみ行う定常計算と①～③の計算を繰り返し行う非定常計算に分類されるが、本研究では簡単のため定常計算を行った。①波浪場：波の反射や回折も容易に考慮できる非定常緩勾配方程式を用いて算定し、海浜流場の計算に必要な波の水粒子速度や radiation stressなどを算定する。②海浜流場：黒岩ら²⁾の準3次元モデルを用いて算定する。このモデルによって碎波帯内の戻り流れを計算することが可能である。③漂砂量と地形変化：正味の漂砂量 q を波による掃流漂砂 q_{wb} 、底面における定常流速による掃流漂砂量 q_{cb} と浮遊砂量 q_{wcs} に分割して表すことにする。岸沖方向を x 、沿岸方向を y とすると波による掃流漂砂 q_{wb} は、渡辺ら³⁾のパワーモデルを参考に

$$q_{wbx} = A_w Q u_{wb} \cos \alpha \quad \text{-----(1)}, \quad q_{wby} = A_w Q u_{wb} \sin \alpha \quad \text{-----(2)}, \quad Q = (u_*^2 - u_c^2) / g \quad \text{-----(3)}$$

で算定する。ここに、 u_* は摩擦速度であり、摩擦係数は田中⁴⁾の波と流れの共存場による評価法によった。 A_w は0.1～1.0とされているが、本研究では0.05とした。流れによる掃流漂砂 q_{cb} は、底質移動には底面流速の成分が大きく寄与するものと考え準3次元モデルから得られる底面定常流速を用いて算定する。なお、流れによる漂砂量も渡辺ら³⁾のモデルを参考に次式で表す。

$$q_{cbx} = A_c Q U_b \quad \text{------(4)} \quad q_{cby} = A_c Q V_b \quad \text{------(5)},$$

ここに、 A_c は定数で0.15とした。つぎに、浮遊砂量 q_{wcs} は柴山ら⁵⁾の方法に従って算定した。

$$q_{wcsx} = \int_{-h}^{\bar{z}} U(x, y, z) C(z) dz \quad \text{------(6)}, \quad q_{wcsy} = \int_{-h}^{\bar{z}} V(x, y, z) C(z) dz \quad \text{------(7)}$$

ここに、 $U(x, y, z)$ および $V(x, y, z)$ は海浜流速で、 $C(z)$ は浮遊砂濃度である。地形変化は計算の安定性(底勾配の効果)を考慮し渡辺ら³⁾の漂砂の連続式を用いて計算した。計算に用いた波浪条件は渡辺ら³⁾のケースを用いた。すなわち、海底勾配1/20、沖波波高 $H_0=4.9\text{cm}$ 、周期 $T=0.87\text{sec}$ である。底質の中央粒径 $d_{50}=0.2\text{mm}$ である。なお、地形変化計算における格子間隔 $\Delta x=\Delta y=10\text{cm}$ 、時間間隔 $\Delta t=60\text{sec}$ とした。

3. 数値計算結果：図-1は、海浜流場の計算結果を示したもので、底面における海浜流のベクトル図を表す。この図から離岸堤背後では循環流が発生し、離岸堤開口部では沖向きの定常流速(戻り流れ)が再現されていることがわかる。図-2は本モデルによる波作用2時間37分後の地形変化の計算結果を示した

キーワード：漂砂, 3次元海浜変形モデル, 準3次元海浜流モデル

連絡先：〒680 鳥取市湖山町南4-101, Tel.0857-31-5300, Fax.0857-28-7899

ものである。この図から離岸堤先端付近において洗掘が生じ、離岸堤背後においてトンボロが発達していることがわかる。また、 $x=250\text{cm}, y=150\sim 200\text{cm}$ 付近に戻り流れによるバーの発達が見られる。つぎに、各漂砂量が地形変化に与える影響について検討した結果が図-3(a)~(c)であり、各図はそれぞれ、波による掃流砂 q_{wb} のみ、底面の定常流速による掃流漂砂 q_{cb} のみおよび浮遊砂 q_{wcs} のみによる地形変化の計算結果を示したものである。これらの図から q_{wb} のみの場合離岸堤背後においてわずかな地形変化が見られる。 q_{cb} の場合、前出しの図-2の結果と同様な傾向を示しており、底面の定常流速による掃流漂砂量の寄与率が高いことがわかる。浮遊砂 q_{wcs} のみの計算結果から、離岸堤背後においてわずかながトンボロが発生していることがわかる。以上の結果から底面定常流速による漂砂量の寄与率が高いことがわかる。

4. おわりに： 本研究では流れの3次元性を考慮した海浜変形モデルを提案し、離岸堤周辺の地形変化の数値シミュレーションを試みた。その結果、本モデルにおいて戻り流れによるバーの再現や離岸堤背後のトンボロの形成を再現することがわかった。また、本モデルを用いた場合、実験室レベルの離岸堤周辺の地形変化には底面の定常流速による掃流漂砂量が大きく寄与していることがわかった。

最後に、本研究は土木学会中国支部平成9年度自主研究「日本海沿岸域における暴浪時の海浜変形予測に関する研究」による研究成果の一部であることを付記する。

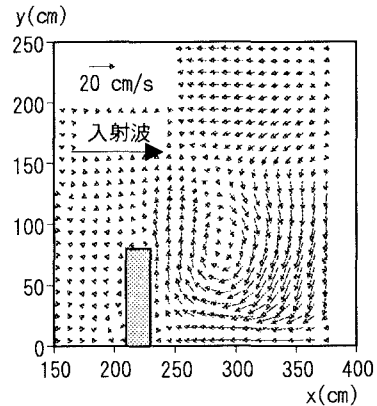


図-1 底面定常流速の計算結果

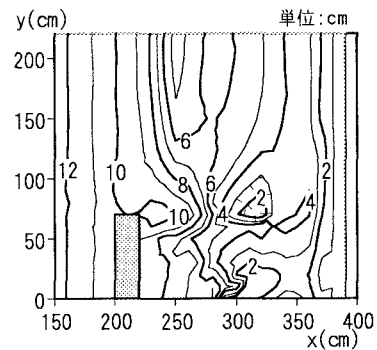


図-2 地形変化の計算結果

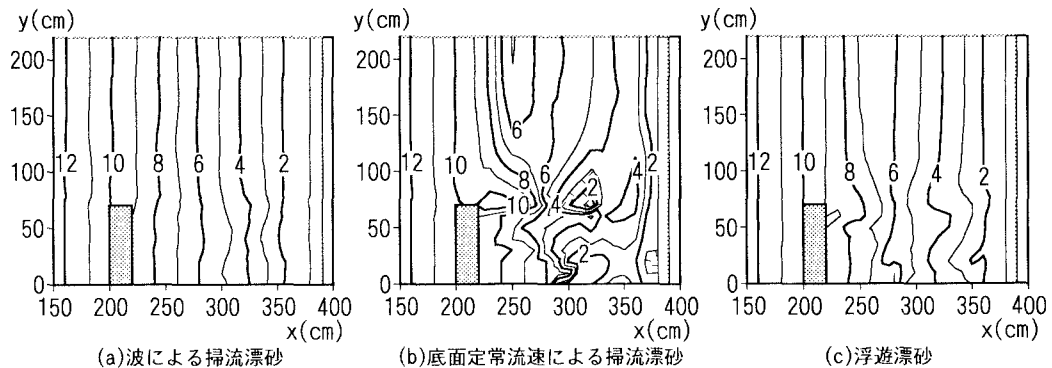


図-3 各漂砂量による地形変化の計算結果

参考文献

- 1) 原田ら，浮遊砂を考慮した準3次元海浜過程モデルの提案，土木学会第52回年次学術講演会，1987.
- 2) 黒岩ら，準3次元海浜流場の数値シミュレーションに関する研究，海工論文集，第44巻，1987.
- 3) 渡辺ら，構造物設置に伴う三次元海浜変形の数値予測モデル，第31回海講論文集，1984.
- 4) 田中 仁，波流れ共存場における底面摩擦係数の陽形式近似，土木学会論文集，第417号，1990.
- 5) 柴山ら，碎波帯内の浮遊漂砂量の算定モデル，海工論文集，第41巻，1994.