

長期海浜変形予測システムの構築に関する研究

鳥取大学大学院 学生員 ○中本良平

日本建設コンサルタント 正会員 口石孝幸

鳥取大学工学部 正会員 黒岩正光 松原雄平 鳥取環境大学

フェロー 野田英明

1. はじめに

近年になって、流れの3次元性を考慮した3次元海浜変形予測が試みられるようになった。著者らもすでに、準3次元海浜流モデルを用いた3次元海浜変形予測モデルを開発しているが¹⁾、高波浪時における比較的短期間の海浜変形予測（定常解析）に対し適用・検討しているだけで、長期間の地形変化を予測できるまでには至っていない。長期における3次元海浜変形予測をするには、まず、波、流れと海底地形変化との相互干渉を予測モデルに導入する必要がある。従来、平面2次元海浜流モデルを用いた予測法では、波と流れ計算のフィードバックを行いつつ海浜変形を予測しているが、実際には、どの程度の時間間隔でフィードバックを行うのが適切であるかは議論されていない。そこで、本研究では、準3次元海浜流数値モデルを用いた長期海浜変形システムを開発する第1段階として、波、流れ計算へのフィードバックの回数、すなわち非定常性が地形変化予測に及ぼす影響を数値実験的に検討する。

2. 数値モデル

本モデルは波浪場、海浜流場、局所漂砂量および水深変化計算の4つのモジュールから構成される。波浪場は間瀬ら²⁾の回折を考慮したエネルギー平衡方程式を用いて算定する。波の周波数エネルギースペクトルはJONSWAP型スペクトルを用い、波の多方向性については光易型方向関数を用いる。海浜流場は黒岩ら³⁾の準3次元海浜流モデルを用いる。漂砂量は黒岩ら¹⁾と同様に、波による掃流漂砂を q_{wb} 、底面における流れによる掃流漂砂を q_{cb} および波と流れによる浮遊漂砂量 q_s の総和として定義し、岸沖および沿岸方向における全漂砂量 q_x および q_y を、

$$q_x = q_{wbx} + q_{cbx} + q_{sx}, \quad q_y = q_{wby} + q_{cby} + q_{sy} \quad (1)$$

で表す。流れによる掃流漂砂量（ q_{cbx} , q_{cby} ）および波による掃流漂砂量（ q_{wbx} , q_{wby} ）は渡辺ら⁴⁾のモデルを参考に、

$$\left. \begin{aligned} q_{cbx} &= A_c Q U_b, & q_{cby} &= A_c Q V_b \\ q_{wbx} &= A_w Q \hat{u}_b \cos \alpha, & q_{wby} &= A_w Q \hat{u}_b \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

で表す。ここに U_b および V_b はそれぞれ岸沖および沿岸方向における底面定常流速、 $\hat{u}_b$ は底面軌道流速の振幅、 α は波向である。 Q は長さの次元を持つ摩擦速度に関する関数である。 A_c および A_w は無次元漂砂量係数である。浮遊漂砂量は浮遊砂濃度と定常流速との積を底面から平均水面まで積分することによって求められ、 $c(z)$ は、柴山ら⁵⁾の方法を参考に次式で算定する。

$$c(z) = c_b \exp\left(-\frac{w_f}{\varepsilon_s} z\right) \quad (3), \quad c_b = c_s \frac{10(\phi - 0.05)v}{3b\sqrt{sgd}} \quad (4)$$

ここに c_b は底面基準点 b における基準点濃度で、 c_s は無次元の係数であり、 v は動粘性係数である。基準点 b は、中央粒径の100倍で表される。水深変化は渡辺ら⁴⁾の漂砂の連続式を用いる。

3. 計算結果

(1) 計算条件

計算領域は岸沖方向に450m ($h=10$ m), 沿岸方向に800mの

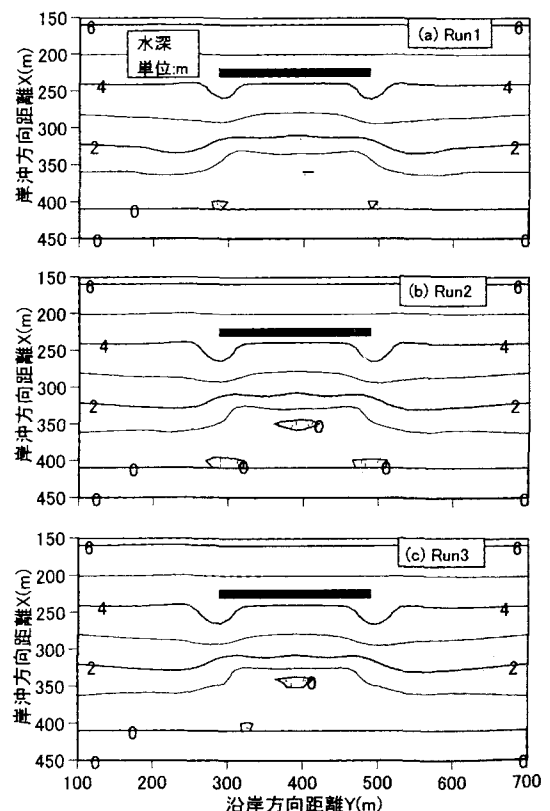


図-1 12日後の海底地形の計算結果

矩形領域とし、沖側境界から汀線までの海底勾配 $\tan\beta$ を $1/40$ としている。離岸距離 170m の位置に幅 10m 、長さ 200m の離岸堤を設置し、沖から有義波波高 $H_{1/3}=1.2\text{m}$ 、有義波周期 $T_{1/3}=7.0\text{s}$ 、波向 $\alpha=0$ 度（直角入射）の波が入射する。本研究では、繰り返し計算の回数による影響を検討するため、以下に示す3パターンのフィードバック方法を用いて12日後の地形変化計算を試みる。

Run1: 12日後の地形をフィードバック無しで計算する

Run2: 12日後の地形をフィードバック1回、すなわち、6日後の地形を計算し、得られた海底地形における波浪場および海浜流場を再計算し、さらに6日後における海底地形を計算する。

Run3: 12日後の地形をフィードバック2回行い算定する。

(2) 計算結果と考察

図-1(a), (b)および(c)はそれぞれ Run1, Run2, Run3 の12日後の最終地形を示したものである。漂砂量係数はそれぞれ $A_w=0.01$, $A_c=0.03$, $C_s=1.0$ とした。これらの図で、最終海底地形の形状に大きな差は無いが、Run2 および3では、海底面が水面から上（水深 0m 以下）に出ている。Run3 のとき水深 -0.23m であるが、陸地部分が最も多いのは Run2 のときである。フィードバック回数が増加すると海底形状が非対称になっており、フィードバックの回数が多いと計算による誤差が累積されることがわかる。

つぎに漂砂量係数の与え方が地形変化に及ぼす影響について調べた。フィードバック回数2回で、15日後の地形を計算した。図-2は漂砂量係数を種々変化させて計算した10日後の海底地形における $y=300\text{m}$ の側線上の浮遊漂砂量の岸沖分布を示した一例である。図-3は15日後の縦断面地形の計算結果の一例であり、 A_c の値を変化させて計算した結果である。図-2の中段の図から浮遊砂量係数 c_s および A_w を固定し A_c のみを変化させた場合でも、浮遊漂砂量が変化している。また、図-3から A_c の値の変化に伴い海底地形も大きく変化している。

以上のことから、 A_c の値を変化させることで、全漂砂量に変化し、それに伴い海底地形も変化する。さらに、フィードバックを繰り返す毎に波、流れの場が変化し、浮遊漂砂量も変化する。したがって、本モデルでは、流れに起因する漂砂が海底地形に大きく寄与しているものと考えられる。詳細は講演時に譲る。

4. おわりに

本研究では、長期海浜変形予測モデルの開発の第一段階として、波浪場と海浜流場計算へのフィードバックの回数が最終地形に及ぼす影響について検討した。波と流れの非定常性を考慮することにより地形の時間的変化をよく表すことができると考えられるが、フィードバック回数を増加させると計算誤差が累積されることがわかった。また、 A_c の値を変化させるだけで、フィードバックの影響で波と流れの分布が変化し浮遊砂量も変化することがわかった。本モデルでは流れによる掃流砂が地形変化に大きく寄与していると考えられる。最後に今後の課題として、実測値との比較により、漂砂量係数の設定および適切なフィードバック回数の設定方法を検討する予定である。

参考文献: 1) 黒岩ら (1999): 準3次元海浜流モデルを用いた構造物周辺の3次元海浜変形予測, 海工論文集, 第46巻. 2) 間瀬ら (1999): 波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究, 土木学会論文集, 第628号, II-48. 3) 黒岩ら (1997): 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. 4) 渡辺ら (1984): 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. 5) 柴山ら (1994): 砕波帯内の浮遊漂砂量の算定モデル, 海工論文集 第41巻.

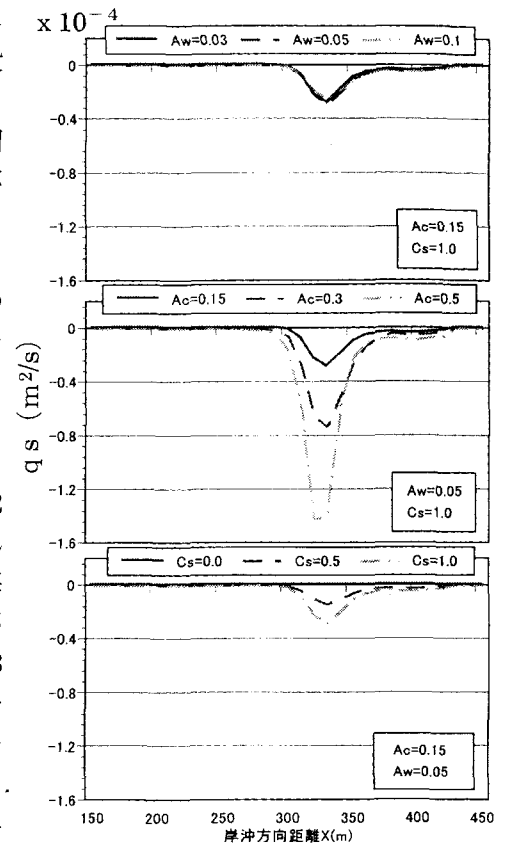


図-2 10日後の浮遊漂砂量の岸沖分布

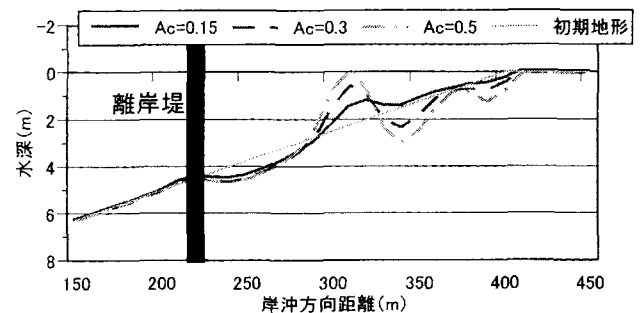


図-3 15日後の縦断面地形 ($y=300\text{m}$)