

浜崖形成予測のための擬似三次元海浜変形モデルの開発と応用に関する基礎的研究

鹿児島大学大学院理工学研究科

山口 博

鹿児島大学工学部海洋土木工学科 正会員 ○ 西 隆一郎

(財)鹿児島県環境技術協会調査部環境計画課 細谷和範

1.まえがき： わが国では、海岸管理および利用上問題となる浜崖地形が発生している海岸が多数ある。写真 - 1 に示すような浜崖地形は、台風時にその発生が顕著である。浜崖の形成予測モデルとしては、高波浪作用時の岸沖漂砂によるもの（西ら、1996）と、沿岸漂砂を対象とした n ラインモデルによるもの（宇多ら、1996）が既に提案されている。一方、海岸保全の実務的問題解決手法としては、1 ラインモデルが汎用的に使われる実状があり、浜崖形成の問題にも 1 ラインモデルが応用できれば、技術支援としての価値が高まることになる。そこで、本研究では汀線変動を予測する 1 ラインモデルを応用して、浜崖という三次元海浜地形を数値計算する概念の提案と、その具体的な数値計算例、および海岸保全構造物の端部処理への実用的応用計算について検討することにした。

2.数値計算モデル： 本数値計算モデルは、(1) 初期三次元平衡海岸地形計算ルーチン、(2) 1 ラインモデルによる汀線変化計算ルーチン、(3) 計算汀線位置を持つ擬似三次元海岸地形計算ルーチン、(4) 擬似三次元海岸地形の汀線周辺での斜面崩壊計算と浜崖地形の確定ルーチン、(5) 計算結果の出力ルーチンよりなる。一般的な 1 ラインモデルでは、(2) と (5) のサブルーチンが計算条件に対し実行され、経時的な汀線位置が推定される。しかし、それだけでは浜崖を計算するための三次元地形情報が得られない。

そこで、サブルーチン (1) で、1 ラインモデルで使用する初期汀線形状を持つ初期三次元海岸地形を平衡海浜断面理論に基づき計算する。また、汀線背後の前浜地形に関しては、水面上の前浜が一様勾配を持つものとして地形の計算を行い、陸域を含む三次元海浜地形を合成する。サブルーチン (2) では計算条件を持つ波と、所定の海岸構造物の設置条件に対して、経時的な汀線位置を求める。サブルーチン (3) では、最終計算時間の汀線位置に対し、計算された汀線の海側（水面下）は、再度平衡海浜断面の概念に基づいて三次元海底地形の計算を行う。ただし、計算された汀線背後域の陸側地形（水面上地形）は、漂砂が生じていない領域になるので初期海浜断面形状が保持された海岸地形となる。サブルーチン (4) では、サブルーチン (3) で求めた擬似三次元海岸地形は、汀線後退が生じた箇所で段差を持つ地形になっているので、この段差地形は斜面崩壊が生じる地形かどうかの判定を行い、もし斜面崩壊条件を満足していれば斜面崩壊による土砂の冲向き移動を生じさせ、その結果としての新しい浜崖地形を計算・確定する。そして、最終的にサブルーチン (5) で各種計算結果のデータ出力を行う。通常、1 ラインモデルでは海岸地形に関しては汀線情報しか持たないような錯覚があるが、もともとはある海岸縦断地形が、計算で求まる汀線位置を保持しながら岸沖方向に平行移動して



写真 - 1 高波浪による浜崖の形成状況

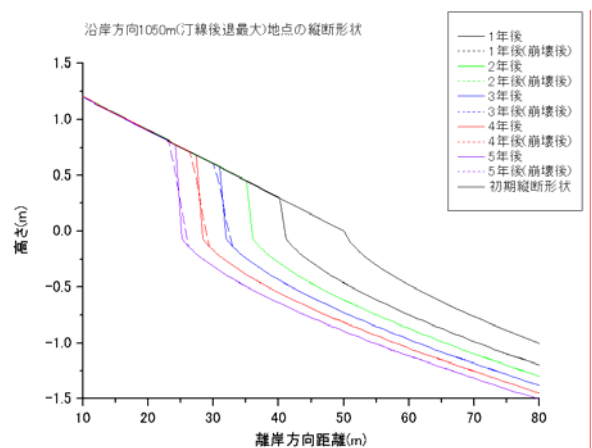


図 - 1 サブル - チン 4 による浜崖地形の形成

いるだけであり、1 ラインモデルといえども海岸地形の三次元情報のある程度復元できると考えると、本モデルのキーポイントである。

2.1 沿岸漂砂量式： 漂砂量の収支関係を考えれば、底質の連続式が以下になる。そして、連続式から汀線変化量を計算するためには、沿岸漂砂量 Q を計算する必要があるが、ここでは小笹・Brampton 型の沿岸漂砂量式を用いる。

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{1}{(D_B + D_C)} \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$Q = (H^2 C_g)_b (a_1 \sin 2\theta_{bs} - a_2 \cos 2\theta_{bs} \frac{\partial H}{\partial x})_b \quad (2)$$

2.2 汀線付近の斜面崩壊機構： 浜崖の再現のためには斜面崩壊の概念を用いる。この斜面崩壊のル - チンでは、斜面の局所勾配に関する二つの限界勾配角を用いる。ひとつは、初期降伏角で、もう一つが斜面崩壊後の安息角である。もし、局所勾配が初期降伏角を超えていれば、斜面崩壊が生じ浜崖斜面の底質が斜面に沿って崩落し斜面上で再配分され、新しい安定勾配の斜面が形成される。この過程で、砂がどこまで再配分されるかは繰り返し計算で求める。本プログラムでは、初期降伏角を 28° 、そして、斜面崩壊後の安息角を 18° と経験的に仮定した。

斜面崩壊のチェック (Avalanching)

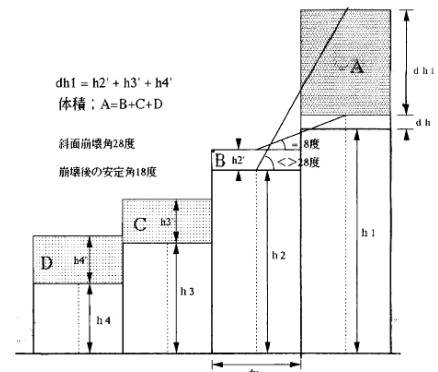


図 - 2 斜面崩壊による底質再配分

3. 数値計算結果

本モデルを用いて、離岸堤がある場合 (図 - 3 参照)、突堤がある場合、突堤群がある場合について汀線変化および浜崖の形成状況などを求めた。入射波浪条件は波高が $H = 1.5\text{m}$ 、周期が $T = 5.0$ 秒、波角が $\theta = 6.0^\circ$ で、海浜底質は粒径 $d_{50} = 0.23\text{mm}$ である。波浪の作用時間としては、5 年後までを計算した。また、海岸保全構造物の沿岸漂砂下手側には顕著な汀線後退とその結果としての浜崖が形成されやすいことは良く知られている。そこで、海岸保全構造物端部域の顕著な浜崖形成を抑制するための工夫例として、保全構造物端部域で、図 - 4 に示すように突堤群の延長を徐々に短くして、端部域の海浜にすり付ける構造物配置を検討することにした。

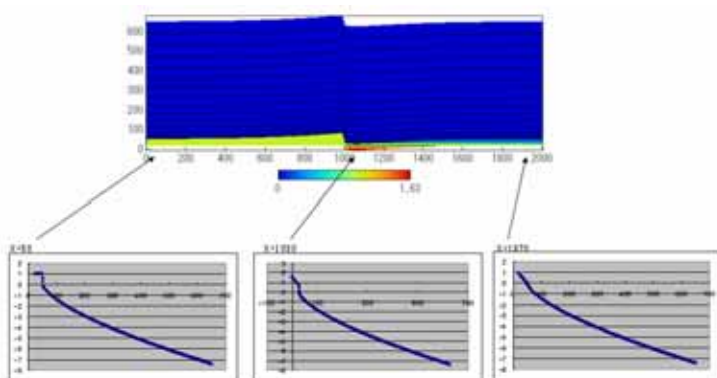


図 - 3 離岸堤による汀線変動と浜崖形成状況

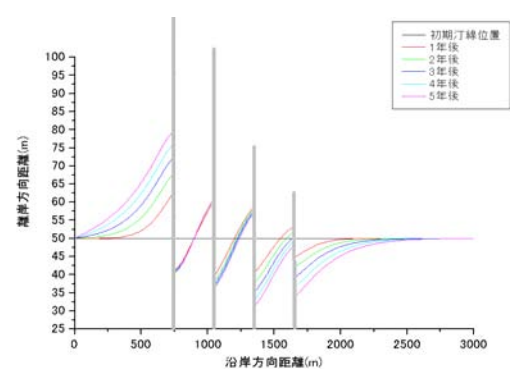


図 - 4 テ - パ - 型突堤群による端部処理例

4. 結論： ここで提案したモデルは、1 ラインモデルを組み込んだ簡易的な擬似三次元海浜地形変化モデルであるが、離岸堤や突堤 (群) による浜崖の形成状況を数値的に計算できることが確認された。また、突堤群を用いた端部処理法として、テ - パ - 型の突堤配置状況を用いると、沿岸漂砂下手側での汀線後退量および浜崖規模を抑制できることが分かった。なお、ここでは数値計算しか検討していないが、今後は、実海岸データを用いてモデルの再現計算を行う必要がある。