

(株) ニュージェック 正 員 ○亀井一彰

京都大学防災研究所 正 員 山下隆男

名城大学理工学部 正 員 土屋義人

1. 緒 言 海浜変形を予測するためには、(1) 屈折・回折・砕波を同時に考慮した波浪場の計算、(2) 波浪・海浜流・海浜変形の相互作用の導入、(3) 汀線変化のモデル化、(4) 底質の分級作用の導入、などを組み込んだ数値モデルの構築が必要である。本研究では、波と海浜流との相互作用を考慮した放物型緩勾配方程式による波浪変形数値モデル、海底地形の変化を導入した水平 2 次元海浜流モデル、底質の分級作用を考慮するための混合底質の漂砂量則、底質粒度の保存式および底質の保存式により構成される 3 次元海浜変形数値モデルを構築し、モデルの基礎的検討を行う。

2. 海浜変形数値モデル 本研究は山下・土屋・阿曾¹⁾により提案されたモデルをもとにして、その改良を行った。モデルの構成の概要は以下のようである。

(1) 波浪変形モデル 基礎方程式には砕波や海底摩擦によるエネルギー逸散項を取り入れ、流れとの相互作用を考慮した放物型緩勾配方程式を用いる。これを Crank-Nicolson scheme を用いて離散化し、進行形の数値計算を行う。

(2) 海浜流モデル radiation stress を媒介とした水平 2 次元モデルに、水深の空間変化項および波向きを考慮した水平拡散項を導入したものを用い、ADI 法により数値計算を行う。

(3) 漂砂量則 底質の分級作用を考慮するため、粒径毎の漂砂量則の相似性を仮定し、粒径別に漂砂量を求める。掃流漂砂量は、砂粒の平均移動速度と流れの効果を導入した摩擦係数を用いた底面せん断力との積で漂砂量を評価し、これに波の非線形性や undertow の効果を便宜的に取り込む。浮遊漂砂量は、底面境界条件に pick-up function を導入し、これの周期性を仮定して浮遊漂砂の連続式を解き、粒径別浮遊砂量を計算する。

(4) 海浜変形モデル 波浪場、海浜流場を外力として漂砂量を求め、以下に示す漂砂および底質粒度 γ_b の連続式を有限差分法を用いて数値計算を行い、海浜変形を求める。

$$\frac{\partial D}{\partial t} = \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial r_b}{\partial t} = -\frac{1}{a(1-\lambda)} \left\{ \frac{\partial q_x(n)}{\partial x} - r_b \frac{\partial q_x}{\partial x} \right\} - \frac{1}{a(1-\lambda)} \left\{ \frac{\partial q_y(n)}{\partial y} - r_b \frac{\partial q_y}{\partial y} \right\} - (r_b - r_{b0}) \frac{1}{a} \frac{\partial a}{\partial t} \quad (2)$$

ここで、 λ : 空隙率、 r_{b0} : 原海底砂層内の粒度分布、 a : 交換層厚、 $q_x(n)$ および $q_y(n)$ は粒径別の漂砂量で、 q_x および q_y は全漂砂量である。なお、式(2)の最後の項は海底面が下降する場合のみ考慮する。汀線変化については、限界水深以浅の領域の海浜断面を $h = Ax^{\frac{1}{3}}$ なる平衡断面形状と仮定する。

3. モデルの基礎的検討 モデルの特性を検討するため 2 次元および 3 次元のモデル海浜を用いてモデルテストを行った。2 次元のモデルテストは、大型造波水路を用いて行われた海浜縦断地形変化の実験³⁾のうち、海底勾配 1/20、底質粒径 0.27mm、周期 6s、沖波波高 1.05m の場合について計算値と実験値の比較を行った。図-1 は、波高の岸沖方向分布の計算結果と実験値を示し、図-2 は、漂砂フラックスおよび海浜縦断地形の計算結果と実験値を示す。実験値は、波高分布は 18 分後、漂砂フラックスは 2 時間後、縦断地形は 7 時間後の値を用いた。これらの図から、漂砂量および海底地形変化の傾向は実験結果とよく一致している

Kazuaki KAMEI, Takao YAMASHITA, Yoshito TSUCHIYA,

ことが確かめられた。さらに、漂砂量則に undertow の効果を取り込むことにより、碎波帯において質量輸送を補償する冲向きの 2 次流である undertow は漂砂量則のモデル化に不可欠であることが示された。

3 次元モデル海浜は、長さ 500m、幅 250m、海底勾配 1/50、最大水深 10m の一様勾配とし、波高 3m、周期 6s、波向 10° の波を作用させて計算した。粒度の分割は、粒径を 3.5、1.43、0.63、0.33mm とし、それぞれの初期の粒度を 25、50、15、10(%) とした。5 時間後の計算結果を以下に示す。図-3、4 はそれぞれ波向、海浜流の計算結果を示し、図-5 は各粒径での粒度の変化を示し、各点の●印は粒度の増加を示す。

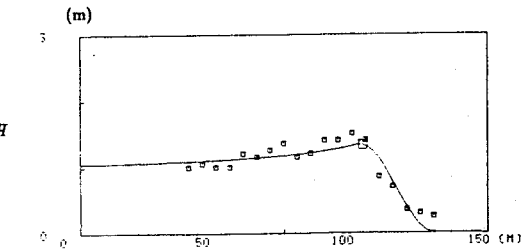


図-1 波高分布の比較

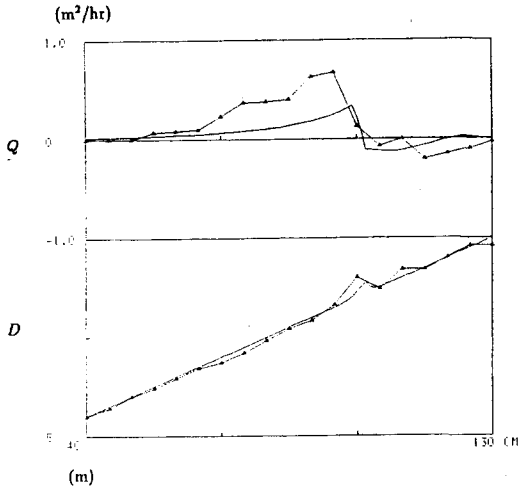


図-2 漂砂フラックスおよび縦断地形の比較

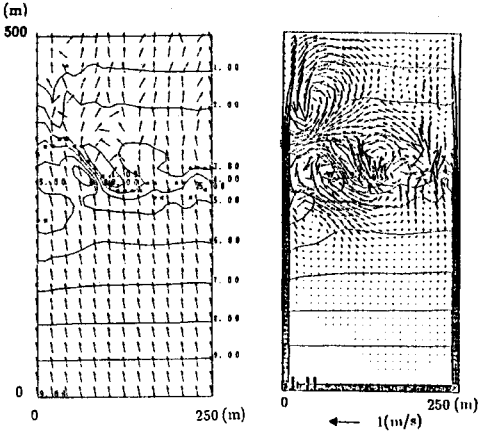


図-3 波向の計算結果 図-4 海浜流の計算結果

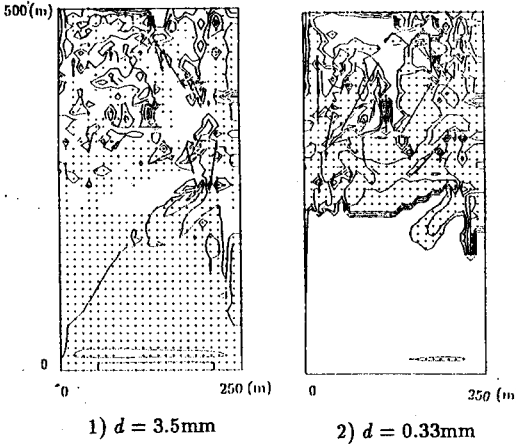


図-5 粒度分布の変化

これらの図から、おおむね安定な計算が行えることが示された。しかし海底に小さな浅瀬が形成されるとそのまわりに circulation が発生し、波向が不安定となる傾向がある。また、粒度分布の計算結果では、細かな砂は岸のほうに移動し、粗い砂が沖側にとどまっている傾向が示された。

参考文献

1) 山下隆男・土屋義人・阿曾克司(1992); 長期海浜変形予測モデル, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp.411-415 2) 平野宗男(1971); Armoring をともなう河床低下について, 土木学会論文報告集, 第 195 号, pp.55-65 3) 清水隆夫・斉藤昭三・丸山康樹・長谷川寛・鹿島遼一(1985); 大型造波水路による岸沖漂砂量分布のモデル化, 電中研報告, 研究報告: 384028, p 60