

名古屋工業大学 学生員 ○浅井 功  
 名古屋工業大学 正員 石田 昭  
 名古屋工業大学 正員 喜岡 渉

1. 緒言

海浜変形の予測手法として、汀線変化モデル及び3次元海浜変形モデル等の数値シミュレーションが開発、研究されている。前者は実際の現象をかなり単純化しており、海浜変形を汀線の前進、後退で表わしている。また、岸沖漂砂を無視し、海浜断面の平行移動を仮定しているため、局地的な海浜変形までは計算できない。後者は逆に計算時間は長い、比較的短期間の局地的な地形変化の予測に適している。3次元海浜変形モデルは一般に波浪場の計算、海浜流場の計算、漂砂量の評価を含む地形変化の計算の3つのサブモデルより構成されている。本研究では3次元海浜変形モデルの中に、漂砂量に大きな影響を与えられとされる波の前傾、後傾といった前後の非対称性及び上下の非対称性を取り入れようとするものである。

2. 基礎方程式

(1). 流速場の基礎方程式

連続式は次のようである。

$$\frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial t} + \frac{\partial U(h + \bar{\zeta})}{\partial x} + \frac{\partial V(h + \bar{\zeta})}{\partial y} = 0 \tag{1}$$

ここで、水平面内に直交座標系 (x, y) をとり、U、Vはそれぞれ x, y 方向の海浜流速の成分、 $\bar{\zeta}$  は平均水位の上昇量、hは静水深である。運動方程式は、次のようである。

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + F_x - M_x + R_x + g \frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial x} = 0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + F_y - M_y + R_y + g \frac{\partial \bar{\zeta}}{\partial y} = 0 \tag{3}$$

ここで、第1項は局所項、第2項及び第3項は移流項、第4項は摩擦項、第5項は水平拡散項、第6項は radiation stress項である。

(2). 波浪場の基礎方程式

波の場の計算には次の様な波向線の方程式及び波向線間隔の方程式を用いる。

$$\frac{d\alpha}{ds} = \frac{1}{C} (\sin\alpha \frac{\partial C}{\partial x} - \cos\alpha \frac{\partial C}{\partial y}) \quad \frac{1}{b} \frac{db}{ds} = -\sin\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial x} + \cos\alpha \frac{\partial \alpha}{\partial y} \tag{4}, (5)$$

ここで、 $\alpha$ は波向線とx軸のなす角度、Cは位相速度、sは波向線に沿った軸、bは波向線間隔である。

浅水変形は屈折係数、浅水係数のみを考慮し、碎波限界はMicheの式を用いた。

波が浅水領域に達する際の前後及び上下の非対称性は便宜的に、石田ら<sup>1)</sup>が用いた波数周波数成分波の合成波法から求めた。各成分波を振幅の増大及び位相の進み方を考慮して合成した時間波形より、図-1に示すような  $u_{on}$ 、 $u_{off}$  及び  $u_{on}'$ 、 $u_{off}'$  を求め、非対称性の度合を表わす。

3. 漂砂量算定式

実験結果<sup>2)</sup>を整理することにより、無次元漂砂量  $\Phi_{on}$ 、 $\Phi_{off}$  を次のように表わす。

$$\Phi_{on} = A \Psi_{off}^n \Omega_{on}^m \quad \Phi_{off} = A \Psi_{on}^n \Omega_{off}^m \tag{6}, (7)$$

ここで、

$$\Phi = \frac{q}{w_o d} \quad \Psi = \frac{f_w}{2} \frac{u^2}{s g d} \quad \Omega = C_H \frac{\pi}{6} \frac{u'}{s g}$$

Φ、Ψ、Ωはそれぞれ無次元化された漂砂量、掃流力、仮想質量力を意味する。係数A、m、nは室内実験の結果より表-1の様に与える。w<sub>0</sub>は粒子の沈降速度、dは粒径、qは単位幅単位時間当たりの漂砂量、f<sub>w</sub>はJonssonの摩擦係数(k<sub>s</sub>に砂粒径を用いた)、uは底面流速、u'底面での水粒子加速度、sは底質の水中比重、C<sub>M</sub>は質量係数である。流れによる漂砂量は従来通り、次のようである。

$$q_{cx} = Q_c U \qquad q_{cy} = Q_c V \qquad (8), (9)$$

$$Q_c = A c (u_*'^2 - u_{*c}^2) / g$$

ここで、u<sub>\*</sub>は底面摩擦速度、u<sub>\*c</sub>は底質の移動限界摩擦速度で、Acは係数、q<sub>c</sub>は流れによる漂砂フラックスである。以上挙げた、波による漂砂フラックスと流れによる漂砂フラックスをx、y方向別に加え、次の底質の保存式により地形変化を求める。

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \qquad (10)$$

4. 数値計算方法

以上の基礎方程式を数値的に積分するために、方程式を差分化する。計算領域全体を正方格子で微小領域に分割し、空間微分では中央差分として、時間微分では前方差分とする。波浪場及び海浜流場の計算を定常状態に達するまで行い、その後、地形変化の計算を行う。

u <sub>b</sub> / w <sub>0</sub>	A	n	m
0 ~ 2	log A = 0.1 $\frac{u_b}{w_0}$	0	2
2 ~ 5		$(\frac{u_b}{2w_0} - 1)$	$(3 - \frac{u_b}{2w_0})$
5 ~ 8	3.16	3	-1
8 ~			

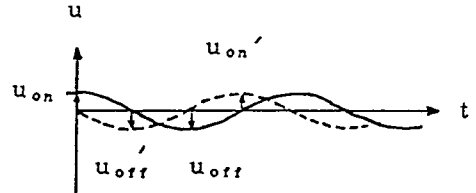


表-1 漂砂量算定式の諸係数

図-1 u<sub>on</sub>・u<sub>off</sub>・u<sub>on'</sub>・u<sub>off'</sub>の定義

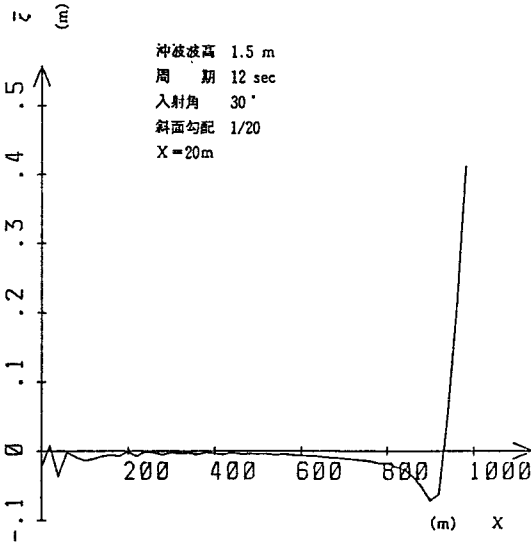


図-2 wave set-upとwave set-down

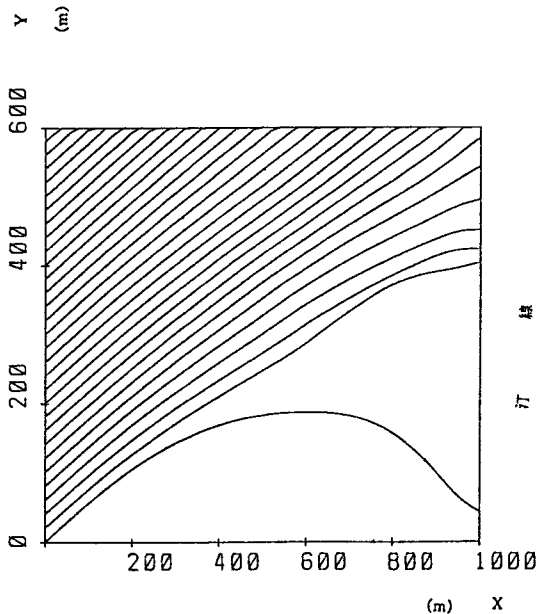


図-3 屈折図

- 1) 石田 昭：数値解析による浅海波の変形特性，第27回海岸工学講演会論文集，1980
- 2) 石田 昭：底質移動に対する港湾構造物の機能に関する調査報告書(1)，1986