

モンテカルロ法を用いた海浜変形の数値計算

九州大学工学部 学生員 ○橋本 誠也

同 上 正 員 入江 功

同 上 正 員 村上 啓介

1. まえがき

自然の海浜は長い年月にわたって、その海岸固有の波の作用を受けて形成されたものである。その自然の力の微妙なバランスの上に形成されている海浜に沖合土砂や海底砂採取などの新たなインパクトを与えると、そのバランスが一時的に崩れて新しい平衡状態に変化するであろう。

本研究では、その様な平衡海浜断面の特性を再現し、また海浜断面の形成に関係のある要因を可能な限り忠実に取り入れ、海浜断面変形のモデル化を試みている。

2. 計算方法

2-1 現象の分離

図-1のA点をせん断された掃流砂のうち、Rの割合で砂れん後流渦に巻き込まれるものと、巻き込まれずに掃流のみで移動するものに分離して考える。

《掃流移動分》

後流渦に巻き込まれずに掃流のみで移動し、そのまま海底に落ちる分である。今回は、流速の有限振幅性を考慮して、既往の実験式より求める。

《浮遊移動分》

砂れんの後流渦に巻き込まれた砂は、流れが反転すると巻き上げられ、浮遊砂として移動に寄与する。巻き込まれた砂の挙動は昨年まで実施してきた固定床実験により求める。

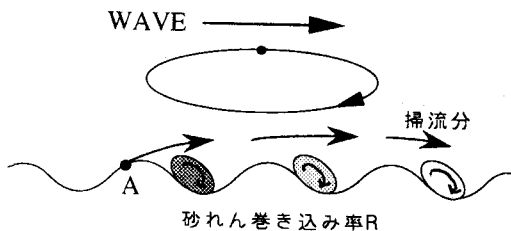


図-1 掃流分と浮遊分の分離

2-2 計算プロセス

(I) 平衡断面形状の決定 (図-3フローチャート参照)

(I-A) 平衡断面形状：三次元造波水路（長さ28m、幅0.3m、深さ0.5m）の一端に勾配1/10の移動床海浜モデル（砂の中央粒径0.16mm）をつくった。そこに入射波高 $H=8\text{cm}$ 、周期 $T=1.6\text{s}$ の波を断面形状の変化のなくなったと思われる時間まで作用させて、平衡断面を形成させた。その断面を砂面計により読み取り、 $Z=AX^m$ の曲線

で回帰計算させて、図-2の様な平衡断面形状を求めた。

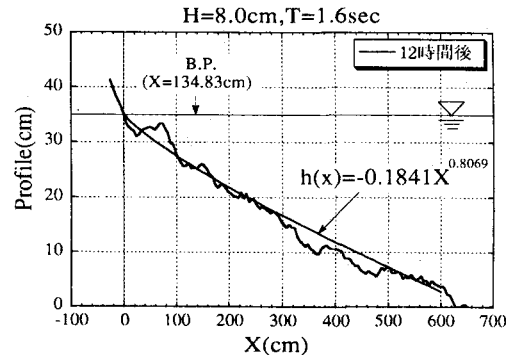


図-2 平衡断面形状

(I-B) 浮遊砂量 (QSS) : Skafelら¹⁾は、浮遊砂濃度分布が片対数グラフ上で直線で近似的に表示できるとして実験式を提案している。今回は、その考え方に基づいて、底面での浮遊砂量を実験式で与え水深で積分することにより求めた。

(I-C) 浮遊砂分布重心移動速度 (VSG) : 著者ら²⁾は昨年の西部支部発表会において、浮遊砂分布の重心移動速度VSGが、波形上下非対称歪率 S_1 、波形前後非対称歪率（前傾度） S_2 、砂れんの歪率 S_3 で定式化できることを示した。今回は S_1 はStokes式より、 S_2 は石田ら³⁾の実験値を定式化し、 S_3 は実験値より求めた。

(I-D) 掃流砂量 (QBO, QBF) : 岸向き、沖向き流速の有限振幅性を考慮して掃流砂量は $\phi(t)=40\psi^3(t)$ (ψ : シールズ数) により、岸向きと沖向き分布を別々に求めた。

(I-E) 掃流砂分布重心移動速度 (VBG) : 岸向き掃流砂分布と沖向き掃流砂分布の正味の重心移動距離を一周期 T で割って求めた。

(I-F) 正味の移動速度 (VTG) : 全漂砂の正味の移動速度VTは、

$$VT = (QBO + QBF) / QT \cdot VBG + QSS / QT \cdot VSG$$

(ここで、 $QT = QBO + QBF + QSS$)

このVTが重力（勾配）による沖向き移動速度 $Ksgd\sin\theta$ と釣りあって、平衡断面が形成される。

$$VTG = VT + Ksgd \sin\theta$$

(I-G) Kの決定：平衡断面においては $VTG=0$ と考えられ、重力（勾配）項の係数Kが決まる。

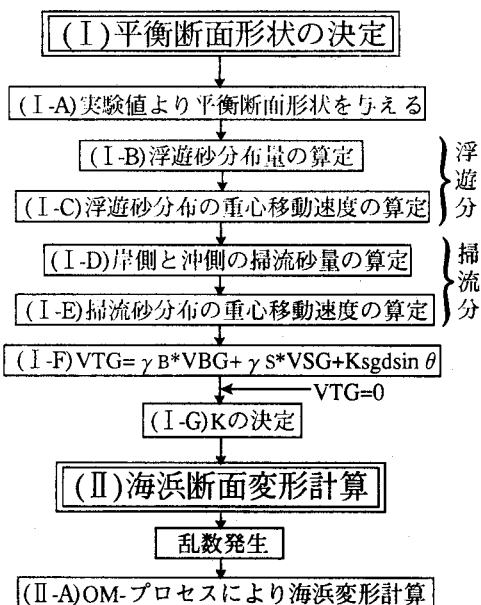


図-3 計算プロセス

(II) 海浜断面変形計算

(II-A) OM-プロセス

図-4の様に、ある砂れんIにおける全漂砂量QTが左右均等に分配率Pで水粒子軌道全振幅の距離(d_0)だけ分散すると考える。その分散した砂全てが正味の移動速度VTGで移動すると考えて、各砂れんにたまる移動後の漂砂量を求める。次に、別の砂れん位置での全漂砂量を求めるときにはQTに分散移動後の漂砂量を加えて同様のことを繰り返す。

このプロセスを1プロセスで重複することなく全ての砂れんに施すが、その生起個所はランダムに与える(モンテカルロ法の採用)。OM-プロセスによって、平均的な移動速度VTGだけでなく、個々の砂れんにおける拡散混合過程を再現することができる。

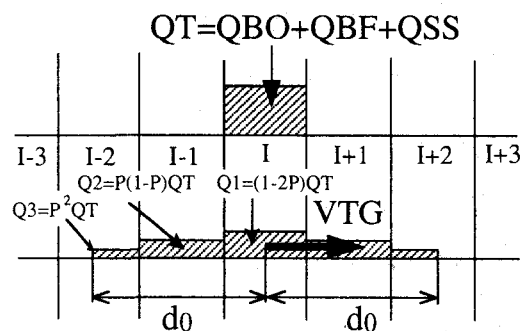


図-4 OM-プロセスの概念図

3. 分配率Pの決定

OM-プロセスにより分配率Pを種々変化させて求めた底質の広がり分布と、同じ条件下での二次元実験の結果とを比較して実際の現象に最も近いPの値を決めた。図-5は実験値を、図-6はその時のPの値($P=0.1$)を用いて描いた計算結果である。

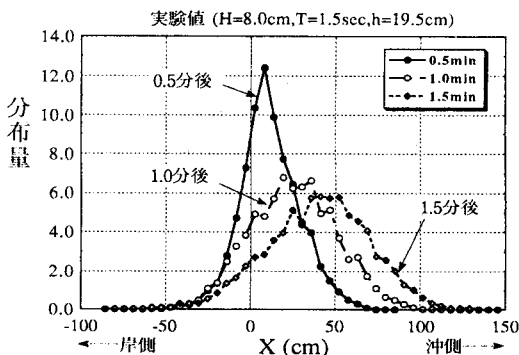


図-5 二次元実験での底質分布

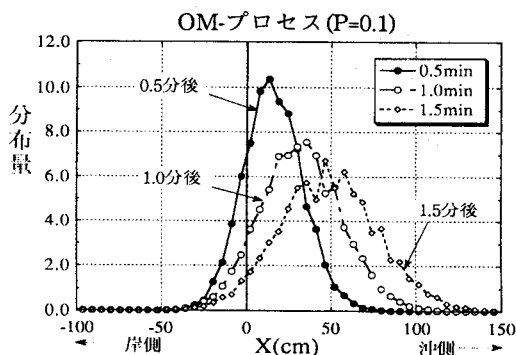


図-6 OM-プロセスによる底質分布

4. あとがき

分配率Pと同様に、勾配の係数Kや砂れん巻き込み率Rの値も二次元実験の結果からある程度評価することができる。具体的な計算結果や二次元実験での検証などについては、講演時に発表したいと思う。

- 【参考文献】1) Skafel, M. G. and B. G. Krishnappan : Suspended sediment distribution in wave field, Journal of waterway, Port and Ocean Engineering, ASCE, Vol. 110, No.2, May, 1984, pp.215~230
- 2) 大沢ら：傾斜海浜における砂れん形状と岸沖漂砂：平成3年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.178~179
- 3) 石田・山口：斜面上の碎波の理論とその応用：第30回海岸工学講演会論文集(1983)、pp.34~38