

名古屋工業大学 正員 石田 昭
 学生員 浅田 耕司
 学生員 ○内田 雅博

1. はじめに

以前より、海岸における縦漂砂の方向及び漂砂量について多くの研究が行われてきたが、主として定形進行波による漂砂現象を対象としたものであった。しかし、実際の海岸においては、もっと複雑な不規則波が存在しており、定形進行波による漂砂現象を取り扱うだけでは解明できない部分が多い。

本研究は、現地海岸において観測される底面流速の値を石田らが提案している漂砂機構モデルへ、あてはめることによって、不規則波の漂砂量を算定しようとするものである。

2. 漂砂量の算定方法

1) 漂砂モデル

図-1は漂砂モデルを説明したもので、底面流速 u の時間変化と底質の移動との関係を示している。 T_{ai} ($i=1, 2, 3, \dots$) などのように u とその加速度 $\partial u / \partial t$ が同符号でかつ、 u が移動限界流速 U_c 以上になる時に掃流状態での移動が開始する。 U_c は、Komar-Miller²⁾による次式に卓越周期 T_p を代入して求めた。

$$\frac{U_c}{Sg\phi} = 0.21 \left(\frac{U_c \cdot T_p}{\pi \cdot \phi} \right)^{1/2} \quad (1)$$

S は水中比重、 ϕ は底質の中央粒径とする。掃流は u と $\partial u / \partial t$ が異符号になっても T_e だけ続き、 $t = T_{bi}$ まで継続してから停止する。 T_e は規則波の実験では位相にして $\pi/6$ が観測されているが、ここでは、再び u と $\partial u / \partial t$ が同符号となる時刻(図-1において T_{ai} で表わされる)までの時間の $1/3$ とする。この時砂れんの斜面上に渦が発生し、砂が巻き上げられて渦の中に取り込まれる。この渦は、 u と $\partial u / \partial t$ が再び同符号になる T_{di} で壊れて渦の中の砂がその後の流れに乗って浮遊状態で運搬される。同時に、沈降も始まり、浮遊砂濃度の基準点高さ程度の距離を沈降するのに要する時間(T_f)だけ流れに乗って運ばれる。 T_f は、中央粒径 ϕ の砂が砂れんの高さ ξ だけ沈降するのに要する時間とし、 $T_f = \xi / w_s$ (w_s : 沈降速度)で与えるものとする。 ξ は不規則波に対するNielsen³⁾の研究より

$$\xi/a = 21 \phi^{-1.85} \quad (2), \quad \phi = (a\sigma)^2 / Sgd \quad (3)$$

のように与えられる。 a は図-2に示すように水粒子の軌道長さの半分の値であるが、有義波に対する値を微小振幅波理論から求めて代入した。

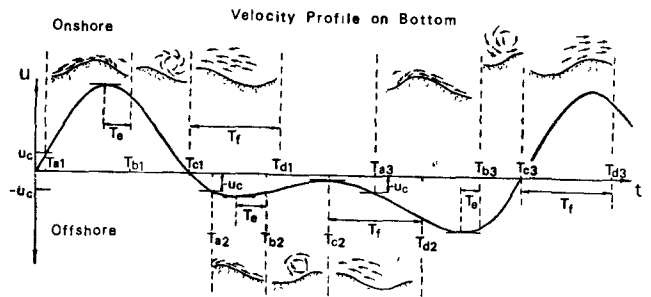


図 - 1

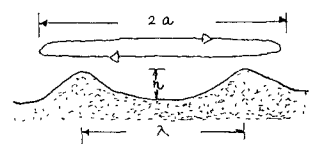


図 - 2

掃流砂量, 浮遊砂量は次式によって求める。

$$q_b = K_b \frac{\rho}{T} \sum_{i=1}^n \int_{T_{ci}}^{T_{bi}} u^3 dt \quad (4)$$

$$q_s = K_s \frac{\rho}{T} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{U^2(T_{bi}) - U^2(T_{ci})}{2} \right\} \times \int_{T_{ci}}^{T_{ci}+T_f} \left(\frac{T_{ci}+T_f-t}{T_f} \right) u dt \quad (5)$$

K_b と K_s は、二次波峯現象下の漂砂に関する実験から石田らが求めている値を使用した。

2) 底面流速の関数表示

Uを(4),(5)式に代入して数値計算をやるためには、Uを関数で表示する必要がある。そのためにUをフーリエ級数表示することにした。観測されたUを $\Delta t = 0.2$ 秒間隔で離散化し、2048個のデジタル量を得た。これからFFTによって振幅スペクトル $A(\sigma_n)$ を求め、卓越周期の3倍程度(256個)までのフーリエ係数を再合成して(6)式のように関数として与える。

$$U_b(t) = 2 \sum_{n=1}^{256} A(\sigma_n) \cos(\sigma_n t + \theta_n) \quad (6)$$

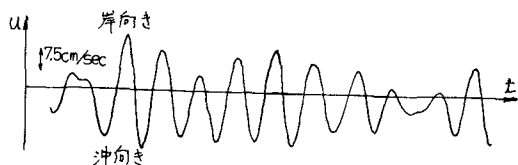


図 - 3

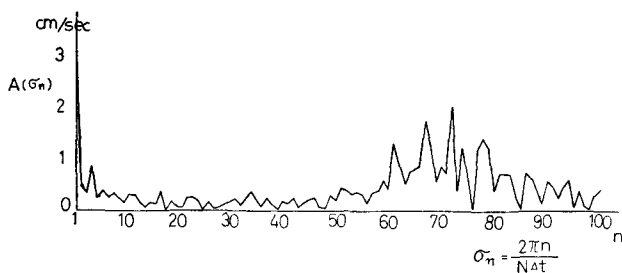


図 - 4

図-3は底面流速をアナログ表示したもの、図-4はFFTによって解析したフーリエ係数を示している。

この波の卓越周期は5.7秒であること、および 3.0 cm/sec の恒流があることがわかる。この恒流は、図-3からもわかるように沖向きである。

(4)式及び(5)式の積分で観測時間($0.2 \times 2048 = 409.6$ 秒)全体を一度に計算すると計算時間が、かかるので、全体を8区間に分けて計算し、平均値を取って漂砂量を求めた。底面流速 u から有義波高を推定するために、各成分波が微小振幅波理論を満足すると仮定した。流速値の振幅スペクトル $A(\sigma_n)$ から次式によって水位 ζ_w を求めた。

$$\zeta_w = 4 \times \sum_{n=1}^{1024} \frac{\sinh k_n h}{\sigma_n} A(\sigma_n) \cos(\sigma_n t + \theta_n) \quad (7)$$

ここで σ_n と k_n の間には微小振幅波理論の分散関係があるものと考えて、次式を解くことにする。

$$\sigma_n^2 = k_n g \tanh k_n h \quad (8)$$

有義波高 $H/3$ は次式から求めた。

$$H/3 = 2.832 \sqrt{E} = 2.832 \sqrt{2 \zeta_w^2} \quad (9)$$

計算した漂砂量についての詳細は講演時に発表する。

参考文献 1) 石田・林・高橋: 第28回海岸工学講演会論文集 1981 2) Komar, P. and Miller, M.C.: Sand transport by waves, Abstracts of 17th International Conf. on Coastal Eng. 1980 3) Peter Nielsen: Dynamics and Geometry of Wave-Generated Ripples, Journal of Geophysical Research, Vol. 86, 1981