

斜め遡上波による底質移動の解析

鹿児島大学工学部 学生員 末富博文

鹿児島大学工学部 学生員 星倉淳一

鹿児島大学工学部 正 員 浅野敏之

1. はじめに

最近 Kamphuis(1991) らは、沿岸漂砂量が碎波点近傍のみならず波打ち帯にも別の極値を持つことを報告している。汀線の前進・後退には波打ち帯の漂砂が大きく関与するが、その力学機構は良くわかっていない。波打ち帯での漂砂は、前傾した非線形性の高い波が外力となること、斜面勾配の影響が大きいこと、波の遡上・流下に伴って没水と干出を繰り返すこと等、特殊な性質を持っている。

著者の1人は平面2次元の非線形長波方程式を、岸沖方向と沿岸方向の独立な方程式に分離した運動方程式によって汀線近傍の流速場の算定モデルを示した(浅野・中野、1992)。これによれば水粒子速度の時空間変化が与えられるが、本研究はこれに外力とするときの底質粒子の運動と漂砂量の特性を計算し、その結果の特性を考察しようとするものである。

2. 流速場の計算の概要

沖側端において θ_B の角度をもって入射する波峰の平行・直線の波が、平行等深線を持つ勾配 S の斜面上を伝播する時の汀線付近の運動を考える。汀線に直角方向に x 軸、沿岸方向に y 軸をとり、静水面を起点として鉛直上方に z 軸をとる。波速 $C/\sin\theta$ で波とともに進行する座標系から見た擬時間 $\hat{t} = t - (\sin\theta_B/C_B)y$ を導入し t と y の2つの独立変数を1つにまとめる。入射角は十分小さいとしてこれを微小パラメータとすると、岸沖方向と沿岸方向に対する独立な方程式が導かれる(Rylie, 1983, 浅野・中野、1992)。図-1は、Kamphuisの実験の1つの実験ケースの諸元を用いて、水位変動 η (下段)、岸沖方向流速 u (中段)、沿岸方向流速 v (上段)を計算した結果である。汀線近くで正の沿岸流速値が得られていることがわかる。

3. 底質粒子運動のラグランジュ的追跡

波が汀線に対して斜めに入射するとき、底質がジグザグに移動することが、波打ち帯の沿岸漂砂の大きな特徴となっている。波の流下に伴って底質面が干出する事があるので、その位相区間では底質は外力を受けない。また海底勾配の影響も無視できない。ここでは次式のような底質粒子の運動方程式を立て、その挙動を差分法で計算した。

$$\begin{aligned} (\rho_s/\rho + C_A)A_3d^3\ddot{u}_s = & \\ \frac{1}{2}C_DA_2d^2|u - u_s|(u - u_s) & \\ + (1 + C_A)A_3d^3\dot{u} - (\rho_s/\rho - 1)A_3gd^3\sin S & \\ - (\rho_s/\rho - 1)A_3gd^3\tan\phi\cos S & \quad (1) \end{aligned}$$

記号は慣用に倣う。上式で右辺第3・4項の水中比重 $(\rho_s/\rho - 1)$ はドライアップしたときは空中比重 (ρ_s/ρ) となり、右辺第4項の摩擦項は粒子が運動する限りにおいて抵抗項として機能する。図-2は、2.で計算された流速 u を与えて、汀線近傍の底質粒子の2次元的な運動を計算したものである。

4. 波打ち帯における漂砂量の計算

ここでは、斜面勾配が露わに式の中に入り、任意の波向角に対する漂砂量が算定できるKobayashi(1982)の理論から漂砂量を求めた。この理論では時々刻々の岸沖・沿岸漂砂量が、時間変動する無次元掃流力 $\Psi(t)$ と移動限界無次元掃流力 Ψ_{cr} の関数として与えられる。例えば、沿岸漂砂量 q_y は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \frac{q_y}{w_0d} = b_3G_1\sin\theta_r + & \\ b_3\frac{\sin S}{\tan\phi}\cos\theta_r\sin\theta_r(G_2 - G_3) & \quad (2) \end{aligned}$$

ここに θ_r は水粒子速度が斜面方向となす角、 b_3, G_1, G_2, G_3 は $\Psi(t)$ と Ψ_σ の関数である。汀線付近ではドライアップする位相区間を考慮してネットの漂砂量を計算する必要がある。図-3は沿岸漂砂量に関する結果の一例で静水時汀線より陸側でもかなり大きな沿岸漂砂量が存在することがわかる。

参考文献

浅野敏之・中野武 (1992): 斜め遡上波の数値解析、海岸工学論文集、第39巻, pp.26-30.

Kamphuis J. W.(1991): Alongshore sediment transport rate distribution, Proc. of Coastal Sediment '91, pp.173-184.

Kobayashi N.(1982): Sediment transport on a gentle slope due to waves, J. of Waterway Div., ASCE, Vol.108, WW3, pp.254-271.

Ryrie S. C. (1983): Longshore motion generated on beaches by obliquely incident bores, J. Fluid Mech., Vol.129, pp.193-212.

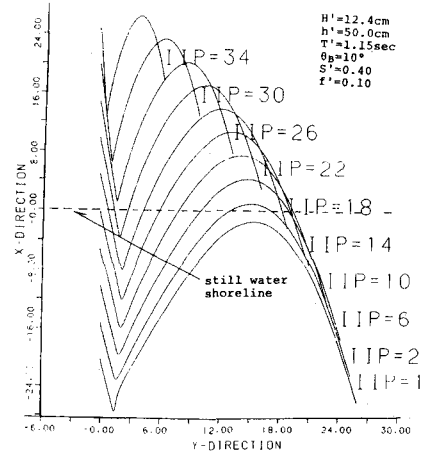


図2: 底質粒子の平面的な移動状況

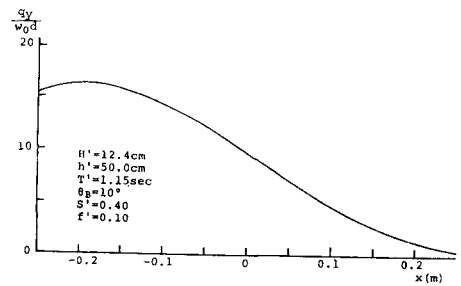


図3: 沿岸漂砂量の岸沖分布の計算結果

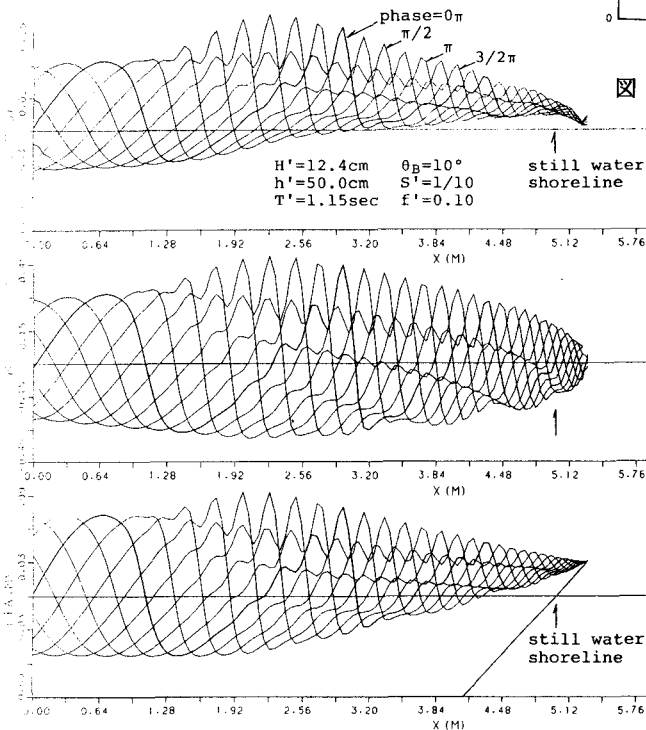


図-1

沿岸方向流速(上段),
岸沖方向流速(中段),
水位変動(下段)の
空間分布