

II-66

斜め入射波の遡上とそれに伴う浜漂砂の数値モデル

東京大学大学院 学生員 中村裕史
 東京大学大学院 正 員 渡辺 晃
 東京大学大学院 正 員 磯部雅彦

1. はじめに

海岸侵食の主な原因の一つは沿岸漂砂の不均衡である。特に、遡上域と呼ばれる領域においてもその影響が顕著であると考えられているが、これまでの研究でこの遡上域を扱ったものは少ない。そこで本研究では、対象条件を規則波・単一粒径・一様勾配・沿岸方向に一様な地形とした上で、斜め入射波の砕波変形及び遡上・流下の解析と遡上域を含んだ砕波帯内の沿岸漂砂量の算定のためのモデルの構築を目的とした。

2. 基礎方程式

本研究では、波・流れ場の基礎方程式として Boussinesq 方程式を用いた。この際、浅野・中野(1992)にない以下の方法により計算を簡略化した。まず一つは、Boussinesq 方程式を無次元化して、オーダーを比較することにより、微小波向角に関して微小項と考えられる項を無視した。もう一つは、本研究の対象としている地形が沿岸方向に一様であることから、沿岸方向波速 C_y を用いて $\hat{t} = y - C_y t$ で表される擬時間を導入することである。これにより、岸沖方向・沿岸方向・時間、という3つの独立変数を、岸沖方向・擬時間の2つに減らすことができ、数値計算を容易にした。

以上の簡略化により求められたものを示す。

$$\begin{aligned} -C_y \frac{\partial \eta}{\partial \hat{t}} + \frac{\partial Q}{\partial \hat{t}} + \frac{\partial P}{\partial x} &= 0 \\ -C_y \frac{\partial P}{\partial \hat{t}} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{P^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial \hat{t}} \left(\frac{PQ}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} &= -\frac{C_y h^2}{3} \frac{\partial^3 P}{\partial x^2 \partial \hat{t}} + M_{Dx} \\ -C_y \frac{\partial Q}{\partial \hat{t}} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{PQ}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial \hat{t}} \left(\frac{Q^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial \hat{t}} &= -\frac{gh^2}{3} \left(D \frac{\partial^3 \eta}{\partial x^2 \partial \hat{t}} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x \partial \hat{t}} \right) + M_{Dy} \end{aligned}$$

ここに、 x : 岸沖方向座標、 $\hat{t}$: 擬時間、 P : 岸沖方向流量、 Q : 沿岸方向流量、 η : 水面変動、 D : 全水深 ($= h + \eta$)、 h : 静水深、 M_{Dx} ・ M_{Dy} : 砕波減衰項、 g : 重力加速度である。

3. 境界条件

沖側境界は、そこでの線流量が、入射波成分と反射波成分の線形和であると考えた。

また、岸側境界については、本研究では移動性の汀線を考える。そのため、先端部での流量により次のタイムステップの水面分布を決定した。つまり、先端部での全水深が、あらかじめ定めた値よりも大きければ、汀線を岸側に移動し、全水深が負になるような場合は、沖側に移動することにした。汀線位置を移動させる場合にも、常に連続式を満たすことを前提として、計算領域をのばした場合は先端部で水面が水平になるように、縮めた場合は先端部の全水深が0になるように定めた。

4. 数値解析の結果・考察

ここに示す結果は、底面勾配 1/20、沖での一様水深 20cm という地形に対し、入射波高 3.5cm、周期 1.6s、入射角 15° の入射波について計算したものである。なおこの際、漂砂量の算定には、Dibajnia・渡辺の漂砂量算定式(Dibajnia・渡辺、1994)を用いた。

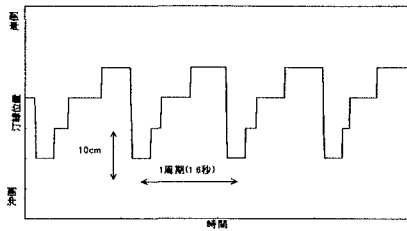


図.1 移動性汀線の時間変化

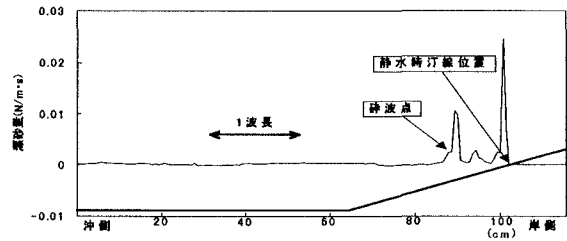


図.2 沿岸漂砂量の岸沖方向分布

図.1 は、汀線の時間変化による移動を示している。1周期ごとに波が遡上・流下を繰り返していることがわかる。図.2 は、沿岸漂砂量が、砕波点と静水時汀線位置付近でピークを有することを示している。

まず第一に汀線の移動についてであるが、丸尾ら(1995)に示されている通り、遡上波というのは遡上時には放物線的に、流下時には正弦的に変化することが知られている。ところが本研究の結果の図.1 では、波が遡上するときには、そのような傾向が見られるものの、流下するときには汀線移動速度が大きくなる。これは波が斜めに入射してくる時に遡上域付近で水が非対称的な Zigzag 運動をしていることによると推測できる。つまり、汀線に対し遡上時には斜めに、流下時には垂直に動くことによる移動距離の違いにより、遡上時には流下時よりもより多くの時間を費やすため、この非対称性が生じると考えられる。

図.2 では、沿岸方向漂砂量の岸沖方向分布を示しているが、汀線を一点で固定した場合、漂砂のピークは砕波点付近の 1ヶ所しか現れないのであるが、汀線付近での漂砂量のピークが再現された。

5.終わりに

本研究により、斜め入射波の遡上・流下モデルを作成し、さらに Dibajnia・渡辺の漂砂量式を用いて沿岸漂砂量の岸沖分布を計算したところ、砕波点付近のみならず、汀線付近でのピークが再現された。

なお、現在のアルゴリズムでは波浪や地形条件を変化させると数値的不安定を生ずるという問題があり、今後モデルの改良を行う必要がある。

参考文献

- (1)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.
- (2)丸尾剛・Dibajnia Mohammad・渡辺晃(1995)：遡上域に拡張した Boussinesq 方程式と漂砂量式を用いた海浜断面変形モデル、海岸工学論文集、第 42 巻、pp.611-615.
- (3)Dibajnia Mohammad・渡辺晃(1994)：シートフロー漂砂量式の波・流れ交差場への拡張と沿岸漂砂量の検討、海岸工学論文集、第 41 巻、pp.366-370.