

日本テトラポッド(株) 正員 小沢 保臣

日本テトラポッド(株) 正員。松岡 道男

1 まえがき

海岸線利用の増大と共に海岸地域保全のため、構造物の設置に伴う海岸線形状の変化と予測する手法が必要とされている。本研究は、海岸線の変化を予測するための第1ステップとして、従来の1次元モデル¹⁾に以下に述べる様な2つの改良点をとり込み、離岸堤背後における汀線変化の予測計算を試みたものである。

2 計算手法

計算にあたっては次のように改良点を取り込むこととした。

①外力としての波エネルギーを適切に評価するための、屈折・浅水・回折等による波の変形計算を行い、碎波した時点での、波エネルギーの沿岸特性と1次元モデルに与え入れること。

②地形の変形は波と地形の相互作用の結果として取り扱う必要から、波の変形計算と地形の変形計算をできるだけ短い時間間隔で繰り返すこと。①の波浪変形については数値波動解析法等があるがこれらの計算には多くの計算時間と容量を必要とすることから、ここでは屈折浅水変形回折を考慮し対象領域を広くとることが可能で計算時間の比較的短かくすむ方法として、屈折浅水度回折係数をそれぞれ別々に計算し線型に重ね合わせに行く方法をとった。より屈折係数は、波向線間隔方程式

$$D^2\beta/Dt^2 + P \cdot D\beta/Dt + q \cdot \beta = 0 \quad (1)$$

$$P = -2 \left(\frac{\partial C}{\partial y} \cdot \cos \alpha + \frac{\partial C}{\partial x} \cdot \sin \alpha \right) \quad (2)$$

$$g = C \cdot \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \sin^2 \alpha - \frac{\partial^2 C}{\partial x \partial y} \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \cdot \cos^2 \alpha \right) \quad (3)$$

をとして $k_F = (\beta)^{-1/2}$ より求めた。ここで α は波の進

行方向と x 軸のなす角、 C は波速である。又、浅水変形による波高変化の計算は微小振幅波の理論に基づく。

$$n = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \frac{4\pi\epsilon/L}{\sin(4\pi\epsilon/L)} \right\} \quad (4) \text{ 及 } (1)$$

$K_S = \sqrt{C_0/2\pi c}$ で求めた。ここで $C_0 = gT/2\pi$ である。回折係数については Pennu と Price によって解かれた半無

限防波堤端における波の回折式²⁾を用いた。計算においては、波の挙動上に仮想点を考えDTごとに波向を修正しながら波速Cで新しい点に移動し、移動あるごとに回折及び浅水度係数も同時に計算を行ないそれらを線型に重ね合わせて、その点における波高を求めた。

それが碎波条件を満たした時にその時の波高諸元を用いて碎波エネルギーを求め、その時の波高と碎波角とした。碎波条件としては、孤立波の浅水領域での最高波の条件式 $\frac{H}{\lambda} = 0.78$ (5) を用

いた。尚初期仮想点は、辟波条件が計算領域全体にわたって得られるように設定した。以上の波浪変形計算

から得られた破壊条件を、各測線上に内挿してやり、(6)式で与えられる各方向からの破壊エネルギーをベクトル的に合成し、それをその測線上での破壊エネルギー、そのベクトルのなす角を破壊エネルギーの向きとする。

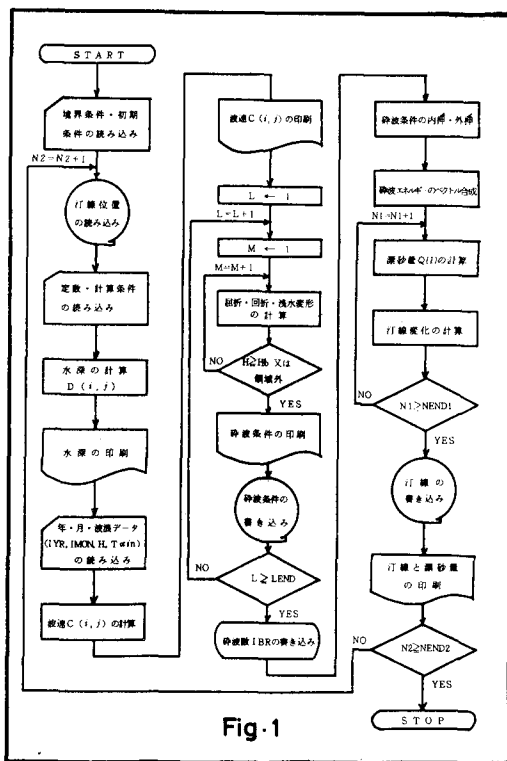


Fig - 1

$$|W_{\alpha}| = \frac{1}{16} \rho \cdot g \cdot \frac{L_b H_b^2}{\lambda} \quad (6) \quad \rho g : \text{海水の単位体積重量 (1.03 t/m}^3\text{)}$$

こうして各別線より得られた合成エネルギー W_{α} とその向き α_b を用いて (7) 式の Savage 型の漂砂量公式で漂砂量の計算を行ない、(8) 式の連続方程式を用いて汀線変化を計算する。さらに汀線の変化に伴って新しい水深のもとで波浪の変形計算を行ない、新しい碎波条件を用いて再び汀線変化を計算する。この Process を予測対象期間を通じて繰り返し実行するわけである。計算のフローチャートとをまとめて Fig. 1 に示す。

$$Q_i = 0.217 \cdot W_i \sin \alpha_b \cdot \cos \alpha_b \quad (7)$$

$$(Q_{i+1,K} - Q_{i,K}) / \Delta x + \partial_i (y_{i,K+1} - y_{i,K}) / \Delta x = 0 \quad (8)$$

3. 計算結果及び考察

ここではこのモデルのもつ基本的な特性を示す計算結果を示す。尚、 X/B は構造物の離岸距離と巾との比、 δ_b は汀線形状勾配、 $\tan \theta$ は海底勾配を示している。

i) Fig. 2 は波の変形計算と地形変化の計算を繰り返す行なう効果を示す図である。CASE-A は波浪の変形計算は 1 度しか行なわす同じ碎波条件で 60 step まで計算したものであり CASE-B は 10 step ごとに波の変形計算を行ない新しい地形に対応して碎波条件で汀線の変化を計算したものである。図から明らかなように、繰り返し計算を行なった方が大きな汀線の伸び率を示しており、波の変形と地形変化の繰り返し計算の必要性を示している。

ii) Fig. 3 は汀線と平行な離岸堤に対し、波向が図に示すように 20° 傾いた時に汀線がどのような形状をとるか計算したものである。参照した鳥取県皆生海岸における離岸堤背後の汀線変化とは傾向としてよく一致しており、構造物が施行されてから短期間で汀線は顕著な変化を示しその後、安定な形状に収束していく傾向も示されている。

iii) Fig. 4 は Fig. 3 における 60 日後の汀線形状を初期汀線として波向きが東より 40° 変化した時に汀線がどう移り変わっていくか計算を行なったものである。図から明らかなように、トンボロのボーフは段階的に離岸堤の中央より東側から中心を経て西側に移り、新しい波向きに対して安定な形状に収束して行く様子をシミュレートすることができた。

4. 結言

今回の計算の結果、地形の変化を予測するためには波の変形計算を行ないそのエネルギーの沿岸特性を把握すること、及び波の変形計算と地形の変形計算は出来るだけ短かい間隔で繰り返す行なうことが必要であることがわかった。

今後の問題としては、このモデルの繰り返し計算の時間間隔や差分の条件、構造物の形状等によってどのような特性を示すかを検討し、現地への適用の可能性を追求したいと思う。

参考文献：1) 橋本宏：離岸堤による隣接海岸への影響予測モデル、第21回海講 2) 森平倫生・奥山育英：海の波の回折計算法と回折図、港研資料 No. 21 3) 豊島修・定道成美：皆生海岸におけるトンボロと海底地形、第21回海講

