離岸堤と突堤群周辺の水深変化計算

# 1. はじめに

海岸侵食からの保全あるいは堆砂効果促進を目的と した海岸保全施設として,離岸堤や人工リーフが現在 用いられている.離岸堤や人工リーフの長さ,開口幅, 離岸距離などをどのように設計すべきかについては, 未解明な点が多い.

本研究は、それら保全施設設置後の汀線変化を予測 する為に必要な水位と底面流速を拡張型の強非線形 Boussinesq 方程式で求め、時々刻々の底面流速を定常成 分と波動成分に分離し、それぞれのせん断力と漂砂量 を算出して、地形変化量を計算する事を目的とした.

### 2. 対象地点

対象地点は日本側のある海岸で,この海岸は古くか ら海岸侵食を受けてきた.砂浜が少しずつ削り取られ, 海岸線が住宅地や田畑まで達する等,侵食被害も相次 ぎ,昭和30年代に災害復旧事業として直立堤防を施工 した.その後,さらに抜本的な対策に取り組む為,昭 和36年より,直轄海岸保全施設整備事業に着手した. また,その後,昭和53年に,海岸延長18.5kmの区間 に100基を越える離岸提を設置する等,海岸侵食を防 ぐ努力が続けられている.

### 3. 波浪場の計算

対象としている海岸は沿岸方向 1000m, 岸沖方向 600m であり(以下、挟領域と記述), この領域の水深 変化量を算出する際の沖側の入射波条件を,より広い 領域(広領域)で波浪変形計算により求めた.

## 3.1 広領域における波浪場の計算方法

(1)水深データの作成

波浪変形計算に用いる為の水深データは,海図をデ ジタイザーで読み取り,それをスプライン補間により, 100×100mの格子間隔に数値化した.計算領域の格子 点数は岸沖方向に258個,沿岸方向に320個(25.8Km ×32.0Km),全82,560点とした.

### 保全施設、漂砂、水深変化

〒039-1192 青森県八戸市田面木字上野平 16-1 (Tel&Fax) 0178-27-7310

# 八戸高専 学生会員 O西山 晃平 八戸高専 正 会 員 南 將人

(2) 波浪データ

入射波条件は,NOWPHAS による波浪観測結果<sup>1)</sup>を 用いた. 深浅測量期間(2002 年)の 2 時間毎データの有義 波高 *H*<sub>1/3</sub> と周期 *T*<sub>1/3</sub> より,エネルギー平均波を求めた.

(3) エネルギー平衡方程式

波浪変形計算は,次式に示すエネルギー平衡方程式 を用いた.

$$\frac{\partial (D_{S}V_{x})}{\partial x} + \frac{\partial (D_{S}V_{y})}{\partial y} + \frac{\partial (D_{S}V_{\theta})}{\partial \theta} = \varepsilon_{b}'S \quad \exists (1)$$

ここで、 $D_s$ : 方向スペクトル、 $V_x$ 、 $V_y$ : x、y 方向の 成分波の群速度、 $\epsilon'_b$ : 砕波する波のエネルギー割合、 S: 周波数スペクトルである.

### 3.2 挟領域における波浪場の計算方法

(1)水深データと構造物データの作成

波浪変形計算に用いる為の水深データは,深浅測量 図をデジタイザーで読み取り,それをスプライン補間 により,2×2mの格子間隔に数値化した.計算領域の 格子点数は岸沖方向に273個,沿岸方向に458個(546m ×916m),全125,034とした.また,構造物データをデ ジタイザーで読み取った.

(2) 拡張型の強非線形 Boussinesq 方程式

水深が急変する構造物周辺の水位と底面流速を算出 する為に,拡張型の強非線形 Boussinesq 方程式を用い た.以下に用いた連続式と運動方程式を示す. 連続の式(C.E.)

$$\eta_{t} + \nabla \cdot \left\{ \left(h + \eta\right) \left[ \overline{u_{\alpha}} + \left(Z_{\alpha} + 0.5(h - \eta)\right) \nabla \left(\nabla \cdot \left(h\overline{u_{\alpha}}\right)\right) \right] \right\} + \left(0.5Z_{\alpha}^{2} - 1/6\left(h^{2} - h\eta + \eta^{2}\right)\right) \nabla \left(\nabla \cdot \overline{u_{\alpha}}\right) \right\} = 0$$

運動方程式 (M.E.)

$$\vec{u_{\alpha i}} + (\vec{u_{\alpha}} \cdot \nabla)\vec{u_{\alpha}} + g\nabla\eta + z_{\alpha} \left\{ \frac{1}{2} Z_{\alpha} \nabla \left( \nabla \cdot \vec{u_{\alpha i}} \right) + \nabla \left( \nabla \cdot \left( h \vec{u_{\alpha i}} \right) \right) \right\}$$
$$+ \nabla \left\{ \frac{1}{2} \left( Z_{\alpha}^{2} - \eta^{2} \right) \left( \vec{u_{\alpha}} \cdot \nabla \right) \left( \nabla \cdot \vec{u_{\alpha}} \right) + \frac{1}{2} \left[ \nabla \cdot \left( h \vec{u_{\alpha}} \right) + \eta \nabla \cdot u_{\alpha} \right]^{2} \right\}$$
$$+ \nabla \left\{ \left( Z_{\alpha} - \eta \right) \left( \vec{u_{\alpha}} \cdot \nabla \right) \left( \nabla \cdot \left( h \vec{u_{\alpha}} \right) \right) - \eta \left[ \frac{1}{2} \eta \nabla \cdot \vec{u_{\alpha i}} + \nabla \cdot \left( h \vec{u_{\alpha i}} \right) \right] \right\} = 0$$

ここで, $\eta$ :水位,h:水深, $u_{\alpha}$ :水深 $Z_{\alpha}$ での水平流速, g:重力加速度,t:時間微分を示す.

# 4. 計算結果

図-1 に挟領域での沖側境界の水位変化の結果を示 す. 挟領域での沖側境界位置に,ほぼ正弦波の水位変 動の波 22 波相当分が入射されている.



図-1 沖側入射位置の水位変化(22 波分)

図-2 に構造物周辺の平均底面流速ベクトル分布図 を示す.人工リーフの両端部で渦を巻く様に,リーフ 沖側に回り込む流れが見られまた,離岸堤の端部では 汀線にほぼ垂直な方向に底面流速が増加していた. 図-3に地形変化量分布図を示す. 堆積は人工リーフの前後,離岸堤の端部,沿岸方向0~130mの汀線付近で生じ,侵食は主に岸沖方向250mより沖側で生じた. 沿岸方向600~700m地点では侵食と堆積が交互に繰り返し発生した.

## 5. まとめ

拡張型の強非線形 Boussinesq 方程式で水位と底面流 速を求め、せん断力と漂砂量から地形変化量を計算し た.その結果、人工リーフの両端部で渦を巻く様に、 リーフ沖側に回り込む流れを再現した.また、離岸堤 の端部では、沿岸方向に垂直の向きに底面流速が増加 した.堆積は人工リーフの前後、離岸堤の端部、汀線 付近で生じた.侵食は岸沖方向250mより沖側で生じた.

## 参考文献

 (財)沿岸開発技術研究センター,全国港湾海洋波浪 観測資料(NOWPHAS),1991-2002.

