

II - 388

透過型離岸堤周辺の波浪・海浜流場の数値計算

建設省土木研究所海岸研究室

研究員 正員 岩崎 福久

同上

室長 正員 田中 茂信

同上

主任研究員 正員 佐藤 慎司

1. まえがき

近年、従来の離岸堤や消波工に代わって、人工リーフ、新型離岸堤といった海岸保全施設の沖合いへの展開が多く見られるようになった。新型離岸堤はMMZ計画の中で海域制御構造物として開発された透過型の消波構造物であり、最初に1988年に静岡県駿河海岸において事業が開始され、現在までに4種類のタイプが現地で施工され、今後設置件数が増加すると予想される。

新型離岸堤のような透過型構造物周辺の波の場を解析した研究は幾つかあるが(例えば、井島ら, 1971), 構造物周辺の海浜流やそれに伴う地形変化を解析した事例は少なく、海浜流・地形変化の計算モデルに関する研究を進める必要がある。

本研究は、透過型構造物周辺の波浪・海浜流の計算手法の提案と妥当性の検証を目的とするものである。

2. 波浪・海浜流場の計算モデル

本研究で用いる基礎方程式はEulerの方程式を透過構造物の内外で分け隔てなく使えるように拡張したものであり、それから波・流れの場毎に計算モデルを構築した。

2.1 波浪場のモデル

波浪場のモデルは、透過層内の流体運動の基礎方程式中の1次の項を取り上げ、大中ら(1987)が提案した波・流れ共存場における非定常緩勾配方程式と同様の以下のような方程式系を得た。

(連続式)

$$m \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{U}{\lambda} \zeta \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{V}{\lambda} \zeta \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{n Q_x}{\lambda} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{n Q_y}{\lambda} \right) = 0 \quad (1)$$

(運動方程式)

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\tau}{\lambda} Q_x \right) + \omega \sigma^2 \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\zeta}{\sigma} \right) + f_D Q_x + f \frac{\omega}{\lambda} Q_x &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\tau}{\lambda} Q_y \right) + \omega \sigma^2 \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\zeta}{\sigma} \right) + f_D Q_y + f \frac{\omega}{\lambda} Q_y &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

ここに、 ζ : U, V: 水位, X, Y方向の断面平均流速, Q_x , Q_y : X, Y方向の波の運動量flux, f_D : 碎波減衰係数, f : 透過層の線形抵抗係数, $\tau = \lambda + C_M$

$(1-\lambda)$, λ : 透過層の間隙率, C_M : 質量係数, $m = 1 + (\sigma/\omega)(n-1)$, σ : Uで移動する座標系から見た波の周波数, ω : 固定座標からみた波の周波数, $n = C/C_g$, C : 波速, C_g : 群速度である。

2.2 海浜流場のモデル

海浜流場のモデルは、透過層内の流体運動の基礎方程式中の2次の項を取り上げ、次式を導いた。

(連続式)

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{U}{\lambda} (h + \zeta) \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{V}{\lambda} (h + \zeta) \right) = 0 \quad (3)$$

(運動方程式)

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\tau}{\lambda} M_x \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\tau}{\lambda} U M_x + S_{xx} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\tau}{\lambda} U M_y + S_{xy} \right) + \rho g (\zeta + h) \frac{\partial \zeta}{\partial x} + f \frac{\omega}{\lambda} M_x &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\tau}{\lambda} M_y \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\tau}{\lambda} U M_y + S_{xy} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\tau}{\lambda} U M_y + S_{yy} \right) + \rho g (\zeta + h) \frac{\partial \zeta}{\partial y} + f \frac{\omega}{\lambda} M_y &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

ここに、 M_x , M_y : X, Y方向の流れの運動量flux, S_{xx} , S_{xy} , S_{yy} : radiation stressである。

3. 計算モデルの適用性

波浪・海浜流場の計算モデルの適用性を検証するため、実験結果との比較を行った。図-1に透過型構造物内部の波高分布の実験結果(近藤・竹田, 1983)と計算結果を示す。図中の線は計算結果であり、記号は実験結果である。この図より、計算結果が多少大きめの評価をしているが、堤体内部に存在する定在波をよく再現しており、波のモデルの適用性が高いことが確認された。

次に海浜流に関して実験と比較した。図-2に実験で用いた海浜地形と離岸堤の設置位置を示す。図-3,4にそれぞれ不透過型離岸堤の場合の波高分布と海浜流場の計算結果を、図-5,6にそれぞれ透過型離岸堤の場合の波高分布と海浜流場の計算結果を示す。ただし、波高分布は振幅で表してある。入射波の波高は5.9cm, 周期は1.17secである。図-3,5より、不透過型の場合に比べ透過型の離岸堤の前面では波高は小さく、離岸堤背後で波高が大きくなる。また、図-4,6より、透過型離岸堤の背後では構造物を透過する流れが存在することがわかる。これらよ

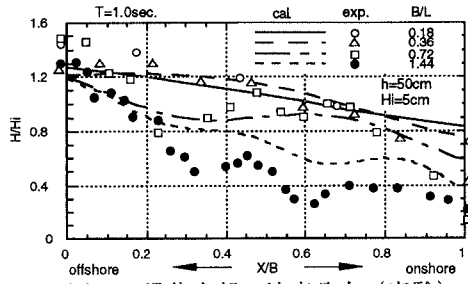


図-1 堤体内部の波高分布(実験)

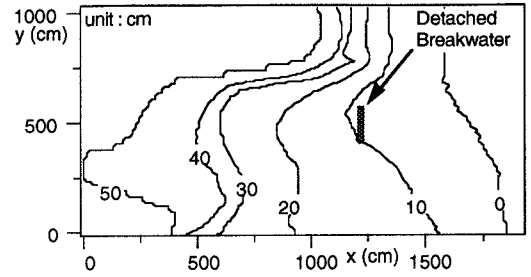


図-2 海浜模型と離岸堤の位置

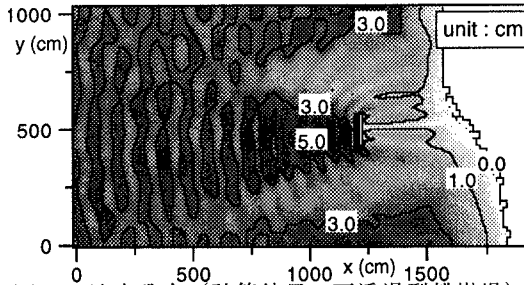


図-3 波高分布(計算結果, 不透過型離岸堤)

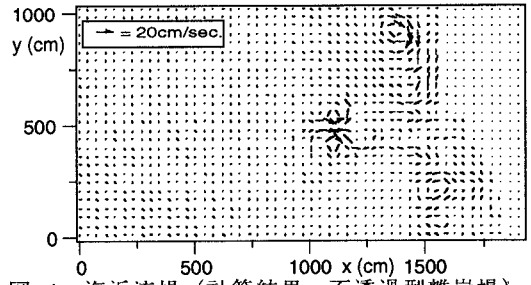


図-4 海浜流場(計算結果, 不透過型離岸堤)

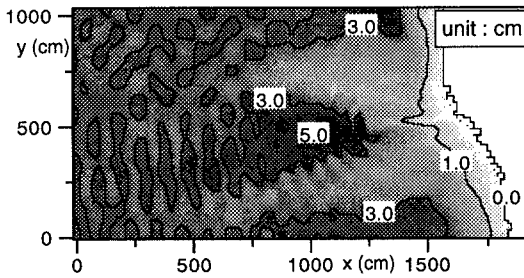


図-5 波高分布(計算結果, 透過型離岸堤)

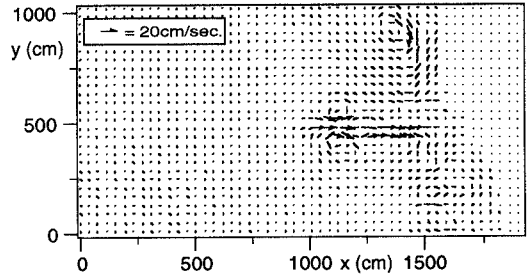


図-6 海浜流場(計算結果, 透過型離岸堤)

り、波浪・海浜流場の計算モデルが構造物の透過性を評価していることがわかる。図-7に、透過型離岸堤の場合の海浜流場を示す。離岸堤を透過する向岸流の流速は離岸堤背後で実験では大きいところで20cm/sec.程度であり、計算でも同程度の海浜流が計算されている。また、構造物の沿岸方向両側の離岸流も再現しており全般的に良い一致を示す。また、不透過型離岸堤の場合も実験をよく再現していた。これらのことから波浪場の計算モデルと同様、海浜流場の計算モデルの適用性は高いものと考えられる。

4. 結論

透過型構造物周辺の波浪・海浜流場を計算するモデルを提案し、実験結果との比較を行った。その結果、波浪・海浜流場の計算モデルとも実験結果の再現性は高く、適用性があることがわかった。

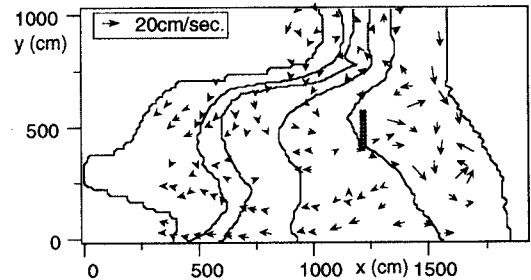


図-7 海浜流場(実験結果, 透過型離岸堤)

参考文献

- 井島武士・江口泰彦・小林彰(1971): 透過性防波堤と岸壁に関する研究, 第18回海岸工学講演会論文集, pp.121~130.
- 大中晋・渡辺晃・磯部雅彦(1987): 波・流れ共存場に拡張した非定常緩勾配方程式による波動場の数値計算, 第34回海岸工学講演会論文集, pp.91~95.
- 近藤俊郎・竹田英章(1983): 消波構造物, 森北出版, 275p.