

緩勾配方程式に基づく人工島周辺波浪場の計算に関する一考察

鹿児島大学工学部

学生会員○前之園 学

正 会 員 佐藤 道郎・西 隆一郎

学生会員 稲森 剛・南 克宏

1. まえがき

関西国際空港や志布志の石油備蓄基地にその例を見ることが出来るように、人工島の造成による海岸域の利用が行われてきている。人工島周辺の波は海岸地形や構造物の影響により、回折や屈折などの波の変化を生じ、流れを変化させ、海浜地形の変化をもたらす場合も考えられるため、それらの海況の変化を予測することが必要である。波高および波向の変化を予測する方法として三井は、屈折波と回折波の重ね合わせによる計算方法を示したが、その後20年余りの間に、屈折と回折の組合わさった波浪場の数値計算法が発達し、コンピューターによってかなり綿密な計算の可能性が出てきた。Berkhoffの緩勾配方程式は、その後計算の負担を軽減すべく、各種の放物型近似計算法やその他の手法を生み出してきている。ここでは、Copeland(1985)が示した緩勾配方程式を一对の一階双曲形方程式で表し、初期値問題として、差分法で解く方法を用い、どの程度実際の現象を説明しうるものか、室内実験結果と比較検討を行うことを試みた。また、その式は伊藤らの数値解析法や、渡辺らの非定常緩勾配方程式と類似しているが、若干異なった表現となっており、その差異がどう効いてくるかといった点についても検討しようとした。

2. 数値計算の概要

Berkhoffによって発表された、緩勾配方程式は楕円形であるが、Copelandは、この方程式を一对の一階双曲型方程式で表せることを示した。

$$\nabla Q + (C_g / C) \partial \eta / \partial t = 0 \quad \partial Q / \partial t + C \cdot C_g \nabla \eta = 0$$

(Copeland)

(ここに、 η は水面変動、 Q は線流量である。)

この式は、伊藤らの数値波動解析法の基本式ならびに、渡辺らの非定常緩勾配方程式に似た形となっているが、少し異なった表現となっている。

$$\begin{aligned} \nabla Q + \partial \eta / \partial t &= 0 & \partial Q / \partial t + C \cdot \nabla \eta &= 0 & \text{(伊藤)} \\ \nabla Q + \partial \eta / \partial t &= 0 & \partial Q / \partial t + (1/n) C \cdot \nabla (n \eta) &= 0 & \text{(渡辺)} \end{aligned}$$

数値波動解析法とは、 $\nabla \eta$ の係数が C^{-1} が $C \cdot C_g$ かの違いであるが、この違いは浅水変形を正しく計算できるかどうかという大きな違いになる。非定常緩勾配方程式との違いは、幾分複雑そうに見え、数値的に検討してみる必要があるように思われる。

計算は、空間的にはスタッガードスキームを、時間的にはリーブフロッグ法による差分によって行った。初期条件は、水位 η と線流量 Q を全て0とおき、境界条件には谷本らによるものが用いられた。

3. 実験方法

平面水槽(長さ26.7m、幅14.0m、深さ1.2m)にコンクリートブロックで人工島(4.0m×5.0m)を造りさらに沖側側面には波に対する強化として板を加えた。この

ように構造物を設置し、波が汀線に直角入射するという単純化されたモデルによる実験を行った。底面は移動床なので、一様斜面では実験中に変化してくる。そこで、初めに一様にならした斜面に十分な波を作用させ、変形させてから後、平衡したと考えられるところで波の計測を行った。波高の計測には容量式波高計を用いて、間隔50 cmの格子点上で波高を計測することにより、計算領域内での450点での波高分布を求めた。(図1) 砂面の状態を見るのには砂面計を用いて、間隔30 cmの格子点上で計算領域内の砂面の計測を行った。また海浜流を観測するため過マンガン酸カリウム溶液を汀線にほぼ一様に投入してその拡散状況を水面上約5 mの位置に設けたカメラに21 mmの広角レンズを装着して撮影した。

以上のような実験を2ケース行った。

4. 結果と考察

図1に人工島模型・波高計・造波板の位置を示す。図2には実験領域の海底地形を表す。この図2から、人工島左側側面の岸側で、右側、すなわち、人工島背後への砂の移動と堆積が生じていることが分かる。図3から、このあたりで、波高は沿岸方向に急速に低減している。

波浪場の計算結果との比較については講演時に発表する。

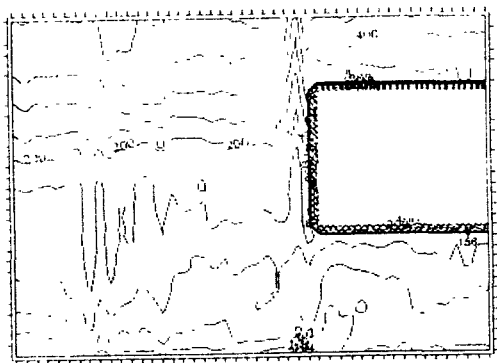


図 2

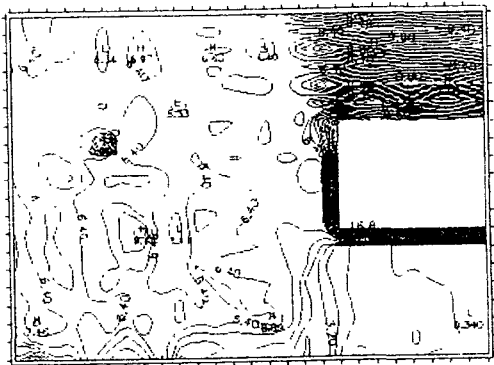


図 3

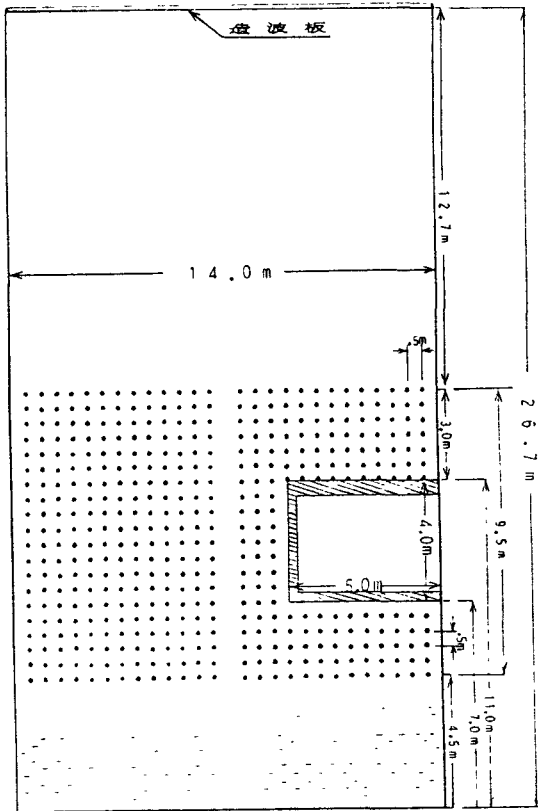


図 1