

(Ⅱ - 8) 浅海変形を考慮した外洋・内湾波浪推算モデル

株式会社エコー 正会員 宮野 仁

株式会社エコー 正会員 柴木秀之

東海大学工学部 正会員 後藤智明

1. はじめに

日本沿岸の高波追算を目的とする実用的な波浪推算モデルが開発され、既に多くの報告がされている。しかしながら、波浪の発達・減衰と変形を同時に考慮する平面波浪場の計算モデルを適用した例は希である。本研究では、外洋・内湾を含む全波浪伝播領域で発達を考慮し、かつ沿岸部で浅海変形を考慮する波浪推算モデルの開発を行う。このモデルを用いて、伊勢湾台風時の波浪追算を行い、現地適用性について報告する。

2. 平面型浅海波浪推算モデルの理論

平面型浅海波浪推算モデルは、エネルギー平衡方程式を支配方程式とするものであり、波浪のエネルギースペクトルの時空間変化を2次元平面で追跡するものである。波浪変形を考慮しない深海波推算モデルは、磯崎・宇治^[1]のMRI法(平面型スペクトル法モデル)である。浅海波浪推算モデルは、浅海域における波浪変形を計算するために、波浪エネルギーの輸送速度(群速度)を場所と周波数の関数として定義する。モデルの基礎方程式は、任意地点に来襲する波浪のエネルギー平衡方程式、

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial (C_g \cos \theta \cdot S)}{\partial x} + \frac{\partial (C_g \sin \theta \cdot S)}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial \theta} \left[C_g \left(\sin \theta \frac{\partial C}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial C}{\partial y} \right) S \right] = F_1 + F_2 \quad (1)$$

で表される。ここで、 S は周波数 f , 伝播方向 θ の成分波エネルギー密度 ($S(x, y, f, \theta)$) , C_g は各成分波の群速度で場所と周波数の関数 ($C_g(x, y, f)$) である。 F_1 は風から波へ供給されるエネルギー量、 F_2 は各種機構によるエネルギーの消散量である。(1)式の左辺第1項は、局所時間変化項、第2項・第3項は x, y 方向への移流項、第4項は屈折項である。ここで、深海モデルの場合は、水深無限大の仮定から、群速度が周波数のみの関数として定義され、屈折項は無視される。追跡する方向スペクトルは、周波数分割22, 方向分割16の計352個の成分波から構成される。右辺のエネルギー供給量は、共鳴理論と不安定理論による波浪の成長率から計算され、平衡スペクトル(PMスペクトル)を発達の上限と仮定している。エネルギーの消散は、①波浪飽和状態の砕波 ②内部摩擦 ③逆風 ④底面摩擦 ⑤底面への浸透効果 ⑥海岸部の砕波 が考慮されている。深海波浪推算の場合には、①②③が考慮される。

3. 伊勢湾台風の波浪追算

浅海波浪推算モデルによる伊勢湾台風時の波浪追算は、図-1の計算領域で行う。図は、領域内の水深分布が描かれ、格子間隔は1800mである。計算領域内の波浪変形計算精度を高めるには、格子間隔を細かくする必要があるが、波浪推算は成分波と場所に関する多くの変数を用いるため、計算容量・時間の制約がある。そこで、沿岸域に適用を限定し、範囲外となる外洋については、深海波浪推算モデル(計算領域は図-2に表す太平洋を含む領域)を適用する。この結果を浅海波浪推算の沖側境界条件とする。沖側境界条件として与える情報は、方向スペクトルの時系列とする。

波浪推算期間は1959年9月25日3:00~27日21:00とし、外洋波浪推算による最大有義波高の分布は、図-3となる。また、図-1の沖側境界●点に与える方向スペクトルは、図-4のように描かれる。

浅海変形による影響を確認するために、浅海計算領域において水深無限大とする推算を行い、浅海波浪推算結果との比較を行う。図-5は、浅海波浪推算と水深無限大の場合における最大有義波高の分布を表す。水深無限大の場合、外洋波浪推算の波高分布とほぼ同様である。一方、浅海変形を考慮すると、沿岸・伊勢湾口で、浅水・屈折変形に伴い波高減衰が生ずる。推算期間が3日であること、波高分布の検証情報がないことから、推算精度については課題が残るが、定性的には妥当な波高分布である。

4. おわりに

浅海波浪推算モデルは、東京湾・大阪湾・伊勢湾のように、湾内発生波と外洋侵入波が共存する波浪場を、波の発達・減衰・変形を考慮して、時空間的に追跡することが可能である。

参考文献

[1]磯崎一郎・宇治豪：海上風数値モデルの波浪予報への応用，気象研究所報告，第25巻，第3号，1974

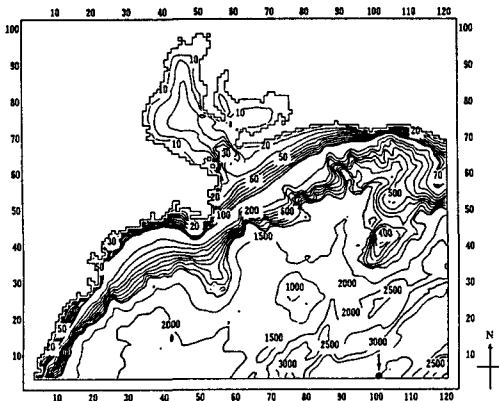


図-1 浅海波浪推算を行う沿岸領域と水深分布

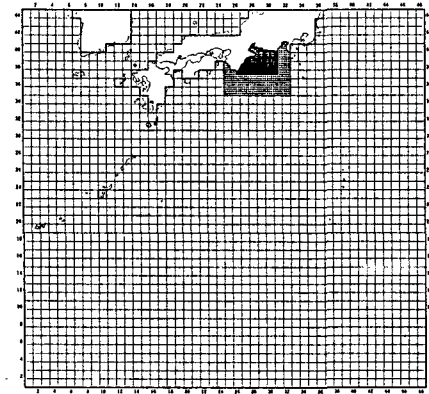


図-2 沖側境界条件に必要な外洋波浪推算領域

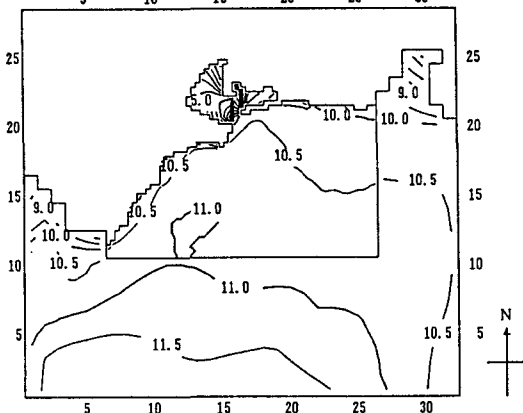


図-3 外洋波浪推算による伊勢湾台風時の最大有義波高の分布

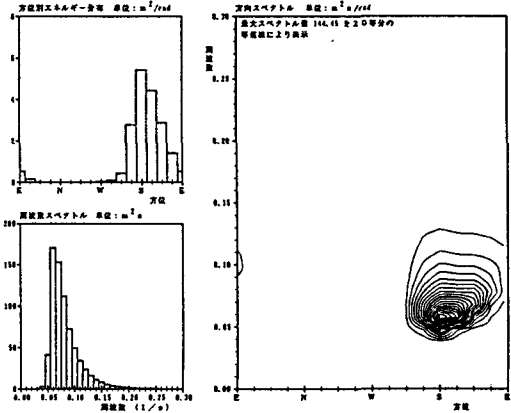


図-4 浅海波浪推算領域の沖側境界における最大有義波高発生時の方向スペクトル

