

one-way ネスティング手法を用いた伊勢湾台風による 高潮追算シミュレーション

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 丹羽竜也

名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 川崎浩司

名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 水谷法美

1. はじめに

近年、異常気象により台風の強大化が指摘されており、台風による高潮・高波災害の増大が懸念されている。2004 年には 10 個もの台風が日本列島に上陸し、沿岸域に深刻な高潮被害をもたらした。また、最近では 2008 年 2 月の富山県高波災害が記憶に新しい。本研究で対象とする伊勢湾においても、過去幾度となく高潮災害を被っている。特に 1959 年の伊勢湾台風による高潮被害は甚大なものであった。現在、高潮防御策として、ハード面とソフト面を併せた総合的な対策が検討されている。総合的な高潮対策を講じるためには災害の検証と対策後の予測が重要なことである。その評価方法として、数値シミュレーションが有効な手段であるといえる。柿沼ら(2004)は、海水流動の 3 次元性を考慮した数値モデル STOC を開発し、実海域の現象に適用している。STOC は構造物周辺の複雑な流動場を再現することが可能であり、構造物に働く流体力を評価することができる。このように、現在では、非常に精度の高い数値モデルが開発されている。しかし、精度の高いモデルは、膨大な記憶容量および演算時間を要するといった計算負荷上の欠点をもつ。

そこで、本研究では、簡便な手法で高潮偏差の再現性をより向上させることを目指し、単層流動モデルと台風モデルに one-way ネスティング手法を導入した高潮モデルを構築する。そして、本モデルを用いて 1959 年の伊勢湾台風による高潮シミュレーションを行い、観測値との比較より本モデルの妥当性を検証する。

2. 高潮モデルの概要

本研究で構築する高潮モデルは単層流動モデルと台風モデルを組み合わせて構成されている。高潮計算においては、開境界を遠方に置くため計算領域を広くとる必要がある。一方で、対象とする沿岸付近においては詳細な地形を扱うため計算格子間隔を小さく設定する必要がある。そこで、本計算では、計算領域を計算格子間隔の大きい領域と小さい領域に分割し、計算格子間隔の大きい領域から小さい領域に情報を与えて領域接続を行う one-way ネスティング手法を採用した。単層流動モデルの支配方程式は、連続式と運動方程式を水深方向に積分平均化した水平 2 次元長波近似方程式である。本計算では、図-1 に示すように、 n ステップの流量から $n+1/2$ ステップの水位を求め、続けて $n+1/2$ ステップの水位から $n+1$ ステップの流量を求める leap-frog 法を用いた。運動方程式の差分については、移流項に Donor 差分、その他の項に中央差分を用い、計算を安定して行うために時間に関して陰的に解いている。一方、連続式に対しては、空間に関して中央差分、時間に関して前進差分を用いて、水位計算を行った。台風モデルは、Schlomer の式により気圧分布を与え、気圧勾配から傾度風を推算し、その後、地表風に換算して風速場を求める Myers モデルを用いた。なお、本モデルでは支配方程式を球面座標系で取り扱っている。図-2 にネスティング手法を導入した本計算の流れを示す。まず、台風モデルによって気圧場および

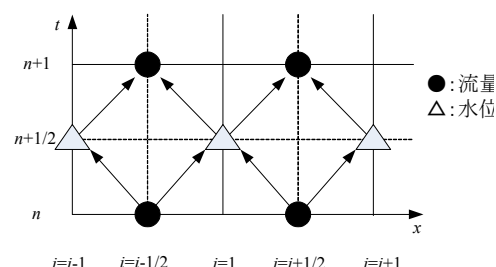


図-1 leap-frog 法について

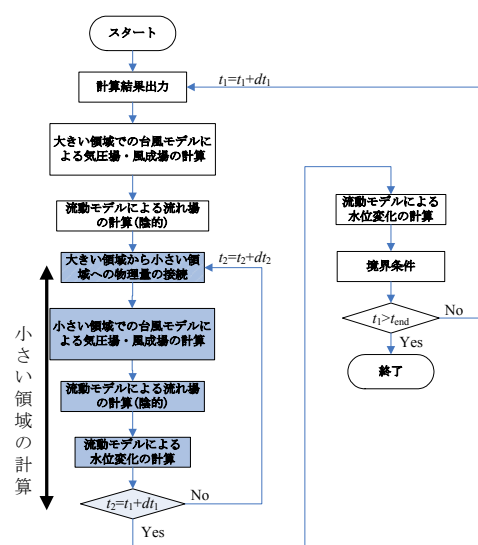


図-2 計算のフローチャート

風成場を計算する．次に計算された気圧と風向，風速を用いて計算格子間隔の大きい領域の流れ場を計算する．続いて，計算された計算格子間隔の大きい領域の流れ場の情報を計算格子間隔の小さい領域に与えて流れ場を計算する．以上のようにして複数の領域を接続し，計算を進める．

3. 伊勢湾台風による高潮追算とその考察

本モデルを用いて，1959年の伊勢湾台風による高潮の追算（計算期間は1959年9月26日9時から18時間）を行った．対象計算領域を図-3に示す．上述したように，ネスティングを行うため，計算領域を，紀伊半島から伊豆半島までを含む Domain1，伊勢湾全域を含む Domain2，伊勢湾北部から名古屋港までを含む Domain3 に分割した．各領域の設定条件を表-1に示す．また，計算の初期条件として，流量をゼロとし，気圧低下に伴う吸い上げ効果による水位上昇量を初期水位として与えた．

図-3中の●点に示す伊勢湾奥部の名古屋港における高潮偏差，風速，気圧の計算値と，当時の名古屋港の検潮記録，名古屋の気象観測所における観測値を比較した．その結果を図-4，図-5に示す．図-4より，風速，気圧の計算結果は，名古屋での観測値に十分に一致するものではないが，その変化特性は捉えているといえる．また，台風の接近に伴い，名古屋港での高潮偏差が急激に増大し，台風の通過とともに高潮偏差が急激に低下していく高潮現象の特色をよく捉らえていることが図-5からわかる．このように，本モデルは伊勢湾台風による高潮を適切に再現しており，その妥当性を確認できた．

4. おわりに

本研究では，one-way ネスティング手法に基づく単層流動モデルとMyersの台風モデルを組み合わせた高潮モデルを構築し，1959年の伊勢湾台風による高潮追算シミュレーションを行った．その結果，本モデルは名古屋港での風速，気圧，高潮偏差の変化特性を，良好に再現していることが示された．今後は，モデルの更なる高精度化を図るとともに，伊勢湾海域における高潮特性について詳細に議論する予定である．

【参考文献】

柿沼太郎・富田孝史・秋山実(2004):海岸工学論文集, 第50巻, pp.286-290.
後藤智明・佐藤一央(1993):港湾技術研究所報告, 第32巻, 第2号, 42p.

表-1 各領域の計算条件

	Domain1	Domain2	Domain3
計算格子間隔(degree)	1/120	1/360	1/1080
計算時間間隔(s)	2.7	0.9	0.3
解像度	360×440	360×288	300×150

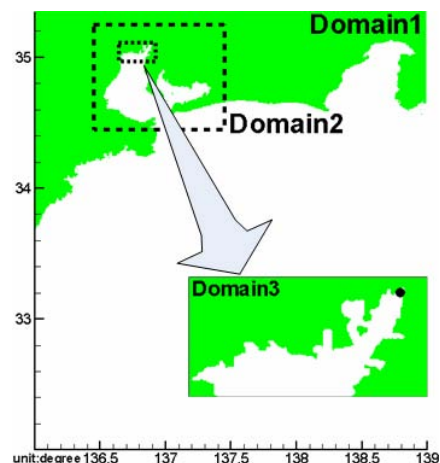


図-3 対象計算領域

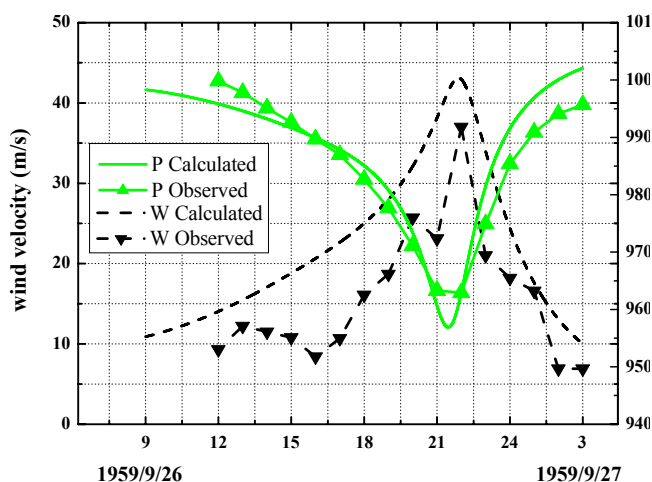


図-4 名古屋における気圧と風速 (P: 気圧, W: 風速)

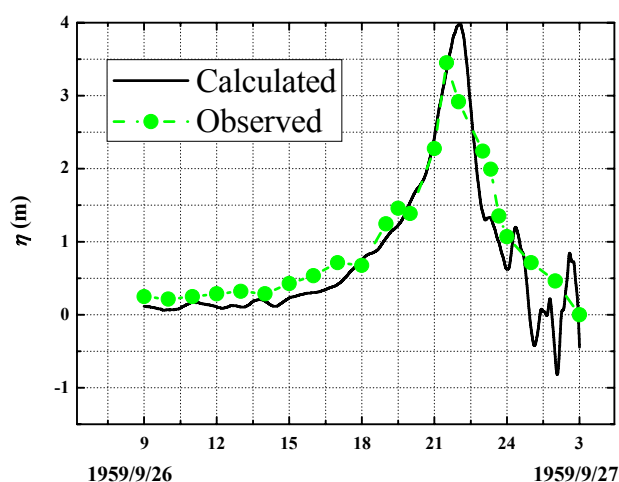


図-5 名古屋港における高潮偏差 (η: 高潮偏差)