

## 審査の結果の要旨

氏名 柴木 秀之

本論文は、沿岸災害の主因である波浪・高潮・津波を対象に、実用的な数値解析手法を提案するとともに、各手法の妥当性を実測データにより検証した上で、これら手法を組み込んだ沿岸防災支援システムをも具体的に構築せんとしたものである。

第1章「序論」では沿岸防災支援システムの構築ならびにそのベースとなる上記各海象の数値解析技術の向上の必要性を述べ、第2章「既往の海象災害の数値計算に関する研究」では海上風・波浪・高潮・津波に対する各数値解析法の既往の研究のレビューを行って既往手法の実用上の問題点を総括している。

第3章「海上風の数値計算」では、先ず「外洋海上風」について「大気境界層モデル」を組み立てて解析解を導き、その妥当性を実測データにより検証した。次に「内湾海上風」について、東京湾・大阪湾・伊勢湾での風速の実測値と上記モデルによる推算値間の差異と湾の地形との関連を分析し、陸上地形の起伏の影響を含む有効吹送距離と海上風逓減率の間の3つの湾に共通の回帰式を導くことに成功している。更に内湾海面上10mの風速の平面分布をマスコンモデルで求める方法を示すとともに、時により生じるマスコンモデルの精度低下を解消するための方法を明示している。一部に経験則をも用いているとはいえ、これまで高精度の推算が困難であった内湾海上風の予測法を格段に進歩させたことは、特に実用性の観点から高く評価できる。

第4章では「波浪の数値計算」を扱っている。先ず「高波を対象とする波浪推算」のうち「深海波の波浪推算」においては、代表的なスペクトル法であるMRI法に準拠している点では新味にやや欠けるが、領域を合理的にネスティングする工夫により所要の精度を保ったまま計算効率を数段向上させることに成功した。次いで「浅海波の波浪推算」においては、MRI法に浅海変形の項を付加する方法を具体的に提示し、伊勢湾などの半閉鎖性海域における外洋侵入波と湾内発生波が共存する平面波浪場を時間的に追跡することを可能とした。一方「閉鎖性内湾の波浪推算」に対しては、風波を規定する相似則に基礎を置くパラメータ法が有効であると判断して、それを東京灯標の実測データにより実証し、実用上十分な精度での風波推算が可能であることを示した。手法には若干課題が残るものの、このような実測データによる信頼性の検証は実務に貢献するところが極めて大である。最後に「通常時波浪の推算」については、スペクトル法とパラメータ法を併用し、特に長期間を対象とした波浪推算の必要性が大きいことを考慮して、実用性の高い1地点出力型モデルを提案しその応用例をも示している。

第5章は「高潮の数値計算」であり、従来の方法に比して精度と汎用性が格段に高い高潮推算法が提示・検証されており、本研究の中で根幹をなす章の一つである。こ

ここでは、近年高潮への影響が着目され始めた「密度成層」と「wave setup」の重要性を具体的に再検討した上で、これらを合理的に包含するために「多層高潮推算モデル」を採用することとし、一部既往研究を参考にしつつも、基礎となる理論と数値解析の基礎式を統一的かつ簡潔・明瞭に纏め上げてモデルを構築している。そして、この多層モデルを過去の高潮の追算に適用し、実測データならびに既存の最も代表的なモデルである「気象庁モデル」による追算との比較をとおして、本モデルの検証ならびに上記の影響の定量的評価を行っている。具体的には、伊勢湾台風時の伊勢湾沿岸、同じく熊野灘沿岸、台風 7010 時の土佐湾沿岸それぞれの高潮に対する追算と比較検討から、いずれの場合も密度成層と wave setup の潮位偏差に及ぼす影響（伊勢湾の場合は更に内湾海上風の影響）が極めて大きいことと、これらの影響を包含した本モデルによって始めて高精度の高潮推算が可能となることを明確に実証した。更に、東京湾を対象として複数の想定台風に対する高潮推算例を通じて、実際に留意すべき点を指摘している。このように、本論文で提案された「多層高潮推算モデル」は過去の高潮モデルに比し大幅に信頼性を向上させたと評価され、その実務への貢献は極めて大きいと判定する。

第 6 章は「津波の数値計算」である。本研究の「近地津波」の計算法は基本的には既往の幾つかの研究成果を組合せたものであるものの、整合性を保った具体的な記述がなされている。先ず本手法を応用して西日本広域津波計算システムが構築された。これは対象広領域を南海道・大阪湾・山陰の 3 領域に分けた海域別システムで構成して計算効率を向上させると同時に、隣接領域の接続には非線形項を考慮した流量計算を適用して計算精度を維持している点に優れた特長があり、既往津波の再現計算により手法の信頼性を明確に示している。次に伝播距離の長い近地津波として北海道南西沖地震に伴う日本海沿岸の津波伝播に適用し、各地の津波の時間波形をもほぼ再現できることを示した。一方「遠地津波」については、既存の外洋伝播計算法は沿岸防災計画等への利用のためには地形近似精度が不十分であるとし、それを上記の広域津波計算システムモジュールと結合する手法を新たに提案している。そして、この計算法をイリアンジャヤ地震津波に伴う南海道沿岸各地の津波波形の計算に適用し、十分な精度の再現計算が可能であることを実証した。本章の成果を要約すれば、近地津波・遠地津波ともに既往の研究にかなり依存していることは否めないが、津波計算の効率と信頼性をともに大きく向上させたことは高く評価できる。

第 7 章は「沿岸防災総合数値解析システムへの応用」と題する。海上風・波浪・高潮・津波に対する各数値解析法を中心に統合・システム化し、沿岸防災に携わる技術者によるこれら諸現象の予測計算と実務への応用を支援するための「沿岸防災総合数値解析システム」を構築するという目的を十分に達成している。また幾つかの応用例を具体的に提示している。このシステムの詳細は割愛するが、その秀でた特長は、高度な専門知識や技術あるいは煩雑な手順を要せず、広範な条件に対応して所要の精度を維持しながら迅速で効率的に結果を得ることができる点にあり、既に沿岸防災業

務にも適用されつつあるという実績を有する。

第8章「結論」では、本研究の主要な成果を総括している。

以上を要するに、本研究は沿岸災害に関わる海上風・波浪・高波・津波の全てについて既往の研究を顕著に発展させた数値計算手法を提示し、かつそれらの信頼性を可能な限り実測データとの直接比較により検証するとともに、それらを統合して実用的な沿岸防災数値解析システムを構築することに成功したもので、海岸工学におけるこの分野の基礎研究ならびに実務への貢献は極めて高いと判定される。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。