

論文の内容の要旨

論文題目 波浪・高潮・津波の数値計算と沿岸防災
支援システムへの応用に関する研究

氏名 柴木秀之

論文の全体構成

本論文では、沿岸域の防災問題を解析するために、波浪・高潮・津波の数値シミュレーションを取り上げる。そして、数値シミュレーション技術を利用して得られる物理現象の時空間的に密な情報が、災害の現象を解明する上で最適であることを述べる。一方、数値シミュレーションによる災害現象の解析は、高度な専門技術を必要とする。そこで、この問題を解決するための方法として支援システムの構築について提案を行う。

研究の第1段階として、波浪・高潮・津波と、波浪・高潮の外力となる海上風の現象毎に、迅速な対応が可能で、かつ日本沿岸の広域に適用が可能な数値計算技術に関して研究を進め、個別の現象に関する数値計算技術の提案と実現象への適用性について検証を行う。

第2段階として、数値計算による出力成果を有効に利用するための解析技術に関して、日本沿岸の災害現象の事例研究をもとに述べる。

第3段階として、個々の数値計算技術と解析技術を有機的に結び付けた沿岸防災の解析を支援するためのシステムを設計する。このシステムは、沿岸防災に携わる技

術者が，容易かつ迅速に操作を行えることを基本方針とする．

波浪・高潮・津波の数値計算

はじめに，波浪・高潮・津波の個別の災害現象を数値シミュレーションにより扱うための手法を提案する．

第1に述べる波浪・高潮現象の外力となる海上風の数値計算については，外洋海上風の推算と陸上地形の影響を受ける内湾海上風の推算に分類する．このうち，外洋海上風については，気圧傾度力とコリオリ力と底面摩擦力がバランスする運動方程式から海上風の鉛直分布を推定する理論式を提案し，理論値と観測海上風とを比較することにより理論の妥当性を検証する．また，陸上地形の影響を受ける内湾の海上風については，推算風と観測風との相関解析結果を利用した経験式を提案する．さらに，この経験式を利用し，陸上の地形条件を考慮したマスコモデルによる内湾海上風の推定手法を提案する．

第2に述べる構造物の設計の主要な外力となる波浪の数値計算については，設計波の算定等に利用される波浪推算と高波を含む通常時を対象とする波浪推算に分類して，各々について実用的なモデルを採用する．外洋の波浪推算は，深海波を対象とするMRIモデルを適用し，観測波浪と比較することにより手法の妥当性を検証する．さらに，外洋と通じる内湾域の波浪推算においては，波浪の発達・減衰と浅海域における波浪変形を同時に考慮した浅海波浪推算モデルを提案する．そして，外洋から進入するうねり性の波浪と湾内で発生する波浪が共存する場に適用する有効性について言及する．

第3には，波浪とともに構造物の設計に重要となる潮位偏差の主要因となる高潮の数値計算について述べる．高潮の現象については，はじめに高潮が発達するため重要な要素をまとめる．その後，従来型の高潮推算モデルの限界と新たな高潮推算モデルの必要性を述べ，多層モデルによる高潮推算理論を提案する．このモデルを用いて，我が国の計画偏差の条件として多用されている伊勢湾台風来襲時の高潮の再現，土佐湾の異常高潮の再現，熊野灘の高潮痕跡値の再現，東京湾の高潮再現に関する事例研究を行う．そして，これら成果に基づき，本論文の提案モデルが，日本沿岸で発生する高潮に広く

適用可能なことを立証する。また、現地への適用の過程で、高潮現象を再現するためには、従来型のモデルで考慮されている気圧低下に伴う成分と海上風の吹き寄せによる成分とともに、密度成層による海岸部の高潮増幅成分と Wave-Setup による水位上昇の成分を考慮することが重要である点を明らかにする。さらに、内湾の高潮を再現するためには、陸上地形の影響を受けた海上風の再現が重要である点を改めて明確にする。

数値計算技術を適用する第 4 の現象として、大規模な海象災害をもたらす津波の数値計算を取り上げる。津波の数値計算については、日本近海を津波の発生源とする近地津波の計算と、津波の発生源が遠方にある外洋を伝播して日本沿岸に襲来する遠地津波の計算に分類して扱う。津波の現象を計算する上で重要な点として、津波の影響が広域に及ぶことを考慮し、複数の海岸を同時に計算対象とすることが可能なシステムチックな手法について提案する。そして、広域の津波現象を扱う手法の妥当性を、多数の海岸における津波の観測記録及び痕跡高との比較により検証する。また、津波の数値計算を有効利用するための方法を事例研究により明らかにする。

沿岸防災支援システムへの応用

先に述べた海上風・波浪・高潮・津波の数値計算技術を利用して、数値計算とその結果の解析技術を結合した沿岸防災の総合的な解析を行うための支援システムについて提案する。支援システムの提案においては、システムのハードとソフトの設計を行い、システムの全体構成を計画する。

本論文で提案するシステムは、多数の解析を可能にするソフトウェアと解析に利用する複数のデータベースにより構成されている。

沿岸防災における外力の解析は、設計波の算定に代表される波浪解析（図 1 参照）と設計潮位の算定に代表される高潮・津波解析（図 2 参照）がある。本論文では、図に表すように、2 つの解析について、一連の解析処理を分析し、解析の処理段階における支援システムとの関係を明確にする。その後、このシステムを、日本沿岸の外力解析へ適用した事例研究について述べ、各々の処理段階において、支援システムが有効であることを明らかにする。

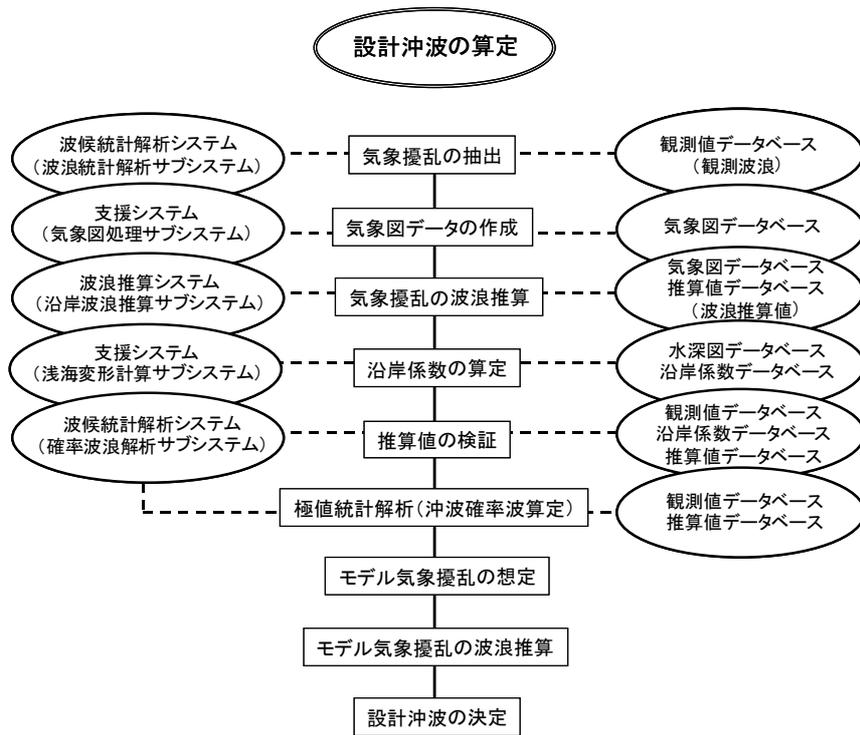


図 1 設計波浪の解析手法とシステムとの関係

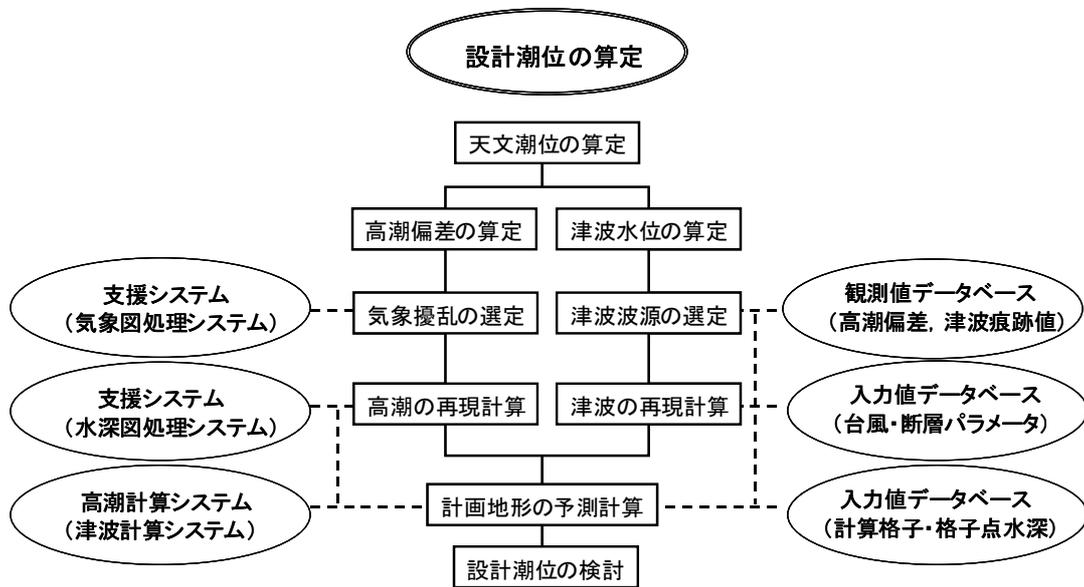


図 2 設計潮位（高潮・津波）の解析手法とシステムとの関係