

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第10352号
------	-----	---------

氏 名 任 興月

論文題目

Development of Numerical Circular Wave Basin and Investigation
of Tsunami-Structure Interaction
(円形数値波動水槽の開発と津波・構造物相互作用に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	水谷 法美
委員	名古屋大学	教授	辻本 哲郎
委員	名古屋大学	准教授	川崎 浩司
委員	名古屋大学	准教授	戸田 祐嗣
委員	金沢大学	教授	斎藤 武久
委員	名古屋大学	特任講師	中村 友昭

論文審査の結果の要旨

任 興月君提出の論文 Development of Numerical Circular Wave Basin and Investigation of Tsunami-Structure Interaction (円形数値波動水槽の開発と津波・構造物相互作用に関する研究) は, Navier-Stokes 方程式に基づくこれまでの数値波動水槽がデカルト座標系に基づいて開発・応用が進められてきたのに対し, 円筒座標系に基づく新たな数値波動水槽を初めて開発するとともに, 東日本大震災による津波災害やインド洋大津波により顕著となった津波による橋梁の被害について考究するとともに, 橋脚の津波力に新たに開発した円形数値波動水槽を適用し, その有用性を示したもので全 5 章から構成される。

まず第 1 章では, これまで開発されてきた数値波動水槽に関するレビューを行い, 数値波動水槽の開発の背景と経緯, 現状の手法に対する課題を明確にするとともに, それを克服するための本手法の有用性について示した。また, 2011 年 3 月の東日本大震災による津波災害および 2004 年 12 月のインド洋大津波により数多くの事例が確認された津波による橋梁の流出について延べ, 本研究の目的と意義を明確にし, 本研究の内容を示した。

第 2 章では, Navier-Stokes 方程式に基づく円形数値造波水槽の開発を行った。これまでのデカルト座標系に基づく数値波動水槽では側方の開境界処理や有効造波領域に制約があることなどに課題が残されていた。一方, 円形造波水槽はポテンシャル理論に基づくもので, 渦流れが無視できない場への適用に課題が残されていた。そこで本章では, 多方向不規則波へも適用可能な数値波動水槽の確立を目指し, 円筒座標系に書き換えた Navier-Stokes 方程式に基づく円形数値波動水槽の開発を先駆けて行った。すなわち, 外周に開境界処理に対応するための減衰領域を設置するとともに, その内側の周上に造波ソースを配置することで, 任意の方向からの波に対し, 境界での反射を最小限に抑え, 有効造波領域をこれまでの数値波動水槽から大幅に拡張した数値波動水槽の構築を行った。これにより従来手法に比べ角処理や有効造波領域の制約などに影響されない数値計算手法が実現された。本章では, 開発した数値波動水槽により, 方向性を有する波であっても安定した造波が可能であることも併せて示した。

第 3 章では, 津波と構造物の相互作用に関し, 東日本大震災による津波やインド洋大津波によって数多く生じた橋梁の津波による流出問題を取り上げ, 津波による橋梁の流出機構について水理模型実験を数値シミュレーションの結果に基づいて考究した。まず, 2 次元造波水槽内に橋梁模型を設置した水理実験を行った。実験では, 津波作用にともなう流出を再現するための可動模型と津波作用時の作用流体力を計測するための固定模型の 2 種類を設置し, 模型がない状態での水位変動と流速と併せて津波による流体力の計測を行った。それにより, 津波作用時の橋梁の流出限界や流出のパターンに鉛直方向の流体力が重要な寄与をしていることを明らかにした。さらに 2 次元断面での数値シミュレーションにより, この鉛直方向の流体力の作用状況が橋梁と作用津波高などの関係により複雑に変化することなどを明らかにした。

第 4 章では, 橋梁に作用する津波流体力のうち, 橋脚部分に作用する流体力の予測手法として, 第 2 章で開発した新しい円形数値波動水槽の流体力評価への適用性について考究した。本研究では, 橋脚を円柱で近似し, 数値波動水槽により波と円柱の相互作用の解析を行った。円柱に作用する波力に関しては既に解析的な研究事例もあることから, これらの成果との比較を中心に検討を行った。その結果, 本研究で開発した円形数値波動水槽により直立円柱に作用する非線形な流体力を良好に推算可能であることを示した。さらに円柱による波変形についても良好な結果が得られることを示した。また, 本手法の長所である波向き多様性に関し, 様々な方向から波を入射させた場合に対しても安定して波と構造物の相互作用を解析することが可能であることを示した。

第 5 章では, 本研究の成果を取り纏め, 本研究の結論を述べた。

以上のように, 本研究は, Navier-Stokes 方程式に基づく円形数値波動水槽を始めて開発し, その有用性を示すとともに, 南海トラフ巨大地震による津波災害の一つとして懸念される津波による橋梁の流出機構についても考究したもので, 本研究の成果は, 多方向不規則波動場や複雑な形状を有する構造物と波との相互作用への適用, さらには津波防災への適用を可能にするなど, 学術上, 工業上寄与するところが大きい。よって本論文の提出者任 興月君は博士 (工学) を受けるに十分な資格があると判断した。