



Title	大振幅動揺する細長船に働く非線形流体力に関する研究
Author(s)	木原, 一
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/41239">https://hdl.handle.net/11094/41239</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	木 原 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 2 8 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 2 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	大振幅動揺する細長船に働く非線形流体力に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 内 藤 林 (副査) 教 授 浜 本 剛 実    教 授 長 谷 川 和 彦    助 教 授 高 木 健

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大振幅動揺する船舶に働く流体力を推定する非線形流体力計算法を確立することを目的としている。船舶に作用する流体力の非線形影響を考慮し、従来考慮できなかった水面上の船体形状を含めて流体力を計算するもので、その計算法は細長船近似を用いた時間領域計算法である。

本論文は、第 1 章から第 6 章で構成され、その概要は以下の通りである。

第 1 章は、緒論である。本論文の背景として細長船理論と時間領域で展開される非線形理論を中心に船舶の耐航性理論に関する従来の研究とその現状について述べ、本論文の位置付けについて論じている。

第 2 章では、2 次元無速浮体に働く非線形流体力の理論を述べている。速度場の境界値問題と、加速度場の境界値問題に関する定式化を行い、MEL 法 (The Mixed Eulerian Lagrangian Method) を用いて自由表面を追跡しながら浮体に働く流体力を求める時間領域の非線形計算法を示している。ここで述べる計算法は速度を持った船体動揺問題の解法に拡張可能なものであるとしている。

第 3 章では、第 2 章で述べた 2 次元非線形流体力を求める時間領域解法の有効性について検証している。強制動揺問題として造波機問題を考え、2 次元数値造波水槽による造波シミュレーションを行いその検証を行っている。各種造波機により生成される波面や浮体に働く流体力を計算し、微小動揺振幅の場合、非線形計算による結果は線形理論の結果と良く一致することから本計算法が有効であるとしている。また散乱問題として造波機により生成された波が浮体に入射する問題を考え、同様にその有効性を確認している。波と浮体の相互干渉は厳密に計算されるため、自由表面近傍の物体表面が流体から露出した場合に現われる、流体力の強い非線形現象等が忠実に再現されている。

第 4 章では、3 次元有速細長船体に働く非線形流体力を求める問題の解法について述べている。問題は細長船近似を用いることによって、船体近傍の領域における 2 次元初期値境界値問題に帰着されるとし、問題点を明確にしている。船首から船尾までの船体各断面について順次、境界値問題を解いていく解法は時々刻々と変化する船体形状、自由表面形状の移動境界に関する境界値問題を解いていく時間領域の計算法である点が特徴であるとしている。問題は静止空間座標系で記述され、速度ポテンシャルは攪乱成分から入射波成分のみを分離した形で定式化し、本論文では

正面向波中の縦運動のみを扱っている。

第5章では、定常動揺する細長船に働く非線形流体力に関する具体的な計算法と計算例について示している。水面上あるいは水線面の船体形状が変化した場合に流体力に与える影響を容易に調査できるように、数式による船体形状表現を行い、1次オーダーの流体力を求める問題として強制動揺時に船体に働く流体力の計算を行い、実験結果と比較し良い一致を示している。2次オーダーの流体力を求める問題として定常波力の計算を行い、本論文の最も重要な課題である規則波中の抵抗増加の推定を行っている。ここで、水面上の船体形状が抵抗増加に及ぼす影響を各種の船型について理論と実験との比較を通じて明確にし、船首部水面上の船体形状が抵抗増加に及ぼす大きな量的影響を与えるかを示している。

第6章では、以上の結果をとりまとめて総合的な結論を示している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、大振幅動揺する細長船に働く流体力を推定する非線形計算法の確立を目的とし、前進速度がない場合の2次元浮体について、また細長船理論の立場から前進速度をもつ船舶についての非線形流体力を合理的に求める手法を確立した論文である。本論文で得られた主要な成果を以下に示す。

1) 本論文の位置づけを明確にする目的で従来の船舶の耐航性能推定法に関する研究について概説を行っている。先ず3次元影響および前進速度影響の観点からストリップ法を始めとするいくつかの代表的な細長船理論の発展とその経緯について述べ、その特徴を整理している。また近年盛んに研究が行われている非線形流体力問題の時間領域解法について、その研究の歴史と現状について正確にまとめている。

2) 2次元浮体に関する強制動揺問題を考え速度ポテンシャルおよび加速度ポテンシャルに関する境界条件を定式化し、散乱問題も厳密な境界条件のもとで強制動揺問題と同じ形式の初期値境界値問題として扱えることを示している。この時間領域における非線形計算法では、境界値問題を解く際に水面と浮体の交点における2重節点を用いた場合の離散化法を示している。

3) 非線形計算法を応用して各種の数値造波水槽を用いた造波シミュレーションを行っている。水槽内の波形や、浮体に働く非線形流体力に関する数値実験が可能なることを具体的な計算例で示している。この計算法で重要になる波の放射条件を、遠方に設置する数値的波吸収帯を用いて満足させている。この波吸収帯は長時間の造波シミュレーションを行う上で必要となるが入射波の反射率は2パーセント以下であることを示している。本計算法は大振幅動揺問題等の非線形性の強い流体問題に適用できる手法であるが、計算された流体力の値が正しいものであるかを検証するために、微小動揺振幅の問題で信頼のおける線形理論の解と比較の結果、良く一致することを示している。強制動揺問題、散乱問題の両問題において、大きな波高中での流体现象を計算できることを示している。

4) 細長船理論の立場から内部問題に非線形計算法を用いて船体に働く流体力を計算する方法を提案し、規則波中を船舶が定常動揺しながら或いは運動を拘束された状態で航走する場合の計算法を構築している。非線形計算法を用いたことにより水面近傍の船体形状および物体表面条件を厳密に考慮した取り扱いが可能で、上下運動や縦揺運動に伴う船体横断面の変化を流体力の計算に取り入れることができています。船体から遠方の領域で、造波された波を吸収するための、また船体近傍ではスプラッシュやスプレーの発生にともなう数値的不安定性を取り除くための数値的減衰領域を設けて計算を行う方法を提案して成功を収めている。

5) 本論の方法で1次オーダーの流体力として修正 Wigley 模型の上下揺、縦揺に関する付加質量および減衰力係数を計算した結果は、実験値と良い一致を示しており本計算法の有効性を表わしている。

6) 2次オーダーの流体力として規則向波中を航走する船体に働く抵抗増加の計算を行い実験値と比較し、本計算法が抵抗増加と水面上船体形状の関係を明確にする手法として有効であることを示している。これは水面上の船首部船体形状の設計手法に新しい道を開くものである。

以上のように、本論文は工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。