

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏名	馬 程前		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	理工博甲第51号		
学位授与年月日	令和4年9月16日		
学位授与の根拠	学位規則(昭和28年4月1日文部省令第9号)第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項		
学府・専攻名	理工学府・機械・材料・海洋系工学専攻		
学位論文題目	Numerical study on the hydrodynamic loads and motions of a ship maneuvering in waves 波浪中で操縦運動する船の流体荷重と運動に関する数値的研究		
論文審査委員	主査	横浜国立大学 准教授	高木 洋平
		横浜国立大学 教授	村井 基彦
		横浜国立大学 准教授	平川 嘉昭
		横浜国立大学 名誉教授	日野 孝則
		上海交通大学 教授	馬 寧

## 論文及び審査結果の要旨

船舶の航行安全性や経済性の高度化が要求されており、実海域での操縦運動性が近年注目されている。船舶流体力学における重要な課題の一つとして、波浪中における操縦運動を解析し、抵抗・推進性能、運動、耐航性、安定性を評価することが挙げられる。計算機環境や数値計算手法の発達により、波浪中を航行する船体に働く流体荷重と運動を数値流体解析(CFD)を用いて求めることが期待されている。本論文では波浪中において操縦運動する船体に働く流体荷重と運動に対する波の影響を CFD 解析を用いて明らかにすることを目的としている。

第1章では本研究の研究背景を述べ、従来の当該分野における研究手法である実験的・数値的研究の概略を示し、本研究の目的・独創性について述べている。

第2章では本解析で用いた CFD 手法の詳細について述べている。流体解析ソルバーは非圧縮性流体を対象としたレイノルズ平均ナビエ・ストークス方程式を有限体積法にて離散

化したものであり、重合格子を採用している。波浪中の船体運動を解析するために必要な自由表面モデル、プロペラモデル、船体運動計算、造波境界条件についても述べている。

第3章では、拘束模型試験の一つである PMM (Planar Motion Mechanism) 試験を対象とし、追い波条件における操縦流体力微係数に対する波影響を調査している。重合格子法によって得られた数値計算結果は対応する実験結果とよく一致し、本研究での CFD 解析が妥当であることが示されている。また、流体力微係数の評価により、波浪中において針路安定性が失われてブローチングが起こる理由について示している。

第4章では一般的な波条件として、向かい波条件での PMM 試験を対象とした数値解析を行い、操縦流体力微係数に対する波影響を調べている。得られた解析結果より、静水中及び規則向かい波条件での流体力と流場の比較を行い、線形・非線形流体力微係数の波影響を考察し、CFD 解析結果から流体力微係数を算出する手法を提案している。

第5章では流体力微係数が航跡予測に与える影響を直接的に評価するために、静水中での自由航走模型試験の数値解析を行なっている。移動格子・重合格子を用いて船体運動を追跡し、プロペラ体積力を付加することによって自由航走が可能となり、Z 操舵試験及び旋回試験の解析を行なっている。数値計算結果を対応する水槽試験結果と比較し、本研究で用いた CFD 手法が自由航走模型試験における流体力微係数を十分な精度で予測可能であることを示している。

第6章では波浪中自由航走模型試験に対応する数値解析を行なっている。試験としては、不規則波中での保針操舵試験、規則波・不規則波中での Z 操舵試験、及び規則波中での旋回試験を対象としている。船体及び舵に働く流体力荷重や船体周りの流場を評価することにより、自由航走試験における船体運動に与える波影響を明らかにしている。

第7章では本研究で得られた成果を総括し、本研究で得られた知見を基にして船型開発において CFD 手法を高度に利用する展望について述べている。

以上の内容から、本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があると認め、合格と判定した。