

審査の結果の要旨

氏名 折原 秀夫

近年、我が国の造船技術戦略会議での議論を端緒として、船舶の製品価値をその生涯価値である Life Cycle Value(LCV)で評価し、船舶の開発・設計における LCV 向上の重要性が海事産業界で広く認識されつつある。船舶性能の観点では、実海域航行時の推進性能の向上と安全性の確保が LCV 向上を図る上で重要となる。このためには、実海域での船舶の波浪中性能を設計段階において高精度な推定に基づく評価を可能とするとともに、実船の航海時の計測を通じた推定精度の検証や、実船計測結果の設計段階へのフィードバックにより、実海域での船舶波浪中性能の推定・評価技術の高度化を図ることが求められる。

本研究は、このように近年重要性の高まりつつある波浪中性能に着目し、船舶波浪中性能の高精度評価を可能とする推定技術の実現を目的とし、波浪中船体運動 CFD シミュレーションに基づく波浪中性能評価技術を構築するとともに、推定精度を評価し、各種波浪中性能推定に適用しその有効性を検証するものである。本研究は、3 部より構成されている。

第 1 部では、波浪中性能評価への適用を目的とし、本研究で実施した任意波浪中船体運動の CFD シミュレーションコード WISDAM-X の数値計算法について述べている。WISDAM-X コードでは、波浪中での大振幅船体運動と入射波を高精度で安定的に計算するため、流場計算を船体近傍と遠方とに分割して行う重合格子法を導入している。また、船体まわり流場と船体運動との相互干渉を考慮し、波浪中船体 6 自由度剛体運動を厳密に計算する船体運動計算法を採用し、大振幅動揺を含む波浪中任意船体運動の取扱いを可能としている。自由表面の取扱いには密度関数法を採用し、船体近傍での非定常砕波などを含む任意の自由表面変形に対応するとともに、成分波の重ね合せによる不規則波浪場モデリング手法を構築し、不規則波中の船体運動シミュレーションにも対応可能としている。波浪場モデリング手法については、入射波伝播比較計算を実施し、波伝播が精度良く再現されることを確認しその妥当性を検証している。

第 2 部では、WISDAM-X コードの船舶の波浪中性能推定への適用性の評価を目的とし、各種波浪中シミュレーションを実施して波浪中性能推定における有効性を検証している。まず、WISDAM-X コードの推定精度検証を目的とし、波浪中船体運動と抵抗増加の推定結果を水槽試験結果と比較し、CFD 推定結果が広範な船速、波向き、波長域で水槽試験と良く一致することを確認している。波浪中船体運動については、ストリップ法およびランキンソース法推定結果との比較も行い、CFD ではこれら既存の線形計算法に比べ推定精度が改善されることを示している。次に、CFD シミュレーションによる各種波浪中流場構造の検討を実施している。まず、波浪中船体表面圧力に着目し、向波中で実験計測結果と計算結果との圧力時系列レベルでの詳細な比較を実施している。計算結果は、短波長域での衝

撃的圧力波形の発生を含め圧力波形レベルで流場の特徴を良く再現することを確認し、CFD による波浪中船体まわり流場推定の妥当性を示している。次に、斜波中低速肥大船まわりの流場について、船首近傍に非定常自由表面衝撃波の発生を含む非線形性の強い特徴的な流場構造を明らかにしている。さらに、波浪中船首変更船型の比較シミュレーションを行い、水面上船首形状変更による波浪中抵抗低減の要因を流場計算結果の考察に基づき流体力学的に明らかにしている。

第 3 部では、WISDAM-X コードの実船実海域性能評価における有効性検証を目的とし、波浪中 CFD シミュレーションを援用した実海域性能推定法の構築と、北太平洋航路のコンテナ船を対象とした実海域海象条件下の性能推定、および航海実績との比較による妥当性検証結果を述べている。推定結果と実船航海実績との比較では、短期海象中での船速低下・シーマージンに関し航海実績と良く一致することを示している。また航路上での長期平均性能についても、シーマージンの季節間変動を良く再現することを示し、WISDAM-X コードの実海域性能推定手法としての有効性を検証している。

このように、本研究で開発された CFD シミュレーション技術は、波浪中性能推定に関する様々な問題に適用可能であるとともに、船体まわり流場に基づく波浪中性能の高度な評価が可能であり、今後船舶設計のための新しい手法として、また LCV 向上のため極めて有効な船舶の性能推定手法として活用しうることが期待される。

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。