

審査の結果の要旨

氏名 水早 純

船体構造と主機・軸系が複雑に練成した系に発生する現象である船体振動問題に対処するため、船体構造と主機構造それぞれ単独の振動特性を用いた練成振動解析法、船体各部の振動応答評価法を開発し、それらに基づいた船舶低振動対策評価手法の検討を実施すると共に、ここで提案した振動低減対策を新造船の設計に適用し、船体振動の大幅な低減を実現した。本研究の実施事項と主な成果は以下の通りである。

1. 多点結合サブストラクチャ法、等価起振力解析法を用いた船体・主機練成振動特性解析法及び振動応答解析法を開発し、これらを用いて計算した上部構造（居住区）加速度応答が実船計測結果と精度良く一致していることを確認した。この解析法により、船体側からも主機側からも同一のモデルを用いて高い精度で練成振動応答レベルを予測することができるようにした。

2. 主機稼働時に主機架構内でクランク軸が回転するため軸系振動特性が回転角に応じて変化する現象や、軸系の曲げ／振り／縦練成振動特性を考慮して主機起振力解析を通じて、主機起振力から船体振動応答が発生するメカニズムを解明し、起振力解析の際に軸系振動特性を考慮する重要性を示すと共に、起振力には主軸受部やスラストブロック及び軸端ダンパでの支持剛性も含めた軸系振動特性が大きく寄与していることを明らかにした。

3. 主機筒内圧及び慣性力が軸系を介して主機構造に伝達され、船体各部の振動を励起する現象に対し、各部から伝達される主機起振力が船体上部構造振動に及ぼす寄与について論じ、主機からの振動伝達力と上部構造の振動との関係を定量的に明らかにした。

4. 筒内圧から船体・主機練成系の振動特性を考慮した船体各部振動解析を可能とし、この手法によるパラメータスタディを通じて振動応答低減のポイントを抽出した。すなわち、定格回転数の設定に応じて、低回転仕様の船には軸系振り下逃げが、高回転仕様の船には軸系縦上逃げが有効であること、軸縦上逃げを実現するためには縦ダンパの剛性確保が重要であること、二重底が S 字状に変形した上で主機が前後に変位するモードと起振力の共振回避が重要であることを明らかにした。この結果を受け、船殻側低振動対策として、主機前後ステイの追設及び二重底剛性変更を提案してその効果を評価した結果、両者とも上記の二重底が S 字状に変形する上で主機が前後に変位するモードの影響を低減するには有効であるとの知見を得た。

5. 起振力低減対策として振りダンパ及び縦振動ダンパによる軸系振動特性制御について検討した。特に縦振動ダンパについてはダンパ特性の解明、現状ダンパ特性把握を実施し、配管系の流動抵抗が大きいという現状ダンパの問題点を抽出すると共に、ダンパの減衰効果が高い設定条件では軸方向の寄進力が低減することを確認した。この結果に基づき、台板剛性の向上、受圧面積の増大、配管抵抗の低減を盛り込んだ高減衰方新構造縦ダンパを提案し、このダンパを設置することにより、新造船を想定した高回転仕様 VLCC において、MCR における軸方向伝達力が半減する見通しを得た。

6. D/H VLCC 新造船の低振動設計に個々で開発した振動解析手法を適用し、新設計における定格回転数の上昇に応じて機関室内底板の増厚やウェブフレーム増設、上部構造の剛性増加対策を実施すると共に、新構造縦振動ダンパにより軸系起振力低減を図った。海上試運転時の船体各部振動計測結果がホン解析手法による応答評価結果とよく一致することから本手法の妥当性・有効性を確認すると共に、新造船の振動が従来船と比較して約 1 / 3 程度と大幅に低減したことを併せて確認した。

以上のようにここで開発した振動解析手法の適用により、設計段階において有効な振動低減策を講じることが可能になり、船体振動の大幅な低減という成果を得た。主機関と軸系及び船体構造を練成させて解く解法の開発により、起振力を解明し、低振動化手法を確立したと評価できる。

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。