

審査の結果の要旨

氏名 豊田昌信

本学位請求論文は、大型コンテナ船の設計と建造における諸課題を抽出し、それらを解決することにより、コンテナ船の大型化を実現したものである。

はじめに、コンテナ船の大型化を振り返り、大型コンテナ船の構造基本設計の概略を述べた。

次に、大型コンテナ船において、倉口変形量を正しく把握するために実施した実船計測とその成果について述べた。実船計測では、大型コンテナ船に計測装置を取り付け、応力・倉口変形量・船首衝撃圧を計測した。この計測データを用いて、荷重や倉口変形の大きさ・位相について検討を行った。さらに、観測した **Whipping** データにより現象の解析、疲労強度への影響評価を行い、実設計へ適用を行った。

続いて、大型コンテナ船の構造部材の最適設計手法について述べた。まず、設計初期段階においてコンテナ船の性能やコストを左右する主要目を決める手法を述べた。つまり、**2重船側幅**や**クロスデッキ前後幅**を最適な寸法とすることで、倉口変形量や発生応力をコントロールし、かつ軽量で低コストな船体構造を達成することが求められる。そのため、遺伝的アルゴリズムを用いた最適設計プログラムにより構造配置の検討を行う手法を開発した。

次に、本研究で開発した **3D-CAD** による概念設計システムについて述べた。これは、**3D-CAD** を用いて構造配置検討から強度評価・管理量集計までを高速に行うシステムであり、初期設計段階においてデザインスパイラル効率的にまわすことで最適な構造設計を行うことを目的としている。システムは **FE** モデルを作成する機能を有しており、以降に示す解析で使用された。

縦曲げや振りモーメントなどの限定された荷重条件を設定し、その荷重を用いて強度評価を行う従来手法では、予期せぬ損傷を発生させてしまうことが懸念される。さらに、コンテナ船の大型化とそれに伴う構造配置の変化による評価を行うため、あらゆる波条件を考慮した応力応答関数法による評価を行い、信頼性の高い船体構造を実現させることを目指した。

次に、YP460 新鋼材を開発・適用するにあたり、応力・変形量が増大する影響を評価し、新船へ適用した結果について述べた。まず、実船に適用した脆性亀裂に対する安全性を確保する手法について述べた。溶接構造体としての船体構造に用いられている隅肉溶接部には脆性亀裂を停止させる可能性があるとの知見を応用し、最近の大型コンテナ船構造にあわせた構造アレスト性能手法の検証を行い、実構造への適用を行った。

最後に、構造設計・解析ツールの変化について考察した。今日の構造設計においては、CSR ソフトのような半自動化された構造設計ツールでの強度評価や、3D CAD データによる図面情報の受け渡しが一般的となっているが、これらは構造設計にとって強力なツールである反面、これまでの手書きの計算書や 2 次元の図面に含まれていた設計者のメモ書き、注意書きを付加することができずに、設計者の意図を残すことが困難となっていた。これを改善するための手法について述べた。

以上の研究の成果をまとめると、以下のとおりとなる。

(1) 荷重の変化と船体構造への影響

変形量を考慮した構造部材配置検討、さらに、船体の大型化と荷重の変化による倉口変形量への影響、疲労強度への影響を評価するため、就航中の Post Panamax コンテナ船を対象に実船計測を行った。計測では応力・倉口変形量・船首衝撃圧のデータを取得し、この得られたデータを基に、FEM と連携させて変形成分を導出し重ね合わせることで倉口変形量の検討を行い、実船の設計に供している。観測された Whipping による船体強度への影響を評価し、これまでのサイズのコンテナ船では問題とならないレベルであることを確認するとともに、実船に適用した。

(2) 構造部材の最適設計

大型コンテナ船の強度や性能を決定づける構造部材配置の最適設計を検討した。ここでは、遺伝的アルゴリズムを用いた最適設計システム、3D CAD を用いた概念設計システム、応力応答関数法による強度評価を行う SPB-HULL システムを駆使し、大型コンテナ船の構造配置検討から強度評価までを行い、信頼性の高い大型コンテナ船を開発した。

(3) 新鋼材の適用とアレスト性能の確保

さらなる大型化に対応するために、YP460 鋼材の開発、新しい概念ともいえる構造アレスト設計を開発し、実船への適用を行った。この中で、高張力鋼の適用による課題の抽出と解決を行い、脆性き裂の発生防止と脆性き裂の停止性能を保有するコンテナ船の開発を果たした。

上記のとおり、8,000TEU を超える大型コンテナ船の開発の課題を抽出するとともに、課題を解決することで、コンテナ船の大型化を達成した。得られた成果の適用により、大型コンテナ船の安全性の向上と軽量化による環境性能を向上させることができた。開発した 8,000TEU~9,600TEU コンテナ船が順次建造・引き渡しされており、今後の活躍が期待される。

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。