

論文審査の結果の要旨

氏名 岡 正義

本論文は5章からなり、第1章は序章、第2章は船体構造設計の現状と課題、第3章は疲労き裂伝播解析手法を用いた疲労寿命推定、第4章は構造信頼性解析からみた疲労寿命推定法、第5章は結論について述べられている。

第1章では、船体構造の安全性を担う船級協会の規則について現状を調査し、IMO/GBSにより規則がどのように変わったのかを整理している。特に、現在の解析技術で機能要求に応じた設計を行うと、損傷実績に基づいてできている現行の設計との整合性が得られないことや、GBSは疲労強度評価に関して現実の船の使用状況を反映していないため、過大な要求となっていることを問題点として挙げている。

第2章では、実船応力計測データ解析により得られた実船の強度上の安全余裕を、現在の設計で用いられる解析的手法である荷重構造一貫解析の結果と比較して、解析的に得られる予測値と実態との間のギャップについて考察している。これにより、安全余裕に対して影響の大きなものとしてホイッピング、き裂伝播の遅延現象、操船影響があり、これらの定量評価を行う必要性があることを示した。ホイッピングについては、実船の応力時系列をその

まま用いて解析した疲労寿命と、ローパスフィルタで処理した波形を用いて解析した疲労寿命との差として現れ、実船データとの比較から一般的に用いられるローパスフィルタ波形を用いた解析では疲労寿命が約半分に低下する（安全余裕が減る）ことを示した。き裂進展の遅延現象に関しては、現在の設計で用いられているマイナー則ではこの影響が考慮できないため、遅延現象はホイッピングとは逆に寿命を延ばす（安全余裕が増える）方向に作用することを示唆した。遭遇波浪や船速による操船影響については、実船データの解析結果から、この影響が寿命を延ばす（安全余裕が増える）方向に作用している可能性を示した。

第3章では、まず本論文の核となるランダム荷重に対応可能な疲労き裂伝播解析法とそのバリデーション結果を示している。その解析法をホイッピングの重畳したランダム荷重の時系列波形に適用し、コンテナ船の甲板部の疲労き裂伝播解析を行い、疲労伝播の遅延現象について検討している。その結果、重畳波形を模擬した波形、ローパスフィルタ処理を模擬した波形、重畳波形の包絡線波形の3種類の応力波形を用いた、単独嵐と複数嵐に対する疲労解析では、マイナー則による疲労被害度と疲労き裂伝播解析による疲労き裂進展量でホイッピングの影響度が異なることを示した。また、マイナー則では考慮されない荷重順序に伴う遅延現象に関しては、疲労き裂伝播解析により、複数嵐の場合は遅延現象による疲労被害減少量が、ホイッピング応力の重畳による疲労被害の増加分と同程度以上あることを示した。すなわち、

解析結果と損傷実態とのギャップが従来は無視されてきた疲労き裂伝播の遅延現象により説明可能なことを示した。

第4章では、安全余裕の観点では重要な指標である信頼性指標に関して操船による影響を評価する手法を示し、船速と波向に関してある仮定を用いて信頼性指標を実際に推定している。その結果、ホイッピングの重畳によって増加する疲労被害度が操船影響によっても相殺される可能性を示した。

第5章では、本論文の成果を纏めている。

本論文の結論は、限定的な応力の付加状況における結論であり、操船影響に関しても十分な実船データが無い中での評価結果ではあるが、き裂伝播の遅延現象に関するあらたな知見を得るとともに、遅延現象と操船影響で従来問題となっていた解析結果と損傷実態のギャップが説明できることを初めて示した。この成果により、機能要求に応じた船体構造設計において重要な疲労寿命推定法の大幅な精度向上が可能になったと考えられる。

なお、本論文の第2章は小川剛孝、高見朋希、高木健、第3、4章は丹羽敏男、高木健、付録1は小川剛孝、高木健との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。

以上1685字