

# 論文審査の結果の要旨

氏名 張 愛年

大型でかつ高速航行する船舶が衝突した場合には、被衝突船の船側に大きな損傷を与え、乗組員の安全が脅かされるのみならず、積み荷の油の漏洩により重大な環境汚染を引き起こすことが問題となっており、タンカー構造の衝突・座礁耐力および油流出防止能力を評価する手法の開発が求められている。本論文では以下の2点に関して研究を行った。まず、ALE法に基づく非線形有限要素解析を用いて、タンカーの衝突・座礁時における船体構造の破壊に依存する衝突力と、周囲の流体とタンカー中の貨油、船体運動がカップリングする複雑な構造挙動および船体運動を評価する新しい手法を提案した。次に、解析結果に基づいて、タンカーの衝突・座礁時の実用性、合理性と簡易性を考慮した新しい船体構造強度評価の簡易計算システムを構築した。そして具体的に以下の点について研究を行った。

第3章では、特定された崩壊モード (axial crushing of thin-walled structure) を非線形有限要素法シミュレーション解析した。縦式防撓材と横式防撓材の影響を同時に考慮することにより、新しい等価板の厚さ、極限荷重と平均破砕荷重計算モデルを求める簡易式を導き、関連実験結果と比較して、その計算モデル妥当性を確認した。

第4章では、座礁時のVLCC船底構造破壊の静的実験に対応するFEMシミュレーション解析を行った。大型座礁実験の結果を比較することによって、船底構造の座礁耐力および吸収エネルギー特性に対する境界条件、要素タイプ、残留応力、材料特性、摩擦係数、破壊歪みの解析精度への影響を検討した。

第5章では、タンカーの衝突時には、タンカー中にオイルの影響を考慮し、タンカー構造の衝突耐力と吸収エネルギー特性を評価する手法について検討した。タンカー中の貨油を4種類のFEMモデル(ALE FEモデル、Lagrange FEモデル、Linear Sloshingモデル、Rigid point massモデル)を用いて解析した。それらの比較により、Lagrange FEモデルの優位性を示した。

第 6 章では、タンカーの衝突時の周囲の流体とタンカー中にオイルの影響を同時に考慮し、タンカー構造の衝突耐力と吸収エネルギー特性を評価する手法を検討した。ALE 有限要素法を用いて、タンカーの衝突・座礁時における船体構造の破壊に対する衝突力と、周囲の流体とタンカー中にオイルの影響を受ける船体運動がカップリングする複雑な挙動を評価する新しい手法を提案した。

第 7 章では、この新しい評価手法を用いて、衝突した場合のタンカー構造応答と船体運動を把握する為、様々な衝突条件に対する FEM シミュレーション解析を実施した。タンカー構造応答と船体運動特性に対する衝突角度、被衝突船の前進速度、衝突船の質量と衝突速度の影響を検討した。

第 8 章では、解析結果に基づいて、タンカーの衝突・座礁時の新しい船体構造強の簡易評価システムを構築した。被衝突タンカーの全体的な横曲げによる振動とグローバルな運動は吸収エネルギーを評価する際に無視できない影響を持つことが確認し、それを含んだ形で簡易評価システムを構築した。そして、その評価システムに基づき、油流出量期待値を評価した。

以上のように、本論文ではタンカーの衝突・座礁時における船体構造の破壊に関する衝突力と、周囲の流体とタンカー中の貨油、船体運動がカップリングする複雑な問題に対して、構造挙動および船体運動を評価する新しい手法を提案した。衝突・座礁時衝突力と船体運動に対して、本手法はこれまでの研究に比べ高い推定精度を持つことを示した。また、新しい船体構造強の簡易評価システムは既存の簡易計算手法をさらに前進させ、設計の際に有用なツールになると思われる。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。