



Title	縦曲げ最終強度から見た船体構造の安全性評価に関する研究
Author(s)	藤井, 康成
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48610
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	藤井 康成
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第22085号
学位授与年月日	平成20年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学位論文名	縦曲げ最終強度から見た船体構造の安全性評価に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 矢尾 哲也 (副査) 教授 大沢 直樹 教授 村川 英一 准教授 芹澤 久

論文内容の要旨

縦曲げモーメントの作用下で発生する船体桁の縦曲げ崩壊は、船体構造強度を考える場合、最も避けるべき崩壊モードのひとつである。縦曲げ崩壊に対する船体構造の安全性を評価するためには、座屈と降伏の影響を考慮した船体桁の縦曲げ最終強度と、船体に作用する極限荷重の両方を知る必用がある。ところで、船体強度と作用荷重は共に統計量であり、正しい縦曲げ崩壊強度評価のためには、両者の統計的性質を考慮して信頼性解析を実施する必要がある。本論文では、縦曲げ崩壊強度評価に必要となる船体強度と作用荷重を、その統計的性質を踏まえて正しく評価するために一連の研究を実施し、その結果を適用して、時代と共に変化して来た設計基準に基づいて設計された船体構造の安全性の変遷について検討した。

第1章では、本研究を実施するに至った背景を説明した後、船体縦強度に関する研究の歴史を概観すると同時に現状を評価し、本研究の目的と論文の構成についても説明した。

第2章では、後出の信頼性解析に関連して、波浪荷重解析法等の理論的発展に伴い、船級規則にそれらの成果が取り入れられて来た経緯、および現在の船体構造設計に用いられている船級協会が定めた縦曲げ強度に関する規則について調査した結果を説明した。

第3章では、本研究で縦曲げ最終強度の計算に適用した Smith の方法について、その基本的な考え方を説明した。そして、本計算法の基本である船体横断面の平面保持の仮定の妥当性を検討するため、有限要素法を適用した一連の弾塑性大たわみ解析を実施し、最終強度に達するまでこの仮定はほぼ成立するが、厳密にはパネルの局部座屈発生後は成立しないことを明らかにした。同時に、Smith の方法を適用して、船体桁の最終強度を精度良く求められることを確認した。

第4章では、作用荷重となる静水中縦曲げモーメントと波浪中縦曲げモーメントの算定方法と算定結果を説明した。波浪荷重に関しては、非線形船体応答解析を実施して運航条件を考慮した最も厳しい短期海象を決定し、その上で大運動非線形ストリップ法を適用して不規則波中船体運動の時系列解析を行う方法を示した。

第5章では、信頼性解析手法の高精度化について述べた。具体的には、FOSM 法と AFOSM 法の適用について検討した。その結果、破損確率が低くなる範囲で、両者を適用して得られる崩壊確率に差が現れること、また、正しい破損確率を計算するためには、応答曲面法を用いた AFOSM 法の適用が望ましいことを明らかにした。

第6章では、以上の検討結果に基づく具体的な適用例として、建造時期が異なるために適用規則が異なるバルクキ

ヤリアと油タンカー各4隻を対象として、信頼性解析を実施した。その結果、時代が進むに従って、船体の縦曲げ最終強度は高くなるが、船体に作用する最大曲げモーメントも船首樓設置の義務化等のため高くなり、結果的には、縦曲げ最終強度の観点から見た船体構造の安全性は、必ずしも向上しないことが確認された。ただし、計算された破損確率は十分に低い値であった。

最後に第7章では、本研究で得られた知見を取りまとめると共に、本研究に関連した今後の研究課題を示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、縦曲げ崩壊に対する船体構造の安全性を評価するために、船体の縦曲げ最終強度および船体に作用する極限荷重の両者を統計量として捉え、構造信頼性解析を実施するために、手法の精密化を試みている。

第1章では、本研究を実施するに至った背景を説明し、縦曲げ最終強度に関する従来の研究の歴史を概観すると共に、本論文の目的と構成を説明している。

第2章では、波浪荷重解析法の理論的発展に伴って、その成果が設計に適用される船級協会規則に取り入れられてきた経緯を説明すると共に、現在の船体構造設計に用いられている縦強度関係の船級規則について調査した結果を説明している。

第3章では、縦曲げ最終強度の計算に用いるSmithの方法について説明すると共に、この方法の基本である船体横断面の平面保持の仮定の妥当性を検討するために有限要素法による一連の弾塑性大たわみ解析を実施し、この仮定は、厳密には座屈発生後に崩れるが、近似的には最終強度に到達するまで成立することを明らかにしている。また、Smithの方法の妥当性についても検証している。

第4章では、静水中曲げモーメントと波浪中曲げモーメントの計算法と計算結果を説明している。波浪曲げモーメントに関しては、非線形船体運動応答解析を実施し、運航条件から見て最も厳しい短期海象を決定し、その海象中で非線形な船体運動応答の時系列解析を実施し、その結果に基づいて船体に作用する極限荷重の統計的性質を求める方法を提案している。

第5章では、信頼性解析手法の高精度化について検討し、共通の前提条件のもとで信頼性解析を実施すれば、FORM/SORM法、モンテカルロ法など手法によらず、ほぼ同じ破損確率が得られること、ただし、手法は例えば応答曲面法のように、統計量の分布形を考慮できる手法であることが必要なことなどを明らかにしている。

第6章では、建造時期の差により適用ルールが異なる各4隻のバルクキャリアおよびタンカーを対象として信頼性解析を実施し、時代と共に縦曲げ最終強度も作用する極限荷重も大きくなる傾向にあるが、新しい船の方が高い破損確率となる場合もあること、ただし、その破損確率は十分に安全な範囲内であることなどを示している。

第7章では、本研究で得られた知見を取りまとめると共に、今後の検討課題を示している。

以上のように、本論文は縦曲げ崩壊から見た船体構造の安全性評価手法を精密化しており、社会に益するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。