



Title	船体構造の疲労寿命監視法に関する研究
Author(s)	末岡, 英利
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44749
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、 大阪大学の博士論文について をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	末岡英利
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第18263号
学位授与年月日	平成16年1月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	船体構造の疲労寿命監視法に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 冨田 康光 (副査) 教授 矢尾 哲也 教授 村川 英一 助教授 大沢 直樹

論文内容の要旨

船体構造の疲労損傷はその健全性を損なうのみならず、疲労亀裂からの貨物油漏洩といった重大事故の引き金ともなる。疲労損傷防止の要求はますます高まってきている。現在、疲労設計が実施されてはいるが、手法的に曖昧な部分がある。また、就航後は点検による保守管理のみで疲労損傷防止上十分とは言えない。本研究では、現状の問題点・課題を抽出し、疲労損傷防止の要求の声に応えるべく、就航後のモニタリングと疲労亀裂進展算定法の開発を行いこれらの技術を組み合わせて新しい疲労寿命監視法を開発・提案している。本論文は緒言と本文5章及び結言の7章から構成されている。

第1章では緒言として疲労損傷防止に向けての研究の背景・必要性を示している。設計現場での疲労損傷経験をもとに、設計時の疲労設計だけでは疲労損傷防止上不十分であり船の一生に亘る疲労寿命監視の重要性につき指摘している。

第2章では疲労強度評価法の開発と現状のレビューを行っている。著者が実施した疲労寿命評価事例をとりあげ疲労強度評価法の開発と設計現場に疲労設計法として導入した経緯を示し現状をとりまとめている。現在の疲労設計は設計ステージで完結しており、就航後のフォローアップが織り込まれない等の問題点をあげている。

第3章では疲労損傷解析事例をとりあげ現在の疲労設計法の課題を抽出している。第二世代SH/VLCCの代表的疲労損傷をとりあげ、損傷解析や対策事例を具体的に示している。損傷解析は現状の疲労設計法によっているが、寿命予測があわない等多くの不具合事例をあげている。課題として船舶が実際に遭遇する波浪荷重と船体構造に生じる疲労亀裂現象の把握が重要であることを結論とし、第4章及び第5章で解決方法を提案している。

第4章では船舶が実際に遭遇する波浪荷重や構造応答の実態につき論じている。就航後の波浪荷重や構造応答の実態を把握するために簡易的なモニタリング方法を開発し、プロトタイプをコンテナ船とDH/VLCCに実装して機能を検証している。モニタリングによってDH/VLCCの航路上の波浪や船体運動・構造応答の特徴を得て、疲労寿命を論ずる上で重要な嵐モデルの提案をしている。

第5章では船体構造に生じる疲労亀裂の実態につき論じている。模型実験を実施し疲労亀裂の発生や進展を観察・検討することにより船体構造における疲労亀裂進展算定法を開発している。現在の疲労設計法で用いられているS-N線図と応力の長期予測を用いた統計的な評価に変え、疲労亀裂長さを寿命判定の尺度とする方法を導入し疲労寿命の定義を明確にしている。

第6章では本研究で開発したモニタリングと疲労亀裂進展法を組み合わせ、新しい疲労寿命監視法を開発し提案し

ている。設計時点で想定される就航航路で疲労亀裂進展線図を作成し、就航後モニタリングによりフォローする。本方法により計画的な保守管理が可能となり、疲労強度面での船体構造の耐航性維持が確実となることを示している。

第7章は本研究で得られた知見と成果を総括し結言としている。

論文審査の結果の要旨

高張力鋼を船体構造の広範囲に使用したハイテン船は船体構造の軽量化を実現し経済的効果をあげたが、一方では船体構造の疲労損傷の多発に悩まされている。著者自ら疲労設計法の開発に取り組み設計現場に疲労設計を導入したが、実際の疲労損傷に直面し損傷解析を行った経験から現在の疲労設計法では不十分であることを指摘している。本論文は、船の一生に亘って疲労損傷の発生を防止することを目的として船体高度モニタリングと疲労亀裂進展算定法の開発を行いこれらの技術をもとに疲労寿命監視法を開発・提案している。研究の成果である疲労寿命監視法は従来の疲労設計法とは異なる新しい手法であり、疲労寿命監視法の適用により予防保全による合理的で信頼のおける疲労寿命管理の実現が期待される。本研究で得られた主な成果は以下の通りである。

- (1) 損傷解析事例から現在の疲労設計法の問題点を考察し疲労寿命の評価には「船舶が遭遇する波浪荷重の発現頻度と発現の順番を知ること」及び「船体構造に生じる疲労亀裂の特性を知ること」の2点が重要であることを具体的に指摘している。
- (2) 船舶が遭遇する波浪荷重や船体応答を把握する手法として船体高度モニタリングの開発を行い具体的な解決の道を提示している。船体高度モニタリングはデータの自動解析・船陸自動通信・解析による応答推定等新しい工夫を施し簡易的なシステムとなっている。DH/VLCCに実際に装備し機能検証を行うとともに2年半に亘るモニタリングの結果から遭遇した波浪荷重や船体応答の特徴を明らかにしている。さらに波浪荷重のモニタリングデータから航路上での波浪の発現頻度と発現の順番を考慮した嵐モデルを提案している。
- (3) 船体構造に生じる疲労亀裂の特性を知るために大型模型による疲労実験を行い破面観察や伝播解析との比較考察を通じて実用的な疲労亀裂進展算定法を開発している。現在の疲労設計法では疲労亀裂の進展は考慮していないが、疲労亀裂進展算定法の開発により疲労寿命を船体構造に生じる亀裂の長さで判定する方法が可能となることを示している。
- (4) 船体高度モニタリングと実用的疲労亀裂算定法を組み合わせ新しい疲労寿命監視法を開発・提案している。この方法は嵐モデルを用いた荷重下での疲労亀裂進展の予測を行い危険亀裂長さにいたるまでの期間を疲労寿命とするもので、これまで曖昧であった疲労寿命の定義を明確にしている。また就航後もモニタリングをもとに追跡評価を実施し余寿命を評価できるので船の一生に亘り疲労寿命を管理する合理的な方法であることを示している。

以上のように、本論文は現在の疲労設計法とは異なった発想のもとで新しい疲労寿命監視法を開発・提案したもので画期的な研究である。現在の疲労設計法では考慮されていない荷重の発現の順序や疲労亀裂の進展を導入することにより船体構造の疲労現象をより忠実に扱う手法としても画期的である。

これらの成果は、船舶海洋工学の発展に寄与するのみならず実際の船体構造の安全性の向上に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。