

Title	磁気特性を用いた非破壊検査による溶接構造部材の疲労損傷度評価手法に関する研究
Author(s)	橋本, 聖史
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46049
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、 ＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >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 ^{はし}橋 ^{もと}本 ^{きよ}聖 ^し史

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 9 6 7 3 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 17 年 3 月 25 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 **磁気特性を用いた非破壊検査による溶接構造部材の疲労損傷度評価手法に関する研究**

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 富 田 康 光

(副査)

教 授 矢 尾 哲 也 教 授 村 川 英 一

九州工業大学工学部教授 加藤 光昭 助教授 大沢 直樹

論 文 内 容 の 要 旨

船舶や海洋構造物のような鋼構造物を安全でかつ経済的に使用する上で構造部材の健全性評価や、強度評価は不可欠である。しかし、現実には鋼構造部材においてき裂は多数発生しており、き裂が大きくなると構造に深刻な損傷が生じる。このき裂損傷に対して適切な対応を行うためには、その損傷程度の把握が重要である。

鋼製の実構造物の非破壊的強度評価手法には、種々の手法が考案され実用に供されている。しかし、検査に専門知識を要し、計測法そのものが人体に悪影響を及ぼすものもあり、さらには、き裂発生以前の部材劣化度の検出ができない等、多くの問題を抱えており、信頼に足る安全で簡易な非破壊的強度評価手法は未だ確立されていない状態である。

著者は、溶接構造部材について、材料の劣化度検査並びに、き裂の検出に安全かつ容易に利用可能な磁気特性を用いた非破壊検査システムの開発に取り組み、ここに、磁気特性を用いた非破壊検査による溶接構造部材の疲労損傷度評価手法に関する研究として取り纏めた。

1. 疲労損傷例並びに現在広く用いられている非破壊検査法である、超音波法、浸透探傷法、放射線法、磁粉探傷法、電気探傷法等について概説し、磁気特性を用いた非破壊検査による疲労強度評価システムの提案を行った。
2. 次に、磁気ヒステリシス、透磁率、残留磁束等、鋼材の磁気特性および、提案した非破壊検査に必要な磁気特性について詳述した。
3. 疲労損傷度評価システムのために新たに可搬型磁気特性計測センサーの開発を行った。開発した平板/突合せ溶接継手用センサー並びに隅肉溶接継手/ガセット溶接継手用センサーの詳細を纏めた。さらに、計測信号処理のために開発したプログラムを含め、新しく構築した計測装置について詳述した。
4. 開発した磁気特性計測装置を用いて、静引張荷重並びに繰返し荷重による部材劣化度の計測試験を行い、構築した計測装置により部材劣化度の検出が可能であることを確認し、劣化度評価手法として纏めた。
5. 開発した計測装置を用いて、き裂の検出試験を実施し、塗装の有無によらずき裂の検出が可能であること並びに、裏面（検査面と反対面）に存在する表面き裂の検出も可能であることを確認し、き裂検出手法として纏めた。
6. 部材劣化について、原子磁化の挙動を表現する Landau-Lifshitz-Gilbert 方程式を基にした磁気特性計算プログラムを開発すると共に、劣化モデルを用いて部材劣化による磁気特性の変化についての考察を行った。

7. き裂損傷について、市販の磁界解析プログラムを利用して解析を行い、開発した計測装置の有用性の確認及び疲労損傷度評価に必要なデータベースの構築法について検討した。
8. 上記の成果を統合して疲労損傷度評価手法として取り纏め、疲労損傷度評価システムの構築法の考察を行った。

本研究成果により、船舶・海洋構造物だけでなく鋼構造物全般に利用可能な安全で簡易な非破壊検査システムの構築が期待される。

論文審査の結果の要旨

船舶や海洋構造物のみならず、一般の鋼構造物を安全でかつ、経済的に使用する上で構造部材の損傷評価や、強度評価は不可欠である。しかし、現実には鋼構造物において、き裂は多数発生しており、き裂が大きくなると構造に深刻な被害が生じる。このき裂損傷に対して適切な対応を行うためには、その損傷程度の把握が重要である。現在、非破壊検査による損傷検出法としては、超音波法、浸透探傷法、放射線法、漏れ磁束法、電気探傷法等、様々な手法が開発・利用されている。しかし、非破壊検査を行うために専門知識が必要であること、人体や環境に有害であったり、検査のための付帯費用が必要であったりするため、地球上で最も多く使用されている鉄鋼材料に対してさえ、信頼に足る決定的な非破壊損傷評価手法は、未だ確立されていない状態であり、簡便でかつ、精度の高い非破壊検査法の開発が望まれている。

本論文では、鋼材の磁気特性に着目し、安全で簡便な非破壊検査システムの開発を行っている。研究の特色として、1) 部材の磁気特性の変化を劣化及び、き裂の検出に利用しており、渦電流法や、漏れ磁束法とは異なること、2) 従来の手法では困難であった、劣化並びに、き裂損傷の双方が同一システムで検出可能であること、3) 計測装置及び評価システムの提案を行っていること、4) 実験と数値解析を併用することにより、材料の内部状態と磁気特性の相関の検討を可能としていること等が、挙げられる。

得られた主な成果は以下のとおりである。

- (1) 疲労損傷度評価システムのために、新たに可搬型の磁気特性計測センサの開発を行い、平板/突合せ溶接継手用センサ並びに、隅肉溶接継手/ガセット溶接継手用センサの制作を行っている。
- (2) 計測信号処理のために、新しくプログラムを開発し、疲労損傷度評価のための磁気特性計測装置として構築している。
- (3) 開発した磁気特性計測装置を用いて、静的引張荷重並びに繰返し荷重による部材劣化度の計測試験を行い、部材劣化度の検出が可能であることを確認し、劣化度評価に利用可能な磁気特性パラメータを見いだしている。
- (4) 部材劣化について、原子磁化の挙動を表現する Landau-Lifshitz-Gilbert 方程式を基にした磁気特性計算プログラムを開発し、材料劣化モデルを用いて部材劣化による磁気特性の変化の解析を行っている。
- (5) 開発した計測装置を用いて、き裂の検出試験を実施し、塗装の有無によらず、き裂の検出が可能であること並びに、裏面に存在するき裂の検出も可能であることを確認し、き裂検出に有効な磁気特性パラメータを提案している。
- (6) き裂損傷について、市販の磁界解析プログラムを利用して解析を行い、開発した計測装置の有用性の確認及び疲労損傷度評価に必要なデータベースの構築法について検討している。

上記の成果を統合して、疲労損傷度評価手法として取り纏め、疲労損傷度評価システムの構築法の考察を行い、提案した評価システムによって欠陥の有無は十分検出可能であり、欠陥の形状の特定のための、データベースの整備が必要であることを明確にしている。

以上のように、本論文は、船舶・海洋構造物だけでなく、現在の社会基盤を支える、鋼構造物全般に利用可能な、安全で容易に使用できる非破壊検査システムの構築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。