

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Development and Application of Viable Eddy Current Testing Methods for Corrosion Quantification and Stress Change Evaluation in Steel Structures
著者(和文)	BajracharyaSanjeema
Author(English)	Sanjeema Bajracharya
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11533号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐々木 栄一,廣瀬 壮一,岩波 光保,千々和 伸浩,BUI QUOC TINH,小林 裕介
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11533号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 土木・環境工学系 系	申請学位(専攻分野)： 博士 (学術)
Department of Graduate major in 土木工学 コース	Academic Degree Requested Doctor of (Philosophy)
学生氏名： Sanjeema BAJRACHARYA	指導教員(主)： 佐々木 栄一
Student's Name	Academic Supervisor(main)
	指導教員(副)：
	Academic Supervisor(sub)

要旨(和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「Development and Application of Viable Eddy Current Testing Methods for Corrosion Quantification and Stress Change Evaluation in Steel Structures (鋼構造物における腐食状態の定量的把握及び応力変動評価のための渦電流計測法の開発と適用)」と題し、英文により、全 5 章で構成されている。鋼橋梁などの鋼構造物では、維持管理上、腐食、疲労き裂、高力ボルトのゆるみなどが問題となる。腐食部材の残存耐力評価には、腐食状態に関する定量的な情報として、残存板厚分布が必要と考えられるが、計測に膨大な時間を要することも多く、より簡易な計測方法の確立が求められている。近年、さび層を除去せず内部の残存板厚を計測できる渦電流を用いた計測技術も開発されているが、検査対象面に著しい腐食が存在する場合の適用性に課題があることが指摘されている。また、腐食損傷の進行に伴い、鋼部材には死荷重応力等の再分配が生じることが明らかとなってきており、応力状態の変化も重要な腐食状態の定量的情報となりつつある。さらに、鋼構造物においては、疲労き裂やボルトのゆるみなどの検出も維持管理上重要となるが、見落としの可能性もあり、より確実な検出技術の確立が急務となっている。溶接部における疲労き裂の発生や高力ボルトのゆるみは、周辺部位やボルト軸部等の応力変化をもたらすと考えられ、検出のための指標の一つとなる可能性がある。渦電流による計測は、鋼材の応力レベルに対応した透磁率変化の影響を受ける可能性があり、損傷検出への適用性が考えられる。本研究では、鋼構造物における腐食状態の定量的把握及び疲労き裂、高力ボルトのゆるみなどの損傷検出を可能とする簡易な計測技術を構築することを目指し、渦電流計測を応用した腐食鋼板の表面形状推定法及び損傷発生に伴う応力変動検出技術を提案することを目的としている。

第 1 章「Introduction (序論)」では、研究の背景及び目的、関連研究、本論文の構成を示している。

第 2 章「Numerical Study on Corrosion Profile Estimation of A Corroded Steel Plate Using Eddy Current Testing (渦電流計測を用いた腐食鋼板の表面形状推定に関する数値解析的検討)」では、鋼部材の腐食状態に関する情報取得において、従来の渦電流計測法の課題となっていた、検査対象面に腐食損傷が顕著となっている場合に対応するため、内部に残存する鋼板の表面位置や形状を精度よく推定し、さび厚あるいは腐食による板厚欠損量を計測する方法を考え、その実現可能性について数値解析により検討している。まず、基礎的な検討により、検出コイルの形状および寸法、計測角度、励磁周波数などの影響を踏まえ計測に適した条件を示したうえで、実際の腐食鋼板を対象とした検討を実施し、精度よく表面形状推定が可能となることを示している。また、この手法が、チタンなどの防食カバーが施されている場合にも適用可能であることを示している。

第 3 章「Eddy Current Based Stress Measurement on a Steel Plate using Phase Diagram (位相図を利用した渦電流による鋼板の応力計測)」では、疲労き裂の発生による応力変化や高力ボルトのゆるみによるボルト応力の低下といった、損傷に伴う応力の変動を渦電流により検出することを目指し、応力変動に起因した透磁率変化が渦電流形成及び検出電圧等に与える影響について検討するため、検査対象面までの距離(リフトオフ)と励磁周波数、コイルの形状および寸法等をパラメータとした数値解析を実施している。その結果、リフトオフによる影響と透磁率変化による影響は、励磁周波数に応じた検出電圧の位相図により把握できることを示している。また、位相図を用いた検討により、リフトオフが大きい場合には透磁率変化の検出が困難となることなどを明らかとし、透磁率変化の検出には適切なパラメータ選定が重要であることを示している。

第 4 章「Experimental Investigation on Application of Eddy Current Based Stress Measurement (渦電流による応力計測の適用に関する実験的検討)」では、第 3 章で示した渦電流による応力変動検出手法について、実験により適用性について検討している。まず、平滑な鋼板の引張試験により、応力上昇に伴って検出電圧が変化し、位相図において第 3 章と同様の傾向があることを確認している。そのうえで、鋼突合せ溶接継手を対象とした疲労試験、及び、高力ボルトの軸力導入試験を行い、疲労き裂発生及び高力ボルトの軸力変化に対応して検出電圧が変動することを確認し、渦電流を用いた疲労き裂及び高力ボルトのゆるみの新たな検出方法の可能性を示している。

第 5 章「Conclusions and Recommendations (結論及び提言)」では、本研究の結論を示し、今後の課題について述べている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 土木・環境工学系 系 Department of, Graduate major in 土木工学 コース	申請学位(専攻分野)： 博士 (学術) Academic Degree Requested Doctor of (Philosophy)
学生氏名： Sanjeema BAJRACHARYA Student's Name	指導教員(主)： 佐々木 栄一 Academic Supervisor(main)
	指導教員(副)： Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

The present study describes the development and application of eddy current based methods for quantitative estimation of corrosion damage at the target surface without removal of protective cover, and evaluation of fatigue cracking and reduction in bolt tension based on stress change due to the presence of crack and stress change at the bolt head, respectively.

Chapter 1 highlights the need for more convenient structural health monitoring techniques for steel structures, related research, purpose and objectives of the study and outline of the dissertation.

Chapter 2 presents the corrosion profile estimation to assess significant corrosion damage at the only surface accessible to eddy current probe, without having to remove the outer protective covering. The parametric study for coil diameter, height, tilt angle, and excitation frequency of eddy current probe was conducted through numerical simulations. Whereby, the geometrically optimized probe and selected excitation frequency was used to estimate the corrosion profiles of a corroded steel plate under FRP and Titanium covers with good accuracy compared to the actual profiles obtained from laser displacement meter. Chapter 3 explores the effect of stress change on the eddy current response along with lift-off, excitation frequency, and probe size through numerical simulations using a new, concise method proposed in the study called Phase diagram. It further facilitates in the selection of excitation frequency and probe size for eddy current based stress measurement.

Chapter 4 presents application of eddy current based stress measurement developed in Chapter 3 through experiments for the possible detection of fatigue crack in a butt-welded tensile specimen under fatigue test based on the stress change evaluation near the weld toe. Next, determination of bolt tension and its reduction due to corrosion in bolt head was also experimentally tested based on the stress change evaluation at the bolt head.

Finally, Chapter 5 presents the conclusions and recommendations for further extension of the present study.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).