

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	高力ボルト摩擦接合継手の耐荷性能評価における不確定要因の定量化
Title(English)	Quantification of uncertain influential parameters affecting structural performance evaluation of high strength bolted friction joints
著者(和文)	平尾賢生
Author(English)	Kensho Hirao
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12218号, 授与年月日:2022年9月22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, WIJEYEWICKREMA ANIL,伊藤 裕一,小林 裕介,鈴木 啓悟
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12218号, Conferred date:2022/9/22, 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

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	土木・環境工学 土木工学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 (工学) Doctor of
学生氏名： Student's Name	平尾 賢生		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	佐々木 栄一
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)	伊藤 裕一

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

本論文は、「Quantification of uncertain influential parameters affecting structural performance evaluation of high strength bolted friction joints (高力ボルト摩擦接合継手の耐荷性能評価における不確定要因の定量化)」と題し、英文により、全5章で構成されている。

高力ボルト摩擦接合継手は、橋梁等の鋼構造物に広く一般的に適用される継手形式であるが、近年、防食等の観点から、継手接合面に無機ジンクリッチ塗装を施すことが推奨されて以降、耐荷性能評価に影響を及ぼす要因に関する検討が多く進められている。これまでの検討から、継手接合面の塗膜の厚さがすべり耐力に影響を与えることが実験的に確認され、塗膜厚さが大きい場合にはすべり係数を従来より高く設定してよいなどの規定が導入されている。またリラクゼーション等によるボルト軸力の変動にも接合面への塗装の影響があることが指摘されている。すべり耐力は、ボルト軸力と継手接合面のすべり係数に基づき評価されるが、ボルト締め付け後のボルト軸力や継手接合面の状態等を定量的に把握する方法はこれまで確立されておらず、これらは継手の耐荷性能評価における不確定要因となっている。本研究は、高力ボルト摩擦接合継手の耐荷性能評価に影響を与える要因を把握するとともに、ボルト軸力や継手接合面の状態といった不確定要因を非破壊的に定量評価する手法を確立することを目的として、数値解析モデルによる検討、および、信号処理、機械学習を援用した超音波計測法の構築を行ったものである。

第1章「Introduction (序論)」では、本研究の背景、関連した既往の研究について述べ、本研究の目的を示すとともに、本論文の構成について述べている。

第2章「Analytical Study on Effect of Uncertain Parameters in Structural Performance of Bolted Joints (高力ボルト摩擦接合継手の耐荷性能に与える不確定要因の影響に関する解析的検討)」では、高力ボルト摩擦接合継手のボルト締め付け状態を再現する数値解析モデルを構築し、継手の耐荷性能に与える要因について解析的に検討している。本研究では、ボルト軸力の変動や分布、継手接合面の摩擦係数、ボルト位置不整を要因として取り上げ、それらがすべりに至る耐荷挙動に与える影響を把握することにより、継手の耐荷力評価において、ボルト軸力および継手接合面の状態を定量的に把握することが重要であることを指摘している。

第3章「Establishment of Non-Destructive Bolt Axial Force Measurement (ボルト軸力の非破壊計測法の検討)」では、ボルトに導入されている軸力を非破壊的に定量評価する手法として、機械学習と寄生的離散ウェーブレット変換による信号処理を援用した新しい超音波計測法を提案し、その適用性について実験的な検討を行っている。検討の結果、提案手法は、ボルト頭部における計測データの初期波形に着目した手法であり、ボルト長の影響を受けにくいなどの特徴を有していることや、計測精度に探触子の設置位置の影響があることなどを明らかにしている。

第4章「Evaluation of Faying Surface Contact Condition (継手接合面の状態評価)」では、継手接合面における接触圧分布および塗膜の厚さに関する情報を非破壊的に取得するための手法について検討している。数値解析モデルを用いた接触圧分布に関する解析的検討も併せて実施し、高力ボルト摩擦接合継手の接合面における接触圧分布の特徴を示すとともに、その超音波計測による把握の可能性について示している。さらに、すべり挙動に影響を与えると考えられる継手接合面の塗膜厚さを鋼板表面から非破壊的に評価する手法の確立を目指し、機械学習を応用し鋼板裏面に塗布された塗膜厚さを評価する超音波計測手法を提案している。

第5章「Conclusions and Recommendations (結論及び提言)」では、本研究の結論を示すとともに、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 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).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 土木・環境工学 系  
Department of Graduate major in 土木工学 コース  
学生氏名： 平尾 賢生  
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)  
Academic Degree Requested Doctor of  
指導教員(主)： 佐々木 栄一  
Academic Supervisor(main)  
指導教員(副)： 伊藤 裕一  
Academic Supervisor(sub)

要旨(英文300語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Steel structures maintenance is a topic that is gaining more and more significance in the field of civil engineering. The structural performance of high strength bolted friction joints used in steel structures is expected to decrease due to various effects during service, and it is necessary to accurately evaluate the structural performance of bolted joints. However, it is difficult to evaluate the structural performance of bolts in existing joints due to uncertain influential parameters such as variations in bolt axial forces, misalignment between washers and bolts in bolt holes and faying surface contact conditions. The purpose of this study was to identify the parameters that influence the structural performance evaluation of high strength bolted friction joints and to establish a non-destructive quantitative evaluation method for uncertain influential parameters such as bolt axial forces and the condition of the faying surfaces of the joints. The ultrasonic measurement method was conducted using a numerical analysis model, signal processing and machine learning.

Chapter 1, Introduction, describes the background to this study, relevant previous research, the purpose of this study and the structure of this dissertation.

In Chapter 2, 'Analytical Study on the Effect of Uncertain Parameters in the Structural Performance of Bolted Joints', a numerical analysis model is established to reproduce the bolt-tightening conditions of high strength bolted friction joints, and the parameters affecting the structural performance of the joints are considered analytically.

In Chapter 3, 'Establishment of Non-Destructive Bolt Axial Force Measurement', a new ultrasonic measurement method using machine learning and signal processing with parasitic discrete wavelet transform is proposed as a method to non-destructively evaluate bolt axial forces. The applicability of the method is experimentally considered.

In Chapter 4, 'Evaluation of Faying Surface Contact Condition', a method for non-destructively obtaining information on contact pressure distribution and coating thickness on faying surface is considered.

In Chapter 5, 'Conclusions and Recommendations', the conclusions of this study are presented and recommendations for the future are described.

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).