

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名 TRAN THI XUAN THANH
学位の種類 博士（工学）
学位記番号 都市博甲第2029号
学位授与年月日 2018年9月14日
学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名 都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学位論文題目 Uncertainty Quantification of Model Parameters of Existing Structures Using Earthquake Response Data
論文審査委員 主査 横浜国立大学 准教授 西尾真由子
横浜国立大学 教授 山田均
横浜国立大学 教授 勝地弘
横浜国立大学 准教授 菊本統
横浜国立大学 特任教員（准教授）Dionysius M. Sringoringo

論文及び審査結果の要旨

本論文は、近年橋梁や建築物において無線通信技術やMEMS技術を利用した加速度モニタリングシステムが実装され地震時応答データが蓄積されており、その活用すなわち構造物運用への貢献がもとめられていることを背景としている。老朽化による劣化損傷や過去の地震履歴によって構造特性が変化している可能性がある既存構造物の地震リスク解析のために、その構造モデルパラメータの不確定性をモニタリングデータによって低減した事後確率分布をもとめる。このとき、比較的頻度の高い中小規模地震時のモニタリングデータも活用するため、地震毎に異なる構造モデルパラメータの応答への感度を分散分析にてもとめ、それに基づいて逐次事後分布を推定する手法を提案し、その有効性を明らかにする研究を実施した。

第1章には、特に劣化や過去の地震履歴との関連が考察されている橋梁や建物の大地震時損傷に関する事例や既往研究を示し、既存構造物で考慮しなければならない地震リスクとして、非線形性を含めた構造特性値の不確定性を説明し構造モニタリングの活用を論じた。その上で、既存構造物への加速度センサネットワーク設置による地震応答モニタリング事例とそのデータを用いて実施された既往研究をまとめ、本研究の背景と目的、そして論文の構成を示した。

第2章は、本研究で主要な方法論となるマルコフ連鎖モンテカルロ法によるモデルパラメータのベイズ事後分布推定と、分散分析に基づく数値モデルパラメータの感度解析法を説明し、関連する既往文献レビューを行い、本研究の位置づけを論じた。

第3章は、既往研究において加速度モニタリングシステムが導入された免震高層建物の約1年間分の地震応答データを用いて、データ取得期間中に発生した東北地方太平洋沖地震前後での構造特性値の変化を構造振動モード解析等から考察した上で、対象構造の数値モデルパラメータの加速度応答への感度解析を示した。この時、パラメータ間の相互作用を考慮する分散分析によって、建物の免震層、低層部、高層部といった各部での剛性の感度を詳細に評価できることを示した。

第4章は、地震応答解析で考慮しなければならない非線形モデルパラメータに対する感度解析の適用性を検証した。免震ゴム支承とコンクリート橋脚で非線形性を有する免震橋脚モデルを用いて、分散分析が地震動強さや周波数特性によって異なる構造パラメータと加速度応答の感度関係を適切に評価できることを示した。

第5章は、同じく免震橋脚モデルを対象として、本研究で提案する逐次事後分布推定の有効性を検証した。はじめに、事後分布をもとめるマルコフ連鎖モンテカルロ法において近年提案されたDifferential Evolution Adaptive Metropolisサンプリング法が非線形モデルパラメータの推定に有効であることを確認した。その上で、分散分析により高い感度を示す構造モデルパラメータで妥当な事後分布が推定できることを示した。そして、異なる地震動を設定し、分散解析に基づいて感度の高いモデルパラメータの事後分布を逐次推定する提案手法の流れを示し、その適用を示した。

以上より本研究は、既存構造物の劣化や損傷による構造特性値の不確定性を適切に考慮した地震リスク解析に、地震応答モニタリングデータを用いる構造モデルパラメータの逐次事後分布推定が有効であること示し、今後の実構造物への展開に有用な知見を与えるものとなった。

さらに、提出された論文に対してiThenticateにより剽窃、盗用の不正行為を確認したが、専門用語や短い一般的な現象の定義表現を除き該当するものは無いことを確認した。

以上より、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

平成30年7月31日（火）午前10時半より環境情報1号棟305号室において、山田教授を除く審査委員が出席のもとに約1時間にわたり、TRAN THI XUAN THANH氏の学位論文の公聴会を開催し、学位論文の内容の発表と質疑応答を行った。その後引き続き午前11時半より同室において学位論文の審査を行った。山田教授においては、8月2日（木）午前11時より環境情報1号棟6階談話室において、約1時間にわたって学位論文の審査を行った。その結果、本論文は学位論文に相応しい内容を有しており、質疑にも的確に対応していると判断された。また各審査委員より、関連する土木工学の科目について口頭試問を行い、博士（工学）にふさわしい十分な学力を有することを確認した。さらに、修了に必要な単位は取得済である。

外国語については、学位論文が英語で執筆されており、また英語による口頭発表によって、十分な英語力を有していると判定した。

対外発表論文については、以下に示す査読付き国際会議論文2編と他に数件の学会発表があり、国際学術誌にも論文を投稿中で、内規を十分に満たしている。

1) Tran, T., Nishio, M., Variance-based sensitivity analysis considering parameter uncertainties in modeling seismic response of a building structure, Proc. 12th International Conference on Structural Safety and Reliability, 2017.

2) Tran, T., Nishio, M., Bayesian posterior distribution uncertainty of model parameters considering varying input seismic characteristics, Proc. 7th World Conference on Structural Control and Monitoring, 2018.

以上より、TRAN THI XUAN THANH氏は土木工学の分野において博士の学位を得るにふさわしい学識を有するものと認められる。よって審査委員会として最終試験に合格であると判定した。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。