

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	BALI ABDUREHMAN MULETA
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第2302号
学位授与年月日	2022年3月24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	SHM sensors optimization based on the integration of multiple approach for bridge damage detection (橋梁損傷同定のための多重手法統合による構造ヘルスマニタリングセンサー最適化)
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 勝地 弘 横浜国立大学 教授 前川 宏一 横浜国立大学 准教授 藤山 知加子 横浜国立大学 准教授 田村 洋 横浜国立大学 名誉教授 山田 均

論文及び審査結果の要旨

本論文は、橋梁の損傷検知、観察のための構造ヘルスマニタリング（SHM）において、損傷の有無、損傷箇所同定の精度向上を目的として、振動加速度と変位計測に基づく2つの同定手法を改良、統合するとともにセンサー配置の最適化を図ることで、従来の損傷同定手法と比較して損傷の有無および損傷部位の同定精度が高められることを示したものである。

第1章では、序論として、研究背景、問題設定と研究目的について述べている。

第2章では、本研究の理論的背景のため、既往の研究レビューとして橋梁モニタリングによる損傷同定手法の概観を行い、そのうち代表的な手法であり本研究でも対象とする変位影響線（DBI）法、モードひずみエネルギー（MSE）法について詳述するとともに、センサー配置最適化のための遺伝的アルゴリズム（GA）による多目的最適化手法について説明を行っている。

第3章では、本研究で提案する改良変位影響線（MDBI）法と改良モードひずみエネルギー（FE-MSE）法の理論的概念と定式化の説明を行っている。

第4章では、本研究での損傷同定手法の適用対象とした橋梁モデルの諸元、路面凹凸を考慮した自動車走行外力の評価法、加速度・変位計測点の詳細について説明を行っている。

第5章では、MDBI法に用いる変位計、FE-MSE法に用いる加速度計に対して、センサー配置の最適化アルゴリズムについて説明している。変位計の最適化においては、Grey relational analysisによる指標を用いて、1つのセンサーが他の計測ポイント変位との相関が最大となるような数と配置を決定している。また、加速度計の最適化においては、振動データからのモードパラメータに着目し、センサー数と同定モード数との関係から最適化を行った。そして、変位計と加速度計の数と配置について、さらに遺伝的アルゴリズムを用いて最適化を行う手法を示している。

第6章では、提案する損傷同定手法の精度検証を行うための8つの損傷パターンを設定を行い、第7章では、設定した損傷パターンの同定精度について議論を行っている。まず、センサー配置の最適化のために非優越ソート手法（Non-dominated sorting algorithm, NSGA-III）によりパラメータの設定を行い、続いて、横断方向の損傷位置同定のための影響線解析を行った。そして、改良された本研究での手法を用いて損傷同定を行った結果、いずれのパターンに対しても従来の手法よりも損傷有無の同定、損傷位置・部位の同定精度が向上しており、提案手法の精度と有効性を確認することができた。

以上より、本研究は、橋梁ヘルスマモニタリングにおいて、振動加速度と変位計測に基づく2つの同定手法を改良、統合するとともにセンサー配置の最適化を図ることで、従来の損傷同定手法と比較して損傷の有無および損傷位置・部位の同定精度が高められることを示したものであり、橋梁維持管理の実務に大きく資するものである。

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、専門用語や一般的な現象の定義表現、文献引用箇所を除き、剽窃や盗用に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。

(試験の結果の要旨)

令和4年2月14日（月）午後4時15分より環境情報1号棟6階談話室およびリモート会議システムによって、審査委員全員が出席のもとに約1時間にわたり、Abdurehman Muleta Bali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、引き続き午後5時15分より、同室におい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。また各審査委員により、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。また、日本語の授業も受講済である。

対外発表論文については、以下に示す査読付き論文1編の論文発表のほか、国際会議での論文発表1編があり、内規を満たしている。

1) Abdurehman M. Bali1, Hiroshi Katsuchi, Hitoshi Yamada and Hiroshi Tamura, Integration of Sensor for Improved Damage Identification, The Second International Conference on Sustainable Civil Engineering and Architecture 2021, Springer, 2021.

以上より、Abdurehman Muleta Bali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。