

審査の結果の要旨

氏名 鄭美英

本論文は、外乱による振動特性の測定に基づいた建築構造物の構造同定手法に関するものであり、次の8章から構成されている。

第1章「INTRODUCTION」では、本研究の背景として、既存建物が供用中に環境や過荷重および劣化によって生じる構造性能の低下を非破壊的に検知する手法として、構造物の同定が脚光を浴びており、特に地震による建物を構成する部材の損傷を同定するヘルスマニタリングは重要であるとしている。本研究では、外乱による振動特性の計測により、損傷の生じた構造物の同定や、損傷部分の同定および安全性の評価のための手法の開発を行うものとしている。

振動特性の計測による構造物の同定には多くの手法が実用化されている。例えば、最小自乗法による振動特性による同定法では、構造物の振動に関する加速度や変位に関する時刻履歴の他、振動を励起する入力や質量分布に関する情報を使って剛性を評価することが可能である。

しかし建物の同定では、利用できる外乱が限られている。その上、風に対する建物の振動では励起する入力の計測が困難であり、一方で、地震に対する構造物の同定のように、建物地盤の相互作用によるスウェイやロッキング振動の場合のように、基礎下の入力や基礎質量や回転質量が推定が困難である。このような外乱の下での振動による同定は、従来の方法では必要な情報が不足して適用できないことがある。そのため、本研究では、改良繰返し最小自乗法 (Advanced Iterative Least Square Method: Advanced ILS) を提案し、情報が不足した場合にも同定を可能とする方法に関する検討を行うとしている。

第2章「LITERATURE REVIEW」においては、構造物の同定に関する既往の研究のうち特に時間領域での同定法についてを調査分類している。ここでは、振動を励起する入力未知の場合、構造物が非線形の場合の同定手法について詳しく述べておりそれらの比較分析を行って、入力と一部の質量が未知な場合、あるいは地震動に対する振動における地盤建物の相互作用に関する同定に関する研究は過去には行われていないとしている。

第3章「ADVANCED-ILS METHOD FOR EXITING STRUCTURE」においては、構造物の剛性や減衰および構造物地盤の相互作用を同定するための改良繰返し最小自乗法の理論について

て述べ、建物を表す仮想の5自由度せん断型振動モデルを例として、入力未知の場合の同定を行った例を示している。

第4章「ADVANCED-ILS METHOD USING LIMITED INFORMATION」においては、振動を励起する入力に加えて構造物を表すせん断型振動モデルの一部の質量に関する情報は未知とする条件における同定手法の理論について述べ、仮想の構造物に対する数値解析例を示している。

第5章「ADVANCED-ILS METHOD FOR NONLINEAR STRUCTURE」においては、非線形履歴特性を有する構造物において、構造パラメータが時間によって刻々変動する場合の同定方法の理論について述べ、鉄骨構造や鉄筋コンクリート構造の部材の履歴特性を有する履歴モデルからなる仮想の架構モデルに、本同定手法を適用した場合の数値解析例を示している。

第6章「INTEGRAL METHOD OF ACCELERATION DATA」においては、実現象では、得られた測定データが加速度記録であることが多いため、それらを積分して速度記録、変位記録に変換して同定に用いる場合を想定し、加速度記録に含まれる雑音やエラーが同定結果に及ぼす影響を検討し、雑音やエラーを除去する手法について検討している。

第7章「SYSTEM IDENTIFICATION USING DATA OF SHAKING TABLE TEST」では、ここに提案された同定手法を、振動台による多層せん断型振動モデルおよびロッキングスウェイ型振動モデルの模型試験体の振動実験に適用して、構造物の同定を行い、良い対応が得られたものとしている。せん断型振動モデルは、3層1スパンで基礎固定とし、加速度計とレーザー変位計により水平方向の計測を行っている。ロッキングスウェイ型振動モデルは、基礎下にロッキングバネを挿入したもので、水平方向の計測の他に基礎の鉛直方向の加速度・変位を計測している。第6章で提案された雑音やエラーを除去する手法を本振動台実験で観測された記録に適用して、構造パラメータの同定を行い、良い対応が得られたとしている。

第8章「CONCLUSION」では、本研究で提案した改良繰返し最小自乗法（Advanced Iterative Least Square Method: Advanced ILS）の推定精度について総括するとともに、今後の課題に関して取り纏めている。

このように、本研究は、建築構造物ならびに風圧力・地震動という特殊性に着目し、さらに損傷の進展の時刻歴を非破壊手法で計測するための構造物の同定手法を提案しており、構造物の同定手法を、建築構造物の健全性をモニターするための実用的な手法へと高めるための道を開いたものとして、極めて有用な研究である。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。