The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Parameter Estimation Method for Building Structural Models by using Inverse Eigenvalue Formula and quasi-Newton Algorithm
Author(s)	小野, 聡子
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44413
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　小　野　聡　子（おの さとこ）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　17420　号

学位授与年月日　平成15年1月24日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　Parameter Estimation Method for Building Structural Models by using Inverse Eigenvalue Formula and quasi-Newton Algorithm
（固有値の逆解法および準ニュートン法の応用による建築構造物モデルのパラメータ推定法）

論文審査委員　（主査）
教　授　橘　英三郎

（副査）
教　授　大野　義照　　教　授　甲津　功夫

論文内容の要旨

老朽化した建物や地震により損傷を受けた建物を修復し耐震安全性を確保するには、材料劣化の評価や損傷部分を特定することが重要な問題となる。また、近年普及しはじめた免震構造や制震（振）構造などにおいても建物の動特性を正確に把握もしくは同定することが必要不可欠な問題となる。

本論文は、対象を建築構造物に限定し、建築構造技術者に容易に理解でき、しかも建築に関わる上記の問題に対応できる簡便な同定手法を提案した。こうした問題は本来「システム同定」に関わる問題であるが、それらは一般的であるが故の一種の数学的難解さを有する憾みがある。本論文ではオフラインによる同定法を前提としており、データに含まれるノイズなどは事前に処理しているものとして理論の単純化をはかった。

第1章では、本研究の背景や既往のパラメータ推定法との関連性について述べ、さらに論文全体の構成を要約した。

第2章では、多質点系モデルの1つの層のみが損傷した場合について、固有周期の逆問題に関する公式を用いて、剛性低下量とその位置を同定する方法を示した。その結果、損傷位置が既知の場合にはその剛性低下量を、また、剛性低下量の上界と下界が既知の場合は損傷の位置を、それぞれ正確に同定できることを確認した。

第3章では、数層にわたって損傷した場合を想定し、固有周期の疑似観測値と仮定値との差を基本とした目的関数を定義し、非線形計画法により最小化して建物の剛性低下量を同定する方法を提案した。また、疑似観測値の高次の固有周期の精度が同定結果の精度に大きな影響をおよぼすことを明らかにした。

第4章では、疑似観測波形と剛性の仮定値による応答波形との差を用いた目的関数を定義し、前章と同様の方法で剛性の同定を行い精度よく同定できることを確認した。また、3次元空間における目的関数の曲面形状から収斂の軌跡と精度を論じた。その結果、時刻歴応答の比較のみから同定結果の精度を評価することの危険性を明らかにした。

第5章では、滑り型免震支承郡の摩擦係数を推定するため、簡便な試験装置を提案し、その装置を用いて実験した結果から摩擦係数の同定を試みた。その結果、滑り面の静止摩擦係数、動摩擦係数および速度依存摩擦係数を同定した。

第6章は、第2章から第5章までの結論をまとめるとともに、今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

老朽化した建物や、地震により損傷を受けた建物を修復し耐震安全性を確保するには、材料の劣化を評価することや損傷部分を特定することが重要な問題となる。また、近年普及しはじめた免震構造や制震（振）構造などの効果を発揮するにも建物の動特性を正確に把握、もしくは同定することが必要不可欠な問題となる。こうした問題は本来「システム同定」に関わる問題であるが、それらは一般的であるが故の一種の数学的難解さ有する憾みがある。本論文は、国有値の逆解法および準ニュートン法を応用した建築構造物モデルの実用的で簡便なパラメータ推定法を示し、その推定精度について扱ったもので、得られた成果を要約すると以下の通りである。

(1)建築構造物の固有周期の観測結果により、固有値の逆問題に関する公式を応用して、地震により剛性低下した層の特定やその値を推定する簡便な方法が提案されている。また感度解析などから、この方法を適用する場合には高次の固有周期の観測精度が重要であることを明らかにしている。

(2)建築構造物の時刻歴応答から、非線形計画法の最小化手法を用いて動特性に関するパラメータを同定する新たな方法が提案されている。また、目的関数からなる３次元曲面の形状から、収斂計算におけるパラメータの初期値の適切な与え方を明らかにするとともに、１種類の外乱の時刻歴応答から同定する場合に、時刻歴応答が一致しても、同定された値が全く異なっている場合のあることを示し、複数の外乱を用いなければならないことを示している。

(3)滑り型免震支承に関する模型実験を実施し、それによる観測データから、３つのパラメータで表された非線形摩擦係数を(2)と同様の方法で同定し、提案された方法の汎用性を示すとともに、地震時における上下動成分が非線形摩擦係数に及ぼす影響を明らかにしている。

以上のように、本論文は建築構造物のパラメータ推定に関する問題に対応できる簡便な同定手法とその同定精度について示したもので、建築構造学、構造動力学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。