

氏 名	きた だ よし ひろ 来 田 義 弘
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1886 号
学位授与の日付	平 成 12 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 建 築 学 専 攻
学位論文題目	ウェーブレットによる非線形構造システムの同定

論文調査委員 (主 査) 教 授 上 谷 宏 二 教 授 井 上 一 朗 教 授 渡 邊 史 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ウェーブレット解析の分野におけるスケーリング関数を用いて、非線形構造システムの履歴復元力特性および粘性減衰特性をノンパラメトリック手法により見出す非線形システム同定手法を提案したものであり、以下の6章で構成されている。

1章では、本研究の背景と目的を述べ、システム同定に関する既往の研究の調査を行った上で、本研究の範囲および位置づけを示している。

2章では、本論文で提案している非線形システム同定手法において用いているウェーブレットについて述べている。まず、ウェーブレットの基本概念について概説している。次に、ウェーブレット解析の分野におけるスケーリング関数の特徴およびその工学的解釈について述べたうえで、スケーリング関数の如何なる点に着目して非線形構造システムの同定に応用しようと考えたのか、その論点について述べている。

3章では、非線形システム同定法のアルゴリズムについて述べている。まず、1質点系曲げせん断型モデルを対象とする同定アルゴリズムを構築している。次に、同定対象をせん断型モデルに限定して1質点系モデルに対するアルゴリズムを構築し、さらに多質点系モデルに拡張している。

4章では、3章で構築した非線形システム同定法の精度および適用性について検証を行っている。まず、1質点系せん断型モデルの粘性減衰係数を一定とした場合において、対象モデルの復元力特性の履歴形状、減衰定数の大きさ、地震波の種類等が同定精度に及ぼす影響について検討を行い、復元力特性の履歴形状や減衰定数、地震波の違い等によって同定精度にある程度の差はあるものの、非線形構造システムの同定は可能であることを示している。また、多質点系せん断型モデルの粘性減衰係数を一定とした場合において、各層の応答が観測可能な場合の同定精度について検討を行い、各層の履歴曲線と減衰係数を精度良く推定できることを示している。次に、1質点系せん断型モデルの減衰係数が特定の時間区間ごとに一定である場合における本同定法の精度について検証を行い、区間ごとに一定の減衰特性を有するシステムについても、その動特性を許容誤差範囲内で推定可能であることを示している。最後に、最上層を予め塑性化しやすく設計した5層せん断型モデルに対する振動台実験結果に本同定法を適用し、実構造物への適用性の検証および5層せん断型モデルの動特性の評価を行っている。

5章では、高減衰ゴムを内部に組み込んだ粘弾性ダンパーのモデル化に本非線形システム同定法を適用している。高減衰ゴム等の粘弾性材料は、一般に振幅依存性、振動数依存性さらに温度依存性を有しており、モデル化に困難を伴う材料である。本研究においては、ばねとダッシュポットからなる4要素モデルによるモデル化を試みている。まず、高減衰ゴムダンパーの素材試験結果に非線形システム同定法を適用し、振動数依存性に関するパラメータ値を確定した後に、高減衰ゴムの振幅依存性を既提案の汎用復元力モデルを用いてモデル化している。次に、高減衰ゴムダンパーの素材試験結果と本復元力モデルによる解析結果との比較を行うことにより、本モデルの妥当性を示している。さらに、高減衰ゴムダンパーを12階建物に設置した場合について本モデルによる地震応答解析を実施し、その制震効果について検討を行っている。

6章では、上記各章で得られた研究成果を要約するとともに、残された課題と将来の研究展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ウェーブレット解析の分野におけるスケーリング関数を用いて、非線形構造システムの履歴復元力特性および粘性減衰特性をノンパラメトリック手法により見出す非線形システム同定手法を提案したものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. マザー・ウェーブレットおよびスケーリング関数の周波数特性を明らかにし、スケーリング関数が周波数の低いマザー・ウェーブレットから周波数の高いマザー・ウェーブレットまで重ね合わせたものに相当することを明らかにした。このことより、スケーリング関数を基底関数に用いることで、マザー・ウェーブレットを用いた場合よりもはるかに少ない未定係数で対象とする関数を近似できることを示した。

2. 1質点系せん断型モデルに対する同定アルゴリズムを構築し、さらに多質点系せん断型モデルへの拡張を行った。

3. バイリニア型、Ramberg-Osgood 型等の種々の復元力特性を有するせん断型構造物モデルに対する数値シミュレーションを行い、本非線形同定手法は復元力特性のモデル化に関係なく高精度の同定を可能とすることを示した。次に、振動台を用いた縮小モデルの物理実験により、本同定手法はノイズを含んだ場合にも、かなりの精度で履歴復元力特性および粘性減衰特性を同定することが可能であることを実証した。

4. 本非線形システム同定手法を建築構造物に組み込まれる非線形高減衰ゴムダンパーのモデル化に適用し、履歴復元力特性および粘性減衰特性を高精度でモデル化できることを数値解析および物理実験により実証した。本同定手法はその他の粘弾性ダンパーにも適用可能であり、本論文は非線形粘弾性ダンパーの普遍的なモデル化手法を提示している。

以上要するに本論文は、ウェーブレット解析の分野におけるスケーリング関数を用いて、ノンパラメトリック手法に基づく汎用性の高い非線形システム同定手法を提案したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成12年1月20日、論文内容とそれに関連した事項についての試問を行った結果、合格と認めた。