



Title	建築構造物系の動特性同定手法に関する研究
Author(s)	古川, 忠穂
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3161898">https://doi.org/10.11501/3161898</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	古 川 忠 稔
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 14934 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 9 月 22 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	建築構造物系の動特性同定手法に関する研究
(主査)	
論 文 審 査 委 員	教 授 井 上 豊
(副査)	
	教 授 今 井 克 彦 教 授 大 野 義 照 教 授 橋 英 三 郎
	助教授 馬 場 研 介

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、実構造物の動的な入力と応答を観測して、観測データより非線形性を有する動特性を精度良く同定する手法を提案するとともに、数値解析を通じて提案手法の妥当性や推定精度について包括的に検討し、さらに、実構造物の地震観測記録を用いて、本提案手法に基づく実構造物系動特性の同定を実施したもので、以下の 8 章から構成されている。

第 1 章では、研究の背景と目的及び既往の研究について述べている。

第 2 章では、既往の同定手法を示すとともに、本研究での提案手法である適応フィルタ及び適宜重みづけ手法 (AF-AWP) と、状態空間表示に基づく予測誤差法 (PEM-SS) の定式化を示している。

第 3 章では、第 2 章で示した各種同定手法を線形 1 自由度モデルに適用し、動特性同定の数値計算を通じて各手法の基本的な特徴を明らかにしている。

第 4 章では、PEM-SS は、既往手法と比較して同定精度に及ぼす観測記録混入ノイズの影響が少少であり、混入ノイズ条件によらず高精度の同定が可能であることを明らかにしている。

第 5 章では、インパルス応答の推定手法である RD 法を導入して、線形 2 層せん断モデルを採用した場合に、2 次モードまでの固有周期と減衰定数を同定する手法を提案し、数値計算を通じて既往のバンドパスフィルター併用手法より優位であることを明らかにしている。さらに、線形 3 層せん断モデルを採用して、本提案手法を含む各手法を適用し、PEM-SS では、推定パラメータの初期値依存性の問題についても、他の状態空間表示に基づく手法に含まれる問題を逸脱しないとの結論を得ている。拡張カルマンフィルタ系の AF-AWP では、既往同定手法である EK-WGI と比較すればやや同定精度と適用性が劣るもの、推定パラメータの収束は極めて早く、短い計算時間で同定が可能であるとの結果を得ている。

第 6 章では、非線形系同定を可能とするように PEM-SS を拡張した手法を提案し、バイリニア型とトリリニア型復元力特性を有する多自由度モデルを用いて、数値計算による適用性と同定精度の検討について述べている。その結果、十分短いサンプリング周期のデータを用いることで同定精度を高めることが可能であるが、推定パラメータ数の増加

に伴い、誤ったパラメータ値に収束する場合のあることを明らかにしている。

第7章では、実構造物の地震観測記録を用いた同定計算について示している。適用2例のうち、1例は6階建ての実験棟を対象とし、線形多層せん断型モデルを用いた同定について示している。他の例では免震建築構造物を対象とし、特に免震層に非線形復元力特性を設定した多自由度モデルとして、兵庫県南部地震における観測記録を用いて同定し、提案手法の適用妥当性を明らかにしている。

第8章では、本論文の結論を述べ、各章で明らかになった諸成果をまとめている。さらに、多自由度かつ複雑な復元力特性をもつ建築構造物の動特性推定方法に関して今後の展望を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

高層建築物、免震建築物などの耐震安全性検討のための地震応答解析や、近年その実施例を増して来ているアクティブ制震（振）を行う建築構造物においては、その動特性を精度良く把握して構造物系モデルを設定することが重要である。このため、建築構造物では竣工時や竣工後にも必要に応じて加振実験、地震・強風観測、微動観測が実施され、得られた構造物応答を用いてその動特性を同定し、設計時に推定した動特性との比較や経年後の動特性変化などの検討が行われている。しかるに、既往の構造物系動特性の同定手法の殆どは、線形系を基本とした簡易なものであり、また、履歴を有する非線形系を対象とする場合にも、推定パラメータ数や混入するノイズ等によって推定精度の低下が著しく、適用範囲が広く、取扱いが容易で、かつ対ノイズ特性の良好な同定手法の開発が望まれている。

本論文は非線形性を含む構造物系動特性を高精度で同定することが出来、かつ幅広く適用可能な手法を提案したもので、得られた成果を要約すると以下の通りである。

(1)提案手法の一つである適応フィルタ及び適宜重みづけ法では、比較的安定して高精度の同定結果が得られるとともに、推定パラメータの収束は極めて早く、短い計算時間で同定出来ることを示している。

(2)他の提案手法である状態空間表示に基づく予測誤差法では、観測データ長が短い場合においても入力条件によらず高精度の同定が出来、さらに入出力データにノイズが混入する場合にも安定して高精度の同定が可能なことを明らかにしている。

(3)この手法では、非線形復元力を線形部とその他に分割し、線形部以外を等価な外力として扱うか、または非線形復元力をすべて等価な外力として扱うことによって非線形系を等価な線形時変系に変換して同定することが出来るこことを示している。

(4)この手法を用いて強い非線形性を有する構造物系の同定を行う場合は、十分高いサンプリング周波数によるデータを用いることで同定精度を高めることが可能なことを示している。

以上のように本論文は、線形領域から強い非線形領域にわたる建築構造物系の動特性を短時間で、かつ精度良く同定するための手法を提案し、実構造物系における強震観測記録などを用いてその適用性の検証を示したもので、構造工学、特に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。