

Title	Control Strategy for Building Structures with Passive and Semi-active Viscous Dampers
Author(s)	畑田, 朋彦
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42752
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	畑 田 朋 彦
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15674 号
学位授与年月日	平成12年7月31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	Control Strategy for Building Structures with Passive and Semi-active Viscous Dampers (パッシブ及びセミアクティブ粘性ダンパーを用いた建築構造物の制震方法に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 井上 豊 (副査) 教授 橘 英三郎 教授 大野 義照 助教授 馬場 研介

論文内容の要旨

本論文は、大地震時の建築構造物の安全性を向上させることを目的として、パッシブ及びセミアクティブ粘性ダンパーを用いた制震方法について提示したものであり、6章から構成されている。

第1章では、本研究の背景及び目的について述べ、本論文の構成についてまとめている。

第2章では、パッシブ及びセミアクティブ粘性ダンパーを用いた制震システムの構成と、それを実現する制震装置概要及び建築構造物への設置法について述べ、装置が非線形 Maxwell 型モデルで表現されることを示している。

第3章では、Maxwell 型モデルを含む構造物系の時間領域における動的応答解析法を提案している。まず、離散時間系において Maxwell 型モデルを一つの要素として2階常微分方程式で表現される系の運動方程式に組み込むことで数値解析法を定式化し、次に、その数値安定性及び精度について理論的に検討している。そして、実高層建物における数値シミュレーションにより、提案する数値解析法が実用的観点から有効であることを示している。

第4章では、パッシブ粘性ダンパーの効果を建物の構造設計プロセスに組み込む手法を提案している。まず、定常状態における1自由度系の動特性を等価線形化法を用いて検討し、その物理特性が等価減衰定数で評価されることを示している。その効果を、構造設計プロセスに付加減衰定数として導入し、更にその影響を適切に考慮した等価静的解析法を提案している。そして、26階建て高層建物の実設計例により、提案する構造設計プロセスの妥当性を検証している。その結果、パッシブ粘性ダンパーを適用することにより、地震に対するより高い安全性と構造設計の効率化を実現できることを示している。

第5章では、セミアクティブ粘性ダンパーの物理的拘束条件を考慮した制御則を提案している。まず、リアプノフの安定性理論の考え方を導入して制御問題を扱い、装置の物理的拘束条件を直接考慮した上で最適性と安定性を常に保持する一般解の形式で制御則を定式化している。次に、定常状態における1自由度系の履歴特性より、本制御則により得られる装置の減衰力は、装置性能をフルに活用し、その物理的拘束条件下において系の振動エネルギーを最大消費する非線形減衰力として解釈できることを示している。更に、その制御効果を等価減衰定数として定量的に評価し、装置をセミアクティブモードで用いることによりパッシブモードの約1.5倍の付加減衰定数を得られることを示している。そして、建物モデルによる数値シミュレーションより、本制御則が外乱レベルに依存しない安定した制御効果を与えることを示し、大地震時においても高い制御効率を確保できることを検証している。

第6章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

近年、地震時における建築構造物の安全性を向上させるために、構造物内に制震デバイスを設置して、パッシブ型制震及びアクティブ型制震を行う技術開発が進められて来ている。しかしながら、通常のアクティブ型制震技術では、デバイスを含む制御システムの容量、能力などからその適用は中小地震時に限定されており、大地震時に有効で信頼性の高いセミアクティブ制震の技術が注目を集めている。本論文は、粘性ダンパーを用いたパッシブ制震及びセミアクティブ制震を建築構造物に適用する手法について述べたもので、得られた成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 粘性ダンパーの力学的特性が Maxwell 型モデルで表現されることを示すとともに、これを組み込んだ構造物系の運動方程式の数値解析法について定式化を行い、実建築物の地震応答解析によってその有効性を検証している。
- (2) パッシブ制震デバイスとしての粘性ダンパーを建築物の構造設計プロセスに組み込む手法として、等価粘性減衰によって評価できることを示し、これを実高層建築物の設計例に用いることによって手法の妥当性と建築物の地震応答抑制効果を具体的に明らかにしている。
- (3) 粘性ダンパーの変位オリフィスによるセミアクティブ制御について、物理的制約条件下での最適性と安定性を保持する制御則の定式化を示し、この制御システムによる構造物系モデルを用いたセミアクティブ制御の時刻歴解析から、パッシブ制御時を大きく上回る制震効果の得られることを明らかにしている。

以上のように本論文は、パッシブ及びセミアクティブ粘性ダンパーを用いた建築構造物の制震の方法を提案し、実構造物におけるその適用性の検証を示したもので、構造工学、耐震工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。