

## — 博士論文要約 —

# Seesaw Energy Dissipation System Using Velocity-Dependent Dampers for Vibration Control of Structures

(速度依存ダンパーを用いたシーソー制振システムに関する研究)

氏名 : KANG, Jaedo (姜 在道)

指導教員 : 森 保宏 教授

近年地震被害が多発しており、都市構造物の被害を軽減させる手法の開発が重要となっている。柱や梁などの主要構造部材の塑性変形（塑性ヒンジ）により地震エネルギーを吸収する従来の耐震構造では、大地震後に復旧や建て替え工事のための多額な費用が必要となる。一方、制振構造とすることで、建築物に配置した制振ダンパーに地震エネルギーを集中的に吸収させることによって、建築物全体の地震時の応答を低減させ、建物の主要構造部材の損傷を回避しつつ建築物の安全性を確保することができる。

従来の一般的な制振構造では、ダンパーの変形量が制振装置を設置する層の層間変位と同等かそれ以下となるため、制振装置の性能が十分発揮できないことが指摘されている。さらに、制振装置を設置する場合には、圧縮力に耐えることが必要となり、必要な材料の量が増えるという問題もある。

本論文では、速度依存ダンパーを用いた増幅制振システムを提案している。制振ダンパーの変形を増幅させるシーソーにより、ダンパーの変位量、延いては、ダンパーが吸収できるエネルギーが大きくなり、制振効果を高めることができる。また、取り付け部材に圧縮力が作用しない構造にできるため、座屈に対する配慮が不要となり、安価なロッドやケーブルを使用することができる。また、複数層にわたるブレースを用いることで制振装置の設置数を少なくできる。この利点は前述した問題点を解決するキーの一つである。本論文は以下に7章から構成されている。

第1章は序論であり、制振システムに関する既往の研究を整理し、本研究の背景、目的を明らかにし、本論文の構成を示している。

第2章では、速度依存ダンパーを用いたシーソー制振システムについて述べている。提案した制振システムは地震動を伝達するブレース部、速度依存型ダンパーを伸縮させるシーソー機構部、エネルギー吸収するダンパー部で構成される。提案した制振システムについて理論的検討を行い、層の変位（速度）とダンパー変位（速度）の関係を表す増幅係数、層の水平力とダンパー力の関係を表すシーソーシステム係数を提案し、数値解析により増幅特性を明らかにしている。さらに、速度依存ダンパー（粘弾性ダンパー、粘性ダンパー、オイルダンパー）は複雑な特性を持ち、かつシーソー制振システムの特性により解析モデ

ルが複雑になることから、簡易な力学モデルを提案し、数値解析によりこのモデルの妥当性を明らかにしている。その力学モデルを用いることにより本システムを用いた構造物の動的特性の把握や簡易地震応答解析ができることを述べている。

第 3 章では、粘性ダンパーを用いたシーソー制振システムの縮小モデルを用いた自由振動実験を行い、本システムの効果および本システムのパラメタが制振効果に及ぼす影響を明らかにしている。また、実験結果から求めた固有周期と減衰定数及び簡易力学モデルを用いた理論値との比較検討により、簡易力学モデルの精度および妥当性を示している。

第 4 章では、粘性ダンパーを用いたシーソー制振システムの縮小モデルを用いた振動台実験を行い、ランダム外乱に対する本システムの効果を明らかにしている。また、弾性地震応答解析の結果及び実験の結果との比較検討により、地震解析に用いたモデルの精度および妥当性を示している。

第 5 章では、速度依存ダンパーを用いたシーソー制振システムを実際の多層構造物に適用した場合の効果を把握するため、様々な骨組モデルを対象に、多様な配置方法で地震応答解析を行い、構造物の損傷度を表す尺度である最大層間変形角の低減効果を明らかにしている。このような解析結果から、本システムは従来型制振システムより高い制振効果を持っていることを示している。また、複数層にわたるブレースを用いることで制振装置の設置数を少なくできるが、その制振効果を確認している。

第 6 章では、粘性ダンパーを用いたシーソー制振システムを用いた多層構造物の簡易応答評価法を提案し、その精度と適用性を検討、その評価誤差の統計的性質を確認している。この簡易応答評価法を用いることで、簡便に本システムを用いた構造物の確率的性能を評価することができる。

第 7 章は結論であり、本研究で得られた新しい知見をまとめるとともに、今後の課題をまとめている。