



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	硬化型復元力特性と慣性質量ダンパーを組み合わせた変位抑制型免震構造に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	射場, 淳
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16347号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95033
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	IBA_Jun_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 射場 淳

審査担当者 主 査 教 授 菊地 優
副 査 教 授 岡崎 太一郎
副 査 准教授 高井 伸雄

学位論文題名

硬化型復元力特性と慣性質量ダンパーを組み合わせた変位抑制型免震構造に関する研究
(Seismic Isolation System with Quasi-Zero Stiffness and Tuned Inerter Damper)

近年、大振幅地震動をはじめ、内陸直下型地震に特有の長周期パルス地震動によって設計想定範囲を超える応答を示す免震建物が確認されるなど、様々な特性を有する地震動に対する免震構造の対応が求められている。本論文は、多様な地震動入力に対して所定の免震クリアランス範囲内に応答変位を抑えつつ、従来の免震建物と同等な応答加速度低減効果を有する次世代の高機能免震構造を提案し、理論・加振試験・解析の観点からその有用性を確認したものである。ここで述べられている提案システムとは、従来の免震建物に硬化型復元力特性と慣性質量ダンパーを組み合わせたシステム(以下、SQT モデル)である。

第1章「序論」では、研究背景として、近年予測される南海トラフ地震等によって免震建物の極限事象の発生が指摘されるなど切迫した状況であることを概説し、問題点の抽出を行っている。続いて、研究目的、提案システムについて述べられており、既往の研究として擁壁衝突、硬化型復元力特性、慣性質量に関する研究、および本論文に至るまでの研究についてまとめている。ここから、本研究の主題である、従来の免震建物に硬化型復元力特性と慣性質量ダンパーを組み合わせることの必要性について概略を示している。

第2章「硬化型復元力特性と慣性質量を組み合わせた免震構造」では、従来の免震建物に硬化型復元力特性と慣性質量を組み合わせたシステム(以下、SQI モデル)について、理論・加振試験・解析の観点から分析しており、第3章で扱う本論文の提案システムである SQT モデルへの足掛かりとしている。理論では、周波数応答曲線を代数方程式の形で提示することで基本特性の把握を行っており、加振試験から理論式の妥当性を確認するとともに地震波加振に対する応答評価を行っている。また、加振結果と時刻歴応答解析結果を比較することで SQI モデルに対する時刻歴応答解析の妥当性を確認している。

第3章「硬化型復元力特性と慣性質量ダンパーを組み合わせた免震構造」では、SQI モデルにおいて、硬化型復元力特性を備えることで発生する非線形現象により応答変位・加速度の劣化および慣性質量を免震層に直に挿入することによる高振動成分の入力に対する応答加速度の劣化を改善すべく SQT モデルを提案し、理論・加振試験・解析の観点から分析している。理論では、第2章と同様に周波数応答曲線を代数方程式の形で示しており、加えて、提案システムにおける慣性質量ダンパーの最適設計式を提案している。加振試験から理論式の妥当性を示し、地震波加振に対する有用性を確認するとともに、時刻歴応答解析結果と比較することで、SQT モデルに対する時刻歴応答解析の妥当性を示している。一連の分析から SQT モデルが定常加振および地震波加振に対して応答変位と

応答加速度の両方の低減を実現できていると結論付けている。

第4章「地震応答解析による建物モデルを用いた提案システムの有効性の確認」では、解析により SQT モデルを建物モデルとして再現することで多質点モデルを対象とした地震波加振の時刻歴応答解析を実施し、従来の免震建物モデルとの応答比較から SQT モデルの有用性を検証している。解析結果より、従来の免震建物では擁壁衝突を引き起こす長周期地震動に対して SQT モデルは硬化型復元力特性による変位抑制効果および慣性質量ダンパーを組み合わせることによる応答加速度の低減効果を確認している。中小地震を想定した入力には SQT モデルが従来の免震建物として機能し、擁壁衝突を引き起こすような巨大地震かつ長周期の地震動には擁壁との衝突を回避できることを確認している。上述の SQT モデルの応答特性は中層モデルのみならず高層モデルにおいても確認できおり、これらの解析結果から、SQT モデルが様々な特性を有する地震動に対して応答変位と応答加速度の観点から有効であると結論付けている。

第5章「まとめ」では、本論文の成果をまとめ、今後の課題と展望について述べている。

これを要するに、本論文は、従来の免震建物に硬化型復元力特性と慣性質量ダンパーを組み合わせた次世代の高機能免震構造を提案している。この提案システムを、理論・加振試験・解析の観点から分析することで、その有用性を明らかにしており、建築構造学および耐震工学に対して貢献するところ大なるものがある。よって、著者は北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。