



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the characteristics and response control effects of a seismic mass damper system utilizing scrap tire pads [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	PARK, Ji Hyun
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15371号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89577
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Park_Jihyun_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 PARK Ji Hyun

審査担当者 主査 准教授 白井 和貴
副査 教授 岡崎 太一郎
副査 教授 蟹江 俊仁

学位論文題名

Study on the characteristics and response control effects of a seismic mass damper system
utilizing scrap tire pads

(スクラップタイヤパッドを利用した地震用マスダンパーシステムの特性と応答制御効果
に関する研究)

近年、環境負荷の低減と持続可能社会の実現に資する方法として、廃材を建築構造材として利用する試みがなされている。例えば、使用済みタイヤから製作されたスクラップタイヤパッド (STP) を用いた地震用免震構造システムが提案され検討が行われている。ただし、自由振動試験を除いて STP の動的荷重実験は実施されておらず、荷重の振幅・速度・面圧依存性を含む多様なパラメータに対する STP の動的力学挙動は明らかにされていなかった。本研究では、STP を用いた建築構造物の地震用マスダンパー (SMD) システムを着想する。しかし、STP を使用した SMD システムに関する研究はこれまでに行われておらず、その地震応答制御効果は未解明であった。

本論文の研究目的は、STP を使用した SMD システムによる建物の地震応答低減効果を明らかにすることである。これを達成するため、次の個別目的を設定し検討を実施した。(1) 加力実験による水平および鉛直荷重下における STP の力学的挙動の把握、(2) STP の水平剛性と減衰特性に関する性能分析、(3) 地震応答解析による STP を用いた SMD システムの制御効果の評価。本研究では、STP ユニット試験体を用いた載荷実験を行うことで STP の力学特性を把握するとともに、地震応答シミュレーションにより SMD システムの有効性を評価した。

本論文は全 6 章から構成されている。

第 1 章では、STP を使用した SMD システムに関する研究背景を説明するとともに、本研究の目的や概要について述べている。

第 2 章では、STP を使用した SMD システムの概要を説明し、その基本構成と利点を説明している。また、SMD システムを建物に適用するために必要なタイヤの推定数量を概

算している。SMD システムは、地震時にマスダンパー効果を発揮するために、建物主架構上部の制振層に必要数の STP ユニットの配置することで構築される。STP ユニットの構造は、自動車用ラジアルタイヤのトレッド部分を切断し複数層に積層して製作される。STP は、SMD システムに必要となる水平ばね要素、水平ダンパー要素、および支承として機能する。SMD システムは、地震動を受ける建物の最大応答を低減し損傷・被害を軽減する効果が期待される。

第 3 章では、STP の力学的特性を実験的に分析している。実験では、走行距離と製造業者の異なるタイヤから 4 体の STP ユニットの試験体を製作し、動的および静的载荷により水平方向・鉛直方向の力学特性を調査した。試験結果から、周波数・振幅・面圧・サイクル数などの载荷条件に対する依存性を評価した。各 STP 試験体は、これらのパラメータへの依存性に関して概ね類似した傾向を示したが、タイヤの使用状況や製造業者によって若干の違いがみられた。また、実験結果から、各 STP ユニットの試験体が単独でもある程度のエネルギー消費性能を発揮することが示された。

第 4 章では、簡略化した線形モデルの地震応答解析を行い、STP を用いた SMD システムの基本特性について調査している。数値 2 自由度系モデルを使用して、SMD システムを備えた振動モデルの地震応答をシミュレートした。数値解析の結果、SMD システムによる制振効果が示された。

第 5 章では、STP を用いた SMD システムの性能を、非線形・多層の建物モデルを使用した数値解析によって評価している。解析モデルは、鉄筋コンクリート造 6 階建ておよび鉄骨鉄筋コンクリート造 10 階建ての 2 つの建物設計例を参考に作成し、地盤と構造物の動的相互作用の影響を考慮した。地震応答シミュレーションは、SMD システムの有無をパラメータとして実施した。解析結果から、制御モデルの上部構造の最大応答が非制御モデルと比較して減少することが示された。また、地震動を受け主架構の損傷と塑性化が進展し等価剛性が低下することを考慮して、マスダンパー層の水平剛性と減衰係数を主架構弾性時に対応する場合よりも小さく設定することで、地震応答制御効果を向上できることを示した。

第 6 章では、本研究の結論を示すとともに、今後の課題について述べている。

これを要するに、本論文は、STP を用いた SMD システムを対象として、その力学的特性と地震応答制御効果を実験的および解析的に明らかにし、その有効性を示している。これらの知見は、環境負荷が低く持続可能社会の実現に資する建物耐震性能向上技術の構築、および構造工学と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。