

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Performance-degradation prediction of nonlinear viscous dampers installed in high-rise buildings under long-period ground motions
著者(和文)	劉錫媛
Author(English)	LIU Xiyuan
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第398号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 大樹,石原 直,西村 康志郎,吉敷 祥一,山崎 義弘
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第398号, Conferred date:2025/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		LIU Xiyuan	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	佐藤 大樹		准教授	審査員	山崎 義弘	准教授
	審査員	石原 直		教授			
		西村 康志郎		教授			
		吉敷 祥一		教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Performance-degradation prediction of nonlinear viscous dampers installed in high-rise buildings under long-period ground motions」と題し、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、まず、主要な制振部材のひとつである粘性ダンパーは、速度に対して冪乗となる非線形の減衰力を発揮するという基本的な特性を説明している。次に、長周期・長時間地震動によって、超高層建物内に設置された粘性ダンパーが長時間繰返し変形を受けた場合、振動時のエネルギーが粘性体の熱エネルギーに変換されるため、粘性ダンパー内に封入された粘性体の温度上昇による粘性の低下によってダンパーの性能が低下し、制振建物の地震応答が増大する可能性があることを問題点として指摘している。設計時には粘性ダンパーの性能低下による応答増大を考慮する必要があるが、時刻歴解析による試行錯誤的な設計のみでは、検討するパラメータが多くなり設計が収斂しない恐れがあるため、時刻歴解析によらないダンパーの性能低下予測手法も必要であることを述べている。以上を踏まえ、本論文の目的は、超高層建物に設置した粘性ダンパーの地震応答時における性能低下を予測する手法の提案であるとしている。

第 2 章「Simple method for evaluating the temperature change of a full-scale viscous damper under long-period ground motions」では、実大の粘性ダンパーに長時間の地震応答波を入力した実速度の動的加振実験を実施し、エネルギー吸収および温度上昇に伴うダンパーの性能低下について検討している。実験のパラメータは、動的加振波形、粘性ダンパーの初期温度および周辺温度である。実験結果より、実験パラメータが異なる場合においても、粘性ダンパーによる吸収エネルギーに基づき、粘性ダンパーの性能低下を予測できることを示している。さらに、様々な振動数と振幅を有する地震応答波を一つの振動数と振幅のみで表現できる正弦波（置換正弦波）での動的加振実験も実施し、置換正弦波を用いることで、地震応答時における温度上昇やダンパーの性能低下を再現できることを確認しており、粘性ダンパーにおける置換正弦波による簡易実験手法の有効性を示している。

第 3 章「Characteristic of viscous dampers considering the damper-ambience temperature difference」では、長周期地震動により粘性ダンパーの温度が上昇した状態で余震が発生することが想定されるために、粘性ダンパーの温度と周辺温度が大きく異なる実験条件を設定し、動的加振実験により性能低下の違いについて検討している。実験結果より、ダンパーと周辺温度の温度差がダンパーの性能低下の違いに与える影響は小さく、第 2 章と同様に、粘性ダンパーで吸収したエネルギーにより、ダンパーの性能低下を予測できることを示している。また時刻歴応答解析用の粘性ダンパーの数値解析モデルを用いた数値シミュレーションにより、実験での性能低下を高精度に再現できることを確認している。

第 4 章「The seismic response considering performance degradation of viscous damper」では、建物、地震動、ダンパーサイズ、設計目標（最大層間変形角）をパラメータとし、粘性ダンパーの性能低下を考慮できる数値解析モデルを組込んだ部材レベルの建物モデルにおける時刻歴応答解析により、超高層建物内に設置されたダンパーの性能低下が地震応答に与える影響について検討している。多くの数値実験により、粘性ダンパーの性能低下による建物の応答増大はパラメータの影響により異なることを示している。

第 5 章「Performance-degradation prediction of nonlinear viscous damper subjected to long-period ground motion」では、地震時における建物内に設置された粘性ダンパーの吸収エネルギーの分担率について、時刻歴解析を用いずに予測できる手法を提案している。これは既往の予測手法に粘性ダンパーの非線形性やダンパーに直列に接続されているバネの影響も考慮した手法であり、時刻歴解析を行うことなしに粘性ダンパーによる吸収エネルギーの分担率を高精度に再現できていることを、多数の数値実験との比較により確認している。

第 6 章「Conclusions」では、各章で得られた知見と今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は超高層建物に設置された粘性ダンパーが長周期地震動による多数回の繰返し変形を受けた場合の性能低下とそれによる建物の地震応答の増大を明らかにするとともに、ダンパーの性能低下を予測できる手法を提案しており、建築構造工学の分野における学術的な価値は高く、博士（学術）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東京科学大学リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。