

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Simple model for tall buildings with frequency-dependent viscoelastic damper in wind-resistant design
著者(和文)	CHANGTing-Wei
Author(English)	Ting-Wei Chang
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12940号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 大樹,山中 浩明,盛川 仁,石原 直,山崎 義弘
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12940号, Conferred date:2024/9/20, 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	CHANG Ting-Wei	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	佐藤 大樹	准教授	山崎 義弘	准教授
	審査員	山中 浩明	教授		
		盛川 仁	教授		
石原 直		教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Simple model for tall buildings with frequency-dependent viscoelastic damper in wind-resistant design」と題し、以下の7章から構成されている。

第1章「Introduction」では、粘弾性 (VE) ダンパーの性能 (剛性や粘性) が振動数によって変化するため、VE ダンパーを建物に比べて低い振動数成分が卓越する風応答の制振に用いる場合には、VE ダンパーおよびダンパーを設置した建物の応答特性の変化を考慮することが必要であることを述べている。さらに、耐風設計では、風応答において1次モードが支配的であること、および弾性設計が基本であることから設計対象建物の周期や減衰を一定値として設定している、単純な1質点モデル (Simple model) を前提としていることを述べている。その上で、本論文の目的は、VE ダンパーを有する超高層建物の振動数依存性を考慮した耐風設計のための Simple model を提案することであると述べている。

第2章「Understanding Frequency Dependency of VE-damped Systems: Fractional Derivative and Integer Derivative Models」では、VE ダンパーの振動数依存性のモデル化の違いを理解することを目的として、本論文で対象とする粘弾性ダンパーの振動数依存性を最も高精度に再現できる分数微分モデル (FD モデル) と、ダッシュポットとスプリングを組み合わせた整数微分モデル (ID モデル) について、それぞれの剛性および粘性の理論式を導出している。さらに異なる振動数での正弦波入力での時刻歴応答解析を実施し、建物応答が振動数に依存することを示している。

第3章「Wind-induced Responses of Frequency Dependency of VE-damped Systems」では、VE ダンパーの振動数依存性が風応答へ与える影響を分析することを目的として、ダンパー無しでの建物固有周期、ダンパーおよびダンパーを接続するブレースのサイズをパラメータとして時刻歴風応答解析を実施している。FD モデルと共振振動数で一致するように設定した ID モデルであっても、建物周期が長くかつダンパーサイズが大きい場合に、ID モデルは FD モデルと異なる風応答となることを示している。

第4章「Prediction on Wind-induced Responses of Frequency-sensitive VE-damped Systems by Power Spectral Method」では、振動数依存性を考慮した伝達関数と風力のパワースペクトル密度 (PSD) を用いて応答の標準偏差とダンパーで吸収したエネルギーを予測する手法を提案している。予測結果と時刻歴解析結果を比較し、応答の標準偏差だけでなく VE ダンパーおよびフレームの構造減衰により吸収したエネルギーを高精度に予測できることを示している。

第5章「Using the Global Damping (GD) Model to Predict Wind-induced Responses of VE-damped Systems」では、振動数依存性を有する FD モデルを、周期と減衰が一定値である Simple model に変換したものを Global Damping model (GD モデル) と定義し、GD モデルの設定手法について述べている。ここでは FD モデルが風応答時に振動している振動数 (Zero-crossing rate) の予測手法を提案し、風力の PSD と FD モデルの情報のみで時刻歴解析を行うことなく Zero-crossing rate を予測できることを示している。さらに、Zero-crossing rate を用いて GD モデルの周期と減衰を設定することで FD モデルの風応答を精度良く再現できる GD モデルが作成できることを示している。

第6章「Design Method for VE Damper with ZR-GD model considering Frequency Dependency」では、GD モデルと日本建築学会建築物荷重指針・同解説の風荷重評価法により、風応答の目標値となるための VE ダンパーの設計方法を提案している。

第7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、本論文は振動数依存性を有する VE ダンパーを設置した超高層建物を対象として、VE ダンパーの振動数依存性が風応答に与える影響を時刻歴応答解析から明らかにするとともに、その影響を考慮でき、かつ耐風設計に利用できる Simple model を提案しており、本研究成果は建築構造学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。