

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	粘性ダンパーと履歴ダンパーを併用配置した超高層鋼構造建物の制振性能評価に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	添田幸平
Author(English)	Kohei Soeta
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12918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,松岡 昌志,石原 直,吉敷 祥一,西村 康志郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12918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)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	添田 幸平		審査員主査： Chief Examiner	佐藤 大樹 准教授	

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

超高層建物は、大地震や想定を超える地震に対しても建物の変形・損傷を低減することを目的としてパッシブ制振構造を用いることが一般的となり、①高い耐震性能の確保、②ばらつきを考慮した応答バランスの確保、③コストバランスに配慮し、履歴ダンパーと粘性ダンパーを併用した計画が見られる。特に、曲げ変形の大きい超高層制振建物に見られる中層から上層に見られる制振性能の低下を改善するために、履歴ダンパーと粘性ダンパーを高さ方向に併用配置した制振構造（併用制振建物）が提案されたが、設計手法が確立されていない。設計者は個々の建物に応じて試行錯誤的に特解を見つけているが、時刻歴応答解析のみに頼り過ぎると初期設定の見当違いにより発散に陥ることがあり、安全性・居住性の向上まで見失ってしまう恐れがある。このような状況を避けるために、ダンパーと地震応答の関係を包括的に把握できる簡易な応答予測手法を用いて概略設計を行い、その過程で得られる指標から制振性能を評価することが必要である。これらを踏まえ、本論文は、併用制振建物の性能評価法に関する研究をまとめた。

本論文は、「粘性ダンパーと履歴ダンパーを併用配置した超高層鋼構造建物の制振性能評価に関する研究」と題し、以下の7章から構成した。

第1章「序章」では、以降の内容で、研究背景、既往研究および各章の位置づけを示した。

第2章「詳細モデルによる応答特性の分析」では、一般的な超高層鋼構造建物として選定した地上30階の超高層鋼構造建物を対象として、それを部材レベルの要素で構築した詳細モデルを用いて、併用制振建物の応答特性を固有値解析および時刻歴応答解析により示した。時刻歴応答解析により、全体曲げ変形による中層から上層に見られる制振性能の低下が改善され、併用制振建物のエネルギー吸収効率が履歴ダンパーを単独で用いたときよりも高くなることを確認した。また、併用制振建物の粘性ダンパーの量を増加すると、粘性ダンパー設置層の最大層間変形角は減少し、境界層付近における変形増大を抑制できることを確認した。

第3章「静的解析に基づく簡易モデル作成手法」では、併用制振建物に対して有用な簡易モデルの作成手法を示した。併用制振建物では、粘性ダンパー単独配置と比べて粘性ダンパー設置層の実効変形比の上限値が減少することや、粘性ダンパーと履歴ダンパーの負担せん断力の位相差により全体曲げ変形が緩和されることで実効変形比が増加するといった特徴が、既往の簡易モデルの作成手法では考慮できないことを指摘した上で、既往手法に2種類の静的解析を加えた手法を提案した。様々なダンパー配置、ダンパー量および地震動に対して、提案する簡易モデルが詳細モデルの地震応答を再現できることを確認した。

第4章「等価線形化法に基づく最大応答予測法」では、併用制振建物の特性を考慮した簡易応答予測手法について示している。既往の予測法を適用するものであるが、既往の予測法の適用範囲を拡大した。地震層せん断力係数分布（Ai分布）を利用して、1質点系で展開した応答評価法を拡張し多質点系における応答を直接評価する実務向けの簡易手法であり、設計初期段階のダンパー計画時に十分有効な精度であることを確認した。

第5章「等価線形化法に基づく知覚時間予測法」では、知覚時間（地震動による建物の応答中に居住者が不安や不快を感じ続ける時間）の予測法を示した。2011年東北地方太平洋沖地震において、長周期・長時間の揺れが居住者に大きな恐怖を与え、居住者の振動感覚を最大応答で評価する従来の評価に加え、揺れの長さに着目した評価の重要性が顕在化した。本論文では、今後想定される地震動による知覚時間を事前に把握するために、時刻歴応答解析結果から得た分析結果を基に、超高層鋼構造制振建物の知覚時間を弾性1質点系による知覚時間と固有周期の関係を表した知覚時間スペクトルを用いて周期変動を評価し、知覚時間補正係数を導入し減衰変動を評価する手法を提案した。

第6章「ダンパーを併用配置した制振建物の制振性能評価」では、構造安全性の評価において重要な指標である層せん断力および変位に着目した従来の性能曲線に加え、居住性評価において重要な指標となる加速度と知覚時間を評価軸とした性能曲線を新たに提案した。これらの性能曲線を用いることで、評価指標と地震応答の関係から制振性能が可視化され、ダンパー種および配置の異なる建物同士を同一尺度で定量的に評価できることを示した。

第7章「結論」では、各章で得られた知見を総括し、本論文の結論と今後の課題について述べた。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	建築学 都市・環境学	系 コース	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	添田 幸平		審査員主査： Chief Examiner	佐藤 大樹 准教授	

要旨（英文 300 語程度）

Thesis Summary (approx.300 English Words)

In planning dampers, if time history response is relied upon significantly, there is a risk that structural planning will diverge. This will result in a reduction effect and the loss of safety and comfort. To avoid such a situation, a method for Vibration control performance evaluation is required. This paper proposes a performance evaluation method for “combination-system” (high-rise building with hysteretic dampers and viscous dampers).

Chapter 1 presents the research background, previous research, and the positioning of each chapter.

Chapter 2 presents “combination-system” provides more vibration control effect than the one type of damper system.

In addition, this paper describes the effect of the damper arrangement pattern and the amount of each damper to vibration control effect of building.

This system can absorb the seismic energy compared with the one type of damper system.

Chapter 3 proposed a method to create a shear model in “combination-system”.

In the method to create a shear model, “characteristic values” are calculated by conducting fourth static analysis of the frame (the state N, R, pN and pR).

The values obtained from the state pN and pR is important to evaluate seismic control effect of “combination-system”.

Chapter 4 presents a maximum response prediction method using SDOF elastic system for “combination-system”.

Chapter 5 proposes a perception time prediction method using SDOF elastic system for “combination-system”.

The period fluctuation is evaluated by the perception time spectrum, and the damping ratio fluctuation is evaluated by the perception time correction factor.

Chapter 6 proposes a method for vibration control performance evaluation using performance curves for “combination-system”.

The performance curve is derived through the calculation process of the prediction method.

Chapter 7 is the conclusion and the future works of this thesis.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).