

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Design method for high-rise base-isolated buildings with active control considering maximum response and maximum control force
著者(和文)	陳引力
Author(English)	Yinli Chen
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11860号, 授与年月日:2022年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 大樹,元結 正次郎,盛川 仁,大風 翼,古谷 寛
Citation(English)	Degree:Doctor (Academic), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11860号, Conferred date:2022/3/26, 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

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲 号		学位申請者氏名		陳 引力	
		氏 名	職 名		氏 名	職 名
論文審査 審査員	主査	佐藤 大樹	准教授	審査員	古谷 寛	准教授
	審査員	元結 正次郎	教授			
		盛川 仁	教授			
		大風 翼	准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Design method for high-rise base-isolated buildings with active control considering maximum response and maximum control force」と題し、以下の7章から構成されている。

第1章「Introduction」は従来のパッシブ免震と、さらなる制御性能が得られるアクティブ免震の背景を述べ、それらの応用例を紹介している。フィードバック制御を用いて構築したアクティブ免震制御系は、耐震設計と耐風設計にそれぞれ適しているフィードバックゲインを切り替えられることより、耐震設計と耐風設計のトレードオフを解決することが期待される。しかし、現状ではアクティブ免震の最大応答および最大制御力が数値シミュレーションより予測するしかなく、設計が試行錯誤的であり、非常に複雑である問題点を指摘している。この現状を受け、本論文の目的である「数値シミュレーションと試行錯誤を必要としないアクティブ免震制御系の簡易設計方法を構築すること」を本章で述べている。

第2章「Linear earthquake-resistant design」では、線形制御系の等価パッシブモデルを構築することにより、従来のパッシブ制御で広く用いられている応答スペクトルをアクティブ免震に拡張し、最大応答と制御系の設計パラメータの間の関係を陽な形で表している。また、地震波の応答スペクトルのみを用いて、最大制御力を予測するための新しい制御力スペクトルを提案している。さらに、提案した方法を用いて、設計クライテリアを満たす線形制御系の設計パラメータを試行錯誤と数値シミュレーションなしで決める簡易設計方法を構築している。

第3章「Nonlinear earthquake-resistant design」では、第2章で提案した方法を非線形アクティブ免震制御系に拡張している。具体的には、等価線形化手法を用いて免震層に設置される履歴型ダンパーを等価な線形パネと線形ダッシュポットに置き換え、2章で示した等価パッシブモデルと共通の等価線形モデルを提案、非線形制御系のための簡易耐震設計方法を構築している。

第4章「Wind-resistant design on along-wind direction」では、第2章で示した等価パッシブモデルの構築方法を多自由度系に拡張して、多自由度制御系の等価パッシブモデルを構築している。構築した等価モデルと風方向風力の平均成分を用いて、静的な釣り合いで制御系の平均応答変位の予測式を提案し、平均変位から最大変位を予測するための変位のガストファクタをアクティブ制御に拡張している。また、制御力については、平均制御力の予測式と制御力のガストファクタという新しい概念を提案している。さらに、提案した予測方法を基づき、線形制御系の風方向の簡易耐風設計方法を構築している。

第5章「Wind-resistant design on across-wind direction」では、風直交方向を対象とした設計方法を提案している。風直交方向風力は風方向と異なり、平均成分を持たないため、第4章の方法を適用できない。第5章では等価モデルの変位の伝達関数と風力のパワースペクトル密度を用いて、変位の標準偏差から最大変位を予測するためのピークファクタをアクティブ免震に拡張している。また、制御力については、制御力の伝達関数を新たに提案することにより、制御力の標準偏差の予測式を提案している。これらの提案により、最大制御力も制御力の標準偏差とピークファクタより予測することが可能になった。さらに、提案した予測方法に基づき、線形制御系の風直交方向の簡易耐風設計方法を構築している。

第6章「Switch of feedback gain」では、耐震設計と耐風設計で決めたフィードバックゲインを耐震用と耐風用に切り替える方法と注意点について述べている。また、設計で想定した外乱と異なる外乱が入力された場合の制御系の応答と制御力も示している。

第7章「Conclusion」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ている。

以上を要するに、本論文はアクティブ免震制御系の設計の複雑さを解決するために、耐震設計と耐風設計のための最大応答および最大制御力の予測方法を提案するとともに、提案した方法を用いて、制御系の最大応答および最大制御力と設計パラメータの関係を陽な形で表現し、設計パラメータを試行錯誤と数値シミュレーションを行わずに決定する簡易設計方法を構築しており、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、本論文は博士(学術)の学位論文として十分な価値があるものとして認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(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。