

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Seismic Performance and Design Procedure for Controlled Spine Frame Structures
著者(和文)	陳星辰
Author(English)	Xingchen Chen
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10647号, 授与年月日:2017年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:竹内 徹,坂田 弘安,五十嵐 規矩夫,堀田 久人,田村 修次
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10647号, Conferred date:2017/9/20, 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	陳 星辰	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	竹内 徹	教授	田村修次	准教授
	審査員	坂田弘安	教授		
		五十嵐規矩夫	教授		
	堀田久人	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本研究は「Seismic Performance and Design Procedure for Controlled Spine Frame Structures」と題し、エネルギー吸収機構付心棒架構の耐震性能および耐震設計手法について論じたもので、以下の7章より構成されている。

第一章「Introduction」では、本研究の背景について述べ、各種のセルフセンタリング機構および心棒架構に関する既往の研究を概観し、その課題を指摘している。また本研究の目的として、基部両端に履歴型エネルギー吸収部材を配した浮き上がりを伴わない心棒架構を有する実用的な構造形式を対象とし、これらの耐震性能および適用範囲、耐震設計手法についての分析を試みることを述べている。

第二章「Concepts and Seismic Performance of Controlled Spine Frames Applied in Low-rise Buildings」では、実際に建設された5階建ての心棒架構付き建物を検討対象とし、履歴型エネルギー吸収部材を各階に配した従来型のせん断配置制振構造(SD-model)、心棒架構の浮き上がりを許容し初期張力ワイヤで原点復帰機能を確保した制御型ロッキング構造(LU-model)、心棒架構の基部両端に履歴型エネルギー吸収部材を配した浮き上がりを伴わない制御型スパイン構造(NL-model)の3種に対する耐震性能を分析し、SD-modelに対し心棒架構付き構造(LU-model, NL-model)は特定層への損傷集中が緩和され、層間変形角が一様となること、また原点復帰機能を有さないNL-modelにおいても外周弾性架構により、残留変形を十分小さく制御できることを明らかにしている。特に外周架構に低剛性層がある場合にこの差は顕著となり、地震入力が増大した場合にもNL-modelは安定した耐震性能を維持することを確認している。

第三章「Simplified Dual Multi-Degree-of-Freedom Model of Controlled Spine Frame Structures」では、第二章で有効性を確認した制御型スパイン構造について、心棒架構を基部塑性曲げヒンジ付き曲げせん断要素、外周架構を梁による拘束回転バネ付き曲げ要素として組み合わせた簡便な dual multi-degree-of-freedom (DMD)モデルを提案し、解析コードを構築するとともに部材構成(MBM)モデルと比較しその精度検証を行っている。また、様々な心棒/外周架構剛性比(K_d/K_f)、制振部材/外周架構剛性比(K_d/K_f)、制振部材降伏変形角(θ_{th})を有する30層までの建物のパラメトリックスタディを行い、耐震性能を効果的に得るための K_d/K_f および K_d/K_f の範囲を明らかにしている。

第四章「Evaluation Method and Design Procedure of Controlled Spine Frames Applied in Low-rise Buildings」では、第三章で行ったパラメトリックスタディに基づき、1次振動モードを代表させた SDOF モデルによる等価線形化手法により制御型スパイン構造の応答を簡便に評価する手法を提案するとともに、その適用範囲について検証している。その結果、検討範囲に置いて20層以上の適用モデルでは2次振動モードの影響が特に心棒架構の応答部材力および外周架構の応答せん断力において顕著となり精度が悪化するが、20層以下では提案した応答評価手法が有効であることを示し、これを性能曲線として表現するとともにこれをういた構造計画手法を提示している。

第五章「Seismic Performance of Controlled Spine Frames Applied in High-rise Buildings」では、高層建物に制御型スパイン構造を適用する際の構造形式について、基部にエネルギー吸収部材を設置する Cnt-model に加えてエネルギー吸収部材位置を変化させた Prt-model、心棒架構を2分割または3分割し分割位置にエネルギー吸収部材を挿入した Sgt-model を提案し、各形式の耐震性能について論じている。その結果、Prt-model は Cnt-model に比較し性能向上が見られず、2分割 Sgt-model は2次振動モード制御により、応答低減および心棒の応答部材力を低減する効果が得られることを明らかにしている。また、3分割 Sgt-model は2分割 Sgt-model と比較し30層程度までの構造では殆ど効果が無いことを明らかにしている。

第六章「Evaluation Method and Design Procedure of Controlled Spine Frames Applied in High-rise Buildings」では、第五章で得られた知見を応用し、3次振動モードまでを考慮した応答評価手法の誘導を試みている。手法としてはモード増分解析手法(MPA)および応答スペクトル法(RSA)を使用し、それぞれ2次振動モードにおける弾塑性応答を1次振動モードの弾塑性応答に対し独立して取り扱うことにより、簡易で実用的な範囲での精度が得られる手法が誘導できることを示している。また提案した RSA において MPA より精度が向上することを確認している。

第七章「Conclusion」では、各章で得られた成果を統括して述べている。

以上を要するに、本論文は実用的な損傷制御構造である制御型スパイン架構について、各構成要素の適切な剛性比を解明するとともに、建物規模に応じた応答評価手法および設計手法を提示したものであり、工学および工業の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士(工学)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。