

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Seismic Retrofit of RC Buildings with Various Energy-dissipation Devices and Elastic Steel Frames including Effect of Composite Behavior
著者(和文)	SAINGAMPANUMAS
Author(English)	Panumas Saingam
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12115号, 授与年月日:2021年9月24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,田村 修次,西村 康志郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12115号, Conferred date:2021/9/24, 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	甲第	号	学位申請者氏名	SAINGAM Panumas		
		氏名	職名	氏名	職名	
論文審査 審査員	主査	竹内 徹	教授	審査員	西村康志郎	准教授
	審査員	坂田 弘安	教授			
		五十嵐 規矩夫	教授			
		田村 修次	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Seismic Retrofit of RC Buildings with Various Energy-dissipation Devices and Elastic Steel Frames including Effect of Composite Behavior」と題し、タイに代表される東南アジアの既存不適格鉄筋コンクリート造 (RC 造) 建築物の耐震改修法に関し様々なエネルギー吸収部材 (ダンパー) を接続架構として付加された鉄骨フレーム (SF) とともに取り付ける改修構法に焦点を当ててその効果を比較し、さらに鉄筋コンクリートフレーム (RCF) と SF との複合効果を考慮し等価線形化手法を用いた反復なしの設計法を提案するものである。

本論文は全 7 章で構成され、各章の概要は以下の通りである。

第 1 章「Introduction」では、各種のダンパーを用いた RC 造建築物の耐震補強に関する研究分野の背景、動機、既往研究調査をまとめ、本論文の目的・目標を説明している。

第 2 章「Target buildings and seismic regions」では、2014 年に発生したタイの大地震であるメーラオ地震による建物の被害状況を整理した後、提案した改修方法を適用するために、タイのチェンライ県にある RC 造 4 階建ての校舎を抽出し、次章以降の検討のためのタイの耐震設計コードに基づく検討用地震入力を設定している。

第 3 章「Composite behavior in RC buildings retrofitted using buckling-restrained braces with elastic steel frames」では、SF を取り付け要素とする座屈拘束型ブレース (BRB) を用いた改修方法に着目し、SF と RCF の複合的な挙動を検討している。アンカー要素を含む精密な数値モデルを構築し、実物大のモックアップを用いた過去の準静的繰返し荷重試験と比較することによりその妥当性を確認している。また完全複合材と部分複合材の剛性増幅率の関係から、複合材挙動の剛性寄与度を推定する近似式を提案し、これに基づくダンパー量の設定法を提案している。さらに、提案法により得られた改修設計解に対し 11 種類の地震を想定した非線形応答履歴解析 (NLRHA) を実施し検証した結果、複合材の効果を考慮することで、目標性能を達成しながら必要な BRB 強度を低減できることを示している。

第 4 章「Seismic retrofit of RC buildings with viscous dampers and elastic steel frames including effect of composite behavior」では、BRB に代わり粘性ダンパーを使用する耐震補強構法に設計法を拡張している。等価線形化を用いた最適ダンパー分布設計法を新たに提案し、複合挙動を考慮した式も示している。提案した設計手順を用いた改修設計の性能を NLRHA で検証した結果、粘性ダンパーと SF を用いた改修方法もまた、耐震性に欠ける RC 建物の耐震性能を効率的に改善できることを示している。

第 5 章「Experimental dynamic characterization of friction brace dampers and application to the seismic retrofit of RC building including effect of composite behavior」では、耐震補強設計法をさらに摩擦ダンパーを用いた場合に拡張している。まず基本特性の把握を目的に 5 種の異なる摩擦材料を用いた摩擦ダンパーの動的載荷実験を実施し、候補材料のうち焼結金属化合物を用いた摩擦材が比較的高い摩擦係数 (0.4) を有し、かつ速度依存性、温度依存性が低く安定した復元力特性を有することを見出している。また、必要な摩擦力に基づき強度に基づく最適なダンパー設計手順を提案している。さらに提案した手順を用いた改修設計を実施し、NLRHA を用いて検証している。その結果、提案した改修設計法と摩擦ダンパーもまた、目標を満足する耐震性能を効果的に向上させることができ、SF と RCF の複合挙動の効果も確認できることを示している。

第 6 章「Comparison and discussion of all retrofit dampers」では、第 3 章から第 5 章で検討した BRB、粘性ダンパー、摩擦ダンパーを用いた耐震改修法を比較し、その優劣について考察している。その結果、すべてのダンパーを用いて改修建物の耐震性能を効果的に向上させることができ、最大応答層間変形角の平均値を目標値内に制御できること、さらに RCF と SF との複合効果により各ダンパーの必要量を低減できることを示している。BRB を用いた改修では、目標値と比較して最大応答層間変形角の平均値が最も近くなること、また、BRB と摩擦ダンパーを用いた改修の前後では屋根の最大応答加速度はわずかな差しか見られなかったが、粘性ダンパーを用いた改修では、いくつかのケースで顕著な最大応答加速度の減少が見られたことなどを示している。また本章では、複合的な挙動を含む SF の効果を、SF を含まないダンパーのみ設置した場合と比較してその効果を確認している。SF を補助的に組み込むことで、ダンパーのみの改修と比較しダンパーおよび SF を用いた改修は最大応答加速度の平均値をわずかに増加させるものの、SF の付加剛性効果により特定層の損傷集中度を減少させる効果があることを示している。SF の導入によって既存 RC 柱の部材耐力余裕度が向上することも確認され、エネルギー吸収部材を追加しても元の RCF の履歴特性が変化しないという提案設計法の仮定の妥当性を証明している。

第 7 章「Conclusions」では、各章で得られた知見をまとめ、結論を述べている。

以上を要するに、本論文では東南アジアにおける典型的な既存不適格鉄筋コンクリート造建築物に対し種々のエネルギー吸収部材を用いた耐震改修構法を検討してその効果を示し、取付部材である鉄骨フレームの複合効果を有効に利用した実用的な設計法を提案した点で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。