

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	地震後の早期復旧を可能とする損傷制御型鉄筋コンクリート造壁の損傷および各種限界状態評価に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	小原拓
Author(English)	Taku Obara
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11199号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:河野 進,坂田 弘安,山田 哲,堀田 久人,西村 康志郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11199号, Conferred date:2019/3/26, 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

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	小原 拓	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	河野 進	教授	西村 康志郎	准教授
	審査員	坂田 弘安	教授		
		山田 哲	教授		
堀田 久人		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「地震後の早期復旧を可能とする損傷制御型鉄筋コンクリート造壁の損傷および各種限界状態評価に関する研究」と題し、6 章から構成されている。実験および数値解析を用いて、損傷制御型鉄筋コンクリート造壁の地震時および地震後における構造性能および損傷制御性能を明らかにし、これらの性能を数値モデルで精度よく表現できることを示すと同時に、実建物に提案する壁を設置することで、実用化が十分に可能であることを明確にしたものである。

東北地方太平洋沖地震や熊本地震による被害では耐震要素の損傷が軽微であっても非耐震要素である方立壁の損傷により建物の取り壊しを余儀なくされた事例が散見された。海外ではチリ・マウレ地震や NZ・クライストチャーチ地震で曲げ圧縮破壊をする耐震壁が確認され、国内外問わず壁の損傷制御性能や限界状態に関する定量的な把握が求められている。本論文の特徴は、方立壁および耐震壁に使用できるアンボンドプレキャストプレストレストコンクリート造壁（以下、ロッキング壁）およびエネルギー消費要素を有するロッキング壁（以下、ハイブリッド壁）の損傷度と各種限界状態を実験結果から定量化し、部材の損傷や各種限界状態を予測できる解析モデルの構築を行い、実建物での実現性を検討した点にある。論文の内容を以下に述べる。

第 1 章「序論」では、RC 壁がこれまでの地震被害から高い耐震性能を有する地震抵抗要素の一つであることを示すと同時に東北地方太平洋沖地震やチリ・マウレ地震での種々の RC 造壁の損傷や破壊が問題視されていることを研究背景として説明している。また、地震後の住機能の維持や BCP といった近年の建物に対する社会的需要から損傷度や変形性能の定量的な把握が重要視されていることから、建物に有害な損傷を低減できる損傷制御型 RC 造壁の構築が必要であることを示している。これらの背景に基づいて、研究目的を損傷制御型 RC 造壁の損傷および各種限界状態（使用限界、修復限界 I, II, 安全限界）を定量的に評価すること、また部材の損傷や各種限界状態を予測できる解析手法を構築し実建物での有効性を確認することを目的としている。

第 2 章「既往研究の紹介」では、国内外での関連研究と問題点を洗い出し、本研究目的達成に必要な課題を明確にしている。海外での関連研究を中心にロッキング壁やハイブリッド壁の構造性能を解明する実験研究や実験結果を評価するために提案されているマクロモデルや有限要素法による解析事例を紹介している。

第 3 章「ロッキング壁およびハイブリッド壁の構造性能および損傷を評価する為の実験研究」では、せん断スパン比、ダンパー量を変数とした全 6 体のロッキング壁およびハイブリッド壁の逆対称曲げせん断載荷実験から壁の構造性能および損傷制御性能を明らかにしている。全試験体で原点指向型の履歴挙動を示し、大変形時まで安定した履歴復元力特性を示すこと、また、ハイブリッド壁では小変形時から高いエネルギー消費性能を発揮し、部材変形角 1.0%まで RC 造壁より大きいエネルギー消費量を示すことを明らかにした。壁端部での圧縮ひずみと損傷度の関係を定量化し、全試験体で壁際では局所的に大きい圧縮ひずみが生じていることを示している。各種限界状態の評価では、せん断スパン比を小さくした試験体を除いて、コンクリートの圧縮損傷が要因で各種限界状態が決定することを明らかにしている。

第 4 章「ロッキング壁およびハイブリッド壁の損傷および各種限界状態を再現する為の数値解析モデルの構築」では、ロッキング壁およびハイブリッド壁の損傷および各種限界状態を予測できる解析モデルを示している。実験で得られた損傷度と壁端部の圧縮ひずみの関係を解析モデルでのコンクリートの応力-ひずみ関係に反映することで、荷重-変形角関係のみならず PC 鋼材の軸伸び量、エネルギー消費量、壁端部の圧縮ひずみ、残留変形角を高い精度で追跡している。また、壁の損傷および各種限界状態の再現を行い、各種限界状態の決定要因は実験と同じ結果となり、適切に評価できることを示している。各種限界状態到達時変形角に対しても概ね修復限界 II

まで実験結果を再現している。

第5章「ロックンク壁およびハイブリッド壁を導入した多層建物モデルの力学的特性と壁の損傷および各種限界状態評価」では、1×2 スパンの実大5層RC造建物モデルを想定し、架構内に配置した方立壁にロックンク壁、RC造壁を適用した場合の建物全体の荷重－変形角関係や層間変形角分布を比較している。方立壁の挙動では、モーメント－回転角関係および軸力変動に関する検討を行い、損傷および各種限界状態を評価している。方立壁は、従来は軸力がほぼ0と仮定して設計されているが、解析では変形が大きくなるにつれて下層階の軸力が増大し、0.3程度の軸力比が入力されることを示している。ロックンク壁の損傷制御性能は架構内においても発揮されており、各種限界状態の決定要因はコンクリートの圧縮損傷であることを明らかにしている。

第6章「結論」では、各章の研究成果をまとめ本研究で得られた知見を示している。

損傷制御型鉄筋コンクリート造壁の損傷および各種限界状態評価に関する小原拓氏の研究は、安全性に加えて機能維持性能を建物に付加し、これらの構造性能を評価する方法を示した点で建築構造学分野において大きな意義を有しており、博士（工学）を授与するにふさわしい内容となっていることを確認した。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」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。