

学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	HIDALGO TOXQUI JUAN PABLO
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲第17号
学位授与年月日	2016年 3月 24日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学府・専攻名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学位論文題目	Proposal for the design of reinforced concrete columns that carry high axial force developing ductile behavior
論文審査委員	主査 横浜国立大学 教授 田才 晃 横浜国立大学 教授 椿 龍哉 横浜国立大学 准教授 河端 昌也 横浜国立大学 准教授 松本 由香 横浜国立大学 准教授 杉本 訓祥 東京大学 准教授 楠 浩一

論文及び審査結果の要旨

第一章「INTRODUCTION」では、研究の背景として、世界各地で発生する地震被害について述べている。特に、日本において、1923年関東大震災や南海地震(1946)、十勝沖地震(1968)、兵庫県南部地震(1995)、東日本大震災(2011)など、多くの被害を発生させた地震が挙げられている。地震の構造物への影響や被害について包括的に述べるとともに、特に、本研究で対象とする鉄筋コンクリート（RC）造柱部材の被害について概括している。柱部材の被害の代表的なものとして、曲げ破壊・せん断破壊のほか、付着破壊、および高軸力により主筋の座屈を伴う圧縮破壊について述べている。さらに、具体的な地震被害の検証事例を取り上げ、地震時の転倒モーメントにより生じた過大な圧縮軸力が柱の崩壊の要因となることについて述べ、本研究対象の課題について示している。すなわち、高圧縮軸力を受ける RC 造柱の靱性を確保するための設計手法を提示することが本研究の目的であること、また、研究手法として、具体的に部材実験を行うだけでなく、既往の実験データを収集して得たデータベースを活用していることを述べている。

第二章「LITERATURE REVIEW」では、RC 柱の耐震設計に関する日本の基準・指針類を取り上げ、高軸力を受ける柱の設計について述べている。ひとつは、建築基準法に基づく柱の設計方針であり、「建築物の構造関係技術基準解説書」を取り上げている。ここでは、軸力の大きいほど RC 柱に期待できる靱性能が低下していくことを紹介している。一方、日本建築学会より提案されている「鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準（案）」についても取り上げ、この中で、前述の文献を超える高軸力でも靱性を確保できるとする設計条件について解説している。さらに、収集した既往実験データベースの分析により、規準（案）が提案する設計条件の最低条件に近い実験データが乏しく、本研究で行う検証の必要性を示している。すなわち、せん断余裕度や配筋量の複数の変動因子が必要最小限に設定した部材実験による検証の必要性を述べている。

第三章「EVALUATION OF AIJ PROPOSAL」では、前章で紹介した日本建築学会の規準（案）に基づいて設計した4体の RC 柱部材の静的載荷実験について述べている。規準（案）が提示する2段階の設計軸力に合わせた2体と、2段階のうちの高軸力を設計軸力とした同一試験体2体に対して、軸力の違いの影響を比較する計4体を計画している。載荷は、地震時の応力を想定した変動軸力とし、最大でコンクリート圧縮強度の2/3程度まで載荷している。実験の結果は、いずれも限界変形角2.5%以上有しており、靱性能が確保できていることは確認されたものの、1体は圧縮軸力に耐えられず崩壊し、他の2体は曲げ降伏後のせん断破壊を生じ、いずれも急激な耐力低下を伴う激しい破壊性状を示したことを述べている。

第四章「DATABASE OF DUCTILITY BEHAVIOR OF RC COLUMNS」では、設計クライテリアを検証するために、前章で述べた実験を含め、既往の RC 部材実験データを収集して構築したデータベースについて述べている。1979年以降に発表された論文から RC 柱部材に関するもの計376体分を収集している。特に、曲げまたはせん断破壊したもので、荷重～変形角関係を確認できることが必要である。CAD を利用して荷重～変形角関係をデジタルデータとして取得するとともに、荷重～変形角関係上で降伏時、最大耐力時、および終局時を定義し、各荷重および変形角データを収集し、第二章で紹介した規準（案）との適合性を検証し、整合性が不十分であることを示している。

第五章「PROPOSAL FOR THE DESIGN OF RC COLUMNS」では、収集したデータベースを用いた分析の結果から、曲げまたはせん断の破壊モードを判別してせん断破壊を防止するとともに、限界変形角 2.5%以上の高靱性を確保するための手法について提示している。破壊モードの判別にあたり、せん断および曲げ耐力の評価手法を再検証し、より精度の高い手法を示している。また、高靱性を確保するための条件について、規準（案）で提示されているせん断補強量およびコンクリート強度と軸力比の相関だけでなく、主筋量とせん断スパン比を因子としてさらに加えることでより信頼性の高い判別が可能であることを示し、高軸力下で靱性を確保するための手法を提案している。

第六章「CONCLUSIONS」では、本論文の結論をまとめている。すなわち、実験およびデータベース分析の結果得られた、軸力を受ける RC 柱の高靱性を確保するための手法として、せん断破壊を防止するための判別法（せん断耐力余裕度の評価手法）および靱性を確保するための判別法、すなわちせん断補強量、主筋量、コンクリート強度およびせん断スパン比を変数として、軸力比との相関に基づき判別が可能であることを、示している。

以上のように、本論文は、地震時に大きな軸力が作用する鉄筋コンクリート柱を対象として、高靱性を確保するための設計クライテリアを提示することを目的として、部材実験および多数の既往実験データを用いた分析を行っている。靱性を確保するための設計手法に資する本研究成果は、RC 柱の構造設計に大きく貢献するといえる。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有すると認められる。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。