



Title	せん断補強筋のない既存RC外柱梁接合部の袖壁補強法に関する研究
Author(s)	李, 曰兵
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52135
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 （ 李 日 兵 ）

論文題名

せん断補強筋のない既存RC外柱梁接合部の袖壁補強法に関する研究

論文内容の要旨

本論文は「せん断補強筋のない既存RC外柱梁接合部の袖壁補強法に関する研究」と題し、せん断補強筋が配筋されていない柱梁接合部を有する既存鉄筋コンクリート造（以下RC）建物を対象とする耐震補強法の開発を主たる目的とする実験的、理論的研究である。本論文は全7章から構成されている。

第1章「序論」では、本研究の背景、目的と研究対象建物を示した。また、せん断補強筋がない外柱梁接合部の耐震性能評価および耐震補強法開発に関連する過去の研究を抜粋してまとめた。さらに、現在、日本で採用されている柱梁接合部の耐震設計法を日本建築学会の設計指針を引用して示すとともに、最新の研究で明らかになりつつある曲げモーメントに対する抵抗機構についても紹介した。

第2章「外柱梁接合部の部分架構実験法の開発」では、長スパン梁が接続する外柱梁接合部を部分的に模擬し、且つ、その部分架構が実建物の応力状態を模擬できる実験法を開発した。本実験法を検証するために、研究対象建物の外柱梁接合部を部分的に模擬する鉄骨造試験体を製作し、提案した実験法で載荷実験を行った。部分架構の実験結果と実建物を想定した理論計算の整合を確認することで本実験法の妥当性を示した。

第3章「せん断補強筋のないRC外柱梁接合部の耐震性能評価」では、研究対象建物の外柱梁接合部を模擬する試験体を2体製作し、柱軸力の有無をパラメータとする静的繰り返し載荷実験を実施した。研究対象の実地震被害状況と同様に、両試験体の損傷は接合部に集中し、梁と柱の主筋は降伏せず、接合部降伏先行型の破壊性状を示した。柱に軸力を導入した試験体の最大耐力は柱軸力を導入しない試験体より1割程度高かったが、両試験体は総じて同様の破壊経過を示した。両試験体の耐力を日本建築学会の接合部のせん断終局強度式より評価した結果、試験体の最大耐力（両試験体の平均値）は計算値の8割以下であり、既往のせん断終局強度式よりせん断補強筋がない外柱梁接合部の耐力を適切に評価できないことを確認した。そこで、接合部の変形挙動を詳細に分析した結果、接合部の耐力は曲げモーメントに対して上限に達したと判断した。

第4章「鋼製デバイスによる補強法の提案と検証」では、第3章の実験結果に基づいて、接合部の入隅ひび割れを抑制して接合部性能を向上する補強概念を提案した。鋼製デバイスを用いた検証実験を通して、梁が曲げ降伏機構を形成することを示し、提案した補強概念の実現可能性を実証した。

第5章「袖壁増設による補強法の提案と検証」では、外柱梁接合部の実用的な袖壁増設補強法を提案し、補強の有無および補強量（梁の上下層または下層）をパラメータとする検証実験を行った。無補強試験体では接合部降伏先行型の破壊形式となった。連層補強試験体では、梁降伏が先行し損傷は梁端部に集中し、接合部破壊が抑制された。下層補強試験体では、袖壁が圧縮側となる負載荷時、連層補強試験体と同様に梁降伏機構を形成した。一方、袖壁が引張側となる正載荷時、接合部耐力は向上したが最終的に接合部破壊した。また、増設袖壁と既存梁の境界における挙動を分析した結果、圧縮側袖壁、引張側袖壁から既存梁にそれぞれ圧縮力、引張力の作用があることを確認した。

第6章「袖壁増設による接合部補強機構」では、袖壁から既存梁に作用する圧縮力と引張力を考慮した接合部の補強機構を力学的に説明し、接合部破壊の防止条件を示した。また、第5章の袖壁補強試験体の実験結果に基づいて、提案した補強機構の妥当性を確認した。さらに将来の実用化を念頭に、外柱梁接合部を袖壁増設により耐震補強するための設計プロセスを示した。

第7章「結論」では本研究全体を総括し、今後の課題を示した。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (李 日 兵)			
論文審査担当者	(職) 氏 名		
	主 査	准教授	真田 靖士
	副 査	教 授	倉本 洋
	副 査	教 授	宮本 裕司
	副 査	教 授	多田 元英

論文審査の結果の要旨

本論文は諸外国の鉄筋コンクリート造（以下，ＲＣ）建物の典型的な地震被害形態である，柱梁架構の接合部破壊に焦点を当て，とくに建物の層崩壊の原因となり得る外柱梁接合部を対象に，その破壊機構の解明，耐震補強法の開発に取り組んだ一連の研究をとりまとめたものである．論文は全 7 章から構成され，第 1 章では研究の背景や本研究に関連する既往の研究，並びに，本研究で参照する実在した地震被災建物が紹介されている．第 2 章では，本研究で外柱梁接合部の地震挙動や耐震性能を実験的に評価するために不可欠となる実験方法が提案，検証されている．第 3 章では研究対象建物のせん断補強筋のない外柱梁接合部を模擬する 75 %縮尺の試験体が設計，製作され，構造実験を通して，接合部破壊に至る地震挙動や接合部破壊時の耐震性能が明らかにされている．第 4 章では第 3 章で明らかとなった外柱梁接合部の地震挙動に基づいて，接合部破壊を抑制し，接合部の耐震性能を合理的に向上するための補強概念が提案されている．鋼製補強デバイスを試作，適用したパイロット試験により，提案された補強概念の有効性，すなわち接合部破壊が抑制され，梁降伏機構の形成により耐震性能を向上できることが示されている．第 5 章では実用的な外柱梁接合部の耐震補強法としてＲＣ袖壁を増設する方法が提案され，補強の有無をパラメータとする検証実験を通して，補強時の地震挙動や補強による耐震性能の向上が確認されている．第 6 章では第 5 章で得られた実験結果に基づいて，袖壁補強が接合部破壊を抑制する力学的な機構について分析している．第 7 章では以上の研究成果を総括するとともに今後の研究課題がまとめられている．

本論文では世界各地の地震災害におけるＲＣ建物の典型的な破壊形式の一つである柱梁接合部破壊を対象に，その実用的な耐震補強法が提案され，構造実験を通して有効性が検証されている．この種の破壊形式を呈するＲＣ建物は発展途上国を中心として世界各地に無数に潜在すると考えられており，その実用的な耐震補強法の開発が待たれている．しかし，柱梁接合部は文字通り柱と梁あるいは床スラブが三次元的に接合される部位であり，ＲＣ建物の耐震性能を確保する上で極めて重要な部位であるが，その構造的な複雑さ故に耐震補強を施すことが困難であり，実用的な耐震補強法が確立されていない．本研究はこうした柱梁接合部，とくに建物の崩壊を防止する上で極めて重要な外柱梁接合部を対象に，実用的な耐震補強法を開発することを研究目的に掲げ，適切な研究段階を踏まえて，研究目的を達成している．特筆すべき研究成果は，（１）外柱梁接合部の実用的な耐震補強法を提案するため，接合部の地震挙動や耐震性能に関する世界最先端の既往の知見を踏まえて，せん断補強筋のない外柱梁接合部の詳細な地震挙動，耐震性能を構造実験により明らかにした点，（２）上記を含む本研究で実施する実験において，実大に近い試験体を採用するため梁長さを短縮する部分架構による実験方法を提案するとともに，梁端に付加モーメントを作用することで実建物の挙動を精度よく再現できることを実証した点，（３）上記（１）の実験結果を踏まえて，接合部の柱と梁の入隅部に生じるひび割れ幅の拡幅を抑制することで，接合部破壊を抑制する既往の研究にはない独創的な耐震補強概念を提案した点，（４）提案した補強概念に基づいて，発展途上国でも実用可能な耐震補強法としてＲＣ袖壁を増設する方法を提案するとともに，耐震補強の有無をパラメータとする試験体の構造実験を通してその実現性を検証した点，（５）

上記の実験結果に基づいて、耐震補強の力学的な機構を解明し、耐震補強設計法を構築するための基礎的な設計条件式を提案し、実験結果との比較を通してその妥当性を実証した点、である。

以上のように、本研究で開発された耐震補強技術は、信頼性、実用性が高く、接合部にせん断補強筋がなく接合部破壊するRC建物の脆弱な崩壊を抑制し、耐震性能を合理的に改善するための基礎技術となる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認められる。