

氏 名	ガク 岳	イ 偉
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)	
学 位 記 番 号	工 博 第 2463 号	
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日	
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当	
研 究 科 ・ 専 攻	工 学 研 究 科 建 築 学 専 攻	
学 位 論 文 題 目	プレストレストコンクリート柱梁接合部の耐震性能向上に関する研究	

論文調査委員 (主 査) 教 授 渡 邊 史 夫 教 授 宮 川 豊 章 教 授 田 中 仁 史

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、プレストレストコンクリート構造（以下 PC と略記）骨組の外柱梁接合部の耐震性能に及ぼす、PC 鋼材種別、PC 鋼材定着板位置、導入プレストレス力及びコンクリート強度の影響を実験的及び解析的に明らかにしたもので、7 章よりなる。

第 1 章は序論であり、研究の目的及び背景が述べられている。

第 2 章では、本論文に使用される専門用語を説明し、柱梁接合部に関する既往の研究、日本、ニュージーランド及び米国 3 国の設計法及び設計基準、PC 柱梁接合部の力学特性に関する現在までの知見及び柱梁接合部強度に影響を及ぼす要因及び解明すべき問題点が纏められている。

第 3 章では、PC 柱梁接合部の力学的性状に及ぼす PC 鋼材種別の影響を調べるために、PC 丸鋼、異形 PC 鋼棒およびストランド（鋼撚り線）をそれぞれに対する付着特性に関する材料実験、及び、これらの異なった PC 鋼材 3 種類を用いた PC 外柱梁接合部試験体に対する静的漸増繰返し載荷実験が行われた。付着実験の結果、異形 PC 鋼棒、ストランド、PC 丸鋼の順に付着強度が小さくなるが、PC 外柱梁接合部の履歴復元力特性に及ぼす影響は殆ど無いことを明らかにした。

第 4 章では、PC 外柱梁接合部の力学性状に及ぼす鋼材定着位置の影響を調べるための 2 シリーズの実験的研究が行われた。シリーズ 1 では、PC 鋼材定着板位置（柱梁接合部外柱面定着と接合部中央定着）と導入プレストレス力をパラメータとして、4 体のト型外部柱梁接合部試験体を用いた正負繰返し載荷実験が行われた。また、シリーズ 2 では、曲げ強度がほぼ同一となるように断面設計された PC 造から RC 造までの梁及び RC 柱からなるト型外柱梁接合部試験体 7 体の正負繰返し載荷実験が行われた。得られた結論は以下の通りである。

1. ト字型 PC 外柱梁接合部では、定着位置を接合部の外側に設置した場合に最も良い力学的特性が得られる。定着位置が柱梁接合部内の内部に入ると、接合部せん断強度の低下、履歴復元力特性の劣化及び接合部ひび割れ荷重の低下が生じる。
2. 定着部が接合部の中央部に配置された場合には、定着位置を接合部の外側に設置した場合に比べ約 9～13%の接合部せん断強度の低下、接合部コンクリートの顕著な損傷及び履歴復元力特性の逆 S 化が生じ、耐震上良好な履歴復元力特性を得るためには、定着部は少なくとも接合部柱幅の 3/4 以上内部に設置すべきである。

第 5 章では、PC 鋼材の接合部への定着位置の違いによる接合部内応力分布、破壊性状の違いについて、第 4 章に述べた載荷実験結果に詳細な分析が加えられている。得られた結論は以下の通りである。

1. 3 次元有限要素法解析により、接合部内のプレストレス力導入時と載荷時の引張主応力度分布、圧縮主応力度分布及びプレストレス力方向の圧縮応力度分布を求めた結果、定着位置が浅い場合には接合部せん断ひび割れ発生を抑制する有効コンクリートプレストレスが低下することを明らかにした。また、この結果を用いて接合部側面にせん断ひび割れが発生するときの入力せん断力を求める手法を提案し、実験結果とのよい適合を得た。

2. PC 外柱梁接合部のせん断強度算定には、接合部入力最大水平せん断力が指標とならないことを示し、梁から接合部に入力する曲げモーメントを等価な応力中心距離で除して得られる等価引張力（仮定の鉄筋張力）で等価接合部入力水平せん断力を与える手法を新たに提案した。この、等価接合部入力水平せん断力を用いれば、従来提案されている鉄筋コンクリート柱梁接合部せん断強度式を用いて、良好な精度で PC 外柱梁接合部のせん断強度が得られることを、実験結果との比較によって示した。

第6章では、PC 造 L 字型柱梁接合部の力学性状を把握するために、L 字型 PC 柱梁接合部を対象にして、3 体の試験体を作製し、繰り返し載荷実験により、最大耐力、変形能力及びせん断ひび割れ発生性状などの力学挙動を考察した。得られた結論は以下の通りである。

1. 慣用の180度フックによる柱軸鉄筋定着法に比べ、柱軸鉄筋を連続させた U 字定着の方が接合部耐力及び変形性能共に勝っている。
2. 第5章で提案した接合部せん断強度式を用いる場合、日本建築学会の提案する L 字型接合部に対する強度低減係数の見直しが必要である。
3. L 字型接合部の力学的特性改善のために接合部上部から落とし込んで配置された逆 U 字型筋（かんざし筋）の効果は殆ど無い。

第7章は結論であり、本研究で得られた成果を総括し、今後の研究課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、プレストレストコンクリート構造（以下 PC 造と略記）骨組の外柱梁接合部の力学的性状に及ぼす、PC 鋼材種別、PC 鋼材定着板位置、導入プレストレス力及びコンクリート強度の影響を実験的及び解析的に明らかにしたもので、PC 柱梁接合部の耐震性能向上に関わる、柱梁接合部せん断ひび割れ強度式及び接合部強度式を新たに提案している。得られた主たる成果は以下の通りである。

1. ト字型 PC 柱梁接合部の力学的性状に及ぼす PC 鋼材種別の影響を調べるために、PC 丸鋼、異形 PC 鋼棒およびストランド（鋼撚り線）をそれぞれ用いた PC 外柱梁接合部試験体 4 体を作製し、静的漸増繰返し載荷実験を行った。その結果、柱梁接合部内での付着性状の違いは接合部の力学的性状に殆ど影響を与えないことを明らかにした。
2. ト字型 PC 外柱梁接合部の力学性状に及ぼす鋼材定着位置の影響を調べるための実験が行われ、定着位置が、柱梁接合部内の内部に入ると、接合部せん断強度の低下、履歴復元力特性の劣化及び接合部ひび割れ荷重の低下が生じ、中央部の場合には、9～13%の接合部せん断強度の低下、接合部コンクリートの顕著な損傷及び履歴復元力特性の逆 S 化が生じることを明らかにした。
3. 上記実験に用いた試験体に 3 次元有限要素法解析を適用し、プレストレス力導入時と載荷時の接合部コンクリート引張主応力の分布、圧縮主応力及びプレストレス力方向の圧縮応力の分布求めた。この結果と、実験で計測された接合部パネルに入力する PC 鋼材及び普通鉄筋からのせん断力に基づいて、接合部せん断ひび割れ荷重算定法を新たに提案した。
4. PC 外柱梁接合部のせん断強度算定には、接合部入力最大水平せん断力が指標とならないことを示し、梁から接合部に入力する曲げモーメントと等価な応力中心距離を用いて算定される等価接合部入力せん断力を用いて接合部せん断強度式を誘導し、実験結果との良い適合性を得た。
5. L 字型 PC 柱梁接合部の載荷実験を実施し、柱軸鉄筋の U 字定着の有効性を実証した。又、日本建築学会の提案する L 字型接合部に対する強度低減係数の見直しが必要であることを示した。

以上述べたように、本論文は、プレストレストコンクリート骨組の外柱梁接合部のせん断強度及び履歴復元力特性等を各種パラメーターの下で明らかにしたもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成17年1月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。