

## 学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	清原 俊彦
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博乙第481号
学位授与年月日	2023年3月23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2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	鉄筋コンクリート造建築物の梁主筋への機械式定着工法の適用拡大に関する研究
論文審査委員	主査 横浜国立大学 准教授 杉本 訓祥 横浜国立大学 名誉教授 田才 晃 横浜国立大学 教授 佐土原 聡 横浜国立大学 教授 松本 由香 横浜国立大学 教授 河端 昌也 横浜国立大学 准教授 石田 孝徳

## 論文及び審査結果の要旨

第1章「研究の目的と背景」では、本研究の背景と目的について述べている。柱と梁の交差部（柱梁接合部）や主筋定着部周辺では、防止すべき破壊形式として、定着部のコンクリートが破壊し主筋が抜け出す破壊や、理想的な梁曲げ降伏前に柱梁接合部が脆性的に破壊する場合があります。これらに対する基規準類の設計式を概観している。一方、主筋の定着方法として、従来の折曲げ定着に対し、つばのついたナットを用いた機械式定着は合理化施工に大きく貢献するが、材料や部位について適用範囲が限られていることを述べている。これらの現状に対して、ト形柱梁接合部（外部に面した柱と梁からなる接合部で、材料範囲に制限）やL形接合部（最上階の柱と梁からなる接合部で、原則的に適用範囲外）で適用範囲を拡大するための設計式の改善や、適切な補強設計手法の提案を研究目的としていることを述べている。

第2章「ト形柱梁接合部における機械式定着耐力の算定法」では、鉄筋コンクリート構造の主筋端部に機械式定着工法を用いた場合の破壊形式のひとつである「側方割裂破壊」の耐力算定方法の改良について述べている。既往実験データを収集、分析した結果から、この破壊形式に対する従来の設計式（NewRC式）に、破壊に影響を及ぼす定着長さと梁応力中心距離の影響を考慮するための係数を新たに加えるとともに、コンクリート強度や接合部フープの影響に関する係数に修正を加えている。提案手法は、既往の設計式より評価精度が向上していることを示している。

第3章「高強度材料を用いたト形柱梁接合部における梁主筋の機械式定着の適用」では、鉄筋コンクリート構造の梁主筋を機械式定着した場合の柱梁接合部の危険な破壊を防止するための設計について述べている。通常は、接合部に取り付く梁部材の曲げ降伏を先行させ、接合部の破壊を防止しなければならないが、日本建築学会では、せん断設計手法と接合部曲げ降伏を防止する手法が指針や規準に示されている。本論では、それらの適用範囲（コンクリート設計基準強度は21～60MPa、主筋鋼種はSD295～SD490）拡大のための検討を行っている。コンクリート設計基準強度45～120MPa、および主筋鋼種USD685を用いた部材実験データに対する評価精度を検証し、高強度材料を用いた場合の精度低下を踏まえて、余裕度を確保するための低減係数を提案している。なお、本研究はメーカーとの共同研究で行われており、本提案手法はメーカーの設計指針（第三者機関による評価を取得している）に採用されている。

第4章「最上階L形柱梁接合部における梁主筋への機械式定着の適用」では、鉄筋コンクリート構造の梁主筋の機械式定着を最上階L形柱梁接合部に適用する方法について述べている。従来は、梁上端主筋を下に折り曲げて柱主筋とラップする部位である。梁主筋を機械式定着した場合、補強不十分な場合には、梁主筋定着端からコーン状の破壊が起きる。それを防止するため、柱を梁上部に突出させる（形状Ⅱ）、梁上端主筋より上側で柱主筋を定着するとともに柱主筋を拘束するフープ配筋とする（外周だけでなく各主筋を中子筋で拘束）（形状Ⅲ）、さらに梁定着端を拘束する補強筋を巻き付けたもの（形状Ⅳ）の3種類の方法が効果的であることを実

験データの分析から示している。これらの形状の必要補強筋量を検定する方法を提案し、既往の実験データと良く整合することを示している。

第5章「実用性の検証」では、第2章から第4章までに提案された設計方法が実建物に適用可能かどうかを検証している。現行法の下で最近設計された建築物の部位を対象に、本研究で提案する手法を適用した場合に、どの程度の補強量になるかを確認している。複数の建物の複数箇所（ト形接合部とL形接合部）に、提案手法を適用し、現実的に施工可能な補強量となることを確認している。従来の折り曲げ定着で柱と直交2方向の梁の主筋が錯綜する接合部が、機械式定着とすることで簡素化され、二段筋の定着長さを長くとることができるメリットも明らかにされた。

第6章「結論」では、本研究で得られた成果を取りまとめるとともに、今後の課題について述べている。今後の課題として、ピロティ階の柱頂部の張り出し部分や、幅広扁平梁と柱の交差部の外側梁主筋定着部のように、建築物の多様化により生まれる部位への適用性の検討を挙げている。本研究の成果は、自由度拡大への対応可能性があるといえる。

以上のように、本研究は、柱梁接合部を模擬した試験体による構造実験データを数多く収集することで、ト形接合部における既往の強度評価式を修正し、適用範囲を拡大するとともに、これまで適用外とされている部位（L形接合部の梁主筋定着）においても適用可能とするための補強方法と設計方法（配筋決定方法）を提案するものである。実用的かつ合理的な分析は高いレベルの研究であるとともに、実務貢献度が大きい成果といえる。

なお、iThenticateを用いて博士論文全文の剽窃チェックを行ったところ、剽窃が行われていないと判断できる結果であった。ほとんどが、研究論文として慣例的な表現や専門用語が一致することであったほか、本人や共著の論文が該当していたのみであったことから、剽窃に関わる問題は無いと判断した。

#### （試験の結果の要旨）

令和5年1月23日午後6時より、建築学棟1階大会議室にて審査委員出席のもとで、清原俊彦氏の博士論文公聴会を開催し、学位論文についての口頭発表および質疑応答が行われた。その後、同日午後7時半より、同室にて審査委員会を開催し、厳正な審査の結果、審査委員全員一致で、本論文が博士（工学）の学位論文として十分な内容を有していると判断し、合格と判定した。公聴会における質疑応答の内容から、学位論文を中心として関連分野の科目について、博士（工学）の学位を得るにふさわしい学力を有すると判定した。

外国語の学力に関しては、審査付き公表論文のうち2編を英語で執筆し、国際会議のポスターセッションで発表していることから、十分な学力を有すると判定した。

学位取得に必要な对外発表論文に該当するのは以下の4編（いずれも査読有）である。

- 1) 清原俊彦, 田才晃, 杉本訓祥: 鉄筋コンクリート造最上階外部柱・梁接合部の配筋詳細に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 44, No. 2, pp. 463-468, 2022
- 2) T. Kiyohara, A. Tasai, K. Sugimoto: A Study on Bar Arrangement Details of RC L-Shaped Beam Column Joints, 17th WCEE, 2020
- 3) 清原俊彦, 高橋文美, 楠浩一, 田才晃: 最上階 L 形柱梁接合部に機械式定着を用いる場合の構造方法に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 31, No. 2, pp. 361-366, 2009
- 4) T. KIYOHARA, S. KATO, A. TASAI: EVALUATION OF ANCHORAGE STRENGTH OF BEAM MAIN BARS ANCHORED MECHANICALLY IN R/C EXTERIOR BEAM-COLUMN JOINT, 13th WCEE, 2004

以上により、最終審査は合格であると判定した。なお、iThenticateを用いて博士論文全文の剽窃チェックを行ったところ、剽窃が行われていないと判断できる結果であった。ほとんどが、研究論文として慣例的な表現や専門用語が一致することであったほか、本人や共著の論文が該当していたのみであったことから、剽窃に関わる問題は無いと判断した。

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。