

審査の結果の要旨

氏 名 田尻 清太郎

本論文は、鉄筋コンクリート柱梁接合部に適用される新しいマクロエレメントを用いた鉄筋コンクリート弾塑性骨組解析法に関するものであり、次の8章から構成されている。

第1章「序論」では、鉄筋コンクリート材料の高強度、柱梁部材の断面の縮小化といった近年の傾向から、鉄筋コンクリート造建物においては、柱梁接合部が耐震安全性を確保する上で構造的弱点になりつつあること、弾塑性骨組解析に適用できる鉄筋コンクリート柱梁接合部の弾塑性挙動を考慮できる精度の高い理論的なモデルが存在しないことを指摘し、本研究のテーマである鉄筋コンクリート造建築物の弾塑性解析に適用可能な柱梁接合部の弾塑性マクロエレメントの開発を目的とした経緯について述べている。

第2章「既往の研究」では、鉄筋コンクリート造建築物の耐震設計における柱梁接合部の既存の設計法と、地震力を受ける柱梁接合部の弾塑性挙動を追跡する既往の解析モデルをレビューし、それらの分類を試み、骨組要素の交差部に柱梁接合部の変形を表すバネを組み込みモデル化する方法、接合部パネルのせん断変形と接合部パネルからの主筋の抜け出し変形を表す要素を組み合わせモデル化する方法、有限要素法の考え方を導入する方法等があるが、耐震設計にはまだ使われてはいないことを示した。

第3章「マクロエレメントの構成」では、鉄筋コンクリート平面柱梁接合部の弾塑性繰返し挙動を表す柱梁接合部エレメントを、4節点12自由度を有する弾塑性要素と定義し、それらを構成する要素として、コンクリートバネ、鉄筋バネ、付着バネの配置、およびそれらのバネの構成則の仮定について述べている。これにより、マクロエレメントを弾塑性平面骨組解析に組み込み、繰返し地震力を受けるモーメント抵抗骨組の応答解析において、柱梁接合部のせん断変形や主筋の抜け出し変形を精確に考慮することが可能となる。

第4章「マクロエレメントを用いた解析法」では、マクロエレメントを構成するばねの間の適合条件と釣り合い条件を用い、内部自由度を消去することによるマクロエレメントの 12×12 要素の瞬間剛性マトリクスを導出する具体的な方法を示し、さらに、柱梁接合部を含む、平面部分骨組の繰返し弾塑性骨組解析を、変位制御により行うための非線形解法として、スケーリング係数を用いた弧長法を導入し、耐力低下時の数値計算上の問題を解決するためのアルゴリズムを示して、提案するマクロエレメントを用いる弾塑性解析の解法のアルゴリズムについて明確にしている。

第5章「十字型柱梁接合部への適用」では、第3章において示された柱梁接合部のマクロエレメントと第4章において示された解析方法を適用して、既往の十字型柱梁接合部試験体5体の解析を行い提案モデルの妥当性の検討を行っている。接合部破壊、梁曲げ降伏後の接合部破壊、梁曲げ降伏破壊の各破壊モードを示した試験体の例について、具体的なモデルの適用方法を示すとともに、弾塑性解析の結果を示し、提案モデルを用いることに

より、破壊モードに対応した復元力特性、各部変形割合の特徴を良好に追跡できることを示している。ただし、接合部破壊の耐力の絶対値を正確に評価するためには、コンクリートや主筋の付着の復元力特性の設定に関して検討の余地があることが示された。

第6章「ト字型柱梁接合部への適用」では、同じ柱梁接合部エレメントを用い既往のト字型柱梁接合部の試験体2体の解析を行い、第5章と同様に提案モデルの妥当性の検討を行っている。ト字型柱梁接合部においても十字型接合部と同様に、破壊モードに対応した復元力特性、各部変形割合の特徴を良好に追跡できることを示した。

第7章「L字型柱梁接合部への適用」では、提案した柱梁接合部エレメントを用いて既往のL字型柱梁接合部の試験体2体の解析を行い第5章と同様に、提案モデルの妥当性の検討を行っている。L字型柱梁接合部においては、耐力については良好な対応が得られるが、急激な耐力低下や復元力特性のループ形状については良い対応が得られず、モデルの修正など更なる検討の余地があることが示された。

第8章「まとめ」では、本研究で提案した柱梁接合部エレメントと解析結果と実験結果の比較について総括するとともに、今後の課題に関して取り纏めている。

このように、本研究は、新しいマクロエレメントとそれを用いた弾塑性骨組解析法を提案しており、構造工学に新たな知見を加えたことは明白である。また、柱梁接合部の設計が鉄筋コンクリート造建物の弾塑性地震応答へ及ぼす影響を解析的に検討する道を開くなど、将来の発展性もあり、かつ、建築物の耐震安全性能の確保が重要な我が国にとって極めて有用な研究であり、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。