

審査の結果の要旨

氏名 朴 哲 敏

本論文は、以下の7章から構成される。

第1章「序論」においては、柱梁接合部で破壊が起こる建物の地震応答特性の把握が必要とされる背景として、鉄筋コンクリート造柱梁接合部の破壊によって建物が全体崩壊あるいは部分崩壊に至った地震被害事例を挙げ、柱梁接合部の性能を考慮した耐震診断法や性能評価型の耐震設計法が必要であるものとし、そのために本論文では、鉄筋コンクリート造骨組構造の地震応答解析に適用できる柱梁接合部の弾塑性解析モデルの開発を目的とすることとしている。

第2章「既往の研究」においては、柱梁接合部の弾塑性モデル、柱梁接合部のせん断変形角の定義、柱梁接合部の力学性能に与える諸設計因子の影響に関する実験的・解析的な研究、および、柱梁接合部を考慮した動的地震応答解析に関する既往の研究を概観している。既往の骨組解析に用いられる柱梁接合部の考慮の手法の多くが接合部のせん断破壊と梁主筋の付着すべりを独立したものとしており、田尻らが初めて開発した柱梁接合部のマクロエレメント以外では、それらの相関関係は考慮しておらず適応できないことを指摘して、本研究ではそのマクロエレメントの基本な考え方を採用することとしている。

第3章「柱梁接合部のマクロエレメント」では、鉄筋コンクリート造柱梁接合部の弾塑性モデルであるマクロエレメントの定式化について説明し、本研究で行う数値解析手法の実装における仮定条件、適合条件、釣合条件、構成方程式、柱梁接合部における不釣合い力の解除方法、動的地震応答解析法の Newmark- β 法と Predictor-Corrector アルゴリズムなどについて述べている。さらに、マクロエレメントの構成要素であるコンクリート、鉄筋、付着バネを表す一軸ばねの応力歪の荷重変形関係および履歴モデルの設定について説明している。

第4章「マクロエレメントの適用性」においては、梁と柱の反曲点から取り出した同一形状・同一材料で製作された3体の十字形柱接合部を、十字型・ト字型・L字型接合部の境界条件で加力した平面柱梁接合部の部分架構実験を、本マクロエレメントを適用した変位制御の繰り返し漸増振幅解析によって模擬し、解析結果を実験結果と比較して、いずれの境界条件についても、柱梁接合部の実験で得られる荷重変形関係や履歴ループ形状をよく追跡することができることを確かめている。その上で、付着ばねの支配領域の設定、付着強度、横補強

筋および梁主筋のテンションスティフニング、柱・梁の塑性ヒンジ長さ、接合部のコンクリート強度等をパラメータとして、感度解析を行っている。

第5章「柱梁接合部の破壊条件に関するパラメトリックスタディ」では、本マクロエレメントを用いた一方向漸増載荷解析によって、十字型の柱梁接合部の強度や破壊モードに及ぼす柱・梁主筋量等の諸設計因子の相互作用について検討している。設計因子としては、柱梁曲げ耐力比、梁断面の力学的鉄筋比、梁の主筋間距離、梁主筋の付着強度、柱軸力、接合部パネルのアスペクト比、柱梁幅比、スパン比、接合部横補強筋比について、柱梁接合部の力学性能に与える影響について検討し、柱梁曲げ耐力比が高いほど接合部の破壊が抑制され、梁断面の力学的鉄筋比が高いほど、接合部の破壊が起こりやすいこと、梁の多段配筋により主筋間距離が小さくなり、接合部が破壊しやすくなるとしている。

第6章「柱梁接合部の変形が骨組の地震応答特性に与える影響」では、本マクロエレメントを用いたキ字型骨組の静的漸増載荷解析と動的地震応答解析を行い、柱梁接合部の弾塑性変形が骨組の応答特性に与える影響を検討する数値解析が実施できることを示した。また、柱梁接合部の破壊と骨組の崩壊の関係について検討して、柱梁曲げ耐力比は骨組の崩壊機構と密接な関係があり、柱梁曲げ耐力比を大きくしても、柱主筋と接合部内主筋が降伏するようになり、柱梁曲げ耐力比をおおむね1.3以上にすると、骨組の接合部に損傷が入るものの、全体的に梁に損傷が集中することが示された。また、柱梁曲げ耐力比が小さい場合や、梁断面のせいが低く、梁断面の幅を広くした場合にも、柱梁接合部の損傷が増大し骨組の層崩壊する可能性が高くなり、横補強筋比が骨組の応答特性に与える影響はそれらと比較して小さいことが示された。

第7章「結論」では、本論文で得られた成果と論文全体の結論を述べ、今後の課題と展望について述べている。

このように、本論文は、鉄筋コンクリート骨組の弾塑性地震応答解析に柱梁接合部の弾塑性挙動を考慮するための解析モデルとしてマクロエレメントを採用し、その適用性について詳細に検討し、モデルの信頼性についての多角的な検討を行うとともに、部分架構レベルにおける柱梁接合部の破壊条件と骨組レベルにおける柱梁接合部の破壊と崩壊機構の関係について検討して、架構の性能に及ぼす影響を明らかにしている。これらの解析モデルの開発と、架構性能に及ぼす多角的でパラメトリックな検討は、柱梁接合部の性能を考慮した耐震診断法や性能評価型の耐震設計法の確立に欠かせないものであり、耐震工学の進歩に大きく貢献している。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。