

審査の結果の要旨

氏名 杉本 訓 祥

本論文は、鉄筋コンクリート造骨組の耐震設計上重要な構造要素である柱・梁などの線状部材の弾性時から破壊時に至る非線形復元力特性の実用的な評価法とひびわれ幅を指標とした損傷度評価法に関するものであり、次の全十一章により構成されている。

第一章「序論」では、研究の目的と研究の背景が示されている。合理的な鉄筋コンクリート造建物の耐震設計や耐震性能評価のためには、建物の構成要素である部材の非線形性を考慮した精確な構造解析が必要であり、柱や梁などの線状部材であって曲げ降伏するように設計されていたとしても、鉄筋量や材料強度の組み合わせによってはせん断変形成分が大きくなる部材が存在するので、せん断変形成分を無視することは必ずしも適切な仮定ではなく、これらを反映した解析手法が必要であるという背景について述べ、本論文では、特に鉄筋コンクリート造の柱・梁部材のせん断変形成分に関する復元力特性とひび割れ幅の評価に着目して、理論的で簡略かつ実用的な構造解析モデルを提案することを目的とするものとしている。

第二章「既往の研究」では、鉄筋コンクリート造部材の非線形せん断復元力特性の評価に関する各種の解析モデルに関する既往の研究について概観している。

第三章「鉄筋コンクリート平板のせん断剛性に関する等価線形化解法」では、鉄筋コンクリート造平板の面内せん断力に対する非線形復元力特性に関する構成方程式の数値解を、近似的に得るための実用的な手法として、復元力特性上の割線剛性を求める手法、すなわち、等価線形化解法による復元力特性評価法の基本原理を導き、既往の平板実験結果との適合性を検討し実験結果と対応することを確認している。

第四章「鉄筋コンクリート造柱部材の静的実験」、第五章「鉄筋コンクリート造梁部材の静的実験」、および第六章「超高強度コンクリートを用いた鉄筋コンクリート柱部材の静的実験」では、著者が実施した線部材の静的載荷実験の概要と実験結果について詳しく述べている。

第七章「鉄筋コンクリート造柱梁部材のせん断力-せん断変形関係における等価線形化解法」では、第三章の等価線形化解法を線材である柱・梁部材に適用する手法を提案している。線材においては、部材の割線剛性評価にあたり、部材を材軸方向に5つの領域に分割し適用することとしている。また、それぞれの領域において、(a) 曲げ降伏時、(b) せん断終局耐力時、(c) 曲げ降伏後の曲げ終局点のせん断剛性、(d) せん断終局耐力後の限界変形点などのそれぞれの特性点について、その時のせん断変形と復元力を推定することとし、その際に仮定する、主筋の降伏・非降伏、せん断補強筋の降伏・非降伏、断面の幅方向の影響を考慮するためのルールを仮定とし

て定義している。これらの仮定に基づいて等価線形化解法を適用した場合の推定精度について、第四章から第六章までに述べた部材実験結果と詳細に比較して本評価法の妥当性を確認している。

第八章「評価手法の精度検証」では、第四章に述べた実験により得られた詳細データを対象とし、これに加えて評価手法の詳細検討のために有限要素法による詳細解析を行い、提案した手法による計算結果は、実験結果とよく対応しているのみならず、剛性導出の過程で導かれる部材軸方向および部材軸と直交する方向の歪度の進展状況に関する仮定が測定結果とよく対応していることを示している。また、部材を分割して領域ごとに特性を評価する手法の妥当性も確認している。

第九章「せん断ひび割れ幅評価への拡張」では、第七章において提案した部材の等価線形化解法に基づき、割線剛性評価の過程から導かれる主引張方向歪度を用いて、せん断ひびわれ幅を推定する手法を提案し、第四章から第六章に示した部材実験の結果と比較して、提案手法の評価精度の検証を行っている。

第十章「提案手法の耐震性能評価への適用」では、部材の復元力特性評価法ならびにひびわれ幅評価法を非線形骨組解析プログラムに組み込んで地震力を受ける鉄筋コンクリート造建物を構成する部材の損傷度を推定する例を示して、建物の損傷度分布や損傷の総量などの諸量の評価が、本論文の手法により実用的な計算で可能となることを示した。

第十一章「結論」では、本研究で提案した成果を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、新しく、線部材のせん断変形を含む非線形復元力特性の理論的かつ実用的なモデル化手法を提示しており、鉄筋コンクリート造建物の耐震設計の高度化に役立つ新たな手法を提案できたことは明白である。また、この手法が、実験結果と比較して十分な精度を有していることが確かめられ、かつ、設計への適用が十分実用的な範囲で可能なことを実証しており、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。