

## 論文の内容の要旨

論文題目 鉄筋コンクリート柱の耐力劣化型モデルに関する研究

氏名 金 裕 錫

(本人提出のものがあればそちらを使ってください)

本研究は、地震動を受ける鉄筋コンクリート柱の降伏後塑性化に伴う耐力劣化および破壊過程を評価しうる部材モデルの開発を主な目的とする。変形で定義される建物の耐震性能の評価は耐震設計において主なキーワードになっており、数多くの実験的、解析的研究が行われている。以前の研究に比べ、これらの研究は部材の降伏後の挙動を重視し、降伏後から耐力劣化を経て破壊に至るまでの過程説明が重要な目的の一つである。特に、せん断補強筋が少ない柱はもとよりせん断補強筋が十分な曲げ降伏型であっても大変形域では破壊に至る前にせん断補強筋の降伏、コンクリートの2軸応力の影響、軸一曲げ-せん断の複雑な応力状態により耐力低下が生じており、その耐力劣化はせん断補強筋量や軸力によって主に左右されるのが既往の実験的研究から確認されてきた。したがって耐力劣化メカニズムの解明を目的とする解析的研究においてはせん断補強筋効果のモデル化が重要な課題である。

本提案モデルの特徴は平面応力-平面歪関係に基づいて引張歪によるコンクリートの軟化効果やせん断補強筋による拘束効果をコンクリートの構成則を通じて考慮していることと、部材軸直交方向でのコンクリート応力とせん断補強筋応力の釣り合い仮定に基づいてせん断補強筋効果をモデル化していることである。

一方、建物のデザイン的な要求や使用目的によって古い建物に限らず、高さ方向あるいは平面的に耐震要素の偏在している建物では、塑性域での応答変形の集中により、柱部材には静的な設計法では予測できない大きな変形が生じる可能性がある。したがって、地震時の偏心建物の弾性および弾塑性領域に関するねじれ応答性状の把握に基づいて不整形建物で集中する応答変形を十分な精度で予測する手法に関する研究は重要な研究課題である。

上記の構造部材を対象とする研究や不利な耐震性能を持つ構造システムを対象とする研究の終局的目的は、建物の大地震に対する第一義的な基本性能である安全性すなわち人命保護であり、建物の崩壊メカニズムの把握を通じて既存建物の適切な補強方法の提案とともに簡便で経済的である耐震補強材料や施工法の開発はいずれも重要な研究課題である。

以上の背景に基づいて以下の目的をもつ振動破壊実験を行った。

- 1) 1970年代の設計法によるせん断補強筋の少ない柱の破壊過程説明
- 2) 構造部材の平面的偏在による弾塑性ねじれ応答性状の把握
- 3) 上記構造的脆弱点の改善できる補強方法 (SRF 補強法) の有効性検証

以上の解析的および実験的研究の成果に関する内容を要約すると以下のとおりである。

#### 振動実験結果

構造部材の偏在（ピロティ構面，耐震壁構面）により生じるねじれ応答性状を各構面の水平変位応答やせん断力の負担率の比較から示すとともに補強試験体と無補強試験体の比較から SRF 補強方法の有効性を検証する。また，弾性および弾塑性領域でのねじれ応答性状を定量的に評価する方法として応答中心点距離の算出法を提案する。最後に無補強試験体の破壊過程で記録された各計測結果に基づいて鉄筋コンクリート柱の破壊過程を示すとともにその過程で各応答成分の示す特徴を明らかにする。

#### 耐力劣化型柱モデルの提案

平面応力－平面歪関係に基づくコンクリートの 2 軸応力の影響やせん断補強筋効果を考慮した鉄筋コンクリート柱の耐力劣化型部材モデルについて詳説する。せん断補強筋や 2 軸応力の影響を考慮するためにはそれに相当する自由度を与えることになる。これは通常 1 本の線材を両端部 2 つの節点のみの自由度で表すフレーム解析では適用できない問題点があるのでこの問題点を解決する本提案モデルの特徴について論じる。この問題を解決するため設ける内部節点での釣り合い条件や線材を面材に変換する際生じるコンクリート応力とせん断補強筋応力の釣り合い条件に基づく収束計算法について示す。

#### 耐力劣化型柱モデルの実験結果による検証

せん断補強筋が少ないせん断破壊型柱の静的繰り返し実験結果による本提案モデルの検証を行い，提案モデルにより各試験体の耐力劣化傾向が再現できるのを示す。また，実験結果と解析結果との対応関係を各試験体の破壊モードの違いから考察し，提案モデルの限界を明らかにする。なお，本モデルの特徴や既往の部材モデルの耐力劣化に関する限界を調べる目的で材端ばねモデル，ファイバーモデルそして提案モデルによる 3 次元動的解析を行う。各モデルの特徴を部材剛性マトリックスの各軸および N-M-V（軸－曲げ－せん断）coupling 状態から示し，その限界を明らかにする。解析結果から耐力が低下する前の入力段階までは 3 つの解析結果ともにおおむね実験結果と対応しているものの，無補強試験体が崩壊した入力に対しては本提案モデルによる解析結果のみが耐力劣化現象を再現しているのを確認する。