# ファイバーモデルを導入した RBSM による RC 部材中の鉄筋の挙動評価

山梨大学大学院	学生員	〇和田	映二
山梨大学大学院	正会員	斉藤	成彦
山梨大学大学院	正会員	檜貝	勇

方向

断面方向分割

ファイバーモデル

406

#### 1. はじめに

耐震性の高い鉄筋コンクリート(以下 RC)構造物を合理的・経済的に設計するためには,部材の最大荷重 以降の耐力劣化挙動についても精度良く評価できることが望まれている.また,こうした部材の終局域での 損傷度を正確に把握することができれば,被災した構造物の復旧を経済的かつ迅速に行うことが可能である と考えられる.本研究では特に,部材中の鉄筋に着目し,剛体-バネモデル<sup>1)</sup>(以下 RBSM)の鉄筋要素にファ イバーモデルを導入することにより,鉄筋の挙動を詳細に評価することを試みた.

### 2. 解析手法

#### 2. 1 コンクリートのモデル化

本研究の構造解析には、ひび割れに起因するコンクリートの不連続挙動を比較的容易に表現することので きる RBSM を用いた.この手法では、各要素境界面上に連続して分布しているバネの変形によって、内力の伝 達が行われると仮定するもので、これらのバネにコンクリートの材料非線形特性をモデル化することで破壊 挙動を評価することが可能である.

## 2. 2 鉄筋のモデル化

RC部材中の鉄筋は、はり要素としてモデル化した. それぞ れのはり要素は、各節点においてリンク要素を介し、コンク リート剛体要素に結合される. リンク要素は、鉄筋軸方向、 垂直方向のバネによって構成され、鉄筋軸方向バネを用いて 鉄筋-コンクリート間の付着挙動をモデル化した. さらに、 このはり要素にファイバーモデルを適用し、要素内を軸方向 および断面方向に分割した(図-1). これにより、通常、各鉄 筋要素には唯一の応力-ひずみ関係を適用していたのに対し、 鉄筋の非線形特性を、要素内の各微小部分で評価することが でき、部材中の鉄筋の複雑な挙動が予測可能となる. 以下の 解析結果では、部材の最も外側の鉄筋要素について、微小分 割された要素内の、外側・内側のひずみ履歴を用いて考察を 行った(図-1).

### 3. 解析結果と考察

#### 3.1 解析対象

図-2 に、本研究で対象とした、破壊形態の異なる2つの RC柱の構造諸元を示した.それぞれの供試体は、実験では曲 げ破壊(a)、せん断破壊(b)を示しており、提案した解析手法 により、部材中の鉄筋の挙動について考察を行った.



300

鉄筋はり要素

図-1 鉄筋はり要素のファイバーモデル化

RC要素

キーワード: RBSM, ファイバーモデル, 非線形特性
連絡先: 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 TEL055-220-8529

FAX055-220-8773

実験値

## 3.2 破壊形態別の鉄筋の挙動

供試体(a)では、実験・解析ともに荷重-変位関係 は, 典型的な曲げ破壊型の曲線を示しており, 最大 荷重はほぼ一致している(図-3).しかし,解析では, 実験にみられる座屈による耐力低下挙動を表現でき ていない.鉄筋の断面内での応力-ひずみ関係をみ てみると、載荷初期では、いずれの曲線も引張側に 偏っているのがわかり,安定的な曲げ変形を受ける 部材中の鉄筋の挙動を示している(図-4(a)). ただ し、載荷が進むにつれて、断面内の内側と外側でひ ずみの大きさに差が生じてきており、これは鉄筋付 近のコンクリートの局所的な破壊が影響しているも のと考えられる.ここで、断面のひずみを平均した 応力-ひずみ関係を見れば、鉄筋は依然として安定 的な曲げ変形を示しており、断面分割を行わなけれ ば、鉄筋の詳細な損傷状態を確認することができな い(図-4(b)).

次に,供試体(b)では,同様に荷重一変位関係より, 実験・解析ともに載荷初期の段階でせん断破壊によ り耐力低下を示しており,最大荷重もほぼ一致して いることから,耐力劣化性状をよく表現できている (図-5).鉄筋の断面内の応力-ひずみ関係を見れば, 断面の内側と外側で正負の異なるひずみが生じてい ることが確認できる(図-6(a)).ここで,断面内の ひずみを平均化すると,それほど大きなひずみが生 じていないのがわかる(図-6(b)).これは,コンク リートの損傷により鉄筋が局所的に変形を受けてい ることを示しており,見かけのひずみは小さくても, 鉄筋の断面内では損傷が進んでいることが分かる.

### 4. まとめ

鉄筋にファイバーモデルを導入することによって, 平均ひずみでは確認できない部材中の鉄筋の複雑な 挙動を表現することができ,鉄筋の損傷状態を詳細 に把握することができる.

#### £ 10 荷重[11] -10-50 50 Λ 変位[mm] 荷重-変位関係(供試体(a)) 図-3 500 500 平均応力[N/mm<sup>2</sup> 応力[N/mm<sup>4</sup>] -500 -500 内側 -0.1 0.1 -0.05 0.05 ひずみ 平均ひずみ (a)断面内のひずみ (b)平均值 図-4 応カーひずみ関係(供試体(a)) 実験値 解析値 500 500 荷重[KN] 荷重[kN] -500 -500 -50 50 50 変位[mm] 変位[mm] 荷重-変位関係(供試体(b)) 図-5 500 500

10 解析值



## 参考文献

- Bolander, J.E. and Saito, S.: Fracture analyses using spring network models with random geometry. Engineering Fracture Mechanics, Vol. 61, pp.569-591, 1998.
- (2) 孫崎悟:繰り返しを受ける RC 部材の挙動に関する実験的研究,山梨大学大学卒業論文, 1998.
- (3) Xiao, Y.pliestley, M. J. N. and Seible, F. :Steel jacket retrofit for enhancing shear strength of short rectangular reinforced concrete columns., Structural System Research Project, Report No.SSRP-92/07, University of California, San Diego, 1993.