

## 軸方向鉄筋座屈後の載荷履歴が RC 柱の損傷に与える影響について

財)鉄道総合技術研究所 正会員 仁平 達也 正会員 谷村 幸裕  
 財)鉄道総合技術研究所 正会員 岡本 大 正会員 田所 敏弥

### 1. はじめに

本研究では、軸方向鉄筋が座屈する程度の大変形を受けた後に、それよりも小さな変位の繰返し載荷を行った場合の RC 柱の損傷に与える影響について検討を行った。

### 2. 検討概要

正負交番載荷試験の実験値と、最大荷重点以降の負勾配を考慮した履歴モデル<sup>1)</sup>による計算値を比較検討した。実験に用いた試験体は鉄道 RC ラーメン高架橋柱の実大モデル 3 体 (No.1~No.3) である。試験体の諸元は同一とした。図 - 1 に供試体の諸元を示す。表 - 1 に各試験体の材料試験結果を示す。引張鉄筋比は 1.07%，帯鉄筋比は 0.66% で、軸方向圧縮応力度が  $3.87\text{N/mm}^2$  となるように軸力を載荷した。図 - 2 に各試験体の載荷方法を示す。載荷方法は、No.1 は同一変位を 3 回繰返す方法であり  $1_y$  から  $6_y$  まで載荷した。No.2 と No.3 は、No.1 の結果から、降伏変位  $y$  を 25 mm として、No.2 は  $6_y$  の最大変位経験後、 $1_y$  ずつ変位を小さくし、これを 3 回繰返す方法とした。No.3 は  $1_y$  ずつ変位を大きくし、 $6_y$  まで載荷するサイクルを 3 回繰返す方法とした。

### 3. 履歴モデル

履歴モデルは、骨格曲線の折れ点を、鉄道構造物等設計標準 (耐震設計)<sup>1)</sup>に従って算定した C 点 (曲げひび割れ点), Y 点 (曲げ降伏点), M 点 (最大荷重点), N 点 (曲げ降伏荷重を下回らない最大変位点) としたモデルである。また、M 点以降においては負勾配を考慮した最大変位点指向型のモデルであり、除荷剛性の低下率  $\beta$  は 0.4 とした。なお、No.1~No.3 の  $m$  は、104, 99, 98mm であり、概ね  $4_y$  程度であった。図 - 3 に各試験体の荷重 - 変位関係 (計算値) を示す。

### 4. 実験状況および荷重 - 変位関係

No.1 において、かぶりのはく落は、 $3_y$  の載荷時に生じた。軸方向鉄筋の座屈は、正側は  $5_y$  の 2 回目、負側は  $-3_y$  の 3 回目で確認された。No.2 において、かぶりのはく落は、処女載荷である 1Cycle の  $6_y$  載荷時の  $3_y$  程度において生じた。軸方向鉄筋の座屈は、正側は  $5_y$ 、負側は  $-6_y$  の除荷時に確認された。No.3 は 1Cycle の  $3_y$  でかぶりの一部のはく落し、軸方向鉄筋の座屈は、正側は  $5_y$ 、負側は  $-6_y$  の除荷時に確認された。試験終了時において No.1 は帯鉄筋の破断が確認されたが、No.2 と No.3 は確認されなかった。なお、No.1~No.3 ともに曲げ破壊先行型の破壊形態であった。

図 - 4 に各試験体の荷重 - 変位関係 (実験値) を示す。No.1 は、 $5_y$  以降の繰返し載荷により大きく荷重が低下した。No.2, No.3 の 2Cycle, 3Cycle は 1Cycle の同一変位における荷重を下回った。

図 - 4 に各試験体の荷重 - 変位関係 (実験値) を示す。No.1 は、 $5_y$  以降の繰返し載荷により大きく荷重が低下した。No.2, No.3 の 2Cycle, 3Cycle は 1Cycle の同一変位における荷重を下回った。

### 5. 実験値と計算値の比較

実験値と計算値の比較において、荷重は降伏荷重で除した値を用いた。これは、材料諸元の相違などにより生じた、試験体間の実験値と計算値の差が影響しないように無次元化するためである。計算値は、剛性低下を生じない最大点指向型の履歴モデルにより算出している。そのため、実験値/計算値の値を用いて、軸方

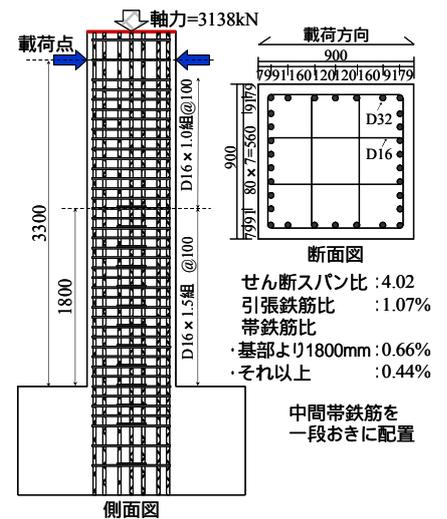


図 - 1 供試体の諸元

表 - 1 各試験体の材料試験結果

| 試験体  | 軸方向鉄筋           |                | 帯鉄筋             |                | 柱               |                | スタブ             |
|------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|      | f <sub>sy</sub> | E <sub>s</sub> | F <sub>sy</sub> | E <sub>s</sub> | f' <sub>c</sub> | E <sub>c</sub> | f' <sub>c</sub> |
| No.1 | 368             | 161            | 409             | 153            | 26.9            | 24.4           | 25.6            |
| No.2 | 370             | 195            | 377             | 196            | 34.8            | 27.7           | 32.8            |
| No.3 | 371             | 198            | 364             | 195            | 43.9            | 28.4           | 42.2            |

f<sub>sy</sub>:引張降伏強度(N/mm<sup>2</sup>), f'<sub>c</sub>:圧縮強度(N/mm<sup>2</sup>), E<sub>s</sub>, E<sub>c</sub>:ヤング係数 (kN/mm<sup>2</sup>)

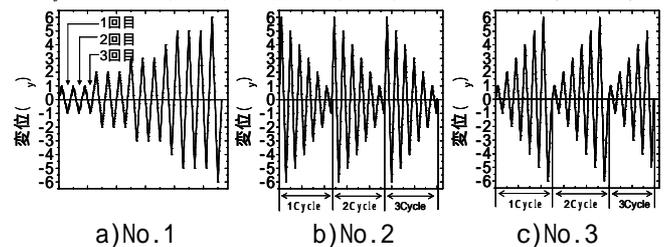


図 - 2 各試験体の載荷方法

キーワード 載荷履歴,座屈,履歴モデル,RC 柱,損傷

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2 - 8 - 38 財)鉄道総合技術研究所コンクリート構造 Tel:042-573-7281

向鉄筋座屈後の、荷重履歴の違いがRC柱の損傷に与える影響を検討した。

図-5に各試験体の同一変位における実験値/計算値の正側と負側の平均値を示す。No.1は、1~4<sub>y</sub>までは概ね1.0であり、変化がなかった。4<sub>y</sub>以降は軸方向鉄筋の座屈の進行に伴い値が低下した。このことから、実現象においては、1~4<sub>y</sub>は剛性低下がなく、4<sub>y</sub>(M点)以降は剛性が低下していると考えられる。

No.2では、各サイクル終了時における実験値/計算値は1.24, 0.67, 0.53となり、サイクル数の増加により低下した。同一サイクル内で比較すると、軸方向鉄筋が座屈した以降の2Cycle, 3Cycleでは、6~4<sub>y</sub>の値は低下し、4<sub>y</sub>は6<sub>y</sub>の72%, 76%となった。一方、3~1<sub>y</sub>ではほとんど低下しなかった。No.3では、各サイクル終了時における実験値/計算値は、1.12, 0.75, 0.42となった。また、軸方向鉄筋が座屈した以降の2Cycle, 3Cycleは、同一サイクル内で比較すると、1~3<sub>y</sub>はほとんど低下しなかったが、4~6<sub>y</sub>においては低下した。なお、2Cycleにおける6<sub>y</sub>の実験値/計算値は4<sub>y</sub>の68%, 3Cycleにおける5<sub>y</sub>の値実験値/計算値は4<sub>y</sub>の82%となった。このように、No.2とNo.3は荷重方法が異なるにも関わらず同様の傾向であった。なお、No.2の1Cycle, No.3の1Cycleの5<sub>y</sub>, 6<sub>y</sub>の数値が大きくなっているのは、履歴モデルにおいて負勾配を考慮しているためである。

6.まとめ

軸方向鉄筋が座屈する程度の損傷を受けたRC柱では、M点より小さい変位では、繰返し荷重により損傷がほとんど進行しないことが、本検討の範囲において考えられる。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計), 丸善, 1997

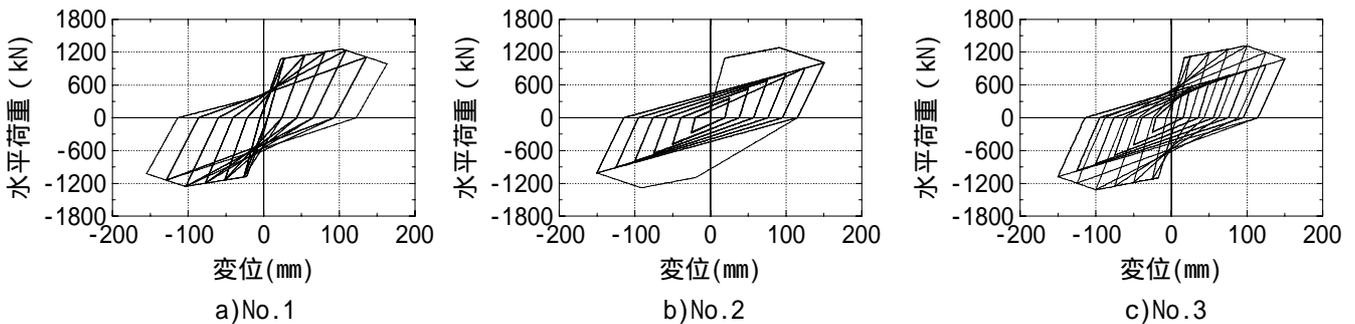


図-3 各供試体の荷重-変位関係(計算値)

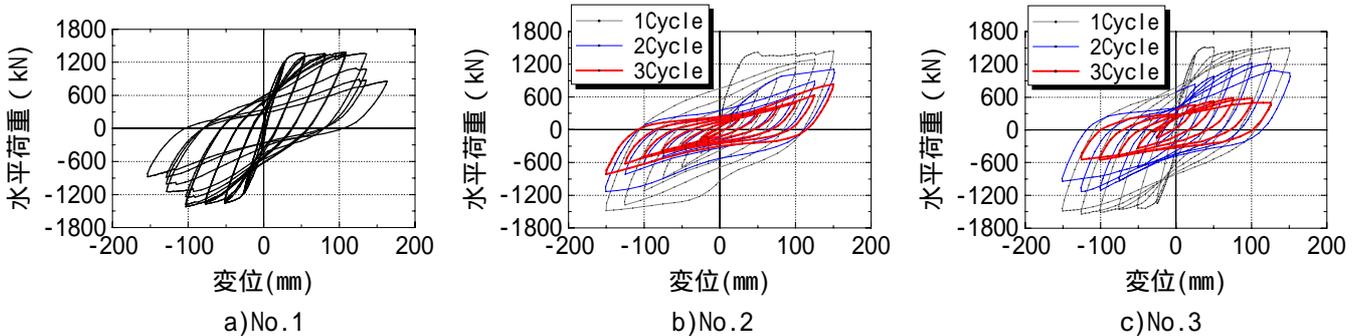


図-4 各供試体の荷重-変位関係(実験値)

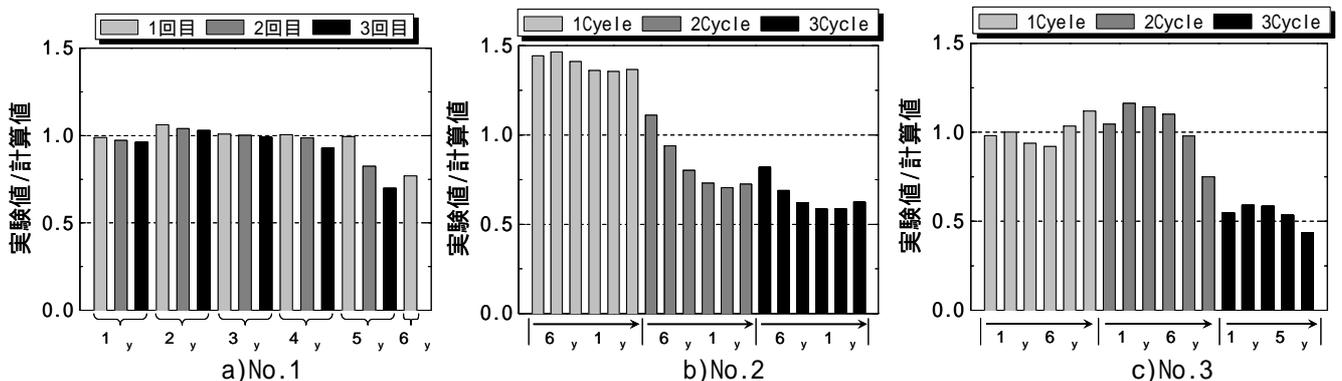


図-5 各試験体の実験値(P/P<sub>y</sub>)/計算値(P/P<sub>y</sub>)