

# 主鉄筋の節高さを変化させた RC 柱の正負交番载荷実験による耐力劣化改善効果に関する研究

西日本高速道路株式会社 正会員 ○後藤 源太  
 京都大学 正会員 高橋 良和  
 京都大学 正会員 澤田 純男

## 1. はじめに

RC 部材の耐力低下域まで含めた挙動を明らかにすることは、耐震設計における破壊モードの決定や変形性能推定を行う上で非常に重要である。中でも、繰り返し载荷を受け曲げ降伏後せん断破壊する場合の耐力低下メカニズムはいまだに未解明な部分が多い。一方で、最近、主鉄筋の付着特性改善によりせん断耐力を向上させることを目的とした研究<sup>1)</sup>から、主鉄筋の付着特性が耐力低下挙動に対して影響があることが示唆されている。しかし、主鉄筋の付着特性の影響に着目して、曲げ降伏後せん断破壊する RC 柱の耐力低下メカニズムについて考察した研究、あるいは、耐力劣化改善効果について検討した研究は少ないのが現状である。

そこで、本研究では、主鉄筋の付着特性に着目し、曲げ降伏後せん断破壊する RC 柱の耐力低下メカニズムを考察し、その耐力劣化改善効果に関する検討を行うことを目的とし、節高さを変化させた鉄筋を用いた要素試験、その鉄筋を用いた RC 柱の正負交番载荷実験を行い、それらの結果から、鉄筋の節高さを変化させることと付着特性との関係、耐力劣化挙動の違いに関する比較・考察を行った。

## 2. 節高さを変化させた鉄筋

本研究では、鉄筋に沿ったひび割れである付着割裂ひび割れを生じにくくすることによって、付着特性の中でも特に、付着劣化特性を変化させるため、鉄筋の節を高くするという手法をとった。具体的には、円形中空リングを鉄筋へ溶接することにより節を高くした。ただし、RC 柱では、確実に基部で曲げ降伏を生じさせ、かつ、基部で塑性ヒンジが形成されるように損傷を基部に集中させるため、柱基部から 1D(D:断面高さ)程度の範囲では節を高くする加工は施さないこととした。

## 3. 要素試験及び試験結果

図1に要素試験概要を示す。図1に示すように、通常の鉄筋と節を高くした鉄筋がそれぞれ埋め込まれた2種類の供試体を作製し、供試体の両側から片面ずつ交互に10kN刻みで繰り返し载荷を行った。ただし、荷重の増大が見られなくなった場合、繰り返し载荷を止め、それ以降、片側引き抜き载荷とした。図2に付着応力—すべり関係を示す。図2中の赤丸は最大付着応力を意味し、Yielding of steelは鉄筋降伏時の付着応力を意味する。図2から、節を高くすると、最大付着応力が通常の鉄筋に比べて約2倍大きくなり、通常の鉄筋では、鉄筋降伏前に付着応力が低下、すなわち、鉄筋がすべるのに対し、鉄筋が降伏しても付着応力の低下が生じず、鉄筋のすべりが生じにくくなることが分かった。このことから、鉄筋の節を高くすることで鉄筋がすべりにくくなり、鉄筋が降伏に至るまで付着を確保できることが明確となった。

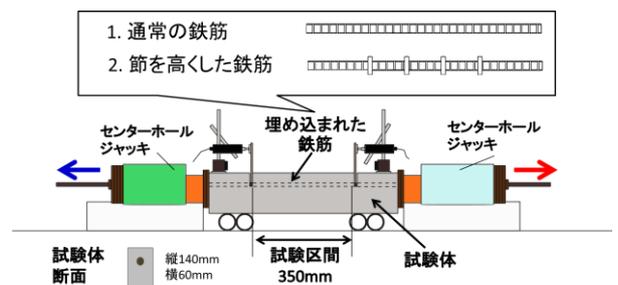
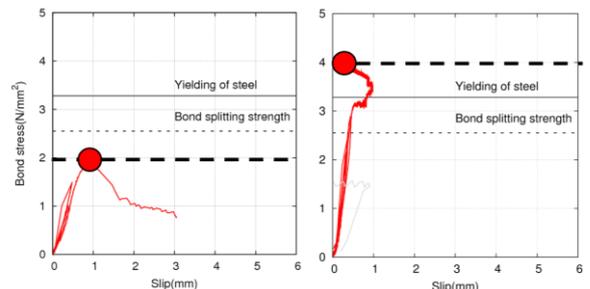


図1 要素試験概要



(1)通常の鉄筋 (2)節を高くした鉄筋

図2 付着応力—すべり関係

キーワード 曲げ降伏後のせん断破壊, RC 柱, 耐力低下, 正負交番载荷, 付着劣化

連絡先 〒615-8530 京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科都市社会工学専攻 TEL 075-383-2000

4. 正負交番载荷実験及び実験結果

図 3 に実験供試体の寸法及び配筋を示す。各供試体は、断面 320×320mm の正方形、せん断スパン長 995mm、帯鉄筋比 0.20%、主鉄筋比 2.72% で共通である。供試体間での違いは、節を高くしたことのみである。それぞれの供試体名は、C 帯鉄筋間隔[mm]-p 高くした節の間隔[mm]により特徴づけた。载荷方法は、主鉄筋の計測ひずみが降伏ひずみに達した時の変位  $\delta y$  を基準振幅としその整数倍の振幅でそれぞれ 10 回の正負繰り返し载荷とし、供試体天端には約 2.0MPa の圧縮軸応力を与えた。図 4 に各供試体の荷重変位関係及びその包絡線を示す。図 4 から、主鉄筋の節を高くすることによって、曲げ降伏挙動を保持しつつ耐力劣化挙動を改善できることが分かる。

より詳細に考察を進めるため、主鉄筋ひずみ及び付着応力の柱高さ方向分布をそれぞれ図 5、図 6 に示す。図 6 中には要素試験で得た最大付着応力を ▼ で付記し、载荷終了時のひび割れ図も合わせて示してある。ただし、以降、図 6 については節を高くした区間のみ検討対象とした(よって、検討対象外区間は灰色で塗りつぶしてある)。また、図 6 凡例の  $2\delta y-5$  等の 5 はサイクル数を意味し、例えば、 $2\delta y-5$  は  $2\delta y$  の 5 サイクル目を意味する。図 5 から、節を高くした場合(C100-p50)、節を高くしない場合(C100)に比べて、主鉄筋の降伏は基部近くに限定されやすくなり、降伏範囲が狭小となることが分かる。また、図 6 から、C100 では  $4\delta y$  ですでに要素試験で得た最大付着応力を超えており、ひび割れ図においても主鉄筋に沿ったひび割れが生じていることから、主鉄筋がすべっていることは明らかである。一方で、C100-p50 では  $4\delta y$  にて要素試験で得た最大付着応力を超えている時はあるものの、全体として上回っていない場合がほとんどであり、また、主鉄筋に沿ったひび割れが生じていないことから主鉄筋はすべっていないと考えられる。

5. まとめ

節を高くした鉄筋を用いて、繰り返し载荷により曲げ降伏後せん断破壊する RC 柱の耐力低下メカニズムの解明およびその耐力劣化改善効果の検討を行った。以上の検討から得られた耐力低下改善メカニズムを以下にまとめる。

主鉄筋の節を高くすることによって、主鉄筋に沿ったひび割れが抑制され、付着劣化が生じにくくなり、その結果、損傷が柱基部周辺にとどまり柱全体に拡大するのが防がれ、耐力劣化改善へとつながると考えられる。

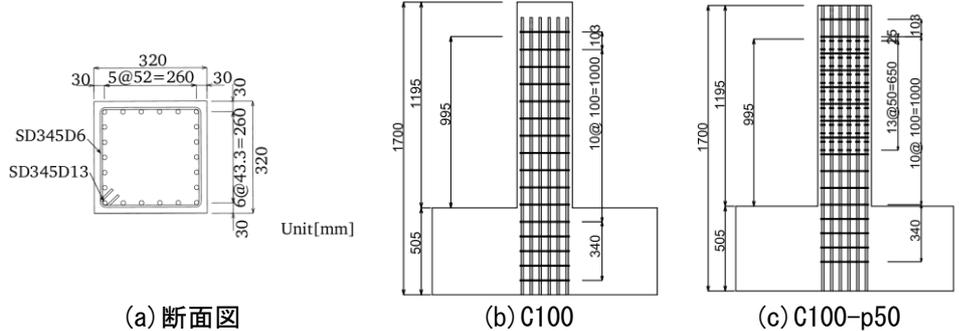


図 3 実験供試体の寸法及び配筋

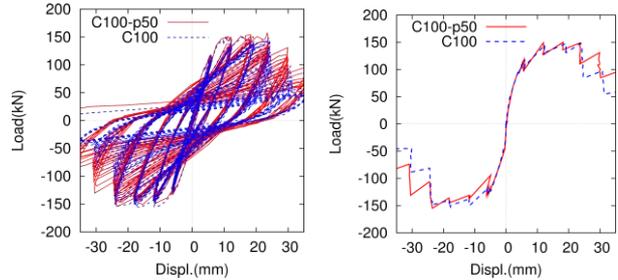


図 4 荷重変位関係及びその包絡線

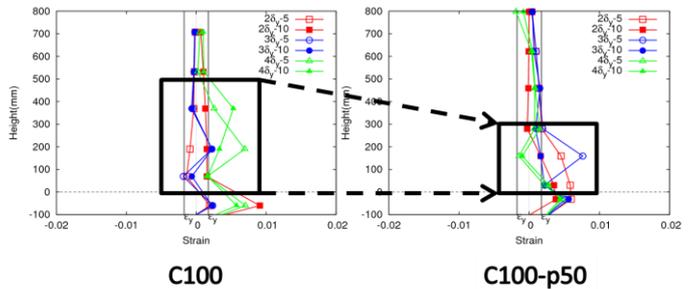


図 5 主鉄筋ひずみの柱高さ方向分布

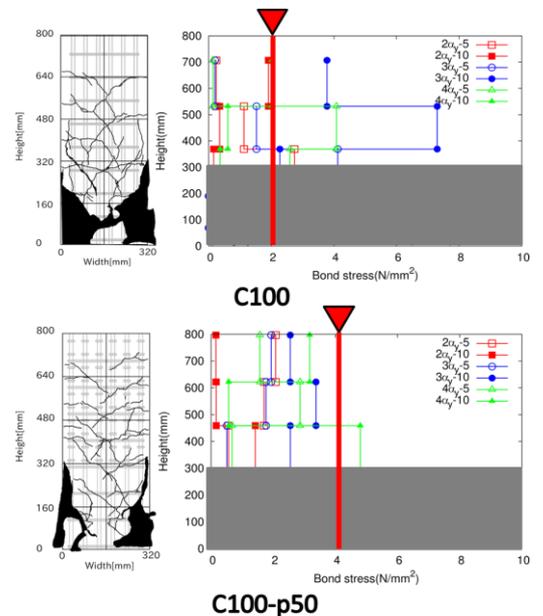


図 6 付着応力の柱高さ方向分布