

第V部門 主鉄筋の座屈抵抗特性を変化させた RC 柱のポストピーク挙動に関する検討

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○植村 佳大
京都大学工学部 学生員 山本 伸也

京都大学大学院工学研究科 正会員 高橋 良和

1. 背景

現在の RC 柱の耐震設計では、帯鉄筋の働きが重要視されており、特に帯鉄筋の持つコアコンクリート拘束効果は、RC 柱のポストピーク挙動において非常に重要であるとされている。しかし、コアコンクリート拘束効果は、主鉄筋の座屈が発生し帯鉄筋がはらみ出すと、喪失してしまうことが知られている。つまり、コアコンクリート拘束効果に加え、主鉄筋の座屈制御効果を帯鉄筋に期待していることで、帯鉄筋の本来の効果が発揮できていないといえる。

2. 実験方法

(1) ヘッド付きフックによる座屈抵抗特性の導入

本研究では、帯鉄筋の持つ主鉄筋の座屈抵抗特性の機能を分離し、コアコンクリート拘束効果を維持させるため、新たな座屈抵抗特性を RC 柱に導入する手法を提案した。具体的には、従来の帯鉄筋および被りコンクリートによる座屈抵抗特性に加え、ヘッド付きフックによる座屈抵抗特性を新たに導入した。ヘッド付きフックとは、プレート状のヘッドを溶接したフック型の鉄筋で、主鉄筋を挟む形で外側から差し込み、主鉄筋の座屈変形を直接拘束する。このヘッド付きフックによる座屈抵抗特性を導入する効果を、正負交番載荷実験により検討した。

(2) 主鉄筋の座屈抵抗特性を不均一にする試み

ヘッド付きフックは主鉄筋1本1本に自由に配筋することができる。そのため、「配筋箇所の自由度が高い」という特長を持っている。本研究では、その特長を活かして主鉄筋の座屈抵抗特性を不均一にするという試みを検討する。通常、座屈抵抗特性がおおむね等しい場合、1本の主鉄筋が座屈すると他の主



(a) ヘッド付きフック (b) 配筋されている様子
図-1 新たな座屈抵抗特性の導入

鉄筋の座屈が連動しやすい。一方、座屈抵抗特性が不均一な場合、1本の主鉄筋が座屈しても他の主鉄筋の座屈が連動しない。そのため、RC 柱のポストピーク挙動が改善される可能性がある。

(3) 実験供試体および載荷システム

供試体は計4体作製した(図-2)。C100-STは無対策の供試体であり、主鉄筋の座屈による曲げ破壊で終局を迎えるよう設計した。C50はC100-STに対する座屈制御対策として帯鉄筋を用いた供試体であり、C100-WH-ALLはC100-STに対する座屈制御対策としてヘッド付きフックを用いた供試体である。

C100-WHはRC柱の中に座屈抵抗特性が異なる鉄筋をあえて配置し、主鉄筋の座屈抵抗特性を積極的に不均一にした供試体である。また載荷は正負交番漸増で行い、基準振幅4mmとした整数倍の振幅での繰り返し載荷を行った。載荷軸応力は約1.0MPaとした。

3. 実験結果

(1) 荷重-全体変位関係

図-3にそれぞれ各供試体における荷重-変位関係を示す。図-3から、すべての供試体の履歴ループが紡錘型であり、典型的な曲げ挙動を示していることがわかる。また、すべての供試体において、繰り返し載荷特有の荷重低下が発生している。

(2) 最大荷重の推移

図-4に変位振幅24mmの繰り返し載荷以降の各供試体の最大荷重の推移を示す。図-4を見ると、繰り返し回数10回の28mm振幅の載荷において、座屈抵抗特性を異ならせた各供試体間で荷重低下挙動に差が確認できる。その中でもC100-WH-ALLはC100-STに比べ、42.8%の荷重低下改善が見られ、C50と比べても、14.1%の荷重低下改善が見られることがわかる。また、C100-ST、C50、C100-WHでは、28mm振幅の載荷の中で主鉄筋の座屈が発生している。一般的に、主鉄筋の座屈が発生すると、帯鉄筋のコアコンクリート拘束効果が喪失することが知ら

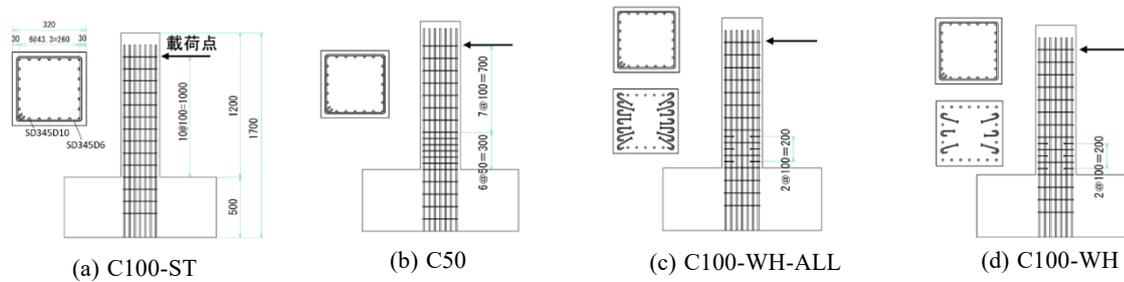


図-2 断面図および配筋図

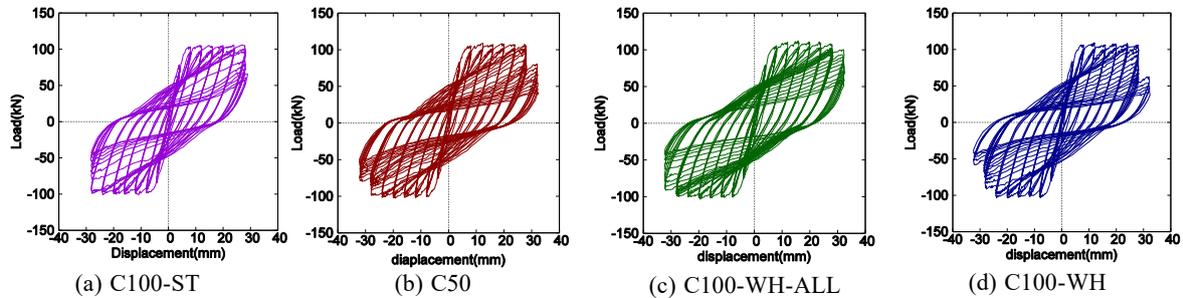


図-3 荷重-変位関係

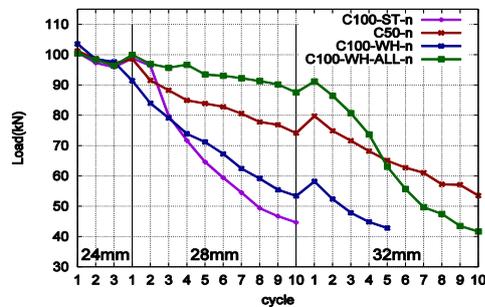


図-4 最大荷重の推移

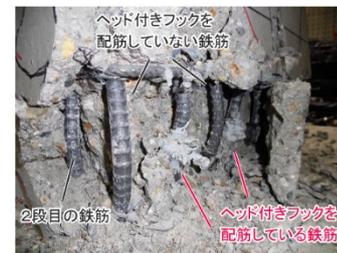


図-5 主鉄筋の座屈時のはらみ出し形状に違い (C100-WHの32mm振幅載荷時)

れている。そのため、C50では帯鉄筋を多く配筋したにもかかわらず、その鉄筋がコアコンクリートを拘束するための鉄筋として十分に機能していないと考えられる。一方C100-WH-ALLでは、28mm振幅の載荷において座屈は発生しておらず、帯鉄筋を増やさずしてコアコンクリート拘束効果が維持できている。そのため、新たな座屈抵抗特性を導入することで帯鉄筋の本来の効果がより発揮されたといえる

(3) 座屈抵抗特性を不均一にすることによる荷重低下挙動への影響

図-5に32mm振幅開始時におけるC100-WHの32mm振幅載荷時の様子を示す。図-5を見ると、ヘッド付きフックを配筋している鉄筋と配筋していない鉄筋で座屈時のはらみ出し形状に違いが見られていることがわかる。これにより、ヘッド付きフックは確かに主鉄筋の座屈抵抗特性を不均一にし、それが実際の主鉄筋の挙動にも現れていると判断することができる。しかし図-4の各供試体の最大荷重の推移を見ても、C100-WHにおいて期待していたほどの荷

重低下改善効果が確認できないことがわかる。そのため、主鉄筋の座屈抵抗特性を不均一にし、主鉄筋の座屈を段階的に発生させるという手法は、座屈直後の荷重低下改善にはつながるものの、荷重低下が2サイクルほど遅れる程度であり、RC柱の耐震安全性向上に大きな影響は与えないといえる。

5. 結論

- 1) ヘッド付きフックによる座屈抵抗特性を導入した供試体では、荷重低下改善効果が見られ帯鉄筋のコアコンクリート拘束効果の維持も確認された。
- 2) 座屈抵抗特性を不均一にした供試体では、主鉄筋のはらみ出し形状に違いが見られたものの、RC柱の耐震安全性向上にはつながらなかった。

参考文献

- 1) 塩屋俊幸, 樋口義弘, 塩川英世, 高岸正章: T ヘッドバーをせん断補強筋として用いた曲げせん断実験, コンクリート工学年次論文集, Vol. 23, No. 3, pp.799-804, 2001
- 2) 府川徹, 福浦尚之: 中間帯鉄筋にプレート定着型せん断補強鉄筋を用いた単柱試験体の正負交番繰返し載荷試験, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.2, pp529-534, 2013