

繰返し荷重を受ける RC 部材の新たな鉄筋座屈抑制法に関する検討

関西大学 正会員 ○上田 尚史
名古屋大学大学院 フェロー 中村 光
名古屋大学大学院 正会員 三浦 泰人

1. はじめに

RC 柱部材では、過大な地震荷重に対して所要の変形性能を確保するために帯筋が密に配筋され、しばしば過密配筋の問題が生じる。帯筋を用いることなく軸方向鉄筋の座屈を抑制できれば、経済性や生産性の面で大きな利点となり得る。

本研究では、新たな鉄筋の座屈抑制法として、高強度で高靱性な材料を用いて軸方向鉄筋を被覆する方法を考案し、それが繰返し荷重を受ける RC 部材の座屈挙動に及ぼす影響を実験的に検討した。

2. 新たな座屈発生メカニズムとその抑制法

著者らは、繰返し荷重を受ける RC 部材の内部のひび割れ状態を観察することにより、以下に示す新たな座屈発生メカニズムを提唱している¹⁾。それは、①軸方向鉄筋からの水平ひび割れの発生、②当該ひび割れの進展による鉄筋変形に対するコンクリートの拘束力低下、③軸方向鉄筋の座屈、である。このメカニズムに基づけば、座屈の起点となる軸方向鉄筋近傍の水平ひび割れの発生ならび進展を抑えることで、座屈発生を抑制することができる考える。

本研究では、高強度で高靱性な UHP-SHCC²⁾により軸方向鉄筋を予め被覆することにより、鉄筋座屈を抑制する方法を提案する。この手法のコンセプトは、①被覆材の高強度特性により、軸方向鉄筋から生じる水平ひび割れの発生を抑制すること、②被覆材の高靱性特性により、ひび割れ発生後の進展を抑制すること、である。UHP-SHCC は、その緻密さから劣化因子の侵入を抑制できる材料である²⁾。UHP-SHCC により軸方向鉄筋を被覆することで、鉄筋の腐食抵抗性の向上も期待される。これは同時に、エポキシ鉄筋のような従来の μm の管理から、セメント系材料による cm の管理への、被覆鉄筋の概念の転換も意図している。

3. 実験概要

実験には RC はりを用いた。せん断スパン長 450mm、

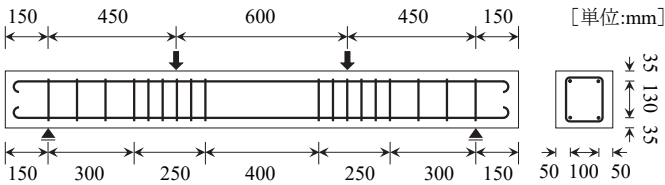


図-1 供試体概要 (Case1)



図-2 軸方向鉄筋を UHP-SHCC で被覆した状態

表-1 各供試体のコンクリート強度

	等曲げ区間の補強方法	コンクリートの圧縮強度(N/mm ²)	被覆材料の圧縮強度(N/mm ²)
Case1	—	50.4	—
Case2	横方向鉄筋	53.8	—
Case3	UHP-SHCC	56.9	92.9
Case4	高強度モルタル	54.4	69.5

等曲げ区間 600mm の 4 点曲げ载荷とし、供試体の上下を反転させることで正負交番荷重を作用させた。供試体の概要を図-1 に示す。断面は 200×200mm とし、軸方向鉄筋には D10 ($f_y=380\text{ N/mm}^2$) を圧縮縁から 35mm と 165mm の位置にそれぞれ 2 本ずつ配置した。また、せん断スパンには D10 の閉合スターラップを配置した。

実験では、等曲げ区間内の 400mm の区間において軸方向鉄筋が座屈することを意図している。当該区間に横方向鉄筋を配置しない供試体を Case1 とした。それに対して、従来の座屈抑制法として、等曲げ区間に 100mm 間隔で横方向鉄筋を配置した供試体を Case2 とした。また Case1 に対して、図-2 のように等曲げ区間を含む 900mm の範囲の軸方向鉄筋を UHP-SHCC により被覆した供試体を Case3 とした。UHP-SHCC の被覆に際しては、被覆厚さがおよそ 10mm となるように内径 30mm のシース管を用いた。また、比較のために高強度モルタルにより鉄筋を被覆した供試体を Case4 とした。これは変形性能の小さい高強度材料を用いることで、ひび

キーワード 座屈抑制, 内部ひび割れ, UHP-SHCC, 被覆鉄筋, 正負交番荷重
連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 TEL 06-6368-1653

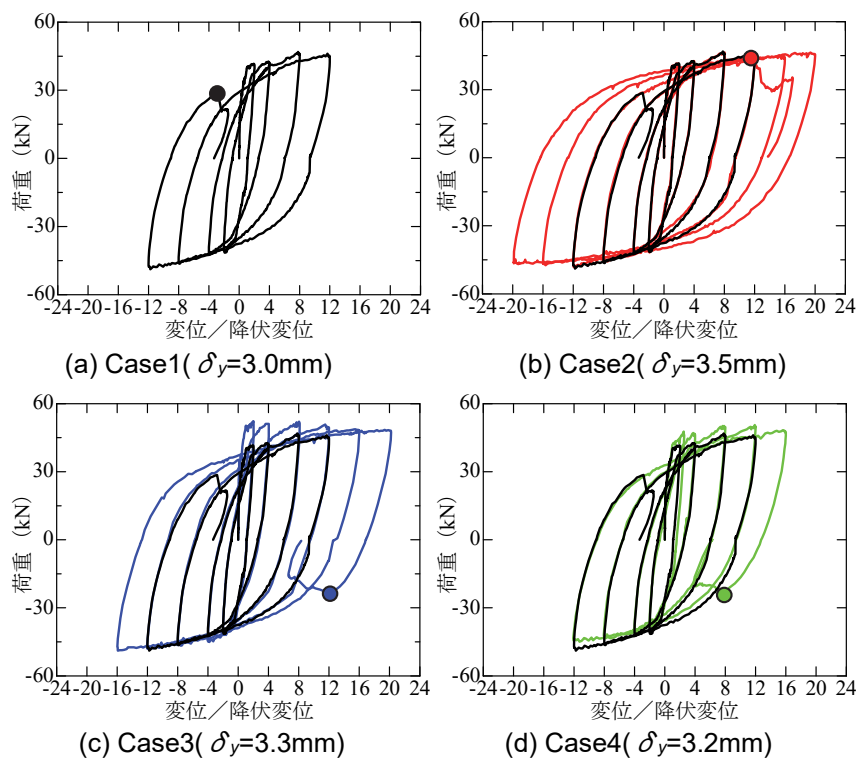


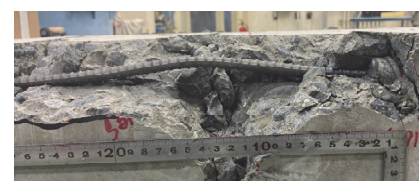
図-3 荷重－変位関係



(a) Case2



(b) Case3



(c) Case4

図-4 座屈領域の状態

割れ発生強度と剛性が大きくなった場合の影響を検討するためである．表-1 に，各 Case のコンクリートならびに鉄筋被覆材料の圧縮強度を示す．

4. 実験結果および考察

図-3 にそれぞれのケースの荷重と降伏変位 δ_y で正規化した変位の関係を示す．図中には，軸方向鉄筋の座屈発生時を●で示している．なお，図-3(b)～(d)中には，比較のために Case1 の結果を併記している．

Case1 では， $-12\delta_y$ からの除荷時に軸方向鉄筋が座屈し，荷重が低下する結果となった．また，等曲げ区間に横方向鉄筋を配置した Case2 では，Case1 と比較して変形性能が向上する結果が得られた．最終的には， $-20\delta_y$ から除荷後の正側への載荷時において座屈が発生し，荷重が低下する結果となった．このとき，軸方向鉄筋の座屈は図-4(a)に示すように横方向鉄筋間において生じており，横方向鉄筋により座屈が抑制されたことが確認された．

軸方向鉄筋を UHP-SHCC で被覆した Case3 では， $20\delta_y$ の除荷時に座屈が生じる結果となり，Case2 と概ね同程度の変形性能が得られた．一方，高強度モルタルで被覆した Case4 では，Case1 より変形性能は若干向上したものの， $16\delta_y$ からの除荷時に座屈する結果となった．図-4(b), (c)に，Case3 と Case4 の軸方向鉄筋の座屈の様子を示す．Case3 では，UHP-SHCC は母材コンクリートから剥離し，被覆材ごと座屈しているのに対し，Case4 で

は，高強度モルタルは割裂しており，鉄筋のみが座屈していた．このとき，高強度モルタルは母材コンクリートに付着した状態であった．

以上の結果から，軸方向鉄筋を高強度材料で被覆することで，水平ひび割れの発生を抑制できるものの，Case4 ではひび割れが発生と同時に進展したため早期に鉄筋座屈が生じたのに対し，Case3 では UHP-SHCC の高靱性な特徴によりひび割れの進展が抑制され，座屈の発生を遅らせることができたものと考えられる．

5. まとめ

繰返し荷重を受ける RC 部材の座屈発生を抑制する方法として，軸方向鉄筋を高強度で高靱性な UHP-SHCC により予め被覆することを提案した．限られた結果ではあるもの，提案手法は従来の横方向鉄筋による方法と概ね同程度の座屈抑制効果を示した．今後は，UHP-SHCC 被覆された軸方向鉄筋と母材コンクリートとの付着特性や接着性状を検討することで，本提案手法の効果をより明確にする予定である．

参考文献

- 1) H. Nakamura, et al.: A new buckling mechanism of longitudinal rebar related to horizontal crack propagation in beam cross section under cyclic loadings, fib congress 2018.
- 2) 国枝ら：超高強度ひずみ硬化型モルタルの基礎物性と補修材料としての利用法，土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造)，Vol.67, No.4, pp.508-521, 2011.