

コンクリート部材内部ひび割れ進展制御による鉄筋座屈の抑制と変形性能向上に関する研究

名古屋大学 フェロー会員 ○中村 光

名古屋大学 学生会員 付 李

1. 目的

著者らは、繰返し荷重を受ける RC 部材では、損傷が外部に表面化していない段階においても、内部では鉄筋近傍から水平方向へ進展するひび割れが存在することを実験ならびに解析的に明らかにしている¹⁾。本研究では、この内部ひび割れが鉄筋座屈と密接な関係があるとの仮説を立て、内部ひび割れ進展を制御することにより、鉄筋座屈が抑制され仮説が妥当であるかを実験的に検証するとともに、スターラップを用いなくとも、内部ひび割れ進展を制御することで変形性能を向上させる方法が可能かを検討した。

2. 鉄筋座屈メカニズムの仮説と仮説に基づく座屈抑制策

RC 部材が繰返し荷重を受け、かぶり剥落から鉄筋座屈に至るメカニズムについては、①かぶりが損傷して拘束力が低下し鉄筋が座屈する、②コンクリート中の鉄筋が座屈してかぶりを押し出す²⁾、などの説明がされるが、メカニズムの解明には至っていない。著者らは、既往の研究¹⁾で、等曲げ区間内に曲げひび割れ発生位置を制御するための切欠を入れた RC はりに対し、4 点荷重による繰返し荷重実験を行った結果、図-1 に示すように曲げひび割れが発生する切欠き断面では、鉄筋近傍から側面へ向かって水平方向へ進展するひび割れや、鉄筋間をつなぐようなひび割れが存在することを明らかにした。

この結果を受け、本研究では、①繰返し中に図-1 に示すような水平ひび割れが鉄筋から発生する、②鉄筋周辺にひび割れが入ったためコンクリートの拘束力が低下し、鉄筋が座屈しやすくなる、③鉄筋座屈が水平ひび割れ部のかぶりを押し出し剥離させる、という鉄筋が座屈に至るメカニズムの仮説を立てた。また、本仮説が正しければ、図-2 に示すように、従来はスターラップにより離散的に鉄筋の座屈挙動を抑制していたが（鉄筋に対する座屈抵抗補強）、水平ひび割れの進展を抑制し、周囲のコンクリートの拘束力を高めることで座屈発生を抑制をする「コンクリートに対する座屈抵抗補強」という従来の概念と全く異なる座屈抑制策も可能になると考え、その仮説の妥当性を次章に示す実験により検証した。

3. 実験方法

図-3 に供試体概要を示す。供試体は、150mm×150mm の正方形断面を有する単純ばりで、圧縮鉄筋、引張鉄筋として、D10(345N/mm²) をそれぞれ 2 本ずつ配置した。供試体は、①図-3 に示すように等曲げ区間にスターラップが配置されていないもの（供試体 1）、②図-3 の等曲げ区間に 100mm 間隔で D6 鉄筋をスターラップとして配置したもの（供試体 2）、③等曲げ区間にスターラップが配置されていない供試体 1 に対し、図-4 のように軸方向鉄筋の両側面に金網を配置したもの（供試体 3）、の 3 通りとした。なお、供試体 3 は金網がせん断補強とならないように腹部はできるだけ金網を配置しないようにした。

実験は、図-3 の荷重位置の 2 点を変位制御し、降伏変位

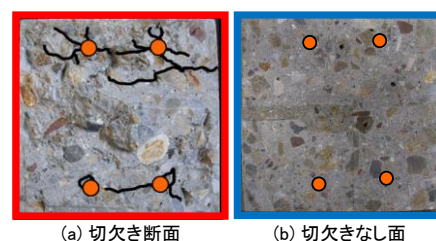


図-1 内部ひび割れ性状

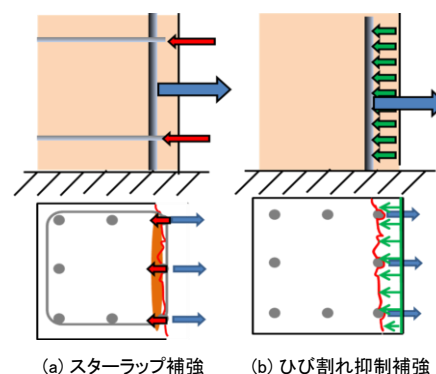


図-2 座屈抵抗メカニズム

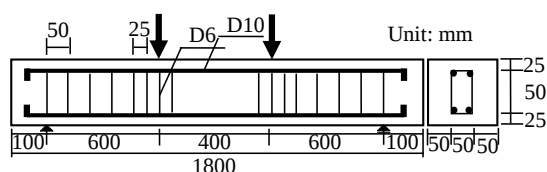


図-3 供試体概要

(δ_y) 約 6mm に対し, $2\delta_y$ 毎に漸増繰返し载荷することにより行った.

4. 実験結果および考察

図-5 に供試体 1~供試体 3 の実験より得られた荷重変位関係を示す. 荷重変位関係はいずれも紡錘形を示し, 典型的な曲げ挙動である. スターラップを配置していない供試体 1 は, $-10\delta_y$ から正方向に载荷する際に鉄筋が座屈し荷重が低下した.

図-6 に最終破壊状況を示す. スターラップを配置した供試体 2 は, $+14\delta_y$ から負方向に载荷する際に鉄筋が座屈し荷重が低下したが, スターラップを配置することで座屈を抑制し, 変形性能が明確に増加する結果となった. 一方, スターラップを配置せず軸方向鉄筋の両側面に金網を配置した供試体 3 は, $16\delta_y$ 载荷時までは安定的な挙動を示し, $+18\delta_y$ に向かう途中で $+16\delta_y$ 時に荷重低下が生じた. すなわち, 曲げやせん断に対する補強鋼材ではない金網の方が, スターラップよりも変形性能向上に有効な結果となった. 金網は軸方向鉄筋側面に設置しただけなので, その補強効果は鉄筋から水平方向にひび割れが入った場合のみ有効になると考えられる. したがって今回の結果は, 水平方向のひび割れ進展が制御されたことで, 鉄筋座屈が防止され変形性能向上が図られたと考えられ, 仮説が妥当であることが示された. また, スターラップを配置しなくても何らかの方法で内部の水平ひび割れ進展を制御できれば, 変形性能向上を図ることができる可能性も示された.

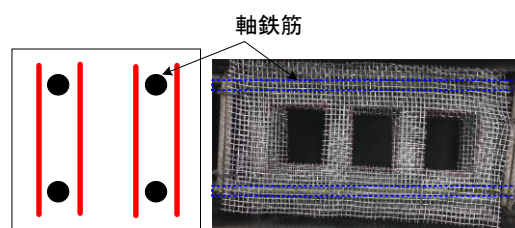


図-4 金網配置

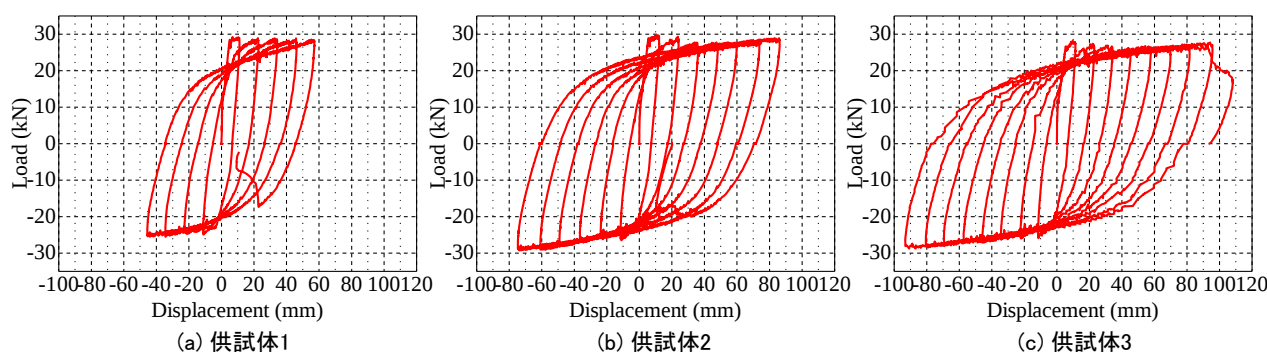


図-5 荷重変位関係

5. まとめ

鉄筋から水平方向に発生する内部ひび割れが鉄筋座屈と密接な関係があるとの仮説を立て, 仮説を検証する実験を行った. その結果, 仮説は妥当であり, 内部ひび割れが発生することで鉄筋に対するコンクリートの拘束力が弱くなり鉄筋が座屈するメカニズムを明らかにした. また, 内部ひび割れの進展を制御すれば, スターラップを用いなくても鉄筋の座屈抑制が可能であり, スターラップを配置する以上に変形性能を向上させることができる可能性が示された.

参考文献

- 1) 水野さおり, 中村光, 國枝稔, 上田尚史(2013): 繰返し荷重を受ける RC 部材の断面内ひび割れ進展に関する研究, 平成 25 年度 土木学会全国大会, pp. 189-190.
- 2) 島弘, 伊藤圭一, 北西隆司, 水口裕之(1990): RC 橋脚における主鉄筋座屈と靱性に及ぼす帯鉄筋配置の影響, コンクリート構造物の靱性と配筋方法に関するシンポジウム論文集, pp. 33-40.

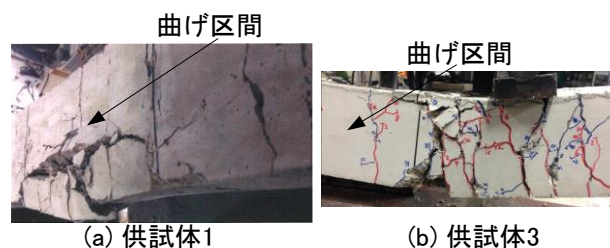


図-6 破壊状況