

繰り返し力を受ける RC 柱の破壊領域での座屈発生機構に関する実験的研究

愛知工業大学 学生会員 ○浜田貴司 名古屋工業大学 学生会員 亀田好洋
 愛知工業大学 正会員 鈴木森晶 中部大学 正会員 水野英二

1. はじめに

繰り返し力を受ける鉄筋コンクリート (RC) 柱部材の主鉄筋の座屈を取り扱う上で、1) 座屈発生時期ならびに 2) 座屈長さという 2 つの観点から検討することが多い¹⁾。ここでは、筆者らが行った RC 柱に対する繰り返し曲げ載荷実験の結果²⁾を基に、ポストピーク領域における主鉄筋の座屈発生性状について検証した。

2. 実験概要

実験には、断面寸法 200×200 mm、柱有効高さ 1000 mm、せん断スパン比 5 を有する RC 柱供試体 (かぶり有り 4 体:無し 4 体) を用いた。供試体、載荷装置ならびに載荷パターンなどの詳細は、文献 2) を参照のこと。

3. 座屈発生機構

RC 柱基部における主鉄筋が座屈を生じ始めるためには、一般に、(1) 基部破壊域でのかぶりコンクリートが剥離する、(2) 主鉄筋が塑性域で引張状態にある、(3) 載荷方向が反転して、主鉄筋が圧縮側に負荷される、ことが条件となる。

かぶり有りおよびかぶり無しの RC 供試体を対象として、座屈発生メカニズムを図-1 により説明する。例えば、かぶり有り供試体の場合には、十分大きな繰り返し変形を受けて圧縮側のかぶりコンクリートが剥落した後に (図-1 (a) → 図-1 (b))、引張鉄筋 (図-1 (b) の右側) が圧縮側に載荷を受ける過程で座屈が発生する (図-1 (c))。一方、かぶり無し供試体の場合は、かぶりコンクリートの剥落がすでに生じていることと同じであるため、大きな変形を受けた引張鉄筋 (図-2 の左側の鉄筋) が、載荷方向の反転により圧縮側に負荷されたときに座屈が発生する (図-2 (a) → (b))。

4. 実験結果および考察

4.1 座屈発生状況

主鉄筋の座屈状況の一例として、横拘束筋間隔 $s = 120 \text{ mm}$ を有する供試体の載荷方向東面と西面を写真-1 に示す。ここでは、載荷履歴 $-16\delta_y \rightarrow 16\delta_y$ における、かぶり有り供試体西面の主鉄筋 No.3, 4, 5 の座屈発生後の状況を写真-1 (a) に示す。また、載荷履歴 $16\delta_y \rightarrow -16\delta_y$ における、かぶり無し供試体東面の主鉄筋 No.1, 7, 8 の座屈発生後の状況を写真-1 (b) を示す。

写真-1 から分かるように、かぶりの有無で座屈形状が異なり、座屈長 L (図-3 に定義を示す。) に違いがあった。かぶり有り供試体の場合には、柱基部固定端とその直上の横拘束筋との間で主鉄筋が座屈する形状 (写真-1 (a)) が観察されたが、かぶり無しの供試体では、横拘束筋を越えて座屈範囲が広がっている。これは、かぶりコンクリートが無い場合横拘束筋だけでは主鉄筋が十分に拘束されず、座屈範囲が広がったと考えられる。かぶり無しの場合には、座屈形状が S 字型の形状を呈した。

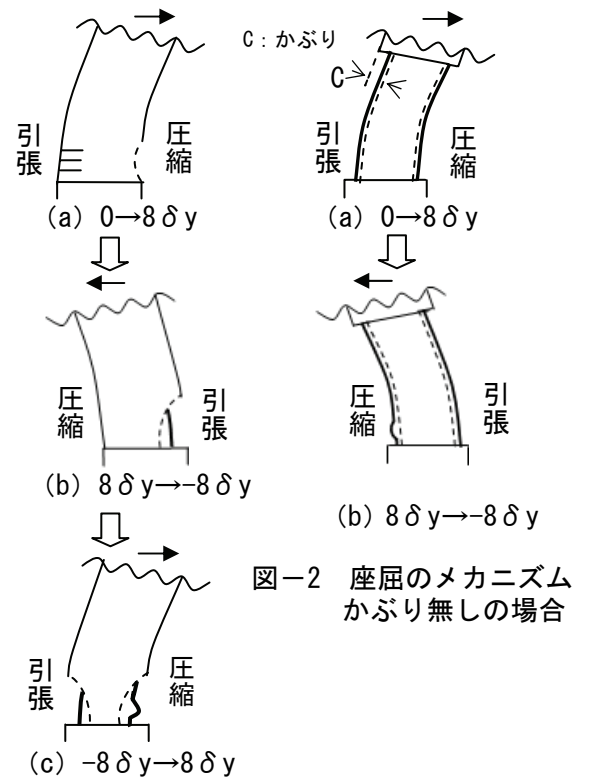
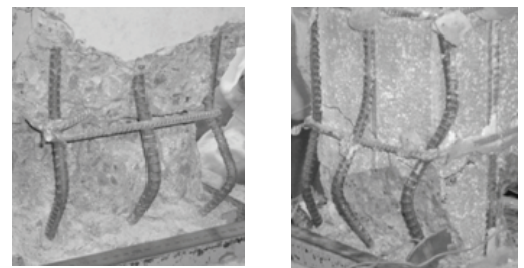


図-1 座屈のメカニズム
かぶり有りの場合



(a) $-16\delta_y \rightarrow 16\delta_y$ かぶり有り 西面
 (b) $16\delta_y \rightarrow -16\delta_y$ かぶり無し 東面

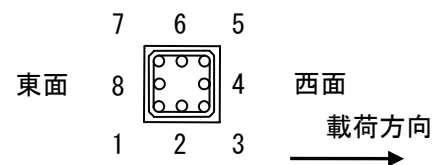


写真-1 軸方向筋の座屈状況 ($s = 120 \text{ mm}$)

この座屈形状はかぶり無しの場合にのみ生じ、荷重履歴は異なるものの $s = 65 \text{ mm}$ および 90 mm にも同様な座屈が観察された。さらに、かぶり有りとかぶり無しの場合では座屈長に違いが観察された。かぶり有りの場合は、座屈長が横拘束筋間隔とほぼ同じ長さ ($L = 110 \text{ mm}$ 程度) で座屈しているが、かぶり無しの場合は、座屈長が横拘束筋間隔の約 2 倍程度 ($L = 230 \text{ mm}$ 程度) となった。なお、横拘束筋間隔 $s = 65 \text{ mm}$ および 90 mm の場合にも座屈長は多少のばらつきはあるが、同様な傾向が見られた。これらの座屈形状および座屈長の違いは、かぶりコンクリートの拘束作用に起因する。

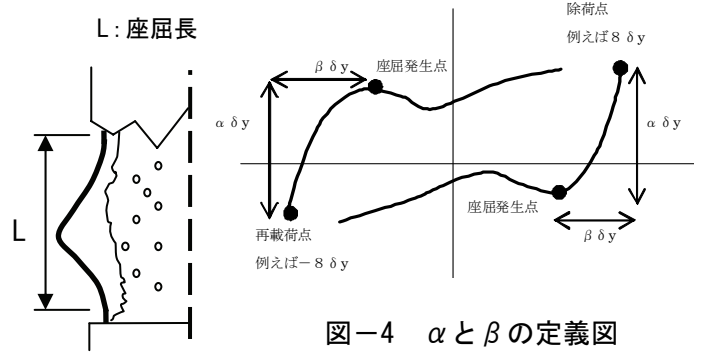


図-3 座屈長の定義

図-4 αとβの定義図

4.2 座屈発生点

座屈は鉄筋が塑性域にまで至る引張状態に荷重された後の圧縮側への荷重状態で発生するが、その発生点の定義を図-4に示す。実験結果を整理した、かぶり有りとかぶり無しの供試体に対する α および β と横拘束筋間隔との関係を、それぞれ図-5および図-6に示す。図から分かるように、初期の座屈発生点に関する α および β の値は、横拘束筋間隔が大きくなるに従い、概ね小さくなる傾向にある。すなわち、横拘束筋間隔が長くなれば、十分に塑性域にまで引張された鉄筋が座屈するのに必要な変位 δ および荷重 P は小さくなる。2回目の座屈発生点では、そのような傾向は見られなかった。

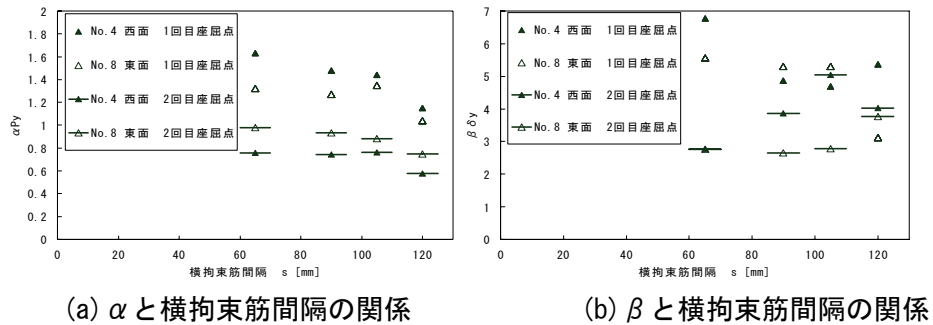


図-5 座屈発生点と横拘束筋間隔 s の関係図 (かぶり有り)

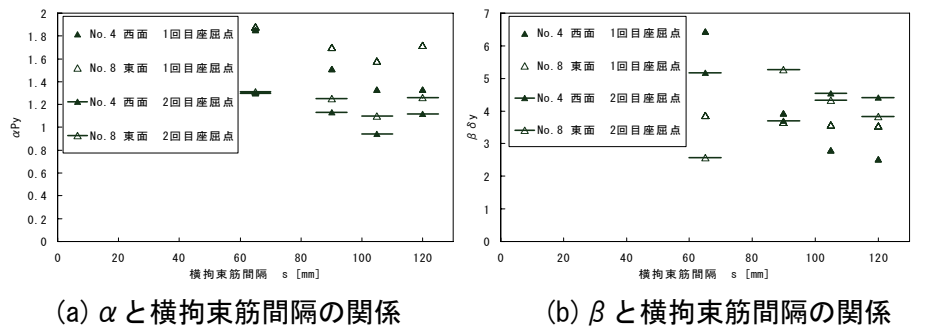


図-6 座屈発生点と横拘束筋間隔 s の関係図 (かぶり無し)

5. 結論

- (1) かぶり有りおよびかぶり無し RC 供試体の座屈発生メカニズムは、かぶりコンクリートが剥落する分だけ過程は異なるが、剥落後は同じ傾向を示す。
- (2) かぶり有り供試体の場合には、柱基部固定端とその直上の横拘束筋との間で主鉄筋が座屈する形状が観察されたが、かぶり無しの供試体では、かぶりがないため、横拘束筋を越えて座屈範囲が広がっている。
- (3) 横拘束筋間隔が長くなれば、十分に塑性域にまで引張された鉄筋が座屈するのに必要な反転点からの変位および荷重は、横拘束筋間隔が短い供試体の場合と比べて小さくなる。2回目の座屈発生点については、そのような傾向は見られなかった。

謝辞：本研究は、中部大学総合工学研究所ならびに愛知工業大学耐震実験センターの研究助成により行った。ここに感謝の意を表す。

参考文献：

- 1) 島弘・伊藤圭一・水口裕之：曲げ破壊型 RC 橋脚における鉄筋座屈モデルによる靱性解析，コンクリート工学年次論文集, Vol.12-2, pp.741 - 746, 1990.
- 2) 武井啓晃・亀田好洋・鈴木森晶・水野英二：繰返し力を受ける RC 柱の破壊領域での変形特性に関する実験的研究，土木学会中部支部研究発表会, 2010.