

繰り返し力を受ける RC 柱の主鉄筋座屈性状に関する実験的研究

愛知工業大学 学生会員 ○東野翔太 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

鉄筋コンクリート (RC) 構造物の変形性能に大きな影響を与える要因として、横拘束筋の間隔と配筋量およびその定着状態がある。さらに、主鉄筋の座屈が RC 構造物のポストピーク領域での挙動に大きな影響を与えることが分かっている^{1) 2)}。しかし、主鉄筋の座屈現象は、横拘束筋間隔や載荷パターンなどの条件で異なるため、そのメカニズムは明確になっていない。本研究では、「横拘束筋間隔」ならびに、「載荷パターン」を水準とした載荷実験データ¹⁾を基に、RC 柱破壊領域での主鉄筋の座屈性状ならびにコンクリートの破壊状況について検証する。

2. 実験計画

2.1 実験供試体

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 柱供試体を用いた。主鉄筋には D10 (SD295A) を 8 本、横拘束筋には D6 (SD295A) を、間隔 $s = 35, 50, 65, 90, 105, 120, 150$ mm でそれぞれ配筋した。 $s = 90$ mm の供試体配筋図を図-1 に示す。打設コンクリートには、設計基準強度 $f'_{ck} = 60$ MPa の普通強度コンクリートを用いた。本研究で用いた供試体条件、降伏荷重 P_y ならびに降伏変位 δ_y を表-1 に、材料定数を表-2 に示す。

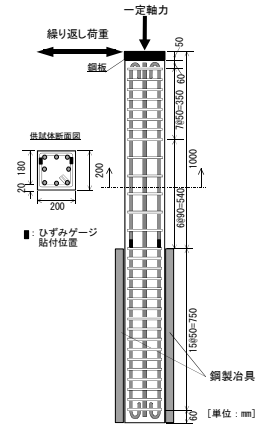


図-1 供試体配筋図 (s=90mm の例)

表-1 供試体条件、降伏荷重 P_y 、降伏変位 δ_y

横拘束筋 間隔 s (mm)	横拘束筋 体積比 (%)	載荷パターン 1		載荷パターン 2	
		降伏荷重 P_y (kN)	降伏変位 δ_y (mm)	降伏荷重 P_y (kN)	降伏変位 δ_y (mm)
35	2.42	22.51	6.678	23.43	7.238
50	1.70	24.40	7.655	25.92	7.885
65	1.23	23.02	8.308	21.56	7.310
90	0.94	23.29	8.348	26.91	8.492
105	0.80	23.20	8.278	24.21	8.470
120	0.70	22.66	8.205	23.88	8.825
150	0.56	22.37	8.353	23.83	8.410

表-2 材料定数一覧

横拘束筋 間隔 s (mm)	コンクリート	主鉄筋		横拘束筋	
	設計基準・ 圧縮強度 (MPa)	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)
	60				
35	71.0				
50	71.0				
65	61.8				
90	61.8	351.0	519.0	315.1	512.4
105	59.2				
120	59.7				
150	59.7				

2.2 載荷装置ならびに載荷パターン

本研究では、写真-1 に示すような載荷装置を用い、供試体を鋼製治具に挿入し、高力ボルトにより完全固定の条件になるように供試体を固定した。載荷パターンとして、図-2 に示すような 2 水準を設定した。載荷パターン 1 は低変位レベルから大变位レベルにかけての繰り返し漸増載荷であり、載荷パターン 2 は大变位のみでの繰り返し漸増載荷である。

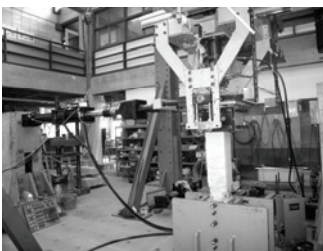


写真-1 載荷装置

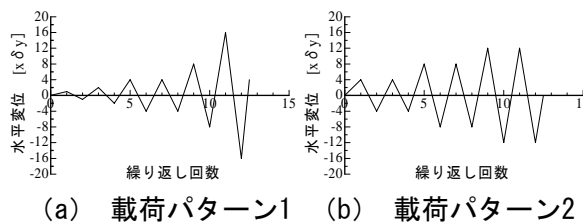


図-2 載荷パターン

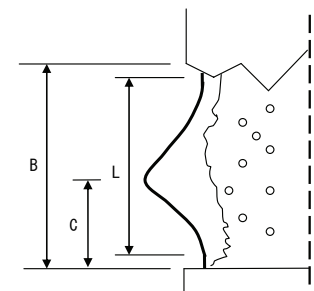


図-3 L, B, C の定義図

3. 実験結果・考察

本研究で使用する座屈長を L、コンクリート破壊領域を B、座屈頂点高さを C とし、それらの長さの定義図を図-3 に示す。ここで、座屈頂点高さ C とは、鉄筋が最もはらみだしている点を座屈頂点とし、基部か

ら座屈頂点までの高さを座屈頂点高さとする。一例として、横拘束筋間隔 $s=35, 90, 120$ mm の供試体から得た実験終了後の正面の破壊状況を写真-2 に示す。ただし、写真は載荷終了後に水平変位を 0 mm に戻した時点のものである。また、 $L-s$ 関係を図-4 に、 $B-s$ 関係を図-5 に示す。

3.1 主鉄筋の座屈頂点高さ C

写真-2 より分かるように、載荷パターン 1 と載荷パターン 2 での座屈頂点の高さの違いは左右の主鉄筋においてもほとんど差はなかった。横拘束筋間隔 s が大きくなるのに従い、座屈頂点の位置も基部から高くなる傾向がある。ただし、写真-2 (c) に示すように、 $s=90$ mm、載荷パターン 1 の場合は左右の主鉄筋で頂点の高さに違いが生じた。これは、主鉄筋の座屈頂点と横拘束筋の位置がちょうど一致したため、座屈の進展が阻害され、左側の主鉄筋は横拘束筋より下側に、右側の主鉄筋は上側に座屈が生じたと考えられる。

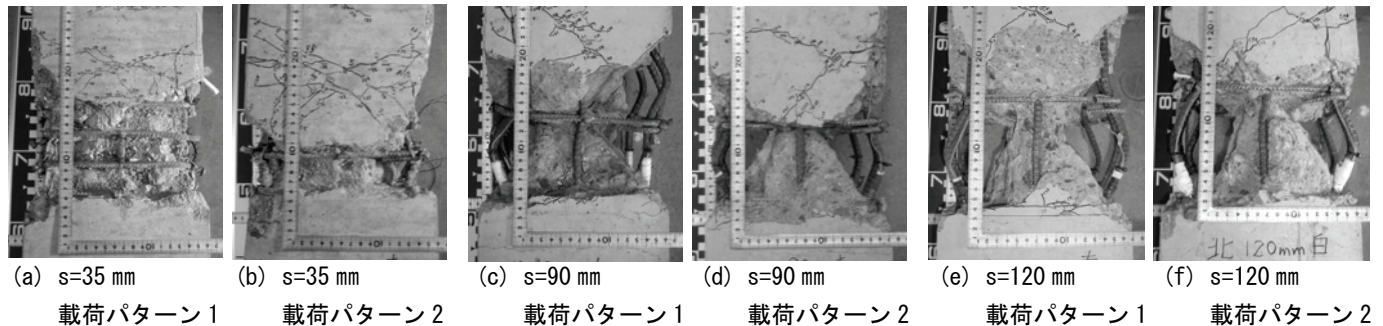


写真-2 実験終了後の正面写真

3.2 座屈長 L —横拘束筋間隔 s 関係

図-4 より、両載荷パターンとも主鉄筋の座屈長 L は横拘束筋間隔 s とほぼ同じ長さであり、比例の関係にある。 $s=35$ mm の場合では、基部と直上の横拘束筋間では座屈頂点高さが生じず、座屈長 L は横拘束筋間隔 s の 2 倍の長さとなった。本研究では、主鉄筋の限界座屈長は 50 mm 程度になると思われる。

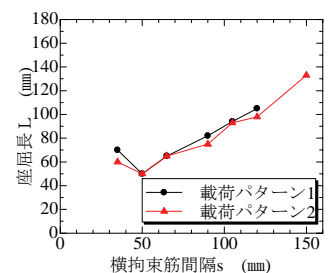


図-4 $L-s$ 関係

3.3 コンクリート破壊領域 B —横拘束筋間隔 s 関係

図-5 より、コンクリートの破壊領域 B は、横拘束筋間隔 s や載荷パターンに影響されず、いずれの供試体も $B=120$ mm~150 mm の間であった。例外として、 $s=35$ mm の両載荷パターンの場合は、他と比べて概ね小さくなった。設計基準の上限である 1.8% (限界座屈長さ 50 mm を特定した横拘束筋体積比 1.70 % に概ね一致。) を超えた $s=35$ mm の過密配筋 (横拘束筋体積比 2.42 %) では、コンクリートの破壊領域が小さくなることを示唆していると考えられる。

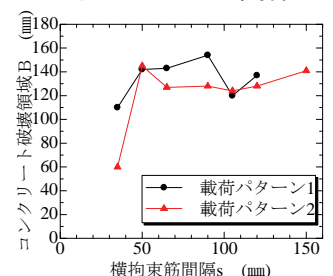


図-5 $B-s$ 関係

4. 結論

- 1) 横拘束筋間隔 $s=90$ mm の載荷パターン 1 を除き、座屈頂点の位置は載荷パターンの違いによらずほぼ同じ高さとなった。 $s=90$ mm の載荷パターン 1 では、主鉄筋が座屈しようとする位置に横拘束筋があったため、左右で座屈頂点の高さが異なった。
- 2) 横拘束筋間隔 $s=35$ mm の過密配筋 (横拘束筋体積比 2.42 %) を除き、両載荷パターンとも座屈長 L と横拘束筋間隔 s はほぼ同じ長さであり、比例の関係にある。
- 3) 横拘束筋間隔 $s=35$ mm の過密配筋を除き、コンクリート破壊領域 B の違いは小さく、横拘束筋間隔や載荷パターンによる影響をほとんど受けない。 $s=35$ mm では、コンクリートの破壊領域が小さくなる。

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) 亀田好洋・水野英二・鈴木森晶・梅原 秀哲: 一方向繰り返し曲げを受ける鉄筋コンクリート柱の変形特性に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, vol.31, No.2, pp.139-144, 2009.7.
- 2) 中村光・二羽淳一郎・田辺忠顕: 鉄筋の座屈が RC 構造のポストピーク挙動に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集報告集, vol.14, No.2, pp.337-342, 1992.