

二方向繰り返し曲げを受ける RC 柱の経路依存性に関する実験的研究

地建興業株式会社 正会員 ○磯部友哉 愛知工業大学 学生会員 水野憲司
 愛知工業大学 学生会員 齋藤圭史 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

これまで、筆者らは、軸圧縮下で繰り返し曲げを受ける鉄筋コンクリート (RC) 柱の変形特性について詳細な検討を行うため、実験要因として「横拘束筋間隔」ならびに「繰り返し載荷履歴」を採用して、繰り返し一軸曲げ載荷実験を実施してきた¹⁾。本研究では、その拡張として、地震などによる多方向からの外力を想定して、載荷経路の異なる二方向繰り返し曲げを受けるRC柱のポストピーク領域にまで及ぶ変形特性の違いを実験的な観点から検証した。

2. 供試体概要

実験供試体は、図-1に示すような断面200 mm×200 mm、柱有効高さ1,000 mm、せん断スパン比5、軸方向筋 D10 (SD295A) ×8 本を有する。供試体は、横拘束筋には D6 (SD295A) を使用し、横拘束筋間隔 $s = 65, 90, 105$ および 120 mm の4種類で配筋した。打設コンクリートには設計基準強度 $f_{ck} = 40$ MPa の普通強度コンクリートを使用し、8体の供試体を作製した。材料定数を表-1に示す。

表-1 材料定数

横拘束筋間隔 s [mm]	コンクリート設計基準・圧縮強度 [MPa]	軸方向筋 D10 (SD295A)		横拘束筋 D6 (SD295A)	
	40	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]
65	52.68	382.8	550.7	338.4	491.8
90					
105	55.42	382.8	550.7	338.4	491.8
120	51.85				

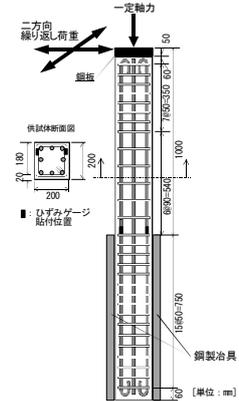


図-1 供試体配筋図



写真-1 二軸載荷装置 (愛知工業大学)

3. 載荷装置および載荷経路

二軸曲げ載荷装置 (図-1 および写真-1) に供試体を挿入し、高力ボルトにより完全固定の条件として実験を実施した。本実験では、図-2 および図-3 に示すような、変位制御による X 軸-Y 軸面内での載荷経路 (三角形繰り返し載荷および斜め繰り返し載荷) を採用した。三角形繰り返し載荷では、図-2 の (a) → (b) → (c) の順に載荷を行い、斜め載荷では筆者らが過去に行ってきた繰り返し一軸曲げ実験で用いた載荷経路¹⁾に加え、座屈発生前の $4\delta_y$ での繰り返し載荷を考慮して、 $0 \rightarrow 4\delta_y \rightarrow -4\delta_y \rightarrow 8\delta_y \rightarrow -8\delta_y \rightarrow 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y \rightarrow 16\delta_y \rightarrow 0$ の順で実験を実施した。ここで、 δ_y は初期載荷時の降伏変位である。

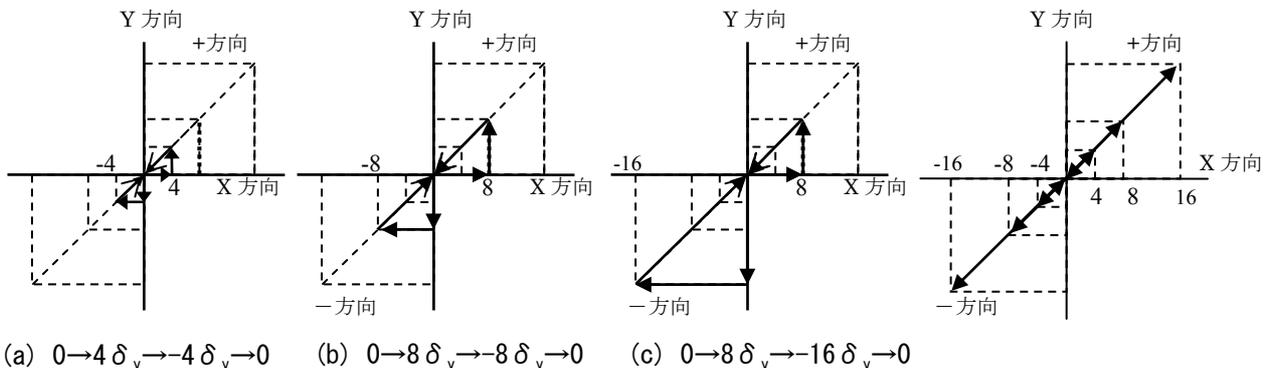


図-2 三角形載荷

図-3 斜め載荷

キーワード : RC 柱, 二方向繰り返し曲げ, 経路依存性, 変形特性, 軸方向筋の座屈
 連絡先 : 中部大学 都市建設工学科 〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 番地 TEL 0568-51-9542

4. 結果・考察

ここでは、異なる荷重経路下のポストピーク領域の変形特性について考察する。一例として、 $s = 65 \text{ mm}$ 供試体の荷重-変位曲線を図-4~6に示す。図-4および図-5は、三角形繰返し荷重下でのX方向およびY方向の荷重-変位曲線を示す。図-6は、斜め繰返し荷重下でのX方向の荷重-変位曲線を示す。斜め荷重のX方向とY方向の荷重-変位曲線は概ね同じ挙動であるため、Y方向の荷重-変位曲線は省略する。考察の結果、以下のような特徴が挙げられる。

(1) $s=65 \text{ mm}$ 供試体に対する、三角形荷重下のX方向およびY方向(図-4・図-5)の荷重-変位曲線と斜め荷重下のX方向(図-6)のそれとを比較すると、図-4および図-6に示す第二象限と第三象限での挙動が耐力レベルに若干の違いはあるものの類似していることが分かる。また、図-5および図-6の第一象限と第四象限も同様である。すなわち、図-3に示す斜め荷重の挙動は、三角形荷重の第一荷重経路である+X方向または-Y方向の挙動と類似性はなく、むしろ三角形荷重の最終荷重経路の挙動(図-2に示す-X方向または+Y方向の挙動)にそれぞれ類似していると推察される。

(2) 三角形荷重と斜め荷重の破壊状況の比較：三角形荷重および斜め荷重での最終破壊状況(変位レベル：0 mm)をそれぞれ写真-2および写真-3に示す。三角形荷重でのかぶりコンクリートの破壊領域は、基部から200 mmにまで損傷が広がり、全周のかぶりコンクリートが剥落した。一方、斜め荷重では、基部から130 mmまで損傷が広がり、荷重方向の隅角部でかぶりコンクリートが剥落し、コアコンクリートにまで大きな損傷が見受けられた。この理由としては、三角形荷重では片面三本の軸方向筋に均等に力が集中するが、斜め荷重では隅角部にある軸方向筋のみで大方の力を分担するため、隅角部周辺のコアコンクリートまで損傷が激しくなる。写真-2および写真-3に示す破壊に至るまでの累積エネルギーの進展状況を図-7に示す。写真-2、写真-3および図-7より、斜め荷重(破線)では、三角形荷重(実線)よりも小さな累積エネルギーでコアコンクリート内部にまで破壊が生ずることが分かる。

5. 結論

- 1) 斜め荷重による繰返し荷重-変位曲線は、三角形荷重の第一荷重経路での挙動と類似性はなく、むしろ三角形荷重の最終荷重経路の挙動と類似していることが分かった。
- 2) 斜め荷重では隅角部にある軸方向筋で大方の荷重を分担するため、隅角部のコンクリートの損傷が激しくなる。斜め荷重では小さな累積エネルギーで内部にまで破壊が生ずることが分かった。

謝辞：本研究は、科学研究費(基盤研究(C) 22560488 代表：水野英二)、中部大学特別研究費(A)(代表：水野英二)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) 鈴木森晶・水野英二：繰返し曲げを受けるRC柱の鉄筋座屈特性に関する実験的ならびに解析的研究、応用力学論文集, Vol.13, pp.331-342, 2010. 8.

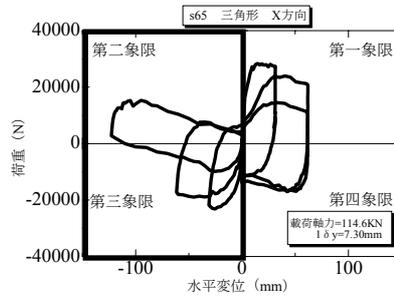


図-4 荷重-X方向変位(三角形)

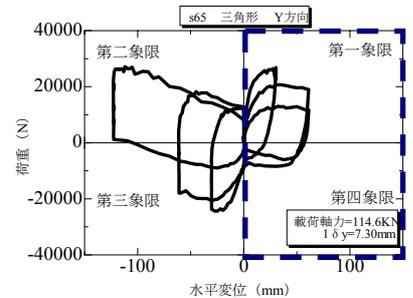


図-5 荷重-Y方向変位(三角形)

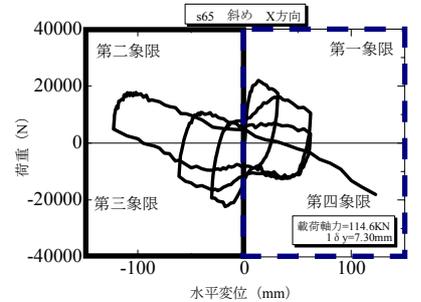


図-6 荷重-X方向変位(斜め)



写真-2 最終破壊(三角形荷重)



写真-3 最終破壊(斜め荷重)

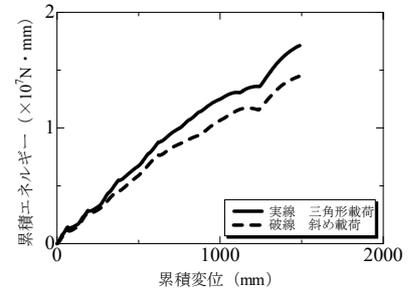


図-7 累積エネルギー進展状況