

二方向繰り返し曲げを受ける RC 柱の吸収エネルギー量に関する実験的研究

愛知工業大学 学生会員 ○水野憲司 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 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

鉄筋コンクリート (RC) 柱の軸方向筋の座屈現象は、横拘束筋間隔、載荷経路およびコンクリート強度で異なるため、そのメカニズムは明確になっていない。これまで、筆者らは横拘束筋間隔の異なる RC 柱を用いて繰り返し載荷実験を実施してきた¹⁾。本研究では、目標とする変位点を同一とする、異なる二方向載荷経路 (例えば、二方向同時に載荷する経路と一方向ずつ順次載荷する経路) の区間ごとの吸収エネルギー量に着目し、各変位点に至るまでの載荷経路が吸収エネルギー量に与える影響について考察する。

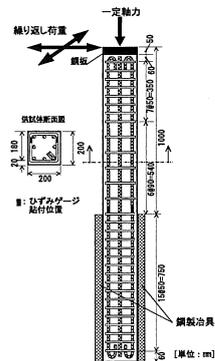
2. 実験概要

2.1 供試体概要

本実験で使用した供試体の形状ならびに配筋の一例を図-1に示す。実験には、断面寸法 200×200 mm, 柱有効高さ 1,000 mm, せん断スパン比 5 を有する RC 供試体を用いた。供試体は曲げ破壊先行型となるように、軸方向筋には D10 (SD295A) を 8 本、横拘束筋には D6 (SD295A) を間隔 $s = 65, 90, 105$ および 120 mm でそれぞれ配筋した。打設コンクリートの設計基準強度は $f_{ck} = 40$ MPa である。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)	
		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	55.42				
105	51.85				
120	51.85				



2.2 載荷装置および載荷経路

本実験では、写真-1に示す載荷装置を用いて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。載荷経路として、図-2 および図-3 に示す、斜め載荷および三角形載荷の 2 種類を採用した。三角形載荷では、図-3 (a)→(b)→(c) の順に載荷を行った。図中の δ_y は三角形載荷での引張側軸方向筋の初期降伏時における柱頭での水平変位 (軸方向筋のひずみが 2,000 μ に達した時の降伏変位) である。



写真-1 載荷装置

3. 実験結果および考察

本実験結果の一例として、三角形載荷下での $s = 65$ mm 供試体の荷重-変位履歴 (X 軸方向のみ) を図-4に示す。図に示すように、荷重-変位履歴を象限ごとに分割し、変位幅 $4\delta_y$ のサイクルでは①～

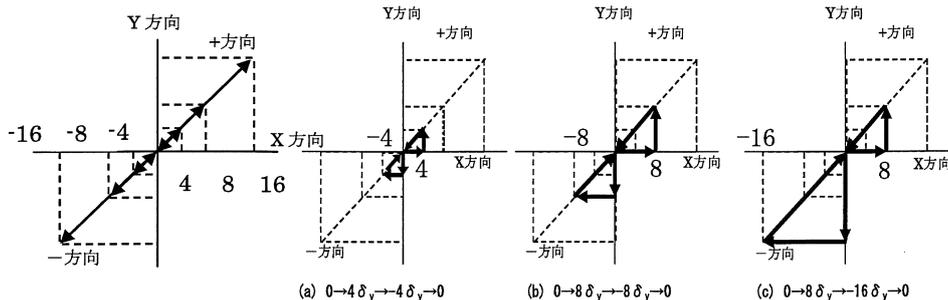


図-2 斜め載荷

図-3 三角形載荷

④区間、変位幅 $8\delta_y$ のサイクルでは⑤～⑧区間とし、各区間の吸収エネルギー量を算出した。ここで、区間番号が奇数の載荷経路は、圧縮側のコンクリートおよび軸方向筋が主に曲げに抵抗する経路であり、偶数の載荷経路は、除荷後に再載荷を行った経路である。

3.1 異なる載荷経路下での吸収エネルギー量の変動

異なる載荷経路下での (0→ $8\delta_y$ → $8\delta_y$ →0) 区間の吸収エネルギー量の変動を図-5～7に示す。一方向載荷

¹⁾ (図-5) ならびに斜め載荷 (図-6) では、各載荷区間 (⑤と⑦) および (⑥と⑧) において、それぞれ吸収キーワード: RC 柱, 二方向繰り返し曲げ, 吸収エネルギー, 経路依存性, 変形特性
 連絡先: 愛知工業大学〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 TEL: 0565-48-8121, FAX: 0565-48-0030

エネルギー量に顕著な差異は見られなかった。一方、三角形載荷(図-7)では、X軸方向:⑧の区間で、Y軸方向:⑥の区間での吸収エネルギー量が少なくなった。この理由として、一方向載荷および三角形載荷では、3本の軸方向筋が圧縮力に抵抗するため吸収エネルギー量が大きくなるが、除荷/再載荷での吸収エネルギー量は極端に小さくなる。一方、斜め方向載荷では、隅部1本の軸方向筋で主に圧縮力に抵抗するため、一方向載荷および三角形載荷のように吸収エネルギー量が大きくなり、除荷/再載荷の場合でも極端に小さくならなかったと考えられる。三角形載荷の場合には、吸収エネルギー量が小さい荷重区間がX軸方向およびY軸方向で異なった。その理由として、本実験では、図-3(b)のように、+ (プラス) 方向に載荷した場合はX軸→Y軸→0、- (マイナス) 方向に載荷した場合はY軸→X軸→0と載荷順序が異なることによると考えられる。

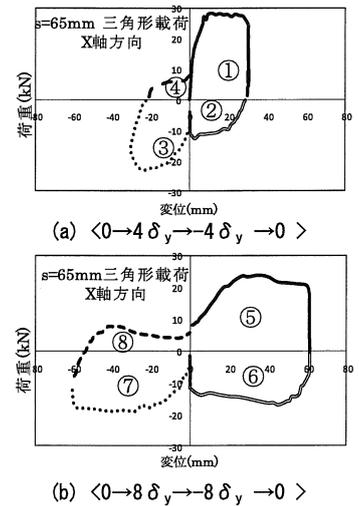


図-4 荷重-変位曲線(三角形載荷)

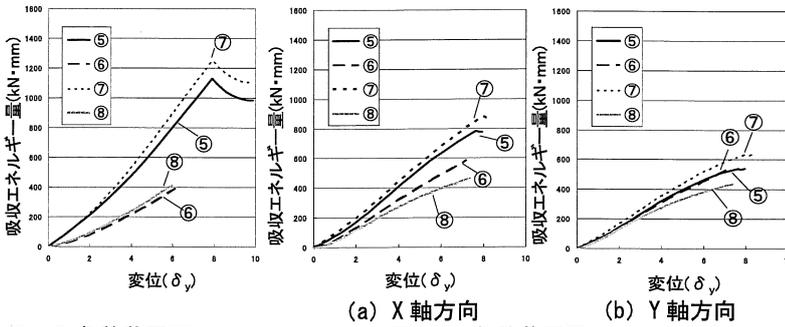


図-5 各載荷区間の吸収エネルギー量(一方向載荷)

図-6 各載荷区間の吸収エネルギー量(斜め載荷)

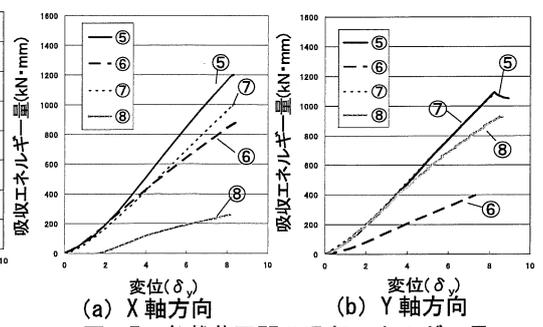


図-7 各載荷区間の吸収エネルギー量(三角形載荷)

3.2 異なる載荷経路下での載荷区間ごとの吸収エネルギー量

異なる載荷経路下の載荷区間ごとの吸収エネルギー量を図-8に示す。一方向載荷以外の載荷では、X軸およびY軸方向の吸収エネルギーの合計量をプロットしてあり、「一方向載荷→斜め載荷→三角形載荷」の順に吸収エネルギー量が大きくなるのが分かる。とくに、圧縮側のコンクリートおよび軸方向筋が主に曲げに抵抗する載荷(区間①、区間③、区間⑤および区間⑦)において、一方向載荷(■)と三角形載荷(△)では、変位幅 $4\delta_y$ のサイクル(区間①および区間③)と変位幅 $8\delta_y$ でのサイクル(区間⑤および区間⑦)の吸収エネルギー量の比は約2となり、斜め載荷(◆)では、約1.5に留まった(図中の各棒を参照)。

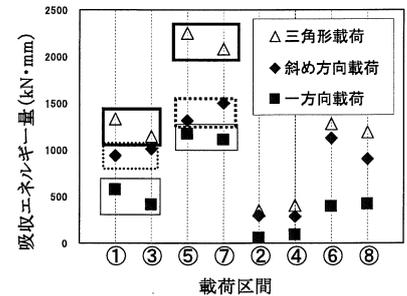


図-8 載荷区間における吸収エネルギー量

4. 結論

- 1) 目標とする変位が同じであっても、異なる載荷経路により吸収エネルギー量に明確な差異がみられた。
- 2) 吸収エネルギー量は載荷経路により異なるが、主に経路依存性による累積変位の影響が大きい。
- 3) 一方向載荷および三角形載荷では、変位幅が2倍になれば、吸収エネルギー量も約2倍になるが、斜め載荷では、変位幅が2倍となっても吸収エネルギー量は約1.5倍に留まった。

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：繰り返り曲げを受ける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，土木学会，Vol.13，pp.331-342，2010.8.
- 2) 水野憲司・磯部友哉・鈴木森晶・水野英二：二方向繰り返り力を受けるRC柱の変形特性に関する実験的研究，平成22年度土木学会中部支部研究発表会，2011.3.