

中間補強筋を有する RC 柱の載荷経路の違いによる破壊進展特性に関する実験的研究

愛知工業大学 学生会員 ○黒田亮
愛知工業大学 正会員 鈴木森晶

愛知工業大学 学生会員 水野憲司
中部大学 正会員 水野英二

1. はじめに

本研究では、中間補強筋を配筋した鉄筋コンクリート (RC) 柱に対して二軸繰返し実験^{1), 2)}を実施し、中間補強筋の配筋形状および載荷経路の違いがコンクリートの破壊進展や軸方向筋の座屈性状に及ぼす影響について考察する。

2. 供試体概要および載荷形態

本研究では、文献 1) と同様の供試体を用いた。ここで、配筋形状には十字型および X 字型¹⁾を、載荷経路には矩形載荷および斜め載荷²⁾を採用した。

3. 斜め載荷下における破壊進展特性

コンクリートの破壊状況：斜め載荷での載荷履歴 $\langle 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y \rangle$ の中 $-16\delta_y$ 時におけるコンクリートの破壊状況を写真-1 に示す。 $s = 65 \text{ mm}$ の場合、十字型 RC 柱は X 字型 RC 柱よりも隅角部のかぶりコンクリートの剥落の量が多いことが分かる。これは、十字型 RC 柱では中間補強筋が隅角部の軸方向筋を拘束していないため、かぶりコンクリートの剥落を抑制することができなかったと考える。

ひび割れの進展については、十字型 RC 柱と X 字型 RC 柱で違いはほとんど見られなかったが、基部から 1 段目および 2 段目の横拘束筋の間でひび割れが多く生じた。次に、最終的なコンクリートの破壊状況を写真-2 に示す。両 RC 柱を比較すると破壊領域はほとんど差がなく、破壊高さは文献 3) の結果 (破壊高さ 140 mm 程度) とほぼ同様であった。

軸方向筋の座屈進展状況および最終破壊形状：図-1 に各履歴における軸方向筋の座屈進展状況を示す。図-1 の○印は座屈前の軸方向筋、●印は座屈後の軸方向筋、矢印は載荷方向を表している。図-1 より、載荷履歴 $\langle -4\delta_y \rightarrow 8\delta_y \rangle$ 中の $8\delta_y$ の場合、十字型 RC 柱では北西角の軸方向筋の座屈が生じた。X 字型 RC 柱では、北西角の軸方向筋の座屈が生じなかった。載荷履歴 $\langle 8\delta_y \rightarrow -8\delta_y \rangle$ 中の $-8\delta_y$ の場合、十字型 RC 柱では北西角の軸方向筋に続き、南東角の軸方向筋の座屈が生じた。X 字型では北西角および南東角の軸方向筋の座屈が生じなかった。載荷履歴 $\langle -8\delta_y \rightarrow 8\delta_y \rangle$ 中の $8\delta_y$ の場合、X 字型 RC 柱においても、北西角および南東角の軸方向筋が生じた。よっ

て、中間補強筋は軸方向筋の座屈発生を遅延させることを確認した。写真-2 に示す最終破壊状況から隅角部に着目すると、十字型 RC 柱の場合、隅角部の軸方向筋の座屈は 1 段目の横拘束筋までの位置で生じたのに対し、X 字型 RC 柱の場合、基部から 1 段目の中間補強筋までの間で生じた。

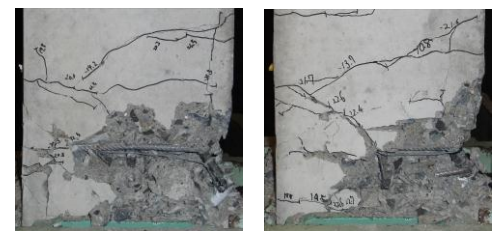
4. 矩形載荷下における破壊進展特性

コンクリートの破壊状況：矩形載荷での載荷履歴 $\langle 0\delta_y \rightarrow -16\delta_y \rangle$ の $-16\delta_y$ 時におけるコンクリートの破壊状



(a) 十字型 RC 柱 $s = 65 \text{ mm}$ (b) X 字型 RC 柱 $s = 65 \text{ mm}$

写真-1 斜め載荷履歴 $\langle 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y \rangle$ の $-16\delta_y$ 時の破壊状況 (北西角)



(a) 十字型 RC 柱 $s = 65 \text{ mm}$ (b) X 字型 RC 柱 $s = 65 \text{ mm}$

写真-2 斜め載荷での最終破壊状況 (北面)

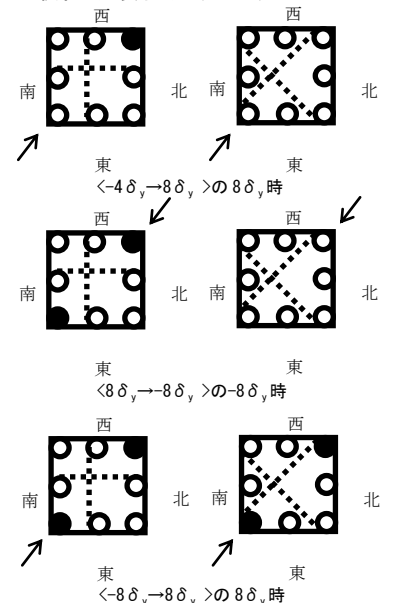


図-1 斜め載荷履歴の軸方向筋の座屈状況 ($s = 120 \text{ mm}$)

況を写真-3 に示す。隅角部に着目すると、 $s = 65 \text{ mm}$ の場合、両 RC 柱とも、かぶりコンクリートの剥落の量に差はほとんどない。これは、矩形載荷では、載荷方向が 90° の範囲で変化するため、配筋形状の違いによる軸方向筋の座屈抑制効果に差がないためと考える。また、ひび割れの進展についても、両 RC 柱とも違いはほとんど見られなかった。次に、最終的なコンクリートの破壊状況を写真-4 に示す。両 RC 柱を比較すると、破壊領域にはほとんど差はなく、コンクリート破壊高さ 140 mm 程度という結果を得た。

軸方向筋の座屈進展状況および最終破壊形状：図-2 に各履歴における軸方向筋の座屈状況を示す。載荷履歴 $\langle 0 \delta_y \rightarrow 8 \delta_y \rangle$ の $8 \delta_y$ 時に、十字型 RC 柱では北西角の軸方向筋の座屈発生を確認した。X 字型 RC 柱では、北西角の軸方向筋の座屈は生じなかった。載荷履歴 $\langle 0 \delta_y \rightarrow -8 \delta_y \rangle$ 中の $-8 \delta_y$ の場合、十字型 RC 柱では北西角の軸方向筋に続き、南東角の軸方向筋の座屈が生じた。X 字型では北西角および南東角の軸方向筋に座屈は生じなかった。載荷履歴 $\langle 0 \delta_y \rightarrow 8 \delta_y \rangle$ 中の $8 \delta_y$ の場合、十字型 RC 柱では南東角に続き、北東角の軸方向筋の座屈が生じた。X 字型 RC 柱では北西角の軸方向筋の座屈が生じた。以上のことから、中間補強筋に軸方向筋の座屈抑制効果があることが分かる。写真-4 に示す最終破壊状況から中央部に着目すると、十字型 RC 柱では、軸方向筋の座屈が 1 段目の中間補強筋から 1 段目の横拘束筋までの間で生じた。X 字型 RC 柱では基部から 1 段目の横拘束筋までの間で生じた。十字型 RC 柱では、中央部の中間補強筋を拘束していることで、基部から 1 段目の中間補強筋までの間の座屈を抑制することができたと考えられる。X 字型 RC 柱では、中間補強筋が隅角部の軸方向筋を拘束していないため、1 段目の横拘束筋までの間で座屈が生じた。

5. 結論

- 1) 斜め載荷では、十字型 RC 柱供試体に比べ X 字型 RC 柱供試体の方が、かぶりコンクリート剥落の進展が遅い。しかし、矩形載荷では、その差はほとんどなかった。
- 2) 載荷経路に関わらず、両 RC 柱の破壊領域はほとんど差がなく、破壊高さは文献 3) と同様の 140 mm 程度であった。
- 3) 軸方向筋の座屈に関しては、載荷経路・横拘束筋間隔に関係なく、中間補強筋を配筋した箇所では、軸方向筋の座屈を抑制することができた。

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）および愛知工業大学耐震実験センターの研究助成を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 水野憲司・鈴木森晶・水野英二：斜め載荷下で繰り返し曲げを受ける RC 柱の中間補強筋による座屈抑制効果について、平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会、2013.3.
- 2) 林由晴・水野憲司・鈴木森晶・水野英二：中間補強筋を有する RC 柱の二方向繰り返し下における耐力特性に関する実験的研究、平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会、2013.3.
- 3) 鈴木森晶・水野英二：載荷履歴の異なる二方向曲げ力を受ける鋼繊維補強コンクリート柱の変形性状に関する研究、土木学会論文集 A2（応用力学）、Vol. 68, No. 2（応用力学論文集 Vol. 15）, I_393-I_402, 2012.9.



写真-3 矩形載荷履歴 $\langle 0 \delta_y \rightarrow -16 \delta_y \rangle$ の $-16 \delta_y$ 時の破壊状況（北西角）

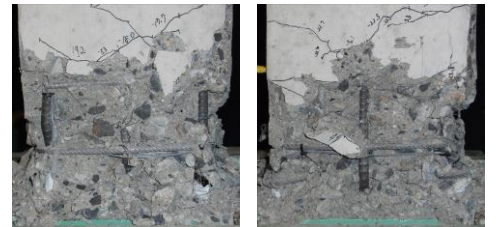


写真-4 矩形載荷での最終破壊状況（北面）

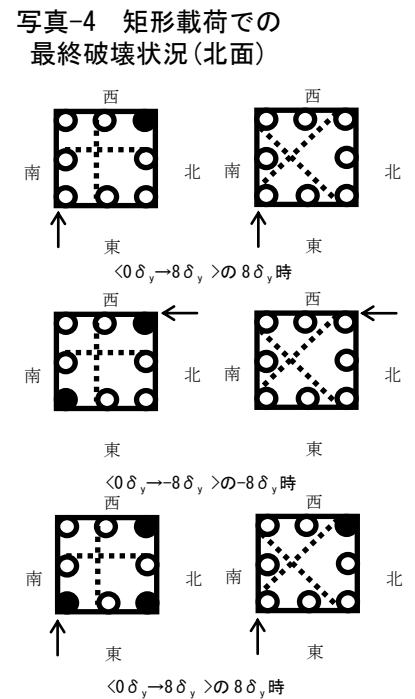


図-2 矩形載荷履歴の軸方向筋の座屈状況 ($s = 120 \text{ mm}$)