

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

愛知工業大学 学生会員 ○水野憲司

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

一般に、鉄筋コンクリート (RC) 柱部材のポストピーク領域での耐荷特性には、コンクリートのひび割れ・破壊進展ならびに軸方向筋の座屈が大きな影響を与える^{1), 2)}。本研究では、横拘束筋に加え中間補強筋を配筋した RC 供試体を用いて、座屈発生抑制効果を実験的に検証する。

2. 供試体ならびに実験概要

本研究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 1000 mm、RC 柱供試体 8 体を用いた。供試体は曲げ破壊先行型となるようにせん断スパン比を 5 に設定し、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 (4 水準) でそれぞれ配筋した。中間補強筋は D6 (SD295A) を横拘束筋間の中間に配筋した。形状は隅角部の軸方向筋を繋いだ X 字型と中央部の軸方向筋を繋いだ十字型を設定した (図-1 参照)。

写真-1 に示す二方向載荷装置を用いて繰り返し実験を実施した。実験では、上部構造を想定して、軸力を累加軸耐力の 5% とした。なお、載荷形態として、図-2 に示すような斜め載荷を採用した。斜め載荷の変位履歴は、変位 0 mm → ±4 δ_y (1 サイクル) → ±8 δ_y (2 サイクル) → ±16 δ_y (1 サイクル) である。ここで、δ_y は一方向載荷での降伏変位であり、本実験では 5.35 mm である。なお、鉄筋およびコンクリートの材料定数を表-1 に示す。

3. 実験結果および考察

中間補強筋による座屈抑制効果を検証するため、一例として、斜め載荷下での RC 供試体 ($s = 65$ mm および $s = 120$ mm) の累積吸収エネルギー—累積変位関係を図-3 に示す。図より、いずれの横拘束筋間隔でも累積変位が 400 mm 付近 (載荷履歴 <-8 δ_y → 8 δ_y> ; 図中の破線) までは同等の挙動を示しており、横拘束筋間隔および中間補強筋の有無の違いによる影響は少なかった。一方、400 mm 以降では、中間補強筋を配筋した供試体は配筋していない場合と比較し、高いエネルギー吸収能を

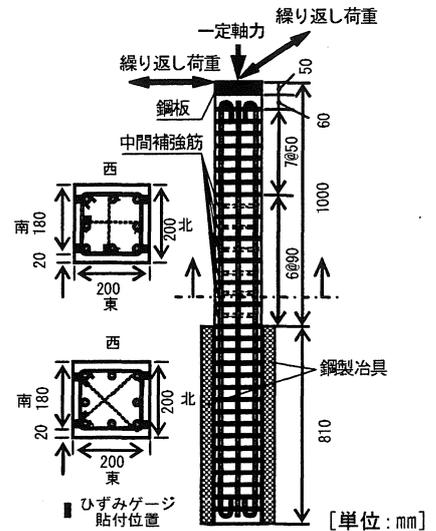


図-1 供試体配筋図

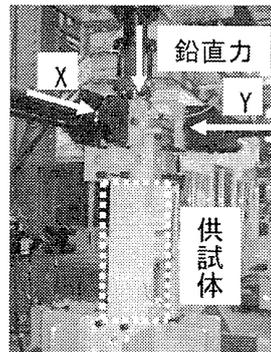


写真-1 載荷装置と供試体

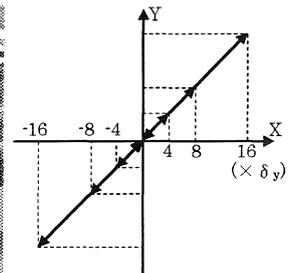


図-2 斜め載荷 (45°)

表-1 材料定数および軸力一覧

中間補強筋	横拘束筋間隔 s [mm]	コンクリート圧縮強度 [MPa] f _{ck} = 60	軸方向筋 D10 (SD295A)		横拘束筋 D6 (SD295A)		載荷軸力 [kN]
			降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	
有り 2種類	65	55.1	403	608	426	583	118
	90	61.3					131
	105	62.6					133
	120	62.3					
無し (文献2)	65	62.6	342	519	373	583	136
	90	64.5					
	105						
	120	62.6					

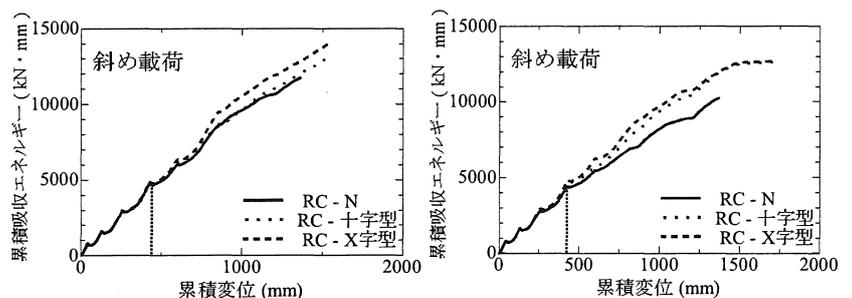


図-3 累積吸収エネルギー—累積変位関係

キーワード: RC 柱, 中間補強筋, 軸方向筋の座屈, 座屈抑制効果

連絡先: 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学 工学部 都市環境学科 土木工学専攻 TEL0565-48-8121(代)

示した。横拘束筋間隔が広くなるにつれ、この傾向がより顕著に見られた。

累積エネルギー吸収能で違いが生じた載荷履歴 $\langle -8\delta_y \rightarrow 8\delta_y \rangle$ および $\langle 8\delta_y \rightarrow -16\delta_y \rangle$ での比較を行うため、横拘束筋間隔 $s = 120\text{ mm}$ を有するRC供試体の実験結果、例えば、除荷および再載荷曲線の開始点を基準として整理した耐荷曲線

(図-4参照)を用いる。図-4(a)より中間補強筋をX字および十字型に配筋した場合の耐力の低下率が配筋してない場合と比べて低いことが分かる。これは、中間補強筋が無い供試体では軸方向筋の座屈により水平耐力の低下が起きるが、X字および十字型に中間補強筋を配筋した場合には、軸方向筋の座屈進展がある程度抑制され、大きな耐力低下を生じなかったと考える。図-4(b)より分かるように、中間補強筋を配筋していない供試体では、耐力増加の程度が一番低く、X字型および十字型の中間補強筋を配筋した場合には比較的高い耐力の増加を呈することが

確認できた。図-4での載荷履歴に対応したコンクリートの破壊状況および軸方向筋の座屈性状を写真-2および写真-3に示す。中間補強筋を配筋してない場合には、隅角部のかぶりコンクリートが大きく剥落し、軸方向筋の座屈が明確に確認できるが、中間補強筋をX字型に配筋した供試体では、隅角部のかぶりコンクリートの剥落は少なく、 $-16\delta_y$ 時点でも軸方向筋の座屈に関しては確認できなかった。一方、十字型に配筋した供試体も、隅角部のかぶりコンクリートの剥落は少なかったが、西面の中間軸方向筋および隅角部の軸方向筋の座屈を確認した。以上より、中間補強筋の採用は、軸方向筋の座屈、かぶりコンクリートの剥落およびコアコンクリートの破壊に対して抑制効果があることを確認した。

4. まとめ

- 1) 中間補強筋を配筋した供試体では、いずれも高い吸収エネルギー能を示し、横拘束筋間隔および配筋の違いに関係なく、同等の累積変位で中間補強筋の効果を確認できた。
- 2) 座屈を抑えることでポストピーク領域でのRC柱の耐力の急激な低下を抑制することを確認できた。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、平成22-24年度文部科学省科学研究費補助金（基盤研究（C）22560488 代表：水野英二）、中部大学特別研究費A（研究代表者：水野英二）および愛知工業大学耐震実験センター研究助成金を得た。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 鈴木森晶・水野英二：繰り返し曲げを受ける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.
- 2) 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.14），I_393-I_402, 2012.
- 3) 亀田好洋・鈴木森晶・水野英二：ポストピーク領域における鉄筋コンクリート柱の繰り返し耐荷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.33, No.2, pp.199-204, 2011.

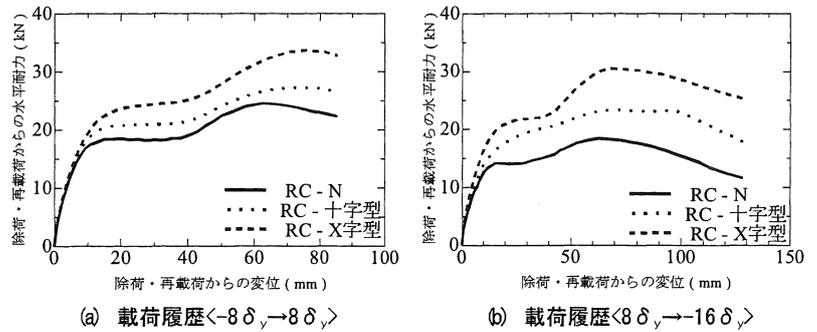


図-4 耐力-変位関係

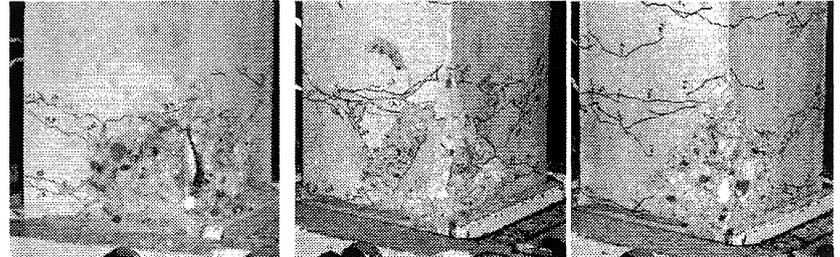


写真-2 載荷履歴 $\langle -8\delta_y \sim 8\delta_y \rangle$ の $8\delta_y$ での破壊状況 ($s = 120\text{ mm}$:北西面)



写真-3 載荷履歴 $\langle 8\delta_y \sim -16\delta_y \rangle$ の $-16\delta_y$ での破壊状況 ($s = 120\text{ mm}$:北西面)