

コアコンクリートをスパイラル筋で補強した円形RC柱の交番載荷実験について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員○ 金田 淳
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 小原 和宏
J R 東日本 建設工事部 正会員 木野 淳一

1. はじめに

RC柱部材の耐震設計においては、軸方向鉄筋を取り囲むように多量に配置した帯鉄筋(以下、外巻き帯鉄筋という)により変形性能を高め地震時のエネルギー吸収能力を大きくしている。しかし、外巻き帯鉄筋を多量に配置した場合、大変形領域において軸方向鉄筋のはらみ出しにより外巻き帯鉄筋のフックが外れ、急激に耐荷力が低下するということが明らかになっている¹⁾。矩形RC柱の場合は、外巻き帯鉄筋の代わりに、軸方向鉄筋のはらみ出しの影響を受けることのない軸方向鉄筋の内側にせん断補強筋を配置することにより(以下、内巻き帯鉄筋という)、変形性能が向上することが明らかになっているが²⁾円形柱の場合は解明されていない。そこで、内巻き帯鉄筋を配置した円形RC柱試験体の載荷実験を行い、破壊性状を確認したので報告する。

2. 試験概要

(1) 試験体

試験体概要および諸元を図-1、表-1に示す。柱は直径40cmの円径であり、柱天端より20cmの範囲は載荷治具との取り合いより矩形とした。試験体は実構造物の約1/2モデルを想定したものである。

(2) 載荷方法

載荷は柱頭部に鉛直ジャッキで一定の軸方向応力を導入しアクチュエータで静的に水平正負交番載荷を行った。引張側の最外縁の軸方向鉄筋が降伏ひずみに達した時点の載荷点変位を δ_y とし、以降、表-1の載荷パターンに示すように1サイクルずつ載荷した。No.1, No.2の試験体については、 $18\delta_y$ において鉛直ジャッキの可動範囲の限界となったため、 $21\delta_y$ 以降は軸力を抜いて載荷を行った。またNo.1の試験体はアクチュエータの可動範囲限界となったため、 $24\delta_y$ で載荷を終了した。またNo.2とNo.3の試験体においては、それぞれ $21\delta_y$ 、 $20\delta_y$ 載荷時に軸方向鉄筋が破断したため載荷を終了した。

3. 試験結果

(1) 破壊形態

写真-1にNo.3試験体の損傷状況を示す。破壊形態はNo.1～No.3の試験体ともほぼ同様である。 $1\delta_y \sim 6\delta_y$ においては、ひび割れは柱基部より0mm～800mmまでの範囲に分散して引張をうけている面に発生した。 $6\delta_y \sim 9\delta_y$ にかけて圧縮を受ける軸方向鉄筋のはらみだしにより、ひび割れは柱基部より0mm～300mmの範囲に集中して発生し、載荷方

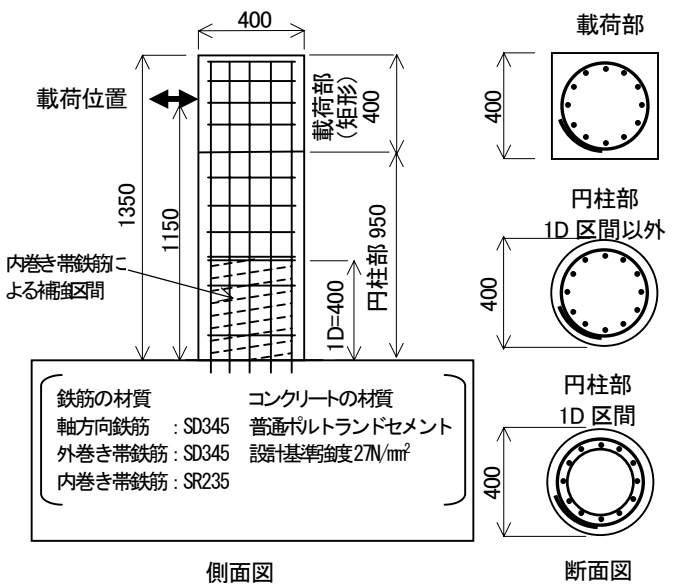


表-1 試験体緒元一覧

試験体 No.	軸方向鉄筋 径一本数	内巻き帯鉄筋 径一ピッチ (mm)	外巻き帯鉄筋		帯鉄筋比 1D区間 (%)	軸方向圧縮 応力 σ'_{no} (N/mm ²)	載荷パターン x 括弧内のステップは軸力を除去して載荷したことを示す (x: δ_y の倍数)
			1D区間 径一ピッチ (mm)	1D区間以外 径一ピッチ (mm)			
No.1	D16-12	ϕ 13-18	D10-200	D10-130	5.18%	0.98	1,2,4,6,9,12,15,18,(21),(24)
No.2		ϕ 9-15			2.39%		1,2,4,6,9,12,15,18,(21)
No.3		ϕ 6-10			1.69%		1,2,4,6,9,12,15,18,20

キーワード：RC 柱、変形性能、帯鉄筋、交番載荷、内巻き帯鉄筋
連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 tel.03-3320-3482 fax.03-3372-7980

向のかぶりコンクリートが剥離した。9 δ_y から12 δ_y において柱基部より0mm～300mmの荷重方向にかぶりコンクリートの剥落が発生し、その後荷重を進めるに従い、剥落範囲は高さ方向の範囲を狭めながら側方に拡大した。

写真-2にNo.1試験体について試験終了後に剥離しているコンクリートを取り除いた状況を示す。荷重方向についてはフーチング天端より300mmの範囲の内巻き帯鉄筋が露出した。また、荷重方向と直角な方向についてはフーチング天端より100mmのまで内巻き帯鉄筋が露出した。また、内巻き帯鉄筋に囲まれているコアコンクリートには大きな損傷は見られなかったが、柱基部より100mmの位置の荷重面に浅い欠損が見られた。

(2) 荷重変位曲線

No.1～No.3の1 δ_y ～18 δ_y までの荷重変位曲線の包絡線を図-2に示す。試験体ごとに最大荷重は異なるものの、包絡線の形状は同様である。4 δ_y ～9 δ_y で最大荷重に近い最大荷重に示したあと、9 δ_y あるいは12 δ_y において最大荷重時より12%程度低い荷重を示す。これはかぶりの剥落によるものである。その後、水平荷重の変化は緩やかとなる。包絡線の傾きで評価すると、かぶりの剥落時は水平変位の増加に対する水平荷重の変化率が5%であるのに対し剥落後の変化率は1%から2.5%となっている。荷重の緩やかな減少は、剥落の進展による有効断面積の減少によるものと考えられる。また、No.2試験体の15 δ_y において荷重が若干増加しているが、これは、剥落したコンクリート塊が引張り側の軸方向鉄筋と内巻き帯鉄筋の間に入ったからであると考えられる。No.2、No.3の試験体においては18 δ_y においても降伏荷重以上の荷重を維持しており、No.1の試験体についても、ほぼ降伏荷重を維持する結果となった。

4. まとめ

異なる量の内巻き帯鉄筋を配置し内外を合わせた帯鉄筋比が1.7%～5.2%の範囲である3体の円柱試験体の水平交番荷重試験を実施した結果、次のことが明らかになった。

- (1) 破壊性状に明らかな違いはみられなかった。
- (2) かぶりが剥落した 12 δ_y 以降の水平変位の増加に対する水平荷重の変化率は1%～2.5%と緩やかであった。

なお、内巻き帯鉄筋を配置した矩形柱との比較については現在結果を整理中である。

参考文献

- 1) 中山弥須夫、石橋忠良、鎌田則夫、鬼柳雄一：帯鉄筋を密に配置したRC柱の変形性能、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.19、No.2、pp.783-788、1997年7月
- 2) 金田淳、小原和宏：帯鉄筋を内巻補強とした帯鉄筋を内巻補強とした試験体の破壊性状、第29回関東支部技術研究発表会、2002年

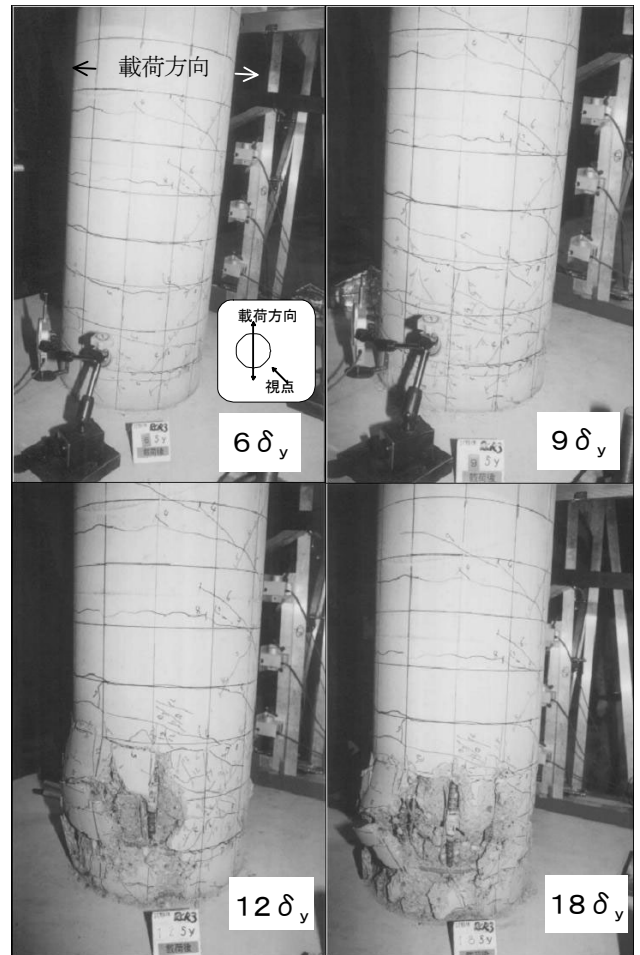
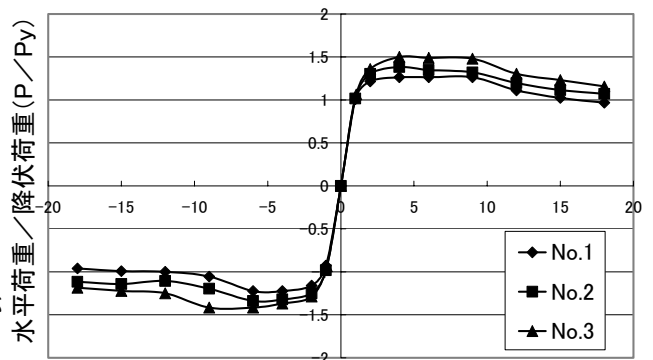


写真-1 No.3 試験体の損傷状況



変位／降伏変位 (δ / δ_y)
図-2 荷重変位曲線の包絡線

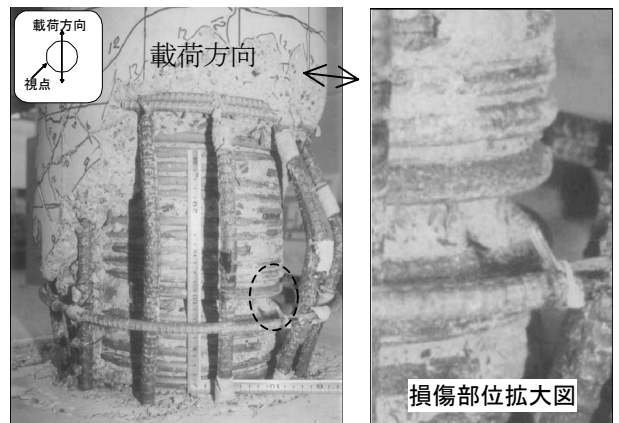


写真-2 試験終了時の損傷状況 (No.1)