

内巻き帯鉄筋を有する RC 柱の大変形領域における耐力評価

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○松田 聡美
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 杉田 清隆
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 大澤 章吾

1. はじめに

軸方向鉄筋の内側に円形スパイラル状の鋼材（以下、内巻き帯鉄筋という）を部材端から高さ 1D（D：柱断面高さ）付近の間に配置した鉄筋コンクリート（以下、RC という）柱は、通常の軸方向鉄筋の外側のみに帯鉄筋（以下、外巻き帯鉄筋という）を配置した RC 柱と比較して、変形性能が飛躍的に向上することが確認されている¹⁾。この内巻き帯鉄筋を有する RC 柱については、既往の研究²⁾により大変形領域において耐力を保持し始める点（L 点）の耐荷機構や耐力（以下、L 点耐力）の算定方法が提案されており、縮小試験体では概ね評価ができています。本研究では、実物大試験体を用いた正負交番載荷実験を行い、提案されている L 点の耐力算定方法³⁾の実物大試験体への適用性について検証を行った。

2. 実験概要

試験体諸元および形状寸法を表-1 および図-1 に示す。内巻き帯鉄筋は、軸方向鉄筋に内接するように配置し、高さ方向の配置範囲は、 $1D+10\phi$ （ ϕ ：軸方向鉄筋径）を基本としている。大変形領域における変形性能を確保するため、1D 区間に配置する外巻き帯鉄筋は直角フックによる定着とし、かぶりコンクリートの剥落によって容易に外れることで軸方向鉄筋の座屈長を長くして、低サイクル疲労による破断を避けるようにした。1D 区間以外の区間においては曲げ耐力に達するときのせん断力に対する比率が 1.0 以上となるように外巻き帯鉄筋を配置した。使用材料の材料試験値を表-2 に示す。

実験の載荷パターンは、最外縁の軸方向鉄筋ひずみが降伏ひずみに達した載荷点変位を降伏変位 δ_y とし、 $1\delta_y$ 以降は δ_y の偶数倍の変位を載荷した。

3. 実験結果

3.1 J-2 試験体の損傷状況及び荷重 - 載荷点変位関係

交番載荷実験による試験体の損傷状況は、載荷開始から $4\delta_y$ にかけて曲げひび割れの発生および斜めひび割れの進展、幅の拡大が見られ、 $6\delta_y$ 載荷時に 1D 区間内における軸方向鉄筋のはらみ出しが発生し、かぶりコンクリー

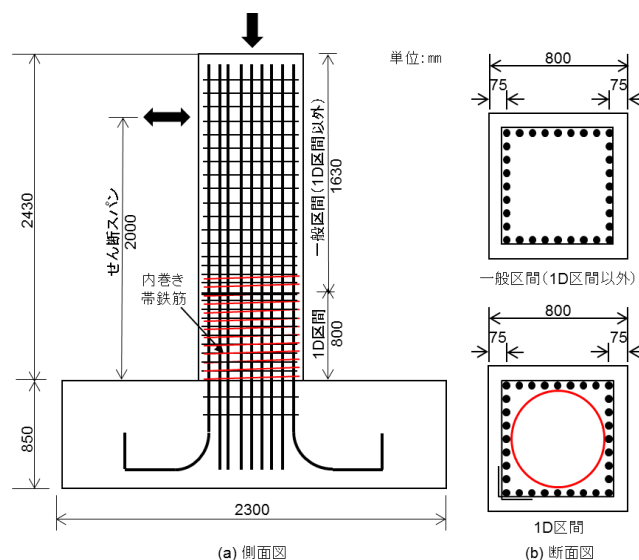


図 - 1 試験体形状寸法

表 - 1 試験体諸元

試験体 No.	柱断面寸法 (mm)	有効高さ (mm)	せん断スパン (mm)	軸方向鉄筋 (径×本数)	内巻き帯鉄筋 1D区間 (径@ピッチ)	外巻き帯鉄筋 1D区間 (径@ピッチ)	外巻き帯鉄筋 1D区間以外 (径@ピッチ)	軸方向圧縮応力度 (N/mm^2)	繰り返し回数
J-1	800×800	725	2000	D32×32本	$\phi 12.6@32\text{mm}$	D19@125mm	D19@70mm	1.0	1
J-2	800×800	725	2000	D32×32本	$\phi 12.6@32\text{mm}$	D19@125mm	D19@70mm	1.0	3
J-3	800×800	725	2000	D32×32本	$\phi 12.6@32\text{mm}$	D19@125mm	D19@70mm	4.0	1
J-4	800×800	725	2000	D32×32本	$\phi 12.6@32\text{mm}$	D19@125mm	D19@70mm	4.0	3

キーワード 内巻き帯鉄筋, 鉄筋コンクリート柱, 曲げ耐力, 正負水平交番載荷試験

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 TEL 03-3379-4353

表 - 2 材料試験値

試験体 No.	コンクリートの 圧縮強度 (N/mm ²)	軸方向 鉄筋	内巻き 帯鉄筋	外巻き 帯鉄筋
		降伏強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)
J-1	29.0	380	1312	377
J-2	31.0	380	1306	377
J-3	23.3	393	1297	367
J-4	26.0	367	1312	377

トが大きく剥離し始めた。8 δy 以降、かぶりコンクリートの剥離が進み、軸方向鉄筋内部のコンクリートが損傷し内巻き帯鉄筋が露出するとともに軸方向鉄筋の座屈が進行し、1D 区間内の外帯鉄筋が大きく外れ、8 δy 3 回目载荷時には 1D 区間内の内巻き帯鉄筋がほぼ全て露出した。10 δy 以降、水平荷重を保持し始め、2 回目、3 回目以降も顕著な荷重低下は見られず、安定した挙動を示した。その後、14 δy 負側 3 回目の载荷にて軸方向鉄筋が低サイクル疲労で破断するまで荷重を保持しながら変形が進み(写真-1 参照)、正側の载荷においては 16 δy 正側 3 回目にて軸方向鉄筋が破断した。

J-2 試験体の荷重-載荷点変位曲線を図-2 に示す。図より、4 δy で最大耐力を達した後に荷重が一旦減少するが、内巻き帯鉄筋の効果により 10 δy 付近以降は荷重の低下は穏やかとなり概ね一定の荷重を保持することが確認できた。

3.2 L 点耐力の評価

既往の手法²⁾を用いて、L 点耐力を算出した。L 点耐力の計算結果と実験結果を表-3 に示す。なお、計算値は材料試験結果を反映した値としている。表より実験値と計算値の比の平均値は 1.14、変動係数は 2.7%であり、計算結果は実験結果を概ね評価できており、既往の研究にて示されている L 点耐力算出法は実物大試験体においても適用可能であるといえる。

4. まとめ

本実験により得られた知見を以下に示す。

- (1) 実物大の試験体においても最大耐力以降の大変形領域において、かぶりコンクリートが剥落した後も概ね一定の荷重を保持する。
- (2) 内巻き帯鉄筋を配置した柱部材の L 点耐力は、既往の算出手法²⁾によって、実物大試験体に対しても概ね評価できる。

参考文献

- 1) 石橋忠良, 菅野貴浩, 木野淳一, 小林薫, 小原和宏: 軸方向鉄筋の内側に円形帯鉄筋を配置した鉄筋コンクリート柱の正負交番载荷実験, 土木学会論文集, No. 795/V-68, pp. 95-110, 2005. 8
- 2) 山田章史, 築嶋大輔, 井口重信: 軸方向鉄筋の内側に円形帯鉄筋を配置した鉄筋コンクリート柱の耐力に関する一考察, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 36, No. 2, pp. 127-132, 2014. 7

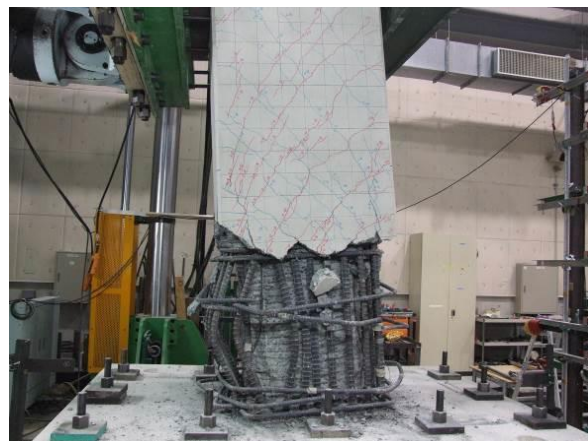
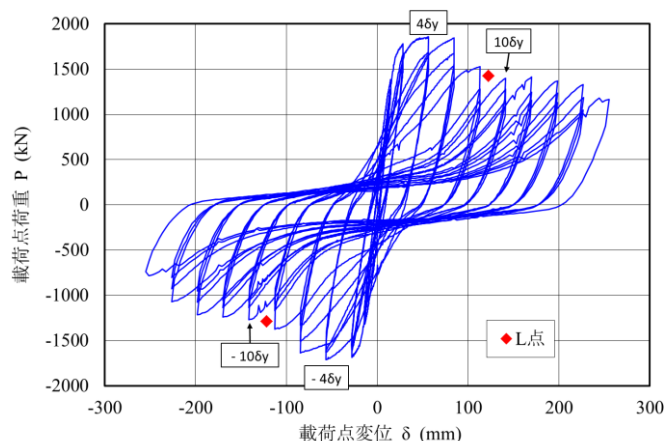
写真 - 1 L 点以降 試験体損傷状況 (14 δy)

図 - 2 荷重-載荷点変位関係 (J-2)

表 - 3 L 点耐力の比較

試験体 No.	実験値 (kN・m)	計算値 (kN・m)	実験値/ 計算値
J-1	2650.3	2329.3	1.14
J-2	2714.5	2337.8	1.16
J-3	2970.2	2535.5	1.17
J-4	2694.8	2446.0	1.10