

高密度に配置した軸方向鉄筋をスパイラル鉄筋で補強した RC 柱の交番載荷試験

東日本旅客鉄道 (株)

正会員 ○佐藤 亜希子

東日本旅客鉄道 (株)

フェロー会員

大庭 光商

1. はじめに

従来の RC 構造の適用範囲 (軸方向鉄筋比 6%以下)¹⁾ を超える量の軸方向鉄筋を高密度に配置し、これをスパイラル鉄筋で補強した RC 柱 (以下「高密度 RC 柱」) を考案した。本報告では、地震時における高密度 RC 柱の損傷状況および変形挙動を確認する目的で、模型試験体の静的正負交番載荷試験を行った結果について報告する。

2. 試験概要

表-1 に試験体諸元、図-1 に試験体概要図を示す。試験体は、軸方向鉄筋の外周にせん断補強鉄筋を配置し、内部をモルタルで充填した。主な試験パラメータは、軸方向鉄筋比 ($p_l = \Sigma A_s / (\pi \cdot D^2 / 4)$ 、ここに ΣA_s ; 全軸方向鉄筋の断面積、 D ; 柱径)、耐力比 (V_{yd} / V_{mu} ; ここに、 V_{yd} ; 部材のせん断耐力、 $V_{mu} = M_u / l_a$ 、 M_u ; 曲げ耐力、 l_a ; せん断スパン) である。表-1 中の耐力比の計算は、材料強度試験結果による実強度を用いて算出した。試験範囲は、 a/d を一定 (3.31) とし、軸方向鉄筋比 (p_l) 14.8~24.7%、耐力比 5.66~5.91 とした。なお、せん断補強鉄筋にはスパイラル形状の高強度鋼材 (降伏強度 1275N/mm²) を使用した。

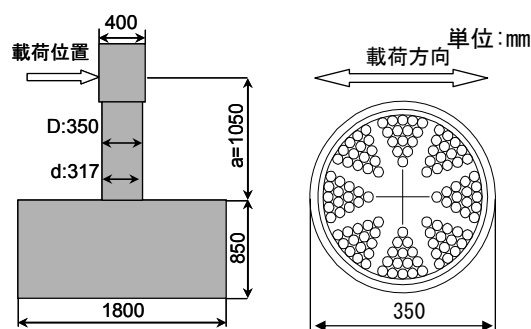


図-1 試験体概要図

3. 試験体損傷状況

(1) No.1 試験体

軸方向鉄筋比 14.8%、耐力比 5.66 の No.1 試験体は、 $2\delta_y$ 載荷時に柱基部のかぶりモルタルに浮きが発生し、 $4\delta_y$ 載荷時に柱基部の圧縮縁のかぶりモルタルが部分的に剥落した。 $6\delta_y$ 載荷時にフーチング表面部のかぶりコンクリートに円錐状の浮きが発生し、その後、柱基部から 1D 程度の範囲のかぶりモルタルは全て剥落した。水平荷重は $12\delta_y$ でピークとなり、この時点でフーチング表面部の浮きが顕著になるとともに、損傷が集中し、水平荷重の低下が始まった。 $18\delta_y$ 載荷時に最大荷重の 80%程度で、柱基部の軸方向鉄筋が低サイクル疲労により破断し、試験を終了した。



降伏荷重時

試験終了時

写真-1 No.1 試験体損傷状況

(2) No.2 試験体

軸方向鉄筋比 19.8%、耐力比 5.91 の No.2 試験体は、 $2\delta_y$ 載荷時に柱基部のかぶりモルタルに浮きが発生し、 $4\delta_y$ 載荷時に柱基部の圧縮縁のかぶりモルタルが部分的に剥落した。 $6\delta_y$ 載荷時にフーチング表面部のかぶりコンクリートに円錐状の浮きが発生し、その後、柱基部から 1D 程度の範囲のかぶりモルタルが剥落した。水平

表-1 試験体諸元

試験体 No.	柱径 D (mm)	かぶり (芯) (mm)	有効 高さ d (mm)	コンクリート圧縮強度		軸方向鉄筋				せん断補強鉄筋				耐力比 V _{yd} /V _{mu}
				柱 (モルタル) (N/mm ²)	フーチング (コンクリート) (N/mm ²)	種別	径 φ	本数 (本)	鉄筋比 p _l (%)	種別	径 φ _s (mm)	間隔 (芯) s (mm)	鉄筋比 p _w (%)	
No.1	350	33	317	30.5	33.8	SD295A	D16	72	14.8	SBPDN 1275/1420	7.1	10.1	2.239	5.66
No.2	350	33	317	33.0	35.4	SD295A	D16	96	19.8	SBPDN 1275/1420	7.1	8.1	2.793	5.91
No.3	350	33	317	33.2	33.3	SD295A	D16	120	24.7	SBPDN 1275/1420	7.1	7.1	3.186	5.78

キーワード 軸方向鉄筋, スパイラル鉄筋, 高密度 RC 柱, 交番載荷実験

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 東日本旅客鉄道 (株) TEL 03-5334-1288

荷重は $10\delta_y$ でピークとなり、この時点でフーチング表面部の浮きが顕著になるとともに、損傷が集中し、水平荷重の低下が始まった。 $16\delta_y$ 荷重時に最大荷重の 80% 程度で、柱基部の軸方向鉄筋が低サイクル疲労により破断し、試験を終了した。



降伏荷重時



試験終了時

写真-2 No.2 試験体損傷状況

(3) No. 3 試験体

軸方向鉄筋比 24.7%，耐力比 5.78 の No.3 試験体は、 $2\delta_y$ 荷重時に柱全体がかぶりモルタルに浮きが発生し、 $3\delta_y$ 荷重時以降、かぶりモルタルの剥落が始まるとともにせん断補強鉄筋が露出した。水平荷重は $4\delta_y$ でピークに達したが、その後の荷重低下はほとんど見られず、 $16\delta_y$ 荷重時に載荷部分の試験体柱頭部が破損し、載荷不能となり、試験を終了した。



降伏荷重時



試験終了時

写真-3 No.3 試験体損傷状況

(4) 損傷状況のまとめ

試験時の損傷状況をまとめると、せん断スパン比 3.31、耐力比 5.7～5.9 程度、軸方向鉄筋比 14.8%～19.8% の No.1, No.2 試験体は、柱基部 1D 程度の範囲のかぶりモルタルがほぼ完全に剥落するとともに、フーチング表面部のかぶりコンクリートが円錐状に浮上がり、この部分に損傷が集中する破壊形態を示し、低サイクル疲労により軸方向鉄筋が破断した。

一方、せん断スパン比 3.31、耐力比 5.8 程度、軸方向鉄筋比 24.7% の No.3 試験体は、かぶりモルタルが柱全体にわたり剥落した後、せん断補強鉄筋が露出し、さ

らに軸方向鉄筋間のモルタルが柱全体で粉砕する破壊形態を示した。なお、フーチング表面部のかぶりコンクリートの浮上がりや軸方向鉄筋の破断は見られなかった。

4. 各パラメータと破壊形態の関連性

図-3 に No.1～No.3 試験体の軸方向鉄筋比と耐力比をパラメータとした破壊形態の分類結果を示す。なお、ここでは鉄筋相互の付着が切れ、軸方向鉄筋間のモルタルが柱全体で粉砕する破壊形態を付着破壊、フーチング表面部のかぶりコンクリートに損傷が集中する破壊形態を曲げ破壊として分類した。

図-3 より、軸方向鉄筋比が 24.7% の場合は付着破壊となり、軸方向鉄筋比が 19.8% 以下の場合、曲げ破壊となっている。

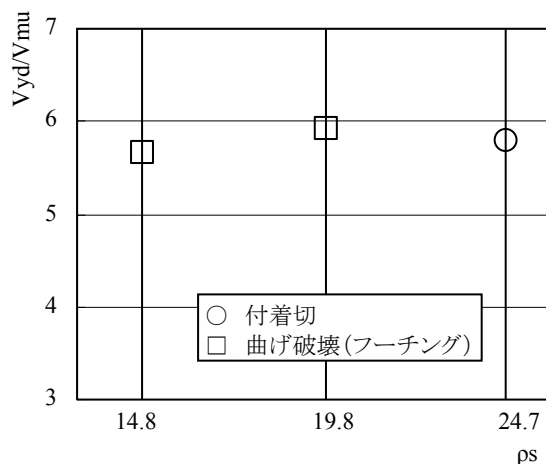


図-3 試験体損傷状況とパラメータの関連性

5. まとめ

本試験で対象とした、せん断スパン比 3.31、軸方向鉄筋比 14.8%～24.7%、耐力比 5.66～5.91 の範囲内における、高密度に軸方向鉄筋を配置し、これをスパイラル鉄筋で補強した RC 柱の交番載荷試験の結果、得られた知見を以下に示す。

- ① 軸方向鉄筋比 24.7% の試験体は、かぶりモルタルが柱全体にわたる破壊形態となる。これらは、鉄筋相互のすべりにより、変形を柱全体で吸収する挙動を示す。
- ② 軸方向鉄筋比 20% 程度以下の試験体は、損傷がフーチング表面部のかぶりコンクリートに集中する破壊形態となる。

参考文献

- ・財団法人鉄道総合技術研究所：鉄道物等設計標準・同解説コンクリート構造物，丸善株式会社，2004.4