

高軸圧縮力を受ける高強度コンクリートを用いた RC 柱の水平交番載荷実験

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○川合 裕太

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 図司 英明

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 渡部 太一郎

1. はじめに

RC 高架橋上にビルなどを設置する場合、高架橋柱には従来に比べ高い軸圧縮力が発生することとなる。岡西ら¹⁾は、軸力比（軸圧縮応力／コンクリート圧縮強度）が大きくなるほど変形性能が低下し、軸力比 0.5 程度の場合には最大荷重到達後極めて脆性的な破壊形態となることを示した。隅部ら²⁾、阿部ら³⁾は圧縮強度 50N/mm^2 程度以下のコンクリートを用いて、軸方向鉄筋の内側にスパイラル状の高強度鉄筋（以下、内巻き帯鉄筋）を配置して、高軸圧縮力を受ける RC 柱の水平交番載荷実験を行い、内巻き帯鉄筋比、軸力比、せん断スパン比、内巻き帯鉄筋の配置範囲が変形性能に与える影響を明らかにした。

今回、圧縮強度が 100N/mm^2 程度のコンクリートを用いて内巻き帯鉄筋を配置し、鋼繊維の有無をパラメータとした試験体で水平交番載荷実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験の概要

a) 試験体概要

試験体概要を図 1 に、試験体諸元を表 1 に示す。内巻き帯鉄筋はせん断スパンの全範囲に配置した。外巻き帯鉄筋の定着は、柱基部から 1D 区間（D:柱幅）では直角フックとし、1D 区間以外はフレア溶接にて行った。No.2 試験体では、コンクリートに鋼繊維を体積比で 1%混入して、鋼繊維による効果を検討した。鋼繊維は、板厚 0.3mm、送り幅 0.3mm、長さ 15mm の SUS304 を用いた。

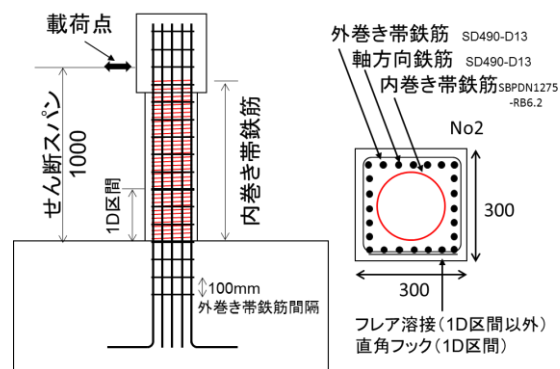


図 1 試験体概要

b) 載荷方法

試験体のフーチングを PC 鋼棒により床に堅固に固定し、鉛直ジャッキにより柱頭部に軸方向圧縮応力を加えた状態で、アクチュエータにより水平方向に載荷した。軸方向鉄筋のいずれかが降伏ひずみに達した時の変位を $1\delta_y$ とし、 $2\delta_y$ 以降は $1\delta_y$ の整数倍の変位を交番載荷し、試験体が破壊するまで載荷を行った。

3. 実験の結果

a) 試験体の損傷状況

図 2 に、No.1・2 試験体の試験終了時の状態を示す。No.2 では内部のコアコンクリートの状態を観察するために、鉄筋を溶断した。No.1 では、 $1\delta_y$ 載荷中に鉄筋が降伏するのとほぼ同時にかぶりコンクリートが圧壊した。 $2\delta_y$ 載荷中からかぶりコンクリートが剥落し、 $5\delta_y$ 載荷中に軸方向鉄

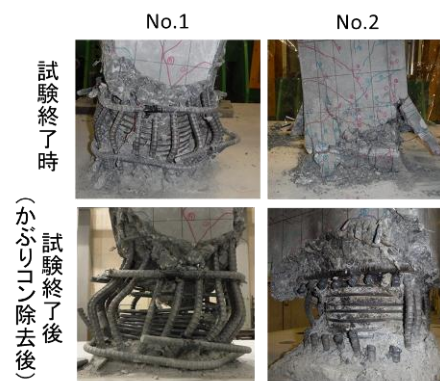


図 2 試験終了時の試験体の損傷状況

表 1 試験体諸元

No	柱断面 (mm)	せん断 スパン (mm)	軸方向鉄筋 規格-径-本数	引張 鉄筋 比	内巻き帯鉄筋 規格 径-ピッチ(mm)	内巻き 帯鉄筋 比	外巻き帯鉄筋 規格 径-ピッチ(mm)	外巻き 帯鉄筋 比	コンクリート 強度 (N/mm^2)	軸方向 圧縮応力度 (N/mm^2)	軸 力 比	鋼 繊 維
1 2	300×300	1000	SD490-D13-24	1.15%	SBPDN1275 RB6.2-15	1.33%	SD490 D13-100	0.84%	99.7 100.4	22.0	0.22	無 1%

キーワード 高強度コンクリート、高軸圧縮力、交番載荷実験

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 東日本 東京工事事務所 TEL. 03-3379-4353 E-mail: kawai-y@jreast.co.jp

筋のはらみだしによって基部から 100mm の位置にある外巻き帯鉄筋の直角フックが外れた。8 δ_y 载荷中に内巻き帯鉄筋内部のコンクリートが圧壊し、軸力が保持できなくなった。圧壊したコンクリートを除去すると、軸方向鉄筋の 1 本と、内巻き帯鉄筋が 1 か所破断していた。内巻き帯鉄筋が破断したことによって、内巻き帯鉄筋内部のコンクリートが拘束されなくなったために、軸力を保持できなくなったと考えられる。No. 2 では鉄筋の降伏が先行し、2 δ_y 载荷途中で被りコンクリートが圧壊した。その後変位が増加しても、かぶりコンクリートが大きく剥落することにはなかった。実験終了後にかぶりコンクリートを除去し、鉄筋を切断して内部のコアコンクリートを確認したところ、内部のコアコンクリートは健全であった。

b) 曲げモーメント-部材角関係

No. 1, 2 の曲げモーメント-部材角曲線を図 3 に示す。青線は水平荷重にせん断スパンを乗じて得られた曲げモーメントと部材角の関係を示し、赤線は軸力による曲げモーメントを付加して補正した曲げモーメントと部材角の関係を示す。参考として、降伏曲げモーメント M_y 及び終局曲げ耐力 M_u の計算値をグラフ上に示す。圧縮強度が高いコンクリートの破壊は脆性的になることから、鉄道設計標準⁴⁾では、圧縮強度 50~80 N/mm² の場合に終局ひずみを通過している。No. 1 試験体は、線形補間して $\epsilon'_{cu}=1830\mu$ として M_y 及び M_u を算定した。No. 2 試験体は、文献⁵⁾では圧縮強度 50 N/mm² 以下が適用範囲であるが、圧縮強度 100N/mm² の場合も適用可能であると仮定し、 $\epsilon'_{cu}=10000\mu$ として M_y 及び M_u を算定した。

No. 1 では、1 δ_y で軸方向鉄筋の降伏時に最大曲げモーメントを示し、その後は曲げモーメントが低下した。No. 2 では、鉄筋降伏後も曲げモーメントは増加し、2 δ_y 载荷中に最大曲げモーメントを示し、その後は曲げモーメントが低下した。No. 1 と No. 2 では、鉄筋降伏時の曲げモーメントはほぼ同じであるが、No. 2 は、No. 1 に比べて耐力と変形性能が大きくなる事が分かる。

c) 内巻き帯鉄筋・外巻き帯鉄筋・軸方向鉄筋のひずみ分布

内巻き帯鉄筋・外巻き帯鉄筋・軸方向鉄筋の 4 δ_y における試験体高さ方向のひずみ分布を図 4 に示す。ひずみが、1D 区間に集中していることが分かる。また、内巻き帯鉄筋のひずみは、No. 1 と No. 2 では殆ど同じ大きさであった。外巻き帯鉄筋のひずみは、No. 1 は No. 2 と比較すると 1D 区間の外巻き帯鉄筋のひずみが大きかった。

4. まとめ

今回の実験の範囲においては、鋼繊維を入れると、曲げ耐力及び変形性能が向上することが分かった。

参考文献

- 1) 岡西ら：高軸力を受ける鉄筋コンクリート柱の曲げ降伏後の限界性能に関する研究，コンクリート工学年次論文集，vol.15, No2, pp.519-524, 1993.6
- 2) 隅部ら：軸方向鉄筋の内側にスパイラル筋を配置した RC 柱の高軸力下での正負水平交番载荷実験，Structural Engineering Data, No39, pp.130-139, 2012.5
- 3) 阿部ら：軸方向鉄筋の内側にスパイラル筋を配置した RC 柱の高軸力下での正負水平交番载荷実験，Structural Engineering Data, No44, pp.14-21, 2014.11
- 4) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説—コンクリート構造物，p.76-77, 2004
- 5) 土木学会：コンクリートライブラリ 97—鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針（案），p.8-9, 1999

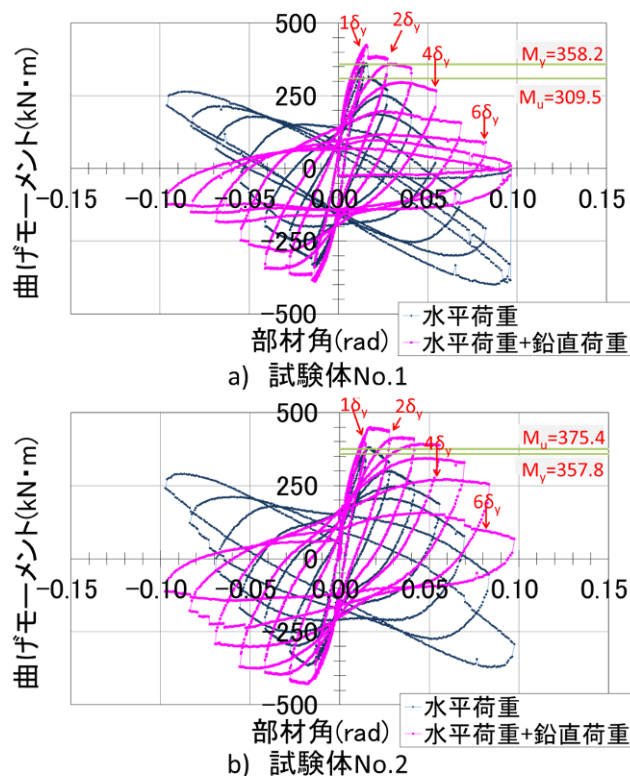


図 3 曲げモーメント-部材角関係

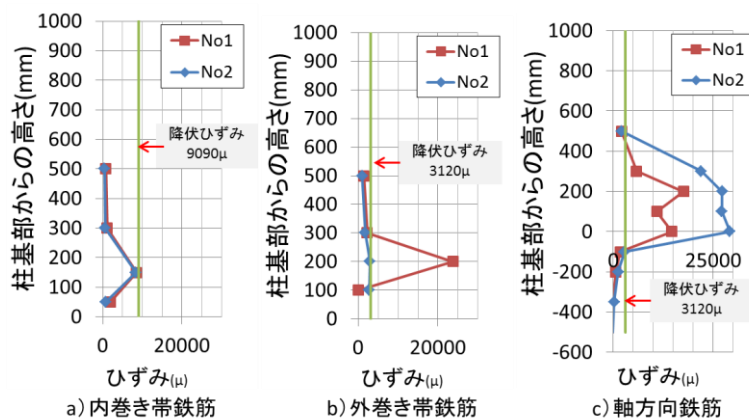


図 4 4 δ_y における鉄筋のひずみ分布