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

東日本旅客鉄道（株）　東京工事事務所　正会員　○川合　裕太
東日本旅客鉄道（株）　東京工事事務所　正会員　図司　英明
東日本旅客鉄道（株）　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て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ない，内巻き鉄筋比，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．

本報告では，高軸圧縮力を受ける高架橋柱の耐震性能向上を目的として，圧縮強度100N/mm^{2}のコンクリートを用いた柱の高軸圧縮力下での変形性能を確認するため，水平交番載荷実験を行なった．阿部ら[3)]が行なった試験体SE-2をNo1とし，今回行なった実験結果をNo.2としてその結果について述べる．

２．実験の概要

a)試験体の概要

試験体諸元を**表１**に，試験体概要を**図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，1D区間では直角フックとし，1D区間以外はフレア溶接を行なった．また，No.2では，コンクリートに鋼繊維を体積比で1%混入した．

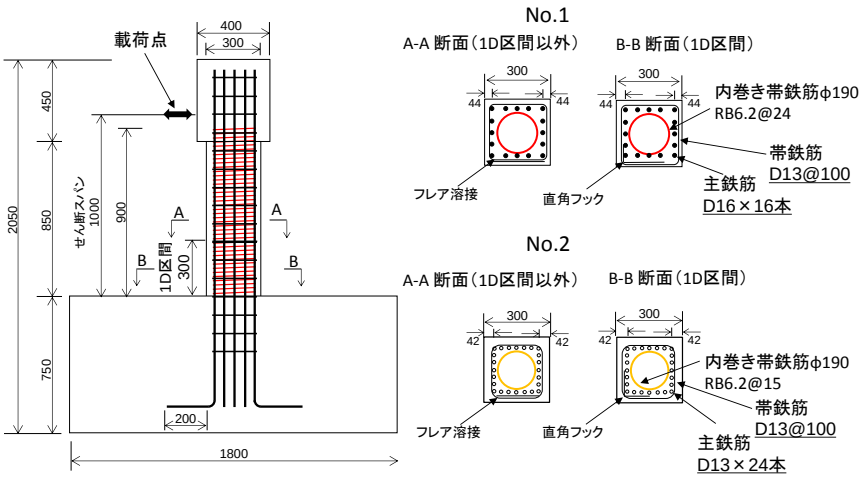


図１　試験体の概要

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，水平力用アクチュエータにより載荷した．No.1に関しては，部材角（載荷点変位／せん断スパン）が0.005となる変位を1δ_yとして交番載荷を行ない，2δ_y以降は1δ_yの偶数倍の変位を交番載荷した．No.2に関しては，鉄筋の降伏が先行するため，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1δ_yとし，2δ_y以降は1δ_yの整数倍の変位を交番載荷した．実験は，試験体が破壊するまで行なった．

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	内巻き鉄筋比	外巻き帯鉄筋 規格-径-ピッチ	外巻き鉄筋比	ｺﾝｸﾘｰﾄ強度 (N/mm^2)	軸方向圧縮応力 (N/mm^2)	軸力比	鋼繊維
1	300×300	1000	SD345-D16-16	1.28%	SBPDN1275 RB6.2-24	0.83%	SD345-D13-100	0.84%	49.7	23.6	0.47	無し
2	300×300	1000	SD490-D13-24	1.15%	SBPDN1275 RB6.2-15	1.33%	SD490-D13-100	0.84%	100.4	22.0	0.22	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　TEL.03-3379-4353 E-mail：kawai-y@jreast.co.jp

３．実験の結果

a)試験体の損傷状況

図 2 に実験終了後の写真を示す．No.1 では 2δ_yでコンクリートが圧壊し，その後 3δ_yから 4δ_yへの載荷途中で主鉄筋が降伏した．載荷が進むにつれてかぶりコンクリートが剥落し，最終的には軸圧縮力を保持できなくなった．No.2 では鉄筋の降伏が先行し，1δ_yから 2δ_y載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はなかった．これは，鋼繊維を混入したことによる効果と考えられる．また，柱基部の損傷範囲は No.2 の方が小さくなっていた．6δ_yから 7δ_y載荷途中に軸方向鉄筋が破断したために，実験を終了した．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ンクリートを確認したところ，No.1,2 ともに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-変位関係

No.1,2 の曲げモーメント-変位曲線を図 3 に示す．細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水平変位の関係を示し，太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水平変位の関係を示している．

No.1 では，コンクリート圧壊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ている．No.2 では，鉄筋降伏後にも曲げモーメントは増加し，2δ_yで最大耐力を示した．その後は曲げモーメントが低下している．No.1 に比べて，No.2 では，耐力と変形性能が向上していることが分かった．

次に，靭性を確認するため，各載荷段階での曲げモーメント，水平変位を，基準となる曲げモーメント，水平変位で除した値をそれぞれ曲げモーメント比，水平変位比と定義して，その包絡線を図 4 に示す．ここで，No.1 ではコンクリートの圧壊時，No.2 では引張鉄筋降伏時を基準とした．No.2 では，曲げモーメントの最大から低下が 4δ_y程度までは緩やかであり，靭性率が向上していることが分かった．

４．まとめ

引張鉄筋の強度，内巻き鉄筋比，コンクリート強度を変更し，鋼繊維を混入することで，試験体は軸方向鉄筋の降伏先行となり，最大曲げモーメント，変形性能，靭性率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載荷実験，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載荷実験，Structural Engineering Data，No44，pp.14-21，2014.11

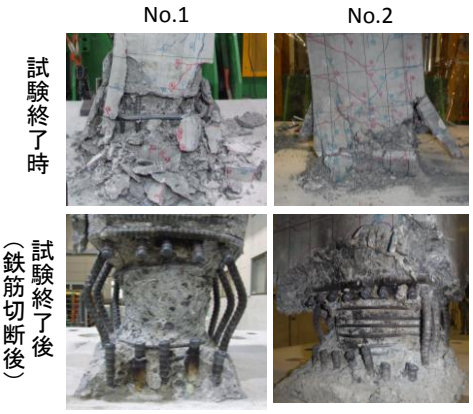
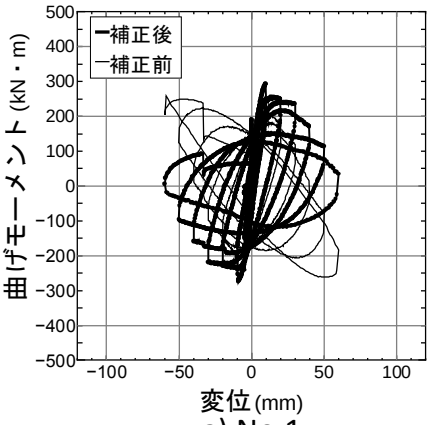


図 2　試験終了後の試験体の損傷状況



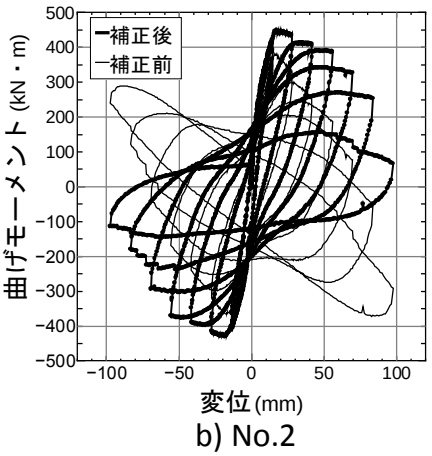


図 3　曲げモーメント-変位曲線

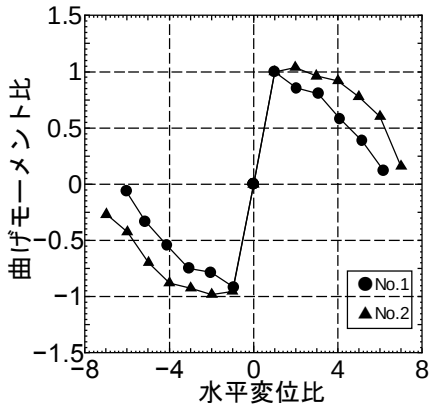


図 4　包絡線