

内巻き帯鉄筋を配置した RC 柱の高軸力下における交番載荷試験

JR 東日本 構造技術センター 正 会 員 ○隈部 佳

JR 東日本 構造技術センター 正 会 員 木野 淳一

JR 東日本 構造技術センター フェロー 岩田 道敏

JR 東日本 東北工事事務所 正 会 員 杉田 清隆

1. 目的

近年、都市部のターミナル駅においては線路上空の高度利用を目的として線路上空を利用してビル等の建築物を設置する事例が増えている。このように、高架橋上に建築物を付加する場合、通常の高架橋と比較して高架橋柱の断面に高い軸圧縮力が発生する（図 1）。既往の研究では、高軸力下においては最大荷重到達後に極めて脆性的な破壊形態となることが示されている。

そこで、本研究においては、高軸力下における RC 柱の変形性能を向上させるために軸方向鉄筋の内側にスパイラル状の高強度鉄筋（以下、内巻き帯鉄筋とする）を配置する方法を採用して交番載荷試験を行ったので報告する。

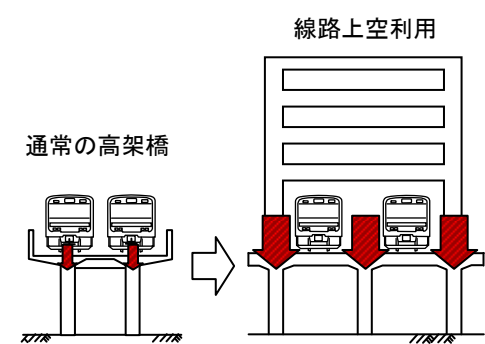


図 1 線路上空利用時に発生する高軸圧縮力

2. 試験概要

2-1. 試験体概要

試験体の概要図を図 2 に、諸元を表 1 に示す。試験体はフーチングを有する片持ち形式の柱部材とし、直径 300mm の円形断面とした。軸方向鉄筋は SD345-D19 とし、その内部にじん性を確保することを目的として円形スパイラル状に加工した高強度 PC 鋼棒 (SBPDN1275) を柱全高に配置した。なお、軸方向鉄筋量は計画プロジェクトにおける軸方向鉄筋比と同程度となるよう設定した。軸方向鉄筋外周に配置する帯鉄筋（以下、外巻き帯鉄筋という）は、耐力比（せん断耐力 V_{yd} / 曲げ耐力に達する時のせん断力 V_{mu} ）を 1.0 以上として試験体のせん断破壊を防止した。試験のパラメータは内巻き帯鉄筋量と軸力比（軸圧縮応力度 / コンクリート設計基準強度）とした。

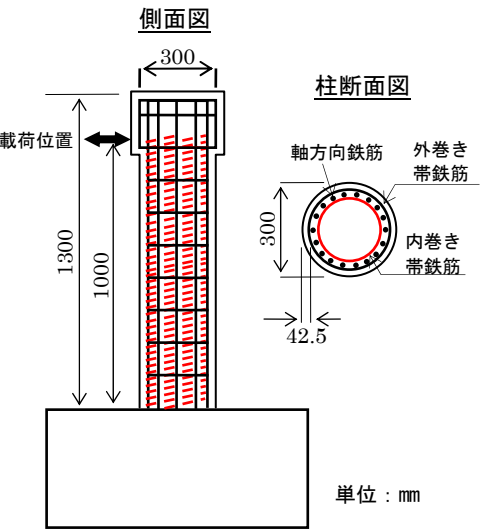


図 2 試験体概要図

2-2. 交番載荷試験概要

試験は交番載荷試験装置を用いて行い、柱頭部に鉛直ジャッキにより軸方向圧縮応力度（30N/mm² または

表 1 試験体諸元

No.	断面直径 (mm)	軸方向鉄筋量 (直径-本数)	内巻き帯鉄筋量 (直径-ピッチ) (mm)	外巻き帯鉄筋量 (直径-ピッチ) (mm)	軸圧縮応力度 (N/mm ²)	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	軸力比
1	300	D19-18	RB6.2-24	D13-100	20	57.7	0.35
2	300	D19-18	RB6.2-12	D13-100	30	67.5	0.44
3	300	D19-18	RB6.2-24	D13-100	30	54.0	0.56

キーワード 高軸力, スパイラル筋, 交番載荷, RC 柱

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目 2 番 2 号 東日本旅客鉄道株式会社 建設工事事務部 構造技術センター
TEL 03-5334-1288

20N/mm²)と、水平アクチュエーターにより水平力を与えた。回転角(載荷点変位/せん断スパン)が1/200(回転角0.005)となる変位を基準とし、以降その変位の2倍(回転角0.01)、4倍(0.02)、6倍(0.03)、8倍(0.04)、10倍(0.05)、12倍(0.06)、16倍(0.08)、20倍(0.1)、24倍(0.12)の順に各1回ずつ正負交番载荷を行った。

3. 試験結果および考察

本試験においては全ての試験体がかぶりコンクリート圧壊後に軸方向鉄筋が降伏した。その後、かぶりコンクリートの剥落が進行し、最終的に軸方向鉄筋が座屈して荷重が大きく低下する破壊形態となった。そのため、各試験体における最外縁の圧縮ひずみ測定結果よりコンクリートの圧壊開始点を求め、その時点の曲げモーメントを基準とすることとした。

図3に各供試体の回転角と曲げモーメント比(各時点の曲げモーメントを圧縮側コンクリートの圧壊開始時の曲げモーメントで除したもの)の包絡線を示す。

No.1試験体については、回転角0.06まで圧壊開始時の曲げモーメントを維持することが可能であった。No.2試験体は、圧壊開始後、徐々に曲げモーメントが大きくなり回転角0.04で最大曲げモーメントを示した後、回転角0.06まで圧壊開始時の曲げモーメントを保持した。No.3試験体は、回転角0.05まで曲げモーメント比1.0以上を保持するが、それを超えると急激に耐力を失っていることが分かる。No.1試験体の曲げモーメント比が1.0程度でその後ほとんど変化がないのは、ほぼ最大曲げモーメントに達した時点でコンクリートの圧壊が開始した後、その荷重をしばらく保持したためである。

No.2試験体と内巻き帯鉄筋の量を減少させたNo.3試験体を比較すると、No.2試験体の方が曲げモーメント比1.0を保持できる回転角が大きい。かぶりコンクリートの剥落は進んでいるものの、曲げモーメント比は1.0以上を保持できるのは、内巻き帯鉄筋の拘束効果により軸方向鉄筋内部のコアコンクリートの圧縮強度が大きくなり、高軸圧縮力下においても圧壊しないためだと考えられる。No.1およびNo.2試験体とNo.3を比較すると軸力比が大きいNo.3試験体は曲げモーメント比1.0を保持できる回転角も小さく、その後も急激に曲げモーメントが低下して脆性的な挙動となり変形性能が低いといえる。

また、図4に回転角と鉛直変位(柱高さ)の関係について示す。これまでに通常軸力下で内巻き帯鉄筋を配置した柱で水平交番载荷試験を行った際には、交番载荷を繰り返すことで鉄筋が伸びることにより始めのうちは柱高さが高くなり、その後、鉄筋座屈後に柱高さが低くなることが確認されている。しかし今回の試験では、いずれの試験体においても载荷中継続的に鉛直変位が負側に増加し柱高さが低くなった。その後、軸力比の高いNo.3試験体においては軸方向鉄筋の座屈後、急激に柱高さが低くなった。これは、高軸圧縮力下では主鉄筋は降伏はするものの伸び量はそれほど大きくなく、柱全体が徐々に圧縮されるためだと考えられる。

4. まとめ

内巻き帯鉄筋を有するRC円形柱で高軸力下において交番载荷試験を行った。その結果、今回の試験条件下で得られた知見を以下に示す。

- ・回転角0.05程度までは圧壊開始時の曲げモーメントを維持することが可能である。
- ・スパイラル鉄筋量が多いほど、また軸力比が小さいほど、高い変形性能を有する。
- ・载荷中、軸力の影響により継続的に柱高さが低くなる。

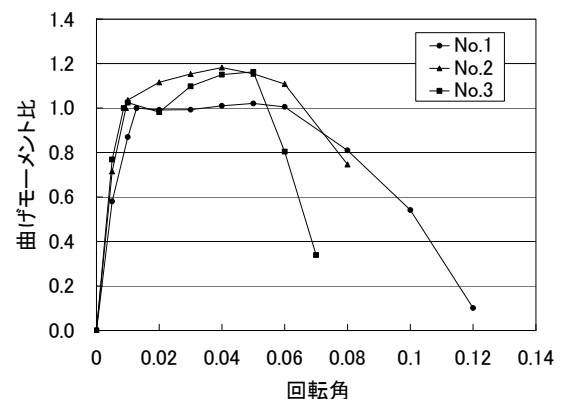


図3 各試験体の包絡線

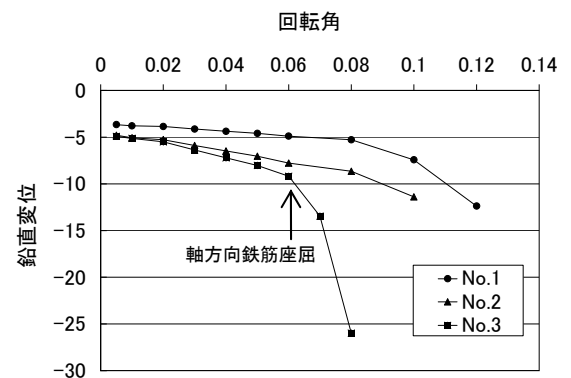


図4 回転角と鉛直変位(柱高さ)の関係