

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

東日本旅客鉄道（株）正 会 員 ○阿部 久乃

東日本旅客鉄道（株）正 会 員 田附 伸一

東日本旅客鉄道（株）フェロー 岩田 道敏

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にビル等の建築物を設置する事例が増えている．この場合，通常の高架橋と比較して高架橋柱部材高い軸圧縮力が作用する（図 1）．既往の研究¹⁾では，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）を配置することで，高軸力条件下においても，急激な耐力低下を防ぐことが可能であることが示されている．一方，高軸力条件下においては，柱部材を曲げ破壊形態とするために軸方向鉄筋の外周に配置する帯鉄筋（以下，外巻き帯鉄筋という）が過密になりやすく，施工性の悪化が懸念される．そのため，外巻き帯鉄筋を低減した場合においてもせん断先行破壊とならないことを確認する必要がある．

そこで，本研究においては，内巻き帯鉄筋を配置した RC 柱部材に対して，曲げ耐力に対するせん断耐力の余裕（以下，耐力比という．耐力比 = せん断耐力 V_y / 曲げ耐力に達する時のせん断力 V_{mu} ）が 1.0 以下となるように外巻き帯鉄筋を配置した場合の破壊性状を確認するため，交番載荷試験を行ったので報告する．

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 の矩形断面とした．軸方向鉄筋は SD345-D19 とし，その内側に円形スパイラル状に加工した高強度鋼材(SBPDN1275)を柱全高に配置した．試験のパラメータは，1D 区間の外巻き帯鉄筋の耐力比とした．

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力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 1δ 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)，・・・という順に 2δ 以降は変位を 2 倍ずつ増加させ 2δ ごとに，各々 1 回ずつ正負交番載荷を行った．

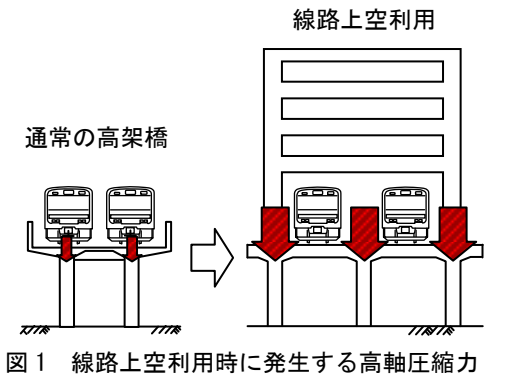


図 1 線路上空利用時に発生する高軸圧縮力

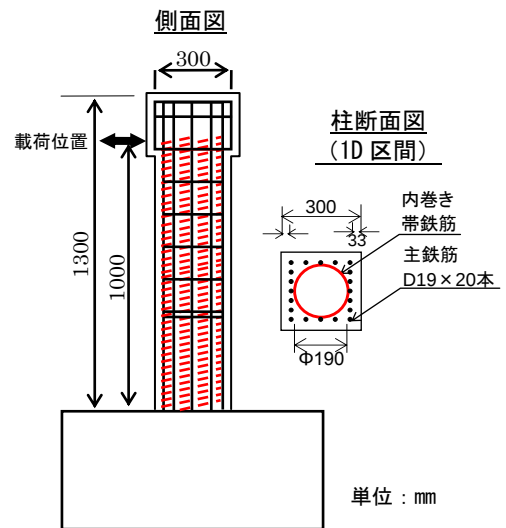


図 2 試験体概要図

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-巻) (mm)	外巻き帯鉄筋量 1D区間/1D区間外 (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)	耐力比 1D区間/1D区間外 (外巻き無/外巻き有)	釣合い 軸力比
1	300	D19-20	RB6.2-24-42	無/D13-100	23.6	50	0.79/1.46	1.11
2	300	D19-20	RB6.2-24-42	無/D13-100	11.8	50	0.60/1.24	0.54

キーワード 高軸力，スパイラル筋，交番載荷，RC 柱

連絡先 〒980-8580 仙台市青葉区五橋一丁目 1 番 1 号 東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 工事管理室

TEL 022-266-3713

3. 試験結果および考察

3-1. 破壊状況

試験体 No.1 と試験体 No.2 の破壊状況を図3と図4に示す。

試験体 No.1 では、1δ 載荷時に曲げひび割れが発生し、1δ 押し側載荷時に柱基部の軸方向鉄筋が降伏した。2δ 載荷時に圧縮縁柱基部のコンクリートが圧壊し、4δ 引き側載荷時に柱基部の角部かぶりの剥落が進行して水平荷重が上がらなくなった。6δ 載荷時に圧縮縁のかぶりが大きく剥離し、1D 区間の軸方向鉄筋の座屈が見られた。8δ 載荷時に降はかぶり剥離の進行とともに、軸方向鉄筋内のコンクリート損傷が進み、10δ 載荷時に 1D 区間のかぶりがすべて剥落した。12δ 載荷途中で内巻き帯鉄筋が破断し、軸力の維持が不可能となったため載荷を終了した。

試験体 No.2 では No.1 同様、1δ 載荷時に曲げひび割れが発生した。2δ 載荷時に曲げひび割れが進行、4δ 引き側載荷時に柱基部の軸方向鉄筋が降伏し、圧縮縁柱基部コンクリートが圧壊した。6δ 載荷時に圧壊の進行およびひび割れ幅の拡大により、水平荷重が上がらなくなった。8δ 載荷時に軸方向鉄筋の座屈が見られた。10δ 載荷時に降は、かぶり剥落と軸方向鉄筋の座屈が進行し、14δ 載荷時に 1D 区間のかぶりがすべて剥落した。その後、座屈の進行とともに軸方向鉄筋内のコンクリート損傷が進み、24δ 載荷途中で内巻き帯鉄筋が破断し、軸力の維持が不可能となったため載荷を終了した。

以上より、本試験においては、1D 区間のかぶりコンクリートの剥離および軸方向鉄筋内のコンクリート損傷が進行して軸方向鉄筋の座屈が顕著となり水平荷重が徐々に低下する破壊形態となった。

3-2. 荷重-変位曲線

試験体 No.1 と試験体 No.2 の荷重-変位曲線を図5と図6に示す。No.1 試験体は、2δ で最大荷重を示した後、圧壊が開始し、軸方向鉄筋の付着切れにより荷重は徐々に低下した。No.2 試験体も同様に、2δ で最大荷重を示した後、4δ で圧壊が開始し、鉄筋の付着切れにより荷重は徐々に低下した。ここで、No.1 試験体と軸圧縮応力を5割に低減させた No.2 試験体の荷重-変位曲線を比較すると、軸力の増大に伴い、最大荷重後の荷重低下が顕著となり変形性能が低下することを確認した。

4. まとめ

内巻き帯鉄筋を有する RC 柱で交番載荷試験の結果、得られた知見を以下に示す。

- ・1D 区間の耐力比が 0.60 以上の場合、破壊形態は曲げ破壊となり 1D 区間で塑性ヒンジが形成される。
- ・破壊形態が曲げ破壊となるため、内巻き帯鉄筋がせん断耐力に寄与することが示唆される。
- ・軸力の増大に伴い、最大荷重後の荷重低下が顕著となり変形性能が低下する。

参考文献

- 1) 小林将志, 津吉毅, 菅野貴浩, 土田大輔, 長澤徹: 柱端の補強を省略する場合の耐震補強設計, SED, No.25, pp.150-159, 2005.11

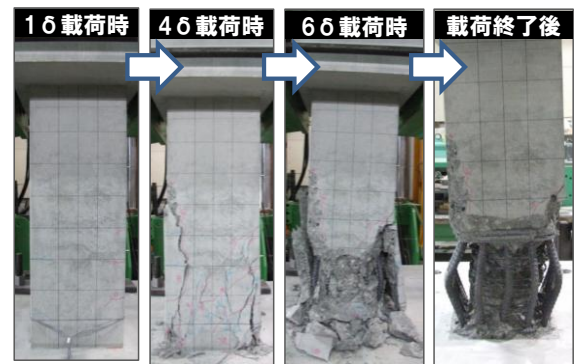


図3 破壊状況 (試験体 No. 1)

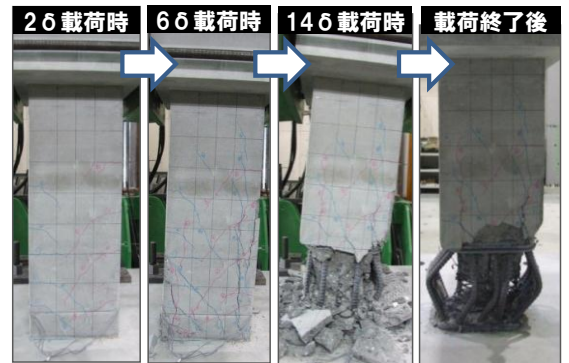


図4 破壊状況 (試験体 No. 2)

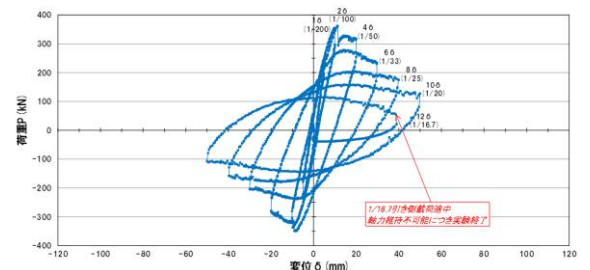


図5 荷重-変位曲線 (試験体 No. 1)

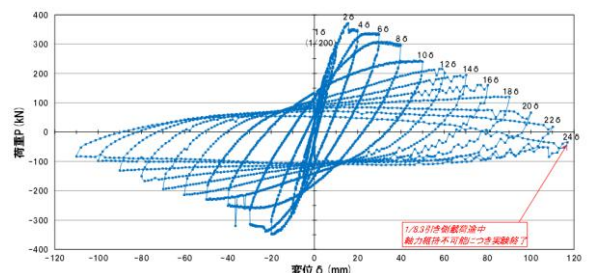


図6 荷重-変位曲線 (試験体 No. 2)