

鋼板を用いた RC 柱部材の合理的な耐震補強に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○馬場正光
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 田附伸一
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 綱嶋和彦

1. はじめに

平成7年の阪神大震災以降、当社では既設の鉄道ラーメン高架橋 RC 柱の耐震補強を進めてきたが、首都圏の高架下は店舗や事務所として利用されている場合が多く、鋼板巻き耐震補強の施工困難な箇所が存在する。こうした箇所の合理的な耐震補強方法として、地表部から鋼板を圧入することにより地中部の掘削を省略するとともに、地表部は柱外周に帯鋼板を配置し四隅で定着する補強方法を考案した。

本稿では、これらの耐震補強効果を確認する目的で行った RC 試験体柱による正負水平交番載荷試験結果について報告する。

2. 実験概要

表-1 に試験体諸元を、図-1 に試験体断面図および側面図を示す。試験体のせん断区間には帯鉄筋を配置せず、せん断先行破壊を生じるようにした。

No.1 試験体は地表部を想定し帯鋼板を柱外周に配置し、せん断補強を行なった。これにより、従来の鋼板巻き補強と比較して施工が簡素化でき、人力のみで運搬・取付けが可能となる。No.2 試験体は地中部に鋼板を圧入して補強した後の状態を想定し、柱周囲にコの字型に曲げ加工した補強鋼板(t=3.2mm)を巻いて接合部を溶接した(実施工では接合部は継手式となる)。両工法とも柱コーナー部にのみモルタルを充填し定着した。No.2 試験体については、発砲スチロールを型枠代わりに設置した。

No.1 試験体は柱の補強後の耐力比が 1.5 以上となるように、No.2 試験体は耐力比が 2.0 以上となるように鋼材を配置した。なお、耐力比 $[(V_c + V_s)/V_{mu}]$ (ここに、 V_c :せん断補強鉄筋を用いない棒部材のせん断耐力、 V_s :せん断補強鉄筋が受け持つせん断耐力、 V_{mu} :部材が

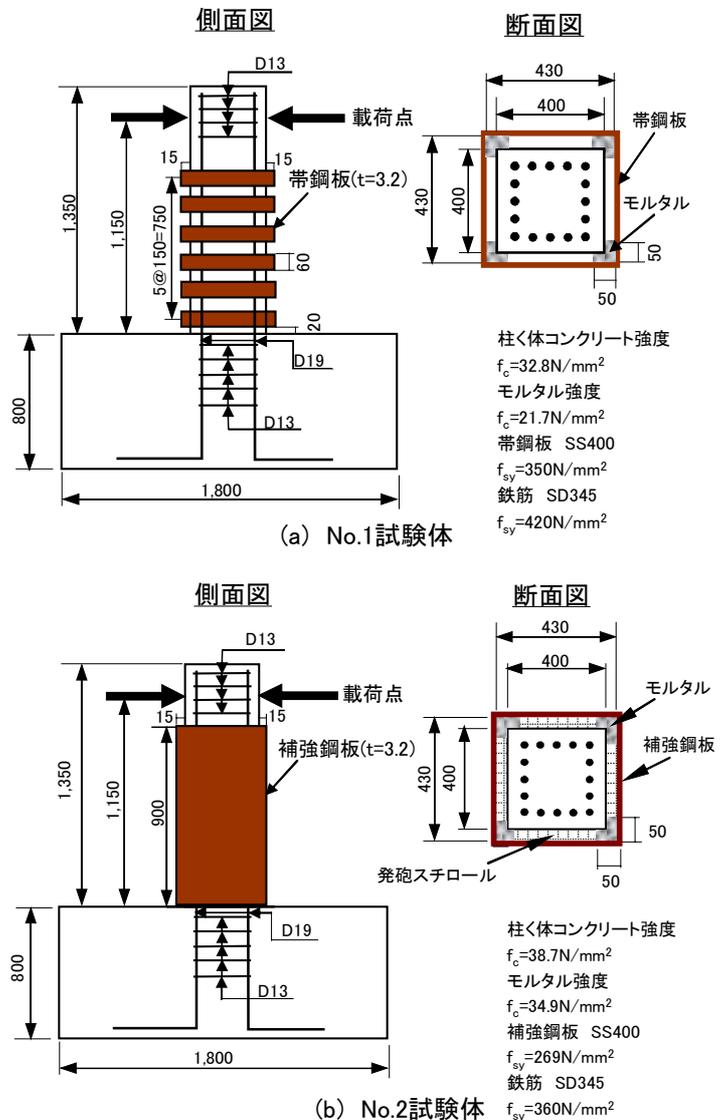


図-1 試験体形状(単位:mm)

表-1 試験体諸元

No.	柱断面寸法 $b \times h$ (mm)	有効高さ d (mm)	せん断スパン a (mm)	せん断スパン比 a/d	軸方向鉄筋比 ρ (%)	鋼板厚 t (mm)	補強材接合部	充填材	耐力比 V_y/V_{mu} ($V_y=V_c+V_s$)	
									補強前	補強後
1	400×400	360	1150	3.19	$\rho=2.87$	3.2	継手式	モルタル (四隅のみ)	0.56	1.55
2	400×400	360	1150	3.19	$\rho=2.87$	3.2	溶接	モルタル (四隅のみ)	0.67	2.60

キーワード : 鉄道ラーメン高架橋、RC 柱、耐震補強、じん性率

連絡先 : 〒101-8612 千代田区外神田 1-17-4 Tel 03-3257-1693

曲げ耐力 M_u に達するときの部材のせん断力)は実材料強度で計算した。また M_u は鉄道設計標準¹⁾により、 V_c は ald の効果を検討した二羽ら($ald \geq 2.5$)の式²⁾により、側方鉄筋を考慮して算出した³⁾。また、補強鋼板が受け持つせん断耐力は、帯鉄筋換算(V_s)により算出した。

実験は、実高架橋柱に作用する軸応力度と同程度の 0.98N/mm^2 を鉛直油圧ジャッキで与え、静的正負交番載荷試験を行った。載荷は最外縁の軸方向鉄筋ひずみが材料試験結果から定めた降伏ひずみに達したときの変位を $1\delta_y$ とした。 $1\delta_y$ は荷重制御で載荷を行い、 $2\delta_y$ 以降は降伏変位の整数倍の変位毎に変位制御で交番載荷した。

3. 実験結果

写真-1 に $10\delta_y$ 載荷終了時と実験終了後の損傷状況を示す。

No.1 試験体は、 $10\delta_y$ 付近で降伏荷重を下回り、安定した曲げ破壊性状を示した。 $1\delta_y$ 載荷時より、柱全体に曲げ、せん断ひび割れが発生し、最大荷重時付近で損傷がフーチング上面から $1D$ (D : 柱断面高さ) 区間に集中し始め、載荷面方向に軸方向鉄筋がはらみ出し、この区間の帯鋼板が変形した。その後、かぶりコンクリートが剥離し、圧縮縁のコアコンクリートが徐々に粉砕して荷重が低下した。

No.2 試験体は最終的に $14\delta_y$ まで試験を行なったが、外観上は、補強鋼板がはらみ出し以外に目立った変状や損傷は見られなかった。試験終了後、補強鋼板を切断して柱コーナー部のモルタルの損傷状況を確認したところ、フーチング上面から $1D$ 程度以上の高さでは、モルタルにひび割れ等の損傷がほとんど見られず健全な状態であった。

図-2 に荷重変位曲線の包絡線を示す。ここでは、試験における強度のばらつきの影響を取り除くためそれぞれの試験体の降伏荷重と降伏変位の実験値で除して無次元化している。

No.1、2 試験体ともに、曲げ降伏後も緩やかに耐力増加が続き、 $6 \sim 8\delta_y$ で最大水平力に達し、その後、耐力低下を示した。No.1 試験体のじん性率は9.8、No.2 試験体のじん性率は12.3 であり、安定した変形性能を示すことを確認した。

4. まとめ

今回、鉄道ラーメン高架橋 RC 柱部材の合理的な耐震補強方法として、地上部と地中部を想定した試験体の交番載荷実験結果から以下の知見を得た。

- (1) 地上部、地中部を想定したいずれの耐震補強方法でも安定した変形性能を得ることができる。
- (2) 既設 RC 柱と帯鋼板・補強鋼板の隙間の充填モルタルは、柱コーナー部のみに充填してあれば十分な補強効果が得られる。



写真-1 試験体損傷状況

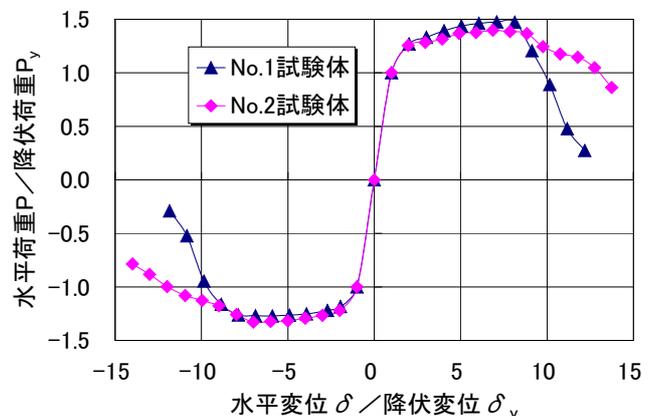


図-2 荷重変位曲線

参考文献

- 1) 国土交通省鉄道局監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・解説 コンクリート構造物，pp.133-150，丸善，2004.4
- 2) 二羽淳一郎，山田一字，横沢和夫，岡村甫：せん断補強鉄筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価，土木学会論文集，No.372/V-5，pp.167-176，1986.8
- 3) 石橋忠良，斉藤啓一，寺田年夫：重ね梁のせん断設計，日本国有鉄道構造物設計事務所監修 構造物設計資料，No.84，pp.8-12，1985.12