

交番载荷試験によるレンコン PCa 柱の地震時構造性能の確認

鹿島建設(株) 土木管理本部 正会員 ○河野 哲也  
 鹿島建設(株) 技術研究所 フェロー 山野辺 慎一  
 鹿島建設(株) 土木管理本部 正会員 齋藤 公生  
 (公財)鉄道総研 構造物技術研究部 正会員 岡本 大

1. はじめに

鉄道営業線近接でラーメン高架橋の柱を構築する場合、足場・型枠を省略できるプレキャスト部材を用いることで、一晩のキ電停止時間内で柱の構築が可能となり、工期短縮、鉄道運行の安全性向上が図れる。しかし、これまでに実績のあるプレキャスト部材を用いた構築法には、100ton 超の大型クレーンまたは特殊な大型架設機が必要となるため、適用の場面が限られている<sup>1)</sup>。レンコン PCa 柱は、柱部材を分割した PCa 部材とし、軽量化することで、25ton クラスのラフタークレーンでの架設を可能とし、汎用性を高めた PCa 工法である。レンコン PCa 部材は、軸方向鉄筋位置に鉄筋挿通孔を設けた PCa 部材であり、鉄筋を挿通した後、モルタルを充てんすることで鉄筋と PCa 部材が一体化される。この PCa 部材が、鉄筋挿通孔を複数もつ形状であることから「レンコン」と称することとする。

本報では、レンコン PCa 柱の耐震性能確認のために実施した交番载荷試験の結果を報告する。

2. 試験概要

(1) 試験体仕様

試験体配筋図と試験体諸元を図-1 と表-1 に示す。柱基部の軸方向鉄筋を配置したフーチング部、「レンコン」形式とした PCa①、モルタル充填継手とその上部の軸方向鉄筋を配置した PCa②、「レンコン」形式とした PCa③の 4 部材を製作し、実工事で想定される施工法にて、PCa 部材の組み立てとモルタル充てんを行い、試験体 1 体を製作した。

「レンコン」形式とした PCa 部材を柱基部に配置することにより、機械式継手の位置を塑性ヒンジとなる部材端部より 1.5D(D:断面の高さ)だけ離れた箇所に配置し、鉄道標準<sup>2)</sup>の継手位置の規定に準拠した仕様が可能となっている。

(2) 载荷方法

写真-1 に示す载荷装置で、鉛直方向のジャッキにて軸応力 3.4N/mm<sup>2</sup> を保持しつつ、柱基部より 2,500mm の高さで水平方向に正負交番载荷を実施した。

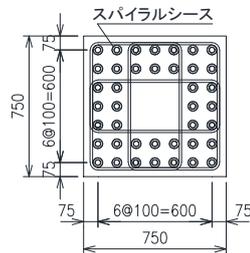
柱基部の最外縁軸方向鉄筋のひ

表-1 試験体諸元

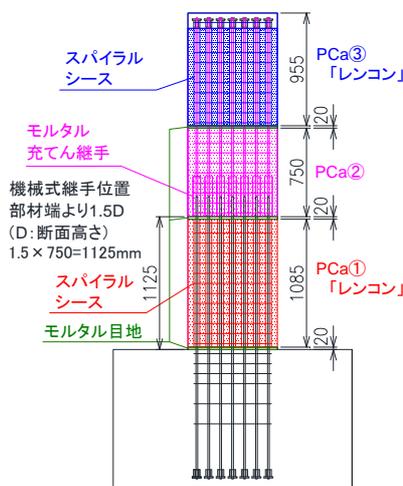
項目	試験体
柱断面	750mm×750mm
軸方向鉄筋 (軸方向鋼材比)	SD345-40D29 (4.57%) ネジ鉄筋
帯鉄筋 (帯鉄筋比)	SD390-4D13@85mm (0.795%)
スパイラルシース	#1000 標準型 内径 50mm
せん断スパン長	2500mm
軸圧縮応力	3.4 N/mm <sup>2</sup>

表-2 材料試験値  
(N/mm<sup>2</sup>)

コンクリート 試験時強度	37.4
モルタル 試験時強度	88.5
軸方向鉄筋 降伏強度	395
帯鉄筋 降伏強度	428



(a) PCa①断面図



(b) 側面図

図-1 試験体配筋図



写真-1 载荷装置

キーワード プレキャスト、高架橋、柱、継手、鉄道、工期短縮

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-1 鹿島建設(株) 土木管理本部 TEL 03-5544-0639

ずみが、鉄筋材料試験の降伏ひずみに達した変位を降伏変位  $1 \delta_y$  とし、降伏変位の整数倍の変位にて、各 3 回ずつ正負交番荷重を繰り返した。

3. 試験結果

本試験での計測点を図-2 に示す。荷重試験より得られた水平荷重-水平変位の関係を図-3 に示す。ここに、水平荷重は軸力による付加曲げモーメントを補正した値としている。図中には、材料試験値を用いて、鉄道標準<sup>2)</sup>に従って算出した C 点、Y 点、M 点、N 点のテトラリニアモデルを合わせて示す。ここで、本試験体の軸方向鉄筋は 2 段に配置されているが、テトラリニアモデルの計算では、最外縁鉄筋のみを引張鉄筋とした。

破壊形態を見てみると、水平変位  $17\text{mm}$  ( $1\delta_y$ ) で柱基部の最外縁鉄筋が降伏し、 $\pm 2\delta_y$  の繰返し荷重により、柱基部の目地モルタルと PCa 柱基部コンクリートの圧縮破壊が始まった。その後、 $3\delta_y$ ,  $4\delta_y$ , ... と荷重変位を大きくすると、圧縮破壊範囲が徐々に大きくなり、 $\pm 8\delta_y$  の繰返し荷重で耐力低下が確認され、 $\pm 9 \delta_y$  の 3 回目の繰返し荷重で耐力が大幅に低下し、降伏耐力を下回った。

図-3 に示すように、荷重試験から得られた耐力および変位は、鉄道標準の各点での計算値とほぼ同じ値となることを確認した。本諸元での履歴関係の包絡線は、鉄道標準式で評価可能であると言える。

図-4 に水平荷重と柱の軸方向鉄筋のひずみ（モルタル充てん継手の  $10\text{mm}$  下で計測）の関係を示す。荷重開始から終局状態に至るまで、軸方向鉄筋のひずみは、降伏ひずみ以下であり、モルタル充てん継手に鉄筋の降伏点を越える大きな引張力が作用していないことが確認できた。

図-5 に水平荷重と PCa 部材間の接合目地の水平ずれ変位の関係を示す。ずれ変位は最大  $0.2\text{mm}$  以下であった。目視確認では、終局状態に至るまで目地の損傷はひび割れ程度であり、PCa 部材間の一体性が確保されていた。

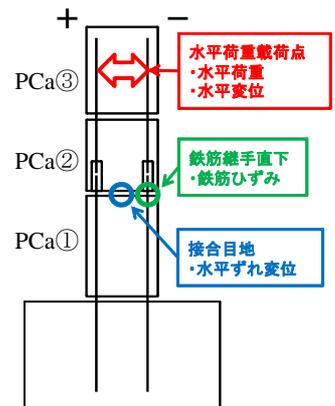


図-2 計測点

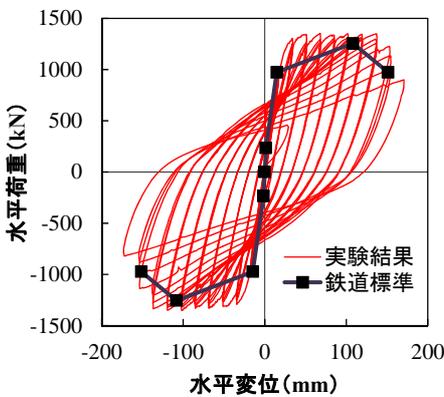


図-3 荷重-変位の関係

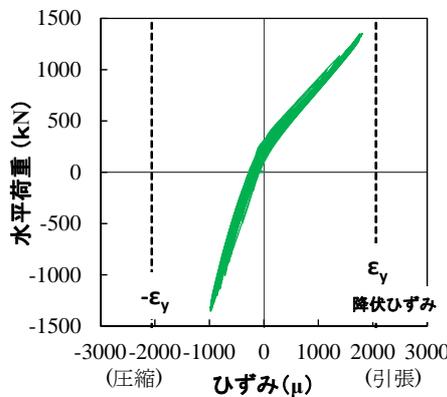


図-4 荷重-鉄筋ひずみの関係 (モルタル充てん継手の  $10\text{mm}$  下)

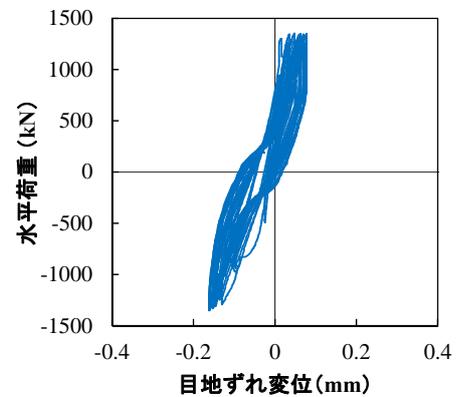


図-5 荷重-水平ずれ変位の関係 (PCa①~PCa②間の接合目地)

4. まとめ

本試験仕様で、鉄筋挿通孔を用いた PCa 部材で構築した柱の構造特性が、以下に示すように場所打ち RC 柱と同等の耐震性能を有していることを確認した。

- (1) 実施工に即して製作したレンコン PCa 柱の試験体の荷重-変位履歴関係の包絡線は、鉄道標準の設計式で評価可能である。
- (2) 柱基部 1.5D 区間のレンコン PCa 部材に隣接したモルタル充てん継手には、鉄筋の降伏点を越える引張力が作用しない。
- (3) PCa 間の接合目地部には、部材の終局状態まで目立った損傷がなく、PCa 部材間の一体性を確保できた。

参考文献

- 1) 早川 正, 山下哲志, 服部尚道, 園田祥久, 山口正治, 相田浩伸; 完全ハーフプレキャスト高架橋の開発と直接高架施工機を用いた線路直上での施工, 橋梁と基礎, Vol.43, No.11, pp.19-22, 2009.11
- 2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等の設計標準・同解説, コンクリート構造物, 2004.4