

端部に補強鉄筋の定着域を設けた柱部材の耐震性能に関する一考察

東日本旅客鉄道(株)	東北工事事務所	正会員	○阿部	紗希子
東日本旅客鉄道(株)	東北工事事務所	正会員	田附	伸一
東日本旅客鉄道(株)	東北工事事務所	フェロー	岩田	道敏

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震によりは甚大な被害を受けた仙石線の一部区間では、まちづくりとあわせて線路移設することとなっている。

この移設区間の終点方には、1997 年時に施工された鳴瀬川橋りょうに接続するアプローチ高架橋が全 5 ブロック(延長約 296m)存在するが、そのうち起点方から 3 ブロックの高架橋において、今回の計画では縦断勾配の大幅な変更に伴いレールレベルも変更となった。

この既設ラーメン高架橋は、東北地方太平洋沖地震を受けた後も健全であることが確認できた。そこで、既設ラーメン高架橋の柱を切断後こう上して梁・スラブの再利用を検討した。こう上のイメージの断面を図-1 の左側に示す。本稿では、曲げ降伏耐力が不足する柱の補強方法について、供試体を製作し載荷実験を実施した結果について報告する。

2. 高架橋再利用の検討

再利用にあたり、現行の設計基準である鉄道構造物等設計標準・同解説^{1) 2) 3)}に則り既設高架橋の補強の有無について検討を行った。

設計照査の結果、嵩上げ量の最も大きいブロックは、橋軸方向については L1, L2 地震時においてすべての部材が耐震性能を満足するものの、橋軸直角方向については、柱の上下端において L1 地震時の曲げ降伏耐力が不足する結果となった。そこで、軸方向鉄筋の配置と断面の増厚により補強を施すこととした。

3. 柱の補強方法

一般に、既設柱の曲げ降伏耐力向上の補強において軸方向鉄筋を増設する場合、高架橋の梁やフーチングにあと施工アンカーにより軸方向鉄筋の定着を行う必要がある。しかしながら、高架橋の縦梁、横梁は軸方向鉄筋が密に配置されているため、後施工アンカーの施工は困難を極める。そこで、柱の補強については、軸方向鉄筋の既設部材への定着が不要となるドロップ

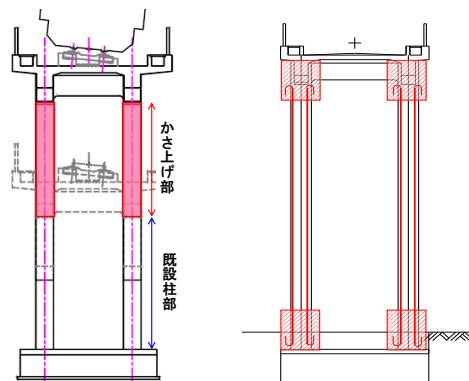


図-1 こう上イメージ(左)、柱補強断面(右)

パネル(以下、DP という)構造を採用している。本構造は、柱の上下端に大きな剛性を有するパネルを構築し、パネル内に補強鉄筋を定着させて柱断面の曲げ耐力を向上させるものである。柱の上下端部においては、既設の軸方向鉄筋を引張鋼材とし、DP により有効高さを大きくすることで、補強鉄筋を有する柱断面よりも曲げ降伏耐力を向上させ、DP 部での先行降伏を防止するものである。これにより、柱端部においては、柱部を先行降伏させて塑性ヒンジ区間を誘導するものである。

DP 構造による柱補強断面を図-1 の右側に示す。

4. 正負交番載荷実験概要

供試体は、補強鉄筋の定着長や DP の剛性などを確認することを目的とした。また、柱部で先行降伏させるため、DP 部が柱部よりも大きな降伏荷重となるよう供試体の製作を行った。曲げ降伏耐力ではなく降伏荷重で検討したのは、柱・DP の各部材断面で最大曲げモーメントが発生する位置がせん断スパンにより異なることを考慮したためである。試験体諸元を表-1 に、供体概要図を図-2 に示す。

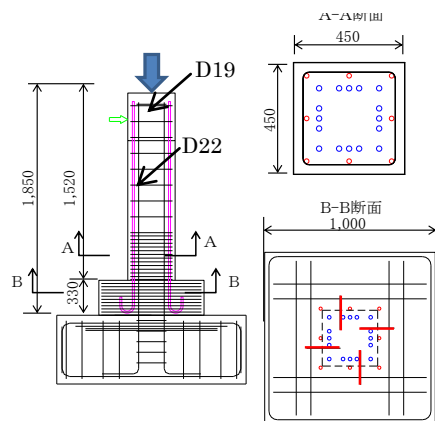
図-2 に示した載荷実験は、実構造物を想定した構造である。補強鉄筋は D19 の鉄筋を用いて定着長を 14ϕ (ϕ は鉄筋径) とした。

キーワード ドロップパネル、定着長、曲げ降伏耐力

連絡先 〒980-8580 仙台市青葉区五橋 1 丁目 1 番 1 号

表－1 試験体諸元

	断面高さ D (mm)	有効高さ d (mm)	せん断 スパン a (mm)	せん断 スパン比 a/d	コンクリート 強度 (N/mm ²)	軸方向鉄筋			帯鉄筋		降伏 荷重 (kN)
						径	本数	DP 内への 定着長 (mm)	径	ピッチ	
柱	450	397	1,520	3.83	28.1	19,22	8,16	266(D19 のみ)	10	30	224.7
DP	1000	672	1,850	3.88	25.1	22	16	—	10	30	449.4



図－2 供試体概要図

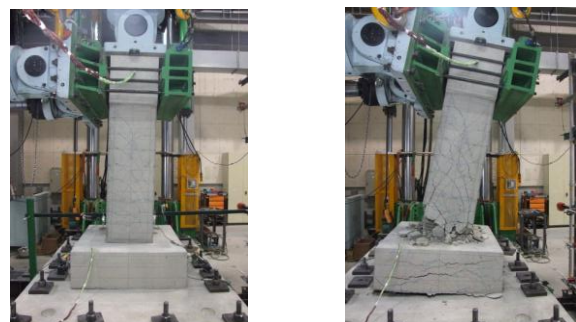
柱の補強時は既設の柱コンクリートを撤去しない箇所があるため、供試体製作にあたっては、実際の施工方法に合わせた打設方法とし、DP には既設柱とのずれ止めを目的としたアンカー筋(D10×8本、1面あたり2本)を設置した。

載荷は、水平方向に載荷した際の柱の軸方向鉄筋(既設柱の主筋および補強鉄筋)が、材料試験結果から求めた降伏ひずみに達した時の載荷点位置の水平変位を降伏変位 δ_y として、 δ_y の整数倍で変位制御にて正負1サイクルずつ実施した。また、大変形領域における軸方向鉄筋の低サイクル疲労による破断を防ぐため、 $8\delta_y$ 以降は $2\delta_y$ ごとに載荷を行った。

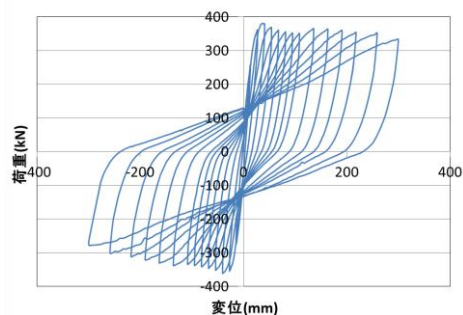
5. 実験結果

最大荷重時および最大変位時の写真を図－3に、荷重－載荷点変位曲線を図－4に示す。

実験は想定した位置であるDP下端の柱付根部で初降伏となり、最大荷重時の $2\delta_y$ 時には柱付根部の圧縮縁にて圧壊が確認された。その後の損傷形態は、柱部の損傷が卓越してDPの軸方向鉄筋の抜け出しが緩やかに進む傾向を示した。実験は $22\delta_y$ で試験装置の限界により終了したが、実験終了時まで降伏荷重を下回ることとはなく荷重を維持していた。実験での降伏荷重は265.3kNであり、補強鉄筋を引張鉄筋として考慮して計算した降伏荷重の値224.7kNの1.2倍程度となり、DPに定着した補強鉄筋が十分曲げに対して機能している



図－3 最大荷重時 ($2\delta_y$) (右),
最大変位時 ($22\delta_y$) (左)



図－4 実験装置概要図

ことが確認できた。

また、DP 部にフックにより定着した軸方向鉄筋は、実験終了時においても定着破壊はみられなかった。

6. まとめ

実施した正負交番載荷実験の結果から、補強鉄筋の定着長 14ϕ 以上、ずれ止め用のアンカーを1面あたり2本程度設置し、DPの曲げ降伏荷重を柱の2.0倍程度とした場合、柱部が先行降伏して塑性ヒンジを形成し、また補強鉄筋が定着部で十分に曲げに対して機能していることを確認できた。

参考文献

- 1) 財団法人鉄道総合研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，1990.10
- 2) 財団法人鉄道総合研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物，2000.6
- 3) 財団法人鉄道総合研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004.06