

新線建設に伴う既設高架橋の補強計画について

J R東日本	東京工事事務所	正会員	○中村	真二
J R東日本	東京工事事務所	正会員	田附	伸一
J R東日本	東京工事事務所		藤澤	一朗

1. はじめに

東京・上野駅間で新設工事を進めている JR 東北縦貫線の秋葉原付近に位置する既設高架橋では、レールレベルを約 1m こう上して、軌道を敷設する計画である。当該高架橋は、東北縦貫線の軌道線形が既設高架橋内に平面的におさまるので、既設高架橋を補強して再利用を図る計画とした（図 1 参照）。本稿は、レールレベルこう上に伴う荷重増加に対して、現行の耐震設計標準¹⁾を満足するよう補強設計を行った内容について述べるものである。

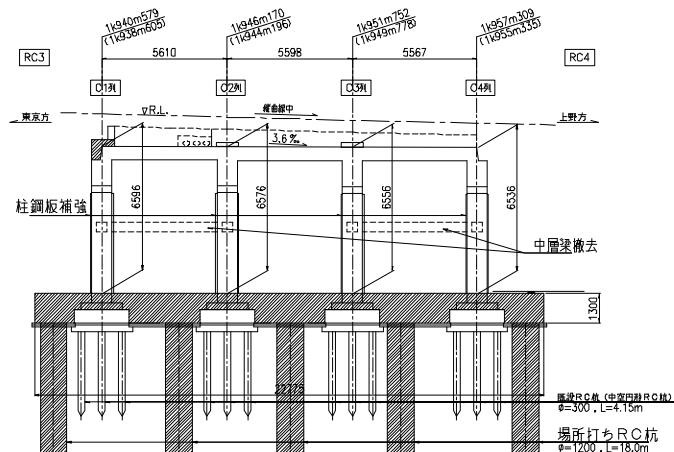


図 1 (a) 側面図

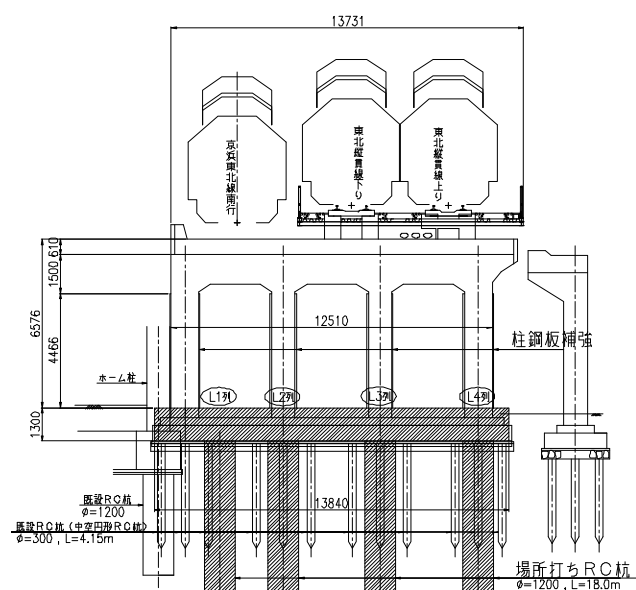


図 1 (b) 断面図

2. 耐震補強設計

2.1 地震に対する補強方法の検討

耐震性能は静的非線形解析 (SNAP) で得られた荷重 - 変位曲線の面積から、弾性応答加加速度の最大値 1800gal (G3 地盤) と等価になる最大応答変位を求め、各部材が表 1 に示す損傷レベルの制限値内であることを確認することとした。当該高架橋は既設部材の再利用という観点から、既設構造を適切に評価し、耐震照査で用いる断面諸元を設定して、解析モデルに反映させた。既設高架橋は、柱高さの中間で線路方向・線路直角方向に中層梁を有する構造であるが、中層梁は断面・鉄筋量が小さく、耐震に関して寄与度の低い部材であるため、中層梁を撤去し、柱の鋼板巻き補強を行う計画とした。

柱の断面緒元としては、補強鋼板をせん断補強鉄筋量に換算し、柱下端の断面では、鋼板と既設柱との間に充填するモルタル厚さ（50mm）も断面寸法に考慮し、既設柱断面寸法に対して100mm大きくして解析を行った。

縦梁の断面諸元としては、線路方向は線路直角方向全幅にわたって縦梁のない厚さ 610mm の一体の梁スラブ構造となっており、検討する線路方向のラーメンは、各ラーメン列に分割せず梁スラブ全幅を考慮し、柱は 4 本分の断面諸元を考慮して、ラーメン全体系で解析を行った。したがって、線路方向の解析で考慮する列車荷重は、京浜南行線と東北縦貫線(上下線)の 3 線分を考慮した。線路直角方向については、水平力の分担荷重を考慮した各ラーメン列の解析を実施した。上層横梁の鉄筋は、軸方向鉄筋として横梁上側と下側に連続的に配置されている鉄筋のほか、側方鉄筋および横梁支点部に配置され部材途中で定着されている鉄筋についても、検討断面に対して定着長が確保されているものは考慮した。

表 1 各部材に設定した損傷レベルの制限値

部 材	損傷レベルの制限値
上層スラブ	2
上層横梁	1(低せん断スパン部材)
柱	3
フーチング	1
杭	2

キーワード 既設高架橋 耐震補強

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木2-2-6 東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所東北縦貫線プロジェクト TEL 03-5388-6502

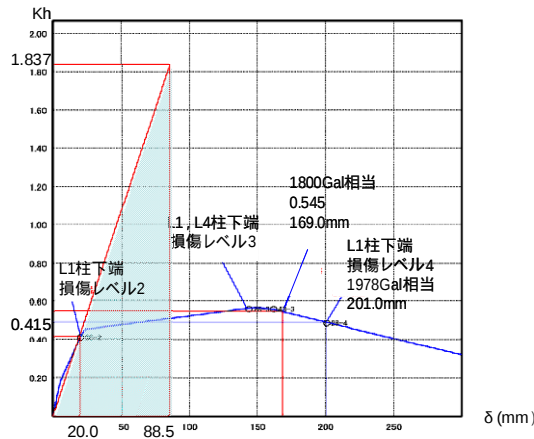


図 2 荷重 - 変位 (線路直角方向)

表 2 静的非線形解析結果

検討方向	地震方向	α	降伏震度 (k_h) ()内降伏部材	L2地震時 等価弾性応答加速度 K_{heq} ()内損傷レベル4となる部材	判定
L 方向	→	1	0.388 > 0.357 (L1L2L3L4列・C2C3柱下端)	1899 > 1800 (L1L4列・C2柱下端)	OK
		2	0.388 > 0.357 (L1L2L3L4列・C2C3柱下端)	1894 > 1800 (L1L4列・C2柱下端)	OK
	←	1	0.388 > 0.357 (L1L2L3L4列・C2C3柱下端)	1899 > 1800 (L1L4列・C3柱下端)	OK
		2	0.388 > 0.357 (L1L2L3L4列・C2C3柱下端)	1899 > 1800 (L1L4列・C3柱下端)	OK
	→	1	0.416 > 0.357 (L4柱下端)	1969 > 1800 (L4柱下端)	OK
		2	0.406 > 0.357 (L4柱下端)	1990 > 1800 (L4柱下端)	OK
C 1 列	→	1	0.411 > 0.357 (L1L4柱下端)	1963 > 1800 (L4柱下端)	OK
		2	0.41 > 0.357 (L1L4柱下端)	2004 > 1800 (L1柱下端)	OK
	←	1	0.471 > 0.357 (L1柱下端)	2147 > 1800 (L4柱下端)	OK
		2	0.479 > 0.357 (L1L4柱下端)	2149 > 1800 (L4柱下端)	OK
	→	1	0.479 > 0.357 (L1L4柱下端)	2134 > 1800 (L1柱下端)	OK
		2	0.486 > 0.357 (L1L4柱下端)	2187 > 1800 (L1柱下端)	OK
C 2 列	→	1	0.419 > 0.357 (L1L4柱下端)	1979 > 1800 (L4柱下端)	OK
		2	0.423 > 0.357 (L1L4柱下端)	1984 > 1800 (L4柱下端)	OK
	←	1	0.415 > 0.357 (L1柱下端)	1978 > 1800 (L1柱下端)	OK
		2	0.416 > 0.357 (L1L4柱下端)	2024 > 1800 (L1柱下端)	OK
C 4 列	→	1			
	←	1			

2.2 耐震照査結果

解析結果の荷重 - 変位曲線の一例を図 2 に示し、耐震照査結果の一覧を表 2 に示す。線路直角方向の解析では、柱の先行降伏となり、弾性応答加速度 1800gal と等価となる荷重 - 変位曲線の最大応答変位にいたるまで横梁部材に降伏は発生しなかった。

3. 各部材の設計

3.1 新設フーチングと既設フーチング一体化の検討

既設高架橋のフーチングは、上部の段違い部を撤去し、下部の 600mm を残し、上部とその周囲に新設フーチングを構築した (図 1 参照)。図 3 に新設フーチングと既設柱・既設フーチングとの接合部の配筋図を示す。

新設フーチングと既設高架橋を一体化するために、既設の各柱に 4 本以上の新設フーチングの軸方向鉄筋をコア削孔で貫通させ、既設フーチング上面にはあと施工アンカーを設置した。柱を貫通させる鉄筋は、地震時に降伏させないよう橋軸方向は上面には D32、下面には D26 の異形 PC 鋼棒を、橋軸直角方向は上面には D29 (SD390)、

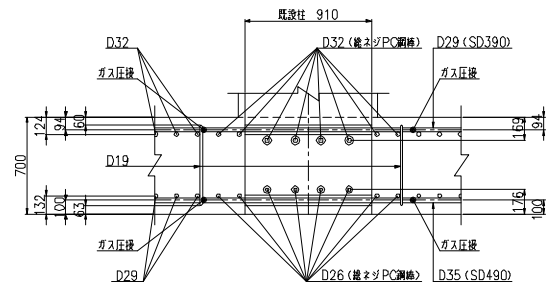


図 3 新設フーチング軸方向鋼材 (柱貫通部)

下面には D35 の高強度鉄筋 (SD490) を配置した。

既設フーチング上面に設けるあと施工アンカーは、既設フーチングと新設フーチングの境界面に作用するせん断応力に抵抗するものとして、D22 のアンカーを橋軸方向・橋軸直角方向ともに 400mm 間隔で配置した。

3.2 柱部材の設計

柱は、中層梁を撤去した上で、鋼板巻き補強することとした。柱下端は、充填モルタル部も断面に考慮するため、断面耐力上必要な充填モルタル厚として 50mm に設定した。図 4 に柱の補強図を示す。鋼板厚は、柱寸法から決定される鋼板厚さ ($t=6\text{mm}$) に設定している。

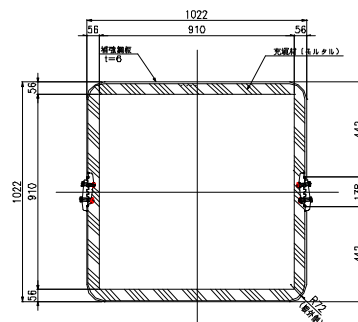


図 4 柱の鋼板巻き補強

3.3 縦梁 (スラブ)、横梁の設計

既設のスラブ (線路方向) および横梁の断面、鉄筋量で耐震照査を行い、地震に対する安全性を満足する結果となったので、既設部材を無補強で使用する事とした。

4. まとめ

本稿では、新線建設に伴う既設高架橋の耐震補強計画について概要を述べた。プロジェクトの工期短縮と工事費の低減を図るには、いかに既設構造物を有効に利用していくかが重要な着眼点となる。本文が今後の既設構造物の補強設計の参考になれば幸いである。

引用文献

- 1) 運輸省鉄道局監修、鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物設計標準・同解説 耐震設計，丸善，1999.10