

桁式高架橋を全体で捉えた耐震補強対策工法の提案

東日本旅客鉄道株式会社 正会員○ 高井 俊博

正会員 小笠原 賢

渋谷 敏男

1. はじめに

JR東日本では、首都直下地震に備えた耐震補強対策として、高架橋柱の耐震補強を鋭意進めている。

高架橋柱は構造形式や高架下テナント利用者との協議で設計・施工が難航している箇所があり、昨年度、「桁式高架橋を全体で捉えた耐震補強対策に関する検討について」と題して、柱ごとの補強ではなく、部分的な補強を行うことで、橋全体系として耐震性能を満足できる新たな補強方法における解析結果を報告した。本稿では、具体的な補強設計の内容について報告する。

2. 対象構造物と課題

本稿で対象とする構造物は、桁式高架橋で、上部工がRC造の単版桁、下部工はI型断面のRC造壁式橋脚となっている(図-1, 2)。当該の壁式橋脚では鉄筋量が少なく、降伏震度が低いことから、鉄筋量を増やす補強に加え、補強梁を設置してラーメン化を図っている(写真-1, 図-3)。具体的には、橋脚軌道1線分あたり約120本の貫通鉄筋

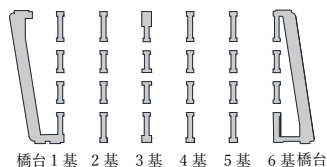


図-1 高架橋平面図

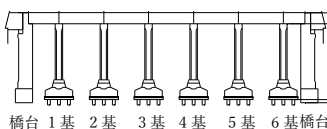


図-2 高架橋側面図



写真-1 施工写真

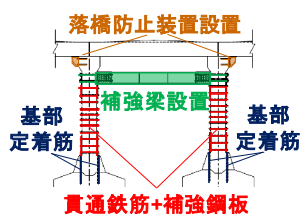


図-3 従来施工方法

と補強鋼板の設置を行い、さらに柱間に補強梁4本を設置するため、施工工程が非常に多く、工期の長期化、高コスト化の要因となっている。

これらの桁式高架橋において、検討対象とした橋りょうは、上部工が桁7連、下部工が橋脚6基連なっており、特に降伏震度が低い。従来の補強方法を適用すると、これまでの施工箇所と比較して、さらに補強量が増えること、4線分の施工となることから、工期の長期化や、コストアップが課題であった(図-4, 図-5)。



図-4 従来補強平面図

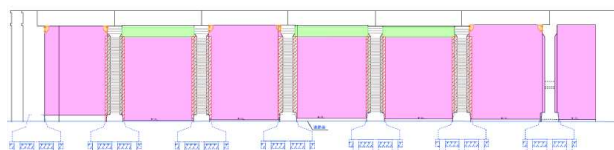


図-5 従来補強側面図

また、施工に際しては、高架下建物の全撤去が必須であり、現状の建物は既存不適格な構造で、再築時には現行の建築基準法に適合した建物とする必要があること、補強梁設置に伴う高さ制限がかかることからテナント協議が難航していた。そこで、本稿では桁式高架橋を全体で捉えた耐震補強対策に関する設計について検討したため報告する。

3. 高架橋全体系の解析結果

検討した補強方法は、全7径間中の両端部2径間のみを補強(橋台と橋脚を一体化)することで、端部の橋台および橋脚の剛性を上げ、変位を抑える構

キーワード 首都直下地震対策, 高架橋耐震補強, 橋全体系

連絡先 〒101-0021 東京都千代田区神田須田町2-10-1 東京支社 東京耐震補強工事区 TEL03-3257-1751

造である(図-6)。

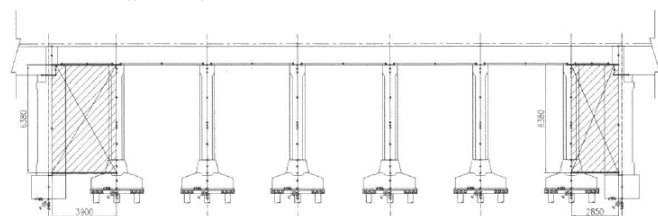


図-6 端部径間補強図

解析は、地震時に高架橋の弱点部となる橋脚基部に発生する最大曲げモーメントに着目して評価する。なお、解析は、現地において隣接するスラブ桁同士及び桁と橋台間が密着していると認められることから、衝突(遊間2mm)を考慮した。支承条件は、全て可動支承とし、RC部材は線形部材とした。また、可動支承は動摩擦係数0.25ですべる構造とした。線形解析で効果の確認を行った後、非線形解析にて最終的な損傷レベルを確認した。

解析の結果、両端部径間の補強を行うことで、橋脚の損傷は損傷レベル2の修復容易な変位レベルまで落とせることができ、耐震性能の向上が確認された。結果を表1に示す。

表1 非線形解析結果

		橋脚1	橋脚2	橋脚3	橋脚4	橋脚5	橋脚6
パターン1 (既設構造)	最大応答値	0.0465	0.0471	0.0481	0.0481	0.0462	0.0423
	損傷レベル	3	3	4	4	3	3
パターン2 (端部径間補強)	最大応答値	0.0066	0.0071	0.0078	0.0078	0.0078	0.0078
	損傷レベル	2	2	2	2	2	2

応答値：基部の最大曲率 単位：1/m

4. 高架橋全体系での設計

端部径間補強の設計は、橋台と橋脚間の上下に梁(600mm×600mm)と上下の梁間はRC壁(壁厚300mm)を設置することで、橋台と橋脚を一体化する構造とした(図-7, 8)。

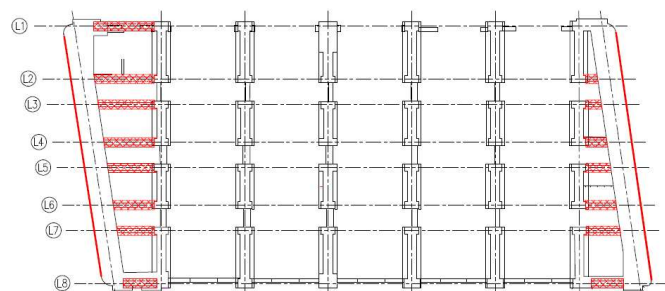


図-7 端部径間補強平面図

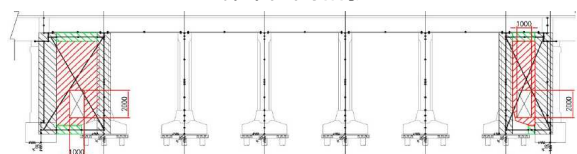


図-8 端部径間補強図

また、今後の保守を考慮してRC壁には一部、開口(H=2000mm, B=1000mm)を設けることとした。設計上、開口を設けることが出来ない径間についてはエアモルタルで埋めることとする。

また、中央の径間においては、柱配筋がフーチングに定着していないため鉛直方向に補強鉄筋を挿入する(図-9)。さらに橋脚の補強とは別に橋台の補強も行う必要がある。

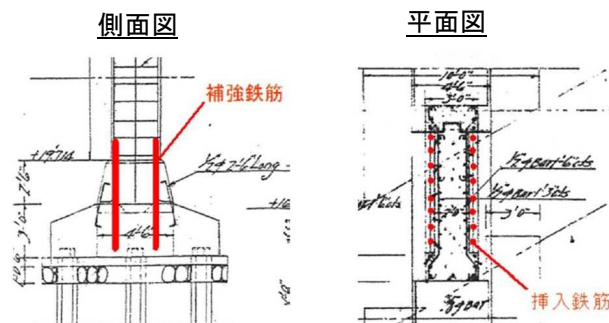


図-9 端部径間補強図

今回検討した補強方法で施工することにより、中央径間の橋脚への補強が鉛直補強鉄筋だけとなり、既存建物を解体せずに施工ができるため、従来の工法よりも大幅な工期短縮とコストダウンが期待できる。さらに高架下空間の活用に制限がかからなくなることから、高架下テナントとの協議も進展すると考えている。

5. おわりに

今回の検討結果を活かし、高架下建物に極力影響を与えない工法にてテナント協議を行い、耐震補強を進めていきたい。また、この付近には、同様の未対策の桁式高架橋が多数あるので、今回の補強方法が適用可能か検討を行っていく。

今後もこれまでの施工実績だけではなく、補強方法、施工方法に関する技術開発、技術的検討を進め、更なる工期短縮・コストダウンに努めて、鉄道の安全・安定輸送の確保に努めていきたい。

参考文献

- 1) 小笠原賢, 青木勇, 渋谷敏男, 関貴志: 桁式高架橋を全体で捉えた耐震補強対策に関する検討について, 土木学会第73回年次学術講演会, I-484, pp. 967-968, 2018. 8