

RC高架橋耐震補強工法に関する近年の取組み

The present state of seismic retrofitting methods for RC viaducts



大郷 貴之*

In Japan, due to the South Hyogo Prefecture Earthquake has attacked urban area in 1995, various railway concrete structures sustained extensive damage never experienced before.

Therefore, the seismic retrofitting of existing structures was started on a full scale.

However, as the space under railway viaducts in urban area is used for railway equipments, commercial facilities, and other buildings, the construction of seismic retrofitting have to be done in a constrained environment. This paper describes the present state of three seismic retrofitting methods which are applied actually for seismic retrofitting construction in the space under railway viaducts.

●キーワード：耐震補強、RC 高架橋、鋼板巻き耐震補強、RB 耐震補強、薄板多層巻耐震補強

1. はじめに

当社では兵庫県南部地震以降、鉄道構造物の被害分析に基づき、鉄筋コンクリート(以下、「RC」という。)ラーメン高架橋をはじめ、各種構造物に対して耐震補強を実施してきている。このうちRCラーメン高架橋については、RC柱を対象として、脆性的な破壊となるせん断破壊を防ぐための補強(せん断補強)、柱の変形性能を増すことで、じん性能で地震力を吸収する補強(じん性補強)を行っている。

本稿では、RCラーメン高架橋の耐震補強工法のうち、鋼板巻き耐震補強工法、RB耐震補強工法、薄板多層巻き耐震補強工法についての最近の取組み状況及び耐震補強の効果について述べる。

2. 各種耐震補強の最近の取組み

2.1 鋼板巻き耐震補強工法

鋼板巻き耐震補強工法は、既設RC柱等の周囲に鋼板を配置し、鋼板と既設RC柱等の隙間に充填材を充填することによって、柱等のせん断破壊を防止するとともに、コンクリートを鋼板で拘束することで変形性能を向上させる工法である。これまで当社では多くの現場で用いられている耐震補強工法である。

2.1.1 鋼板の塗装範囲、仕様の変更

これまで鋼板巻き耐震補強工法を実施した箇所において、地表面付近の鋼板が腐食する事例があったことから地表面から下に200mmの範囲も塗装を行うこととした。更に塗替え作業による利用高架橋での空間支障を少なくするため、鋼板

の塗装をポリウレタン系に変更し、耐久性を一般橋りょうと同程度の中～長期仕様とした。

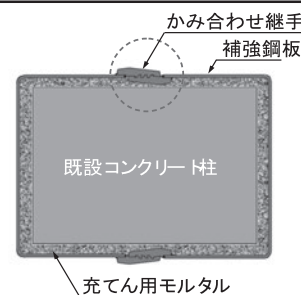
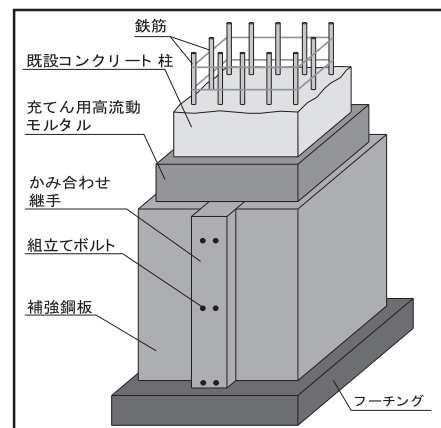


図1 鋼板巻き耐震補強工法(かみ合わせ継手使用)の概念図

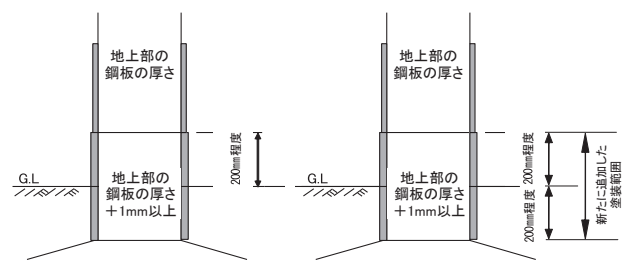


図2 鋼板の塗装範囲変更

2.1.2 部分先行施工型鋼板巻き耐震補強工法

鋼板巻き耐震補強工法は、施工性、コスト面で優れていることから、これまで多くの箇所で採用されてきた工法だが、柱全周を巻き立てる必要があるため、高架橋柱周辺に支障物や店舗がある場合では施工できない。そのため、柱が隣接店舗の境界にある場合には、隣接する両方の店舗が空かないと補強工事が出来ない。そこで、先に空いた店舗部分の半断面だけ鋼板を先行施工し、隣接店舗が空いた時に残りの鋼板を施工する工法が、部分先行施工型鋼板巻き耐震補強工法である。

本工法の採用により、鋼板を先行施工した範囲では、隣

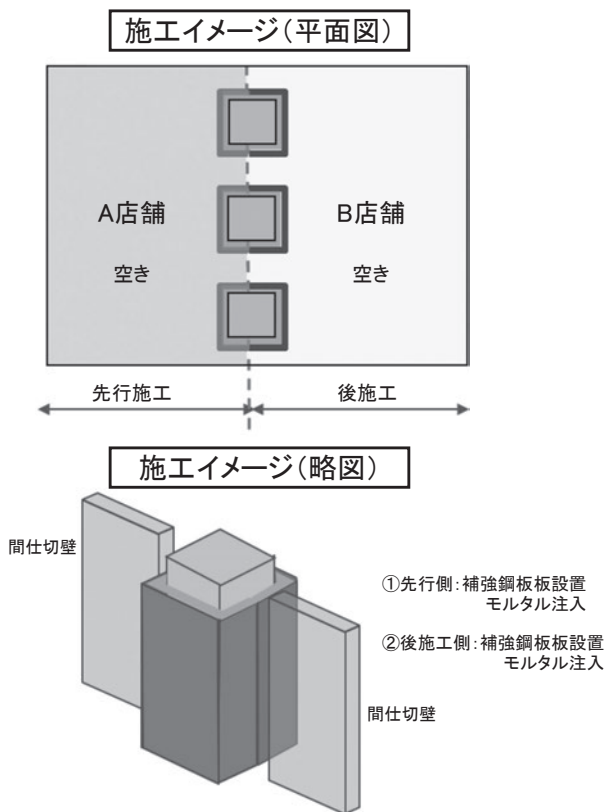


図3 部分先行施工型鋼板巻き耐震補強工法概念図



図4 施工事例

接店舗部分の施工を待つことなく、店舗営業の再開が可能となり、高架下空間の有効利用が可能となる。

2.2 RB耐震補強工法

RB耐震補強工法は、既設RC柱等の周囲に補強鋼材を配置し、柱四隅で定着することにより、既設RC柱のせん断およびじん性補強を行う工法である。間仕切り壁を有するRC柱や狭隘な施工環境において、既存の補強工法では施工困難な場合でも、人力での簡易な施工により耐震補強できることを特徴としている。

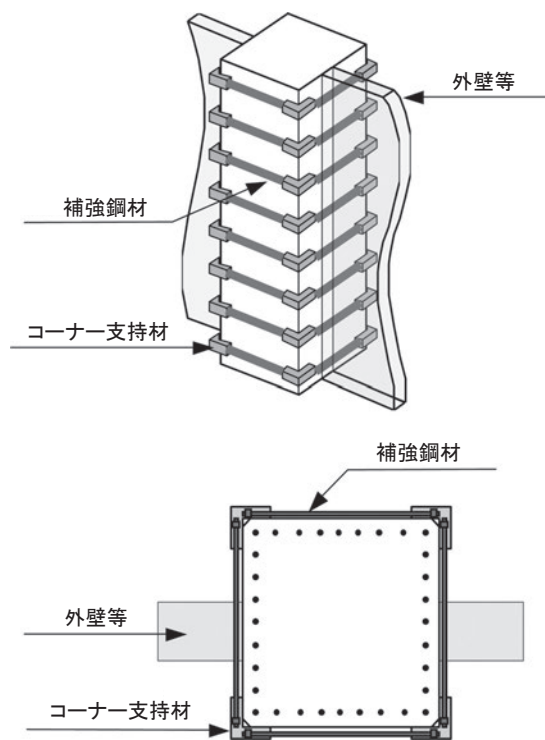
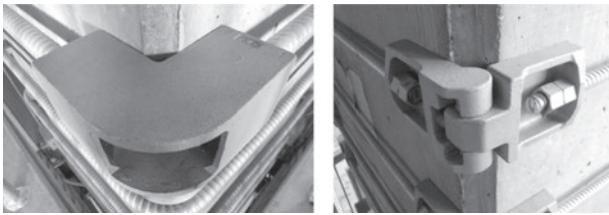


図5 RB耐震補強工法概念図

RB耐震補強工法は、これまで広く用いられてきたが、既設柱隅角部の角度が $90^{\circ} \pm 1^{\circ}$ の柱に適用が限られていること、鋼板巻き工法と比較して補強後の断面が大きくなるというデメリットがあった。近年新たに開発されたコーナー支持材タイプBS(スリムRB)と従来型のコーナー支持材タイプBとの比較を表1、図6に示す。

- (1) 既設柱隅角部の角度が $90^{\circ} \pm 15^{\circ}$ の斜角柱に適用可能である。
- (2) 補強鋼材にD19(SD490)を用いることで、補強後の断面を小さくし(柱表面から39mm程度)、補強量が少ない場合への対応を可能としている。
- (3) 補強鋼材をD19とすることで1段当たりの重量を低減(柱幅1mの場合、約4割低減)し、設置時の作業効率の向上が可能である。



タイプB(従来型RB用) タイプB(スリムRB用)

図6 コーナー支持材



図7 スリムRBによる耐震補強

表1 コーナー支持材タイプBとタイプBSの比較

種別	タイプB (従来型RB用)	タイプBS (スリムRB用)
項目		
補強厚	75mm	39mm
柱隅角部の角度	90° ±1°	90° ±15°
補強鋼材径(標準種別)	D32 (SD390)	D19 (SD490)

2.3 薄板多層巻耐震補強工法

薄板多層巻耐震補強工法は、高架橋既設RC柱等の柱部材に薄い補強鉄板を接着剤により貼り付けて、所要層数まで巻立てることにより、せん断補強およびじん性補強を行う工法である。補強材料が軽量なので、狭隘な箇所でも人力での施工が可能である。

補強後の柱断面の増加量が少ない(一般的に10~20mm程度)ため、特に店舗内における補強後の床面積の縮小を抑えることができる。また、充填モルタルが不要であることから、モルタル使用による粉じんの発生や水の漏れが防げること、重機を使用しないため騒音が静かであること等の利点を生かし、施工箇所に近接して店舗を営業した事例がある。

近年、薄板多層巻耐震補強工法について、以下のような改良を行っている。

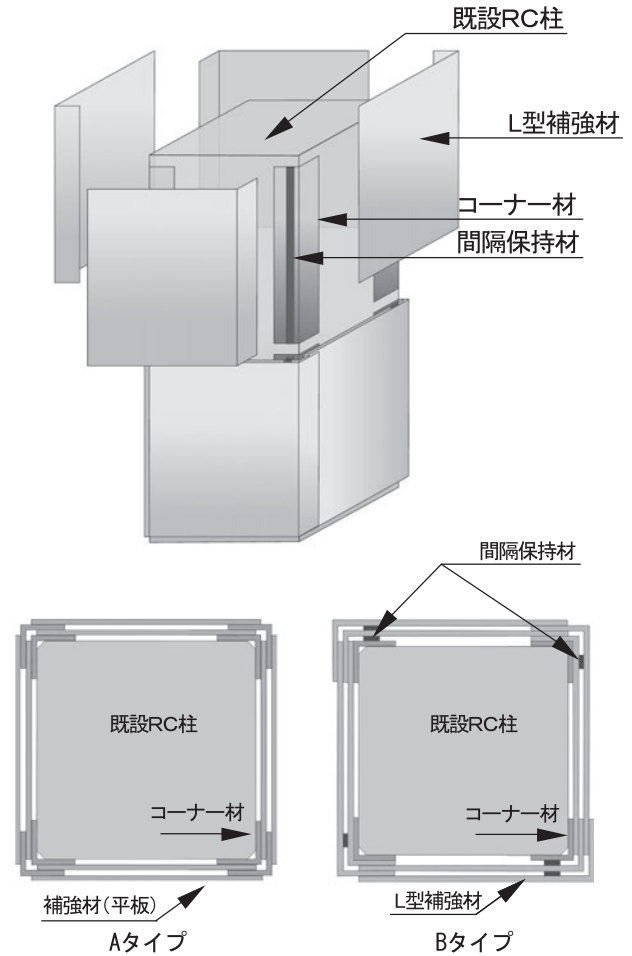


図8 薄板多層巻耐震補強工法概念図

(1) 適用範囲の拡大

薄板多層巻耐震補強工法の適用範囲は、鋼板の腐食に配慮して、これまで対象を屋内のRC柱等としてきたが、耐食性が高い高耐食性めっき鋼板を追加したことにより、高耐食性めっき鋼板を用いた場合に限り、耐食性能の範囲内で屋外のRC柱等にも適用できることとした。ただし、塩害による影響がある等の厳しい環境条件下では耐食性を保持できない可能性があることから、適用に際しては周辺環境を考慮する必要がある。

(2) 補強薄板の材料の追加

従来、補強薄板の材料は冷間圧延高張力鋼板SPFC440(厚さ0.8mm)を標準としていたが、市場性の高い一般構造用圧延鋼板SS400(厚さ1.6mm)および耐食性の高い高耐食性めっき鋼板(厚さ1.6mm)を追加している。

(3) 接着剤の材料の追加

本工法が高架下の入居テナントと隣接するような環境で用いられる場合、接着剤の臭気をできるだけ抑制する必要がある。そこで、従来用いていた接着剤に比べて臭気の低い低臭タイプの接着剤を検討の結果追加している。

(4) 補強薄板の貼り重ね方法の追加

本工法の施工性の向上と使用する接着剤量の低減を目的に、従来型(Aタイプ)に加え、新しい貼り重ね方法(Bタイプ)を採用することとした。

なお、補強薄板の接着に用いる樹脂系接着剤は、硬化後であっても接着部の温度上昇に伴い接着性能が低下するので、直射日光が当たる箇所や熱風を排出する機器に近接する箇所等の適用には十分注意が必要である。

鋼板巻き補強と比較して材料費は高くなるが、高架下利用状況や施工性等の観点からコストダウンを図ることができるので、当工法の採用にあたっては支障移転を含めた全体工事費で判断するとよい。



図9 施工事例

3. RC 高架橋耐震補強の効果

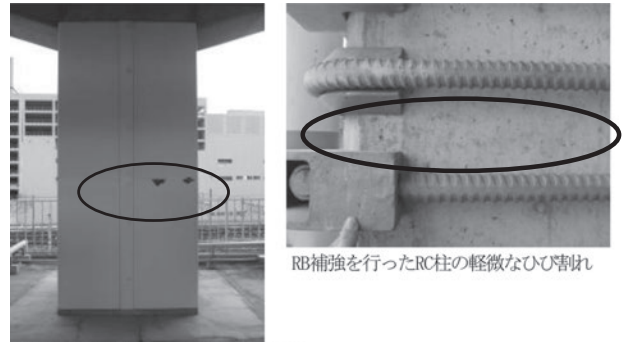
本稿で紹介した耐震補強工法のうち、鋼板巻き耐震補強工法、RB耐震補強工法を実施していたRC柱については、2004年の新潟県中越地震、2011年の東北地方太平洋沖地震等の体験をしており、被害調査が行われている。

新潟県中越地震では、震源地に近く、大きな地震時水平力が作用したと考えられる鋼板巻き耐震補強を実施していたRCラーメン高架橋のRC柱を対象として調査が行われた。その結果、鋼板の変形は見られず、一部柱で鋼板を撤去し調査した結果、鋼板内部の充填モルタル、既設RC柱が健全であることが確認された。

東北地方太平洋沖地震では、外観調査の結果、鋼板巻き補強の上側付け根部でかぶりコンクリートの剥落や軽微なひび割れは認められたものの、列車運行に支障するような損傷は無かった。また、充填モルタルの健全性を打音検査により確認した所、若干の浮きが認められたものの、健全である

ことが確認された。

RB補強を実施した箇所の外観調査結果からは、軽微なひび割れがある程度であり、ナットの緩みや脱落も認められなかった。



鋼板巻き補強を行ったRC柱の塗装剥れ

図10 東北地方太平洋沖地震における耐震補強後のRC柱損傷状況

被害調査により、兵庫県南部地震以降実施した耐震補強の効果が明らかになっているため、引き続きこれらの工法を用いて耐震補強を進めている。

4. おわりに

本稿では、RC高架橋のRC柱耐震補強工法のうち、3つの工法について紹介した。これらの耐震補強工法は従来から採用されているものであるが、施工性向上、コストダウンといった観点だけでなく、施工中、施工後の高架下空間確保という観点からも改良が行われてきている。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：土木工事標準仕様書，2015.2.
- 2) 築嶋大輔；鉄筋コンクリート構造物の耐震補強工法，日本鉄道施設協会誌，2008.9.
- 3) 小林将司、水野光一郎、醍醐宏治、友竹幸治、丸山哲郎、篠田健次、倉岡希樹；『耐震補強設計施工マニュアルの改訂』SED、No40、2012.11.
- 4) 東日本旅客鉄道株式会社；特集「新潟県中越地震と鉄道」SED、No24、2005.8.
- 5) 東日本旅客鉄道株式会社；特集「東北地方太平洋沖地震と鉄道構造物」SED、No37、2011.11.