

新幹線高架橋における剛性向上を目的とした調整桁補強

東日本旅客鉄道(株) 正会員 吉井恭一郎 篠原 良治 手塚 雅人
吉田 正夫 梶谷 宜弘

1. はじめに

高架橋の調整桁(L=10m)において、防音壁下端部の縁切れに伴う桁の剛性低下に起因する列車通過時の異常動揺が観測されたため、これまで、応急対策を実施してきた。また、非接触振動測定システムを用いたたわみ測定を実施したところ、乗り心地から定まる制限値 3.32mm¹⁾を超えるたわみが発生した。新型車両導入による高速化後には、さらにたわみが大きくなると推定されたため、高速化を前に、当該調整桁の補強工事を施工した。本稿では、その補強工事の設計および施工について報告する。



図1 補強後の調整桁(仮設足場撤去前)

2. 補強工の設計

本工事は、桁と防音壁、嵩上げ防音壁を一体化して桁の断面を大きくすることで、桁の剛性を高め、たわみを抑制することを目的としている。そのために、主に3つの補強工を実施している。各補強工の考え方、施工内容について以下に述べる(図2、図3)。

(1) 防音壁補強(アラミドシート補強)

防音壁下端部で縁切れしているため、張出しスラブと防音壁の一体化を目的に施工した。アラミドシートは、耐力 392kN/m の2方向シートを2層貼付した。

(2) 補強コンクリート打設

張出しスラブと防音壁を鉄筋コンクリート($c_k = 27N/mm^2$)で連結することで、両者を一体化し、防音壁が列車荷重の一部を受け持つ構造とした。スラブと防音壁との連結は、1断面当たり5本(縦3本、横2本)のD16鉄筋(SD345)を線路方向に150mm間隔で、モルタルアンカーにより固定した。

(3) 嵩上げ防音壁の取替(RC化)

嵩上げ防音壁を穴あきPC板からRC板に取替え、支柱(H100からH150に取替え)との間をアクリル樹脂で充填することで、既設防音壁と一体化した。これにより、嵩上げ防音壁部分も列車荷重を受ける断面となる構造とした。なお、一体化に伴って、桁両端部のスパンでは、列車通過時の桁たわみによるせん断力が集中するため、ブレース材を設置し、RC板への負荷を軽減させた。

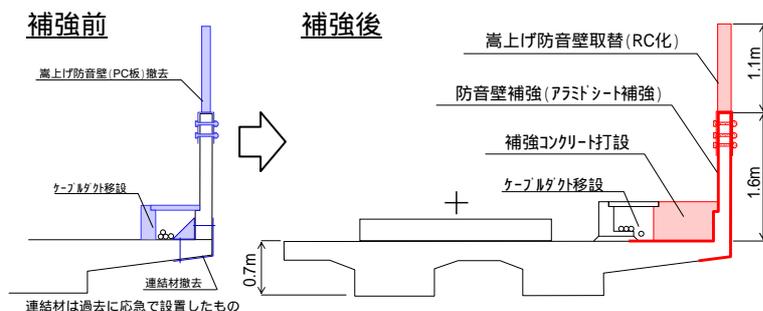


図2 補強断面

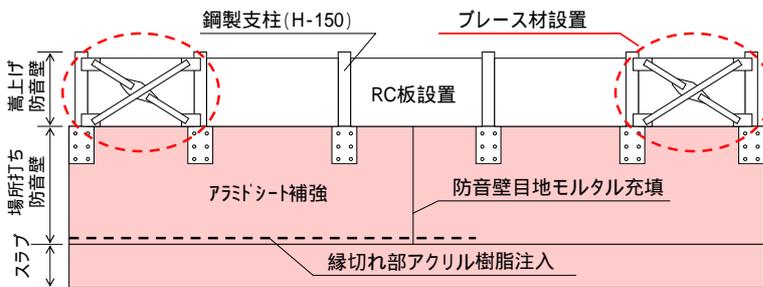


図3 補強側面図

3. 施工管理

(1) 施工フロー

本工事の施工フローを図4に示す。過去の異常動揺の際には、防音壁中央部の目地部をアクリル樹脂材で充填し、防音壁に列車荷重の一部を受け持たせることで、たわみを一時的に抑制した。また、スラブと防音壁の間に縁切れが生じ、鋼製の連結材で結合するという対策も行っていった。そこで、図3のように、これらを撤去

キーワード 調整桁、桁たわみ、桁補強

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町 630 東日本旅客鉄道(株) 大宮土木技術センター TEL048-643-5799

し、防音壁の目地は、無収縮モルタルを充填し、スラブと防音壁の境界部は、アラミドシート補強後にアクリル樹脂材により固定した。鋼製連結材および嵩上げ防音壁の撤去は、桁剛性を低下させる可能性があったため、1層目の繊維シート補強は、嵩上げ防音壁の支柱部や鋼製連結材を設置していない部分の貼付けを先行させ、支柱と連結材を撤去した当夜に、当該箇所繊維シートを貼付けることで、桁全体の剛性の維持を図った。
 (2) たわみ測定および管理値の設定

本工事は、終電から翌朝の初電までの間合いで作業を行ったため、日々の作業終了後、翌朝の初電通過時の桁たわみを計測し、施工に伴うたわみ量の変化を確認した。

測定方法・管理基準

桁下に設置した足場から非接触振動測定システムを用いて列車通過時の変位を測定した。測定対象の列車は、初電から2本とした。測定したたわみの管理基準は、運転規制値(130km/h 徐行)を、速度 245km/h における安全性によるたわみの設計限界値¹⁾の80%(10mm)とした。また、平成20年以降、これまでに測定したたわみの最大値(5.2mm)を警戒値として設定した。

測定結果

図5の施工ステップ毎の測定結果から、警戒値に達することは無く、対策の実施によって、たわみが抑制される過程が確認できる。

(3) コンクリート打設の施工計画

打設計画では、初列車通過までの圧縮強度(20N/mm²)発現、作業時間帯内(23:40~3:50)での施工完了、という2つの時間的な条件があった。これらの条件を満たすため、使用材料、打設方法を検討した。

<使用材料> プレミックタイプの超速硬コンクリートを使用した。打設前に、試験施工により強度発現(3時間)を確認し、打設完了を3:30とした。

<打設方法> 施工箇所は、高架下が貨物駅構内であったため、高架下からのコンクリート打設が困難であった。そこで、ミキサーを搭載した低床台車をモーターカーで牽引し、現地にて練混ぜ・打設を行った。サイクルタイムの検討では、試験施工によって「ミキサー1バッチ当りの練混ぜ可能量」、「練混ぜから打設までの1サイクルの時間」を確認し、1連当たり合計2.8m³のコンクリートを3回打設(延べ3晩)とした。実施工では各桁ともに予定通りに施工を完了した(図6)。

4. おわりに

本稿では、新幹線における調整桁補強工事について報告した。補強前後の桁の固有振動数を調査した結果、表1に示すように、桁の固有振動数が向上しており、補強工により剛性向上の効果を確認することができた。今後、今回工事で得られた知見を活用し、新幹線における工事の安全管理、品質管理を行うと共に、さらに安全で効率的な施工方法の検討を行っていきたい。

参考文献：1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 変位制限(平成18年4月) 鉄道総合技術研究所 pp74

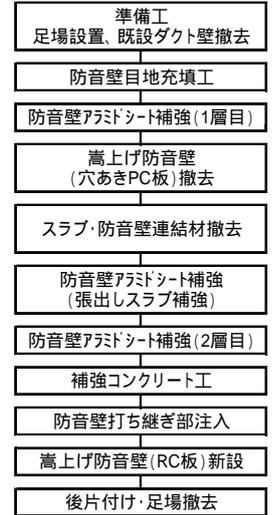


図4 施工フロー図

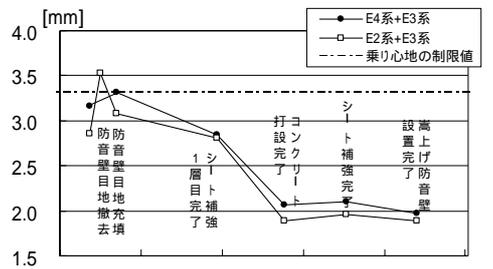


図5 列車通過時のたわみの変化

作業内容	23時		0時		1時		2時		3時		4時		5時		6時	
	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
作業員の移動	170分	立入・移動								移動・退出						
プラントの移動	150分		移動時間							移動時間						
シート養生、接着剤塗布			0:15													
コンクリート練混ぜ・打設	80分		0:30													
締め固め	80分			0:38												
表面仕上げ	17分					1:58										
片付け	15分						2:15									

図6 サイクルタイム(1晩あたり)

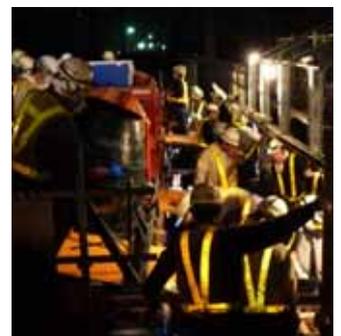


図7 コンクリート打設状況

表1 固有振動数の変化

	固有振動数 [Hz]
補強前	9.5
補強後	12.1