

複合構造化による既設鋼橋の長寿命化と騒音振動低減効果について

相模鉄道株式会社 ○松浦 史朗 大石 隆 小杉山 祐昌
前橋工科大学（元・鉄道総研） 谷口 望

1. はじめに

近年、構造物の維持管理を効率的に行う事が求められているが、鉄道に付帯する構造物の中でも鋼鉄道橋は特に長い年月が経っているものが多く、営業を確保しながらの架け替え工事や狭隘なスペースでの修繕は困難を極める。また、鋼鉄道橋は老朽化だけでなく、騒音の課題も抱えている。今回我々は鋼桁の負担する応力の低減と騒音振動の低減を目的とし、鉄道総合技術研究所の協力のもと、ゴムラテックスモルタルと速硬軽量コンクリートを使用した複合構造化の試験施工を行った。営業線である鉄道橋では初めての施工であることから施工の内容を明らかにするとともに得られた効果について報告する。

2. 川島陸橋概要

○位置 相鉄本線 上星川駅～西谷駅間（横浜基点 6 K 2 5 7 m）

○構造 上り線：上路式 4 主 I 型鋼桁 下り線：上路式トラフガーダー改造桁（形鋼組合せによるリベット桁）



写真1 全景



写真2 上り線桁下部



写真3 下り線桁下部

3. 複合構造化概要

今回行った複合構造化は桁の塗装をブラスト処理にて撤去した後、ゴムラテックスモルタルで被覆し、FRP 型枠設置後、速硬軽量コンクリートを打設したものである。今回の施工では桁に対しての削孔や溶接等の改造は一切行っておらず、軌道構造も変更していない。一般的に鋼とコンクリートの付着力が弱いことから、鋼とコンクリートの合成効果を期待するため、また、鋼部材の防食のために、付着特性に優れたゴムラテックスモルタル被覆を採用した¹⁾。



図1 複合構造化前（上り線）

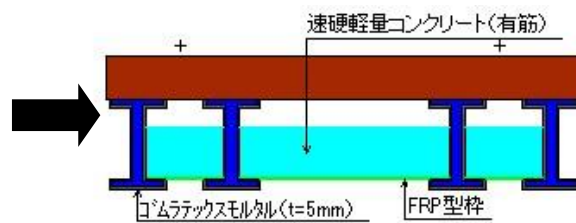


図2 複合構造化後（上り線）

4. 実施工程

計画工程と実施工程の差を表1に示す。既存塗膜撤去時のブラスト処理は昼間作業で行い、その他の工程は夜間作業で行った。モルタル被覆は吹付けを基本とし、歩行者に近い表面は後にコテで仕上げている。軽量コンクリートは 100m ほどに位置する踏切から軌陸車を載線し、現場練りにて軌道上より打設した。計画工程と実施工程を比較した結果、大きなズレは生じなかったが、ゴムラテックスモルタルに関しては夜間施工の影響もあり被覆厚に差が生じやすく、不足箇所の是正が数晩含まれている。また、天候の影響等で施工期間は計画よりも長引く結果となった。コンクリートの打設は線路閉鎖作業の為、時間に制限がある。作業時間は表2に示した通り約3時間、作業開始から初列車通過までは約4時間、軽量コンクリートの強度発現が3時間程度であることから強度不足のまま初列車を通過させる事のないよう時間管理を厳正に行った。軌陸車は1晩で2台使用し、計4晩で施工を完了している。初日の打設量は 0.2 m³ ほどだったが2晩目以降は 0.6 m³ ほど打設する事が可能であった。

キーワード 複合構造化 ゴムラテックスモルタル 鋼橋の延命化 騒音振動対策

連絡先 〒241-0012 神奈川県横浜市泉区下飯田町 1564-3 工務センター 営繕区 TEL 045-806-3644

表 1 計画工程と実施工程の差

工種	計画	実施
ブラスト工	5日	6日
モルタル工	14日	13日
型枠工	10日	7日
コンクリート工	6日	4日
排水工	11日	4日
全体工程	46日	34日

5. 応力測定結果

施工前後で実施した応力測定の測定箇所を図3に、測定結果を図4に示す。測定点は上り線桁6点、下り線桁6点の計12点、上下のフランジ部で実施した²⁾。ここでは下り線桁下フランジ部のものを抜粋する。図4から分かる通り、複合構造化後はどの測点でも最大応力振幅が低減している。また、各主桁における応力振幅のばらつきも安定しており、複合構造化前に局所的に荷重を受けていた主桁が複合構造化によって他の主桁と同程度の荷重となり、応力のバランス状態が改善されている事が分かる。金属疲労の観点から、橋の長寿命化が期待できる結果を得られた。

6. 騒音振動測定結果

測定は施工前、制振材設置後、複合構造化後の3回行い、列車走行時の測定とハンマー打撃による測定の2種類を実施した²⁾。ハンマー打撃は構造物の振動から発生する構造物音を把握する為である。尚、測定は上り線のみで実施した。列車走行時におけるウェブの騒音振動加速度レベル測定結果を図5に示す。制振材設置により、一部の周波数で7dB程度低減がみられるが、複合構造化後は10～20dBの低減効果が確認できる。また、横軸の右端には、各周波数のAP値（オールパス値）を示したが、30dB近く低減している。

次に、列車通過時における測定項目毎のAP値比較を表3に示す。複合構造化後は、ウェブだけでなく上フランジ部、下フランジ部共に振動加速度レベルが低減している。また騒音レベルも桁直下で約8dB、12.5m離れた地点で3～4dBほど低減効果が確認できる。ハンマー打撃による測定でも、AP値は4～30dBほど低減する結果となっており、構造物音も低減されている結果となった。ゴムラテックスモルタル被覆による振動の低減及びコンクリートと一体化させる事による桁剛性、遮音性の向上が考えられる。

7. 施工面での苦勞

施工条件面では、ブラスト処理を歩行者含めた通行止めで行った為、近隣住民のご理解を得るのに苦勞した。桁下は車1台分のスペースながら歩行者の生活道路として機能している。施工自体で苦勞したのはモルタルの吹付けである。前述したように夜間と昼間の確認で大きな差異が生じてしまった。また硬化速度も早い為、材料の特性を熟知しておく必要がある。枕木やレールを残したまま、隙間に手を入れての施工、養生等也非常に困難だった。

8. おわりに

複合構造化により、橋の長寿命化及び騒音振動低減効果が期待できる。列車の運行を保ちながら施工が可能である事から、架け替えが困難な鋼鉄道橋には非常に有効な手段であると考えられる。経過観察を厳重に行い、今後の維持管理に問題がないかを観察していくものとする。

表 2 線路閉鎖作業時間

	線路閉鎖時間	初列車通過時刻	作業時間
上り線	1:08～4:46	5:08	約3時間
下り線	0:55～5:07	5:33	

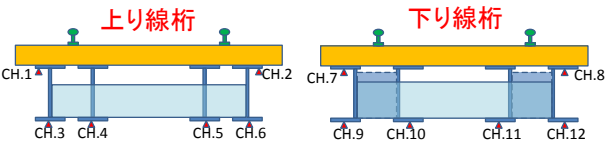


図 3 応力測定箇所

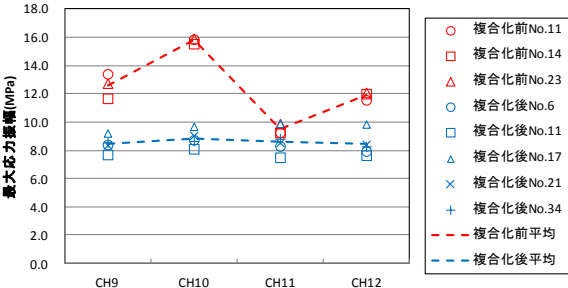


図 4 応力測定結果

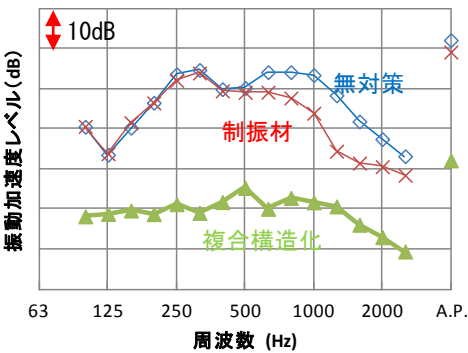


図 5 ウェブの騒音振動加速度レベル

表 3 AP 値の比較（列車通過時）

測定項目	制振材	複合構造化
レール加速度	0.4	-4.61
ウェブ加速度	-2.8	-29.19
上フランジ加速度	-0.53	-10.72
下フランジ加速度	-0.45	-13.2
桁直下騒音	-0.14	-8.13
12.5m地点騒音	0.31	-3.66

【参考文献】1) 谷口他、施工性を考慮した鋼鉄道橋の複合化に関する研究、構造工学論文集、土木学会、Vol157A、2011.3
2) 久保他：複合構造化による既設鋼橋のリニューアル工法における応力低減効果、複合構造化による既設鋼橋のリニューアル工法における騒音振動低減効果、土木学会全国大会講演概要集、2013。（別セッションにて同時発表予定）