

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

トーニチコンサルタント ○久保 武明, 西川 俊一

前橋工科大 (元・鉄道総研) 谷口 望

相模鉄道 大石 隆, 小杉山 裕昌, 松浦 史朗

太平洋マテリアル 大久保 藤和, 佐竹 紳也, 杉野 雄亮

1. はじめに

近年, 鋼鉄道橋の老朽化および騒音が問題となっている。鉄道橋では, 100 年以上も前に建設された鋼橋が多く残されているのが現状であり, 何らかの対策が必要とされているものも多い。そこで著者らは, 既設の鋼橋に対して, ゴムラテックスモルタル被覆, コンクリート床版を設置し, いわゆる複合構造化によって, 耐荷力向上, 耐久性向上, 低騒音化, 維持管理コスト低減を図る事を目的とした研究を行っている^{1) 2)}。

この複合構造化が相模鉄道本線川島陸橋 (西谷駅ー上星川駅間) において初めて実橋にて採用された。本稿では工事前後で測定した応力測定試験結果について報告する。なお, 施工および効果全般, 騒音測定試験結果, 有限要素法による解析結果については, 別稿にて報告する予定である。

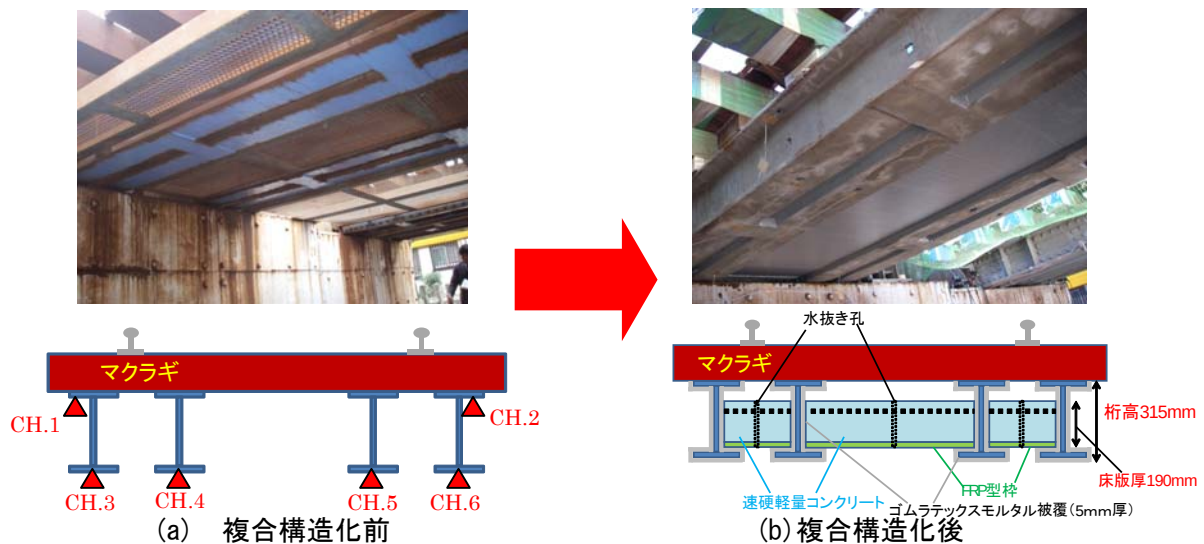


図-1 対象橋梁概要と計測位置 (上り線桁の例)

2. 試験概要

川島陸橋の複合構造化前後の状況を図-1 に示す。桁長 3.85m の単純鋼上落桁 (開床式) で, 上り線桁は, 4 主 I 形鋼 (溶接構造) で 1952 年 (昭和 27 年) 以前に製作, 下り線桁は, トラフガーダー (リベット構造) で 1926 年 (大正 15 年) 以前に製作されている。この橋梁の上下線桁において, 複合構造化の施工前後で車両走行時の発生応力を測定した。上下線含み, 施工前は 37 列車, 施工後 43 列車に対して測定を行った。

応力測定は表-1, 図-1 に示すとおり, フランジの公称応力に着目してひずみゲージを設置した。計測には BMC システムを使用した。測定結果は FFT・ローパスフィルターによりノイズ除去を行うものとした。

表-1 測定点一覧表

No.	番号	位置	ゲージ
1	a-1	上り線 U-FLG	1軸
2	a-2	上り線 U-FLG	1軸
3	b-1	上り線 L-FLG	1軸
4	b-2	上り線 L-FLG	1軸
5	b-3	上り線 L-FLG	1軸
6	b-4	上り線 L-FLG	1軸
7	a-3	下り線 U-FLG	1軸
8	a-4	下り線 U-FLG	1軸
9	b-5	下り線 L-FLG	1軸
10	b-6	下り線 L-FLG	1軸
11	b-7	下り線 L-FLG	1軸
12	b-8	下り線 L-FLG	1軸

3. 結果と考察

3-1. 各主桁応力の変化

図-3 に上り線における 10000 系車両載荷時の下フランジ側の測定結果を示す。

キーワード: 複合構造化, 鋼鉄道橋, 維持管理, リニューアル工法, 応力低減効果

連絡先: 〒151-0071 東京都渋谷区本町 1-13-3 Tel:03-3374-4084 Fax:03-3374-4744

複合構造化前後で比較すると、全体的に応力が低減され、各主桁の応力分担のばらつきもかなり改善されている。つまり、局所的に大きな荷重を分担していた主桁は、複合構造化により4主桁が一体として挙動するように変化したため、他の主桁と同程度の分担程度となっている。最大の応力低減効果が得られているのは、CH.5の主桁で、この部分は42%の応力低減効果となっており、累積疲労損傷度より算定される延命化効果としては5.1倍に相当すると考えられる。下り線桁（図-4）でも同様の傾向が確認出来る。

3-2. 平均応力の低減効果

図-5に上り線桁における10000系車両載荷時の断面内応力分布を示す。応力分布は複数ある主桁の最大応力振幅を平均化して求めた。上下フランジともに応力が低減していることが分かる。これは本橋梁の全体としての剛性も増加していることを示している。なお、下り線桁の図は省略するが、上り線桁と同様な傾向を示している。

3-3. 応力低減効果の妥当性検証

応力低減効果の妥当性を確認するため、複合構造化前後における剛性向上について、初等理論により計算を実施した。計算にあたっては、鋼材と速硬軽量コンクリートのヤング係数比は9とし、ゴムラテックス被覆、FRP型枠、網鉄筋の剛性は考慮しないこととした。また、コンクリート床版の有効幅は考慮せずに全幅有効として計算を行った。計算結果と測定結果との比較を表-2に示す。表-2より今回の剛性の算定結果は、測定結果とよく一致している。実際の橋梁の挙動では、FRP型枠の剛性も多少は寄与があることが考えられるが、本結果ではこの効果は無いものとして算出した結果とよく合っている。

4. まとめ

複合構造化により、応力振幅が低減できる事を確認した。応力振幅の低減効果により、局所的かつ全体的に橋梁の延命化が可能であると考えられる。また、理論値との比較では、設置したコンクリート床版を完全剛性として計算した結果とほぼ一致した。

表-2 複合構造化による剛性向上の理論値と測定値の比較

		複合化前の剛性		複合化後の剛性			測定結果
		断面二次M $\times 10^6 (\text{mm}^4)$	中立軸高さ (mm)	断面二次M $\times 10^6 (\text{mm}^4)$	中立軸高さ (mm)	応力比	
上り線桁	上フランジ	444	150	546	148	0.83	0.83
	下フランジ					0.80	
下り線桁	上フランジ	587	180	762	158	0.87	0.87
	下フランジ					0.68	

【参考文献】

- 1) 谷口他, ゴムラテックスモルタル被覆を用いた低騒音鋼橋の開発に関する研究, 構造工学論文集, 土木学会, Vol55A, 2009.4
- 2) 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, Vol57A, 2011.3

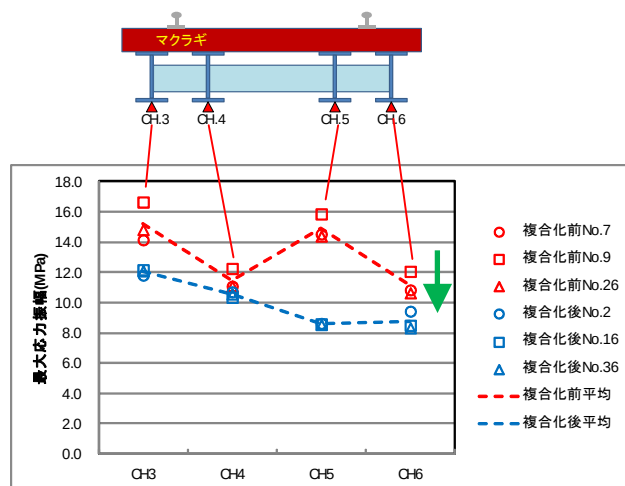


図-3 上り線桁, 10000系, 下フランジの測定応力

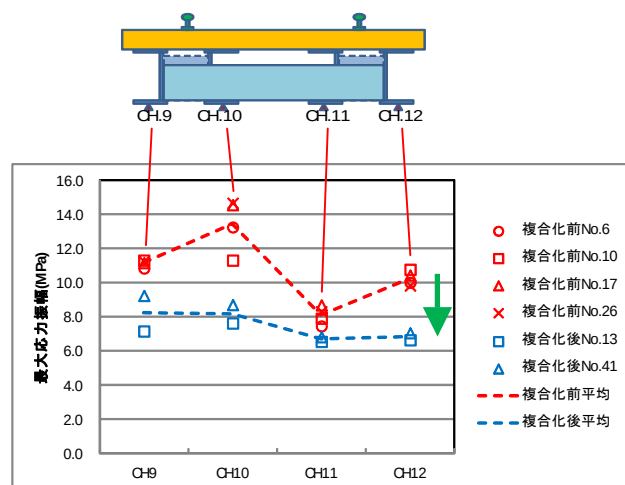


図-4 下り線桁, 10000系, 下フランジの測定応力

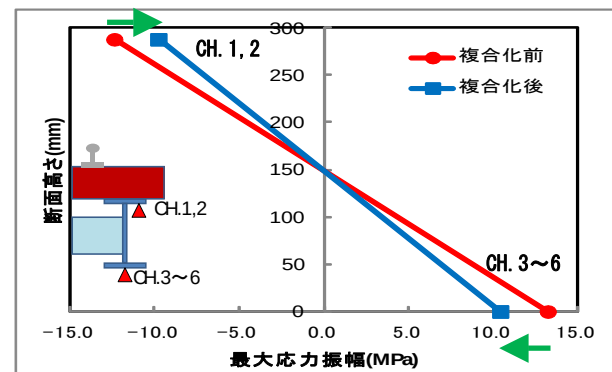


図-5 上り線桁, 10000系, 平均応力分布