

相模鉄道川島陸橋下り線 既設鋼鉄道橋の複合構造化に関する研究

早稲田大学 学生会員 ○山本太郎
 早稲田大学 正会員 林 偉偉
 早稲田大学 正会員 依田照彦
 前橋工科大学 正会員 谷口 望

1. はじめに

近年、土木構造物の維持管理を効率的に行うことが必要とされている。特に、既設鋼鉄道橋では、設計耐用年数を超えたものが多くなっており、老朽化が問題となっている¹⁾。既設鋼鉄道橋に対して、ゴムラテックスモルタル被覆とコンクリート床版を用いて複合構造化により耐荷力向上、耐久性向上、維持管理コスト低減を図ることを目的に、本研究では、実際に複合構造化が行われた橋梁を対象に、有限要素解析を行い、応力低減効果と剛性向上について検討を行った。検討の対象は、相模鉄道川島陸橋下り線であり、桁長 3850mm、スパン 3160mm の4主桁を持つ橋梁である。本橋梁に対しては、ゴムラテックスモルタル被覆とコンクリート床版を、それぞれ供用下に設置している。また、埋設型枠としては GFRP 型枠（剥落防止部材として機能）を使用している。

2. 解析モデル

解析モデルは、鋼桁と GFRP 型枠はシェル要素、コンクリート床版はソリッド要素、ひび割れ防止鉄筋はバー要素でモデル化した。鋼桁とコンクリートの接触部には、界面要素モデルを設け、鋼桁と GFRP 型枠、およびコンクリートと GFRP 型枠の結合は完全結合とした。

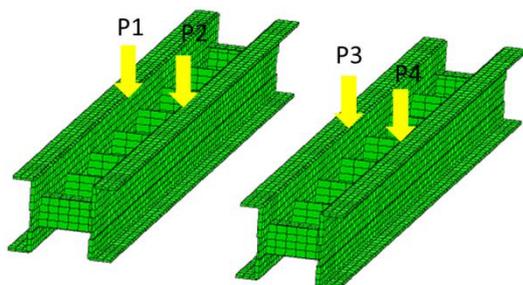


図1 モデル化概要（主桁，横桁）

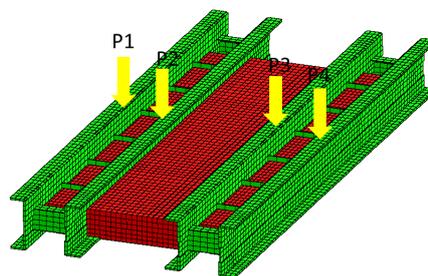


図2 モデル化概要（主桁，横桁，コンクリート床版）

線形解析の荷重モデルは、主桁スパン中央に最大応力が生じる車輪配置としてスパン中央に集中荷重を荷重するモデルとし、4主桁への力の分配は、均等配分ではなく、複合構造化前に測定した応力バランスを勘案して荷重するものとした（表1）。その結果、P1とP2ではP2が大きく、P3とP4ではP4が大きくなっている。これは、荷重がマクラギを介して荷重されているためである。

非線形解析では、各主桁のスパン中央を均等強制変位により変位させ、非線形解析を行った。

表1 荷重モデル（スパン中央荷重）

荷重 番号	荷重荷重(kN)	
	10000系	11000系
P1	13.9	15.7
P2	16.8	19.7
P3	10.1	11.8
P4	12.8	14.8
合計	53.6	62.0

キーワード：複合構造化，有限要素解析，荷重実験

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 依田研究室

3.解析結果（線形解析）

各主桁のスパン中央における、最大応力振幅の測定結果と解析結果を図3と図4に示す。なお、測定結果は、同種複数の列車通過時の平均値である。車種は10000系と11000系があるが、11000系の結果のみを示した。複合構造化前の測定結果と解析結果を比較すると、ほぼ一致していることがわかる。値には多少のばらつきがみられるが、上フランジも下フランジも傾向としては似ているといえる。また、載荷方法の観点からは、応力バランスのみを考慮して勘案した4主桁に集中荷重を載荷する方法が適していると考えられる。

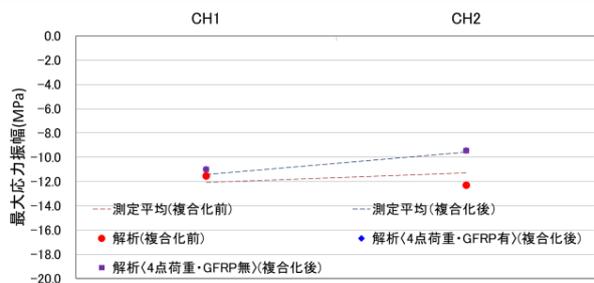


図3 測定結果と解析結果の比較（上フランジ）

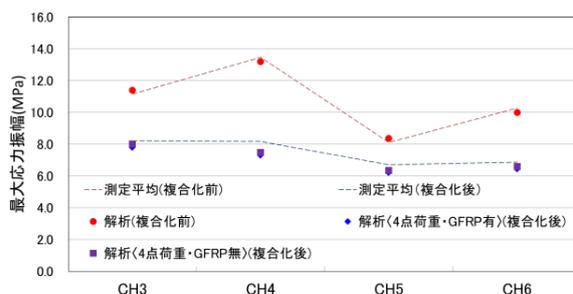


図4 測定結果と解析結果の比較（下フランジ）

4.解析結果（非線形解析）

各主桁の荷重とひずみの関係を図5と図6に示す。主桁の降伏荷重を比較すると、複合構造化前では1056kNであったのに対し、複合構造化後では1214kNに増加した。降伏荷重とひずみから複合構造化前後での剛性の向上が確認できる。

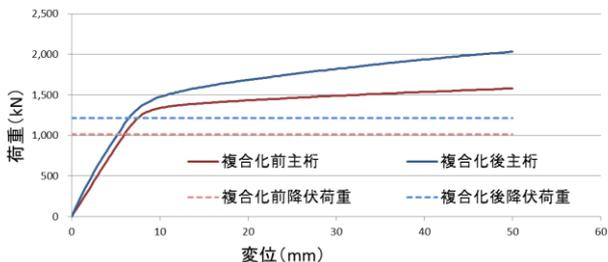


図5 主桁の荷重と変位の関係

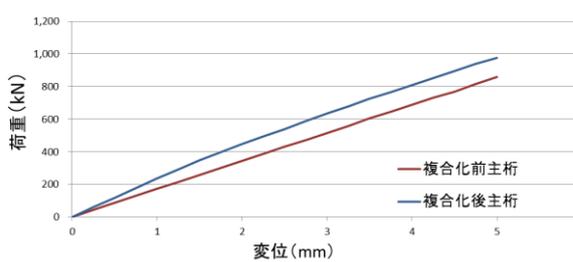


図6 主桁の荷重と変位の関係（0～5mm）

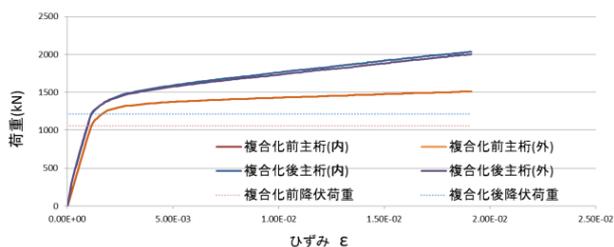


図7 荷重とひずみの関係（スパン中央部）

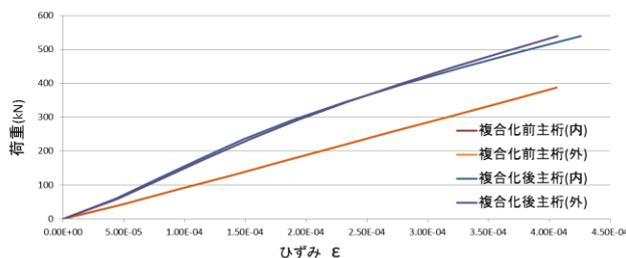


図8 荷重とひずみの関係（ ϵ : 0～0.0004 付近）

5.まとめ

今回の検討では、複合効果の影響を有限要素解析によって再現した。4主桁のマクラギの接地条件の影響や載荷方法の検討が必要であるものの、本解析モデルを用いて、複合構造化に伴う合成効果の予測が可能であることが分かった。

【参考文献】

- 1) 谷口望, 半坂征則, 小出宜央, 大垣賀津央, 大久保藤和, 佐伯俊之: 施工性を考慮した鋼鉄道橋の複合構造化に関する研究, 構造工学論文集, Vol.57A, pp. 1052-1059, (2011)