

鋼桁橋の架替前後における低周波振動特性の変化

JFE エンジニアリング 正会員 ○新井 進太郎 正会員 熊野 拓志
 宮地エンジニアリング 正会員 田中 伸尚
 西日本高速道路株式会社 非会員 林 稔二
 NEXCO 西日本インベーションズ 正会員 濱 博和 非会員 藤原 啓隆

1. はじめに

老朽化した道路橋の更新が全国的に行われている中で、工程短縮などを目的としてコンクリート床版橋を鋼床版桁に架け替えるリニューアル工事が報告されている¹⁾。一般に鋼床版桁は軽量で架設性及び工程短縮に有利な一方、コンクリート床版桁と比べると剛度・減衰が小さく揺れやすい特性を有しており、特に都市部の場合架け替えによって低周波振動など新たな環境影響が生まれることが懸念される²⁾。本報では実際の架替工事において、工事前後における振動特性の変化を数値解析・現地計測の両アプローチで検討した。

2. 対象橋梁

今回対象とした橋梁の一般図を図 1 に示す。斜角を有した 3 径間の連続桁で、架け替え前後で下部工を転用しているため、支間長・桁高などの基本寸法に変化はない。

架替前の橋梁(既設橋)の断面図を図 2、架替後の橋梁(新設橋)の断面図を図 3 に示す。既設橋は 1970 年に建設され、現行基準と比べて薄い RC 床版が採用されている。床版疲労劣化に対する補強として主桁間に縦桁が追加され、横桁・対傾構もフルウェブ化されている。新設橋は 2020 年に建設され、平リブを有する鋼床版($t=16$)が採用されている。また端支点横桁を負反力対策も兼ねたコンクリートで巻き立てており、既設橋と比べ剛な端床組構造となっている。

3. 解析モデル

交通振動に対する桁の振動特性を評価するため、大型車両の走行を模擬した車両走行シミュレーションを実施した。解析ソフトウェアは EPASS/USSP³⁾ を使用し、橋体・走行車両及び路面凹凸のモデリングを実施した。橋体の FEM モデルは床版・主桁など上部工全体をシェル要素で再現し(図 4)、既設橋では撤去・架替工事の際に実測した舗装厚・床版厚を解析モデルに反映した。走行車両のモデルは走行試験を実施した際の車両のパラメータを採用した。路面凹凸は、既設橋は更新工事で実施した移動体測量の結果を元に設定し、新設橋は供用後の維持管理用に計測された値で設定した。解析に用いた路面凹凸値を図 5 に示す。測量方法の違いから既設橋の凹凸は長周期の成分が現れているが、特に橋梁進入部の段差は新設橋は高々 4mm 程度に対し既設橋は 40mm 程度と大きな値となっている。解析ケースは、工事前後の状況の再現を前提においた既設橋+既設路面、新設橋+新設路面の組み合わせを基本とし、将来的な舗装劣化を考慮し新設橋+既設路面でも解析を実施した。

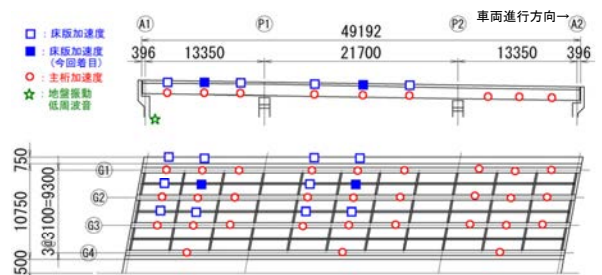


図 1 対象橋梁及び計測点

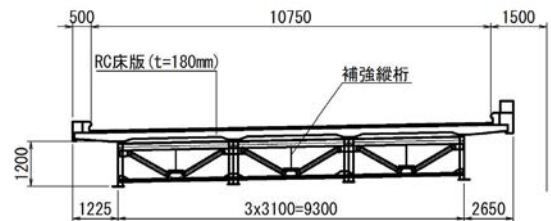


図 2 既設橋の断面図

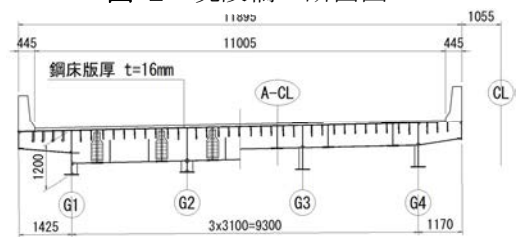


図 3 新設橋の断面図

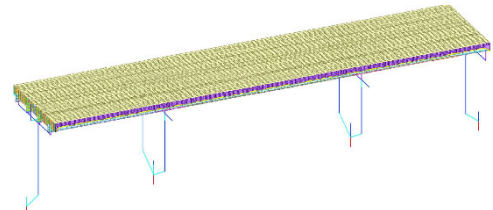


図 4 全橋 FEM モデル外観

キーワード 鋼床版、低周波振動、車両走行解析、巻き立てコンクリート

連絡先 〒230-8611 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2-1 JFE エンジニアリング株式会社 TEL 045-505-7555

4. 実橋計測

数値解析と併行して解析内容の妥当性及び実際の影響を評価するため実橋計測を実施した。図 1 の位置に各種センサーを配置し、架替前・後で同一の車両で走行車線側を時速 80km で走行し、主桁/床版の加速度、第 1 径間直下の地盤振動および低周波騒音を計測した。計測は継続中のため結果の詳細は改めて報告予定である。

5. 検証結果と考察

(1)固有値解析結果の比較

橋体モデルの精度検証のため固有値解析を実施し、走行試験時の加速度データから推定した橋体 1 次固有振動数と比較した(表 1)。既設橋で解析・実測間で 30%程度の大きな乖離が見られたため、解析モデルの振動特性を実測値に近づけるべく既往研究⁴⁾を元に床版コンクリートの劣化を模して床版ヤング率を低減し、1 次固有振動数が一致するよう補正した。

(2)走行解析結果の比較

走行解析結果のうち第 1・2 径間中央部における走行車線側の G1-G2 桁間の床版加速度およびそのパワースペクトル(PSD)を比較した(図 6)。加速度応答・パワースペクトル共に解析値と計測値の傾向は良く一致しており、モデルの精度の高さが確認できた。加速度応答は第 1 径間が第 2 径間と比べて 2 倍以上大きく、橋体振動に占める伸縮装置部の段差影響の大きさが伺える。

第 1 径間では工事前後で最大加速度応答は半減しており、路面凹凸の改善による効果が見られる。舗装劣化を考慮した解析結果も、既設橋と比べて剛な端横桁の影響で新設橋の方が加速度応答が抑制されている。

第 2 径間では工事前後で最大加速度応答は同程度で、舗装劣化を考慮した解析結果では新設橋の方が加速度応答が大きくなる。これは第 2 径間では伸縮装置部の衝撃が弱まり、床版形式の違いによる剛度・重量差の影響が出るためと考えられる。

6. おわりに

架替工事前後で鋼鈹桁橋の床版形式の変化が低周波振動にどう影響するか検証した。鋼床版の新設橋は質量・剛度が共に小さいため中央径間では既設の RC 床版桁と比べて揺れやすい特性を持つが、伸縮装置による衝撃応答が支配的な橋梁進入側第 1 径間では端支点の構造が剛なため振動が抑制されることを確認した。また、既設橋の各部寸法や材料の劣化などを適切に評価することで、振動特性を精度よく再現することができた。

参考文献

- 1) 安里他：関西圏都市部の中国自動車道でリニューアル工事を実施中、橋梁と基礎 Vol56.No2
- 2) 鳥部他：鋼鈹桁橋の振動に伴う低周波音の発生部位とその要因に関する研究、土木学会第 71 回年次学術講演会(2016.9)
- 3) JIP テクノサイエンス：UPASS/ESSP https://www.jip-ts.co.jp/product_service/epass/
- 4) 横山他：疲労劣化した RC 床版の RC 諸部案の有限要素法による動的挙動解析に関する研究、第 8 回道路橋床版シンポジウム論文報告集(2014.10)

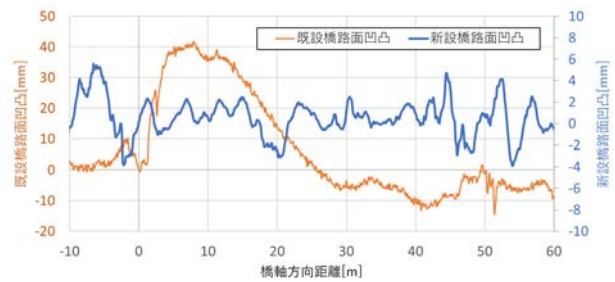


図 5 架替前後の路面凹凸の変化

表 1 1 次振動モードの周波数比較

		計測結果	解析結果	差異の要因/補正内容
既設橋	補正前	5.66Hz	7.52Hz (+33%)	非合成桁としての挙動 RC床版劣化による剛度低減
	補正後		5.72Hz (+1%)	固有振動数を合わせる形で 床版コンクリートのヤング率を調整
新設橋		6.06Hz	5.43Hz (-10%)	舗装など剛度をモデルで 考慮していない部材の影響

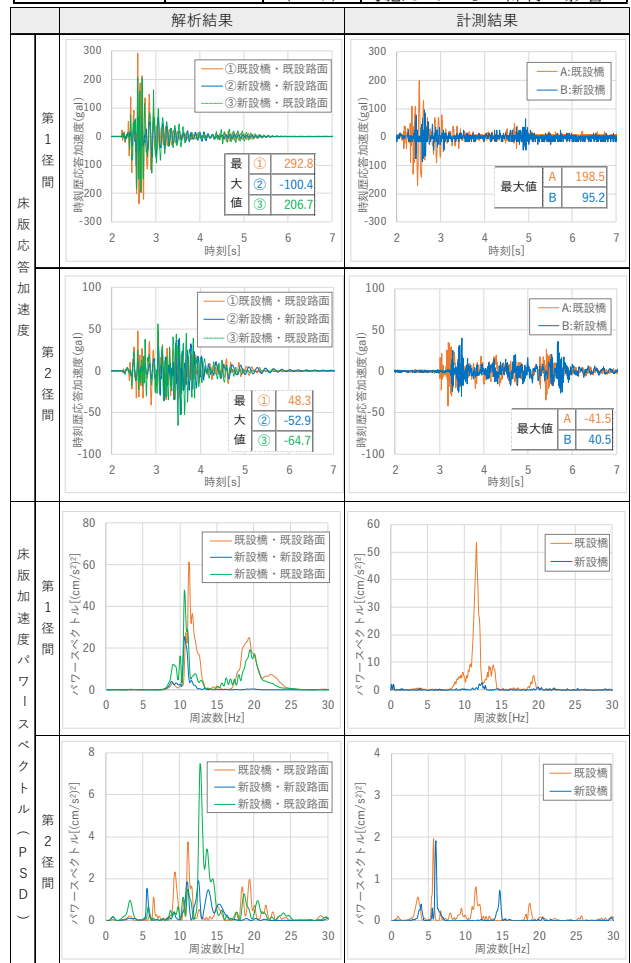


図 6 床版加速度応答及び PSD 図