

鋼鈑桁橋の架け替えによる低周波空気振動への影響

NEXCO 西日本インフラストラクチャ株式会社 正会員 ○濱 博和 藤原 啓隆
西日本高速道路株式会社 正会員 井上 健太
JFE エンジニアリング株式会社 正会員 熊野 拓志 新井 進太郎
宮地エンジニアリング株式会社 正会員 田中 伸尚

はじめに

西日本高速道路では橋梁の老朽化対策として、平成 28 年度から「高速道路リニューアルプロジェクト」が実施されており、その一環として中国自動車御堂筋橋では、変状が多く確認された RC 床版を鋼床版桁に架け替える更新工事が実施された¹⁾。鋼床版の採用は設計・施工条件および工期短縮を目的としたものであるが、鋼床版はコンクリート床版と比べて一般的に剛性や減衰が小さく、床版の振動が新たな環境問題の原因となることが懸念されていた。このため、事前に床版の振動をシミュレーション解析し顕著な影響がないことを確認している²⁾。本稿は、床版更新前後に実橋で振動ならびに低周波振動を計測して、その影響を確認した結果について報告するものである。

1. 対象橋梁と測定箇所

対象橋梁は橋長 49.19m の 79° の斜角を有する 3 径間連続鋼鈑桁橋で、桁下空間に国道 423 号が直交して交差している関係で中央径間に対し側径間の支間が短い不等径間となっている。御堂筋橋は 1970 年 3 月に供用された橋梁で、建設当時の床版は 180mm と薄く変状の発生が多くみられ、平成 5 年 10 月に補修・補強工事がなされている。更新工事では鋼床版と一体化した主桁も同時に交換しているが、不等径間の影響による負反力対策と桁端部の剛性向上を兼ねて端横桁をコンクリートで巻き立てた構造となっている。測定箇所は主桁と床版支間中央部に振動加速度計を、地盤上には振動計ならびに低周波マイクロホンを設置して計測を行った（図 2）。

2. 車両走行時の応答

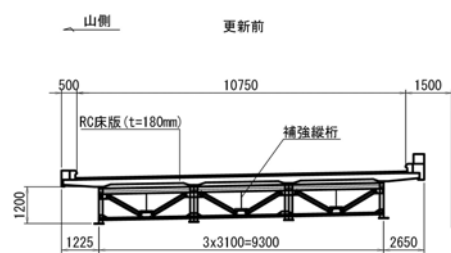
(1) 時刻歴応答

車両通過時（196kN ダンプトラック 80km/h）の応答波形を更新前後で比較して図 3 に示す。

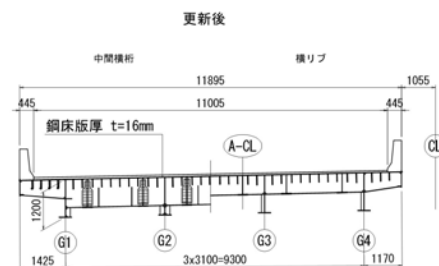
既設橋の応答波形をみると、車両進入後の第 1 径間の加速度振幅が 200cm/s^2 と比較的大きく、特に主桁振動に比べて床版振動が大きい傾向にあった。新設橋の応答波形は、第 1 径間の加速度振幅が既設橋に比べて大幅に低減していることがわかる。これは既設橋の路面に段差が生じており、主桁取替に伴い舗装の平坦性が確保されたことに加え、端横桁のコンクリート巻き立ての効果もあったものと考えられる。第 2 径間の振動は既設橋・新設橋ともに大きな差異はなく、主桁と床版の振動振幅も概ね同程度である。

(2) 周波数特性

車両通過時の各点の周波数特性を比較した結果を図 4 に示す。比較的大きな振幅が確認された第 1 径間に着目すると、既設橋には 11Hz と 14Hz に優勢な卓越がみられる。このうち 11Hz の成分については主桁と床版の振動に顕著な差異はない



(a) 既設 RC 床版



(b) 新設鋼床版

図 1 床版取替の概要

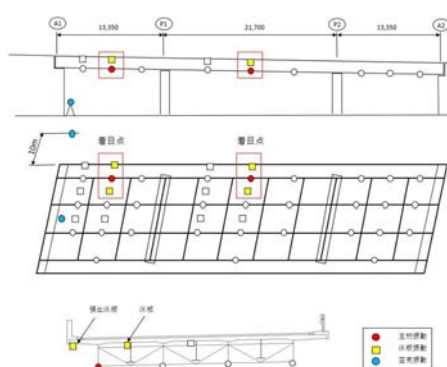


図 2 測定位置図

キーワード リニューアル工事, 鋼床版, 床版取替, 振動測定, 低周波振動

連絡先 〒532-0002 大阪市淀川区東三国 5-5-28 NEXCO 西日本インフラストラクチャ株式会社 TEL06-6350-6130

が、14Hzの振動は、明らかに張出床版の振動が大きい。同様に第2径間には11Hzの卓越があり、既設橋では特に張出床版部において11Hzや14Hzに版の振動があったものと考えられる。一方、新設橋に着目すると第1径間、第2径間ともに13Hzと18~20Hzに張出床版独自の卓越があるが、単純支持されている床版には板独自の卓越はなく概ね桁と一体で挙動していることがわかる。張出床版部独自の振動は新設橋においては応答が小さくなっているが、これは床版を更新することによる軽量化ならびに剛性向上の影響によるものと考えられる。地盤上の低周波振動のスペクトルをみると、既設橋の11Hz付近に橋梁直下、10m地点ともにスペクトルの卓越がある。この周波数帯は、主桁と床版の振幅がほぼ同じで、一体で挙動しているモードであると考えられる。新設橋においてもほぼ同じ周波数に卓越があり既設橋よりも卓越は小さくなっていたが、主桁と床版が一体で挙動するモードであるため低周波振動に対する影響が相対的に大きい可能性が考えられる。11Hzの周波数帯における上部構造の振動モードを確認すると、図5に示したとおり、隣り合う径間が同じ位相となっており、橋梁の振動が空気振動に与える影響の大きさは、主桁の振幅だけではなく、モード形状に依存していることが推測される。また、応答波形、周波数スペクトルは第1、第2径間とも文献2)と同様の傾向であることを確認した。

(3) 低周波振動レベルの低減効果

既設橋における低周波振動レベルを時間率レベル(L₅₀)で評価したところ、側道の影響が少ない夜間(0時~6時平均値)の橋梁直下で88.9~89.6dB、10m地点で80.4~81.0dB、低減効果は橋梁直下で1.2~1.5dB、10m地点で2.3~2.4dBであった。

おわりに

床版をRC床版から鋼床版に更新することによる影響を確認したところ、低周波が問題となるような周波数領域では特段の影響は認められず、主桁や床版の構造変更による新たな環境問題の原因となる影響は確認されなかった。なお、今回対象とした御堂筋橋上り線は不等径間となっているため端部に大きな質量と剛性を有する端横桁を設けており、標準的な支間構成の橋梁に比べて側径間の荷重分配効率が相対的に向上したものであった。今後標準的な支間構成の橋梁においても今回と同様に実測と解析を組み合わせた方法等により低周波振動に対する影響を検討することが可能であると考えられる。

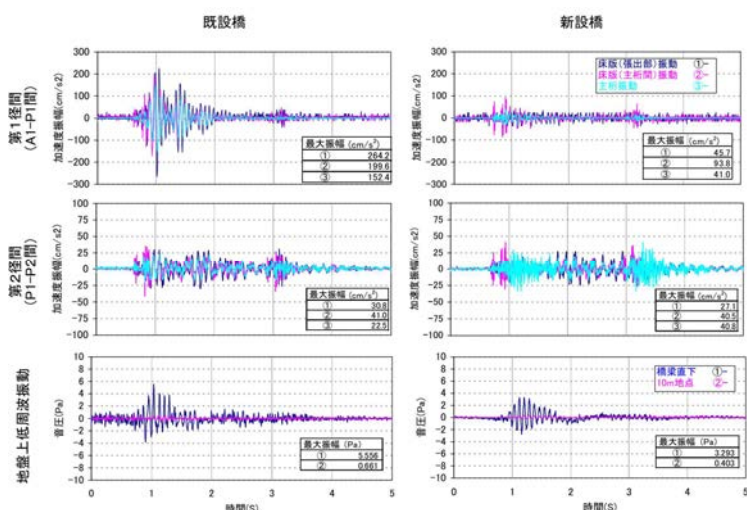


図3 車両通過時の応答波形

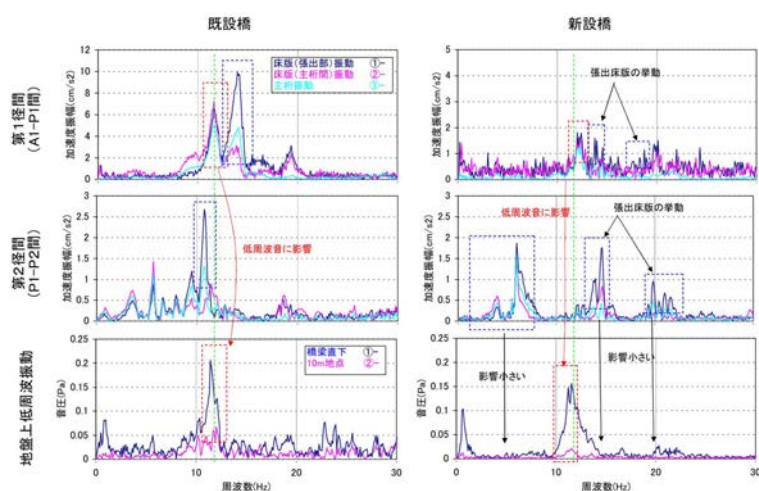


図4 車両通過時の周波数スペクトル

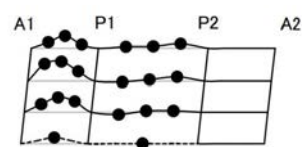


図5 振動モード図(11Hz)

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) 新井他：鋼鈑桁橋の架替前後における低周波振動特性の変化，土木学会第77回年次学術講演会(2022.9)