

橋梁床版の実衝撃加速度測定と橋梁振動の床版に与える影響

Measurement of the acceleration by the shock and influence on vibration of the bridge floor slabs

(株) 砂子組 ○正員 平島 博樹 (Hiroki Hirashima)

(株) 砂子組 正員 川村 正之 (Masayuki Kawamura)

札幌開発建設部 千歳道路事務所 非会員 新保 貴広 (Takahiro Sinbo)

(株) 砂子組 非正員 佐藤 和彦 (Kazuhiko Sato)

(株) 砂子組 正員 佐藤 昌志 (Masashi Sato)

1. はじめに

近年、既設橋梁の老朽化が進む中で、適切に維持管理を行っていくことが重要となっている。中でも床版は維持管理上最も重要な部材の一つであり、特に鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版と記す。）は昭和40年代からひび割れや剥離、抜け落ちなどの損傷が確認され、劣化機構に関する研究が進められてきた。その結果、RC床版の抜け落ち等の損傷は通行車両の繰返し荷重による広義の疲労現象であることが解ってきた¹⁾。

一方、道路橋示方書²⁾では、橋梁の主構造に対しては活荷重に衝撃係数を乗じて設計荷重とすることで通行車両による動的影響が考慮されているが、床版や床桁に対してはこの規定はなく、設計段階では必ずしも通行車両による動的影響が考慮されているとは言えない。

このような背景のなか、RC床版の損傷が確認され、床版上面のコンクリートの打ち替えを行うに至った道路橋について、車両通行時における振動計測を行う機会を得たので、車両通行時における橋梁の振動特性と床版に与える影響について検討を行った。

対象橋梁は、1984年に竣工した橋長160m、アーチ支間128mの中路式ローゼ橋であり、アーチ部の支承はピン支承で5%の縦断勾配を有している。建設後31年が経過し、床版上面の砂利化や剥離に加えて、直接の原因は定かではないが、床版上鉄筋のほぼ直下でコンクリートの膚割れを起こすなどの著しい損傷が確認された。そのため、床版全面を対象に上鉄筋下側までコンクリートを切削し、有機系繊維補強コンクリートで打ち換える対策



写真-1 対象橋梁全景

工が取られることとなった。筆者らは、対策工実施前にA1側の伸縮装置付近に段差が認められ大型車両が走行する時の振動や支間中央での振動が大きいことを体感的に確認していたことから、これらの振動特性が床版損傷の要因の一つになったのではないかと考え、本検討を実施した。なお、伸縮装置付近の段差については、対策工実施に併せて付近の舗装を切削し磨り付けて舗装を行い、路面の平坦性を確保している。写真-1に対象橋梁の全景を示す。

3. 振動測定の概要

振動計測は、補剛桁に加速度計を設置し一般車両通行時の鉛直方向の加速度を全点同時計測した。なお、現地における機器設置上の種々の制約から、床版ではなく補剛桁に加速度計を設置したが、本橋の構造上、両者の振

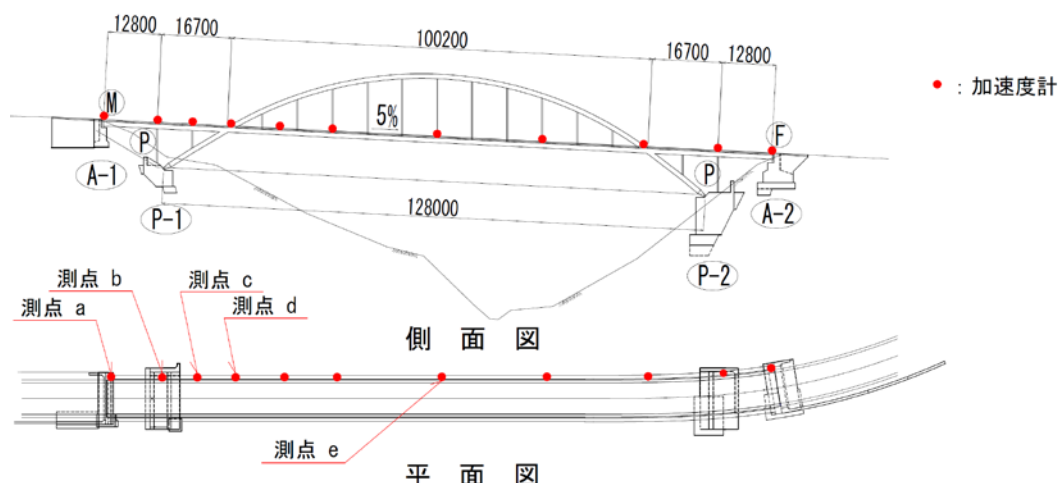


図-1 加速度計設置位置図

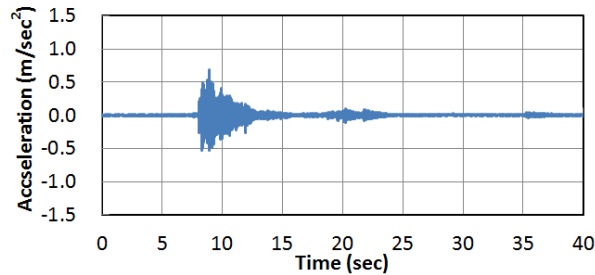
動に差はないと判断した。加速度計の設置位置を図-1に示す。加速度計はひずみゲージ式加速度計を使用し、加速度計の出力波形はデジタルデータロガーにより 5 msec のサンプリング速度で一括収録している。

3. 振動測定結果

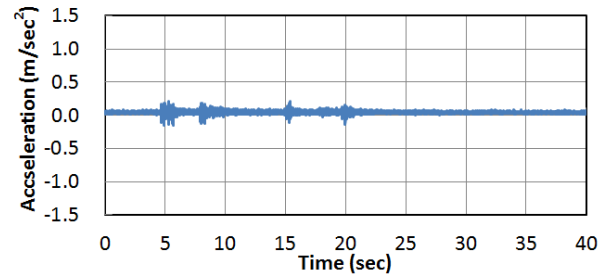
代表的な測点における加速度波形の測定結果の一例

を図-2に示す。同図は、図-1に示す測点 a, b, c, d, e の大型車通行時の加速度波形について伸縮装置付近の段差擦り付け前後で比較して示している。

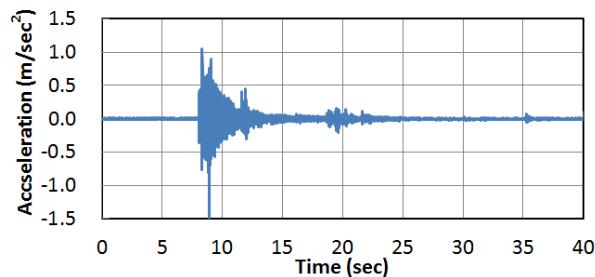
段差擦り付け前は、伸縮装置近傍の測点 a で大きな衝撃加速度が発生しており測点 b ではさらに増幅され橋梁支間中央の測点 e よりも大きな加速度が発生している。さらに、支間中央の測点 e でもその影響が確認できる。



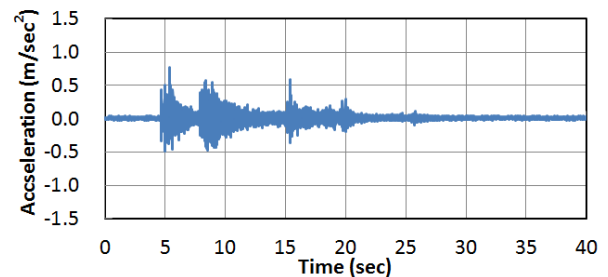
1) 測点 a の振動波形 (段差擦り付け前)



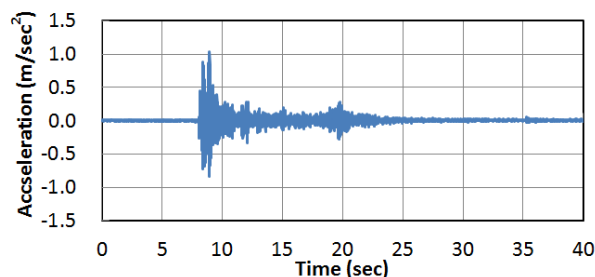
6) 測点 a の振動波形 (段差擦り付け後)



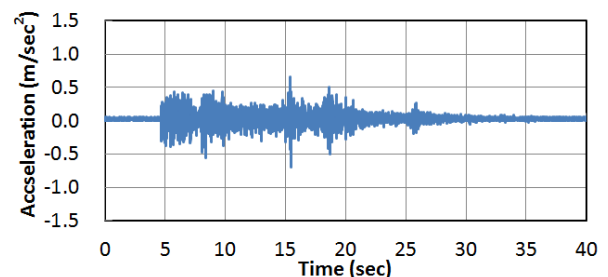
2) 測点 b の振動波形 (段差擦り付け前)



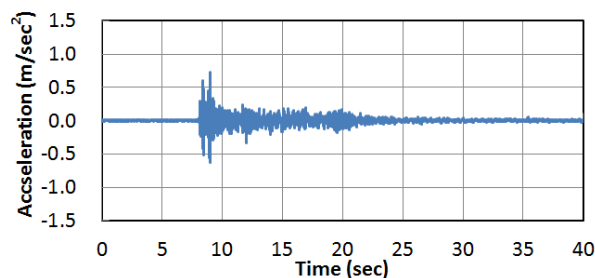
7) 測点 b の振動波形 (段差擦り付け後)



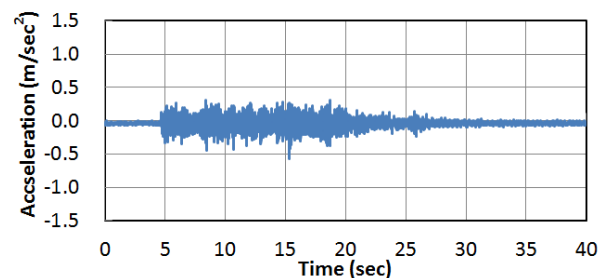
3) 測点 c の振動波形 (段差擦り付け前)



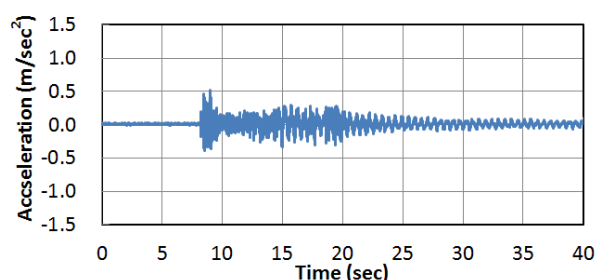
8) 測点 c の振動波形 (段差擦り付け後)



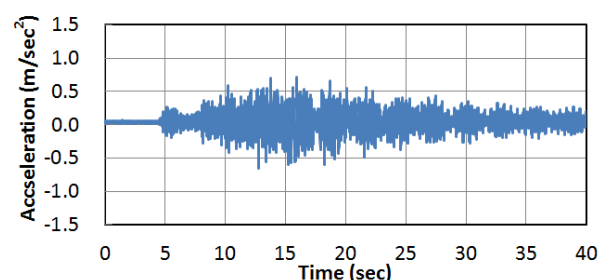
4) 測点 d の振動波形 (段差擦り付け前)



9) 測点 d の振動波形 (段差擦り付け後)

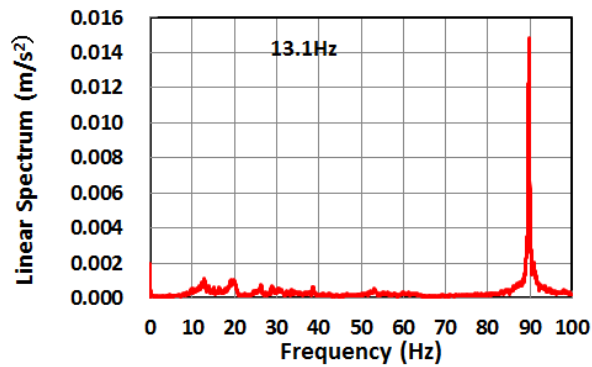


5) 測点 e の振動波形 (段差擦り付け前)

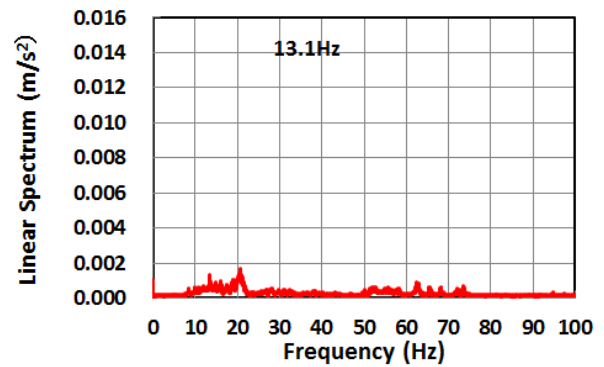


10) 測点 e の振動波形 (段差擦り付け後)

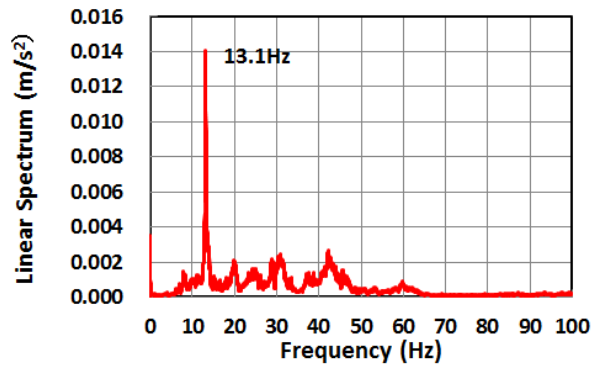
図-2 主要な測点の加速度波形



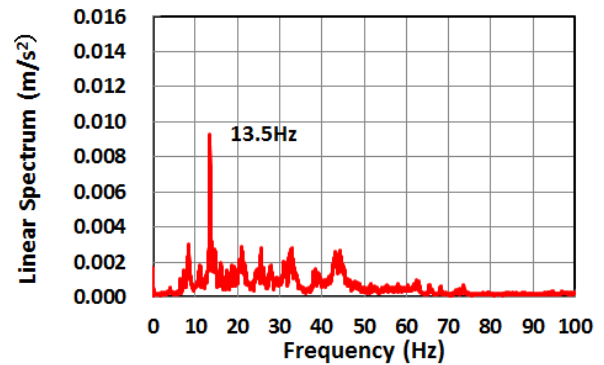
1) 測点 a のリニアスペクトル分布 (段差擦り付け前)



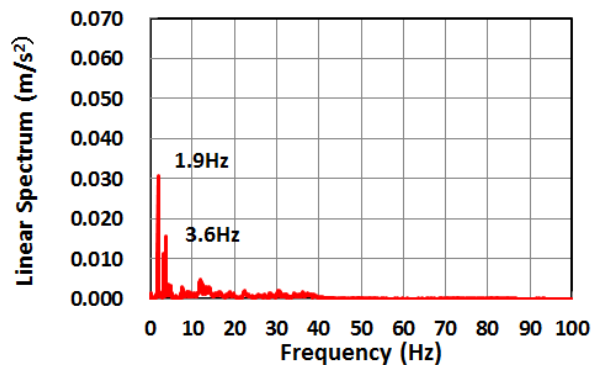
4) 測点 a のリニアスペクトル分布 (段差擦り付け後)



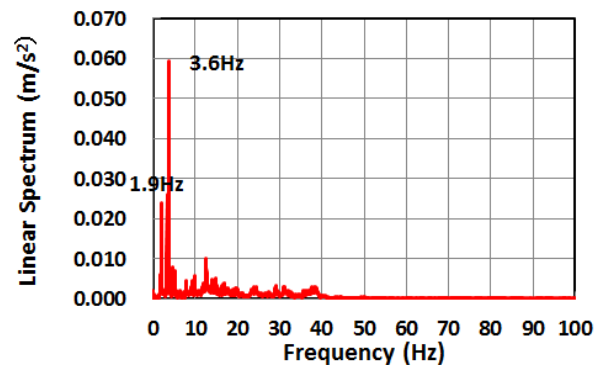
2) 測点 b のリニアスペクトル分布 (段差擦り付け前)



5) 測点 b のリニアスペクトル分布 (段差擦り付け後)



3) 測点 e のリニアスペクトル分布 (段差擦り付け前)



6) 測点 e のリニアスペクトル分布 (段差擦り付け後)

図-3 主要な測点のリニアスペクトル分布

これに対して、段差擦り付け後は、測点 a の衝撃加速度は小さく、測点 c 以降の影響も小さい、橋梁支間中央の測点 e ではその後の影響はほとんど確認できない。

図-3 は測点 a, b, f の測定波形を 10 波抽出して FFT 処理を施し、得られたリニアスペクトルを平均して示している。図より、段差擦り付け前の測点 a では高周波が卓越しており、測点 a が支点直上であることから、伸縮装置上を車両が走行した時の衝撃振動と考えられる。測点 b は橋脚の支点上であるが、段差擦り付け前後ともに 13Hz 程度の振動数が卓越しており、橋脚などの構造特性が影響していると推察される。支間中央付近の測点 e では、段差擦り付け前後とも 1.9Hz および 3.6Hz が卓越しており、別途、確認されているいくつかの固有振動数のうち、比較的高次の振動数と一致している。

これらの振動は、通行車両と橋梁の連成振動と考えられるが、一般に大型車両のバネ下振動数は概ね 10~20

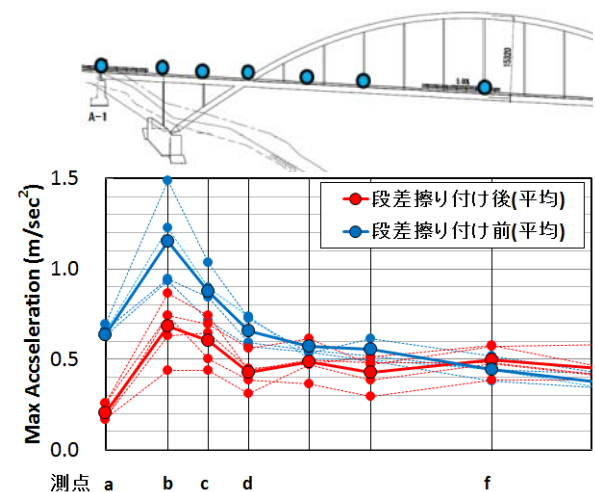


図-4 最大加速度の分布



写真-2 段差擦り付け前の伸縮装置付近の状況



写真-3 段差擦り付け後の伸縮装置付近の状況

Hz が、バネ上振動数は $1 \sim 3\text{Hz}$ 程度が卓越する³⁾ことから、これらに近接した振動数が励起されたと考える。

図-4 は測定された 5 波の加速度波形について絶対値の最大値を測定位置で示したものである。走行車両は一般車であり異なることから単純には比較できないが、段差擦り付け前では伸縮装置上を走行時の衝撃振動や測点 b) 付近の加速が大きくなっている。また、その影響範囲は橋梁支間長の $1/4$ 程度まで及んでいる。

これらの測定結果から、A1 側の伸縮装置付近の段差の影響は大きく、その影響範囲は橋梁支間長の $1/4$ 程度まで及んでいることが解った。これらの振動は床版の耐久性に影響を与えている可能性が大きい。

4. まとめ

本研究では、中落式ローゼ橋について車用通行時における振動計測を行い、大型車両の通行時における橋梁の振動特性と床版に与える影響について検討を行った。本橋では A1 側の伸縮装置付近に段差が認められたことから、伸縮装置付近の舗装の擦り付けを行い路面の平坦性を確保しており、振動計測はその前後に行い比較した。結果を以下にまとめる。

- 1) 段差擦り付け前後の加速度の測定結果から、A1 側の伸縮装置付近の段差により大きな加速度が発生しており、その影響範囲は橋梁支間長の $1/4$ 程度まで及んでいる。
- 2) 伸縮装置付近の舗装の擦り付けを行い、平坦性を確保することにより、上記の振動は軽減できる。
- 3) 支間中央付近の測点 e では、上記の影響は少ないが別途、確認されている固有振動数のうち比較的高次の振動数と一致する振動が発生している。
- 4) これらの振動は、床版の耐久性に影響を与えている可能性が大きい。

収縮装置付近の路面は、伸縮装置自体の製作誤差や床版との密着部の施工性などの問題から、供用している間に伸縮装置の前後の路面に段差が生じることがあるが、この段差は橋梁振動を大きくしており、床版の耐久性に影響を与えている可能性が大きい。しかし、伸縮装置付近の舗装の擦り付けを行い路面の平坦性を確保することにより、この振動を抑えることが可能である。

従って、伸縮装置付近の路面の平坦性を確保することは、橋梁の維持管理上、重要な項目であるといえる。

なお、床版や床桁の設計においては衝撃係数が考慮されておらず、必ずしも通行車両による動的影響が考慮されているとは言えない点に対しては疑問が残った。

参考文献

- 1) 大西弘志, 岡田裕昭, 内田慎哉, 鎌田敏郎: 道路橋 R/C 床版における疲労劣化と振動特性に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No..3, 2007
- 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I 共通編, 平成 24 年 3 月
- 3) 深田宰史, 梶川康男, 北村洋太郎, 原田政彦, 清水英樹: 車両走行によるニールセンローゼ桁橋の振動使用性, 構造工学論文集, Vol.50A, 2004