

2種類の橋梁添架管の振動モードに関する解析と比較

NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○小林 大樹

NTT アクセスサービスシステム研究所 非会員 中西 利基, 櫻田 洋介, 荒武 淳

1. 背景と目的

インフラ設備の老朽化が進行する中、効率的なメンテナンスサイクルの確立に向けて抜本的な点検診断の品質・効率の改善が課題となっている。この課題から橋梁や独立したパイプラインでは健全時と劣化時の振動モードの差異から構造健全性を診断する研究が盛んに行われてきた。しかし、橋梁に添架されている管は、通信、電力、ガスを供給する重要な社会インフラであるにも関わらず研究例は少ない。例えば、小林ら¹⁾は実環境の添架管の振動計測をしているが、1例のケーススタディに留まり、様々な構造形式を有する橋梁添架設備について網羅的に研究されていない。そこで、2ケースの車両交通下における橋梁添架管の振動を実測して解析結果を比較することで、構造形式毎の振動モードの差を明らかにすることを目的に研究した。

2. 方法

図1に示す2つの橋梁および橋梁添架管を対象に加速度計を設置して振動を計測した。橋梁添架管は通信用の硬質ビニル管とし、橋梁本体の桁に固定された受梁により支えられていた。加速度計は橋梁の地覆、添架管の受梁、受梁間の中間位置の添架管に設置された。橋梁Aの受梁の長さ0.68mに対し、橋梁Bの受梁は2.5mと長かった。橋梁上を車両が走行中の300秒間を計測して、得られた時系列データを0から100Hzの範囲にて高速フーリエ変換 (fast Fourier transform, FFT) した。さらに、実稼働モード解析 (Operating deflection shape, ODS)²⁾にて特定の周波数における相対的な変位を可視化した。

3. 結果

橋梁A、Bそれぞれの橋(地覆)、受梁、添架管の加速度のFFT解析結果を図2に示す。橋梁AとBで共に10Hz前後で橋が、20Hz前後で添架管が強く振動している。しかし、概ね30Hz以上の領域においては橋梁Aには強いピークが確認されない一方で、橋梁Bでは管と受梁の両方でいくつかのピークが検出された。次に、注目する周波数に対して振動モード形状を可視化するために橋梁Aの10Hzと25Hzおよび橋梁Bの29Hzに対して各加速度計の位置においてODS解析した結果を図3に示す。橋梁Aの10Hzは橋と添架管・受梁がたわんでおり、橋梁Aの25Hzは主に添架管のみが振動していた。これらは橋梁Bの近い周波数においても同様であった。一方、橋梁Bにのみ確認された29Hzの振動モード形状は管の端部と中央が不動で、その中間の添架管と受梁が一体でたわんでいた。

4. 2橋の振動モードの比較

橋梁AとBの両方で確認された図3の(a)は橋の中央部が大きくたわみ、添架管と受梁が一体で中央部がたわんでいることから、橋の1次鉛直たわみモードに添架管と受梁が追従して変形したモードといえる。同じく

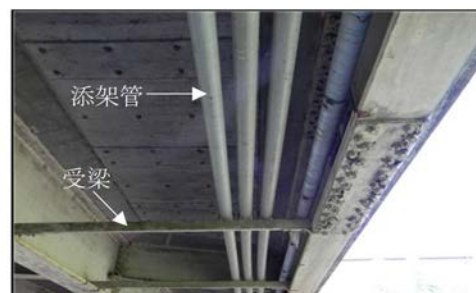


図1 添架管と受梁の写真、左は橋梁A、右は橋梁B

キーワード：橋梁添架管、橋梁振動、FFT、ODS、固有振動

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑1-7-1 NTT アクセスサービスシステム研究所 TEL 029-868-6218

橋梁 A と B の両方で確認された図 3 の(b)は橋梁も受梁もほぼ変位せずに、添架管のみが大きく変位していることから、受梁を支持点としたときの管の 1 次固有振動モードと考えられる。最後に橋梁 B のみに確認された図 3 の(c)は添架管の端部・中央部が不動で、その中間にある添架管と受梁がたわむように変位している。添架管の端部と中央部が節となって振動していることより、添架管の全長を単位としたときの 2 次鉛直たわみモードである可能性がある。橋梁 A と橋梁 B を比べると受梁の長さが橋梁 B のほうが 3.7 倍長いため、橋梁 B の受梁は剛性が低く、支持点として機能しないモードが発現したものと考えられる。

5. まとめ

振動による橋梁添架管の健全性診断の実現に向けて、2 種類の供用中の橋梁および添架管の振動測定により振動モードを比較した。その結果、橋梁 A・B とともに橋梁の 1 次鉛直たわみモードに追従して橋梁添架管が変形するモード、受梁を支持点としたときの添架管の固有振動モードが検出された。加えて、橋梁 B は添架管の全長を単位としたときの 2 次鉛直たわみモードと想定されるモードも検出された。発現する橋梁添架管の振動モードの種類は、管の支持状態に大きく依存する。

参考文献

- (1) 小林ら, 橋梁と添架管の実計測に基づく動的挙動の検討, 令和 3 年度土木学会全国大会, I-63, 2021
- (2) RICHARDSON, M. & SCHWARZ, B. (2003) Modal parameter estimation from operating data. Sound and Vibration, 37, 1-8.

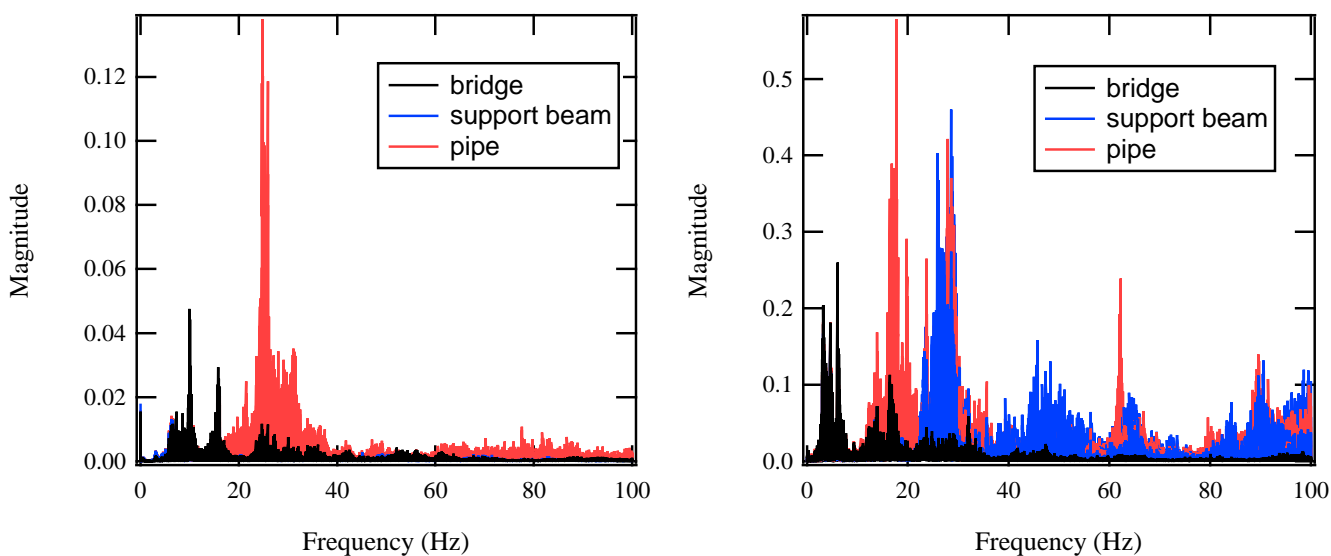


図 2 各点における加速度の FFT 解析結果, 左が橋梁 A, 右が橋梁 B

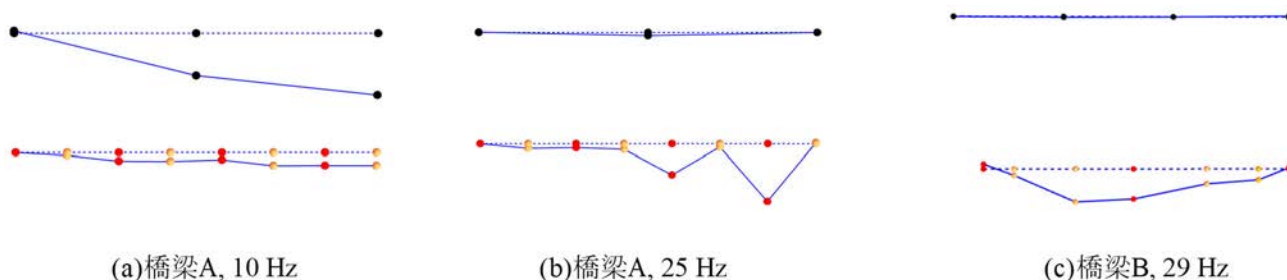


図 3 ODS による各々の周波数における相対変位の解析結果

黒色は橋梁, 赤色は添架管, オレンジ色は受梁の観測点, 左側が橋端部で右側が中央部