

慣性計測による下路鉄道橋のモニタリングに向けた基礎検討

株式会社ビーエムシー	正会員	○岡本	陽介
株式会社ビーエムシー	正会員	阿部	雅人
株式会社ビーエムシー	正会員	杉崎	光一
東日本旅客鉄道株式会社		栗林	健一

1. 目的

構造物ストックの増加にともない、経年を経た構造物の維持管理が重要となってきた。構造物を維持管理するうえで、検査の強化と効率化が必要となっており、ヘルスマモニタリングが期待されている。構造物の性能評価を行うためには、橋梁全体の挙動を把握する必要がある、その指標の一つに変位がよく利用されている。しかし、変位計による計測を行う際は必ず固定点が必要となり、測定対象が橋梁の場合、桁下や橋脚が河川上などにある場合の計測や、長期間計測を行う際に固定点の取り方が難しく、変位計を利用したヘルスマモニタリングには課題が多い。そこで構造物のモニタリングとして、桁下に固定点が必要でない慣性計測に着目し、これまでに著者らは、慣性計測である加速度計等を鋼鉄道橋の上路プレートガーダーに適用して計測を行い、一応の成果を得た¹⁾。本研究では下路プレートガーダーを対象として、慣性計測によるモニタリング方法の検討を行うための基礎的データの収集を行った。

2. 現場計測の概要

対象橋梁として、1965年に架設された3主桁下路プレートガーダー形式の橋梁を選定した。支間19.2mの溶接構造の橋梁であり、起点方が固定沓であり、終点方が可動沓である。なお、左主桁に橋側歩道が設置されている。下部工については、1965年に竣功されたコンクリート造の橋脚であり、直接基礎形式となっている。この橋梁の終点方中主桁支点部のソールプレートと沓との間に隙間があり、3mm程度の支点沈下が見られる。

本計測では3主桁の支間中央に加速度計を設置し、列車通過時の応答や常時微動を連続計測した。計測対象である支間中央の加速度応答と橋梁の性能との関係を捉えるために、支点沈下のある終点方中主桁支点部にライナープレートを挿入する前後で計測を行った。ライナープレートは数mm単位で数回段階的に挿入した。なお、ジャッキアップはおこなっていない。

3. 加速度計測結果

図1の(a)は中主桁の列車通過時の鉛直方向・橋軸直角方向の加速度応答のRMS算出結果である。列車通過時の加速度応答には高振動数成分が多く、支点沈下の有無による変化を捉えるために5Hzでローパスフィルタ処理を行っている。(a)より支点沈下による影響は鉛直方向の加速度応答では確認できるが、橋軸直角方向の応答では確認できない。図1の(b)は鉛直方向と橋軸直角方向の加速度応答のRMSの比を算出した結果であるが、鉛直と橋軸直角方向の応答の比をとることで、(a)の鉛直方向のみの場合より、支点沈下の影響を明確に確認することができる。これは橋軸直角方向の応答が列車の特性を表していると考えられ、その比をとることで荷重の条件を考慮した支点沈下の影響を評価できているものと推察される。これらの結果から支点沈下による局所的な損傷が支間中央の加速度応答に影響することがわかった。

図2に中主桁の鉛直加速度の微動応答を利用して固有振動数を推定した結果を示す。なお、固有振動数は、計測波形を20秒ごとに切り出して、RMSの大きさで列車波形を判別・除去して、20秒の微動応答波形で1個の固有振動数を推定している。微動応答は外力の特性がランダムに近いと考えられるため、不規則振動理論を援用した同定方法を適用した²⁾。ライナー挿入前後で固有振動数が上昇している事が見て取れ、支点の境界条件といった局所的な影響が固有振動数という橋梁全体挙動に影響していることが確認できた。図2では推定

キーワード ヘルスマモニタリング、慣性センサ、下路桁、鉄道構造物、常時微動、固有振動数

連絡先 〒261-7125 千葉県美浜区中瀬 2-6-1 WBG マリブハウス 25 階 (株)ビーエムシー TEL 043-297-0207

結果にばらつきが見られるため、図 3 では各主桁の固有振動数の推定値のヒストグラムを示し、統計的な検討を行った。この結果から、固有振動数の変化は平均値などの統計量によって安定的に評価できることがわかる。固有振動数の変化は、支点沈下のある中主桁の応答だけでなく、いずれの主桁でも捉える事ができることが確認できた。

4. まとめ

本研究では慣性計測によるモニタリング手法を下路プレートガーダーへ適用するために、局所的な損傷である支点沈下に着目して計測を行った。その結果、支点沈下の有無が主桁支間中央に設置した加速度応答の特性変化に影響していることを確認でき、下路桁という複雑な構造形式にも慣性計測を利用したモニタリング手法の適用が可能であることが確認できた。

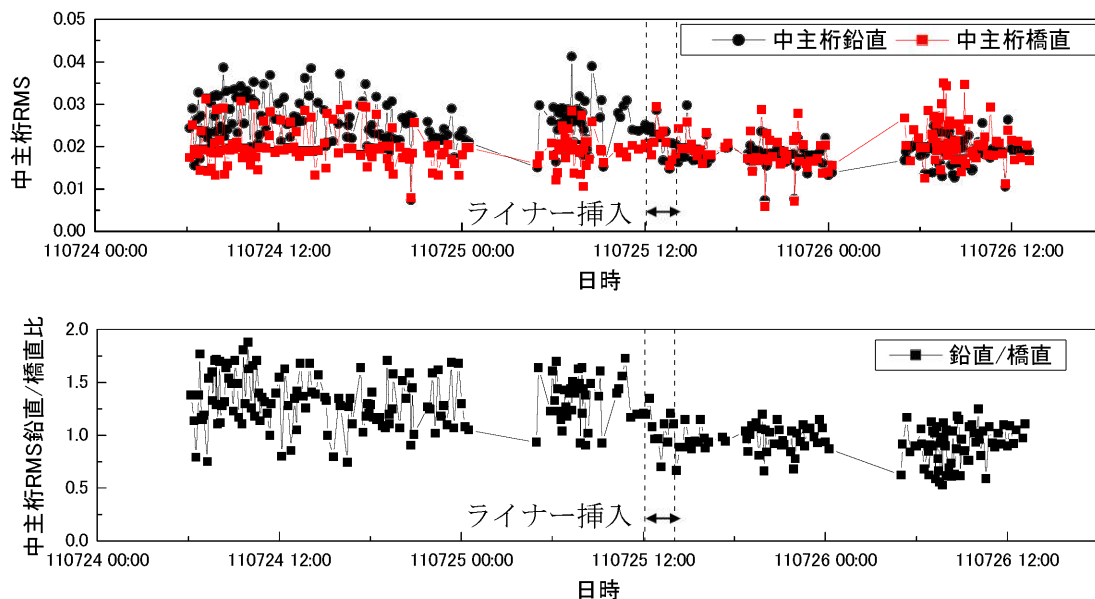


図-1 加速度計による RMS の変化

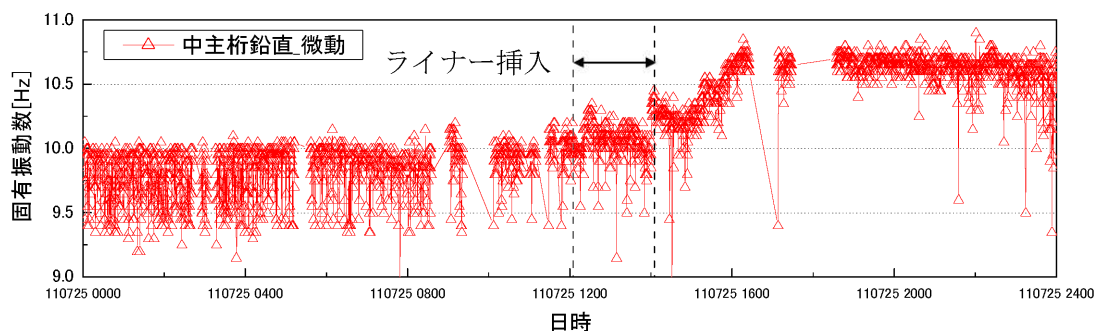


図-2 固有振動数の推定結果

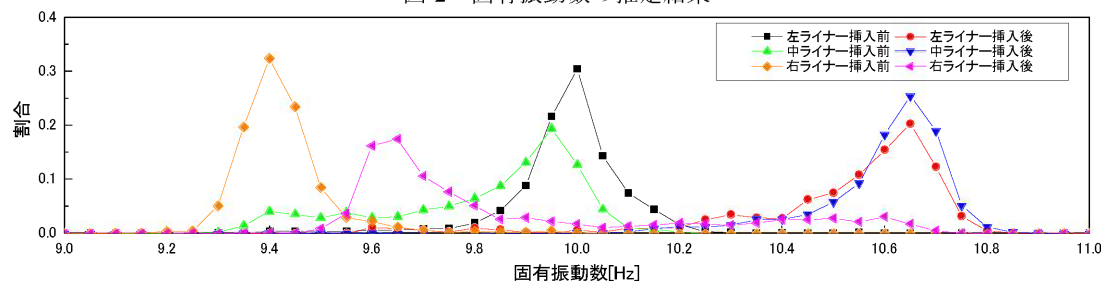


図-3 推定固有振動数のヒストグラム

参考文献

- 堀合聡, 杉崎光一, 阿部雅人, 阿部嘉貴, 三宅浩一郎: 慣性計測による鉄道橋のモニタリング, 鋼構造年次論文報告集, 19 巻, 617-624 頁, 2011.11
- 阿部雅人, 藤野陽三: 不規則外力に対する加速度記録からの最大応答変位推定, 土木学会論文集 A, Vol. 66, No. 3, pp.477-490, 2010.