

列車通過時の加速度応答を利用した橋脚変位計測法

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 正会員 樺 健典
 株式会社ビーエムシー 正会員 阿部 雅人

1. はじめに

洗掘による橋脚傾斜の兆候を捉え、傾斜の発生を未然に検知するための洗掘の状態を評価できる橋脚健全度評価手法の開発を行っている。橋脚健全度評価手法では、傾斜が生じていない場合の洗掘の初期状態を列車通過時の橋脚の揺れの大きさから評価する¹⁾。変位は鉄道構造物の性能を良く表す指標と考えられており、検査者にとって直感的に理解しやすい。また、設計の照査項目との対応が取りやすいことや、活荷重による評価が可能である。ただし、変位計測は固定点を必要とし、一般的に計測が困難であるため、計測が簡易な慣性計測（加速度、傾斜）を利用して変位を推定する方法を提案し利用している^{2),3)}。文献(4)では、変位推定方法として文献(3)の方法を利用しており、地震や風等の広範な外力に対して適用性が高いことがわかっている。しかし、長周期振動（準静的成分）が卓越する連行荷重に対して過大評価になる傾向がある。このため本手法では文献(2)の方法を適用した結果の有効性を検証する。

2. 変位計測法と精度検証方法

文献(2)の方法では、図-1 に示すように、単柱橋脚がフーチング下面を中心に回転すると仮定し、幾何学的な関係を利用して加速度計の値を補正している。手法の精度検証を行うための計測として、図-2 に示すように、単線橋梁の橋脚を対象として、変位計および加速度センサの同時計測を行った。変位計は接触式のものを利用しており、固定点を地盤側にとり、橋脚の天端とピアノ線で結び、歪ゲージにより相対的な変位を算出している。4方向に設置することで橋軸直角、橋軸の変位を計測することができる。また同時に計測する慣性センサは、サーボ型の加速度センサを利用しており、2軸センサで水平2方向を計測している。加速度センサの仕様の検討については文献(5)を参照されたい。

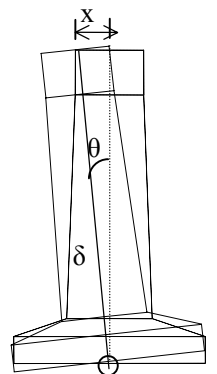


図-1 橋脚の回転

3. 計測結果

図-3 には変位計により計測した波形と、加速度計測結果を補正した波形の比較を示している。波形の形状は両方向とも一致していることが見て取れる。また、変位の評価方法としては最大変位による評価が考えられるが、最大変位について変位計の値と補正結果との比較したものが図-4 である。高い相関（決定係数 R^2 = 橋直 P3 : 0.93, 橋直 P4 : 0.94, 橋軸 P3 : 0.87, 橋軸 P4 : 0.95）を得ることができている。なお、大きな変位が生じるのは貨物列車が通過した際の応答であるが、値が大きいこともあり、ばらつきが大きいようにみえる。特に、P3 橋脚においてばらつきが大きく、P3 橋脚には電柱が設置されているなど、付帯物の影響等が考えられる。このような場合は文献(3)の方法との併用等で上下限を決める等の運用が考えられる。

4. まとめ

健全度評価指標として変位に着目し、変位計による計測結果と加速度センサから算定した変位とを比較した結果、長周期振動が卓越する連行荷重の応答に対しても高い精度で変位を算定できることがわかった。

キーワード 慣性計測, 列車振動, 変位, モニタリング

連絡先 〒261-7125 千葉市美浜区中瀬 2-6-1 TEL 043-297-0207 e-mail sugisaki@hashimori.jp

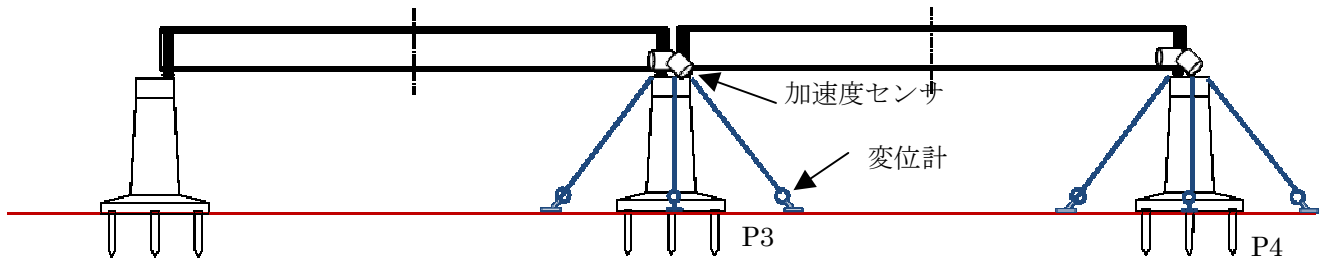


図-2 計測方法

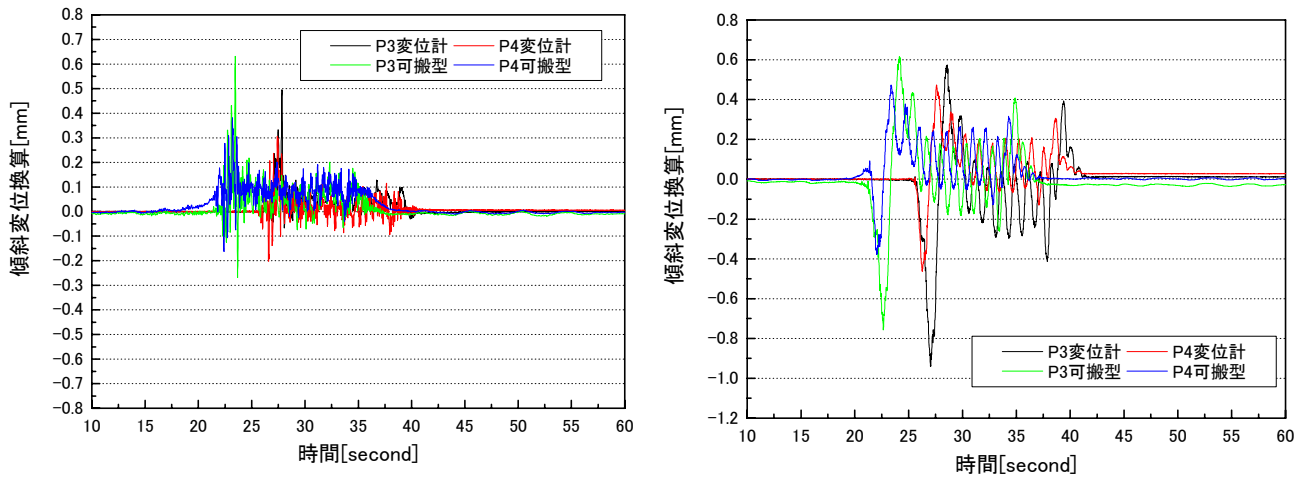


図-3 列車通過時変位波形の算定(左:橋軸直角 右:橋軸)

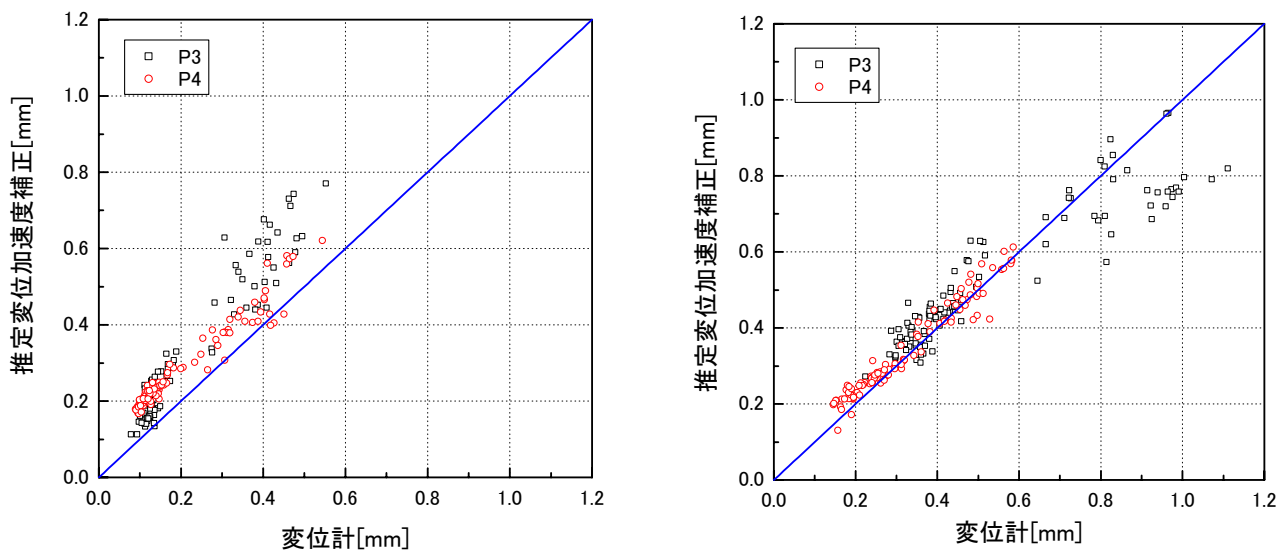


図-4 列車通過時最大変位比較(左:橋軸直角 右:橋軸)

参考文献 1) 樺健典, 杉崎光一: 列車通過時の最大変位を指標とした橋脚の洗掘状態評価の検討, 土木学会 2014 年度年次学術講演会, 2014.9 2) 杉崎光一, 阿部雅人, 奥水聡: 構造ヘルスマonitoringのための慣性センシングによる傾斜・振動計測法, 土木学会論文集 A1, Vol.68, No.1, pp.216-225, 2012. 3) 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. 4) 杉崎光一, 樺健典, 鈴木修, 阿部雅人: 橋脚モニタリングにおける変位指標の長期評価, 土木学会 2013 年度年次学術講演会, 2013.9 5) 杉崎光一, 阿部雅人, 奥水聡: 慣性計測を用いた鉄道橋モニタリングのためのセンサ性能評価, 土木学会論文集 A1, Vol.69, No.2, pp.315-328, 2013.