

マヤチャートを利用した橋梁等構造物変状の抽出

JR 西日本 正会員 ○丸山 直樹・正会員 中山 太士
JR 西日本 岡 義晃 小寺 信行

1. はじめに

鉄道路土木構造物の全般検査は、現場での目視や打音など数値化されにくいデータをもとにしているのが現状である。今後検査従事者の減少が予想され、それに対応するため、検査方法の改善が望まれる。将来の検査の効率化に高速軌道検測車(以下、マヤ車)¹⁾のデータを利用できないか、検討した。

2. 軌道狂いと構造物変状の関係

軌道狂いと橋梁の変状には関係があることは古くからよく知られている²⁾。列車通過時に桁支承を観察したり、手を当てて動きを確認することで、橋梁の変状を把握する方法がある。このことから、支承部が沈下するなどの変状が生じている橋梁では、動的な高低狂いが生じていることが推測される。

そこで、マヤ車から得られた高低狂いのデータを用いて橋梁の変状を抽出することとした。

3. 高低狂いと橋梁変状

高低狂いと橋梁変状の関係を 26 橋梁(支間 1.5m～3m 程度)の支承部 112 箇所のデータを用いて分析した。

まず、112 箇所の支承部を目視検査により「健全」、「変状あり」、「不明確なもの」と分類した。具体的には、「機能的によい状態」などとされているものを「健全」、「シュー座が列車通過時に 2mm 程度(目視)沈下する」、「桁座にクラックがある」などといった支承に影響すると考えられるものを「変状あり」、変状があるが直接支承に影響を与えと考えにくいものを「不明確なもの」とした。

図-1 は、「変状あり」と分類された A 下水きよの高低狂いのチャートである。この下水きよでは 2P が終点方にずれたために列車通過時に動的挙動が見られた。その後、H 鋼により 2P を仮受する修繕がされたが、その前後で高低狂いがよくなったかどうかを図-1 をもとに検討した。しかし、このチャートを見る限りは修繕前後で高低狂いが良くなったのかどうか不明確である。このことから、高低狂いのチャートをそのまま使用して検討するのは困難と考えた。

4. 標準偏差による分析

マヤ車のデータより 1m おきに高低狂いを出し、橋台(脚)の位置より前後 5m の 11 個の高低狂い量の標準偏差(以下高低標準偏差)を求めた。高低標準偏差の値が大きいほど軌道狂いが大きいことを意味する。標準偏差を用いた理由は、以下による。

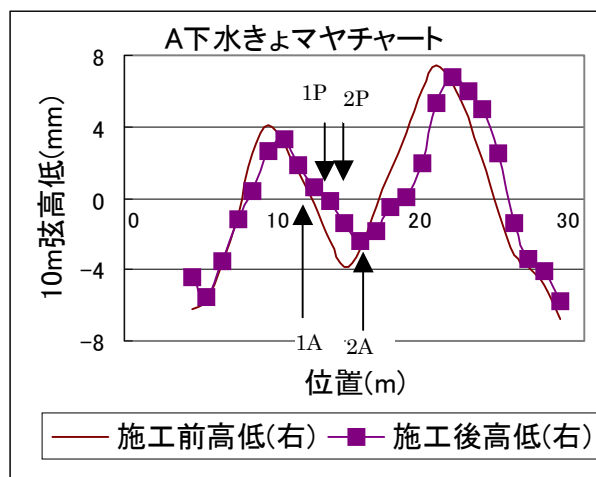


図-1 A下水きよの高低チャート

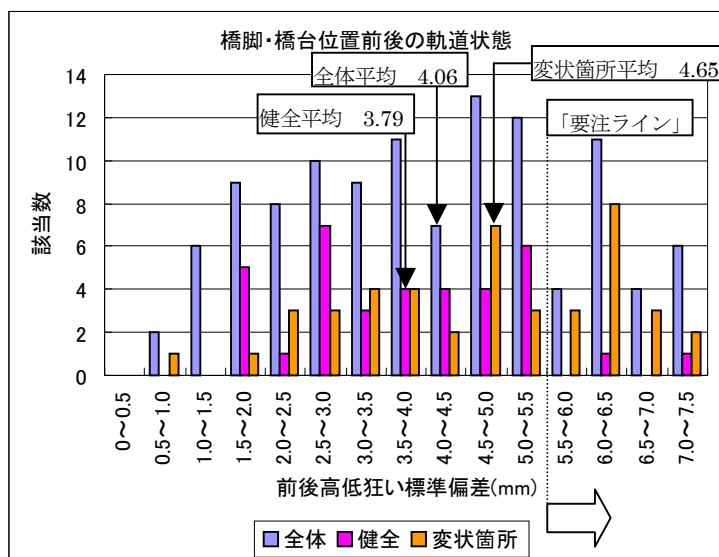


図-2 度数分布による比較

キーワード 高速軌道検測車(マヤ車)、復元原波形、高低狂い、変状、動的挙動

連絡先 JR 西日本京都土木技術センター 京都市南区西九条北ノ内町 5-5 TEL:075-682-8116,FAX:8107

1. 標準偏差は対象位置を中心とした軌道状態を表現している。
2. 高低狂いの値は正負両方取り得るが、標準偏差は正の値で、大きいほど軌道狂いが大きいことになる。
3. マヤ車の測定弦の長さは 10m で 1m 毎に移動するため、必ずしも対象位置の軌道狂いを測定できないが、標準偏差は周囲の軌道状態を表現できる。

前後 5m の高低狂いとしたのは、測定弦の長さが 10m で、ある一点の変状は当該地点より前後 5m の範囲の高低狂いに影響を及ぼすからである。利用したのは、2000 年 9 月 11 日より 2002 年 6 月 8 日までの 9 回分のマヤ車のデータである。橋梁毎に高低標準偏差が一番小さい時点のデータを用いた。

サンプルごとに高低標準偏差を調べ、対象とした橋台(脚)「全体(N=112)」・「健全(N=36)」・「変状あり(N=44)」の 3 区分ごとに分布をプロットした(図-2)。高低標準偏差が 5.5 を超えると「全体」が 25 のうち、「健全箇所」が 2 箇所、「変状箇所」が 16 というように、変状のある箇所の割合が高くなる。高低標準偏差 5.5 以上が「要注意ライン」と言うこともできる。このように、変状があると高低狂いが大きく、健全だと小さくなる傾向が見られる。しかし、高低標準偏差が高い値であっても構造物が健全であるケースや、逆に低い値で構造物に問題のあるケースも見られ、精度はあまり良くない。

5. 復元原波形³⁾を利用した検討

高低狂いと橋梁支承部との関係を高低標準偏差で確認できたが、精度に問題がある。そこで実用化のために、軌道状態ができるだけ直接的に見られるようにするため、「復元原波形」が利用できないか検討した。

「復元原波形」とは、測点の前後 5m を基準として測定して得られた相対的な高さや通りを、数値解析して絶対的な値にして得られる軌道狂いの波形を指す。

図-3 及び 4 は、11 径間の C 川橋りょうの波形である。この橋りょうでは、14 年 6 月のマヤ車走行後に不定期検査を行った際、10P の左の支承部が列車通過時に数 mm 沈下していることが分かった。これは図-3 のチャート上で、10P 付近では左が右に対して大きく沈み込んでいることと対応している。図-3 のチャートからは、右と左で波形が大きく異なっている箇所があることも分かる。同一箇所でも沈下を抑制するための修繕工事が行われた。この後にマヤ車が走行して得られたのが図-4 のチャートである。図-3 と 4 とを比較すると、10P 付近で左右の波形が大きく異なっていたのが左右での違いが小さくなったのが読み取れる。全体的にも左右ともに波形が類似した形で、健全な状態となった。

6. まとめ

マヤ車の軌道狂いと構造物の変状に関係があるかを検討したところ、①高低狂いそのものでは傾向がつかみにくく、②高低標準偏差では精度の面で問題があったが変状箇所ほど高くなる傾向が見られた。③高低狂いを復元波形にして左右で波形を比較すると、支承部の沈下など変状の特性を調べられることが分かった。

※ 参考文献

- 1) 高速軌道検測車記録の見方と活用 中部鉄道学園施設科編 昭和 48 年 10 月
- 2) 土木建造物取替の考え方 社団法人日本鉄道施設協会
- 3) MTT 復元誘導工法における移動量算出法 今西他 新線路 平成 15 年 1 月号

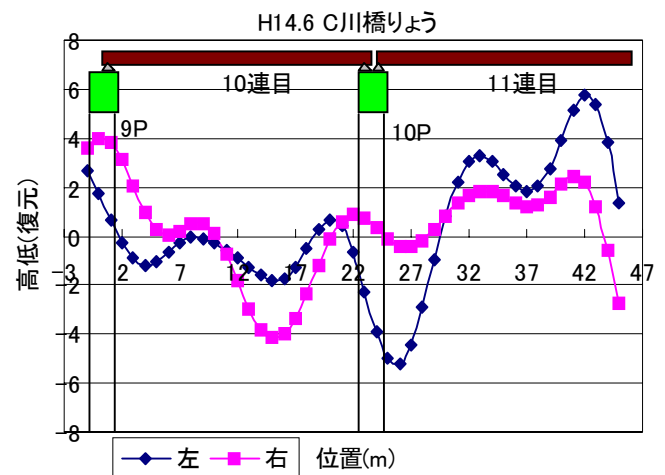


図-3 C 川橋りょう(修繕前)

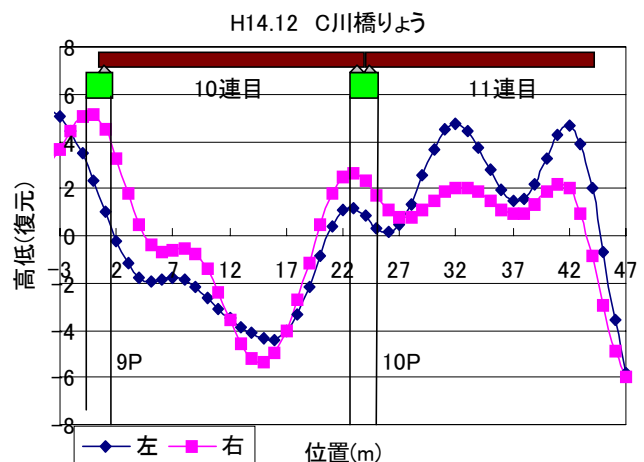


図-4 C 川橋りょう(修繕後)