

傾斜角変化に着目した変形形状計測の適用

株式会社TTES 正会員 ○梅川 雄太郎, 菅沼 久忠
玉名市 建設部土木課 正会員 木下 義昭

1. はじめに

性状評価が主である橋梁近接目視点検が2巡目を迎える。今後の技術者不足を見据えて、耐荷力などの橋梁性能を定量評価できる技術が必要とされている。橋梁の耐荷力調査において、たわみは重要な指標の1つである。

筆者らは従来、加速度の2階積分によるたわみ計測に手法を開発してきた。本手法は動的活荷重たわみに限定され、静的なプルーフ・ローディング試験等への適用には向かなかった。そこで傾斜角に着目することで、静的な荷重に対応した画期的なたわみ計測手法を新たに開発した。

本稿では、PC3径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋を対象に静的な載荷試験を行い、傾斜角に着目した変形形状計測手法の適用性について試行した。また、中央ヒンジ支承の状態に着目して、計測結果より現時点での橋梁の変形性能の把握を試みた。

2. 対象橋梁概要および計測・載荷試験概要

対象橋梁の概要および計測機器設置位置を図1に示す。A1-P1間、P2-A2間は支間長75.6m、P1-P2間は115[m]の橋長266mである。支間中央は中央ヒンジ支承になっている。

地覆上に加速度センサを橋軸方向に18ヶ所設置し、200[Hz]で時刻同期しながら計測した。作業は橋面上で完結している。

載荷試験では、総重量20[tf]の3軸ダンプ2台を試験車両として指定位置に配置し、その際の重力加速度を計測した。同時にレベルおよびトラン

シットによりたわみを計測している。対象橋梁全景および静的載荷試験時の様子を図2に示す。

なお計測後は、設置治具を残置し将来的な比較計測に備え、センサ自身は撤去している。

3. 複数加速度計を用いたたわみ計測

本計測で用いた手法を示す。重力加速度の変化から傾斜角を算出して用いる点に特徴がある。橋梁のたわみは図3に示すように、時刻 t における橋軸方向 x のたわみ関数 $\delta(x)$ は橋軸方向の傾斜角関数 $\varphi(x)$ の関係で定義され、桁全体の傾斜角を多項式関数として近似することができる。

$$\varphi_x = f(x) = a_1x^n + \dots + a_{n+1}$$

上式を用いて、たわみ関数を下式で求める。

$$\delta(x) = \int f(x) dx = \frac{a_1}{n+1}x^{n+1} + \dots + a_{n+1}x + a_{n+2}$$

a_n は n 次項の係数である。

時刻 t において、計測位置 x_i における計測データの傾斜角 φ_i に対して最小二乗法を用いて、各次数の係数を求め、各時刻 t におけるたわみ $\delta(t)$ を算出する¹⁾。本計測では、A1-中央ヒンジ間と中央ヒンジ-A2間に分割して分析処理を実施した。

4. 載荷試験結果

本手法を用いて静的載荷時のたわみ計測を実施した。静的載荷試験時の橋軸方向の載荷位置およびたわみ形状を図4に示す。本手法では特定のセンサ位置のたわみではなく、構造物全体の変形形状がわかる点に特徴がある。

静的載荷 Case1 では、P1-P2間に試験車両を2台

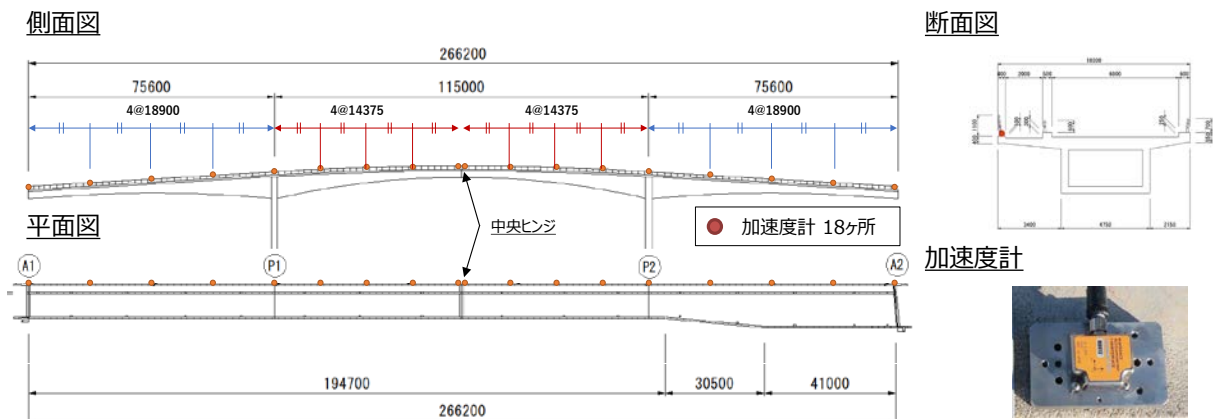


図1 対象橋梁および計測機器設置位置

キーワード 変形形状, たわみ計測, 加速度計, 傾斜角, PC有ヒンジ橋

連絡先 〒153-0051 東京都目黒区上目黒3-30-8 S2 (株)TTES TEL:03-5724-4011

縦列載荷した場合である。P1-P2 間載荷直下では、最大 14.5mm のたわみであり、P1 から中央ヒンジ支承にかけて片持ち梁のように倒れ込む形状になっていた。レベルおよびトランシット計測でも、支間中央部のたわみは 14~15mm であり、本手法の精度は従来技術と同等であることを確認した。

P2 から中央ヒンジ支承にかけても、P1 側と同形状であった。たわみ形状から判断すると、中央ヒンジ支承はピン結合として稼働していると考えられる。また、A1-P1 間および P2-A2 間は負曲げの影響で鉛直上向きに持ち上がる挙動を確認した。

静的載荷 Case2 では、A1-P1 間の支間中央付近に試験車両を 2 台並列載荷した。P2-A2 間載荷直下で鉛直下向きにたわむ挙動が確認でき、最大 2.6mm のたわみであった。A1-P1 間に載荷した場合でも、隣接する P1-P2 間は負曲げで鉛直上向きに持ち上がり、P2-A2 間では鉛直下向きの変形挙動が確認できた。

5. まとめおよび今後の展望

本稿では、直接変位計や画像処理手法などではたわみ計測が困難な大型橋梁に対して、橋面上からのアプローチによる傾斜角を用いたたわみ計測を実施した。従来手法と比較し、より短時間に同程度精度の計測と、対象物全体の変形という多くの情報を提供できることを確認した。また、計測結果のたわみ形状より、中央ヒンジ支承の稼働を確認し、健全性を判断す

る評価指標としての可能性も示すことができた。

たわみの初期値(現状)を取得したことは、今後なんらかの変状が生じた際に、定量的な判断を下す上で有効だと考えられる。災害後の道路早期復旧の判断にも利活用が期待される。

今後は、設計計算・有限要素法解析などからたわみの閾値の設定や、長期死荷重変形の把握に応用する検討を進めていきたい。



図2 対象橋梁全景および載荷試験

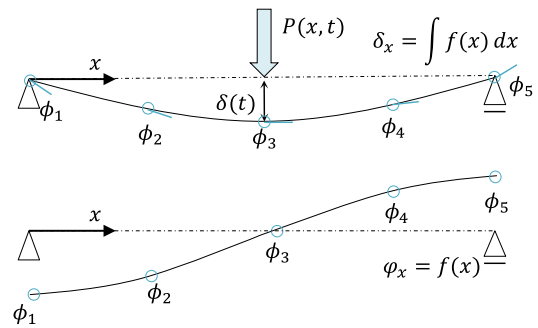


図3 橋梁のたわみと傾斜角関数の概念図

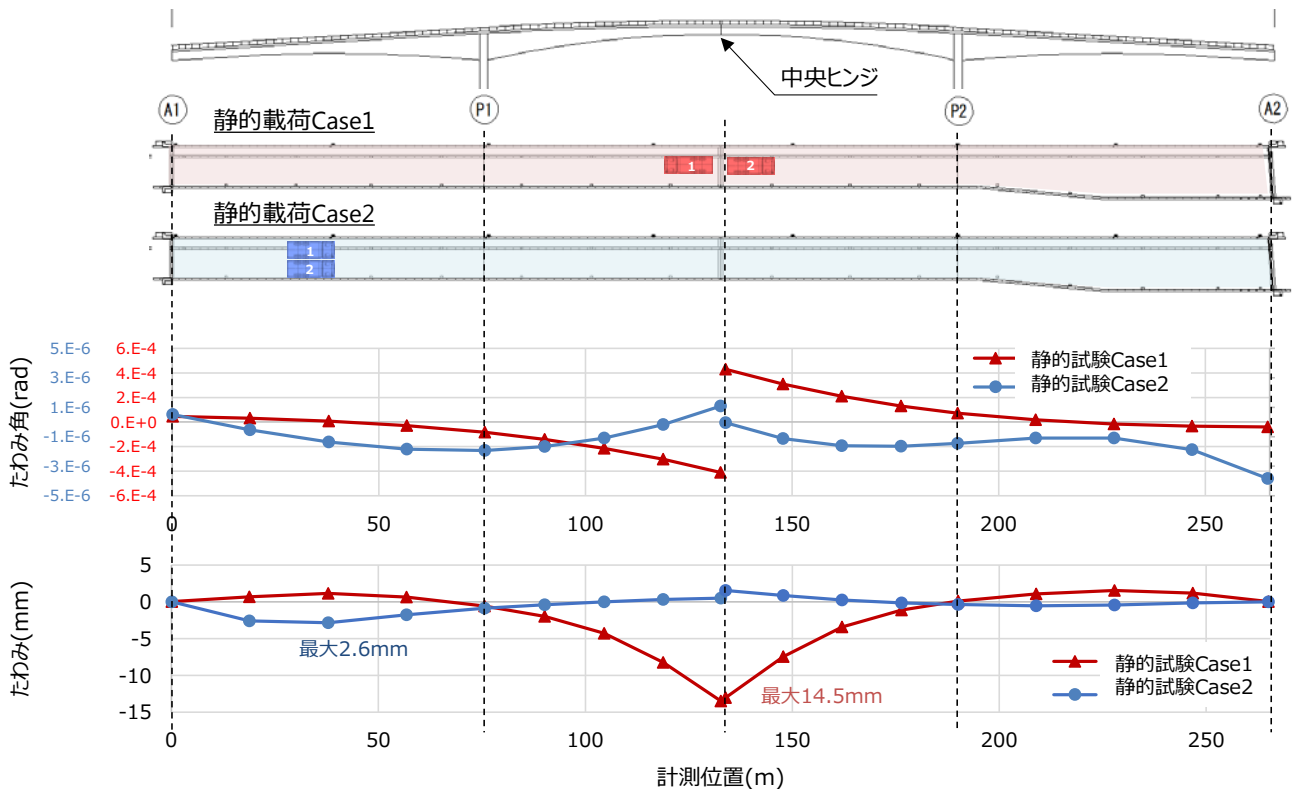


図4 載荷試験結果

参考文献

- 1) 梅川ら: "複数加速度センサを用いた橋梁のたわみ算出方法の適用性および精度向上に関する検討", 第73回土木学会年次学術講演会