

## 跨道橋のたわみ計測

株式会社 TTES  
 施工技術総合研究所

正会員 ○菅沼 久忠, 梅川 雄太郎  
 正会員 菊地 新平, 渡邊 晋也, 小野 秀一

### 1. はじめに

高速道路を切土して建設する際には、既存の道路線形を確保するために、数多くの跨高速道路道橋(以下 OV)が架橋された。景観も配慮されラーメン形式が多く用いられている(図 1)。これらの OV は高速道路管理会社によって架設され、供用後は地方自治体に移管されているものが多い。OV 橋梁の管理は、下を通過する高速道路側の規制条件などから近接目視点検が極めて難しいことが知られている。

地方自治体においては、人口の減少に伴い交通量が低下するなかで、点検が難しい OV の管理が課題になってきている。

以上のような状況のなかで、橋梁の特性を示す指標のひとつとして「たわみ」に着目した。近年、橋面からの簡易な作業により活荷重たわみを把握する技術が開発されてきており、その適用性を確認し、将来的な活用の可能性について述べる。



図 1 対象橋梁と同型の跨道橋(OV)

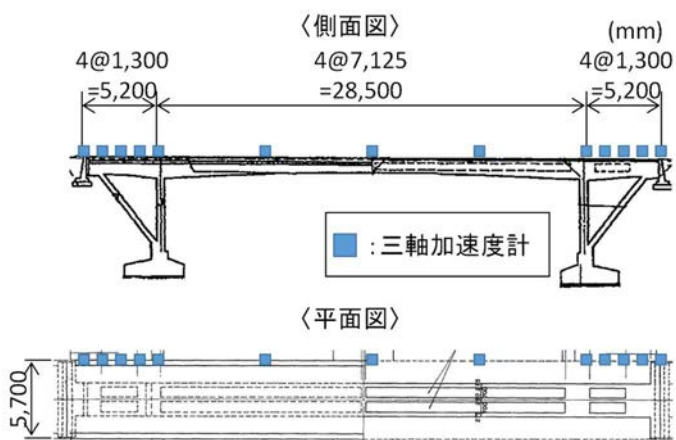


図 2 橋梁概要とセンサ配置図

### 2. 対象橋梁とセンサ配置

対象橋梁の概要およびセンサ配置を図 2 に示す。橋梁は高速道路を跨ぐ 3 径間連続の PC 跨道橋(全長 39.4m, 中央径間支間長 28.5m, 総幅員 5.7m)であり、主桁端部と橋脚基部が斜材で連結されている斜材付  $\pi$  型ラーメン橋である。当該型式の側径間は、主桁または斜材背面が土工部と接しているため土圧の影響を受けると複雑な挙動を示すことがある。

走行試験は総重量 14.0t のラフタークレーンを荷重車として用い静的試験と動的試験を実施した。静的試験では中央径間支間中央での載荷を実施し、動的試験では荷重車を一定速度で橋梁上を通過させた。

### 3. たわみ算出アルゴリズム

たわみ算出は 2 つの方法で行った。

手法① 傾斜角を用いる手法

橋軸方向の複数箇所の傾斜情報から変位を算出する手法である。具体には DEGRIS<sup>®1)</sup>を利用した、支点と考えられる区間に 5 つのセンサを設置することを基準とし、本橋梁では合計 13 個のセンサを配置した。本手法では静的試験と動的試験両方のたわみに加え、変形形状が提供される。対象橋梁での挙動算出においては端支点・中間支点の 4 つの支点については、変位なし、回転自由の拘束条件を適用した。

手法② 加速度の 2 階積分による手法

設置した 1 つの加速度計を利用し、加速度の二階積分で算出する手法である。具体には INTEGRALplus<sup>®</sup>を利用した。本手法では動的試験結果時のセンサ設置位置でのたわみの時間変化が算出可能である。設

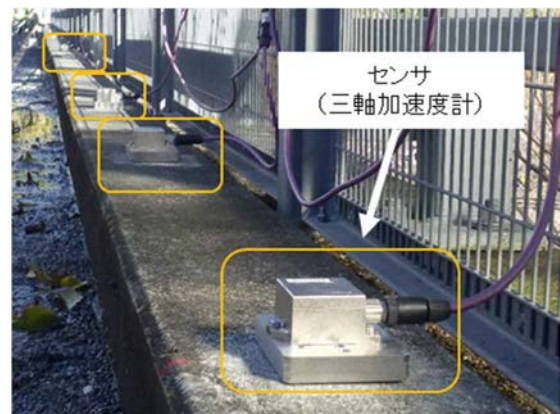


図 3 センサ設置状況

キーワード 跨道橋, OV, たわみ, 変形, 加速度, 傾斜, 優先順位付け

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

置するセンサ数は1箇所が良いため計測が非常に簡便である。

#### 4. センサ配置

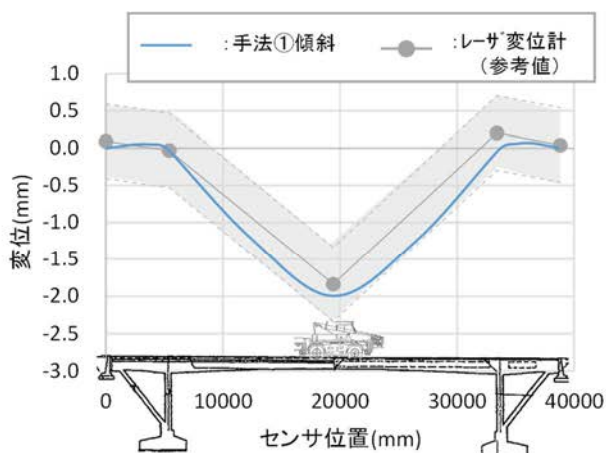
センサは、橋面の地覆上に設置したことで、足場や橋梁点検車が不要だけでなく、交通規制の必要もなしで設置が可能であった。具体的なセンサの取得情報は加速度である。手法①では重力加速度の情報を傾斜角に変換して利用し、手法②では加速度データをそのまま利用した。合計 13 個のセンサ設置図を図 2 に示す。センサは微細な傾斜角を算出するためアンカ固定した台座上に設置した(図 3)。手法①の配置を基本とし、手法②には支間中央に設置したセンサ1つの値を流用した。全加速度計を時刻同期した状態で計測し、データサンプリングは荷重車の走行速度を勘案し 200Hz とした。

#### 5. たわみ算出結果

静的載荷試験の状況を図 4 に示し、結果を図 5 に示す。別途実施された水平方向にレーザーを照射し変位を計測する手法(繰り返し精度 0.5mm)の結果を参考値として併せて示す。「手法①傾斜」では支間中央に載荷車両があるときの変形図が得られていること



図 4 静的試験状況



a) 静的試験結果[中央載荷時の変形図]

がわかる。中間支点外側では不曲げが生じていることも確認できた。算出した支間中央のたわみは解析条件によらず-2.0mm であった。レーザー変位の値は約-1.8mm であり、実用上の精度は十分であることを確認した。

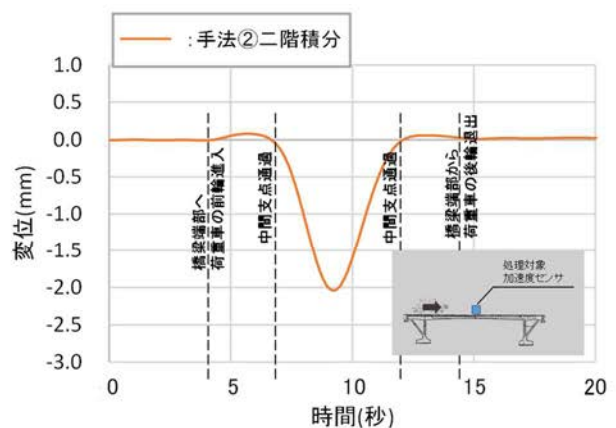
支間中央のセンサ位置の動的載荷試験結果を図 5 に示す。「手法①傾斜」の最小たわみは-2.1mm, 「手法②二階積分」では-2.0mm となっており、両者とも同程度の結果となった。「手法②二階積分」では車両が橋梁を通過する際の変位の時系列変化を捉えている。橋梁端部への侵入・退出時刻周辺のたわみ値を確認すると、車両侵入に伴い支間中央がわずかに上方向に変位した後、中央径間内では正曲げ、側径間に入るとまた支間中央部が上方向に変位(負曲げ)して退出していく様子が捉えられた。

速度を上げにくく走行条件の厳しい跨道橋であっても「手法②二階積分」、すなわち 1 つの加速度計を設置するだけで荷重車走行時のたわみを算出可能であることを示した。

#### 6. まとめ

OV の一般的な形式である 3 径間連続ラーメン橋梁において、傾斜角を用いた算出方法を用いて静的載荷時の変形形状を、2 階積分による方法を用いて動的載荷時のたわみ形状を算出することができた。いずれの方法も橋面上からの作業で完結した。従来手法と比べて、高精度かつ迅速な作業を実現した。

たとえば点検順序を策定する際に同形式の橋梁での変形特性を比較するなどして、点検や架替の優先順位付けをするような場合に、簡易で迅速な本手法は多数の橋梁での計測に役立つと考えられる。



b) 動的試験結果[車両通過時の支間中央部たわみ]

図 5 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, 土木学会, 第 74 回年次学術講演会, 2019

2) 梅川ら: 車輛通行に伴う加速度データを用いた橋梁の変位モニタリングに関する検討, 土木学会, 第 72 回年次学術講演会, 2017