

システム化による橋梁たわみ計測の効率化

岐阜大学 正会員 木下 幸治, 岐阜大学(現施工技術総合研究所)正会員 佐々木 良輔
株式会社 TTES 正会員 ○菅沼 久忠, 梅川 雄太郎, 比山 義郎

1. はじめに

迫りくる急速な人口減少社会のなかで、地方自治体では財源・人材・技術者不足の課題を解消すべく、最小限の費用・人員で多数の橋梁の性能を確認できる簡易な技術が必要とされている。橋梁の健全度を知る上で「たわみ」は重要な指標の一つであるが、従来周辺環境によっては計測が困難な指標とされてきた。その様な中、加速度から「たわみ」を算出する技術が進歩してきた。本論は将来的な「たわみ」の活用を期待して、効率よく「たわみ」を取得する技術の試行を行い基礎データを収集することを目的とする。

2. システムの構成

本システムは IoT・クラウドを利用したシステムである。全体構成を図 1 に示す。

①計測機器

図 2 に示す機器(PoC1 号)は、電池駆動に変更したハンディロガーと加速度計と通信/GPS 用 PC の組み合わせである。同機能はすでにマイコン駆動の IoT 端末(PoC2 号)にも実装されているが、本論では基礎データの収集を目的としており、データの確認を行うため PoC1 号を利用した。

異常モニタリングでは入力と出力が対となるデータが重要であり、荷重車(入力)走行時だけセンサ(出力)を用意すれば良いことから都度設置とした(図 3)。一方で、常に同じ場所にセンサを設置できるように、現地にベースプレート固定した。

②支援機能

広範囲に点在する橋梁を効率的に巡回計測するためには、経路選択が重要である。ICT 技術を利用し、対象橋梁群の座標データを入力しておくことで、最適巡回経路と所要時間を提示できるシステムを開発した。なお、最適経路探索後に目視で巡回を行ったところ、道幅の都合で通過できない箇所があった。GIS 情報の更なる充実が必要であることを確認した。

③データ処理・管理

データはクラウドで処理される¹⁾。データ(加速度・写真)には、GPS 情報が付加されているため、②で登録済みの各橋梁 GIS 情報とリンクして格納される。加速度データから「たわみ」データ

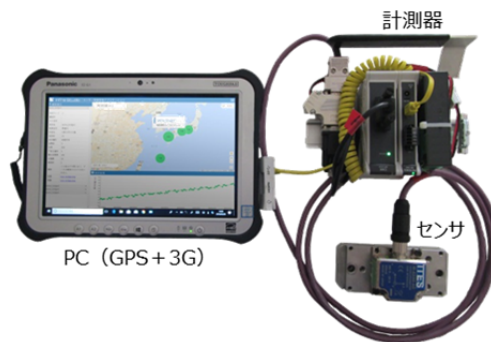


図 2 計測装置一式(PoC1 号)

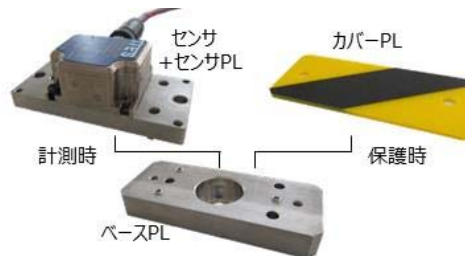


図 3 ベース PL と計測システム・保護システム

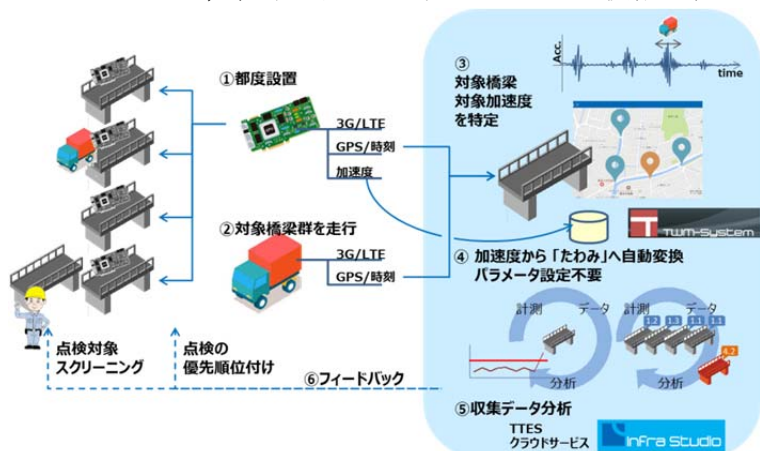


図 1 システムの全体構成

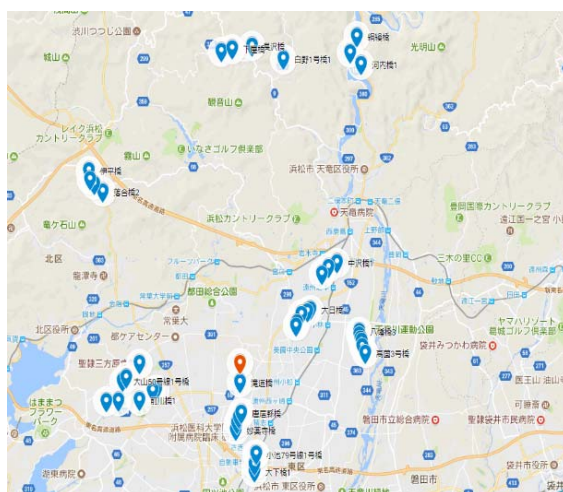


図 4 浜松市広域たわみ計測対象橋梁

キーワード モニタリング, たわみ, 加速度計測, IoT, クラウド, 自動化

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

への変換は、完全自動化しており²⁾、パラメータ調整を要しないことから、作業者に依存しない結果を得られる。

3. 浜松市での試行

2018年2月19日～23日に、浜松市が管理する15～20mの40橋を対象に実施した。浜松市は国土縮図型都市と呼ばれ、政令指定都市のなかで管理する道路延長および橋梁数が最も多いことで知られている。山岳部、都市部での活用について基礎データを得るため、図4に示すとおり各所に分散している各橋梁の支間中央部、上流側と下流側の2カ所で計測を行った。

5日間での作業スケジュールを表1に示す。1,2日目のベースプレートの設置は初回のみであり、運用時には作業内容「たわみ」計測の処理効率が重要である。たわみ計測時には、荷重車班と計測班が1チームとなり作業を進めた。荷重車班にはドライバーと指示者の各1名、計測班は安全確保2名・作業員2名の内容である。たわみ計測は19橋/チーム・日を達成した(図5)。

図6に加速度データを自動処理した「たわみ」出力例を示す。概ね同サイズの鋼橋、PC橋、RC橋に総重量約8tonの荷重車が走行した際の、荷重車が通過した側の加速度計から算出した、動的振動と静的たわみ成分を分離して表示している。たわみ量、振動および減衰などに特徴を有していることが確認出来る。今後、継続的にデータの収集・解析を行っていく。なお、荷重車両の横断方向走行位置が異なった影響の除去の方法は検討の余地

表1 作業工程

	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目
作業内容	ベースPL設置	ベースPL設置	たわみ計測	たわみ計測	たわみ計測
作業チーム数	2チーム	2チーム	1チーム	1チーム	1チーム
作業橋梁(全40橋)	29	11	19	16	5
備考	初回のみ作業				

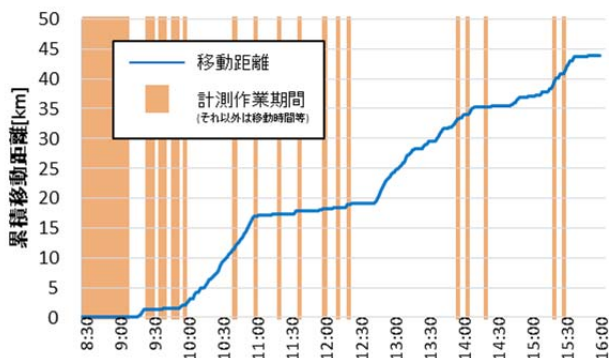


図5 2月21日の作業時間と移動距離(GPSデータより)

がある³⁾。

4. まとめおよび今後の展望

1) 橋梁の健全度を示す情報の一つである「たわみ」を提案するシステムを利用することで、20橋を1チームで計測することができた。

今後、作業のマニュアル化、IoT 端末化を進めることで更なる効率化(低費用化)が見込まれる。

2) 作業準備として、GIS 情報を利用した経路探索を行った。多数の橋梁を効率的に回る順序および時間の予想ができたが、車両サイズを考慮した経路を提示することはできなかった。

今後情報を収集付加していくことで、経路探索結果の向上が見込まれる。

3) データ処理をクラウド上で自動処理することで、作業者に依存しない橋梁の性能指標を収集できた。

今後、継続的にデータを収集することで、各橋梁の経時的な変化、および類似橋梁の特徴量の取得などに活用できるよう努めていく。

フィールドを提供して頂き、現場試行の機会をいただきました浜松市に厚く感謝いたします。

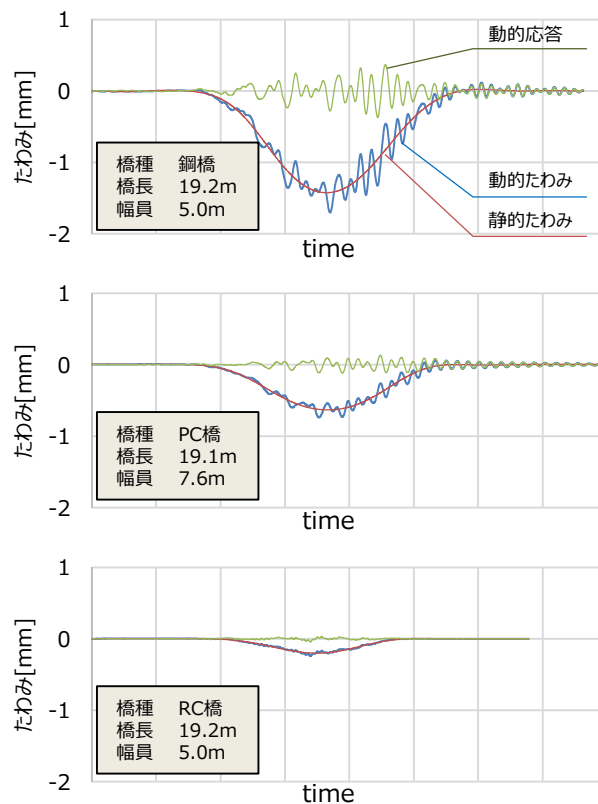


図6 たわみの自動処理 出力例

参考文献

- 1) Infra Studio: <http://infra-studio.com/>
- 2) 梅川ら: “車両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”, 第72回土木学会年次学術講演会
- 3) 比山ら: “TWM システムを用いた橋梁のたわみ計測”土木学会西武支部沖縄会, 第7回技術研究発表会, 2018.