

TWMシステムを用いた橋梁のたわみ計測

琉球大学
株式会社 TTES

正会員 下里 哲弘, 田井 政行,
正会員 菅沼 久忠, 梅川 雄太郎, ○比山 義郎

1. はじめに

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・人員で多数の橋梁に対し効率的に性能を確認できる簡易な技術が必要とされている。橋梁の性能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。

本稿では加速度センサを用いて簡易にたわみを計測する手法の現場適用について報告するものである。なお、本技術は(株)TTESよりTWMシステムとして提供されている。

2. TWMシステムの構成

加速度データを2階積分したわみを算出することは、積分誤差と変位応答の判別の点で難しく、工夫が必要である^{1),2)}。

本システムは、支間中央付近、橋面（主に地覆）に加速度センサを設置し、荷重車を通過させるだけでたわみの算出が可能である。また、解析アルゴリズムの自動化³⁾により作業者による評価のバラツキが無いことが特徴である。得られたデータはWEBアプリケーション^{4),5)}にアップロードすることで、**図1**に示すような地図情報と共に解析・保存・管理することが可能となっている。



図1 TWMシステムの構成

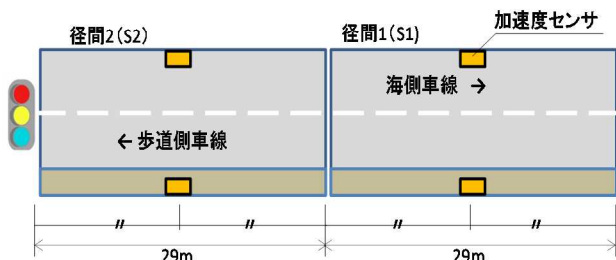


図3 対象橋梁概要図および加速度センサ配置図

計測システムは、バッテリー駆動が可能であり、**図2**に示す通りコンパクト化されていることから、設置・撤去・移動がスムーズに行える仕様になっている。なお、近日中にIoT端末を提供予定である。

3. 対象橋梁および計測・走行試験概要

対象橋梁は、プレビーム合成桁であり、単純桁2連で構成されている。支間長はそれぞれ約29[m]、上下1車線ずつの2車線、片側に歩道を有する構造となっている。加速度センサは各支間中央、上下線それぞれの地覆上に設置した。対象橋梁平面概要図および加速度センサ配置図を**図3**に示す。

荷重車は総重量10.1[ton]車軸数3[軸]の平ボディ一車である。橋面上を一定速度で走行させた際の加速度データを計測した。荷重車の走行状況を**図4**に示す。

4. 計測結果

図5に算出されたたわみの時刻歴波形および加速度時刻歴波形の例を示す。

抽出したたわみの種類は以下の通りである。

- ①動的たわみ：静的たわみ+動的応答
- ②静的たわみ：荷重車の走行荷重による準静的なたわみ成分
- ③動的応答：橋の固有振動や荷重車の軸重振動

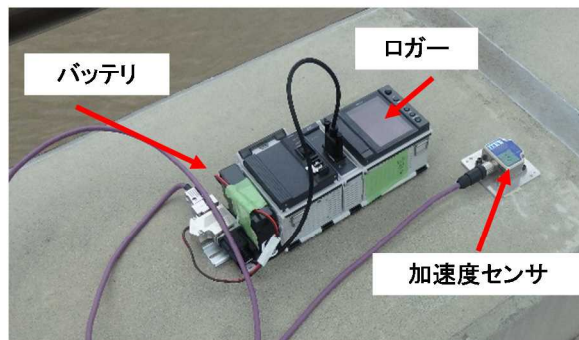


図2 計測システム



図4 荷重車走行状況(荷重 10.1ton)

キーワード 構造ヘルスマニタリング、桁たわみ、加速度計測、数値積分 TWMシステム

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

に起因する応答。

得られた静的たわみのデータより、車両の入退出が判断できる。このことから、車両退出後の後揺れは自由減衰波形として扱うことができ、正確な減衰の評価が期待できる。

図6は、静的たわみの最大値を、径間ごとに走行位置に着目して整理した図である。荷重車の横断方向の走行位置に応じて、たわみの最大値は変化することが分かる。加えて本橋梁は、歩道を有しており、断面剛性が左右で異なるため、断面内の回転は偏心していることが確認された。これより、たわみを確認する際には、走行車両位置を厳密に特定し、片側で計測・整理するか、横断方向の両端で計測・整理する必要性のあることが確認された。

径間1,2を比較すると、概ね同じ構造ではあるが、挙動には若干の違いがみられた。この差異が有意なものであるかの判断は、今後の継続的な調査が期待される。

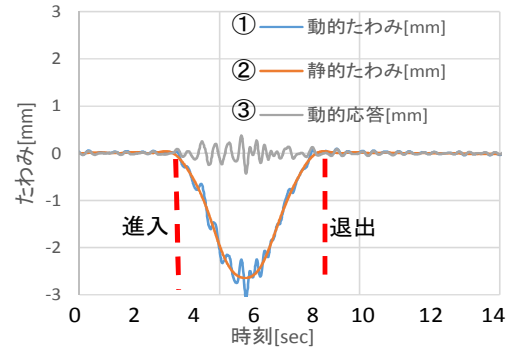
5. まとめおよび今後の展望

橋梁の維持管理の重要な指標となりうる「たわみ」の計測を実施した。

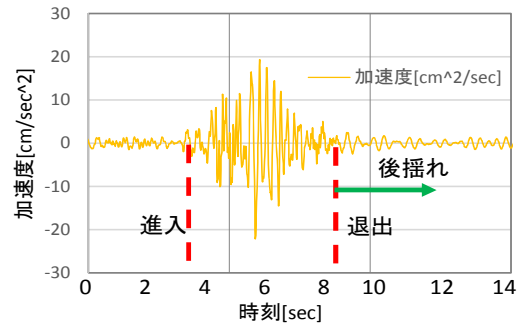
1. 加速度センサを用いた計測により、簡易にたわみ計測が可能であることが確認された。継続的な情報収集にあたっては、例えば、横断方向に両端で計測するなどして走行位置の情報を含んだ値とする必要があることがわかった。
2. たわみ値と橋梁の健全度には関係があることが予想されるが、たわみの閾値は不明確である。今後の継続的な計測により、関係性を明らかにしていきたい。

3. TWM システムを利用することで、車両退出後の自由振動波形も得られることが確認された。この波形の減衰特性から剛性の変化を捉える可能性について検討を進めていきたい。

最後に、本稿は土木学会西部支部沖縄会技術委員会「インフラの劣化予測と残存性能の診断に関する小委員会」にて現場実演の機会を頂いた際のデータを元にしてしています。機会を頂きましたことにここに感謝いたします。

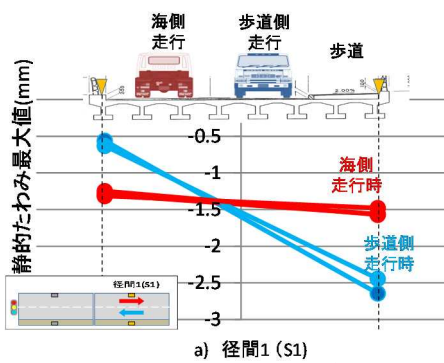


a) たわみ

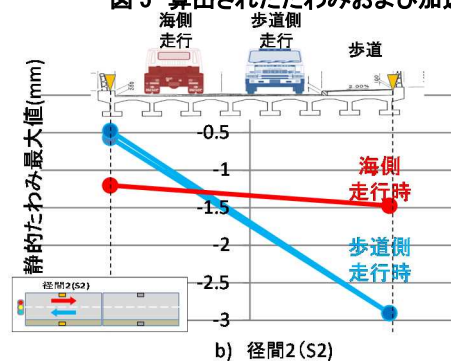


b) 加速度

図5 算出されたたわみおよび加速度時刻歴波形例



a) 径間1 (S1)



b) 径間2 (S2)

図6 各径間における静的たわみの最大値

参考文献

- 1) 関屋ら: "橋梁の加速度記録を用いた変位応答算出法の提案", 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 72, No. 1, 61-74, 2016.
- 2) 梅川ら: "Evaluation of Vehicular Induced Displacement by Using Wavelet Transformation from Wireless Acceleration Measurement", IABSE Symposium Report, IABSE Workshop Helsinki 2015: Safety, Robustness and Condition Assessment of Structures.
- 3) 梅川ら: "加速度応答を用いた変位応答モニタリングに関する検討", 土木学会西部支部沖縄会, 第6回技術研究発表会, 2017.
- 4) 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", 平成29年度全国大会第72回土木学会年次学術講演会
- 5) Infra Studio: <http://infra-studio.com/>