

橋梁たわみ計測用 IoT 端末の開発

株式会社 TTES 正会員 ○菅沼 久忠, 梅川 雄太郎

1. はじめに

人口減少が顕在化するとともに、地方インフラの維持管理が問題になってきている。土木分野の専門家が自治体からいなくなる中で、橋梁の性能指標として、誰でも直感的に理解がしやすいたわみに注目してきた。加速度計を用いて、簡易にたわみ計測する手法を提案した¹⁾²⁾。作業非依存の計算手法は実現したが、計測自体は汎用品の PC およびデータロガーを活用しているため、計測には専門知識が必要であった。この問題を解決するため、計測機材を IoT 端末化し、誰でも簡易に設置計測できて、データ処理から、データ管理までをシステム化することとした。

2. 機器の仕様

1) IoT デバイス

加速度を計測し、クラウドにデータ転送するデバイスを開発した。誰でも簡易に操作が可能とするために、電源スイッチのほかに、操作ボタンを1つに集約した。動作イメージを図1に示す。加速度の計測を操作ボタン OFF で停止した後、自動でデータ転送を始めると同時に、電波状態が悪い時のために microSD へも書出しを行っている。

従来の機材との比較および提案する IoT 機材の概要を図2,3に示す。

通信方式

3G/LTE の携帯電話網を採用している。LPWA の場

合、ゲートウェイの設置が必要である。単一デバイスで動作可能な携帯電話網を利用した。

位置情報

通信モジュール付属の GNSS(GPS)を利用する。

駆動電源

目標駆動時間を 12 時間と設定した上で、電池の入手容易性を考慮して、単 3 電池 3 本とした。IoT デバイスの筐体は、電池のサイズで決定している。

構造・筐体

たわみの算出時に必要な加速度は超長周期領域である。基盤を 2 層構造とし、加速度計は筐体の下段に、重量と電波遮蔽を考慮して設置した。筐体の底面は、アタッチメントにより、橋梁に設置されるベース PL と脱着が可能である。これにより経時変化の抽出を容易にする。

2) クラウドサービス²⁾

時刻・加速度・位置座標のデータは、AWS 上の自社開発クラウドサービスに転送される。クラウド内

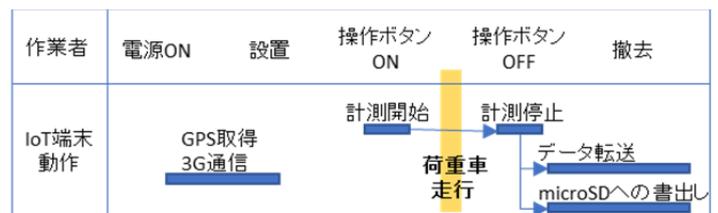


図1 IoT 端末の動作イメージ

	従来手法	IoT化以前のTTES製品	IoT端末
概要			
構成	PC + データロガー + 変位計	PC + データロガー + 加速度計	IoT端末一式
大きさ・重さ	桁下高さ相当のロッドなど数m	概ね50x50cm程度・1kg	12.5x7.5x7.5cm・380g
計測手法	突当て式変位計	加速度変換2階積分	加速度変換2階積分
通信手段	×	モバイルルータ使用	3G/LTEモジュール搭載
位置情報	×	×	○ (GPS利用)
時刻合わせ	×	△ (PC準拠)	○ (起動時GPS利用)
稼働時間	AC依存	モバイルバッテリー4時間	12時間 (単3x3本)
データ保存先	データロガー内部/PC	データロガー内部/PC	クラウド/本体microSD

図2 たわみ計測機器の特徴とIoT 端末化

キーワード IoT, クラウド, たわみ, 許容値, 性能評価

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



図3 IoT 端末の外形

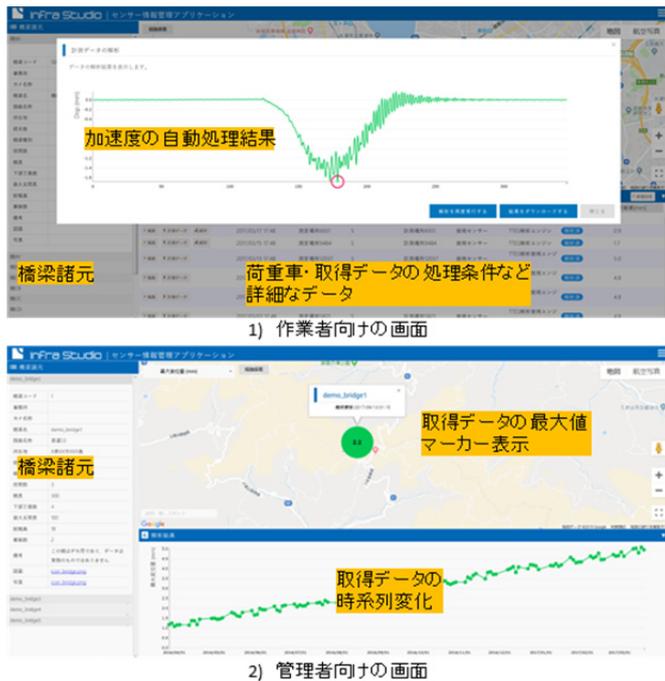


図4 クラウドサービス(Infra Studio)使用例

では、

- ① 位置座標を元に対象橋梁とデータを紐付け
- ② 加速度情報からたわみ情報への変換
- ③ 時系列に従いデータを格納

のプロセスが自動的に進行する。クラウドサービスの画面例を図4に示す。なお、管理者・作業員・計測員などのユーザーレベルに応じて表示される情報は振り分けられる。

3. 実橋梁での試行

24mの鋼橋に対し、地覆部に設置したIoT端末で、8tonの荷重車を通過させた際の加速度を計測し、クラウドでのデータ処理を試みた。同時に、突当て式変位計で参照データを取得した。

加速度他が自動転送されて処理した結果を、ローカルで取得した値と比較した結果を図5に示す。

参考文献

- 1) 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
- 2) 菅沼ら:”システム化による橋梁たわみ計測の効率化”, 第72回土木学会年次学術講演会
- 3) Infra Studio: <http://infra-studio.com/>

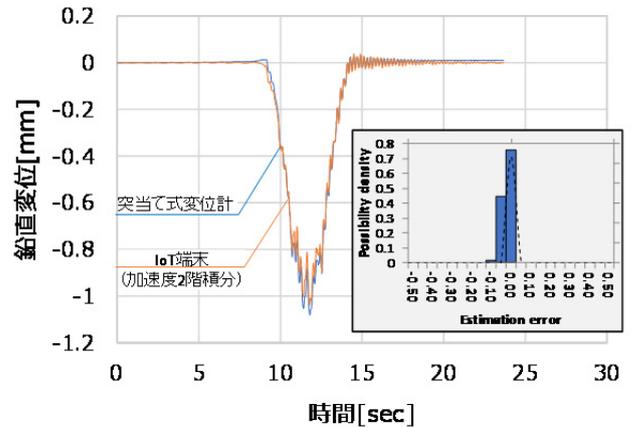


図5 従来方式とIoT 端末の精度比較

す。変位計と同様に振動成分を含め取得できていた。加速度計のIoTデバイスへの設置方法にも問題はなかったと考えられる。

4. まとめ

誰でも簡易に操作が可能なIoTデバイスを製作し、計測した橋梁位置と加速度をクラウドに自動転送する仕組みを作った。合わせて、過去に検討済みの「加速度」から「たわみ」に作業員非依存でデータ処理するシステムをクラウドで実装し、計測作業から処理までの簡易化を図った。

開発に当り、山間部での作業や、非エンジニアの作業など、土木分野の特徴にあった仕様が存在することがわかった。

今後は、収集される膨大なデータの解析と供に、IoTデバイスの使用した場所・回数などが提供される特徴を活かし、図5に示すような高価なデバイスを必要な時だけシェアして活用頂き、安価にセンシングソリューションを提供できるような仕組みを構築して参ります。

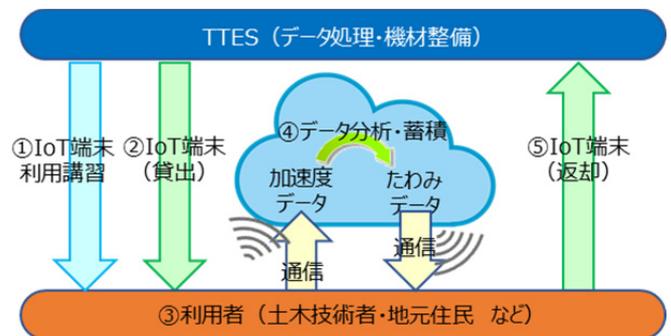


図6 IoT 端末の活用イメージ