

次世代インフラ監視システムの開発と運用

センサ Box だけで始められ、巡視による「目視点検」の弱点をカバーする
バラマキ型の傾斜監視システム『OKIPPA104』

鶴田大毅・永山智之

施工現場での課題や経験を活かし、極力手軽に利用かつ安価にすることで、施工・供用中の様々なインフラ監視へ導入することをコンセプトとして、傾斜を把握したい施設の監視・点検を目的に、省電力広域無線通信 LPWA の Sigfox (シグフォックス) を用いた傾斜監視クラウドシステム (OKIPPA104) (以下「本システム」という) を開発した。巡視による目視点検の補佐として計測データ利用し、従来の詳細計測などへスムーズに移行することを可能としている。今後は、OKIPPA シリーズ (以下「本シリーズ」という) として、地盤伸縮計の開発や計測データの異常値と連動したドローンによる視認代行サービスの構築を進めている。さらには実績を重ね、地盤や気象などの関連データと AI を掛け合わせ、有機的なインフラ点検の可能性を追求していく。

キーワード：省電力広域無線通信、傾斜監視、衝撃検知、クラウドシステム、インフラ監視、インフラセンシング、LPWA (Sigfox)、OKIPPA

1. はじめに

昨年 (2017 年 2 月末) から提供が始まった省電力広域無線通信 LPWA (Low Power Wide Area) の Sigfox (シグフォックス) を用いた本システムは、施工現場での課題や経験を活かして、極力手軽かつ安価にすることで、施工中のみならず供用中の様々なインフラ監視への導入ハードルを下げることをコンセプトとし、巡視による目視点検が困難なインフラ施設のうち、傾斜を把握したい施設の監視・点検を目的に開発

した (図-1)。

巡視による目視点検は、広範囲で植生の繁茂や天候の影響などにより、変状しているのか不明確で、結果が定量的に表しづらいため、明確な根拠に乏しいことから適切な判断が困難であることが課題であった。建設業の働き手不足により、生産性向上が求められるなか、点検員による巡視の補佐として本システムの計測データを利用し、従来用いられている簡易・詳細計測などへ移行することによってスムーズなインフラ監視の実現を可能としている (図-2)。

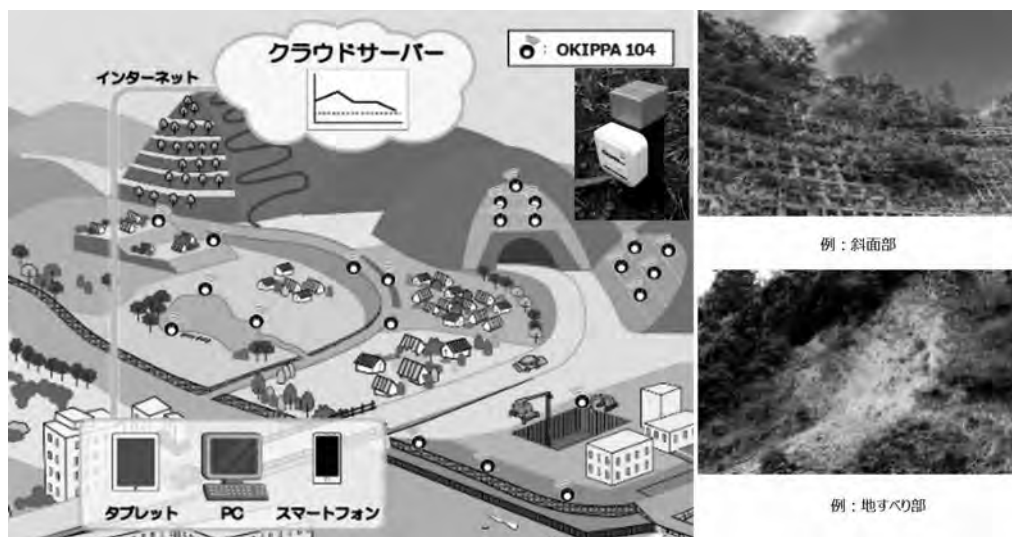
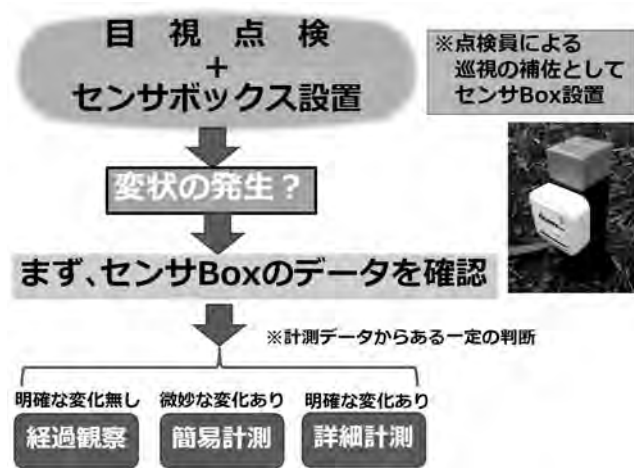


図-1 設置箇所例



図一 2 目視点検補佐から各種計測へ

2. センサ Box の概要

本システムの計測項目は、傾斜角度(分解能:0.06°)、衝撃検知(2G~16G)、GPS(機器位置検索)、温度(Box内部)、方位角(磁気影響を受けないこと)であり、計測データを省電力広域無線通信LPWAのSigfoxを用いてクラウドにあげ、管理画面にて可視化させることによりシステムを確立している。LPWAのSigfoxを用いることによって、自営の基地局や中継器を設置する必要がなく、省電力であることから、バッテリーで2年間(1時間/回通信時)稼働が可能で、通信や給電の為の有線を設置する必要がなく、現場はセンサBoxを設置するだけで、計測が始められる。センサBoxの大きさは、10cm×10cm×4cmで2か所のビス止めで固定が可能である(表一)。

表一 1 センサ Box 仕様

サイズ	10 cm×10 cm×4 cm
測定範囲	±180° (3軸方向の角度)
傾斜計測・通信間隔	分解能 : 0.06° 通信間隔: 1時間に1回 (遠隔操作で変更可: 最小15分・最大1日に1回)
GPS 測位	位置測位のみ: 1週間に1回
地磁気(方位角)	周辺に磁気影響がない場合のみ計測可能: 1週間に1回
ボックス仕様	防水型 IP67 (IEC 規格)
使用可能温度	-10 ~ 60℃ (-10℃未満及び60℃超となる環境では使用不可)
使用可能湿度	20 ~ 80% RH (結露なきこと)
電源	リチウムイオン電池 (1時間に1回計測及び通信時: 2年間稼働)

3. 導入による効果

本システムは、従来の詳細な計測システムではなく、インフラ施設の不安な箇所(例:地質が悪く対策工を施した箇所や地滑りが懸念される箇所など)に安価かつ手軽に設置し、『バラまく』ことで変状を見つけ出し、従来の詳細な計測システムを導入すべき場所を見つけ出すシステムである。

(1) 点検業務の省力化

自営の基地局が不要なため保守にかかる作業がないことや設置に対して有線での配線作業がなく、2年間電池稼働するため、機器の交換頻度も軽減される。また、規定した計測間隔以外でも衝撃検知により、倒木等の挙動監視が可能で広域な点検箇所の選別が可能である。そして、いずれの計測も閾値を設け、それを超えた場合には、あらかじめ登録されたアドレスにメール通知され、インフラ施設の見守りを代行することができる。

(2) 目視点検後の対策判断を明確化

定性的な要素の多かった目視点検後の結果に定量的な傾斜データを加えることによって、点検後の対策判断を明確にできる。

(3) 安価で手軽に斜面監視

センサBoxの計測項目を傾斜に注目し本体費用を抑えたこと、また、LPWAのSigfoxを用いたことによって、自営の基地局や中継器の設置工事及び、配線工事などが不要なことから、コストが本体費及び利用料で月額換算約1万円弱程度の費用で斜面監視が可能となり、安価で手軽に広範囲なパラマキ型の監視ができる。

4. 本システムの概要

センサBoxで計測されたデータは、省電力広域無線通信LPWAのSigfoxを用いてクラウドにあげ、管理画面にて可視化やデータのダウンロード、管理閾値や計測モードの設定などが可能である。また、管理画面の構築については、現場の経験を活かして利用者がデータを1画面で即時確認できるよう配慮した。

(1) 傾斜データ (図一 3)

利用者は設置後、システム上で初期値を設定し、3軸の傾斜角度の差分を表示して変状を確認する(図一

3は1週間表示)。この他、電池電圧や電波状況などを表示することができ、計測データはCSV等でダウンロードできる。

(2) 概略設置位置 (図-4)

GPSデータは、センサBoxの位置把握や誤設置防止を目的とし、変状を見るためには使用しない。

(3) センサBoxの姿勢表示 (図-5)

現状のセンサBoxの姿勢(傾きの状況)を確認できる。

(4) センサBoxの計測モードの変更 (図-6)

悪天候予測時などに傾斜測定周期を短くしたい場合、また、利用用途に応じ衝撃検知閾値を変更したい場合は遠隔で設定変更できる。

5. 導入状況

国土交通省 大臣官房技術調査課 i-Construction 推進コンソーシアム事務局 技術開発・導入WGにて実証マッチングが行われ、「斜面の安定性を確認する技術」として九州地方整備局宮崎河川国道事務所で試行導入されている(図-7)。

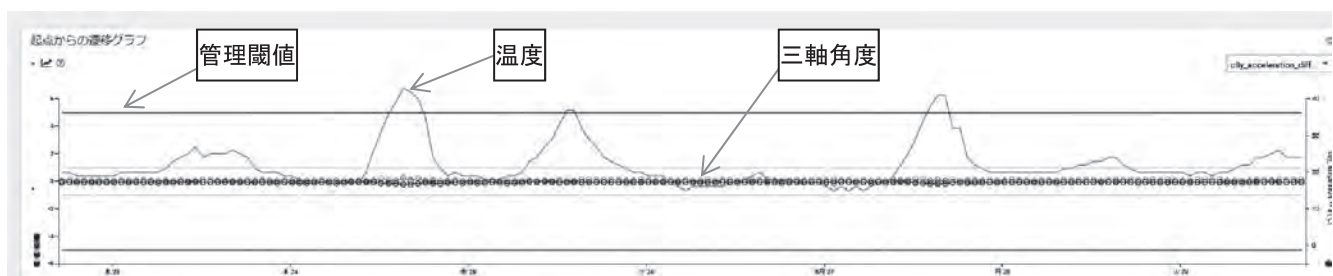


図-3 傾斜データ

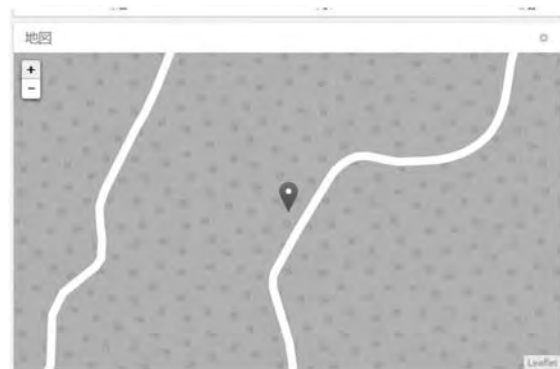


図-4 概略設置位置

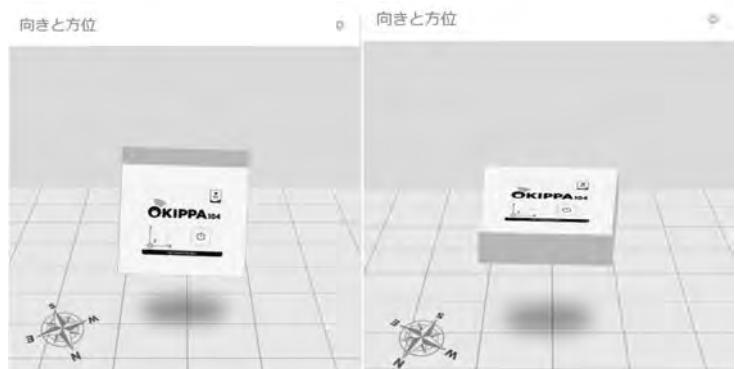


図-5 センサBoxの姿勢



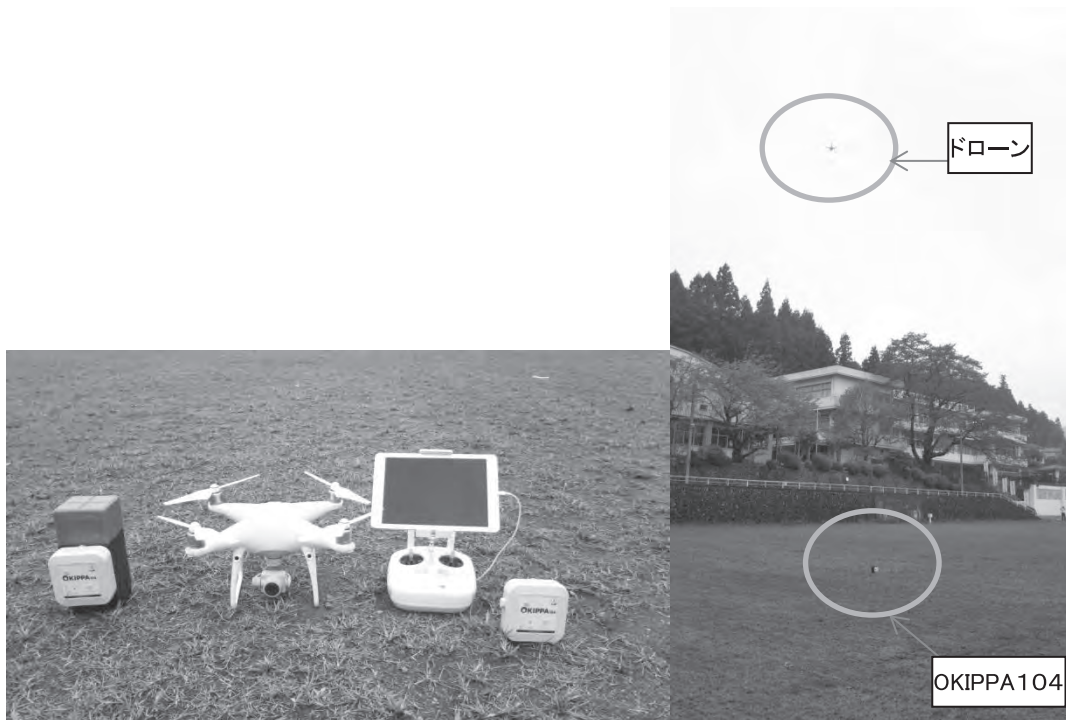
図-6 計測モードの変更



本システムの設置状況



図一七 設置フィールドと設置状況



図一八 ドローン機材と本システム (左) 飛行連携状況 (右)

その他，私立大学や地方自治体の土木関連，民間鉄道事業者で導入されており，また，大手建設コンサルタント・国立大学と共同で実証研究を行っている。

6. おわりに

施工現場での課題や経験を活かして，極力手軽に利用かつ安価にすることで，施工中のみならず供用中の

様々なインフラ監視への導入ハードルを下げるのがコンセプトである本シリーズとして，ソリューションを追加していく。具体的には，OKIPPAの要素技術を応用した地盤伸縮計を実証中であり，常時確認可能な本システムに組み込む予定である。

そして，センサBoxが異常値を発報した際に，目視点検が困難なインフラ施設に対してドローンが自律飛行し視認代行できるサービス連携の構築を進めてい

る(図-8)。さらには数々の計測実績を重ねながら、地盤や気象などの関連データとAIを掛け合わせ、有機的なインフラ点検(施工中から供用後)の可能性を追求していく。

CIM(Construction Information Modeling/Management)と同様に、インフラ施設のライフサイクル全体を見通した情報マネジメントや情報の見える化に寄与できるよう、網羅的にインフラ施設を監視できる『バラまき型』の本システムが、従来型の詳細な監視システムの導入箇所を顕在化し効率的に選定することで、安全な建設工事の省力化に貢献していくことを目指す。

JICMA

[筆者紹介]

鶴田 大毅 (つるた ともたか)
西松建設(株) 社長室
事業創生部 事業創生一課
担当課長



永山 智之 (ながやま ともゆき)
西松建設(株) 社長室
事業創生部 事業創生一課
担当課長

