

IoT 機器を活用した動態観測業務の自動化

西日本高速道路(株) 正会員 ○溝上尚弥
西日本高速道路(株) 正会員 星野弘明

1. はじめに

近年、道路構造物の維持管理の効率化を目的に、IoT 機器を用いた動態観測の自動化が盛んに進められている。

NEXCO 西日本四国支社では、管理する高速道路に面するのり面のうち、周辺の地形・地質条件から状態監視が必要なのり面や過去に災害等により変状が生じたのり面において、孔内傾斜計や自記水位計等を用いてモニタリングを実施している（表 1）。

観測データは各観測機器と接続するデータロガーに蓄積され、現在は現地で抜き取る作業を年 4 回実施している。そこで、本報告ではモニタリング中ののり面において、データ取得の効率化と現地作業の軽減による安全性の向上を目的に実施した、IoT 機器を用いた自動モニタリング化事例を紹介する。

表 1 動態観測業務 業務内容一覧

| 設置機器 | 動態観測実施箇所 | | | | | |
|-------|----------|-----|-----|------|-----|------|
| | 徳島県域 | | | 愛媛県域 | | 高知県域 |
| | A地区 | B地区 | C地区 | D地区 | E地区 | F地区 |
| 孔内傾斜計 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ |
| 自記水位計 | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| 観測鉋 | | ○ | | | | |
| のり面定点 | | ○ | | | | |
| 伸縮計 | | | ○ | | | ○ |
| 地盤傾斜計 | | ○ | ○ | | | |
| 定点カメラ | | | ○ | | | ○ |

2. 導入箇所の選定

導入箇所として、愛媛県内の E 地区を選定した（図 1）。E 地区は高速道路本線に面する 3 段の切土のり面である。地質は崖錐堆積物が分布しており、建設時にのり面对策としてグラウンドアンカーと水抜きボーリングが施工されている。開通後も湧水とのり面内部の高い水位が観測されていたため、開通から 13 年後にグラウンドアンカーと水抜きボーリングを追加で施工している。追加施工した水抜きボーリングからも一定の排水は確認されているが、引き続き水位は高い状態にあり、グラウンドアンカーの外観調査等の各種点検と合わせて水位計（3 基）を用いた観測を継続している。

E 地区は暫定二車線区間の高速道路でトンネルの出口側に面している。また、一般道側からアクセスできる側道が整備されておらず、自動モニタリング化によるデータ取得の効率化及び現地作業の軽減による安全性の向上において大きな効果が見込まれるため対象箇所として選定した。

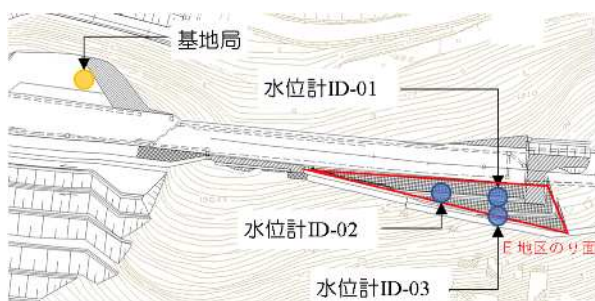


図 1 観測計器設置位置図

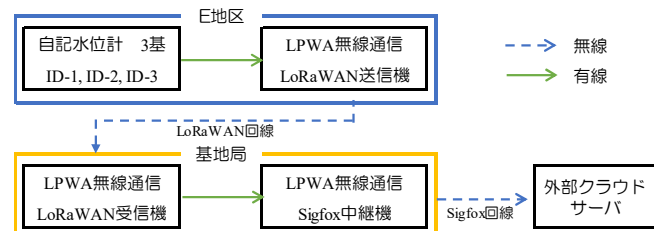


図 2 構築したシステム構成

3. システム概要

今回構築したシステムを図 2・図 3 に示す。各機器間の通信手段には、省電力かつ広域・長距離通信が可能な無線技術である LPWA(Low Power Wide Area)通信を活用し、現地で取得した水位計の観測データをクラウドサーバへ伝送し、観測データを PC 等で常時監視できるシステムとした。

LPWA 通信の特徴としては、理論上では約 50km 程度の長距離通信が可能であること、通信周波数帯として 920MHz 帯を使用しており、Wi-Fi 回線や Bluetooth 回線で使用される 2.4GHz 帯や 5.0GHz 帯と比較すると低周波であり構造物等の影響を受けにくく電波が構造物等の裏側に周り込みやすいなどが挙げられる。

このことから、屋外にて広範囲に複数機器を設置し実施するのり面のモニタリングに適すると考えられる。LPWA 通信の種別としては LoRaWAN 回線と Sigfox 回線を使い分けた。各回線の特徴（表 2）から、LoRaWAN 回線は各水位計から基地局への伝送に、Sigfox 回線は基地局から外部クラウドサーバへの伝送に活用した。両回線とも障害物等の影響を受けにくく山間地域の通信に向いていると考えられるが、伝送速度・距離に相反する特徴があるため導入する現場ごとの条件（設置機器数量・間隔、データの取得頻度、中継局・伝送距離等）により通信体制を検討することが必要である。



図 3 機器設置状況

表 2 通信回線の比較

| 回線名 | 通信周波数帯 | 最大伝送速度 (byte/s) | 伝送距離 (km) |
|-----------|--------|-----------------|-----------|
| Sigfox回線 | 920 | 12.5 | 50 |
| LoRaWAN回線 | 920 | 31,250 | 10 |

4. 導入後の効果及び課題

導入後の観測データを図 4 に示す。一部電池切れのため欠測が生じているが、データが取得された期間の値は過去の観測データと大きな差はなく、正常な観測ができている。

（導入効果）

① 現地作業の低減

現地作業を 4 回/年⇒1 回/年（機器メンテナンス等）に低減した。

② 安全性の向上

E 地区は側道が未整備で、これまでは高速道路の非常駐車帯に車を停車しアクセスしており、通行車両との接触等の危険を伴っていたが、自動モニタリング化により安全性が向上した。

③ 観測データの見える化

観測データを Web 上で常時確認でき、台風や降雨時にもリアルタイムでのり面を監視可能とした。

（課題）

① 通信障害

機器設置後、周辺地形の影響と思われる通信障害が発生し、通信が困難であることが確認され、中継機を追加で設置した。今後、通信障害の発生条件を把握することが効果的な機器配置の計画には必要である。

② エラー値

観測結果から表 3 に示すエラー値が確認されている。詳細な原因は不明であるが、エラー値は前後の値と関連なく極端な値が 1 回のみ観測されるため、システムによりエラー値を削除する等の対策が考えられる。

5. まとめ

今回、IoT 機器を用いた動態観測の自動化事例について紹介した。今後は、確認された課題についての検証及び改善を行い、その他道路構造物への導入によるインフラ維持管理業務の効率化を継続していきたい。

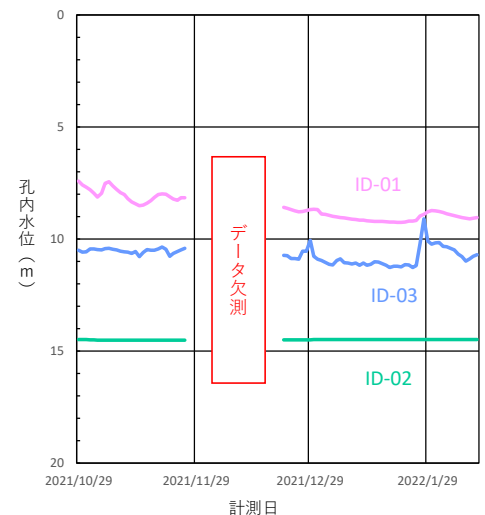


図 4 観測データ

表 3 確認されたエラー値

| ID-03 (平均観測値: 10.708) | | |
|-----------------------|-------|----------|
| 日付 | 時間 | エラー値 |
| 2021/12/27 | 20:40 | -105.616 |
| 2022/1/5 | 6:50 | -105.616 |
| 2022/1/14 | 0:10 | 128.0141 |
| 2022/1/16 | 10:10 | 128.0141 |
| 2022/1/16 | 10:40 | -105.616 |
| 2022/1/16 | 10:50 | -105.616 |
| 2022/1/17 | 6:20 | 128.0141 |
| 2022/1/19 | 3:30 | 128.0141 |