

ワイヤレスセンサシステムを活用した設備監視システムの開発

東電設計	正会員	○中川	貴之
東電設計	正会員	瀬下	雄一
東電設計		河村	知之
東京電力	フェロー	堤	知明

1. はじめに

コンクリート構造物に代表される土木設備や周辺地盤は、種々の原因によりひび割れや沈下、滑りなどの変状を生ずる。これら設備の変状に対しては、計測などのモニタリングにより変状進行を管理することが必要となっている^{1),2)}。しかしながら、従来の計測では、以下の点が課題となっていた。

- ① 広大な範囲、面的な範囲を対象とした場合、膨大なコストが必要となる。
- ② 計測に伴ってケーブルを敷設する必要があるが、公道等ケーブルが横断できない箇所がある。
- ③ 地震後等臨時で設備の状態の確認を行ないたいときに、安全上立ち入ることが困難な箇所がある。

上記のような課題を解決する手段として、ワイヤレスセンサシステムを活用した設備監視システムを開発した。ここでは、開発した設備監視システムの概要について述べるものである。

2. ワイヤレスセンサシステムの概要

ワイヤレスセンサシステムの構成を図-1に示す。本システムは、データ収録装置と計測装置から構成される。データ計測はセンサを計測装置に接続することで行い、データの受送信はリレー無線通信により行う。なお、本システムでは、市販のひずみ変換式センサに対応するものとなっている。また、2.45GHz帯の特定小電力無線を採用しており、各装置間で約200mの通信が可能である。さらに、待機電力を抑えることでバッテリーの長寿命化を図っており、1時間に1回の計測頻度では約1年の連続計測が可能なものとなっている。ワイヤレスセンサシステムの外観を写真-1に示す。装置本体の寸法は、幅130mm×高さ180mm×奥行60mmで、本体の外側に50mm程度の棒状アンテナが付いている。

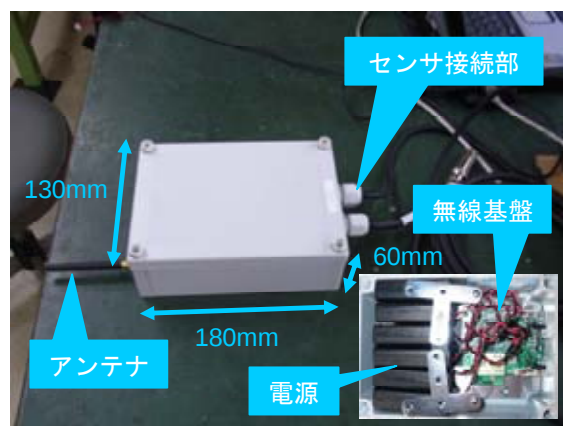


写真-1 ワイヤレスセンサシステムの外観

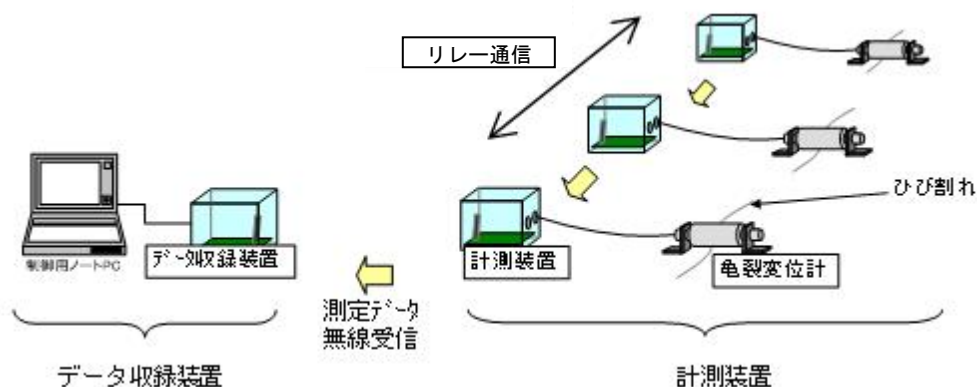


図-1 ワイヤレスセンサシステムの構成

キーワード ワイヤレスセンサシステム, 設備監視

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 東電設計(株)土木本部耐震技術部 TEL03-4464-5566

3. 設備監視システムの適用例

開発したワイヤレスセンサシステムは、既存のセンサと組み合わせることで、構造物の変状等の様々な進行を定量的に計測することができる。地すべりおよびそれに伴うコンクリートのひび割れが認められる地点における設備監視システムの適用例を図-2に、当該地点における計測項目と使用センサを表-1に示す。経路1では、伸縮計、一軸亀裂変位計、温度計を用いて、地すべり変位、ひび割れ幅、気温、コンクリート温度の計測を行っている。経路2では、傾斜計、二軸亀裂変位計、温度計を用いて、傾斜角度、ひび割れ幅、気温、コンクリート温度の計測を行っている。計測装置 No.1 の設置状況を写真-2に示す。点検者は、データ収録装置および制御用パソコンを現場に持ち込み、各計測データを無線通信により、遠隔自動収集を行うことができる。

表-1 計測項目と使用センサ

経路番号	装置番号	計測項目	使用センサ
1	1	地すべり変位	伸縮計
		ひび割れ幅	一軸亀裂変位計
	2	コンクリート温度	温度計
		気温	温度計
2	3	傾斜角度 (X,Y)	傾斜計
	4	ひび割れ幅 (X,Y)	二軸亀裂変位計
	5	コンクリート温度	温度計
		気温	温度計

収集したデータのうち、ある1日の計測装置 No.1 の亀裂変位と計測装置 No.2 のコンクリート温度の関係を図-3に示す。図-3は、15分間隔での計測結果である。現状では、計測期間が短いことから、亀裂変位の経時的な変化を評価するまでに至っていないが、コンクリート温度 1°C の変化に対し、亀裂変位は 0.01mm 程度の変化量であることが分かる。

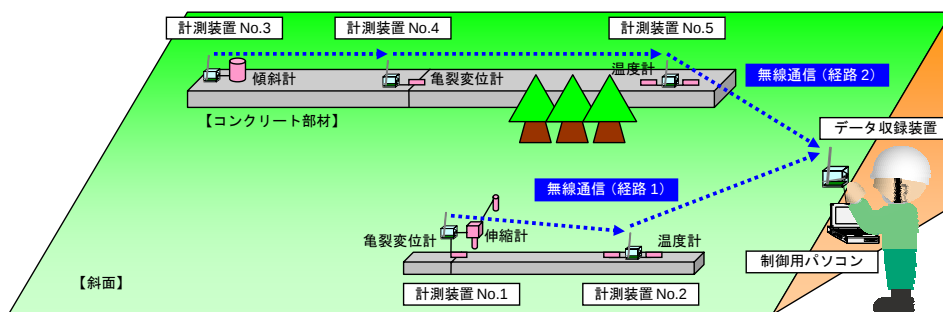


図-2 設備監視システムの適用例



写真-2 計測装置の設置状況

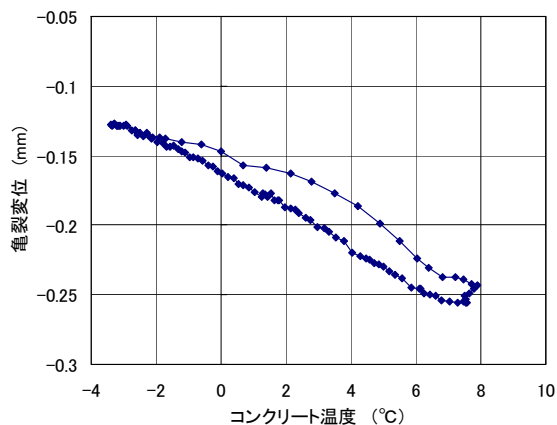


図-3 コンクリート温度と亀裂変位の関係

4. おわりに

既存センサと無線通信技術を組み合わせて、ワイヤレスセンサシステムを開発した。今後、従来方法では計測が困難であった変状等の定量的なモニタリングに活用されていくことが望まれる。

なお、今後は、無線通信は無線周波数や周囲状況により可能な通信距離が異なることから、無線周波数の設定やシステムを設置する周囲状況の想定等について検討する予定である。

参考文献

- 1) 三上他：構造物維持管理のためのワイヤレスセンサモニタリングシステムの開発，土木学会第54回年次学術講演会，pp.410-411
- 2) 仲山他：トンネルにおけるモニタリングシステムに関する研究，地盤工学会地下空間における調査計測に関するシンポジウム，pp.81-84