

無線センサネットワークを活用した高速道路モニタリングシステムの開発

西日本高速道路㈱ 正会員 ○濱沖 俊史
 西日本高速道路㈱ 正会員 櫻谷 慶治
 大阪大学 正会員 小泉 圭吾

1.はじめに

近年増加傾向が報告されている内陸地震等、また局地的かつ短時間集中豪雨により発生する土砂災害は、事前の予測が困難なことから、監視を強化し土砂災害に対する予兆を事前に捉えることや地震発生時の早急な緊急点検を講じることが重要となる。

一方、構造物を常時監視するためには、必要なセンサ機器はもちろん、データ伝送や電源供給に必要なケーブル類、データを保存・閲覧するためのハードウェアやソフトウェアなどが必要となり、一連のシステム構築に要する労力と時間、そして費用が大きな負担となっている。そこで、西日本高速道路㈱（以下 NEXCO 西日本）では、これら負担を軽減するため様々な取り組みを行っており、NEXCO 西日本が目指している高速道路モニタリングイメージを図-1 に示す¹⁾²⁾。特徴として、計測点が無線センサネットワークを介して繋がっていること、計測データが一般 IT 回線を介さず路側情報伝送装置（高速道路管理用無線 LAN）を介して社内に取り込めることが挙げられる。本稿では、そのような環境の実現に向けて取り組んでいるシステム開発の状況等について報告する。



図-1 NEXCO 西日本が目指す
高速道路モニタリングイメージ

2. 従来のモニタリングシステムの課題

一般的な遠隔監視システムを用いたアンカー荷重の計測現場状況を図-2 に示す。電源及びデータ伝送用のケーブルが敷き詰められている様子が分かる。これらはケーブル配線が必要な為、計測開始までに時間を要すること、草刈りや小動物によるケーブル損傷、落雷による誘導雷等による機器故障のリスクを有する。また、甚大な災害発生時には通信制限や遮断により、データ通信に影響が生じる恐れがあることなど、維持管理の効率化、高度化が求められている。

そこで筆者らは、無線技術を活用した安価で簡易に高速道路モニタリングが可能となるシステム開発に取り組んできた。



図-2 従来方法のアンカー荷重計
計測現場状況

3. 開発した無線センサネットワークの特徴

開発したシステムの設置状況の一例を図-3 に示す。無線子機間の通信可能距離は、見通しの良いところで約 400 m である。また、図-4 に示すように、無線子機同士が相互に通信可能なメッシュ型ネットワークを採用したことも大きな特徴である。同技術により、見通しの悪いところでも複数の無線子機で面的に伝送ルートを確立し、通信中の電波状態悪化時または障害発生時は、迂回路を自動的に探し通信断絶リスクを軽減する。

keyword : IoT, 無線センサ, 無線 LAN, 防災, モニタリング, 高速道路

連絡先 (〒530-0003 大阪市北区堂島 1-6-20 堂島アバンザ 18 階, 06-6344-7095)

また、無線子機は、様々なモニタリングに適用できるよう電流・電圧式、ひずみゲージ式の機器に対応させ、傾斜計も内蔵させている。これにより、一般的な伸縮計、荷重計、水位計、土壤水分計、雨量計などが簡易に接続可能で、複合的に斜面を監視することが可能となっている。これらの開発したシステムは、NEXCO西日本管内において複数箇所でのモニタリング実績があり、実運用への適用性も確認している。



図-3 開発システムを用いたアンカー荷重計計測現場状況

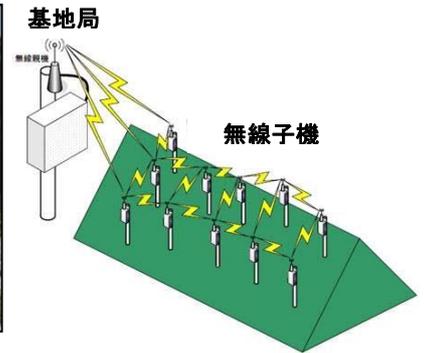


図-4 メッシュ型ネットワーク

4. 高速道路管理用無線 LAN の活用

NEXCO 西日本では、先進的な高速道路管理環境の構築を目指し、高速道路管理用無線 LAN 環境(以下無線 LAN)の整備を進めている。自営回線の無線 LAN が整備されれば、開発した監視システムから得られるデータも一般 IT 回線を介さず安定的に社内に取り込むことが可能になり、機器設置に関する更なる負担軽減とともに、モニタリングデータの可用性・信頼性の向上が期待できる。

本格的な無線 LAN 構築に先だって、既設高速道路の一部区間にて試行環境が構築されている。同区間において、開発した監視システムや既存の計測機器の通信試験を実施した。試験サイトの状況を図-5 に、通信試験を実施したモニタリング機器を表-1 に示す。試験の結果、データ欠損率は 3%程度と低く、無線 LAN の適用性が確認された。



図-5 無線 LAN 環境試験サイト

表-1 設置モニタリング機器及び通信結果

計測機器種別	箇所数	路側情報伝送装置 (AP)までの距離	通信量	通信頻度	データ欠損率
GPS	3箇所	450m	3.5MB/日	5分/回	0.3%
傾斜計	6箇所	350m	0.2MB/日	10分/回	3.1%
土壌水分計	12箇所				
雨量計	1箇所				

5. まとめ及び今後の展開

これまでの取り組みにより、無線センサネットワークを活用した高速道路モニタリングシステムを開発し、同システムの無線 LAN への適用性を確認した。この両者を組み合わせることにより、汎用性に富んだモニタリングが可能となり、これまで以上に収集データの機密性の向上、効率的・効果的な高速道路モニタリングが期待される。

地震に対しては、H28年4月の熊本地震により高速道路の多くの橋梁が被害を受け、今後も内陸地震及び南海トラフ地震等の発生確率が高まっているなか、斜面のみならず橋梁等も簡易にモニタリング可能な環境を目指している。例えば、加速度計や変位計等による橋梁モニタリングにより、異常確認の効率化、設計値の検証、地震後の健全度判断等に繋がると考えられる。

NEXCO 西日本では、開発したシステムや無線 LAN 環境を活用して、より安全・安心な高速道路空間を提供するとともに、これからもより高度な道路管理体制を実現するための技術開発を進めていく。

(参考文献)

- 1) 櫻谷慶治・濱沖俊史・田山聡・小泉圭吾：無線センサネットワークを活用した複合型斜面監視システムの開発，地盤工学会誌，2017，Vol.65，No.708，pp48-49
- 2) Keiji SAKURADANI, Keigo KOIZUMI, Toyokazu MURAKAMI, Satoshi TAYAMA：AN EXPRESSWAY SLOPE MONITORING SYSTEM UTILIZING WSN AND DATA FUSION TECHNOLOGY, 15th REAAA CONFERENCE, pp.18-24, 2017-3-22.