

高速道路無線モニタリングシステムにおける LPWA 通信の適用性検証

西日本高速道路株式会社 正会員 ○星野 弘明, 正会員 藤原 優
 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 正会員 須山 夏樹, 正会員 河田 直樹
 地球観測株式会社 非会員 藤田 行茂

表-1 現場検証概要

現場	検証日時	通信項目	検証目的
A	2019年6月6日	RSSI値	920 MHz帯および2.4 GHz帯での長距離通信時における通信強度と通信安定性を検証。
B	①2020年5月14日 ～5月20日 ②2020年5月25日 ～6月1日	RSSI値 電池電圧 温度湿度 (1回/10分ごとに通信)	LPWAの長期間かつ複数の無線子機による同時通信環境下での通信特性の検証。また、高低差が及ぼす影響についても併せて検証。
C	2020年8月26日	RSSI値	箱桁内部という閉鎖空間におけるLPWAの通信特性の検証。

1. はじめに

西日本高速道路(株)では、高速道路構造物について IoT と高速道路自営回線を活用した常時モニタリングシステム(以下,newron[®](NEXCO West Real-time Observation Network)という)¹⁾の運用を行い、災害による変状の早期察知に関する取り組みを行っている。2018年に開通した新名神高速道路(高槻JCT・IC～神戸JCT間)では、のり面・橋梁合わせて12箇所でのモニタリングを行っており、大阪北部地震(H30.6)と平成30年7月豪雨時には、観測値から早期に変状を察知し、点検行動へ繋げた²⁾。システムは2.4 GHz帯の無線通信により、無線子機が相互に通信可能なメッシュネットワークを構築しており、概ね良好なデータ収集ができています。しかし、高低差の大きい長大のり面や、閉鎖空間である橋梁では一部通信不良が発生し、これまで機器配置の変更にて改善を実施してきた。今回は、通信手段の選択による改善を目的に、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)を newron[®]の現場で適用し、通信可能距離や高低差等の影響を確認することで、より汎用性のあるシステム構築に向けた検討を行った。

2. 現場検証

LPWAについて、通信特性などの把握を目的とした現場検証を、3現場(A～C)で実施した。各現場の概要と検証目的を表-1に示す。現場Aでは、現在活用している2.4 GHz帯の無線機器と、LPWAの920 MHz帯の無線機器の両方を作業員が持ち、約2 kmの範囲内で同心円状に設定した各計測点へと移動し(図-1)、通信特性の違いを確認した。子機から親機への20回の通信におけるRSSI値(受信信号強度)の平均値を「通信強度」とし、20回中通信が成功した割合を「通信安定性」として評価した。現場Bでは、現場Aで確認した通信特性について、実際のモニタリングで想定される長期間および複数台の無線子機による同時通信の環境下での検証(図-2)を行った。



写真-1 現場検証用無線機器と検証状況

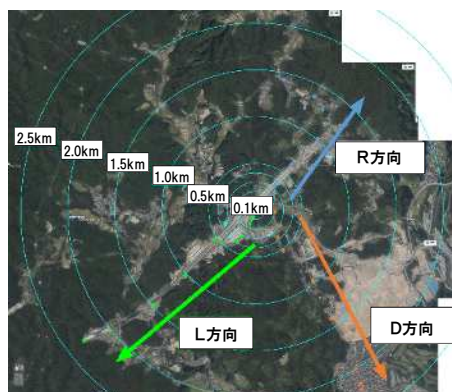


図-1 現場A 長距離通信時の検証

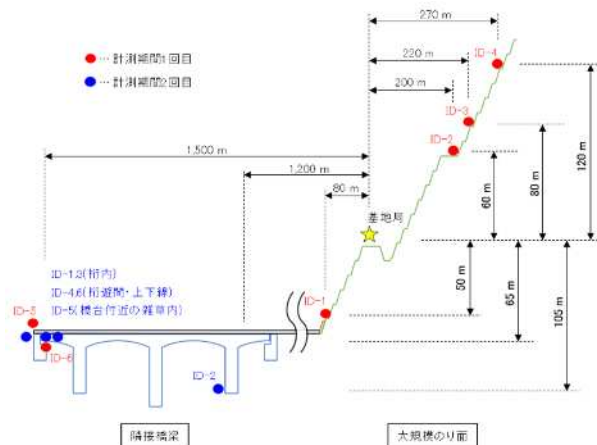


図-2 現場B 無線機器設置状況模式図

現場Aで確認した通信特性について、実際のモニタリングで想定される長期間および複数台の無線子機による同時通信の環境下での検証(図-2)を行った。

キーワード 無線通信技術, モニタリング, LPWA

連絡先 〒530-0003 大阪市北区堂島1-6-20 堂島アバンザ18F 西日本高速道路(株) Tel:06-6344-7095

検証期間は7日間と8日間の計2回行い、それぞれ高低差や遮蔽物による影響も併せて検証した。現場Cでは、920 MHz帯の無線子機を持った作業員がコンクリート橋の箱桁内部を移動し、現場Aと同様の手法で通信特性を確認した。現場検証に用いた無線規格は、2.4 GHz帯ではZigBeeを、920 MHz帯ではLoRaWANを採用した。

3. 検証結果

3-1. 現場A 通信距離と通信強度および通信安定性に関するグラフを図-3、図-4に示す。検証の結果、①2.4 GHz帯 920 MHz帯ともに距離による通信強度の低下が見られる。②通信可能な通信強度は、2.4 GHz帯では約-90 dBm、920 MHz帯では約-130 dBm程度である。③920 MHz帯では2 kmを超えた地点でも安定した通信を得られた箇所もあった。以上のことから、安定した通信に必要な通信強度と通信可能距離の目安が得られた。

3-2. 現場B 現場Bでの検証結果を、図-5に示す。計測期間1回目の結果からは、高低差の異なるID1~4、1,500m離れたID-5・6全てで-130dBmより強いRSSI値を安定して計測し通信可能であった。その中でも、のり面小段が見通しの支障となっているID-3、橋梁が見通しの支障となっているID-6はその他と比較し低い通信強度となった。また、一部では降雨時に-20 dBm程度低下することがあった。

3-3. 現場C 箱桁内の閉鎖空間におけるLPWAの通信距離と通信強度の関係性を、屋外での現場Aの結果と比較したものを図-6に示す。箱桁内では屋外と比較して通信強度の低下が早く、通信距離が200 mの位置では、箱桁内の通信強度の方が約40%低下していた。これは箱桁内であることから、無線通信の伝播領域であるフレネルゾーンが十分に確保できないことが原因と考えられる。

4. 総論

LPWA通信について、高速道路でのモニタリングへの適用性を検証した。結果、長距離(2km程度)や高低差のある個所でも安定した通信が確認でき、長大のり面等では有利になると考えられる。また、機器配置の設計においては、降雨の影響(-20 dBm程度低下)や閉鎖空間の影響(約40%低下)を考慮する必要があることを知見として得た。この結果は、現状の通信不良改善や、機器配置見直しによるコストダウンの検討に活用できる。今後も構造物常時モニタリングの取り組みを継続し、道路管理業務の効率化・高度化を図りたい。

参考文献

- 1) 櫻谷ら：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，P48-49，2017年1月。
- 2) 前原ら：新名神高速道路における大阪府北部地震時のモニタリング結果の考察，2019年土木学会年次学術講演会

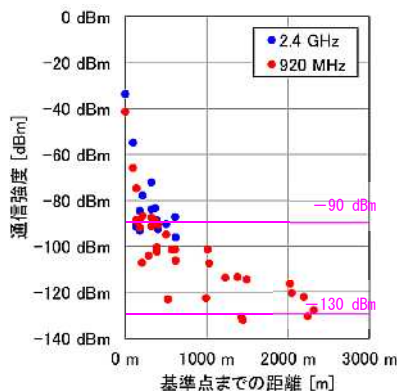


図-3 通信距離と通信強度の関係

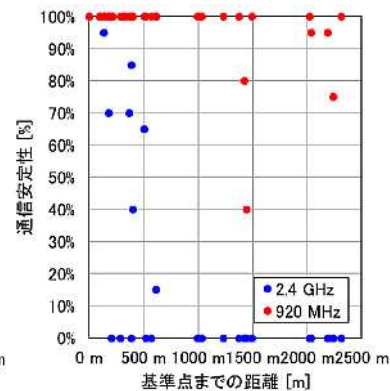


図-4 通信距離と通信安定性の関係

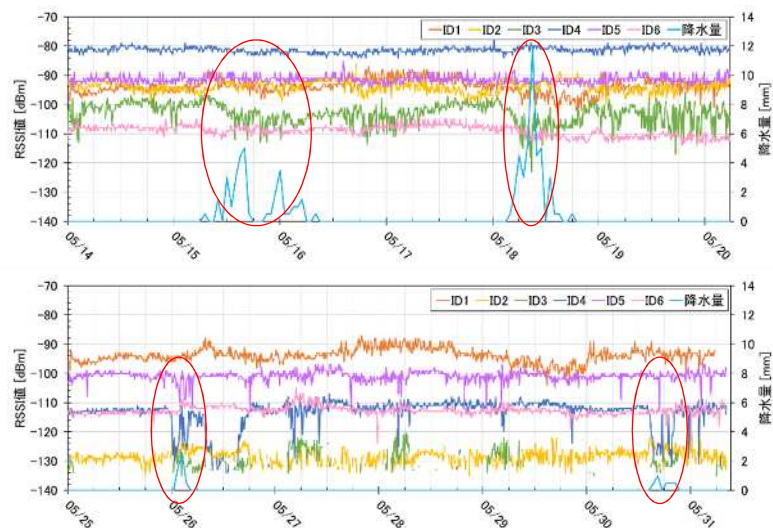


図-5 RSSI値の経時変化(上：計測期間1回目，下：計測期間2回目)

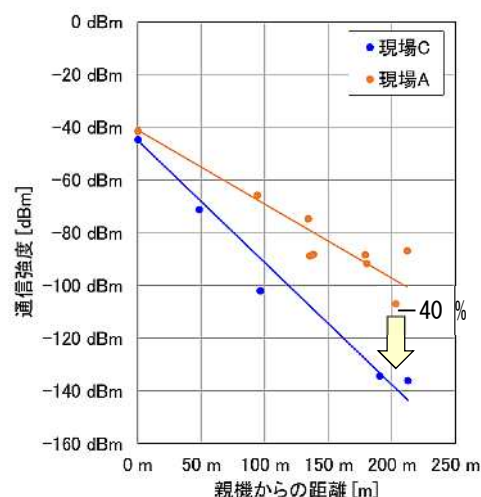


図-6 通信距離と強度の関係