

LPWA を利用した簡易橋梁モニタリングシステムの一検討

京橋ブリッジ（株） 正会員 ○公門 和樹

1. はじめに

橋梁をはじめとする社会インフラを取り巻く環境は、労働人口の減少、インフラの高経年化に伴う損傷の進行、災害の頻度・規模の増大といった種々の課題に直面し、安全性や利便性を確保していくために今後一層のメンテナンスの高度化が求められている。その方策の一つとして遠隔モニタリングの普及活用が挙げられる。従来、橋梁の遠隔モニタリングは、重要路線の特別な橋梁や、桁衝撃や落石など交通の安全性に直接影響する異常検知に対象が限られていた。その主な理由として通信等のコストが高かったことが挙げられる。

LPWA (Low Power Wide Area) は省電力で広域をカバーする無線通信ネットワークの総称である。LPWA は従来の無線通信と比較して速度や容量は小さいものの、料金が安価で機器が省電力という特徴がある。この LPWA と様々なセンサーを活用することで簡易な橋梁モニタリングシステムを低コストで構築できると考えている。

ここでは、橋梁の疲労損傷度のモニタリングと地震や桁衝撃の被災状況モニタリングに着目し、通信に LPWA を利用した簡易モニタリングシステムを試作し適用性について検討した。

2. LPWA 及び試作に用いたデータ収録・通信機器の概要

図 1 は LPWA と既存の通信技術の比較の模式図である。また表 1 は代表的な LPWA 規格の比較である。ここではその中から国内において比較的商用化が早かった Sigfox に着目した。図 2 は Sigfox の概要である。Sigfox の通信料金は年間で 100 円程度と従来の無線通信と比較して安価である。Sigfox は、端末からの送信データは 1 回 12 バイト、1 日 140 回という制約がある。つまり Sigfox は動的データを常時モニタリングするような用途は向かないが、定期的なデータ収集やイベント発生時の通知といった用途には適している。

今回モニタリングシステムの試作にあたりデータ収録用マイコンと通信機器は、安価で入手が容易な汎用マイコン「Arduino UNO」と、Arduino 用の拡張ボード「Sigfox Shield for Arduino」を使用した。

表 1 代表的な LPWA 規格¹⁾

システム	新たな無線通信システム		携帯電話システムベース	
	Sigfox	LoRa	eMTC	NB-IoT
推進団体	Sigfox(仏)	LoRa Alliance(米)	3GPP	3GPP
通信速度	上り：100bps 下り：600bps	上り／下り 250bps～50kbps程度	上り／下り 300kbs～1Mbps	上り：62kbps 下り：21kbps
カバレッジ拡張	数km～数十km	数km～十数km	数km～十数km	数km～十数km

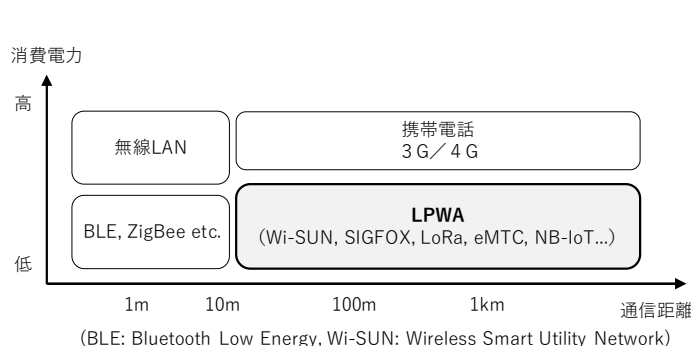


図 1 LPWA と既存通信の比較の模式図¹⁾



図 2 Sigfox 通信を利用したモニタリングの概要

Key Words : LPWA, Sigfox, モニタリング, 疲労, 衝撃, 地震

連絡先：〒536-0014 大阪市城東区鳴野西 2-2-21 電話:06-6961-6173 E-mail: komon@kyobashi.net

3. 簡易モニタリングシステムの試作

(1) 疲労損傷度モニタリングシステム

写真1は疲労損傷度モニタリングシステムに使用する疲労センサーである。センサーは橋梁部材に貼付されると応力履歴に応じてセンサー内の亀裂が進展していく。つまりセンサーの亀裂進展量が部材の疲労損傷度と対応する。センサーの亀裂進展量はクラックゲージの抵抗変化として収録される。図3は疲労損傷度モニタリングシステムのブロック図である。平成31年3月時点で実橋試験準備中である。

(2) 地震・桁衝撃時の被災状況モニタリングシステム

写真2は試作した地震・桁衝撃時の被災状況モニタリングシステムを、桁を模した梁へ設置した状況である。地震や桁衝撃で振動を受けると、写真3の感震スイッチが「オン」になり、マイコンが赤外線変位センサーで支点ずれを計測、Sigfox サーバへデータを送信する。データはSigfox クラウド上で確認できるほか、クラウドからメール配信され関係箇所へ伝達される。試作機は地震や桁衝撃を検知して動作を開始するシステムとしており、10年程度（電池の耐用年数程度）の長期の運用が可能であると考えている。今後実橋等で信頼性、耐久性を確認していく予定である。なお数年毎に電池交換が可能であれば、感震スイッチを異常発生時のトリガとしつつ、通常時は15分毎に支点変位を送信するシステムとすることも可能である。

4. まとめ

橋梁では、道路は5年毎の定期点検、鉄道は2年毎の全般検査という目視による「モニタリング」が行われている。ほとんどの橋梁はこの目視による定期的モニタリングで安全性は担保できる。ここでは疲労損傷度を可視化する疲労損傷度モニタリングシステムと、地震や桁衝撃時の被災状況モニタリングシステムを試作した。今回の試作の結果から、Sigfox は統計的データを定期的に収集したり、異常時にそのイベント発生を通知したりするような用途に適していることを確認した。今後 LPWA は様々な用途への適用が期待されるが、点検や検査を補完し、安全性や利便性を高めるシステム開発を行いたいと考えている。

なお疲労損傷度モニタリングシステムは「NP0 橋守支援センター」の取組の一環として試作している。



写真1 疲労センサー

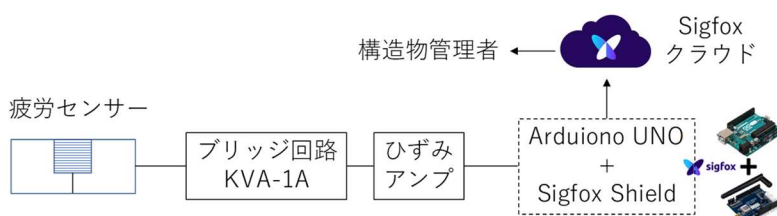


図3 疲労損傷度モニタリングシステムのブロック図

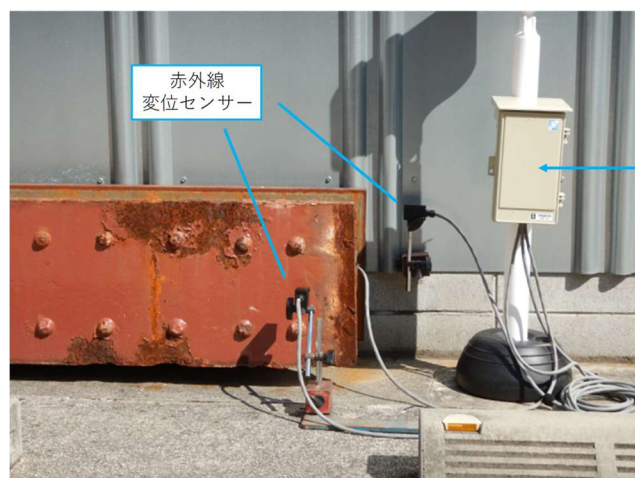


写真2 被災状況モニタリングシステム試行の様子

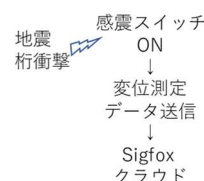


写真3 感震スイッチ

参考文献 1) 総務省：LPWA に関する無線システムの動向について（平成31年2月閲覧）