

人的負担軽減を目的とした LPWA 通信技術を用いた陸閘遠隔監視システムの開発

(一財)沿岸技術研究センター 正会員 ○遠藤 敏雄、正会員 山本 浩之、正会員 下迫 健一郎、エルスピーナヴェインズ(株) 青谷 浩二、日本工営(株) 石川 紳二、辻 聡太、仲佐 旺子

1. はじめに(全国の既設陸閘の現状と課題)

高潮等による浸水被害を防止する陸閘ゲートは、手で扉体開閉を行う横引き式の設置が多く、地元消防団等を開閉作業を委託し、施設管理者への報告により運用してきた。近年人的資源が減少し、手動式小型陸閘の開閉状態の確認は従来方式の運用が困難となっており、開閉状態を確認可能な IoT、ICT の活用が望まれている。近年一般化している LPWA(Low Power Wide Area)通信は、通信速度は遅いがバッテリー消費量が少なく 1 つの基地局で広範囲なエリアをカバーできる特徴を持っている。本研究は、IoT、ICT の活用による人的負担軽減を目的に小規模陸閘を対象に LPWA 通信を用いた遠隔監視システムの開発を行ったものである。

2. 都市部における LPWA 通信の実証実験

2. 1. 実験方法

都市部の実験(図 1)では、横引き式陸閘を対象に磁気式センサと図 2 に示すネットワーク用通信モジュール、バッテリー、センサ分配回路、アンテナ内蔵開閉検知デバイスおよび開閉状態をブラウザで確認する Web システムの開発を行った。実験では消費電力の計測による電池寿命の推計も行った。LPWA 通信方式は冗長性を考慮し専用のゲートウェイ(中継局)を必要とする LoRaWAN と携帯電話の周波数帯を利用する Cat.M1 を用いた。LoRaWAN は、自営でゲートウェイを設置し、通信網を構築でき、端末毎の通信コストは発生しない。Cat.M1 は、携帯キャリア網を利用することから端末の設置だけで良いが、月々の通信コストが発生する。

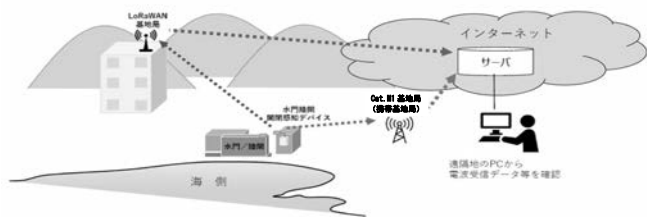


図1 対象陸閘(神戸市所有)と通信実験全体模式図

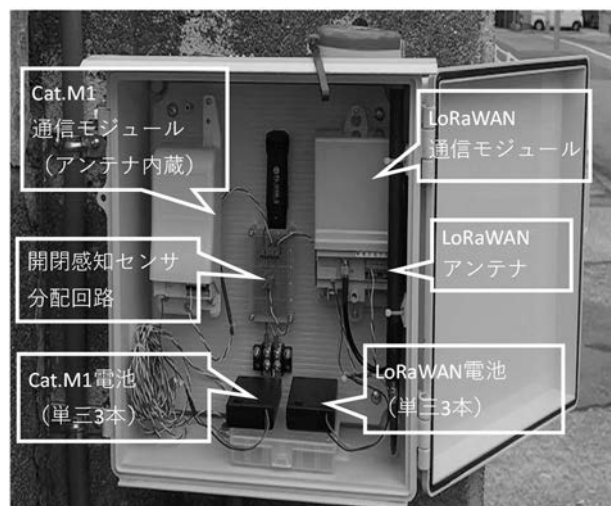


図2 LoRaWANおよびCat.M1による同時発信

2. 2. 実験結果

2019 年度に実施した都市部における実証実験では、電波受信強度である RSSI 基準値を LoRaWAN、Cat.M1 とともに下回ったことは無く、通信成功率は、LoRaWAN、Cat.M1 とともにほぼ 100%であった。通信モジュールに実装した再送信機能が有効であったと考えられる。なお LoRaWAN、Cat.M1 とともに降水量や風速等の気象条件が電波伝搬へ与える影響は見られなかった。また、ビル等建築物による通信障害があることから、受信デバイスを搭載した自動車を移動させた通信距離の検証実験も行った。通信距離は、ビル等の障害物があっても LoRaWAN は約 1.5km 程度の範囲で安定して通信可能であることを確認した。Cat.M1 はゲートウェイ(LTE 基地局)の位置が不明なため検証できなかった。更に乾電池の電池寿命は電力消費量から、LoRaWAN が約 140 日、Cat.M1 が約 70 日と試算した。

3. 離島における LPWA 通信の実証実験

3. 1. 実験方法

離島においても都市部同様に LoRaWAN と Cat.M1 の実験を行った。LoRaWAN は、小型の汎用型ゲートウェイ(中継局)を設置して実験を実施した。Cat.M1 は、

キーワード LPWA 通信、陸閘、遠隔監視、全閉検知センサ、LoRaWAN、Cat.M1

連絡先 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-14-2 新橋エス・ワイビル

(一財) 沿岸技術センター TEL03-6257-3702

離島であるため携帯電話のサービス範囲により通信成功率に不安があったことから検証を実施した。対象陸間は横引き式とスイング式とした。離島における実験では、施設管理者の要望により簡易に機器を設置し陸間の締付金物を締め付けた状態を全閉として検知するセンサの開発が求められた。このため、磁気式に加え、横引き式陸間を対象にリミットスイッチ式および電導性ゴム式圧着センサを開発した(図3)。スイング式陸間には都市部における実験と同じ磁気式センサを設置した(図4)。磁気式センサは磁石の近接をセンサが検知し、通信モジュールから信号を送る仕組みになっている。

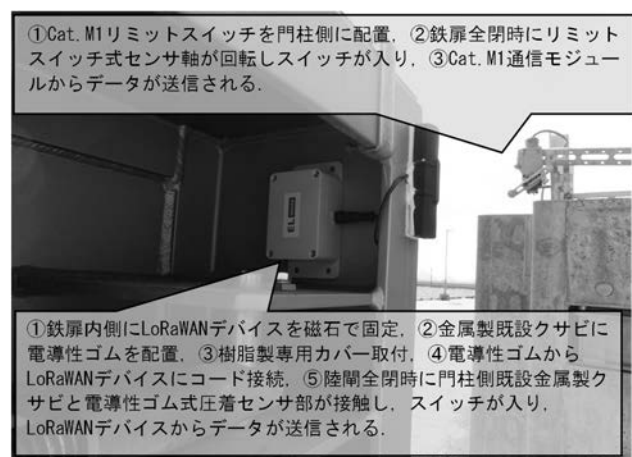


図3 横引き式全閉時 LoRaWAN 用電導性ゴム式圧着センサおよび Cat.M1 用リミットスイッチ設置

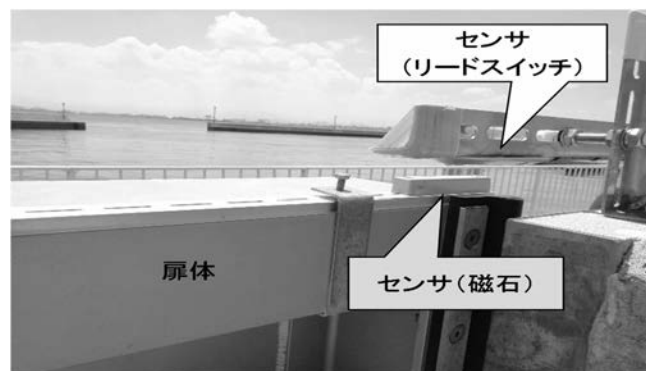


図4 スイング式全閉時 Cat.M1 用磁気式センサ設置

3. 2. 実験結果

2020~2022 年度の離島での実験において、通信成功率は、LoRaWAN および Cat.M1 とともにほぼ 100%であることを確認し、通信モジュールに設けた再送信機能は、離島でも有効であることを確認した。電池寿命については、機器仕様を改善し、電池電圧から LoRaWAN が約 51 ヶ月、Cat.M1 が約 14 ヶ月と試算できた。離島の電池寿命が前述した都市部より長くなった理由は、バッテリーに単一電池や塩化チオニルリチウム電池を使用

し電池容量が大きくなったことが考えられる。

4. コストと社会実装(海岸保全施設への活用)

例えば瀬戸内海には 727 の離島が存在し、多数の手動式小型陸間が立地している。手動式小型陸間は、日々小型フェリーを利用した通勤・通学や生活必需品の供給に利用されている。これらの陸間は高潮来襲前に全閉され浸水防止機能が求められる。防災担当者は、全閉を消防団等から報告も受けるが、閉め忘れや報告漏れもあることから、船舶を使用した渡島を行い確認せざるを得ない場合がある。そこで図-3 に示したような遠隔監視システムのコンパクト化・長寿命化は、設備投資の低減による便益を発現する。すなわち IoT, ICT の活用による人的負担軽減効果が期待できる。

5. まとめ

一般的に国内の各自治体の施設管理者は、地域の特性に応じて 50~250 基程度の小規模な陸間を管理しているケースが多く、人的資源の減少は、災害対応の中心的役割を担う行政側にも及んでいる。このような防災体制の現状を踏まえると、小規模な陸間開閉状態を確認できる IoT, ICT の活用は有効的と考えられる。

都市部における実証実験では、LPWA 通信の安定性を確認した。通信成功率は、2 基の横引き式陸間を用いて、LoRaWAN および Cat.M1 とともにほぼ 100%であることを確認した。再送信機能が有効であり、風雨や温湿等の気象条件が電波伝搬へ与える影響は見られなかった。

離島における通信成功率も、同様に 2 基の陸間において LoRaWAN および Cat.M1 とともにほぼ 100%であった。横引き式小型陸間を対象に締付金物を締め付けた状態を検知する 2 種類のセンサ（リミットスイッチ、電導性ゴム式圧着センサ）は、施設管理者の要望に応じ、対応できる選択肢を広げた。

このように陸間遠隔監視システム整備の投資に対する人的負担軽減効果は明らかと考えられる。したがって手動式小型陸間への IoT, ICT を用いた遠隔監視システムは、潜在的な展開の可能性を有している。

加えて LPWA 通信システムにおける情報インフラは、過疎地等においてハンディタイプのスイッチに替えることで「高齢者医療見守りシステム（仮称）」等、多目的に活用することで災害時だけではなく、平時も含め人的負担軽減効果が更に大きくなると考えられる。