

マンホール内情報収集システムの開発

マンホールに入孔することなく情報収集

Development of a system to measure displacement of surf-riding cable in manhole using LPWA Measuring displacement of surf-riding cables without entering manhole

(送变电技術センター 技術G)

(Technical Section, Transmission Engineering Center)

管路に布設されたケーブルは、通行車両の影響を受けて移動する（波乗り）異常が報告されている。このケーブルの移動量を把握するため、マンホールの定期点検以外にも周期的にマンホール内に入孔する必要がある。

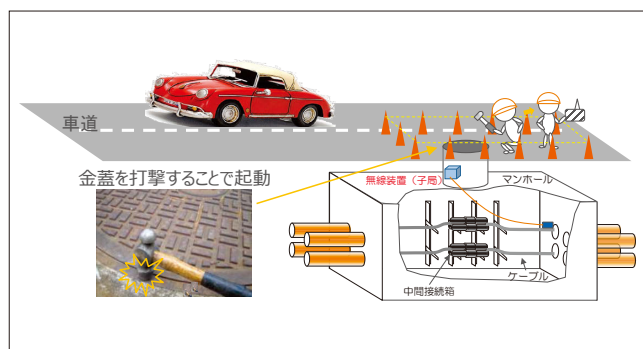
Cables are laid in ducts which are buried under the road. Some of them have a surf-riding phenomenon which is a movement due to vibrations caused by vehicles passing on the road. To measure the displacement of surf-riding cables, inspectors need to enter manholes frequently. Thus, we developed a system to monitor cables in a manhole without entering it, but this system had some problems, and it was not installed. LPWA technology has been making progress rapidly, and we used it to reattempt the development of a system to monitor surf-riding.

2006年にマンホール内情報収集システムを開発したが、安全面と防水面の課題が残り本格的な実用化に至らなかった。今回、近年の新しい技術を取り入れることで、システムの再開発を行った。

1 背景

従来システムの無線装置は、消費電力を抑制するため、金蓋を打撃することで、通信装置の起動させる方式であった。このため打撃する際に道路上に占用帯の設置が必要となるなど、作業員の安全確保が課題であった。また、子局内に水分が侵入し、無線装置に不具合が発生することも課題となり、本格的な実用化に至っていなかった。

これら課題に対して、近年技術発展が著しいLPWA技術と、実績のある防水コンパウンドを採用することで、マンホール内情報収集システムの再開発を行った。



第1図 従来システムの概要

2 装置仕様

通信規格や伝送周波数について机上検討し、伝搬距離の優れているLPWA仕様とした。LPWA仕様の中から、当社の電子通信部が全社的なデータ通信用のIoT規格として検討を進めているLoRa (920MHz) と、下水道マンホール用としてメーカー検証実績のあるFSK (429MHz) の2種類を選定して試作機を製作し、実証試験することとした。LoRaとFSKの装置の比較を第1表に示す。

第1表 無線装置仕様

項目	LoRa	FSK
周波数帯域	920MHz	420MHz
送信出力	20mW以下	10mW以下
消費電力	受信時	7.5mA
	送信時	50mA
使用環境温度	0 ~ 40℃	

3 性能検証

(1) 試作機製作 (子局)

仕様検討結果を基に試作機を製作した。製作した試作機を第2図 (LoRa)、第3図 (FSK) に示す。マンホール内に設置する子局には防水対策として、別のマンホール内機器で当社において実績のある防湿絶縁用コンパウンドを充填した。



第2図 LoRa試作機(左：子局、右：親局)



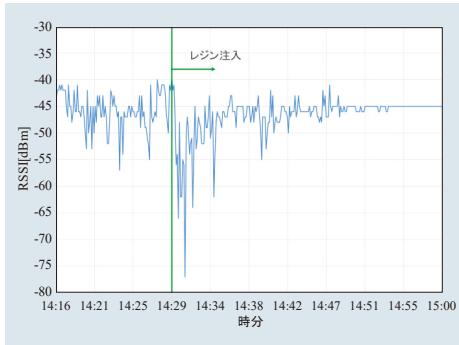
第3図 FSK試作機(左：子局、右：親局)

(2) 防湿絶縁用コンパウンドの充填による影響検証

防湿絶縁用コンパウンドの充填前後の電波強度の変化を検証した。検証結果を第4図に示す。図中のRSSI (Received Signal Strength Indication) は親局での受信電波強度をdBm値に計算したものであり、920MHzでは-120dBmまでは通信を確保することができる。

検証結果より、充填直後は作業の影響などで電波強度の

変動が見られるものの、その後-45dBm程度で安定し、防湿絶縁用コンパウンドの充填による電波強度への影響がないことを確認した。

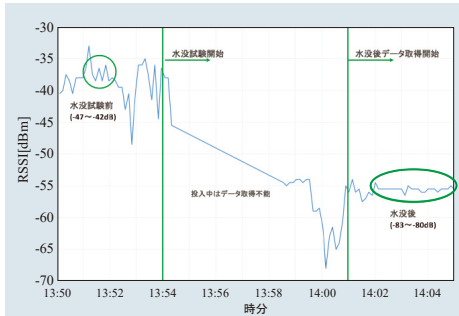


第4図 レジン充填による電波強度検証結果 (LoRaの場合)

(3) 水没状態での検証

子局はマンホールの留水により水没する可能性があるため、1m水没した状態における電波強度を確認した。検証結果より、1m水没させた状態では電波強度が-33dBm～-41dBm低下することを確認した(第5図)。

本検証結果より、子局は可能な限りマンホール上部(首部)に設置し、水没を避けることが必要であることを確認した。



第5図 水没検証試験結果

4 現場検証

(1) 伝搬距離の検証

金蓋を閉めた状態における各試作機の伝搬距離を検証するため、変電所内のマンホール内に子局を設置し、親局を地面に置いて、各距離におけるRSSIを測定した(第6図)。

その結果、LoRaは40mまで受信可能であったのに対し、FSKは5mにて受信できなくなった(第2表)。これは、LoRaの方がFSKより、信号強度やSN比・感度が優れているためと考えられる。

(2) 長期安定性の検証

開発したシステムの長期安定性を確認するため、金蓋から直線距離で約18m離れた建屋内に親局を設置し、子局から2分間隔で送信されるデータを約100日間に亘り



第6図 伝搬距離検証試験

第2表 伝搬距離検証結果

距離	RSSI [dBm]	
	LoRa	FSK
1m	-80	-71
5m	-105	受信不可
40m	-113	受信不可
50m	受信不可	受信不可

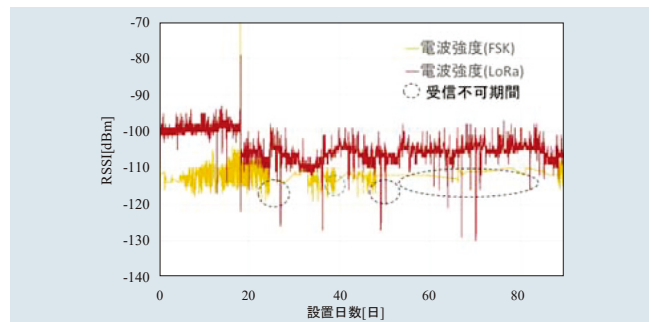
取得した(第7図)。

測定結果(第8図)より、LoRaは安定して受信できているのに対し、FSKは受信できていない期間が約半分あり、受信が不安定であることを確認した。これは、遮蔽物の透過特性が周波数の大きいLoRaの方が優れているためと考えられる。



第7図 長期安定性の検証試験

以上の検証の結果、LoRaの方がFSKよりも伝搬距離が長く、安定して通信できることを確認した。



第8図 長期安定性の検証結果

5 まとめ

今回開発したLoRaの無線装置を用いることで、安定してマンホール内保守情報を収集できることを確認した。今後、本研究成果を活用し、ケーブル移動量などマンホール内の必要情報を取得し、保守業務の効率化を図っていく。



執筆者/渡邊臣人