

中継用無線センサを用いた長距離計測データ伝送に関する検討

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員○平田 亮 正会員 津野 究
九州旅客鉄道(株) 正会員 角 雄一郎 水落 勝美
(株) ジェイアール総研情報システム 正会員 蒲地 秀矢

1. はじめに

これまで、無線センサを活用した鉄道トンネルの変状監視手法を開発し¹⁾、現地試験により実現場への適用性を確認してきた²⁾。鉄道トンネルは一般的に延長方向に長い構造物であり、計測データを伝送する距離が長くなる傾向にあるが、上記手法でデータ伝送可能な距離は限られており、データを中継する技術が必要不可欠となる。そこで、計測データを中継する方法を開発し、実現場への適用性を確認したので報告する。

2. 中継用無線センサ

本研究では、 π 型のひび割れ幅計を無線センサ子機(幅 10cm, 奥行き 10cm, 高さ 3.5cm の防水・防塵容器に格納)に接続し、子機から親機まで Zigbee 規格の無線でひび割れ幅の計測データを伝送している。子機は、単三型リチウム 1 次電池で駆動させ、温度計を内蔵して温度および電池電圧のデータも同時に伝送している。本研究のように Zigbee 規

格の無線を用いた場合、図-1(a)のように無線センサがデータの中継を行い、ネットワークを築くことができる。一方、このようなネットワークを構築した場合、ネットワークを保持するためにセンサの電源を常時 ON にしておく必要があり、中継しない場合より電池交換の頻度が多くなる。また、データを長距離伝送するためには、計測不要な箇所にも莫大な数のセンサを設置する必要が出てくる。そこで、図-1(b)のように、データの中継のみを行う中継用無線センサを開発し、計測箇所から坑口までは中継用無線センサを用いてデータを伝送する方式を採用した。

中継用無線センサの外観を図-2 に示す。中継用無線センサも、子機と同様に幅 10cm, 奥行き 10cm, 高さ 3.5cm の防水・防塵容器に格納し、温度計を内蔵させて温度および電池電圧のデータを送信するようにした。

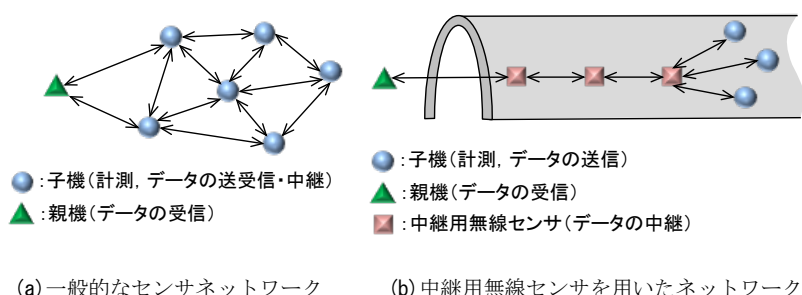


図-1 無線センサのデータ送信の概念図

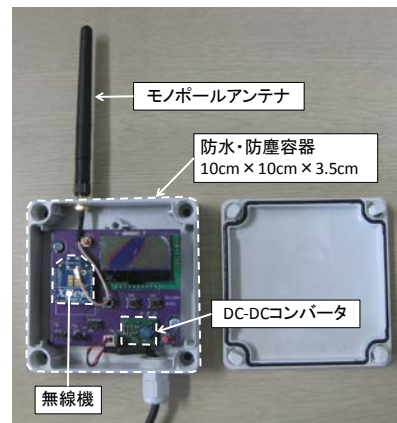


図-2 中継用無線センサ

3. 現地試験

中継用無線センサの実現場への適用性の確認するために、供用中の鉄道トンネル(単線)において現地試験を行った。試験では、図-3 のように 5 台の中継用無線センサをトンネル内の側壁(高さ 1.6m)におおむね 80m 間隔で設置し、親機をトンネル外の坑口から 137m の位置に設置して、USB ケーブルを用いてデータ収録用のパソコンと接続した。親機から中継機⑤までの距離は 442m である。また、 π 型のひび割れ幅計と子機をトンネル内の 4 箇所に設置した。現地の設置状況を図-4 に示す。子機からは、ひび割れ幅、温度および電池電圧のデータを、中継用無線センサからは温度および電池電圧のデータを、おおむね 5 分間隔で親機まで伝送した。なお、中継用無線センサは、単一型アルカリ電池を 44 本用いている。

キーワード トンネル, 変状監視, 中継用無線センサ, 長距離データ伝送, 現地試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL042-573-7266

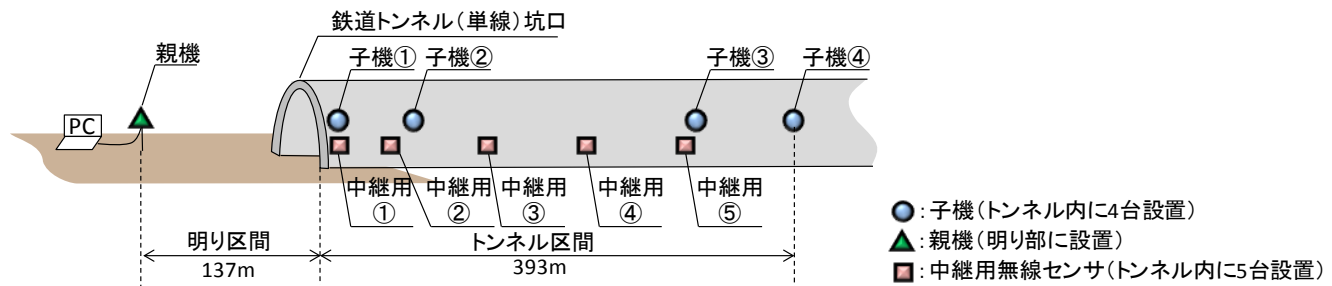


図-3 現地試験の概要

計測結果のうち、子機③および中継用無線センサ⑤のデータを図-5に示す。計測期間中に顕著なひび割れ幅の変化は確認されなかったが、図-5(a)のように温度が低下するのに合わせてひび割れ幅が若干拡大する傾向が確認された。計測期間中は問題なくデータが取得できており、供用中の鉄道トンネルにおいて、中継用無線センサを用いて計測データを長距離伝送できることが確認できた。

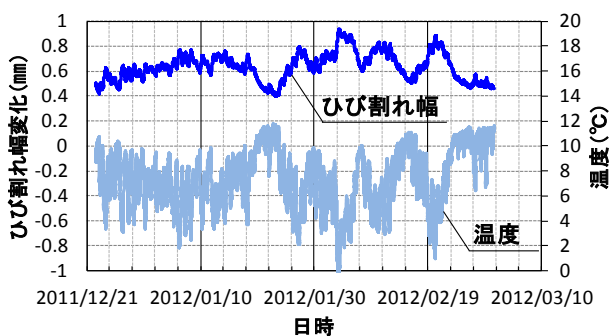


(a) 子機の設置状況

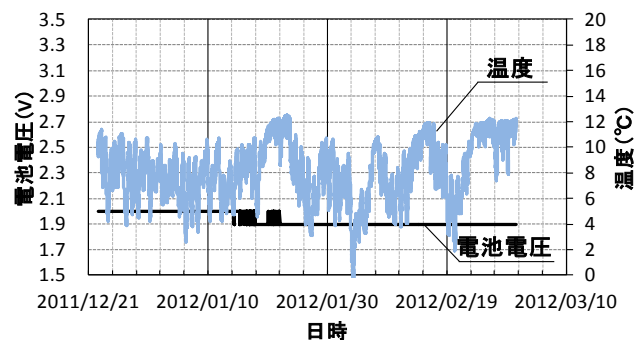


(b) 中継用無線センサの設置状況

図-4 無線センサの設置状況



(a) 子機③ (坑口から 324m) のデータ



(b) 中継用無線センサ⑤ (坑口から 305m) のデータ

図-5 計測データの例

4. おわりに

本研究では、トンネル内で計測データを長距離伝送する技術を開発し、現地試験により実現場への適用性を確認することができた。無線センサを用いた手法は、これまで自動計測においてネックになっていた配線作業やコストに関する課題の解決方法の1つとして考えており、今後のトンネル維持管理に資することができれば幸いである。

参考文献

- 1) 津野究, 蒲地秀矢, 中西祐介, 仲山貴司: 無線センサを活用したトンネル変状監視システムの開発, トンネル工学報告集, Vol.19, pp.245-249, 2009.
- 2) 舟橋孝仁, 津野究, 蒲地秀矢, 伊藤富英, 福司淳一, 中西祐介: 無線センサを活用したトンネル変状監視システムの実トンネルへの適用, 第65回年次学術講演会講演概要集, VI-449, 2010.