

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

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○舟橋 孝仁* 津野 究*
 (株)ジェイアール総研情報システム 正会員 蒲地 秀矢**
 JR北海道(株) 伊藤 富英*** 正会員 福司 淳一*** 中西 祐介****

1. はじめに

鉄道トンネルの変状監視において、計測機器で得られた計測データを無線センサで転送することにより、データ収集にかかる手間を大幅に低下させることを目的としたトンネル変状監視システムを開発した。これまでに、小型、軽量かつ省電力の無線センサを作製し、性能確認試験によりトンネルへの無線センサの適用性を確認した¹⁾。今回、実際に供用している鉄道単線トンネル（非電化）にひび割れ幅計および無線センサを取り付けて長期間計測を行ない、長期稼働性および耐久性を確認したので報告する。

2. 計測概要

鉄道トンネル（単線・非電化）に、親機（コーディネータ）1台および子機（エンドデバイス）3台の計4台の無線センサを設置した。計測概要を図-1に示す。子機は、坑口付近（測点①）、坑口から15m（測点②）および坑口から87m（測点③）にあるひび割れに設置し、パイ型のひずみ式ひび割れ計を接続しひび割れ幅の経時計測を行なった。また、子機には温度センサも内蔵させ、ひび割れ幅データと同時に温度経時データも収録した。使用した電池は、単3型の塩化チオニルリチウム電池4本を用いた。一方、親機は、坑口付近に設置し、坑外の小屋に設置したパソコンと親機をUSBケーブルで接続して計測データを収録した。データ収録間隔は、測点①では10分、測点②および③では1分とした。なお、親機および子機は、電池を含めて縦10cm、横10cm、高さ3.5cmの防水・防塵容器に格納し、アンカーによりトンネル覆工に取り付けた。親機の設置状況を図-2に、子機の設置状況を図-3に示す。

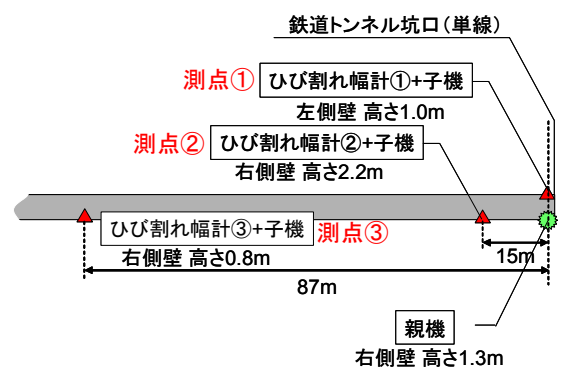


図-1 計測概要

3. 計測結果

計測により得られた温度およびひび割れ幅の経時変化を図-4に示す。ここで、ひび割れ幅の変化は、計測



図-2 親機設置状況



図-3 ひび割れ幅計および子機設置状況

キーワード トンネル, 変状監視, 無線センサ, リアルタイム, 現地試験, ひび割れ幅

* 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

Tel.042-573-7266 Fax.042-573-7248

** 〒185-8540 東京都国立市北 1-7-23

Tel.042-580-6682 Fax.042-580-6683

*** 〒063-0802 北海道札幌市西区二十四軒 2条 1-13-4

Tel.011-633-5601 Fax.011-633-5601

**** 〒060-8644 北海道札幌市中央区北 11条西 15-1-1

Tel.011-700-5768 Fax.011-700-5769

開始時点(0 (規準))とし、ひび割れが拡大した場合にマイナスになるよう図示している。図-4は、測点①および測点②で計測開始から約5ヶ月間の結果を示しているが、この期間データの欠落も無く、実際に供用している鉄道トンネルでも良好にデータが取得できることが確認できた。

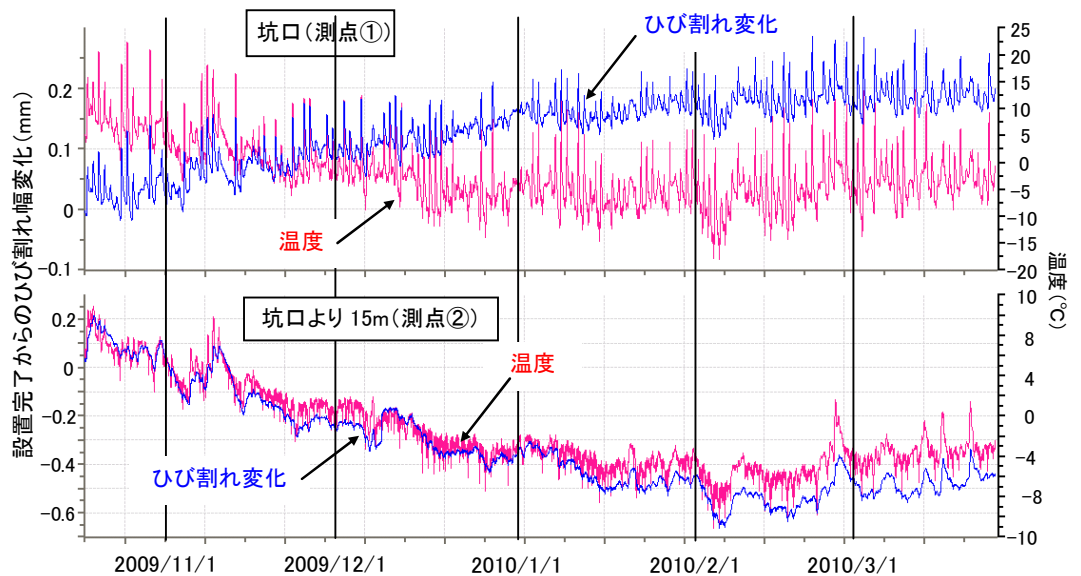


図-4 測点①および測点②におけるひび割れ幅と温度変化の経時変化

温度変化に着目すると、坑口付近(測点①)では、温度の日変化が顕著であり15℃程度ある日も見受けられ、2月初旬には最低気温(時間平均)が-18℃程度まで低下している。このような状況下においても計測データが問題なく取得できることを確認した。一方、坑口から15mの位置(測点②)では、日変化が6℃程度であり、坑口付近と比較して、温度変化が小さいことを把握した。

ひび割れ幅の変化をみると、坑口付近(測点①)では、温度の日変化に合わせてひび割れ幅が±0.1mm以下のオーダーで拡大・縮小し、温度上昇とともにひび割れ幅が小さくなる(プラス方向になる)傾向がみられる。一方、坑口から15mの位置(測点②)では、測点①に比べ、温度変化も小さいことから、ひび割れ幅の日変化も小さかった。

測点②では、3Dゲージによるひび割れ幅の手動計測も同時に実施した。図-5に無線センサと手動計測のひび割れ幅の変化の比較を示す。これにより、無線センサによる計測結果は、3Dゲージによるひび割れ幅の手動計測と概ね対応しており、無線計測システムにより得られた計測データは妥当なものであることを把握した。

以上のことから、今回設置した無線センサは、温度変化が大きく耐寒性を必要とする実際の鉄道トンネルにおいても十分に適用できることを確認した。

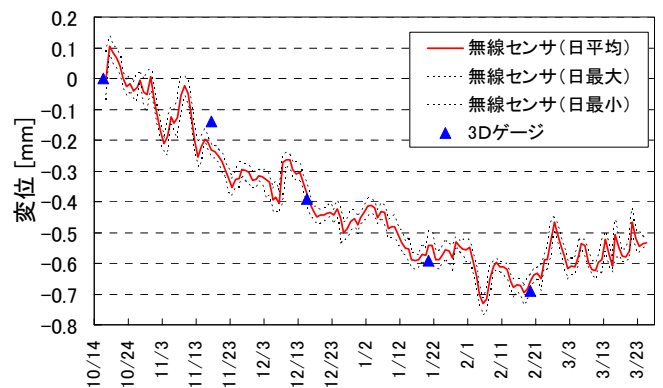


図-5 測点②における無線センサと手動計測の比較

4. おわりに

無線センサを活用したトンネル変状監視システムを実際の鉄道トンネル(単線・非電化)に適用し、現地計測を行った。以下に得られた知見を示す。

- 1) 供用中の鉄道トンネルでも、5ヶ月以上、リアルタイムでデータ伝送できることを確認した。
- 2) 温度変化が大きく耐寒性が必要とされるような実際の鉄道トンネルにおいても適用できることを確認した。
- 3) 無線センサによる計測結果は、手動計測結果に概ね対応しており、無線センサによる計測の妥当性を確認した。

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