

無線センサを用いたトンネル変状監視のためのデータ中継技術に関する検討

(株)ジェイアール総研情報システム 正会員 ○蒲地 秀矢*

(公財)鉄道総合技術研究所

正会員

津野

究

舟橋 孝仁**

1. はじめに

筆者らは、無線センサを活用した鉄道トンネルの変状監視手法の実用化について検討してきた¹⁾。本手法を用いることにより容易で安価にリアルタイム計測が可能となるが、これまでの検討では、測定データを無線で送信する子機とデータの収集を行う親機間の距離を約 100m で伝送試験を行ってきた。しかしながら、実際のトンネルを考えると、変状箇所はトンネル中間部に存在することも多く、このような箇所においても本手法を適用可能にする必要があると考えられる。

そこで、長い延長のトンネルにおいても本手法を適用可能にすることを目的とし、測定データの中継を行う中継機の試作を行い、アンテナの性能を確認するとともに試作中継装置の無線通信試験を行ったので報告する。

2. アンテナの指向性確認試験

無線センサ用中継機（ルータ）の試作にあたり、アンテナの指向性確認試験を行った。試験に用いたアンテナとして、親機はモノポールアンテナ、子機はホイップアンテナおよびチップアンテナの2種類を用いた。試験方法は、図-1に示すように、親機と子機の高さを地面から 1.5m に設置し、親機のアンテナは地面から直角方向に固定し、子機の各アンテナを3方向の軸（X 軸、Y 軸、Z 軸）ごとにそれぞれ回転させながら、アンテナの指向性を確認した。計測項目は、親機が受信した時の電波受信強度（RSSI）とした。

図-2に実験結果を示す。これより、親機に対する子機のアンテナの向きの違いにより電波受信強度に影響することがわかった。また、チップアンテナはホイップアンテナに比べ、アンテナ向きの影響を受けにくい、ホイップアンテナは指向性の条件によってはチップアンテナよりも良好な電波受信強度となることがわかった。

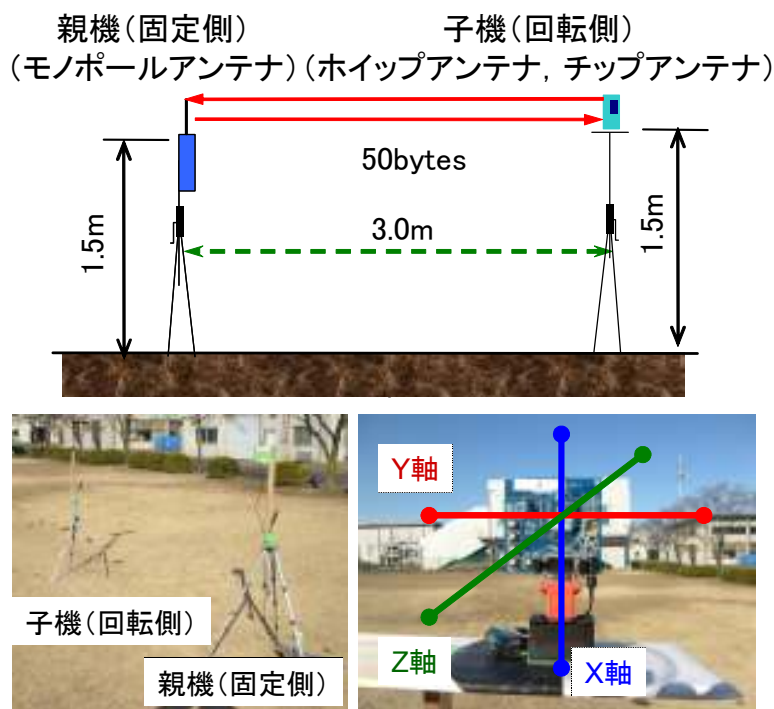
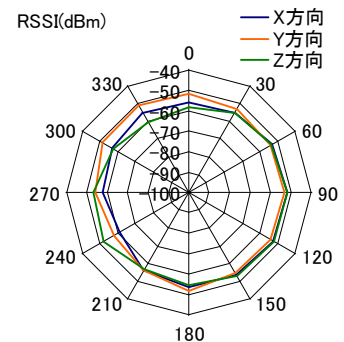
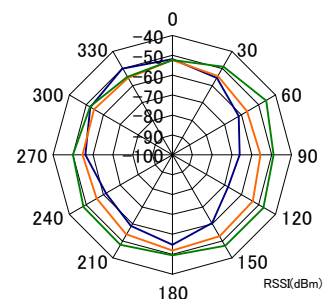


図-1 アンテナ指向性確認試験方法



子機チップアンテナ指向性確認試験



子機ホイップアンテナ指向性確認試験

図-2 実験結果

キーワード トンネル、変状監視、無線センサ、中継、通信試験

* 〒185-8540 東京都国立市北 1-7-23

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

** 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

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

3. アンテナ種別による通信距離確認試験

ここではアンテナ種別に対する通信距離の確認を行った。試験に使用したアンテナは、表-1 に示すように、モノポールアンテナとチップアンテナを用いた。試験方法は、親機と子機のアンテナは同じものを用いて行ない、親機を固定し子機を徐々に親機から遠ざけながら試験を行なった。試験は屋外で行い、子機から 50byte 長のパケットデータを 3 秒周期で 10 回送信し、親機側のデータ受信時の電波受信強度 (RSSI) とデータ品質 (データ欠損率) で評価を行った。図-2 に実験結果を示す。これより、アンテナ種別によりデータの伝送可能距離に大きな違いが確認できる。特にケース①では、親機・子機間の距離が 270m までデータ通信できることを確認した。また、その時のデータの欠損率も 0%であった。一方、チップアンテナでは、親機・子機間の距離が 130m まで通信でき、その時の欠損率は 90%であった。

4. 中継装置性能確認試験

写真-1 に試作した中継機を示す。試験に使用したアンテナは、試験フィールドの延長の制約から、チップアンテナを用いた。試験は、親機・子機間に、中継機を 2 台設置した。センサ間の距離は、表-2 に示すとおりとした。データの送受信方法は、親機から発信したデータを中継機を介して子機が受信し、子機が親機に向けデータを返信し親機がデータを受信するようにした。図-3 に試験結果を示す。これより、チップアンテナを用いて、親機・子機間を 300m (case3) とした場合でも電波受信強度が -90dBm 以上の良好試験結果が得られた。また、前章の結果を踏まえると、中継装置を用いることにより飛躍的にデータ伝送距離が伸びることを確認した。

5. まとめ

- 1) アンテナ設置向きは、アンテナの指向性により、電波受信強度に大きく影響することがわかった。
- 2) 無線通信距離は、アンテナ種別により大きく異なり、電波受信強度にも大きな違いがあることがわかった。
- 3) データ中継装置を用いることにより、データ伝送距離が飛躍的に伸びることが確認できた。
- 4) アンテナ向き、種別を考慮することにより、データ伝送距離をさらに延伸することができると考えられる。

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.

表-1 通信距離確認試験ケース

試験ケース	アンテナ種別
①	親機 (モノポール) 子機 (モノポール)
②	親機 (チップ) 子機 (チップ)

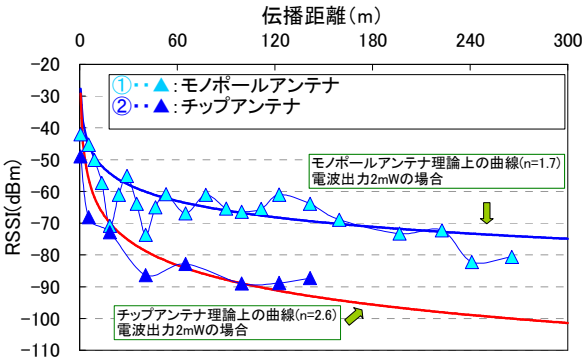


図-2 伝送距離と受信強度の関係



写真-1 試作中継装置その外観

表-2 中継装置確認試験ケース

	親機	中継機1	中継機2	子機
	距離			
	A	B	C	A+B+C
CASE1	80m	80m	80m	240m
CASE2	90m	90m	90m	270m
CASE3	100m	100m	100m	300m

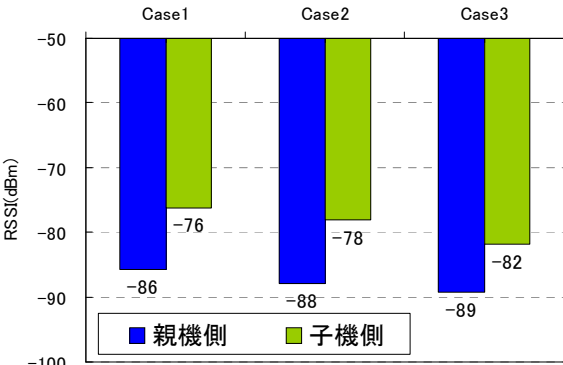


図-3 中継機 伝送距離と受信強度の関係