

(Ⅵ－14) シールドトンネルにおける「無線テレメータシステム」の多重伝送について

鉄建建設(株) 技術研究所 正会員 ○飯島 正和
鉄建建設(株) 技術研究所 正会員 山崎 多賀一
鉄建建設(株) 技術研究所 岩崎 次夫

1. まえがき

トンネルなどの地下空間では工事における坑内外の情報伝達手段として従来有線方式を使用していた。そのため、工事の進捗などによりケーブルの延長、盛替作業が必要となる。さらに、狭隘な空間での作業となるため、柔軟性に欠け施工に与える影響が問題となっていた。今回これらの課題を解決するSS無線を利用した無線テレメータシステム(MTS: Musen Telemeter System)の開発を行った。このシステムの開発は、トンネル坑内での無線通信技術を確認することにより、施工の省力化・情報化施工に資することを目的にしている。本文では、シールドトンネルで無線データ多重伝送実験を行いシステムの有効性を確認したので報告する。

2. 無線テレメータシステム

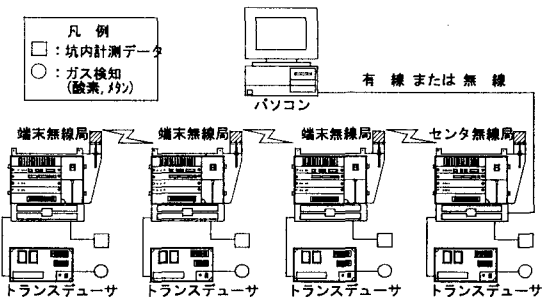
システムは、図－1に示すように複数の端末無線局と1台のセンタ無線局および事務所に設置したパソコンとで構成している。坑内の一定距離毎に設置された各無線局は、デジタル情報を順次リレー式中継し、伝送距離に応じて端末無線局が増設可能になっている。また、センタ無線局に収集された情報はリアルタイムに事務所のパソコンにて集中管理を行う。一方、パソコン側からは坑内の端末無線局に個別あるいは一斉に制御情報が送信可能となっている。システム仕様を表－1に示す。

システムの特徴を以下に示す。

- ①SS無線方式のためマルチパスフェージングなどの妨害に対して強い。
- ②時分割送信パケットリレー方式を採用しているため多チャンネルの大量のデータを収集し、送受信することができる。
- ③端末無線局を複数設置することにより長距離通信ができる。
- ④オーバーリーチ送受信であり、隣々接局との送受信も行っているため、回線障害を避けることができる。
- ⑤情報をリアルタイムに把握できるため作業などの指示が迅速に行える。

3. 実験概要

実験目的はトンネル坑内の各計測位置で計測された情報が順次リレー式中重伝送できることを確認することである。また、坑内設備からのマルチパスや雑音の影響、緊急時の連絡についても確認する。本システムを適用したトンネルは、内径 5.55m、R=400, 200, 150mの曲線を含む線形で、覆工はコンクリートセグメントを使用している。無線局の配置は、坑口にセンタ無線



図－1 システム構成

表－1 システム仕様

システム仕様	
収容端末無線局数	最大254台
通信方式	時分割送信パケットリレー
回線障害回避方式	オーバーリーチ送受信
機能	センサ情報収集・リモート制御・警報出力
無線機（端末局およびセンタ局）仕様	
センサ入力	デジタル・アナログ入力：最大64点
無線機	電波形式：スペクトラム拡散 周波数帯域：2479.0MHz or 2489.0MHz 送信電力：10mW/MHz・伝送速度：256Kbps
センタ局	データ処理装置との通信 端末局センサ情報収集 隣接無線局の異常検出・制御入力監視

線局を設置し、端末無線局はトンネル変曲点にそれぞれ設置した。パソコンは地上の事務所に設置し、センタ無線局から有線で情報の中継を行った。無線局の配置を図-2に示す。

4. 実験結果

(1) 各無線局間のエラー率の測定

センタ局を含め4局を同時に作動させパケットリレー方式で約1時間の連続送受信を行う。このときの各隣接局における送受信パケット数、受信エラー数などを求めた結果、エラー率は隣接局同士では0～7.9%であった(表-2参照)。なお、パケット方式により送られてきた制御信号は、正常に伝送されるまで再送される。

(2) ガス検知による警報

メタンガス濃度基準値を、第1次警報レベル(0.5VOL%)、第2次警報レベル(1.5VOL%)の2段階に設定し、事務所で警報およびガス濃度値の正常な動作確認をし。

(3) 耐ノイズ性の確認

坑内で稼働中の機械や高圧電流によるノイズの影響を調べるため無線局を高圧線、送配泥ポンプおよびシールドマシン後続設備近くにそれぞれ設置して、伝送実験を行ったが影響は見受けられなかった。

(4) 障害物の影響

セグメント台車通過時には部分的に電波が遮蔽されるが、発生エラーはほとんど無い(表-3参照)。

(5) 最大伝送距離

最大伝送可能距離を求めるため、坑口に設置したセンタ局を固定し、1台の端末無線局を移動させて2点間で伝送実験を行った。坑口からの距離550m(トンネル内径の100倍)の区間ではエラー率は0.03～3.24%の範囲内におさまっている。さらに距離を伸ばすとエラーが急激に増加し、590m付近では100%に達した。伝送距離とエラー率の関係を図-3に示す。

5. おわりに

今回の実験では、トンネル坑内に配置した各無線局により、複数のデータをリレー方式で多重通信が出来ることを確認した。また、トンネル坑内全域での無線通信を確立したことにより、計測情報のリアルタイムな設計へのフィードバック等の情報化施工に適用が可能となった。今後は、他工事での利用の拡大を図るつもりである。

【参考文献】 飯島、芝、山崎、田邊：トンネル坑内でのSS無線による画像・データ伝送システムについて
土木学会第50回年次学術講演会 VI-145 pp 290～291 平成7年 9月

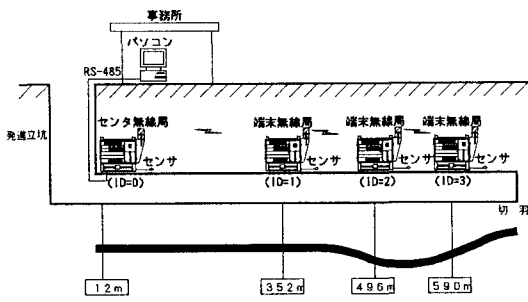


図-2 無線局の配置

表-2 各無線局間のエラー率

無線局誤り率(%)	無線局種別			
	ID=0	ID=1	ID=2	ID=3
センタ無線局(ID=0) 誤り率		4.1	12.3	99.9
端末無線局(ID=1) 誤り率	0.0		7.9	16.3
端末無線局(ID=2) 誤り率	12.4	0.0		4.2
端末無線局(ID=3) 誤り率	100.0	100.0	0.0	

表-3 セグメント台車通過時のエラー率

測定状況	セグメント台車無し(%)	セグメント台車通過時(%)
ID=0～1	0.00	0.00
ID=0～2	0.43	0.55

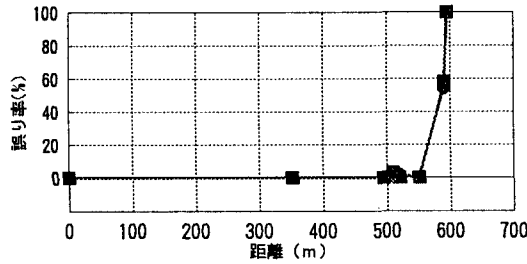


図-3 伝送距離とエラー率の関係