

## VI-145

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

|         |        |     |        |
|---------|--------|-----|--------|
| 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 | 芝 司朗   |
| 鉄建建設(株) | 技術研究所  | 正会員 | 山崎 多賀一 |
| 鉄建建設(株) | 夢の島作業所 |     | 田邊 邦泰  |

## 1. まえがき

現在のトンネル工事の現場は、大小様々な断面形状と施工の複雑化により、情報化施工技術の現場への普及が必要不可欠の重要な研究課題となっている。これを解決する課題の一つに坑内無線技術の利用がある。従来、トンネル坑内では無線通信が困難であるといわれていたが、今回、坑内で画像と計測データを同時に伝送できる「SS無線による画像・データ伝送システム」の開発を行った。本文では、このシステムを現場に適用し、トンネル坑内でも十分に適用できることを確認したので報告する。

## 2. システムの構成

システムは画像・計測部、通信部および受信部から構成されている。システム構成図を図-1に、使用機器一覧表を表-1に示す。トンネル坑内の画像と計測データはSS無線により伝送され、事務所に設置したディスプレイとパソコンに表示される。伝送間隔は表示する画面の大きさにより多少異なるが、1秒間に1画面の間隔で表示される。このシステムに使用しているSS無線機(スペクトラム拡散方式)は、信号の帯域幅を広い帯域に拡散変調させて送信するもので、耐ノイズ性・干渉性に優れた通信方式である。また、中継機を複数台使用することにより長距離通信が行える。表-2に使用したSS無線機の仕様を示す。

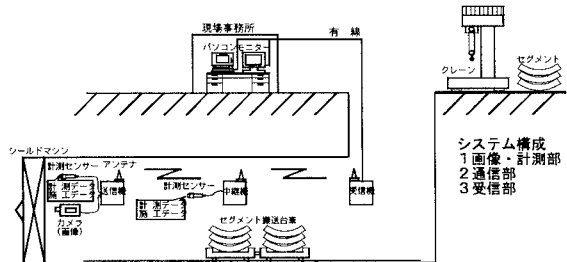


図-1 システム構成図

表-1 使用機器一覧表

| 構成部    | 仕様機器           |
|--------|----------------|
| 画像・計測部 | CCDカメラ、パソコン    |
| 通信部    | SS無線機(2台)      |
| 受信部    | 表示用ディスプレイ、パソコン |

表-2 SS無線機の仕様

|        |             |
|--------|-------------|
| 電波形式   | スペクトラム拡散方式  |
| 通信方式   | 単信          |
| 無線周波数帯 | 2.4MHz帯     |
| 空中線電力  | 1.0mW/MHz以下 |
| 変調方式   | 直接拡散方式      |
| 伝送速度   | 256kbps     |

## 3. システムの特徴

この画像・データ伝送システムの特徴をあげると次の通りである。

- (1) 複数の坑内画像・計測データを同時に伝送することができる。
- (2) 工事の進捗に応じたシステムの拡張が柔軟に行え、ケーブル等の増設作業も不要となる。
- (3) 有線系統の異常時や停電時でも、坑内状況を把握できる。

## 4. 坑内実験

このシステムがトンネル坑内で実際に適用可能かを確認するため、画像とデータをそれぞれ分けて、小口径シールド工事の現場において伝送距離の確認

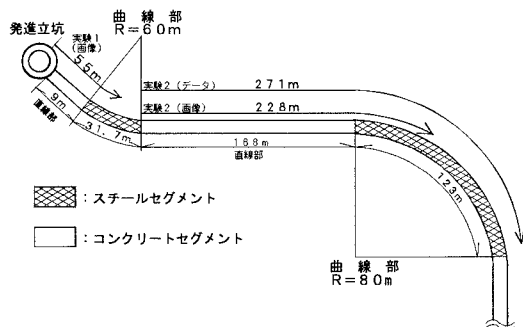


図-2 トンネル平面図

実験を行った。トンネル平面図を図-2に、画像伝送装置、データ伝送装置をそれぞれ図-3、4に示す。

### （1）実験環境

今回実験を行ったシールド現場は、セグメント内径 $\phi 2500\text{mm}$ で、トンネル断面はセグメント搬送台車と通路、および送風管（ $\phi 600\text{mm}$ ）で構成されており、図-5のトンネル断面図のようになっている。直線部にはコンクリートセグメント、曲線部にはスチールセグメントを使用している。

### （2）実験方法

実験は、以下の3ケースについて行った。

実験1：立坑内（受信機を地上に設置）

実験2：シールド坑内（受信機を坑内に設置）

実験3：地上の直線道路

坑内の画像伝送実験は、受信側のモニターを固定し、送信側のカメラでシールド坑内を撮影した。また、データ伝送についてもパソコンのデータを使用して実験した。

### （3）実験結果

伝送距離実験の結果を表-3に、SS無線の伝送距離と受信率（全データに対する正常データの割合）を図-6に示す。実験1の画像伝送で55m、実験2では画像で228m、データで271m伝送することができた。今回行ったトンネル坑内の実験環境は、曲線部を含んでおり見通しのきかない悪環境であったが、使用した画像・データ伝送システムは、トンネル坑内においても十分利用が可能であることが分かった。さらに屋外の実験3の画像、データの伝送実験については1100m以上伝送できたことから、トンネル条件（トンネル径が大、直線部が長い）が良ければ、伝送距離が伸びることが推察できる。

## 5. おわりに

現在、当システムの有効性を確認するための基礎実験を行っている。研究課題としては、複数の中継機を使用した伝送実験、画像・計測データの同時伝送実験等がある。また、このシステムの応用例に、トンネル切羽の監視やメタンガス、酸素濃度等の検知による安全管理、および小口径シールド、推進工事への適用があげられる。今後、さらに無線利用が坑内全域で幅広く施工管理できるシステムの研究開発を行っていくつもりである。

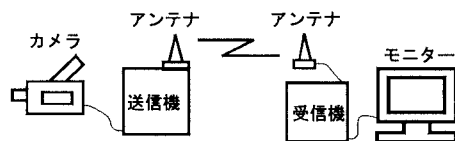


図-3 画像伝送装置

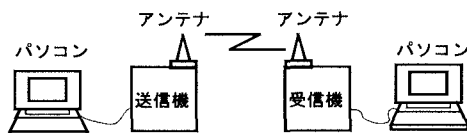


図-4 データ伝送装置

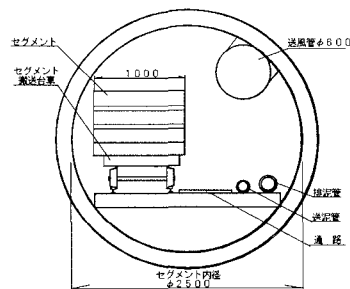


図-5 トンネル断面図

表-3 伝送距離実験

| 実験ケース       | 伝送距離(m) | 備考        |
|-------------|---------|-----------|
| 実験1（画像）     | 55      | 立坑入口～坑内   |
| 実験2（画像）     | 228     | 坑内直線部～曲線部 |
| 実験2（データ）    | 271     | 坑内直線部～曲線部 |
| 実験3（画像、データ） | 1100    | 地上直線道路    |

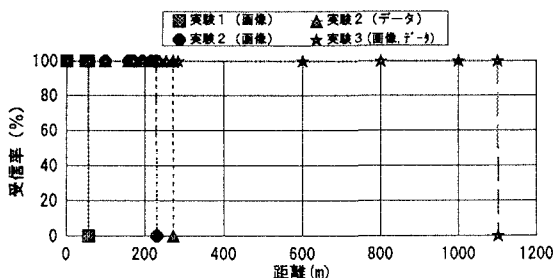


図-6 伝送距離と受信率