

## VI-12 無線によるトンネル坑内における移動体通信システム

佐藤工業（株） 正会員 ○廣川幸喜  
 佐藤工業（株） 正会員 高橋 浩  
 佐藤工業（株） 出村 肇  
 佐藤工業（株） 村上裕二

### 1. はじめに

従来トンネル坑内において移動体と長距離通信を行う場合には誘導無線システム等の一部有線伝送方式を採用するのが一般的であった<sup>1)~3)</sup>。しかし、この方式では、誘導線を坑内全線に布設する必要があり、電線保護・電線布設という仮設手間、また、誘導線が断線した場合等に工事が長時間停止するなどのメンテナンス上の問題があった。そこで筆者らは400MHz帯を使用する特定小電力無線局を用い誘導線などの通信ケーブルを敷設することなく、送受信器の組み合わせによる中継方式に着目し、トンネル内を移動する車輛と双方向無線通信を長距離で行うシステムの開発を進めている。本報では、システムの考え方と基本実験について、その概要を報告する。

### 2. 無線システムの構成

このシステムは主固定局1局と複数の副固定局（中継局）を任意に設置することにより、複数の移動局が主固定局又は複数の副固定局との間で電波を連続双方向送受信し、トンネル坑内の長距離区間で無線通信を可能にするものである。さらに、従来電波が届きにくいとされたトンネル坑内の曲線部においても副固定局（中継局）を設置することにより連続双方向送受信を可能にした。図-1にシステム概要図を示す。

しかし、特定小電力無線は免許の申請・許可が必要ないぶん、キャリアセンスという制約があり送信器が、周囲に同じ周波数の電波を確認した場合には送信を行わないという問題をクリアしなければならない。また、複数のチャンネルを使用するため、電波の相互干渉といった問題もあるためチャンネルプランを十分に検討する必要がある。図-2にチャンネルプランの一例を示す。

今回の無線システムの構成を以下に示す。

#### a. 主固定局

複数の移動局に対し命令を送信し、移動局から情報を受信するものである。

#### b. 副固定局

主局と移動局の間に設置し、各々と連続双方向送受信を行う。これによって、主局と移動局の双方向送受信距離を延長するものである。

#### c. 移動局

坑内を移動する複数の車輛に搭載し、主局と連続双方向送受信を行うものである。

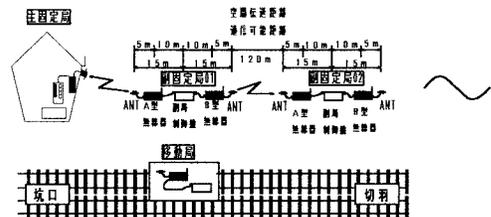


図-1 システム概要図

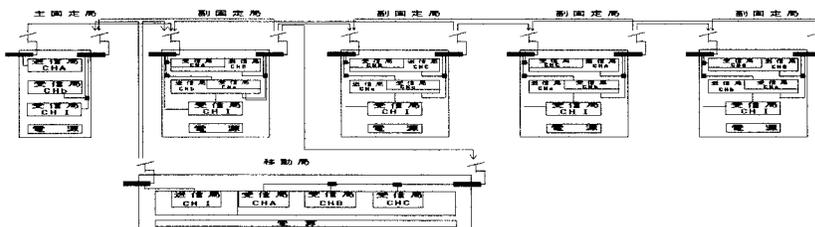


図-2 チャンネルプラン図

### 3. 坑内実験

このシステムのトンネル坑内における適用性を確認するため、小断面TBM工場の現場において電波到達距離の確認実験を行った。トンネル平面図を図-3に示す。

#### (1) 実験環境

今回実験を行ったTBM工場の現場は、NATM区間(16m<sup>2</sup>、発進坑)とセグメント区間(内径φ3000mm)があり、トンネル断面内は、枕木、レール及び送風管(φ300mm)で構成されている。図-4にトンネル断面図を示す。

#### (2) 実験方法

今回の実験では、まず初めにバッテリー機関車に移動局を搭載し、主局からのリモコン操作による機関車の運転(双方向送受信)を確認し、中継局(副固定01・副固定02)を送受信可能な位置に順次設置し、主局と移動局の間で双方向送受信可能な距離が延長することを確認した。その後副固定02と移動局との通信可能距離(双方向送受信距離)を以下のケースについて直線区間と曲線区間のそれぞれについて実験した。実験ケースと実験結果を表-1に、又実験状況を写真-1に示す。

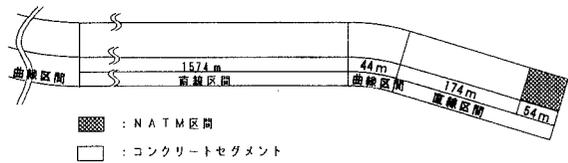


図-3 トンネル平面図

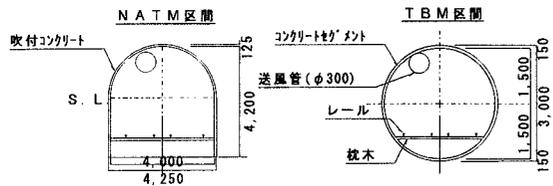


図-4 トンネル断面図

表-1 実験結果

	摘 要	双方向送受信距離	
		実験1(直線区間)	実験2(曲線区間)
ケース1	副固定局02と移動局の間で移動局と同車線上にバッテリー機関車(停止状態)がある場合。	7.4 m	5.5 m
ケース2	副固定局02と移動局の間で移動局と反対車線上にバッテリー機関車(停止状態)がある場合。	7.2 m	5.5 m
ケース3	副固定局02と移動局の間で移動局とバッテリー機関車がすれ違う場合。	7.2 m	8.2 m
ケース4	副固定局02と移動局の間に障害物がない場合。	9.4 m	8.5 m

#### (3) 実験結果

当初直線区間と曲線区間とは、通信可能距離に明確な違いが現れると予想されたが、表-1に示すように実際には直線区間と曲線区間での明確な違いは見られず、トンネル坑内における電波の到達距離は反射、吸収、干渉やノイズなどの影響がありトンネル線形だけではなく、周囲の環境に影響されることが推察できる。

#### 4. おわりに

現在、当システムの有効性を確認するために種々の実験を続けている。今後はより詳細な検討を加え長大トンネルにおける中継方式の適用性を的確に把握し、将来的には複数に分岐するトンネルや複雑な構造の地下空間工事にも適用出来るように確実なシステムとしてさらに発展させる所存である。

#### 参考文献

- 1) 高橋他(1995):長距離トンネル自動搬送システムの開発(その1)ーシステムの概要ー土木学会第50回年次学術講演会
- 2) 鈴木他(1995):長距離トンネル自動搬送システムの開発(その2)ー導水路トンネル工事への適用ー土木学会第50回年次学術講演会
- 3) 高橋他(1995):長距離トンネルにおけるずり搬出および資材搬入 土木学会第5回トンネル工学研究発表会

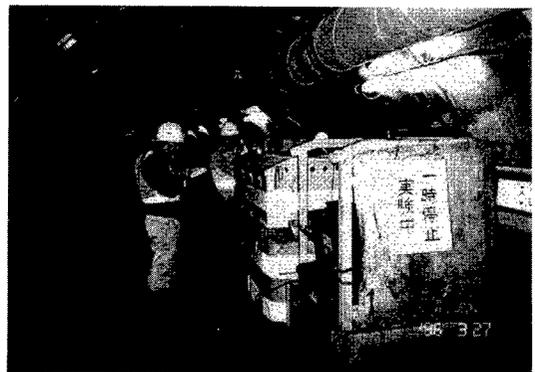


写真-1 実験状況