

17. 電波を用いたシールドでの移動体所在管理システムの開発

佐藤工業㈱：*津島 信、中田 恭博、
倉田 学

1. はじめに

トンネル工事は、情報化施工の最も進んでいる工種の一つではあるが、個別の作業単位における効率化に貢献しているにすぎず、施工全体の効率性・安全性・作業環境の向上のため、各種データ情報を伝送するシステムの開発が待たれている。

トンネル工事は、狭く細長い空間であり、通信形態・伝送手段として、有線通信は電気信号の減衰が大きく長距離通信に限界があり、無線通信は電波が届きにくいといった問題がある。さらに、建設機械と作業者の接近情報や現場内位置情報など、作業者を含めた移動体の所在管理は、構造上無線通信となるが、信頼性の高いシステムが確立していない問題点がある。

本稿では、新たなトンネル工事におけるマルチメディア情報を伝送する情報通信システムについて、開発した情報通信システムの概念と、そのシステムの重要な要素システムである作業者を含めた電波を用いたシールドでの移動体所在管理システムの開発を報告する。

2. 新たなトンネル工事におけるマルチメディア情報を伝送する情報通信システムの概念

本システムは、トンネル施工現場において、特定小電力無線等を数チャンネル使用し、音声信号、画像信号、データ信号等からなるマルチメディア情報を共有化する基地局で通信エリアを拡大し、所定の伝送路に乗せて伝送することで、通信設備の簡略化、施工の効率化および合理化、安全性の向上、情報の共有化、建設現場の一元監視・制御システムの構築などを可能とするものである。図-1に情報通信システム概念を、図-2に情報通信システム構成を示す。

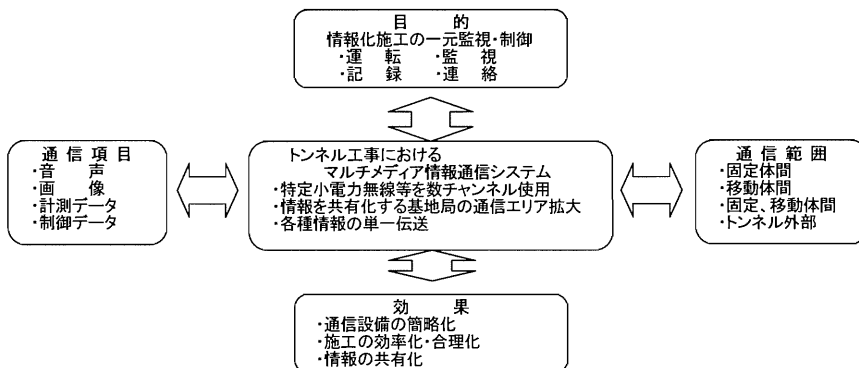
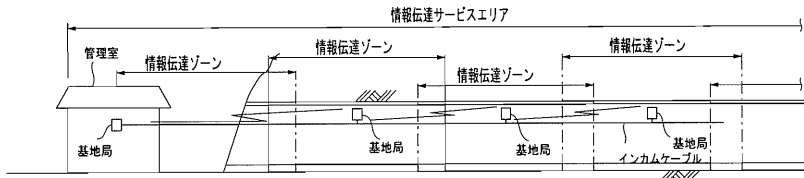


図-1 情報通信システム概念



図－2 情報通信システム構成

3. 移動体の所在管理の現状と課題

移動体の所在管理の目的は、作業員の位置把握・移動車両の位置把握による作業員と移動車両との接触事故等防止のための安全管理、および、車両の自動運転を含めた運行管理による省力化・高効率化が主である。以下に移動体の所在管理の現状と課題を示す。

移動体の所在管理の現状は、車輛の運行管理で当社のジオ・シャトル、PHSを使用した同様システムによる自動運転による方法を行っている例はあるが一般的には、

- ① 入出坑者管理は坑口に設置した入坑管理ボードの記名板により表示している。
- ② 作業者の位置把握は、坑口に設置したセンサーが検出体を認識するが、個人別および坑内移動位置の確認は行っていない。
- ③ 車輛の位置把握は、作業者の位置把握同様、個体別および坑内移動位置の確認は行っていない。
- ④ 作業員と移動車両との接触事故等防止のための安全は、手動スイッチ・機械的なりミットスイッチ等により、信号および回転灯で車両の進行方向等を表示し、作業員を退避させている。

以上より、新たなトンネル工事におけるマルチメディア情報を伝送する情報通信システムについて、重要な要素システムである作業員を含めた移動体の所在管理を、特定小電力無線を使用し、安価で信頼性の高いシステムを確立する目的で、小断面かつ延長2kmを越えるシールドトンネル現場で計画した。

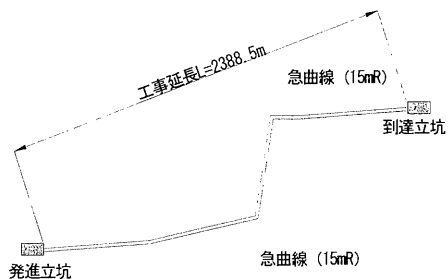
4. 工事概要

今回、このシステムを計画するシールドトンネルは、小断面・長距離・急曲線という特徴がある。

表－1に工事概要を、図－3にシールド路線平面を示す。

表－1 工事概要

| |
|----------------------------|
| 工事件名：手賀沼流域下水道管渠築造工事(906工区) |
| 工事場所：千葉県我孫子市日の出～柴崎地内 |
| 掘削工法：泥水式シールド |
| セグメント内径：φ2,494mm |
| 工事延長：2,388.5m |
| 曲線：15mR（2ヶ所） |
| セグメント：スチールセグメント |



図－3 シールド路線平面

5. 移動体の所在管理と車両接近警報

移動車両は、セグメントおよび泥水輸送設備等の運搬を行うバッテリー機関車を使用する。単線軌道方式とし、バッテリー機関車との接触防止に専用の安全通路を確保するが、小断面のため泥水輸送用のポンプ等設置個所、および急曲線部では専用の通路を設けることができない。

また、長距離のため、バッテリー機関車の往復に最長1時間、人間は1.5時間も要し、各々の位置把握ができないことにより、連絡し合う場合、時間的に非効率となる。

以上のことから、安全確保の観点および施工の効率化を目的に、作業員・バッテリー機関車の個別および坑内移動位置把握を行うシステムと、その位置検出を使用し、車両接近警報システムを検討した。図-4にシールドトンネル坑内断面を示す。

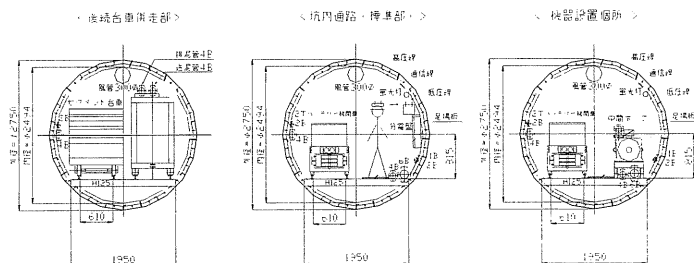


図-4 坑内断面図

5-1. 坑口入坑者管理システム

本システムは、立坑上の歩行者用昇降階段入口にアンテナゲートを設け、無線式入坑者管理制御装置をアンテナゲート付近に設置する。入坑者はRF-IDシートを一人一個装着し、アンテナゲートをくぐると、無線式入坑者管理制御装置から発信される電波をRF-IDシートが受信し、トークバックID信号を送信してくる。このトークバックID信号はアンテナゲートを通して無線式入坑者管理制御装置が受信し、通過した入坑者のIDを記憶し、出坑した時に記憶されていたIDは削除される。この状況を入口にランプ表示させると共に中央管理室で表示・管理するシステムである。

5-2. 入坑者および移動車両位置管理システム

本システムは、トンネル坑内を移動する人間および車輛（バッテリー機関車、トロカート）が小型無線送信機を携帯する。この無線送信機の送信周波数は、300MHz帯でチャンネルを割り当て、複数の移動体の個別認識を行う。

トンネル坑内には、小型無線受信機を適度な間隔（今回200m）で設置する。小型無線受信機で感知された電波信号は、固定局（400m間隔に設置）を通して有線で地上の中央制御室まで伝送される。伝送された信号は、基地局で変換されLED表示盤で確認できる。固定局はガス・酸素濃度検知器、非常警報装置、スピーカーなどの信号も取り込み基地局まで多重伝送によって一括管理する。写真-1に中央LED表示盤を示す。

5-3. 車両接近警報システム

本システムは、バッテリー機関車から送信された電波信号を感知した小型無線受信機は、200m間隔に設置した回転灯と急曲線ではピカピカチューブライトを点滅させ、車両が接近してきたことを警報するシステムである。図-5に移動体位置管理システムの概要を示す。写真-2にトンネル坑内状況を示す。

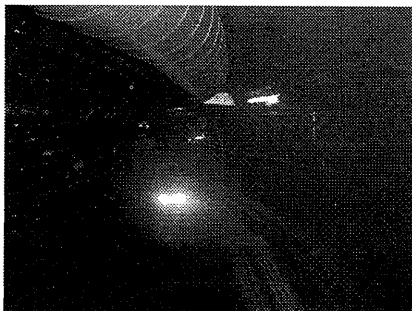
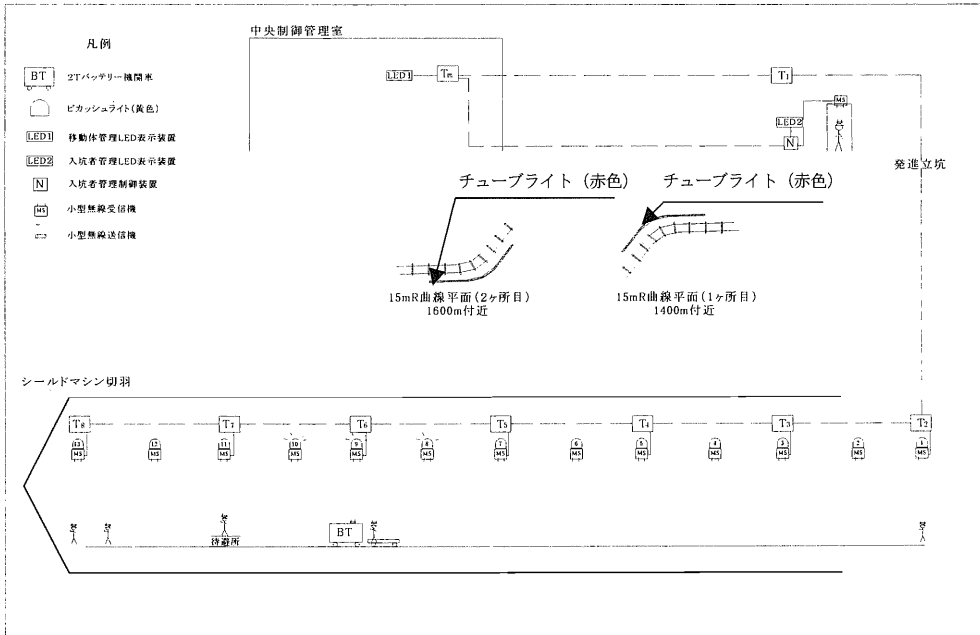
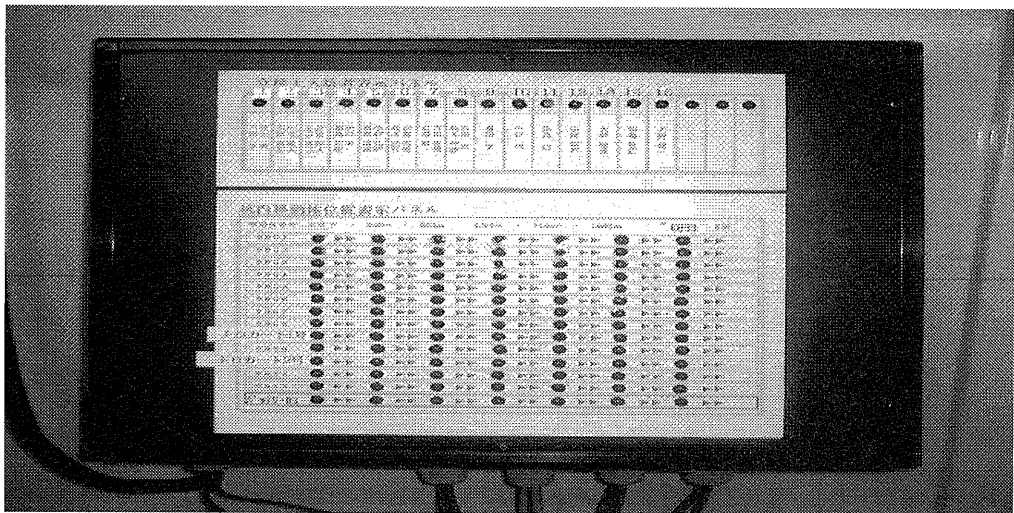


写真-2 トンネル坑内状況



図一五 移動体位置管理システム



写真一 中央 LED 表示盤

6. おわりに

情報通信システムの重要な要素システムである作業者を含めた移動体の所在管理について報告するものであるが、施工後の実績をもとに、さらに信頼性の高いシステムの確立し、安全管理・施工の効率化をめざしていく所存である。