

VI-198

セグメント・掘削土砂自動搬送システムの開発

（その1 システムの概要）

三井建設(株) 正会員 清水 安雄
三井建設(株) 井上 一敏
三井建設(株) 川原 啓一

1. はじめに

シールド工法は、都市トンネル築造の代表的工法として急速に発展したもので、工法の各施工技術はシステム化や自動化が進み、著しい技術革新を成し遂げている。大深度化、大口径化、長距離化、高速化する最近のシールド工事では、施工に必要な資材、掘削土砂の大量かつ高速な輸送が必要である。従来は運転者による一列車ごとの運行では、効率的な輸送には限界が生じる。

今回開発した「セグメント・掘削土砂自動搬送システム」は、複数の列車を長距離無人運行することにより省力化を図ることを目的としており、シールド工事での効率的な輸送作業を実現するものである。本報では開発したシステムの概要について述べる。

2. 坑内搬送作業の現状

従来、シールド工事におけるセグメントや掘削土砂の搬送作業は、運転者が搭乗して操作するバッテリー機関車で行う方法が一般的である。このため次のような問題があった。

- ①バッテリー機関車は、1台に対し1名の運転者が必要である。そのため、苦渋作業の一つでもある長距離運転作業による作業環境改善と、掘削土砂や資材運搬作業の省力化が望まれている。
- ②バッテリー機関車の運転は、運転者の判断に委ねられており、不注意による運行、操作ミス等の危険性が存在している。
- ③作業管理者は、バッテリー機関車による坑内運搬作業のモニター手段が無く、リアルタイムの運行状況の把握が困難ある。

以上のことから、最近の高度化するシールド工事に対応するためには、坑内搬送作業の省力化を図るとともに、効率的な列車運行システムを構築する必要がある。

3. システムの概要

本システムは、コンピュータで制御した複数のバッテリー機関車を用い、シールド工事におけるセグメントや掘削土砂の自動搬送を行う。写真-1は、走行試験中のバッテリー機関車である。

システムの概要を図-1に、制御フローを図-2に示す。システムは、地上制御盤、バッテリー機関車、誘導無線装置、光通信ユニット、磁気センサ等で構成している。列車による効率的な長距離輸送を行うため、シールド坑内は誘導無線による自動運転とし、立坑および切羽付近の列車の短い移動区間は、遠隔手動運転とした。

3-1 自動運行システム

システムでは、地上制御盤内のシーケンサで予め設定した運行情報から各列車の制御情報を作成する。この制御情報は、誘導無線を介して各列車に送信され、各列車のバッテリー機関車を制御する。また、各列車の運行情報は、誘導無線を介して地上制御盤内のシーケンサにフィードバックされる。

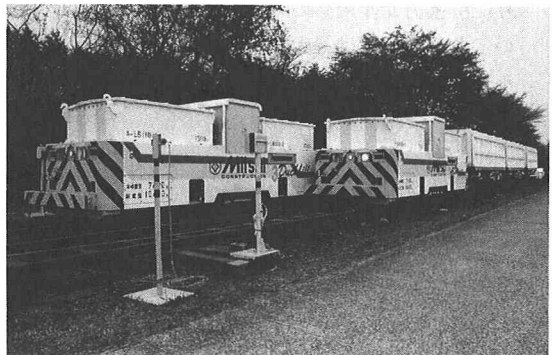


写真-1

複数の列車の安全かつ効率的な運行を確保するため、運行路を複数の区間に分け、各区間内の列車数を1区間、1列車以下に制限する「閉塞制御」を実施し、列車相互の衝突防止を図っている。この制御を行うため、各区間の境界には光通信ユニットを設置し、各列車の区間走行情報を地上制御盤に取込み、閉塞情報に基づいた各列車の制御情報を作成して出力する。誘導無線で自動運転している各列車の区間内の制御は、各バッテリー機関車に搭載した機関車制御盤で行う。予め軌道上に設置した発磁体を機関車の磁気センサが検知し、機関車制御盤はその

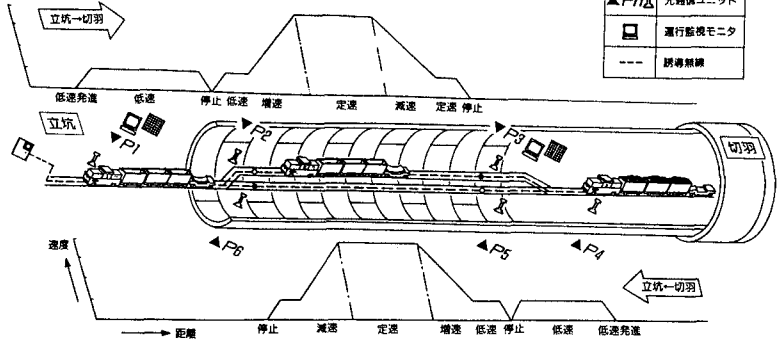


図-1

検知情報から増速、減速、停止の制御を行う。さらに安全を二重に確保するため地上制御盤は、各機関車から送信される走行距離センサの情報により、各列車の運行が所定どおり行われているか監視し制御する。

3-2 運行監視システム

管理室、発進立坑、切羽付近では、設置したパソコンにより列車の運行状況をモニタで常時監視できる。また、管理室では運行管理日報および月報を出力することができる。

3-3 安全対策

一般に自動化システムを構築する場合、システムで使用する機器に異常が生じた時、システムの動作が安全側に動くフェールセーフの機能を有することが重要である。本システムにおいても、構成機器に異常が生じた時には、非常ブレーキで列車を停止し、システムによる運行を一時中断する。システム運行の再開は、構成機器の異常解消の確認後、地上制御盤で行う。

また、列車は主に走行中の人身事故防止を目的

とした、障害物検知センサを装備している。障害物検知センサは、超音波センサ、光センサ、衝突検知バンパーで構成されている。

4. おわりに

本報では、開発した「セグメント・掘削土砂自動搬送システム」について概要を述べた。自動化の目的は、完全な無人化ではなく、生産性、安全性の向上や苦渋作業の低減である。本システムは、より高度化する地下開発において作業員の省人化、運行管理の適正化、安全性向上などに寄与するものとする。

本システムの基幹となる複数列車の自動運行制御システムについては、その2で報告する。

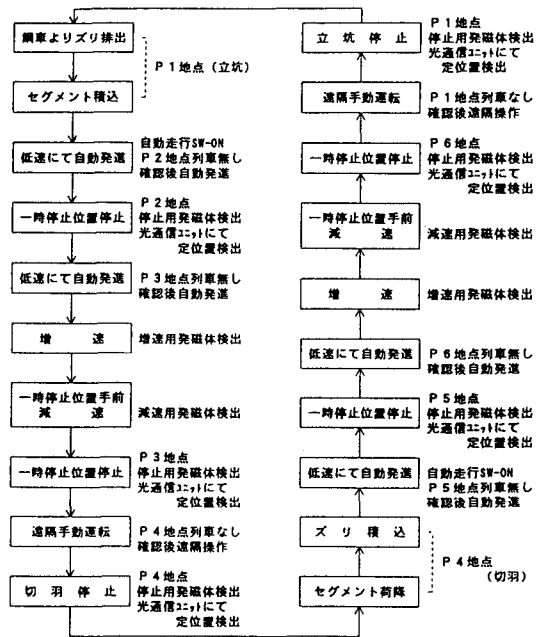


図-2