

VI-252

タイヤ式セグメント自動搬送システムの開発

前田建設工業(株)	土木設計本部	正会員	野田 賢治
前田建設工業(株)	土木設計本部		樺原 英正
トモエ電機工業(株)	産業車輛営業部		関 博政
トモエ電機工業(株)	製造部		巻上 進

1. はじめに

従来のシールド工事において、セグメントなどの資機材の坑内運搬にあつたては、バッテリーロコで積載台車を牽引するか、あるいはセグメント搬送台車で搬送するか、いずれにしても軌条を敷設して立坑から切羽間の搬送を行っている。この方式では、枕木・レールの設置撤去は人力であり、重量物の取り扱いという危険作業を伴う。また、急曲線、急勾配、制動距離などで制約を受ける場合がある。これらの問題を解決する手段として、また、搬送作業の省力化を目的として、管底を走行し軌条を必要としないタイヤ式セグメント自動搬送システムを開発した。

2. システムの概要

本システムは、タイヤ式の搬送台車をプログラマブルコントローラにより自動制御し、走行路に設置した電磁誘導線に沿って自動走行させ、走行状況を地上集中制御盤のグラフィックモニターで監視するものである。図-1にシステム構成図を示す。以下に、このシステムを構成する各要素の概要を述べる。

1) 搬送台車（写真-1）

搬送台車は、1台単独または2台直列の走行方法とし、最高速度6km/hで走行する。

電動機は、大型サーボモーターとした。従来の機関車用直流直巻電動機は、牽引力の変化に対して電動機の回転数が変化するときの速度の制御や下り勾配でのブレーキ操作を運転手の勘と経験を必要とする。一方、サーボモーターは、回転数や出力をフィードバックして制御されるので、勾配や負荷の大小にかかわらず安

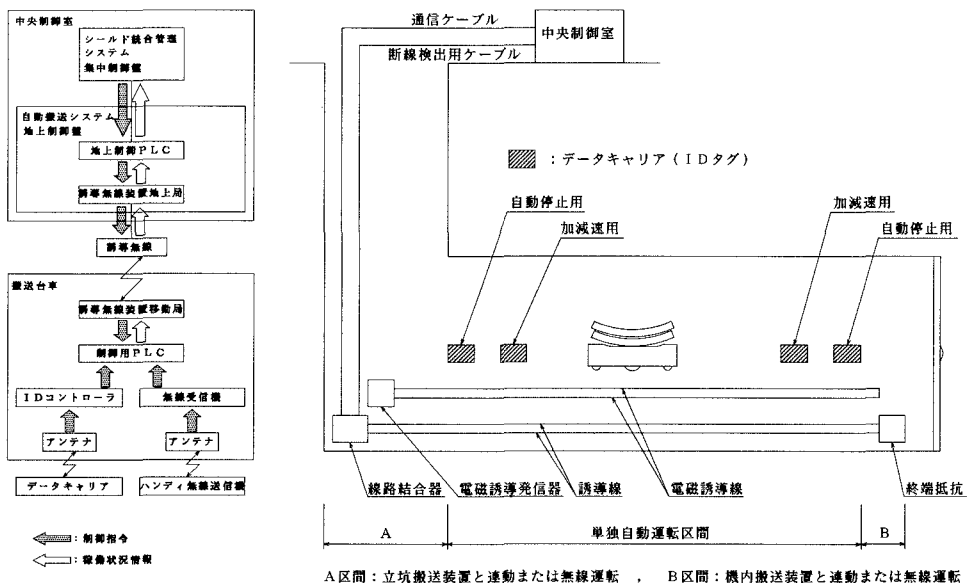


図-1 システム構成図

定した走行が可能である。また、外部指令に対して安定して追従する制御系が構成されるので運転制御が容易に行える。

操舵方式は、トランジスタP W M制御によって偏差に対応した回転数を左右両輪に別々に持たせて走行方向を変える方式を採用した。この方式は、電磁誘導によく対応し、重量物搬送、低車高の実現に有利である。

2) 走行誘導装置

無軌道式とするため、走行路からはずれないように誘導しなければならない。本システムでは、電磁誘導方式の誘導装置により走行させる方法を採用した。これは、走行路に沿って設置した誘導線に 6～10 kHz の高周波を加え、発生した電磁波を搬送台車前端および後端に取り付けたセンサーで検知し、誘導線からはずれぬよう搬送台車を走行させるものである。不測の外力などにより搬送台車が誘導線のコントロール外にはずれた場合は、自動的に走行を停止する。

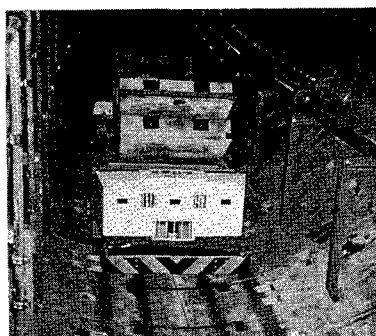


写真-1 自動搬送台車

3) 運転制御装置

搬送台車と地上で通信を行い、地上制御盤で2台の搬送台車の位置を把握しながら運転指示信号を送ることによって自動運転を行う。搬送台車は、立坑下とシールド機後方台車間を自動走行し、発進、停止、オーバーラン時の自動停止、障害物検知時の自動停止などの運転制御を行う。発進、停止、加減速は、立坑下、シールドマシン後方台車内に設置された I D タグからの信号により制御される。

4) 通信装置

搬送台車を自動運転させる通信手段として誘導無線装置を採用した。本システムでは、搬送台車の走行路に敷設した電線に 100～200kHz の高周波電流を通し、この電流による誘導作用を利用して搬送台車側に設置した移動局（送受信機）と相互通信する。この通信線を介して地上制御盤との通信を行い、地上から搬送台車側に対して各定点での発進停止指令、行先指示を行う。地上制御盤には、運転状態の信号が送られ、グフィック表示され常時監視可能である。

5) 安全装置（図-2）

無人で搬送を行うにあたり、事故やトラブルを防止するために、非常停止ボタン、障害物センサー、対物バンパー、荷崩れセンサー、オーバーランセンサーなどを設置した。

障害物センサーおよび荷崩れセンサーは、赤外線によりそれぞれ障害物、セグメントの横ずれを検知し、搬送台車を停止させる。また、対物バンパーは、バンパーの変位を検知し、搬送台車を停止させる。

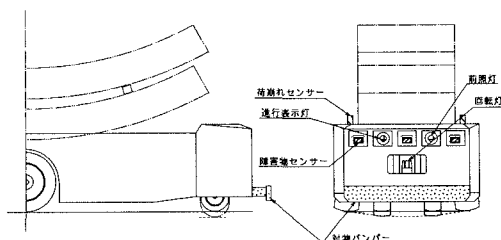


図-2 安全装置配置図

3. 工場試験

シールド坑内を走行する場合、円形管底を重量物を積載して走行することになり、走行路から離脱すると転倒する危険性があるため、現場導入に先立ち工場内に R C セグメント（内径 3,500mm）で直線部 77m、曲線部 15m（曲線半径 20m）の走行路を敷設し、搬送台車にセグメントを積載して走行テストを行った。テストにより、停止精度10mm以内、蛇行精度50mm以内で走行可能であることがわかった。

4. おわりに

本システムは、現在2つの工事で稼働中であるが、タイヤ式として軌条をなくし、立坑から機内までの搬送を一連の自動化システムとしたことによって大幅な省力化となった。今後、施工環境の悪い小口径シールドに対応したシステムへの展開をはかりたい。