

VI-199

セグメント・掘削土砂自動搬送システムの開発

(その2 複数列車自動運行制御方法について)

三井建設 ㈱ 正会員 臼井龍男

井上一敏

升形 剛

1. はじめに

近年、経済の飛躍的な発展に伴い、都市部における利用空間は地上から地下へと立体化が進みつつある。特に最近では、大都市への機能集中によりインフラストラクチャーのさらなる整備が望まれ、利用可能空間としての地下開発に大きな期待が寄せられている。

地下開発のための主要工法の一つであるシールド工法は、都市トンネル築造の代表的工法として急速に発展し、工法の各施工技術はシステム化、自動化が進み、著しい技術革新を成し遂げている。しかしながら、このところ長距離化、大断面化するシールド施工においては、資機材や掘削土の搬送のための運搬車両が増加し、安全性、効率性の面から、これら運搬車両の適切な運行管理の重要性が高まっている。本システムは、安全性向上、省人化を目的として開発された、複数の列車の運行を自動的に制御、管理するシステムである。

本報告では、開発したシステムで用いている、複数列車の自動運行制御方法について述べる。

2. 複数列車自動運行制御方法

本システムの運行制御は、中央管理室に設置され、複数の列車の全体的運行を制御する運行制御システムと各機関車に搭載され、列車の走行を制御する走行制御システムにより行われる。運行制御システムは各列車の停止位置からの発車指令や緊急時の非常停止指令を行う。一方、走行制御システムは、運行制御システムからの指令に基づき、停止位置から発車し、設定されている加速、減速、停止などの走行制御を行う。両システム間の情報通信は、誘導無線による任意の位置での通信と各停止位置で行う光データ通信による。図-1にシステムの概略構成を示す。また、運行制御システムは、複数の列車の安全かつ効率的な運行を確保するため、図-2に示す様に運行路を複数の区間に区分し、各区間内の列車数を1区間、1列車以下に制限する、いわゆる閉塞制御を行う。これは、各列車の停止位置から、その区間内への発車指令を、該当列車の前の列車の次の区間の走行完了を条件に行うもので、このため、各区間の走行開始、走行完了を確認するため、各停止位置に設置した光通信ユニットが設置され、両システム間での情報通信を行う。

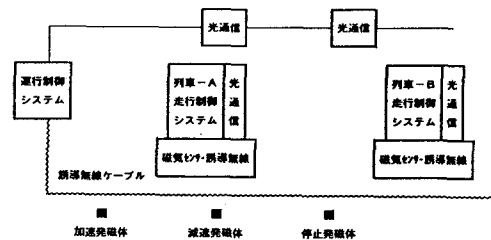


図-1 システム概略構成

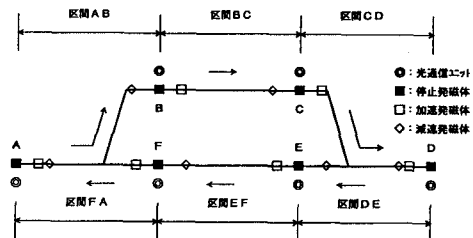


図-2 試験運行路

3. 確認試験及び試験結果

運行制御の有効性を確認するため、図-2に示す全長155m（単線区間：63m、複線区間：92m）の試験運行路を6区間に区分し、本システムによる設定ダイアグラムに基づく、閉塞制御による3列車の同時運行を行った。列車の編成は、機関車、鋼車3両、セグメント台車の5車両編成（牽引重量：47.7ton）が1列車、機関車、セグメント台車みの2車両編成（牽引重量：6.3ton）が2列車である。各区分の設定最高速度は単線区間が4km/h、複線区間が8km/hである。試験は、運行管理システムに付随する運行モニタリングシステムに記録される、自動運行中の3列車の経時位置を分析し、所定の制御が行われているかを確認した。

記録モニタリング情報を分析、整理した結果の一例として、図-3に試験時の3列車の自動運行状況を、図-4に1分間隔の3列車の走行位置の一例を示す。図-3のC1～C4は前の列車が、後続列車が進行したい区間の前の区間の走行を完了していないため、後続列車がその区間へ進入せず、停止位置で待機している、閉塞制御が実施されている箇所である。図-3、4からも明らかな様に、「1列車/1区間」以下が満足され、閉塞制御を行いつつ、設定ダイアグラムによる複数列車の自動運行が安全に行われている事が確認できた。本試験では、安全性を重視し、各列車は停止位置で必ず停止する形で閉塞制御を実施したが、システムの機能上、走行しながら次の区間へ進入する形の閉塞制御も可能であり、運行の効率性は向上する。このためには、停止位置手前に次区間への進入を判断するための区間を新たに設定する必要がある。本システムでの設定区間数、区間長さには基本的に制限がなく、使用条件に合わせ設定すればよい。

4. おわりに

搬送作業の自動化を行う上で安全管理は最重要課題であるが、今回、開発した閉塞制御を用いた複線軌道における複数列車の運行制御方法は、その有効性が試験で確認され、さらに、本システムは現在、現場に導入され、順調に稼働しており、作業の安全性、効率性の向上に寄与できたと考えている。今後の課題の一つに、安全性を考慮しながら、さらに効率化を進める事があり、このため、現在、満杯状態の情報通信ラインの機能を上げるため、無線データ通信ラインの採用を検討している。

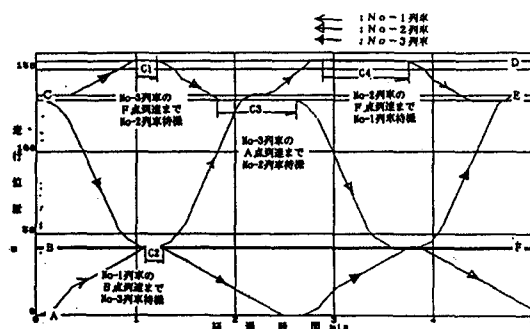


図-3 3列車自動運行状況

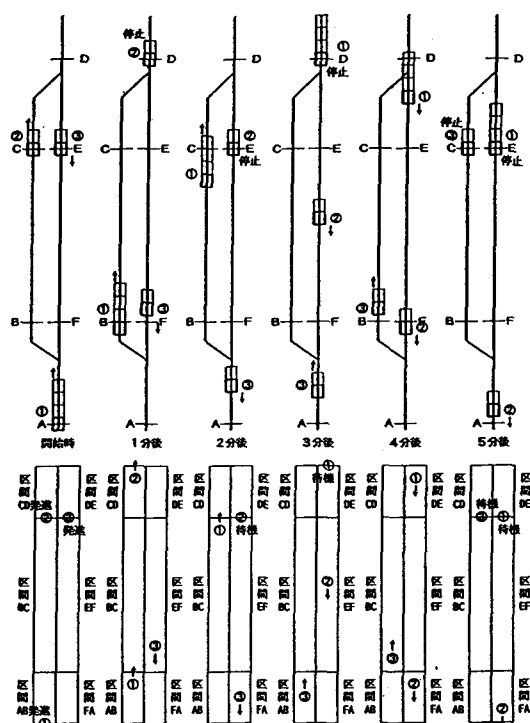


図-4 3列車区間位置