

移動閉塞における複数列車の同期運行を半自動運転において実現する方法の検討 Implementation of the Synchronization Control of Trains on a Railway Track Controlled by the Moving Block Signalling as a Part of the Semi-Automatic Train Operation System

高山 史彪 (電気システム工学科)

Fumitake TAKAYAMA

交通・電力・環境システム研究室 指導教員 高木 亮 准教授

1. はじめに

移動閉塞における複数列車の同期制御^[1]は、移動閉塞^[2]において許容される列車間の最短距離を保ちつつ複数列車を走行させ、時隔の最小化を実現する手法として筆者の研究室が提案したものである。この同期制御による運行が行われている間は自動運転によるのが適切であると考えられるが、それ以外の場合は自動運転の必要もない。

そこで本研究では、自動運転による同期運行と、手動運転による非同期運行とを組み合わせる方法について検討を行ったので、報告する。

2. 移動閉塞と同期制御

2.1 移動閉塞システム

移動閉塞は、後続列車が進入できる範囲が先行列車と後続列車の位置と速度に連動して連続的に変化する信号システムのことである。本研究では、その中でも実用的に最短の距離で走行が可能である純移動閉塞^[2]を用いる。

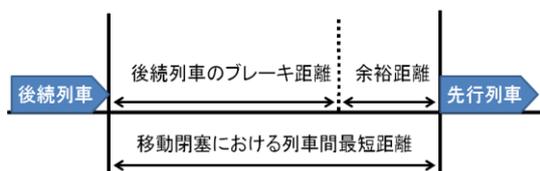


図1 移動閉塞における列車間最短距離

2.2 同期制御

移動閉塞が定める列車間の最短距離を長時間維持して走行すれば、時隔の短縮が見込める。このために、後続列車が先行列車の位置・速度などの情報を得てそれに基づき自らの加速度を定める制御法を、同期制御と称する。この同期制御による運行を同期運行と称する。

3. 同期運行と半自動運転

同期運行では、先行する列車に追従する列車群はひとつ前の列車との距離をその最短距離に保つため、その加速度をひとつ前の列車の位置・速度に応じ変化させる必要がある。このため、同期運行時は自動運転にて走行するのが適切である。しかし、同期制御は列車が運行されている間常時行う必要があるわけではないから、同期運行時以外は手動運転とする半自動運転の方法を考えることとした。

半自動運転では、列車の状態を「手動運転状態」と「同期運行のための自動運転状態」との間で切り替えることになるので、本研究ではその条件について考察した。

4. 手動・自動の切り替え条件

4.1 手動運転から自動運転への移行

手動運転ができるための条件は、列車間距離が図1に示した移動閉塞における最短距離より長い場合と考えられる。

手動運転から自動運転への移行は、列車間距離が図1に示した移動閉塞における最短距離と等しくなった瞬間に行えばよいと考えられる。

4.2 自動運転から手動運転への移行

自動運転中は、列車間距離は図1に示した移動閉塞における最短距離に等しい。この状態を維持するには、後続列車の加速度 α_B [m/s²] を

$$\alpha_B = -\beta_S \frac{v_B - v_A}{v_B} \quad (1)$$

としなければならない(ただし v_A , v_B および β_S はそれぞれ先行列車速度[m/s], 後続列車速度[m/s]および移動閉塞におけるブレーキ距離計算のための減速度[m/s²]である)。運転士の指示する加速度がこの値を下回っている場合には、手動運転に移行すると考えればよいであろう。

5. おわりに

本研究では、高頻度運行を実現する方法の検討として、同期制御を用いて複数の短編成列車の後続列車を半自動運転で走行させる方法について議論した結果、比較的簡単な切り替え論理の導入で半自動運転が実現できる可能性が示された。

しかし、自動運転技術の進展もめざましく、全自動運転とのコストや性能の比較が課題となる。

参考文献

- [1] 高木 亮: 「移動閉塞システムにおける複数列車の同期制御の検討」, 平 23 電気学会産業応用部門全大 (2011)
- [2] 「電気鉄道ハンドブック」, コロナ社 (2007), 5.2.4 節 (pp. 407-408)