

移動閉塞システムにおける同期制御を活用した列車運転時隔の短縮方法の検討

Reduction of Headways between Trains by Using the Synchronisation Control of Trains

on a Railway Track Controlled by the Moving Block Signalling System

石井 孝明 (電気システム工学科)

Takaaki ISHII

電気鉄道システム研究室 指導教員 高木 亮 教授

1. はじめに

わが国の大都市圏における鉄道路線においてはラッシュ時において激しい混雑が発生し、慢性的な列車の遅延が発生している。

そこで著者の研究室では「超高度化鉄道システム」UCRT(Ultra-Convenient Rail Transport)を提案しており、現在普及し始めた移動閉塞システムを用いることで現状よりも高度な輸送サービスの提供に向けた議論を行っている。^[1]

本研究では移動閉塞システムと同期制御を活用し駅発着時隔の短縮を行う提案および用いるパラメータの検討を行う。

2. 移動閉塞と同期制御

2.1 移動閉塞システム^[2]

移動閉塞とは後続列車が進行できる距離が先行列車の動きに合わせて連続的に変化する信号システムのである。このうち本論文では2列車間の距離が実用最短距離である純移動閉塞(PMB)を用いて議論する。

PMBにおける2列車の最短距離 d_{min} [m]は余裕距離 d_M [m]、減速度 β_s [m/s²]、後続列車の速度 v_B [m/s]とすると式(1)に表し、その概念図を図1に示す。

$$d_{min} = d_M + \frac{v_B^2}{2\beta_s} \dots\dots\dots (1)$$

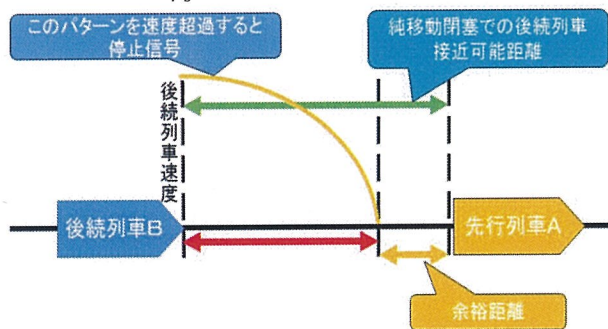


図1.純移動閉塞における列車間距離

2.2 同期制御^[3]

PMBの定める列車間の最短距離である状態を維持しながら走行できれば時隔を短縮することができる。後続列車が先行列車の位置・速度などの情報を得ることができ、上記の状態を維持すべく自らの加速度を決める制御方法を同期制御と称する。

同期制御に用いる計算式は後続列車の加減速度 β_B [m/s²]、列車制御に用いる減速度 β_s [m/s²]、先行列車の速度 v_A [m/s]、後続列車の速度 v_B [m/s]とすると以下のように表せる。

$$\beta_B = \beta_s \frac{v_B - v_A}{v_B} \dots\dots\dots (2)$$

3. シミュレーション条件

乗降の集中する混雑駅を対象に従来使用されている固定閉塞(D-ATC)を基準に移動閉塞を使用した場合、移動閉塞と同期制御を使用した場合の3種類を、実在路線の路線シミュレーションとして比較を行う。

4. シミュレーション結果

駅手前で停止をしない場合は従来の信号システムと比較したときには大幅な時隔の短縮を見込むことはできないが、駅手前で一旦停止を行う機外停止をした場合には大幅な時隔の短縮を見込むことができる。

5. おわりに

移動閉塞システム(PMB)と同期制御を用いて駅発着時隔の短縮を目的にシミュレーションを用いて議論した結果、従来の信号システムに比べて駅発着時隔の短縮を実現できる可能性を示した。今後は理論的最短距離である相対移動閉塞(RMB)やソフト連結など高度な技術を使用することにより更に発着時隔の短縮を行うことができるだろう。

参考文献

- [1] 角濱文隆, 高木亮:「ソフト連結を用いた超高頻度列車運行の可能性の検討」第24回鉄道技術・政策連合シンポジウム(J-Rail 2017) S9-4 (2017)
- [2] 電気鉄道ハンドブック 編集委員会:「電気鉄道ハンドブック」, コロナ社, (2007), (pp.407-408)
- [3] 高木亮:「移動閉塞システムにおける複数列車の同期運行の検討」, 平成23年度電気学会産業応用部門大会 3-103, (2011)