

列車の移動閉塞における位置情報の誤差を考慮した安全なブレーキパターン作成に関する検討

日大生産工(学部) ○小川 龍太

日大生産工 新井 雅之

1. はじめに

鉄道には多数の安全に関するシステムが実装されているが、そのうちの 하나가閉塞である[1]。閉塞は、列車同士の衝突を防ぐために用いられる考え方であり、固定閉塞と呼ばれる方法が初期の鉄道から使用されてきた。しかし近年、固定閉塞による弊害を解消するため、移動閉塞という考え方が登場した。日本ではすでに一部の区間において実用化されているが[2]、より高い安全性を実現するため様々な誤差要因を想定するべきである。本稿では、前の列車に衝突しないためのブレーキパターンを作成する際、情報に誤りが含まれていると仮定し、そのシミュレーションと検討を行う。

2. 移動閉塞とブレーキパターン

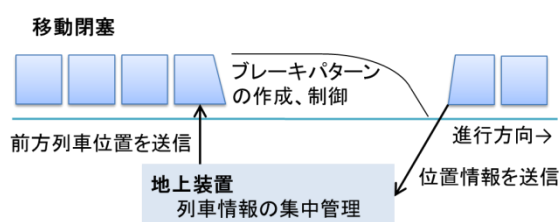


図.1 移動閉塞

図1に、近年登場した移動閉塞の概念図を示す[2]。固定閉塞にみられる閉塞区間や、線路脇の機器は存在しない。全列車の位置を集中管理し、前方列車の位置を送信する。情報のやり取りは無線通信を利用する。この情報を受け取った列車は、前方列車との距離と自列車の減速性能から、進んでよい距離や減速開始点などを

計算する。これをブレーキパターンと呼び、ブレーキパターンを超過しない限り列車同士の衝突はないとされる。

3. ブレーキパターン誤差の検討

ブレーキパターンは、自車両の減速性能と位置、前方車両の最後尾の位置により算出される。本稿では、ブレーキパターン作成時に利用する情報に誤りが含まれていることを想定し、ブレーキパターンと実際の列車の動きを比較する。

列車位置と速度の把握には速度発電機を用いていると仮定する。車輪の回転により電力を生じさせる発電機を車軸に取り付け、その発電量から回転数を知ることができる。回転数と車輪径がわかれば速度を把握できる。この方法で考えられる誤差は空転と滑走、車輪の磨耗である。

空転とは、列車加速時に車輪が空回りする現象であり、滑走とは、減速時に車輪の回転が止まり、そのまま滑る現象である。このふたつの現象は、動力が接続されている車軸でのみ発生するため、動力が接続されていない車軸に速度発電機を取り付けることで回避できる。このため本稿では、加速時および減速時の空転と滑走は発生しないものとする。

車輪の磨耗は走行時間とともに発生するものであり、車輪径が徐々に小さくなっていく。定期検査時に測定されるものの、予期しない車輪磨耗が起こっている可能性もある。今回は、設計時の車輪径に対し、低確率で車輪径が小さ

Note on Safe Blakepattern Generation Considering Location Inaccuracy for Railway Moving Block System

Ryuta OGAWA, Masayuki ARAI

くなっていることを想定する。これにより実際の速度と計測される速度に差ができ、最終的な停車位置がブレーキパターンと異なる可能性がある。

車両の位置検出にはこれらの誤差が含まれていると想定し、走行中は誤差を修正する方法はないものとする。ただし、駅への到着とともにすべての位置情報の誤差は修正される。

停止する車両の減速性能はあらかじめ決定するが、天候や乗客数などの条件を考慮して普段よりも低くなることを想定する。

表 1 は、以上の想定をまとめたものである。この想定を基にブレーキパターンと、次の駅を停止目標として列車が停止するまでの減速パターンを作成し、比較する。

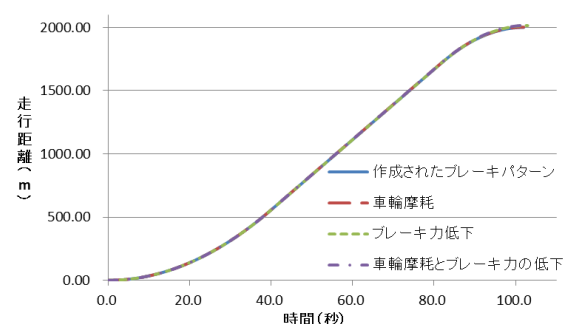
要素名	パラメータ	数値	単位
巡航速度	V	100	km/h
車輪径(直径)	D	860	mm
車輪円周	πD	2.70	m
追加の車輪磨耗	p	-0.1	%
加速度	A	2.5	km/h/s
減速度	A	-5.0	km/h/s
減速度補正	q	-5.0	%
駅間距離	X	2	km

表 1. ブレーキパターン作成の想定

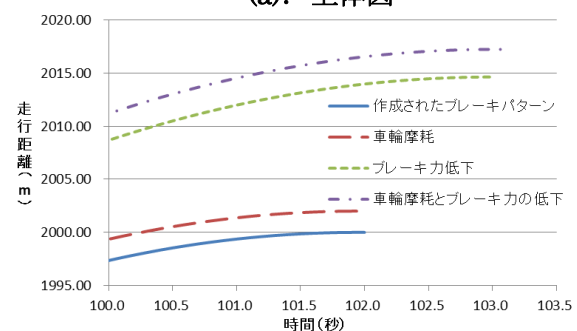
4. 結果と考察

作成したブレーキパターンと、想定される列車の減速パターンを作成したグラフが図 2 である。全体図が(a)であり、停車間際の 100 秒以降を拡大したものが(b)である。

実線は作成されるブレーキパターンであり、誤差がなければこの通りに停車できる。停車位置の超過はブレーキ力が落ちた時に大きくなり、約 15m であった。この誤差は走行距離には関係なく、巡航速度に比例すると考えられる。車輪磨耗による停車位置の超過は 2m であり、ブレーキ力の変化よりも小さい。こちらは走行距離に比例すると考えられる。車輪磨耗とブレーキ力の低下が同時に起きた場合、ブレーキ力



(a). 全体図



(b). 終端部分拡大図

図 2. ブレーキパターンと減速パターン

の低下だけの時よりもさらに 2.6m 超過する。車輪磨耗だけの時よりも誤差が大きくなっており、車輪磨耗は他の要因によりさらに誤差を大きくするといえる。

5. まとめ

本稿では、列車安全のためのブレーキパターンの作成情報に誤差を持たせ、どのように減速し停車するかを比較した。今回比較した誤差の内容は、どれも実際の運用では問題にならないほど最小化されるものである。今後は、空転や滑走などの要素に加え、無線状況や長距離列車への対応など、より実際の運用に近い状況を再現し、検討したい。

参考文献

- [1] 宇田賢吉, 電車の運転, 中公新書, 2008 年.
- [2] 馬場裕一, 立石幸也, 森健司, 青柳繁晴, 武子淳, 齋藤信哉, 鈴木康明, 渡邊貴志, “無線による列車制御システム(ATACS),” JR EAST Technical Review No.05, pp. 31-38, 2013 年.