

移動閉そくシステムによる都市鉄道のさらなる高頻度運転化の検討

芝浦工業大学大学院	学生会員	○吉枝 春樹
芝浦工業大学大学院	学生会員	小林 渉
芝浦工業大学	正会員	岩倉 成志

1. はじめに

東京などの都市鉄道の混雑は、一貫した輸送力増強によって改善されつつあるものの、運輸政策審議会答申18号で設定された、各線区のピーク時の乗車率を180%以下とする目標は依然として達成されていない。

現在の混雑緩和の手段は、主に複々線化や直通運転化などであるが、コストの高いことが課題である。そこで、本研究は、上記施策より低コストな輸送力増強策による、超高頻度運転の可能性を検討した。

検討対象を東急田園都市線および地下鉄半蔵門線とし、移動閉そくを導入した場合の、ランカーブとマルチエージェントシミュレーション(MAS)による検討によって、超高頻度運転の可能性を評価する。

2. 本研究での分析方法

列車の運転頻度を制約するのは、駅付近の状況である。運転頻度の限界は、先行列車の発車から後続列車の到着までの時間(追込み時間)の最小値と、停車時間の合計が理論上の上限値になり、ここに余裕時間を見込んでダイヤが編成される。本研究では、移動閉そくによって追込み時間を削減し、運転本数の増加によって停車時間を短縮することを見込む。そのため、追込み時間と停車時間の両方を検討する必要がある。

MASは、列車の挙動と乗客の行動を再現し、走行時間と停車時間の両方を推計できる。しかし、MASの列車挙動の再現性には限界があるほか、入力したダイヤの評価結果を観察することしかできず、列車をミクロ的に観察するには不向きなため、ランカーブによる分析を併用する。

2. 1. ランカーブによるシミュレーション

ランカーブは、1m毎に列車の走行速度を計算した速度曲線と、速度曲線を積分して地点ごとの通過時間を表した時間曲線からなる。一例を図1に示す。

移動閉そく下での最小の追込み時間の分析では、図2に示す距離時隔曲線を用いた。図2は駅付近の状況を示しており、後続列車と先行列車はランカーブの時間曲線を反転したものである。さらに、後続列車の停止できる地点を求め、これをプロットして線を描く。この線が先行列車の余裕距離分手前に重なる点が追込み時間を制約する。

2. 2. MASによるシミュレーション

MASモデルは、列車の走行を模擬する走行時間推計モデルと、乗降旅客の行動を模擬する停車時間推計モデルからなる。走行時間推計モデル上で列車が駅に停車すると、当該駅の停車時間推計モデルを起動して停車時間を推計する。発車可能になると、再び走行時間推計モデルが起動する。停旅客行動の推計に乱数を用いるため、6回シミュレーションを実施した。

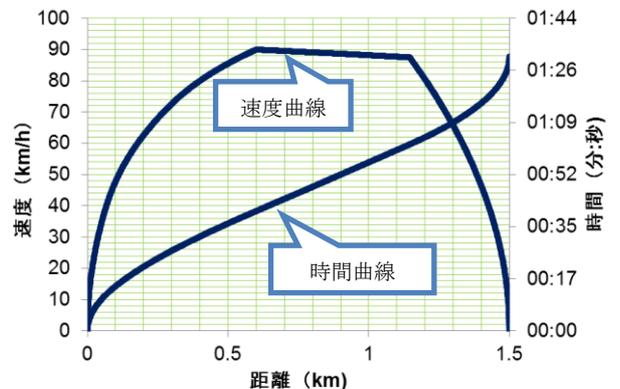


図1 ランカーブの例

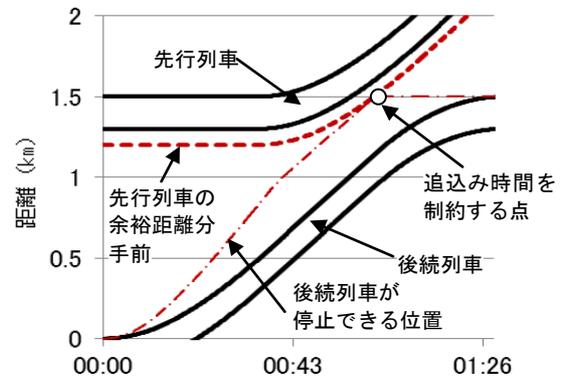


図2 移動閉そくの追込み時間

キーワード 都市鉄道 混雑緩和 高頻度運転 移動閉そく

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 研究棟 09C32 交通計画研究室 電話：03-5859-8354

3. 使用データ

本研究にあたっては、東京急行電鉄および東京地下鉄より表1に示すデータを提供頂いた。提供頂いたランカーブは、移動閉そく下のランカーブ作成の際の参考としたほか、現状の分析に用いた。

表1 使用データ

ランカーブ
信号コード表 (線形情報を含む)
エアセクション位置
運行実績データ
車両性能情報

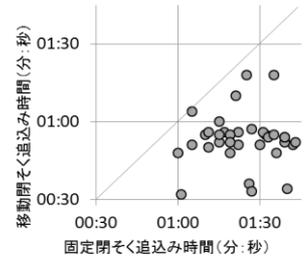


図3 追込み時間の短縮

4. 分析結果

4.1. ランカーブによる分析

移動閉そくを適用した場合のランカーブを分析した結果を図3に示す。全体として大幅な追込み時間の短縮を実現したが、90秒間隔での運転のためには、停車時間の短縮が必要となる駅も存在した。

4.2. MASによる推定結果

90秒間隔のダイヤによる推計の結果、既存のダイヤに比べて遅延量が増加した。図4に長津田～清澄白河間の遅延量の実測値と推計値の比較を示す。

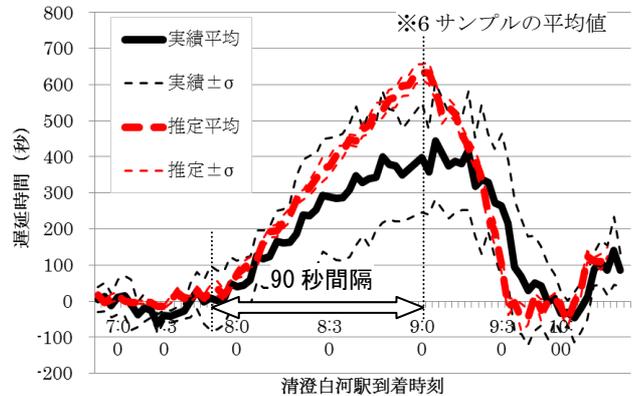


図4 長津田～清澄白河間遅延量

遅延は高頻度運転の開始と同時に直線的に増加しており、ランカーブの分析と比較しても90秒間隔が維持できない停車時間が見られることから、なおも通過能力が不足していると考えられる。

運転間隔は90秒の間隔の入力ダイヤに対して約110秒で、現状の130秒に対して20秒の短縮にとどまった。

図5に特定駅の遅延量と停車時間の分布を示す。二子新地駅では、高頻度運転時の停車時間が伸びており、隣接の二子玉川駅と合わせて推定上の列車間隔が伸びる起点になったと考えられる。

二子玉川駅付近で列車間隔が延伸してからは、その列車間隔がほとんど増加していないことから、二子新地より押上方の通過能力は110秒程度であると考えられる。

渋谷駅では、停車時間が削減されると推計された。これは、運転時隔の短縮によって乗降時間が減少することを示唆している。一方、半蔵門駅では、運転頻度に関係なく停車時間がほぼ一定という推計結果となった。

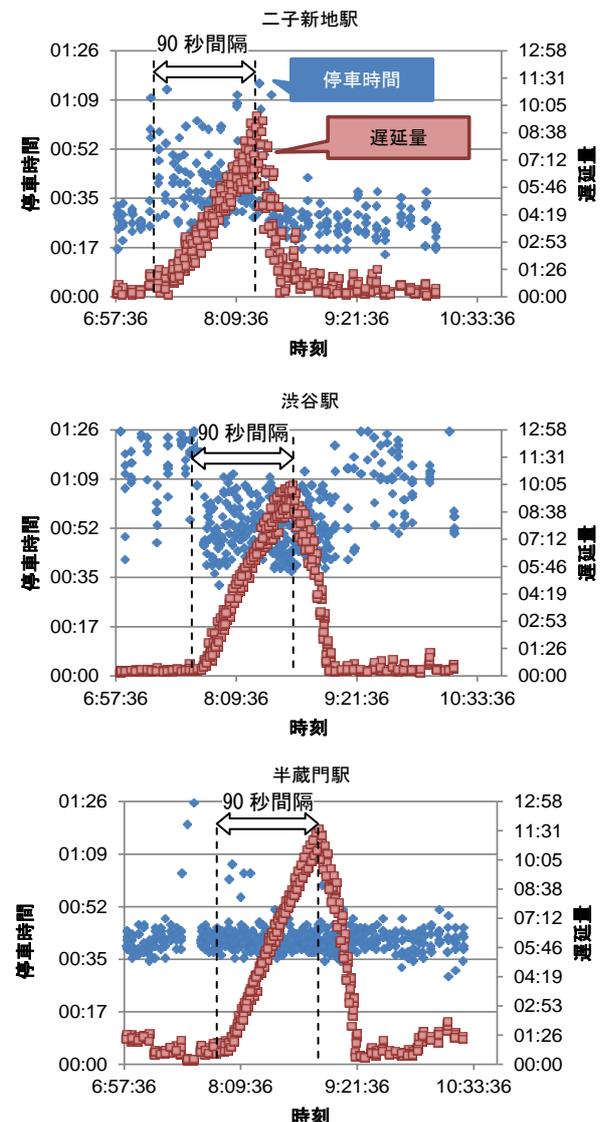


図5 各駅の遅延量と停車時間

5. まとめ

本稿では、超高頻度運転化の可能性について検討を行ったが、高頻度運転の可能性を明確にできなかった。

高頻度運転化により停車時間が大幅に短縮される駅と効果がない駅があり、一部はMASモデルの早発を防ぐパラメータが過剰に作用していることも考えられることから、シミュレーションの見直しも今後の課題である。

謝辞

本研究にあたり、データを提供頂いた東京急行電鉄および東京地下鉄の方々に深甚の謝意を表します。