

都市鉄道の超高頻度運転のための車両増備に対応した留置線配置案



AH16082 渡辺 幸四朗

指導教員 岩倉 成志

1. 背景・目的

東京圏の都市鉄道の混雑は複々線化や車両の長編成化などの取り組みにより改善しつつあるが、今もなおピーク時における主要区間の平均混雑率が高く、都市鉄道の混雑による慢性的な遅延が続く状況にある。

近年、ATACS(Advanced Train Administration and Communications System) や CBTC(Communications Based Train Control)に代表される無線式列車制御システムの導入により、列車の運行間隔短縮の可能性がある。我が国の列車運行間隔の最小値は120秒であるが、諸外国では90秒間隔の運行を実現している。先行研究から我が国においても90秒間隔での運行が可能であることが示され、混雑率を140%程度まで低下できる可能性がある¹⁾。現在の列車本数では90秒間隔の運行が極めて困難なため、新たに車両を増備する必要がある。

本研究では増備した列車がピーク時における超高頻度運行の実現可能性を示すために、留置線の増設を検討する。留置線の配置案を海外や日本の留置線の事例を参考にして検討する。東急田園都市線をモデルとして、列車増発による超高頻度運行と新たな留置線配置案の検討を本研究の目的とする。

2. 研究対象路線とデータ概要

東急田園都市線を対象に、沿線の留置線配置案を検討する。データは東急田園都市線の平日の車両運用データ、発着時刻表、車両基地の構内図および配線図をもちいた。留置線配置案の検討はGoogle Mapsや東京地下鉄道建設史²⁾の土木工事、計画・設計の概要から得られる過去の留置線建設の事例を収集する。

3. 分析方法

まず、過去の事例を参照しながら留置線の選定を行い、それぞれの特徴を述べる。2つめに東芝デジタルソリューションズ株式会社が提供する輸送計画

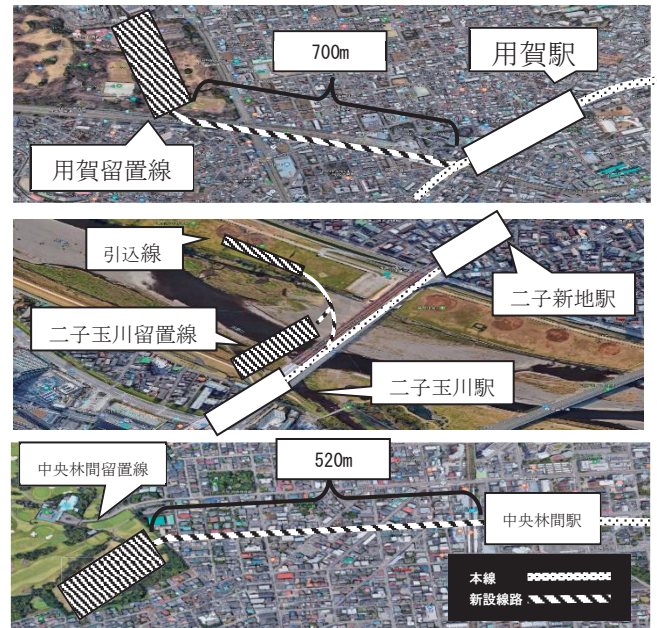


図1 留置線配置案

ICTソリューション SaaS「TrueLine®」(以下 TrueLine®)をもちいて、超高頻度ダイヤを作成する。このとき増備が必要な車両数を計算する。超高頻度運行する時間帯は渋谷駅に7:30-8:30までに到着する列車とし、この間90秒間隔での運行をおこなう。それ以外の時間帯は2019年11月時点での運転ダイヤを基準とした。3つめはTrueLine®をもちいて、既存の車両基地および新たに配置した留置線構内の列車出入庫の確認作業をおこなう。

4. 分析結果

4-1. 留置線配置場所の検討

留置線の配置は住宅密集地を避けた場所、公園などの公共施設の地下部分など、留置線周辺に与える環境問題に配慮した場所を選定条件とした。過去の事例では公共施設の地下や駅間に小規模の留置線を設ける事例がみられた。選定条件を考慮して東急田園都市線沿線の3箇所に留置線を増設する。本研究では用賀留置線、二子玉川留置線そして中央林間留

表 1 増発ダイヤの運用表

留置線	留置する列車本数	超高頻度運用区間	留置線へ戻る運用
用賀	4本	用賀 → 押上(各停)	押上 → 中央林間 → 二子玉川
二子玉川	4本	長津田 → 押上(優等)	押上 → 二子玉川
中央林間	6本	中央林間 → 押上(各停)	押上 → 中央林間

留置線をそれぞれ配置する。図 1 に留置線の位置を地図上で示した。

用賀留置線では地下鉄千代田線の代々木公園留置線の事例を参考に公園下に増設した。路線に隣接した留置線の増設箇所がなかったため、路線から 700m 離れた公園下に設けた。二子玉川留置線ではフランスの Asnières Bridge に隣接する鉄道橋 5 複線と阪急電鉄の十三橋 3 複線のような、河川に架かる複数の並走鉄道橋を参考に、下り方面側に増設した。二子玉川留置線は多摩川の河積阻害を考慮して小規模の留置線を想定した。そして中央林間留置線は地下鉄東山線高畑駅終端部を参考にした。住宅直上を避けた地権者の少ないゴルフ練習場地下部分に留置線を増設した。

4-2. 高頻度運行のダイヤの設定

はじめに、渋谷駅着 7:30-8:30 の列車を対象に 90 秒間隔の超高頻度運行を想定したダイヤを作成する。現在のダイヤでは渋谷駅着の列車は合計 26 本であるが、90 秒間隔の超高頻度ダイヤの場合には列車の本数は合計 40 本になる。増備する 14 本の列車を用賀留置線と二子玉川留置線は 4 本、中央林間留置線の列車には 6 本の列車を配置する(表 1 参照)。用賀留置線と中央林間留置線には渋谷方面各停列車、二子玉川留置線は長津田駅まで回送運用し、折り返し長津田発渋谷方面準急列車を設定した(図 2 参照)。90 秒間隔ダイヤの列車の所要時間は、既存のダイヤの所要時間と比べて各停列車は長津田-渋谷間で 5 分、準急列車は 1 分早まった。停車時間は各停列車 3 分増加、準急列車は 1 分短くなった。

4-3. 車両運用を含めた超高頻度運転の可能性

4-2 より作成したダイヤグラムから、既存の車両基地および考案した各留置線構内で車両のスムーズな出入庫が可能か分析する。新たに留置線を増設した部分の詳細なシミュレーションは出来なかったが、既存の車両基地での列車の出入庫の場所を設定して

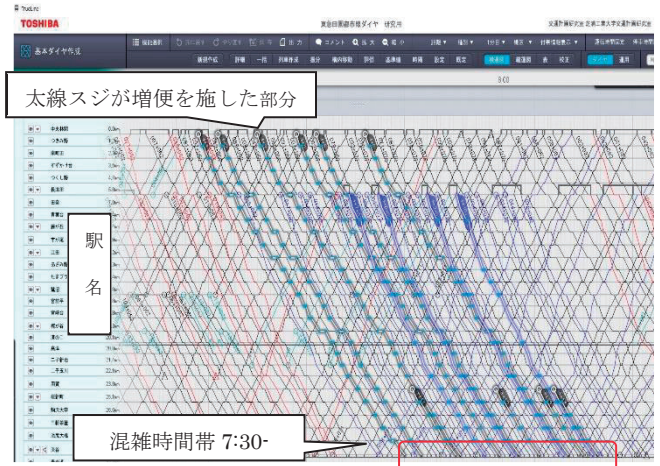


図 2 90 秒列車運行間隔のダイヤグラム

表 2 長津田-渋谷間の総所要時間と総停車時間

長津田-渋谷間の総所要時間(m' s")/総停車時間(m' s")		
	優等	各停
既存ダイヤ	42' 50" / 8' 00"	56' 40" / 11' 00"
90秒ダイヤ	41' 40" / 6' 30"	51' 30" / 14' 30"

シミュレーションをした結果、列車動線からスムーズに列車の出入庫が可能であることを示した。

5. まとめ

本研究では、ピーク時における超高頻度運行の実現可能性を示すために、留置線増設を想定した運用を TrueLine®により検証した。その結果、ダイヤ作成ではピーク時における超高頻度運転の列車運用を示せた。既存のダイヤと比べて数分早くなったため、今後は現実可能な運転時間を考慮していきたい。また、既存の車両基地は列車のスムーズな出入庫が可能であることを確認できた。しかし、新たに増設した留置線を 90 秒間隔の運行でシミュレーションすることができていない。列車の留置線から駅までの走行時間の考慮と、列車増備によるメンテナンス作業と考慮した運転ダイヤや車両運用の検討が今後の課題である。

謝辞

本研究の実施にあたり、シミュレーションソフトや車両運用、車両基地の配線図等のデータのご提供をいただいた東芝デジタルソリューションズ株式会社ならびに東京急行電鉄株式会社に深甚の謝意を表します。なお、TrueLine®は東芝デジタルソリューションズ株式会社の登録商標である。

参考文献

- 1) 吉枝, 小林, 岩倉: 「移動閉塞システムによる都市鉄道の超高頻度運行の可能性」, 第 23 回鉄道技術連合シンポジウム(2016,p333-334)
- 2) 「東京地下鉄道千代田線建設史」, 帝都高速度交通営, 1983,p436-437,p625,p828