

高頻度運行に伴う都市鉄道の遅延解消に向けた一考察

仮屋崎 圭司* (運輸政策研究機構)

日比野 直彦 森地 茂 (政策研究大学院大学)

Consideration of Train Delay Reduction under High Frequency Operation

Keiji Kariyazaki*, (Institute for Transport Policy Studies)

Naohiko Hibino, Shigeru Morichi, (National Graduate Institute for Policy Studies)

Small irregularities in service are leading to significant delays in the urban railway system of Tokyo, because the rail system is now operating very close to its capacity. The delay factor, however, varies by hour. The increase in train running time becomes the major cause during the later rush hours. Therefore, this paper attempted to grasp an actual situation of train delay, and considered the measures for train delay reduction.

キーワード：運行遅延、遅延の波及、高頻度運行
(Train delay, delay propagation, high frequency operation)

1. はじめに

首都圏の鉄道は、高密度な鉄道網整備、列車の長編成化、高頻度輸送、相互直通運転の実施、ホームドアの設置等により、広域かつ膨大な通勤需要を正確かつ安全に輸送可能とした世界に誇れるシステムである。それゆえに、首都圏の鉄道網は「概成された」と言われることがある。しかし、この高頻度運行、相互直通運転といった日本の最も特徴的な施策は大きな効果をあげた反面、その副作用として、①通勤時間帯の慢性的な遅延、②人身事故、車両故障等により発生した遅延の広域的な連鎖、③一度発生した遅延の回復に数時間も要してしまうといった回復困難性の問題等が起り、ある種のパラドクスとなっている。これら毎日のように発生する遅延は、通勤時間帯の混雑と相まって、利用者に多大な苦痛を強めている。

高頻度運行を行う都市鉄道は、駅での旅客流動に起因して停車時間の増加が発生し、駅間の列車間隔の縮小により走行時間が増加している。それらは各々の要因で遅延時間が拡大するだけでなく、相互に影響を与えて波及・拡大するため、個々の対策は必ずしも効果的に機能せず、十分な解決に至らないことも懸念される。そこで本報告は、駅部と駅間部の運行遅延の要因とその特徴を実際のデータから概観し、それを基に遅延の解消に向けた対策について考察する。

2. 遅延の定義

列車種別や運行区間が単純な路線では、ダイヤ上の遅延が

発生しても、利用者がその影響を殆ど意識しない場合がある。個々の利用者は、自分が実際に利用する列車の駅での待ち時間と駅間の所要時間の増加に対し遅れを意識するためである。つまり、利用者にとっての遅延とは、期待した時刻と実際の目的地到着時刻との差を意味する。一方で、事業者にとっての遅延とは、ダイヤ上の時刻と実際の運行時刻との差を意味し、路線の列車運行状況を示すものである。

本研究は、利用者にとってのサービス改善を目指すものであるが、そのための現状分析として、遅延の発生や遅延発生時の列車の運行状態といった現象把握を試みる。そこで本報告では、後者の事業者にとっての遅延を扱うものとし、ダイヤからの遅れ時間を運行遅延と定義して、以下の検討を進める。

3. 遅延の発生・波及の要因

人身事故や車両故障、電気・通信設備故障、自然災害などの運行トラブルは、遅延の発生要因の一つであり¹⁾、これらの要因による遅延は、遅れ時間とその回復時間が長時間におよぶ可能性がある。

一方で、慢性的に発生する通勤時間帯の遅延は、利用者要因による駅停車時間の増加等から発生することも多い。車内やホーム上の混雑に伴う列車乗降時間の増加、無理な駆け込み乗車とそれに伴う列車ドアやホーム柵の再開閉、車内での発病などが挙げられる。また利用者の行動・振る舞いの変化も遅延に影響している。携帯電話や携帯ゲーム機器の画面を見ながらの乗降およびプラットホームの移

動、乗降時に一端列車を降りることなく列車ドアの両脇に立ち残る人なども遅延の発生・波及の要因となっている。

これらの要因により駅停車時間が増加し、列車が次駅に遅れて到着すると、その遅れた時間分だけ通常よりも多くの利用者がホーム上に発生しているため、再び乗降時間は増加し、列車の遅延時間はさらに拡大する。この対策として、先行列車の駅出発時間を調整し、各列車の等間隔運行を維持する運行管理が成されているが、これは同時に先行列車に遅延が波及し、新たな遅延の発生要因とも言える。

また、高頻度運行下ではある列車の駅停車時間の増加は、直ちに後続列車へと波及し、後続列車の駅間走行時間の増加および駅到着遅れを誘引し、新たな遅延を発生させる。限られた線路容量で大量輸送を可能とするための高頻度運行であるが、その反面、運行のバッファが殆どなく僅かなトラブルでも遅れが発生し、その影響が波及し易い状態にある。また、優等列車の存在と相互直通運転により、遅れの影響を受ける列車本数と影響範囲は拡大し、その拡がり方も複雑化する。

4. 遅延時間の構成

図1は、列車毎のダイヤに対する遅延時間の構成を示している。平成21年1月19日(月)の東急田園都市線(溝の口駅～渋谷駅:9駅間)の列車運行実績値を用いて作成した。列車運行実績値は、自動進路制御装置(PRC: Programmed Route Control)により得られるデータの一つであり、駅毎に各列車の到着時刻、出発時刻が秒単位で記録されている。なお、東急田園都市線は渋谷駅到着7:50～9:00の急行を、二子玉川駅～渋谷駅(6駅間)の区間で各駅停車とする準急運転を実施しており、列車毎の混雑を平準化し遅延の抑制を図っている。

各列車とも駅停車時間の増加がみられるが、駅間走行時間の余裕時間で遅延の発生を抑えている。しかし、ダイヤ上で8:00～9:30頃に渋谷駅に到着する列車は、走行時間の増加も生じているために遅延が発生していることが分かる。また、遅延が発生した初期は駅停車時間の増加が遅延の主な要因となっているが、8:40頃から駅間走行時間の占める割合が大きくなっている。利用者混雑に起因する駅停車時間の増加と、線路上の列車混雑に起因する駅間走行時間の増加という異なる遅延の要因が存在し、時間帯によってその構成割合が異なることが分かる。

5. 遅延の解消に向けて

駅停車時間の増加は遅延発生要因の主であるため、その対策は非常に効果的であると考えられる。しかし、それらは利用者に対して行動の変化を要求するため、実効性や期待どおりの効果が得られるかどうか不明瞭な点もある。一方で、駅間走行時間は、列車運行方法によることから、対策を投じやすく、またその効果も期待しやすい。また、前節の遅延時間の構成で、遅延発生の初期段階こそ駅停車時

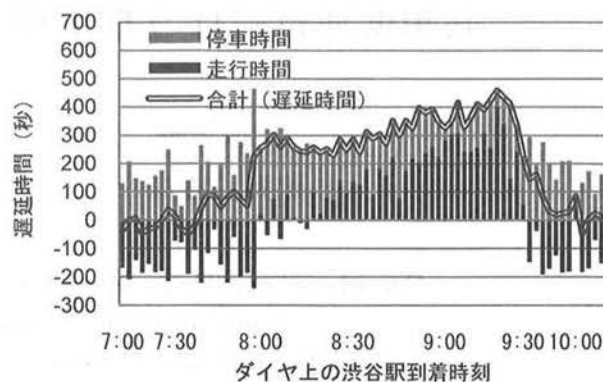


図1 列車毎のダイヤに対する遅延時間

間の増加が主な遅延要因であったが、それ以降は走行時間の増加の占める割合が大きくなることから、駅間走行時間への対策は遅延の拡大抑制や、早期回復において重要であることが分かる。

現在の都市鉄道の特徴の一つが非常に短い列車閉そく長であり、これにより高密度運行による大量輸送を可能としている。しかし一方で、列車の線路上の混雑が発生し、これに起因して列車の駅間走行時間が増加している。線路上に密な状態で運行している列車は、先行列車の速度変化に応じて、加減速を繰り返すこととなり、それは自動車交通における渋滞現象と類似する。つまり、線路上において列車の渋滞が発生していると言えよう。この場合、自動車交通で実施されている渋滞緩和対策が鉄道にも応用できる可能性があり、これまであまり実施されてこなかった列車運行方法の工夫による遅延対策の手法が見出されるかもしれない。列車の駅間走行挙動や駅手前の運行状態は、自動車の追従理論や信号部の待ち行列理論と同様な理論が適用されることが考えられ、遅延解消の糸口となることが期待される。

6. おわりに

遅延の対策検討は、駅での列車乗降に関わる旅客流動のみならず、駅間走行時間への対策の検討も重要である。上述したような列車運行方法の工夫による遅延対策を検討するためには、列車の相互作用による列車1本1本の運行挙動を時系列的に捉えた分析が不可欠であり、今後その様な研究の蓄積が期待される。なお、本研究は科学研究費助成金(課題番号: 21360242)ならびに東京急行電鉄株式会社、東京地下鉄株式会社、東武鉄道株式会社の協力のもとで行われた。ここに記して感謝の意を表する。

文 献

- (1) 国土交通省鉄道局:「鉄道輸送トラブルによる影響に関する調査」(2009)
- (2) 飯屋崎圭司・日比野直彦・森地茂:「都市鉄道の列車遅延の拡大メカニズムに関する研究」, 土木計画学研究論文集, Vol.27, 9pages (2010) (登載決定)
- (3) 上松苑・岩倉成志:「エージェントモデルによる東京圏都市鉄道の遅延連鎖シミュレーションの構築」, 土木計画学研究講演集, Vol.40, 5pages (2009)