

列車ダイヤの頑健性と余裕時分の関連性

堀田 征史*

宮武 昌史 (上智大学)

Relationship of Robustness of Train Schedule and Margin Time

Masafumi Hotta*, Masafumi Miyatake, (Sophia University)

In the metropolis, high-density train scheduling is performed including the commuter rush hour. Especially, in the commuter rush hour of the morning, due to the concentration of passengers of entrainment and detrainment, a train cannot depart from a station after scheduling stopping time. In this paper, we performed a field work and considered relationship between congestion and delay.

キーワード：列車ダイヤ, 頑健性, 余裕時分

(Keywords, train scheduling, robustness, margin time)

1. はじめに

現在大都市圏では、朝の通勤時間帯をはじめ、夕方の帰宅時間帯において列車運行が高密度である。特に朝の通勤時間帯では、主要駅での旅客の乗降から計画ダイヤの設定停車時分を超えても列車が発車できなく延発となることがある。そして、高密度な運行のため、小規模な遅延から後続の列車へ遅延が伝播し、中規模な乱れに発展することもある。これらの対策として列車ダイヤには、計画の段階で駅間の基準となる基準運転時分に余裕時分、調整時分といった列車の運転にかかわる“余裕”時分と多くの乗客乗降が予想される主要駅に停車時分として“余裕”時分が加味されている。いずれも過去のデータを基に加味されていることが多い。

こうした対策を施しながらも通勤時間帯では、日常的に遅延は発生している。それは、旅客の乗降のみならず、駆け込み乗車及び降車、急病人、ホームや踏み切りでの防護発砲、他線との競合、接続といった様々な要因が考えられる。こうした輸送障害までいかないが、小規模的な輸送トラブルは頻発している。国土交通省も都市部における短時間の輸送トラブルの実態を調査するとともに、輸送トラブルが利用者等に及ぼす影響の大きさを定量的に表現するために調査を行っている⁽¹⁾。

2. 列車ダイヤの頑健性

列車ダイヤの頑健性(robustness)とは、運行計画ダイヤに対して、1 節で述べたような外乱が生じて遅延が伝播しにくく、容易に収束するダイヤを示す。竹内らの先行研究⁽²⁾では、列車の遅延から旅客の不効用を評価し、余裕時分の与え方が提案されている。ここでは、主要駅の停車時分に余裕を与えることで計画ダイヤ上での頑健性を得られることを示している。また、列車の実績データから得られた遅延の量を可視化することで遅延が後続列車へ伝播する様子を表示する手法も提案され⁽³⁾、遅延の伝播が少ないダイヤのことを頑健なダイヤとしている。

鉄道事業者ではこうした「遅れの少ないダイヤ作り」に関心が高まっている。この背景には、情報化社会の発展によって時刻表を持たずとも、どこでも列車の乗り換え案内を閲覧でき、その中の乗り換え時間に余裕が少ないことが原因であると言われている。乗り換え時間が少

ないため、旅客が乗った列車で遅延が発生すると乗り換えする列車に間に合わなくなり、苦情が増加する。こうしたことを防ぐためにも頑健なダイヤ作りが必要である。

3. 本研究の目的

本研究では、密度の高い列車運行における列車車内の乗車率と駅での乗降数に着目し、理想的な停車時分を提案し、可能な限り旅客の駅間所要時間に影響を与えず、かつ些細な遅延による連続的な遅延の伝播を減らすことを最大目標として頑健なダイヤを目指していく。

4. 現地調査

4.1 概要

まず実際の列車運行から車内乗車率、駅乗降数と停車時分の関連性を考察するために実線区で調査を行った。Fig.1 に対象とする実在の線区の簡単な配線図を示す。

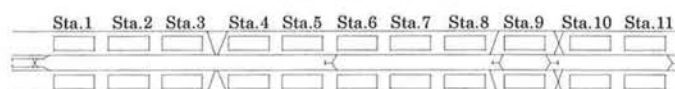


Fig.1 The object portion of Line

この線区で駅 9 は、一日の乗降客数が最も多い駅となる。そして朝の通勤時間帯、駅 1 から駅 9 へ、駅 11 から駅 9 へと向かう旅客多くなる。そのため駅 1 から駅 7 までの駅は、駅 9 に向かうことから乗車人数が多い。駅 8 は、乗降人数が比較的多く、駅 9 は降車人数が多く、乗車人数が少ない。また駅 10 は、乗車人数が多く、駅 11 は結節駅の役割もあり乗降人数が多い。さらに駅 1, 3, 8, 9, 11 は、快速電車の停車駅でもある。

そして、駅 1, 6, 9, 11 に折り返し設備があるが、計画ダイヤでは駅 1, 11 のみ折り返しを行う。ただし、駅 11 での折り返しは、朝の通勤時間帯のみ行われる。また駅 6, 9 の折り返し設備は、列車障害が発生した時、つまり運転整理が必要となった場合、臨時に折り返しを行い、運転整理を行うことができる。

以上のことから駅 9 に比較的近く、乗車人数の多い駅 6 で早朝 6 時 30 分から 9 時 30 分までの時間、ホーム上で列車の運行、旅客の乗降の様子を調査した。

駅 6 の概略図を Fig.2 に示す。



Fig.2 A Diagrammatic View of No.6 Sta.

駅6では、中央口、東口の2つの改札口がある。中央口は、橋上駅舎となっており改札を抜け階段、エスカレータ、またはエレベータを通じてホームに達する。東口は、地下駅舎となっており地下改札からスロープを通じてホームに達する。このような設備のため、朝の通勤時間帯、中央口改札から駅1方面の階段を降りた付近、東口改札からスロープを上がってきた付近、つまり7両編成の列車が停止した際、6、7号車付近に旅客が集中することが考えられる。

4.2 調査方法

2010年6月8日及び8月31日～9月3日までの5日間、駅6にて早朝6時30分から通勤輸送が穏やかになる9時30分の3時間、駅11方向の列車の着発時刻、乗降数、乗車率を記録した。Fig.2を参考にし、旅客の集中が予測される6、7号車の間で旅客流動の記録を行った。

時刻は、電波時計を用いて列車の停車時を到着時刻とし、列車の起動をもって発車時刻とした。そして旅客の乗降数は、見える範囲で扉一枚に対する最大値を記録し、乗車率は座席が満席となっている状態を40%とし目視によって判断した。

4.3 調査結果

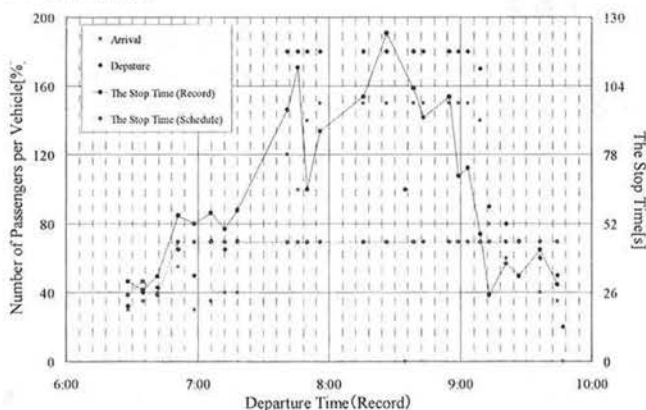


Fig.3 Result Data of June 8, 2010

6月8日、この線区で大きな輸送障害が発生し、ダイヤが終日に渡り大きく乱れた。駅6で旅客数のピークとなる7時30分から8時30分の間、積み残しが発生するほどの大乱れであった。こうした大乱れの中、駅6の折り返し設備を使った特発列車が8時34分に設定され、若干積み残しは収まった。しかしFig.3をみると、特発列車以降の後続列車も停車時分が大きく増加している。さらに駅6と駅9の位置関係から発車時の乗車率が180%で頭打ちとなっていることも積み残しや停車時分の増加にも影響していることが考えられる。

これらのことからダイヤの乱れ時、到着時の乗車率、旅客の集中は、停車時分に強く影響を与えることが考えられ、さらに駅6と駅9との区間の短さは、旅客を車内

奥まで行きにくくし、扉付近に集中させ、結果停車時分を増加させていることがうかがえる。以上のことから主要駅に近い駅では到着時の乗車率によって停車時分が大きく増加することが考えられる。

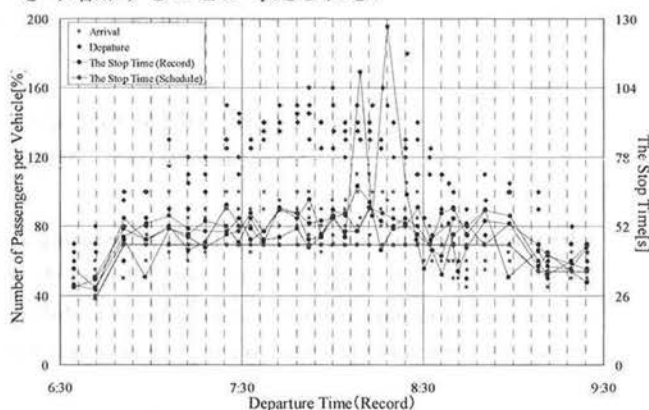


Fig.4 Results Data from August 31, 2010 to September 3

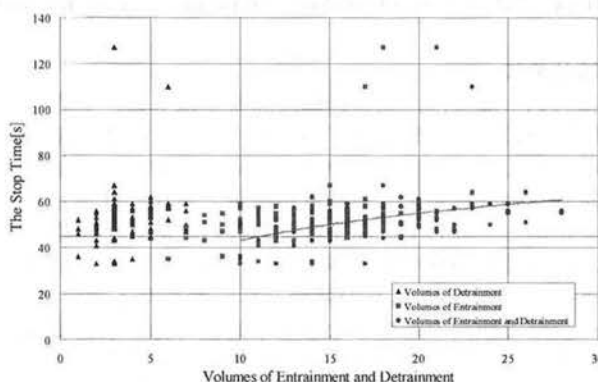


Fig.5 Volumes of Entrainment and Detrainment and relations of The Stop Time from August 31, 2010 to September 3

8月31日～9月3日までの4日間は、大きな乱れはなく通常の運行であった。またFig.4をみると、一部の数列車に小規模な遅延が発生し、後続の列車にも遅延が伝播した様子がうかがえる。こうしたことから朝の通勤ラッシュ時では些細な事象が、遅延の原因となり、後続の列車にも少なからず影響を与える。また、Fig.5に示した乗降数と停車時分の関係では、先行研究⁽⁴⁾にあるような強い相関性は認められなかった。これは、調査データの量的な問題と今回のように特定の駅と複数駅では特性が異なることが考えられる。

5. まとめ

今回の調査により主要駅周辺の駅では列車の到着時の乗車率が、停車時分に影響をもたらすことが分かった。これは、今まで考えられてきたその列車の終着駅付近で余裕を大きく与えることで、列車の遅延を減らすことと異なる。つまり主要駅が中間駅の時、その主要駅に近い駅に多くの余裕を加えることで列車の定時性を確保できると考えることができる。今後シミュレーションを用い、今回の結果を基に考察していく。

文 献

- (1) 国土交通省：鉄道輸送トラブルによる影響に関する調査について、2009
- (2) 武内陽子、富井規雄：「鉄道の計画ダイヤの頑健性評価」J-RAIL/2003、鉄道技術連合シンポジウム講演論文集
- (3) 牛田貢平：「列車運行実績データの可視化手法によるダイヤ検討への応用」、運輸協会誌、Vol.52、No.8 (2010)
- (4) 都築ら：「鉄道駅における旅客流動に関する研究 vol17」、日本建築学会大会学術講演梗概集、E-1 pp.847-848