

車両応荷重データを用いた都市鉄道の時間帯別・車両別混雑率の分析

—東急田園都市線を対象として—*

Analysis of rate of train overcrowding by stored data at load weight units*

森田泰智**・太田雅文***・窪田崇斗****・家田仁*****

By Yasutomo MORITA **・Masafumi OTA ***・Takato KUBOTA ****・Hitoshi IEDA*****

1. はじめに

都市鉄道ネットワークは、輸送需要が増加するなか、新線建設、複々線化、高密度運転化、長編成化等による輸送力増強が講じられ、これまでに相当程度拡充されてきている。その結果、東京圏における主要 31 区間の最混雑時 1 時間の混雑率は、個別路線ごとにみると二極分化が進んでいるが、全体的には平均 170%程度と低下傾向にある^{1)~4)} (図 1)。

一方で、夜間・ピークサイドにおける混雑が顕在化してきており、需要追従型の対策に続く第 2 フェーズの混雑対策が求められているが、この問題に対する改善の検討は十分に行われてこなかったと言える。しかしながら、今後の鉄道を中心とした公共交通サービスの向上という観点からは、駅施設、運行施設計画等を行う際に、時間帯別、列車種別、車両別等のきめ細やかな視点で混雑状況を見ていく必要がある。

既存の交通統計調査としては、例えば、過去のデータの蓄積が豊富で交通流動量といった量的データが充実している「大都市交通センサス」が挙げられるが、抽出率が 5%程度と低く、夜間・ピークサイドにおける混雑緩和の検討に使用するにはデータの精度が粗く、詳細な分析は困難である。

そこで本研究では、これらの問題点に対して、時間帯別、列車種別、車両別等の多様な視点からの混雑状況の把握を目的とし、具体的事例として東急田園都市線 (図 2) の車両応荷重データ (平成 17・18 年の秋の数日間のデータ) を用いた時間帯別・車両別混雑率の測定手法及び測定結果について考察を行った。

*キーワード：交通量計測、時間帯別・車両別混雑率

**正員、修(工)、鉄道・運輸機構 東京支社 計画部 調査第一課 (東京都港区芝公園2-11-1、

TEL : 03-5403-8738、FAX03-5403-8771)

***正員、PhD、東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部 事業統括部 事業推進課

****正員、修(工)、鉄道・運輸機構 東京支社 計画部 調査第一課

*****フェロー員、工博、東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻

2. 応荷重装置による混雑率把握

(1) 応荷重装置の概要

応荷重装置 (図 3) とは、車両の台車にある空気ばねの圧力変化を計測して車両の積載荷重を検知し、ブレーキ圧力を変化させることで、乗車率によらず制動力を一定にする装置である^{5)・6)}。

(2) 応荷重データと乗車人員の関係

応荷重装置から計測されるデータは、空車時と計測時 (乗車時) のそれぞれの空気ばね圧力の数値である。本研究では、この空気ばね圧力を乗車人員に換算するために、乗車人数の実測調査を行った。

図 4 に空気ばね圧力と乗車人員の関係を示すが、これにより 1 人当たり 0.615kN と線形回帰された。

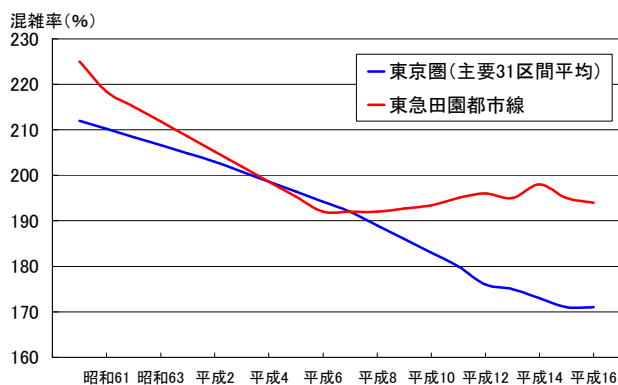


図 1 東京圏における最混雑時 1 時間の混雑率



図 2 東急田園都市線位置図

(3) 駅間における編成平均混雑率の整理

駅間における列車毎の編成平均混雑率の変化を把握するために、時間帯別に分けて整理を行った。

a) 朝の上り方向の混雑

データの制約上、同時帯の急行と各駅停車の応荷重データを比較できないものの、図5より、急行の数値が高く、各駅停車が低い傾向が確認できる。急行は、比較的郊外の溝の口～二子玉川駅間などで200%を上回る最混雑率を記録しているのに対して、各駅停車は池尻大橋～渋谷駅間で最混雑率に至っている。

従来の統計調査においては、路線の最混雑区間として池尻大橋～渋谷駅間で計測されているが、列車単位で見ると最混雑区間が異なることが明らかになった。

b) 急行の朝の上り方向の時間帯別混雑

急行の朝の上り方向の時間帯別混雑状況の違いについて、分析を行った。ここでは、図5とは異なるサンプルを用いて、急行における時間帯別混雑状況の違いについて図6に示している。急行の朝の上り方向の時間帯別混雑は、最混雑率に到達する区間に着目すると、図7～9に

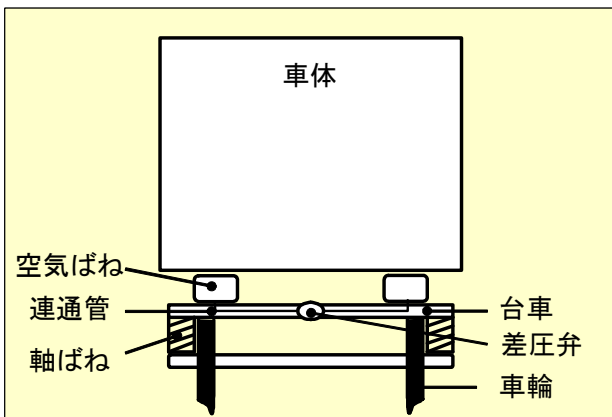


図3 応荷重装置

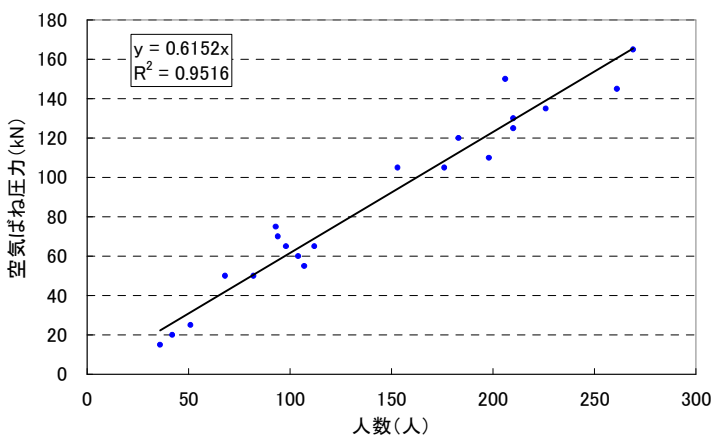


図4 応荷重データと乗車人員の関係

示す3パターンに類型化できると考えられる。

パターンA (図7) は、朝の早い時間帯に見られる傾向のパターンであるが、鷺沼～溝の口駅間で最混雑を記録し、その後都心に向かって混雑が減少していくパターンである。同様に、パターンB (図8) は溝の口～二子玉川駅間において、パターンC (図9) は二子玉川～三軒茶屋駅間においてそれぞれ最混雑を記録し、その後都心に向かって混雑が減少していくパターンである。

これにより、朝ピーク時には、時間の経過とともに、郊外から都心へと混雑の中心が移っていることが確認できた。

c) 夜間の下り方向の混雑

夜間の下り方向の混雑状況に着目して分析を行った。ここでは、23時までの夜間の混雑状況 (図10) と23時以降の深夜の混雑状況 (図11) に分け、水・金曜日の混雑状況を比較することで、曜日による混雑状況の変動につ

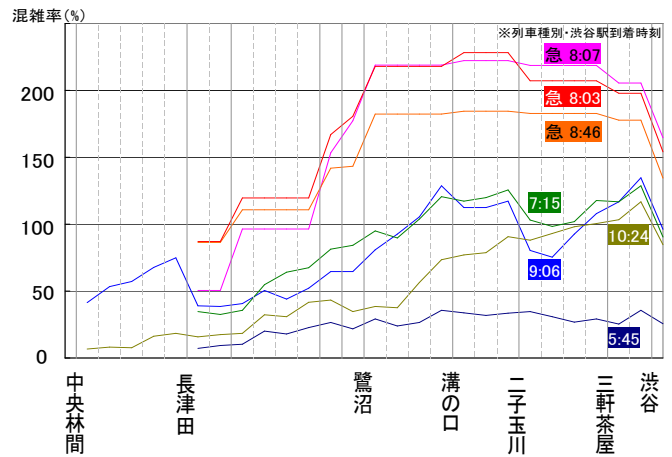


図5 朝の上り編成別区間別混雑率変化

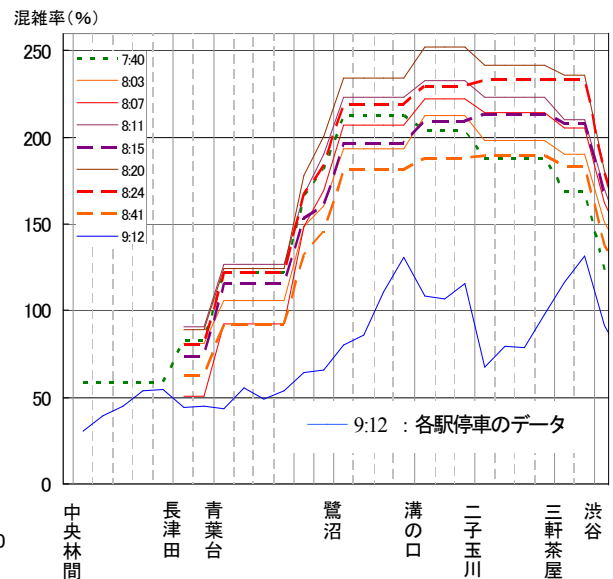


図6 急行の朝の上り方向の時間帯別混雑率変化

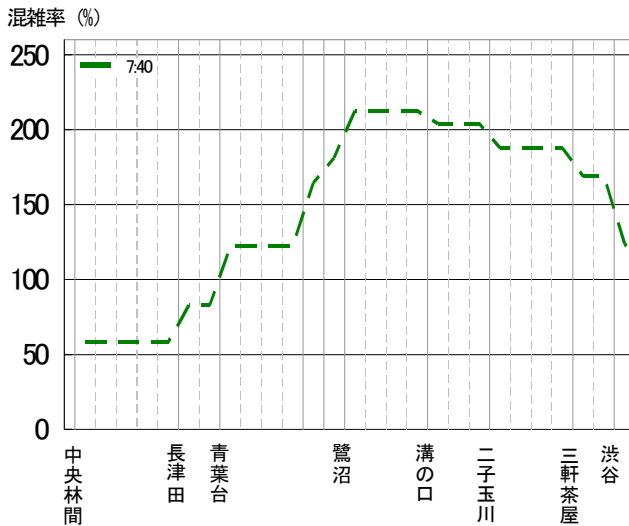


図7 混雑率変化の類型化 (パターンA)

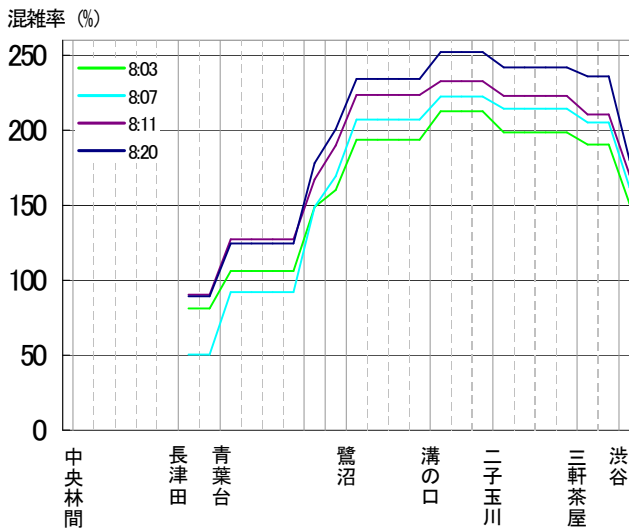


図8 混雑率変化の類型化 (パターンB)

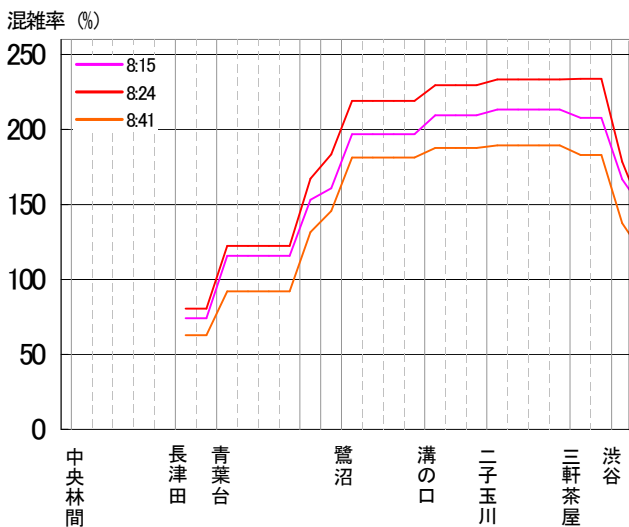


図9 混雑率変化の類型化 (パターンC)

いて整理を行った。図中の実線は金曜日、破線は水曜日のデータであり、同一時刻の列車は同一色で表示している。

夜間の混雑は、比較的曜日による変動を受けやすい傾向にあることが確認できる。19:50発の急行では、金曜日よりも水曜日の方が混雑率が高く、渋谷駅発車時点で50%弱もの大きな差があり、溝の口駅以遠になると、差がほとんどなくなっていく。

一方、時間が経過し、20:49発各駅停車及び21:04発急行になると、曜日間で大きな差が見られなくなる。さらに、22:30発になると大小関係が逆転し、金曜日の混雑率が、渋谷～鷺沼駅間で若干高くなる傾向が確認できる(図10)。

この逆転現象は、23時を過ぎるとさらに加速され、ほとんどの区間において、金曜日の混雑率が水曜日の混雑率より高くなる傾向にある。23:30発急行では、渋谷駅発車時に約30%の差があり、郊外部までその差が継続されている。

また、23:51発各駅停車に着目すると、金曜日の列車では、渋谷駅発車時に150%を超える激しい混雑となっており、水曜日の同列車との差は50%にも達している(図11)。

(4) ターミナル駅における車両別混雑

ターミナル駅における車両毎の混雑状況の違いについて考察する。

図12に、上り列車の渋谷駅到着時における車両別混雑率の分布を示す。急行・各駅停車の列車種別や到着時間に関わらず、5号車・8号車に混雑が偏在する傾向があり、到着駅の階段位置等が車両毎の混雑の大小に大きな影響

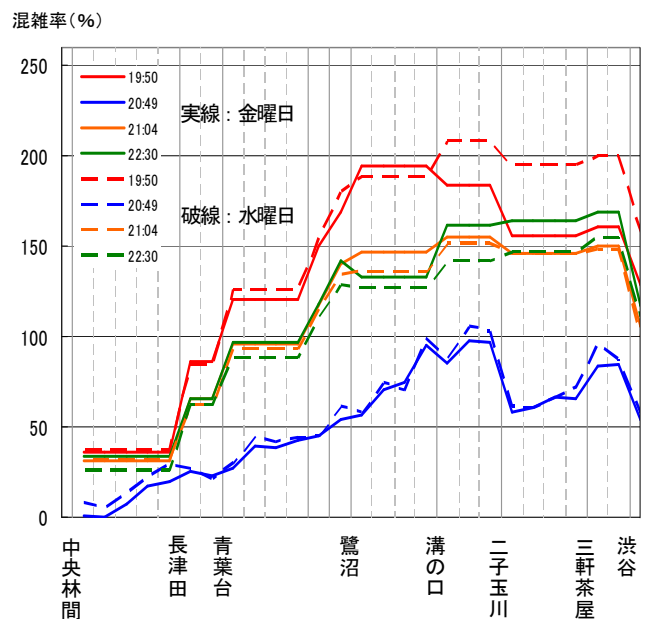


図10 23時までの下り方向の混雑率変化

を与えていることが分かる。

次に、上り列車の到着時と出発時の混雑状況の違いについて示す。図13に、鷺沼駅、二子玉川駅、渋谷駅における上り列車の到着時及び出発時の車両別混雑率の分布を示す。鷺沼駅では、到着時と比較して、出発時に階段付近の車両で混雑率が大きく上昇しており、鷺沼駅の階段位置に利用者が集中していることが分かる。一方、二子玉川駅では、渋谷方向の前方車両で大幅な混雑率の減少が見られる。これは、前方の1~5号車で、東急大井町線と同一ホームで乗換が可能であるため、前方車両の利用者が大幅に降車して、大井町線へ乗換えているものと考えられる。渋谷駅についても同様に、階段付近の車両で混雑率が大きく減少しており、階段付近の車両に利用者が集中していることが分かる。

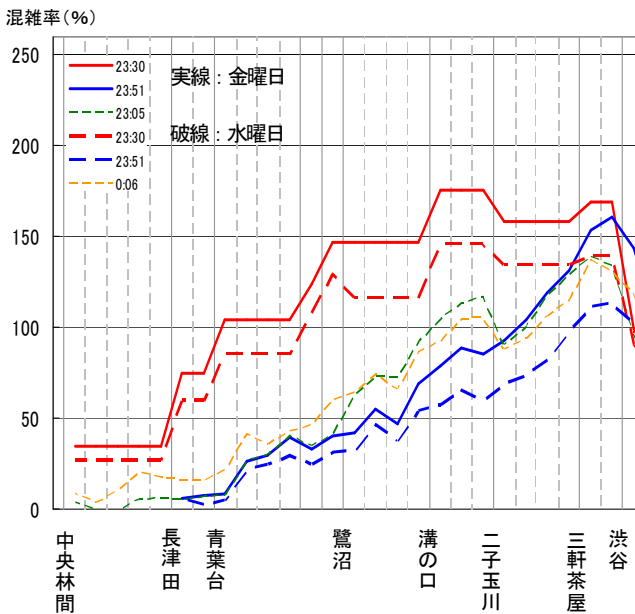


図11 23時以降の下り方向の混雑率変化

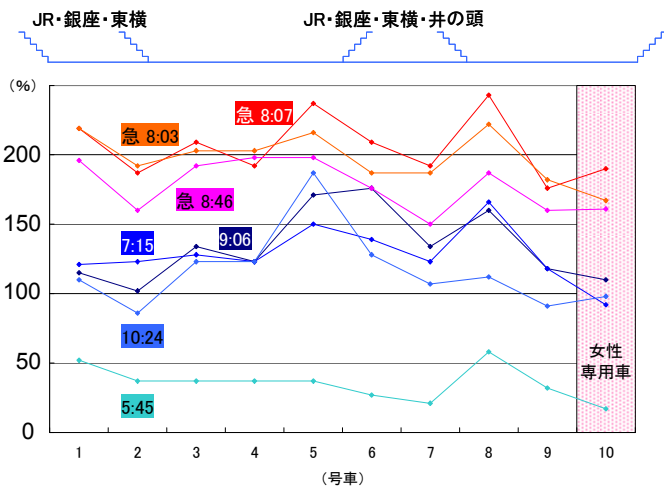


図12 ターミナル駅での車両別混雑率の違い

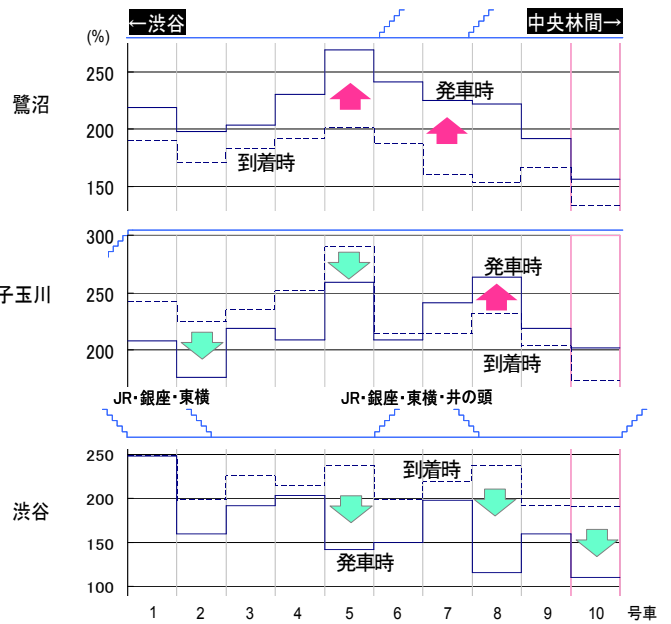


図13 列車到着時と発車時の混雑率の違い

3. まとめ

本研究により、車両応荷重データと乗車人員との間に線形関係があることが確認でき、精度の高い混雑率の測定を可能にする手法であることが明らかになった。これにより、時間帯別・車両別混雑率が把握でき、朝ピーク時だけでなくピークサイドや夜間等の「第2フェーズの混雑問題」の改善方策に向けた検討に資するデータの取得が可能になった。

今後は、この手法を活用し、「第2フェーズの混雑問題」の改善を中心に都市鉄道サービス向上に向けた方策の研究を継続していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 財) 運輸政策研究機構：東京圏の鉄道のあゆみと未来、2000
- 2) 財) 運輸政策研究機構：数字でみる鉄道2006、2006
- 3) 財) 運輸政策研究機構：平成18年度版 都市交通年報、2007
- 4) 国土交通省：平成17年度大都市交通センサス首都圏報告書、2007
- 5) 財) 運輸政策研究機構：都市鉄道の新たな整備水準指標に関する調査、2004
- 6) 財) 運輸政策研究機構：都市鉄道における混雑率の測定方法に関する調査、2005