

プローブカーデータを用いた市街地交差点特性に関する研究

Analysis of Intersection Characteristics on Urban Area Using Probe-vehicle-data

北海道大学工学研究科 学生員 ○柴田 雄史 (Yuji Shibata)
北海道大学工学研究科 学生員 Rattaphol PUEBOOBPAPHAN
北海道大学工学研究科 正員 中辻 隆 (Takashi Nakatsuji)

1. はじめに

交通流の制御や交通情報の提供にとって、交通状況の的確な把握が必要不可欠である。近年、交通流の検出技術は非常に進歩し、従来は計測が困難であった交通状態量の直接計測も可能となりつつある。そしてその技術を利用し、タクシーやバスに GPS 車載機を搭載したプローブカーを用いて交通状況の解明が試みられている。プローブカーから得られる情報は ITS 分野における道路交通情報提供等の様々なサービス展開のための新たなツールとして、大いに期待されている。

これまでにも、高速道路におけるプローブカーデータを用い、旅行時間の計算やプローブカーの混入率による交通流の再現性の違いなどが研究されている。しかし、市街地においては交差点等が交通状況に強く影響するため、プローブカーデータによる交通状態の把握に関する研究はあまり行われていない。そのため、市街地でのプローブカーデータを活用し、交通特性等を分析することが望まれている。

本稿では、交通特性として市街地の信号交差点での遅れ時間に着目した。交差点の遅れ時間を表すモデルとして、変数として交通量、信号サイクルなどが用いられている Webster モデル、HCM モデルなどが知られている。しかし、プローブカーデータからは直接遅れ時間を算定することが出来るため、これらを比較し、違いが生じる原因について考察した。また、同様にマクロスコピックモデルにより計算された交差点付近の交通状況を用い、比較、検討した。

2. データの概要

2.1 タクシーによるプローブカーデータ

プローブカーデータは 2001 年 12 月、2002 年 12 月、2003 年 1 月のタクシーによるデータであり、1 ヶ月当たりでは 290 台前後のデータとなる。プローブカーデータは約 5 秒ごとに記録されており、記録日付、記録時刻、緯度、経度、速度、方向が含まれている。

2.2 車両感知器データ

車両感知器データは札幌市西区の 10 の路線に設置された感知器から得られた 2002 年 12 月、2003 年 1 月のものである。これらのデータには記録日付、記録時刻、交通量、占有パルス数、速度などのデータが含まれている。これらは 7:00~19:55 までの間に、5 分間隔で記録されている。

3. 遅れ時間の算定

3.1 Webster モデル¹⁾

Webster モデルは一樣な到着を仮定した従来のモデルに対し、ランダム遅れを考慮した代表的なモデルである。遅れを算定するモデルは 3 つの項から成っており、第 1 項は一樣な到着による遅れ時間、第 2 項はランダム到着による遅れ時間、第 3 項はシミュレーションによる修正項である。

3.2 HCM モデル²⁾

Webster モデルは飽和状態に近づく遅れ時間が無限大になる点が欠点とされていた。そのため、Webster モデルと飽和状態での遅れ時間を表すモデルを用い、近似、変形させたモデルの代表的なものが HCM モデルである。HCM モデルは Webster モデルと同様に一樣到着、ランダム到着による遅れ時間の和と、初期待ち行列による遅れ時間の和で表される。

3.3 プローブカーデータによる遅れ時間

プローブカーデータによる遅れ時間は、まず対象交差点付近のプローブカーデータを抽出し、走行時間の最も小さいものを自由走行によるものとし、その値からの差を総遅れ時間と定義する。また、交差点手前のリンクにおいて速度が 0 であるものを停止によるものとし、その値を用いて平均停止遅れ時間として扱う。

3.4 比較・考察

上述の 3 つの手法を用いて遅れ時間を計算した。なお、今回対象範囲としたのは札幌市西区、発寒 13-2(下手稲通と札幌新道の交差点)である。Webster モデル、HCM モデルに関しては車両感知器の交通量データを用いて計算した。また飽和交通流量は大型車混入率、右左折率等の補正を施し、約 1400veh/h として計算している。

表 - 1 各手法による遅れ時間

Webster式による遅れ時間				
	南向き・2002/12	南向き・2003/1	北向き・2002/12	北向き・2003/1
7:00~7:30	28.1	26.7	24.6	25.0
7:30~8:00	31.3	27.9	26.5	27.7
8:00~8:30	30.2	27.4	26.2	27.1
8:30~9:00	27.7	27.0	27.3	25.6
HCM式による遅れ時間				
	南向き・2002/12	南向き・2003/1	北向き・2002/12	北向き・2003/1
7:00~7:30	23.4	21.4	19.9	20.1
7:30~8:00	24.6	22.5	21.4	22.1
8:00~8:30	23.9	22.0	21.2	22.3
8:30~9:00	22.8	21.9	22.0	20.6
プローブカーデータによる総遅れ時間				
	南向き・2002/12	南向き・2003/1	北向き・2002/12	北向き・2003/1
7:00~7:30	60.0	53.4	35.3	57.3
7:30~8:00	82.3	76.9	70.9	93.6
8:00~8:30	79.6	67.1	53.1	53.1
8:30~9:00	68.9	55.3	59.9	55.0
プローブカーデータによる停止遅れ時間				
	南向き・2002/12	南向き・2003/1	北向き・2002/12	北向き・2003/1
7:00~7:30	37.3	36.5	34.4	37.8
7:30~8:00	73.9	46.7	64.2	83.1
8:00~8:30	46.1	39.4	44.5	34.9
8:30~9:00	45.6	44.6	51.4	41.0

一方、プローブカーデータによる遅れ時間は、交差点の手前 100mのデータを用い、遅れ時間を計算している。

結果は表-1 のようになっている。Webster モデルによる遅れ時間が HCM モデルによるものより大きくなることは過去の研究により知られているが、プローブカーデータによる遅れ時間は大きな差が生じる結果となった。

その原因として考えられるものとしてまず遅れ時間の算定手法における仮定の違いが考えられる。既存研究によると、Webster、HCM のどちらのモデルにおいても、以下のような仮定に基づき計算されている。

- ）到着はポアソン分布に従い、変化することはない
- ）交通状態を一定に保つため、長い測定距離を仮定する

Webster モデルではさらに、

- ）飽和状態であっても、飽和していないものとして計算する
- ）加速、減速は瞬間的に起こり、運転者はみな同じ運転をする

また、HCM モデルにおいては、

- ）先の混雑を考えない
- といった仮定によってなされている。

また、交差点の間隔による影響も考えられる。図-1 はプローブカーデータの速度の時間的变化であるが、これを見ると前の交差点の影響を強く受けているといえる。そのため、遅れ時間が大きく算定されているものと考えられる。日本ではこのように交差点間隔の小さい状況が多いと考えられるため、2 交差点を考えたモデルの構築が必要と考えることが出来る。

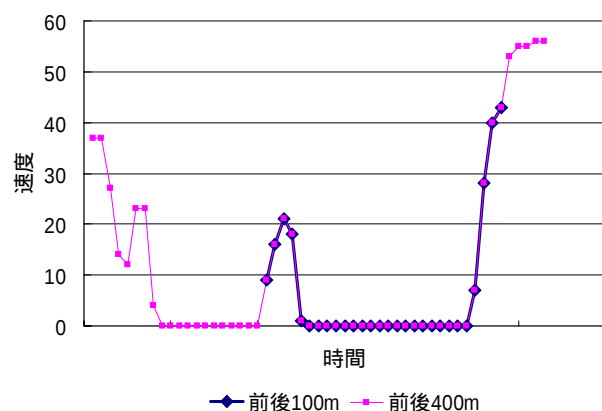


図 - 1 交差点周辺の速度変化

3.5 マクロモデルによる交差点状況

マクロモデルを用いると交通状況の時間的变化を見ることが出来る。本稿では、Cell Transmission Model³⁾を用い、交差点付近の交通状況を計算する。

本稿では図-2 の交差点を仮想する。各リンク長は 200m であり、密度、速度、交通量の関係は Greenshield モデルを変形した関係を用いた。自由走行速度は 42.5km/h、ジャム密度は 120veh/km である。信号サイクルは 110s である。

リンク 1 における速度のセグメントによる変化は図-3 のようになった。モデルによる速度は交差点に近くなる

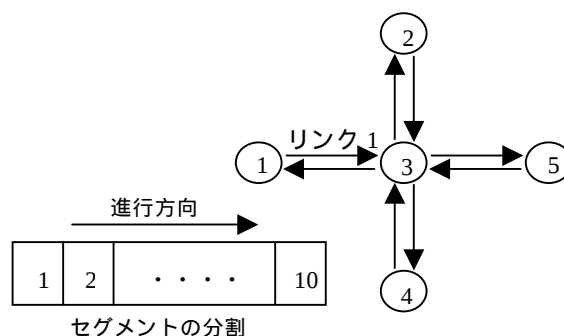


図 - 2 仮想ネットワーク

まで自由走行速度で走行し、減速していくのに比べ、プローブカーデータによる速度は自由走行速度に達することなく、交差点に近づくにつれ徐々に減速している。この結果より、マクロモデルは交差点による遅れの影響を考慮してはいるが、交通量の少ない場合は実測値との乖離が大きく、実際の交通状況を再現しているとは言い難い。そのため、交差点遅れをよりの確に表現したモデルの構築が必要であると考えられる。

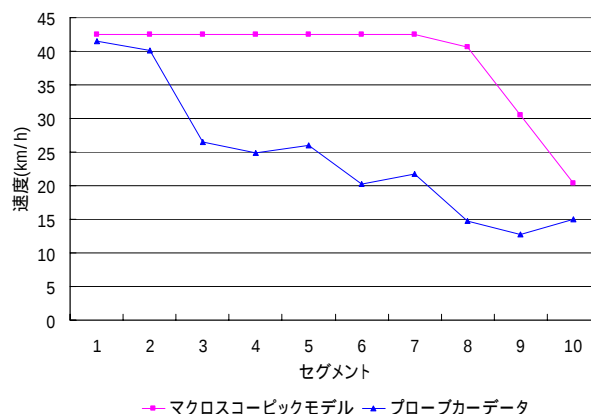


図 - 3 速度の位置的变化

4. おわりに

本稿では、プローブカーデータ、車両感知器データを用い、市街地における交差点の特性を求めた。車両感知器データを用いた静的な遅れ時間の評価は交差点間隔の小さい状況では限界があり、今後は2つの交差点を対象とした遅れ時間特性に関する評価が求められる。マクロスコピーックモデルによる交差点の評価に関しては、今回用いた交通量データでは実際の状況を表しているとは言い難いため、交通量の変化による遅れ時間に与える影響、遅れ時間をよりの確に表現できるモデルの構築が必要である。

参考文献

- 1) Francois Dion 「Comparison of delay estimates at under-saturated and over-saturated pre-timed signalized intersection」 Transportation Research Part B 38, 2004
- 2) Highway Capacity Manual 2000, TRB
- 3) Carlos F. Daganzo 「The Cell Transmission Model, Part : Network Traffic」 Transportation Research Part B 29B, 1995