

街路における旅行時間に関する考察

北海道大学 正員 ○ 辻 信三
加来 照俊

1. まえがき

多くの都市では広域信号制御が行われているが、制御方式を選択するための評価基準は信号設置されている地域の規模と交通需要に応じていずれも交通流の特性から求めている。評価基準として一般には走行速度や交差点での遅れ時間、停止回数などを扱うことが多く、交差流の円滑さの程度に基準を置いている。又、混雑の続く朝夕のピーク時間帯には、最低限交差点の閉塞を防ぐために停止車群列長を基準とすることもある。これらの評価基準はいずれにおいても街路網の一部の断面で観測される値を用いており、広域に亘る制御効果を比較検討する上で必ずしも十分とはいえない。これに対し、交通流の配分理論ではリンクの評価基準として旅行時間を考える場合が多いが、これは走行速度や交差点での遅れ時間の関数と考えられるので、広域制御の総合的な評価基準としても重要な意味をもつものである。本研究では旅行時間の特性を明らかにした。

2. 旅行時間の解析について

旅行時間とはある地点からある地点までの走行に要したすべての時間をいい、街路交通においては途中で経路からはずれていた時間を除いて交差点での信号待ち時間等も当然含まれている。ここで街路を単独化して交差点部と単路部（交差点と交差点を結ぶ部分）とに分けると、旅行時間は交差点での信号待ち時間とそれに伴う発進停止時の時間損失、更には単路部での所要時間の総合されたものと考えられる。

(1) 単路部での所要時間 単路部ではその大部分が定常速度で走行していると考えられる。厳密に言えば加減速を行う部分も当然含めるべきであろうが、それらすべてを交差点での時間損失として一括して求めるならば単路部の走行状態を一定の速度を保つものとしても問題はない。

(2) 交差点部での時間損失 図1は交差点で車が停止し、発進する様子を示している。ここでは例としてA, B, Cの3台の車についての走行軌跡を求めているが、先頭車AについてみるとA₂までは定常速度を保って走行しているが、信号の変化に伴い減速をはじめA₂で完全に停止する。これに追従するB車も同様にB₂より減速をはじめB₂で停止する。信号が緑に変わると先頭車より順にA₃, B₃時点で加速をはじめA₄, B₄時点で定常走行へ移行する。これに対しC車は直接停止はしないが、やはり先行するB車の影響を受けC₂からC₄の間は不安定な動きをしている。従って単路部では定常走行状態を保つとすれば、先頭車Aが交差点で停止したことによる時間損失はAd, As, Aaを合計したものとして表わされる。又、C車については停止はしなかったが先行する車の影響による時間損失はCdによって求められる。

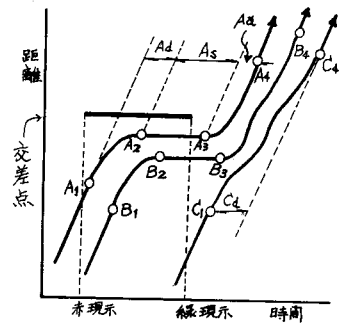


図1 交差点での走行軌跡

以上で単路部、交差点部の旅行時間のとらえ方について述べてきたが、前者は正に単路部区間長を走行速度で除したものに他ならないので、むしろ観測データの入手しやすい走行速度の特性について以下解析を行ない、後者については、走行速度の観測を基に主にシミュレーションによって検討を加える。

3. 車両感知器について

札幌市の車両感知器は、昭和47年の冬季オリンピックを契機に信号制御が広域に系統化したものに伴って設置

されている。札幌の都心部では信号機をいくつかのセグメントに分けてそのセグメント毎に一括して制御する方法を用いているので、車両感知器を各々のセグメントの接続地点に配置して、そのセグメントに流入してくる交通流についての情報を収集している。この感知器は主に二つの用途で使用されており、その一つは単路での交通の流れの状態を検出するものと、もう一つは特に渋滞が予想される交差点の混雑状態を検出するためのものである。前者は単路部の車が定常走行していると考えられる地点に設けられているのに対し、後者は交差点での停止車群列のある近くに設けられたもので、今回の解析では不適当と思われるのでこれについては除いた。

4. 検出される交通流情報について

車両感知器からは、平均走行速度、通過交通量、時間占有率（時間オキュパンシーともいう）が得られる。ここで時間占有率とはある一定の観測時間に対する感知領域内に車両が存在した総時間長の割合をパーセントで表現したものである。従って交通流理論で用いられている交通密度に相当すると考えられる。ここではこれら交通量、時間占有率をパラメータとし、平均走行速度の傾向を、都心の単路部全体についてマクロ的に求めた。本研究で使用したデータは、昭和48年1月26日 9:00~12:00 AM, 及び昭和48年5月16日 8:00~12:00 AM に観測されたもので、前者は一般的な冬期の状態で路面は積雪状態であった。

5. 平均走行速度と交通量

検出された交通量は、台/単位時間/一方向で表現される。しかし札幌においては一方通行規制が多く用いられており、一方の車線幅が図2に見られるように大きな差を生じている。従って交通量を単に一方向当りとして扱うのは不適当であるので、以降では、台/単位時間/幅員3m²として扱った。図3は全域における交通量とそれに対応した平均走行速度の関係を示すものである。この結果平均走行速度は夏期冬期の差が少ないが、その傾きは夏期の方が大きい。又、冬期においては路側の堆雪の影響もあって車がセンターラインに近寄って走行することが多く、そのため場所によっては交通量が速度と比較して異常に低く感知される所もあったのでそれについてはカットした。

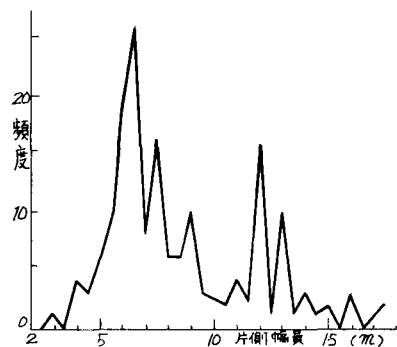


図2 幅員の頻度分布

6. 平均走行速度と時間占有率

図4は時間占有率と平均走行速度の関係を表わしたものである。一般に速度と密度の関係は Greenshield や Greenberg のモデルによって代表されるが、観測結果からは比較的指数回帰線にあてはまっており、後者のモデルにより近いことがわかった。又、夏期冬期の比較をすると、時間占有率が小さい状態では夏期の速度が高い値を示している。つまりこの双方における自由走行性の差が交通量の低い場合に顕著に現われたいものと考えられる。

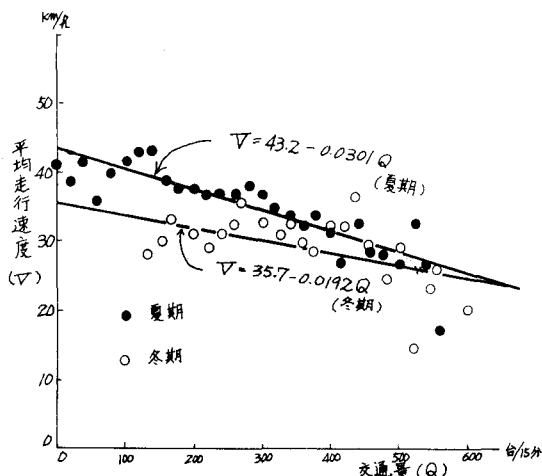


図3. 平均走行速度と交通量

7. シミュレーションモデルについて

交差点での時間損失を前述の図1で示した様に考えると車の動きを時々刻々と細かに追わなくとも、交差点に到着する時刻と交差点を実際に通過して出て行く時刻よりその時間損失を求めることが可能である。今回用いたシミュレーションは、その点に着目して作成したものでそれによって、種々の交通量の異なった条件のもとでの時間損失を求めた。以下にその仮定、入力設定を述べる。

(1) モデルの仮定条件

このモデルでは、一つの直線的な路線について、その途中にいくつかの交差点を含んだものを扱っている。道路は片側1車線で当然追越はない。又、車の走行状態は定常速度で走行する状態と停止する状態の二つだけで構成されているとし、加減速の状態はすべて停止に含める。従って車の走行軌跡は直線で表現できる。途中の交差点では右左折によって対象となる路線から他へ流出する車と新たに路線に流入する車についても考慮する。

(2) 対象路線及び入力データの設定

シミュレーションの対象とした路線は北一条通りの西2丁目より西7丁目までの6交差点を含む約660mの区間でそれぞれ方向別に求めている。交通量は途中で右左折による流入及び流出で区間ごとに変化しているが、最上流側の交差点での流入交通量を300~1000台/時/車線間で変化させた。又、途中の交差点から流入する交通量についても実測に基づいて同じ比率で変化させた。

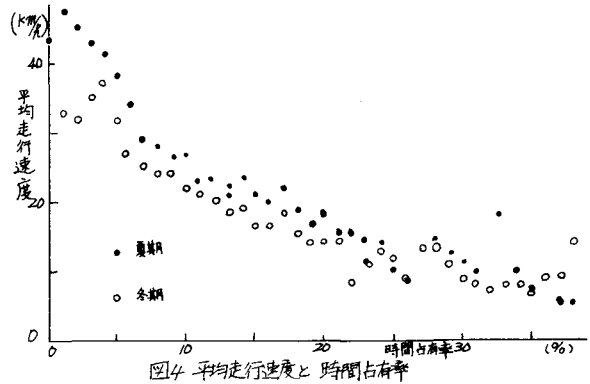


図4 平均走行速度と時間占有率

8. シミュレーションの結果について

図5は、交通量別に見た場合の各交差点での時間損失を生じた車の割合を示すものである。これによると交通量の増加に伴って比率が高くなる様子が明らかになっている。特に700台/時を越えるとその傾向が著しく現われる。又、図6は対象となった6交差点についてその各々で生じた時間損失をすべて加え合わせたものを交通量別に表わしている。この図によっても同様に700台/時以上になると急激な立上がりを見せ、渋滞を生じて遅れが増大することが十分予想される。又、このシミュレーションには前述の平均走行速度と交通量の関係を用いて夏期冬期の比較を行なっているが、冬期は特に時間損失の増加傾向が大きく現われている。

この対象区間における旅行時間の分布は夏期では、160~165 sec間の頻度が高くそこにだけ集中しているのに対し、冬期では170~180 sec付近と260~275 sec付近の2個所で頻度が高く、全本として分散の傾向にあった。この区間はまったく信号で停止しない場合は1分余りで通過できるはずであるから、夏期には1回、冬期には1回もしくは2回交差点で停止することを示している。札幌市においては信号のオフセットがほとんど同時式であり、しかも隣り合った交差点間の距離がほぼ等しいことを考えると、上記の旅行時間の分布より3~4交差点を通過する毎に停止すると

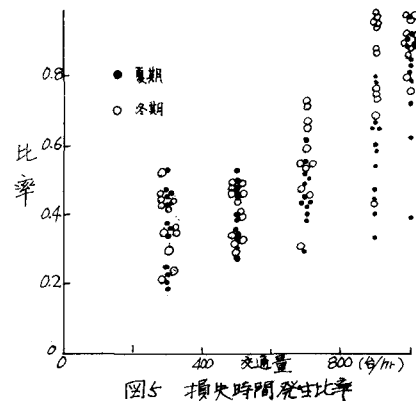


図5 損失時間発生比率

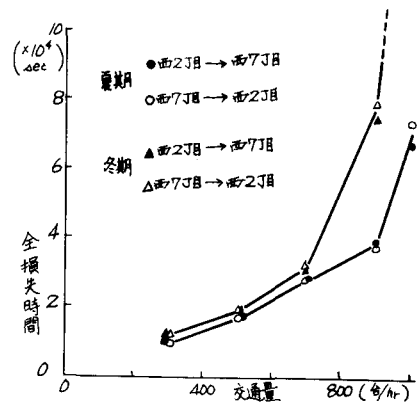


図6 全損失時間と交通量

考えても十分と思われる。

9. あとがき

この研究では旅行時間を単路部の走行速度と交差点部の損失時間とに分け、前者は観測値を基にし、後者はシミュレーションによってそれぞれの現象を解析したものである。前者は車両検知器によって、後者はシミュレーションによっており、いずれも精度の面で今後の問題が残されているが、大まかに旅行時間を求めることが明らかになった。更に進んで面的な広がりをもつ街路網への応用を考えていきたい。

実際の解析作業は、今野和夫氏（札幌市）の協力によるところ大であり、深謝の意を表したい。

参考文献

浜田喬、猪瀬博

辻信三、加米照俊

今野和夫

コンピューターサイエンス シリーズ 「道路交通管制」 産業図書

「交通渋滞の要因に関する一考察」 第29回年次学術講演会概要集

「街路における旅行時間算定に関する基礎的研究」 49年度 卒業論文