

建設省土木研究所 正員 ○ 浦 野 隆
 広島大学 工学部 “ 岩 瀬 晃 盛

1. はじめに

都市内道路における旅行速度は、自動車交通量をはじめ、信号の密度やその制御方法、さらに、歩行者、二輪車、駐停車車両等を要因とする種々の影響を受けている。従来、一般道路においては、これらの要因のうち影響度の高いいくつかの要因を用いて旅行速度を推定する手法が提案されてきたのであるが、都市内道路の交通流は構造が複雑であるため、説明変数、影響要因の変動が大きく、推定精度上いくつかの問題点が残されているのが実状といえる。本研究は、旅行時間に関する統計構造を明らかにし、都市内道路を走行する場合期待される旅行速度とその確率を同時に推定する手法について分析を試みたものである。

2. 調査方法

1) 走行調査の概要

市街地のような信号連担部における旅行速度を一般の道路・交通条件に加えて、信号交差点密度や信号制御方法との関連で調べるために、比較的時間隔の近接した信号交差点を数個程度含み、かつ道路条件・交通条件が均質であるとともに、直進する交通が主体であることの要件を満たす区間で走行調査を実施した。調査地点は全国で74箇所、サンプルサイズは418(時間分)である。また、計測項目については、実車走行を1時間に4回の割合で実施し、走行回ごとの毎リンクの旅行時間を計測するとともに、その時間帯の区間時間交通量や平均信号待ち回数、大型車混入率をそれぞれ観測した。なお、本稿で扱っている混雑度や平均旅行時間は、各リンクの時間混雑度ならびに旅行時間をそれぞれ平均したものである。

2) 分析方法(分布の考え方)

本データの平均旅行時間のヒストグラムを図-1に示す。図より判るように平均旅行時間分布は、あるところよりの立ち上がりが急で、しかも右にスノが重い性質を有している。このように歪んだ分布に対しての接近方法として、1つは、観測値を適当な関数で変換することにより、変換された値を正規分布に近づけて解析する方法で、他の1つは、分布そのものに直接歪んだ分布を想定して解析する方法である。前者の代表的な例としては、対数正規分布があり、また、後者にはガンマ分布、あるいは、逆ガウス分布等がある。

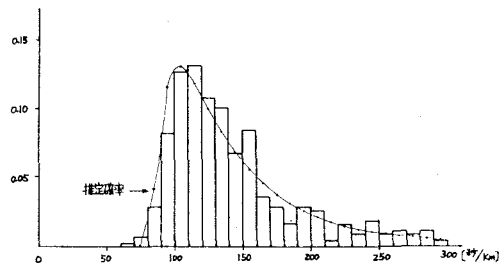


図-1 旅行時間の度数分布

車は信号、交差点、歩行者の横断、交通渋滞、駐停車車両等種々の要因によって走行が乱されるが、この攪乱による試験車の走行の変化が、粒子のブラウン運動に相当するものと考え、直接上をブラウン運動している粒子がその直線に沿って平均速度 v で移動しているとする、原点から出発して定められた距離 d だけ離れた点に最初に到着するまでに要する時間 t の確率密度関数は、下式で与えられる。但し、 B はブラウン運動の拡散係数である。

$$P_T(t) = \frac{d}{\sqrt{2\pi B t^3}} \exp\left[-\frac{(d-vt)^2}{2Bt}\right], \quad x > 0$$

上式の $P_T(t)$ の如き確率密度関数を有する確率変数 T (旅行時間と考えてよい)が逆ガウス分布に従うものである。本稿では、逆ガウス分布を用いて分析を進める。

3. 旅行速度の推定

1) 旅行時間の統計構造

本稿で採用したモデルを厳密に解釈すれば、調査単位区間としては全く同じような状況にある区間を無限に考え、その中の n 個の平均旅行時間の実現値を標本と考えなければならない。しかし、現実には全く同じような状況下にある調査単位区間は、空間的にも時間的にも1回限りである。これへの対応策として、各地の調査単位区間での平均旅行時間は、同一の母集団からの各々の実現値であると見なすことにすれば、418個のデータからの相対累積度数は図-2のとおりである。これより、平均旅行時間の性質である立ち上がりが急で、しかも右にスゾの長い分布を示していることから、推定した逆ガウス型分布が良く表現されていると考えられる。なお、層別して分布をみれば、旅行時間の統計構造がより明確になるものと期待されたので、混雑度によって平均旅行時間を分けて推定した値で確率密度関数を描いた分布を図-3に示す。また、信号交差点密度別に解析した結果を図-4に示す。

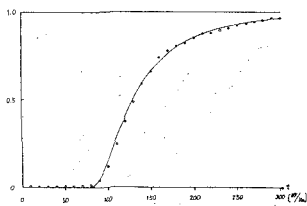


図-2 標本相対累積度数分布

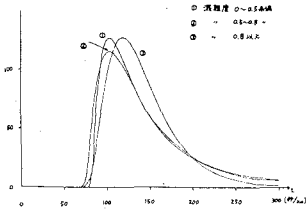


図-3 混雑度別確率密度関数

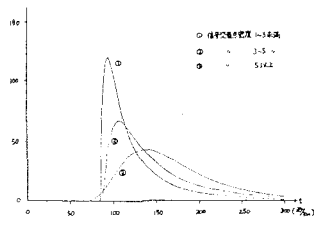


図-4 信号交差点密度別確率密度関数

図-4より明らかなように、信号交差点密度で分けると、分布の相異が鮮明に浮き出てくる。平均旅行時間が $90\text{秒}/\text{km}$ 以下及び $270\text{秒}/\text{km}$ 以上の両端を除けば(いずれの場合も確率が小さい)、ハッキリ分離している。両端における交又が何によるのかは不明だが、信号交差点が $3\text{台}/\text{km}$ 以上のデータの大きさは92であり、この標本の大きさの小さいことが1つの理由かも知れない。

また、図-5は、信号交差点密度別に各々推定された累積分布関数と標本からの相対累積度数を示したものであるが、どの場合も相対累積度数を累積分布関数はほぼ良く追従している。なお、車道幅員(車線数)別に分析を行ったが、旅行時間の分布に関しては、明確な差異が認められなかった。

以上の如く、信号交差点密度に従って分けることにより、平均旅行時間の構造の相異の1つが明らかとなった。

2) 旅行速度の推定方法

信号交差点密度に従って分けることにより、平均旅行時間の推定の可能性を示したが、旅行時間はサービスレベルとして体感的に把握にくい面もあるので、これを旅行速度で示したものが表-1である。この表より、例えば60%の確率で走行できる旅行速度(V)は信号交差点密度が1~3のとき $V=30\text{km/h}$ 、3~5のとき $V=25\text{km/h}$ 、5以上のとき $V=20\text{km/h}$ と考えることができる。また、渋滞速度を 20km/h 以下と仮定すると、その発生確率(P)は、信号交差点密度が1~3のとき $P=10\%$ 、3~5のとき $P=20\%$ 、5以上のとき $P=35\%$ となることが想定される。

以上の方法により、都市内道路の旅行速度をマクロ的にかつ簡便に推定することが可能と考えられる。

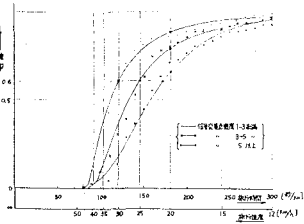


図-5 信号交差点密度別累積度数分布

表-1 旅行速度とその達成確率

水準	旅行速度 (km/h)	達成率 (%)		
		1~3台/km	3~5台/km	5以上台/km
—	4.0	15	5以下	5以下
A	30	60	40	20
B	25	75	60	40
C	20	90	80	65

(参考文献) 都市内道路における旅行速度(時間)の推定手法(投稿中) 交通工学研究会