

都市街路における速度と密度の関係

○広島大学 学生員 南宮 均, 広島大学 正 員 門田 博知
広島大学 正 員 今田 寛典, 宮崎県庁 高園 秀次

1. はじめに

交通流のモデル化に関しては過去様々な研究がなされているが、信号や交差している従道路からの流入交通および多車線街路上での車線変更など様々な影響を受ける街路での交通流モデルに関する研究例は多くみられない。我々は、都市内の多車線の一般街路上での交通流現象を明らかにすることを目的として交通流調査を行った。本研究は、調査の結果、若干の分析結果について報告するものである。

2. 調査の概要

調査は広島市内の国道2号線、片側4車線の道路区間 617.3mで実施された。図-1は調査区間の概略を示している。調査区間中には ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
信号が3カ所設置されている。交通流は6地点で各々独立に調査することとした。このため、調査区間の沿道に建っている6戸の建物から交通流をVTRで撮影した。この区間

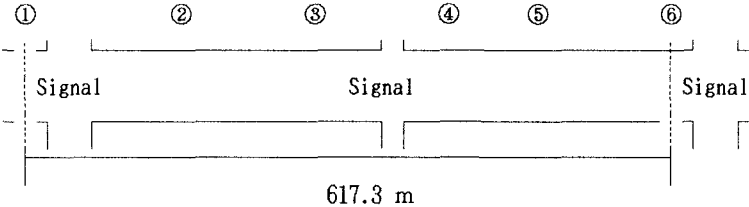


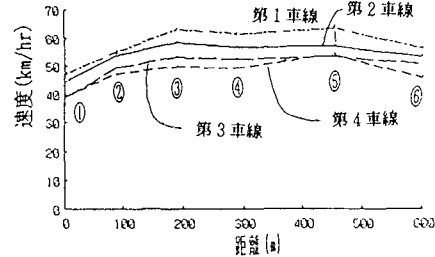
図-1 調査対象区間と調査地点の概略

は片側4車で成っており、中央帯側から順に第1、2、3、4車線と呼ぶこととする。調査時刻は、交通流が比較的スムーズである10時~12時、13時~15時の時間帯である。VTRを1/5倍速で再生し、個々の車の速度と車頭時間間隔を測定した。交通量を車線別に集計した結果(表-1)、第4車線の交通量がもっとも少なく、16.5%であった。一方、各車線・地点別の平均速度は図-2のようであった。第4車線は、交通

表-1 調査結果の概要(車線別交通量と車線利用率)

	第1車線	第2車線	第3車線	第4車線
交通量(台)	1134	1856	1830	953
利用率(%)	19.6	32.1	31.7	16.5

図-2 地点・車線別平均速度の比較



密度が低いにもかかわらず走行速度が低くなっており、一般の速度Vと密度Kの関係から外れたものになっている。これは4車線には二輪車やバス等が多く通行しており、他の車線とは違った性格を持っているためによる。そこで、本論では第4車線のデータは用いないこととした。

密度Kは、t秒間の通過台数をn、n台の平均速度をvとすれば、 $K = n / v \cdot t / 3600$ で求められる。このtをいくらにするかは、試行錯誤で決め、本研究では20秒とした。信号の影響を検討するためには、20秒は大き過ぎるが、これは今後検討を要する。また、車種の影響を考慮するため換算係数を用いた。

3. モデルの作成

本研究では、Gaitz らが提唱した追従方程式(1)を基本に速度と密度との関係のモデル化を行った。

$$\dot{X}_{n+1}(t+T) = \frac{C \dot{X}_{n+1}^M(t+T) \cdot [\dot{X}_n(t) + \dot{X}_{n+1}(t)]}{[\dot{X}_n(t) - \dot{X}_{n+1}(t)]^L} \quad (1)$$

$\dot{X}$: 加速度, X : 速度, X : 位置, C, L, M : パラメータ

(1)式を展開して求めた基本式のパラメータ $M=0$ 、 $L>1$ のとき、基本式は以下のような線形になる。

$$V = V_f \left[1 - (K/K_J)^{L-1} \right] \quad (2)$$

V : 空間速度, K : 密度, V_f : 自由速度, K_J : Jam密度, L : パラメータ

さらに、パラメータ $M=1$ 、 $L>1$ のとき的基本式は非線形となり、以下のように書き示される。

$$V = V_f \cdot \exp \left[- \frac{1}{L-1} \cdot (K/K_c)^{L-1} \right] \quad (3)$$

K_c : 臨界密度, L : パラメータ

そこで、式 (1) から求められた基本式を非線形回帰により分析した結果、式 (2) のタイプの場合 $L \approx 2$ 、 $M \approx 0$ 、式 (3) のタイプの場合 $L \approx 2$ 、 $M \approx 1$ になった。すなわち、Greenshields と Underwood タイプのモデルが式 (1) を展開して求めたモデル群のなかでもっとも適合しているといえる。さらに、この2つのモデルを用いて V_f 、 K_J 、 K_c のパラメータを①全データを用いた場合、②地点別データを用いた場合、③車線別のデータを用いた場合の3つのケースについて分析をした。この結果、①の場合は、

- 1) Greenshields Model $V = 68.43 \times [1 - K/131.51]$ 、RMS誤差 = 6.14
 2) Underwood Model $V = 76.67 \times \exp[-(K/77.42)]$ 、RMS誤差 = 5.82

となり、両者間に大きな差は認められなかった。若干 Underwood Model の精度が良かった。

次に、②、③の場合について分析を行った結果を表-2に示す。

表-2 地点・車線別モデルの比較

モデル		地点1	地点2	地点3	地点4	地点5	地点6	1車線	2車線	3車線
線形モデル $V=V_f(1-K/K_J)$	V_f	35.37	57.67	67.79	70.93	70.36	70.03	71.64	72.11	64.03
	K_J	228.72	184.84	138.98	121.73	121.73	147.84	113.52	117.88	150.45
Greenshields	RMS	3.09	3.53	4.55	5.45	5.45	4.14	5.92	5.34	6.00
非線形モデル $V=V_f e^{-K/K_c}$	V_f	38.30	58.65	69.87	72.93	71.32	71.59	77.24	78.40	75.25
	K_c	194.93	152.23	107.24	95.77	126.20	119.62	72.53	77.07	79.74
Underwood	RMS	3.07	3.54	5.44	5.44	4.86	4.13	6.05	5.81	5.32

地点別の分析では、 V_f は地点1、2とその他に差がみられる。これは信号の影響であり、信号が青になった場合、自動車が速度を上げ、やがては定常状態になる。この過渡期の状態が結果に反映している。

一般に K_J は K_c よりも大きくなる。本研究でもこの関係は認められたが、 K_J と K_c の数値そのものは大きい。特に、地点1、2の K_J は大きな値である。これは、信号の影響であり、今後検討を要する。

一方、車線別の V_f は、第1、2車線と第3車線間に差がみられる。また、 K_J と K_c の数値にも差がみられる。これは、車線の特性によるものと解釈される。

線形と非線形モデルを比較すると、地点、車線別のどれも大きな差は認められない。また、どの V_f も大きな値となった。これは、用いたモデルでは一般道の速度制限が考慮されていないためと考えられる。

4. まとめ

本調査では、多車線街路上での交通流を観測対象としているため、比較的車線変更が頻繁に行われ、交通は円滑に流れている。このような場合には線形モデルでも交通現象を説明できる。しかし、密度が小さい場合走行速度は大きく分散しており、速度と密度の関係が必ずしも成立しないことがわかった。特に、前に遅い車がいる場合、多車線道路であれば、追い越しが可能となり、追い越しの不可能な街路とは性格が大きく異なる。

最後に本研究は、交通調査と基本的な分析が終了した段階であり、今後の課題は多くある。現在、我々は信号、車線変更、規制速度、車種、環境等が速度や車頭時間間隔に及ぼす影響を数学モデルで示すを行っている。さらに、渋滞時のデータも分析する予定である。