

九州工業大学 正会員 ○ 渡辺 義則
東洋建設 ・ 松本 秀満
福岡市 ・ 森 尚志

1. まえがき 車群の拡散に関する研究は信号機を最適に配置するために従来より行われていたが、今日ではそれだけでなく、交通公害の防止策を交通運用の方面から検討するうで必要である。とくに、郊外の孤立した信号交差点からの車群の拡散は従来より広く研究されているが、都市内の幹線道路における車群の挙動について調べた研究は比較的少ない。車群の拡散を定量的に予測するモデルとしては、Lighthill and Whitham, Pacey, Robertson という3つのモデルがあるが、本研究では比較的単純な仮定に立脚したPaceyのモデルの、幹線道路における車群の拡散の予測能力、更には、車輛の到着台数の確率分布などの都市内における道路交通流の挙動について若干検討したので報告する。

2. 幹線道路における信号交差点間隔

現在、都市内

表-1 信号交差点間隔

には多数の信号交差点が存在し、その配置状況や間隔は道路交通流に少なからず影響を及ぼす。そこで、北九州市内の幹線道路において、乗用車のトリップノートを利用して調査した結果を表-1に示す。これから、主に市街地を通過する①、④～⑧の路線では平均値、標準偏差ともに小さいほど、路線によって交差点間隔の分布に多少の差があるが、全体として次のことが認められる。交差点間隔の平均値は382mであり、400m未満のものが全体の約60%を占める。また、800m未満のものが全体の約90%を占めるので、北九州市内の交差点間隔は殆んど800m未満であると考えてもよい。なお、詳細な結果は割愛したが、交差点間隔の配置状況について連続検定を利用してランダムネスを検査した所、有意水準5%で全ての路線とも、交差点間隔はランダムに配置されていることが認められた。

路線	200m以下	200-400	400-600	600-800	800-1000	1000m以上	計	平均値	標準偏差
①国道3号線	29 (33)	29 (33)	18 (20)	4 (5)	5 (6)	3 (3)	98 (100)	304	233
②国道19号線	10 (17)	20 (34)	11 (19)	5 (9)	7 (12)	5 (9)	58 (100)	530	477
③国道10号線	8 (23)	18 (53)	1 (3)	3 (9)	2 (6)	2 (6)	34 (100)	350	366
④国道200号線	5 (17)	7 (24)	8 (28)	4 (14)	2 (7)	3 (10)	29 (100)	497	398
⑤国道32号線	4 (18)	6 (29)	7 (32)	2 (9)	1 (5)	2 (9)	22 (100)	445	365
⑥戸畑-八幡線	6 (21)	12 (41)	6 (21)	4 (14)	1 (3)	0 (0)	29 (100)	338	216
⑦平和通-大崎線	9 (41)	7 (32)	5 (23)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	22 (100)	250	177
⑧清水-桜線	0 (0)	11 (58)	4 (21)	3 (16)	1 (5)	0 (0)	19 (100)	326	194
計	71 (24)	110 (37)	60 (20)	26 (9)	19 (6)	15 (5)	301 (100)	382	340

①～⑧は県道。⑨は市道。

表-2 測定条件

3. 車群の拡散に関する測定

信号交差点で停止していた

車は、信号機が赤から青に変化すると発進し、初期の段階では一団となって進むが、信号交差点から遠ざかるにつれて、車両間の距離が離れていく。この現象が車群の拡散という現象である。なお、本研究でいう車群とは、青時間内に交差点内を通過した一団の車または待ち行列を構成する一団の車をさし、信号の1周期ごとに1車群が形成されると考えている。2.の結果を参考にして、表-2に示す2つの信号交差点と測定場所を選んだ。なお、道路側方からの車輛の流入は少ない。また、測定は車輛停止線より100, 200, 300, 400mの各地点で行った。広域信号制御のために変動する。測定方法は以下に示す通りである。信号機が赤から青に変化すると指揮者が合図を發し、それに同期して各測定点でストップウォッチを利用して、2秒間に通過した

測定コース	①	②	③
測定場所	新中原駅前	井 掘	
信号間隔	500 m	800 m	
信号周期 ^a	120 sec	136 sec	
青時間 ^a	90 sec	75 sec	
車線数	片側一車線 車線巾3.5m	片側二車線 車線巾3.5m	
交通量	716 V.P.H.	754 V.P.H.	1504 V.P.H.
車群数	48	67	27
平均速度 ^b	39 km/h	49 km/h	
標準偏差 ^b	5 km/h	7 km/h	

測定は車輛停止線より100, 200, 300, 400mの各地点で行った。広域信号制御のために変動する

た。測定方法は以下に示す通りである。信号機が赤から青に変化すると指揮者が合図を發し、それに同期して各測定点でストップウォッチを利用して、2秒間に通過した

に同期して各測定点でストップウォッチを利用して、2秒間に通過した

車の台数のカウントを開始する。以上のようにして得られた2秒毎の通過台数の時間変化を、測定全車群について平均して得た波形の一例を図-1に実線です。

4. Pacyのモデルによる解析 Pacyのモデルは次の仮定の下に車群の拡散を説明している。①車群内の車輛の希望速度は正規分布に従う。②車輛の自由な追い越し、追い抜きを許す。③車群内の位置にかかわらず、車輛は希望速度で走行する。本研究ではシミュレーションを利用してPacyのモデルを表現し、車群の拡散を予測した。信号機に近い測定点Aでの波形(信号機が青に変化してから2秒毎の通過台数)から、他の測定点Bでの平均波形を予測するものとして、その手順を次に示す。①A点での波形から各車輛のA点通過時刻を算出する。②各車輛の速度を正規乱数を0.4を利用して決め、B点通過時刻並びに波形を算出する。③以上の作業を20個の車群数だけくり返して、B点における平均波形を予測する。結果の一例を図-1に点線です。次に、予測波形と実測波形の適合度を χ^2 -検定で調べたのが表-3である。これから交通量が少ない場合にはあまり適合度がよいとはいえないが、他の場合にはPacyのモデルで車群の拡散をかなり予測できることが認められる。

5. 到着台数の確率分布 図-2に青時間内の平均到着台数の時間的な変化の一例を示す。これから①最初と最後の平均到着台数1台を除いた部分は傾きの異なる2つの直線とみなしうる。②最後の直線は傾きが大きく、これは交差点で待ち行列を構成する車輛のみの平均到着台数の直線の傾きにほぼ一致する。いま、2つの直線の傾きを λ_1, λ_2 、図-2中の△が生じる時間を t_0 とすると、 t_0 以前の時間 t までに

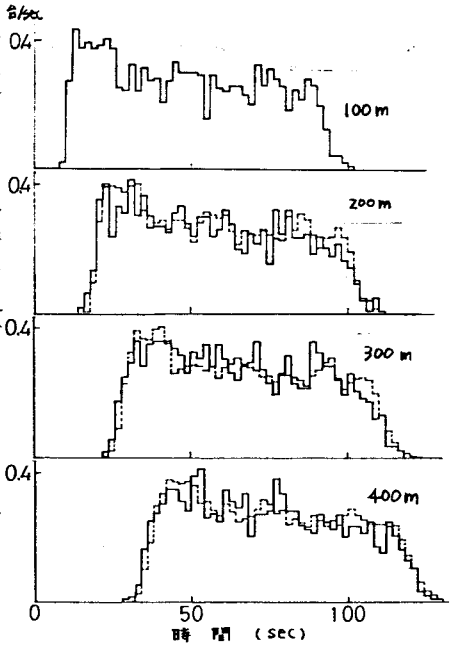


図-1 青時間内通過車全体の平均波形(測定T-20)

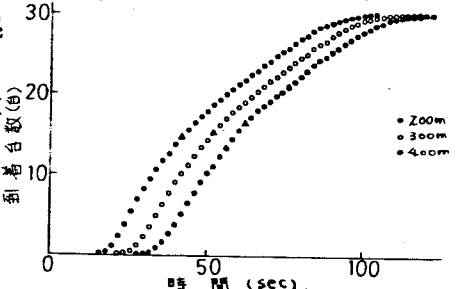


図-2 青時間内通過車全体の到着台数(測定T-20)

表-3 Pacyのモデルによる車群の拡散の予測波形の χ^2 -検定

測定点	台数	①				②				③			
		青時間内通過車全体				待ち行列を構成する車				待ち行列を構成する車			
		χ^2 -計算値	自由度	χ^2 -検定値	自由度	χ^2 -計算値	自由度	χ^2 -検定値	自由度	χ^2 -計算値	自由度	χ^2 -検定値	自由度
200m	44	49.9	44	$\chi^2_{0.05}(44)=51.8$	17.3	16	$\chi^2_{0.05}(16)=19.4$						
300m	44	55.6	44	$\chi^2_{0.05}(44)=55.8$	15.1	16	$\chi^2_{0.05}(16)=15.3$	38.3	43	$\chi^2_{0.05}(43)=39.3$	27.2	24	$\chi^2_{0.05}(24)=28.2$
400m	45	54.3	45	$\chi^2_{0.05}(45)=55.8$	24.3	16	$\chi^2_{0.05}(16)=26.3$	34.9	43	$\chi^2_{0.05}(43)=39.3$	28.7	26	$\chi^2_{0.05}(26)=30.4$

の和をとることを意味する。注) ①は100m, ②と③は200mの予測波形をもとにして予測。 $\chi^2_{\alpha}(n)$: n は自由度, α は有意水準

$$P_n(t_1) = (\lambda_1 t_1)^n e^{-\lambda_1 t_1} / n! \quad \dots \text{式(1)} \quad P_n(t_2) = P_{n_1}(t_0) * P_{n_2}(t_2 - t_0) \quad \dots \text{式(2)}$$

以上の考え方の妥当性を調べるために、実測結果を利用して χ^2 -検定を行った所、ある程度の精度で市街地における車輛の到着台数の確率分布を表現できることがわかった。なお、検討結果の詳細については、研究発表会当日に紹介する予定である。