

信号停止モデルによる自動車走行モードの 予測方式に関する基礎的研究

A BASIC RESEARCH ON AN ESTIMATION METHOD OF AUTOMOBILE DRIVING MODES BY A SIGNAL-STOP-MODEL

西村 昂*・日野 泰雄**・海住 正治***

By Takashi NISHIMURA, Yasuo HINO and Masaharu KAIZUMI

法を含めて今後の研究課題とする必要がある。

1. はじめに

自動車交通に起因する環境問題の中でも、とりわけ排出ガスによる大気汚染は深刻な問題となっている。これに対して、自動車の排出ガス浄化技術、交通管理技術による走行状態の改善および交通需要の転換・抑制などの技術的、制度的方策が検討され、徐々に問題点が絞られてきているといえよう。また、この問題を考えるとき、技術的な側面からの対応だけでなく、交通システムあるいは交通のあり方といった側面からの検討も必要であると考えられるため、幅広く取り上げていく必要があるといえよう。

現在都市内の自動車走行においては、信号制御や各種交通規制により停止・加速・定速・減速の4つの走行モードが絶えず繰り返されており、しかも、排出ガスの成分構成およびその量はこの走行モードによって変化することが知られている。

ところで、排出ガスを推定するためには、走行モード構成時間比を知ることが必要となることはいうまでもないが、従来は試験走行による方法がとられていたといえる。

本稿は走行モード構成を推定するための簡便な方法を開発することを目的として、まず信号停止モデルを提案し、このモデルより走行モード構成を算出する方法を述べ、さらにこのモデルにより求めた走行モードの推定値を試験走行車に搭載したタコグラフにより得た実測値と比較してこの推定法の実用性を考察した結果について述べている。また、対象とする交通流は渋滞時を除いて円滑に流れている状態に対して適用できるが、渋滞時にはこのまま適用するのは難しいので、モデルの修正と適用

2. 基本的な考え方

従来、自動車排出ガスを推定するには試験走行によって平均的走行状態をとらせ、これに対する平均的排出係数を求める方法やさらに走行状態を走行モード別に分解し、各走行モード別の排出係数を考慮する方法などが行われていたといえる。この場合、走行モード構成を推定する方法としては、やはり試験走行によって平均的走行状態をとらせる方法がとられることが多く、車種別、経路別、地区別（都心部、周辺部など）、平均速度別など少し細かく扱うなどの方法も種々工夫されていたといえる。いずれにしても、これらの方法は試験走行による方法としてまとめられ、したがって時刻別・場所別（交差点流入部、流出部など）などの細かい数値が得にくい。そのため、マクロ的手法と考えられるのに対し、以下で説明する信号停止モデルによる方法は、時刻別・場所別など任意に細かい条件別に予測可能な方法でミクロ的手法といえることができる。

信号制御された交差点部では、自動車は赤現示により必ず減速・停止・加速の走行モード変化を強いられる。この交差点でのモード変化は、全体のモード構成にかなりのウエイトを占めているといえ、信号制御が走行モード構成に与える影響はかなり大きいと考えられる。したがって、信号制御による停止あるいは発進をモデル化することは、走行モードのミクロ的予測に不可欠と考えられる。

さて、信号交差点部を通過する交通流は信号現示との関係で次のようなタイプに分類される。すなわち、青から赤現示に変化する場合には、定速・減速・停止、赤から青現示に変化する場合には、定速・減速・加速・定速とモードは変化する。また、タイプの分類を考えるには定速モードのみの青現示の場合もこれに含め、3つのタ

* 正会員 工博 大阪市立大学教授 工学部

** 正会員 工修 大阪市立大学助手 工学部

*** 神戸市交通局

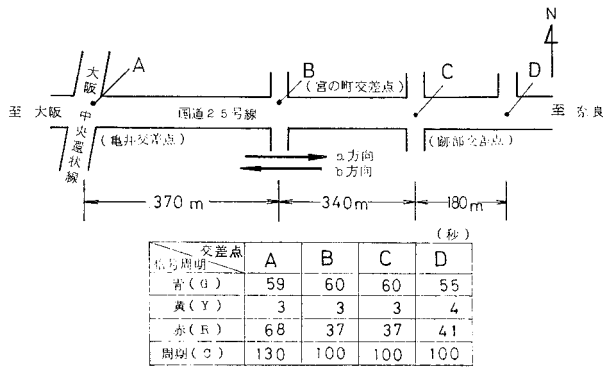


図-3 調査区間概要

○定速波：簡単化のために減速波と同様に平均加速度による加速時間分（調査結果では平均 12.7 秒）だけ隔たった平行線と仮定する。これを定速波とよぶこととする。

○停止台数と行列長：赤現示で停止する車の行列長を停止台数から平均的に求めるものであるが、これは停止波を描く際に必要となるものである（3.(3) 参照）。

ii) 信号停止率 赤現示により停止させられる車の割合を求めるもので、信号サイクル、スプリット、オフセット、信号間距離、交通流の流入パターンなどによって変化する。

iii) 交通量到着分布パターン 青現示による直進流入交通量と赤現示の右左折流入交通量を観測し、これをパターン化することにより停止率予測の基礎となる。

iv) 試験走行 走行モードをタコグラフによって実測するもので、できるだけ一般車の走行状態に近いようなさまざまなパターンの試験走行を実施する。

b) 調査方法

図-3 に示す調査区間において、前節で述べた各項目について具体的な調査を実施した。調査の概要については表-1 に示すとおりである。

c) 調査結果

先の調査内容に沿ってそれぞれの調査結果をみてみる。

表-1 調査概要

調査項目	測定項目と測定方法	実施日時
停止率	赤現示による停止台数と全交通量をカウンターにより測定	1978.7月~9月 10:00~16:00
交通量到着分布	時刻・信号現示・直進、右左折車の通過をテープレコーダでの録音により記録	1978.11.7 10:30~17:30
停止台数と行列長	停止台数と停止線から最後尾車両までの距離を目印により測定	1978.12.16 11:00~15:00
停止波	赤現示に変わった後の車両ごとの停止時間と停止位置（停止線からの距離）を測定	1978.12.28 13:30~16:30
発進波	青現示に変わった後の車両ごとの発進時間と停止位置を測定	同上

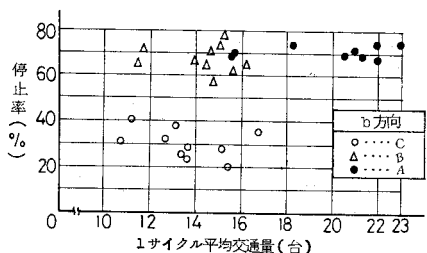
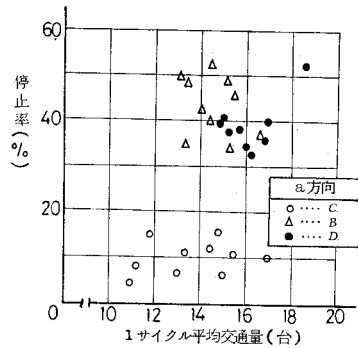


図-4 停止率と交通量の関係 (15 サイクル別平均値)

i) 停止率 結果は表-2 に示すとおりであるが、交差点によってほぼ一定値をとる傾向がみられる。連続 15 サイクル分の平均停止率と交通量との関係を 図-4 に示すが、交通量による停止率の変化はあまりみられず、変動のレンジもほぼ 20% 以内であることから、信号現示・系統化等によって交差点ごとに固有の値をとるものと思われる。

ii) 交通量到着分布 平均値は表-3 に示す。ただし、青現示中でも交通密度の集中の程度が異なることから、10 秒当たりの交通量分布もみてみた。これからも、青現示中の交通量分布を平均的にとらえる場合（一様分布）とこれを前半の車群と後半に到着する車群に分ける場合の 2 種類程度の到着分布を考えればよく、一般には一様分布と考えてもよい場合が多いと思われる（図-5 参照）。

iii) 停止台数と行列長 図-6 のように明らかに直線関係にあるが、大型車混入率によって変化すると考え

表-2 平均停止率 (%)

方向	交差点			
	A	B	C	D
a	—	43.7	10.0	39.8
b	71.8	67.8	31.1	—

表-3 信号 1 サイクル当たり平均交通量

交差点	方向	1 サイクル計	
		青現示(黄現示を含む) <直進交通量>	赤現示 <右左折交通量>
B	a	14.2	0.3
	b	14.2	1.2
C	a	12.6	2.4
	b	12.8	0.8
D	a	14.5	15.4
	b	15.0	13.6

られ、これを考慮する必要があろう。

iv) 停止波と発進波 直線回帰の結果を 図-7, 8 に示すが、停止波については、青から赤現示に変わって

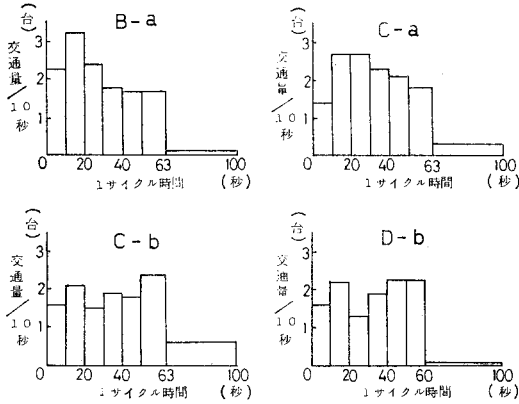


図-5 10秒当たり交通量到着分布

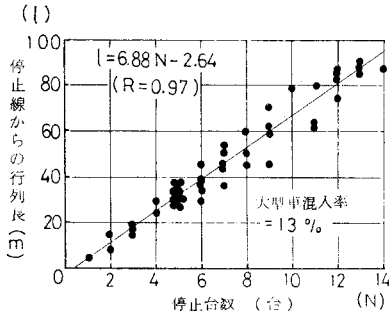


図-6 停止台数と行列の関係

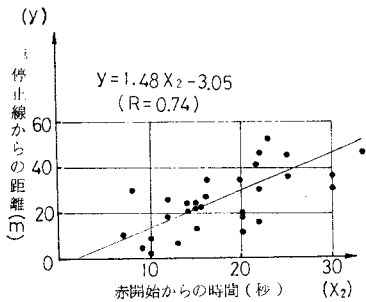


図-7 停止波の回帰結果

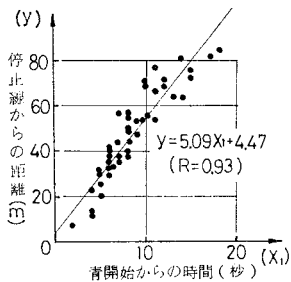


図-8 発進波の回帰結果

車群が分断されたものだけを対象にし、赤現示開始時に到着交通がなく、開始後ある程度間を置いて車群が到着する場合やまばらに停止する場合については除いてあるにもかかわらず、相関係数がやや低い結果となった。これは、車の到着分布のばらつきによるものであると考えられる。

(2) 信号停止率の予測

a) 停止率の予測方法

理論的には、交通量の到着波形によっても停止率は異なると考えられ、到着波形のパターン別の予測方法を設定することが望ましい。しかし、3.(1)の調査結果から、基本的には到着分布を一樣分布と考えても支障のないこと、さらには、停止率も交通量にあまり影響されず、むしろ上流部交差点との信号系統に大きく影響されることから、ここでは、標準的な到着分布として一樣分布を念頭に置いたうえで、上流部交差点の信号との系統の有無によって、次の2通りの方法を考えることにした。

i) 予測方法1 (上流部交差点と同じ信号サイクルである場合) これは、信号が系統化されている場合に適用することができ、次の項目に従って予測を行う。

- 上流部交差点からの平均所要時間(あるいは距離と平均速度)、上流部交差点の交通量到着分布を求める。
- 交差点での交通量到着分布は次の交差点まで変わらずに伝達されるものと仮定する。

○A交差点の流出部断面を時間tまでの間に通過する車はB交差点を通過することができるが、それ以後に通過する車は停止しなければならない(図-9 参照)。

○以上の操作の中で、通過車時間帯と停止車時間帯の時間境界は発進波に左右され、しかもこの発進波の長さは停止台数によって決まるため、予測のプロセスとしては、初期値として停止台数0を与え、何サイクルか繰り返すことによって一定の収束値(定常的停止台数)を求める。

ii) 予測方法2 (上流部交差点と信号サイクルが異なる場合) 信号系統システムの切れている所で信号サイクルが異なるため、各サイクルごとに状況が変わる場合に適用する。これは、次の手順によって予測を行う。

- 上流部交差点とは無関係に各サイクルそれぞれについ

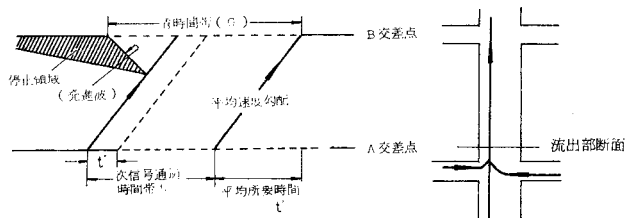


図-9 停止率予測方法1の概要

て一様に交通が流入するものとし、初期停止率は信号サイクルより赤時間比 (R/C) で与えられると仮定する。 $\circ R/C$, 1 サイクル平均到着交通量より停止台数 (N) を求める。次に、次サイクル青現示時間のうち N 台の流出に必要な時間 (\bar{X}) は、そのときの到着交通量に対しては有効に使われ得ないため、これを青ロス時間として赤時間に含め、これによって実質赤時間比 ($R + \bar{X}/C$) および新たな停止台数を求める。同様の操作を定常的な停止と通過のパターンが得られるまで繰り返すことにより、そのときのパターンに対する停止率が求められる (図-10 参照)。

b) 停止率の予測および実測値との比較

ここで、先の2通りの方法に従って、調査区間の交差点における停止率の予測を行ってみる。

i) 方法1による予測 この方法を適用する区間は、信号系統より B~C~D (図-3 参照) であるが、以下には予測作業をいくつかのステップに分け、ステップごとに詳しく述べることにする。

(ステップ1) 各交差点間の平均所要時間 \bar{l} を試験走行の記録から求める。 $\bar{l}_{B-C} = 32 \text{ sec}$, $\bar{l}_{C-D} = 20 \text{ sec}$ 。

(ステップ2) 平均所要時間と各信号系統より、各地点での次信号通過および停止の時間帯を求める。青現示

表-4 信号系統による次信号通過 (停止) 時間帯 (秒)

交差点	方向	次信号 通過時間帯	次信号 停止時間帯
B	a	0~58	58~100
C	a	0~40	40~100
	b	56~100	0~56
D	b	0~43	43~100

(青時間開始を0とする)

表-5 方法1による交通量到着分布別停止率予測結果 (%)

交差点	方向	平均交通量到着分布を利用した場合	10秒当たり交通量到着分布を利用した場合	実測値
B	b	74.7(10.2)	68.8(1.5)	67.8
C	a	9.8(2.0)	8.3(17.0)	10.0
	b	31.4(1.0)	36.1(16.1)	31.1
D	a	41.5(4.3)	39.3(1.3)	39.8

() 内は実測値に対する誤差 (%)

表-6 方法2による停止率予測結果

交差点	方向	収束計算回数	予測値 (%)	実測値 (%)	実測値に対する予測誤差 (%)
A	b	5	72.7	71.8	1.3
B	a	4	48.7	43.7	11.4

の開始を0としたときの結果を表-4に示す。

(ステップ3) 上の結果と交通量到着分布を用いて、次式より停止率 (P_1) を求める。

$$P_1 = \frac{\{(\text{停止時間帯長/サイクル}) \cdot (\text{青現示流入交通量}) + (\text{赤現示流入交通量})\}}{1 \text{ サイクル全流入交通量}} \times 100 (\%)$$

ここに、

青現示流入交通量：該当信号の青現示中に流入する直進交通量

赤現示流入交通量：該当信号の赤現示中に交差道路から流入する右左折交通量

表-5には、交通量到着分布別の結果を示す。

ii) 方法2による予測 交差点 A~B 間については信号サイクルが異なるため、この区間には方法2を適用する。平均走行速度を試験走行結果より $\bar{v}_{A-B} = 12.5 \text{ m/s}$ (45 km/hr) とし、図-10に示す手順によって得られた結果を表-6に示す。

以上に示したように、信号による停止率は交差点ごとに予測することが可能といえる。ただし、これまでの分析では、場所によって10%近い誤差が出ることがあるといえる。このような場合には、図-5、表-5から上流側方向別交通量到着分布のうち、赤現示での右左折交通量が極端に小さいことがわかる。

(3) 停止車の各モード平均時間

a) 停止領域の基本構造と平均停止時間

停止領域は、赤現示時間、停止波、発進波、停止行列長から構成されるもので各地点によって異なる。これは交通量の到着分布によるもので、本来これを忠実に表現

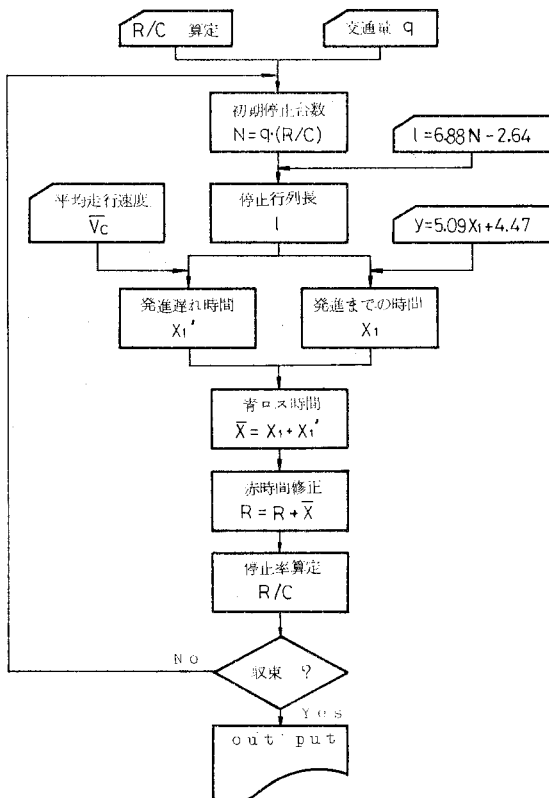


図-10 停止率予測方法2のフロー

するような到着波形を設定すべきであるが、それらを個々に設定することは繁雑かつ困難な作業といえる。また、本稿では市街地のような交差点密度の高い場合を考慮しており、このような場合には、交通量は一様に到着するものとしており、この到着分布を分類するとしても、たとえば図-11のような基本的な3つの一様分布のタイプを考えればよいであろう。これらは、直進車と後続の右左折車の到着波形をモデル化したものであり、タイプ2, 3はそれぞれ2つの一様な分布区間より構成されている。すなわち、タイプ1は両者とも同程度の交通量が到着する場合、タイプ2, 3はそれぞれ前者のあるいは後者の到着交通量が多い場合を示している。さらに、直進車だけの到着波形についても、これらと同様の分類が可能であるが、これらの組合せまで考えると問題が複雑になるため、ここではこれについては触れていない（したがって、郊外のように交差点間隔が大きい場合にはこの限りではなく、拡散等の問題も考慮する必要があるが、そのための実用的な方法はまだ確立されておらず、今後の課題の一つといえよう）。したがって、実際には平均的な交通量到着分布を求め、それぞれに対応する分布パターンを選択する必要がある。ただし、本稿では簡単化のため、タイプ1に近似したが、これでもある程度満足できる精度が得られたといえる(4.(2)参照)。また、平均停止時間を算出するための手順を図-11のタイプ2の場合を例に示すと次のようになる(図-12参照)。

- (手順1) 赤現示帯(R)を設定する。
- (手順2) 平均停止行列長(l_1)まで発進波を描く。
- (手順3) 上流部直進車のうちの該当信号停止台数(3.(2)参照)から行列長(l_2)を求め、第1停止波を描く。
- (手順4) 手順2, 3より求められた2点を結ぶことによって第2停止波を描く。
- (手順5) 停止領域の面積(S)を求め、これを平均

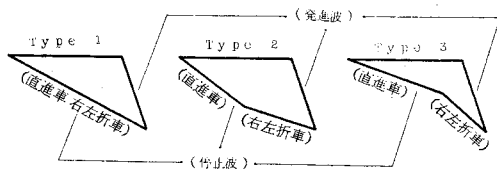


図-11 停止領域のタイプ

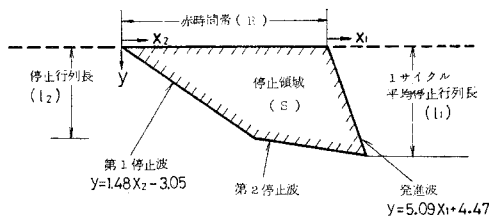


図-12 停止領域図 (Type 2)

表-7 各交差点の停止領域と平均停止時間

交差点	方向	タイプ	R (sec)	l_1 (m)	l_2 (m)	S (sec·m)	\bar{t}_i (sec)
A	b	1	68	98.2	—	3 028.5	30.8
		1	37	40.6	—	622.8	15.4
B	b	1	37	67.4	—	1 040.0	15.4
		2	37	4.9	2.9	129.5	26.4
C	b	2	37	28.3	24.2	729.9	25.8
		2	41	38.0	29.7	1 018.1	26.8

表-8 減速・加速平均時間(例) (秒)

モード	停止順位							平均
	1	2	3	4	5	6	7	
減速	9.4	10.5	8.7	12.7	10.0	9.0	9.5	10.3
加速	11.4	11.0	10.0	14.0	14.0	13.0	15.0	

停止行列長で割ることにより平均停止時間(\bar{t}_i)が求められる。また、必要であれば車両の停止位置別についても容易に求めることができる。

このような方法により得られた交差点 A~D に対する結果を表-7に示す。

b) その他のモードの平均時間

市街地における車の停止、発進状況は、各交差点において多少のばらつきはあるもののほぼ同じような傾向を示すものと考えてよいといえよう。したがって、これらに影響を与えるおもな原因(たとえば、道路条件や交通量)別に、平均的な減速度、加速度、定速度とそれぞれの区間長を求め、次式より得られる各モードの平均時間を用いるのが妥当といえよう。

$$\bar{t}_d = (2 \bar{l}_d / \bar{\alpha}_d)^{1/2}$$

$$\bar{t}_a = (2 \bar{l}_a / \bar{\alpha}_a)^{1/2}$$

$$\bar{t}_c = \bar{l}_c / \bar{v}_c = \{l - (\bar{l}_d + \bar{l}_a)\} / \bar{v}_c$$

ここに、 \bar{t}_d , \bar{t}_a , \bar{t}_c は減速、加速、定速の各モードの平均時間、 \bar{l}_d , \bar{l}_a , \bar{l}_c は減速、加速、定速の各モードで走行する平均区間長。 l は、調査区間長。 $\bar{\alpha}_d$, $\bar{\alpha}_a$, \bar{v}_c は平均減速度、平均加速度、平均定速度。

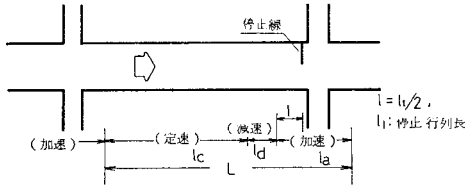
また、減速、加速については、停止位置あるいは停止順位別にも調べてみたが、いずれも特に大きな相違はみられないことから、表-8にはそれらの平均値を示した。定速については、定速走行区間長を平均速度で割ることにより求めた。

4. 走行モードの予測および実測値との比較

(1) 予測方法の概要

走行モード構成を予測するために、3. で信号停止モデルを作成するための方法について述べたが、さらに一定区間での走行モード構成を予測するためには、次の2つの場合には定速モードであると仮定することが必要である。

- ① 青現示で通過する場合、② 信号交差点以外の走行



図一13 停止車の平均走行モード構成

厳密に言えば信号以外にも停止を強いられる場合があるため、そのような生起確率によって補正する必要があるが、これは調査データが整えば容易に行うことができる。これらのことを念頭に置いて一定区間 L (図一13 参照) についての全体のモード構成の予測手順を考えると次のようになる。

(手順1) 交通量 (N) と信号停止率 (P) より、停止台数 ($P \cdot N$)、通過台数 ($(1-P) \cdot N$) を求める。

(手順2) 停止車についての、各モード別の延時間 (T_{c1} , T_d , T_i , T_a : 単位は台・秒) は、各モードを構成する時間の平均値 (\bar{l}_c , \bar{l}_d , \bar{l}_i , \bar{l}_a) を用いれば次のように求められる (3. (3) a), b) 参照)。

定速₍₁₎: $T_{c1} = PN \cdot \bar{l}_c$

減速: $T_d = PN \cdot \bar{l}_d$

停止: $T_i = PN \cdot \bar{l}_i$

加速: $T_a = PN \cdot \bar{l}_a$

(手順3) 通過車については、定速モードのみで構成されると考えられることから、通過車の(定速モードの)延時間 (T_{c2}) は、定速₍₂₎: $T_{c2} = (1-P)N \cdot \bar{l}_c'$ となる。ただし、 \bar{l}_c' は通過車の定速モードを構成する時間の平均値を示す。

(手順4) 以上より各モード別構成比を求める。

定速モード構成比: $(T_{c1} + T_{c2})/T$

減速モード構成比: T_d/T

停止モード構成比: T_i/T

加速モード構成比: T_a/T

ただし、 $T = (T_{c1} + T_{c2}) + T_d + T_i + T_a$: 総所要時間

(手順5) 沿道環境などの影響による補正を行う。一般に、単路部では車の出入、駐・停車、発進、歩行者の横断などが、また交差点部ではバスの発着、右左折車、歩行者・自転車の飛び出しなどが影響する要因と考えられる。

このような手順に従って予測を行おうとするものであるが、次節ではその結果ならびに実測値との比較検討について述べる。

(2) 走行モードの予測

a) 予測結果

ここでは調査実施区間において予測を行った。

ところで、流入交通量は右左折車や沿道部発着により

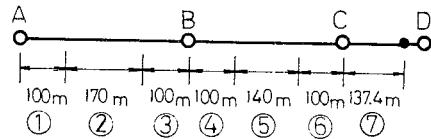
表一9 1時間当たり走行モード予測結果 (%)

方向	区間	減速	停止	加速	定速 (1)+(2)
a	A-B	10.7	15.9	13.2	60.2
	B-C	3.1	8.0	3.8	85.1
	C-D	14.5	37.8	17.9	29.8
	平均	9.5	19.8	11.8	58.9
b	D-C	11.8	29.6	14.6	44.0
	C-B	16.5	24.7	20.4	38.4
	B-A	12.5	37.3	15.4	34.8
	平均	13.8	31.5	17.0	37.7
平均	11.9	26.3	14.7	47.1	

表一10 分割区間別走行モード予測結果 (%)

分割区間	減速	停止	加速	定速
①	9.7	50.8	17.8	21.7
②	11.1	0	0	88.9
③	16.6	24.8	21.2	37.4
④	20.9	31.3	25.6	22.2
⑤	0	0	0	100.0
⑥	4.9	12.7	12.2	70.2
⑦	18.2	20.9	7.7	53.2

注) 第⑦区間については、D点b方向の停止率が未設定のため、加速部分に相当する区間を除いてある。



図一14 予測区間分割(例)

各交差点間で異なるため、図のように区間 L ごとに走行モードを予測する必要性が生じる場合がある。また、定速走行の平均速度は実測より、 $\bar{v}_c = 12.5 \text{ m/s}$ とした。これによる1時間当たりの予測結果を表一9に示す。さらに、車両の位置別や距離別あるいは排出ガス量が特に多いとされる交差点付近等で予測する場合には、たとえば図一14のような小区間に分割し、それぞれの区間ごとの予測値を求めることが必要となることもあるが、この場合の結果を表一10に示す。

b) 実測値の観測

調査区間をタコグラフを搭載した車で平日の午前10時30分から午後5時30分(おこな昼間交通時間帯をほぼカバーしていると考えられる)までの間に計28往復走行し、次のような項目について観測した。しかし、この試験走行は、サンプルも限られており、また特にb方向については東側上流部(奈良方面)交差点より試験走行区間へ流入する試験走行経路を設定したためと、試験区間に入るときの信号現示により、D点では停止、C点では通過といったある意味では偏りのある走行パターンをとるケースが多くなったことから必ずしも種々の走行状態を適正に代表したものとはいえないと考えられる。

① 各地点の通過・信号停止時刻

表-11 停止率実測値 (%)

方向	交差点	A	B	C	D
	a	—	57.7	7.7	38.5
b	60.9	87.0	13.0	—	

表-13 走行モード実測値 (%)

方向	モード	減速	停止	加速	定速
	a		10.7	18.9	11.6
b		12.4	21.3	19.4	46.9
平均		11.8	20.9	16.0	51.3
補正		11.6	21.1	15.0	52.8

表-12 走行モード構成比の比較 (%)

方向	項目	減速	停止	加速	定速
a	予測値	9.5	19.8	11.8	58.9
	実測値	10.7	18.9	11.6	58.8
	(誤差)	(11.2)	(4.8)	(1.7)	(0.2)
b	予測値	13.8	31.5	17.0	37.7
	実測値	12.4	21.3	19.4	46.9
	(誤差)	(11.3)	(47.9)	(12.4)	(19.6)
平均	予測値	11.9	26.3	14.7	47.1
	実測値	11.1	21.1	15.0	52.8
	(誤差)	(7.2)	(24.6)	(2.0)	(10.8)

② 走行パターン（各地点での走行状態）

③ 信号停止位置

④ その他（沿道環境などの各種影響）

これらによって得られた停止率、走行モードの値をそれぞれ表-11, 12 に示す。また、表-13 の補正欄は、項目④による影響を考慮したものである。

c) 実測値との比較

予測値と実測値の比較を表-12 に示す。これを見ると、ある程度の精度は得られたものと考えられるが、b 方向でやや適合度が低い結果となっている。ただし、これは、前述のように b 方向の試験走行が偏ったパターン構成となったこと、さらに両方向とも走行回数が 28 回程度であり、実際のさまざまな走行状態を完全にはカバーし切れなかったことが原因と考えられ、一般的な結論を導くにはさらに観測回数を増やすことが必要であろう。

5. まとめと今後の課題

(1) まとめ

信号停止モデルは、原理的に信号による停止をそのままモデル化するものであるから、これによって走行モードを推定することは可能である。したがって、このような単純なモデルと実際の交通流がどの程度相違するかが問題となるが、本研究での結果をみると、平均的交通流に対して平均的走行モード構成を予測するうえにおいて、簡便なこのモデルによってある程度の精度をもって

推測することができることがわかった。また、以下には本研究を通じて明らかとされた点をまとめてみる。

a) 信号停止モデルに関して

i) 停止領域は赤現示の長さによって変化するが、発進波、停止波は場所によって大きな差はないと考えられるので、どの地点に対しても容易に設定することができる。

ii) 停止率は、1 サイクルごとには変動するものの何サイクルかをまとめた平均値では交差点ごとにはほぼ一定レンジ内に収まっている。

iii) 停止率は、信号現示、上流部信号との関係、交差点間所要時間、交通量到着分布を用いることによって、たとえば調査区間の比較では方法 1, 2 ともに最大 10 数パーセント以下の誤差であったように、かなりの精度で予測可能といえる。

iv) 交通量到着分布は、信号系統からある程度予測され、系統化されていない場合についても、発進波の影響を考慮することによりある程度予測され得る。

v) 距離・時間図における停止領域は、交通流の到着波形により設定すべきであるが、予測の精度からみれば本稿のように簡略化した 3 つのパターン、特にタイプ 1 のような一様分布波形で表わしてもよい場合が多いと思われる。

b) 走行モード予測に関して

i) 信号停止モデルをもとにした定式化により、時間別だけでなく距離区間別予測値などを容易に求めることができる。

ii) 試験走行による実測値と比較することにより、ほぼ実用的に利用可能と思える結果が得られたと考えられる。

iii) 本研究のモデルによって、信号系統あるいは交通量などのデータが得られれば、路線の区間別にしかも必要に応じて時刻別に走行モードを予測することが可能である。そういう意味では線的なアプローチといえ、より実際的には面的な問題への拡張が必要となるが、これにはたとえば、交通量の時間的・空間的変動特性、交通流の伝播特性、さらには交通管制上のデータとの適合、幹線街路で囲まれる地区内の細街路上の交通量処理などいくつかの課題が残されているといえよう。

(2) 今後の課題

本研究は、通常の走行状態つまり渋滞時を含まない場合についての走行モードの予測しか扱っておらず、現在の都市部で頻繁に生じている交通渋滞を考えると、渋滞時の予測ということが今後の課題となることはいうまでもないであろう。また、本研究の範囲内に限って言えば、本稿では実測データをもとにモデル化した（いわば

回帰化のような)ものであるが、停止率の予測方法をより一般化するためには、交差点間平均所要時間と交通量分布およびその伝達に関する理論化が必要であると考えられるが、停止率、走行モード予測の精度とも考えあわせ、いずれにしても交通観測、試験走行等によるデータの蓄積が必要であるとともに、これによってある程度これらの課題は解決されるものと思われる。

謝 辞：本研究を実施するにあたり、枚方市、近畿都市学会の調査委員会（委員長：大阪大学 毛利正光教

授）の方々のご協力をいただき、また試験走行にあたっては大阪市環境保健局のご協力を得たので記して感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 近畿都市学会第2京阪国道対策研究会：第2京阪国道に関する調査第3次報告書，1978年3月。
- 2) 海住正治・西村 昂・日野泰雄：信号停止モデルによる自動車走行モードの予測方式について，土木学会第34回年次学術講演会講演概要集第4部門，pp. 128～129，1979年10月。

(1980.5.9・受付)
