

先行車の影響を考慮した信号交差点での停止挙動特性について

Driver Behaviors during Intergreens
with Considering the Leading Vehicles

山田 稔*・森 康男**・鈴木 徹***

by Minoru YAMADA, Yasuo MORI and Tôru SUZUKI

This study aims to modelize the drivers' behavior on inter green timing with the consideration that they are influenced from his leading vehicle. The field surveys were carried out on several intersections to collect the data of inter green behavior. The effects of leading vehicles were detected. It was observed that the drivers whose leader is closed him tend to pass the intersection even if the amber signal is exhibited. Also, the ones whose leader is apart from him tend to stop to avoid the rear-end collision. The model including these leaders' effects were built. And its ability to predict the drivers behavior were evaluated. Also, the relationships between the parameters of this model and the environments of intersection were analyzed.

1. 序

(1) 黄・全赤時間の設定と運転者の停止判断特性
交差点の信号現示の設定の際には、黄や全赤、いわゆるINTER GREEN 時間は交差点の処理能力に影響するだけでなく、停止するために急減速を行なったことに起因する追突事故や、交差点内に残留する車と次の現示で発進する車や横断歩行者との衝突事故への影響を考慮することが重要となる。これは、信号が青から黄に変わった時点での各車の位置と速度、その車両の取る減速度、交差点の大きさ等が大きく影響するが、さらにその他の各種環境条件が同じであっても、そこでそれぞれの車が停止するか通過するかで結果が異なるため、運転者の判断特性に依存

するものとなる。

ここで運転者の判断特性が、信号停止に関する法規に基づいて一定のルールに従うと仮定すれば、交差点形状や走行速度等から黄・全赤時間の最適値を設定することができる。こういった考え方は、Williams¹⁾ によれば既に1929年に発表されていると述べられている。しかし、現実には必ずしも法規に従った行動が取られているわけではなく、そのため信号交差点における危険性や円滑性は運転者に依存しており、これを最適状態へ持つて行くことは容易ではない。そこでまず現実に行われている停止・通過の判断について実測調査を行いその特性を明らかにしたり、それに基づいて黄・全赤時間の適正化や付随する対策を評価する研究が行なわれてきている。

(2) 運転者の停止判断特性に関する既往の研究

May²⁾ は、信号が青から黄に変わったときの各車両の停止線からの距離と速度を2次元平面上にプロットし、その位置とその車が実際に停止したか通過

* 正員 工博 大阪大学助手 工学部土木工学科
**正員 工博 大阪大学教授 工学部土木工学科
***学生員 大阪大学大学院工学研究科
(〒565 大阪府吹田市山田丘2-1)

したかによって、安全性の評価を与えることを提案している。そして、各種対策の有無の状況下での観測データからその効果を評価している。Williams⁴⁾ はやはり信号が青から黄に変わったときの各車の停止線からの距離や速度に加え、この両者から求められる各種指標の値と実際の停止確率との関係を明らかにしており、クリアランス時間の設定に用いるパラメータにこういった観測情報を用いることを提唱している。さらに、Linら³⁾ は観測データより残留の危険性を抑えるために必要な黄+全赤時間の長さについてモデル化を行なっている。また、大蔵ら⁴⁾ も観測に基づき停止確率と各種指標の関連、特に交差点環境の指標との関連を明らかにしている。

これらの研究とは別に、Mahalelら⁵⁾ は事故のデータを用いることにより、クリアランス時間が長い場合には減速度・残留の両面で安全な設定になっていても、相前後する車両が停止か通過かの判断で矛盾する可能性が強く危険性が高いことを指摘している。また、Baguley⁶⁾ は、速度が比較的高い交差点における調査結果から、信号が赤に変わっても停止しない違法な行動が3つに分類でき、そのうちの2つは黄時間等の適正化だけでは解決できないことを指摘している。

(3) 本研究の目的

既往の研究のうち最後に述べた2つの研究は、運転者の停止判断特性は交通管理者が期待するほどには単純で合理性のあるものではなく、現実の安全面での評価を行なうには、運転者の立場にたって、よりミクロに各車の特性や置かれた状況を把握することの必要性を指摘するものと考えられる。

特に追突は、先行車の減速度の大きさを後続の運転者が予測できない場合だけでなく、誤って先行車は通過すると予測した場合にも発生する危険性がある。現実には運転者はこういった危険性をも考慮に入れて判断を行なっているであろうから、先行車の存在が停止判断特性に影響を持っていることが考えられる。しかし、このような観点からの分析はこれまでに行なわれていない。

本研究の目的は、信号が青から黄に変わった際の運転者の停止判断の特性を、実測調査のデータに基づいてモデル化することにあるが、前述のような背景から、説明要因として当該車両に先行する車の位

置や速度について取り上げ、その及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

さらに、これに卓越すると考えられる説明要因として、既往の研究で扱われている信号が青から黄に変わった瞬間の各車の停止線からの距離とそのときの速度を、また補助的な説明要因として、道路環境要因として交差点の幾何構造等の指標、交通環境要因として交差点の交通量、また信号の青時間や黄、赤、全赤時間、そしてこれらの指標に基づいた合成変量をも用いて、運転者の停止判断に与える影響を明らかにすることとした。

2. 実測調査の概要

(1) 調査対象交差点

大阪府下および兵庫県下の幹線道路の3~4枝交差点において、右左折車の混入が少なく前後の交差点の影響を受けにくいことを条件に、表-1に示すように、黄時間、全赤時間、対象道路の車線数、車線幅員、停止線から次に現示が与えられる交通との軌跡の交点(複数あれば最も遠いものを取る)までの距離(以下、単に交差点長と呼ぶ)、および交通量の値に差異のある20箇所を対象とした。

そして、これら交差点の主道路のうちの一つの流入方向の交通について調査した。

(2) 調査方法

交差点間で比較可能なように、調査は、天候が晴れまたは曇りの日の路面乾燥状態で、午後のある程度交通量が多くかつ渋滞していない状態を対象とした。そして、8ミリカメラを用い、対象交通の停止線から上流側約100~120mまでの範囲を、信号が黄に変わる少し前から各車線で最初に車両が停止するまでを撮影することによって行った。

各車が自由に通過か停止かを選択できる状況下でどちらを選ぶかを知ることが本調査の目的であるため、撮影された通過車両と各車線の先頭で停止した停止車両のみを以下の分析の対象とした。

そして、信号が黄に変わった瞬間の停止線からの距離と、その前後各1秒間の移動距離から接近速度とを求めた。

(3) 調査結果の概要

対象とした車両の台数は表-1に示したように各交差点で26~184台、平均95台となった。

3. 信号変化時の位置・速度と停止判断との関連

(1) ポテンシャルタイムと必要減速度

この章では調査から得られた、信号が青から黄に変化した時点における停止線からの距離とそのときの速度が停止判断に与える影響について明らかにするため、Williams¹⁾の研究において用いられている2つの指標の値と停止確率との関連を分析した。

これに先立ち、この2指標の定義と、運転者が法規を前提とした行動を取っていると仮定した場合のこの2指標の持つ意味について述べる。

現在のわが国の道路交通法における、赤に関する規定と黄に関する規定に基づけば、運転者は次の2点を満たして運転する必要がある。

①黄から赤に変わる瞬間以前に停止線を越えることができれば停止する。

②青から黄に変わった瞬間から急激でない適当な減速度で減速し停止線までに停止できるなら停止する。

ここで、信号が青から黄に変わった場合、その時の停止線までの距離をL、速度をV、黄時間の長さをY、条件②で基準となる減速度を α 、その減速の際の反応遅れ時間をTとおく。また、通過と判断した場合には定速で走行し、停止と判断した場合には一定の減速度で停止すると考える。このとき、①②のそれぞれに対応して、次のいずれかの条件が成り立つ場合には停止しなければならない。

$$Y < L/V \quad \dots (1)$$

$$\alpha > V^2/2(L - VT) \quad \dots (2)$$

ここで式-2が成り立たず式-1のみが成り立つために停止しなければならない場合には、式-2より実際の停止線までの停止に要する加速度は α よりも大きくなり、追突の危険性が発生すると考えられる。この問題は、式-1が成り立つ場合には、式-2も同時に成り立つようになっていれば回避できる。式-2は、

$$L/V > V/2\alpha + T$$

と表わすことができるため、これと式-1を比較すれば

$$Y \geq V/2\alpha + T \quad \dots (3)$$

であれば、式-1が成り立つ場合には常に式-2も成り立つ。

従って、運転者の立場なら、その信号の黄時間と自車の α 、Tを用いて、式-3を満たすような速度で走行すればよいことになる。一方、交通管理者の立場であれば、通常車両のV、T、 α に対してこの関係を満たすようYを定めておけば、運転者がこの前提条件に従って通過・停止判断を行なう限り、追突の原因となる高い減速度の発生は回避できることになる。

ここで、式-1の右辺は停止線通過までに要する時間であり、ポテンシャルタイムと呼ばれる。また式-2の右辺は、停止線までに停止するために必要

表-1 調査交差点の概要

交差点 No	交通量 (台/時 /車線)	黄時間 (秒)	全赤時間 (秒)	車線数	車線幅員 (m)	交差点長 (m)	サンプル台数			平均速度 (m/秒)	平均減速度 (m/秒 ²)	85%ile減速度 (m/秒 ²)
							通過	停止	合計			
1	529	3	4	1	2.9	53.0	46	35	81	9.3	1.7	3.3
2	409	3	4	2	3.3	27.8	47	13	60	13.3	1.4	3.0
3	476	3	3	3	3.3	102.8	92	22	114	13.5	*	*
4	947	3	3	2	3.4	17.9	59	26	85	14.9	2.7	3.5
5	497	3	7	3	3.0	78.1	25	5	30	16.1	3.6	3.0
6	700	3	0	2	3.0	32.8	51	46	97	9.1	2.2	3.8
7	383	3	0	4	3.1	39.0	46	24	70	10.8	1.6	2.4
8	439	3	4	4	3.0	12.6	73	40	113	5.8	1.1	1.6
9	601	3	0	2	2.7	43.5	31	34	65	10.8	1.8	4.0
10	448	3	5	3	3.4	44.0	73	43	116	13.9	2.1	2.9
11	812	3	4	2	2.9	13.5	97	17	114	14.2	2.0	3.0
12	820	3	0	3	2.5	27.5	122	62	184	8.8	1.4	2.3
13	539	4	0	6	2.7	17.8	21	5	26	14.8	2.6	3.6
14	752	4	2	3	2.9	37.3	128	54	182	13.9	1.9	2.4
15	542	4	3	2	3.6	14.0	41	31	72	11.8	1.7	2.4
16	424	3	0	3	2.8	18.9	42	26	68	14.6	2.1	2.7
17	734	3	3	2	3.2	13.4	62	36	98	9.9	1.5	2.2
18	777	3	3	5	3.5	15.8	94	46	140	13.9	2.0	2.7
19	572	3	4	2	3.2	23.4	62	29	91	14.0	1.9	2.7
20	539	4	0	6	2.8	36.0	62	31	93	13.5	1.9	2.5

*)測定不能

とする減速度であり、単に必要な減速度と呼ぶこととする。

(2) 実測データの停止判断特性

調査を行なった交差点のうち事例として一つを取りあげ、そこにおける観測車両の通過・停止の判断の様子を図-1に示す。

なお、これは黄時間が3秒の交差点である。これを見ると、速度が高いほど、また停止線からの距離が小さいほど通過する傾向が強いことがわかる。

しかし、式-1を満たす場合(図の $Y=3$ の直線より下)でもそのまま通過した車が多くみられる。また、参考のため式-2に $T=1$ (秒)、 α には通常の減速でみられる値の3(m/sec^2)を与えた場合の曲線も図に示してある。この交差点の場合には、この曲線の上方、すなわちこれより大きな減速度を必要とする場合には、停止するものはほとんど見られない。一方曲線の下方は停止と通過が混在する傾向にある。

各交差点で得られたサンプルを、2つの指標の値で分類し、そのなかで停止した車両の割合を求めた結果を図-2、3に示す。なお反応遅れ時間 T はここでは1秒と仮定した。

図-2をみると、交差点による差異はみられるものの、停止線通過までのポテンシャルタイムが2~8秒の範囲であれば停止と通過が混在することがわかる。この範囲においては運転者の特性や車両の特性の影響が現われていると考えられる。

停止線通過までに3秒要する場合には約80%以上が、4秒かかる場合でも過半数が通過しており、また黄時間の長さとの関連もみられないことから、条件①を満たすように運転しているとは考えにくい結

果といえよう。

図-3では、交差点において多少異なるものの必要減速度が $4m/sec^2$ より大きい場合は概ね通過しているが、これ以下の範囲では車両間のばらつきがみられ、 $1m/sec^2$ 程度の低い減速度で停止できる場合でも通過している車がかなり存在することもわかる。

4. 先行車の存在の停止判断への影響

(1) ポテンシャルタイム・必要減速度別停止確率への影響

図-4、5は信号が青から黄に変わった瞬間に先行車が停止線よりも手前にいたか、またいたときはその時の自転車との距離(20m以下、20mを超え50m以下、50m超の3分類)を調べ、その分類によってポテンシャルタイムと必要減速度別に停止車両の割合を求めたものである。

ポテンシャルタイムが4秒以上の場合、および必要減速度が $4m/sec^2$ 以下の場合において、車頭距離が大きくなるほど停止する割合が高くなる傾向が見られる。一方、先行車がすでに停止線を越えていた場合にはこれらの中間的な傾向にあることがわかる。

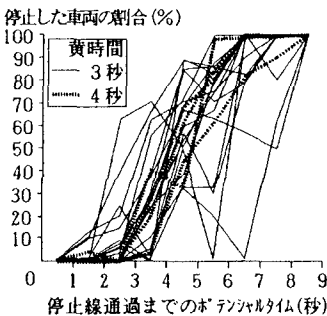


図-2 ポテンシャルタイムと停止確率の関係

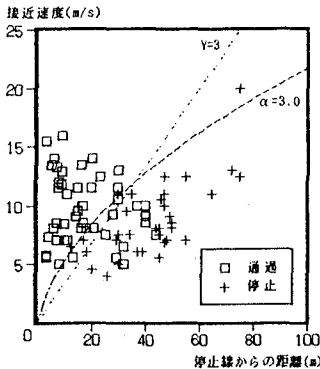


図-1 観測データの停止判断の一例

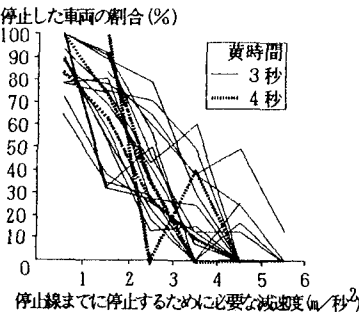


図-3 必要減速度と停止確率の関係

先行車との距離が近づいている場合にはそれに追従して通過しようとするために、先行車がない場合に比べて停止する割合が小さくなるのではないかと考えられる。また逆に先行車との距離が大きくあいている場合には、先行車の停止判断を予測することが難しくなるため、安全側を取って停止傾向が強まるのではないかと考えられる。

以下では、まず先行車が既に停止線を通過していた場合のみについてモデルを作成し、次いで、ここに述べた先行車の停止判断への影響を表現するモデルを作成することとした。

(2) 先行車の無い場合のモデル

信号が黄に変わった瞬間に先行車がすでに停止線を通過してしまった場合には、自車が停止するか通過するかの判断には、先行車の存在は影響しないと考えられる。

交差点別にこれらのサンプルのみをいくつかの指標で分析したが、一例を図-6に示すように、多くの交差点でほぼ原点を通る直線によってサンプルの通過と停止を明確に分離することができ、従ってポ

テンシャルタイムにより判別できることがわかった。

そこで、式-4に示すロジットモデルで停止確率 f を表現することとし、最尤法によってパラメータを求めた。なお、パラメータは従来の研究でみられるように交差点形状等によって決まるものと考え、ここでは交差点別に求めた。

$$f = \frac{1}{1 + e^{-2(a+bx)}} \quad \dots (4)$$

ここで、 x はポテンシャルタイム、 a 、 b は交差点によって決まる定数である。また、 $x = -a/b$ の場合に $f = 50\%$ となり、この値と実際のポテンシャルタイムとの比較により、停止・通過の判断が予測できる。

表-2に各交差点でのパラメータの値と、調査で得られた全サンプルに關しての通過・停止の適中率を示す。4交差点においてはポテンシャルタイムの

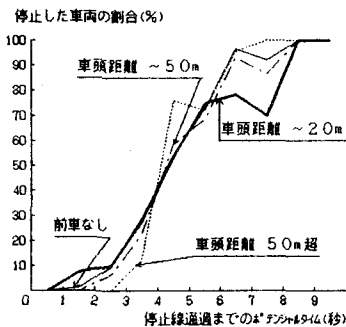


図-4 車頭距離別のポテンシャルタイム - 停止確率

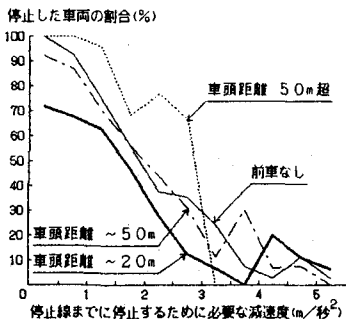


図-5 車頭距離別の必要減速度 - 停止確率

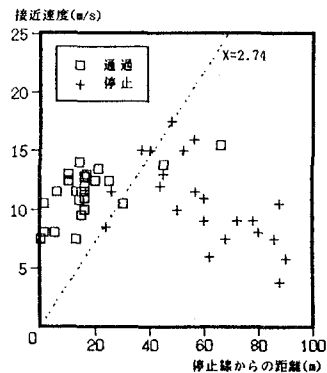


図-6 先行車が存在しない場合の停止判断の一例

表-2 先行車が存在しない場合のモデルのパラメータ

交差点 No	パラメータ		$-\frac{a}{b}$ (秒)	サン プル 数	モデル 的中率 (%)
	a	b			
1	-3.15	1.20	2.6	35	91.4
2	-6.68	1.32	5.1	28	92.9
3	-4.47	0.77	5.8	67	97.0
4	-166.	47.9	3.5	46	100
5	-1.83	0.37	4.9	22	81.8
6	-2.13	0.75	2.9	54	87.0
7	-701.	212.	3.3	40	100
8	-2.13	0.72	2.9	49	90.0
9	-2.59	0.95	2.7	47	87.2
10	-3.40	0.93	3.7	72	88.9
11	-4.41	0.95	4.7	62	93.5
12	-3.44	0.76	4.5	90	94.4
13	-161.	47.3	3.4	16	100
14	-3.55	0.64	5.6	97	93.8
15	-4.21	1.05	4.0	51	92.2
16	-6.12	1.58	3.9	47	89.4
17	-2.84	0.66	4.3	52	92.3
18	-4.53	0.94	4.8	87	93.1
19	-1310.	298.	4.4	48	100
20	-4.71	1.09	4.3	56	96.4

値で停止と通過が完全に分離される中率は 100% となっている。また、15 交差点で 90% 以上となっており、極めて精度よく予測できることがわかる。

なお、停止と通過が完全に分離される場合には、理論的にはパラメータ a , b は有限値にはならないが数値計算上、表のような値が求まる。この場合でも a/b については有効桁範囲で正確である。

(3) 先行車を加えた場合のモデル

先行車の影響として、先行車の停止する確率が高いと運転者が予測すれば先行車がいないときに比べ自車の停止確率が高まること、逆に先行車が通過すると予測すれば黄信号に関係なくこれに追従しようとする傾向の高まることをここでは考慮することとした。そして、先に述べた先行車のない場合のモデルに基づき、各運転者が先行車の停止・通過を予測する際の手がかりとしても先行車のポテンシャルタイムを用いるものと仮定した。この場合、図-7 に示すように、先行車がすでに停止線を通過してしまった場合（領域ⅠおよびⅡ）には、先のモデルのように自車ポテンシャルタイムのみで説明されると考えられる。また、先行車のポテンシャルタイムがある基準より長い場合（領域ⅥおよびⅦ）には、運転者は先行車が停止すると予測するため、自車も停止の判断を行うと考えられる。この中間では、自車と先行車のポテンシャルタイムが比較的近い値をとっている場合（領域Ⅳ）のみ先行車に従って通過しようとし、離れている場合（領域ⅢおよびⅤ）には領域ⅠおよびⅡと同じと考えることとした。さらに、これらの判断に個人差が伴うこと考慮すれば、それを平均化して得られる通過・停止の 50 パーセンタイルは図の曲線のようになると考えられ、これを式-5 において $Z=0$ とした双曲線で表現することを試

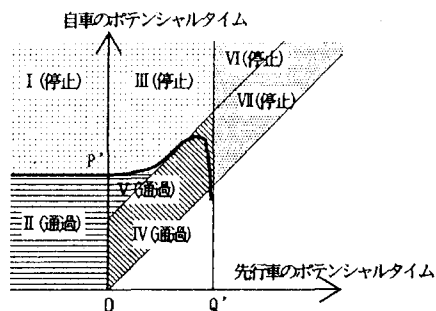


図-7 先行車が存在する場合のモデルの考え方

みた。先のモデルと同様、停止確率を式-6 のロジットモデルで表わすこととし、交差点別に最尤法によりパラメータを求めた。

$$Z(x_1, x_2) = USx_2^2 + UQx_1 + U(P-QS)x_2 - Ux_1x_2 + UR - UPQ \dots (5)$$

$$f = \frac{1}{1 + e^{-2Z(x_1, x_2)}} \dots (6)$$

ここで x_1 : 自車のポテンシャルタイム
 x_2 : 先行車のポテンシャルタイム
 P, Q, R, S, U :
 交差点によって決まる定数
 ただし $P, Q, R, S \geq 0, U > 0$

なお、パラメータを求める際に、先行車が既に停止線を通過している場合 ($x_2 < 0$) は図-7 の考え方より停止線上にいる場合と同じと考えられることから、 $x_2 = 0$ として計算を進めることとした。予測に用いる際にも同様に扱うものとする。

$x_2 = 0$ の場合、 $f = 50\%$ となるのは、

$$x_1 = P - R/Q$$

であり、逆に、 $x_1 = 0$ で $f = 50\%$ となるのは、

$$x_2 = \left[\left(\frac{Q+P/S}{2} \right)^2 - \frac{R}{S} \right]^{1/2} + \frac{Q-P/S}{2}$$

となり、以後、それぞれの右辺を P' , Q' と表わす。

結果の一例を図-8 に示すが、50 パーセンタイルの曲線で、停止、通過を分離できることがわかる。表-3 に適中率の分布を示すが、おおむね 90% 前後

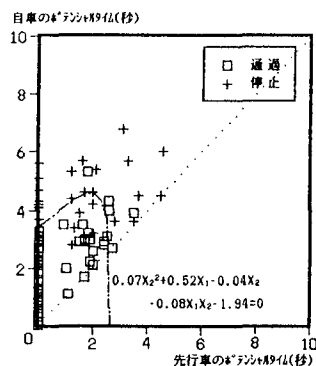


図-8 先行車が存在する場合の停止判断の一例

と良好であり、モデルが有効であることがわかる。

5. パラメータの交差点環境との関連性分析

(1) はじめに

このように交差点ごとに求められたモデルのパラメータのうち、物理的な意味が比較的明確なP'とQ'を対象に、その交差点の環境を表わす各種指標との関係を重回帰分析を用いて分析する。

説明変数の候補として考えた指標を表-4に示す。この中から重回帰モデルとして有意に寄与するものを選ぶこととした。

(2) 先行車に影響されない停止判断特性のパラメータP'

前述のようにP'は、信号が青から黄に変わった瞬間に先行車がすでに交差点内に入っていて当該車両の停止判断には影響を及ぼさないと考えられる状況下で、停止確率が50%になるようなポテンシャルタイムの値である。この指標は、値が大きければ停止線までの所要時間が大きい場合でも通過する傾向にあり、全体として通過の傾向がより強まることを意味することになる。

交差点ごとに得られたこの指標を前述の説明変数を用いて重回帰分析を行なった結果を表-5に示す。交差点数は20であるため残差自由度はあまり高くなく、説明力と有意性を両立させることは容易でない結果となった。説明変数の組合せの中で最も妥当と考えられたものが、表-5に示す2変数のモデル

である。

これを見ると、黄+全赤時間が有意に効いており、これが大きいほど運転者の通過傾向が強まることになる。このことは、交差点内の残留の問題を解消するためにクリアランス時間を大きく設定しても、それにつれて運転者の通過傾向が強まるため、結果として残留の問題はさほどの解決にはならない可能性のあることを意味している。

また、交差点の平均速度が高くなるほど運転者の通過傾向が高まる結果となっている。前述の交差点ごとの停止確率のモデルではポテンシャルタイムとして速度の逆数を考えるだけで十分説明ができたが、さらに速度の分散が大きい全交差点のデータで見ると、速度の影響の非線形性は無視できない程度であるといえよう。

(3) 運転者が予測する先行車の停止判断基準のパラメータQ'

このパラメータは先行車のポテンシャルタイムがこれよりも大きければ、運転者は先行車が停止する可能性が高いと判断して自車の状況とは無関係に停止の判断を下すための基準となるものである。運転者が他車の行動を予測する場合には、平均的な停止判断基準であるP'になんらかの安全率を見込んで判断基準としていふと考えることとした。そして、

$Q' = Sf \times P'$ とおき、 $Sf = Q'/P'$ を重回帰分析の目的変数とした。

後続運転者が、先行車への追突の危険性を減らすように安全率を見込むなら、現実よりも先行車が停

表-3 先行車が存在する場合のモデルのパラメータ

交差点 No	パラメータ					P' (秒)	Q' (秒)	サン プル 数	モデル 的中率 (%)
	P	Q	R	S	U				
1	3.31	1.87	0.95	2.76	0.82	2.80	1.76	81	81.5
2	5.06	-	0.	0.48	0.63	5.06	-	60	90.0
3	5.09	-	0.	0.	0.69	5.09	-	114	87.7
4	3.67	2.81	0.66	0.87	2.83	3.44	2.70	85	94.1
5	4.57	-	0.	0.82	0.49	4.57	-	30	86.7
6	4.57	2.83	4.95	1.40	0.66	2.82	2.18	97	80.4
7	4.04	3.47	1.94	1.11	1.44	3.48	3.19	70	88.6
8	5.49	6.56	11.67	0.91	0.52	3.71	5.44	113	78.8
9	3.14	-	0.	0.22	0.64	3.14	-	65	83.1
10	3.59	-	0.	0.	1.06	3.58	-	116	88.8
11	6.98	6.14	14.32	0.97	1.04	4.65	4.92	116	89.5
12	6.50	3.53	7.19	0.88	0.84	4.46	2.73	184	87.5
13	3.46	-	0.	0.40	1.39	3.46	-	26	88.5
14	5.09	-	0.	0.	0.65	5.09	-	182	84.1
15	4.00	-	0.	0.16	1.02	4.00	-	72	90.3
16	5.52	4.75	7.56	1.15	1.37	3.93	4.01	68	85.3
17	4.23	-	0.	0.	0.75	4.23	-	98	87.8
18	4.58	-	0.	0.	0.87	4.58	-	140	87.1
19	4.14	-	0.	0.	1.34	4.14	-	91	95.6
20	4.30	-	0.	0.	1.11	4.30	-	93	92.5

表-4 重回帰分析に用いた交差点環境指標

分類	指標名
道路 環境	車線数、車線幅員、側方余裕、勾配
	右左折専用車線の有無、交差点長
交通 環境	時間交通量、青時間交通量、平均速度
	必要クリアランス時間 (=交差点長÷平均速度)
信号 現示	青時間、黄時間、全赤時間、赤時間
	サイクル長、黄+全赤時間 対向右折との混在の有無

表-5 パラメータP'の重回帰分析

説明変数	* : 5%有意, ** : 1%有意	
	偏回帰係数	偏F値
黄+全赤時間(秒)	0.206	6.42 *
速度(m/秒)	0.135	6.89 **
定数項(秒)	1.43	

残差自由度	17
重相関係数	0.625
F値	5.46 *

止傾向が強いという予測結果が得られるようになってはいるはずである。50パーセンタイルのポテンシャルタイムが小さいほど停止傾向が強いことから、Q'はP'より小さい目に評価していると考えられる。

実際のデータでは Q' / P' の平均は0.908 となり、このような考え方に妥当性のあることがわかる。

重回帰分析の結果を表-6に示す。これを見ると、交差点長が長い場合や交通量が多い場合には、より安全側にシフトした予測を行なっていることがわかる。これは、この様な状況では先行車が他の予測できない要因により停止せざるを得なくなる可能性が強まると運転者が考えているためであろう。

6. 結論

本研究は信号が青から黄に変わるときの、運転者の通過・停止の判断について、実測データを用いて明らかにした。

得られた主な成果は次の通りである。

- ① 運転者の停止判断は信号が青から黄に変わった瞬間の停止線からの距離と速度が強く影響することが確認されたが、法規に従って行動しているとは考えにくい結果が得られた。
- ② 運転者の停止判断は、信号が青から黄に変わった瞬間における先行車の位置や速度の要因が影響することが明らかになった。
- ③ 先行車がすでに停止線を越えている場合には先行車は停止判断に影響しないと考えられ、この場合には比較的単純な指標で停止判断を精度良く予測できることが明らかになった。
- ④ 先行車と近い間隔にある場合にはこれに追従して通過する傾向が強く、遠い場合にはそれへの追突を避けるため停止判断を下す傾向があるとする考え方に基づいて、先行車の影響を考慮した停止判断をモデル化した。これによって比較的良好に

運転者の停止判断を再現できた。

- ⑤ 交差点別に求めたモデルのパラメータと交差点環境との関連を重回帰分析を行なって明らかにした。

本研究においてはP'、Q'以外のパラメータの交差点環境指標との関連について十分な分析を行なっておらず、交差点の環境の影響をも含んだ汎用性の高いモデルには到達していない。今後は、停止確率の予測誤差を小さくすることを最終的な判断基準として、様々な条件下におけるパラメータの値を定めて行くことが課題である。

参考文献

1) W.L.Williams : Driver behavior during the yellow interval, T.R.R., No.644, pp.75-78, 1977.

2) A.D.May, Jr : Clearance interval at traffic signals, H.R.R., No.221, 1968.

3) F.B.Lin and S.Vijaykumar : Timing design of signal chage interval, Traf.Eng.+Control, Vol.29, No.10, pp.531-536, 1988.

4) 大蔵泉, 長谷川秀, 依田育也 : 信号現示変わり目における車両の挙動特性, 土木計画学研究・論文集, No.7, pp.275-282, 1989.

5) D.Mahalel and D.M.Zaidel : Safety evaluation of a flashing-green light in a traffic signal, Traf.Eng.+Control, Vol.26, No.2, pp.79-81, 1985.

6) C.J.Baguley : 'Running the red' at signals on high-speed roads, Traf.Eng.+Control, Vol.29, No.7/8, pp.415-420, 1988.

7) 山田 稔, 平岡康之 : 信号交差点における停止判断特性に関する研究, 土木学会第44回年次学術講演会講演概要集第4部, pp.148-149, 1989.

8) 山田 稔, 鈴木 徹 : 先行車の影響を考慮した信号交差点での停止判断特性について, 平成2年度関西支部年次学術講演会講演概要, pp.IV・28・1-2, 1990.

表-6 パラメータQ' / P' の重回帰分析

説明変数	偏回帰係数	偏F値
交差点長(m)	-0.0108	34.94 **
交通量(台/実1時間/車線)	-0.00124	23.39 **
定数項	2.01	

残差自由度	5
重相関係数	0.948
F値	22.00 **