

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

大阪大学工学部 正 員 山田 稔
大阪大学工学部 学生員 ○鈴木 徹

1. はじめに

従来の研究においては、現示変わり目における停止判断の要因として信号が黄に変わった瞬間の停止線からの距離、接近速度、さらに交差点の形状等の影響が明らかにされてきた。しかし、相前後する車両の停止判断のくい違いによる危険性を評価しようとした場合、先行車の存在が判断に影響を及ぼすならばこれを無視あるいは平均化することは不適当と考えられるにもかかわらず、これまでこれに関する考慮はほとんどなされていなかった。そこで、本研究では先行車の影響を取り入れた運転者の停止判断を予測するモデルを示すとともに、実測調査のデータに基づいてその妥当性をみることを目的とした。

2. 調査の概要

一方あるいは両方が幹線道路である3～4枝交差点の主道路の一方方向の交通流を対象に考え、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、黄時間3～4秒、全赤時間2～7秒、対象道路の車線数1～6、車線幅員2.7～3.5m、停止線からコンフリクトポイントまでの距離12.6～102.8m、車線当り交通量615～1550台/青1時間の範囲で差異を持った20個所を対象とした。

調査は、天候が晴れまたは曇りの日の午後から夕方にかけて行い、8ミリカメラを用いて各交差点で対象とする交通の停止線から上流側約100m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。そして、撮影された全ての通過車両と各車線の先頭で停止した停止車両のみを対象に、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秒間の移動距離より接近速度とを求めた。対象とした車両の台数は各交差点で30～180台、平均95台となった。

3. 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、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-1に示すように、従来から用いられているポテンシャルタイム（信号が黄に変わった瞬間の停止線からの距離÷同接近速度）によって通過、停止各サンプルが明確に分離されることがわかった。そこで、式①に示すロジットモデルで停止確率 f が表現できると考え、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。

$$f = 1 / (1 + \exp(-2 \cdot b \cdot (x - a))) \quad \cdots \textcircled{1}$$

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。表-1に各交差点におけるモデルの、調査で得られた全サンプルに関する通過・停止の適中率を示す。15の交差点で90%以上となっており、極めて精度よく予測されることがわかる。

4. 先行車の有る場合のモデル

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、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、先行車のポテンシャルタ

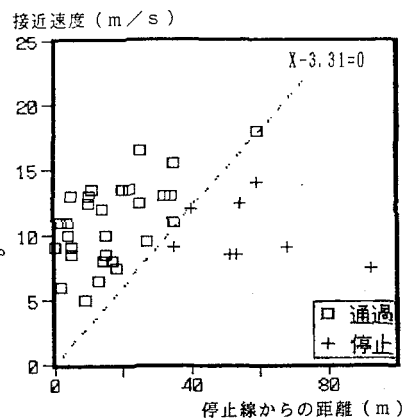


図-1 先行車の無い場合のモデルのサンプルの停止通過別の分布

Minoru YAMADA and Toru SUZUKI

イムを用いるものと仮定した。この場合、図-2に示すように、先行車がすでに停止線を通り過ぎてしまった場合（領域ⅠおよびⅡ）には、先のモデルのように自転車ポテンシャルタイムのみで説明されることが考えられる。また、先行車のポテンシャルタイムが長い時（領域ⅥおよびⅦ）は、運転者は、先行車が停止すると予測するため、自転車も停止の判断を行うと考えられる。この中間では、自転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ができる。さらに、これらの判断に個人差が伴うことを考慮すれば、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になると考えられ、これを式②において $Z=0$ とした双曲線で表現することを試みた。先のモデルと同様、停止確率を式③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。

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

$$f = 1 / (1 + \exp(-2 \cdot Z(x_1, x_2))) \dots ③$$

ここで x_1 : 自転車のポテンシャルタイム
 x_2 : 前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 $P, Q, R, S \geq 0, U > 0$

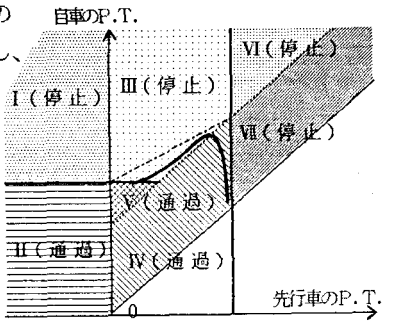


図-2 先行車のある場合のモデルの概念図

結果の一例を図-3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-1に適中率の分布を示すが、おおむね90%前後と良好であり、モデルが有効であることがわかる。

5. まとめ

本研究は、信号が黄に変わった瞬間の運転者の停止判断の特性について、それをできるだけ簡単な数学モデルとして表現することを試みた。その結果として、先行車がすでに停止線を越えてしまっている場合には、説明変数を自転車のポテンシャルタイムとするモデルで、また先行車が存在する場合には、説明変数を先行車のポテンシャルタイムと自転車のポテンシャルタイムの双曲線関数とするモデルで90%程度の適中率が得られることが明らかにされた。各モデルのパラメータと交差点の形状等ここで考慮していない要因との関連を分析することにより、より一般化されたモデルにし、これら要因の安全性への影響を明らかにすることが今後の課題である。

最後に本研究の遂行を支援していただいた大阪大学工学部室田明教授に感謝の意を表します。

《参考文献》

- Williams, William L. : Driver Behavior During the Yellow Interval, TRR 644, pp.75~78, 1977
- 山田稔, 平岡康之: 信号交差点における停止挙動特性に関する研究, 土木学会第44回年次学術講演会講演概要集, No.4, 1989年10月
- 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, 1989年12月

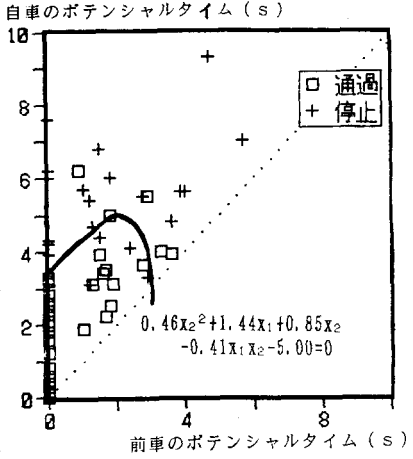


図-3 先行車の有る場合のモデルのサンプルの停止通過別の分布

表-1 モデルの適中率

適中率 (%)	先行車なしモデル	先行車有りモデル
75~80未満	0	1
80~85 "	1	4
85~90 "	4	10
90~95 "	9	4
95~100 "	2	1
100	4	0