

信号交差点における停止車群の発進挙動

九州大学工学部 ○ 学 福本聖史
 九州大学工学部 正 角 知憲
 九州大学工学部 正 出口近士
 九州大学工学部 正 沼田 寛

1. はじめに

市街地の交差点における自動車の停止・発進挙動は、道路の交通容量を制約する一因であるとともに、騒音や排気ガスを増加させており、交通工学と環境評価の両面から興味を持たれるところである。そこで本文では、第一歩として、信号によって停止した車群が発進してゆく挙動をとりあげ、そのマン・マシン・システムとしての特性を把握することを試みるものである。

2. 追従理論

マン・マシン・システムとして自動車の挙動特性を表現しようとした理論の一つが追従理論である¹⁾。この理論は、自動車の走行速度が先行車との車間距離に応じて決定される、あるいはその微分形式として、先行車との相対速度に応じて加速度が決定されると考え、さらに運転者の応答遅れを考慮するものである。すなわち、車群中の k 番目の自動車の位置および速度を時間 t の関数として $x_k(t)$ 、 $v_k(t)$ とすると、 $k+1$ 番目の自動車について、

$$v_{k+1}(t) = \lambda [x_k(t-T) - x_{k+1}(t-T)] \quad (1)$$

あるいは

$$\dot{v}_{k+1}(t) = \lambda [v_k(t-T) - v_{k+1}(t-T)] \quad (2)$$

とする。ここに T は運転者の応答遅れ時間であり、 λ は定数である。マン・マシン・システムとしての特性は、 T と λ で記述されることになる。そこで次のような観測とデータ処理によって、これを数値的に求めてみる。

3. 発進挙動の観測

観測にはビデオカメラを用い、停止線の側方 150~200m から、車群中の各車の停止位置および青信号現示後の位置の変化を連続的に記録した。この記録を 0.2秒ごとに読み取り、数値微分して速度、加速度を求めたうえ、加速度を 5 点の移動平均によって平滑化し、さらに数値積分して速度、位置に戻した。これは再生画像を目視で読み取る場合の精度不足による不規則な誤差を除くためである。このようにして得た停止車群中の先頭車および 2、3 番車の挙動の一例を図-1 に示す。

図-2 は、これらの観測によって得た運転者の応答遅れ時間 T の分布を示したものである。応答遅れ時間は、先頭車については青信号現示後発進までの経過時間、2 番車以降については

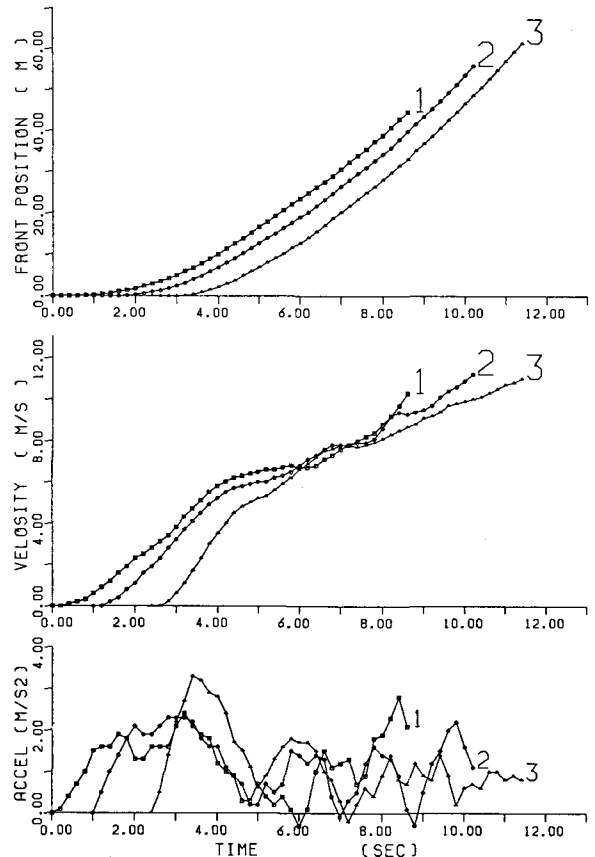


図-1 発進挙動観測結果の一例

先行車発進後、その車が発進するまでの時間をとってある。自動車によっては、赤現示中にも少しづつ前進するなど発進時点が明確でないものもあったので、これらの挙動の影響を除くため、前述の処理によって得られた加速度が 1 m/s^2 を越えた時点をもって機械的に発進時点とみなしている。 T の分布には、車群中の順番あるいは大型車、小型車の別による影響は特に表れていないとみられるが、現在分析を続行中である。

図-3 は式(2)にしたがって、横軸に先行車との相対速度、縦軸にその加速度をとってプロットしたものである。ただし、先頭車については、発進後約 1 秒間のデータを除いており、また横軸は制限速度と走行速度との差をとってある。図中の直線は、いずれも回帰直線である。

4. 考察

図-3 の原点を通るように直線を与えた時の勾配が式(1)、(2)中の λ である。この図によれば、変速操作時に原因するものも含めてある程度のばらつきはあるものの、式(2)を用いることが不自然でないと判断できる。ここに示さなかったその他の観測例についても、特に 2 番車以降については比較的良く直線にのることが判明したが、その直線は個人差が大きく、かつ原点を通らないものが多い。このことは、追従理論のパラメータ λ および T に、確率変動を考える余地を生じさせているとともに、追従理論そのままではなく、運転者が認識する先行車との相対速度に、先行車の速度増加を予め予想する、あるいは速度差の認識にき値があるなどといった行動を組み込むような改良が必要であることを示唆するものと言える。また、先頭車の発進直後の挙動は、追従理論ではまったく表現することができず、前記のように図-3 から除いてある。この挙動については、加加速度一定など別の行動特性として記述することが必要になるものと考えられる。

5. 結論

信号交差点で停止した車群の発進挙動に対して、追従理論の適用を試みたところ、先頭車の発進直後を除けば適用可能性があることが判明した。しかし、追従理論そのままではなく、運転者の認識する速度差と真の速度差を置き換えるなどの改良が必要である。また、発進挙動には個人差が大きいため、その特性を確率的に取り扱う余地がある。さらに、先頭車の発進直後の挙動は、追従理論以外の取り扱いを考慮することが必要である。

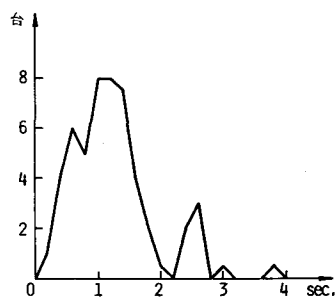


図-2 応答遅れ時間

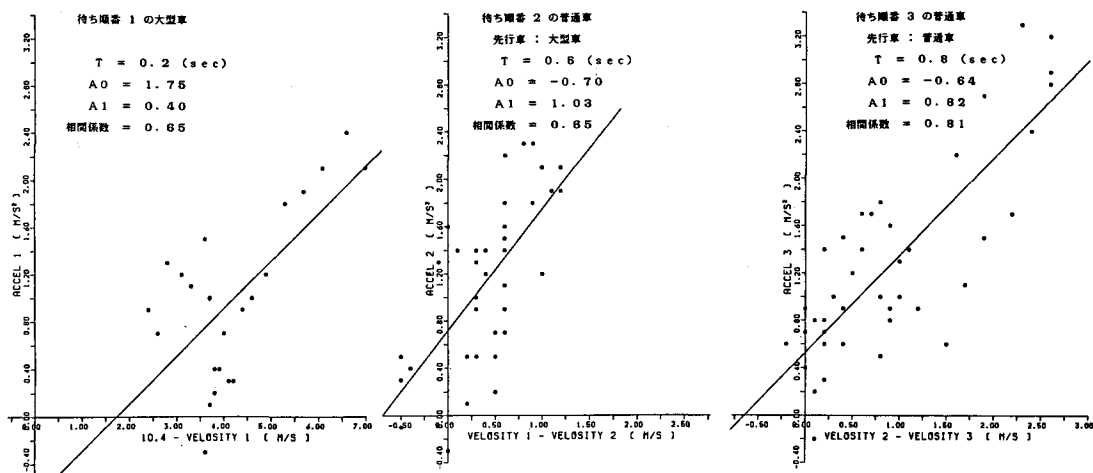


図-3 発進する各車の相対速度と加速度との関係

参考文献 1) 交通工学ハンドブック、p152、技報堂、1973。