

IV-141

信号交差点における自動車の発進挙動に対する追従理論の適用可能性

青木建設 正 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 實

1. はじめに

交差点における自動車の発進は、市街地の道路騒音の主要な原因である。自動車の発生する騒音は、その速度、加速度、エンジン回転数に支配されるが、発進する車群中では、これらは自動車の位置や車種、運転者の特性によって大きく異なる。交差点における騒音の発生を予測するためには、車群中の位置、車種を任意にあたえ運転者の個人差も考慮しながら、速度、加速度を求める方法が必要である。そこで本文では、そのための第一歩として、車群の発進挙動に対する追従理論の適用の可能性を検討してみる。

2. 追従理論¹⁾

追従理論は、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

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

とする。ここに T は運転者の応答遅れ時間、 λ は定数である。運転者の特性は、 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計算によって、これを数値的に推定してみる。

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、先頭者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

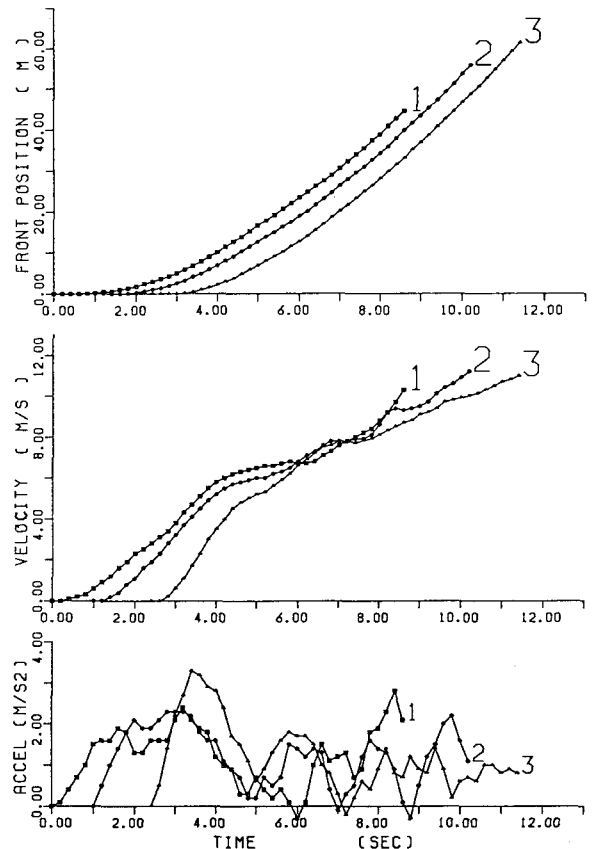


図-1 発進挙動観測結果の一例

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。式(2)に基づいて $v_{k+1}(t) = \lambda [d v_{k+1}(t) + A]$, $d v_{k+1}(t) = v_k(t-T) - v_{k+1}(t-T)$ となる回帰直線をあてはめて λ と A を求めた結果を 図-3, 4 に示す。この図では先頭車を除いてある。 $v_{k+1}(t)$ と $d v_{k+1}(t)$ の相関係数は相当ばらつくが $0.6 \sim 0.7$ となるものが多かった。先頭車は、 $v_k(t-T)$ のかわりに最終速度を用いて計算したが、理論のあてはまりは、さらに悪かった。

4. 考察

以上の計算をおこなって、下記の所見を得た。

- 1) 2 番車以降の乗用車では追従理論のあてはまりが比較的良いものの、全体的にそれほど良くない。これは、速度、加速度を微分して求める方法では読み取り誤差を増幅する傾向があること、発進に必要な変速操作が充分表現できていないことなどが考えられる。
- 2) 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。
- 3) 2 番車以降の乗用車では、 λ 、 A に差はない。 A は平均的にはゼロと考えてもよい。
- 4) 大型車は全般に追従理論のあてはまりが悪い。大型車では機械的な性能の限界が現れてくるものと考えられる。

5) 乗用車であっても車群の先頭車は追従理論でうまく表せない。先頭車の挙動には、加加速度の許容範囲など、別種の運転者の行動原理を導入する必要が予想される。

5. 結論

信号交差点で停止した車群の発進挙動に対して、追従理論をそのまま適用することは充分でない。しかし大型車の機械的性能や加加速度に対する運転者の許容範囲などの制約条件と併用して適用することには可能性がある。また、運転者の特性には個人差が大きいので、その特性を確率論的に取り扱う余地がある。さらに、必要に応じて変速操作中の挙動をそれ以外の期間と区別して取り扱うことなども検討する必要がある。

参考文献 1) 交通工学ハンドブック、p152、技報堂、1973。

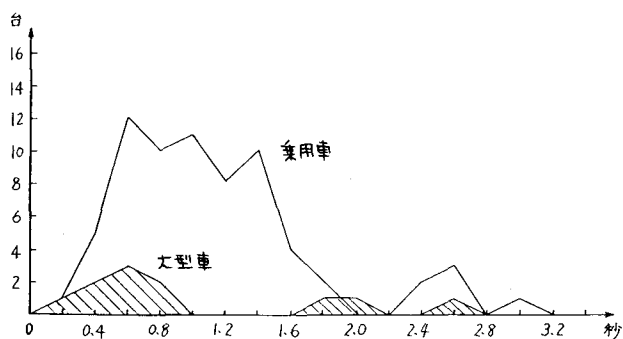


図-2 応答遅れ時間

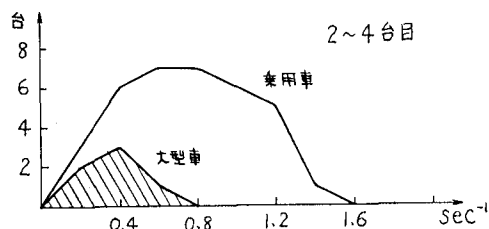


図-3 発進する各車の λ の分布

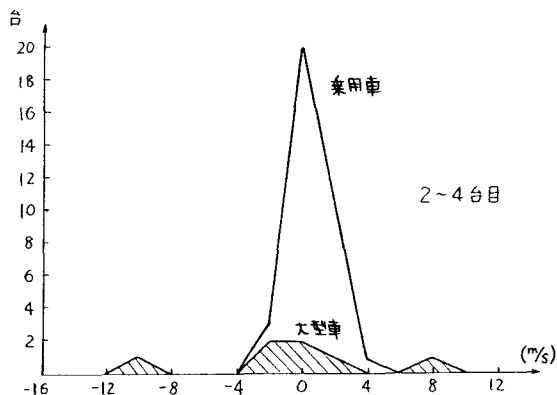


図-4 発進する各車の A の分布