

高速道路における追従走行データに基づく追従挙動の解析

日本大学 学生員 ○大野 武男

(財) 国土技術研究センター 正会員 下川 澄雄

日本大学 正会員 福田 敦

日本大学大学院 学生員 室井 寿明

1. はじめに

追従車が前方車と追従走行状態にあるとき、運転技術や感度の程度が異なるため、前方車との車間距離は一定に保つことは困難で、どうしても多少の変化が生じてしまうのは運転していればわかることである。これまでの既存研究で中山¹⁾・葛西²⁾らは、実走行データやビデオ観測データから、車間距離-相対速度の関係は減衰を伴うスパイラルな曲線で説明できると仮定し、また藤田³⁾はこれをばね運動に置き換えた追従モデルを提案しているが、これらの既存研究は必ず減衰することを仮定しており、増幅やゆらぎに関しては考慮してこなかった。

そこで本研究では、前方車との車間が近づいている場面に着目し、ドライバーが相対速度の変化点と車間時間の分散の度合い、及びそれらの関連性について、比較的自由度が高い走行環境下での2車追従による走行実験により得られた実証的データに基づき分析を行う。

2. 実走行データの解析方法

今回の研究は前方車に接近する際の相対速度の変化点における相対速度、車間時間、追従車加速度、TTC(Time To Collision)の関係を明らかにする。

図-1で示すとおり、相対速度が最大になったところの時刻をT1とし、追従車の減速が始まった時刻とする。本研究では、ドライバーが減速を開始しようとしたときの解析を行うので、ドライバーの反応遅れを考慮して、T1より2.5秒前⁴⁾の相対速度、車間時間、追従車の加速度、TTCを算出した。本研究では、前方車両にも速度変化があることを想定して、車間時間を用いて、TTCを車間時間と相対速度の商とすることとした。

ここで一回目の減速が自由走行状態から追従走行状態に推移するものと仮定する。つまり二回目以降は追従走行状態にあると考えることができる。そこで、データを一回目の減速と二回目以降の減速に分けて、TTCの累加曲線図、サンプル分布図と相対速度、車間時間の関係を明らかにする。概略図を図-1に示す。

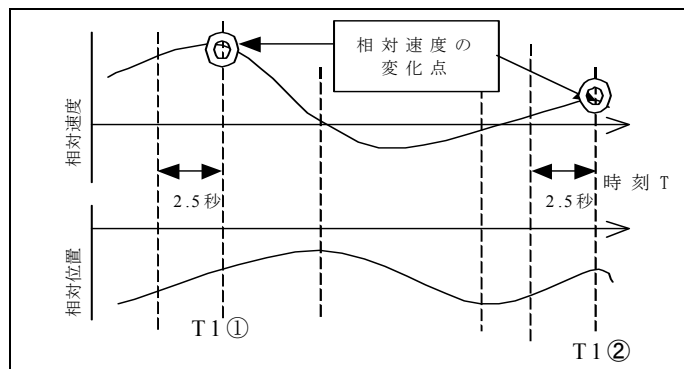


図-1 相対速度と相対位置の関係

3. サンプルの特性について

今回データ解析で扱うデータは藤田がばねモデルのパラメータ推定のために取得したものを用いる。なおこのデータは東関東自動車道の千葉北 I.C. から潮来 I.C. までの区間で取得したものであるが、全体的に交通量が少なく、線形が緩やかである。それゆえ自由度は大きく、ゆらぎは大きいものと考察される。またデータ取得の際の条件は前方車を 80(km/h)に固定し、追従車の速度を 90・100・110(km/h)に設定し、追従走行させたものである。この中で前方車に接近する場合のサンプルを抽出し、総計 150 サンプルを得ることができた。サンプルの抽出結果を表-1に示す。

表-1 サンプルの抽出結果

接近速度(km/h)	90	100	110	計
減速総サンプル	57	61	32	150

4. データ解析結果

変化点の 2.5 秒前で一回目と二回目以降の相対速度と車間時間の関係を図-2に示す。図-2では、相対速度と車間距離を軸にとっているため、原点を通る傾き

キーワード 追従挙動 交通流 データ解析

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1

日本大学理工学部社会交通工学科 交通システム研究室

TEL:047-469-5355 E-mail:rapidexpressjp@yahoo.co.jp

が本研究で定義した傾き (TTC) となる。

その傾きが最も小さいところが、ブレーキの動作する判断を始めたのが最も遅いデータとなり、前方車に接近していると感じる TTC の閾値となる。

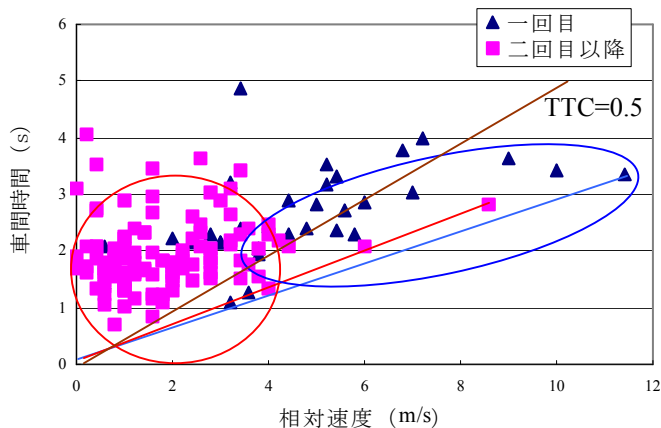


図-2 相対速度と車間時間の関係

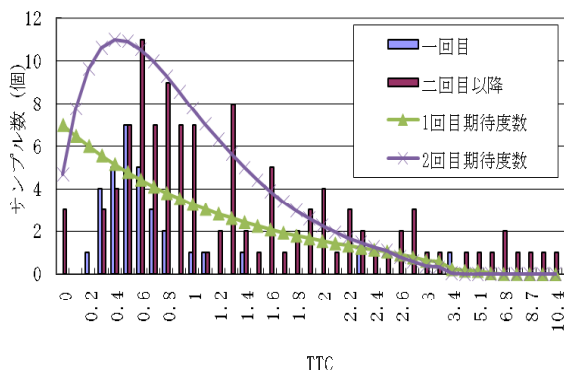


図-3 TTC のサンプル分布図

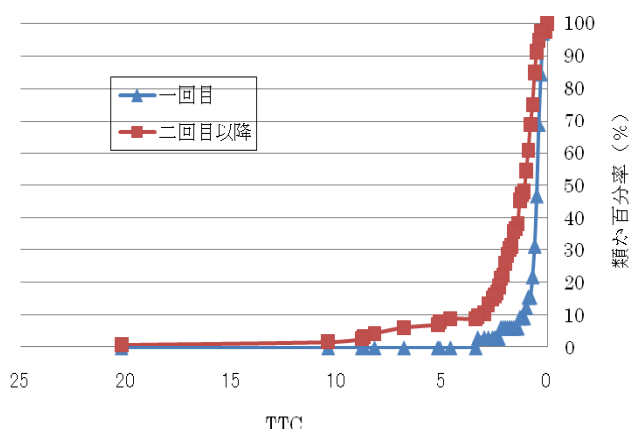


図-4 TTC の累加曲線図

これによれば、1 回目に減速しようとするタイミングと 2 回目以降のタイミングでは 1 回目の方が車間時間、相対速度とも大きい傾向にあり、例えば車間時間の閾値は 1 回目が 2 秒程度あるのに対し、2 回目以降が 1 秒程度である。これは、1 回目は自由走行から追従走行に遷

移するため、前方車に急接近する（相対速度が高い）ことから、2 回目以降と比べ減速しようとする動きも早めに（車間時間の長い時点で）生じるためと考えられる。

一方で、図-2 は相対速度と車間時間を軸としているので、原点との傾きが本研究で定義した TTC となる。その傾きが最も小さいところが減速を判断するぎりぎりの値、即ち TTC の閾値となる。これによれば、1 回目と 2 回目以降に大きな差があるとは判断できない。これは前方車に近づく時には、いずれの場合もぶつからない車間を確保する必要があるため、必然的に減速しようとする閾値そのものに差が生じないものと考えられる。

次に図-3、図-4 は 1 回目と 2 回目以降の減速のタイミングにおける TTC の分布と累加百分率を示したものである。いずれもグラフの経常はアーラン分布となるが、減速のタイミングは 1 回目が $TTC=0.4\sim0.5$ 、2 回目以降が $TTC=0.5\sim0.6$ が最頻値であり、2 回目以降の方が TTC でみると高い値となっている。これは、2 回目以降は当然、1 回目の減速を経験しており、1 回目において余裕をもった原則行動が行われているものと考えられる。

しかし、2 回目以降車間時間は収束に向かう傾向にあるものもあれば増幅しているパターンも見られる。

5. おわりに

本研究の成果として、減速時に相対速度と車間時間の関係、TTC の閾値と形状を明らかにした。本研究で解析に利用したデータは限られた条件下で、追従走行データを蓄積と解析を行い、追従走行時のばらつきを考慮した追従挙動を把握することを今後の課題とする。

参考文献

- 1) 中山晴幸、和田幹彦、市川孝太郎：スパイラル曲線を用いた交通シミュレーションモデルの検討、第 13 回交通工学研究発表会論文集, pp25-28, 1993 年 10 月
- 2) 葛西誠、内山久雄、野中康弘：スパイラルな曲線として表現される車両追従挙動のモデル化、土木学会論文集D, Vol.63 No.1, pp65-75, 2007 年 3 月
- 3) 藤田匠：ばねモデルからの追従モデルの提案ー追従車両を用いた実験ー：第 34 回土木学会関東支部技術研究発表会概要集, pp2-3, 2007 年 3 月
- 4) 日本道路協会（編）：道路構造令の解説と運用, 日本道路協会, p-283, 2004 年 2 月