

渋滞流における追従挙動の解析

東京理科大学大学院	学生会員	鈴木	雄高
東京理科大学理工学部	フェロー会員	内山	久雄
東京理科大学大学院	学生会員	中村	友典

1. はじめに

道路を走行する車両は、直前の車両の挙動の影響を大きく受ける。追従走行している車両の追従モデル式が複数提案されているが、ガジス (D.C.Gazis)、ハーマン (R.Herman) ^{1),2)} 等により提案されたより一般的なモデル式も現実を再現していなかった ³⁾。当研究室では自由流における追従挙動の解析が行われ、追従状態にある2台の車両の相対速度と車頭距離の関係を時系列での軌跡で表現すると時計回りのらせん曲線を描くということが明示された (図1 1秒毎) ³⁾。また、スパイラル曲線を用いたモデル ⁴⁾ は実際の交通流を良く再現できていることがわかった ³⁾。しかし渋滞流の場合については未知である。そこで本研究では渋滞流での追従挙動を視覚的にとらえることを目的としている。

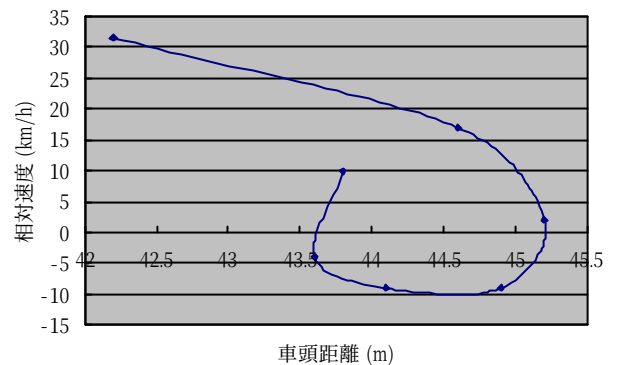


図1 自由流における追従挙動の例

2. 走行軌跡データの取得

(1) ビデオ画像からビデオ座標の取得

夜間にデジタルビデオカメラで撮影された渋滞流の画像を、パソコンのディスプレイ上で再生し、1秒間隔で静止させる。個々の車両のヘッドライトの重心をその車両のビデオ座標とするので、静止画像におけるヘッドライトの周辺および背景の輝度の影響を取り除くために2値化処理を行い、白黒画像に変換する。ヘッドライトが1つの白色のオブジェクトとして表示され、その重心座標を求める。1車両のヘッドライト2つについて各々の重心座標を求め、2点の重心をその車両のビデオ座標とする。

(2) ビデオ座標から測地座標への変換

ビデオに撮影された照明灯などの不動点 (測地座標が既知の点) を用いて、2次元で表現されるビデオ座標を3次元に変換する。ビデオ座標を使用するため、ビデオ画像上に表現される2次元座標と3次元で表示されている測地座標の相対関係を求めることとなる。ビデオ撮影時に生じる3軸の回転角を見出す、つまり相互標定を行う。

(3) データの平滑化及び補完処理

測地座標へと変換された座標は、ビデオ座標取得の際の人為的誤差や、測地座標への変換を行う際の変換誤差を含んでいる。そこでカルマンスムージングアルゴリズムを用いデータの平滑化を行う。このアルゴリズムの特徴は、第一に、運動量を表す物理量の相互関係および測定値と物理量の真値の関係がわかれば測定値の精度に応じて最適値が推定できるという点、第二に、座標や速度、加速度の平滑化を同時に行えるという点である。

3. 渋滞流における追従挙動の解析と特性

(1) 自由流における追従挙動との類似

キーワード 追従挙動、渋滞流

連絡先 〒278-8510 野田市山崎 2641

東京理科大学理工学部土木工学科計画学研究室 TEL 0471(24)1501(Ext4058) FAX 0471(24)2150

自由流においては速度に応じた希望車間距離を維持すべく先行車との車間距離と相対速度を考慮しながら先行車に近づいたり離れたりを繰り返し、車間距離を調節するという追従挙動を示し、追従状態にある2台の車両の相対速度と車頭距離の関係を時系列での軌跡で表現すると時計回りのらせん曲線を描く。渋滞流における追従挙動の軌跡図(図2 1/3 秒毎)も同様に時計回りの曲線となり、追従挙動は基本的には渋滞流の場合も自由流の場合と同質であると言えそうである。また、相対速度が正から0へと移行する箇所はほとんどの軌跡図において、自由流の場合と同様、正→0→負、とスムーズに移行している。

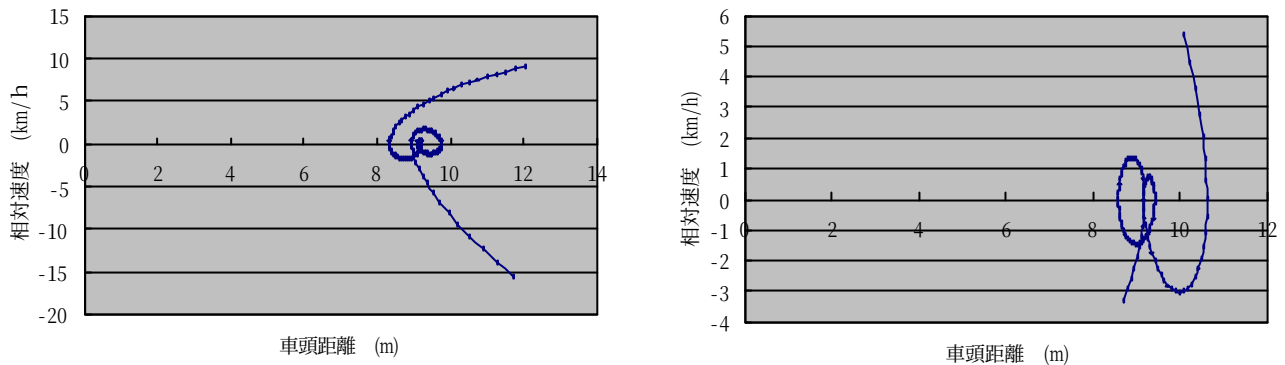


図2 渋滞流における追従挙動の例

(2) 渋滞流に特有な追従挙動の特性

渋滞流の場合の軌跡図では、相対速度が負から0へと移行する箇所が自由流の場合の軌跡図と異なる場合が多くみられる。負→0→正、とスムーズに移行するのではなく、0付近の状態を保つことが多い。その状態を保った後、正に移行することもあれば負に移行することもある。相対速度0付近では曲線は小さな時計回りのらせんを描くことが多い。相対速度0付近を保っている状態というのは、追従走行を行うドライバーにとって希望車間距離の状態だと考えられる。その状態から、相対速度が正へと移行する場合というのは、先行車が加速した場合と考えるのが適当であろう。相対速度が負へと移行する場合というのは、先行車が減速した場合、または先行車の速度が上がらない状態で車間距離は短いにもかかわらず、追従車がさらに車間距離を縮めようと加速をした場合と考えられる。

4. 結論

渋滞流における追従挙動は自由流の場合に似た挙動を示すものの、渋滞流に特有の性質も見出された。渋滞流においては、追従車、先行車ともに速度が小さいため、希望車間距離に達することが比較的容易であると思われる。一連の追従挙動は希望車間距離に達した時点で一旦終了すると考えるのが適当であろう。よって、相対速度0付近という一時的な希望車間距離を保った後で相対速度、車間距離が変動する挙動は新たな希望車間距離を求める動きと見ることができる。今後、様々な渋滞パターンについて解析する必要があるだろう。また、軌跡図は複雑だが、定式化することが求められる。

参考文献

- 1) Gazis・R.Herman・R.Potts : Car-Following Theory of Steady-State Traffic Flow , Open.Res. , Vol.7,No.4,pp.499-505,1959.
- 2) Gazis ・ R.Herman ・ R.W.Wrothery : Nonlinear Follow-the-Leader Models of Traffic Flow , Opens.Res.,Vol.9,No.4,pp.545-567,1961.
- 3) 鈴木善也：交通流動の再現モデルの構築について，平成10年度東京理科大学修士論文、東京理科大学 1998
- 4) 中山晴夫，和田幹彦，市川孝太郎：スパイラル曲線を用いた交通流シミュレーションモデルの検討，第13回交通高層研究発表会論文集，pp25-28,1993.11.