

## 高速道路単路部における追従挙動分析

東京理科大学 大学院 学生会員 石田 貴志  
 東京理科大学 理工学部 F10-会員 内山 久雄  
 東京理科大学 大学院 学生会員 中村 誠  
 (株)道路計画 正会員 野中 康弘

### 1. はじめに

渋滞や事故などの道路交通問題が社会問題として深刻化してから久しくなるが、自動車走行の効率性と安全性を確保し、ひいては交通流で起こる交通渋滞や交通事故の大幅な改善や最近の地球環境問題等に適応し得る自動車交通システムとして、ITSの実現に対する社会的ニーズはますます高まってきている。ここで、ITSの導入にむけては検討課題とする交通現象や交通問題の発生要因の把握が必要不可欠となるが、本研究で対象とした高速道路単路部の交通集中渋滞では、ボトルネックがサグ点あるいはその先の上り坂の地点の場合、その渋滞の形成過程のメカニズムに十分な説明がつけられておらず、ITS導入の切り口がはっきりしていないのが現状である。

そこで、本研究では高速道路単路部の長区間における追従挙動データを取得し、高速道路単路部における渋滞先頭地点のスパイラル曲線の性質の把握、渋滞先頭地点や渋滞要因の違いによるスパイラル曲線の差異の考察から、交通容量低下現象の説明を試みたものである。

### 2. 分析方法

各車両の発進遅れ要因の分析にあつては、各車両の追従挙動を観察、分析が必要となる。既存研究において、短い区間ではあるが、追従状態にある2台の車両の車間距離を横軸に、相対速度を縦軸にとりその関係を時系列で表現すると、スパイラル曲線(時計回りの螺旋の曲線)となり、相対速度0(希望車間距離)に収束することが示されている。そこで、本研究では従来より長区間のデータを取得する必要があることから、各車両の1パルスごとの時刻、速度、距離を得ることができるスピードレコーダーを用いて2台のプロブカーを追従させるフローティング調査を行なうこととした。

### 3. 調査概要

本研究では、6日間、高速道路と一般道を含わせて9路線、運転手6人で26のデータを取得した。

基本データは、渋滞流から自由流になるときの遷移流中で、渋滞の先頭が曖昧な地点である東名高速道路(上)の綾瀬バス停付近、東北自動車道(上)の利根川橋手前の各2サンプルと、渋滞の先頭が明確な地点である一般道信号部の4サンプルである。

### 4. 調査結果

#### 4.1 高速道路単路部の長区間追従挙動データ

長区間の追従挙動におけるほとんどのケースで、一つのスパイラル曲線が収束するかそれ以前に、次のスパイラル曲線が描かれることを確認した。

また、前車の前に他の車両が車線変更をして割込む、首都高速道路に存在する急カーブ(曲率約90m以下)に進入するということによって交通状態が変化すると、新たなスパイラル曲線が描かれることや、自由流では大きなスパイラル曲線が出現することを確認した。

#### 4.2 渋滞先頭地点の交通現象

渋滞の先頭が曖昧な地点と明確な地点を比較すると、小さなスパイラル曲線が連続して形成される渋滞の先頭が曖昧な地点に対して(図-1)、渋滞の先頭が明確な地点では1つ、または少ない数のスパイラル曲線で希望車間距離に収束するという特徴が見られた(図-2: 3つの連続するスパイラル曲線)。

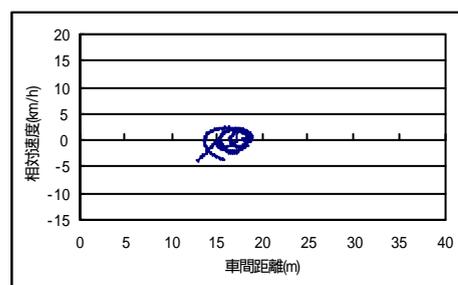


図-1 渋滞の先頭が曖昧な場合のスパイラル曲線

キーワード：追従，スパイラル曲線，交通容量低下要因  
 連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641  
 Tel: 04-7124-1501 (内線 4058) Fax: 04-7123-9766

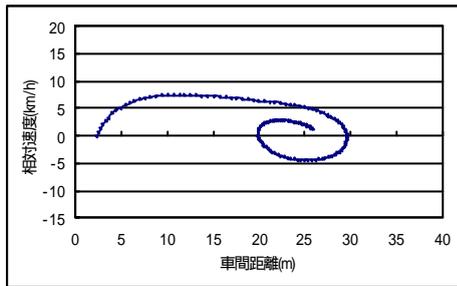


図-2 渋滞の先頭が明確な場合のスパイラル曲線

全車両を完全にコントロールすることによって達成できる理想の交通状態は、一定の車間距離と相対速度(0km/h)を保ちながら走行している状態であるので、理想のスパイラル曲線は点である。これより、ある一定の加速をしているという条件の下では、スパイラル曲線の長さが短く、形成される時間が短いほど良いという仮説を立てて、以下の式を提案する。

以下の式より  $TI$  値を求めると、渋滞の先頭が明確な地点は曖昧な地点に比べて  $TI$  値が小さくなり、渋滞の先頭が曖昧な綾瀬バス停と利根川橋の  $TI$  値を比較すると利根川橋の方が小さくなった(表-1)。

$$TI = \frac{\text{スパイラル曲線の長さ} \times \text{走行時間}}{\text{走行速度}}$$

表-1  $TI$  値

調査地点	走行距離 (m)	加速度 (m/s <sup>2</sup> )	スパイラル距離 (m $\sqrt{1+1/s^2}$ )	$TI$ 値
綾瀬バス停 1	829.8	0.3190	46.59	146
綾瀬バス停 2	1048	0.1417	49.72	351
利根川橋 1	548.8	0.3430	27.72	81
利根川橋 2	682.8	0.2525	29.95	119
一般道 1	107.9	0.6385	27.78	44
一般道 2	125.6	0.4907	28.50	58
一般道 3	192.4	0.5330	15.38	29
一般道 4	76.76	0.9477	14.32	15

#### 4.3 交通容量低下要因の分析

渋滞先頭地点の違いによる発進流率の調査と加速度の分析を行った。加速度の分析範囲は速度変化の考察により一定の加速をしているとみなせたため、高速道路では 30km/h から 70km/h になるまで、一般道では 0km/h から 40km/h になるまでとした。その結果、渋滞先頭が明確な地点は曖昧な地点に比べて発進流率、加速度とも大きくなり、渋滞の先頭が曖昧な綾瀬バス停と利根川橋を比較すると利根川橋の方が発進流率、加速度とも大きくなった。

ここで、 $TI$  値と発進流率( $q$  台/秒)の関係をみて

みると、以下の式に示すとおり、 $TI$  値が大きくなるほど発進流率は指数的に減少する傾向がある可能性を示した。

$$q = 0.7538TI^{-0.1471} \quad (R^2=0.8299)$$

つまり、渋滞の先頭が明確であるときは発進流率と加速度は大きくなり、 $TI$  値は小さくなる(最適な加速をしている)。渋滞の先頭が曖昧であるとき(高速道路ボトルネック部、とりわけ東名高速道路(上)綾瀬バス停付近)は発進流率と加速度は小さくなり、 $TI$  値は大きくなる(最適な加速をしていない)という可能性を示した。

#### 5. おわりに

本研究では、高速道路単路部の長区間においてスパイラル曲線が連続して形成されること、渋滞の先頭が曖昧な場合は、小さなスパイラル曲線が連続して描かれることを確認し、交通容量低下要因をスパイラル曲線を用いて定式化することができた。そして、高速道路単路部における交通集中渋滞では、渋滞先頭地点の曖昧さによる発進遅れが原因で発進流率が低下する可能性があることを示した。

また、渋滞の先頭が曖昧な綾瀬バス停と利根川橋を比較すると利根川橋の方が渋滞の先頭が明確であることを示した。これは、利根川橋が高速道路では構造的に珍しい下路橋(トラス橋)であることや照明が原因であると筆者は考える。

本研究では発進流率低下要因となるものの可能性を示したに過ぎない。今後の課題として、高速道路と一般道ではトリップ特性が異なること、高速道路においては第一走行車線を走行した等、少サンプルで偏った属性であったため、今後は線形、天候、都市間高速道路と都市内高速道路の差異等を考慮し、多くのサンプルを取得することによって、渋滞の形成過程のメカニズムを解明し、ITS 導入の切り口となれば幸いである。

#### 【参考文献】

- 1) 赤羽弘和：道路交通の渋滞対策 2. 渋滞のメカニズムと診断, 交通工学, Vol.25, pp.41-50, 1990 年
- 2) 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 回交通工学研究発表会論文集, pp25-28, 1993.11
- 3) 中村友典：工事規制部における合流挙動分析, 平成 12 年度東京理科大学修士論文, 東京理科大学, 2001.3 .