

キーワード: ACC 追従挙動モデル

### 背景と目的

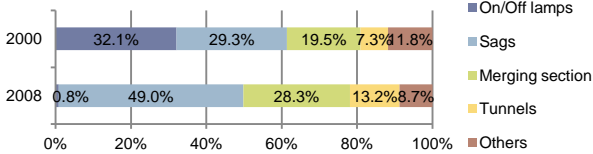


図1. 高速道路上での交通渋滞の原因

### 交通渋滞緩和策としてのACC

サグにおける交通渋滞の対策としてACCが注目されているが、その制御の詳細は公開されていない。

本研究では、これまで提案されてきた人間の追従挙動モデルを用いてACC装着車両の追従挙動を分析する。さらに、サグにおける交通渋滞の緩和に効果的な制御アルゴリズムを提案することを試みる。

### 渋滞の発生原因

国内の高速道路において、料金所を原因とする交通渋滞はETC(電子料金収受システム)の普及により改善されてきた。一方で、サグを原因とする交通渋滞は相対的にその深刻さを増してきている。

### サグにおける交通渋滞の発生メカニズム

1. 上り勾配に差し掛かった車両が無意識に減速する。
2. 1の後続車は車間距離が減少するため、ブレーキを踏む。
3. 2の後続車もブレーキを踏み、減速波が伝搬し交通渋滞が発生する。

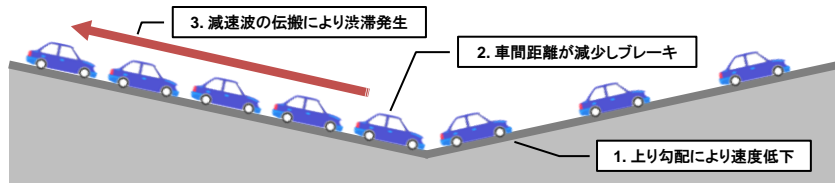


図2. サグにおける交通渋滞の発生メカニズム

### 方法



図3. ACCによる車間時間の保持

### 追従挙動モデルのモデル構造

#### 既存の追従挙動モデル

既存の追従挙動モデルの多くは共通の構造を持つ。すなわち、ある遅れ時間のもとで、自車と前方車両との相対速度を入力(刺激)として自車の加速度が決定される。これは、人間は前方車両との相対速度に応じてアクセルやブレーキを操作しているという考えによる。

#### 入力(刺激)項の置き換え

しかし、ACCの制御アルゴリズムにおいては、相対速度ではなく車間時間を一定に保つ制御が行われている。そこで本研究では図4のように本来のモデル構造を持つ追従挙動モデルに加えて、図5のように入力を相対速度から車間時間に置き換えた追従挙動モデルについても再現性の評価を行う。

### ACCの制御アルゴリズム

ACCとは、運転者が設定した速度を上限とし、前方車両に追従するよう自車の速度を自動的に調節するシステムである。センサーやカメラで計測される前方車両との車間距離や相対速度に基づいて車間時間を一定に保つ制御を行っていることは知られているが、その制御アルゴリズムの詳細は公開されていない。一方で、人間の追従挙動を再現することを目的として、1950年代より数多くの追従挙動モデルが提案されてきた。

本研究では、ACC装着車両の追従挙動を総合的かつ高精度で再現可能な追従挙動モデルとそのパラメータを探索する。

$$\ddot{x}_1(t+T) = \alpha \frac{\{\dot{x}_1(t)\}^m}{\{x_0(t) - x_1(t)\}^l} \{\dot{x}_0(t) - \dot{x}_1(t)\}$$

遅れ時間:  $T$

加速度:  $\ddot{x}_1(t+T)$

相対速度:  $\{\dot{x}_0(t) - \dot{x}_1(t)\}$

図4. 追従挙動モデルの構造の例

$$\ddot{x}_1(t+T) = \alpha \frac{\{\dot{x}_1(t)\}^m}{\{x_0(t) - x_1(t)\}^l} \left\{ \frac{x_0(t) - x_1(t) - L_0}{\dot{x}_1(t)} \right\}$$

遅れ時間:  $T$

加速度:  $\ddot{x}_1(t+T)$

車間時間:  $\left\{ \frac{x_0(t) - x_1(t) - L_0}{\dot{x}_1(t)} \right\}$

車長:  $L_0$

図5. 入力を車間時間に変更した場合の構造の例

### 追従挙動モデルの再現性評価方法

各追従挙動モデルの再現性評価については、ACC装着車両を用いて今後行う追従走行実験による実測データを使用して、下記の手順で行う。

1. 適切な遅れ時間の範囲を推定。
2. 追従挙動モデルのパラメータ値を変化させてシミュレーションを実施。
3. シミュレーションによる追従挙動が適切であるか判定。
4. 追従挙動の再現性指標に基づいて、さまざまな追従挙動モデルとそのパラメータ値における再現性を評価。

ただし再現性の評価においては、特定の追従走行ケースのみを精度良く再現できる追従挙動モデルとそのパラメータ値ではなく、ある車両におけるすべての追従走行ケースを網羅的に再現できるような追従挙動モデルとそのパラメータ値の範囲を探索することを目指す。

### 今後の方針

- ACC装着車両を用いて追従走行実験を実施する。
- ACC装着車両を用いた追従走行実験による実測データを解析する。
- サグを原因とする交通渋滞の緩和に効果的なACCの制御アルゴリズムを調査する。
- ACC装着車両のみならず、人間による追従挙動についても網羅的に再現できる追従挙動モデルとそのパラメータ値の範囲を探索する。

### 連絡先

東京大学 生産技術研究所 大口研究室 修士2年 渋谷公佑  
shibuya@iis.u-tokyo.ac.jp http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/