

マイクロ交通シミュレーションを用いた高速域 ACC の安全性に与える影響の評価

日本大学 学生会員 ○岡村 誠

日本大学 正会員 福田 敦

日本大学 学生会員 仲澤 政利

1. はじめに

今後、交通事故をさらに削減していくためには、ITS 技術の活用が必要不可欠となっている。しかし新しい技術の普及過程において、技術を搭載している車両と搭載していない車両が混在することで安全性や効率性へ影響を与える可能性があり、様々な状況下で交通流全体へ与える影響を評価する必要がある。そこで本研究では、すでに普及が始まっている高速域 ACC（以下、ACC）を対象に、個々のドライバー認知、判断、操作のプロセスを既存のマイクロ交通シミュレーションに組み込んで個々の車両の挙動違いを表現できるモデルを構築し、ACC の導入が安全性に与える影響を評価する。

具体的には、車両の挙動として一般車（非 ACC 車）と ACC 車の 2 種類の挙動モデルを、それぞれ既存モデルなどを参考に構築する。マイクロ交通シミュレーション Paramics の車両挙動を、API 機能を用いこのモデルに書き換え、ACC 車の混入率別にシミュレーションを実行する。評価には、Time to Collision（以下、TTC）など複数の安全性指標を用い、指標から安全ではない状態の車両を定義し、その台数の増減から評価を行う。

2. 車両挙動モデル

(1) 一般車の挙動モデル

本研究では一般車の挙動として Xing が提案したモデル¹⁾を採用した。このモデルでは追従状態の車両の挙動を対象に、先行車の車速変化を認知した場合に、次の挙動を判断し、操作（Gipps モデル²⁾による加減速）を行う。

認知は、先行車の車速、車間距離、車頭時間のいずれか一つでも閾値以上の変化が起きた場合、先行車の速度変化を認知したとし、判断、操作のプロセスへと移行する。判断は、反応時間を伴い全車両と

も速度の変更を行うとする。操作では、加減速を行い、式(1)-(4)に示した Gipps モデルにより算出した速度を次時間での速度とする。

$$V_{n(t+t_g)} = \min \left[V_{n(t+t_g)}^a, V_{n(t+t_g)}^b \right] \quad (1)$$

$$V_{n(t+t_g)}^a = V_{n(t)} + 2.5a_n t_g \left(1 - \frac{V_{n(t)}}{V_{n(t)}^{\max}} \right) \sqrt{0.025 + \frac{V_{n(t)}}{V_{n(t)}^{\max}}} \quad (2)$$

$$V_{n(t+t_g)}^b = -t_g b_n + \sqrt{t_g^2 b_n^2 + b_n \cdot C} \quad (3)$$

$$C = 2(x_{n-1(t)} - x_{n(t)} - S_0) - t_g V_{n(t)} + \frac{V_{n-1}^2}{b_{n-1}} \quad (4)$$

t_g : 反応時間、 a : 最大加速度、 b : 最大減速度、 $V^{\max}$: 希望速度
 S_0 : 停止時車頭距離、 $b_{\sim}$: 先行車減速度見込み

認知で用いる閾地、反応時間及び Gipps モデル内の各パラメータ値は、既存研究¹⁾で実交通流から計測された値を用い、各車両にランダムに与えることで個人差を表現している。

(2) ACC 車の挙動モデル

ACC 車の詳細な制御アルゴリズムは公開されていないため、JIS 規格及び ACC 搭載車のマニュアルを参考に構築した。車間距離 100m 以内の先行車はすべて認知するとし、システム遅れ 0.2 秒を伴い、 2.0m/s^2 及び -2.5m/s^2 （JIS 規格）で加減速を行う。追従時には設定した 3 段階の車間距離（車速 80km/h のとき、長：56m、中：43m、短：33m）で走行し、自由走行時には希望速度で走行する。

3. 安全性指標

安全性指標として車間距離、減速度、衝突までの時間を表す TTC、先行車及び自車両が急停車したときの相対距離を表す走行方向空間距離と停止距離の差（以下、S-Stop）を用いる。TTC はドライバーの反応時間より短い場合先行車に衝突し、S-Stop は 0m 以下で先行車が急停車した場合に衝突する。本研究では、それぞれ 1.0m、 -5.0m/s^2 、1.0sec、0m 未満を安全ではない状態と定義した。

キーワード：高速域 ACC、安全、マイクロ交通シミュレーション

連絡先: 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 739D 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL/FAX 047-469-5355

4. ミクロ交通シミュレーションの実行

ミクロ交通シミュレーション Paramics の車両挙動を本研究で構築したモデルに API 機能を用い書き換えシミュレーションを実行した。ネットワークは直線 5km で、車線数は 1 車線及び 2 車線の 2 パターン、ACC 混入率は 0%、25%、50%、75%、100% の 5 パターンとした。需要は 1 車線 500pcu/hour、2 車線 2,000pcu/hour、シミュレーション時間は 30 分とした。ACC 混入率別車線数別に各 10 回ずつシミュレーションを実行し、0.2 秒毎に上記の安全性指標を全車両別に算出を行った。

5. 結果

図-1 から図-4 に ACC 混入率別の各安全性指標から定義した安全ではない状態となった車両の台数及び最大値、最小値を示した。

車間距離が 1 m 未満の車両の台数、TTC が 1.0s 未満の車両の台数、S-Stop が 0m 未満の車両の台数は ACC 混入率が上昇するにつれ増加している。一方減速度が -5.0m/s^2 未満の車両は ACC 混入率が 0% のときに最も多く、混入率が増えるにつれ減少した。

ACC 車の減速度は、規格上 -2.5m/s^2 より大きい減速を行うことはできないため、急減速車の割合は減ったと考えられるが、大きな減速ができないがゆえに車間距離が小さくなり、安全ではない状態となったとも考えられる。本研究では ACC 車の挙動を JIS 規格及びメーカーから公表されているマニュアルを参考に構築したが、加減速などの値をそのまま用いたため、挙動が極端なものとなり、ACC 混入率の上昇に従い安全ではない状態の車両が増加した可能性がある。

6. おわりに

本研究ではミクロ交通シミュレーションを既存のモデルから構築し、安全性指標を用いることで高速域 ACC の普及に伴う安全性の評価を行った。その結果 ACC 混入率が上昇するに従い安全ではない車両が増加したが、その原因として ACC 車の挙動が実際のものより極端であった可能性が考えられる。今後は各モデルに適応したパラメータを日本での追従データから算出したものを用いるとともに、ACC 車の挙動も実際のものに近付ける。

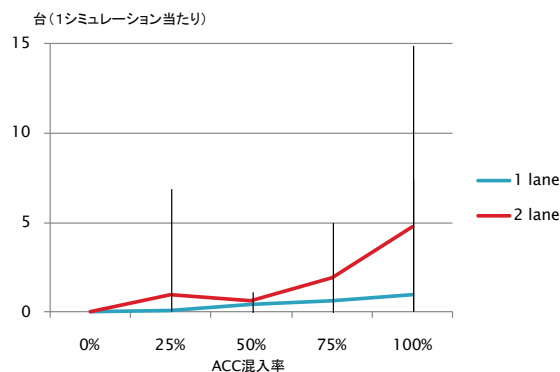


図-1 車間距離が 1 m 未満の車両台数

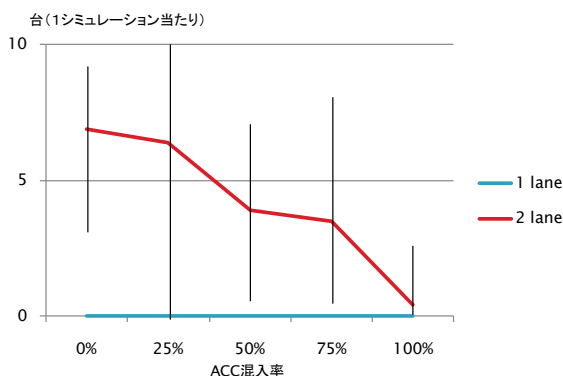


図-2 減速度が -5.0m/s^2 未満の車両の台数

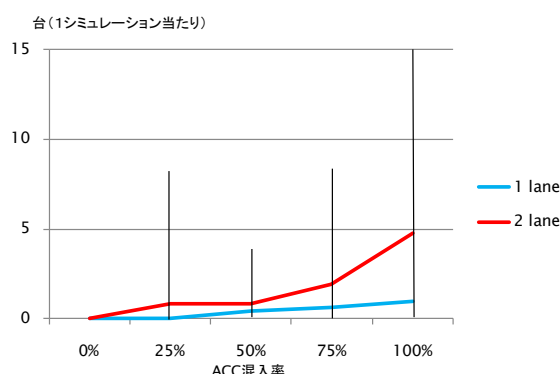


図-3 TTC が 1.0s 未満の車両の台数

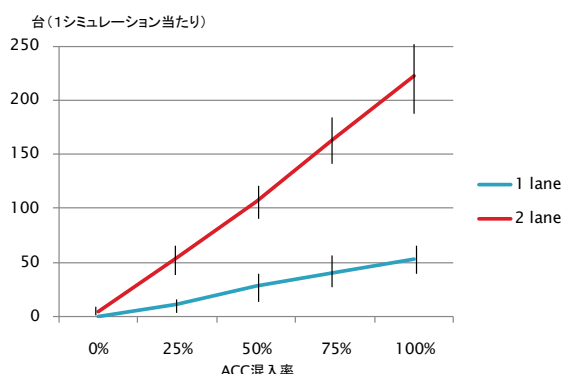


図-4 S-Stop が 0m 未満の車両の台数

参考文献

- 1) Xin, W: The Less-Than-Perfect Driver: A Model of Collision-Inclusive Car-Following Behavior. TRR 2088, pp.126-137, 2008
- 2) Gipps, P.G: A Behavioural Car-Following Model for Computer Simulation. Transpn Res, Vol.15B, pp.105-111, 1981