

マイクロ交通シミュレーションによる全車速域 ACC の評価

日本大学 学生員 ○仲澤 政利
 日本大学 正会員 福田 敦
 日本大学 学生員 岡村 誠

1. はじめに

近年では交通安全技術の1つとして Adaptive Cruise Control (以下、ACC) の普及がはじまっている。ACCは走行している車両の車間距離を適正に保つことで追突事故などを回避し、交通安全に寄与する技術である。しかし、その普及過程ではACC搭載車とACC非搭載車(以下、一般車)が混在して走行するため、相互の制御方法の違いにより交通事故に繋がるような交通現象が発生する可能性がある。そこで、マイクロ交通シミュレーションを用いて評価を行うことが考えられるが、既存のシミュレーションでは全ての車両の挙動が画一的であり、人間の認知・判断ミスによる危険な状況が発生しない。

そこで本研究ではACC搭載車と実際の運転挙動に近い一般車のシミュレーションモデルを構築し、これを用いてACC搭載車が他車両に与える安全性への影響を明らかにする。なお、本研究では今後普及が見込まれる全車速域ACCを対象とし評価を行った。

2. ミクロ交通シミュレーションのモデル構築

(1) 一般車

ドライバーは認知・判断・操作の流れにより運転操作を行っており、このプロセスを一般車の挙動に組み込んだ。認知・判断は、視角域度 θ の変化・距離の変化・車頭時間の変化から決定する。視覚域度 θ の変化は先行車の車幅と車間距離から求め、距離の変化はウェーバーの法則から求めている。車頭時間の変化は希望車頭時間と反応遅れから求めている。この3つの変化の中に1つでも一定値以上の変化が見られた場合に、先行車を認知したとして反応遅れを伴って操作を行う。反応遅れは0.3s~1.0sの間で車両ごとに確率的に発生する。

操作時における加減速度の決定はGippsらの提案したモデルを用いる。Gippsモデルは式(1)~(3)から

成り立つ。

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

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

$$V_{n[t+t_g]}^b = -t_g b_n + \sqrt{t_g^2 b_n^2 + b_n \left\{ 2(x_{n-1(t)} - x_{n(t)} - S) - t_g V_{n(t)} + \frac{V_{n-1(t)}^2}{\hat{b}_{n-1}} \right\}} \quad (7)$$

V^a, V^b : 車両の速度 (m/s)、 $V^{\max}$: 希望速度 (m/s)

x : 車両位置、 n : 車両番号、 a : 最大加速度 (m/s²)、

S : 停止時車頭距離 (m)、 b : 最大減速度 (m/s²)

t : 時間 (s)、 t_g : 反応時間 (s)

$\hat{b}$: 先行車減速度見積り (m/s²)

(2) ACC 搭載車

ACC搭載車は高速走行から渋滞走行までの速度域において車間距離の制御が可能である。ACC搭載車は車間距離100m以上に先行車がいる場合、設定した車速で定速走行し、100m以内に先行車が存在した場合、先行車を認知したとして表-1のように3段階の車間距離の設定にもとづき車速に比例して制御を行う。

表-1 車速設定と車間距離設定との関係

速度範囲		車間距離		長	中	短
		車速				
高速域	100~45km/h	80km/hの場合		約50m	約40m	約30m
低速域	45~0km/h	20km/hの場合		約17m	約15m	約13m

加減速の設定は車両の速度が45~100km/hの場合、JIS規格にもとづき加速度は2.0m/s²、減速度は2.5m/s²とする。45km/h以下の場合、実際の走行データにもとづき、加速度は0.5m/s²、減速度は1.0m/s²とする。

なお、ACC搭載車の場合でも先行車と衝突してしまうような危険な状況では、ドライバーの判断(一般車と同様の挙動)によってブレーキ操作が行われるものとする。

キーワード: Adaptive Cruise Control、安全性の評価

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/FAX047-469-5355

3. 安全性指標

安全性指標として車間距離・Time Measured To Collision (以下、TMTC)・走行方向空間距離と停止距離の差(以下、S-Stop)を用いる。TMTCはJ.Haywardが提案した指標で、当該車両がそのままの速度と進行方向を維持した場合に衝突するまでの時間を表す。S-Stopは仮に前方車が急にブレーキを踏んだ場合に、後続車が反応遅れを伴い急減速して車両が停車したときの相対的な位置を表す。本研究では、車間距離1m未満の車両、TMTC1秒未満の車両、S-Stop 0m未満の車両を安全ではない状態と定義し、その車両の台数をカウントすることでACCの安全性の評価を行う。

4. シミュレーションの実行

構築した挙動モデルをマイクロ交通シミュレーションソフトParamicsに組み込み、安全性を評価する。

走行環境は片側2車線の直線道路とし、評価対象区間長は2kmとした。交通量は2000(台/1時間)とし、区間後半約1500mより渋滞を発生させた。評価はACC搭載車の混在割合を25%ずつ変化させ、割合ごとに20分間5回ずつのシミュレーションを実行し、比較を行った。

5. シミュレーションの結果

図-1～図-3にACC混入率別の安全ではない車両の台数をシミュレーション内の区間距離別に示した。

シミュレーションの結果、どの指標も同様の傾向を示し0～1200mの自由流(平均速度、約75km/h)では安全ではない状態の車両はほとんど存在していない。シミュレーションでは1500m付近から渋滞が発生するが、平均速度が下がるに従い安全ではない状態の車両が増加し始め、渋滞流である1900m～2000m(平均速度、約22km/h～32km/h)では最も多く観測された。1900m～2000m区間を細かく見るとACC混入率が0%のときが最も多く、ACC搭載車が混入すると安全ではない状態の車両は減る。しかし、混入率が上昇するほど台数が減るわけではなく一定ではないことがわかる。

6. おわりに

本研究では、ACC搭載車が他車両に与える安全性への影響について、ACC搭載車と一般車の挙動モデ

ルを構築し、マイクロ交通シミュレーションを用いて3つの安全性指標から評価した。その結果、ACC搭載車の割合の違いによる全体の交通流に対する安全性への影響が明らかにした。

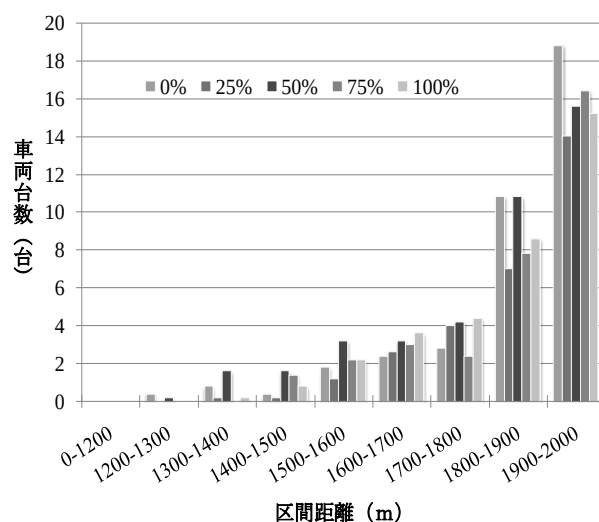


図-1 車間距離 1 m 未満の車両台数

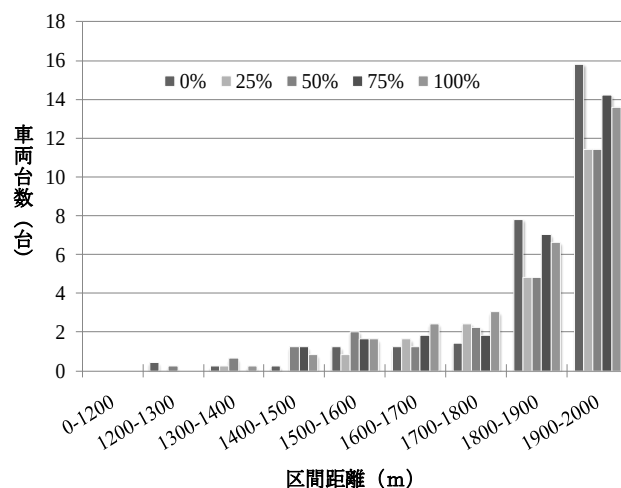


図-2 TMTC 1 秒未満の車両台数

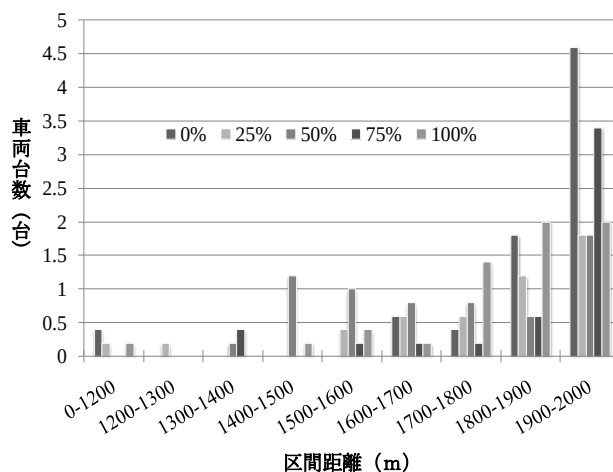


図-3 S-Stop 0 m 未満の車両台数