

ACCの導入が交通流に与える効果に関する分析

Impact Assessment of Adaptive Cruise Control Introduction on Traffic Flow

(ACC: Adaptive Cruise Control)



東京大学 生産技術研究所 大口研究室(交通工学) 渋谷公佑

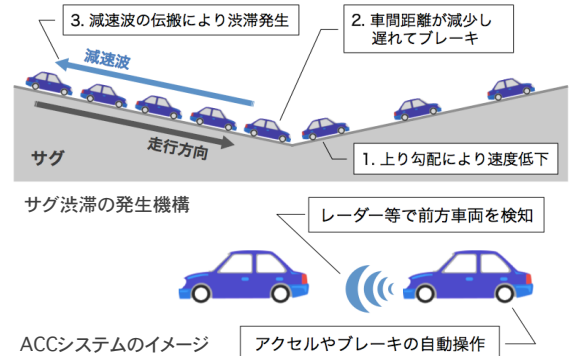
<http://www.transport.iis.u-tokyo.ac.jp/>



ACCシステムによる交通円滑化の可能性

高速道路における渋滞発生回数のおよそ半分を占めているサグにおける渋滞は、運転者による運転挙動の集積として自然的に発生することが知られている。

近年普及が進んでいる ACC (Adaptive Cruise Control) は、運転者が設定した速度を上限として、目標車間時間を維持するように速度を自動的に調節するシステムであり、このような渋滞の対策に活用可能であると考えられる。本研究は、ACC車両を用いた走行実験の実測データをもとにACC車両の追従挙動を再現できるモデル構造を把握した上で、ACCの導入が交通流に与える効果を検証する。



追従挙動モデルの構造

【既存モデル】

既存モデルの多くは、反応遅れ時間の下で、自車と前方車との**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。

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

遅れ時間 (T), 相対速度 (dot{x}_0 - dot{x}_1), 加速度 (ddot{x}_1)

【ACCタイプの追従挙動モデル】

ACCの制御アルゴリズムは、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、従来の追従挙動モデルの相対速度を車間距離に置き換えたモデルについても再現性の評価を行う。

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

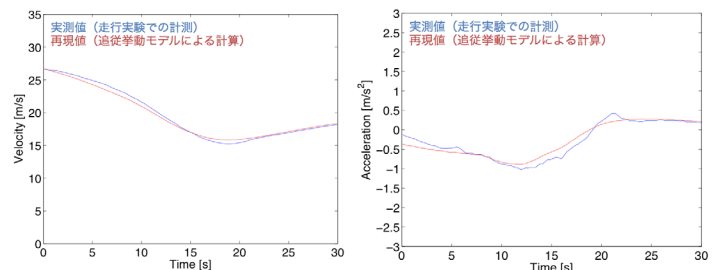
遅れ時間 (T), 車長 (L_0), 相対速度 (dot{x}_0 - dot{x}_1), 車間時間 (x_0 - x_1 - L_0 / dot{x}_1), 加速度 (ddot{x}_1)

追従挙動モデルのパラメータ設定

相対速度を入力として既存の追従モデルや車間時間を入力としたACCタイプの追従挙動モデル等、計12種類のモデルについて(右図)、車頭距離の実測値とモデル値の相対誤差の平均を最小にするように最適パラメータを決定。

モデル	入力要素	モデル構造
Model 1	相対速度	単項線形
Model 2	相対速度, 車頭距離	単項線形
Model 3	相対速度, 車頭距離, 加速度	単項線形
Model 4	相対速度, 車頭距離	単項指数関数
Model 5	相対速度, 車頭距離	単項指数関数
Model 6	相対速度, 加速度	多項線形
Model 7	相対速度, 車頭距離	多項線形
Model 8	車頭距離, 速度	多項非線形
Model 9	相対速度, 速度, 車間距離	多項非線形
Model 10	車間時間 (一次遅れを考慮)	単項線形
Model 11	車間時間 (一次遅れを考慮)	多項線形
Model 12	車間時間, 車間時間の微分	多項線形

【追従挙動再現性能の例(Model 9) 左:速度, 右:加速度】



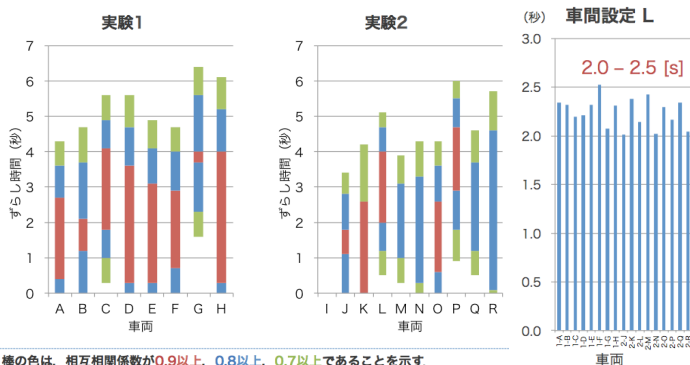
反応遅れ時間・目標車間時間の推定

車両の追従挙動モデルのパラメータである「**反応遅れ時間**」、「**目標車間時間**」を実測データから推定した。

反応遅れ時間:相対速度と加速度の計測データをずらし、相互相関係数がある基準値を超える範囲を反応遅れ時間の範囲とする

目標車間時間:定速で走行していると考えられる時刻すべてについて車頭距離を走行速度で割って車間時間を算出しその平均値をとる

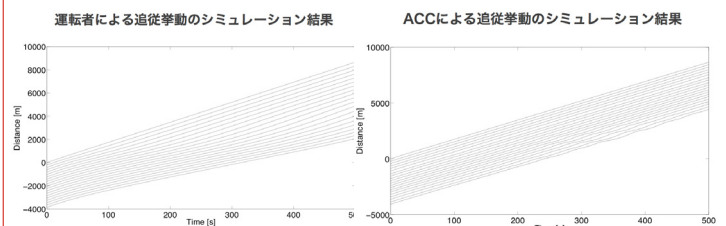
【推定例(車間設定=L) 右:反応遅れ時間, 左:目標車間時間】



ACC導入効果のシミュレーション分析

ACC車両の混入率、ACC車両における車間時間の設定を変えた複数のケースを考え、上記の追従挙動モデルを用いた交通シミュレーションによりACCが交通流に与える効果を検討した。

【シミュレーション結果(車両軌跡)の例】



- ACCの導入により全体的に車頭時間が短く保たれ、ボトルネックにおける交通流率の低下を抑制する効果が期待されることが示された
- ACC車両の混入率が上昇するとボトルネックでの交通流率は概ね増加傾向になることが示された
- 目標車間時間が短いACC車両の割合が高い場合、ボトルネックなどにおけるわずかな速度低下の影響を吸収できず、減速波の発生を助長する可能性が高くなることも明らかになった