

立命館大学大学院 学生員 ○中井万理子

立命館大学 正会員 塩見 康博

1. はじめに

日本の高速道路における渋滞発生箇所の約 60%はサグ部であり、ソフト・ハードの両面で有効な解決策を講じる必要がある。ソフト的な解決策を検討する際、ACC や CACC, あるいは将来的なコネクティッド車両や自動走行車両の普及を想定した、多様な渋滞対策が検討されつつある¹⁾。このような多様な対策の効果を検証するためにはミクロ交通流シミュレーションの活用が有効である。しかしながら、商用シミュレーションでは制御可能なパラメータが多く、サグ渋滞を再現する条件などについては明らかとなっていない。

そこで本研究では、勾配影響を考慮することができ商用ミクロ交通流シミュレータである VISSIM を対象に、サグ構造を持つ道路区間での渋滞現象を定性的に再現するための処方箋を示すことを目的とする。

2. サグ渋滞の特徴と再現に係わる条件

サグ部における渋滞発生メカニズム²⁾より、①減速波の発生及び増幅、②上り坂での速度低下、③追従車両のブレーキ、④交通容量の低下の 4 項目を達成する必要があると考えた。車両軌跡より①の評価を行い、減速波の発生地点より②、減速波の発生状況より③の評価を行った。また Fundamental Diagram (以下 FD) の交通量の最大値より④の評価を行った。

3. パラメータの感度分析

3.1 VISSIM で調整可能なパラメータ

VISSIM は高速道路及び公共交通に対応可能なミクロ交通流シミュレータであり、自由度が高く、精度の高いシミュレーションが可能となっている。車両の走行に関係するパラメータについて、①重量分布・パワー分布、②加速度・減速度関数、③追従挙動パラメータ、④希望速度分布の 4 点があげられる。①は、発生する車両及び出力パワーに対して割り当てる重量を確率分布で表現したものである。この二つの分布に関しては車両性能を大型車に設定した場合のみ操作可能な

パラメータである。②は、車両の速度に対する加速度及び減速度の値を関数として表現したものである。③は、Wiedemann の追従モデルを基にした、追従時の運転挙動を操作するパラメータである。④は車両の希望速度を確率分布で表現したものである。

3.2 運転挙動に関するパラメータの感度分析

車両の加速性能は重量分布及びパワー分布の関係により決まり、その程度は道路勾配の影響を受ける。この関係を確認するため、これらの値と上り勾配部 (10% を想定) で観測される交通流率の最大値との関係を図 1 に示す。これより、重量の増加及びパワーの減少が交通容量の減少に寄与することがわかる。

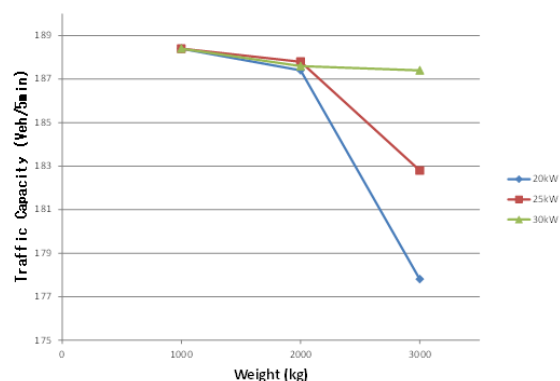


図 1 パワー毎の重量の変動による交通容量の推移

本研究で行うシミュレーションについて、①阪神高速道路深江サグの道路構造、②15 分毎に流入車両数を 400 台/時ずつ増加、③小型車だけの車種構成、④確定的な車両発生、⑤分析を行うパラメータ以外のパラメータはデフォルト値、以上 5 点を基本条件とする。運転挙動に関するパラメータとして、希望速度分布、加速度・減速度関数、追従挙動パラメータの感度分析を行った。その結果、

- 希望速度分布の標準偏差の増加による車両の速度差の発生が、車両の速度低下及び交通容量の低下に影響すること
- 加速度関数の変動は速度低下の発生しやすさと交通量の増減及び交通容量に影響し、減速度関数の変動は前方車両との追突しやすさ及び道路勾配の

影響の受けやすさに寄与すること

- ・ 前方視認距離の増加, 前方視認距離と前方視認台数の交互作用, CC1 (希望車頭間隔) の分布の範囲の大きさ, CC2 (車間距離から振動する距離) の減少, CC7 (振動時の加速度) の減少が速度低下及び交通容量の減少に影響すること

が判明した.

4. API 機能を用いたパラメータチューニング

運転挙動に関するパラメータの感度分析に基づき, 前方視認距離と前方視認台数, 及び CC1, CC2, CC7 に着目し, API 機能を用いてそれぞれ全組み合わせでシミュレーションを実行し, 車両軌跡及び FD からサグ渋滞の再現性について検証を行った.

前方視認距離と前方視認台数の交互作用のシミュレーション結果より, 2つのパラメータの交互作用は非常に小さく, 運転挙動への影響は非常に小さいものと考えられる. CC1, CC2, CC7 の交互作用のシミュレーションより, 表 1 に示す結果となった. これより, ①CC7 の減少は, 車両の速度低下及び伝播に寄与すること, ②CC2 の増加が, CC7 の減少による車両への影響を増幅させる効果があること, ③CC2 による効果が過度に増幅すると, 流入部において車両の混雑が発生し, 必然的に流入する交通量が減少するため, 各種パラメータが運転挙動に与える影響が小さくなること, ④CC1 の範囲の拡大は, CC2 及び CC7 による影響を増幅させる効果があること, ⑤CC1 による効果が過度に増幅すると, 車両の追突の発生することに加え, 速度回復の緩慢さが増大すること, が明らかとなった.

表 1 感度分析結果

パラメータ		各値の変動		速度低下	交通容量
希望速度分布	標準偏差	減少 ↓	減少 ↓	減少 ↓	増加 ↑
		増加 ↓	増加 ↓	増加 ↓	減少 ↑
加速度関数	関数の傾き	増加 ↓	減少 ↓	減少 ↓	増加 ↑
		減少 ↓	減少 ↓	増加 ↓	減少 ↑
減速度関数	減速度の値	デフォルト ↓	減少 ↓	増加(追突しやすくなる) ↓	変化なし
		-1.0 m/s ²			
パラメータ		各値の変動		速度低下	交通容量
追従挙動パラメータ	CC1	車頭間隔	減少 ↓	増加 ↓	増加 ↓
			増加 ↓	減少 ↓	減少 ↑
	CC2	距離	減少 ↓	増加 ↓	増加 ↓
			増加 ↓	減少 ↓	減少 ↑
	CC7	加速度	減少 ↓	増加 ↓	減少 ↓
			増加 ↓	減少 ↓	増加 ↓

以上の結果より, 全シミュレーションの結果を 4 段階評価で点数化し, 図 2 に示す最も点数の高い場合を最適な設定とする. その場合の車両軌跡が図 3 となり, 上り勾配部での速度低下, およびショックウェーブの発生・伝播の過程が確認できる.

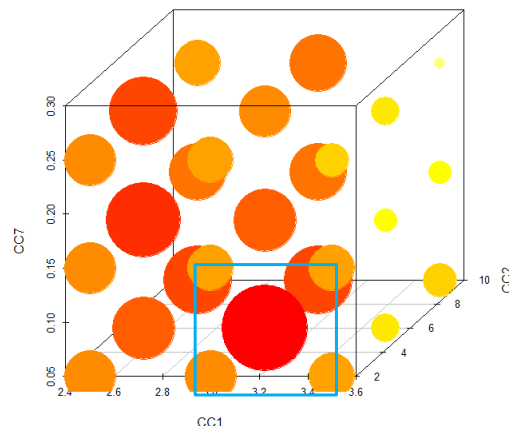


図 2 4 段階評価の結果を示した三次元散布図

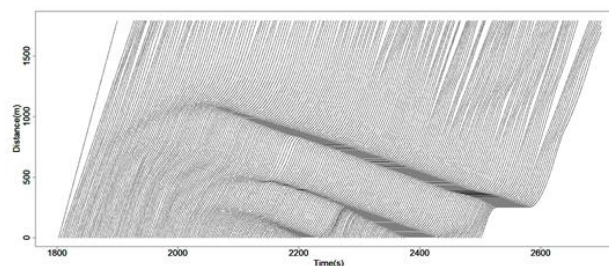


図 3 CC1 2.00s-3.00s, CC2 6.0m, CC7 0.05 m/s² 設定時の交通量 1600 台/時の車両軌跡

5. まとめと今後の課題

本研究では, VISSIM を用いてパラメータの調整により, 上り勾配部での速度低下を表現可能であることを示した. 今後は, 道路構造を作製する際に再現した阪神高速道路深江サグの実データを基に, 本研究で再現したサグ部の渋滞の精度を評価し, 現実で発生している渋滞を定量的に再現するためのパラメータキャリブレーション方法を構築する.

【参考文献】

- 1) 塩見康博ら: 単路部ボトルネックにおける自動走行車両への介入制御による遅れ時間最小化の可能性, 第 37 回交通工学研究発表論文集, 2017.
- 2) Jian Xing, 越正毅: 高速道路のサグにおける渋滞現象と車両追従挙動の研究, 土木学会論文集, No.506/IV-26, pp.45-55, 1995.