

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

論文提出者氏名      やん      やん  
                                 楊      燕

日本の高速道路における交通渋滞量は 10 年前と比較して近年は 1.6 倍に膨れあがっているが、高速道路は国の根幹をなす道路ネットワークであり、ここで交通渋滞を頻発させていることは国家的な大損失である。この高速道路交通渋滞のうち、6 割は道路勾配が下り坂から上り坂へと変化するサグ部をボトルネックとするものであり、高速道路渋滞の最も大きな原因となっている。サグ部がボトルネックとなる要因には、車線利用率の偏りや車線変更挙動の影響も無視できないが、本質的には一台一台が自分の前方車との車間距離と速度差を調整しながら前方車へ追従する挙動特性の積み上げによって生じるものである。またこの追従挙動特性に車両や運転者の個体差の影響が無視できないために、同じ交通需要であっても交通渋滞に至ることもあれば至らないこともあり、これは巨視的に見ると交通容量が確率的に変動するように見えることも知られている。

しかし、これまでこうした個別車両の追従挙動特性の個体差を体系的・定量的に分析・評価した例は極めて限られ、またこうした個体差特性の影響により巨視的な交通容量の確率的振る舞いに至ることは実証的に明らかにされていない。そのため、個体差も含めた追従挙動特性のどのような特徴がボトルネック交通容量の低下に大きく寄与しているのか、体系的な知識を得ることができなかった。

本研究は、交通渋滞が多発する同一サグ部において、交通渋滞発生時の追従挙動特性パラメータを推定するため、混雑時の個別車両の走行軌跡を合計 700 台余り入手し、勾配影響を組み込んだ追従挙動モデルを用いて、パラメータの違いにより実走行軌跡を推定することで個体差を表現できる枠組みを構築した。また、得られた知見にもとづいて非一様な交通流特性を再現できるシミュレーションシステムを開発した。さらに、このシミュレーションを用いて、巨視的な交通渋滞発生確率を規定する要因を分析している。

本研究で得られた主な成果は以下のとおりである。

- ・対象データサンプルのうち、追従状態に無いなど分析対象外のサンプルを除外して、実測挙動を適切に表現できる勾配影響を加味した追従挙動モデルのパラメータ同定を行った結果、一部サンプルは十分な速度変動が無いなどの理由で適切なパラメータが得られなかったが、全体の 7 割余りサンプルに対して、相対誤差 10%未満で説明できるモデル

構造を見いだした。このモデルは、前方車と自車の速度差と希望車間距離との差、および勾配差の線形和に反応時間だけ遅れて加速度を調整するモデル構造である。

- ・提案モデル構造により実測挙動の個体差をモデル・パラメータの違いとして推定するためのパラメータ同定の方法を検討した。適切な目的関数を設定し、希望車間距離を速度の関数として与える関係式を回帰推定し、さらに反応遅れ時間の探索範囲を相互相関分析から事前に与えた上で、それ以外のパラメータと共にクロスエントロピー法を用いることで、安定的にパラメータを同定できることを見いだした。
- ・同定されたパラメータの分布特性を明らかにした。希望車間距離を速度の 1 次関数として記述する定数項と係数の 2 パラメータを除き、各パラメータの独立性を仮定できると、この 2 パラメータの合成分布を含めて、各パラメータの分布特性を明らかにした。
- ・同定されたパラメータを用いて、個別の車両特性の異なるサグ部における交通流氏ミューレションシステムを開発した。ここでは、反応遅れと初期設定の影響で生じる擾乱の影響を排除する方法を新たに提案し、これを用いてサグ部における勾配影響をきっかけとした減速波増幅伝搬により交通渋滞発生を模擬できることを確認した。これを用いてランダムに生成された異なるパラメータを持つ個別車両による発生交通条件によって、巨視的な交通渋滞発生の確率的特性を再現可能であることを示した。

以上のように、本研究ではサグ部における交通渋滞発生メカニズムを定量的に評価できる交通シミュレーションモデルを構築し、勾配影響を加味した追従挙動モデル構造、パラメータ分布による個体差表現方法、パラメータ同定手法やシミュレーション初期設定影響を排除する手法などを確立した点など、サグ部交通渋滞現象の科学的かつ定量的な分析・解明に極めて有効な方法論を確立しており、本研究には、学術的な新規性・独創性、および実用的工学的有用性が認められる。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。