

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 10326 号
------	-----	-----------

氏 名 馬 丹 鵬

### 論 文 題 目

Analysis on Stochastic Characteristics of Breakdown Phenomena on Intercity Expressway Sections

(都市間高速道路における渋滞現象の確率的特性に関する分析)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	中村 英樹
委員	名古屋大学	教授	森川 高行
委員	名古屋大学	教授	山本 俊行
委員	名城大学	教授	松本 幸正

馬丹鵬君提出の学位論文” Analysis on Stochastic Characteristics of Breakdown Phenomena on Intercity Expressway Sections (都市間高速道路における渋滞現象の確率的特性に関する分析)” は、都市間高速道路における道路幾何構造や交通条件に応じた渋滞発生確率の特性、並びに渋滞発生時交通量・渋滞継続時間とボトルネック流出交通量との関連などの分析を通して、高速道路の渋滞現象をその発生から解消まで、解析的に推定するための方法論を提案したものである。

論文の前半では、各種ボトルネックにおける渋滞発生確率の特性と従来の横断面単位での渋滞判定方法の問題点について指摘した上で、道路幾何構造と交通条件に応じて渋滞発生確率に関するモデル化を行っている。そして後半では、渋滞発生時交通量と渋滞経過時間に応じたボトルネック流出交通量モデルを提案し、前半で開発した渋滞発生確率モデルと合わせて高速道路の各区間における渋滞現象の再現へと発展させ、高速道路の設計や交通運用などの実務的課題検討のための方法論として体系的に提示している。

本論文は、以下の8つの章で構成されている。第1章では、都市間高速道路における渋滞現象の確率的特性、渋滞発生時交通量と流出交通量といった2つのボトルネック交通容量、そしてこれらの特性に着目した渋滞現象分析の重要性などについて概説し、道路の幾何構造や交通状況といった各種影響要因と渋滞発生との関連を的確に推定する方法の必要性を示唆することで、研究の背景と目的を述べている。

第2章では、分析対象とする中部圏の都市間高速道路ネットワークの特性と車両感知器データを用いた渋滞検出方法について述べた上で、分流部、合流部、およびサグ部のボトルネックを抽出し、各区間の特徴について考察している。また、渋滞発生のきっかけや交通状況を示すパラメータとして重要な、車線利用率を用いて渋滞発生確率を推定するモデル開発の必要性を説いている。

続く第3章では、まず、連続する単位計測時間の前後で、速度差が最大となるように車線別に臨界速度を選定することで、車線別に渋滞発生の判定を行う方法を提案している。この方法により、特に片側2車線区間の分流部と合流部においては、車線に着目した渋滞発生状況を、走行車線のみ発生(S)、走行車線と追越車線同時発生(SAM)、および走行車線で発生したあと時間差をおいて追越車線でも発生(STM)の3つの種類に分類できることを示している。サグ部においては、車線別で渋滞を判定しても横断面単位での検出とさほど変わらないことを示す一方で、分流部と合流部においては、車線別に渋滞発生を判定することで、従来の横断面単位での判定方法に比較して、渋滞の検出精度が大幅に向上することを明らかにしている。

第4章では、まず、高速道路における渋滞発生確率に関する既往研究のレビューを通じて、様々な区間における渋滞発生確率がそれぞれ経験的に示されている例はあるものの、それらと幾何構造条件や交通条件との関連が十分明らかにされていないことを指摘し、これらの影響要因から渋滞発生確率を推定するモデル開発の必要性を示唆している。そして、渋滞発生確率を表現するためにワイブル分布曲線を適用し、その形状パラメータと尺度パラメータを分流率、合流率、車線利用率、縦断勾配などにより説明することで、これらの区間における渋滞発生確率推定モデルを個別に開発することに成功している。

さらに第5章では、渋滞発生後の流出交通量分布を正規分布で表現し、そのパラメータを渋滞発生時交通量で説明することで、ボトルネック流出交通量を渋滞発生時交通量と関連付けて表現することに成功している。また、ボトルネック流出交通量が渋滞経過時間に応じて逡減することについても、忠実に再現することを可能としている。

第6章では、対象高速道路ネットワークにおける複数ボトルネックを含む区間を対象として、本論文で提案する渋滞発生確率モデルと渋滞時ボトルネック流出交通量モデルの計画段階での適用法に関するケーススタディを行って、本手法の有用性を実証している。さらに第7章では、本論文の渋滞発生確率モデルを用いて、対象高速道路ネットワークの各区間の渋滞発生確率を交通条件に応じて示すことで、その実務上の適用性の高さを提示している。

最後に第8章では、本論文で明らかとなった知見と今後の課題についてまとめることで、論文を結んでいる。

以上のように、本論文は、従来十分説明されていなかった、都市間高速道路の各種ボトルネック区間にお

## 論文審査の結果の要旨

ける渋滞発生確率、および渋滞発生後のボトルネック流出交通量を、道路幾何構造や交通状況から推定するための解析的手法を提案している。さらには、本モデルを適用することで、分合流部やサグ部などの潜在的ボトルネックを含む都市間高速道路区間の設計や交通運用に関わる実務上の課題に対して、明快な科学的根拠を与えることに成功している。

本研究の成果は、高速道路における自動車交通流の脆弱性の確率的特性を解析的に推定するための方法論として斬新かつ有益であるのみならず、高速道路の合理的な設計・交通運用に対して多くの示唆を与えるものとして有用であり、学術上および工業上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者馬丹鵬君は、博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。