

学位論文題名

交差点遅れを考慮した利用者均衡  
配分モデルの構築に関する研究

学位論文内容の要旨

本研究は、交差点遅れを考慮した利用者均衡配分モデルを構築することを目指したものであり、その概要は以下のとおりである。

第1章では、本論文の背景・目的および内容・構成についてまとめた。

第2章では、交通量配分モデルの発展経緯を整理し、さらに交通量配分モデルの体系化を行うことによって、本研究の位置づけおよび特徴を明らかにした。すなわち、交通量配分モデルを非均衡型、均衡型、さらに均衡型モデルを確定的、確率的、動的という観点から体系化し、その特徴と課題をまとめた。さらに本研究では、その中から確定的モデルをとりあげた。各均衡モデルについては定式化を行い、特に本研究の対象とする確定的モデルでは、解の一意性・安定性の議論を行った。解の一意性・安定性の議論は、モデルの拡張を行う際に極めて重要な問題であり、第5章で示す HUSE モデルの特性を調べるときにも用いられることになる。

第3章では、単路部および平面交差点の交通容量をとりあげ、交差点部において交通容量が著しく減少することを示し、このことによる交通量配分モデルの問題点を明らかにした。すなわち、既存の交通量配分では、信号交差点による遅れを全く考慮してなく、あたかも信号交差点を立体交差であるかのように表現していた。このことは、特に都市交通を対象とした場合、適切な配分結果を得ることができない原因の1つとなっている。すなわち、すべての平面交差が立体交差であるという仮定が非現実的であることから、信号交差点の影響を考慮可能なモデル構築の必要性を示した。

第4章では、既存の交差点遅れ推計モデルとして、①流入交通量が交差点交通容量未満のときに適切に推計可能な基本式、②流入交通量が交差点交通容量より十分に大きいときに適切に推計可能な過飽和式、③流入交通量の値によらず適切に推計可能な中間式に分類して体系化を行った。次に、ファジィ関数による交差点遅れ推計式を述べ、同推計式では、交差点遅れを計測することによって交通の到着分布の変動に対応することが可能なため、既存式より優れていることを示した。また、積雪路面での交差点遅れ計測を行うことで、積雪路面での交差点遅れも適切に推計できることを示した。

第5章では、一般的な確定的利用者均衡配分の解法についてまとめた。次に、HUSEモデルの特性を分析し、HUSEモデルの解法を構築した。HUSEモデルには、①交差点コスト関数の無限大への漸近化、②解の一意性・安定性の問題、③交差点遅れを考慮した効率的最短経路探索アルゴリズムの必要性といった3点の特性があり、標準的な解法を適用して意味のある解を求めるのは困難である。仮に解を得ることができたとしても、解法の効率化は重要な課題である。ここでは、こうした問題を克服して効率的に意味のある解を求めるための議論がなされている。また、交差点遅れが直進、左折、右折で異なるため、筆者はそれらを表現する接続関係行列を開発した。これを適用することにより、アルゴリズムの効率化だけでなく、複雑な交通規制も表現可能とした。

第6章では、HUSEモデルの現況再現性の検証と、適用研究として札幌都心部におけるプロジェクトの評価を行った。HUSEモデルの現況再現性の検証では、HUSEモデルと交差点遅れ考慮しない標準的な利用者均衡配分によって札幌都心部における配分計算を行い、それぞれの配分交通量と実測値との比較を行った。その結果、HUSEモデルが実測値に近い値を推計することを示し、HUSEモデルの信頼性および妥当性を示した。さらに、HUSEモデルにより積雪路面が出現する冬期を想定した配分計算もを行い、総走行時間を求めることで冬期における交通混雑の原因が交差点遅れの増大にあることを定量的に示した。適用研究1では、札幌都心部で計画されている創成川通り連続アンダーパス化の効果を測定した。連続アンダーパス化の効果は、その区間では信号交差点の影響を受けないこと、地上交通の減少等のさまざまな効果が考えられるが、それらを定量的に示すことができた。さらに適用研究2として、札幌駅南口再開発事業による交通規制計画案の評価を行った。交通規制計画案の評価は、配分交通量を推計することによって得られる、交差点飽和度によるミクロ的な評価と、総走行時間によるマクロ的な評価を行い、総合評価を行った。

第7章では、本研究で得られた結論をまとめ、今後の課題と展望について述べた。すなわち、交通量配分における信号交差点の問題を整理した。それをふまえ、信号交差点の影響を詳細に表現したHUSEモデルを構築した。さらに、実際に札幌都心部を対象とした配分計算を行い、同モデルの有効性を示した本研究の成果をまとめた。さらに、今後の課題を記し、発展すべき方向性を示した。

# 学位論文審査の要旨

主査 教授 佐藤 馨 一  
副査 教授 加賀屋 誠 一  
副査 教授 森 吉 昭 博  
副査 教授 小林 英 嗣

学位論文題名

## 交差点遅れを考慮した利用者均衡 配分モデルの構築に関する研究

将来交通量を計画路線ごとに推計する配分交通量モデルは均衡型、非均衡型に分類され、均衡型モデルは確定的、確率的、動的と分けられている。しかしこれらのモデルはいずれも信号交差点を考慮してなく、すべての信号交差点を立体交差と仮定している。本研究は新たに交差点遅れを考慮した利用者均衡配分モデルを構築し、それを札幌都心部の街路に適用したものであり、その概要は以下のとおりである。

第1章では、本論文の背景・目的および内容・構成についてまとめた。

第2章では、交通量配分モデルの発展経緯を整理し、さらに交通量配分モデルの体系化を行うことによって、本研究の位置づけおよび特徴を明らかにした。すなわち、交通量配分モデルを非均衡型、均衡型、さらに均衡型モデルを確定的、確率的、動的という観点から体系化し、その特徴と課題をまとめた。さらに本研究では、その中から確定的モデルをとりあげた。各均衡モデルについては定式化を行い、特に本研究の対象とする確定的モデルでは、解の一意性・安定性の議論を行った。解の一意性・安定性の議論は、モデルの拡張を行う際に極めて重要な問題であり、第5章で示す HUSE モデルの特性を調べるときにも用いられることになる。

第3章では、単路部および平面交差点の交通容量をとりあげ、交差点部において交通容量が著しく減少することを示し、このことによる交通量配分モデルの問題点を明らかにした。すなわち、既存の交通量配分では、信号交差点による遅れを全く考慮してなく、あたかも信号交差点を立体交差であるかのように表現していた。このことは、特に都市交通を対象とした場合、適切な配分結果を得ることができない原因の1つとなっている。すなわち、すべての平面交差が立体交差であるという仮定が非現実的であることから、信号交差点の影響を考慮可能なモデル構築の必要性を示した。

第4章では、既存の交差点遅れ推計モデルとして、①流入交通量が交差点交通容量未満のときに推計可能な基本式、②流入交通量が交差点交通容量より十分に大きいときに推計可能な過飽和式、③流入交通量の値によらず推計可能な中間式に分類して体系化を行った。

次に、ファジィ関数による交差点遅れ推計式を構築した。この推計式では交差点遅れを計測することによって交通の到着分布の変動に対応することが可能なため、既存式より優れていることを示した。また、積雪路面での交差点遅れ計測を行うことで、積雪路面での交差点遅れも適切に推計できることを示した。

第5章では、交差点遅れを考慮した確定的利用者均衡配分の解法、すなわち HUSE モデル (Hokkaido University user equilibrant assignment considering Signal Effects) を構築し、その特徴と課題を示した。すなわち HUSE モデルは、①交差点コスト関数の無限大への漸近化、②解の一意性・安定性の問題、③交差点遅れを考慮した効率的経路探索アルゴリズム、等の課題があり、従来の配分技法で解を求めるのは困難である。また仮に解が得られたとしても、解法の効率化に大きな問題があった。本研究ではこうした問題を克服し、効率的に意味のある解を求めるための方法論を確立した。さらに交差点遅れが直進、左折、右折で異なるため、それらを表現する接続関係行列を開発した。これを適用することにより、アルゴリズムの効率化だけでなく、複雑な交通規制も表現可能とした。

第6章では、HUSE モデルの現況再現性の検証と、適用研究として札幌都心部におけるプロジェクトの評価を行った。HUSE モデルの現況再現性の検証では、HUSE モデルと交差点遅れ考慮しない従来の利用者均衡配分によって札幌都心部における交通解析を行い、それぞれの配分交通量と実測値とを比較した。その結果、HUSE モデルが実測値に近い値を示し、HUSE モデルの信頼性および妥当性が明らかになった。さらに、HUSE モデルにより積雪路面における配分交通量計算を行い、都心街路の総走行時間を求め、冬期における交通混雑の原因が交差点遅れの増大にあることを定量的に示した。

HUSE モデルの適用研究1では、札幌都心部で計画されている創成川通り連続アンダーパス化の効果を求めた。連続アンダーパスによって南北の通過交通は信号交差点の影響を受けないことや、地上の迂回交通を減少させる等の効果があり、それらを定量的に把握することができた。適用研究2では、札幌駅南口再開発事業による交通規制計画案の評価を行った。その結果、現況の交通規制に車線を増加した計画案が、交差点飽和度によるミクロ的な評価と、総走行時間によるマクロ的な評価において最適であると評価された。

第7章では、本研究で得られた結論をまとめ、今後の課題と展望について述べた。すなわち、交通量配分における信号交差点の問題を整理し、それをふまえた HUSE モデルの特長を記した。さらに、実際に札幌都心部を対象とした配分計算を行い、同モデルの有効性を明らかにした上で、今後の課題を記し、発展すべき方向性を示した。

これを要するに、著者は、これまで配分交通量推計の課題であった交差点遅れを、接続関係行列およびファジィ交差点遅れ関数によって表現し、さらに利用者均衡配分法によって最適配分交通量を求めたものであり、交通計画学、計画数理学、都市計画学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。