

| | | |
|----------|--|-------------------|
| 氏名 | テイ 程 | リン 琳 |
| 学位(専攻分野) | 博士(工学) | |
| 学位記番号 | 工博第2179号 | |
| 学位授与の日付 | 平成14年5月23日 | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 | |
| 研究科・専攻 | 工学研究科土木工学専攻 | |
| 学位論文題目 | Road Network Reliability Based on Traffic Flow Equilibrium (交通流均衡に基づいた道路ネットワーク信頼性の研究) | |
| 論文調査委員 | (主査) 教授 飯田 恭敬 | 教授 北村 隆一 教授 青山 吉隆 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、交通サービスの信頼性の観点から道路ネットワークサービス水準とネットワーク性能の定量的評価方法の構築を目的としている。特に、交通均衡条件を仮定したもとの信頼性評価を試みており、効率的な均衡解の求解方法を開発した上で、移動に要する所要時間の変動に起因する道路交通サービスの質を評価する所要時間信頼性と、交通需要・リンク容量の変動下でのネットワークの交通処理能力(ネットワーク容量)の余裕量により評価する容量信頼性について検討しており、6章で構成されている。

第一章は序論であり、研究の背景と目的及び概要を示している。

第二章では、交通ネットワーク均衡問題を容量制約条件により分類し、容量制約を考慮した均衡解の計算方法と、容量制約を考慮しない場合の均衡解の計算方法をまとめた。その上で、均衡交通流に基づいた道路ネットワーク信頼性評価の特徴を指摘しながら、連結性・所要時間・容量の各ネットワーク信頼性に関する研究の現状と将来動向について述べている。

第三章では、観測リンク交通量から経路ならびにOD交通量を推定可能な path Flow Estimator (PFE) を用いて、一部道路区間のみの交通量データが利用可能な場合のネットワーク全体での所要時間信頼性を評価可能な方法論を提案している。リンクコストのより正確な評価を目指して、リンク所要時間関数を内包した PFE の計算アルゴリズムを開発し、モンテカルロ法に基づく数値計算例を通して、この信頼性評価法の特長と課題を示している。提案した方法は、観測リンク交通量制約の影響が強いため、推定経路交通量の分布はロジット型配分原則よりむしろリンク交通量の観測値と推定値の一致条件の影響を強く受けて決定されることが、2種類の数値計算例により確認された。また、観測リンクの交通量の変動及び所要時間分布の形状が、経路所要時間信頼性に大きな影響を与えることを指摘している。

第四章では、より簡便かつ合理的に所要時間信頼性を評価するための方法論として、リンク容量制約を明示的に考慮し、利用者均衡配分に対する感度分析を利用した評価方法を提案している。感度分析手法を適用可能であり、なおかつ効率的な解法アルゴリズムとして準 Newton 法を基礎した方法を提案し、この手法が Frank-Wolfe 法と比較して収束性と解の精度の点で優れていることを示した。また、推定経路交通量を用いた感度分析手法を仮想道路ネットワークに適用することにより、ここで提案した手法は信頼性を簡便に評価可能であり、実用性に優れていることを示した。

第五章では、利用者均衡問題を下位問題、発生交通量の最大化を上位問題に持つ2レベル最適化問題によるネットワーク容量信頼性の評価方法を提案している。都市部の道路ネットワークの容量は、単路部ではなく交差点交通量により規定されると考え、ノード容量制約を明示的に取り込んだ容量信頼性モデルを提案している。数値計算例より、OD交通量比率を与件とした状況下では、ノード容量制約を考慮した場合のネットワーク容量信頼性は、リンク信頼性を考慮したものと比較して評価値が低く、交差点がネットワーク容量を規定していることが確認された。さらに、OD交通量比率は、時間帯や道路ネットワーク長期の遷移により変動することを鑑み、土地利用を考慮した道路交通ネットワーク計画にも適用可能な容量信頼性評価法として、分布/配分統合モデルを下位問題に持つゾーン最大発生交通量モデルを開発している。このモデルは、ネ

ネットワーク容量信頼性だけでなく、ODペアごとのフローの信頼性も評価することが可能である。このモデルを用いて、地域開発や道路改良、新規道路開発などの道路ネットワークの拡充について、ネットワーク容量信頼性の面から評価することが可能である。

第六章は、結論であり、本研究で得られた成果を総括し、今後の研究課題を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、交通サービスの信頼性の観点から道路ネットワークを評価するための方法論を考究している。主として、移動に要する所要時間の変動により道路交通サービスの質を評価する所要時間信頼性と、交通需要・リンク容量の変動下でのネットワークの交通処理能力（ネットワーク容量）の余裕量に基づき評価する容量信頼性について検討している。得られた成果の概要は以下の通りである。

- (1) 所要時間信頼性に関わる研究の根幹は、経路ならびにOD間の交通量変動及び所要時間変動を如何に評価するかという点に存する。本研究では、まず観測リンク交通量から経路ならびにOD交通量を推定可能なPath Flow Estimator (PFE)を用いて、一部道路区間の交通量変動データが利用可能な場合に、ネットワーク全体での所要時間変動ならびに時間信頼性を評価可能な方法論を提案している。交通コストのより正確な評価を目指して、Flow-dependentなリンク所要時間関数を内包したPFEの計算アルゴリズムを開発し、モンテカルロ法に基づく数値計算例を通して、当該信頼性評価法の特長と課題を示している。
- (2) より簡便かつ合理的に所要時間変動を分析し、時間信頼性を評価するための方法論として、リンク容量制約を陽に持つ利用者均衡配分に対する感度分析を利用した評価法を提案している。リンク容量ならびにOD間の交通需要が、ある確率分布に従って変動すると仮定し、所要時間の変動の大きさをこの感度分析手法により評価する考え方である。効率的な信頼性評価アルゴリズムの構築のため、解の収束が早い準Newton法を応用したリンク容量制約付き利用者均衡配分問題の数値計算法を開発している。数値計算例を通して、本評価手法は交通需要ならびにリンク容量の変動に伴う所要時間変動を簡易に推定可能であり、感度分析手法の有効範囲内の変動に限定されるものの、信頼性評価手法としては実用性が高いことを示している。
- (3) 利用者均衡問題を下位問題として利用交通の最大化を上位問題に持つ、2レベル最適化問題によるネットワーク容量信頼性の評価法を提案している。都市部の道路ネットワークの容量は、単路部ではなく交差点交通量により規定されると考え、ノード容量制約を明示的に取り込んだ容量信頼性モデルを提案している。加えて、土地利用を考慮した道路交通ネットワーク計画にも適用可能な容量信頼性評価法として、分布/配分統合モデルを下位問題に持つゾーン最大発生交通量モデルを開発している。

以上要するに、本論文は、道路ネットワーク信頼性評価のための理論的かつ実用的な手法の開発に寄与するものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成14年4月23日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。