

氏 名	わか ばやし ひろし 若 林 拓
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 2389 号
学位授与の日付	平成 2 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	道 路 網 の 信 頼 性 解 析 に 関 す る 基 礎 的 研 究

論文調査委員 (主 査)
 教 授 佐 佐 木 綱 教 授 飯 田 恭 敬 教 授 吉 川 和 広

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、信頼性の高い道路網の構築と運用のために、道路網信頼度を評価する新しい解析法を提案するとともに、既存モデルとの相互比較をすることにより、実用的観点から実際道路網への適用性を論じたものであり、序論・結論の章を含む計8章と付録から構成されている。

第1章は序論で、道路網のサービス水準を表す新しい指標として信頼性の考え方をを用いることの意義を論じ、さらに従来の研究内容と問題点を考察した後、本研究の目的と構成について述べている。

第2章では、道路網システムと電気工学や機械工学等における一般的なシステムとの相違を論じ、道路網システムにおける交通工学的特性を考慮した信頼性解析の新しい考え方を示している。

第3章では、既存の信頼性解析法を整理分類した結果から、信頼性グラフ解析法にもとづいた少数のミニマルパス・カットを用いる方法が、実際道路網を対象とした信頼性解析を行う上で最も適切であると論じている。また、これらのパス・カットがネットワーク上の交通の経路やスクリーンラインに対応することから、実際における交通対策と結び付けて信頼性解析の結果が評価できることを述べている。

第4章では、限られた少数のミニマルパス・カットを選択し、ブール演算によって信頼度の上・下限を効率的に求める方法を提案している。より最適な上・下限値を得るためのパス・カット選択法を考案し、数値計算によってそれらの選択法を比較検討している。その結果、パス・カットの選択はパス・カットそれぞれの生起確率(信頼度)の順に行うのが、解の精度と計算の容易性の両面で優れていることを明らかにした。また、このパス・カットの選択問題は n 番目最短経路探索問題として取り扱えることを論究している。さらに、電算機を用いて煩雑なブール演算処理が行える記号処理的アルゴリズムを提案している。

第5章では、部分的なミニマルパス・カットによる、ブール演算を省略した信頼性解析法を提案している。この方法は、パスによる近似値とカットによる近似値がそれぞれパス(カット)数に関して単調増加(減少)する性質を利用し、両曲線が交差する点を求めて信頼度の近似値とするもので、これを交点法と呼んでいる。ここでも前章と同様に、より最適な近似値を得るためのパス・カット選択法を論じている。その結果、交点法は従来の解析法と比較して計算量が飛躍的に少なくなることを確かめている。

第6章では、ブル演算法、交点法の有効性を、ネットワークサイズや形状、リンク信頼度等の諸条件を変化させて検討している。しかし、近似値精度の評価基準となる厳密値を解析的に求めることが困難なので、原理的に異なる近似解法である直接法および分散減少法によるモンテカルロ法との比較を行っている。近似解の精度および計算の容易性と効率性等について総合的に比較分析した結果、交点法はネットワーク規模にかかわらず計算が実行可能であり、道路計画上支障のない近似値精度が常に確保できることから、最も実用的な方法であることが述べられている。また、 n 番目最短経路探索の新しいアルゴリズムが提案されており、その実用性が論じられている。

第7章では、さらにネットワークが大規模になった場合の計算方法を考究している。ここでは、ネットワーク限定による方法、ネットワーク分割や集計化による方法、ファジィ理論との組合せによる方法、図式解法的方法を比較分析している。

第8章は、結論であり、本研究で得られた成果をまとめたものである。

付録では、本文中で省略した命題の証明や著者独自によるパス・カットの探索方法を示している。

論文審査の結果の要旨

最近では経済活動の高度化にともない、道路網に対して質の高いサービス水準が要求されている。そのため、災害や事故等で道路網を構成する一部のリンクが機能停止あるいは低下した場合でも、OD間の円滑な走行移動をできる限り保証する、いわゆる信頼性の高い道路ネットワークの構築と運用を行うことが重要となっている。本論文では、道路上の交通特性を考慮すると共に、計算の経済性と簡便性を達成し、かつ高精度の近似解が得られる新しい実用的な信頼性解析法を提案したものであり、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 道路網システムと電気工学や機械工学等における一般的システムとの相違点を指摘し、道路網システム固有の特性を反映した信頼度解析方法の確立の必要性を論究した。主な相違点は、経路の選択行動を信頼度解析の中で考慮すること、マルチコモディティフローとして扱うため、システム全体と個別ODでは信頼度評価が異なること、経路選択行動や道路ネットワーク表現における不確定性の存在を勘案すること等である。

2. 道路網の信頼性解析法においては、一部のミニマルパス・カットを選択抽出する方法が最も有効かつ適切であることを明らかにした。その主な理由は、パスおよびカットがそれぞれ道路網での経路とスクリーラインに対応しているので、道路サービス水準の向上策に的確な情報を提供できること、システム信頼度に対し寄与率の高いパス・カットを順次選択抽出することで、より最適な近似値が効率的に得られること等である。

3. 一部のパス・カットを選択抽出し、ブル演算によって上・下限値を得るブル演算法と、ブル演算を省略した近似解法である交点法を提案した。特に交点法は、本研究で独自に開発した方法、パスによる信頼度とカットによる信頼度がパスとカット数に関してそれぞれ単調増加および単調減少する性質を利用し、この両曲線が交差する点で信頼度の近似値を与える方法である。この近似解はエザリー・プロスチャンの上限値と下限値の間に常に存在することが明らかにされている。またこの方法では、ブル演算

が省略されるので、計算量が従来の方法に比較して格段に少なく済むという長所を有している。

4. ブール演算する場合としない場合の両方に対して、より最適な上・下限値と近似値を得るためのパス・カットの選択抽出法を考究した。すなわち、これらの選択抽出は、寄与率の高いパスとカットを順次取り出す問題として取り扱えることを示し、このことから、簡便で操作性の高い n 番目最短経路の探索アルゴリズムを新たに考案した。

5. 各種のネットワーク規模および形状に対し、モンテカルロ法と比較分析することにより、本研究における信頼性解析の近似解法が有効であることを実証した。また、ネットワーク限定、分割あるいは集計化等の手法により、実際規模の道路網に対しても、多くの例題計算の結果、提案した信頼性解析法が実用可能であることを確認した。

以上、要するに本研究は、従来の信頼性解析法を種々の観点から分類整理すると共に、道路網上での交通特性を考慮した効率的な信頼性解析法の提案と開発を行い、信頼性解析法の体系化と実用化をはかったもので、学術上・實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成2年5月30日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。