

Traffic Accident Reconstruction Model Based on Analytical Estimation of Model Parameters

(解析的なパラメータ推定に基づく交通事故再現モデルの構築)

学位論文内容の要旨

本論文はタイヤモデル、ドライビングモデル、衝突モデルを統合した事故再現モデルを構築し、実際の交通事故データからモデルパラメータを推定した上で、効率的な路面管理を行うための管理基準を提言したものである。本論文は7章から構成されており、その概要は以下の通りである。

第1章は序論であり、本論文の目的・内容・構成についてまとめた。北海道は全国の都府県に比べて死亡事故が多く、その上冬期間は路面の氷結により衝突事故が多発している。このような事故を防止し、交通事故死を削減するためには交通事故のメカニズムを解明し、さらに路面管理をシステム的に行う必要がある。本研究の目的はこの点にあり、車輛、運転者、路面の三要素からなる事故再現モデルをつくり、実際の事故データからパラメータを推計したところに特徴がある。

第2章は交通事故の実態を明らかにするため、種々の事故統計データの分析を行い、北海道における交通事故の特性を明らかにした。北海道における交通事故の発生比率は人口比、面積比をみても全国的に低い方にあるが、交通事故による死亡者数だけは突出している。またスパイクタイヤの禁止時期以降、冬期間の衝突事故が増加しており、適切な路面管理が必要とされていることを明らかにした。

第3章は交通事故再現モデルについて記述したものである。交通事故の再現とは、事故が発生したとき車輛がどのような運動を行ったかを、車輛の最終停止位置、路上のスキッド痕、車輛の破損状況、あるいは運転者の証言等からできるだけ復元しようとするものである。本章ではこれまでの事故再現モデルを詳細に研究し、その特徴や問題点を整理した。その結果、これらの再現モデルは車輛構造の安全設計のために作られており、路面管理等のために利用するには種々の改良を必要とすることが分かった。また、モデルに入力するデータが複雑多岐にわたり、ほとんどのモデルにおいてパラメータの推計は経験的に行なわれていた。

第4章は本研究で構築した事故再現モデルについて述べたものである。本研究では車輪と路面の関係を記述するタイヤモデル、運転者の操作と車輛の関係を記述するドライビングモデル、さらに衝突時の力学的挙動を表す衝突モデルを組み合わせた交通事故再現モデルを開発した。このモデルの特徴は容易にデータの入出力ができるようにしたことであり、ユーザーインターフェースに優れた交通事故再現モデルとなっている。

第5章は事故再現モデルの精度を高めるためにタイヤモデルの吟味を行い、さらに非線形モデルにおけるパラメータ推定法について述べたものである。事故再現モデルではタイヤモデルの影響が大きいため酒井モデル、修正酒井モデル、Gim モデルについて比較検討を行い、Gim モデルが最も優れていることを明らかにした。またドライビングモデルとして2軸車等価モデルを、衝突モデルは鉛直方向および接線方向の反発係数によって非弾性衝突を記述し、衝突前後の速度を推計した。事故再現モデルのパラメータは、最終停止位置を目的関数とする非線形最適化問題として定式化し、Box の Complex 法によって値を求めた。

第6章は雪氷路面における典型的な事故である追突事故を取り上げ、実際の事故データを用いて事故発生時の摩擦係数を再現モデルによって推計した。路面状態の改善が交通安全に及ぼす影響を評価するために交通事故再現モデルを用い、事故回避の可能な摩擦係数を明らかにした。すなわち凍結路面では 0.05 から 0.1 程度、積雪路面では 0.1 から 0.15 程度の摩擦係数の増加があれば、多くの衝突事故は回避できたと考察された。

冬期間の路面管理は除排雪、薬剤や砂の散布、ロードヒーティング等によって行なわれている。その管理基準を摩擦係数と追突事故の発生率、回避率から求めると、およそ 0.2 程度の摩擦係数が閾値であることが判明した。この数値は雪氷路面における管理基準を示すものであり、本研究の成果は冬期間の交通事故を防止し、効率的な路面管理法を確立する上で寄与するところが大きい。

第7章は本論文の成果を総括したものであり、今後の課題について展望を行った。

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

学 位 論 文 題 名

Traffic Accident Reconstruction Model Based on Analytical Estimation of Model Parameters

(解析的なパラメータ推定に基づく交通事故再現モデルの構築)

北海道は全国の都府県に比べて死亡事故が多く、その上冬期間は路面の氷結により衝突事故が多発している。このような事故を防止し、交通事故死を削減するためには交通事故のメカニズムを解明し、さらに路面管理をシステム的に行う必要がある。本研究の目的はこの点にあり、タイヤモデル、ドライビングモデル、衝突モデルを統合した事故再現モデルを構築し、実際の交通事故データからモデルパラメータを推定した上で、安全な路面管理を行うための基準を提言したものである。本論文は7章から構成されており、その概要は以下の通りである。

第1章は序論であり、本論文の目的・内容・構成についてまとめた。

第2章は交通事故の実態を明らかにするため、種々の事故統計データの分析を行い、北海道における交通事故の特性を明らかにした。北海道における交通事故の発生比率は人口比、面積比をみても全国的に低い方にあるが、交通事故による死亡者数だけは突出している。またスパイクタイヤの禁止時期以降、冬期間の衝突事故が増加しており、適切な路面管理が必要とされていることを明らかにした。

第3章は交通事故再現モデルについて記述したものである。交通事故の再現とは、事故が発生したとき車両がどのような運動を行ったかを、車両の最終停止位置、路上のスキッド痕、車両の破損状況、あるいは運転者の証言等からできるだけ復元しようとするものである。本章ではこれまでの事故再現モデルを詳細に研究し、その特徴や問題点を整理した。その結果、これらの再現モデルは車両構造の安全設計のために作られており、路面管理等のために利用するには種々の改良を必要とすることが分かった。また、モデルに入力するデータが複雑多岐にわたり、ほとんどのモデルにおいてパラメータの推計は経験的に行なわれていた。

第4章は本研究で構築した事故再現モデルについて述べたものである。本研究では車輪

と路面の関係を記述するタイヤモデル、運転者の操作と車輛の関係を記述するドライビングモデル、さらに衝突時の力学的挙動を表す衝突モデルを組み合わせた交通事故再現モデルを開発した。このモデルの特徴は容易にデータの入出力ができるようにしたことであり、ユーザーインターフェースに優れた交通事故再現モデルとなっている。

第5章は事故再現モデルの精度を高めるためにタイヤモデルの吟味を行い、さらに非線形モデルにおけるパラメータ推定法について述べたものである。事故再現モデルではタイヤモデルの影響が大きいため酒井モデル、修正酒井モデル、Gim モデルについて比較検討を行い、Gim モデルが最も優れていることを明らかにした。またドライビングモデルとして2軸車等価モデルを、衝突モデルは鉛直方向および接線方向の反発係数によって非弾性衝突を記述し、衝突前後の速度を推計した。事故再現モデルのパラメータは、最終停止位置を目的関数とする非線形最適化問題として定式化し、Box の Complex 法によって値を求めた。

第6章は雪氷路面における典型的な事故である追突事故を取り上げ、実際の事故データを用いて事故発生時の摩擦係数を再現モデルによって推計した。路面状態の改善が交通安全に及ぼす影響を評価するために交通事故再現モデルを用い、事故回避の可能な摩擦係数を明らかにした。すなわち凍結路面では0.05から0.1程度、積雪路面では0.1から0.15程度の摩擦係数の増加があれば、多くの衝突事故は回避できたと考察された。

冬期間の路面管理は除排雪、薬剤や砂の散布、ロードヒーティング等によって行なわれている。その管理基準を摩擦係数と追突事故の発生率、回避率から求めると、およそ0.2程度の摩擦係数が閾値であることが判明した。この数値は雪氷路面における管理基準を示すものであり、本研究の成果は冬期間の交通事故を防止し、効率的な路面管理法を確立する上で寄与するところが大きい。

第7章は本論文の成果を総括したものであり、今後の課題について展望を行った。

これを要するに、著者は、交通事故の分析や路面管理技術について新知見を得たものであり、交通工学の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。