

学 位 論 文 題 名

積雪寒冷地における自動車の安全走行に関する研究

学位論文内容の要旨

本研究は、自動車の構造、及び機能と、雪氷路での車両の操縦性安定性や自動車タイヤの諸特性について解明して、積雪寒冷地における自動車の安定走行の確保に寄与することを目的として行ったものである。

すなわち、積雪寒冷という厳しい気象条件下での、雪氷路用タイヤの性能試験、評価方法、ならびに車両の適正な使用方法等について明らかにするとともに、冬型事故の特徴と車両構造、及び機能との関係について解明した。

次に、冬道の安全に関して行われて来た運転者教育の現状について把握し、スタッドレスタイヤによる適正な運転技術を普及するための方策について考え、積雪寒冷地における安全で快適な自動車交通を実現するための工学的な方策を得ることを試みた。

第1章は序論であり、本研究の目的と得られた成果の概要、並びに関連する研究の動向について記述した。

第2章では、筆者が本研究で使用した各種の計測装置等について記述した。すなわち、制動時の減速度の測定に使用するタプレイ・ブレーキ・メータが各国で車両の制動性能の検査や路面の滑り抵抗の測定用として使用されているので、これに対して学術研究用に使用されている歪計式加速度変換器、錘の慣性を利用した自記制動計、第5輪式制動性能測定装置、及び機械式のGメータを乗用車及び大型貨物車による実車走行試験に使用して性能の比較実験を行い、それらの特性に基づいた有効な利用方法を検討した。また、トラック・バス用タイヤ試験機、ブレーキペダル・ストロークインジケータ、ブレーキ・モニタ、改良型木下式雪面硬度計、あるいは氷面硬度測定のためのバウマン硬度計接触子等に対して、研究の途上で幾つかの工夫を行い、新たな手法を開発した。その結果として、一般の路上でタイヤの滑り特性が求められるようになり、スパイクタイヤとスタッドレスタイヤの性能比較が容易になり、滑り易い路面での安全走行のための方策を提言出来るようになった。

すなわち、従来提唱してきたポンピングブレーキの方法はタイヤチェーン装着時やスパイクタ

イヤ装着時には急制動を避けるために、または、やむを得ず急制動した場合に横滑りやスピンを回避するために必要な制動方法であるが、スタッドレスタイヤ装着車では $\mu - s$ 特性の滑り率20%程度の最も μ の高いところを利用するソフト・ブレーキを訓練して慣れることが冬道安全運転に必要であることを明らかにした。

なお、アンチロックブレーキシステムは普通の車両では新車のオプション装置であり高価であるが、ブレーキ・モニタは低価格でどのような車両にも装着出来て、しかも、取付簡単なものである。

第3章では、北海道における冬期の自動車事故例を多数解析して、スリップ事故の原因やわだちに起因する事故とその対策について検討した。また吹雪や地吹雪時の追突事故を防止するために、尾燈類の視認性を向上させることが必要なことを実験により確認した。なお、事事故例を調査した結果として、尾燈類の視認性評価方法が妥当であることが立証された。

そして、市民が走行上不安を感じる路面の滑り易さについて、札幌市内及び小樽市内の路上での測定を行い、さらに、急な坂道での登坂発進実験を行って、雪質を理解して的確な運転操作を行うことによって、運転者の不安を解消出来ることを立証した。

第4章では、雪氷路面でゴムタイヤが滑る最大の原因は、タイヤ接地部に生成される水、または水膜であることを、低温恒温室内のスキッドレジスタンステストのゴム試験片による氷板面との摩擦実験により立証した。また、走行中のタイヤではトレッド表面に熱が発生し、接地面に水が出来て滑りを促進していることを実験により確かめた。また、ゴムの軟らかさを増すと氷板面との摩擦力が向上することを実験により明らかにした。さらに、スパイクタイヤとスタッドレスタイヤ、及びタイヤチェーンによって各種の制動試験や牽引力試験を行い、それらの滑り特性について明らかにした。

そして、この数年来、各タイヤメーカーが開発して来た乗用車用スタッドレスタイヤでは、スパイクタイヤの性能に近づくための努力がなされて来た結果として、タイヤロック状態での制動時の摩擦係数はほぼスパイクタイヤに近い性能にまで改良され、しかも、スリップ率が20%前後のところでは、スパイクタイヤよりも優れた摩擦特性、例えば $\mu - s$ 特性のうちの立ち上がり特性が得られていることを低温恒温室内のタイヤ試験機による実験や実車走行試験により明らかにした。

これらのことから、滑り易い路面での駆動や制動についての運転技術の改善策と車両構造面での改良策とを、具体的に提言した。

第5章では、これまでのタイヤ、あるいは車両性能に関する各種実験の結果をふまえて安全運

転教育に関する基本的な問題を検討した結果について記述した。

そして、冬型事故を防止して安全で快適な交通を確保するためには、運転者が、タイヤ、車両、さらには雪質と滑り易さを十分に理解し、的確な運転操作に習熟して、冬道運転での不安を解消することが緊急の方策であるとの結論に達した。そこで、今までに研究してきた教育訓練内容及び訓練方法を実験してその効果を確認するために、制動、わだち、スラローム及び登坂訓練コース等を特設し、普通の車両の他にアンチロックブレーキ装置のある車両も使用して、一般市民を対象にした座学と実技とを伴う受講時間3時間の冬道安全運転講習を、アンケート調査を行いながら2シーズンにわたって実施した。そして、その85%以上の参加者から講習内容その他について高い評価を受けた。さらには、この実験的研究の成果は札幌市の脱スパイクタイヤ対策の一つとして採用されて、その後も毎シーズン開催されている。

第6章は結論であり、本研究で得られた結果を総括して記述した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 村 山 正

副 査 教 授 鶴 飼 隆 好

副 査 教 授 加 来 照 俊

副 査 教 授 寺 尾 日出男（農学研究科）

本研究は、自動車の構造、および機能と雪氷路での車両の操縦性安定性、あるいはタイヤの諸特性などを解明して、積雪寒冷地における自動車の安全走行に寄与することを目的として行われたものである。

第1章は序論であり、研究の目的と得られた成果の概要、ならびに関連する研究の動向について記述している。

第2章では、著者が本研究で開発し、供試した各種の計測装置などに関する記述がなされている。すなわち、制動時の減速度測定のためのタプレイ・ブレーキ・メータほか、各種の学術研究用測定装置による比較実験から、それらの特性にもとづいた有効な利用方法を検討している。また、トラック・バス用タイヤ試験機、ブレーキペダル・ストロークインジケータ、ブレーキ・モニタ、あるいは氷面硬度測定装置などに対して幾つかの工夫を行い、新たな手法を開発してい

る。そして、それらの装置を使用して、一般路上でのタイヤの滑り特性を求めて、スタッドレスタイヤ装着車では、スリップ率20%程度の最も μ の高い領域を利用するソフトブレーキングが、冬道の安全運転に対して必要なことを明らかにしている。また、本研究で開発されたブレーキ・モニタによれば、低価格で車両への装着が簡単であり、ロックブレーキをある程度防止できることを示している。

第3章では、北海道における冬期の自動車事故例を多数解析して、スリップあるいはわだちに起因する事故とその対策についての検討を行っている。そして、吹雪や地吹雪時の追突事故を防止するためには、尾燈類の視認性の向上が必要なことを実験により確かめている。

第4章では、雪氷路面でタイヤが滑る最大の原因が、タイヤ接地部に生成される水、または水膜であることを、低温恒温室内でのスキッドレジスタンステストによるゴム試験片と氷板面との摩擦実験により明らかにしている。また、走行中のタイヤではトレッド面に熱が発生し、接地面に水ができて滑りを促進することを実証しているが、一方ではゴムの柔らかさを増すことにより、氷板面との間の摩擦力が増加することをも明らかにしている。さらに、スパイクタイヤとスタッドレスタイヤ、およびタイヤチェーンによって、各種の制動試験や牽引力試験を行い、それらによる滑り特性について求めている。そして、乗用車用スタッドレスタイヤでは、タイヤロック状態の制動時の摩擦係数に関しては、スパイクタイヤに近い性能が得られることを、タイヤ試験機による実験や実車走行実験により明らかにしている。

第5章では、タイヤ、あるいは車両性能に関する各種実験の結果をふまえて、安全教育に関する基本的な問題を検討した結果について記述している。そして、冬型事故を防止して安全で快適な交通を確保するためには、運転者が、タイヤ、車両、さらには雪質と滑り易さとを十分に理解して、的確な運転操作に習熟し、冬道運転での不安を解消することが重要であるとの結論に達している。そして、現在までに研究されてきた教育訓練内容および訓練方法の効果を確かめるために、制動、わだち、スラローム、および登坂訓練コースなどを設営して、普通の車両のほかにアンチロックブレーキ装置を装着した車両を使用して、一般市民を対象とした座学と実技とを含む冬道安全運転講習を実施している。この試みは各方面から高い評価を受け、この実験的研究の成果は、北海道および札幌市の脱スパイクタイヤ対策の一つとして採用されるに至っている。

第6章は結論であり、本研究で得られた結果を総括した記述がなされている。

これを要するに本論文は、自動車工学、特に積雪寒冷地における自動車の安全運転に寄与するところ大である。よって著者は、博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。