

【 266 】

氏 名	市 原 薫 いち はら かおる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 179 号
学位授与の日付	昭 和 42 年 11 月 24 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	路面のすべり抵抗に関する実験的研究

論文調査委員 (主 査) 教授 米谷 栄二 教授 後藤 尚男 教授 赤井 浩一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、路面のすべり抵抗を、交通工学の立場にたつて実用的に統一し、重要な問題点をとりあげ、さらにすべり対策の基準を樹立しようとした研究の成果をまとめたもので、8章からなっている。

第1章は序論であり、第2章では、路面のすべりを論ずる場合に基本となる路面とタイヤの関係について述べている。まずすべり抵抗とすべり摩擦の関係について述べ、この時のすべり摩擦の定義を具体的に示して、従来ややもすると縦すべりと横すべりの概念に混乱が見られた点を明確にしている。またタイヤの性質および路面の性質については、現在使用されているタイヤおよび舗装体を調査して、すべり摩擦と関係があると思われる諸性質を明らかにしている。

第3章は、制動時における車両運動とすべり抵抗をとりあげ、実際のすべり摩擦係数を道路構造基準に適用する場合の考え方について述べ、さらに摩擦係数が左右で異なる場合の自動車の運動について説明し、ついで曲線部を走行しているときの横すべり摩擦と、曲線部を走行中に制動した場合の縦すべり摩擦の横方向分力との関係について述べている。また路側のすべり抵抗と走行の安全性について述べ、広幅員の路肩が路外に逸脱する車の走行速度を著しく減少して、衝突または転倒時の事故の程度を小さくする効果を明らかにし、将来のより安全な道路への改善方向を示している。

第4章は、すべり摩擦係数に影響を及ぼす諸要因とその影響について、実測値を中心にして解析を行ない、その関係を明らかにしている。まず、乾燥状態と湿潤状態におけるすべり摩擦係数は湿潤の場合の方が小さく、その差は普通20%程度であるが、良好な骨材が多く表面に出ているすべり止め舗装ではその差はほとんどない。それに反しアスファルトモルタルやセメントペーストなどで表面が覆われている舗装面はその差が大きく、湿潤状態ではすべり摩擦係数が0.1~0.2と著しく小になる。また湿潤路面では走行速度の増大に応じてすべり摩擦係数が明らかに減少するが、乾燥路面では速度が増大してもすべり摩擦係数はあまり変化しない。さらに路面の粗度とすべり摩擦係数はあまり関係がないことなどを明らかにしている。この場合の粗度とは、普通肉眼で見うる程度の粗度ではあまり関係がないということであって、ゴ

ムのヒステレシスに影響するような微小な凹凸は関係する。したがって、勾配部などですべり摩擦係数を大きくするために、舗装体の強度と耐久性を犠牲にしてまで粗い路面をつくることは誤りであるとしている。これと同じ考え方で、舗装の種類とすべり摩擦係数の相関は一定でなく、同一種類の舗装でもすべり易いものからすべり難いものまでであることを明らかにしている。温度とすべり摩擦係数の関係は本論文で取上げた最も重要なものの一つである。従来の測定値は温度の要素を入れて考えなかったために同一路面について夏季と冬季の測定で50%にも及ぶ差異が認められるなど、すべり摩擦係数そのものが非常に不確定なものと考えられていたが、温度の関数と考えて換算するとよく合致することを明らかにし、今後路面のすべり摩擦係数については、常に温度を一定(+35°C)に換算して比較検討すべきことを提唱している。季節の要因もすべり摩擦係数に大きい影響を与える。同じ温度であっても、同一路面で春に測定したすべり摩擦係数は秋に測定したものより大きい。これは舗装表面が低温で剥離する状況と、高温で結合材が流動し飽和し被覆する状況との差によると述べている。凍結しまたは積雪した路面のすべり摩擦係数は普通の舗装面に比べてはるかに小さく0.1~0.3程度であり、一般の舗装面上でのすべり摩擦係数とは全く別に考える必要がある。またすべり摩擦係数の小さい特殊路面として、砂利路面および仮設道路に使用される各種鋼板についても論じている。以上の各要因とすべり摩擦係数との関係を明らかにした結果、今後採用すべき基準として温度(+35°C)および速度(60km/h)換算をした、湿潤時の縦すべり摩擦係数が0.45の舗装が自動車走行上の要求と舗装工事の面よりみて妥当な値であり、0.55以上の舗装は特にすべり止め効果が大きく良好、また0.4以下のものはすべり易い路面であり、いかなるものがあっても0.35以下にはならないようにしなければならないと提案している。

第5章では、すべり抵抗の測定法について述べ、特に本研究で使用したすべり抵抗試験車について述べている。大型バスを改造したこの試験車には、別に測定輪を装着して、定速走行をしながら測定輪にだけ制動をかけて、すべり抵抗を測定しうるように作っており、縦すべり抵抗のほかに5°~35°の間の角度の横すべり抵抗も測定できる。また試験車の走行速度に対して測定輪の回転速度を任意に変更して、任意のすべり率の状況での縦すべり抵抗をも測定することができる。これによってすべり率の大小に応じたすべり抵抗を求めるほか、今まで測定できなかったタイヤチェーン、鋸付タイヤ・スノータイヤ等の駆動時のすべり抵抗をも測定できるようになった。

第6章は、すべり摩擦係数を一定値以上に保つための一般的な対策をのべ、第7章では、これらの対策のうち特に凍結路面对策をとりあげ、各種の工法について考え方と効果・使用条件・費用等について述べている。凍結路面对する一般的な対策は薬剤(塩化物等)の散布である。薬剤散布の効果の一つは氷点を降下して冰雪を融解することであり、他の一つは少量の塩化物を散布して雪質を変化させ、積雪表面のすべり摩擦係数を一定の大きさ(0.35)以上に保つことである。前者は冰雪がなくなるので摩擦係数は舗装面の値にかえるが、多量の薬剤を要し、後者は効果は不十分であるが少量の薬剤使用でよい。著者は道路線形の比較的良好な道路には後者でもよいと述べている。簡易な工法として摩擦材の散布を考える一方、路線上の特に重要な部分(分岐、合流部等)とか、道路の線形が特に悪い所には確実な効果を期待して電熱を利用する工法をとるが、この場合の熱効率、熱伝導時間等について述べている。また地理的条件に応じた特殊工法として散水消雪、スノーメルター等についても言及し、最後にこれら各種工法を道路条

件・気象条件・交通条件に応じて選択または組合わせて使用することにより走行の安全を確保しうることを述べている。

第8章は以上をとりまとめ結論を記したものである。

論文審査の結果の要旨

路面のすべり抵抗に関する問題は、自動車の安全走行の基本となるものであり、非常に重要であるが、従来の研究には、総合的な結論を得るに至るものはみられなかった。

本論文は、制動時における車両の運動とすべり抵抗係数の関係、路面のすべり抵抗係数と各種要因との関係を明らかにし、これらを総合して安全走行に必要な路面の抵抗係数の基準値（限界値）の提案を行なったものである。野外測定のためには、単独に制動をかけたリ回転速度を任意にかえうる別の測定輪を装着した独自の試験車を開発している。

従来はすべり抵抗係数は制動中一定としていたので、実情に合わない場合が多かったが、本論文では、実際の状況に合わせて、速度と抵抗係数が一次および二次相関の場合について、その基本式を見出した。この式によると、従来の計算値より制動停止距離は5～20%減少するが、これらの計算式は今後の路面のすべり抵抗係数と事故の関係の解析に大いに役立つものと考えられる。

ついで、路面のすべり抵抗値に左右の差のある場合の車両の回転運動、曲線部走行時の偏走の問題および路側部のすべり抵抗と道路の安全性について解析し、今後の道路構造の決定に当たっては、安全性と路側幅員を定量的に結びつけて計画すべきことをのべている。これは将来の安全道路に対する新しい方法論の提案として極めて価値あるものである。

実際の路面のすべり抵抗係数値については、すべり抵抗係数に関する要因とその影響の程度を明らかにした。特に走行速度および路面温度とすべり抵抗係数の相関については、従来は定性的に論じられたにすぎず、そのため路面のすべり抵抗係数値の定量的な把握が困難であった。著者によるこれらの間の重相関関係の把握は、今後すべり抵抗係数を論ずる場合の基本となるものと考えられ、この方面の研究に寄与するところが大きい。

また路面の巨視的にみた粗さおよび舗装の種類が直接すべり抵抗係数に関係しないとの結論は、従来の凹凸の多いいわゆるすべり止め舗装が特に効果を示さないことを明らかにし、またアスファルト舗装は常にすべり易いという観念をも否定した。これらは今後の正しいすべり止め舗装のための貴重な資料となるものであり、道路工学に貢献するところ極めて大である。

路面のすべり抵抗係数の実測値と車両運動の理論解析を総合した結論として、路面のすべり抵抗係数の基準値（限界値）は外的条件を湿潤、リブタイヤ、路面温度 35°C、速度 60km/h とした場合、一般道路部で 0.4、重要な所では 0.45 とすべきであると提案した。これは今後わが国の路面のすべり抵抗係数の基準となるものであろう。

さらにすべり対策として、一般の舗装に対しては耐摩耗性の骨材の使用と、結合材の量を少なくすべきであることを明らかにし、最後に凍結路面のすべりの状況とその対策についてのべている。特に薬剤散布、電熱融解、温水散布、砂散布などの対策工法についてその利害得失とその効果について考察した。こ

れは今後の凍結路面のすべりに対する指針を確立したものと言える。

以上要するに本論文は路面のすべり抵抗を解明したものであり、特に各種要因とすべり抵抗係数値の変化の相関関係を定量的に把握したことは非常に有益であり、その基準値の提案とともに今後の路面のすべりに関する研究に有力な指針を与えたものである。これらの成果は学術上實際上寄与するところが少ない。

よってこの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。