

○北海道大学 学生員 渡部 良幸
北海道大学 正 員 佐藤 馨一
北海道大学 正 員 五十嵐日出夫

1. はじめに

積雪寒冷地域において、冬期間、自動車の氷結路面等のすべり止め用として使用されているスパイクタイヤが、わが国に導入されて以来、急速に普及し、それについて道路の維持管理上、種々の問題が表面化してきた。たとえば、区画線等の消失やわだち堀れによる走行の不安定性など交通安全面への影響や、都市部における粉じん等による環境への影響、さらに舗装の摩耗による補修費の増大などが問題となっており、各地でスパイクタイヤの規制が検討されている。しかし、これらの規制案はスパイクタイヤのマイナス効果のみに注目しており、プラス面への配慮がなされていない。そこで、本研究では、現在、積雪寒冷地域で実施しようとしているスパイクタイヤの使用規制案について、費用便益分析的見地より評価するモデルを構築し、その評価結果について考察を行った。

2. 評価モデルの考え方

本研究で構築したスパイクタイヤ評価モデルの特徴は、従来、道路摩耗や自動車の制動距離など、主に物理的現象としてとらえられてきたスパイクタイヤの機能を、経済的な側面から評価している点にある。すなわち、本モデルでは改良スパイクタイヤ、スパイクレスタイヤを使用することによる社会的便益を舗装摩耗の減少量（舗装補修費の節減）とし、一方、社会的費用を旅行時間の増加（時間費用の増加）としてとらえることにより、スパイクタイヤ規制案を評価するものである。

このモデルの全体概念は、図1に示すとおりである。スパイクタイヤの問題は、実際には交通事故から環境問題まで非常に広範囲に及ぶものであるが、ここでは定常的な交通流における舗装の摩耗量と旅行時間の関係に範囲を限定して考えた。

1) 舗装の摩耗量の推定

一般に、スパイクタイヤによる舗装の摩耗量は、(1)式に示すようにスパイクピンの本数、突出量、フランジ径に比例して大きくなる¹⁾。

$$Y = 5.146 \times 10^{-3} (N \cdot T \cdot \phi^2)^{0.744} \quad (1)$$

ここに Y: 舗装の摩耗深さ(mm) (ラベリング試験値)

N: スパイクピンの本数

T: ピンのタイヤ面からの突出量(mm)

ϕ : ピンのフランジ径(mm)

なお、本研究では、この式で求められる改良スパイクタイヤと現在のスパイクタイヤの摩耗量の比をとり摩耗影響度とした。

現状での舗装の摩耗量の推定は、全道各地の道路における車線平均摩耗量(Z : mm)と路面露出時累積交通量(X : 万台/車線)の関係を示した(2)式の回帰式で行った¹²⁾。

$$Z = 0.051X + 0.379 \quad (2)$$

この式で求められるのは、現在のスパイクタイヤの摩耗量である。

したがって、改良スパイクタイヤの摩耗量は(2)式で求めたものに(1)

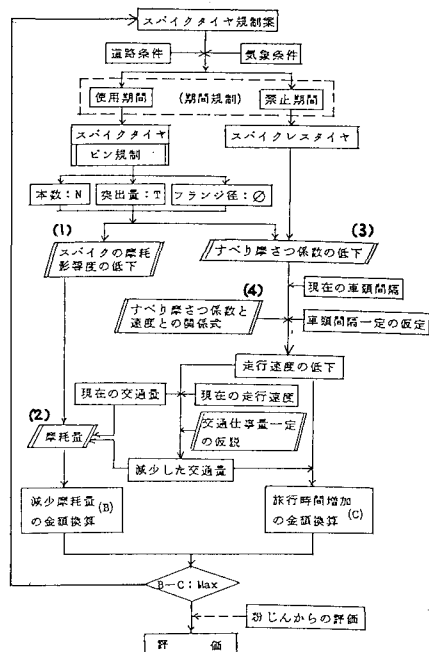


図1 スパイクタイヤ評価モデルの概念フロー

式の摩耗影響度をかけて求める。以上より、改良スパイクタイヤにした場合の摩耗量の減少分が求められる。

2) 交通流への影響

スパイクピンの本数の減少等によるすべり摩擦係数の低下は、(3)式により、求めることができる。この式は改良スパイクタイヤの構造形式より標準スパイクタイヤを100としたときの氷上すべり性能比率を表わしたものである。¹⁾

$$R = 225.974 / (N^{0.158} \cdot T^{0.139}) \quad (3)$$

R: 標準スパイクタイヤを100としたときの氷上すべり性能比率(%)

N, T: (1)式に同じ

タイヤのすべり摩擦係数の低下は、車頭間隔の増大か走行速度の低下となり、あらわされる。本研究では、都市内道路の場合、車頭間隔が一定で速度が低下すると仮定した。この仮定より、すべり摩擦係数の速度への影響が平均車頭間隔の算定式を変形した(4)式で求められる。

$$V = 125f(-0.21 + \sqrt{0.0434 + 0.158S/f}) \quad (4)$$

V: 走行速度(km/h)

S: 現在の車頭間隔(m)

f: 改良スパイクタイヤのすべり摩擦係数(3式より)

さて、走行速度が低下すると交通量にも影響を及ぼす。この交通量を北海道大学の五・嵐日出夫による「交通仕事量一定の仮説」により求めることができる。1台当りの旅行時間の増加をこの交通量で総計し、対象地域全体の旅行時間増加の総和を計算した。

3) 費用、便益の算出

摩耗の減少分をオーバレイの施工単位(昭和55年、63000円/m²)で金額換算し、改良スパイクタイヤによる便益を算出する。次に、旅行時間増加を建設省と運輸省で用いられている車種別時間価値(乗用車: 27円/分)で金額換算し、費用を算出する。

3. 札幌市への適用

本研究では、札幌市の幹線道路の水平区間(188.5 km)を対象にしてケース・スタディを行った。スパイクタイヤ規制案として次の3案を考えて検討した。現在の舗装の摩耗量と旅行時間が費用便益分析の基準である。

A案 スパイクタイヤ全面禁止(スパイクレスタイヤ使用)

B案 ピン規制(フランジ径10mm, 本数80本, 突出量1.0mm)

C案 ピン規制(10mm, 100本, 1.5mm)

結果を図2に示す。これより次のことがわかる。

①札幌市において、スパイクタイヤの使用は、降積雪期である1・2月で特に効果的である。

②各月ごとに便益が最大(費用が最小)となる規制案を検討すると、C案のピン規制に12月~3月の使用を許可する期間規制を併用する規制が最適となる。またこの場合、期間規制のナラより効果的であることがわかる。

今後は、規制をより具体的に考えられるように坂道での自動車の登坂性確保のための砂や融雪剤の散布や、対象地域の拡大、そして、除雪との対応を考えていきたい。

本研究を進めるにあたり、北海道開発局土木試験所から多くの資料、実験結果を頂いたことに対し、心から感謝の意を表する次第である。〈参考文献〉1)北海道開発局「舗装の摩耗対策に関する調査研究」1984年2月

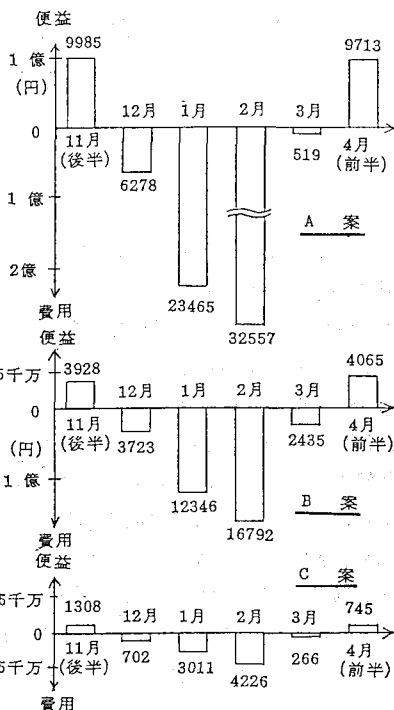


図2 月別・ピン形式別費用便益