

V-260

雪氷剥離舗装の機能についての実験

東北工業大学 正員 村井貞規
 同 正員 高橋彦人
 石川高専 正員 西沢辰男
 大林道路（株）正員 稲葉行則

1. はじめに

我が国は国土の多く（約60%）が雪寒地域に属し、さらに特別豪雪地域が全国の20%を占めるなど、冬期の交通は気象の影響を大きく受けざるを得ない環境にある（表-1）。こうした地域における道路舗装は、スパイクタイヤの禁止などの交通環境の変化に伴ない車両の安全性の観点から新たな見直しが必要になっている。雪氷についての対応としては、融雪パイプ、消雪舗装などの道路構造に係わるものから、融雪剤の散布などの道路構造以外の対応まで幅広い手段がとられている。舗装混合物に関するものとしては一般に凍結抑制舗装として分類されるいくつかの手段があり、最近舗装表層にゴム粒子などを混合することにことにより、路面の雪氷を車両の荷重の存在の基に除去することを目的とした舗装が用いられるようになって来た。

本研究は、ゴム粒子を含む舗装表層のように大きく弾性係数が異なる複合材料に荷重が載荷されたときの、雪氷-舗装境界面でのゴム粒子回りの力学的な挙動を、光弾性実験により検討し、雪氷を剥離する力学的な機能を明らかにしようとするものである。

2. 舗装材料による雪氷への対応

通常の舗装においては、舗装と氷が固く張り付き一体化することにより、かなりの荷重をかけても氷は簡単には剥がれない。これに対して、従来から舗装内部に融雪剤などを混入することによる路面凍結の抑制が試みられており、このようなタイプの舗装は凍結抑制舗装と呼ばれ、その有効性はすでに確認されている。しかし、この舗装はスパイクタイヤやチェーンなどの滑り止めが舗装表面を削り取る作用がある場合にはそれなりの効果が期待されるが、スタッドレスタイヤが中心となった今日では有効に機能するのは難しくなってきたように思われる。また季節に無関係に常に融雪剤が僅かずつ析出する可能性も高い。それに対して最近ゴム粒子などを舗装表層に混入した舗装が積雪寒冷地の舗装に用いられるようになってきた。この舗装は輪荷重の存在下で、従来の雪を溶かすのとは異なった作用により舗装表面の雪氷を取り去る機能があることが示され、実用にも供されるようになってきている。ここではこの機能を持った舗装を従来の凍結抑制舗装と区別するために雪氷剥離舗装と呼ぶことにする。この雪氷の剥離機能をもたらす力学的な原因については必ずしも明確になっているとはいえないので、この現象を具体的な実験によって検討することとする。

3. 実験と解析

上述の機能を確認するために、アスファルト混合物とそこに埋め込まれたゴム粒子、さらにその上に存在する氷層を、光弾性材料のエポキシ樹脂と円筒のゴムの2種類の材料でモデル化した。この供試体に分布荷重を載荷し、その荷重による舗装体内部

表-1 わが国の雪寒地域

面積(全国)	377,801km ²
雪寒地帯	227,603km ²
	60%
特別豪雪地帯	74,909km ²
	20%

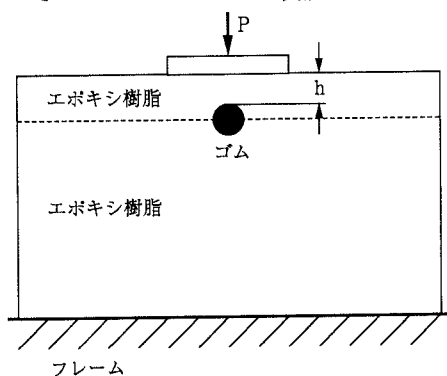
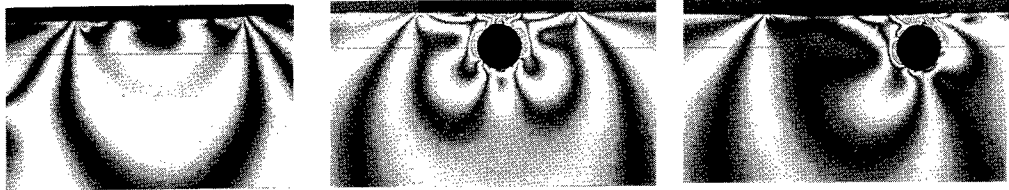


図-1 光弾性実験モデル

および氷層内の応力を検討した。供試体は図-1のような3層モデルで（構造は2層）、板厚は10mmである。このモデルの表面近くに円筒形のゴム粒子を埋め込み、この円孔周辺の応力を測定した。実験条件はモデル上面からゴム頂部までの距離 h を10mm、5mm、2mmの3種類とし、載荷位置をゴムの直上の対称載荷と非対称の2種類とした。荷重は接地圧で約 10kgf/cm^2 の等分布荷重である。供試体実験に用いた材料の弾性係数を表-2に示す。

表-2 弾性係数

材料	弾性係数
エポキシ樹脂	$20,000\text{kgf/cm}^2$
ゴム	100kgf/cm^2

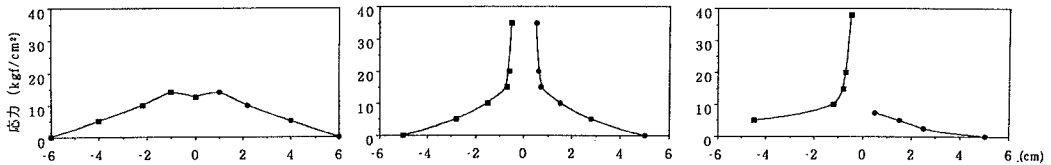


(a)

(b)

(c)

写真-1 等色線



(a)

(b)

(c)

図-2 境界面の応力分布

写真-1は均一材料の場合（a）と、ゴム粒子を挿入した場合の対称載荷（b）非対称載荷（c）の等色線（せん断応力）を示している。また図-2はそれぞれの条件での境界面の応力分布である。（b）、（c）は（a）のほぼ2.5倍の応力が生じており、この応力が氷と舗装を剥離させると考えられる。この氷層のかぶり高が2mm、5mmの対称載荷ではそれほど応力は変わらない。また非対称の場合は路面との境界とは異なる位置に高い応力を生じていること、かぶり高が薄いほど応力が高くなることがわかった。ゴム粒子の部分空隙とすると円孔周辺では主応力そのものが得られるが、この場合は対称載荷の場合は境界面に 45kgf/cm^2 程度のせん断応力が生じており、ゴム粒子が存在する時の値よりやや大きい。これらの結果から舗装の表面に弾性係数が大きく異なる柔らかな材料が存在すると、その周囲に大きな応力集中が生じ、このせん断作用や引っ張り応力により、雪氷層が剥離したり、氷自体が割れると考えられる。

4. おわりに

我が国の積雪寒冷地における舗装については、交通の安全という観点からハード、ソフト面それぞれについていろいろな手段が構じられている。しかし始めに述べたように、冬期交通は広大な地域に関わる問題であるにもかかわらず、地域的、季節的なテーマとして認識されがちである。舗装設計においても凍結深、あるいは耐摩耗性アスファルト混合物などの使用など、舗装自体の耐久性が対象である。従って今後は、舗装表面に存在する雪氷に対する交通の安全という視点から、安全に寄与する機能を舗装表層自体にも持たせいくことが大切であると思われる。本研究はその一手段としての雪氷剥離舗装の機能について、複合材料からなる表層モデルを対象として2次元的分析を試みたものであるが、さらに3次元として応力を受ける挙動を明らかにしていく必要があると思われる。