

凍結路面のすべり摩擦係数と路面露出率との関係

北海学園大学大学院 学生員 ○田中 俊輔
北海学園大学工学部 正会員 武市 靖
世紀東急工業株式会社 正会員 増山 幸衛

1. はじめに

凍結抑制舗装の凍結抑制効果については、凍結抑制舗装区間と通常舗装区間での路面露出状態の現場比較写真ないし目視観察で凍結抑制効果を示している場合が多く、路面露出率とすべり抵抗との関係は明確にされていない。
本研究ではこの点に着目して、グルーピング系凍結抑制舗装と比較舗装の密粒度 13F 舗装を用い、恒温室内の走行路面に氷板路面を作製し、繰返し走行試験および制動試験を行って、路面露出率とすべり摩擦係数との関係についてまとめたものである。

表 1 グルーピング系凍結抑制舗装の概要

2. 試験舗装

本研究で用いたグルーピング系凍結抑制舗装（以下、グルーピング系舗装と略称）は、たわみ効果による物理的作用と融氷効果による化学的作用の複合作用を有した舗装として開発されたものである。比較舗装としては、密粒度 13F 舗装（以下、密粒度と略称）を用いた。グルーピング系舗装の概要を表 1、各舗装の表面状況と恒温室内部を写真 1 と写真 2 にそれぞれ示した。

母体舗装	密粒度 13F 舗装
グルーピング幅（深さ）	9 mm（10mm）
凍結抑制材	ゴムチップ結合材と CMA



写真 1 グルーピング系舗装（左）と密粒度（右）

3. 繰返し走行試験による路面露出率の算定

走行試験装置は、写真 2 に示すようにバス型の第 5 輪によるトルク測定のスべり抵抗測定車とほぼ同様の仕組みを持っている。恒温室内温度は-20℃から+60℃、最大走行速度は 10km/h、最大輪荷重は 5kN まで設定が可能である。恒温室内に設置された走行レーンの各舗装に氷板路面を作製し、繰返し走行試験を行い、路面露出率を算出した。



写真 2 走行試験装置と試験路面

(1) 路面露出率の算出¹⁾

路面露出率は、デジタルカメラで撮影した路面状況の電子データを画像解析により 2 値化し、観測対象区間の画像全体のピクセル数に対する黒に判別したピクセル数の百分率で表すことができる。しかし、氷板路面の路面露出率を求める場合、氷板は薄く透明であるため、2 値化することが困難である。そこで、走行回数毎に路面に透明なラミネートシートを敷き、氷が剥離した箇所を油性のホワイトマーカーで塗りつぶし撮影した。

路面露出率の算出式を式 1 に示した。

$$\text{路面露出率(\%)} = \frac{\text{路面露出面積(pixel)}}{\text{解析画像全体の面積(pixel)}} \times 100 \quad \text{式 1}$$

(2) 試験条件

作製した氷板路面は、密粒度に対して厚さ 1mm となるようにした。路面温度は-5℃、輪荷重は普通乗用車荷重を仮定して 5kN、走行回数は 50、100、500、1000 回とした。

キーワード 凍結抑制舗装、凍結路面、すべり摩擦係数、路面露出率

連絡先 〒064-0926 北海道札幌市中央区南 26 条西 11 丁目 1 番 1 号 北海学園大学工学部 TEL011-841-1161
〒329-4304 栃木県下都賀郡岩舟町静和 2081-2 世紀東急工業株式会社技術研究所 TEL0282-55-2711

(3) 試験結果

グルーピング系舗装は凍結抑制材部分を中心に氷板の剥離が見られ、図1に示したように、走行回数1000回では、路面露出率が15%程度になった。しかし、密粒度の路面露出率は走行回数1000回時でも0.5%程度となり、グルーピング系舗装に比べて微小になった。

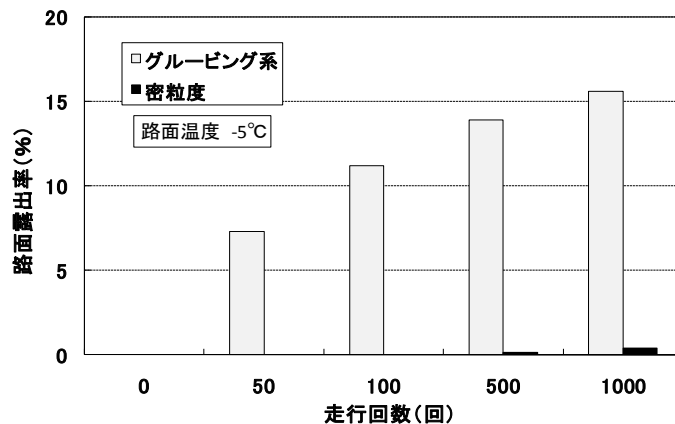


図1 氷板路面の走行回数と露出率の関係

$$\mu = \frac{Mt}{r \times F} \quad \text{式 2}$$

μ : すべり摩擦係数

Mt : タイヤトルク (Nm)

r : タイヤ半径 (m)

F : 輪荷重 (N)

4. 路面露出率とすべり摩擦係数の評価

路面露出率を変えて、タイヤの回転を完全ロック状態にして走行試験装置を走行させた時のタイヤトルクを測定し、すべり摩擦係数を算出した。

なお、モデル実験であることから、路面露出率を冬期路面では存在し得ない高い範囲まで計測した。恒温室内の試験舗装に、人為的に路面を露出させた氷板路面を作製し、走行速度を10km/h、走行輪荷重を5kNとして、制動試験を行った。すべり摩擦係数の算出式を式2に示した。

(1) 氷板路面の作製

氷板路面は、ガムテープで路面をマスキングした後、散水して作製した。路面露出率は、0, 20, 40, 60, 80%とした。路面温度は-5°Cに設定し、全てが乾き氷板になるまで養生した。写真3に氷板路面作製の状況、写真4に作製した路面をそれぞれ示した。



写真3 氷板路面の作製

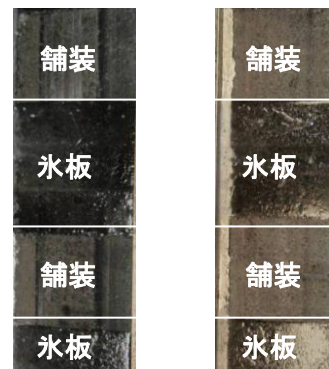


写真4 作製した路面の状況
(左: グルーピング, 右: 密粒度)

(2) 試験結果および考察

図2に示したように、舗装によって値は異なるものの、すべり摩擦係数は露出率によって評価できる可能性を示すことができた。1000回走行時の繰返し走行試験の結果では、グルーピング系舗装のすべり摩擦係数は約0.13で、それ以降の増加が期待できるが、密粒度はほとんど露出しないため、0.1にも達しないと想定される。

5. まとめと今後の課題

今回の試験により、路面露出率とすべり摩擦係数の関係を定量的に明らかにすることができた。

グルーピング系舗装は密粒度に比べて同じ路面露出率ならば、すべり摩擦係数は同等か若干低くなるが、同じ走行回数では路面露出率が大きくなるので、凍結抑制効果が期待できる。

今後、様々な路面状況や舗装における路面露出パターンの違いによる路面露出率とすべり摩擦係数の関係について、検討の必要がある。

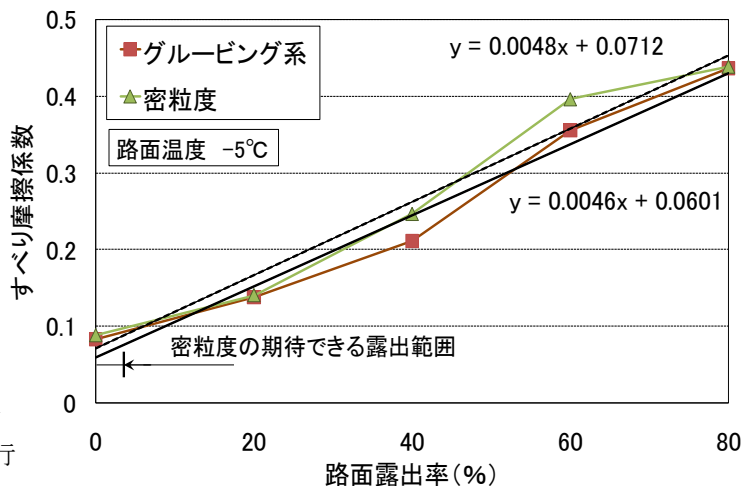


図2 路面露出率とすべり摩擦係数の関係

参考文献

- 1) 田中俊輔, 武市靖, 増山幸衛: 凍結抑制舗装の効果の評価に関する研究, 第63回年次学術講演会講演概要集, 2008