

凍結防止剤散布後の密粒度舗装と粗面系舗装のすべり特性比較

(独) 土木研究所寒地土木研究所	正会員	○藤本	明宏
北海学園大学 工学部	非会員	山本	悠介
(独) 土木研究所寒地土木研究所	正会員	田中	俊輔
北海道開発局 釧路開発建設部	非会員	川端	優一
北海学園大学 工学部	正会員	武市	靖

1. はじめに

近年、積雪寒冷地において排水性舗装や機能性SMA(排水性舗装の路面テクスチャとマスティック舗装の耐久性を併せ持つ舗装)などの粗面系舗装が施工されている。粗面系舗装は、その粗な路面テクスチャによる凍結抑制効果が期待されている反面、その排水機能は水分とともに凍結防止剤をも浸透させるため、凍結防止剤の散布効果を不明瞭にさせている。舗装の多種化が進む中、凍結防止剤散布の適正化を図るには、舗装のテクスチャや排水性能を考慮しつつ、路面すべり摩擦係数 μ などの客観的指標を用いて凍結防止剤の散布効果を評価する手法が必要になる。

本研究では、粗面系舗装に適応可能な凍結防止剤散布後の μ 推定法の構築を最終目的に、室内実験から密粒度舗装、機能性 SMA および排水性舗装における氷膜路面への凍結防止剤散布が μ および路面状態に及ぼす影響を調べた。本論文では、その結果の一部を紹介する。

2. 室内散布実験の内容

写真 1 に低温恒温室で実施した室内散布実験の様子として、氷膜を形成させた舗装供試体を示す。同写真に示すように、本実験で用いた舗装供試体は密粒度舗装(下段)、機能性 SMA(中段)および排水性舗装(上段)の 3 種類であり、各舗装それぞれ 3 体を使用した。舗装供試体のサイズは、幅 0.40 m×長さ 0.40 m×高さ 0.05 m である。粗骨材の最大寸法は 13 mm であり、排水性舗装の空隙率は 17%である。

以下に実験の手順を述べる。(i) 低温恒温室で舗装供試体の温度を室内温度にする、(ii) 噴霧器を用いて舗装供試体に規定量の淡水を散布する、(iii) 氷膜路面が形成するまで待つ、(iv) 規定量の塩化ナトリウムを固形散布する、(v) 塩化ナトリウムの溶解が完了するまで待つ、(vi) 路面

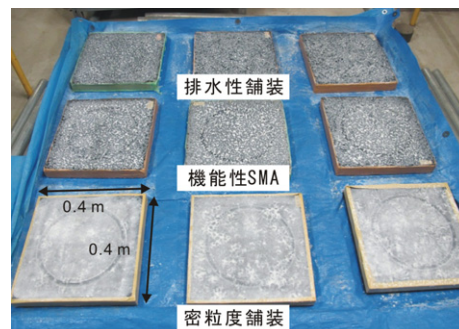


写真1 室内散布実験の様子

表 1 実験条件の一覧

環境条件	室温	-5℃
散水条件	量	1.0 kg/m ² (0.5 kg/m ² ×2 回) 2.0 kg/m ² (0.5 kg/m ² ×4 回)
	温度	0～1.0℃
	着色	白(水性アクリル絵具) 質量比 (淡水：絵具=100：1)
凍結防止剤 散布条件	種類	塩化ナトリウム
	量	0, 20 g/m ² , 40 g/m ² , 60 g/m ² , 80 g/m ²
	形状	粉末状
舗装供試体 条件	種類	密粒度舗装, 機能性 SMA, 排水性舗装
	サイズ	幅 0.40 m×長さ 0.40 m×高さ 0.05 m
	個数	各 3 体
	仕様	粗骨材最大寸法 13 mm 空隙率 17%(排水性舗装)
測定項目 (装置)		路面温度(放射温度計) μ (DF テスター) 塩濃度(屈折式塩分濃度計) 平均氷膜厚(融解重量式路面氷膜厚計) ¹⁾

温度、 μ 、塩濃度および平均氷膜厚 H_i (mm) の順で測定する。 H_i は、凍結防止剤散布後に路面上にまだら状で存在する氷を空間平均化した厚さを意味する。

実験条件および測定項目を表 1 に示す. μ は, 計測速度 40 km/h の値を採用した.

3. 実験の結果

本論文では、散水量 1.0 kg/m^2 (= 散水厚 1 mm) の結果を示す、

(1) 路面狀態

写真 2 は、凍結防止剤散布後に十分に時間が経過した

キーワード : 冬期道路, 凍結防止剤, 路面すべり摩擦係数, 氷膜厚, 推定

連絡先 : 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 (独)土木研究所寒地土木研究所 Tel:011-841-1738

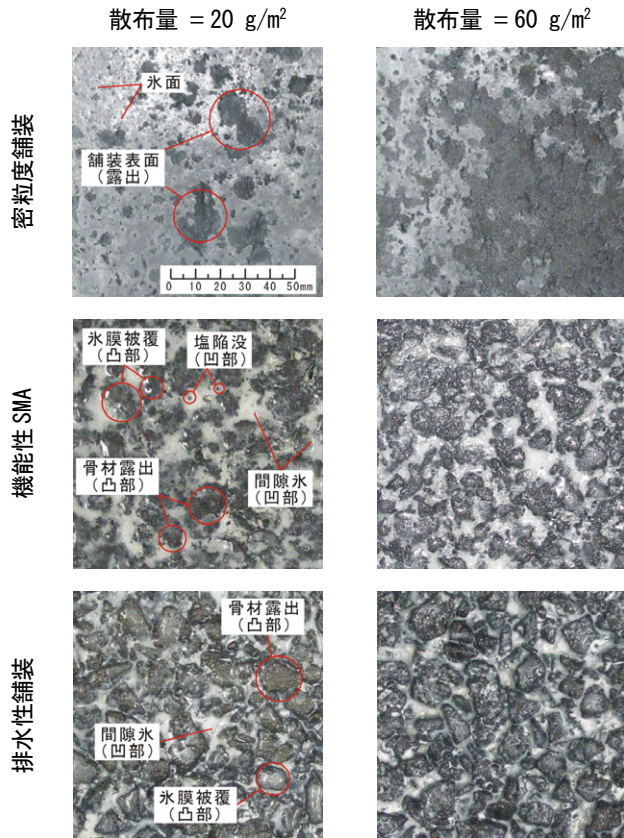


写真2 凍結防止剤散布後の路面状態

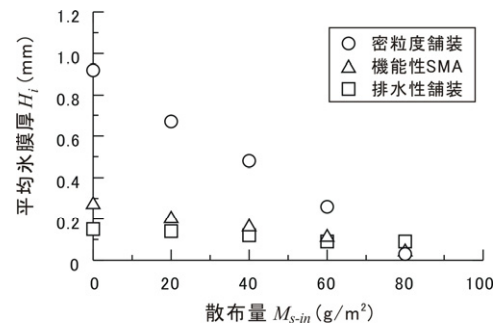
(氷の融解と凍結防止剤の溶解が完了して平衡状態になった)後に路面上の水分を除去した路面状態である。同図は左列に散布量 $M_{s-in} = 20 \text{ g/m}^2$ 、右列に $M_{s-in} = 60 \text{ g/m}^2$ の路面状態をそれぞれ示す。

まず、 $M_{s-in} = 20 \text{ g/m}^2$ に着目する。密粒度舗装では、水膜は塩化ナトリウムの接触により部分的に融解し、舗装表面と氷面が混在するまだら状態となった。機能性 SMA では、舗装凸部上には塩化ナトリウムとの接触による骨材の露出が、舗装凹部の間隙氷には所々に塩化ナトリウムの陥没痕が、それぞれ見られた。排水性舗装の路面状態は、機能性 SMA のそれと類似しているが、路面に存在する氷の量は機能性 SMA のそれに比べて少ない。

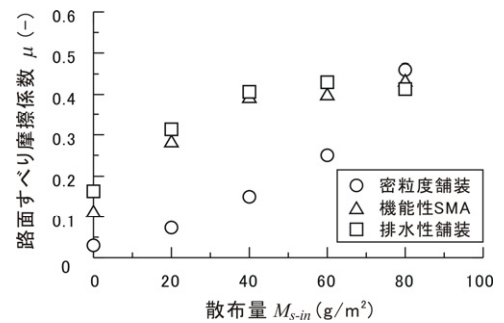
(2) 路面すべり摩擦係数および平均氷膜厚

図1(a)および(b)は、 H_i と M_{s-in} および μ と M_{s-in} の関係である。無散布($M_{s-in} = 0$)における H_i は、密粒度舗装、機能性 SMA および排水性舗装でそれぞれ0.92, 0.27 および0.15 mmであり、機能性 SMA および排水性舗装の H_i は密粒度舗装のそれに比べて薄い。また、すべての舗装において H_i は M_{s-in} の増大とともに線形的に低下した。その低下率は密粒度舗装、機能性 SMA および排水性舗装の順で大きい。

無散布における μ は、密粒度舗装、機能性 SMA およ



(a) 平均氷膜厚



(b) 路面すべり摩擦係数

図1 室内散布実験の結果

び排水性舗装でそれぞれ0.06, 0.21および0.31であった。密粒度舗装の μ は、 M_{s-in} とともに指数関数的に増大し、 $M_{s-in} = 80 \text{ g/m}^2$ で0.46になった。一方、機能性 SMA および排水性舗装の μ は、 M_{s-in} とともに対数関数的に増大し、 $M_{s-in} = 80 \text{ g/m}^2$ ではそれぞれ0.43および0.41となった。排水性舗装の μ は、機能性 SMA の μ よりやや大きい値を推移した。

4. おわりに

写真2から分かるように、粗面系舗装への凍結防止剤散布は凹凸のある氷面上で非一様に融解が生じる複雑な現象であるが、本研究により、平均氷膜厚 H_i と散布量 M_{s-in} および路面すべり摩擦係数 μ と M_{s-in} の間にはそれぞれ良好な関係性があることが分かった。また、同じ散水量かつ無散布における H_i および μ 、並びに M_{s-in} の増大に伴う H_i の減少および μ の増大の程度は、舗装の種類によって異なることが示された。

今後は、実験を継続し、各舗装の μ と H_i の関係を明らかにするとともに、粗面系舗装に適応可能な凍結防止剤散布後の μ 推定法の構築を目指す。

参考文献

- 1) 藤本明宏ら：凍結防止剤散布路面における氷膜厚およびすべり抵抗値測定(その1)、雪氷研究大会(2013・北見)、p.92, 2013.