

粗面舗装の凍結抑制効果に関する室内試験結果

寒地土木研究所 寒地道路保全チーム ○ 吉井 昭博
熊谷 政行
布施 浩司

積雪寒冷地では、冬期に気温の低下によって凍結路面が発生する。中でも「ブラックアイスバーン」と呼ばれる薄い氷膜路面は目視での判別が難しい上に、表面が円滑で凍結防止剤の定着率が悪く、さらなる凍結路面对策の開発が必要となっている。

一方、機能性SMA等の粗面系舗装には表面の粗さによる本来のすべり抵抗の高さに加え、凍結防止剤の定着率を高める効果が期待されている。

本報告では室内試験にて粗面系舗装のきめ深さ測定、凍結防止剤散布後のすべり抵抗性試験、氷着強度試験を行い「ブラックアイスバーン」対策を検討した結果を報告する。

キーワード：凍結抑制、粗面系舗装、すべり抵抗性、きめ深さ

1. はじめに

積雪寒冷地における凍結路面のすべり対策の一つに表面のきめ深さを大きくした粗面舗装による対策がある。粗面舗装として代表的なものに排水性舗装があるが、チェーン装着車両の通行や凍結融解作用などによる破損などの課題を抱えている¹⁾。このため耐久性が高く、すべり抵抗の効果が持続する舗装が望まれている。また、粗面舗装には表面の粗さによる本来のすべり抵抗の高さに加え、凍結防止剤の定着を高める効果が期待されている²⁾。

本文では、すべり対策として望ましい舗装を提案することを目的に国道等で用いられている粗面系舗装を使用した室内試験を行い、きめ深さやすべり抵抗性などの性能比較を行ったので、その結果について報告する。

2. 試験概要

(1) 舗装の種類

今回の試験に使用した舗装を表-1に示す。混合物の種類は、北海道内において一般的に使用されている粗面系凍結抑制舗装の性状を検証することを目的として設定した。本試験で使用したニート舗装は、密粒度13F上にエポキシ樹脂を塗り樹脂骨材を付着させた舗装である。また、比較用として密粒13Fについても試験している。

(2) 調査項目

試験項目は、「舗装調査・試験法便覧³⁾」および「舗装性能の評価法別冊⁴⁾」による方法により、性状調査を行って比較した。

表-1 試験で使用した舗装の種類

混合物種別	As量(%)	空隙率(%)	きめ深さ(mm)	使用バインダー	本報告での略称	備考
① 機能性SMA舗装	5.0	3.1	1.29	ポリマー改質アスファルトH型	13mmSMA	
② 排水性舗装	6.5	17.0	2.66	ポリマー改質アスファルトH型	17%排水	
③ ニート舗装(RPN6)	—	—	2.21	エポキシ樹脂	1mmニート	標準積算基準書VI-2-⑪-11に掲載
④ 密粒度ギャップ舗装(改質I型)	6.1	5.5	0.29	ポリマー改質アスファルトI型	密粒G改I	局道路設計要領1-5-14に掲載
⑤ 密粒度舗装	6.2	4.5	0.32	ストレートアスファルト	密粒13F	比較用

表-2 調査項目と試験内容

試験名称	試験内容	試験条件	温度	参考文献	備考
すべり抵抗性試験(滑りやすさ)	-5℃の室内にて冬期路面を作成し、すべり抵抗性(ポータブルスキッドテスト、DFテスト)を測定した。また、凍結防止剤を散布した場合についても検討した。	○冬期路面(湿潤、氷膜0.4mm、氷板1.2mm、圧雪5.0mm) ○凍結防止剤散布量(0g/m ² 、30g/m ²)	-5℃	舗装調査試験法便覧pp.1-92~98	1mmニートはDFテストでのみ試験している。
氷着強度試験(雪水の剥がれやすさ)	水道水30ccを不織布に8時間以上吸い込ませた後、-5℃で養生した供試体上でさらに16時間以上養生させ、試験を行った。また、凍結防止剤水溶液を用いた場合についても実施した。	○凍結防止剤水溶液濃度(0%、0.5%、1.0%)	-5℃	舗装性能評価法別冊pp.68	
スパイクラベリング試験(舗装の耐久性)	0回、1000回、2000回走行後における舗装の損失重量及びキメ深さを測定した。	○タイヤにクロスチェーンを巻いた。 ○回転速度は30km/hとした。	-5℃	舗装調査試験法便覧pp.1-106、3-17	密粒G改Iは試験していない。
砂を用いたきめ深さ測定	粒度150~75μmの砂を10cm3砂拡大器に流し込み、一様になるよう路面上に敷広げて測定する。	○上記試験と同じ供試体を使用した。	20℃	舗装調査試験法便覧pp.1-104	

また、冬期路面性状を調査するため各供試体上に雪氷路面を作成した場合や凍結防止剤を散布した前後の路面性状を試験した(写真-1)。今回試験した項目・条件については以下の表-2に示す。

	13mmSMA	17%排水	1mmニート	密G改I	密粒13F
乾燥					
氷膜 0.4 mm					
氷板 1.2 mm					
圧雪 5.0 mm					

写真-1 室内試験に使用した供試体

3. 室内試験結果

冬期間における粗面系凍結抑制舗装の性状を室内にて測定した。すべり抵抗性試験は自動車の走行安全性、氷着強度試験は雪氷剥離抵抗性、スパイクラベリング試験は舗装の耐久性をそれぞれ検討することを目的としている。

(1) すべり抵抗性試験

すべり抵抗性試験は、ポータブルスキッドテスト(写真-2)及びDFテスト(写真-3)を用いて供試体の動的摩擦係数を測定した。今回の測定では、スパイクラベリング試験前の混合物の供試体に -5°C の環境で、氷膜(水道水 30g 塗布)、氷板(水道水 150g 塗布)、圧雪(新雪を 5mm すり込む)の状態を作成した。作成した冬期路面上に「冬期路面管理マニュアル(案)⁹⁾」に掲載されている凍結防止剤 30g/m²を散布後 10 分間養生し、さらにハンドローラー(ゴムタイヤ)を 10 往復させた供試体を測定に使用した。

図-1 にポータブルスキッドテストにおける測定結果を示す。測定値にバラツキが多少見受けられるが、凍結抑制舗装は冬期路面状態(氷膜、氷板、圧雪)において密粒 13F と比較して同等か高い、すべり抵抗性を示していた。また、凍結防止剤を散布することですべり抵抗性を改善できる傾向は見られた。

また、図-2 に回転速度 40km/h におけるDFテストの測定結果を示す。17%排水を除く凍結抑制舗装は、密粒 13F の測定値をすべて上回った。特に 1mm ニートは氷膜・氷板状態におけるすべり抵抗性を著しく改善できた。しかし、路面状態が圧雪の場合はいずれ舗装種別でもすべり抵抗性が 0.1 前後となるため、5mm 以上の雪氷が路

面に残っている場合においては粗面系凍結抑制舗装のみではすべり抵抗性を改善できないと考えられる。



写真-2 ポータブルスキッドテスト

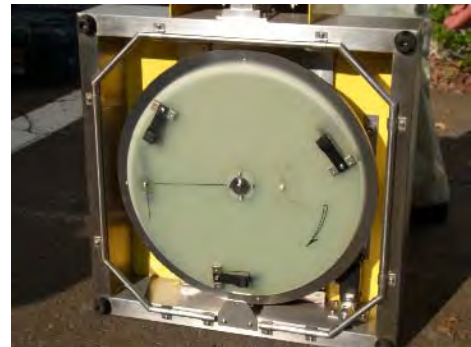


写真-3 DFテスト

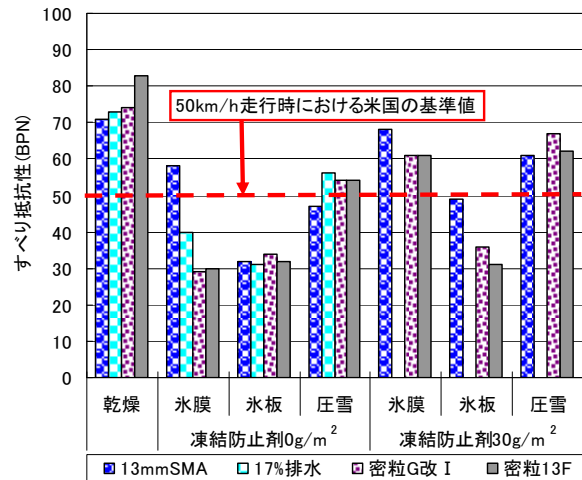


図-1 すべり抵抗性試験結果(ポータブルスキッドテスト)

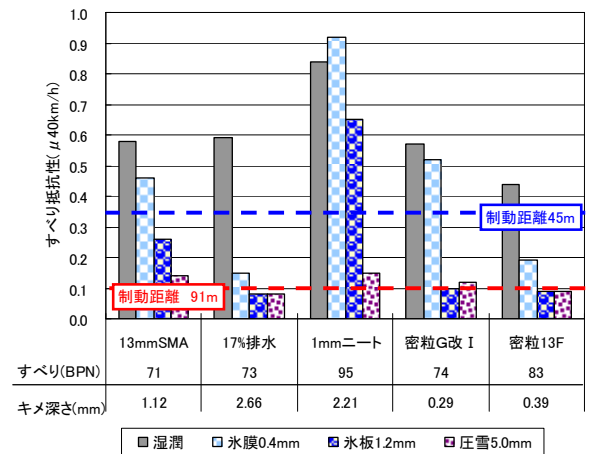


図-2 すべり抵抗性試験結果(DFテスト)

(2) 氷着強度試験

氷着強度試験機(図-3、写真-4)は、ハンドルを回転させることで、治具が上昇する仕組みになっており、引張りに抵抗する荷重(付着力)を測定することができる。最大付着力に対して、治具の付着面積を除することで氷着強度を算出した。

試験結果を図-4に示す。凍結防止剤を使用しない場合においては、粗面系凍結抑制舗装の氷着強度は小さくなる傾向があったが、凍結防止剤を使用した場合は、17%排水と1mmニートの氷着強度が大きくなる傾向となった。

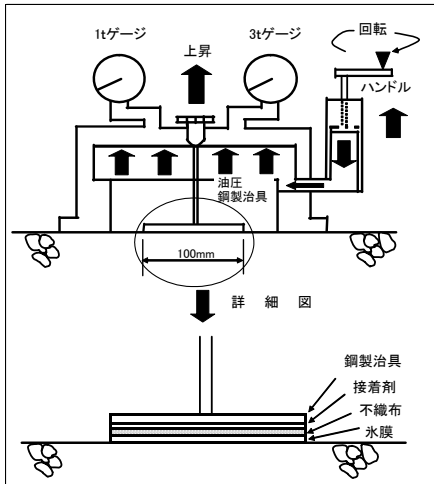


図-3 氷着強度試験機の概要



写真-4 氷着強度試験機

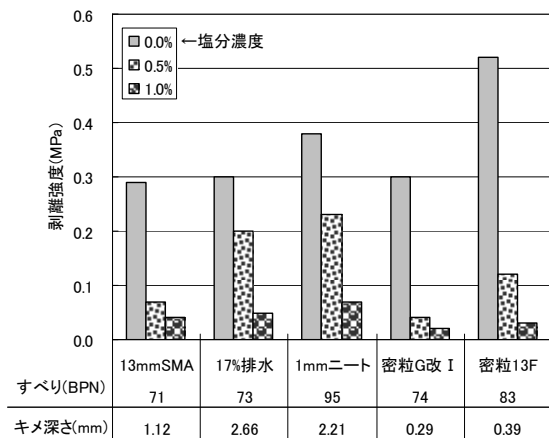


図-4 氷着強度試験結果

(3) スパイクラベリング試験

スパイクラベリング試験(写真-5)とは、5t 輪荷重のスパイクタイヤを規程回数走行させ供試体をすり減らせることで、耐摩耗性等を計測する室内試験である。今回の試験では試験前重量から1000回転後、2000回転後における供試体のすり減り割合より耐摩耗性の検討を行った。また、スパイクラベリング回転前後のきめ深さを計測することで機能の持続性を検討した。

図-5にスパイクラベリング回転前後のすり減り割合を示す。また、写真-6にスパイクラベリング試験前後の供試体の写真を示す。13mmSMAは密粒13Fに比べすり減り割合が少ない傾向が見られたが、17%排水及び1mmニートは密粒13Fに比べてすり減り割合が大きくなった。

図-6にスパイクラベリング回転前後にきめ深さを測定した結果を示す。1mmニートはスパイクラベリングを1000回転させた時点で表面のエメリー(樹脂骨材)が剥離したため、きめ深さが著しく低下する結果となった。一方、13mmSMAはスパイクラベリングを2000回転してもきめ深さは低下しなかった。



写真-5 スパイクラベリング試験機

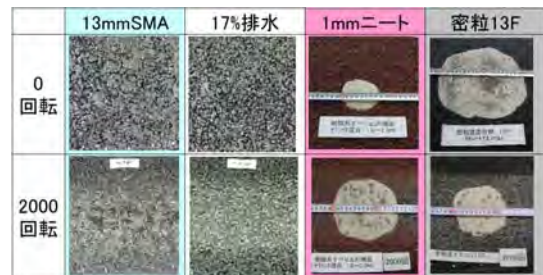


写真-6 スパイクラベリング試験前後の供試体

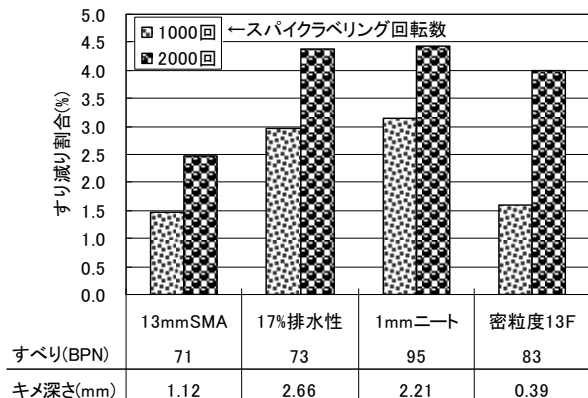


図-5 スパイクラベリング後のすり減り割合

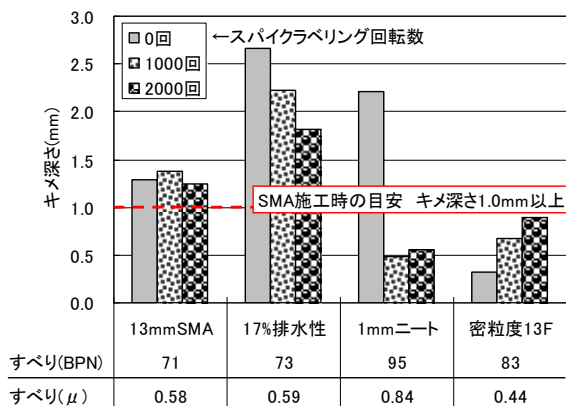


図-6 スパイクラベリング前後のキメ深さ

4. まとめ

今回報告した室内試験の総合評価を行うため、試験・条件毎に粗面系凍結抑制舗装の試験数値を密粒 13F の試験数値で割り戻した数値を算出し、表-3 にまとめた。

今回の試験で使用した粗面系凍結抑制舗装は密粒 13F に比べて凍結対策効果が期待できる結果となった。特に 13mm SMA は、接着剥離試験における塩分濃度 1.0% 以外の値が密粒 13F と比較して有利になっており凍結抑制効果が高い結果となった。17%排水や 1mm ニートはすり減りによる耐久性に問題がある結果となった。

このことから、粗面系凍結抑制舗装は使用する箇所の条件によって、すべり抵抗性や剥離性状、耐久性のいずれに重点をおくかを検討する必要があると考えられる。

5. 今後の課題

今回の報告では、平成 21 年度に行った室内試験により粗面系凍結抑制舗装の性状評価を行っている。今後は、この結果をもとにコスト、交通量、降雪量、気温などの状況により、どこに重点を置いて選定すべきかを検証していきたいと考えている。

また、現道に各混合物の試験施工を行い、耐久性やすべり抵抗性の検証を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 吉井、田高、丸山：積雪寒冷地における排水性舗装の路面損傷評価手法に関する一考察、第 27 回日本道路会議、2007.11
- 2) 千葉、田高、安倍：開粒度舗装の冬期路面対策としての効果について、寒地土木研究所月報 N0644、pp21-27、2007.1
- 3) 社団法人日本道路協会：舗装調査・試験法便覧 2007.6
- 4) 社団法人日本道路協会：舗装性能の評価法 別冊 2008.3
- 5) 北海道開発局：「冬期路面管理マニュアル(案)」，建設部道路維持課、1997

表-3 粗面系凍結抑制舗装の総合評価

混合物種別	すべり抵抗性試験 (DF テスタ試験: μ)				接着剥離試験 (MPa)			スパイクラベリング試験	
	乾燥	氷0.4mm	氷1.2mm	雪5.0mm	NaCl 0.0%	NaCl 0.5%	NaCl 1.0%	スリヘリ量(%)	きめ深さ(mm)
機能性SMA舗装	1.32	2.42	2.89	1.56	0.56	0.58	1.33	0.62	1.38
排水性舗装	1.34	0.79	0.89	0.89	0.58	1.67	1.67	1.09	2.01
ニート舗装(RPN6)	1.91	4.84	7.22	1.67	0.73	1.92	2.33	1.11	0.61
密粒度ギャップ舗装	1.30	2.74	1.11	1.33	0.58	0.33	0.67	—	—
密粒度舗装	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00