

実道におけるゴム粒子入り凍結抑制舗装の効果に関する一考察

大林道路（株）技術研究所

正会員

○上地

俊孝

同

正会員

鈴木

徹

同

正会員

稲葉

行則

1. はじめに

凍結抑制舗装は降雪時も安全な路面状態を維持する目的で積雪寒冷地域を中心に採用されている。しかし、その効果の検証方法は、室内試験によるものが多く、実道において評価される事例は少ない。その原因として、実道で凍結抑制効果を表す定量的な指標がないこと、路面凍結の発生は気象条件のみならず交通条件、道路管理条件、道路環境など、様々な要因に左右されることが挙げられる。このため、実道で調査する場合は、降雪時に目視等により通常舗装と相対的に評価するのが一般的である。筆者らも北陸地方の実道で凍結抑制舗装を調査し、凍結抑制効果が現れる諸条件について検証を行ってきた¹⁾。凍結抑制舗装を継続的に現地調査した事例が少ない中、本報では供用4冬目の調査で凍結抑制効果を確認し、その発生条件について考察した。

2. 調査内容

調査は、車載ビデオによる撮影および沿道からの写真撮影を行い、隣接の通常舗装の路面状況と比較した。ただし、通常舗装は降雪時、必ず凍結するものではなく、一定水準以上の降雪量が必要である。逆に凍結抑制舗装は降雪量が多すぎたり、気温が低すぎると効果が発揮されない。このため、凍結抑制効果が現れる気象条件には上限と下限が存在する。そこで、凍結抑制効果が現れた時間帯の気象データを用いて凍結抑制効果が現れる気象条件を検証した。

積雪寒冷地域における冬期の路面性状の分類を表-1²⁾に示す。今回の調査で凍結路面として判断した路面の分類を赤枠で示している。

調査を実施した凍結抑制舗装の概要を図-1、2に示す。ギャップ型凍結抑制舗装（以後、ギャップ型）は路面が密実な物理系凍結抑制舗装、粗面型凍結抑制舗装（以後、粗面型）は表面がポーラスアスファルト舗装と同様かつ表面より下部はSMAと同様に緻密な物理系凍結抑制舗装である。

調査箇所は積雪寒冷地域の重交通路線（交通量区分N7）の国道で、平成25年8月に施工した凍結抑制舗装工の一部区間である³⁾。調査は供用1冬目、2冬目、4冬目の積雪が見込まれる日に実施した。

3. 調査結果

平成26年～29年の調査において凍結抑制効果が現れた時間帯の気象条件等を表-2に示す。凍結抑制効果が現れた時間が朝の場合は赤塗り、昼の場合は白塗り、夕刻～夜の場合は灰塗りで示している。今回の調査範囲では、ギャップ型、粗面型ともに通常舗装に凍結が見られる条件では凍結抑制効果を確認できる事例が多く、また同じ時間帯に同程度の凍結抑制効果が確認された。まず表-2の灰塗り箇所に着目すると、いずれも気温が-2.0℃以下

表-1 冬期の路面性状の分類

車両走行部の雪					路面の分類
雪水の有無	表面の光沢	トレッド跡	雪の状態	雪の色、厚さ、下層の状態	
有り	光っている	あまり付かない		白っぽい	非常にすべりやすい圧雪
				黒っぽい(灰、茶色) 1mm以上	非常にすべりやすい氷板
				黒っぽい(灰、茶色) 1mm以下	非常にすべりやすい氷板
				白っぽい	圧雪
	光っていない	付く(ぬかる)		黒っぽい(灰、茶色) 1mm以上	氷板
				黒っぽい(灰、茶色) 1mm以下	氷板
			さらさら(雪煙が発生)	下層なし	こな雪
				下層氷板、氷膜 非常にすべりやすい圧雪	こな雪下層氷板
			ざくざく(ザラメ状、粒状)	下層なし	つぶ雪
				下層氷板、氷膜 非常にすべりやすい圧雪	つぶ雪下層氷板
			べたべた(水を含んだもの)		シャーベット
			その他(締まっている)		圧雪
無し	湿潤				湿潤
	乾燥				乾燥

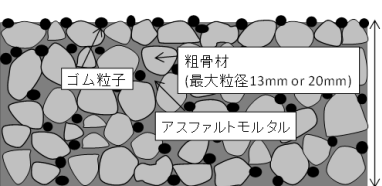


図-1 ギャップ型の概要

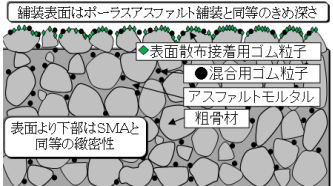


図-2 粗面型の概要

キーワード ゴム粒子入り凍結抑制舗装、凍結抑制効果

連絡先 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸 4-640 大林道路(株)技術研究所 TEL042-495-6800

であり積雪深さが 10cm 以上となっている。また、いずれの場合も 2 時間以内に降雪量 1cm/h 以上を記録しており、通常舗装、凍結抑制舗装ともに一度積雪し、その後、交通量の増加とともに凍結抑制舗装は路面が露出し、通常舗装は積雪が車両走行で踏み固められ氷板が発生するといった経緯をたどっている。また、降雪量が 1cm/h 以上にもかかわらず通常舗装の路面に積雪が見られなかった事例では気温が -2.0℃ 以上である傾向があったことから、気温が -2.0℃ 以下になることが当該調査箇所における積雪条件の一つと考えられる。

次に赤塗り箇所に着目すると、平成 27 年に調査した粗面型を除き、いずれも前日の夕刻～夜に凍結抑制効果が確認されている。深夜は交通量が少なく気温も低いことから、早朝は前日の夕刻～夜の路面状態を維持しているか、積雪が増えていると考えられる。それらが朝の交通量の増加とともに凍結抑制舗装は早期に路面が露出する一方で、通常舗装は氷板の消失に時間がかかるといった状況が確認できた。

また、白塗り箇所に着目すると、気温が -1.0℃ 前後でも効果が確認できた事例がある。しかし、降雪量は 3～6cm/h と降雪量が多いときに限られる。言い換えれば、降雪量 3～6cm/h 以上と極めて強い降雪時でも、気温が -2.0℃ 以上であれば凍結抑制効果が確認できる場合もある。

凍結抑制効果が現れた状況例を写真－1 に示す。いずれの場合も通常舗装には文献 4) に示されているそろばん道路の様な氷板路面が発生しており、発生条件もそろばん道路の発生しやすい条件に類似している。今回の調査箇所はそろばん道路が発生しやすく、凍結抑制舗装はそのような路面状態を抑制する効果があることが分かった。



写真－1 凍結抑制舗装（粗面型）の効果を確認した状況例（左から供用1冬目、2冬目、4冬目）

4. おわりに

今回は限定された箇所での調査ではあるが、供用4冬目の凍結抑制効果を確認し、凍結抑制舗装が効果を現す一定の条件を示すことができた。今後も現地調査を継続的に実施して凍結抑制性能の持続性を確認するとともに、その発生条件を更に明確化することで、適用箇所の取りまとめを目指す。

参考文献

- 1) 前田、鈴木、菅野：粗面型ゴム粒子入り凍結抑制舗装「アイストッパー」、第13回北陸道路会議報文集、2013
- 2) 宮本修二：講座 路面の評価－積雪寒冷地の路面－、舗装、Vol.37、No.1、2002
- 3) 東本、鈴木：ゴム粒子を使った凍結抑制舗装に関する研究、第26回ふゆトピア研究発表会論文集、2014 ふゆトピア・フェア in 釧路 HP、2014
- 4) 蟹江、Zheng、横見ら：そろばん道路の発生過程とその条件：定点カメラ観測に基づく一考察、北海道の雪氷 (No.35)、2016

表－2 凍結抑制効果が現れた気象条件等*1

調査箇所	調査日時		天候	気温 (℃)	降雪量 (cm/h)	積雪の 深さ (cm)	通常舗装		凍結抑制舗装	
	年月日	時刻					タイヤ走行 箇所の 路面状態	雪水の厚さ 【目視】 (cm)	タイヤ走行 箇所の 路面状態	雪水の厚さ 【目視】 (cm)
ギャップ型	H.26.2.4	15:30	曇り	-2.4	1	14	氷板	1～3	まだらに氷板*	1～3
		16:30	曇り	-2.1	1	14	氷板	1～3	まだらに氷板*	1～3
	H.26.2.5	4:30	曇り	-2.8	0	12	氷板	1～3	湿潤	0
	H.26.2.8	12:30	雪	-1.1	3	17	氷板	1～3	シャーベット	0
	H.27.2.9	18:00	雪	-2.8	1	24	氷板	1～3	湿潤	0
		18:15	雪	-2.8	1	24	氷板	1～3	湿潤	0
		20:00	雪	-2.0	0	26	氷板	1～3	シャーベット	0
		20:30	雪	-2.0	0	26	氷板	1～3	シャーベット	0
	H.27.2.10	5:45	雪	-1.7	0	29	氷板	1～3	シャーベット	0～1
		8:00	雪	-2.0	0	26	氷板	1～3	シャーベット	0
粗面型	H.29.1.14	12:20	雪	-2.6	1	11	氷膜	0～1.5	湿潤	0
	H.26.2.4	16:00	曇り	-2.0	1	14	氷板	1～3	湿潤	0
		18:00	雪	-2.6	1	14	氷板	1～3	湿潤	0
	H.26.2.5	4:45	曇り	-3.0	0	12	氷板	1～3	湿潤	0
		5:15	曇り	-3.0	0	12	氷板	1～3	湿潤	0
	H.26.2.8	13:00	雪	-0.8	6	23	氷板	1～3	シャーベット	0
	H.27.2.10	6:00	雪	-1.5	0	29	氷板	1～3	湿潤	0
		7:40	雪	-2.3	0	29	氷板	1～3	湿潤	0
	H.29.1.14	12:20	雪	-2.6	1	11	氷膜	0～1.5	湿潤	0

*1 気温、降雪量、積雪の深さは気象庁のホームページより引用

*2 湿潤路面にまだらに氷板がついている状態（氷板路面より湿潤路面の方が圧倒的に多く、ほとんど滑らない）