

# 植物由来・非塩化系凍結防止剤 \_\_\_ 散布効果<比較>試験報告 岩手県1 \_\_\_

株式会社連成 環境事業部 技術チーム

当社凍結防止剤と従来品(塩化ナトリウム)との効果比較確認を行うため、令和3年1月、厳冬期の積雪寒冷地域である岩手県久慈市の協力を得て、一般道での散布効果比較試験を行った。本試験では、凍結防止剤を散布するだけでなく、通常の車両通行を想定した交通模擬車両の走行を繰り返し実施し、実際の交通現場に近い状況にした試験を行うことで、当社凍結防止剤の新規性を確認することができた。本試験の状況と詳細について以下に述べる。

## 1. 試験期間と気象状況

散布試験は1/15(金)~1/22(金)の試験期間の中で実施した。この期間の試験エリアの気象条件を下表に示す。下表の観測データは標高418mの観測地点のものであり、当社が試験を実施したエリアは標高725m地点である。

年月日	曜日	平均気温 (℃)	最深積雪 (cm)	降雪量合計 (cm)	最高気温 (℃)	最低気温 (℃)
2021年1月15日	金	-5.4	23	0	1.7	-14.3
2021年1月16日	土	1.8	23	2	5.8	-2.5
2021年1月17日	日	-3.9	17	0	-1.6	-7.7
2021年1月18日	月	-6.5	20	6	-1.1	-15.8
2021年1月19日	火	-7.4	24	7	-3.7	-10.5
2021年1月20日	水	-6.2	21	3	-4.1	-9.8
2021年1月21日	木	0.1	21	2	4.1	-6.8
2021年1月22日	金	1.8	19	4	3.9	-1.7

(気象庁観測データより)

## 2. 試験箇所

岩手県久慈市建設部様に試験道路の協力を頂いた。なお、試験走路は全長約1000mである。また、凍結防止剤散布前の事前除雪作業においても久慈市様の協力を得た。



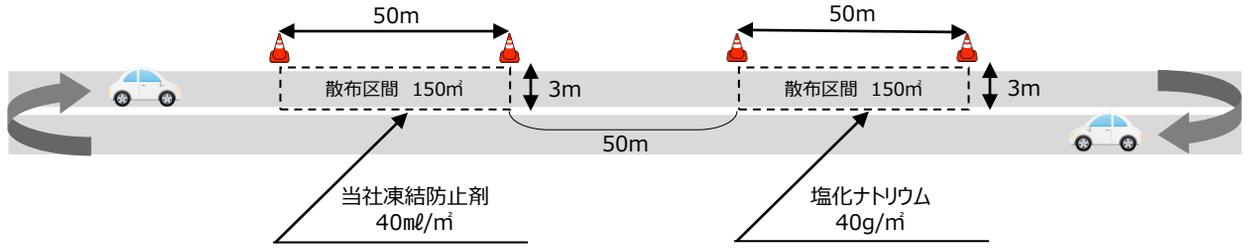
## 3. 試験材料および散布方法

当社凍結防止剤と、その比較材料として、従来品である塩化ナトリウムを使用し、東北地方整備局公表の 道路の維持管理計画案(1)を基に、散布量20g/m<sup>2</sup>を散布する予定であったが、試験エリアの環境の面から、その散布量では比較材料としての効果を発揮できないと考えられたため、凍結防止剤の性能等の取りまとめ調査(2)を基に、塩化ナトリウム40g/m<sup>2</sup>の量を比較材料として散布した。また、散布量を合わせた比較検証を行うため、当社凍結防止剤の散布量も40ml/m<sup>2</sup>とした。散布のタイミングはどちらも、除雪後の凍結予防散布である。

材 料	塩化ナトリウム	当社凍結防止剤
散布量	40g/m <sup>2</sup>	40ml/m <sup>2</sup>
散布法	手撒均等散布 	背負電動噴霧器 間隔スポット散布 

## 4. 試験コースレイアウト

散布箇所は、試験道路の直線部に延長50mの散布区間2区間を設定し、2区間の間隔は、各材料の散布区間同士の干渉を避けるために50m間隔とした。(片側車線使用) また、実際の道路交通に近い状況での効果を確認・計測するため、交通模擬車両を時速40km/hで繰り返し走行させた。

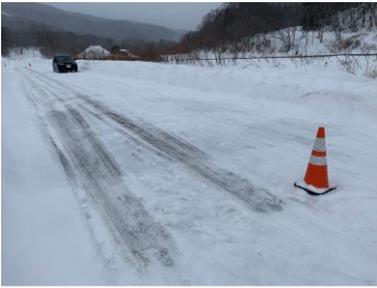


## 5. 試験結果 (現場状況)

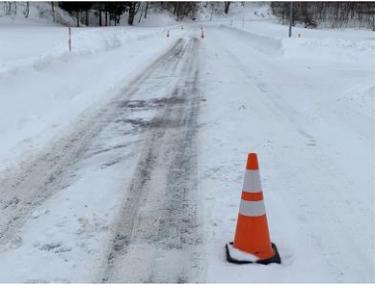
1/19(火)~1/21(水)の3日間にわたって散布試験を行った。散布開始時点から、気温 $-10^{\circ}\text{C}$ 近い低温が続き、降雪も続いたことから、比較材料である塩化ナトリウム $40\text{g}/\text{m}^2$ の散布路面は、散布から12時間後の観測時点で凍結現象が発生していた。これについては、国立研究開発法人寒地土木研究所公表の凍結防止剤散布量の低減に関する研究(3)のことが明らかとなった。一方、凝固点が $-47^{\circ}\text{C}$ である当社の凍結防止剤は、材料色も路面に残り、凍結現象が発生する氷点下の環境のもと、散布から36時間後までの凍結防止持続効果を確認できたが、それ以降に関しては、気温の上昇もあり、材料による凍結防止なのか、環境の変化によるものなのか、検証が難しい領域となった。試験開始から40時間後までの現場の外観・気温・考察を踏まえた試験結果を下記に示す。また、散布試験中1時間毎の気温変化についても別表に示す。

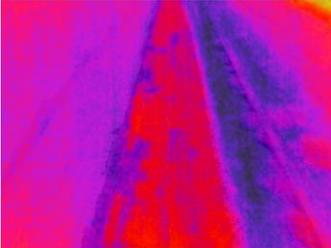
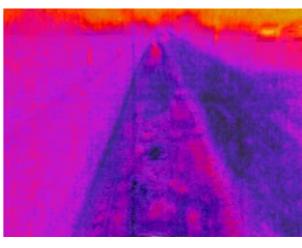
日時	1/19(火)15時00分	気温	$-8.5^{\circ}\text{C}$	状況	試験道路作製
	積雪20cm	→	繰り返し除雪	→	除雪後の路面
					
	午前8:00の段階で積雪20cm。散布区間に設置したカラーコーンは下部が雪で覆われている状態。久慈市の協力を得て、極力ブラック路面が出るまで除雪を行って頂いた。				

日時	1/19(火)21時00分	気温	$-10.1^{\circ}\text{C}$	状況	散布直後から交通模擬車両の走行
	左・当社凍結防止剤 $40\text{ml}/\text{m}^2$ 散布直後		左・塩化ナトリウム $40\text{g}/\text{m}^2$ 散布直後		交通模擬車両繰り返し走行
					
	当社凍結防止剤の散布は、路面の雪を極力除去した状態で行った。また、交通模擬車両は時速40km/hで試験終了まで繰り返し走行させ、無散布の反対車線と合わせて走行させた。				

日時	1/20(水)09時00分	気温	-6.7℃	状況	散布から12時間経過
手前・当社凍結防止剤散布路面	手前・塩化ナトリウム散布路面	塩化ナトリウム散布路面のこぶ状の凍結			
					
当社凍結防止剤散布路面と塩化ナトリウム散布路面とでは、外観上に差はない。散布開始から降雪が続いたが、当社凍結防止剤に融雪効果はない。塩化ナトリウム散布路面では、こぶ状の凍結があちこちに発生している。					

日時	1/20(水)15時00分	気温	-4.5℃	状況	散布から18時間経過
左・当社凍結防止剤散布路面	当社凍結防止剤 引きずり効果	15時気温			
					
当社凍結防止剤散布路面と無散布路面とでは、交通模擬車両の繰り返し走行で外観に違いがある。また、液体成分の粘性から引きずり効果が見えている。路面の雪はシャーベット状と言え、材料色が見える。					

日時	1/21(木)09時00分	気温	-0.3℃	状況	散布から36時間経過
左・当社凍結防止剤散布路面	当社凍結防止剤 引きずり効果	左・塩化ナトリウム散布路面			
					
無散布路面の凍結は強く、繰り返しの交通模擬車両の走行による摩擦との相乗効果でも剥がれない強固な状態。塩化ナトリウム散布路面は、交通模擬車両の走行による大きな相乗効果はない。					

日時	1/21(木)13時00分	気温	2℃	状況	散布から40時間経過
左・当社凍結防止剤散布路面	左・高温表示 右・低温表示	左・塩化ナトリウム散布路面	散布路面も低温状態		
					
～ ドローン撮影 ～		～ ドローン撮影 ～			
気温の上昇により当社凍結防止剤散布路面・塩化ナトリウム散布路面のどちらもブラック面が大きく現れるが、塩化ナトリウム散布路面には凍結が残っている。このことを、ドローン赤外線カメラ撮影で示す。					

## 5. 試験結果の別表

散布試験中、1時間毎の気温変化。

年月日時	気温(℃)	年月日時	気温(℃)
2021/1/20 0:00	-9.7	2021/1/21 0:00	-5.7
2021/1/20 1:00	-9.7	2021/1/21 1:00	-5.4
2021/1/20 2:00	-9.5	2021/1/21 2:00	-5.4
2021/1/20 3:00	-9.3	2021/1/21 3:00	-6.6
2021/1/20 4:00	-9.5	2021/1/21 4:00	-5.2
2021/1/20 5:00	-8.4	2021/1/21 5:00	-4.8
2021/1/20 6:00	-7.9	2021/1/21 6:00	-1.1
2021/1/20 7:00	-7.7	2021/1/21 7:00	-0.7
2021/1/20 8:00	-7.4	2021/1/21 8:00	-0.5
2021/1/20 9:00	-6.7	2021/1/21 9:00	-0.3
2021/1/20 10:00	-5.9	2021/1/21 10:00	1.8
2021/1/20 11:00	-5.2	2021/1/21 11:00	2.1
2021/1/20 12:00	-4.6	2021/1/21 12:00	2.4
2021/1/20 13:00	-4.5	2021/1/21 13:00	2
2021/1/20 14:00	-4.3		
2021/1/19 15:00	-8.5	2021/1/20 15:00	-4.5
2021/1/19 16:00	-9	2021/1/20 16:00	-4.6
2021/1/19 17:00	-9.7	2021/1/20 17:00	-4.7
2021/1/19 18:00	-10.1	2021/1/20 18:00	-4.7
2021/1/19 19:00	-10.3	2021/1/20 19:00	-4.3
2021/1/19 20:00	-10.3	2021/1/20 20:00	-4.1
2021/1/19 21:00	-10.1	2021/1/20 21:00	-4.6
2021/1/19 22:00	-9.9	2021/1/20 22:00	-5.2
2021/1/19 23:00	-9.9	2021/1/20 23:00	-4.9

## 6. すべり摩擦係数の計測

散布効果の把握は、日本道路協会「舗装調査・試験法便覧」でも採用されている、回転式すべり抵抗測定器(DFT)によるすべり摩擦係数の測定により行った。計測結果数値の評価基準に関しては、路面の残雪に関わる様々な状態の物質や気温など、現場環境によって様々であり、今回の環境下での全体的なすべり摩擦係数は低い。これは既NETIS登録材料HK-12 0038-VR(4)のすべり抵抗測定結果と同様の現象である。様々な要因から、測定数値にはばらつきが見られるものの、散布効果を比較する計測数値としては違いが生れている。測定考察も踏まえて以下に示す。

### ■ 回転式すべり抵抗測定器-DFT)

この測定器は、駆動モーターにより回転するゴムスライダーが車両走行を模倣したスピードで測定路面に接触し、相対的な変位を検出することによって、すべり抵抗を測定する。今回は車両走行速度40km/hを想定したすべり摩擦係数 $\mu 40$ の測定を行った。

～ 測定状況 ～



### ■ 測定結果まとめ

日時	1/19(火) 21時00分	1/20(水) 09時00分	1/20(水) 15時00分	1/20(水) 21時00分	1/21(木) 09時00分	1/21(木) 13時00分							
散布後経過時間	1時間後	12時間後	18時間後	24時間後	36時間後	40時間後							
外気温度	-10.1℃	-6.7℃	-4.5℃	-4.6℃	-0.3℃	2℃							
回転式すべり抵抗測定器によるすべり摩擦係数： $\mu 40$ （それぞれ3箇所測定 of 平均）							総平均						
当社凍結防止剤 40mℓ/m <sup>2</sup> 散布箇所	0.25	平均 0.29	0.33	平均 0.31	0.26	平均 0.22	0.19	平均 0.37	0.33	平均 0.37	0.40	平均 0.36	0.31
	0.34		0.29		0.35		0.24		0.40		0.39		
	0.28		0.31		0.32		0.22		0.39		0.30		
塩化ナトリウム 40g/m <sup>2</sup> 散布箇所	0.25	平均 0.27	0.23	平均 0.22	0.22	平均 0.16	0.10	平均 0.22	0.22	平均 0.22	0.17	平均 0.18	0.21
	0.28		0.19		0.24		0.19		0.22		0.15		
	0.28		0.23		0.23		0.18		0.21		0.21		

- ※散布から1時間後では、どちらの散布路面にも効果の違いはほとんどないと言える。気温-10℃前後が続き、降雪も続く。
- ※散布から24時間後では、吹雪となり、雪に関わる路面の障害物を取り除くのが困難であった。
- ※無散布路面の測定も試みたが、全面凍結した氷盤が厚く、比較可能なデータを得ることができなかった。（右写真）



## 7. まとめと今後について

本試験では、当社凍結防止剤の自然環境下における凍結防止効果とその持続性について、従来品である塩化ナトリウムとの比較検証を行い、散布から40時間後の気温は+2℃であるが、凍結現象が起こる範囲内の気温であり、無散布路面の凍結状態を考慮すると、凍結防止効果持続性が確認できたと言える。

しかしながら、従来品である塩化ナトリウムの最少散布量とされる20g程度との比較検証ができる環境ではなかったため、今後、比較検証に適した環境にて試験計画を行うものとする。

～参考文献～

- (1)道路の維持管理計画案／東北地方整備局
- (2)凍結防止剤の性能等の取りまとめ調査について／北陸技術事務所
- (3)凍結防止剤散布量の低減に関する研究／寒地土木研究所
- (4)既NETIS登録HK-120038-VR／実験等実施状況