

冬期路面管理における凍結防止剤散布方法の試行

川原克美*1 馬場利幸*1

1.はじめに

富山河川国道事務所能越国道維持出張所（以下、「当出張所」）では、石川県境より氷見市を通過し、高岡市へと至る2路線、国道160号および国道470号（能越自動車道）について冬期管理を行っている。（図-1）

除雪工区としては、路線毎の2工区となっており、それぞれの道路特性等に対する除雪体制で進めている。

本文は、当出張所における冬期路面管理の課題を、凍結防止剤散布（以下「散布」）方法の工夫により対応した一事例を報告するものである。



図-1 能越国道維持出張所の管内図
（国道160号、国道470号）

2.国道160号の冬期路面管理

2.1 道路特性と課題

国道160号の管理区間は、石川県境から富山県高岡市四屋（国道8号交差点）までの延長26.2kmであり、うち約13.4kmが4車線道路である。主に海岸部と内陸平

野部で構成され、所々で坂路のある縦断線形となっている。

冬期における散布については、従来、コスト削減等の観点から、散布を第2走行車線に限定していた。これは、横断勾配により、融解水が第1走行車線へ流出することによる凍結融解・融雪を期待してのものであった。（図-2(a) 散布方法-1）

しかし、第2走行車線側のみ散布では、わだち部に融解水が滞留し、第1走行車線まで流出しない、また縦断勾配のあるような箇所においては、横断方向に流出しない等の問題により、効果的な凍結融解・融雪ができず、第1走行車線に凍結や積雪が残る状況となっていた。

結果、登坂不能車による交通障害が発生する結果となり、苦情の電話も多く寄せられていた。

2.2 凍結防止剤散布の工夫

この問題点を解消するため、第1走行車線より散布幅7m・散布方向を右後方に散布することを試行した。（図-2(b) 散布方法-2）

散布幅・散布量の増加により、2車線一律の効果を期待してのものである。

しかし、凍結防止剤散布車（以下、「散布車」）が走行している第1走行車線のほうが凍結融解・融雪の効果が大きく、第2走行車線には積雪が残り、同一路線において走行車線の路面状況に差が生じる危険な状況となり、またスリップ事故を懸念した警察より追加散布の要望もあった。（写真-1）

そこで、散布幅だけでなく、散布方向の設定をコントロールできるように着目した。これは、散布車後部に設置されているブレードの設定変更によるもので、散布車の運転席で容易に設定変更ができるものである。

これにより、散布幅7m・散布方向を左後方に設定し、第2走行車線からの散布を試行した。（図-2(c) 散布方法-3）

結果については、やはり散布している第2走行車線の凍結融解・融雪より進む結果となった。

しかし、第1走行車線について、若干凍結・積雪が残るが、交通に影響を及ぼさない程度までの効果を確認した。（写真-2）

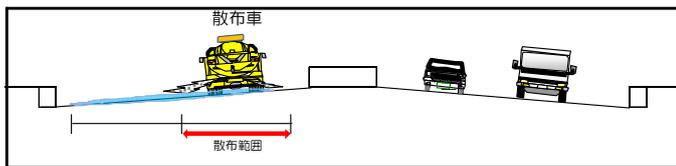
*1 北陸地方整備局 富山河川国道事務所 能越国道維持出張所

散布方法-2 と散布方法-3 の違いによる凍結融解・融雪の差については、走行車線毎の交通量の違い、横断勾配の影響、散布車の構造等、様々な要因が考えられるが、これまでの試行から、融雪等の効果発現は、交通量と散布量に比例するであろう点に着目した。

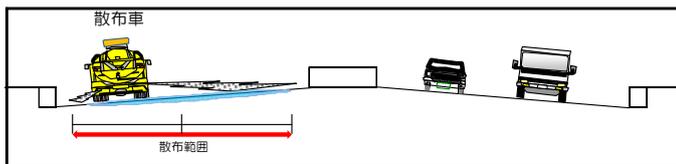
大雪時や夜通しでの路面凍結が予測される場合は、散布方法-3 と散布方法-2 を繰り返し交互に実施することで、バランスの良い融解・融雪を試みた。

また、朝方のみ路面凍結が予測された場合等、1回の散布で足りる場合には散布方法-3 での散布とした。

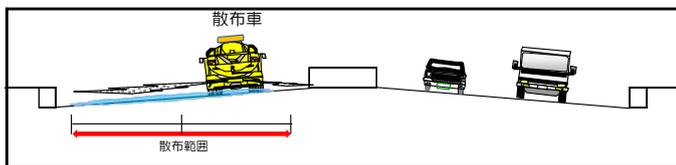
結果、昨冬に試行した大雪時において交互散布を実施し、良好な冬期路面状況が確保できた。(写真-3)



(a) 散布方法-1 (散布幅:3.5m, 散布方向:後方)



(b) 散布方法-2 (散布幅:7.0m, 散布方向:右後方)



(c) 散布方法-3 (散布幅:7.0m, 散布方向:左後方)

図-2 散布方法



写真-2 H29.1.24,am7:20,気温-2.0℃
(散布から約3時間後:第1走行車線に積雪が残るが、影響のない程度)



写真-3 H29.1.25,am7:40,気温-0.7℃
(散布から約3時間後:第1・第2走行車線共に黒路面となった状況)



写真-1 H29.1.23,am5:50,気温-1.0℃
(散布から約5時間後:第2走行車線に積雪が残る)

3.国道470号の冬期路面管理

3.1 道路特性と課題

当出張所における国道470号の管理区間は、石川県境から富山県高岡市池田(高岡IC)までの延長30.1kmの自動車専用道路(以下、「自専道」)であり、その大部分が対面通行である。主に内陸平野部と山間部で構成されている。

国道470号は自専道であるため、低速作業車である除雪グレーダーは配備されていない。また、除雪トラックは4台配備されており、プラウについては高速除雪を行うために、鋼製エッジではなく樹脂製エッジを使用した新雪除雪に対応した仕様となっている。(写真-4)

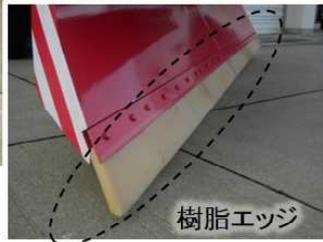


写真-4 国道 470 号に配備されている除雪トラック

また、散布車は 1 台（湿潤式，6t 級，4 × 4）の配備状況で、本線および IC ランプ部の 1 サイクル当たりの走行延長は約 140km であり、約 4 時間を要する課題があった。

当出張所管内での積雪は、北陸特有の湿った雪であり、非常に圧雪になりやすく、一度圧雪路面が形成されてしまうと、除雪トラックの樹脂エッジでは歯が立たず、大雪時には、大型車両がスリップを起こし、立ち往生してしまう交通障害も発生していた。

また、本線は大部分が対面通行であり、中央には簡易中分およびポストコーンが設置されているため、立ち往生車が発生すると、必然的に通行止めとなってしまう、除雪作業をも困難にさせる状況となっていた。（写真-5）



写真-5 H28.1.25_国道 470 号の交通障害発生状況

これら問題発生の背景として、低温による路面凍結に対し、1 回の散布に約 4 時間を要するため、予備散布が間に合わず凍結路面が形成される、また、凍結融解後の再凍結路面が発生する点に着目した。（表-1）

なお、本線は自専道であるため、道路利用者より求められる管理水準が、他の直轄国道よりも高いという実情がある。

表-1 各濃度、各温度における塩化ナトリウム水溶液の効果持続時間^{※2}

塩分濃度(%)	1㎡当たり 散布量(g/㎡)	効果持続時間(分)							
		外気温(°C)							
		-1	-3	-5	-10	-15	-20	-25	
0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	3	72	4	9	7	4	7	9	
1.0	5	248	15	16	6	6	9	6	
1.5	8	301	33	22	10	4	8	8	
2.0	10		53	25	11	7	5	6	
2.5	13		54	41	13	8	10	8	
3.0	15		86	40	16	8	8	8	
4.0	21		151	63	22	13	10	10	
5.0	26			76	25	13	10	10	
6.0	32			112	32	17	14	11	
8.0	43	凍結せず			48	26	16	14	
10.0	56		凍結せず		78	32	23	17	
15.0	88			凍結せず		76	46	34	
20.0	125				凍結せず		187	98	
25.0	167					凍結せず			
30.0	214						凍結せず	凍結せず	

3.2 凍結防止剤散布の工夫

圧雪路面の形成に対し、これまで除雪トラックにより対応していたが、先述の通り樹脂エッジのため、効果的な圧雪除去は困難である。

そこで発想を変え、圧雪を形成しないよう、散布による対応を考察した。

これまでの散布車出動基準は、気象予測をもとに 2℃を下回る時刻（図-3）もしくは、降雪開始時刻としていたが、当路線ではこれまでの基準によらず、実状に合わせた出動基準を試行し、気象予測が 0℃を下回る 5 時間前、または降雪開始時刻の 5 時間前とした。

散布の目的には、「凍結防止」「凍結融解」「圧雪処理」があるが、降雪を圧雪にしないために、「圧雪処理」に必要な散布量である 40g/m² の散布を、降雪開始前より実施する計画とした。（表-2）

しかし、40g/m² の散布では、凍結防止剤が約 7,430kg/回必要となり、散布車の容量である 6t を超えてしまう。

そこで、6t に収まるよう 30g/m² の散布を計画した。凍結防止剤の必要量は約 5,570kg/回である。

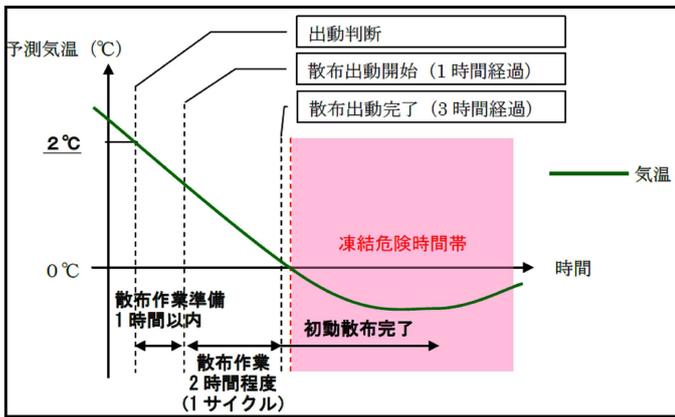


図-3 出動判断から凍結危険時間帯
までの気温推移のイメージ※2

表-2 凍結防止剤の標準散布量(原塩)※2

気温	散布目的					
	凍結防止		凍結融解		圧雪処理	
	密粒舗装	排水性舗装	密粒舗装	排水性舗装	密粒舗装	排水性舗装
-3°C以上	15g/m ² 20g/m ² (乾式)	20g/m ²	30g/m ²	30g/m ²	40g/m ²	40g/m ²
-6°C~-3°C	30g/m ²	30g/m ²				
-6°C以下	40g/m ²	40g/m ²				

降雪が続いている間、30g/m²の散布を継続した結果、圧雪が形成される事はなく、ザクレ状に堆雪する状態を維持することができた。(写真-6)



写真-6 H29.1.22,pm10:40_ザクレ状に堆雪

これにより、樹脂エッジの除雪トラックにおいても除雪可能な状態を維持し(写真-7)、昨冬の大雪時において黒路面管理が実現できた。(写真-8)



写真-7 H29.1.24,am9:10_除雪トラックによる除雪状況



写真-8 H29.1.24,am8:00_路面状況

4. 今後に向けて

本稿の各取り組みにおいては、特に大雪時の交通障害を未然に防ぐ目的から、成果を重視した方法として試行的に実施したものである。

この取り組みについて、「スペシャル(試行)からベーシック(通常運用)」へ移行できるよう、コストや体制の継続性等を総合的に勘案し、今冬の除雪に取り組みたい。

<各路線の試行的課題>

(国道160号)

- ・気象・路面状況に応じた散布方法の選択(道路構造、凍結、積雪、降雪ありなし等)

(国道470号)

- ・降雪が数十時間続く際のオペレータの身体的負担。
- ・散布車の不足。一般的には、散布は2h/回程度。
- ・降雪強度 10cm/h以上が長時間続く際の効果検証。(本稿試行時の降雪強度は 6~11cm/h 程度で短時間)

※2 凍結対策マニュアル(改定案) H22.3 北陸技術事務所