

酢酸系薬剤を用いた定置式凍結防止剤散布装置の効果検証

久保 光¹

¹福井県笹生川・浄土寺川ダム統合管理事務所（〒912-0021福井県大野市中野28-36）

冬期路面の凍結対策は、局所的な管理手法として定置式散布装置を用いた薬剤散布方法や、ロードヒーティングといった無散水融雪等の方法がある。定置式の凍結防止剤散布装置としては、粒状の薬剤を散布する装置、道路に埋設したしみ出し部から液状凍結防止剤を散布する装置、或いは道路には埋設物を設けず、噴射ノズル等を用いて液状凍結防止剤を散布する装置等があり対策目的に応じた装置が使用されている。

2014年に、国道および一般県道において、酢酸系薬剤を用いた定置式の凍結防止剤散布装置を福井県で初めて設置したのでその概要と効果検証結果を報告する。

キーワード 凍結対策 凍結防止剤 定置式散布装置

1. はじめに

冬期路面の凍結対策は、図-1に示すように、作業系として凍結防止剤を用いた薬剤散布、施設系としてロードヒーティング等が挙げられる。凍結地域の日陰になり易い道路や急カーブ、急勾配の道路、橋梁部、トンネルの出入り口等では特に局所的な対策が望まれる。

局所的な管理手法としては、定置式散布装置を用いた薬剤散布方法や、ロードヒーティングといった無散水融雪等の方法があるが、これらの方法を費用対効果の観点から比較したのが、表-1となる。消雪パイプは、地下水等の水源が確保できれば、確実な効果が期待できるが、イニシャルコストは比較的高くなる。また、無散水融雪は確実な効果が望めるが、イニシャルコスト、ランニングコスト共に高くなる。定置式の凍結防止剤散布装置としては、粒状の薬剤を散布する装置、道路に埋設したしみ出し部から液状凍結防止剤を散布する装置²⁾、或いは道路には埋設物を設けず、噴射ノズル等を用いて液状凍結防止剤を散布する装置等があり対策目的に応じた装置が使用されている。

2014年に、福井県越前町内の国道および県道において、酢酸系薬剤を用いた、定置式の凍結防止剤散布装置を福井県で初めて設置した。また、2015年～2016年度にかけて定置式の凍結防止剤散布装置の効果について検証したのでその結果を報告する。

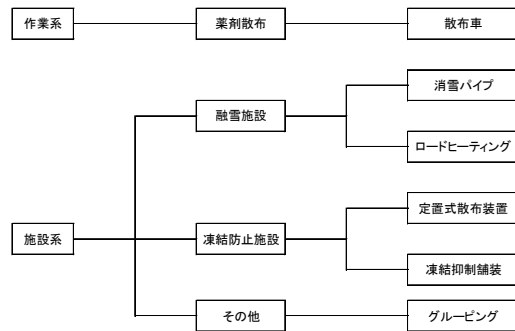


図-1 冬期路面の凍結対策¹⁾

表-1 定置式装置の比較¹⁾

	消雪パイプ	無散水融雪施設 (ロードヒーティング)	凍結防止剤 定置式散布装置
概要	路面の積雪を地下水などを散布することで消雪する施設	舗装内に埋設した電熱線或いは温水を循環させたパイプにより路面を加熱し融雪する施設	凍結防止剤を定置式の自動散布装置により路面に散布し、通行車両の引きずり効果により、局所的な凍結対策を行う装置
効果範囲	融雪・消雪 ほぼ全面	融雪・消雪 全面	凍結防止・融雪 車道・通行部
特徴	地下水などの水源が確保できれば可能であるが、気温の低下が著しいところでは不可	確実な効果が期待できるが、舗装内に埋設物があり、維持管理の労力大	通行車両に依存するため、通行車両台数が少ない場合は効果が小さい
融雪効果	○	◎	△～○※除雪との併用
イニシャルコスト	比較的高価	高価	安価
ランニングコスト	安価	高価	安価

2. 定置式凍結防止剤散布装置の概要

2.1 使用する凍結防止剤

本装置で使用する液状凍結防止剤は、酢酸カリウムとグリセリンを成分とする酢酸系液状凍結防止剤であり、引きずり効果が高く、環境や構造物への影響も極めて少ない凍結防止剤（カマグ）である。本装置では、ノズル

から噴射された液状凍結防止剤が通行車両のタイヤに付着し前方に引きずられる事により効果を拡散させる。この為、特に引きずり効果の高い液状凍結防止剤が求められる。また、本装置では、ノズルの目詰まりをさせない為、腐食性のあるものは望ましくない。このような要求特性を満足するのが本装置に使用する、環境配慮型の酢酸系液状凍結防止剤である。その特徴は、①成分中にグリセリンを含有することから高い引きずり効果が得られる。②最低凝固点が、図-2に示す様に-43℃と低く、高い凍結防止能力を有する。塩素系化合物を一切含有していない為、腐食性が極めて低く且つ自然環境や金属、コンクリートへの薬害の心配が殆どない事を特長としている。

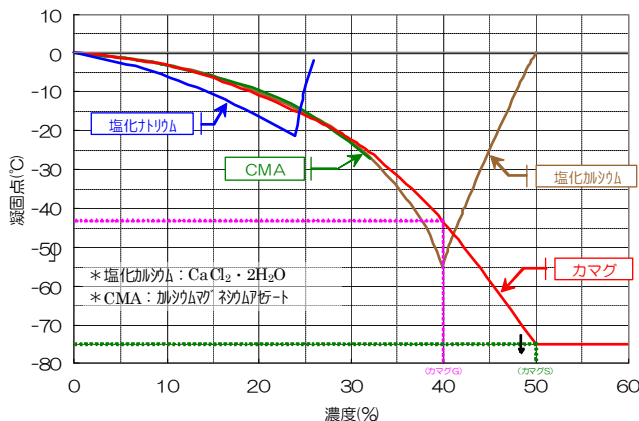


図-2 液状凍結防止剤の成分特性

2.2 本装置の概要

2014年度、国道365号（越前町内）および一般県道越前織田線（越前町内）に1箇所ずつ凍結防止対策用として定置式凍結防止剤散布装置を設置した。

図-3は、外形図を示す。表-2は、凍結防止剤散布装置の仕様を示す。写真-1は、凍結防止剤散布装置の設置状況を示す（県道）。当該施設の設置費用は、基本額として1基あたり約11百万円であった。ただし、電気引込みや設置スペースの条件により、追加費用が必要となる。1シーズンあたりの維持管理費用（シーズン前・後点検および薬剤補充）は約百万円であった。

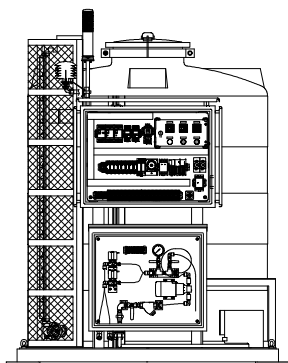


図-3 外形図

表-1 凍結防止剤散布装置の仕様

項目	仕様
寸法	幅 奥行 高さ 1680mm × 1850mm × 2090mm
タンク容量	2000ℓ
温度設定	噴射開始温度：1.0℃ 噴射停止温度：2.0℃
ノズル个数	2個（交互に噴射）
噴射間隔	30秒（15秒設定も可能）
噴射距離	最大約5m 距離は角度で調整
1回の噴射量	約40ml（調整可能）
1時間当たりの噴射回数	60回（毎時0分から噴射回数をカウントし、60回噴射したら打ち止め）
車両検出	車両をセンサーで検出後、10秒間噴射禁止



写真-1 凍結防止剤散布装置の設置状況（県道）

3. 試験方法

3.1 凍結防止剤付着量の測定

定置式凍結防止剤散布装置設置箇所（国道365号）は、橋梁部の下りカーブであるため、すべり摩擦係数を計測する計測車での測定は困難である。また、一般県道越前織田線の道口付近の道路線形が非常に悪いため同様である。上記理由から、すべり摩擦係数の測定は諦め、路面に拡散した凍結防止剤付着量を測定することにより、間接的にすべり摩擦係数の改善効果を検証することとした。通行車両により凍結防止剤を拡散させた状態で、各測定地点（100mピッチ）の路面の凍結防止剤をサンプリングし、サンプリングした凍結防止剤を室内試験にて分析し、各測定地点での凍結防止剤の付着量を測定した。

3.2 路面改質効果の検証

写真撮影により、凍結防止剤噴射箇所の手前部分と凍結防止剤噴射箇所以降の凍結防止剤拡散箇所での凍結路

面の比較を行い、凍結防止剤の効果を検証した。また、凍結防止剤の効果は検証日による気象や交通量にも影響することから調査を行った。本稿では、県道に設置した凍結防止剤散布装置の効果について検証した。

4. 調査結果及び考察

図-4は、凍結防止剤付着量測定結果を示す（2016年11月4日～5日にかけて実施）。図-5は、下り線の通行台数を示す。図-6は、上り線の通行台数を示す。試験日の天候は晴れて、路面は乾燥した状態であった。凍結防止剤散布地点から200m付近までは凍結防止効果が十分に得られる凍結防止剤量が検出された。5時間（20:00）経過時点で、すでに凍結防止剤付着量は200m付近にまで拡散していることがわかる。この原因は、通勤された方々の帰宅ラッシュの影響と考えられる。特にブレーキングポイントである0～100mでは凍結路面の改質が期待できる凍結防止剤付着量であった。300m地点では、凍結防止剤量は減少する傾向であったが、降雪時等に路面の水分量が増加する事で、引き摺り距離は300m程度に達する可能性が高いと考えられる。写真-2は、凍結防止剤による路面改質状況（2015年1月26日）の代表例を示す。凍結防止剤散布地点から、路面がシャーベットとなっており、路面改質されていることがわかる。写真-3は、1月26日午前8時における各観察地点での路面状況を示す。1月26日は、前日の降雪による積雪が残り、且つ気温が氷点下3℃程度まで低下、場所によっては、典型的な凍結路面が発生している状況であった。そのような気象状況の中で、路面観察を実施した。凍結防止剤散布前の50m地点では、凍結路面となっており、かなり滑り易い状況であった。一方、凍結防止剤散布地点から50mの箇所では、シャーベット状に凍結路面が改質されていた。シャーベットの状況は、ブレーキングポイントである100m地点まで観察された。150mから300m地点では、圧雪路面にシャーベット状の雪が混ざり込んだ状況であり、タイヤのトレッド痕跡が明確に確認できる状況であった。凍結防止剤散布手前の路面が凍結路面であったことから、約300m地点まで凍結防止剤の効果によって路面改質が行われたと推定される。

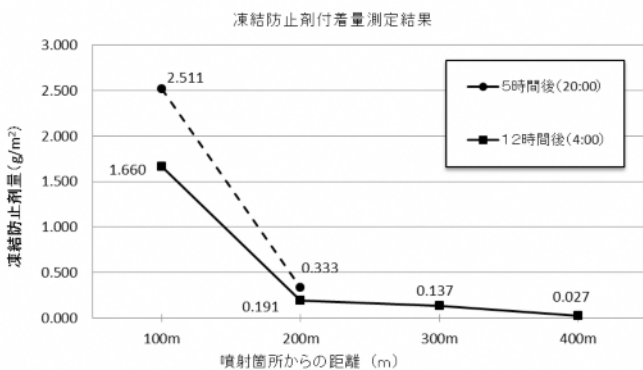


図-4 凍結防止剤付着量測定結果

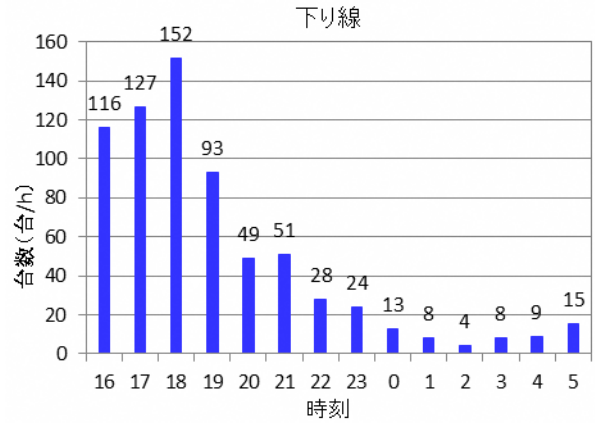


図-5 通行台数（下り線）

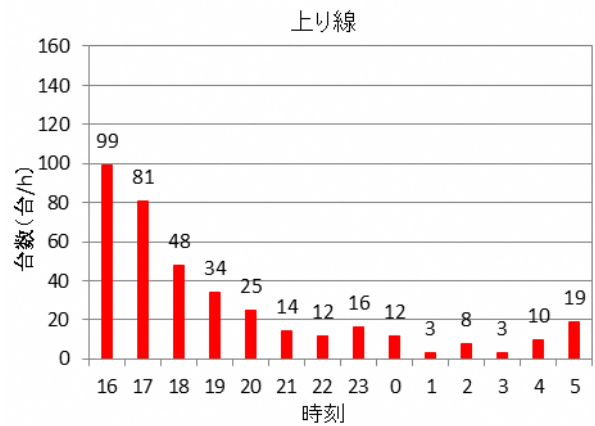


図-6 通行台数（上り線）



写真-2 路面改質状況（代表例）

図-4は、県道の下り線の通行台数を示す。17時～18時にかけて通行台数が100台を超えた。これは、通勤された方々の帰宅ラッシュの影響と考えられる。23時～5時にかけての通行台数は、時間当たり1～10台程度とかなり減少した。6時～7時にかけて通行台数が増えているのは、通勤する方々の影響と考えられる。このような通行台数では、十分な引きずり効果が得られないと予想されるが、

実際は、約200~300m程度の引きずり効果が認められる結果となった。この原因は、17時から22時にかけて通行した車両（時間当たり30~137台）によって、凍結防止剤が引きずられた結果と推察される。

図-5は、参考までに一般県道越前織田線の上り線の通行台数を示す。6時~7時にかけて、通勤ラッシュの影響で通行台数が増えていることがわかった。



写真-3 観測点の路面の改質状況

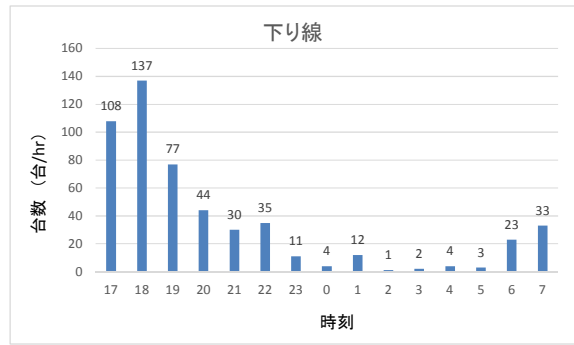


図-4 通行台数 (下り線)

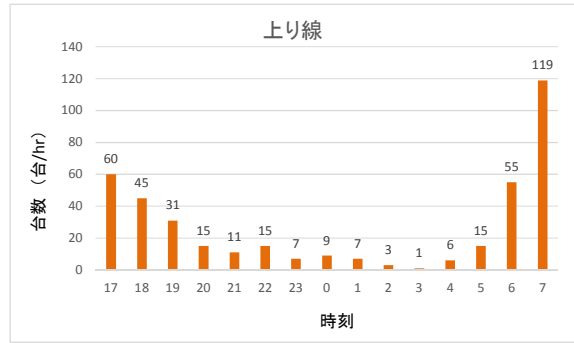


図-5 通行台数 (上り線)

5. まとめ

調査の結果、以下の知見を得た。

- (1) 凍結防止剤散布地点から200m付近までは、凍結防止効果が十分に得られる凍結防止剤量が検出された。
- (2) 凍結防止剤散布地点から50mの箇所では、シャーベット状に凍結路面が改質された。
- (3) シャーベットの状況は、ブレーキングポイントである100m地点まで観察された。
- (4) 150mから300m地点では、圧雪路面にシャーベット状の雪が混ざり込んだ状況であり、タイヤのトレッド痕跡が明確に確認できる状況であった。

以上の結果から、約300m地点まで凍結防止剤の効果があることを検証した。

2017年4月、福井県の定期人事異動により福井県丹南土木事務所鯖江丹生土木部から福井県笹生川・浄土寺川ダム統合管理事務所へ異動しました。

謝辞：酢酸系薬剤を用いた定置式凍結防止剤散布装置の効果検証に当たり、北海道日油株式会社営業部長 中地章氏にご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

引用並びに参考文献

- 1)第 25 回ゆきみらい in 秋田研究発表会論文集：ソーラーバッテリー駆動式凍結防止剤自動散布装置による冬期路面对策について、高橋誠也、河野順二、長岡昭彦、時田和司、中地章、(2013)
- 2)福井県雪対策・建設技術研究所年報第 13 号：定置式凍結防止剤自動散布装置の研究開発、佐野弘、室田正雄、(2000)