

特集 近年における凍結防止技術開発の現状等について

ITを用いた凍結抑制剤散布作業の効率化について

国土交通省 国土技術政策総合研究所 情報基盤研究室所属 たなか よういち 田中 洋一

1. はじめに

1.1 背景

積雪寒冷地は、約2,800万人の生活圏として、日本国土の約60%を占めている。そして、これらの地域は交通手段として自動車への依存度が高く、冬期間における道路交通の確保は、道路管理者にとって重要な役割となっている。その結果、毎年冬期道路管理には、多大な費用が投じられている。特に、平成5年からスパイクタイヤの使用規制が施行され、路面凍結によるスリップ事故を抑制するための、凍結抑制剤散布作業が重要視されるようになった。同時に、この作業に要する費用も年々増加傾向にある。

1.2 目的

今回は、除雪費用全体に占める割合の高い路面凍結抑制剤散布に注目した。そして、路面凍結抑制剤散布作業における作業コスト低減や管理品質の課題に対して、IT技術の一端である位置特定技術やGIS(地理情報システム)データを応用して、作業の簡素化と作業管理の支援による品質確保についての検討を行った。

2. IT技術による路面凍結抑制作業の効率化

2.1 路面凍結抑制作業の現状

路面凍結抑制作業は、凍結抑制剤(主に塩化ナトリウム)を車両後方から散布する方法が一般的である。写真-1に路面凍結抑制剤散布車による作業状況を示す。



写真-1 凍結抑制剤散布車による作業状況

この作業は、運転手と助手が同乗して2人1組で作業を行っている。多くの場合、運転手は凍結防止剤散布車の運転を行い、助手は路面凍結抑制作業装置の操作及び作業時の道路状況の記録を行っている。

散布作業コストについては、凍結抑制剤として使用している塩は、輸入自由化などもあり、低価格化してきている。しかし、凍結抑制剤散布作業の約6割を人件費が占めており、コスト低減のためには人による作業を減らす必要がある。このため、ITを用いた業務改善を行うことで、路面凍結抑制作業コストを低下させることについて考えた。

2.2 システムの構成

現状の問題点を解決するために、路面凍結抑制作業の作業支援システムの構築を行った。図1に、構築したシステムの構成図を示す。今回構築したシステムは、抑制剤散布サーバ及び除雪ステーションPCシステム端末と散布車用ノートPCで構成される。

Keyword: 「冬期道路管理」「凍結抑制剤散布作業」

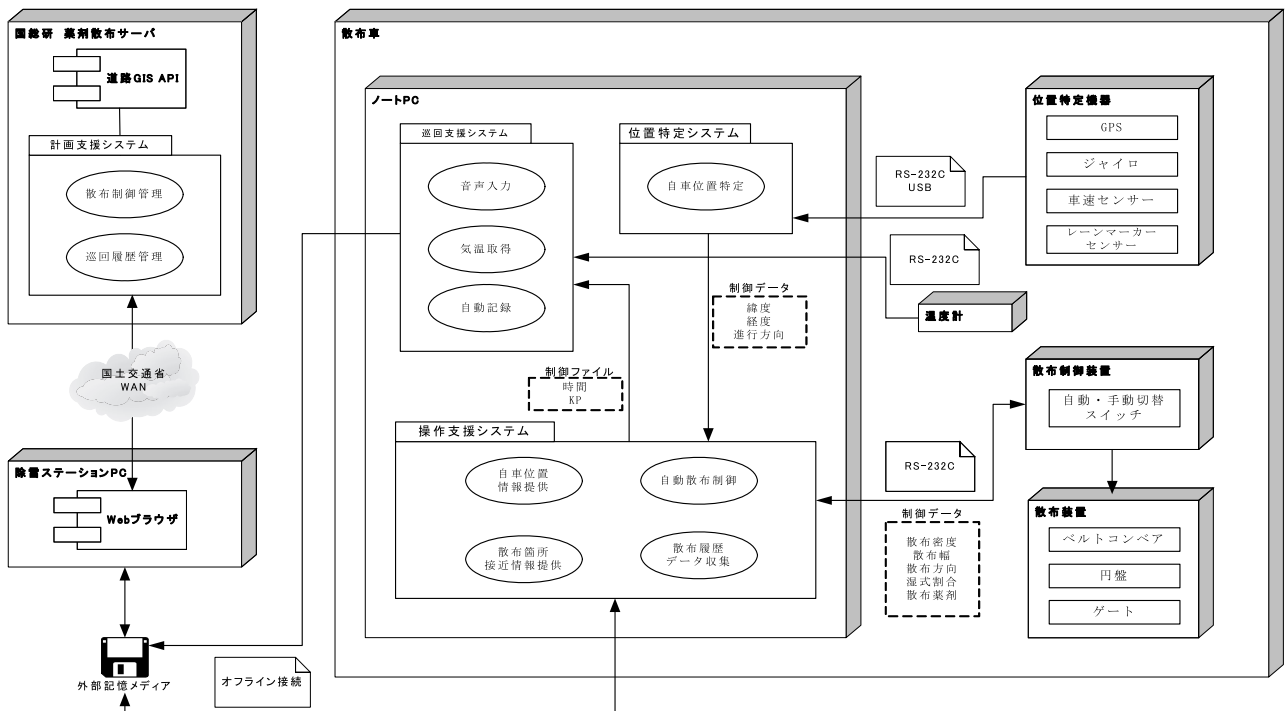


図 - 1 システム構成図

2.2.1 抑制剤散布サーバ

抑制剤散布サーバは、自動散布に必要なとなる散布計画データの作成、蓄積、再配信と巡回記録データの蓄積、帳票化の機能を持っている。また、国総研内に設置されている気象・映像配信サーバからの提供情報を表示するための中継サーバの役割も担っている。

作業計画データの生成、蓄積した散布作業データを道路GISによる情報基盤を使用して管理している。GIS上10m毎に車線分割されたメッシュに、作業計画及び作業履歴データを色分けして表示する。このGISの利用によって、データの生成、蓄積を効率的に行うことができるようになった。また、地図上へ情報をマッピングすることで、作業データを視覚的に把握することができ、視認性、操作性を向上させることができた。図 - 2 にGISを利用した作業履歴確認画面の図を示す。



図 - 2 GISを利用した作業履歴確認画面

2.2.2 除雪ステーションPCシステム端末

除雪ステーションPCシステム端末は、作業時に記録された作業履歴及び巡回記録データを、抑制剤散布サーバへ登録し、作業履歴を閲覧する機能を持っている。Webブラウザを利用しているため、現場でのシステム管理費用が不要となっている。また、巡回記録については、現場ニーズから除雪ステーションで作業後に帳票を紙に出力できるようにしている。

2.2.3 散布車搭載ノートPC

散布車にはノートPCが搭載されており、巡回支援システム、位置特定システム、操作支援システムから構成される。写真2に散布車に搭載されたノートPCを示す。



写真 - 2 散布車に搭載されたノートPC

巡回支援システムの主な機能は、音声入力機能と気温取得機能、作業自動記録機能から構成される。音声入力機能と気温取得機能は、路面凍結抑制作業と平行して、天候、気温（自動取得）、積雪深、交通状況、路面状況、消雪設備の稼働状況などを所定の観測地点で巡回記録データとして音声により記録する機能である。自動記録機能は、作業終了後に行われている作業管理業務について、作業時に記録した音声や気温や作業データを帳票として出力できるようにするものである。

抑制剤散布作業は、気象状況によって管理区間全域を対象とするケースから、交差点、橋梁、山間部などの散布場所を限定して行うケースまで、作業パターンは多岐にわたる。交差点などに場所を限定した作業を行う場合は、散布間隔が短くなっており、かつ高い位置特定精度が求められる。また、多車線部を作業する場合、走行する車線によっては、散布幅を可変する必要があるため、車線特定が可能なレベルの位置特定精度が要求される。

操作支援システムは、散布装置の自動制御を行うために、計画支援システムで作成された作業計

画データと位置特定システムによる正確な位置情報により、抑制剤散布装置へ作業指示を与える。

散布装置は、車載ノートPCにより自動制御される。散布装置の自動制御に必要な情報は、抑制剤の散布箇所、散布方向、散布量などを定める作業計画データと、正確な現在位置である。この情報を利用して、散布制御装置に必要な制御データを送信する。さらに、局所的な路面状況の変化に合わせて、作業内容を変更できるように、運転手が操作する手動操作への切替機能を持たせている。

操作支援システムは、作業計画位置及び現在位置と作業の実行状況をオペレータヘディスプレイやアラームによってガイダンスをする。図-3に作業中のノートPCでのガイダンス画面の一例を示す。



図 - 3 作業中のガイダンス画面

実施された作業内容は、履歴データとして散布装置から収集、蓄積される。また、自動及び手動に関わらず、実際に行った散布箇所、散布量、散布時刻を作業履歴データとして記録する機能を持っている。

2.3 実証試験

実証試験は、国総研にてシステムの総合動作試験をおこなったあと、北陸地方整備局長岡国道事務所的一般国道8号線宮本除雪工区(延長17.2km)にて実際の除雪作業において試験運用を行った。そのなかで作業品質の確認のために、散布計画と散布位置および散布終了後のデータについて検証を行った。

今回の実験システム構築費用をモデルとして、本開発の目的である凍結抑制作業のコスト縮減が、どの程度可能となるのか検証を行った。試算条件は、機器の償却年数を10年と仮定、試験運用フィールドとなった宮本除雪工区を対象とした。費用対効果は、システム整備コストと作業助手の削減による人件費削減について比較した。表-1に、抑制剤散布作業支援の費用対効果の結果を示す。この結果、整備コストを上回る便益が期待でき、経済性の面でも実現できる可能性を示すことができた。

散布作業支援システムの実証試験において収集したデータを分析し、散布パターンの選択理由と

手動散布の使用理由について検証を行った。散布計画パターンの分析に際しては、散布計画データ、散布履歴データ、巡回データをもとに実施した。今回の実証試験目的は、システムの動作確認、位

表-1 抑制剤散布作業支援の費用対効果

(単位:千円)

項目	単位	数量	単価	金額	
機器費	式	1		845	
GPS	台	1	100	100	
ジャイロ	台	1	120	120	
車速センサ	台	1	0	0	
マーカセンサ	台	1	250	250	
温度計	台	1	25	25	
車載PC	台	1	200	200	
周辺機器	式	1	150	150	
設置・調整費	式	1		300	
インフラ費	式	1		3,630	
レーンマーカ	個	242	15	3,630	
ソフトウェア・地図	式	1		560	
GISエンジン	式	1		190	
音声認識	式	1		170	
住宅地図	式	1		200	
データ作成費	式	1		840	
地図データ変換	式	1		240	
アプリ用データ作成	式	1		600	
メンテナンス費	年	10	200	2,000	
計	式	1		8,175	
発生便益B	項目	単位	数量	単価	金額
	年間助手削減額	時間	315.3	3,495	1,102
	10年間削減額	年	10	1,102	11,020
	計	式	1		11,020
B/C				1.35	

想定条件:算定期間は10年とした。導入コストは長岡テストフィールドの実績。助手削減額は宮本工区の薬剤散布車年間稼働実績

表-2 自動散布計画のパターンデータ例

	散布パターンNo.	使用実績			散布量(g/m ²)				
					都市部				山間部
		朝	夜	計	長岡大橋	消パイ	交差点	その他	
事前作成	4	0	2	2	30	0	0	0	0
	7	1	0	1	30	0	20or30	20or30	20
	11	2	0	2	30	20or30	20or30	0	20
現場で作成したパターン	13	0	1	1	15	0	15	0	15
	14	2	1	3	15	0	15	0	15
	15	0	0	0	15	15	15	0	15
	16	0	0	0	15	15	15	0	15
	17	0	0	0	15	0	15	0	0
	18	0	0	0	15	15	15	15	0
	19	2	0	2	30	0	0	0	20
	20	3	2	5	15	15	15	0	15
	21	3	2	5	15	15	15	15	15
	22	0	0	0	30	20or30	20or30	20or30	20
	23	0	1	1	30	20or30	20or30	0	20
	24	1	1	2	0	0	0	0	0
	合計	14	10	24					

置特定精度検証、システムの妥当性検証を第1の目的としたものであり、現場作業者がシステムの取り扱いに十分なれていなかったことが考えられる。このため、分析結果は、現場の方の運用や散布実態をすべて反映したものではないことをあらかじめ断っておく。

今回の実験で作成された自動散布パターンは全部で24種類あり、そのうち使用されたものは、10パターンである。自動散布計画のパターンデータ例を表-2に示す。散布計画データについては、現地でのヒアリングにより数パターンの散布計画データを作成し、ある程度運用した段階でさらに必要な散布計画データを追加作成した。使用する散布パターンの選定理由や手動散布の使用理由は、気象や気温と因果関係があることを見いだすことができた。

最後に、今回の実証試験で得られた散布履歴メッシュ図を、図-4に示す。この散布履歴メッシュ図は、3月上旬に全線15g/m²の計画散布データを使い散布を行った結果である。ある特定区間(パターンが変わっている箇所40~20g/m²散布)は、現場条件により手動操作を用いて散布量を増量した履歴データとして記録されていることが容易にわかる。

3. まとめ

今回、作業計画による自動散布を行うことができるようになり、作業のワンマン化を実現することができた。また、作業計画以外の現場状況による手動操作による作業補正なども、自動的に収集することができるようになり、より詳細な作業管理ノウハウを習得することが可能となった。この

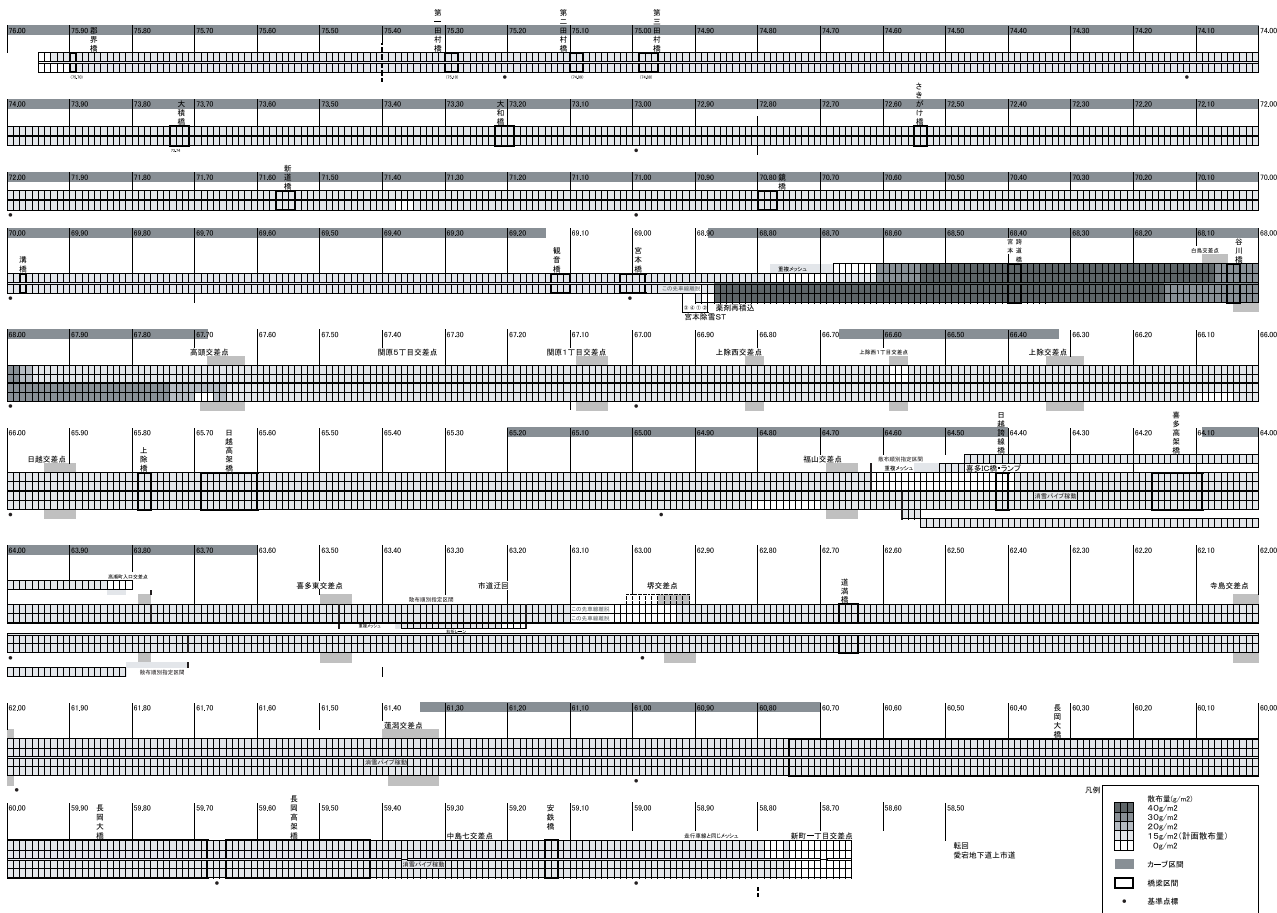


図-4 散布履歴メッシュ図(散布パターンNo.21【15g/m²撒き全線】を使用)

ことは、作業内容を解析することにより、10mメッシュによる散布計画をきめこまやかに設定を行うことが可能になることを意味する。そのため、出動計画や抑制剤散布量の適正化につながり、さらなるコスト縮減に寄与するものと考えられる。

また、開発したシステムは、抑制剤散布以外の除雪作業などの道路維持管理作業についても、同様の手法で作業情報管理を行い、作業履歴を収集し解析することにより、管理品質や除雪作業能力による最適な車両配置を考えることができる。この結果、道路の維持管理品質を下げることなく、様々な要求に沿ったコスト縮減について考えることができるようになる。

さらに、作業履歴から凍結抑制剤散布状況を時系列に集めることにより、距離標ごとに冬期の間に散布した凍結抑制剤総使用量として、把握することが可能になる。この散布した凍結抑制剤の総使用量データは、環境影響との因果関係を解明するための基礎資料としての活用することができる

と考えられる。作業履歴を集めることにより、塩害における環境評価への新たな見解を見出せるのではないと思われる。

4. さいごに

本研究では冬期道路管理について、IT技術を用いてわずかでも低コストかつ効率的に行うための検討を重ねてきたものである。まだシステムが試行的な位置付けであるが、今後の冬期道路管理における高度化・効率化や情報化による情報利活用に向けての一石を投じることができれば幸いである。

謝辞

今回の実証試験実施にあたり、現場を快く提供して頂いた北陸地方整備局長岡国道事務所と、凍結抑制剤散布車の自動制御化と散布車両の提供をしていただいた北陸技術事務所にはこの場を借りて謝意を表します。

掲載資料

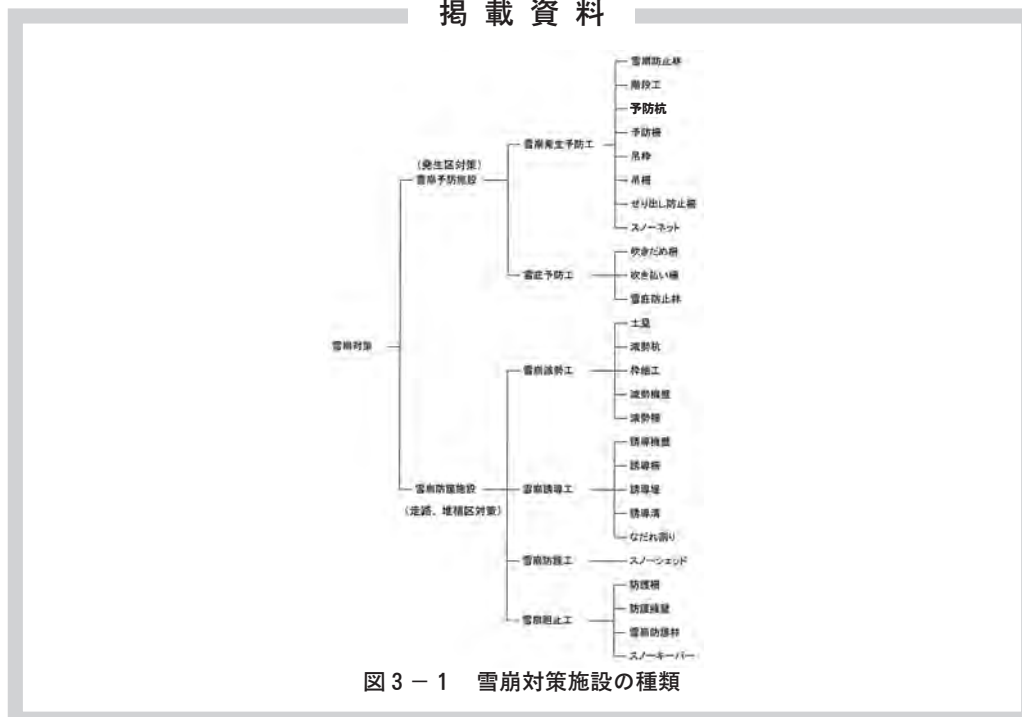


図 3 - 1 雪崩対策施設の種類の種類

「防雪対策施設事例集」より抜粋 雪崩対策施設・第3章3 - 1 頁掲載