

# 13. 効果的な除雪を行うための除雪車位置情報を活用した

## 除雪施工の検証

(独)土木研究所 寒地土木研究所 ○小宮山 一重  
(独)土木研究所 寒地土木研究所 大槻 敏行  
(独)土木研究所 寒地土木研究所 佐藤 信吾

### 1. はじめに

日本は国土の約 50%(24 道府県 532 市町村)が豪雪地帯及び特別豪雪地帯に指定されている<sup>1)</sup>。これらの地域において、道路の降雪は日常的であり、雪の影響により渋滞が発生する等、道路交通への影響が大きい。また、鉄道の廃止により生活が 100%自動車輸送に依存している地域では、道路交通は重要な生命線となっている。このことから、良好な路面管理及び異常気象時における迅速な除雪に対する住民ニーズは高い。

除雪を効果的に行うためには、実施された除雪の施工状況を検証し、改善点等を見だし、除雪計画へ反映する必要がある。

区間と連携して除雪を行うことで除雪作業時間が短縮され、除雪作業の遅延による道路交通への影響を抑えられる可能性があることを確認した。

### 2. 除雪作業の背景

道路の除雪は、道路管理者が管轄路線を分割して工区を設定(以下、除雪工区)し、除雪工区毎に除雪工事受注業者(以下、除雪業者)を割り当てて除雪作業を行っている。また、それぞれの除雪工区に配置されている除雪車は、主に数台の車両で梯団(ていだん)を編成し、雁行体制で除雪作業を行なっている(図-2)。

図表 1-1-67 豪雪地帯及び特別豪雪地帯指定地域



出典：内閣府資料

図-1 豪雪地帯及び特別豪雪地帯指定地域<sup>1)</sup>

近年、ICT の発展に伴い車両の位置情報は様々な用途に活用されており、除雪事業においても地図上での除雪車位置の把握や作業時間の管理等に活用されている事例がある。

本稿では、除雪の施工状況を検証するため、除雪車の位置情報を活用し、時間経過に伴う除雪車の動態を可視化した。そして、隣接する除雪区間の除雪作業において、一方の除雪区間で除雪作業が遅延し、道路交通へ影響を与えていた可能性があるケースを抽出して検証した。その結果、隣接

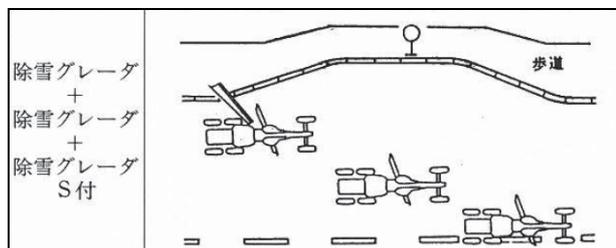


図-2 新雪除雪の組みあわせ施工形態の例<sup>2)</sup>

除雪作業は、降雪状況に応じた最適なタイミングで除雪車が出動し、最適な梯団編成、除雪ルートで実施する必要がある。しかし、これらの判断は主に道路管理者や除雪業者の経験を頼りに行われており、作業実態も定量的には把握されていない。また、除雪事業においては、オペレータの確保や育成について懸念されていることが、除雪業者からのアンケート調査で報告されている<sup>3)</sup>。

このことから、除雪作業を経験のみに拠らずに定量的に把握し、効果的な除雪施工の実施に反映させるための検証が必要である。

### 3. 除雪機械等情報管理システム

北海道の国道を管理する国土交通省北海道開発局(以下、開発局)では、約 6,700km の冬期道路を管理(除雪、排雪、凍結路面对策)するため、除雪車を約 1,000 台保有している。また、除雪車の位置情報

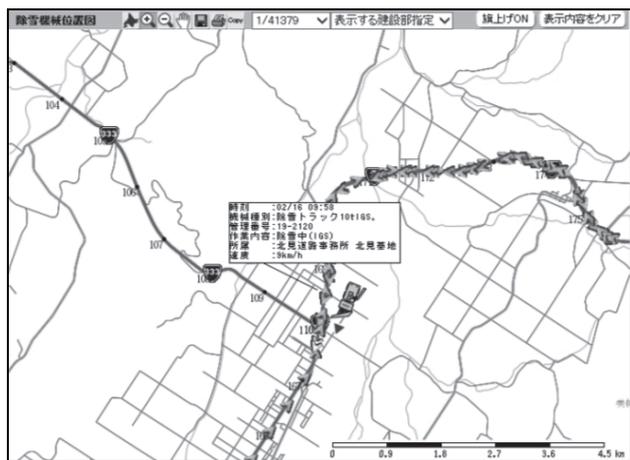
等の各種データ(表-1)を収集・管理するため、除雪機械等情報管理システム<sup>4)</sup>(以下、システム)を導入している。

寒地土木研究所では、開発局と連携して、除雪車の到着時刻を予測するなど、除雪車の運用をマネジメントするための機能を開発し、開発局のシステムに提供している。

システムによる除雪作業履歴の確認例を図-3に示す。

表-1 除雪機械等情報管理システムのデータ

所属情報等	所属管轄, 機械種別, 管理番号
作業情報等	時刻, 作業内容(回送/待機/除雪), 作業装置の ON/OFF, 作業地点(緯度・経度), 作業箇所(路線), 作業箇所(KP <sup>※1</sup> ) <sup>※2</sup> , 作業速度, 進行方位(16方位), 凍結防止剤散布情報(散布位置, 散布量等) <sup>※1</sup> KP(キロポスト):道路距離標 <sup>※2</sup> 作業箇所(KP):緯度・経度情報を基にシステムが演算



#### 4. 除雪施工状況の可視化

除雪施工を検証するためには、梯団編成や除雪ルート等の変化を詳細に確認する必要がある。そこで、開発局のシステムに蓄積されている除雪車の作業箇所(KP)データを用いて、X軸を除雪作業時刻、Y軸を作業箇所(KP)としたグラフ(以下、除雪作業グラフ)にプロットし、除雪車の動態を可視化した。

除雪作業グラフには、除雪ステーション(以下、ST)、車線数、中央分離帯区間及び除雪車の転回頻度が高い地点(CP: Control Point)を表す水平線を描画した。さらに、作業速度の目安となる時速20kmの斜線を描画した。

除雪車1台の動きを1本の線で表わすことで、時間経過に伴う梯団編成や除雪ルートの変化等、除雪施工状況を視覚的に把握することが可能となる。除雪作業グラフ作成例を図-4に示す。

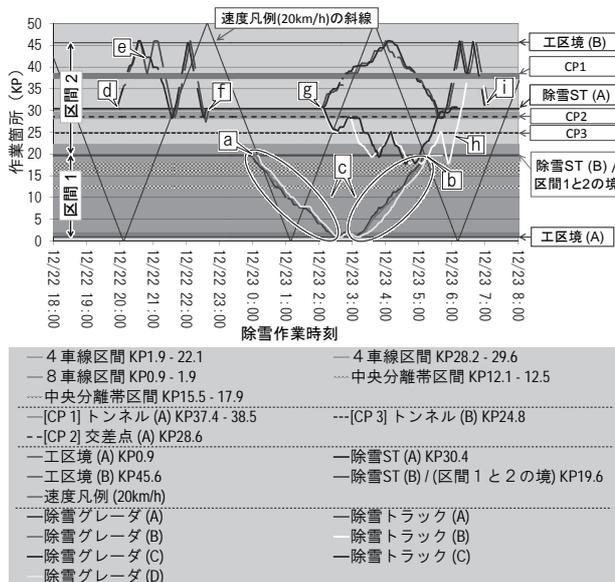


図-4に示した除雪作業グラフの作成例から確認できる除雪作業状況は以下のとおりである。

##### [ 区間1の除雪作業状況 ]

- ・12月23日0時頃、区間1を除雪するため、除雪ST(B)から3台の除雪グレーダ(A,B,D)が梯団で出動している(図-4のa)。
- ・出動後は、区間1内の除雪を行い、5時頃に除雪ST(B)に帰着している(図-4のb)。
- ・この時の除雪作業速度は、速度凡例の斜線と比較すると傾きが緩いため、ほとんどの区間で時速20km以下で施工されたことが確認できる(図-4のc)。

##### [ 区間2の除雪作業状況 ]

- ・12月22日20時頃、区間2を除雪するため、除雪ST(A)から2台の除雪トラック(A,C)が出動している(図-4のd)。
- ・除雪トラック(A,C)の梯団は途中で分かれて別々に作業している(図-4のe)。その後は、再び合流して作業を行っている。
- ・22時40分頃、除雪トラック(A,C)は、除雪ST(A)に帰着している(図-4のf)。
- ・12月23日2時頃、区間2を除雪するため、再び除雪ST(A)から除雪車が出動している。この時は、除雪トラック(A,C)が上方向に、除雪トラック(B)と除雪グレーダ(C)が下方向に、2台ずつの梯団に分かれている(図-4のg)。
- ・6時頃、除雪トラック(B)が区間2の応援に向い、区間2の梯団と合流し、3台の梯団で除雪している(図-4のh)。

・7時頃、除雪トラック(A, C)と合流した除雪トラック(B)は、除雪ST(A)に到着している(図-4のi)。  
 このように、除雪車の位置情報を可視化することで、除雪車の梯団編成や除雪ルートの変化を容易に確認することが可能である。

### 5. 除雪施工の検証

除雪作業は通常、担当工区(区間)内のみを実施する。このため、局所的な大雪などの異常気象時には、隣接する除雪工区(区間)で除雪終了時刻に差が生じることがある。一つの路線として捉えれば、除雪作業が遅延している区間は、道路交通へ影響を及ぼす恐れがあるため、除雪作業の遅延を防止する必要がある。

除雪作業の遅延を防止する対策の一つとして、隣接する除雪工区と連携して、除雪業者が担当する工区の境を変更する方法(工区シフト)がある。しかし、工区シフトを実施した効果の定量的な把握はできていない。

工区シフト実施の効果を定量的に示すため、大雪時に行われた除雪作業において、隣接除雪区間の除雪終了時刻に差があった事例について、工区シフト実施効果をシミュレーションによって検証した。

#### 5.1 工区概要

検証した除雪工区は、一般国道 234 号で高速道

路(道央自動車道)の岩見沢 IC と接続しており、岩見沢市内へアクセスする主要路線である。この工区の延長は 37.3km(KP0 ~ KP37.3) あり、KP17.1(CP1)を境として担当除雪工区を区間1と区間2に分けて除雪作業を行っている。

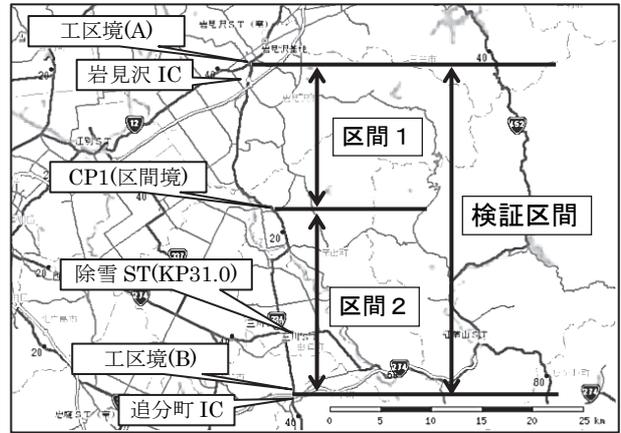


図-5 除雪工区概要図

#### 5.2 除雪作業状況

検証した日の除雪作業グラフを図-6の上図に、区間1と区間2の除雪作業終了時刻の差を表-2に示す。なお、この時の直前の除雪作業終了後から当該除雪作業終了までの降雪量は37cmであった。

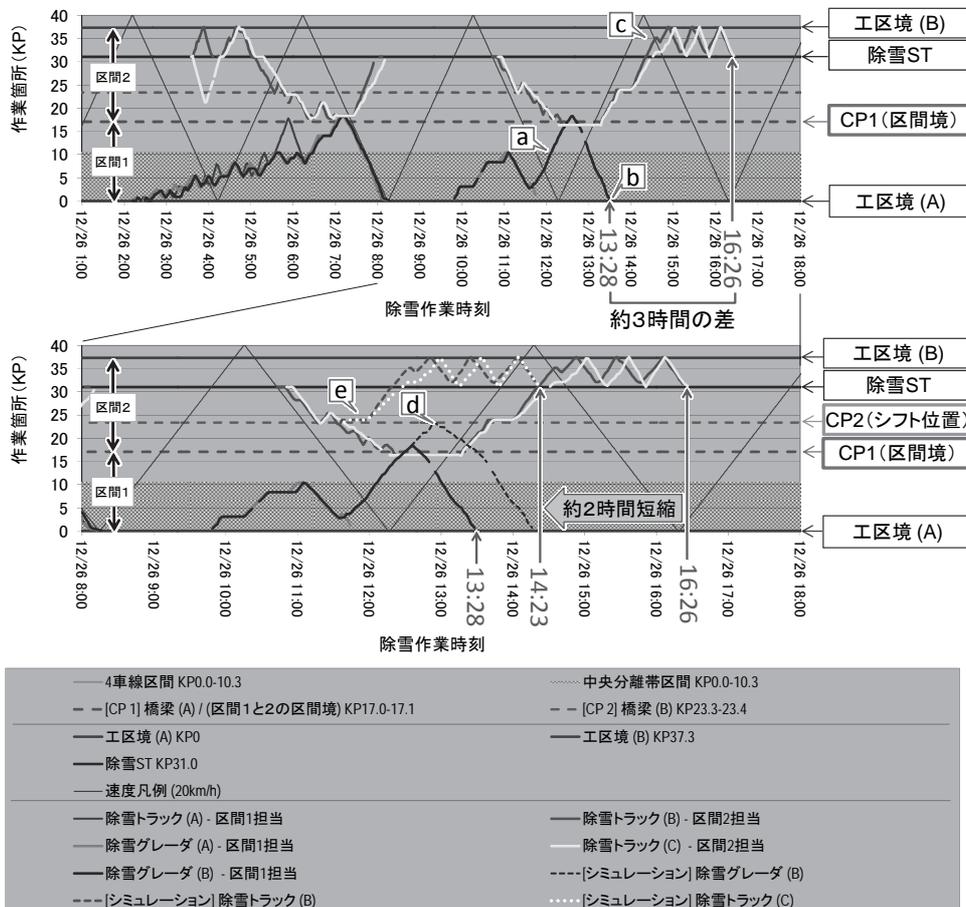


図-6 大雪時の除雪作業グラフ (上図：除雪施工状況, 下図：工区シフトシミュレーション)

表-2 除雪作業終了時刻の差

出動	区間	開始時刻	終了時刻	両区間の時間差
1回目	1	2時11分	8時16分	6分
	2	3時35分	8時10分	
2回目	1	9時49分	13時28分	2時間58分
	2	10時43分	16時26分	

検証した日は降雪が多く、1日に2回除雪作業に出動している。

1回目の除雪は、区間1及び区間2共にほぼ同時の8時頃に終了している。

2回目の除雪では区間1が13時28分に終了している。しかし、区間2では16時26分に終了しており、両区間の除雪作業終了時刻に、約3時間の差が生じていた。

両区間の除雪作業状況を除雪作業グラフで確認すると、区間1の除雪は11時40分頃以降、除雪グレーダ(B)が1台で除雪作業を行っている(図-6のa)。

除雪グレーダ(B)は、13時28分に除雪を終えて、その後は再出動していない(図-6のb)。

一方、区間2の除雪作業は、除雪トラック(B, C)が2台編成の梯団で、KP31.0～KP37.3の区間を繰り返し除雪しているため、道路状況は悪かったと推測される(図-6のc)。

両区間の除雪状況から、区間1を担当する除雪車が、区間2の除雪作業の一部を応援することが可能だったと想定する。そこで、2回目の除雪作業における工区連携効果を確認するため、除雪工区境をシフトした場合のシミュレーションを行った。

### 5.3 工区シフト効果の検証

通常降雪時の区間境であるCP1(KP17.1)の位置を、CP2(KP23.4)の位置まで約6kmシフトした場合のシミュレーションを行った。シミュレーション結果を図-6の下図に示す。

区間境をCP2にシフトしたことにより、CP1からCP2の区間の除雪は、区間1を担当する除雪グレーダ(B)が行うこととなる。これにより、区間2を担当する除雪トラック(B, C)はCP2で折り返すことができ、早期に道路状況が悪かったと推測される区間(KP31～KP37.3)の作業に向かうことができる(図-6のe)。

### 5.4 検証結果

検証の結果、除雪作業終了時刻は、区間1では約45分延びてしまうが、区間2では約2時間短縮できる結果となった。

検証した除雪施工状況と同様の降雪状況(降雪範囲、降雪量)が想定される場合、工区境をCP2にシフトして隣接区間と連携することで、その効果が期待できると考える。

## 6. まとめ

通常の除雪作業では、除雪業者が担当する除雪工区の区間のみ除雪が行われる。このため、局所的な大雪が発生した時等、除雪作業が遅延し隣接除雪工区との連携が必要になる場合がある。

過去の様々な降雪状況時の除雪施工状況を検証することで、作業の効率性、除雪工区の連携による効果等について検証することができる。また、検証結果を除雪施工計画に反映することで、効果的な除雪施工が可能となり、除雪作業の遅れに起因する旅行速度低下の抑制、渋滞損失額の低減等に寄与できる。

今後は、除雪施工の検証を容易に行うことができるシステムの機能を開発して、道路管理者に提供するなど、効率的な除雪作業の実施に寄与していく所存である。

## 参考文献

- 1) 内閣府ホームページ([http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h26/honbun/1b\\_1s\\_04\\_05.html](http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h26/honbun/1b_1s_04_05.html))：平成26年度防災白書，第1部第1章第4節4-5雪害対策
- 2) 一般社団法人日本建設機械化協会：機械除雪施工マニュアル(案)，p54，平成5年11月
- 3) 一般社団法人日本建設機械施工協会北海道支部ホームページ([http://www.jcmahs.jp/html/17\\_questionnaire.html](http://www.jcmahs.jp/html/17_questionnaire.html))：除雪機械施工に関するアンケート調査結果
- 4) 岸寛人，牧野正敏，佐々木憲弘：GPSを活用した除雪機械運用支援システムの開発，平成22年度建設施工と建設機械シンポジウム，2010年11月