

除雪機械の高度効率化に向けた除雪マネジメントの検討及び評価 －除雪機械位置情報取得装置を用いた除雪作業の実施結果と評価－

豊島 真生¹・荒井 一憲²

¹北海道開発局 網走開発建設部 道路第1課 (〒093-8544 北海道網走市新町2-6-1)

²北海道開発局 釧路開発建設部 弟子屈道路事務所 計画課 (〒088-3202 北海道川上郡弟子屈町鈴蘭4-4-1)

本稿では、冬期道路管理のコスト縮減に向けて、除雪機械の位置情報を活用した除雪作業効率化の取り組みを報告する。平成17年度より網走開発建設部にて取り組みを開始し、ヒアリングおよび除雪機械に搭載したGPSを活用し、位置情報、作業内容、走行速度データより除雪作業の実態を把握し、これまで経験的なものとして扱われていた除雪作業の実態を初めて定量的に明らかにした。さらに収集したデータをもとに除雪の担当工区を超えた作業支援の可能性を検討し、平成19年度は実際の除雪作業にて除雪改善方策の試行運用を行い、その施策効果を検証した。

キーワード 除雪，冬期道路管理のコスト縮減，除雪マネジメント，ICT，渋滞損失額

1. はじめに

網走開発建設部では、冬期道路管理の高度効率化、コスト縮減及び異常気象時における迅速な対応に向けて、ICT を活用した除雪マネジメントの実現に取り組んでいる。

平成 17 年度より北見道路事務所管内の除雪機械(25台)を対象に位置情報の取得を行い、平成 18 年度には、位置情報の取得を北見・網走・興部の各管内(除雪機械合計 45 台を対象)に拡大し、除雪作業内容と気象条件を合わせた分析・評価により除雪作業の改善方策を検討した。

平成 19 年度には管内全ての除雪機械(112 台)の位置情報を取得するとともに、隣接する除雪工区間において他工区の支援を目的とした除雪改善方策の試行運用を行い、除雪作業の改善による効果検証を試みた。

本稿では、平成19年度試行内容を中心に除雪機械の位置情報取得による除雪作業の改善 (PDCAサイクル) に向けた過去3年間の取り組みを報告する。

2. 冬期道路管理の現状把握

冬期道路管理の評価分析と、分析を基にした改善策の立案に向けて、まずは現状の把握が必要である。そこで冬期道路管理の現状を、2つの方法で把握した。一つは

除雪現場の関係者へのヒアリングによる定性的なデータの収集、もう一つは位置情報取得による定量的なデータの収集である。具体的に以下に述べる。

(1) ヒアリングによる現場作業の把握

ヒアリングは網走管内の道路事務所担当者および維持業者を対象に、平成 18 年の 10 月に 2 回、平成 19 年の 1 月に 1 回、計 3 回実施した。ヒアリング結果より、通常

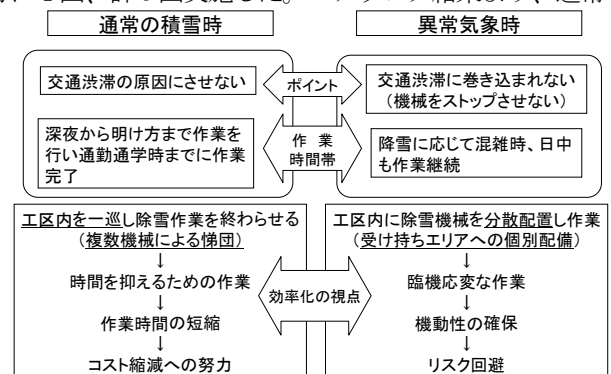


写真-1 除雪作業による渋滞

の積雪時と異常気象時では作業体制において注意するポイントが違ってくるのが明らかとなった（図-1）。

通常の積雪時は、梯団で除雪作業することにより後続車が渋滞する原因となる（写真-1）。そのためできるだけ渋滞を避けるように通勤通学時までに作業を終了させるように配慮している。異常気象時は、車線の確保を優先させ、昼夜関係なく作業を続けるため、作業時間は積雪に左右される。これらの2つのパターンに応じて通常時の積雪では「作業時間を抑えることによるコストの縮減」を目指し、異常気象時は臨機応変な作業ができるように「機動性を確保」することが重要であることが分かり、効率化の視点も違ってくるのが明らかとなった。

(2) 位置情報取得によるデータの収集

除雪作業における実態を把握するものとして「作業日報・月報」がある。しかしこの記録は、維持業務の精算処理を目的としたもので、作業時間と作業内容のみしか記録されておらず、得られる情報に限界があった。そこで、除雪機械に位置情報を取得できる装置（GPS 車載器）を搭載し、除雪車の位置（位置・方向・速度）と除雪作業状態（アイドリング・回送・実作業）というデータを収集した。平成 17 年度は北見道路事務所管内の除雪機械（25 台）を対象に、取得した位置情報の作業軌跡（作業ルート、梯団方法、速度など）を地図上（GIS を使用）に再現し、視覚的に分析した。平成 18 年度は対象とする除雪機械を各道路事務所の 45 台に拡大し、さらに防災技術センター（現：独立行政法人 土木研究所寒地土木研究所）で開発された除雪機械位置情報をリアルタイムに把握できるシステム（以下、除雪機械等情報管理システム）を活用してデータの収集を行った。

以上のようなデータの収集と分析により、通常時と異常気象時の除雪作業方法の違いが定量的にも明らかになり（図-1）、隣接する工区同士でも作業時間・終了時間に違いがあるなど、工区ごとの除雪作業の特徴が明らか

となった。また確認結果より、工区の再編や1業者が複数工区を担当した場合などを想定し、作業の効率化を促す支援の検討を行った。

3. データの評価・分析

位置情報取得による検討結果より、北見市街地などにおいて、交通量の多い時間帯の作業を回避することで、作業を効率化できることが考えられた。そこで「渋滞損失の回避」のような定量的な試算・評価を試みた。

渋滞損失額の算定式¹⁾は以下となる。

渋滞損失額

$$= (\text{除雪作業時の所要時間} - \text{基準作業時間}) \times \text{交通量} \times \text{車種別時間価値}$$

$$= \left\{ \left(\frac{\text{区間距離}}{\text{除雪トラック平均速度 (km/h)}} \right) - \left(\frac{\text{区間距離}}{\text{基準速度 (km/h)}} \right) \right\} \times \text{交通量} \times \text{車種別時間価値}$$

※除雪トラック平均速度：除雪トラックの位置情報データを活用

※基準速度・区間交通量：算定に用いるデータやトラフィックカウンターのデータなど最新の実測データを基本とするが、実測データがない場合は最新の道路交通センサスデータ（平成17年度）を活用

※車種別時間価値：費用便益分析マニュアルより乗用車の62.86(円/分・台)を代入

作業時間が短い佐呂間工区（R333）から作業時間の多い北見工区（R39）へ作業支援を行った場合の渋滞損失削減効果を平成 17 年度の交通センサスデータの値を参考に算出したところ、北見工区の削減効果は約 232 万円、佐呂間工区の増加額は 89 万円、全体では約 143 万円の渋滞損失が回避可能であることを試算した。

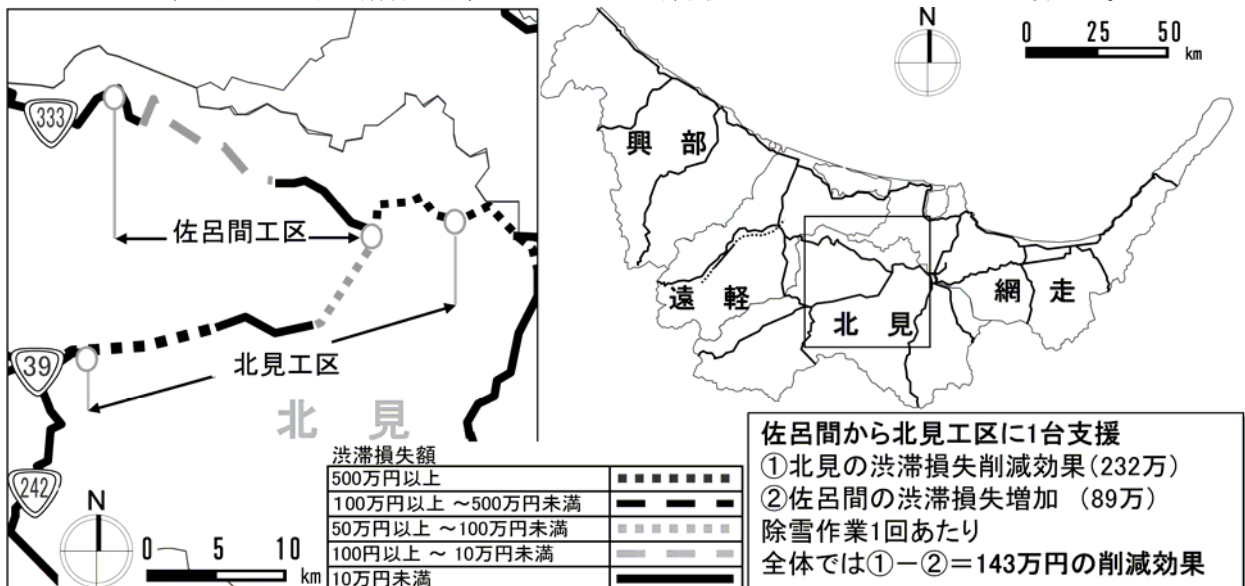


図-2 網走管内における北見の位置図と佐呂間工区から北見工区への支援時の試算（H17センサスデータ）

4. 除雪改善方策の試行運用の検討

平成 18 年度までの評価・分析の結果を元に、平成 19 年度は実際の除雪作業にて試行運用と検証を行った。また、北海道開発局内のネットワークに繋がったパソコンにて、除雪機械等情報管理システムを活用できる環境下となったことから、システムを活用した支援方策を検討した。以下、試行運用の概要と効果検証を述べる。

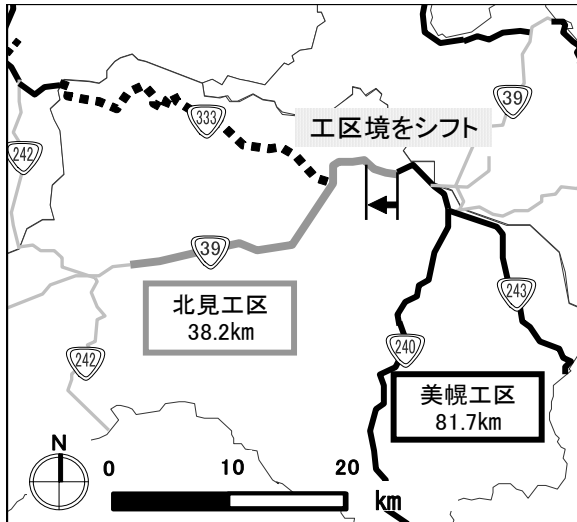


図-3 工区シフト

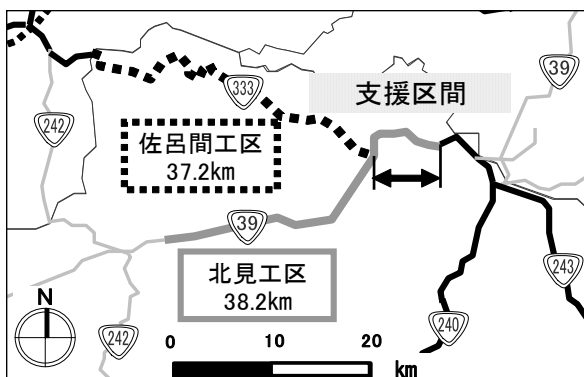


図-4 工区連携

(1) 工区シフトと工区連携

対象地は市街地部で支援時の効果が大きいと考えられる北見工区とした。北見工区は支援を受ける側となり、隣接する佐呂間工区・美幌工区は支援する側として設定した。さらに北見工区への支援方法は、「同一路線からの支援」と「他の路線からの支援」の2つを設定した。試行運用のねらいを以下に述べる。

「同一路線からの支援」は、除雪作業の進捗状況に応じて工区の境を移動させるもの（以下、工区シフト）とした。工区シフトのねらいは、同一路線において除雪作業時間の差を平準化し、交通への影響を低減することにより、今回は除雪時間の多い国道 39 号の北見工区と除雪時間の少ない美幌工区の工区境(美野峠)を北見工区

側にシフトさせることとした(図-3)。

「他の路線からの支援」は、交通量の少ない道路の除雪機械を交通量の多い市街地の道路へ作業支援させるもの(以下、工区連携)とした。工区連携のねらいは、交通量の多い道路の除雪作業を優先し、工区シフトと同じく交通への影響を低減させることにある。今回は国道 333号の佐呂間工区から国道39号の北見工区への支援を設定した(図-4)。

(2) 実施に向けた協議・検討

試行運用の実施に向けて、平成 19 年 10 月より関係する各事務所の維持担当者および全維持業者、オペレータによる除雪勉強会を開催した。さらに除雪改善方策の試行運用に参加する維持業者を対象にワーキングを行い、工区連携・工区シフトの実現に向けて・問題点の把握と具体的な対策の調整を進めた。いくつかの課題が挙げられ、そのうち「工区の特性上の課題」が複数路線支援での大きな課題となった。工区の特性上の課題には大きく3つ、①梯団方法の違い、②除雪機械の旋回場の有無、③除雪時の障害箇所の把握が挙げられた。このうち②は臨時の旋回場の確保、③は事前の下見・支援路線の障害物箇所を抽出したマップを配布することで対応したが、①梯団方法の違いが大きな課題となった。工区連携の支援は、通常片側1車線の道路を担当する佐呂間工区が、片側2車線で中央分離帯など道路上に障害物が多い北見工区の支援を行うといった道路構造の課題と、北見工区が通常6台の除雪機械で行う作業を佐呂間工区の除雪機械3台で行わなければならないという梯団編成の課題が挙げられた(図-5)。そこで、佐呂間工区のトラック3台と北見工区のドーザ1台を連携させ、通常北見工区が1往復するところを連携した梯団で2往復することとした。連携のタイミングは除雪機械等情報管理システムを用いて行うこととした。

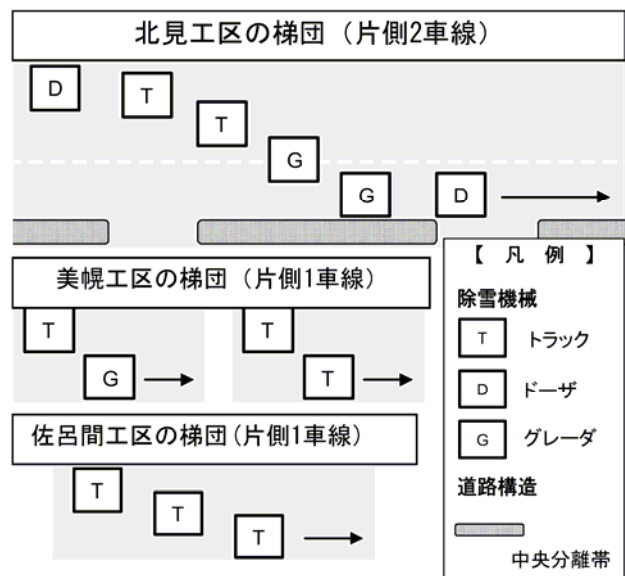


図-5 工区ごとの梯団方法の違い

5. 効果検証

平成20年1月24～25日に工区シフト、同年2月23～24日に工区連携を実施した。試行運用日には、北見道路事務所において臨時の事務局を開設した。事務局は除雪機械等情報管理システムを活用して除雪機械位置情報・作業状況を把握し、各除雪工区の維持業者との連絡を通して、試行運用の指揮・判断を行った。以下、2つの試行運用のねらいである交通への影響の低減効果を渋滞損失額の算定結果より確認し、改善方策案の運用の評価という観点から維持業者へのヒアリングを行い施行運用の効果を確認した。

(1) 工区シフト

試行運用は平成20年1月24日(木)の夜から25日(金)の早朝にかけて行った。作業体制は異常気象時の体制となり(図-1)、北見工区は夜間から昼間と除雪を続け、美幌工区からの支援は夜間・昼間とそれぞれ1回の計2回実施した。2回の渋滞損失の値を当日の交通量を元に算出した。

a)夜間の除雪作業(1往復目)

北見工区1往復目は24日22時から25日6時までの8時間の作業であった。支援を受けたことにより76万円の損失を回避した計算となる(表1)。

b)昼間の除雪作業(2往復目)

北見工区の2往復目は25日9時から18時までの9時間の作業であった。支援を受けたことにより77万円の損失を回避した計算となる(表-1)。

表-1 北見工区における渋滞損失額の値の比較

	試算値 (工区連携)	試行運用時の値			
		工区シフト		工区連携	
		夜間	昼間	夜間	
①支援を受けた場合の値	除雪作業速度(km/h)	19	6	8.5	5.7
	除雪時間	5	8	9	8
試行運用時の実際の値	区間交通量	914~2254	79~423	792~1123	57~629
	渋滞損失額(万円)	928	149	930	323
②支援がなかった場合の値	除雪作業速度(km/h)	19	6	8.5	5.7
	除雪時間(追加時間)	8(3)	9(1)	10(1)	12(4)
シミュレーション	区間交通量	914~2254	85	961	87~293
	渋滞損失額(万円)	1159	225	1007	396
支援による効果(万円) (②から①を差し引いた値)		232	76	77	73

※区間交通量は最低値から最高値の値。工区シフトのシミュレーション時の区間交通量は、北見工区が作業を延長したと仮定した場合の7時台の値となる。
 ※図-2の支援時の試算では平成17年度の交通センサデータをusingして佐呂間工区(国道333号)の増加分を含めて算出したが、今回の試行運用時の試算では佐呂間工区間にトラフィックカウンター(当日交通量データ)がないため北見工区削減分のみを掲載する。

(2) 工区連携

試行運用は平成20年2月23日(土)の夜から24日(日)の早朝にかけて行った。当日の天候は24日1時45

分に網走東部に暴風雪警報が発令され、同日2時30分には美幌峠が通行止めとなる程の大雪であった。そのため慣れない工区での事故を防ぐため、安全を第一考え佐呂間工区からの支援は夜間の1回のみとした。

北見工区の夜間の除雪作業は23日19時から24日3時までの8時間の作業であった。支援を受けたことにより73万円の損失を回避した計算となる。なお、この試算結果はシミュレーションよりも低い金額となったが、それは用いたデータが違う(センサデータと当日の交通量)ことと、試行運用を行った日が祝日であったため通勤・通学などの交通が少なく平日よりも交通量が少なかったためである(表-1)。支援効果を上げるためには、支援する日時など(例えば交通量の多い平日の通勤通学の時間帯までには除雪作業が完了する様に支援を行う)についても考慮することが必要であると考えられる。

(3) 現場代理人からのヒアリング結果

2つの除雪改善方策の試行運用後に、現場代理人に今回の試行内容に関するヒアリングを行った。参加した維持業者からは、今後も引き続き関係者を含めた勉強会の実施と施行運用の取り組みを続けるべきという肯定的な意見をもらうことができた。また、試行運用日は2回とも異常気象時(図-1)の体制であり、効率化への視点は車線の確保が最優先となる。そのため、支援を受けた北見工区の維持業者からは、最も交通量の多い39号を重点的に除雪する体制がとられたことを評価する意見をもらうことができた。

6. 今後の課題

今回報告した取り組みは、網走開発建設部が冬期道路管理において、「①調査計画(Plan)」「②データ計測(Do)」「③評価・分析(Check)」「④除雪作業の改善(Action)」と継続した事業改善の実績である。今後は、今回の試行運用内容を、他工区で試行することを予定している。

また今回試行運用を行った工区において継続化が図れるよう、道路事務所の維持担当者として工区の維持業者が主体となった支援体制づくりなどを予定している。そのため、維持業者が支援の実施判断を行えるように、除雪機械等情報管理システムを維持業者も閲覧できる環境下にすること、また今回の試行内容を「支援方策案」として策定することを予定している。方策案は、今後の取り組み内容を反映し、順次支援内容と運用の見直しを行うことで改善を継続化できるよう目指している。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局 都市・地域整備局(2005)：費用便益分析マニュアル、19 pp.