

除雪作業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分析と評価—

北海道開発局 網走開発建設部 道路第1課 ○豊島 真生
河崎 拓実

本稿では、冬期道路管理のコスト削減に向けて、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、冬季道路管理のコスト削減、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、コスト削減およ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。

(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の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(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

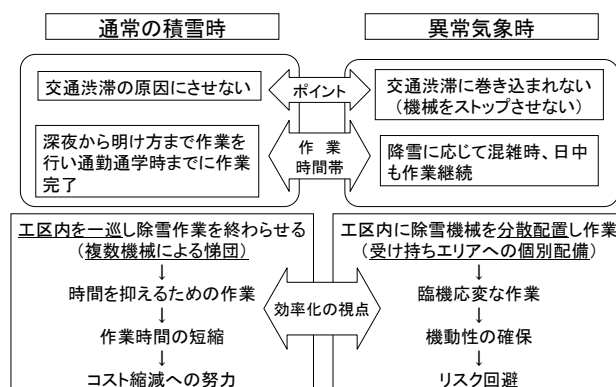


図-1 通常の積雪時と異常気象時の作業効率化視点の違い

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。



写真-1 除雪作業による渋滞

だけ渋滞を避けるように通勤通学時までには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、効率化の視点も違うことが明らかとなった。

(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の位置情報が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(図-1)が定量的にも明らかになり、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。さらに取得したデータを基に、工区の再編や1つの維持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方法を検討した。

3. データの評価・分析

除雪機械の位置情報取得による検討結果より、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。そこで渋滞損失額の算定式を用いて、「渋滞損失の回避」のような定量的な試算と評価を試みた。

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は、プローブデータやトラフィックカウンターなど最新の実測データを基本とし、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額の削減効果を、平成17年度の交通センサスデータの値を基に算出した。試算値の結果より、支援を受けたことによる北見工区の削減効果は約232万円、支援を行ったことによる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確認した(図-2)。

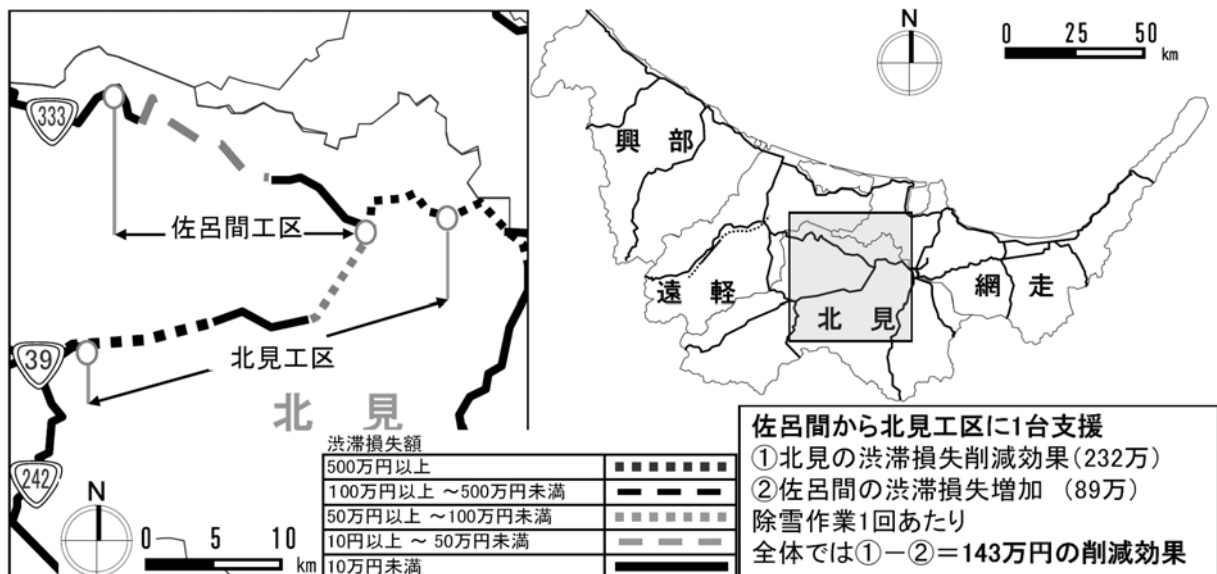


図-2 網走管内における北見の位置図と佐呂間工区から北見工区への支援時の試算 (H17センサスデータ)

4. 除雪改善方策の試行運用の検討

平成18年度までの評価および分析結果に基づいて、平成19年度は実フィールドにて試行運用を行い、その効果を検証した。

さらに、北海道開発局内のネットワークに繋がったパソコン上で、除雪機械等情報管理システムを閲覧できる環境下となったことを活かし、システムを活用した支援方策も併せて検討した。以下、試行運用の概要と効果検証を述べる。

(1) 工区シフトと工区連携

試行運用の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し、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）である。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であり、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た(図-3)。

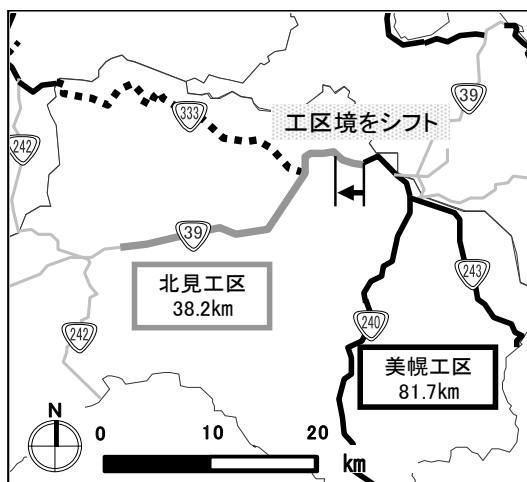


図-3 工区シフト

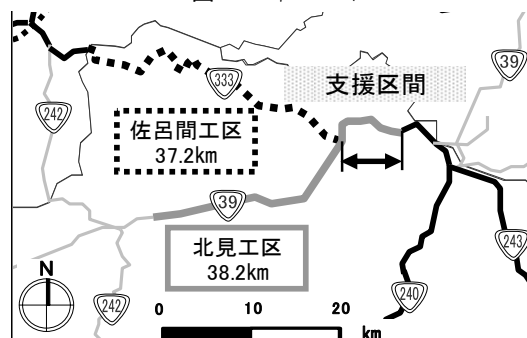


図-4 工区連携

「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支援させるもの（以下、工区連携）である。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たが、中でも「工区ごとの特性」が他工区を支援する上で大きな課題となることが明らかとなった。工区の特性上の課題は大きく3つ、①梯団方法の違い、②除雪機械の転回場の有無、③除雪時の障害箇所との把握という事項に分けられた。このうち②は臨時的な転回場の確保、③は事前に下見を行って支援路線の障害物箇所を抽出したマップを作成し、支援する維持業者に配布することで対応できたが、①梯団方法の違いは最も検討に時間を要した。

具体的には、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ある(図-5)。そこで担当維持業者を含め検討を重ね、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。連携のタイミングには、除雪機械の位置がリアルタイムに確認できる除雪機械等情報管理システムを使用することとした。

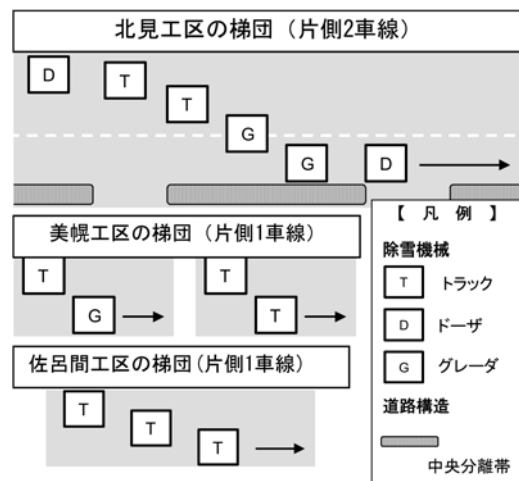


図-5 工区ごとの梯団方法の違い

5. 効果検証

平成20年1月24日・25日に工区シフト、同年2月23日・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的な事務局を開設した。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。

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を維持業者へのヒアリングから確認し、施行運用の効果を検証した。

(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)。

(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。

表-1 北見工区における渋滞損失額の値の比較

		工区シフト		工区連携
		夜間	昼間	夜間
①支援を受けた場合 (試行運用時の値)	除雪作業速度 (km/h)	6	8.5	5.7
	除雪時間	8	9	8
	渋滞損失額 (万円)	149	930	323
②支援がない場合 (試行運用を行わなかった時の値)	除雪作業速度 (km/h)	6	8.5	5.7
	除雪時間 (追加時間)	9(1)	10(1)	12(4)
	渋滞損失額 (万円)	225	1007	396
支援による効果(万円) (②から①を差し引いた値)		76	77	73

※図3の支援時の試算は平成17年度の交通センサデータを用いて佐呂間工区(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にトラフィックカウンターがないため北見工区削減分のみを比較を掲載

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(図2の試算値はH17年のセンサデータ、表1の施行運用結果は当日の交通量を使用)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。具体的には、維持業者が自ら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にする事、また今回の試行内容を「支援方策案」として策定する事を予定している。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

- 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、19pp.