

# 除雪機械配置の最適化に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 25

担当チーム：技術開発調整監（寒地機械技術チーム）

研究担当者：片野浩司、牧野正敏、大上哲也、小宮山一重

## 【要旨】

道路除雪体制の効率的で継続的な確保のためには、除雪機械の適正な配置と保有形態に関する検討が必要である。しかし、除雪機械の配置は過去の経験と知識により決められて工区間でサービスレベルに差が生じたり、除雪作業を担う建設会社の疲弊による除雪工事の入札不調・不落の発生など、今後の除雪体制の確保が危ぶまれている。

本研究では、除雪機械の配置検討の基礎となる除雪作業速度に影響を与える、気象、道路構造、沿道条件等の要因を分析した結果、地域・路線特性に応じた基準除雪速度を算定できることがわかった。また、除雪機械の保有形態と稼働状況の調査や、機械を保有することでコストメリットが生じる機械の稼働時間の算出を行うことで、除雪に必要な機械の確保とコスト縮減に寄与する機械の保有形態を検討できることがわかった。

キーワード：除雪、除雪体制、除雪機械、除雪速度、保有形態

## 1. はじめに

日本は積雪・寒冷地域が国土の約 60%を占める。その地域に住む人々の生活にとって冬期の円滑な道路交通の確保は必要不可欠であり、冬期の維持管理に対しては非常に高いニーズがある。また、近年の厳しい経済状況の影響から、道路管理者はコスト縮減のための効率性も求められている。

冬期維持管理の主体である除雪は、主に除雪専用機械や建設機械（以下、「除雪機械」という）により行われており、道路除雪を効率的に行うためには、工区（除雪延長）に適した除雪機械の配置を計画することが必要である。この除雪機械の配置は、過去の経験と知識により決められているが、実際には工区間でサービスレベルの差が生じている。

また、これら除雪機械は除雪工事の発注者である道路管理者と、受注者である各地域の建設会社等が用意している。特に地方公共団体では機械の保有が少なく、その多くを受注者に依存している<sup>1)</sup>。

しかし、受注者である各地域の建設会社は、近年の公共事業の減少や入札競争の激化により疲弊しており、経営の安定化を目的に、少雪などの気象状況により採算性が大きく左右される除雪工事の受注に対して非常に慎重になっている。また、経費節減のために除雪機械の売却などがされている。

これらが背景となり、各地域で除雪工事の入札不調・不落が発生するなど今後の除雪体制の確保が危ぶまれている<sup>2)</sup>。また、平成 22 年に北海道建設新聞社が北海道の国道の除雪工事受注者を対象に実施したアンケートでは、「除雪工事に対する現状と今後の認識」について、4 割以上が「非常に厳しく今後の継続困難」と回答している<sup>3)</sup>。

これらのことから、除雪機械の配置の適正化による均一なサービスレベルの提供や、コスト縮減など、より効率的かつ経済的な除雪の実施を目的に、除雪機械配置の基礎となる除雪速度に着目し、除雪速度に影響を与える要因（気象条件・道路構造・沿道条件等の地域・路線特性）を抽出・分析することで、地域・路線特性に応じた基準除雪速度を算定し、この速度から除雪機械配置を行う手法を検討した。

また、継続的な除雪体制の確保を目的に、除雪工事に供した機械の状況を調査し、保有することでコストメリットが生じる機械の稼働時間を算出するなど、除雪機械の保有形態について検討した。

## 2. 路線に応じた基準となる除雪速度の検討

除雪機械の適正な配置を計画するためには、管理水準を前提に、除雪性能を明確にすることが必要である。新雪除雪の場合、除雪性能は除雪速度に置き

換えることができるが、現場条件（気象条件・道路構造・沿道条件等の地域・路線特性）に影響を受ける。この除雪速度については、各種文献に記載されているが文献毎に異なっており、しかも実際には各工区間で異なっているにもかかわらず、現場条件の差が加味されていない一律の除雪速度が記載されている<sup>4)</sup>。

このため、適正な除雪機械配置を計画する上で必要かつ、未だ一定の整理がされていない除雪速度に注目し、除雪速度に影響を与える現場条件の要因（地域・路線特性）抽出及び分析検証を行い、地域・路線特性に応じた基準除雪速度を算定した。

なお、検討は様々な地域・路線特性を網羅するため、北海道内の国道の全除雪工区を対象とし、除雪機械の中でも使用台数が最も多く、機械配置の基本となる新雪除雪機械（除雪トラック及び除雪グレーダ）について検討を行った。

## 2. 1 地域・路線特性

日本列島の最北に位置する北海道は、都道府県の中で最も広い 83,457km<sup>2</sup> の面積を有しており、国土の約 22% を占める<sup>5)</sup>。また、全域が豪雪地帯であり、約半数の 86 市町村が特別豪雪地帯（豪雪地帯対策特別措置法により指定された地帯）に指定されている<sup>6)</sup>（図-1）。

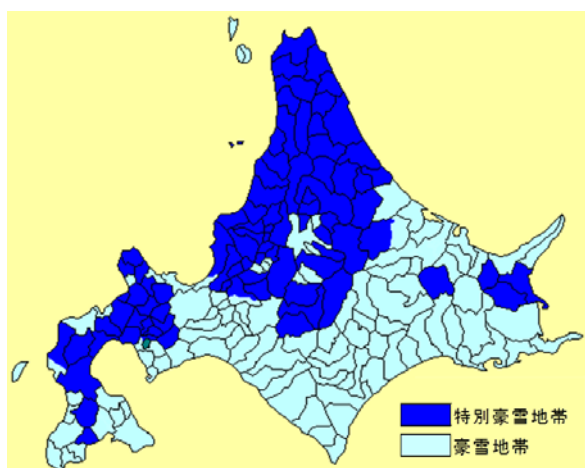


図-1 豪雪地帯指定図（北海道）

気候は地域により大きく異なっており、函館市など道南地域は道内でも温暖で、冬期間の積雪・降雪が少なく、植生も本州と類似している。また、札幌市などの日本海側地域では降雪量が多く、倶知安町では平年値の最大積雪深さが 191cm にも達する。さ

らに、内陸地域の旭川市では寒暖の差が非常に大きく、過去に最低気温 -41℃ を記録している。北海道内各都市の気象状況を表-1 に示す<sup>7)</sup>。

表-1 北海道内各都市の気象状況（平年値）

		札幌	倶知安	函館	旭川	稚内	釧路
平均気温 (°C)	12月	-0.9 <sup>1)</sup>	-3.1 <sup>1)</sup>	0.0 <sup>1)</sup>	-4.3 <sup>1)</sup>	-2.0 <sup>1)</sup>	-1.9 <sup>1)</sup>
	1月	-3.6 <sup>1)</sup>	-5.7 <sup>1)</sup>	-2.6 <sup>1)</sup>	-7.5 <sup>1)</sup>	-4.7 <sup>1)</sup>	-5.4 <sup>1)</sup>
	2月	-3.1 <sup>1)</sup>	-5.2 <sup>1)</sup>	-2.1 <sup>1)</sup>	-6.5 <sup>1)</sup>	-4.7 <sup>1)</sup>	-4.7 <sup>1)</sup>
	3月	0.6 <sup>1)</sup>	-1.4 <sup>1)</sup>	1.4 <sup>1)</sup>	-1.8 <sup>1)</sup>	-1.0 <sup>1)</sup>	-0.9 <sup>1)</sup>
累計降雪深 (cm)	597 <sup>1)</sup>	1,062 <sup>1)</sup>	381 <sup>1)</sup>	743 <sup>1)</sup>	656 <sup>1)</sup>	162 <sup>1)</sup>	
最大積雪深 (cm)	100 <sup>1)</sup>	191 <sup>1)</sup>	45 <sup>1)</sup>	94 <sup>1)</sup>	81 <sup>1)</sup>	38 <sup>1)</sup>	

\* 統計期間：1981年～2010年

路線の特性としては、広域分散型の都市構造であり、郊外路線延長が長い。また、北海道の人口約 540 万人のうち、約 190 万人が集中している札幌市<sup>8)</sup>を抱えており、交通量が多く沿道建物が連担する都市部路線や、標高 1,000m を越える山間部路線など、多種多様な特性を有する地域が混在している。

## 2. 2 新雪除雪速度

これら地域・路線特性が異なる北海道内の国道の除雪延長は 6,686km であり<sup>9)</sup>、289 工区により新雪除雪が実施されている。除雪機械の稼働実績から整理した各工区の平均除雪速度を表-2（北海道開発局札幌開発建設部分の抜粋）に示す。

この結果、札幌開発建設部管内の工区間で最大約 5 倍の速度差（最小値で 5.09km/h、最大値で 25.55km/h）が生じており、地域・路線毎に除雪速度が大きく異なることがわかる。

しかし、この速度差の原因が地域・路線特性なのか、除雪工事受注者の創意工夫や除雪機械オペレータの熟練度なのか、あるいはそれらの両方なのかは不明である。

表-2 工区別平均除雪速度  
(平成24年度 札幌開発建設部)

事務所	工区	平均除雪速度
札幌	札幌A	6.20 km/h
	札幌B	6.78 km/h
	札幌C	5.09 km/h
	札幌D	5.68 km/h
	札幌E	10.42 km/h
	札幌F	7.92 km/h
	札幌G	8.61 km/h
	札幌H	8.28 km/h
	札幌I	12.47 km/h
	札幌J	14.03 km/h
	札幌K	12.98 km/h
	札幌L	16.26 km/h
	札幌M	17.46 km/h
	札幌N	7.07 km/h
	札幌O	15.55 km/h
	札幌P	15.92 km/h
札幌Q	17.20 km/h	
札幌R	15.53 km/h	
岩見沢	岩見沢A	8.01 km/h
	岩見沢B	16.56 km/h
	岩見沢C	11.28 km/h
	岩見沢D	18.28 km/h
	岩見沢E	26.55 km/h
	岩見沢F	24.40 km/h
	岩見沢G	23.87 km/h
岩見沢H	10.13 km/h	
岩見沢I	17.12 km/h	
滝川	滝川A	10.57 km/h
	滝川B	11.08 km/h
	滝川C	17.38 km/h
	滝川D	19.47 km/h
	滝川E	19.25 km/h
	滝川F	21.82 km/h
	滝川G	19.95 km/h
	滝川H	19.30 km/h
	滝川I	18.11 km/h
	滝川J	15.91 km/h
滝川K	16.51 km/h	
深川	深川A	16.13 km/h
	深川B	14.08 km/h
	深川C	18.02 km/h
	深川D	15.61 km/h
	深川E	16.73 km/h
	深川F	20.32 km/h
	深川G	18.27 km/h
千歳	千歳A	6.65 km/h
	千歳B	7.08 km/h
	千歳C	12.13 km/h
	千歳D	23.69 km/h
	千歳E	17.01 km/h
	千歳F	16.96 km/h
	千歳G	18.43 km/h
	千歳H	13.51 km/h

約5倍

表-3 整理した想定する除雪速度影響要因

影響要因		参照データ	
気象条件	雪質	湿り雪、中間、乾き雪、しもぢらめ	
	降雪	降雪強度（時間積雪）	
		降雪強度（若井法）、降雪強度（別法）	
		累計降雪深	
	降雪深	気象デレメータシステム 気象庁アメダス	
風速	平均風速	気象デレメータシステム 気象庁アメダス	
気温	平均気温	気象デレメータシステム 気象庁アメダス	
道路構造	曲線半径	箇所数 (<150m、<100m、<60m) 延長 (<150m、<100m、<60m)	道路管理データベース
	勾配	箇所数 (>5%、>6%、>7%) 延長 (>5%、>6%、>7%)	道路管理データベース
	幅員	車道幅員、増幅幅	道路交通センサス
		車線数	道路交通センサス
	車線	車線延長（2車線、3車線、4車線以上）	道路交通センサス
		車線延長（2車線、3車線、4車線、5車線、6車線、7車線、8車線、9車線、4車線以上）	独自調査
	付加車線・登坂車線	付加車線・登坂車線延長	道路交通センサス
	中央分離帯	中央帯設置延長	道路交通センサス
		マウント型の中央帯延長、分離帯延長	道路管理データベース
	舗装	コンクリート、アスファルト、排水性、簡易アスファルト、防塵処理等、砂利道	道路交通センサス
排水性、SMA		独自調査	
道路付帯施設	歩道	歩道設置延長	道路交通センサス
	防護柵	防護柵の無い歩道の延長	道路管理データベース
		防護柵の設置延長	道路管理データベース
	交差点	車道からの除雪を妨げる防護柵の設置延長	道路管理データベース
		交差点数、信号交差点数、無信号交差点数、右折車線設置交差点数	道路管理データベース
	橋梁	交差点数、信号交差点数、無信号交差点数、国道と平面交差する無信号交差点数	道路管理データベース
		鉄道平面交差箇所数	道路管理データベース
	トンネル	鉄道交差点数	道路管理データベース
		立体交差点数	道路管理データベース
	スノーシェッド	インターチェンジ延長	独自調査
設置が可能で、かつ、ロードヒートがない橋梁数、橋梁の橋長		道路管理データベース	
スノーシェッド	設置が不可能で、かつ、ロードヒートがない橋梁数、橋梁の橋長	道路管理データベース	
	ロードヒートがない橋梁数、橋梁の橋長	道路管理データベース	
スノーシェッド	橋梁数、橋梁の橋長	道路管理データベース	
	設置が可能な橋梁数、橋梁の橋長	道路管理データベース	
スノーシェッド	設置が可能な橋梁数、橋梁の橋長	道路管理データベース	
	トンネル数、ロードヒートが無いトンネル数	道路管理データベース	
スノーシェッド	スノーシェッド数、ロードヒートが無いスノーシェッド数	道路管理データベース	
	地域高規格	地域高規格延長	独自調査
ダブル区間	ダブル区間延長	独自調査	
	除雪区分（1種路線延長、2種路線延長、3種路線延長）	独自調査	
夜間作業割合	夜間作業割合	機械稼働実績	
	折り返し	折り返し地点数	独自調査
折り返し	折り返し	折り返し地点数	独自調査
	市街部	D1D延長	道路交通センサス
市街部	市街部	D1D延長	道路交通センサス
	その他市街部	その他市街部延長	道路交通センサス
平地部	平地部	平地部延長	道路交通センサス
	山間部	山間部延長	道路交通センサス
道の駅、駐車帯等	道の駅、駐車帯等	1次除雪の際に併せて除雪を行う道の駅、駐車帯等施設の敷地面積	独自調査
	海岸線	海岸線延長	道路管理データベース
その他	その他	1次除雪に影響を及ぼす箇所（前送り除雪箇所等）の延長	独自調査
	交通量	平日24時間自動車類交通量（乗用車、バス、小型貨物車、大型貨物車、小型車、大型車、合計）	道路交通センサス
交通量	平日夜間自動車類交通量（乗用車、バス、小型貨物車、大型貨物車、小型車、大型車、合計）	道路交通センサス	
	旅行速度	混雑時平均旅行速度	道路交通センサス
大型車混入率	大型車混入率	平日12時間大型車混入率	道路交通センサス
	工区	工区延べ延長	独自調査
バス停留施設	バス停留施設	バス停留施設数	道路交通センサス
	融雪溝	融雪溝の道路設置延長	道路管理データベース
融雪溝	融雪溝	融雪溝の道路設置延長	独自調査
	事故多発箇所	事故多発箇所	交通事故多発箇所データ
ふぶき、吹きだまり対策施設	ふぶき、吹きだまり対策施設	ふぶき、吹きだまり対策施設（防護柵等）の道路設置延長	道路管理データベース

2.3 除雪速度影響要因の抽出及び整理

適正な除雪機械配置を計画するためには、除雪速度に対する地域・路線特性の影響度合いを定量化し、地域・路線特性に応じた基準除雪速度を算定する必要がある。

除雪速度に影響を与えると想定される要因について調査し、全道の工区毎に取得可能である定量的なデータ125項目について整理した（表-3）。

なお、整理にあたっては、今後の作業継続性を鑑み、入手及び集計作業が容易な既存の基礎データ（気象庁アメダス、道路交通センサス等）を用いた。

また、工区毎の平均除雪速度を把握するため、除雪機械毎の日別の稼働実績を整理した。

2.4 除雪速度影響要因分析

抽出・整理した除雪速度影響要因及び平均除雪速度を基に、除雪速度の影響要因分析を行い、除雪速度影響要因モデルを作成することで、除雪速度に対する地域・路線特性の影響度合いを数値化した。

2.4.1 除雪速度影響要因の特性確認

除雪速度影響要因の統計的な特性を確認するため、影響要因毎に除雪速度との散布図を作成し、外れ値の有無や相関関係を視覚的に確認した。

例として、除雪速度と要因「夜間作業割合」の散

布図を図-2 に示す。

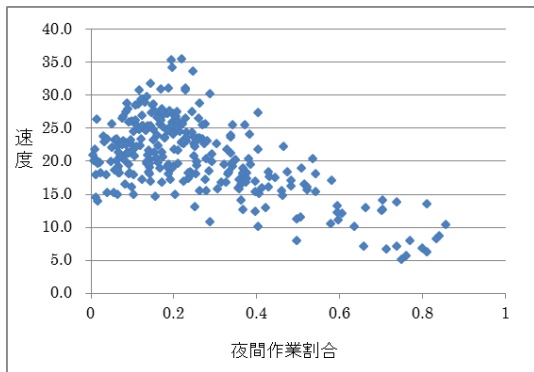


図-2 除雪速度と要因「夜間作業割合」の散布図

### 2. 4. 2 影響要因間の相関分析

影響要因と除雪速度との相関性が高い場合に、影響要因相互の相関性が高い要因を同時に抽出すると、モデルの決定係数が誤った高い値を示す（多重共線性）ことがある。このため、相互の相関性が高い要因を同時に抽出しないよう各要因の相関を分析した。

### 2. 4. 3 除雪速度影響要因モデルの作成

除雪速度との相関性が低い要因や、影響要因相互の相関性が高い要因等を除外することにより、活用する影響要因として、「工区延べ延長」「累計降雪深（アメダス）」「車線数（センサス）」「信号交差点数（センサス）」「夜間作業割合」「平日 24 時間自動車類交通量 合計」を抽出した。

抽出結果を踏まえ、重回帰分析により影響要因モデルの作成を行った。なお、平常時の基準除雪速度の算定式を検討するため、気象関係のデータは上位 5% を除外した。分析の結果を表-4 に示す。

表-4 分析結果

	偏回帰係数	標準誤差	標準化係数	t 値	有意確率	許容度	V I F
(定数)	28.984	1.542		18.796	0.000		
工区延べ延長	2.937E-05	0.000	0.096	2.184	0.030	0.757	1.321
累計降雪深 〔アメダス〕	-1.027E-02	0.001	-0.364	-8.818	0.000	0.857	1.167
車線数 〔センサス〕	-0.705	0.688	-0.086	-1.024	0.307	0.209	4.787
信号交差点数 〔センサス〕	-1,566.205	453.617	-0.236	-3.453	0.001	0.313	3.198
夜間作業割合	-10.057	1.786	-0.340	-5.631	0.000	0.403	2.484
平日24時間自動車 類交通量 合計	-3.585E-05	0.000	-0.050	-0.534	0.594	0.168	5.968

\* N = 252

重相関係数 (R)	決定係数 (R <sup>2</sup> )	決定係数 (調整済み R <sup>2</sup> )	推定値の標準誤差
0.801	0.641	0.633	3.39885

	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
回帰	5060.568	6	843.428	73.010	0.000
残差	2830.281	245	11.552		
全体	7890.849	251			

このモデルの決定係数（調整済み）は 0.633 となり、一般的に高い相関関係があるとされる  $R^2 > 0.49$  より大きくなったことから、分析結果は北海道の国道の基準除雪速度の算定式として精度を確保していると評価できる。

### 2. 5 基準除雪速度算定式

分析の結果により策定した、基準除雪速度の算定式を式-1 に示す。

$$y = 0.00002937x_1 - 0.01027x_2 - 0.705x_3 - 1566.205x_4 - 10.057x_5 - 0.00003585x_6 + 28.984 \dots \text{式-1}$$

$y$  : 基準除雪速度 (km/h)  
 $x_1$  : 工区延べ延長 (m)  
 $x_2$  : 累計降雪深 (アメダス) (cm)  
 $x_3$  : 車線数 (センサス) (車線)  
 $x_4$  : 信号交差点数 (センサス) (箇所/m)  
 $x_5$  : 夜間作業割合  
 $x_6$  : 平日 24 時間自動車類交通量 合計 (台)

なお、各要因の算出内訳は次のとおりである。

$$x_2 = (\text{降雪強度 (時間積雪) の上位 5\% を除いた 累計 (観測地点が複数の場合は平均)})$$

$$x_3 = (\text{センサス区間毎の車線数} \times \text{区間延長の合計}) \div (\text{工区内の各センサス区間延長の合計} \times 1,000)$$

$$x_4 = (\text{センサス区間毎の信号機がある交差点数の合計}) \div (\text{工区内の各センサス区間延長の合計} \times 1,000)$$

$$x_5 = (\text{稼働時間内の深夜時間 (22 時~5 時)}) \div (\text{稼働時間})$$

$$x_6 = (\text{センサス区間毎の交通量} \times \text{区間延長の合計}) \div (\text{工区内の各センサス区間延長の合計})$$

### 2. 6 基準除雪速度と実際除雪速度の比較

分析結果の妥当性を検証するため、算定した基準除雪速度と、除雪機械の稼働実績による実際の平均除雪速度の比較を行った（表-5）。

比較の結果、概ねの工区で速度は整合していたが、一部の工区では乖離が生じた。

今後の課題として、実際の除雪速度との乖離要因

の解明と、それを踏まえた算定式の検討があげられる。

表-5 基準除雪速度と実除雪速度の比較 (参考値)  
(札幌開発建設部)

事務所	工区	実除雪速度 A (km/h)	基準除雪速度 B (km/h)	差 A-B (km/h)	割合 A/B (%)	平均割合 (%)
札幌	札幌A	6.20	5.81	0.39	107%	138%
	札幌B	6.78	10.22	-3.44	66%	
	札幌C	5.09	5.14	-0.05	99%	
	札幌D	5.68	0.76	4.92	747%	
	札幌E	10.42	8.13	2.29	128%	
	札幌F	7.92	10.13	-2.21	78%	
	札幌G	8.61	6.36	2.25	135%	
	札幌H	8.28	7.57	0.71	109%	
	札幌I	12.47	7.40	5.07	169%	
	札幌J	14.03	13.91	0.12	101%	
	札幌K	12.98	13.04	-0.06	100%	
	札幌L	16.26	14.56	1.70	112%	
	札幌M	17.46	17.86	-0.40	98%	
	札幌N	7.07	9.52	-2.45	74%	
	札幌O	15.55	14.87	0.68	105%	
	札幌P	15.92	16.63	-0.71	96%	
	札幌Q	17.20	19.72	-2.52	87%	
	札幌R	15.53	19.95	-4.42	78%	
岩見沢	岩見沢A	8.01	10.44	-2.43	77%	103%
	岩見沢B	16.56	13.69	2.87	121%	
	岩見沢C	11.28	12.59	-1.31	90%	
	岩見沢D	18.28	20.84	-2.56	88%	
	岩見沢E	25.55	23.51	2.04	109%	
	岩見沢F	24.40	23.05	1.35	106%	
	岩見沢G	23.87	19.96	3.91	120%	
	岩見沢H	10.13	9.51	0.62	107%	
	岩見沢I	17.12	15.23	1.89	112%	
滝川	滝川A	10.57	9.11	1.46	116%	103%
	滝川B	11.08	10.05	1.03	110%	
	滝川C	17.38	14.54	2.84	120%	
	滝川D	19.47	19.26	0.21	101%	
	滝川E	19.25	21.26	-2.01	91%	
	滝川F	21.82	17.87	3.95	122%	
	滝川G	19.95	20.78	-0.83	96%	
	滝川H	19.30	21.31	-2.01	91%	
	滝川I	18.11	22.52	-4.41	80%	
	滝川J	15.91	17.52	-1.61	91%	
	滝川K	16.51	13.80	2.71	120%	
深川	深川A	16.13	18.32	-2.19	88%	93%
	深川B	14.08	17.48	-3.40	81%	
	深川C	18.02	19.50	-1.48	92%	
	深川D	15.61	16.43	-0.82	95%	
	深川E	16.73	17.54	-0.81	95%	
	深川F	20.32	19.94	0.38	102%	
	深川G	18.27	18.59	-0.32	98%	
千歳	千歳A	6.65	13.77	-7.12	48%	77%
	千歳B	7.08	14.63	-7.55	48%	
	千歳C	12.13	18.33	-6.20	66%	
	千歳D	23.69	23.38	0.31	101%	
	千歳E	17.01	18.12	-1.11	94%	
	千歳F	16.96	21.23	-4.27	80%	
	千歳G	18.43	20.05	-1.62	92%	
	千歳H	13.51	15.75	-2.24	86%	

## 2. 7 基準となる除雪速度を用いた除雪機械の配置計画の検討

式-1 から得られた基準除雪速度を用いることで、A事務所の除雪工区 (9 工区) を対象に、除雪作業時間の平準化を図るための除雪工区変更のケーススタディーを行った。

各除雪工区の作業実施時間を算定すると表-6 のような状況であり、基準除雪速度を用いた作業時間でも最大が 4.0 時間、最小が 1.9 時間とばらつきが

大きく、基地-1 工区、ST-a-1 工区、ST-e-1 工区が、道路事務所管内の作業時間の平均値 (2.8 時間) を大きく上回っている。このため、複数の工区で作業区間を調整し、現状で作業時間が少ない工区に、上記の工区の一部を振り分けた。

その結果、作業時間の最大が 3.0 時間、最小が 2.1 時間とばらつきが小さくなり、除雪のサービスレベルの平準化の効果が期待できる結果となった。

表-6 除雪工区変更後の基準除雪速度と作業時間の算定結果 (参考値)

除雪ST	工区No (ST毎)	工区延長 (m)	工区延べ 延長 (m)	実除雪 速度 (km/h)	基準除雪 速度 (km/h)	実作業 時間 (h)	基準作業 時間 (h)
基地	1	18,748	37,496	8.0	10.4	4.7	3.6
基地	2	17,379	34,758	16.6	13.7	2.1	2.5
ST-a	1	25,034	50,068	11.3	12.6	4.4	4.0
ST-b	1	19,974	39,948	18.3	20.8	2.2	1.9
ST-c	1	33,379	66,758	25.6	23.5	2.6	2.8
ST-c	2	23,718	47,436	24.4	23.1	1.9	2.1
ST-d	1	29,836	59,672	23.9	20.0	2.5	3.0
ST-e	1	17,351	34,702	10.1	9.5	3.4	3.7
ST-e	2	14,879	29,758	17.1	15.2	1.7	2.0
平均		22,255	44,511	17.2	16.5	2.8	2.8

除雪工区変更

除雪ST	工区No (ST毎)	工区延長 (m)	工区延べ 延長 (m)	基準除雪 速度 (km/h)	基準作業 時間 (h)
基地	1	13,864	27,727	10.7	2.6
基地	2	16,745	33,489	11.0	3.0
ST-a	1	18,437	36,873	12.1	3.0
ST-b	1	32,091	64,181	21.3	3.0
ST-c	1	33,379	66,758	23.5	2.8
ST-c	2	23,718	47,436	23.1	2.1
ST-d	1	29,836	59,672	20.0	3.0
ST-e	1	11,520	23,039	8.3	2.8
ST-e	2	20,711	41,421	14.3	2.9
平均		22,255	44,511	16.0	2.8

## 3. 稼働状況を考慮した、路線に適した効率的な保有形態の検討

継続的な除雪体制の確保を目的に、除雪工事に供した機械の状況を調査し、保有することでコストメリットが生じる機械の稼働時間を算出するなど、除雪機械の保有形態について検討した。

### 3. 1 現状の課題と対策

継続的な除雪体制を確保していくうえでの現状の課題と、発注者が既に取り組んでいる対策を以下に示す。

#### 3. 1. 1 受注者が負う機械保有リスク

機械を購入し、維持するためには、機械の購入 (減価償却) 費のほか、整備費、税金及び保険料などの維持的経費が必要となるが、それらの費用は、保有している当該機械が工事等で稼働することで生じ

る利益で充当している。

これまで除雪工事の受注者が保有していた機械は、冬期の除雪工事のほかに、夏期の建設工事などにも使用することで稼働時間を確保してきた。しかし、近年の国や地方公共団体の財政状況から公共事業が減少し、これに伴い、除雪工事以外での機械の使用頻度（稼働時間）も減ったことから、機械の減価償却が難しくなっている。さらに、機械の維持には、稼働の多少にかかわらず維持的経費が必要となるため、機械の保有が受注者の経営を圧迫する一因になるなど、除雪工事における受注者保有機械への依存体制について解消が求められている<sup>10)</sup>。

### 3. 1. 2 受注者が負う少雪リスク

国土交通省は標準的な除雪工事の積算基準を定めており、多くの地方公共団体もこの基準を準用している。この基準での各工種の除雪施工単価（労務費、燃料費及び機械損料の合計）は作業量（延長、稼働時間等）に対して一定であり、工事費は概ね作業量に比例して増減する。このことから、労務費、燃料費及び機械損料は変動的な経費として積算されているといえる。

しかし、除雪工事受注者の実態としては、作業量の増減に関係なく、固定的な経費の支出をしなければならない。具体的には、人件費（超過勤務を除く職員給与）のほか、機械損料に含まれる受注者保有機械の償却費、整備費、税金及び保険料などといった機械経費である。除雪工事費と除雪作業量の関係のイメージを図-3に示す。

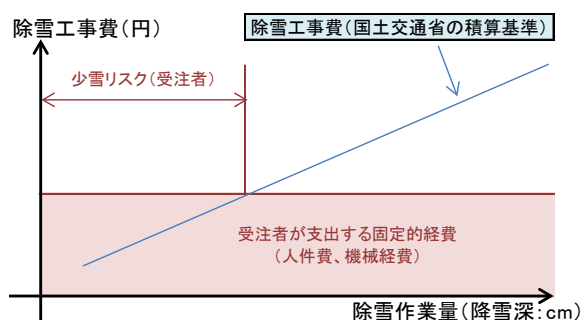


図-3 除雪工事費と除雪作業量

以上のことから、受注当初に工事量がわかっている他の工事に比べ、降雪状況によって工事量が大きく変化する除雪工事は、少雪によるリスクを負っており、そのリスクは受注者が用意する機械台数に比例して増すことになる。

### 3. 1. 3 発注者が負う受注者の機械保有リスク

道路管理者である発注者は、冬期の維持管理にあたって除雪体制の確保を最も優先する。除雪体制の確保には必要な機械台数の配置が必須であるが、配置が可能である限り、その保有形態（発注者、受注者）は限定されない。

ただし、機械の配置に際し、受注者が保有する機械に過度に依存する場合には、発注者は受注者の機械保有リスクを負う。具体的には、建設会社等が機械を売却・処分することにより受注者を確保できず、除雪体制に支障をきたす恐れがある。また、受注者が保有する機械の老朽化<sup>1),10)</sup>による、不稼働期間の発生などが懸念される。

その他の発注者が負う受注者の機械保有リスクとしては、入札において機械を保有する特定の建設会社等のみが受注し、適正な競争が行われぬ可能性も想定される。

### 3. 1. 4 発注者が実施している現状の対策

北海道開発局では、平成22年度から一部の道路維持除雪工事で複数年契約を実施しており、現在までその取り組みを拡大している。複数年契約の場合、契約期間中の各年の降雪量を平均することが可能となり、少雪リスクを抑制することができる。また、資材の発注ロットの大型化や受注者が保有する機械の減価償却の計画策定が容易になるなど、経営の安定化が期待できる。しかし、現状の複数年契約は契約期間が18ヶ月～30ヶ月と短く、各々のリスクの対策として十分な効果を発揮するには期間が不足していると考えられる。

一方、一部の自治体では除雪工事に最低保障制度を導入している。保証される金額が十分であれば固定的経費のカバーが可能であり、少雪リスクを抑制することができる。しかし、統一したガイドラインなどは示されておらず、導入の有無のほか、各自治体によって最低保障額の算出方法（金額）も異なっている。

## 3. 2 検討方針

前述した現状の課題と対策を踏まえ、各々のリスクを回避もしくは軽減し、継続的な除雪体制を確保するためには、既に発注者が実施している対策（複数年契約、最低保障制度）を整理し継続することのほかに、発注者が可能な限り除雪に必要な機械を用意（購入・リース）すること、また、受注者が機械を用意する場合であっても、機械経費もしくはリース料の支出が賄える年間稼働時間を想定できること

が必要である。

しかし、発注者が除雪に必要な全ての機械を用意するためには、機械の増強に高額な予算が必要となり、公共事業費全体のコスト削減が求められている現状では困難である。また、受注者が機械を用意するためには、想定される十分な稼働時間が必要であるが、除雪の対象延長や機種などの見直しの検討も必要である。

以上のことから、継続的な除雪体制の確保を目的に、実際に除雪工事に供した機械の状況調査や機械の保有によりコストメリットが生じる稼働時間の算出を行い、それをもとに除雪に必要な機械の確保とコスト削減を図る機械の保有形態について検討した。

なお、発注者が機械を用意する方法は、購入とリースの2つがある。リースする場合は、機械購入予算の平準化(一時的に高額な購入費用の手当が不要)が図られるが、一般的にリースは法定耐用年数が基となる複数年契約であり、機械を購入した場合に比べてトータルでは割高となる。また、購入する場合には、長期的な機械の購入計画を立案することで、リースに比べて少ないコストで機械の用意ができる。ここでは、コスト的なメリットを鑑み、購入により機械を用意することとして、除雪体制の確保について考察した。

### 3. 3 除雪に供した機械の調査

北海道開発局が平成22年度から平成24年度の3年間に発注した除雪工事において、発注者及び受注者が用意し、除雪工事に使用した各機械を調査した。調査結果を表-7に示す。

発注者が保有し除雪工事に使用した機械(以下「発注者機械」という)の台数は平均1,029台であり、受注者が用意し当該除雪工事に使用した機械(以下「受注者機械」という)の台数は平均373台であった。なお、受注者機械のうち、自社で保有している機械は受注者機械の約70%を占める。また、受注者機械台数の約80%は、付帯除雪や歩道除雪などに使用される除雪ドーザ、小形除雪車及びハンドガイド除雪機が占めており、特に除雪ドーザについては、発注者機械より受注者機械の台数の方が多いことがわかった。このことから、北海道開発局では、付帯除雪や歩道除雪など特定の工種において、受注者の保有機械に依存しているといえるが、新雪除雪(除雪トラック及び除雪グレーダ)や排雪及び豪雪などの緊急対応(ロータリ除雪車)については、発注者

機械による安定した除雪体制を確保しているといえる。

表-7 除雪に供した機械の状況調査

機械名	年度	発注者機械		受注者機械			民間割合 台数	
		台数	平均 使用 年数	台数	平均使用年数			
					内自社	自社 保有率		
除雪トラック	H22	500	9.4	12	23.5	23.5	100.0%	2.3%
	H23	499	10.0	7	22.9	23.7	85.7%	1.4%
	H24	502	10.6	8	23.8	23.8	100.0%	1.6%
除雪グレーダ	H22	99	9.5	8	21.0	21.0	100.0%	7.5%
	H23	99	10.3	8	17.6	17.3	87.5%	7.5%
	H24	98	11.2	6	19.5	19.5	100.0%	5.8%
ロータリ除雪車	H22	145	8.5	5	19.2	19.2	100.0%	3.3%
	H23	144	9.1	3	18.0	18.0	100.0%	2.0%
	H24	144	9.7	6	23.3	22.4	83.3%	4.0%
除雪ドーザ	H22	85	11.9	197	8.5	10.8	57.8%	69.9%
	H23	85	12.9	202	9.0	11.0	54.7%	70.4%
	H24	85	13.7	243	9.1	11.0	58.4%	74.1%
小形除雪車	H22	119	9.2	53	14.4	14.3	88.5%	30.8%
	H23	120	9.6	52	15.1	15.5	94.2%	30.2%
	H24	119	10.1	53	16.2	16.7	90.6%	30.8%
凍結防止剤 散布車	H22	81	9.4	13	19.0	19.5	76.9%	13.8%
	H23	81	9.1	11	19.5	19.9	81.8%	12.0%
	H24	83	9.1	14	19.3	19.4	84.6%	14.4%
ハンドガイド	H22	0	—	38	7.7	8.0	68.6%	100.0%
	H23	0	—	39	8.3	8.9	70.6%	100.0%
	H24	0	—	38	7.7	8.1	83.8%	100.0%
凍結防止剤 散布装置	H22	0	—	37	13.8	14.3	88.2%	100.0%
	H23	0	—	37	13.8	14.6	86.1%	100.0%
	H24	0	—	29	16.4	17.0	92.9%	100.0%
計	H22	1,029	9.5	363	11.1	13.1	70.1%	26.1%
	H23	1,028	10.0	359	11.2	13.2	68.2%	25.9%
	H24	1,031	10.6	397	11.5	13.3	70.6%	27.8%
	平均	1,029	10.0	373	11.3	13.2	69.6%	26.6%

\*凍結防止剤散布装置には、散布作業に供する作業車及びトラックを含む

\*自社保有率は、受注者機械の内、リースやレンタルなどを除く自社で保有している機械率

平均使用年数は、発注者機械が平均10.0年であり、受注者機械は平均11.3年であった。また、受注者機械のうち、自社で保有している機械の平均使用年数は平均13.2年であった。近年の公共事業費の予算状況から発注者機械の平均使用年数は伸びている。しかし、受注者機械はそれ以上に老朽化(平均使用年数が長い)しており、特に受注者が自社で保有している機械はその傾向が顕著である。

ただし、受注者機械の平均使用年数は機種毎に大きく異なる。新雪除雪(除雪トラック及び除雪グレーダ)や排雪(ロータリ除雪車)など、特定の工種にのみ使用する機種では、受注者機械の平均使用年数は発注者機械の2倍程度であるのに対し、汎用機械(除雪工事以外でも稼働が見込める機械)である除雪ドーザ(ホイールショベル)では、受注者機械の平均使用年数が発注者機械のそれより短い。また、除雪ドーザは他の受注者機械の各機種に比べて自社の保有割合が低いことも確認した。

### 3. 4 中立稼働時間

除雪の施工単価は、作業量に対して一定であり、その単価には機械の償却費等の固定的経費も含まれ

る。このため、機械を保有している場合、機械が一定時間以上稼働することによりコストメリットが生じる。ただし、このコストメリットは、機械の保有形態や稼働時間により異なる。

機械の保有形態や稼働時間が公共事業費（除雪工事費と、機械購入及び維持費の合計）に与える影響を定量的に検証するため、発注者が機械を保有することによりコストメリットが生じ始める年間平均稼働時間（以下、「中立稼働時間」という）を算出した。

具体的には、標準的な除雪工事の積算基準である土木工事標準積算基準書<sup>11)</sup>と、平均的な施工条件のもとで使用した場合の標準値である建設機械等損料表<sup>12)</sup>等を用いて、機械単独作業の工種を対象に、機械の機種及び規格別に中立稼働時間を算出した。

### 3. 4. 1 除雪施工単価の算出

保有形態別の除雪の施工単価を算出した。機械損料と管理費の内訳を表-8に示す。

表-8 機械損料と管理費の内訳

機械損料 (受注者保有)	償却費、定期整備費、現場修理費、管理費
機械損料 (発注者保有)	現場修理費、管理費(一部)
管理費 *1	保険料、税金、格納保管等経費

\*1：管理費は率計上であり、保有形態(発注者・受注者)によりその率が異なる

除雪の施工単価は、労務費、燃料費及び機械損料の合計である。但し、保有形態の違いにより、機械損料に含まれる償却費や定期整備費などの内訳が異なることから、それぞれの機械損料の単価は異なる。

また、同じく機械損料に含まれる管理費についても、発注者が機械を保有する場合、一部の保険料や税金などは除雪工事に含まれていないため、管理費率を補正(減額)している。しかし、実際には発注者が別途支出していることから、コスト比較の条件の整合を図るため、施工単価の算出にあたっては、発注者が機械を保有する場合であっても受注者の保有機械と同じ管理費率として計算した。

施工単価の算出例を表-9に示す。なお、機械本体と装置の年間標準運転時間が異なる場合は、本体の数値をベースとして加重平均により施工単価を算出している。

表-9 施工単価の算出例  
(除雪トラック 10t 級、4×4、IG)

保有形態	労務費 (円)*1	燃料費 (円)*1	機械損料(円)*2			標準運転時間 (H/年)*2			施工単価 (円/H)
			本体	I装置*3	G装置*4	本体	I装置*3	G装置*4	
	A	B	C	D	E	F	G	H	A+B+C+(D*G+E*H)/F
受注者保有	5,275	2,320	9,370 <sup>!</sup>	2,380 <sup>!</sup>	3,993	240 <sup>!</sup>	200 <sup>!</sup>	190	22,109
発注者保有	5,275	2,320	2,290 <sup>!</sup>	995 <sup>!</sup>	1,310	240 <sup>!</sup>	200 <sup>!</sup>	190	11,751

\*1：土木工事標準積算基準書による

\*2：建設機械等損料表による。但し、機械損料には切刃消耗費を含む。また、管理費率は発注者保有機械であっても受注者保有と同率とした

\*3：I装置は一方方向スノープラの略称

\*4：G装置は路面整正装置の略称

### 3. 4. 2 除雪施工単価に含まれない機械経費の算出

コスト比較の条件の整合を図るため、受注者が機械を保有している場合の施工単価に比べて、発注者保有機械の施工単価に含まれていない、償却費(購入費)及び定期整備費の年間必要額を算出した。

償却費の算出にあたっては、基礎価格に償却費率を乗算し標準使用年数で除算した。償却費率を計算に含めることにより、標準使用年数終了後の機械の売却益を予め減算することとなる。また、定期整備費の算出にあたっては、建設機械等損料表の維持修理費率から時間当たりの定期整備費を求め、それに年間標準運転時間を乗算した。なお、償却費及び定期整備費の算出にあたり、機械本体と除雪装置が別に示されている場合には、それぞれを算出した後に合算した。

各用語の意義を表-10に、償却費の算出例を表-11に、定期整備費の算出例を表-12に示す。

表-10 用語の意義

基礎価格	国内における標準仕様による機械の実勢取引価格
標準使用年数	機械本来の用法のもとで、通常予定される機械の効率を十分発揮して使用できる年数
償却費率	償却費率 = 1 - 残存率 残存率は、機械が耐用年数を終え、廃棄処分される際に残る経済価値の基礎価格に対する割合
年間標準運転時間	機械の使用実績を調査し、それをもとに設定された1年間の標準的な値

表-11 償却費の算出例  
(除雪トラック 10t 級、4×4、IG)

		本体	I装置	G装置
基礎価格 (千円)	A	10,400	2,180 <sup>!</sup>	3,430
償却費率 (%)	B	95 <sup>!</sup>	97 <sup>!</sup>	97
標準使用年数 (年)	C	15.5 <sup>!</sup>	15.5 <sup>!</sup>	15.5
各償却費 (千円/年)	A*B/C	637 <sup>!</sup>	136 <sup>!</sup>	215
各償却費の計 (千円/年)	本体+I装置+G装置			988



表-12 定期整備費の算出例  
(除雪トラック 10t 級、4×4、IG)

定期整備費(円/H)			年間標準運転時間(H)			定期整備費 (千円/年) A*D+B*E+C*F
本体 A	I装置 B	G装置 C	本体 D	I装置 E	G装置 F	
1,140	190	676	240	200	190	440

### 3. 4. 3 中立稼働時間の算出

先に算出した保有形態別の施工単価、償却費及び定期整備費から、中立稼働時間を算出した。

具体的には、発注者が機械を保有する場合の施工単価に含まれていない償却費と定期整備費を合計し、保有形態別の施工単価の差額で除算することにより、発注者が機械を保有することによりコストメリットが生じ始める稼働時間を算出している。

中立稼働時間の算出例を表-13 に、除雪に供する機械の機種、規格毎の中立稼働時間を表-14 に示す。

表-13 中立稼働時間の算出例  
(除雪トラック 10t 級、4×4、IG)

償却費 (千円/年) A	定期整備費 (千円/年) B	施工単価		中立稼働時間 (H/年) (A+B)/(C-D)
		受注者保有 (円/H) C	発注者保有 (円/H) D	
988	440	22,109	11,751	138

表-14 機種・規格毎の中立稼働時間

機械名	規格	中立稼働時間(H/年)
除雪トラック	10t級、4×4、IG	138
	10t級、6×6、IGS *1	137
	10t級、6×6、IGSM *2	137
	10t級、6×6、IG、4.5m級	142
除雪グレーダ	4.0m級	237
	4.0m級、S *1	235
	4.3m級、高速型	236
	4.3m級、高速型、S *1	234
ロータリ除雪車	12.2m級	113
	12.6m級、294kW級	113
	1車線積込型	114
除雪ドーザ	11t級、マルチブラウ	232
小形除雪車	1.5m級	114
凍結防止剤散布車	湿式、2.5m3級、4×4	176
	湿式、4.0m3級、6×6	176
	湿式、6.0m3級、6×6	176

\*1: Sはサイドウイングの略称

\*2: SMIはサイドウイングマッフルの略称

## 3. 5 保有形態変更のケーススタディー

### 3. 5. 1 ケーススタディーの条件

機械の状況調査の結果と算出した中立稼働時間を用いて、保有形態の変更によるケーススタディーを実施した。状況調査の結果、除雪ドーザ、小形除雪車(ハンドガイド含む)及び凍結防止剤散布車(装置含む)は民間保有機械の割合が高く、特に除雪ドーザは、台数、稼働時間共に発注者機械より受注者機械の方が多かった。また、除雪ドーザは、他の除雪機械に比べて自社保有率が低いことから、リース機械が市場に普及していることが想定される。このことから、除雪ドーザを対象としてケーススタディーを実施した。なお、稼働時間は3年間の平均稼働時間を使用した。

### 3. 5. 2 ケーススタディーの結果(コスト縮減)

コスト縮減の観点からのケーススタディーの結果を表-15 に示す。

A事務所の発注者保有の除雪ドーザは、コストメリットが生じる中立稼働時間232時間に満たない稼働である。また、同じA事務所の他工区で受注者保有(リース)の除雪ドーザは232時間以上の稼働である。

リース車両は自社保有機械に比べて入れ替えが容易だと想定されることから、除雪体制の効率化(コスト縮減)を目的に、稼働時間の確保が困難な発注者機械と、他工区の受注者機械との入れ替えを行うことで、年間約1,800千円のコストメリットが生じる結果となった。

表-15 ケーススタディー(コスト縮減)

A事務所								
保有区分	機械名	規格	稼働時間 (H) A	施工単価*1 (円/H) B	工事費*2 (千円) C=A*B*1.8	償却費 (千円) D	定期整備費 (千円) E	計 (千円) C+D+E
受注者	除雪ドーザ	11t級、マルチ(リース、H18)	321	15,010	8,673	-	-	8,673
発注者	除雪ドーザ	11t級、マルチ	173	8,070	2,513	1,290	322	4,125
計								= 12,798

ケーススタディー								
保有区分	機械名	規格*3	稼働時間 (H) A	施工単価*1 (円/H) B	工事費*2 (千円) C=A*B*1.8	償却費 (千円) D	定期整備費 (千円) E	計 (千円) C+D+E
受注者	除雪ドーザ	11t級、マルチ	173	15,010	4,674	-	-	4,674
発注者	除雪ドーザ	11t級、マルチ	321	8,070	4,663	1,290	322	6,275
計								= 10,949

コストメリット(千円/年)							=	1,849
---------------	--	--	--	--	--	--	---	-------

\*1: 受注者の施工単価(機械損料)には、償却費及び定期整備費を含む。また、発注者の施工単価(機械損料)には、受注者の施工単価と同車の管理費を計上している

\*2: 諸経費率は180%とした

\*3: ケーススタディーによるコストメリットは、11t級マルチブラウで算出した

### 3. 5. 3 ケーススタディーの結果(継続的な除雪体制確保)

継続的な除雪体制確保の観点からのケーススタディー

ィーの結果を表-16 に示す。

B事務所の発注者保有の除雪ドーザは、コストメリットが生じる中立稼働時間 232 時間に満たない稼働である。また、同じB事務所の他工区で 232 時間以上の稼働がある受注者保有（自社）の除雪ドーザは平成 2 年車であり、故障等による継続的な稼働への影響が懸念される。

継続的な除雪体制の確保と効率化（コスト縮減）を目的に、老朽化した機械で除雪を行っている工区に、稼働時間の確保が困難な工区の発注者保有機械を移行することで、年間約 3, 400 千円のコストメリットが生じる結果となった。

表-16 ケーススタディー（継続的な除雪体制確保）

B事務所								
保有区分	機械名	規格	稼働時間	施工単価 *1	工事費 *2	償却費	定期整備費	計
			(H)	(円/H)	(千円)	(千円)	(千円)	
			A	B	C=A*B*1.8	D	E	C+D+E
受注者	除雪ドーザ	8t級、マルチ(自社、H2)	377	14,810	10,050	—	—	10,050
発注者	除雪ドーザ	11t級、マルチ	94	8,070	1,365	1,290	322	2,977
計								= 13,028

ケーススタディー								
保有区分	機械名	規格 *3	稼働時間	施工単価 *1	工事費 *2	償却費	定期整備費	計
			(H)	(円/H)	(千円)	(千円)	(千円)	
			A	B	C=A*B*1.8	D	E	C+D+E
受注者	除雪ドーザ	11t級、マルチ	94	15,010	2,540	—	—	2,540
発注者	除雪ドーザ	11t級、マルチ	377	8,070	5,476	1,290	322	7,088
計								= 9,628

コストメリット(千円/年)	=	3,400
---------------	---	-------

\* 1 : 受注者の施工単価(機械損料)には、償却費及び定期整備費を含む。また、発注者の施工単価(機械損料)には、受注者の施工単価と同率の管理費を計上している  
 \* 2 : 諸経費率は180%とした  
 \* 3 : ケーススタディーによるコストメリットは、11t級マルチプラウで算出した

以上のとおり、算出した中立稼働時間を用いて、公共事業費の縮減や、継続的な除雪体制の確保が図れるケーススタディーを実施することができたことから、中立稼働時間の有用性を確認することができた。

### 3. 6 除雪体制確保に関する考察

調査及びケーススタディーの結果を踏まえ、機械の保有形態や配置の変更について、以下のとおり考察した。

#### 3. 6. 1 保有形態の変更の優先度

稼働時間が多い受注者機械を発注者機械に変更することで、発注者は大きなコストメリットを得ることができる。

しかし、最も優先すべきは除雪体制の確保であることから、古い年式の老朽化した高稼働の受注者機械を優先的に発注者機械に変更し、発注者が負う受

注者の機械保有リスクを低減するなど、コストメリット以外の優先度についても検討する必要がある。

#### 3. 6. 2 工区延長の延伸

機械が一定時間以上稼働することによりコストメリットが生じることから、付帯除雪などの作業時間帯を限定しない工種を対象に、機械 1 台あたりの工区（除雪作業の最小単位）延長を延伸し、稼働時間の増が期待できる機械配置への変更を検討する。

具体的には、隣接する複数の工区がそれぞれに低稼働の機械により施工している場合には、現状の複数工区を 1 台の機械で施工することを検討する。例えば、複数の工区を大きな 1 つの工区に再編し、複数の建設会社等が JV として工事を受注する。もしくは、工種毎の工区延長の変更や、機械の併用などが考えられる。

このことにより、保有形態の別にかかわらず、低稼働機械の処分と、機械の高稼働化を同時に図ることが可能となり、受注者が負う機械保有リスクや、受注者が負う少雪リスクの低減につながる。

#### 3. 6. 3 受注者機械の活用

発注者が保有する機械が低稼働であり、当該受注者や地域のリース業者が代用できる機械を保有している場合には、保有形態を発注者機械から受注者機械に変更することで、発注者はコストメリットを得ることができる。

しかし、保有形態の変更により、発注者は受注者の機械保有リスクを負うことになる。特にロータリ除雪車などの除雪専用車は夏場の使用が見込まれず、高価であることから、受注者が保有し維持することは困難だと想定される。このため、保有形態を受注者機械に変更する場合には、代用機械の年式を確認するなど最大限の注意が必要である。

また、保有形態を変更する機械が汎用機械である場合には、受注者は当該除雪工事以外の稼働も期待できるため、より多くの稼働時間を確保できる可能性がある。受注者がその稼働時間により生じる利益で償却費など機械経費の支出を賄える場合には、受注者はコストメリットを得ることができる。

なお、緊急時の体制確保に必要な特定の機械については、稼働の多少にかかわらず、発注者が保有すべきと考える。

#### 3. 6. 4 保有形態などの継続調査の必要性

3 年間のデータを対象に、機械の保有形態、年式及び稼働状況を調査した。しかし、各々のデータは

降雪状況や機械の故障など様々な要因で変化する。  
また、継続的に調査することで、機械の平均使用年数の推移など、機械の保有に関する様々な傾向を確認することができる。

#### 4. まとめ

除雪機械の配置の適正化による均一なサービスレベルの提供やコスト縮減など、より効率的かつ経済的な除雪の実施を目的に、地域・路線特性に応じた基準除雪速度を算定し、この速度から除雪機械配置を行う手法を検討した。

その結果、除雪速度に影響を与える要因と影響度を定量的に評価することで、基準除雪速度の算定式を策定する手法を得た。また、基準除雪速度を用いてサービスレベルの地域間の平準化を図る除雪工区変更のケーススタディーを実施し、基準除雪速度の有用性を確認した。

しかし、算定した基準除雪速度と実際の除雪速度とを比較した結果、一部の工区では乖離が生じた。

今後の課題として、実際の除雪速度との乖離要因の解明と、それを踏まえた算定式の検討があげられる。

また、継続的な除雪体制の確保を目的に、除雪工事に供した機械を調査し、発注者が機械を保有することによりコストメリットが生じ始める中立稼働時間を算出した。さらに、その稼働時間を用いて保有形態を変更した場合のケーススタディーを行うなど除雪に供する機械の保有形態について検討した。

その結果、公共事業費の縮減や、継続的な除雪体制の確保が図れるケーススタディーを実施できたことから、中立稼働時間の有用性を確認することができた。また、調査及びケーススタディーの結果を踏まえ、機械の保有形態や配置の変更について考察した。

#### 参考文献

- 1) 全国積雪寒冷地帯振興協議会：平成16年度雪セミナー 第一部報告書請負除雪体制再構築手法の検証、2004.2  
<http://www.sekkankyo.org/yukiseminarpdf/h16yukisemi-houkokusyo.pdf>
- 2) 岩塚浩二、駒田達広、宮武一郎、佐近裕之：「除雪作業の調達に関する課題について」、第41回土木計画学研究発表会、2010.6
- 3) 北海道建設新聞社：「継続困難」4割の衝撃開発局除雪企業アンケートから、2010.11

<http://e-kensin.net/reading/532.html>

- 4) 機械除雪施工マニュアル編集委員会：機械除雪施工マニュアル（案）、1991.11
- 5) 北海道：北海道データブック2011 地勢  
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/tkk/databook/0102.htm>
- 6) 全国積雪寒冷地帯振興協議会：豪雪地帯及び特別豪雪地帯指定図 北海道  
<http://www.sekkankyo.org/hokkaidou.htm>
- 7) 気象庁：各種データ・資料 過去の気象データ検索  
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>
- 8) 北海道：住民基本台帳人口・世帯数、2013.5  
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/tuk/900br/index2.htm>
- 9) 国土交通省北海道開発局：今冬の除雪体制等について、2013.11  
[http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z\\_doro/jyosetsu/index.html](http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_doro/jyosetsu/index.html)
- 10) (社) 全国建設業協会：積雪地域の安定的・継続的な除雪体制の確保に向けて、2010.5  
<http://www.zenken-net.or.jp/data/news/103-1.pdf>
- 11) 国土交通省：土木工事標準積算基準書（共通編）平成24年度、2012
- 12) (社) 日本建設機械施工協会：建設機械等損料表（平成24年度北海道補正版）、2012

## STUDY ON OPTIMIZING THE DEPLOYMENT OF SNOWPLOWS

【Budget】	Grants for operating expenses General account
【Research Period】	FY2011-2013
【Research Team】	Machinery Technology Research Team
【Authors】	KATANO Koji MAKINO Masatoshi OGAMI Tetsuya KOMIYAMA Kazushige

【Abstract】 For maintaining efficient snow removal, snow plows must be appropriately deployed. Ownership of snowplows also needs to be considered. However, today's snow removal systems suffer from variations in service levels between work zones caused by the inconsistent deployment of snowplows, which is based on past experience and knowledge. In addition, construction companies in charge of snow removal have reduced work capability, causing failures in bidding.

The deployment of snowplows is planned with reference to the snow removal speed for each work zone. In this study, we analyzed factors such as weather, road structure and roadside condition, which may influence the snow removal speed. We found that a standard snow removal speed that suits regional and road features can be estimated from these factors. Furthermore, it was found that we could examine how snowplows can be secured and owned for effective and cost-efficient snow removal operation by surveying the deployment of snowplows, as well as by calculating the operation hours of the owned snowplows that are cost-efficient.

【Keywords】 Snow removal, snow removal system, snowplow, snow removal speed, snowplow ownership