

土木研究所資料

雪氷処理のコスト縮減に関する技術開発

(ロータリ除雪車対応型アタッチメント式路面清掃装置の開発)

(非火薬組成の破砕剤を活用した雪庇処理の検討)

平成 24 年 10 月

独立行政法人土木研究所

寒地土木研究所

技術開発調整監付寒地機械技術チーム

Copyright © (2012) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

雪氷処理のコスト縮減に関する技術開発

技術開発調整監付 寒地機械技術チーム 上席研究員 柳沢 雄二
主任研究員 国島 英樹^{※1}
研究員 佐々木憲弘^{※2}
研究員 五十嵐 匡
研究員 中村 隆一

要 旨

道路の維持管理は、近年の道路予算の縮減から、より一層のコスト縮減が求められているが、路面清掃車等の道路維持機械及び除雪機械の専用車は各々半年程度しか稼働できない実態にある。そこで、機械経費のコスト縮減を図ることを目的に、既存のロータリ除雪車をオールシーズン有効活用するため、ロータリ除雪車で路面清掃車の機能を兼用可能なアタッチメント式路面清掃装置の開発を行った。

また、道路法面における雪庇処理作業の人力除雪についても、より一層の効率化が望まれているため、人力除雪に代わる工法を検討し、非火薬組成の破砕剤を活用した工法の提案を行った。

キーワード: コスト縮減、路面清掃、アタッチメント、ロータリ除雪車、雪庇処理

※1 現 北海道開発局留萌開発建設部施設整備課

※2 現 北海道開発局事業振興部機械課

目 次

雪氷処理のコスト縮減に関する技術開発

1. まえがき	1
2. 新たな道路用維持・除雪の複合機械及び多機能型機械の検討	1
2.1 新たな機械検討の背景	1
2.2 新たな機械の検討方法	1
2.3 新たな機械の検討方針	1
2.4 機械要件の組み合わせ機械	2
2.5 複合機械の開発方針	2
2.6 路面清掃車のブラシ式と真空式の比較	2
2.7 複合機械の開発概要	4
2.8 性能試験	5
2.8.1 走行試験	5
2.8.2 作業装置試験	7
2.8.3 作業試験	7
2.8.4 その他の試験	11
2.8.5 国道での試行	13
2.9 仕様のとりまとめ	18
2.10 導入検討	18
2.10.1 複合化による運転費	18
2.10.2 導入効果の試算	18
2.10.3 効果的な配置提案	21
3. 道路法面に関する除雪工法の検討	21
3.1 除雪工法の検討背景	21
3.2 除雪工法の検討方針	21
3.2.1 ワイヤーを活用した工法	22
3.2.2 非火薬組成の破砕剤を活用した工法	22
3.3 確認試験	22
3.3.1 ワイヤーを活用した工法	22
3.3.2 非火薬組成の破砕剤を活用した工法	23
3.4 導入検討	30
4. まとめ	30

4.1 新たな道路用維持・除雪の複合機械及び多機能型機械の検討	30
4.2 道路法面に関する除雪工法の検討	31
参考文献	31
巻末資料	32
ロータリ除雪車対応型アタッチメント式路面清掃装置 仕様書	33
ロータリ除雪車対応型アタッチメント式路面清掃装置 参考図面	41

1. まえがき

道路の維持管理は、近年の厳しい財政状況を踏まえた経常経費の縮減へ対応しつつ、積雪寒冷地では最も利用者からのニーズが高い冬期道路管理に的確に対応していくことが必要である。

積雪寒冷地における道路維持管理においては多くの維持・除雪機械が稼働しているが、それぞれが専用機械であり、夏期と冬期の半年毎の稼働となるため、年間を通した効率的な運用が可能な多機能型機械の開発が必要である。また、雪庇処理作業等の人力除雪についてもより一層の効率化が望まれている。

このことから、寒地土木研究所では、一般研究「雪氷処理のコスト縮減に関する技術開発（平成20年度～平成22年度）」において、冬期における安全・快適な道路交通を確保しつつ、道路の維持・除雪コストの縮減が可能な技術開発、調査検討及び提案を行った。

- ・ 道路維持用機械と除雪機械の各々の機能を兼ね備えた通年運用を可能とする複合機械
- ・ 人力除雪を解消する道路雪庇処理工法

2. 新たな道路用維持・除雪の複合機械及び多機能型機械の検討

2.1 新たな機械検討の背景

道路の維持及び除雪作業は、近年の道路予算の縮減から、より一層のコスト縮減が求められている。

このような状況の中で、道路の維持機械及び除雪機械の専用車は各々半年程度しか稼働できない実態にあることから、効率的な運用が可能な複合機械・多機能型機械の開発が必要である。このことから、時代背景に応じたニーズを調査し、求められる機能要件、技術的な開発可能性などコスト縮減に繋がる新たな機械の調査検討を行った。

2.2 新たな機械の検討方法

コスト縮減を目的に、積雪寒冷地における道路維持機械及び除雪機械の新たな複合化・多機能化の検討を行った。検討にあたり、道路管理者及び道路維持除雪工事受注者へのニーズ調査、現場での創意工夫に関するヒアリング調査を行い、過年度における国内での開発実績や検討経緯のある機械の情報収集を行った。

2.3 新たな機械の検討方針

調査の結果、兼用車両による通年多機能型機械及び高性能型除雪機械など、複合・多機能化の見込みはあるもののコスト縮減に繋がらないものや、一例として、遠距離化している雪堆積場までの運搬や路肩に堆積した雪堤解消を目的とした移動式融雪装置など、技術的・開発コストに課題が残るものがあった。しかし、道路予算の縮減などから、今後、機械の複合・多機能化は有効であると考えられる。新たな機械を開発・導入・普及するより、現在、国や地方自治体が保有している一般的な機械をベース車両にすることで、夏期作業・冬期作業の機能を兼用可能とする通年活用機械、もしくは作業内容によって装置を載せ替える有効活用機械を検討の対象とした。

2.4 機能要件の組み合わせ機械

アンケート調査などにより検討した結果、以下の組み合わせ機械による複合・多機能化がコスト削減の可能性があると判断された。この中から、最もコスト削減が見込まれ、かつ技術的に開発が可能な「①路面清掃車＋ロータリ除雪車の機能を兼用可能とする通年活用機械」について技術開発の検討を行い、機械運用の一つのあり方として提案した。

- ① 路面清掃車＋ロータリ除雪車の機能を兼用可能とする通年活用機械
- ② 散水車＋除雪トラックの機能を兼用可能とする通年活用機械
- ③ 散水車＋凍結防止剤散布車の機能を兼用可能とする通年活用機械
- ④ 小形除雪車をベース車両とする凍結防止剤散布装置、トンネル清掃装置、ガードレール清掃装置など各維持管理機能を兼用する有効活用機械

2.5 複合機械の開発方針

積雪寒冷地における道路維持機械及び除雪機械の配置状況、稼働実績から複合化によるコスト削減の試算を行った。その結果、導入台数が多く、コストの削減率が大きい路面清掃車とロータリ除雪車の複合化について検討を行い、以下の基本条件を設定した。

- ① 路面清掃車の代用となること
- ② 既存の除雪機械をベース車両とし、通年活用できること
- ③ 1台のベース機械で、夏期作業の路面清掃（路面清掃装置）と、冬期作業の拡幅除雪（ロータリ除雪装置）の機能を換装できること
- ④ ベース機械は一般的な規格とすること

2.6 路面清掃車のブラシ式と真空式の比較

路面清掃装置の技術開発にあたり、路面清掃車の規格による作業形態及びコストについて調査した。路面清掃車の機種を選定するにあたり、表－1¹⁾に示す路面清掃車の作業条件と適用性を参考にした。

道路予算の削減から、表－1の色付き箇所の作業条件「土砂の堆積が多い場合」、「塵埃が大きく、多量に堆積している場合」及び市街地を考慮し、「騒音を特に避けたい場合」に注目した。その結果、地域条件にも左右されるが、路面清掃車が少数保有になった場合、今後ブラシ式の有用性が高くなると思われる。

ブラシ式と真空式の作業形態は各々異なる特徴があり、以下にまとめる。

- ① ブラシ式
 - ・ 塵埃を処分場までダンプトラックが運搬
 - ・ ダンプトラックの拘束に要する費用が加算
 - ・ 清掃現場で塵埃をダンプトラックに積み替えるので、清掃作業が継続可能

② 真空式

- ・ 塵埃を処分場まで自らが自走で運搬
- ・ 塵埃処分場までの移動に要する費用が加算
- ・ 塵埃を処分場まで自らが運搬するので、清掃作業が中断

図-1に路面清掃車の規格における作業形態を示す。ブラシ式と真空式のコストを比較する場合、道路清掃の積算基準²⁾によると、工区毎の清掃延長、清掃速度、移動距離、移動速度、塵埃量の実績などから路面清掃費を求めるため、地域事情が異なる工区毎の比較が必要になるが、一般的に、路面清掃車のホッパに収集した塵埃を処分場まで運ぶ距離に近いほど真空式が安価であり、遠いほどブラシ式が安価になる傾向がある。また、塵埃量が増し、処分場までの運搬回数が多くなるほどブラシ式のコストが安価になる。

表-1 路面清掃車の作業条件と適用性

走行装置による分類	3輪式	4輪式		
塵埃回収方式による分類	ブラシ式			真空式
塵埃排出方式による分類	フロントリフトダンプ式	フロントリフトダンプ式	リアリフトダンプ式	リヤダンプ式
(作業条件)				
屈曲の多い狭い道路で使用する場合	○	△	△	△
回送距離が長い場合	△	○	○	○
土砂の堆積が多い場合	○	○	○	△
塵埃が大きく、多量に堆積している場合	○	○	○	△
塵埃の比重が軽く、堆積量が少ない場合	△	△	△	○
柵清掃作業を兼用したい場合	×	×	△	○
騒音を特に避けたい場合	○	○	○	△
塵埃を作業路上で積替えたい場合	○	○	○	×
塵埃を直接処分場へ持込む場合	×	×	△	○
(道路構造)				
路面の不陸が多い場合	△	△	△	○

注) ○:良 △:普通 ×:適さない

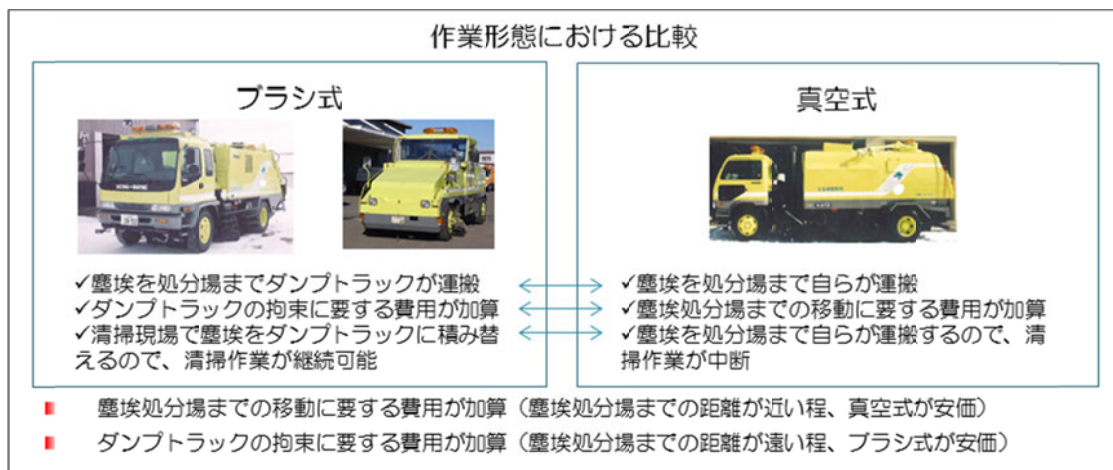


図 - 1 路面清掃車の規格における作業形態

2.7 複合機械の開発概要

開発する路面清掃装置は、コスト削減の観点から現在利用されている路面清掃車の代用として使用することを考慮すると、既存の路面清掃車と同等程度の機能及び性能を確保する必要がある。

路面清掃装置の仕様は、4輪ブラシ式、3輪ブラシ式、4輪操舵ブラシ式のブラシ式路面清掃車の主要諸元に参考にした。また、ベース車両とするロータリー除雪車は、国や地方自治本などが保有する一般的な規格にすることで、導入先を限定しない仕様とした。

技術開発における基本構想を以下に示す。

① 路面清掃車の代用となること

- ・ 路面清掃車と同等な機能及び性能を確保
- ・ ブラシ材などの消耗品は、路面清掃車と同様にすることで手配性を確保

② 既存の除雪機械をベース車両とし、年間活用できること

- ・ 財産の有効利用
- ・ 除雪機械の保有を守り、冬期交通、通年維持管理を確保

③ 一台のベース機械で、夏期作業の路面清掃（路面清掃装置）と冬期作業の広幅除雪（ロータリー除雪装置）の機能を換装できること

- ・ 購入費、整備費、管理費などのコスト削減
- ・ 保管スペースの縮小

④ ベース機械は一般的な規格とすること

- ・ 導入先を限定しない拡大普及

以上より、試作したアタッチメント式路面清掃装置（以下、試作機という。）を写真-1に示す。



写真-1 ロータリ除雪車に対応した路面清掃装置(試作機)

2.8 性能試験

試作機の性能試験は、寒地土木研究所が保有する苫小牧寒地試験道路に設定したテストコースで実施した。試験は、「ブラシ式および真空吸込み式ロードスノーパ性能試験方法」³⁾を参考に、2.8.1～2.8.4について基本性能の確認を行った。

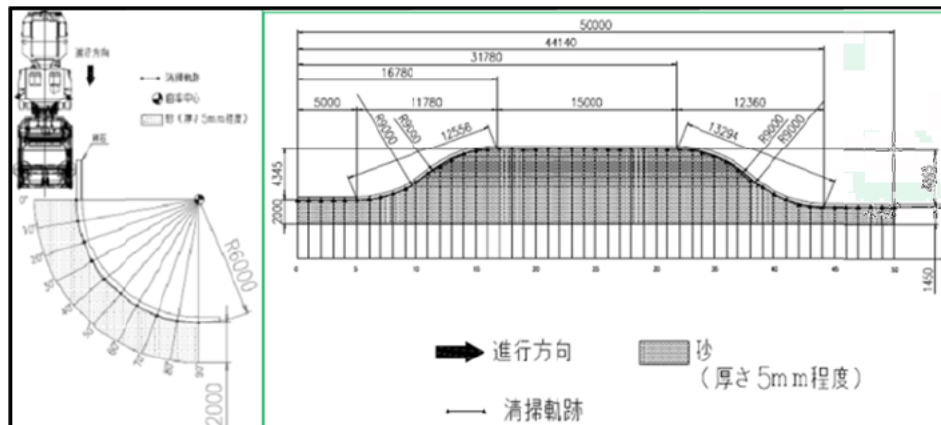
2.8.1 走行試験

道路曲線追従走行試験は、回旋半径及びバスベイ構造の道路曲線に対し、プランの追従走行が可能か装置及び車両の軌跡を確認した(写真-2、図-2)。

その結果、車両ステアリング(車両旋回)及び装置アングリング機構(装置旋回)を併用することにより、道路曲線に対して追従走行が可能であった(図-3)。



写真-2 道路線形 従走行試験



図一： 回転半径及びバスベイ構造の試験コース

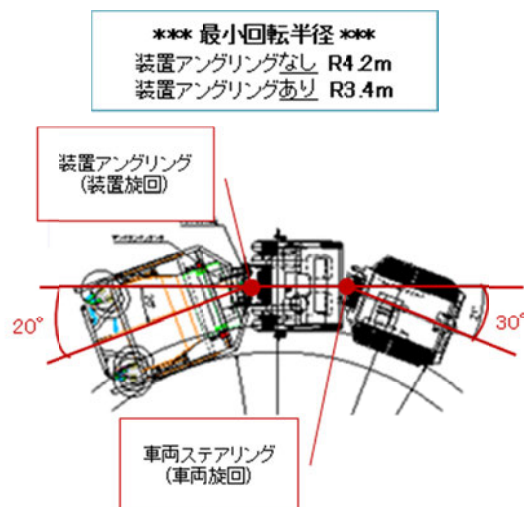


図-3 旋回機構（両+装置）

2.8.2 作業装置試験

主ブラシ・側ブラシは、メンテナンス性を考慮し、路面清掃車と同じ部品を採用した。ブラシ回転数及び散り量等の作動は路面清掃車と比べ同等以上の性能を確認できた。

ホップの作動性能は、試作機（オリジナル）機構（写真-3）となるため、路面清掃車との比較はできないが、作業上は支障のない結果であった。



写真-3 ダンプトラックへの積込み試験

2.8.3 作業試験

清掃能力の確認は、性能試験方法³⁾及び路面清掃車の清掃速度²⁾を参考に、優先清掃作業及び道路維持清掃作業の塵埃量を想定して、2種類(0.4m³/km・0.8m³/km)の塵埃条件と3種類(低速3~5km/h・中速6~8km/h・高速10km/h)の作業速度で、砂及び異形物を対象に、清掃後の掃き残し量を計測

して収納能力（収納率＝（塵埃量－掃き残し量）／塵埃量）を確認した（写真－4）。

その結果、塵埃量にさほど影響なく、低速・中速・高速のどの速度でも収納率90%以上の清掃能力があることが確認できた（図－4）。

路面清掃車との能力比較試験を実施していないため、試作機の単独評価となるが、目視確認等では良好な結果となり、主ブラシ・側ブラシともに回転数、圧力、作動油タンク温度等は安定した値であった。

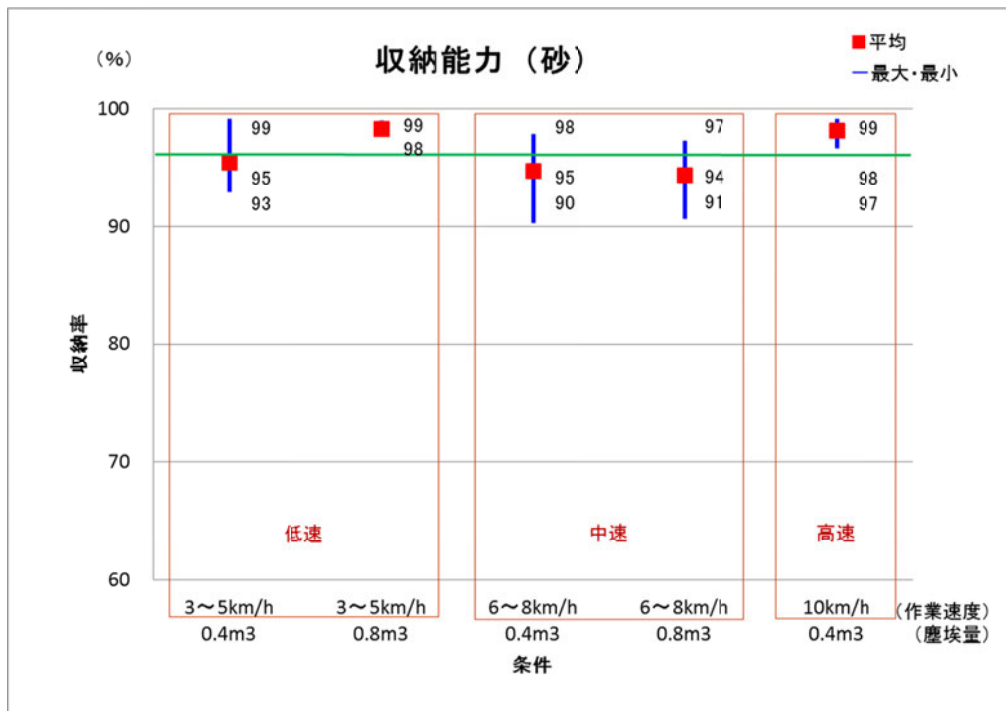
異形物清掃作業は、玉石（40～80mm）、空き缶（アルミ・スチール）・ペットボトルの正常状態と潰れた状態、雑誌・段ボール等の道路上の落下物として想定される異形物を対象とし、低速・中速作業を行った結果、平均90%以上の収納率となった（図－5、6）。

また、清掃能力の確認と同時に最適掃き込み構造及び最大塵埃収納容量の確認を行った。試作機の掃き込み構造は、路面清掃車における主ブラシで掃き込んだ塵埃をベルトコンベアで持ち上げ、上から落とす上開き箱形状の機構と異なり、主ブラシで横から直接掃き込む横開き箱形状としたため、より多くの塵埃収納容量を確保するには掃き込み構造やホップ構造を工夫する必要がある。ホップ内構造は、より多くの塵埃収納容量を確保するのはもちろん、塵埃のこぼれ防止、ダンプトラックへの積込み作業を円滑に行える構造とした。

試作機の塵埃収納容量は、各路面清掃車のホップ内容量にホップ係数²⁾を乗じた換算値（表－2）と最大塵埃収納容量の確認試験で得られた結果（表－3）を比較すると、試作機は路面清掃車の収納容量と同程度の能力があることが確認できた。



写真 - 4 清掃能力試験



図一 4 収納能力の結果 (砂)

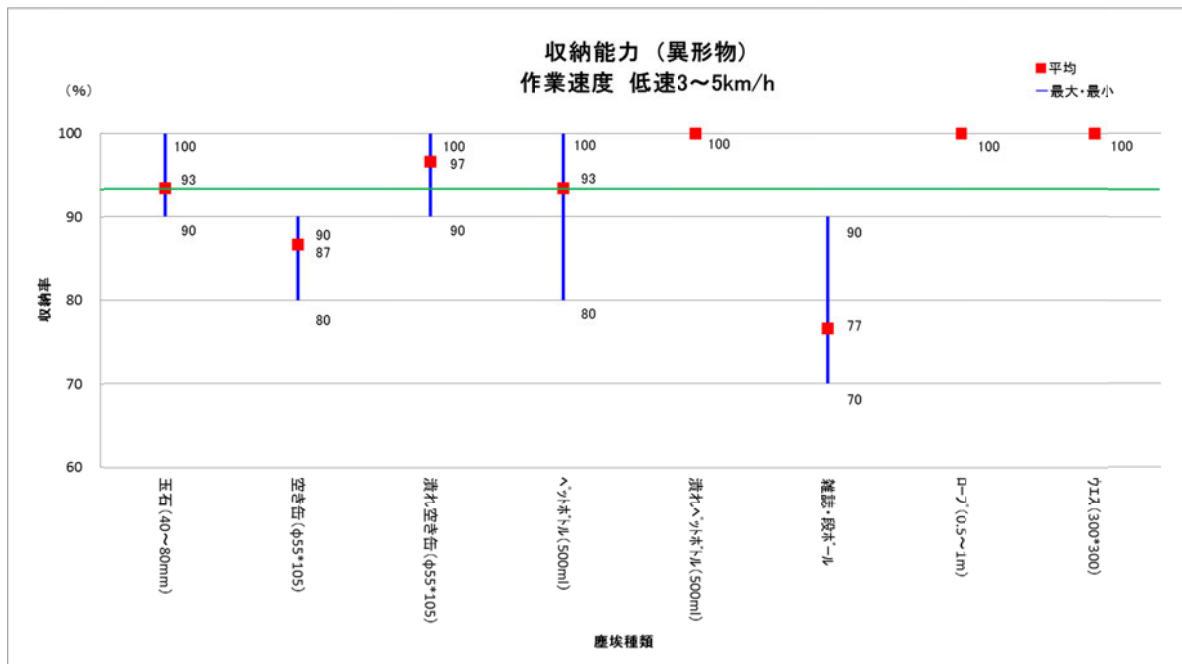


図-5 収納能力の結果（異形物：低速）

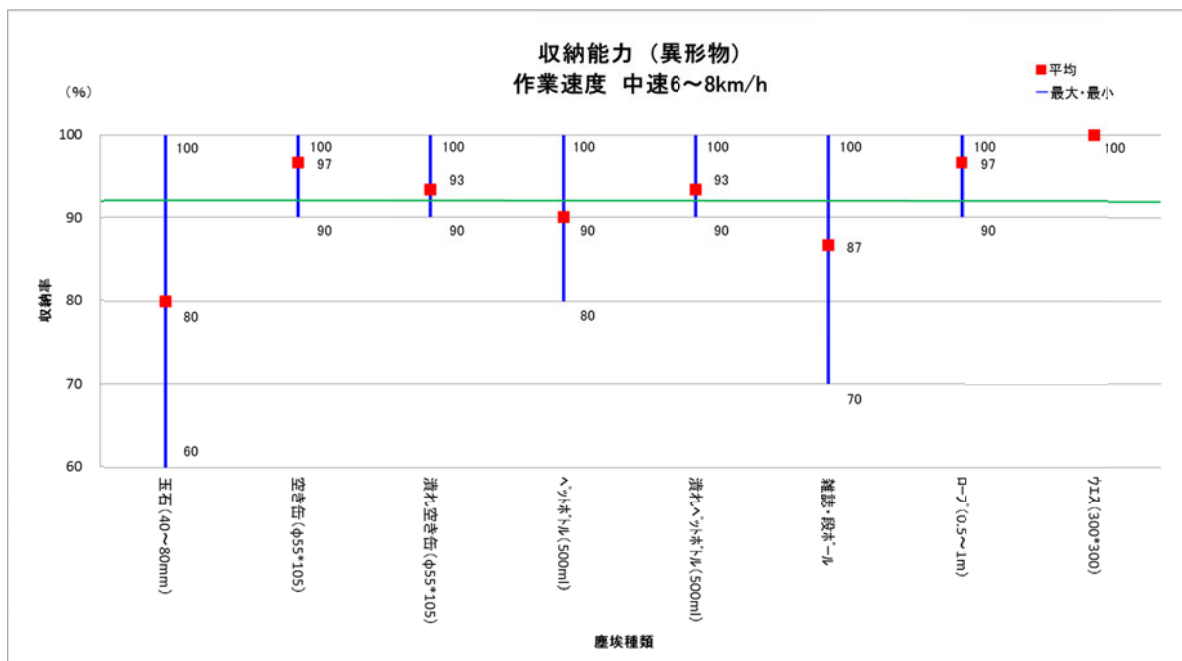


図-6 収納能力の結果（異形物：中速）

表-2 各種ホッパ収 内容量比較 :

	ブラシ式			真空式	適用
	3輪ブラシ式	4輪操舵ブラシ式	4輪ブラシ式	片・両ブラシ式	
	フロントリフトダンプ式	フロントリフトダンプ式	リアリフトダンプ式	リアダンプ式	
ホッパ内容積	2.2m ³	2.0m ³	2.5m ³	6.0m ³	仕様書 (メーカー値)
ホッパ係数	0.55	0.55	0.48	0.50	土木工事標準積算基準書 (国土交通省)
換算値	1.21m ³	1.1m ³	1.2m ³	3.0m ³	

表-3 試作機最大塵埃収 内容量の試験結果

	試験No.	砂比重	ホッパ内実収納容量	
			容量(m ³)	重量(kg)
試作機	1	1.56	1.08	1,685
	2	1.33	1.07	1,423

2.8.4 その他の試験

作業姿勢及び回送姿勢における運転室からの視野試験(写真-5)及びダンプトラックへの積込み試験(写真-3)を行った。試作機及びロータリ除雪装置に取り付けた作業姿勢と回送姿勢の視野範囲を比較すると、各々の姿勢とも同等の視野であることが確認できた(図-7)。また、路面清掃車とも比較した結果、トラックベースである4輪ブラシ式路面清掃車を除き、視野範囲は同程度であった。

ダンプトラックへの積込みは、フロントリフトダンプ式の路面清掃車と同等のホッパダンピング角度、ダンピングクリアランス及びリーフを確保しているため、問題なく積込みできた。



写真-5 オペレータ操作・運転席視 状況

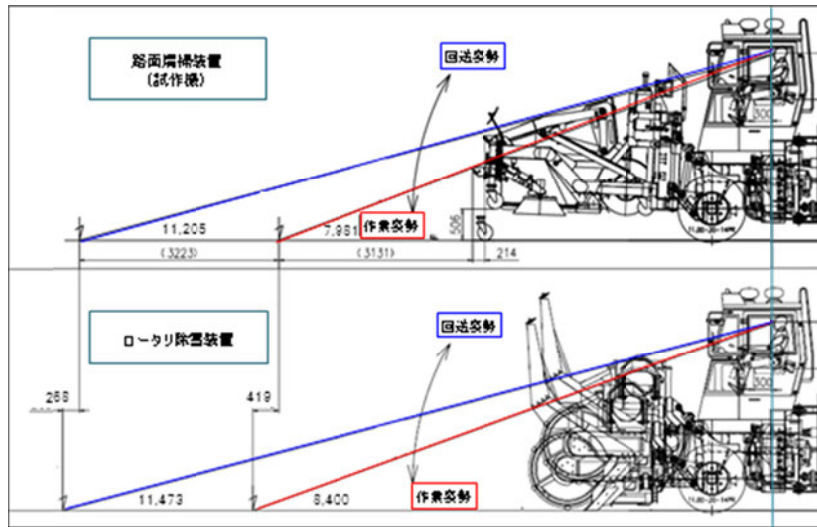


図-7 作業及び回送姿勢の視野範囲
(上：路面清掃装置，下：ロータリ除雪装置)

さらに、一般ドライバーの視点からは、直線及びバスミヤ構造を走行する試作機を取り付けたロータリ除雪車をどう感じるのか確認した。一般的な一般国道の最小幅（路肩＋1車線）3.5m（図-8^{4) 5) 6)}を想定し、試作機を取り付けたロータリ除雪車（作業幅2.8m：3側ブラシのみ張り出し状態）は車道のミレーンを走行し、ダミーの一般車両は右レーンかつ試作機の全体が見える位置を保ったまま後続走行及び追い越し走行を行った。その結果、試作機を取り付けたロータリ除雪車の車線逸脱などの挙動はなく、また、ダミーの一般車両ドライバーのヒアリングから、試作機を取り付けたロータリ除雪車の挙動による視覚的な圧迫感、危険感がないことを確認した（写真-6）。ダミーの一般車両ドライバーは、28歳～47歳の男性で運転経験は全員5年以上の計18名である。

テストコースでの試験の結果、試作機の操作性及び性能は、路面清掃車と同程度となった。

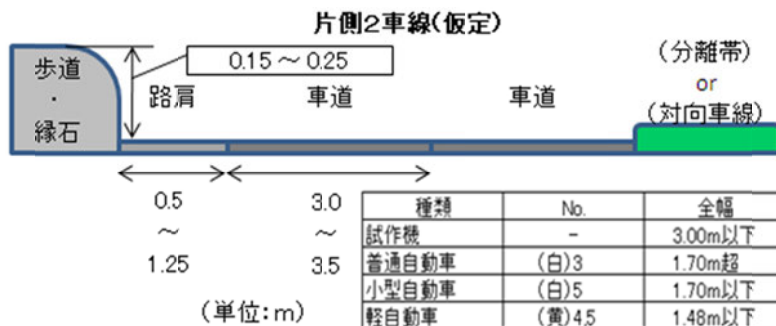


図-8 一般的な一般国道構造（横断面図）



写真-6 ダミー一般車両 走行・運転席 見野状況
(バスベイ構造の出口付近の状況)

2.8.3 国道での試行

国土交通省北海道開発局の協力を得て試作機による路面清掃を国道の道路維持工事で試行した。目的は、試作機の作業性能の確認及び試作機と路面清掃車の作業能力の比較である。方法は、試作機と路面清掃車の交通量、道路構造、道路上の塵埃量等の作業条件を合わせうため、同一区・同区間において、試作機と路面清掃車で作業を実施し、道路管理者と道路維持除雪工事受注者及びオペレーターから運転操作性、作業能力、導入可能性等についてヒアリングを実施した(写真-7～9)。

また、試作機と路面清掃車の清掃状況、オペレーターの作業及び清掃機械と一般車両の挙動を確認するため、ドライブレコーダーを取り付け、映像での比較を行った(図-9～11)。

試行の結果、試作機のベース車両の特性である中折れ運転に伴う機械の車線逸脱や機械の長さの増大に伴う追い越し困難など一般車両に危険感を与えるような状況、挙動は確認されなかった。さらに、試作機と路面清掃車の作業騒音について計測した結果、差異はなかった(図-12)。

試行に関するヒアリングの主な意見は以下のとおりであった。

- 路面清掃車と異なる兼用車の導入に示す否定的な考えはない。
- 機械の操作に違和感がない。実用化の可能性があると思う。
- ブラシ式路面清掃車は、定期的にホップ内の塵埃をダンプトラックに空けるため、ホップ容量を大きくする必要はない。また、散水車で事前散水するため、散水タンクも同様に大きくなくても問題ない。
- コスト削減対策は急務であり導入検討したい。

以上のことから、現場からの切実な要望はあったものの、試作機に対し否定的な意見や、路面清掃車との作業能力の比較で大きな差異がないことが確認できた。



写真一七 路面清掃車（左）と国道で試行し 試作機（右）



写真一三 試作機の清掃状況



試作機



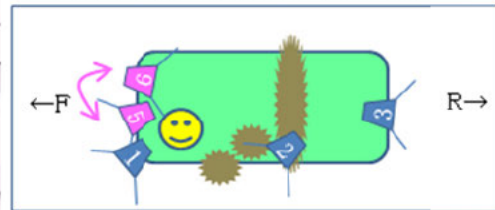
路面清掃車

写真一八 積み込み作業の状況

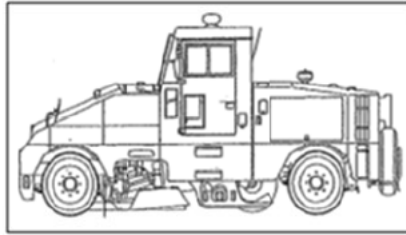
i) 4輪ブラシ式
前輪操舵
トラックベース



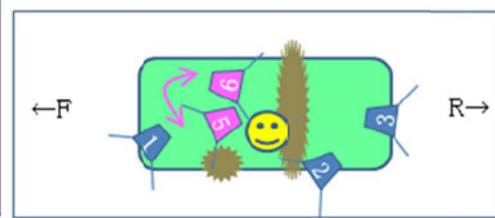
本体4ch1個、GPS1個、カメラ(屋内1個、屋外3個)



ii) 4輪操舵ブラシ式
前輪及び後輪操舵
特車ベース



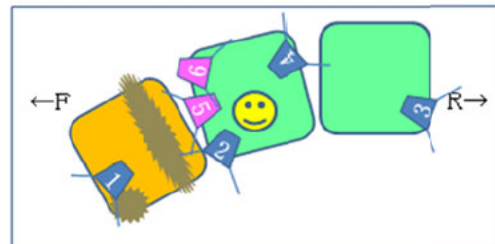
本体4ch1個、GPS1個、カメラ(屋内1個、屋外3個)



iii) 試作機
全輪駆動
特車ベース(装置旋回軸及び車両旋回軸の2旋回)



本体8ch1個、GPS1個、カメラ(屋内2個、屋外4個)



<凡例>



<カメラ取付位置及び映像範囲>

- ①左前方：路面清掃前の路面状況及び前方の映像（清掃前）
- ②左側方：側ブラシと歩道縁石及び路面の映像（追従性）
- ③左後方：路面清掃後の路面状況及び後方の映像（清掃後）
- ④右側方：近接車両との位置関係の映像（追い越し車両、後続車）
- ⑤運転席：オペレータからの前方視界の映像（視界性）
- ⑥運転席：オペレータの視線及び操作状況の映像（運転操作性、安全性）

図 - 9 ドライブレコーダ -カメラ取 位置



図 -10 ドライブレコーダー映像（試 機）

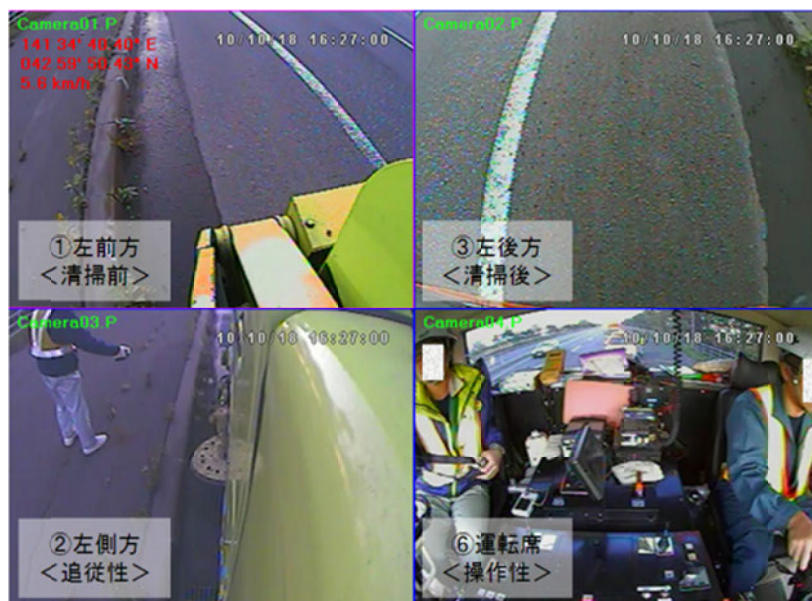
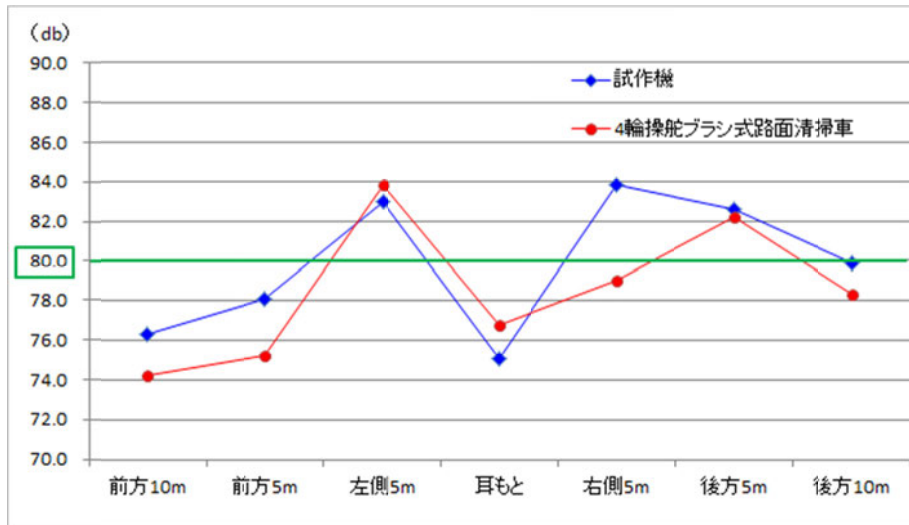


図-11 ドライブレコーダー映像（4 輪操舵ブラシ式路面清掃車）



騒音レベルの代表例

騒音の程度	騒音レベル	騒音の程度例
会話不可能	120dB	最大可聴値 航空機のエンジン近く 騒音の激しい地下鉄の駅
	110dB	工場サイレンの近く
	100dB	列車が通過する時の高架下 地下鉄車内、電車の駅
	90dB	機械作業場、空調機械室、印刷工場内
会話困難	80dB	交差点、マーケット、国道
会話に少し大きな声が必要	70dB	劇場、百貨店、銀行のロビー、騒がしい事務所
楽に会話ができる	60dB	レストラン、大きな商店、ホテルのロビー 普通の会話 都市周辺住宅地、事務所内
	50dB	劇場、映画館の観客のざわめき
	40dB	一般の住宅(平均値) 静かな住宅地
	30dB	郊外 ラジオ放送スタジオ
	20dB	木の葉がすれ合う音
	10dB	ささやき声
	0dB	最小可聴値

図-12 騒音測定結果

2.9 仕様のとりまとめ

テストコース及び国道での試行結果から、以下に示す主要諸元で仕様のとりまとめを行った。

- ・ ロータリ除雪車
形式 ツーステージ 2.2m 級対応
 - ・ 路面清掃装置
形式 ブラシ式、フロントリフトダンプ式、
左右側ブラシ、散水機能付
- | | |
|----------------|-------------------|
| 最大清掃幅 | 3,000mm |
| ホoppa内標準塵埃収納容量 | 1.0m ³ |
| 水タンク容量 | 900L |
| 最大積載量 | 2,400kg |

2.10 導入検討

導入にあたり、2.10.1～2.10.3について検討を行った。

2.10.1 複合化による運転費

ロータリ除雪装置及び路面清掃装置の兼用化によるメリット、デメリットを以下のとおりまとめた。

① ロータリ除雪車（冬期）の運転費が下がるメリット

ベース車両を路面清掃作業でも使用することにより、年間標準運転時間⁷⁾の増加率が、運転日数、供用日数の増加率よりも大きくなり、供用日当り運転時間、運転日当り運転時間が増加する。そのため、運転1時間当り労務工数及び機械損料が下がり、運転1時間当り単価が減少する。

② 路面清掃車（夏期）の運転費が上がるデメリット

ベース車両がロータリ除雪車になることで、運転日数、供用日数の増加率が、年間標準運転時間⁷⁾の増加率よりも大きくなり、供用日当り運転時間、運転日当り運転時間が減少する。そのため、運転1時間当り労務工数及び機械損料が上がり、運転1時間当り単価が増加する（上記①と逆転現象）。

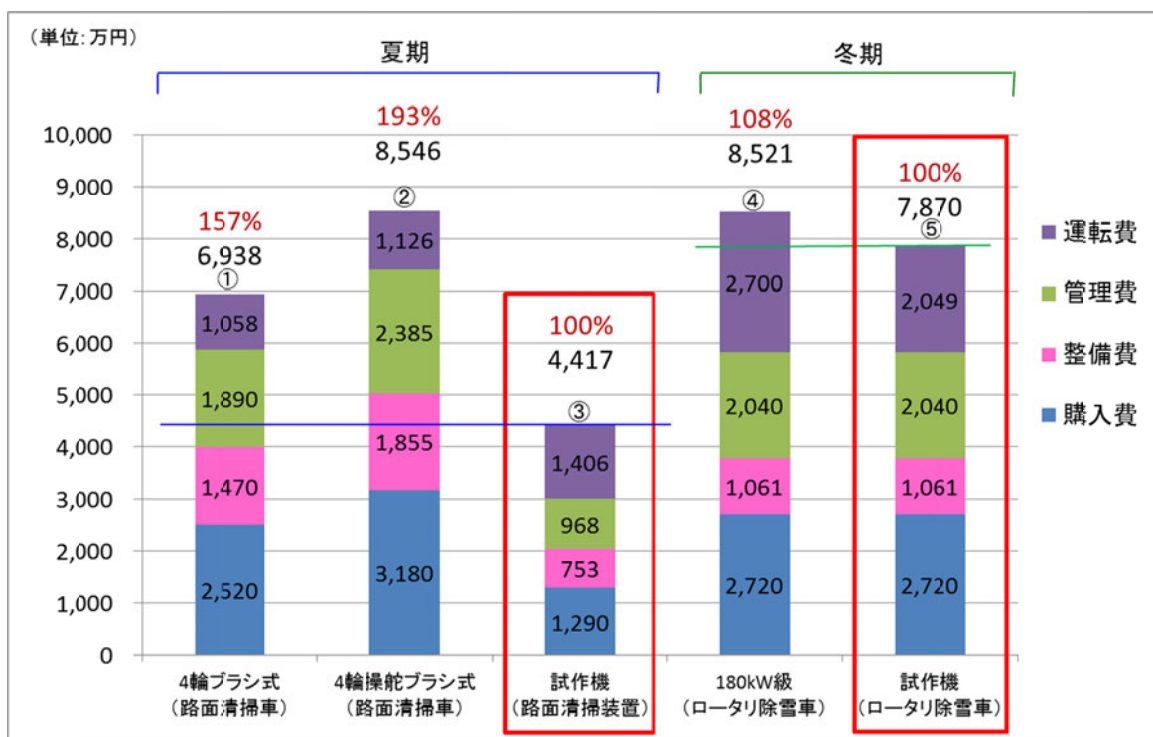
2.10.2 導入効果の試算

ロータリ除雪装置（冬期）及び路面清掃装置（夏期）の兼用化は、ベース車両を路面清掃作業で通年活用することによって、ロータリ除雪車（冬期）の運転1時間当り単価が減少するメリットがある。一方、路面清掃作業（夏期）はベース車両がロータリ除雪車になることで運転1時間当り単価が増加するデメリットがある。現行の運用方式である「ロータリ除雪車（冬期）と路面清掃車（夏期）」の組合せと、提案する運用方式である「ロータリ除雪車（夏期・冬期）と試作機（夏期）」の組合せでコストに関する比較を行い、導入効果を検証した。

コストの試算は、過年度の平均稼働実績を基に行い、ライフサイクルコストの試算結果を図-13に示す。図-13は、ベース車両となるロータリ除雪車の標準使用年数15年でライフサイクルコストを比

較した上で、図中の棒グラフ①～③が夏期使用の路面清掃車2機種及び試作機、④及び⑤が冬期使用のロータリ除雪車のライフサイクルコストを示す。図中のパーセント表示は、提案する運用方式である夏期③と冬期⑤の機械を100%とした場合に対する現行機械のライフサイクルコストの比率を表す。

冬期にロータリ除雪装置として使用する⑤の場合は、既存のロータリ除雪車を使用するため、購入費、整備費及び管理費は現状のままだが、先に述べたメリットにより、運転費が現行④に対し大幅に削減される。夏期の路面清掃装置として使用する③の場合は、現行の路面清掃車1台の購入の代わりにアタッチメント装置の購入となることから、購入費、整備費及び管理費は大幅に削減されるが、先に述べたデメリットにより、運転費は増加する。その結果、③における夏期の路面清掃装置の運転費を見ると、コストは増加となるが、⑤におけるロータリ除雪車の運転費が大幅に削減されるため、1年を通して比較するとコスト削減が可能である。表-4は、図-13の計算結果を組み合わせ機械毎に示したもので、路面清掃車を試作機に置き換えの場合、購入費、整備費、管理費は150～60%のコスト削減となる。運転費は夏期の場合、約25～33%のコスト増加となるが、冬期の場合、約25%のコスト削減となり、夏期よりも冬期の稼働時間が多いため、夏期と冬期の通年で試算すると約10%のコスト削減となる。ライフサイクルコスト全体では約20～30%のコスト削減ができる。



(注記)

- ①, ②, ④は現行機械のライフサイクルコスト
- ③は試作機とベース車両 (ロータリ除雪車) の夏期のライフサイクルコスト
- ⑤は夏期に試作機を利用した場合の冬期分のライフサイクルコスト

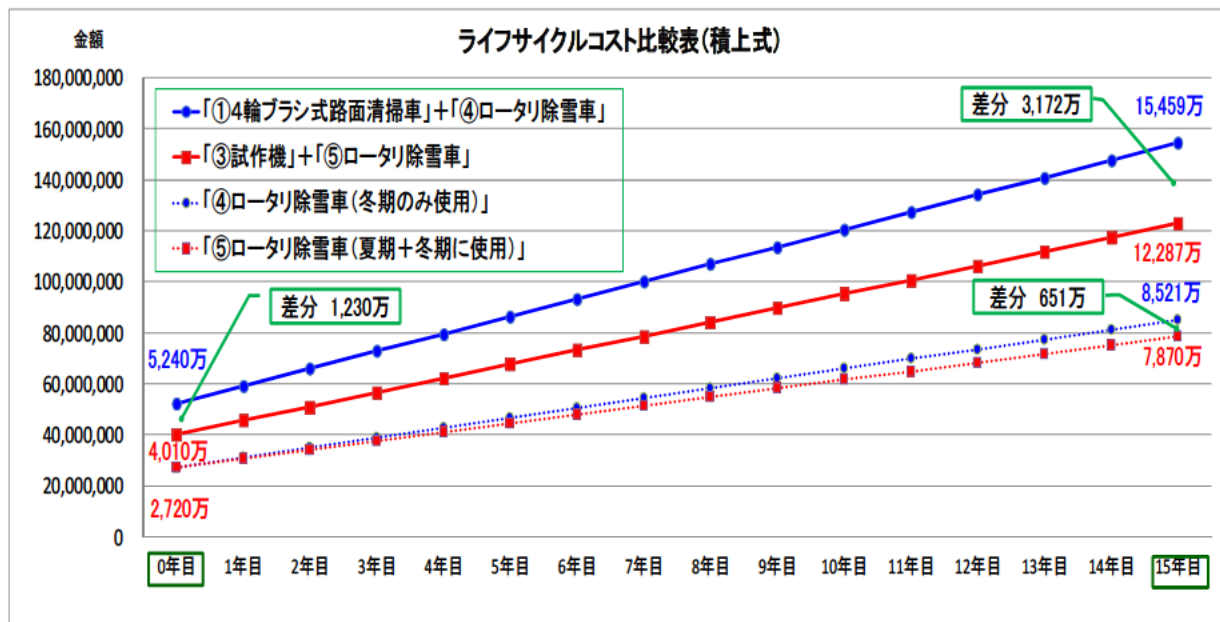
図-13 ライフサイクルコスト比較表 (機械単体)

表-4 組み合わせ機械のコスト比較

(単位:万円)

			インシャルコスト		ランニングコスト			合計
			購入費	整備費	管理費	運転費	計	
現行	組み合わせA	①4輪ブラシ式路面清掃車	2,520	1,470	1,890	1,058	4,418	6,938
		④ロータリ除雪車	2,720	1,061	2,040	2,700	5,801	8,521
		計	5,240	2,531	3,930	3,758	10,219	15,459
	組み合わせB	②4輪操舵ブラシ式路面清掃車	3,180	1,855	2,385	1,126	5,366	8,546
		④ロータリ除雪車	2,720	1,061	2,040	2,700	5,801	8,521
		計	5,900	2,916	4,425	3,826	11,167	17,067
提案	組み合わせC	③試作機	1,290	753	968	1,406	3,127	4,417
		⑤ロータリ除雪車	2,720	1,061	2,040	2,049	5,150	7,870
		計	4,010	1,814	3,008	3,455	8,277	12,287

また、路面清掃車（装置）とロータリ除雪車を組み合わせた年間当たり総額で積み上げた試算結果を図-14 に示す。試算対象機種は保有台数の多い4輪ブラシ式路面清掃車とした。0年目は購入費のみとし、1年目以降は整備費、管理費、運転費を計上した。図中の実線は、夏期と冬期の通年試算を示し、点線は通年試算の内、ロータリ除雪車のみ抽出している。試算結果は、先で述べたとおり、購入費、整備費、管理費及び運転費は、提案する組み合わせでは使用年数が経つにつれコストの縮減額が多くなることを示している。ロータリ除雪車の場合でも運転費が減少することから同様の試算となる。



(注記)

青実線：現行の運用（路面清掃車とロータリ除雪車を組み合わせて各々使用した場合）

赤実線：提案の運用（試作機とロータリ除雪車を組み合わせて通年使用した場合）

点線：実線の内、ロータリ除雪車を抽出

図-14 ライフサイクルコスト比較表（積上式）

2.10.3 効果的な配置提案

より多くの導入効果を期待するには、路面清掃車と試作機の運転費の差から夏期と冬期の稼働時間比が有利な箇所に配置を行うことが望ましい。

表-5は、路面清掃車から試作機に置き換えた場合、現行の路面清掃車とロータリ除雪車の組み合わせ運転費と「同等」になる稼働時間の比率について試算結果を示している。燃料単価の変動によって、比率は若干異なるものの、路面清掃車の各規格ともロータリ除雪車の数値が低いことから、ロータリ除雪車の稼働が多い傾向にある地域は、試作機の導入によるコスト削減効果が高いことを示している。

また、路面清掃作業は、今後、全国統一の管理基準により運用されることから路面清掃車の稼働率は低く推移し、試作機の導入によるコスト削減がより期待できると思われる。

表-5 導入効果が得られる稼働時間比

		路面清掃車	
		4輪ブラシ式	4輪操舵ブラシ式
ロータリ除雪車	180kW級(3次排対)	0.395 : 0.605	0.344 : 0.656

(注記)

1. (左) ロータリ除雪装置 : (右) 路面清掃装置
2. (左) ロータリ除雪装置の値が表中よりも大きいほど運転費が減少、小さいほど増加する。

3. 道路法面に関する除雪工法の検討

3.1 除雪工法の検討背景

冬期の道路法面は、斜面積雪の崩落や滑落により、雪崩災害を引き起こすことがある。雪崩が発生すると一般通行車両に危険を及ぼす他、道路交通が遮断され、復旧作業には長時間の通行規制が必要となることから、計画的に除雪作業を行う必要がある。しかし、道路法面の除雪は人力に頼るところが大きく、危険作業であり頻繁に対応することが困難なことから、効率的で安全性の高い方法が望まれている。

このような状況を踏まえ、さらに近い将来課題になると想定される土木作業員の高齢化・人員確保の困難化への対処も考慮し、省人力化、工期短縮及びコスト削減を目的とした法面除雪工法の検討を行った。

3.2 除雪工法の検討方針

道路法面の雪底処理作業の効率化を目的に、人力除雪に代わる新たな工法について、作業範囲の制約が少なく、雪底の形状に対し対応性のある以下の2工法の検討を行った。

3.2.1 ワイヤーを活用した工法

ワイヤーを活用した工法は、従来、岩切及びコンクリート解体処理に適用されている工法であり、ワイヤーを対象物に巻き付け回転させることにより切断する。特徴を①～④に示す。

- ① 対象物に制約がなく、複雑な形状物の切断が可能である。
- ② 縦、横、斜めなど自在な切断が可能である。
- ③ 狭い場所、高所での切断が可能である。
- ④ 低振動・低騒音である。

3.2.2 非火薬組成の破砕剤を活用した工法

破砕剤は、従来、岩類及びコンクリート解体処理に適用されている工法であるが、近年、施工場所周辺の環境保全に係わる振動や騒音の制約から火薬類を用いた従来工法の適用が困難になってきた。

そこで、新しい応用分野として、金属酸化物と金属アルミニウムの粉末混合物に着火することでアルミニウムが金属酸化物を還元しながら高温を発生する、電気と化学の相乗効果を利用したテルミット反応を活用した工法に注目した。特徴を①～⑤に示す。

- ① 反応後の生成物が低環境負荷物質である。
- ② 低振動・低騒音である。
- ③ 「法令等」による規制が少ない。
- ④ 他の電源処理器と比較して安価である。
- ⑤ 着火の消費電力が少ない。

3.3 確認試験

検討方針を基に、以下の確認試験を行った。

3.3.1 ワイヤーを活用した工法

クレーン付きトラックにワイヤーを取り付け、雪面を切断している事例がある。これを参考に道路法面の雪庇や不安定な積雪に対してワイヤーを活用した除雪工法の適用性の確認試験を行った。

使用機械を写真-10に、試験の状況を写真-11に示す。



ワイヤーロー本体



ダイヤモンドワイヤー

写真-10 使用機械



法面の上から



ワイヤー設置状況



切断後の状況

写真-11 試験工状況

試験の結果、ワイヤーの切断方向は設置した位置からワイヤーの方向に沿ってほぼ正確に切断が可能である。また、ワイヤーの回転によって発生した熱により切断面が融解する。これが切断した雪の自重により再固着しようとするため、切断した雪を確実に落下させることが困難であった。また、切断する雪面が不安定なため、常時ワイヤーにテンションを掛けることが困難であり、ワイヤーのたわみから再設置作業が必要になる課題が残った。

3.3.2 非火薬組成の破砕剤を活用した工法

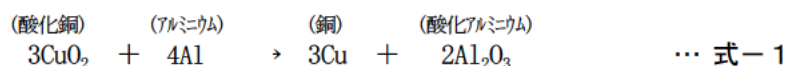
通常、岩盤等の処理に用いられている非火薬組成の破砕剤を雪に対して使用した場合の動物・環境への影響確認を目的に、破砕剤から発生する残渣物の確認及び生成物の分析調査試験を行った。

影響については、環境省が定める「大気中のダイオキシン類の健康の保護に関する環境基準」、「ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁（水底の底質汚染を含む）及び土壌の汚染に係る環境基準」を適用し、重金属11項目の含有量調査、ダイオキシンの含有率調査及び化学反応（テレミット反応）で発生する化合物の含有量調査を行った。

使用した破砕剤は、酸化銅とアルミニウムを主成分とし、酸化銅とアルミニウムの粉末を混合して、高融点の熱線による電熱放電により着火することによって高温と火花を散らして激しくテルミット反応する。

破砕剤の処理メカニズムは、酸化銅とアルミニウム金属によるテルミット反応の熱分解により発生するガスにより、雪を横断方向に押し出す。

酸化銅とアルミニウムを主成分とした破砕剤のテルミット反応の化学反応式(式-1)と試験方法を以下に示す。



試験上、斜面に堆積した雪に破砕剤を装填し、雪に対する効果を確認した。破砕剤は、筒の材質が異なる3種類(塩化ビニール管、紙管)を使用し、処理効果の違い、騒音・振動の測定、残滓について確認を行った。騒音・振動の測定は、環境省が定める「騒音に係る環境基準」及び「振動規制法施行規則」に準拠した。

試験の手順を図-15に、試験の状況を写真-12~14に、試験の結果を表-6~7に示す。

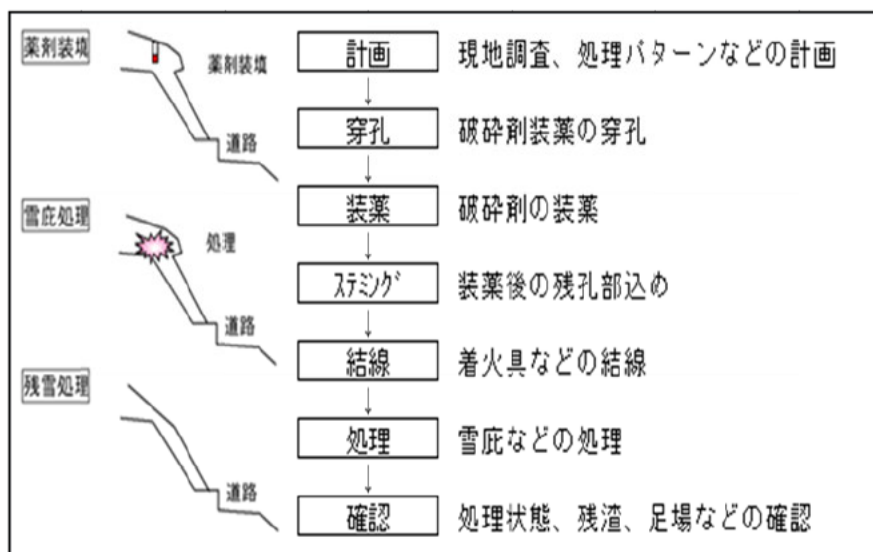


図-15 破砕剤による施工手順



施工法 5の下から



施工 3面上から

写真-12 試験施工後の状況



塩化ビニール管の破碎



紙管の破碎剤

写真-13 試験施工後の開口部の状況



写真-14 雪に付着した残渣状況

表-6 破碎剤の残渣結果（主成分：酸化銅）

分析項目	単位	測定結果	基準値	備考
		確認試験1	土壌の汚染に係る環境基準	
銅	mg/L	570	農用地（田に限る。）において、土壌1kgにつき125mg未満であること。	筒材内側
銅	mg/L	310		雪

表-7 破砕剤の騒音・振動レベル（主成分：酸化銅）

	試験No.1	試験No.2	試験No.3	平均	バックホウとの比較	バックホウ
騒音レベル	73	76	78	75.7	1.01	75dB程度
振動レベル	78	83	83	81.3	1.25	65dB程度

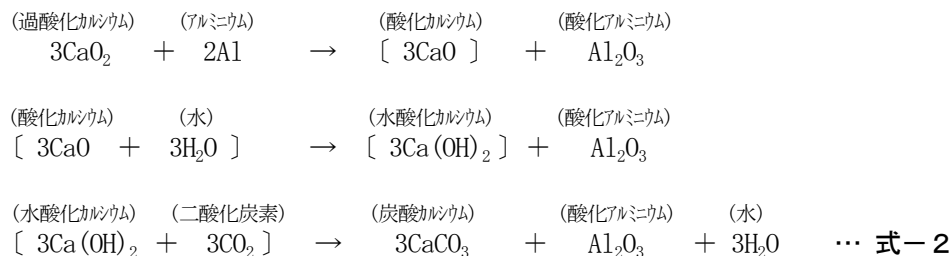
試験の結果、処理効果は、処理した開口部の状況から塩化ビニール管の破砕剤の方が大きい傾向にあったが、筒材が残渣物として残った。一方、紙管の破砕剤は、塩化ビニール管に比べると効果が小さい傾向にあったが、筒材の一部は燃焼するため残渣物が少なかった。処理効果の違いは、筒材の硬度の違いによるもので、塩化ビニール管のように紙管より硬度が高い方が雪の横断方向への押し出し圧が高いと考えられる。破砕剤の主成分に関しては、銅が残渣として、適用した基準値を超えたため成分などを見直す必要があった。

騒音・振動レベルは、筒材による差異はなく、その値を建設機械のバックホウと比較すると、騒音が約1.0倍、振動が約1.3倍となった。騒音、振動については、特に問題になるような数値ではないと考えられる。

破砕剤を道路法面の除雪作業に適用することを考慮すると、破砕剤の回収を必要最低限とし、環境などに配慮した主成分の見直しと筒材料の選定が必要である。そこで、残渣物に課題が残った破砕剤の主成分で酸化剤として使用していた酸化銅を過酸化カルシウムに変更し、筒材を紙材とした（1号試作剤）。主成分を見直した破砕剤の反応後の生成物は、酸化カルシウム（生石灰）と酸化アルミニウム（アルミナ）で、酸化カルシウム（生石灰）は、周囲の水分と反応して水酸化カルシウム（消石灰）となり、さらに大気中の二酸化炭素と反応して炭酸カルシウム（石灰石）となる。

また、この主成分を見直した破砕剤については、過酸化カルシウムとアルミニウムの主成分は変えずに、薬剤の配合を変えることで、着火性、燃焼速度、燃焼温度等を向上させる改良ができた（2号試作剤）。

過酸化カルシウムとアルミニウムを主成分とした破砕剤のテルミット反応の化学反応式（式-2）と試験方法を以下に示す。なお、式中の〔 〕書きは反応過程を表す。



試験は、破砕剤の残渣物調査を目的とするため、外的影響を受けないように鋼製の容器に新雪を充填し、その中で破砕剤の処理を行い、残渣物調査を行った。また、同様に騒音・振動についても測定した。

試験の状況を写真-15に、試験の結果を表-8~15に示す。



雪を充填する鋼製の容器

破砕剤処理後の状況

残渣物のサンプリング状況

写真-15 試験工程状況

表-8 破砕剤の騒音・振動レベル（主成分：過酸化カルシウム（1号試作剤））

	試験No.1	試験No.2	試験No.3	試験No.4	平均	バックホウとの比較	バックホウ
騒音レベル	- ※1	60	59	63	60.7	0.81	75dB程度
振動レベル	50	51	51	53	51.3	0.79	65dB程度

※1 ヘリコプターの飛行による欠測

表-9 破砕剤の騒音・振動レベル（主成分：過酸化カルシウム（2号試作剤））

	試験No.1	試験No.2	試験No.3	試験No.4	平均	バックホウとの比較	バックホウ
騒音レベル	79	92	91	92	88.5	1.18	75dB程度
振動レベル	58	56	56	61	57.8	0.89	65dB程度

表-10 破砕剤の重金属 11 項目の残渣結果（主成分：過酸化カルシウム（1号試作剤））

分析項目	単位	定量下限値 ^{※1}	測定結果			基準値		判定
			雪のサンプリング	確認試験1	確認試験2	人の健康の保護に関する環境基準	土壌環境基準	
ガドミウム	mg/L	0.001	< 0.001	0.005	0.004	0.01以下	0.01以下	○
シアン	mg/L	0.02	< 0.02	0.09	0.06	検出されないこと	検出されないこと	×
有機リン	mg/L	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-	検出されないこと	△
鉛	mg/L	0.001	0.002	0.044	0.034	0.01以下	0.01以下	×
六価クロム	mg/L	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05以下	0.05以下	○
ヒ素	mg/L	0.001	< 0.001	0.003	0.002	0.01以下	0.01以下	○
総水銀	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005以下	0.0005以下	○
アルキル水銀	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	検出されないこと	検出されないこと	○
PCB	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	検出されないこと	検出されないこと	○
ホウ素	mg/L	0.01	< 0.01	0.03	0.02	1.0以下	1.0以下	○
フッ素	mg/L	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.8以下	0.8以下	○

※1 定量下限値とは、分析で定量できる最低濃度をいう。

（判定の判例）

○：試験後の分析で基準以下のもの

△：試験前の雪のサンプリングに含有し、試験後の分析で基準以上のもの

×：試験後の分析で基準以上のもの

表-11 破砕剤の重金属 11 項目の残渣結果（主成分：過酸化カルシウム（2号試作剤））

分析項目	単位	定量下限値 ^{※1}	測定結果			基準値		判定
			雪のサンプリング	確認試験1	確認試験2	人の健康の保護に関する環境基準	土壌環境基準	
ガドミウム	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.01以下	0.01以下	○
シアン	mg/L	0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	検出されないこと	検出されないこと	○
有機リン	mg/L	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-	検出されないこと	○
鉛	mg/L	0.001	0.004	0.004	0.004	0.01以下	0.01以下	○
六価クロム	mg/L	0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.05以下	0.05以下	○
ヒ素	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.01以下	0.01以下	○
総水銀	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005以下	0.0005以下	○
アルキル水銀	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	検出されないこと	検出されないこと	○
PCB	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	検出されないこと	検出されないこと	○
ホウ素	mg/L	0.01	0.03	0.03	0.02	1.0以下	1.0以下	○
フッ素	mg/L	0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.8以下	0.8以下	○

※1 定量下限値とは、分析で定量できる最低濃度をいう。

（判定の判例）

○：試験後の分析で基準以下のもの

△：試験前の雪のサンプリングに含有し、試験後の分析で基準以上のもの

×：試験後の分析で基準以上のもの

表-12 破砕剤のダイオキシンの残渣結果（主成分：過酸化カルシウム（1号試作剤））

分析項目	単位	定量下限値 ^{※1}	測定結果			基準値	判定
			雪のサンプリング	確認試験1	確認試験2	ダイオキシン類環境基準（水質）	
ダイオキシン	pg-TEQ/L	-	1.2	3.1	1.2	1以下	×

（判定の判例）

×：試験後の分析で基準以上のもの

表-13 破砕剤のダイオキシンの残渣結果（主成分：過酸化カルシウム（2号試作剤））

分析項目	単位	定量下限値 ^{※1}	測定結果			基準値	判定
			雪のサンプリング	確認試験1	確認試験2	ダイオキシン類環境基準（水質）	
ダイオキシン	pg-TEQ/L	-	1.9	1.4	1.9	1以下	△

（判定の判例）

△：試験前の雪のサンプリングに含有し、試験後の分析で基準以上のもの

表-14 破砕剤の化合物の残渣結果（主成分：過酸化カルシウム（1号試作剤））

分析項目	単位	定量下限値 ^{※1}	測定結果		
			雪のサンプリング	確認試験1	確認試験2
酸化アルミニウム	mg/L	0.01	< 0.01	710	460
炭酸カルシウム	mg/L	0.01	< 0.01	2.40	3
水酸化カルシウム	mg/L	0.1	< 0.1	< 0.1	1
アルミニウム	mg/L	0.01	< 0.01	460	340

表-15 破砕剤の化合物の残渣結果（主成分：過酸化カルシウム（2号試作剤））

分析項目	単位	定量下限値 ^{※1}	測定結果		
			雪のサンプリング	確認試験1	確認試験2
酸化アルミニウム	mg/L	0.01	< 0.01	180	360
炭酸カルシウム	mg/L	0.01	< 0.01	20	29
水酸化カルシウム	mg/L	0.1	< 0.1	14	16
アルミニウム	mg/L	0.01	< 0.01	250	320

試験の結果、重金属分析 11 項目の含有量は基準値未滿となった。この他に化学反応で発生する化合物を確認したが、これらの化合物は、以下のように食品添加物、陶芸、土壤改良剤などに使用されていることから環境、人体などへの影響がないと判断した。

- ・ 酸化カルシウム — 土壤改良剤などに使用
- ・ 酸化アルミニウム — 陶芸などの材料として使用
- ・ 水酸化カルシウム — 酸性土壤の改良剤などに使用
- ・ 炭酸カルシウム — 食品添加物などに使用

なお、ダイオキシンの含有量は試験前の雪サンプリング段階で基準値を超えており、試験後の値は処理前の雪サンプリング値を超えていない。よって、薬剤の残渣の影響ではなく、大気中に潜在するダイオキシン類による影響と思われる。

騒音・振動レベルは、2号試作剤ではバックホウと比較すると、騒音が約 1.2 倍、振動が約 0.9 倍となった。

3.4 導入検討

破碎剤の雪に対する適用事例の調査を行った。過酸化カルシウムを主成分とする破碎剤は市場に流通していないため、適用事例は無いが酸化銅を主成分とする破碎剤は、北海道内外の山岳道路やスキー場などで適用事例がある。

実際の適用を考慮した場合、過年度の試験実績から穿孔作業から処理に要する時間は、処理延長 6m 程度の雪底の場合、約 20 分と短時間であり、現地の積雪形状及び雪の性質（硬度・密度・積雪深など）により作業量は左右されるが、人力による除雪作業より確実に効率的かつコスト縮減、作業員の負担軽減に繋がると考えられる。また、非火薬組成の破碎剤は、少量であれば法令上の制約も少なく、特殊な資格などを要しないため、容易に取り扱うことができるので導入効果は大きいと考えられる。

4. まとめ

本研究では、雪氷処理のコスト縮減に向けた技術開発、調査検討を行った。その結果は以下のとおりである。

4.1 新たな道路用維持・除雪の複合機械及び多機能型機械の検討

ロータリ除雪車を通年活用することで、2台の専用機械から1台に集約できる。また、アタッチメント式路面清掃装置は、既存のロータリ除雪車を通年活用することで、ロータリ除雪車自体の運転単価を縮減でき、現行の道路維持管理費と比較してコスト縮減が期待できる。さらに、よりコスト縮減を期待するには夏期と冬期の稼働時間比が有利な配置をすることが望ましい。

4.2 道路法面に関する除雪工法の検討

道路法面における雪庇処理作業には非火薬組成の破砕剤を活用した工法は有効であり、コスト縮減、省人力化、効率化が期待できる。また、国立公園内など特に環境に配慮すべき場所にも適用が可能である。

参考文献

- 1) 社団法人日本建設機械化協会：道路清掃作業の手引き、平成7年11月
- 2) 財団法人建設物価調査会：国土交通省土木工事標準積算基準書、平成22年度
- 3) 社団法人日本建設機械化協会・施工技術部会道路維持委員会：ブラシ式および真空吸込み式ロードスノーパ性能試験方法、日本建設機械化協会、1968.8.1
- 4) 国土交通省北海道開発局：道路構造令の解説と運用、平成16年2月
- 5) 国土交通省北海道開発局：北海道開発局道路設計要領、平成20年度
- 6) 道路運送車両法第3条、道路運送車両法施行規則別表第1
- 7) 社団法人日本建設機械化協会：建設機械等損料表北海道補正版、平成22年度

卷 末 資 料

巻末資料①

ロータリ除雪車対応型 アタッチメント式路面清掃装置 仕様書

アタッチメント式路面清掃装置
(2.2m 級、ロータリ除雪車対応型)
仕様書 (案)

(独) 土木研究所 寒地土木研究所

アタッチメント式路面清掃装置 仕様書

(2.2m級、ロータリ除雪車対応型)

概 要

この仕様書は、2.2m級のロータリ除雪車に装着可能なアタッチメント式の路面清掃装置に適用するもので、本設計による機械は下記に定める性能、諸元、各部構造その他を満足し、操縦性能が良好であって、かつ十分な耐久性のあるものとする。

この仕様書に明示されている数値は標準の設計値とし、ここに明記されていない箇所については支出負担行為担当官（以下「甲」という）と物品供給人（以下「乙」という）が協議のうえ決定するものとする。

1 基本方針

設計する路面清掃装置はアタッチメント方式とし、ロータリ除雪車のロータリ除雪装置と交換することを基本方針とする。

ベース車両となるロータリ除雪車は2.2m級を対象とし、車検取得を考慮した機械であるとともに各種法令、法規を準拠した設計とする。

また、既存のロータリ除雪車の機能・性能に悪影響を及ぼさないものとする。

2 基本条件

以下に示す基本条件を満たす仕様とする。

(1) 形式

i) ロータリ除雪車

ツーステージ 2.2m級に対応

ii) 路面清掃装置

アタッチメント方式、ブラシ式、フロントリフトダンプ式、左右側ブラシ、散水機能付

(2) 性能

路面清掃装置

作業幅（最大）	3,000mm（両側）
作業速度	0～10km/h
回収塵埃最大寸法	直径 80mm 以上
ホッパダンプ角度	底板 55 度以上
ホッパダンピングクリアランス	1,900mm 以上
ホッパダンピングリーチ	500mm 以上

(3) 主要諸元（路面清掃装置）

全長（回送姿勢）	8,950mm 未満
全長（作業姿勢）	9,100mm 未満

全長【装置単体】	3,250mm 未満
全幅（回送時）	2,600mm 以下
全幅（作業時最大）	3,000mm
全高【装置単体】	2,500mm 以下
質量	
車両総質量	17,000kg 以下
【装置単体】	4,200kg 以下
ホップ標準塵埃収納容量	1.0m ³
最大積載量	2,400kg 程度
水タンク容量	900L 程度

(4) 作業装置

1) ホップ内塵埃脱落防止機構

形式	飛散防止板
構造	鋼製仕切り板

2) ブラシ

主ブラシ

直径×長さ—数	900mm×1,510mm-1
駆動方式	油圧モータ駆動
回転速度	(機関回転速度1,500min ⁻¹ において) 170min ⁻¹
ブラシ材質	ポリプロピレン樹脂
操作方式	運転室内電気操作油圧式
支持方式	スイングアーム式（スプリング支持による自重荷重接地）
上昇時地上高（車両昇降機構分含む）	300mm以上

側ブラシ

直径—数	850mm-2
駆動方式	油圧モータ駆動
回転速度	(機関回転速度1,500min ⁻¹ において) 170min ⁻¹
ブラシ材質	鋼線
操作方式	運転室内電気操作油圧式
支持方式	スイングアーム式（油圧シリンダ操作）
上昇時地上高（車両昇降機構分含む）	500mm
側ブラシ接地荷重調整機構（左）	手動による圧力調整弁操作
側ブラシチルト機構	油圧シリンダ操作式
最大チルト傾斜角度	15度

	ブラシ取付位置	左右最前方（路面清掃装置前方）
(5)	散水装置	
	散水箇所	側ブラシ部及び路面清掃装置前端部
	<u>散水ポンプ</u>	
	形式	渦巻き式
	吐出量	25L/min
	操作方式	運転室内電気操作式
	<u>散水ノズル</u>	
	側ブラシ部	〔個数については打ち合わせ必要〕 左右各3個
	路面清掃装置前端部	4個
	左右前方集中	〔個数については打ち合わせ必要〕 左右各1個
	操作方式	運転室内電気操作式
(6)	油圧装置	
	<u>油圧ポンプ</u> （主ブラシ駆動用）	
	形式	歯車式
	個数	1個
	<u>油圧ポンプ</u> （側ブラシ駆動用）	
	形式	歯車式（タンデム）
	個数	1個
	<u>油圧ポンプ</u> （側ブラシ加圧用）	
	形式	歯車式
	個数	1個
	<u>油圧モータ</u> （主ブラシ駆動用）	
	形式	内接歯車式
	個数	1個
	<u>油圧モータ</u> （左側ブラシ駆動用）	
	形式	内接歯車式
	個数	1個
	<u>油圧モータ</u> （右側ブラシ駆動用）	
	形式	内接歯車式
	個数	1個
	<u>作業用油圧シリンダ</u>	
	ホッパ昇降用	2個
	ホッパダンピング用	2個

側ブラシ昇降用	左右各1個
側ブラシ張出し用	左右各1個
側ブラシチルト用	左右各1個
アングリング用	左右各1個

操 作 弁

形 式	ソレノイド操作カートリッジ式	
操作方式	スイッチ操作式及びジョイスティックレバー式	
操作位置	ホッパ昇降用	昇、中、降、の3位置
	ホッパダンピング用	昇、中、降、の3位置
	側ブラシ昇降用	昇、中、降、の3位置
	側ブラシ張出し用	開、中、閉、の3位置
	側ブラシチルト用	傾、中、水平、の3位置
アングリング用	左、中、右、の3位置	

(7) アングリング装置

形式	支持枠中心旋回式
操作方式	運転室内レバー操作油圧式
アングリング角度	左右20度

(8) 増 速 機 (燃料消費量削減機構用)

ギヤ比	1.429 (増速)
-----	------------

(9) 脱 着 装 置 (装置と車体との脱着用)

形式	ピン式 (既設車両の昇降リンクピン構造を流用)
----	-------------------------

(10) 運 転 装 置

操作スイッチ

路面清掃装置操作レバー (装置昇降・アングリング用)	1式
*ロータリ除雪装置操作レバー (装置昇降・チルト用) と兼用	
路面清掃装置操作レバー (装置チップバック用)	1式
*ロータリ除雪装置操作レバー (装置チップバック用) と兼用	
ホッパ昇降用レバー	1式
*ロータリ除雪装置操作レバー (シュート伸縮・キャップ開閉用) と兼用	
ホッパダンピング用レバー	1式
*ロータリ除雪装置操作レバー (ブロワケース・シュート旋回用) と兼用	
装置シリンダ電源ボタン	1個
左側ブラシ昇降用スイッチ	1個
右側ブラシ昇降用スイッチ	1個

左側ブラシ張出し用スイッチ	1個
右側ブラシ張出し用スイッチ	1式
側ブラシ左右切換スイッチ	1個
側ブラシチルト用レバー	1式
*ロータリ除雪装置操作レバー（ブロワケース・シュート旋回用）と兼用	
主ブラシ回転・停止ボタン	1個
左側ブラシ回転・停止ボタン	1個
右側ブラシ回転・停止ボタン	1個
散水ポンプ電源ボタン	1個
主ブラシ散水・停止ボタン	1個
左側ブラシ散水・停止ボタン	1個
右側ブラシ散水・停止ボタン	1個

計器類

ホッパ最大積載量表示灯	1灯
ホッパ昇降格納状態表示灯	1灯
ホッパダンピング格納状態表示灯	1灯
左側ブラシ格納状態表示灯	1灯
右側ブラシ格納状態表示灯	1灯
左側ブラシ最大チルト状態表示灯	1灯
右側ブラシ最大チルト状態表示灯	1灯

3. 付 属 品

製作仕様書	2部
取扱説明書	2部
主要部品写真	電子媒体（300万画素以上）

4. 塗 装

国土交通省建設機械塗装基準による。

5. 検 査

完成検査は、寸法、外観、溶接、その他組立状況を検査し、さらに作業装置類の動作等の確認を行い全般的な機能の検査を受ける。

検査に要する器具、人員等は乙において準備する。

6. 保 証

納入後1箇年以内に、設計製作上の欠陥によるものとみなされる故障が発生した場合には、乙は無償修理を行う。ただし、製作会社等が別に定めた保証期間が1箇年以上にわたる場合はそれを適用する。

特に重大な故障が発生したときは、上記期間経過後であっても甲と乙が協議のうえ、乙は無償修理を行うことがある。

7. その他の事項

7-1 製造期日等の指定

納入機は、新品のものとする。

7-2 提出図書の言語の指定

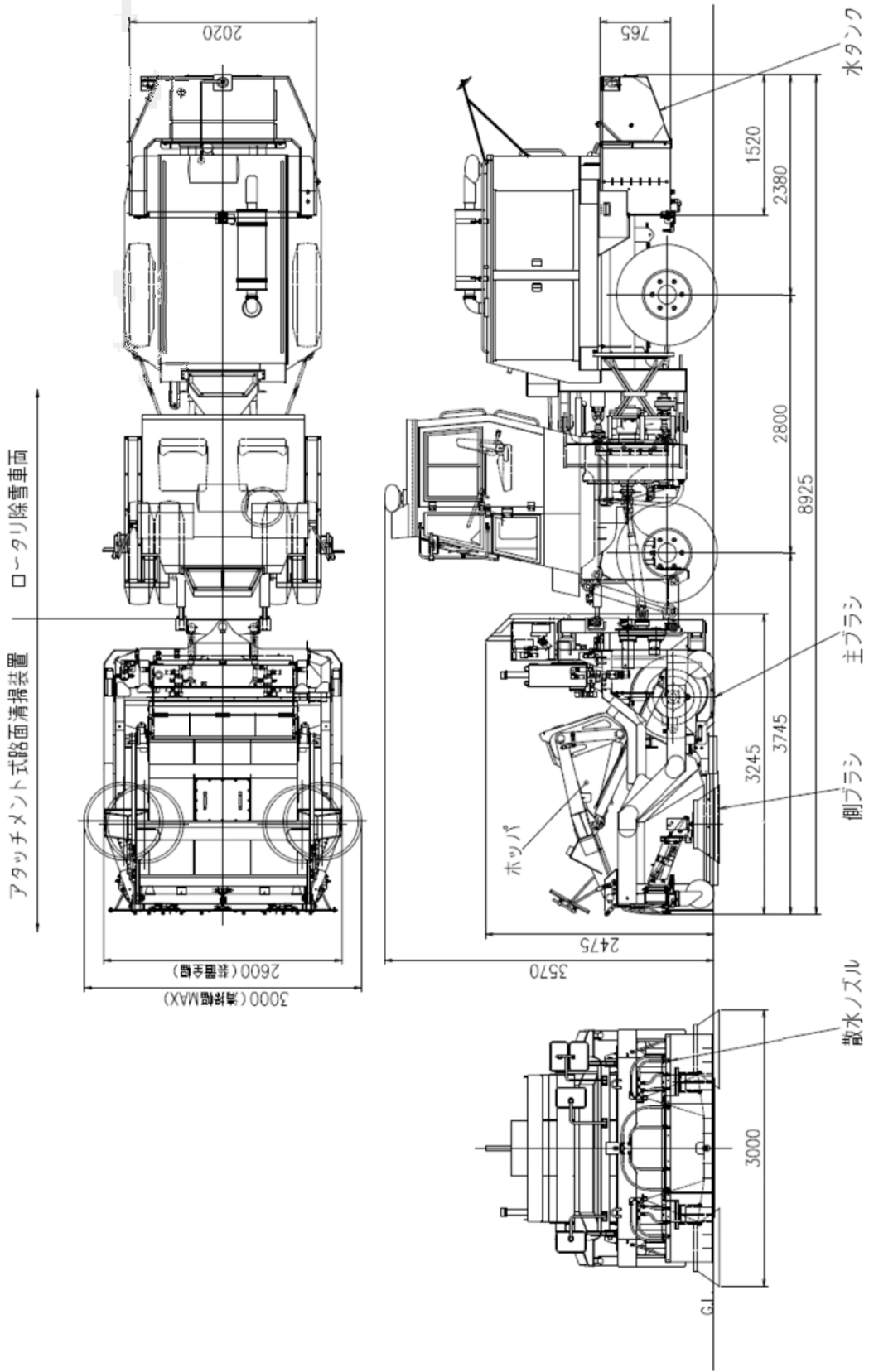
取扱説明書など提出を義務づけられた図書に使用する言語は、日本語とする。

以上

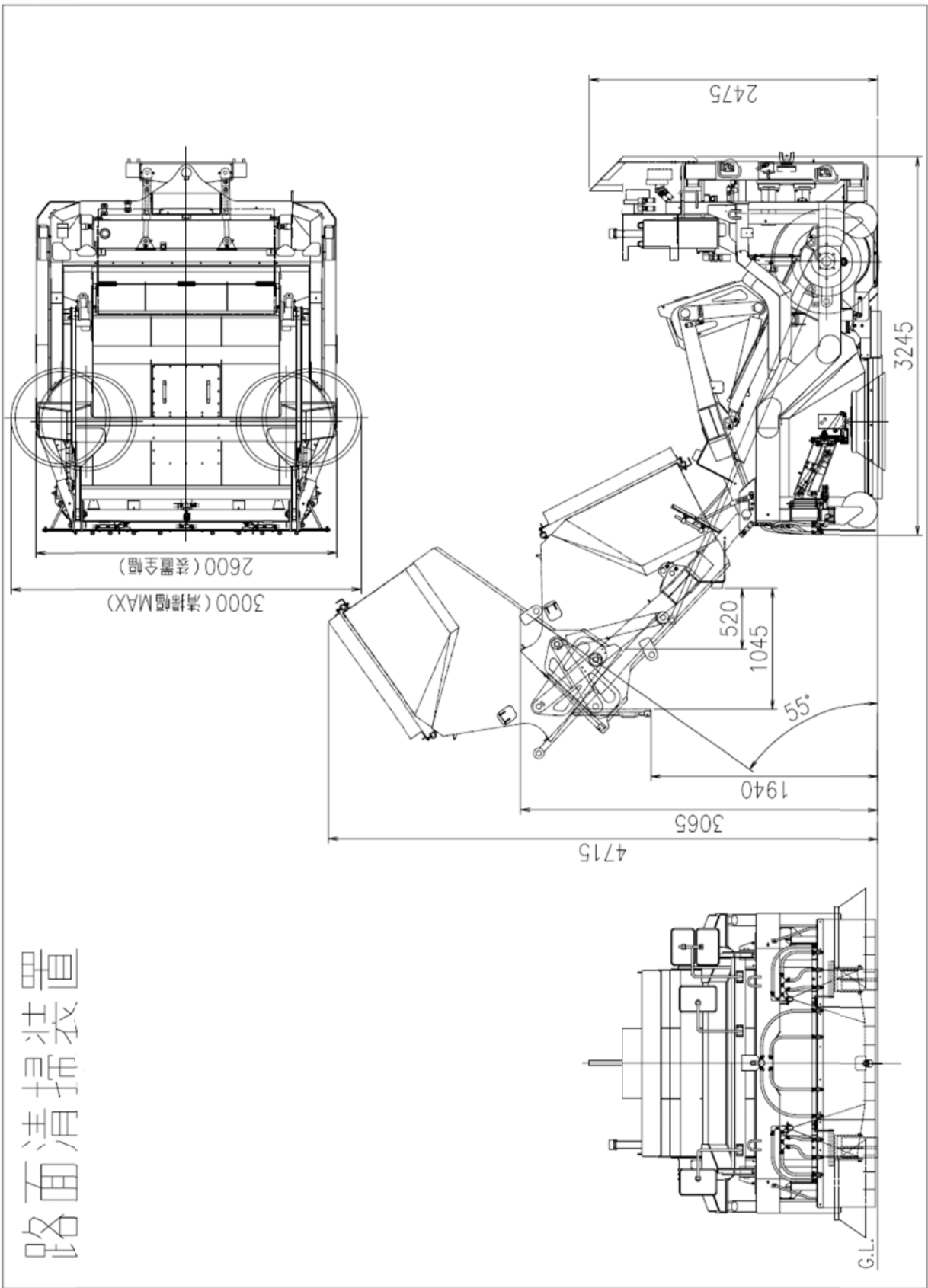
巻末資料②

ロータリ除雪車対応型 アタッチメント式路面清掃装置 参考図面

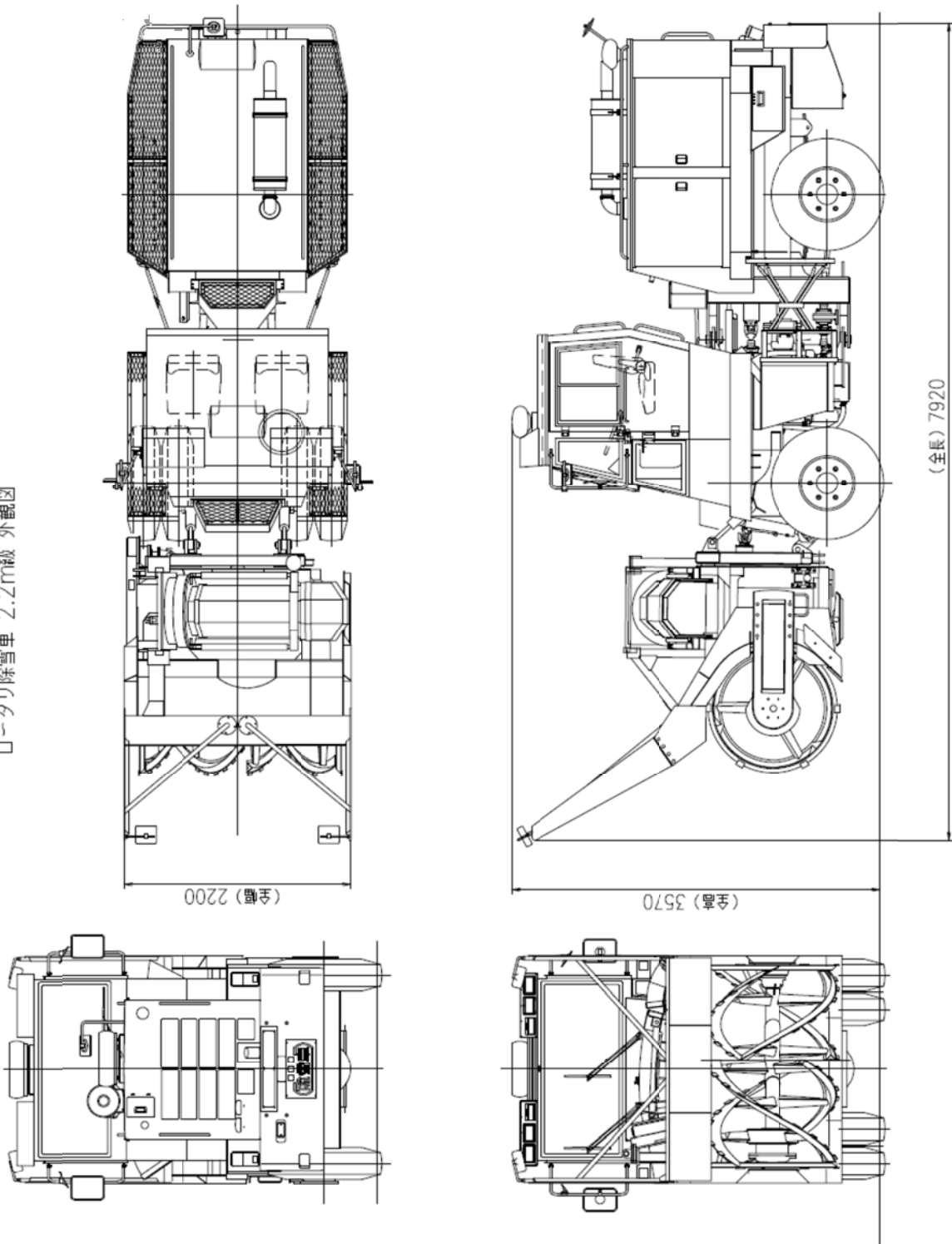
ロータリ除雪車対応型路面清掃装置



路面清掃装置



ロータリ除雪車 2.2m級 外観図



土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of P.W.R.I.
No.4242 October 2012

編集・発行 ©独立行政法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所
寒地土木研究所 寒地技術推進室

〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 電話 011-590-4046