

# 除雪機械の通年活用による道路維持管理の提案

## ロータリ除雪車を活用したアタッチメント式路面清掃装置

中 村 隆 一・住 田 則 行・佐々木 憲 弘

道路の維持管理費のより一層のコスト縮減を目的に、既存の機械をオールシーズン有効活用することに着目し、ロータリ除雪車をベース車両にしたアタッチメント式路面清掃装置の開発を行った。試作機による性能試験及び国道での試行結果は良好であり、導入効果として、コストを試算した結果、従来の道路維持管理費と比較してコスト縮減が期待できる。

キーワード：コスト縮減，道路維持管理，除雪機械，維持機械，アタッチメント，通年活用，ロータリ除雪車，路面清掃

### 1. はじめに

道路の維持機械及び除雪機械の専用車は性能要件が異なるため、各々半年程度しか稼働できない実態にある。また、道路の維持及び除雪作業は、近年の道路予算の縮減に加え、平成 21 年 11 月の行政刷新会議「事業仕分け」での結果から、全国統一の管理基準が設定され、より一層のコスト縮減が求められている。

本稿では、コスト縮減を目的とした道路維持管理の一つのあり方として、除雪機械を通年活用するアタッチメント式路面清掃装置を開発したので紹介する。

### 2. 開発概要

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縮減の試算を行った。その結果、導入台数が多く、コストの縮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。試作した路面清掃装置（以下、試作機という。）を写真—1に示す。

- ①路面清掃専用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。
- ③1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。

### 3. 道路維持管理の概要

路面清掃作業の目的は、道路及び沿道環境の保全と美観を保持することを含めた道路の機能維持と保安、交通災害の予防、人体の保護など<sup>1)</sup>としている。

道路の維持管理は、各地域によって気象条件や沿道状況等が異なることから路面清掃などの各維持作業は地域の状況を踏まえ、適切に実施されてきた。しかし、近年の道路予算縮減に加え、平成 21 年 11 月の行政刷新会議「事業仕分け」での結果から、今般、通行の安全性等に配慮しつつ、全国統一の考え方を設定し実施されることになった。このことから、道路の清掃などは全国統一の管理基準により運用するとともに、地域の特性を考慮した適切な道路サービスの提供とされ、表—1に示す基準が設定された。また、除雪作業についても先の行政刷新会議から全国統一基準が設定され、コスト縮減が求められている。



写真—1 ロータリ除雪車をベース車両にしたアタッチメント式路面清掃装置（試作機）

表一 1 路面清掃管理基準

項目	～ H21 実施基準	H22 ～実施基準
車道 (DID 区間)	1 ～ 28 回/年	6 回/年 以内
車道 (郊外部)	1 ～ 7 回/年	1 回/年 以内

#### 4. 路面清掃車のブラシ式と真空式の比較

試作機の機種を選定するにあたり、表一<sup>1)</sup>に示す路面清掃車の作業条件と適用性を参考にした。

今後、道路清掃回数の抑制から1回当たりの作業負担が増加することを想定すると、表一<sup>2)</sup>に示す作業条件「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及びコストの特徴を以下にまとめる。

(a) ブラシ式

- ①塵埃を処分場までダンプトラックが運搬
- ②ダンプトラックの拘束に要する費用が加算
- ③清掃現場で塵埃をダンプトラックに積み替えるので、清掃作業を継続してできる

(b) 真空式

- ①塵埃を処分場まで自らが運搬
- ②塵埃処分場までの移動に要する費用が加算
- ③塵埃を処分場まで自らが運搬するので、清掃作業が中断される

道路清掃の積算基準<sup>2)</sup>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、ブラシ式と真空式のコストは一般的に、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が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。

#### 5. 性能試験

試作機の性能試験は、「ブラシ式および真空吸込み式ロードスイーパー性能試験方法」<sup>3)</sup>を参考に、試験道路に設定したテストコースで実施した(写真一<sup>2)</sup>)。その結果、専用車と同程度の能力が確認できたため、国土交通省北海道開発局殿の協力を得て試作機による清掃確認を国道の道路維持工事で試行した。

試行目的は、試作機の作業性能の確認及び試作機と専用車の作業能力の比較である。方法は、交通量、道路構造、道路上の塵埃量等の作業条件を合わせるため、同工区・同区間において、専用車と試作機で作業を実



写真一<sup>2)</sup> テストコースでの性能試験状況  
 左：道路線形追従走行試験  
 中：清掃能力試験  
 右：ダンプトラックへの積み込み試験

表一 2 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	
	ブラシ式		真空式	
塵埃回収方式による分類	フロントリフトダンプ式		リヤリフトダンプ式	リヤダンプ式
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	リヤリフトダンプ式	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	△	△	△	○
柵清掃作業時を兼用したい場合	×	×	△	○
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 ドライブレコーダー映像（試作機）

施し、道路管理者及び道路維持工事受注者、オペレータから運転操作性、作業性、導入可能性等についてヒアリングを実施した。また、専用車と試作機の清掃状況、オペレータの操作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、映像での比較確認を実施した（図-1）。

試行の結果、試作機のベース車両の特性である中折れ操舵に伴う機械の車線逸脱や追い越し困難など一般車両に危険を与えるような状況、挙動は確認されなかった。また、ヒアリングから、装置の実用化、導入検討について良好な評価だった。主な意見は以下のとおりであった。

- ①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。
- ②ブラシ式専用車は、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。
- ③専用車と異なる兼用式の導入に対する否定的考えはない。それより、道路の維持管理費の縮減により路面清掃機械を保有できなくなる状況に懸念がある。

以上のように、試作機に対し否定的な意見や専用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。

## 6. 機械仕様

性能確認の結果から、ロータリ除雪車（ベース車両）1台でロータリ除雪装置（冬期）及び路面清掃装置（夏期）の運用を可能とする仕様をとりまとめた。主要諸元を以下に、概要図を図-2に示す。

### 主要諸元

ロータリ除雪車	
形式	ツーステージ 2.2 m 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、両ガッタ、散水機能付
最大清掃幅	3,000 mm
ホップ内標準塵埃収納容量	1.0 m <sup>3</sup>
水タンク容量	900 L
最大積載量	2,400 kg

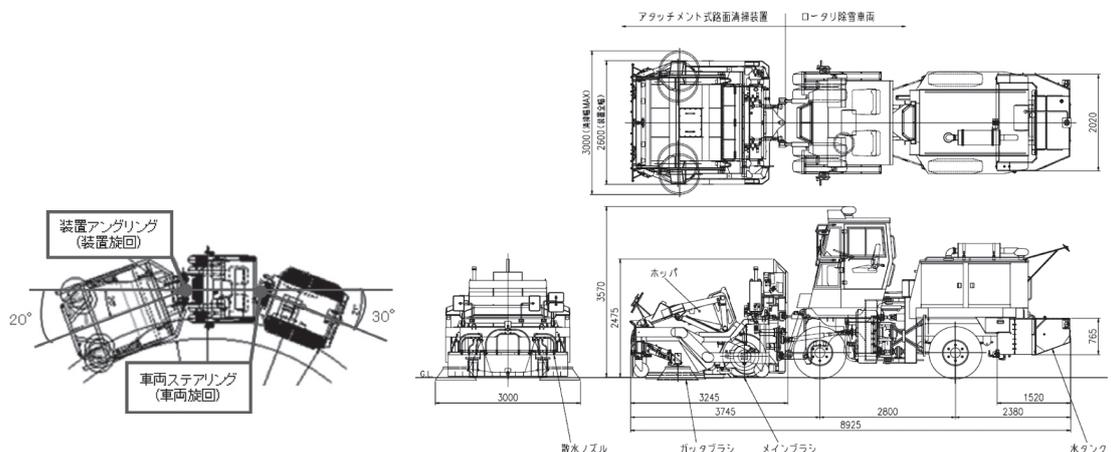


図-2 概要図

### 7. 導入検討

#### (1) 通年活用による運転費

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、デメリットを以下にまとめる。

##### (a) ロータリ除雪車の運転費が下がるメリット（冬期）

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<sup>4)</sup>の増加が、運転日数、供用日数の増加よりも比率が大きくなり、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。

##### (b) 路面清掃車の運転費が上がるデメリット（夏期）

ベース車両がロータリ除雪車になることで、運転日数、供用日数の増加が、年間標準運転時間<sup>4)</sup>の増加よりも比率が大きくなり、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（上項(a)と逆転現象）。

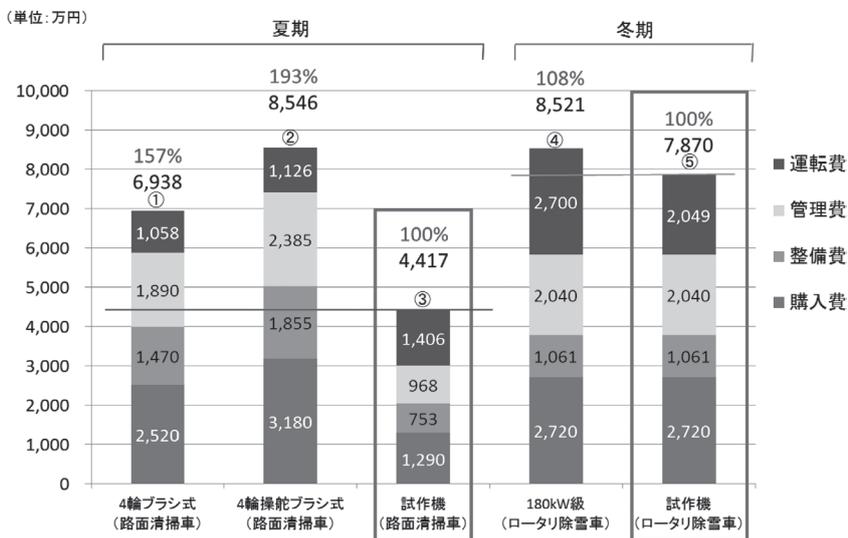
#### (2) 導入効果の試算

ロータリ除雪装置（冬期）及び路面清掃装置（夏期）

の兼用化による運転費は、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）と専用車（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結果を図-3、年間当たりの現行に対する運転費の比率を表-3に示す。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もので、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し、③、⑤は提案する機械の組合せで、それぞれを100%とした場合の比率を表す。

冬期にロータリ除雪装置として使用する⑤の場合には、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より、運転費が現行の④に対して大幅に縮減さ



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

図-3 ライフサイクルコスト比較

表-3 運転費の比率

	提案			現行		現行に対する運転費比率(%)	
						単体	夏冬・組合せ
夏期	路面清掃装置	アタッチメント式 ブラシ式	↔	路面清掃車	4輪ブラシ式	133%	92%
				路面清掃車	4輪操舵ブラシ式	125%	90%
冬期	ロータリ除雪車	180kW級 (3次排対)	↔	ロータリ除雪車	180kW級 (3次排対)	76%	-

れる。夏期の路面清掃装置として使用する③の場合は、専用車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縮減されるが、先に述べたデメリットより、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、コスト高となるが、⑤におけるロータリ除雪車の運転費が大幅に縮減されるため、1年を通して比較するとコスト縮減が可能である。

### (3) 効果的な配置

より多くの導入効果を期待するには、専用車と試作機の運転費の差から稼働時間比が有利な配置を行うことが望ましい。表-4は、専用車から置き換えた場合、現行の組合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。

路面清掃車の両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、コスト縮減効果が高いことを示している。

表-4 現行の運転費と同等になる稼働時間比

		路面清掃	
		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

- a) (左) ロータリ除雪車：(右) 路面清掃車  
b) (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。

## 8. まとめ

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、路面清掃専用車に比べ、ライフサイクルコスト（購入費＋整備費＋管理費）が約50%、通年試算では運転費が約10%縮減でき、従来の道路維持管理費と比較してコスト縮減が期待できる。

また、除雪機械が多く稼働する積雪寒冷地では、より一層の導入によるコスト縮減効果が期待できる。

## 9. おわりに

コスト縮減対策の一つとして、アタッチメント式路面清掃装置を開発したが、予算縮減による、ロータリ除雪車などの道路維持除雪機械の整備充実度や、更新遅れによる長期使用の機械疲労度、さらに通年活用によるロータリ除雪車の維持修理費など机上では試算できない部分について、今後追跡調査するとともに、様々な道路構造に対する適用性を見極めていく必要があると考えている。

JICMA

### 《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イーパー性能試験方法，1968.8.1
- 4) 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

### 【筆者紹介】



中村 隆一（なかむら りゅういち）  
(株)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  
研究員



住田 則行（すみた のりゆき）  
(株)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  
主任研究員



佐々木 憲弘（ささき のりひろ）  
国土交通省  
北海道開発局  
事業振興部機械課  
技術係長