

ロータリ除雪車を通年活用する —アタッチメント式路面清掃装置の現場導入—

柴田 智也*1 澤田 孝幸*2

1. はじめに

昨今、公共事業費の縮減により、工事コストの縮減はもとより、機械の購入コストについてもより一層の縮減が求められ、限られた予算の中で十分な更新が行えず、使用年数の延伸による機械の老朽化とシーズン中の故障発生の増加が近年の課題となっていた。このため、北海道開発局では課題の解消のため、効率的な機械更新の取り組みとして1台の機械で複数の作業が可能な多機能型機械の導入を進めてきており、平成27年度には除雪機械全体の13%を占めるようになってきている。

今回、非積雪期にロータリ除雪車を路面清掃作業に使用可能なアタッチメント式路面清掃装置が開発され、実機導入3号機である本機械が平成27年9月に函館道路事務所に納入され、年間維持除雪工事において使用されたところである。

平成28年度に初めて路面清掃作業を実施し、導入効果の検証を行ったので報告する

2. 機械概要

写真-1に機械全景、図-1に機械外観図を示す。

本機械の特徴は、ベース車両であるロータリ除雪車は、一般的なロータリ除雪車であるが、車両前方のロータリ装置部を路面清掃装置と交換し、車両後部に散水用の水タンクを装着することで路面清掃作業が可能となる点である。



写真-1 機械全景

(上：ロータリ除雪装置架装 下：路面清掃装置架装)

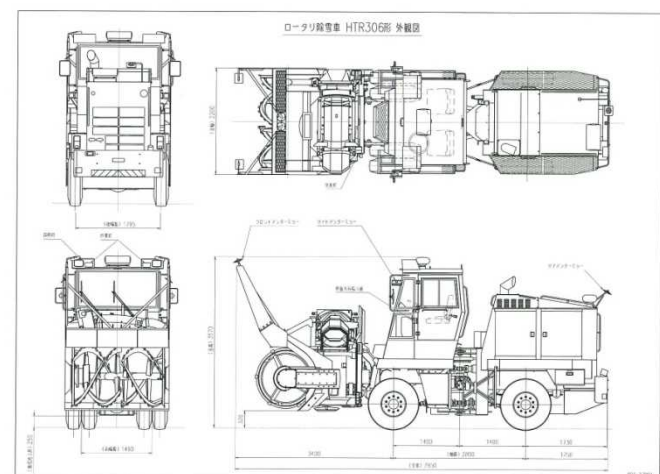
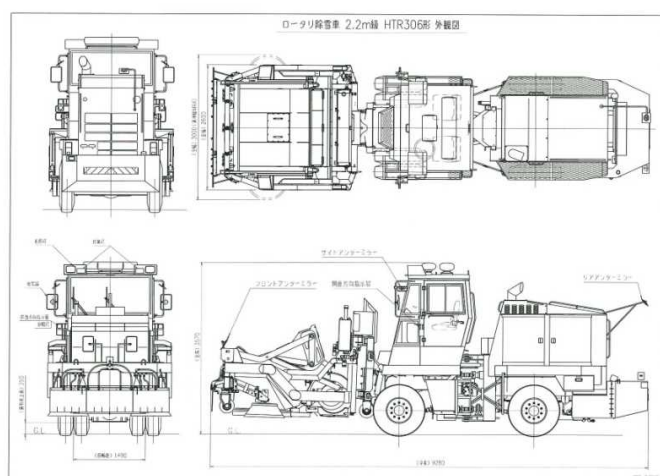


図-1 機械外観図

(上：ロータリ除雪装置架装 下：路面清掃装置架装)

作業装置の換装はロータリ除雪車の昇降ピン構造を流用しており、動力用プロペラシャフト、油圧ホース、電装配線の接続換えを行う必要があり、作業には整備工2名程度で約1日程度の時間を要する。

なお、取り外した装置は保管場所が必要となるため、同一箇所で行うことが効率的である。

本機械の主要諸元は以下のとおりである。

- ・ロータリ除雪装置架装時

形式	ツーステージ型	2.2m級
全長（作業姿勢）		7,950mm
全幅（装置含む）		2,200mm
全高		3,570mm
車両総重量		14,150kg

- ・路面清掃装置架装時

型式	アタッチメント方式フロントリフトダンプ式 両ガッタ、ブラシ式、散水機能付	
全長（作業姿勢）		9,280mm
全幅（作業時最大）		3,000mm
全高		3,570mm
車両総重量		17,130kg
ホッパ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

函館道路事務所に配備されていた4輪ブラシ式路面清掃車（以下：専用車）と諸元・性能を比較すると専用車の全長は7,240mmであり本機械は約2m長い。これは前方の作業装置の他に後方に散水用の水タンクを有しているためである。

また、塵埃収納容量は専用車がホッパ内容量2.5m³に対して標準塵埃収納容量1.2m³（ホッパ内容量にホッパ係数を乗じた換算値）、本機械がホッパ内容量2.7m³に対して標準塵埃収納容量1.0m³と専用車と同程度の能力を有している。但し水タンク容量に関しては専用車が1,900Lに対して本機械は900Lと約半分となっている。

表－1 各種ホッパ収納容量比較

	アタッチメント式 路面清掃装置	路面清掃車 (4輪ブラシ式)	路面清掃車 (4輪操舵ブラシ式)
ホッパ容量(m ³) ※メーカー仕様値	2.7	2.5	2.0
ホッパ係数 ※国交省土木工事標準積算基準書	—	0.48	0.55
標準塵埃収納容量(m ³) ※上段：メーカー仕様書 ※下段：ホッパ係数による換算値	1.0 —	1.6～2.0 1.2	1.2 1.1
散水タンク容量(L) ※メーカー仕様値	900	1,900	900
最大積載量(kg) ※メーカー仕様値	2,400	3,500～3,900	1,900

土砂排出形式は、専用車がリヤリフトダンプ式で車両後方にダンプトラックを配置し土砂排出を行うのに対し、本機械はフロントリフトダンプ式のため、車両前方にダンプトラックを配置し土砂排出を行う。

土砂の掃き込み構造は専用車が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る方式に対して本機械は主ブラシで横から直接掃き込む方式となっている。

3. 施工概要

図－2に工事箇所図を示す。



図－2 工事箇所図

函館道路事務所管内では5つの維持除雪工事を行っているが、そのうち本機械は降雪期では3工事、非降雪期では2工事で使用した。

3-1. 除排雪作業

冬期では郊外部及び高規格道路での拡幅除雪作業、市街地での運搬排雪作業に使用した。

拡幅除雪、運搬排雪とも堆積した雪により必要な車道幅員および堆雪幅が確保されておらず、道路交通に支障をきたすおそれがある場合に実施され、頻度は天候にも依るが概ね年1回程度である。

3-2. 路面清掃作業

本機械を使用して路面清掃作業を実施した2工事とも人口集中地域（以下：DID区間）を含んでおり、路面清掃管理基準では清掃頻度は年6回以内となっているが、道路維持管理コストの縮減を図るため全区間において清掃頻度を年1回としている。

施工時期は融雪後の4月中旬から開始し、5月末迄を目処に実施している。

4. 施工状況

4-1. 除排雪作業

写真－2に除排雪作業状況写真を示す。

左は高規格道路である函館江差自動車道での拡幅除雪作業、右は国道228号での運搬排雪作業時に撮影した写真である。

施工時期は1月下旬～2月上旬の厳冬期で、雪質は除雪により路肩に堆積した雪で固く締まっており、両作業とも実施時の雪堤高さはおよそ1.5mであるが施工結果は良好で、既存のロータリ除雪車と同等の仕上がりの差異

はなかった。



写真-2 除排雪状況写真
(左：拡幅除雪作業 右：運搬排雪作業)

4-2. 路面清掃作業

ア. 高規格道路側道部

路面清掃作業は高規格道路である函館新道の側道部から開始した。側道部での作業は塵埃量は少ないが、一方通行であるため対向車両が無く、交通量も少ないことからオペレータの作業慣熟も兼ねて行われた。

写真-3にその時の作業状況写真を示す。



写真-3 作業状況（側道部）

オペレータは冬期に当該機械で除雪作業を行っていたことから機械の操作に関しては問題無く行われたが、装置の横から張り出すブラシを縁石に沿わせるといった清掃作業特有の操作に苦慮されていた。

施工結果は概ね良好であったが、装置から塵埃のこぼれ落ちが若干見受けられた。また、作業中後続車両が追い越す際も交わすことができ、現道上における土砂搬出作業も問題無く実施できた。

イ. 2車線道路（現道）

次に一般国道5号の2車線道路区間での作業状況写真を写真-4に示す。



写真-4 作業状況（2車線道路）

2車線道路上での路面清掃作業では全長の長いロータリ除雪車が一般交通へ影響を与えることが懸念されており、施工中に後続車両が続いた場合、特に大型車両がロータリ除雪車を安全に回避できるかに着目した。

結果、交通量が多い時間帯等は後続車両が連なることがあるものの、大型車両を含む後続車両は、対向車の交通状況に合わせ、問題無くロータリ除雪車を交わすことが確認できた。

また、2車線道路における現道上での土砂の排出作業はバスベイ部や駐車帯、除雪退避スペース等が利用できれば、交通への影響も無く作業が可能であるが、直線単路部で排出作業を行わなければならない場合もあり、交通安全に配慮した排出作業を心がける必要があった。



写真-5 土砂排出状況（2車線道路）

ウ. 4車線道路（現道）

続いて一般国道227号の4車線道路区間での中央分離帯側での作業状況について述べる。

中央分離帯側を清掃する場合、車両を右へ寄せての作業となるが、本機械は専用車と同様、運転席が車両左側にあるのでオペレータが右側のブラシを直接確認することができず、アンダーミラーとサイドカメラによる映像および助手による確認との連携により施工することとなる。

オペレータおよび助手が車両に不慣れな点もあるが、写真-6に示すとおり、助手が降車してブラシ位置を確認する場面もあり、アンダーミラーおよびサイドカメラ



の取り付け位置を再考する必要性が発生した。

写真-6 作業状況（中央分離帯）

土砂の排出作業に関しては、中央分離帯の開口部を利用して行うことで左側車線に移動することなく作業を行うことができた（写真-7）。

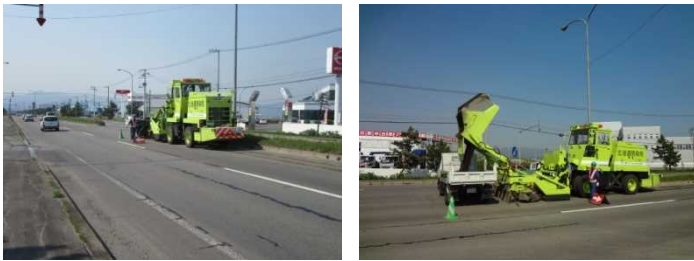


写真-7 土砂排出状況（中央分離帯）

5. 現場施工性および課題

先述のとおり、本機械は実機導入3号機であり、先行導入された2台でも現場施工性を検証されてきたところではあるが、当事務所管内における現場施工性についても検証を行う。

5-1. 除排雪作業

表-2に平成26年度まで使用していたロータリ除雪車と平成27年度納入機械との主な諸元の比較を示す。

表-2 ロータリ除雪車としての諸元の比較

平成26年度まで使用機械		平成27年度納入機械	
7,720	全長(mm)	7,950	
2,200	全幅(mm)	2,200	
ジョイスティックレバー方式	操作系	ジョイスティックレバー方式	
184	出力(kw)	287	
2,300	排雪能力(t/h)	2,900	
シャープピン方式	オーガ安全装置	油圧シャープピンレス方式	

全長や操作方法に大きな変更点は無く、以前から操作していたオペレータからも、違和感無く乗り変わることができたとの回答を得た。また、機関出力の上昇に伴い、排雪能力が上昇したことから、ブローの雪詰まり回数が減少した他、作業能力に余裕ができ、オペレータの疲労軽減に繋がったと好評を得た。

5-2. 路面清掃作業

図-3に平成25年度から平成28年度までの函館道路事務所管内で施工された路面清掃作業施工延長および施工時間の実績を示す。

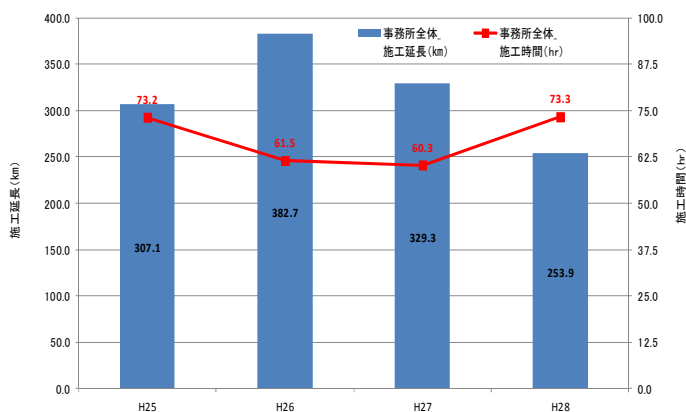


図-3 過去3ヶ年の作業実績比較

平成25年度から平成27年度までは専用車による実績で、堆積している塵埃の量や質により年度でバラツキはあるものの、3ヶ年の平均施工延長はおよそ340km、施工時間は65時間であった。

平成28年度に路面清掃装置を使用しての施工延長、施工時間は254km、73時間であり、過年度までの平均と比較して、施工延長で約26%減少、施工時間で12%の増加となった。

施工延長の減少については、施工中に路面清掃装置に故障が発生し、その間、作業が行えなかったもともあり、次年度以降は過年度と同様の施工延長が確保できると考えられる。

一方、施工時間は過年度よりは増加しているため、作業速度は専用車と比べて低下している。しかし、先行で導入されている札幌開発建設部滝川道路事務所および旭川開発建設部旭川道路事務所での作業速度と比較しても大きな差は見られないことから本装置特有の傾向と思われる。

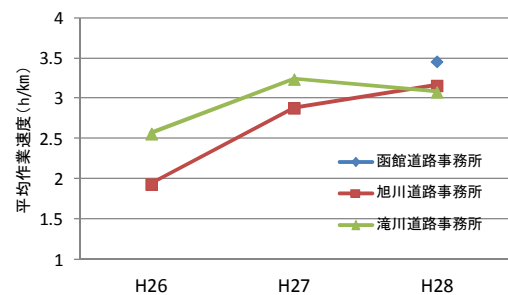


図-4 先行導入機との作業速度比較

また、先行導入された2機は年ごとに作業速度が増す傾向にあり、これはオペレータの作業熟練度の影響もあると考えられるので、本機も次年度以降は同様の傾向になると期待できる。

5-3. 課題

ベース車両としているロータリ除雪車は既存の一般的なロータリ除雪車であるため、除排雪作業において問題は特に無かったが、路面清掃作業時には以下に述べるような課題が見受けられた。

ア. サイドカメラの取り付け位置

本機械は運転席が左側にあるため、路肩側を清掃する際はブラシの目視による確認は可能ではあるが、高いキャビン内からは見えにくい。（写真-8左）。

また、専用車でも同様だが中央分離帯側を施工する際は、オペレータが直接確認できないため、先述のとおりアンダーミラーや助手による確認と連携して作業を行う

必要がある。(写真-8右)。



写真-8 施工中のブラシ確認状況

(左：左側ブラシ確認 右：中央分離帯施工時)

視認性を補完するため、現場導入2号機から路面清掃装置両側面にカメラが設置されたが、オペレータからはカメラ取り付け位置がブラシから遠く、張り出したブラシの先端部が確認できないといった声が聞かれた。



写真-9 側面カメラ取り付け位置

イ. 塵埃の取り残し、こぼれ落ち

塵埃量が多い箇所を施工している際、ガッタブラシによる堆積塵埃の掻き起こしは問題無いものの、メインブラシ後方に塵埃の取り残しおよびこぼれ落ちが発生した。



写真-10 塵埃取り残し状況

この現象はメインブラシで掃き込んだ塵埃が奥まで届かずにホップの入口付近で堆積してしまい、そのまま作業を継続すると塵埃がホップへは入らず機械で引きずっている状態となっていたためである。



写真-11 装置への塵埃堆積状況

塵埃の取り残し・こぼれ落ちは、先行導入された機械でも発生しており、一部改良が加えられ本機にも採用されているが、完全には解消されていない状態である。今後はさらなる改良を施していく必要がある。

6. 導入効果の検証

本機械の導入メリットはロータリ除雪車と路面清掃車を兼用化することにより、機械台数を減らすことで購入費や維持管理費を減らすことができる点と、機械を通年使用することで年間稼働を確保し、機械運転経費を減少させ、工事費を抑制させることができる点である。

但し、兼用化による機械運転経費は以下のようなメリット・デメリットが存在する。

- ・降雪期においてはベース車両であるロータリ除雪車を路面清掃作業でも使用することにより、年間標準運転時間が増加の運転日数、供用日数の増加よりも比率が大きくなり、供用日当たり運転時間、運転日当たり運転時間が増加、運転1時間当たり労務工数および機械損料が下がることにより、運転1時間当たり単価が減少する。

- ・非降雪期においてはベース車両がロータリ除雪車になることで、基礎価格が上昇、また、運転日数、供用日数の増加が年間標準運転時間の増加よりも比率が大きくなり、供用日当たり運転時間、運転日当たり運転時間が減少、運転1時間当たり労務工数および機械損料が上がることにより、運転1時間当たり単価が増加する。

そのため、ロータリ除雪車としての稼働が多く、路面清掃装置の稼働が少ない程、導入効果が期待できる。導入効果の検証にあたり、機械にかかわるインシヤルコスト(購入費)とランニングコスト(整備費・管理費)および工事費をロータリ除雪車の標準使用年数15年を用いたライフサイクルコストを算出した。なお、工事費は過年度における函館道路事務所の実績を採用した。

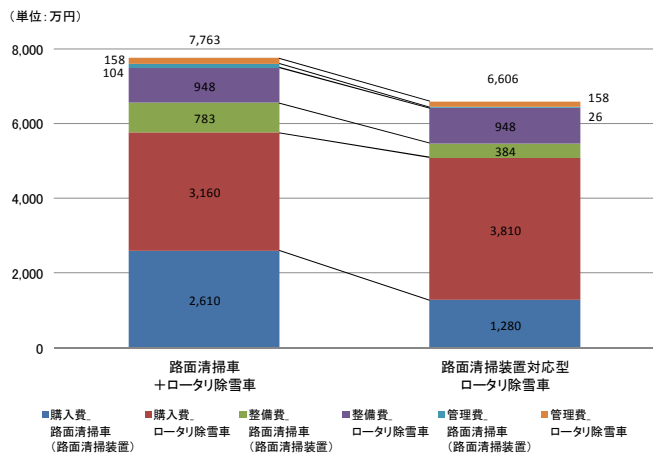


図-5 ライフサイクルコスト比較
(イニシャル+ランニングコスト)

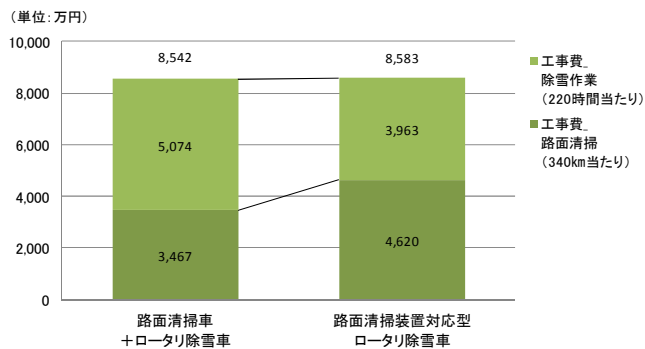


図-6 ライフサイクルコスト比較 (工事費)

機械関係のコストを比較した場合、現状の機械2台を購入から1台とアタッチメント装置の購入となるため、大幅に減少、維持管理費（整備費、管理費）もあわせて減少し、約15%の削減となる。

工事費で比較した場合、路面清掃工は現行比33%の増額となるもの、除雪工は22%の減額となる。路面清掃工の増額分と除雪工の減額分を相殺すると、全体の工事費としては、ほぼ同等の結果となった。これは、路面清掃車としての稼働に対してロータリ除雪車としての稼働の比率が低いためと考えられる。

しかし、購入費・維持管理費も含めて比較した場合、約7%のコスト削減となり導入した効果はあるといえる。

7. まとめ

導入効果を検証した結果、夏冬通年の施工により、工事費はほぼ同等であったが、購入費・維持管理費を含めたライフサイクルコストでは導入効果を確認することができた。

今年度は路面清掃工の施工において、塵埃の取り残し等の課題は発生したが、次年度の施工に向けて改良・検

証を行うことで、作業速度の改善など施工効率を向上させ、いっそうのコスト削減効果が期待できるようさらなる装置の改良を進めていきたい。

参考文献

- 1) 新保貴広・高本敏志・中村隆一：ロータリ除雪車（路面清掃装置付）の実機導入・現場施工報告、北海道開発技術研究発表会、第57回（平成25年度）
- 2) 中村隆一・佐々木憲弘・坂口勝利：ロータリ除雪車を通年活用するアタッチメント式路面清掃装置の開発-現場での適用性確認-、北海道開発技術研究発表会、第54回（平成22年度）
- 3) 中村隆一・佐々木憲弘・坂口勝利：アタッチメント方式による路面清掃装置の開発-ロータリ除雪車を通年活用する提案-、北海道開発技術研究発表会、第53回（平成21年度）