

平成28年度

除雪機械の老朽化の現状と見える化の検討

北海道開発局 事業振興部 機械課

○大上 哲也
木下 豪
小笠原 敦司

北海道では雪が人々の生活に与える影響は大きく、除雪機械には高い信頼性が求められている。しかし、近年は除雪機械の平均使用年数が大幅に伸び、老朽化による故障件数の増加や、部品調達の遅延等による修理期間の長期化など、潜在していた老朽化リスクが表面化している。

本稿では、除雪機械の更新計画の参考とするため、除雪機械の現状と老朽化リスク、老朽化リスクを視覚的に表現するための手法（見える化）について検討した。この結果、除雪機械の老朽化リスクを指標化したほか、道路ネットワークとリンクさせた見える化を試行し、老朽化リスクを実際的に表現する一手法として有用なことを確認した。

キーワード：除雪機械、老朽化、老朽化リスク、見える化

1. はじめに

北海道の冬期道路交通は、除雪機械による除雪作業や凍結路面对策により確保しているが、近年は暴風雪災害が多発しており（写真-1）、道路交通の寸断など雪が人々の生活に与える影響は大きく、除雪機械には高い信頼性が求められている。

しかし、近年の除雪機械は平均使用年数が大幅に伸び、老朽化による故障件数の増加や、部品調達の遅延等による修理期間の長期化など、潜在していた老朽化リスク（老朽化に伴う除雪作業に影響する除雪機械の故障リスク）が表面化している。¹⁾

本稿では、除雪機械の更新計画の参考とするため、除雪機械の現状と老朽化リスク、老朽化リスクを視覚的に表現するための手法（見える化）について検討し、試行したので報告する。



写真-1 暴風雪・大雪災害 (H25.3 R334小清水町)

2. 北海道開発局が保有する除雪機械の現状

北海道開発局（以下、開発局）では、平成27年度末現在1,040台の除雪機械を保有し、一般国道約6,740kmを管理している。

開発局の除雪機械台数は、高規格道路の開通・延伸等に伴い、平成7年度より138台増えている。また、近年の排出ガス規制に対応するため、除雪機械の購入単価は平成17年度からの10年間で30%程度上昇している。

しかし、除雪機械の購入予算は限られていることから、その分、既存機械の更新が遅れる要因となっている。具体的には、使用年数10年を超える除雪機械の保有台数は、平成7年度は全体の18%であったが、平成27年度は50%に増えている。さらに、使用年数15年を超える除雪機械も平成19年度に現れ、平成27年度には全体の18%を占めるなど、老朽化が著しく進行している（図-1）。

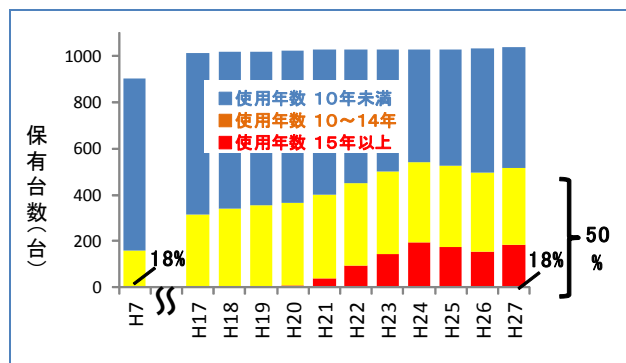


図-1 除雪機械台数と使用年数割合の推移

3. 除雪機械の老朽化リスク

老朽化の影響を確認するため、過去5年間（平成23年度～平成27年度）の除雪シーズン中に発生した修理期間別の故障件数の推移を調査した。

この結果、故障件数は、修理期間に係わらず平均使用年数と同様に右肩上がりであり、5年間で約1.5倍に増加している（図-2）。また、故障内容には、過去には無かった除雪車のフレームの腐食・亀裂など大規模な故障も生じている（写真-2）。

なお、除雪機械に故障が生じた場合、修理のために必要な部品を確保する必要がある。この部品の供給年限についてはガイドライン²が示されており、除雪機械と本体構造が同じであるモータグレーダなどの建設機械は10年とされ、それ以降の納期等については個別相談となる。また、除雪機械メーカーに部品の安定供給について聞き取りした結果は10～15年程度であった。

このことから、使用年数が長くなった除雪機械は、故障規模が大きくなる可能性があるほか、部品調達にも時間を要するため、修理期間が長期化することが想定される。

除雪機械の故障は、即日の修理が可能であれば、除雪作業への影響を最小限に抑えることができる。しかし、修理期間が2日以上の場合、その間に除雪が必要であっても作業できないことから、除雪機械不足による作業の遅延など人々の生活への影響が懸念される。

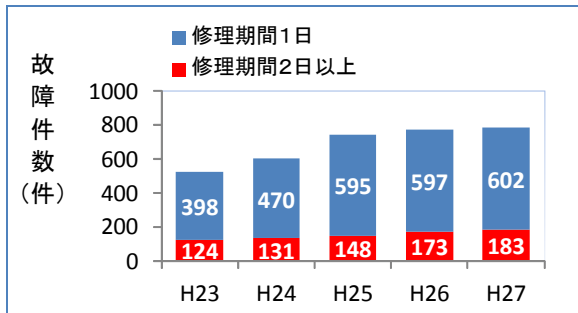


図-2 故障件数の推移 (修理期間別)

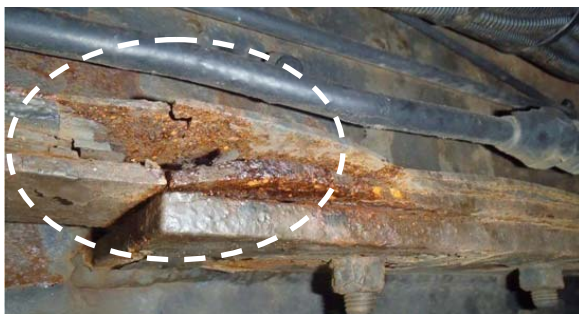


写真-2 フレームの腐食・亀裂状況

4. 除雪機械老朽化対策に関する取り組み

開発局では除雪機械の老朽化に対応するため、以下の取り組みを行っている。

(1) 多機能型除雪機械の導入

限られた予算内で必要な除雪機能を確保しながら老朽化機械の早期更新を図るため、1台で2機種分の機能を備えた多機能型除雪機械を平成12年度から142台導入している（図-3）。この多機能化によって購入コストの削減が図られるほか、機械台数が減少するため、整備費など維持管理コストの削減効果もある。

機械名	導入台数 購入コスト 削減率	多機能化
除雪トラック [IG、散布装置]	97台 (25%)	除雪トラック ↔ 凍結防止剤散布車
小形除雪車 [1.5m級 草刈装置]	27台 (21%)	小形除雪車 ↔ 草刈車
ロータリ除雪車 [2.2m級 IG]	13台 (28%)	ロータリ除雪車 ↔ 除雪トラック
ロータリ除雪車 [2.2m級 路面清掃装置]	3台 (28%)	ロータリ除雪車 ↔ 路面清掃車
除雪トラック [IG、散水装置]	2台 (24%)	除雪トラック ↔ 散水車

図-3 多機能化機械の一覧

(2) 除雪機械（規格）の規格見直し

配置される工区の降雪量など地域・路線特性によって除雪機械に必要な能力は異なる。また、最近の除雪機械は、排出ガス規制などに対応するためモデルチェンジがされており、本体エンジンが高出力化している。このことから、現在の配置規格と工区の適合性を再確認し、必要に応じて規格のダウンサイジングを行い、購入コストの削減を図っている（表-1）。

(3) 効果的な予防整備の実施

除雪機械の安定的な稼働を確保するには、除雪期間中の長い修理期間を要する故障の発生を未然に防ぐことが必要である。このためには、夏期の定期整備時に除雪期間中の故障が想定される部分に対して、先行して整備を

行うことが有効であるが、厳しい予算状況を鑑み、効果的な予防整備を計画的に実施する必要がある。

そこで、過去の故障や稼働データ等を収集・分析したほか、除雪機械メーカー、整備会社及び除雪工事受注者と故障等に関する意見交換を行い、使用年数や稼働時間により故障発生傾向が明らかなものや、故障の予兆が現れにくく除雪期間中の修理では高価かつ長期の修理期間を要する 19 項目を抽出し、効果的な予防整備を実施している（表-2）。

表-1 除雪機械（規格）のダウンサイジング

機械名	現行 → 見直し	購入コスト削減率
ロータリ除雪車	2.6m級 → 2.2m級	△31%
ロータリ除雪車	2.2m級 → 1.5m級	△39%
小形除雪車	兼用式 → ロータリ式	△29%

表-2 効果的な予防整備項目（抜粋）

機械名	効果的な予防整備項目	実施周期
除雪トラック	スタータモーターO/H	6～7年
除雪グレーダ	オルタネータO/H	6～7年
ロータリ除雪車	走行用プロペラシャフトO/H	9年
小形除雪車	伝導機O/H	7～8年

(4) 遠隔状態監視技術の検討

新たなメンテナンスの効率化手法として、除雪機械の状態をリアルタイムに監視できるシステムを構築し、早期に異常を把握することにより重大故障を未然に防ぎ、修理コストを減少させ、修理期間（不稼働日数）を短くする除雪車の遠隔状態監視技術の検討を進めている。

5. 老朽化リスクの見える化の試行

除雪機械の老朽化リスクについて、より具体的なイメージとしてとらえるために、機械配置に着目した見える化の試行について検討した。

なお、試行の対象路線は、始点（札幌市）と終点（滝川市）が同じで異なる経路を通過する幹線道路である、札幌開発建設部管内の一般国道 12 号及び 275 号とした。

【対象路線】

R 12 : KP0.0～100.3km（白石①～砂川⑥）

R275 : KP0.0～ 82.6km（白石⑦～新十津川⑪）

(1) 除雪機械老朽化リスクアセスメント

除雪機械の老朽化を評価するため、除雪機械 1 台毎に、使用年数による老朽化度合いを指標化した（以下、指標化した値を「基本点」という）。指標化にあたっては、修理に必要な部品の供給年限を参考に、部品供給が確実な使用年数 10 年未満、部品供給の遅れが想定される 15 年未満、部品供給の長期化が想定される 15 年以上に大別している。さらに、除雪工区（新雪除雪における除雪機械の梯団）毎の老朽化リスクを判断するため、梯団の除雪機械の基本点を平均し、評価点数を算出した。

また、除雪機械の老朽化を視覚的に表現するため、基本点と評価点数には、点数に応じた色を定め、表を着色することで視覚的にも老朽化リスクを表現することとした（表-3）。

【除雪機械毎の基本点及び色】

使用年数 10 年未満 : 1 点（青色）

使用年数 10 年以上 15 年未満 : 3 点（黄色）

使用年数 15 年以上 : 5 点（赤色）

【除雪工区毎の評価点数の範囲と色】

評価点数 : 1.0～1.7（青色）

評価点数 : 1.8～2.5（緑色）

評価点数 : 2.6～3.4（黄色）

評価点数 : 3.5～4.2（橙色）

評価点数 : 4.3～5.0（赤色）

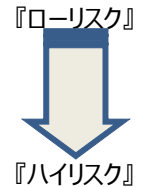


表-3 除雪機械老朽化リスクアセスメント

事務所名	路線名	工区名 (番号)	梯団除雪車(年式/基本点)			評価点数
			1番車	2番車	3番車	
札幌道路	R12	白石①	H14	H18	H14	黄
			(3)	(3)	(3)	(3.0)
岩見沢道路	R12	江別②	H11	H12	H15	赤
			(5)	(5)	(3)	(4.3)
岩見沢道路	R12	幌向③	H16	H11	H8	赤
			(3)	(5)	(5)	(4.3)
岩見沢道路	R12	峰延④	H15	H11	H14	橙
			(3)	(5)	(3)	(3.7)
滝川道路	R12	砂川⑤	H17	H12	H13	赤
			(3)	(5)	(5)	(4.3)
滝川道路	R12	砂川⑥	H15	H15	H12	橙
			(3)	(3)	(5)	(3.7)
札幌道路	R275	白石⑦	H13	H9	H8	赤
			(5)	(5)	(5)	(5.0)
札幌道路	R275	当別⑧	H12	H15	-	橙
			(5)	(3)	-	(4.0)
札幌道路	R275	当別⑨	H25	H27	-	青
			(1)	(1)	-	(1.0)
滝川道路	R275	砂川⑩	H16	H18	-	黄
			(3)	(3)	-	(3.0)
滝川道路	R275	新十津川⑪	H14	H15	-	黄
			(3)	(3)	-	(3.0)

(2) 除雪機械の老朽化リスクの見える化

老朽化リスクを実際的に表現するため、除雪機械老朽化リスクアセスメントの結果と、除雪機械が担保している道路ネットワークをリンクさせた見える化を試行した。

具体的には、除雪機械老朽化リスクアセスメントでの評価点数に応じて、除雪工区図の路線を着色する。次に、道路ネットワークにおける路線重要度を交通量³⁾と仮定し、各工区の平均交通量から路線重要度を示す色を定める。さらに、除雪工区図の工区毎に吹き出しを追加し、平均交通量を記載するほか、路線重要度に応じて着色した。

試行結果を図-4 に示す。

【除雪工区毎の交通量の範囲と路線重要度の色】

- 日交通量：7,000～13,000台/日未満（青色）
- 日交通量：13,000～19,000台/日未満（緑色）
- 日交通量：19,000～25,000台/日未満（黄色）
- 日交通量：25,000～31,000台/日未満（橙色）
- 日交通量：31,000～37,000台/日未満（赤色）

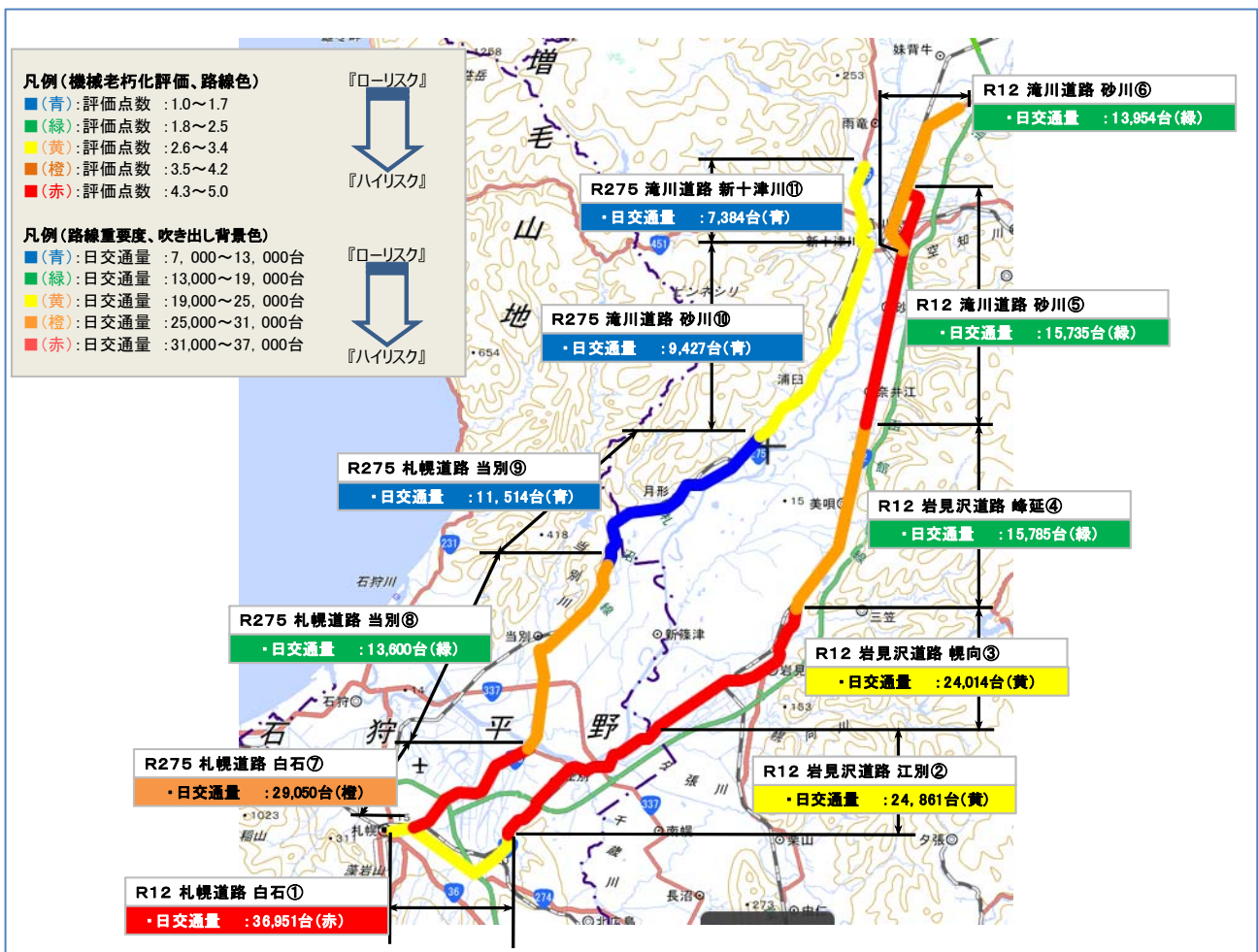


図-4 除雪機械の老朽化リスクの見える化

(3) 試行結果

試行の結果について、以下のとおり考察する。

- (a) 除雪機械の老朽化度合いを部品供給年限を参考に指標化し、除雪機械の老朽化リスクを評価することができた。
- (b) 除雪機械の老朽化リスクの評価点数及び路線重要度（交通量）に応じた配色を定め作図することにより、除雪機械の老朽化リスクと道路ネットワークをリンクさせた見える化の試行ができた。

- (c) 見える化の試行の結果、開発局の除雪機械の更新優先順位は使用年数及び稼働実績等により決定しているため、必ずしも路線重要度を考慮した配置となっていないことを視覚的に確認した。

(4) 今後の検討項目

試行の結果を踏まえ、今後の検討項目について整理した。なお、本試行は、路線重要度を交通量と仮定したものであり、実際の重要度とは異なることが想定される。

- (a) 除雪機械の老朽化リスクは、使用年数のほかに機械の稼働状況（除雪出動回数・運転時間等）により大きく影響されることが想定されるため、老朽化リスクに含める要素として検討する必要がある。
- (b) 道路ネットワークにおける路線重要度について、交通量のほかに通行止め回数、気象及び地理的条件など、他の要素についても検討する必要がある。
- (c) 今後の機械配置については、路線重要度も考慮し、現状において実現可能な老朽化リスクを低減させる手法について検討する必要がある。
- 具体的には、2台雁行の除雪梯団の場合、更新年次を適切にずらし、使用年数10年未満の除雪機械を1台以上配置することによって、平均使用年数14年までは評価点数は2.0（緑色）以下となる（表-4）。また、同様に平均使用年数15年～19年の場合は評価点数は3.0（緑色）以下となり、それ以上の老朽化リスクを回避することが可能になる（表-5）。ただし、平均使用年数が20年以上に伸びた場合には、更新年次を適切にずらしても梯団内に使用年数10年未満の除雪機械が配置されない年次が生じるため、評価点数4.0（橙色）以上の老朽化リスクを負うことになる（表-6）。

6. まとめ

本稿では、冬期道路交通の確保に必要な除雪機械を対象に、老朽化の現状とその対策に向けた検討状況を報告した。また、除雪機械の老朽化リスクを指標化し、除雪機械の老朽化リスクに道路ネットワークをリンクさせた見える化の試行を行った。

この結果、除雪機械の老朽化リスクを評価できたほか、路線重要度をリンクさせた見える化の試行により、除雪機械の老朽化リスクを実際的に表現する一手法として有用なことが確認できた。

今後も除雪機械の老朽化対策について継続して取り組むほか、老朽化リスクの見える化についても検討を重ねる所存である。

参考文献

- 1) 北海道開発局事業振興部機械課ほか：北海道開発局が保有する除雪車の老朽化対策に関する取組について，第59回北海道開発技術研究発表会，2016.2
- 2) (一社) 日本建設機械工業会：補修部品の供給に関するガイドライン
- 3) (一社) 交通工学研究会：全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス），2012.12

表-4 除雪梯団の老朽化リスク（使用年数14年）

梯団除雪車(使用年数/基本点)				評価点数 (合計点/平均点)	
1番車		2番車			
1	1	8	1	2	1.0
2	1	9	1	2	1.0
3	1	10	3	4	2.0
4	1	11	3	4	2.0
5	1	12	3	4	2.0
6	1	13	3	4	2.0
7	1	14	3	4	2.0
8	1	1	1	2	1.0
9	1	2	1	2	1.0
10	3	3	1	4	2.0
11	3	4	1	4	2.0
12	3	5	1	4	2.0
13	3	6	1	4	2.0
14	3	7	1	4	2.0

表-5 除雪梯団の老朽化リスク（使用年数15年）

梯団除雪車(使用年数/基本点)				評価点数 (合計点/平均点)	
1番車		2番車			
1	1	8	1	2	1.0
2	1	9	1	2	1.0
3	1	10	3	4	2.0
4	1	11	3	4	2.0
5	1	12	3	4	2.0
6	1	13	3	4	2.0
7	1	14	3	4	2.0
8	1	15	5	6	3.0
9	1	1	1	2	1.0
10	3	2	1	4	2.0
11	3	3	1	4	2.0
12	3	4	1	4	2.0
13	3	5	1	4	2.0
14	3	6	1	4	2.0
15	5	7	1	6	3.0

表-6 除雪梯団の老朽化リスク（使用年数20年）

梯団除雪車(使用年数/基本点)				評価点数 (合計点/平均点)	
1番車		2番車			
1	1	11	3	4	2.0
2	1	12	3	4	2.0
3	1	13	3	4	2.0
4	1	14	3	4	2.0
5	1	15	5	6	3.0
6	1	16	5	6	3.0
7	1	17	5	6	3.0
8	1	18	5	6	3.0
9	1	19	5	6	3.0
10	3	20	5	8	4.0
11	3	1	1	4	2.0
12	3	2	1	4	2.0
13	3	3	1	4	2.0
14	3	4	1	4	2.0
15	5	5	1	6	3.0
16	5	6	1	6	3.0
17	5	7	1	6	3.0
18	5	8	1	6	3.0
19	5	9	1	6	3.0
20	5	10	1	6	3.0