長期使用に伴い老朽化した除雪機械の課題と取り組み

山口洋士＊1　　佐々木憲弘＊1　　○小堀文章＊1

1　はじめに

我が国は、国土面積の約６０％が積雪寒冷地特別措置法に指定され、全人口の約２０％にあたる約２，８００万人が生活し、降雪や低温の影響を受けている。

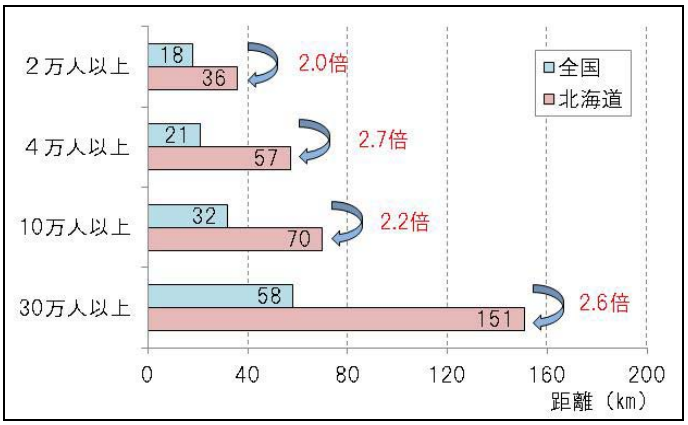
その中でも１年の３分の１以上積雪に覆われる地域に数十万人から百万人を超える都市がある北海道は、世界的にも稀な地域特性である。また、北方圏の主要都市の中で１年間の累計降雪量が６ｍに及ぶところに１００万人を超える大都市を形成しているのも札幌市のみである。

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対策により確保している。しかし、厳しい財政事情を背景とした公共事業予算削減により、更新（使用）年数が大幅に延伸し、老朽化による故障件数の増加や、部品調達が困難になることによる修理日数の長期化が問題となっている。

そこで、北海道開発局では、除雪機械の長期使用に伴う課題に対応するため、「除雪機械の最適化プロジェクト」を立ち上げ、様々な取り組みを行っている。

2　北海道の道路特性

北海道は広域分散型の地域構造であり、最寄りの都市までの平均道路距離は全国平均の２倍以上となっている。そのため、人と物の流れは自動車が支えており、道路交通は北海道民にとって生命線と言える状況である（図－１）。



図－１　最寄都市までの平均道路距離

3　北海道開発局の除雪体制

北海道開発局では、１，０３０台の除雪機械を保有し、平均気温が約－４℃となる過酷な条件の下、一般国道６，６８６㎞の除雪を行っており、１シーズンの除雪延べ延長は６６２万㎞、地球１６６周分に相当する膨大なものとなっている。

また、近年は、ゲリラ豪雪や吹雪災害等が多発している。雪害が北海道経済に与える影響は大きく、そのため、除雪機械には高い信頼性が求められている（写真－１、２）。

写真－１　道東地方 暴風雪・大雪災害(H25.3)

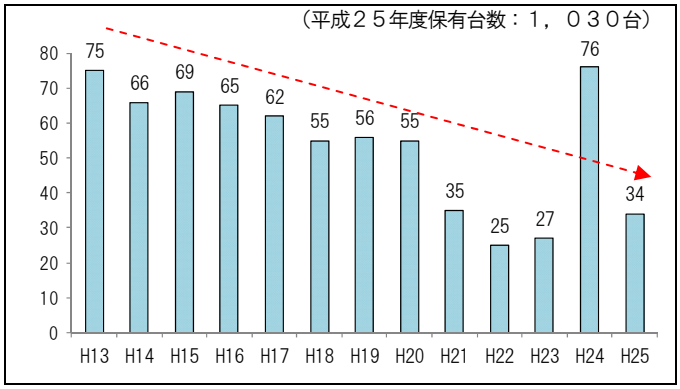
写真－２　除雪機械による国道除雪

4　除雪機械の現状

４．１　購入台数の減少

北海道開発局の除雪機械購入台数は、予算の削減により、平成１３年度の７５台をピークに減少し続け、平成２５年度当初予算では３４台の購入となった（図－２）。今後も現状と同じ予算規模で推移すると仮定した場合、１台の除雪機械を３０年以上使用せざるを得ない状況が予想される。

＊1　北海道開発局　事業振興部　機械課

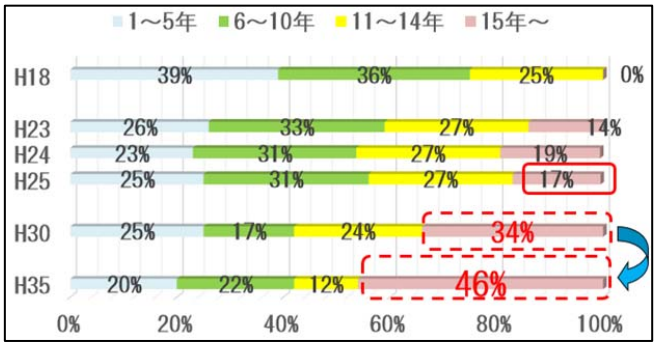


図－２　除雪機械購入台数の推移

写真－３　老朽化した除雪ドーザ

４．２　進行する除雪機械の老朽化

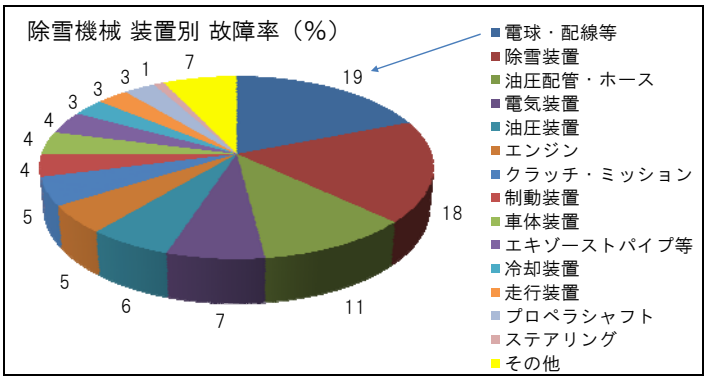
平成１８年度は使用年数が１５年以上経過した除雪機械は無かったが、購入台数の減少により、平成２５年度は全台数の１７％（１７３台）となった。このままのペースで老朽化が進行すると平成３５年度には全台数の４６％（４７８台）にまでなることが予想される（図－３）。一般的に部品の安定供給年数は１５年程度とされており、１５年を超える機械の修理・整備時において、部品調達が困難になるなど支障が生じている。



図－３　除雪機械使用年数の割合

４．３　平成２４年度故障発生状況

平成２４年度は、除雪機械の故障が６１４件であった。その内、電球・配線等の故障が最も多く、全体の１９％を占めており、次いで、除雪装置、油圧配管・ホース等の故障が多くなっている。また、エンジンや電気装置（オルタネータ等）、クラッチ・ミッション等の重故障件数も多くなっている（図－４、写真－４）。

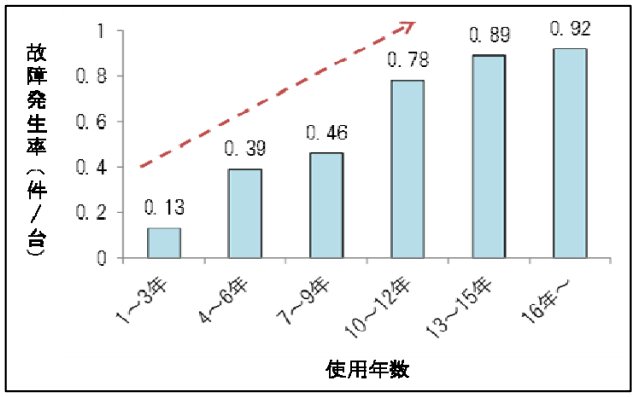


図－４　除雪機械 装置別 故障率（平成24年度）

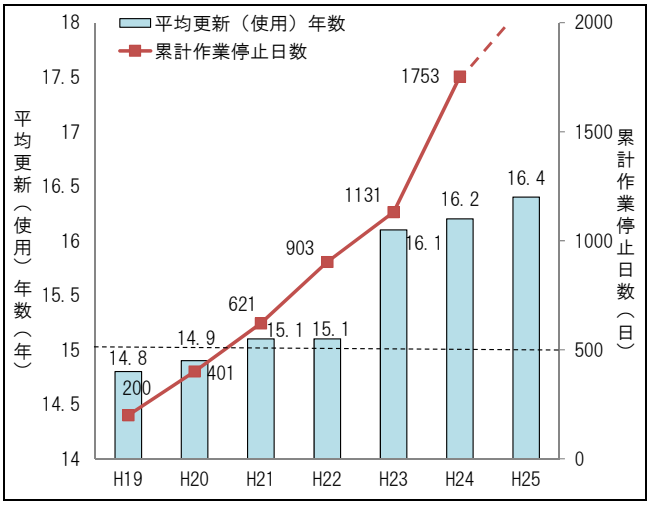
写真－４　エンジン　ピストン・シリンダライナ故障

４．４　老朽化による故障の増大

機械の老朽化が進み、使用年数１０年目以降に故障が増加している（図－５）。故障に伴う作業停止日数（除雪機械全体の延べ日数）は、平成１９年度から急増し、平成２４年度は１，７５３日となり、除雪事業に与える影響が深刻化している（図―６、写真－５）。



図－５　除雪機械の故障発生率と使用年数（平成24度）



図－６　除雪機械の平均更新（使用）年数と作業停止日数

写真－５　凍結防止剤散布車 フレーム等腐食

５　除雪機械老朽化への対応（除雪機械の最適化プロジェクトの取り組み）

北海道開発局では、除雪機械の更新（使用）年数長期化に伴う課題に対応するため、平成２３年度に「除雪機械の最適化プロジェクト」を立ち上げ、購入コストの削減、適切な機械メンテナンス、機械の長寿命化等に取り組んでいる。

５．１　除雪体制が持続可能な購入予算の確保

北海道開発局の除雪機械購入予算は、平成２１～２３年度にかけて激減し、この間の予算規模は、１台の除雪機械を約４０年使用する規模となっていた。平成２４年度は補正予算により購入台数が増えたため、老朽化の進行が一時的に鈍化したが、平成２５年度当初予算分の伸びは小さく、これをベースに試算すると、１台の除雪機械を３０年以上使用することなる。このため、整備履歴や故障履歴を元に１５年で更新が必要な理由を分かりやすく表現することで、引き続き、予算の確保に努めていく考えである。

５．２　除雪機械購入コストの削減

現下の厳しい財政状況を考慮すると、購入コストを削減し、１台でも多く更新する努力が必要であることから、「規格のダウンサイジング」と「機械の多機能化」による購入コスト削減に取り組んでいる。

５．２．１　規格のダウンサイジング

除雪機械は、配置されている工区の降雪量等によって、機械に求められる能力が異なるため、地域・路線特性に合った適正な規格となっているか見直しを行い、規格のダウンサイジングを行っている（表－１）。

表－１　ダウンサイジングによる購入コスト削減率

機械名	現行　→　見直し	ｺｽﾄ削減率
ﾛｰﾀﾘ除雪車	2.6m級 → 2.2m級	△19%
ﾛｰﾀﾘ除雪車	一車線積込型→2.2m級	△14%
ﾛｰﾀﾘ除雪車	2.2m級 → 1.5m級	△36%
除雪ｸﾞﾚｰﾀﾞ	高速整正型 → 4.0m級	△15%
小形除雪車	兼用式 → ﾛｰﾀﾘ式	△24%
凍結防止剤散布車	4.0m3、6×6 → 6×4	△ 9%

５．２．２　除雪機械の多機能化

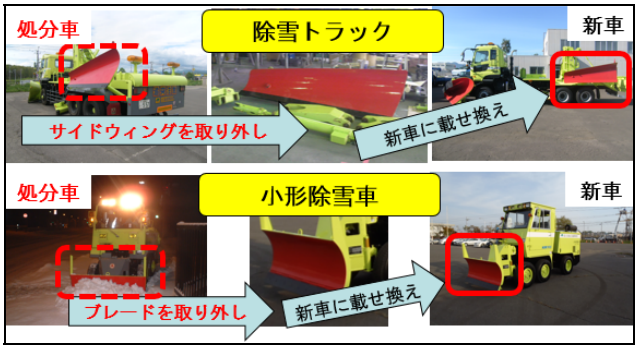
限られた予算の中で機能や必要台数を確保するため、１台で２機種分の機能を備えた除雪機械を導入し、購入コスト削減に取り組んでいる。平成１２～２５年度に５機種・１１３台を導入し、購入コストを１５．７億円削減した（表－２）。また、多機能化は、保有台数の削減となるため、維持管理コストの削減にもなる。

表－２　除雪機械の多機能化

機械名	多機能化	ｺｽﾄ削減率
除雪トラック（凍結防止剤散布車の機能を装備）	除雪トラック　凍結防止剤散布車	△25%
除雪トラック（散水車の機能を装備）	除雪トラック　散水車	△22%
ﾛｰﾀﾘ除雪車（除雪トラックの機能を装備）	ﾛｰﾀﾘ除雪車　除雪トラック	△22%
ﾛｰﾀﾘ除雪車（路面清掃車の機能を装備）	ﾛｰﾀﾘ除雪車　路面清掃車	△15%
小形除雪車（草刈車の機能を装備）	小形(歩道)除雪車　草刈車	△22%

５．２．３　除雪装置の２世代使用

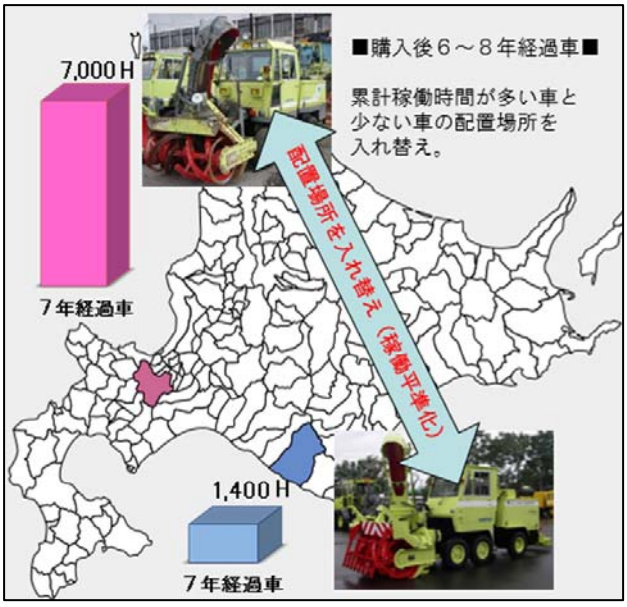
機械更新時に現況が比較的良い除雪装置を新車に載せ換えし、購入コスト削減に取り組んでいる。平成２１～２５年度に除雪トラックのサイドウィングと小形除雪車のブレードを計７台載せ換えし、購入コストを５００万円削減した（図－７）。



図－７　除雪装置の載せ換え

５．３　除雪機械の稼働平準化

北海道は、地域によって降雪量が異なるため除雪機械の稼働時間に差が生じ、稼働が多い機械は重故障のリスクが大きく更新年数が短くなり購入費を圧迫する。そこで、購入後６～８年経過した稼働が多い機械と比較的少ない同規格の機械の配置を入れ替え、各機械の更新時期が同じとなるよう稼働の平準化を実施し、平成２０～２５年度まで８０台の配置を入れ替えた（図－８）。



図－８　除雪機械の稼働平準化イメージ

５．４　除雪機械のメンテナンス

５．４．１　予防整備の実施

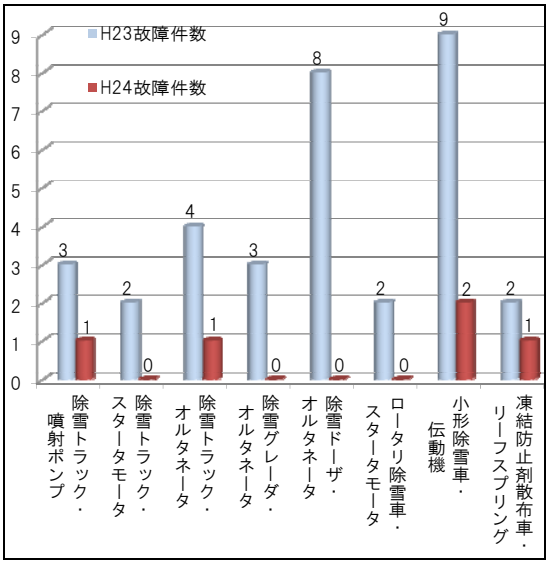
除雪機械は、使用年数の長期化（老朽化）に伴い重故障の増加や部品調達遅れにより修理日数が長期化している。このような中、安定的な稼働を確保するためには、的確かつ効率的な予防整備が重要である。

そこで、過去の重故障発生時における稼動データ等の解析により、「重故障が発生する前に最適な時期に予防整備を実施する基準」を平成２４年度に作成し、８項目、８７台の予防整備を実施した（表-３）。その結果、故障件数が大幅に減少し、整備コストを削減した（図－９、10）。

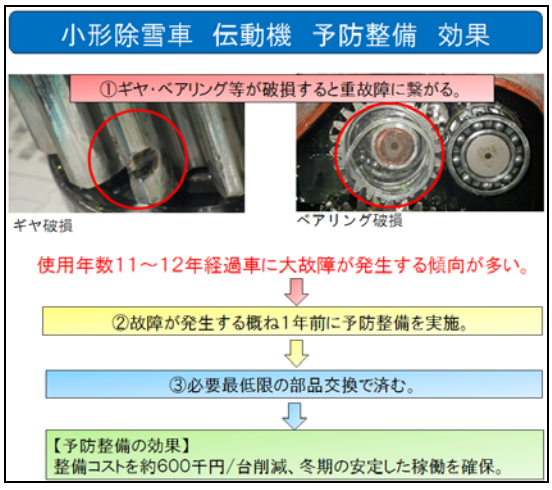
表－３　平成２４年度予防整備実施概要

No.	機械名	予防整備内容	台
1	除雪トラック	噴射ポンプO/H	7
2	除雪トラック	スタータモータO/H	23
3	除雪トラック	オルタネータO/H	29
4	除雪グレーダ	オルタネータO/H	8
5	除雪ドーザ	オルタネータO/H	5
6	ロータリ除雪車	スタータモータO/H	7
7	小形除雪車	伝動機O/H	7
8	凍結防止剤散布車	リーフスプリング脱着・点検又は交換	1
計			87

平成２５年度は１８項目、１５０台程度の予防整備を予定している。



図－９　予防整備の効果（故障件数）

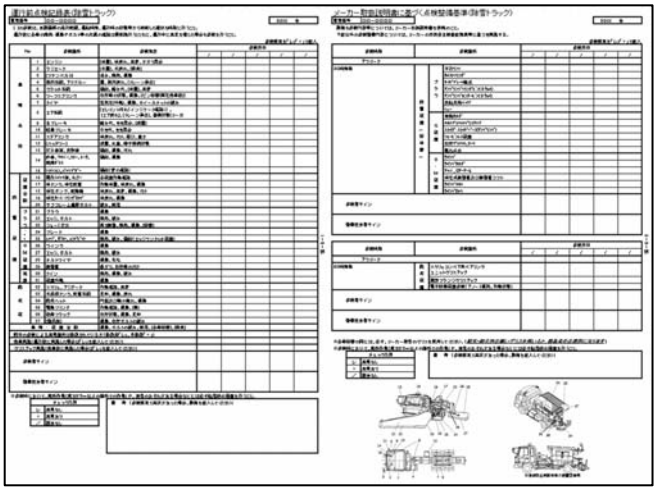


図－10　予防整備の効果（整備コスト削減）

５．４．２　日常点検・定期点検の実施

北海道開発局の除雪機械は、除雪工事の受注者に貸し付けているが、機械を良好な状態に維持するためには貸付期間中のメンテナンスが重要であることから、当局独自の取り組みとして、機種毎の「運行前点検記録表」と「定期点検整備記録表」を作成し、記録表の点検項目に従った点検の実施を工事特記仕様書に明記した（図－11）。

また、貸付期間中において、除雪機械の稼働がない場合もエンジンと除雪装置を定期的に運転操作し点検を行うなど、信頼性のある稼働を確保するため、適切な日常点検・定期点検整備に取り組んでいる。



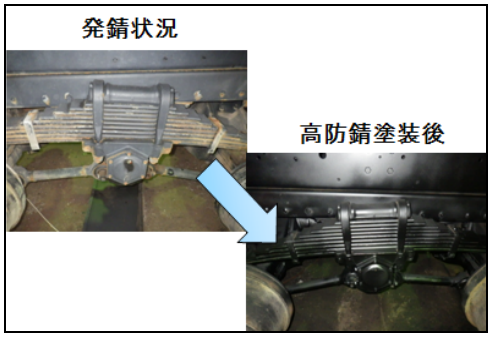
図－11　運行前点検記録表・定期点検整備記録表

５．５　除雪機械の長寿命化、部品の高耐久化

除雪機械の長期使用において、故障が少なく安定した稼働を確保するため、機械の長寿命化、部品の高耐久化に取り組んでいる。

５．５．１　高防錆塗装の試行

錆による腐食を防止するため、除雪トラック、ロータリ除雪車、凍結防止剤散布車、計９２台に高防錆塗装を試行している。今後は防錆効果とコスト等を検証する予定である（図－12）。

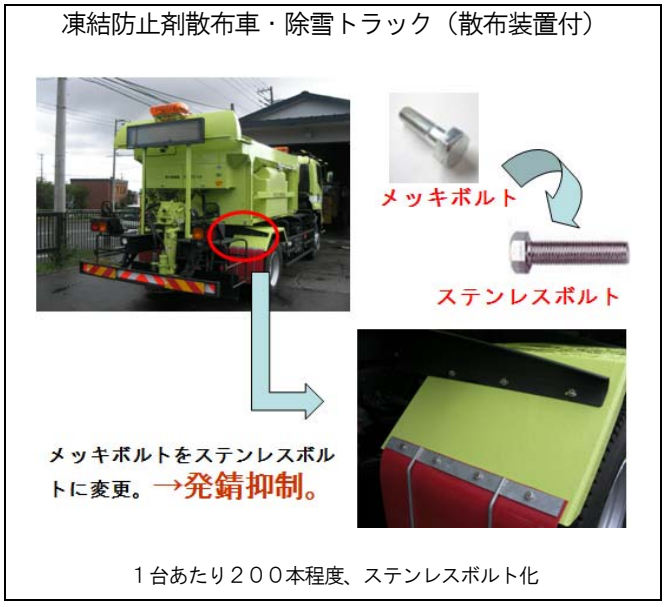


図－12　高防錆塗装の試行

５．５．２　メッキボルトのステンレス化

凍結防止剤散布車と除雪トラック（散布装置付）は、塩化ナトリウムを散布するため、錆の進行が速い。

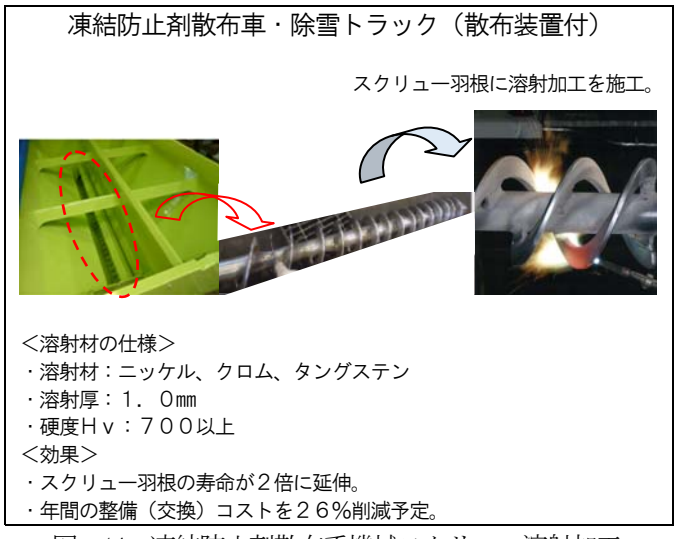
そこで、今年度から、ボルト部からの発錆を抑制するため、従来、メッキボルトを使用していた箇所をステンレスボルトに変更した（図－13）。



図－13　メッキボルト→ステンレスボルト化

５．５．３　凍結防止剤散布用スクリューの溶射加工

凍結防止剤散布車と除雪トラック（散布装置付）の散布用スクリューは、塩化ナトリウムとの摩擦によってスクリューが摩耗することはないが、防滑材（砂）を散布する場合は、防滑材との摩擦により摩耗が早く２～３年ごとに交換する必要がある。その交換費用が高価（約９０万円/本）であることから、今年度からスクリュー羽根に溶射加工を試行し、高耐久化と整備コスト削減を図ることとしている。現在まで３台実施し、効果があれば実施台数を拡大する予定である（図－14）



図－14　凍結防止剤散布系機械スクリュー溶射加工

６　まとめ

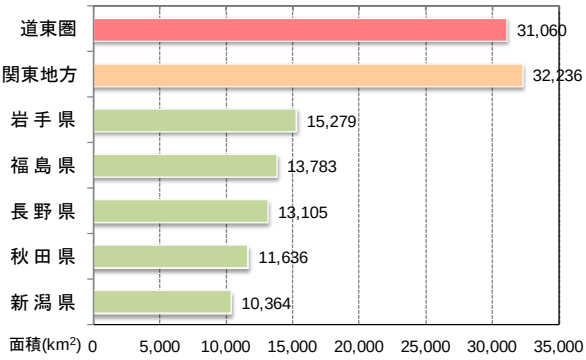
北海道は、冬期間、厳しい気象条件下にあり、平成２４年度には札幌市で年間積雪日数が観測史上２位（１５３日）を記録するなど、雪が住民生活に与える影響は大きい。そこで、北海道開発局は、北海道の冬期道路交通に欠かせない除雪機械の安定的な稼働を確保するため、官民の関係機関と連携した「除雪機械の最適化プロジェクト」により、除雪機械の継続的な更新と購入コスト縮減、適切な機械メンテナンス、機械の長寿命化等の取り組みを実施してきた。今後も、これらの効果を検証し、除雪機械の安定稼働に向けた、実効性のある取り組みを継続して行きたい。

ドクターヘリの冬期運行支援の道東への拡大について

貴田勝太郎＊１，小野田義一＊１

１．道東地域の医療の現状とドクターヘリの役割

広大な北海道の中でも、道東地域（釧路根室地域、十勝地域、オホーツク地域）は関東地方と同等の面積を有し、広域分散型社会を形成している（**図表－１**参照）。同時に、道東地域は医療拠点の分布に偏りがあり、広域的な医療体制を維持することに関して課題を有している（**図表－２**参照）。釧路根室地域に限ると、第３次救急機関は釧路市にしか存在せず、根室、羅臼方面の患者は、長距離、長時間の搬送を強いられている。



資料：「H24全国都道府県市区町村別面積調」（国土地理院）

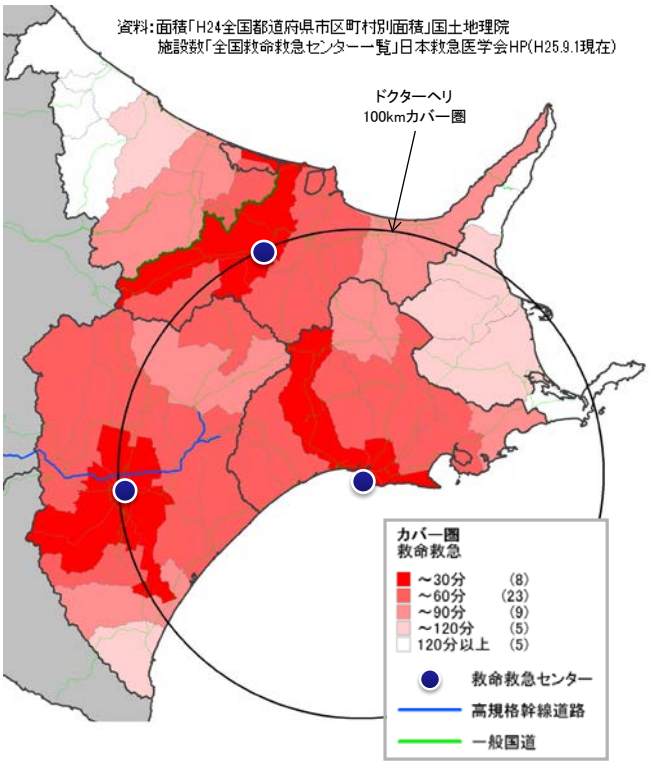
図表－１　道東地域の面積

資料：北海道医療計画（H25.7.1）

図表－２　道東地域の医療施設の分布

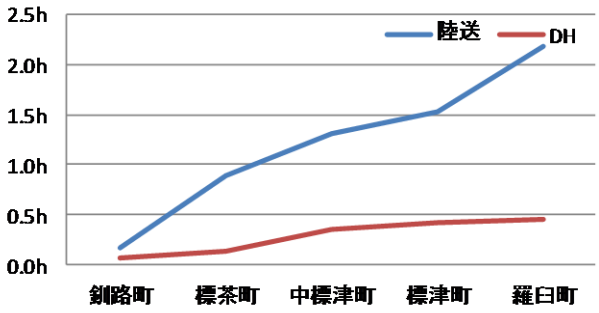
そのような地域状況の中で広域医療を行う上で、ドクターヘリは近年大きな役割を果たしている（**図表－３**参照）。道東医療圏では、平成21年10月から、市立釧路総合病院を基地病院として、釧路根室地域を中心に、十勝圏、オホーツク圏を含んでドクターヘリが運行されており、広域医療に欠かせない役割を果たしている（**図表－４**参照）。

図表－３　ドクターヘリ（釧路総合病院ホームページより）



図表－４　ドクターヘリの運行エリア

ドクターヘリは、陸送のみによる搬送と比較すると、基地病院と患者の距離の増加に伴って、その効果が増加する。広域的な釧路根室地域においては、ドクターヘリの導入効果は大きく、羅臼町においては、通常の救急搬送と比較すると、その搬送時間が４分の１未満となるような短縮効果がある（**図表－５**参照）。



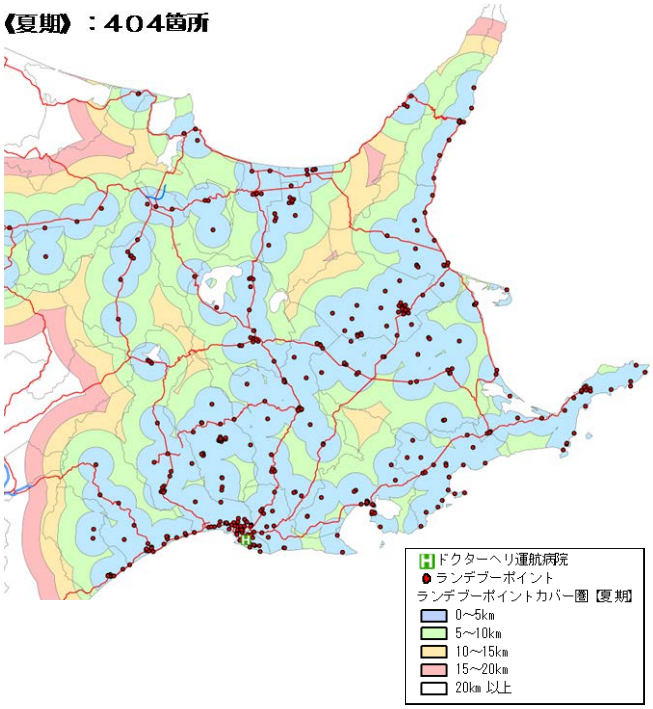
※　H24データのうち、陸送は各市町村から市立釧路総合病院への搬送のうち無作為の1件、ドクターヘリは各市町村から市立釧路総合病院への搬送の平均値を利用して算出

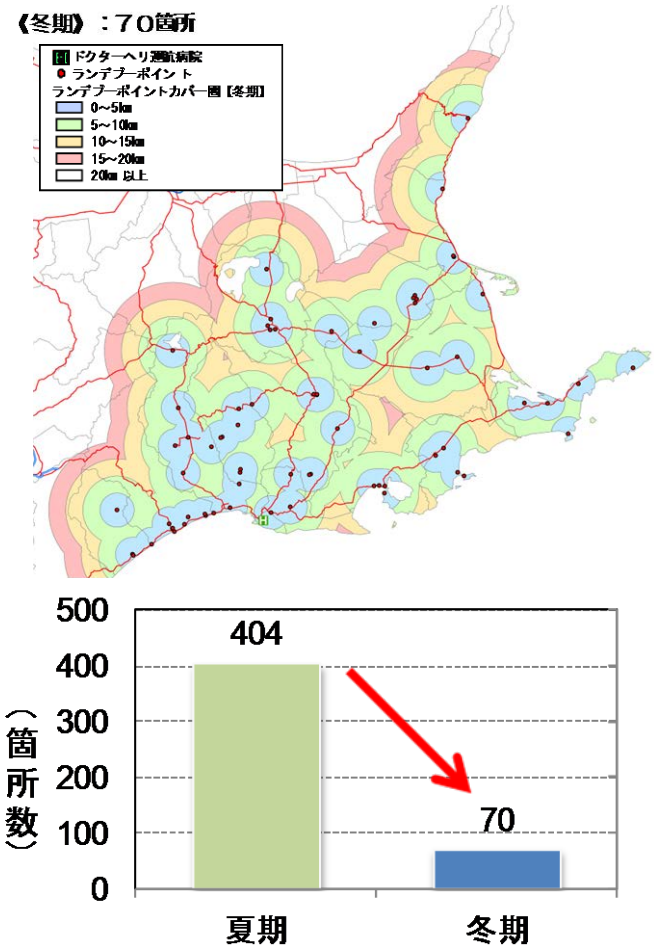
資料：ドクターヘリ運航実績、釧路開発建設部

図表－５　ドクターヘリ連携と救急搬送時間

２．ドクターヘリの運行上の課題

道東地域で大きな役割を果たしているドクターヘリであるが、その運行には課題もある。救急車とドクターヘリの合流地点をランデブーポイントと呼ぶが、冬期は一部のランデブーポイントが積雪により使用できなくなり、数が減少することが課題となっている（**図表－６**参照）。道東医療圏に関しては、冬期のランデブーポイント数は、夏期と比較すると５分の１未満となっている。

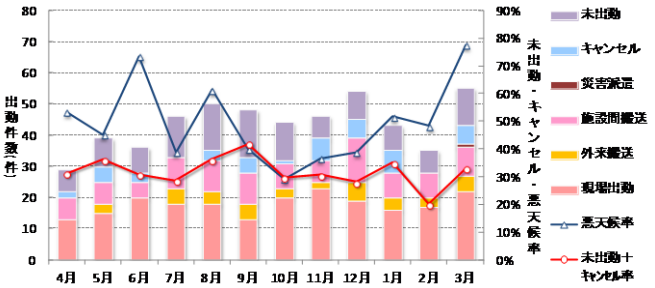




資料：釧路開発建設部、寒地土木研究所

図表－６　ランデブーポイント数の季節変化

また、夏期の濃霧や冬期の降雪の影響により、未出動やキャンセルが多くなるのも課題となっている（**図表－７**参照）。



図表－７　ドクターヘリの未出動・キャンセルの状況

これらの課題の解消のため、北海道をはじめとする関係機関が協力して取組を推進しているところである。

３．北海道開発局による医療支援の取組

上記の課題の解消を支援し、社会資本整備と医療課題の解消を連携させるため、北海道開発局においても、様々な取組を実施してきた。過年度から、ドクターヘリの運行支援や道路維持・整備による医療への貢献に関して、医療関係者、消

防関係者、学識経験者と北海道開発局との意見交換会を道央地域、道北地域において開催してきたところである。昨年度には、道東地域でも意見交換会を実施し、取組を拡大している（**図表－８**参照）。

図表－８　「道東地域の医療を支える社会資本整備のあり方」第１回意見交換会（釧路開発建設部撮影）

４．釧路開発建設部によるドクターヘリの運行支援の取組

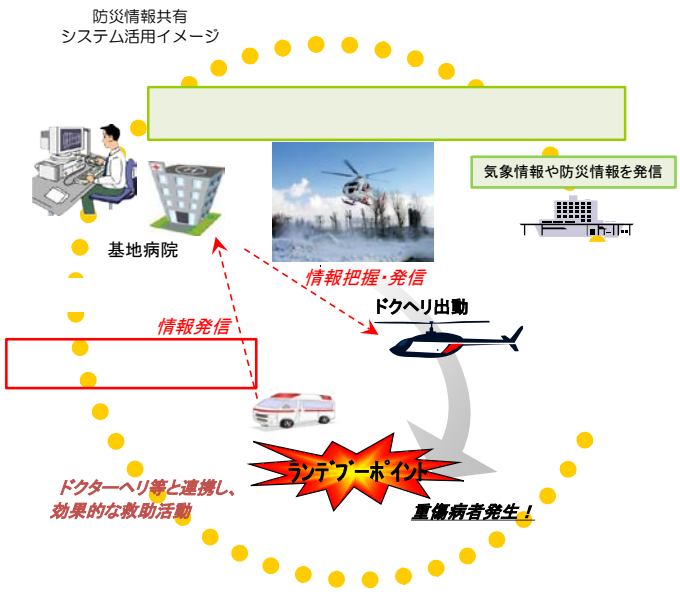
（１）ランデブーポイントの追加登録

ドクターヘリのランデブーポイントの登録数の増加に関しては、これまでも、北海道、市町村等の関係機関が連携して取り組んできたところである。釧路開発建設部においても、昨年度、除雪ステーションや道路事務所の計３箇所を新たにランデブーポイントとして登録した（**図表－９**参照）。隣接する、帯広開発建設部管内の３箇所、網走開発建設部管内の６箇所とともに、計12箇所の追加登録となった。除雪ステーションや道路事務所は除雪を行う拠点となるため、冬期も除雪が行われているという利点がある。新たなランデブーポイントの登録にあたっては、北海道開発局から基礎情報を基地病院に提供したのち、基地病院、消防の関係者に現地調査を頂き、登録に至った。

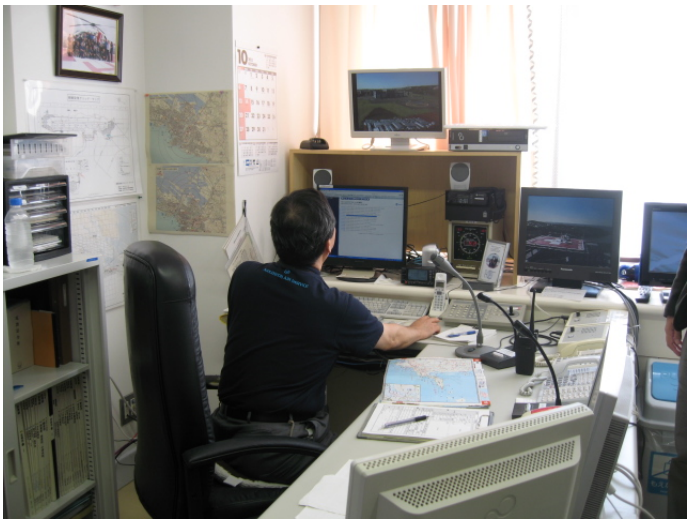
図表－９　昨年度ランデブーポイントとして追加登録した羅臼除雪ステーション

（２）防災ＷＡＮによるＣＣＴＶ映像の提供

北海道開発局においては、道路管理のため、国道状況を撮影するＣＣＴＶを整備し、ネットワーク上で映像を共有している。先述のように、ドクターヘリの運行に関しては、事前の気象状況の確認が非常に重要となる。北海道開発局のＣＣＴＶは、峠部等のドクターヘリの運行に有用な箇所も撮影しているため、基地病院の要請を受けて、既に釧路市と接続している防災情報ＷＡＮを活用して、平成25年４月から、基地病院に映像を提供している（**図表－10**、**図表－11**参照）。



図表－10　防災情報共有によるドクターヘリ運行支援のイメージ



図表－11 ドクヘリ支援センターにおける防災ＷＡＮ映像の活用状況

５．医療支援の深化に向けて

上述したドクターヘリの運行支援については、現在も、ランデブーポイントとなりうる駐車帯の情報提供等の支援を引き続き行っている。また、迅速な救急搬送等の適切な医療活動を支える道路維持・整備に関しても、医療関係者のニーズを聞き取りながら行いたいと考えている。

今後、釧路根室地域においては、北海道横断自動車道（本別～釧路）の開通により、地域が大きく変容することが予期される。高速道路上の急患への対応等、道路管理者と医療関係者が連携して解決すべき事案もあり、引き続き連携を深化させていきたい。

＊１　国土交通省北海道開発局釧路開発建設部道路計画課

道路交通特性及び道路利用者ニーズに応じた新たな維持管理基準の検討

多田和広※1　生出信二※1　木下将※2

１．はじめに

北海道最北端に位置する稚内開発建設部管内は、日本海とオホーツク海に面する特別豪雪地帯であり、冬期気象条件が非常に厳しい地域である。近年の暴風雪では、物流・観光・日常生活流動がマヒし、地域生活に大きな影響を与えた。冬期の地域活動を維持するためには、適切な道路維持管理による交通の確保が重要となる。

道路の維持管理基準は､平成22年度に見直しが行われ、全国統一基準が導入された。その後、実態に合わせた見直しが随時行われているところである。

２．効率的な維持管理実現に向けた課題

公共事業費の削減に伴い統一基準導入等によって維持管理費用も削減される中、これまでと同様の道路機能を確保するため、官民一体となって維持管理効率化の努力が継続的に実施されてきた。今後も維持管理費用の増加が難しい状況で、限られた予算での更なる効率化や課題解消による道路利用者の満足度向上を実現するためには、維持管理工区一律ではなく、道路区間の特性に応じた維持管理水準の強弱が必要である。

３．新たな維持管理基準の検討

３．１維持業者ヒアリングによる維持管理実態の把握

稚内道路事務所管内の維持管理受注者５社に下記３つの事象把握を目的としたヒアリング調査を実施し、維持管理工種別の統一基準導入による現状課題や道路利用者への影響、課題発生箇所、課題発生要因等を把握した。

目的①「全国統一維持管理基準導入後の影響把握」

目的②「現状の維持管理実態把握」

目的③「防雪対策による維持管理の量・質の変化把握」

一般除雪では、以前に比べ出動を減少させるようになった等の統一基準導入による影響や防雪柵や防雪林の切れ目で発生する吹き込み処理、轍の幅が合わない軽自動車の路外逸脱等の課題を把握した。また歩道除雪では通学路区間における苦情発生について把握した。

運搬排雪では、排雪回数の減少に伴う維持管理受注者の工夫（小規模排雪、ショベルによる交差点処理等）や堆雪上部の雪が飛ばされることによる吹き溜まり発生、見通し悪化による安全性低下等の課題を把握した。また運搬排雪が減少することで、撒かれた砂が雪と共に排除されず春先清掃の作業量が増加するといった他工種への影響も明らかとなった。

凍結防止剤散布では、舗装修繕の減少により発生した轍部分が除雪しきれず凍結防止剤の散布が必要となっている事実が判明した。

それら地域の道路状況に精通した維持管理受注者の意見に加え､「３．４統計資料による気象･道路状況の整理」に示す交通事故や苦情件数といったアウトカムデータを合わせて維持管理水準に強弱をつけるべき箇所や水準見直しの判断指標を工種毎に明確化した（表1)。

３．２課題に対する対応策検討

維持管理上発生している課題、課題発生箇所、課題発生要因から工種別に対策（案）を検討した。対策は、①維持管理水準の見直し、②関連する他工種の水準見直し、③抜本的解決を図るハード対策、④影響の抑制を図るソフト対策の４つの視点で検討した（表2,3)。

表２　工種別の対応策（1/2）

工種	現状の基準	対策（案）		対策実施箇所の考え方	
				時期	区間
一般除雪工	《新雪除雪》 5～10cm程度で出動 ・応急処理の増加 （クレーン引き上げ） ・吹き込み処理の発生 ・部品交換頻度の増加 （ブラウ）	水準見直し	《新雪除雪の基準見直し》 5cm以上で出動	冬期	・積雪区間 ・苦情の発生区間 ・通行止め区間 ・わだちのある区間 ・交通量の多い区間
		水準見直し	《路面整正区間の見直し》 わだち発生区間	冬期	・わだちのある区間 ・交通量の多い区間
		他工種の水準見直し	《巡回頻度の見直し》 回数増加：1回/日	冬期	・苦情の発生区間 ・通行止め区間 ・わだちのある区間 ・交通量の多い区間
		ハード対策	《吹き溜まり対策》 防雪柵設置・防雪林植樹	適宜	・苦情の発生区間 ・通行止め区間
		ハード対策	《修繕》 切削オーバーレイ	適宜	・除雪区間 ・わだちのある区間 ・交通量の多い区間
		ソフト対策	《注意喚起》 注意看板設置	適宜	・通行止め区間 ・わだちのある区間
		ソフト対策	《広報》 危険箇所掲載(HP)	通年	ー
		ソフト対策	《住民協力》地域説明会の開催	冬期	・市街地
附帯除雪工	《附帯除雪》 適宜	ソフト対策	《住民参加》附帯除雪ボランティア	冬期	・道路付属物設置箇所 ・苦情の発生区間 ・観光地(シーニックバイウェイ)
凍結防止工	《凍結防止工》 重点箇所のみ適宜	水準見直し	《凍結防止の基準変更》 事前散布(わだち発生区間)	冬期	・積雪区間 ・わだちのある区間
		ハード対策	《修繕》切削オーバーレイ	適宜	・わだちのある区間

表１　維持管理受注者ヒアリングによる統一基準導入後の影響（概要）

項目	ヒアリング結果概要			
	一般除雪工	歩道除雪工	運搬排雪工	凍結防止工
統一基準導入による影響	・出動回数の減少 ・物損事故の増加 ・苦情の増加 ・軽自動車の路外逸脱が増加	・通学路の苦情増加 ・車道歩行者の発生	・堆雪上の雪が飛ばされ吹き溜まりが発生 ・見通しの悪い箇所での苦情増加 ・車道歩行者の発生 ・頻度低下により残った雪による冬囲い撤去の効率低下 ・残った堆雪が溶けた後、砂礫で路面が汚れる	・大きな影響はない
現状の維持管理実態	・事故発生箇所での重点的な除雪･凍結防止剤散布	・市街地は小型除雪機を使用 ・郊外部はサイドウイングを使用 ・未実施箇所は看板で周知	・排雪頻度が低下したため、交差点の小規模排雪や部分排雪での対応が増加	・事故が多い箇所は重点的に散布 ・雪が残る轍部分は凍結しやすいため凍結防止剤を重点散布
防雪対策による維持管理の量･質の変化	・防雪柵や防雪林の切れ目で吹き込み処理が必要なため、当該箇所のみの作業であっても除雪工区全体を空走 ・設置場所や方向によっては十分な機能を発揮できない防雪柵もある			

※１国土交通省 北海道開発局 稚内開発建設部 道路整備保全課　※２日本工営株式会社 札幌支店

表 3　工種別の対応策（2/2）

工種	現状の基準	対策（案）		対策実施箇所の考え方 時期	区間
歩道除雪工	《歩道除雪》 10cm程度で出動	水準見直し	《歩道除雪の基準見直し》 5cm以上で出動	冬期	・積雪区間 ・通学路 ・苦情の発生区間
		ソフト対策	《注意喚起》 注意看板設置	適宜	・通学路 ・苦情の発生区間
		ソフト対策	《広報》 危険箇所掲載(HP)	通年	―
		ソフト対策	《住民参加》 冬期VSP	冬期	・市街地
運搬排雪工	《運搬排雪》 1～2回/年 ・部分排雪の増加	水準見直し	《運搬排雪回数の見直し》 回数増加:2～3回/年	冬期	・雪堤のある区間 ・歩行者の多い区間 ・交差点、横断歩道 ・苦情の発生区間 ・市街地 ・風の強い区間 ・車道の狭い区間
		水準見直し	《運搬排雪区間の見直し》 重点排雪区間の設定	冬期	・雪堤のある区間 ・交差点、横断歩道 ・苦情の発生区間 ・バス停車区間 ・車道の狭い区間
		ハード対策	《道路構造改変》 車道拡幅	適宜	・雪堤のある区間 ・苦情の発生区間 ・バス停車区間 ・車道の狭い区間
		ソフト対策	《土地有効利用》雪捨て場の確保	冬期	・市街地 ・空き地、残地のある区間 ・車線の広い区間
		ソフト対策	《注意喚起》 注意看板設置	適宜	・歩道幅の狭い区間
		ソフト対策	《広報》 危険箇所掲載(HP)	適宜	―
		ソフト対策	《住民参加》 三者共助	適宜	・市街地

3．3 WEB アンケートによる道路利用者ニーズの把握

課題に対しての対応策を 4 つの視点から検討したが、維持管理費は限られており全ての対策を実施することは不可能である。そのため夏維持、冬維持含め工種毎の対応方針を設定するため、管内道路利用者に対して維持管理状況の満足度調査を実施した。

稚内道路事務所管内全ての国道及び高規格道路の状況を評価するため、本業務では、管内全体から効率的にサンプルを回収できる WEB アンケートを採用した。満足度は、0～100%まで 1%単位で回答できるよう工夫した（図 1）。調査概要は表 4 に示す通りである。

調査の結果、冬維持に対する満足度が低く、夏維持についてはそれほど問題視されていない。平均満足度は、堆雪の運搬排雪が 37.5%と最も低く、次いで歩道除雪が 38.2%と低かった。車道除雪の平均満足度は 46.3%、路面凍結防止は 49.4%と半数近くの人は満足しているという結果になった（図 2,3）。

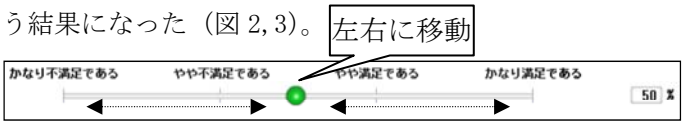


図 1　満足度回答方法

表 4　道路利用者 WEB アンケート概要

目的	維持管理における問題点への対応策検討にあたり、実施の必要性や優先度を評価するため道路利用者の維持管理に対する満足度を把握する
対象	日常的に自動車を運転している稚内道路事務所管内住民
回収数	100サンプル
設問内容	普段利用する路線・区間
	普段利用する路線の利用頻度
	道路上の落下物や損傷の対処に対する満足度
	道路上の砂や泥などの清掃状況に対する満足度
	路面が汚れることによる影響
	道路上の水溜りへの対処に対する満足度
	植樹帯や植栽、雑草への対処に対する満足度
	植栽や雑草の繁茂による影響
	除雪に対する満足度
	歩道除雪に対する満足度
	堆雪への対処に対する満足度
	堆雪による影響
	路面凍結の対処に対する満足度

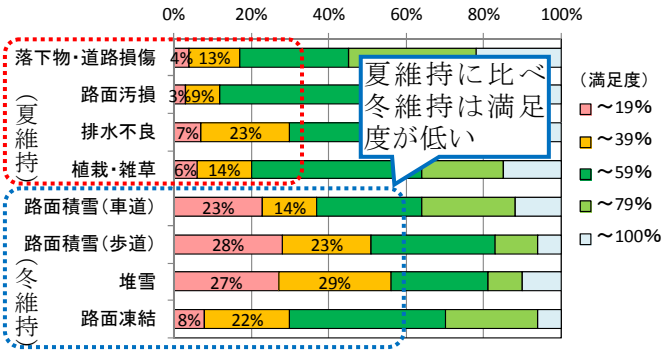


図 2　道路の問題点対処状況に対する満足状況

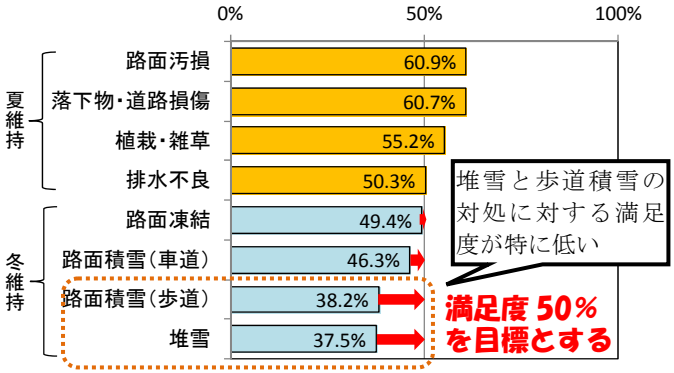


図 3　道路上の問題点対処状況の平均満足度

アンケート結果から得られた満足度の高低から、夏維持・冬維持の各工種の対策方針（水準向上/維持/低下）を設定した。冬維持では満足度の低い「堆雪の運搬排雪、歩道除雪」は維持管理水準向上、中長期的視点でのハード対策、早期効果発現が期待されるソフト対策と設定した。満足度が中程度の「車道除雪、凍結防止剤散布」は現水準維持及び対策が容易なソフト対策と設定した。

3．4 統計資料による気象・道路状況の整理

新たな維持管理基準の設定に向け、維持管理水準に大きな影響を与える気象条件及び道路構造、道路交通特性を既往資料から整理した。また、それらに加え維持管理によるアウトカムデータと上記ヒアリング調査から明らかとなった水準見直しの判断指標（事故件数、苦情件数等）を整理し、路線カルテとして一元的に取りまとめた。

気象条件は、気象庁のアメダス 6 箇所と国土交通省のテレメータ 7 箇所のデータを使用した。冬期維持管理に関する気温や降雪量、風向、風速を水準見直し前の平成 21 年度から 23 年度まで整理した。道路構造は、道路台帳及び MICHI データから維持管理作業量に関係する車線数や交差点数、作業箇所に関係する防雪対策実施箇所や線形不良箇所、トンネル・橋梁を整理した。道路交通特性は、道路交通センサス（H17,22）から日交通量、大型車混入率、平休比、歩行者交通量を整理した。維持管理の結果として表れるアウトカムデータは、冬期の死傷・物損事故、ロードキル処理件数、通行止め履歴、苦情データを収集・整理した（表 5）。

路線カルテは、道路構造、交通特性、アウトカムデータを統合的に把握できるようキロポストで管理した。工区毎にどこで(どの区間で)/何が/いつ発生したかを一目で確認できる資料とした（図 4)。

表 5　統計資料整理項目

	項目	集計単位	使用データ
道路構造	車線数		道路台帳
	中央分離帯		道路台帳
	歩道有無		道路台帳
	トンネル		道路台帳
	橋梁		道路台帳
	交差点数	100m区間	MICHIデータ
	防雪対策（シェルター、防雪林、防雪柵）		道路台帳
	線形不良（平面、縦断）		道路台帳
	沿道環境	センサス区間	H22センサス
交通特性	交通量	センサス区間	H22センサス
	大型車混入率	センサス区間	H22センサス
	平休比	センサス区間	H17センサス
	歩行者交通量	センサス区間	H17センサス
気象条件	年間真冬日日数	観測機器設置箇所	アメダス、テレメータ
	年間降雪量	観測機器設置箇所	アメダス、テレメータ
	風速、風向	観測機器設置箇所	アメダス、テレメータ
アウトカム	死傷事故率	イタルダ区間	ITARDAデータ
	冬期死傷事故件数（交差点、単路）	100m区間	事故マッチングデータ
	冬期物損事故	100m区間	事故マッチングデータ
	ロードキル処理件数	100m区間	ロードキル調査票
	苦情件数	100m区間	苦情・通行履歴
	通行止め履歴	通行止め区間	災害履歴調書

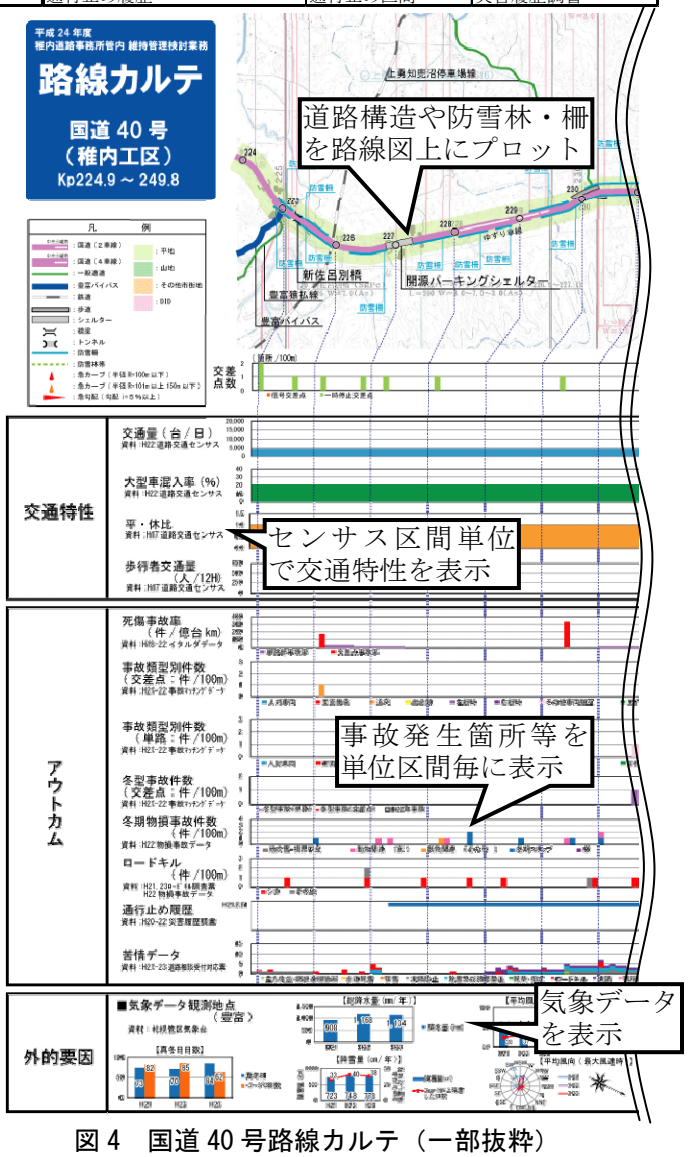


図 4　国道 40 号路線カルテ（一部抜粋）

3．5新たな維持管理水準の検討

維持管理受注者へのヒアリング結果を基に、維持管理により対処すべき問題点、問題発生原因、他工種への影響、問題が想定される区間、道路利用者への影響を工種別に整理した。また、それぞれの問題点に対して WEB アンケート結果から設定した維持管理水準設定方針（堆雪の運搬排雪/歩道除雪は水準向上、除雪/路面凍結は現水準維持）を踏まえ、対応策及び対象区間抽出条件を設定した（表 6)。設定した条件に該当する区間を路線カルテから抽出し、工区毎に強弱ある維持管理水準を検討した（図 5)。維持管理水準の設定に際しては、現状の年間維持管理費用とほぼ同等となるよう留意した。設計書の積算単位を用いて水準見直しによる維持管理費用の増減額を試算した。工区別区間別の維持管理水準を取りまとめ、新たな維持管理基準（案）を策定した（表 7)。

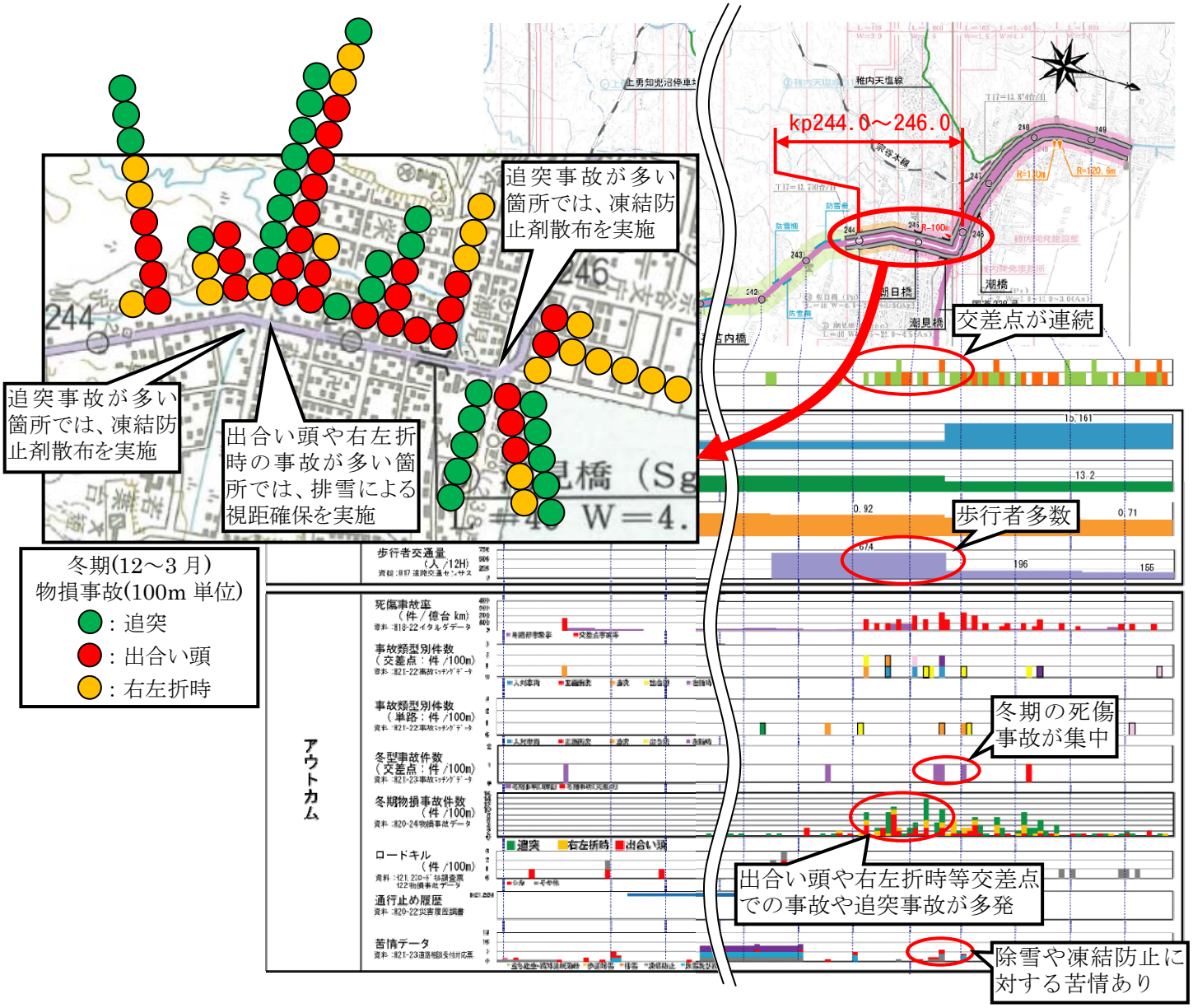
表 6　工種別維持管理水準(案)及び対象区間

工種	現状の基準	維持管理方針	基準(案)	対象区間
一般除雪工	《新雪除雪》5～10cm程度で出動	《除雪基準》現状維持	5～10cm程度で出動	・全区間
		《吹溜まり対策》防護柵設置 防雪林植樹	–	【吹き溜まりの発生が予測される区間】①防雪柵設置区間の周辺 ②防雪林植樹区間の周辺
附帯除雪工	《附帯除雪》適宜	《附帯除雪基準》現状維持	適宜	・全区間
		《住民参加》附帯除雪 ボランティア	1回/年	【冬期の観光地】①シーニックバイウェイ(宗谷ヒストリーロード) 【景観阻害区間】②防護柵(歩道)の設置区間
凍結防止工	《凍結防止工》重点箇所のみ適宜	《凍結防止基準》現状維持	重点箇所のみ適宜	・重点箇所
歩道除雪工	《歩道除雪》10cm程度で出動	《歩道除雪基準の見直し》	基準向上 5cm程度で出動	【安全性への影響が大きい区間】①通学路 ②苦情データによる「歩道除雪」件数:5件以上
			現状維持 10cm程度で出動	上記以外の区間
		《住民参加》冬期VSP	5cm程度で実施	【安全性への影響が大きい区間】①通学路
運搬排雪工	《運搬排雪》1～2回/年	《運搬排雪回数の見直し》	排雪条件 堆雪高さ:1m以上 片側1車線未満	【安全性への影響が大きい箇所】①市街地部の交差点 ②片側1車線が確保できない区間
			現状維持 1～2回/年	上記以外の区間
		《道路構造改変》車道拡幅	–	【堆雪による通行障害をきたす区間】①片側1車線・路肩幅:1．25m未満
		《土地有効利用》雪捨て場の確保	–	【有効活用可能な敷地】①市街地部の空き地、残地、共同排雪箇所 ②片側2車線・幅員:7．0m以上
		《住民参加》三者共助	–	【協力依頼区間】①市街地部

4．おわりに

今回、管内道路維持管理に精通した維持管理受注者にヒアリングし、維持管理実態から重点的に維持管理を実施すべき箇所の条件を明確化した。また関係する道路構造や交通特性、アウトカムデータ、気象条件等を路線カルテ形式で整理し、維持管理水準に強弱を付ける箇所を抽出した。工種毎の維持管理水準は、道路利用者へ維持管理満足度調査を行い、満足度の高低によって水準低下、現状維持、水準向上を設定した。カルテによる対象箇所抽出、満足度調査による水準設定方針から区間別に強弱を付けた新たな維持管理基準を設定できた。

今後は夏維持と同等の満足度確保(50%以上)を目標とし、維持管理効率化と満足度向上を目指す。検討結果の導入に向けては、路線・区間の実態に則した見直しが必要であり、道路事務所や維持管理受注者と現地ベースで協議したうえで妥当性を検証することが求められる。



≪維持管理水準検討例:国道 40 号 kp244.0～246.0≫

当該区間の特徴として①市街地のため交差点が連続している、②冬期は出合い頭や右左折時等の交差点事故、追突事故が多発している、③市街地のため歩行者交通量がある

⇒道路利用者(自動車、歩行者)の安全確保のため、事故多発交差点の排雪頻度を増加

⇒その他市街地は VSP 等の住民参加により更なる効率化を図る

図 5　区間別の維持管理水準検討例（国道 40 号稚内市街）

表 7　新たな維持管理水準適用条件

冬期維持管理項目			維持管理実施条件
維持管理	除雪工	新雪除雪	・5～10cm程度で出動
		拡幅除雪	・幅員減少により道路交通の障害が起こる恐れがある場合に実施。
		路面整正	・路面残雪により、道路交通に支障がある場合に実施。
		運搬排雪	・家屋連担地域で幅員が狭く堆積スペースがない場所で、道路交通の障害が起こる恐れがある場合に実施。 ・交差点部は堆雪高さが1m以上になり、視距確保が困難な場合に実施。
		凍結防止工	・重点箇所に適宜実施
		歩道除雪	・歩行者の通行に支障がある場合に実施。(特に通学路等は重点的に実施) ※道路の利用者目線に沿った均一でムラない除雪を実施 ※冬期ボランティアサポートプログラム(VSP)等との協同による除雪の実施。
		付帯除雪	・交差点、防護柵、橋梁、着雪対策、水切り、斜面除雪等 ※観光地のイメージアップのためのボランティアサポートプログラム(VSP)を実施

国道４９号　会津地区冬期交通確保の取り組み
＜安全安心を目指して＞

野沢真人＊1　　長谷川貴洋＊２

１．はじめに

国道４９号は、福島県いわき市を起点として新潟県新潟市に至る延長２４９㎞の主要幹線道路である。本路線のうち会津地区においては特別豪雪地帯となっており、例年大雪に見舞われる状況となっている。そのような中、平成２２年１２月２５日から２７日にかけて大雪による全面通行止めが発生、解放に至るまで３３時間を要する事態となった（写真１）。

このことはテレビ・新聞等の報道に取り上げられ大きな波紋を呼ぶこととなった。そのなかで、過去に類を見ない降雪であった事は確かであるが、道路管理者側にも責任があったのではないかという報道もなされた。当然ながら通行止め当時も冬期間の情報員・除雪オペレータの２４時間待機、凍結抑制材散布、除雪作業の実施等、道路除雪体制を確立し対応していた。しかし、結果として通行止めという事象に発展したことから、更なる対応が必要では無いかとされた。

本報告は、この全面通行止めを契機とした更なる冬期交通安全確保の対応について検討・実施した取り組みを報告するものである。

写真１　全面通行止め状況

２．全面通行止め発生経緯

平成２２年１２月２４日の夕方頃から降雪が始まり、翌２５日早朝には降雪が強くなった。そのため２５日の８：３０分には並行する磐越自動車道が全面通行止めとなった。このことから磐越自動車道を利用する車両が、国道４９号に迂回することとなり、一気に交通量が増加した。その後降雪は弱まることなく降り続き２５日２１：３５には、西会津町付近約１２ｋｍの区間でスタック車に起因する通行止めが発生、流入車両が行き場を失いそのまま大渋滞となった（図１）。

さらに翌２６日には猪苗代町付近約２２ｋｍ区間でも同様に全面通行止めとなった。流入車両により大渋滞が発生し、降雪も弱まることが無かったため、渋滞に巻き込まれた車両は結局走行不能となった。走行不能となった車両を排除しなければ除雪作業が出来ず、また、長時間の通行止めは社会的にも影響が大きいため、まずは走行不能車両の救出にあたった。その結果、走行不能車両の排除完了は２６日２３：００となった。その後、除雪作業を本格的に開始、翌２７日７：００に全面通行止め解除となった。

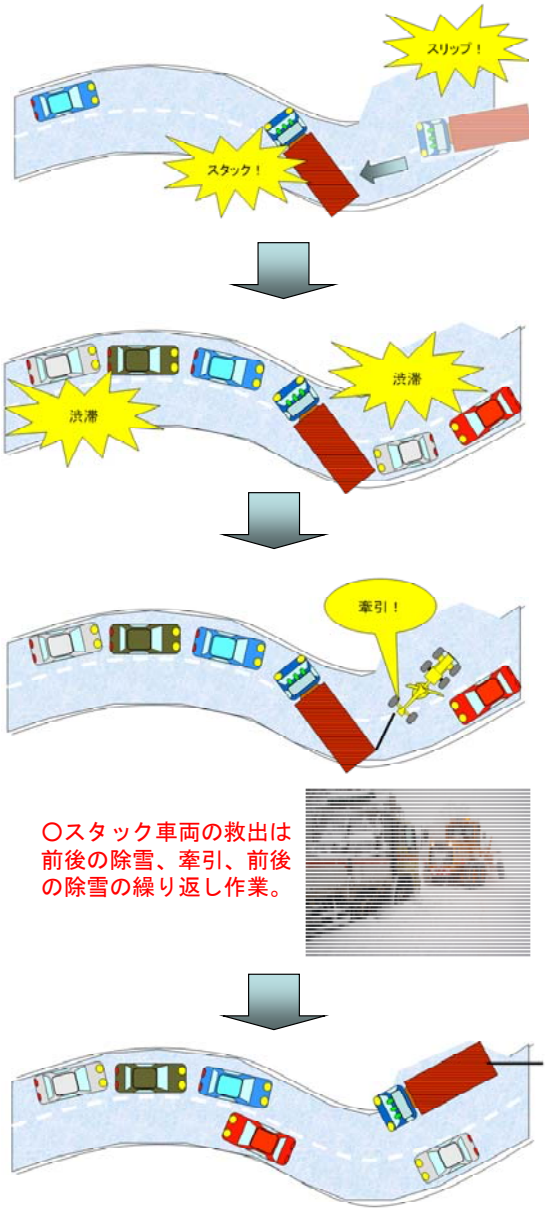


図１　スタックと渋滞の発生状況

＊１　東北地方整備局　郡山国道事務所　管理課　維持修繕係長
＊２　東北地方整備局　郡山国道事務所　会津若松維持出張所　管理係長

３．通行止め発生の分析

普段通常の降雪程度では今回発生した規模の通行止めは実績が無い。そのため平成２２年の通行止め発生は、異常気象下で発生したものと考えられる。また今回の通行止めは雪崩等の被災はなく、交通流の停滞のみで解放まで３３時間にも及んでいる。これらのことから複数の要因が重なり今回の事象が発生していると考えられる。まず自然要因として、降雪状況について着目する。１２月２４日に大雪注意報が発令され、１９時頃から降雪が始まっている。翌２５日３：３５に大雪警報が発令され、徐々に降雪強度を増していった。結果として日降雪量は１３８ｃｍとなり国道４９号上同地域でＳ４８から観測している過去最大日降雪量の記録８１ｃｍ（Ｓ５５記録）を　５０ｃｍ以上も上回る状況であったことが判明した。また、全面通行止めが発生した以降の降雪だけでも約７０ｃｍの降雪があり、流入した車両が渋滞に巻き込まれた後に走行不能となったことが通行止めの長時間化の要因と考えられる。次にスタック車両について着目する。会津地区の国道４９号は、並行して磐越自動車道が通過しているが、１２月２５日８：３０から全面通行止めとなった。そのため、磐越自動車道を利用していた若しくは利用する予定であった車両はやむなく国道４９号を走行することとなった。磐越自動車道を利用するはずだった車両は、多くが通過交通であり貨物自動車がその代表となっている。しかも福島県は東北の南端に位置し関東以南の車両も多い。今回スタックを発生させた車両はチェーンを装着していない車両であった。結果としてスタック車両が車道を塞ぎ、渋滞の原因となった。その他の要因として、渋滞が相当な延長となったことから、パトロールカーによる情報収集が行えず、徒歩により巡回等を行ったことから、効率的な状況把握が出来なかった。また、夜間・休日ということもあり関係機関との連絡が困難であったこと、一般からの問い合わせが殺到していた等により通行止めの解放を遅らせてしまうこととなった。

４．対応策の検討

これらの要因に対応すべく、対応策を検討した。対策メニューは以下のとおり。

■豪雪に対する取り組み
- ・除雪機械の増強　・除雪方針の変更　・除雪機械の位置情報の把握　・豪雪地帯でのサブステーション設置
- ・除雪区間の変更

■スタック車両に対する取り組み
- ・チェーン装着の啓蒙活動　・チェーン規制
- ・磐越自動車道との連絡体制強化　・大型車、除雪車の転回所の設置

■その他要因に対する取り組み
- ・スノーモービルによる巡回　・関係機関との情報連絡体制の強化

これら対応策の詳細を以下に示す。

４－１　除雪機械の増強

スタック車が発生すると後続車両の流入により渋滞が発生し、除雪作業に支障をきたした。これら渋滞車両は降り続く降雪により走行不能となった。この状況から、除雪作業を円滑に進めるためには走行不能車両を排除する必要がある。平成２２年の通行止め時には主に除雪グレーダにより走行不能車両を引き上げたが、車両引き上げ後、再び渋滞箇所に戻るには路上での旋回は不可能であり、駐車帯や比較的面積の大きい交差点まで行って旋回する必要があった。このことから「除雪ドーザ」の導入を検討した。除雪ドーザは車体中間部に軸を有し旋回性に優れる。このことから上下２車線の路上であっても旋回することが出来るため迅速な車両引き上げが可能となる。また旋回性が優れるため、細部の除雪も可能となる。上記のことから除雪ドーザ１台を新たに導入した（写真２）。

写真２　除雪ドーザによるスタック車牽引

４－２　除雪方針の変更

平成２２年全面通行止めまでは、直轄国道の重要性を考慮し、通行止めは基本的に実施せず、限界まで交通の確保に努めてきた。しかし、この方針では、一度スタック車両が発生すると、後続車両が流入して除雪作業が不可能となることとなった。そのため、今後はスタック車両が発生し、大きな渋滞が発生すると判断される場合は、いち早く全面通行止めとし車両の流入を抑制、除雪作業に専念することで結果的に早期の通行止め解放を図る方針とした。

４－３　除雪機械の位置情報把握

豪雪当時は除雪車両が渋滞に巻き込まれる度、走行不能車の引き上げを実施しており、場当たり的に作業をこなしていた。これは除雪作業のオペレータに作業判断を任せることとなり、効率的な作業となっていなかった。このことから、各除雪車両にＧＰＳを配備し、専用のシステム（図２）で除雪車両の位置を一元的に把握出来るようにした。除雪車両の位置情報を監督員側で把握することにより、臨機な対応が可能となり、例えばスタックが発生した場合、直近で作業している除雪車両が急遽引き上げに向かう事が可能となる。

図２　除雪機械位置情報システム

４－４　豪雪地帯でのサブステーション設置

平成２２年の豪雪時に全面通行止めとなった区間のうち新潟側の区間は、もとより降雪量が多く、度々スタックが発生する状況となっている。このことから、既にスタックが多発している区間付近にサブステーションを設置することを検討している。このサブステーションに除雪ドーザ等を配備・運用することにより、スタック発生箇所に急行することが可能となる。

４－５　除雪区間の変更

会津地区は大きく３工区に分かれており、新潟側の工区が最も降雪が多くなっている。平成２２年の豪雪時もまず新潟側の工区が全面通行止めとなっている。しかし、この工区は約２６㎞と長く、除雪作業に遅れが生じる可能性がある。このことから最も降雪の多い工区の延長を短くすることで、除雪作業の迅速化に資することとした。

４－６　チェーン装着の啓蒙活動

会津地域を横断する国道４９号には縦断勾配６％を超える坂路区間も存在する。そのため、冬期間本路線を通過するためにはチェーンの装着が不可欠となっている。特に大型車両はチェーンを装着せずにスタックした場合、車体が大きく横滑りし、路線と直角方向に滑走・停止することがあり、車道を塞ぐ可能性が高い。しかも、大型車両がそういった状況になると脱出、引き上げが困難であり、よって通行止めが長時間化することとなる。このことから、冬期に入る前に、６箇所のチェーン着脱所において冬タイヤ早期装着、チェーンの携行・装着をお願いする内容のチラシ配布を実施することとした（図３、写真３）。また、ラジオ放送や新聞掲載によりこれらの啓発活動を実施することとした。

図３　啓発チラシ

写真３　チラシ配布

４－７　チェーン規制

チェーンを装着せず、山間部を走行することによりスタックが発止している状況であるため、そもそもチェーン未装着車をスタックが発生しやすい区間に流入させないことが必要である。このことから、降雪時において所轄警察署と連携し、チェーン規制を実施することとした（写真４）。

写真４　チェーン規制

４－８　磐越自動車道との連絡体制の強化

全面通行止め発生の際、並行する磐越自動車道が先行して全面通行止めとなった。その結果、磐越自動車道からの流入交通により国道４９号の通行止めが長時間化したと考えられる。このことから磐越自動車道の管理者と連絡を取り合い、磐越自動車道通行止め情報を事前の出来るだけ早い時間に情報提供を受け、国道４９号の緊急的な除雪体制の強化を実施することとした。

４－９　大型車、除雪車の転回所の設置

スタック車両が発生し、渋滞に巻き込まれた場合、通行止めが発生した区間には車両が転回出来るスペースが無くその場に留まらざるを得ない状況となり、そのまま降雪により走行不能となるケースが散見された。そこで、車両が転回出来るスペースを設け、そのまま渋滞に巻き込まれる事の無いようにした。またこの転回所はスタック車両の引き上げ後に、除雪車両を転回させるスペースとして活用することも可能となる。さらにチェーン未装着車を一時的に待機場所として活用することも可能となる。

４－１０　スノーモービルによる巡回

全面通行止め当時、渋滞延長が相当規模となり、パトロールカーによる巡回が出来ず、徒歩により現地の情報収集を実施したが、これでは情報収集が遅くなり、結果的に情報がほぼ得られないまま除雪作業を実施することとなり、非効率な状況となった。このことから、スノーモービル協会と協定を交わし、有事の際には車道規制中でも路肩部分を走行し、スタック車両の状況把握を迅速化することとした（写真５）。

写真５　スノーモービル講習会

４－１１　関係機関との情報連絡体制の強化

通行止め当日、休日ということもあり各関係機関との連絡が困難な状況であった。このことから関係機関との連絡体制表を作成し、毎年降雪前までに連絡調整会議を実施、確実な連絡体制を構築した。さらに福島県警とのマイクロ回線によるホットラインの新設、当事務所の災害対策室に専用の外線電話を開設した。

５．対応策の効果

上記で述べた対応策は平成２３年度の冬期より順次導入している状況である。ただし、サブステーション、転回所の整備は短期間で出来ないことから中期的に取り組んでいるところである。実際平成２３年度、２４年度にもスタック車両に起因する全面通行止めが発生しているが、上記対策を実施していることから大きな混乱には至らなかった（写真６）。しかし、平成２２年度ほどの降雪ではなかったため単純な比較は出来ない状況であるが、確実に体制強化がなされているため、平成２２年のような状況にはならないと考えている。

写真６　平成２４年度スタック状況

６．まとめ

平成２２年度の全面通行止めは当事務所のみならず、全国的に波及し、冬期の交通確保の大切さを痛感することとなった。さらにはその後の体制を強化すべく対応策を検討した結果、相当数の対応策が発案されたため、道路管理レベルをもっと引き上げる必要があると感じた。これら対応策は風化させることなく毎年実施していく事が重要である。そのためには対応策をとりまとめ、担当者が変更となった場合も容易に引き継げる状況とすることが肝要である。本報告は、通行止めという事象が発生してからの「後手」の検討であったが、今後は先手をとるように更なる対応を検討していきたい。

最後に、今後あのような事態にならないことを祈りながら本報告の結びとしたい。

除雪機械の改良について

三原浩也＊１　川津孝徳＊１　中野貴之＊２

１．はじめに

本報告は、高規格道路の中央分離帯で発生する雪堤の除去について、機械除雪により作業の効率化を図ることを目的として、除雪トラックに装着するアタッチメントを検討し、試作・適応試験を実施した成果を報告するものである。

２．背景

4 車線区間の中央分離帯にはガードレール、暫定 2 車線区間にはラバーコーンと樹脂ブロックが設置されており、通常の機械除雪では除雪ができない。そのため、発達した雪堤や雪庇の処理は通行規制をかけ、人力及びバックホウ、除雪グレーダなどを組み合わせて行ってきたが、特に暫定 2 車線区間は片側 1 車線を通行止めにするか、もしくは低速作業で行う必要があるため、時間と労力が掛かり、利用者に不便を掛ける作業となっていた。

写真１　発達した雪堤（参考）

発達した雪堤及び雪庇が崩れ落ちた場合には事故を誘発する危険が高く、近年の豪雪では継続的は降雪により著しく雪堤が発達することもあり、機械除雪の必要性が重要視されていた。

写真２　中央分離帯の堆雪状況

通行規制：１車線通行止め
雪堤崩し：バックホウ
雪寄せ　：除雪トラック

写真３　雪堤処理（バックホウ）

通行規制：なし（低速作業）
雪堤崩し：除雪グレーダ
雪寄せ　：除雪トラック

写真４　雪堤処理（除雪グレーダ）

３．従前作業の課題と機能検討

従前の作業形態の課題としては、バックホウを使用する場合は通行規制が必要となる点と人力除雪と複数の除雪機械による機械除雪が必要になる点、除雪グレーダを使用する場合は作業の目視確認ができない点と高い位置の雪庇処理が難しい点、低速作業になる点などが挙げられる。また、ラバーコーンの高さが数種類あることも加味する必要があった。

これらの課題に加え作業の安全性及び作業性を考慮した結果、除雪トラックをベース車両として使用することとし、雪堤及び雪庇処理装置が有すべき機能を下記のとおり整理した。

- **通常の除雪作業と同様の作業形態で使用できる。**
- **目視確認ができる位置に設置する。**
- **位置調整ができる。**
- **回送時には格納が可能な構造とする。**
- **障害物に接触した場合の安全装置を備える。**

○除雪トラック

高規格道路の主力除雪機械。トラックに除雪装置を装着した車両で､大きな駆動力と走行安定性を持っている。高速除雪が可能で車線数に合わせ複数での雁行作業を行う。除雪装置には、新設除雪用のフロントプラウ、圧雪整正用の路面整正装置(トラックグレーダ)などがある。

写真５　除雪トラック

＊１東北地方整備局　山形河川国道事務所　＊２東北地方整備局　東北技術事務所

４．試作・改良・試験施工

検討結果を基にフロントプラウ右端に装着するアタッチメント２台分を製作した。先端のプレートには強化プラスチック板（1 号機）、ウレタン樹脂板（2 号機）を採用し、角度及び高さ調節ができる構造、シャーピンを使用した安全装置、格納機構を備えたものとした。

写真 6　試作 1 号機（強化プラスチック板）

写真 7　試作 2 号機（ウレタン樹脂板）

写真 8　安全装置・格納機構

試験施工は、国道 13 号主寝坂道路及び尾花沢新庄道路の 2 車線区間において行い、作業性、装置の強度、効果的なプレート角度、トンネルや一般道における走行性を確認しながら行った。主寝坂道路は早朝の交通量の少ない時間に、尾花沢新庄道路は天候が良く舗装路面が出ている日中に、いずれもラバーコーンが隠れる 650㎜～800㎜ の堆雪が見られる条件下での施工であった。

写真 9　作業状況（H25.1.14 主寝坂道路）

写真 10　作業状況（H25.1.21 尾花沢新庄道路）

５．試験施工で見えた課題

2 日間の試験施工において、装置は期待した機能を発揮し、雪堤の雪を掻き出すことができたが、いくつかの課題も明らかになった。

① 先端プレートの右側への張り出し量を大きくすると、エッジと樹脂ブロックが接触する危険性が低下するため作業性が良くなり掻き出す量を増やすこともできる。しかしながら、幅員に対する余裕が少なくなるため、特にトンネルや一般道走行時にはオペレータは通常以上の注意を要することになる。

② 高規格道路上には、停車し手動で装置の展開、格納できる場所が無い。また路上作業は危険を伴う。

③ 仕上がりを良くするため掻き出す量を増やすと、1 枚板のプレートではどうしても反対車線にウインドロー（帯状の堆雪）が出る。

これらを踏まえ、現在以下の改良に取り組んでいる。

- **格納動作の自動化による安全性向上**
  （運転席からの操作により油圧で展開、格納）
- **反対車線へのウインドローを抑えるブレード形状**

写真 11　改良状況

６．まとめ

暫定 2 車線区間の簡易中央分地帯の除雪において、試験施工ではあるが、除雪トラックを使用した通行規制作業・人力除雪作業を必要としない作業形態を実現でき、作業の効率化を含め一定の成果が見られた。まだまだ改良の余地があることから、さらなる検討を行い雪堤及び雪庇処理装置の完成形を目指したい。

古川国道管内「冬季道路管理」の取り組みについて

中家広顕*1・田中隆紹*1

1. はじめに

古川国道維持出張所が管理する一般国道４号(宮城県内陸北部から岩手県境まで延長 53.8km)は、全区間が東北自動車道と並行している(図-1)。東北道（33,589 台／日）[1]で通行止めが発生すると、代替路線が無いため国道４号(21,209 台／日)[1]に交通が集中する。平成 24 年１２月～翌年３月には地吹雪(視界不良)や事故により管内の東北道通行止めは 10 回をかぞえ、その度に国道４号が渋滞し、除雪作業が遅延する等の問題を抱えている。

図-1　東北道と並行する国道４号

冬季の渋滞は除雪作業の遅延を招き、速度低下によるスタック(スリップによる走行不能)車両が発生すると、渋滞に拍車がかかることから、東北道の通行止め以前に的確な除雪を行う必要があった。そのため、出張所にて可能な限りの情報収集・発信・指示を効率的に行うべく業務改善の検討を実施した。

加えて、古川国道維持出張所はスタック車両による全面通行止めの経験・想定・ノウハウを持ち合わせていなかった。しかし、近年は短時間で急激な風雪となる状況が発生している。そのため、スタック車両対応の段取りを理解し、事前に準備する必要があると現場で感じていたため、スタックに関する仮説・議論・対策・課題抽出など、危機管理に関する検討を実施した。

2. 一斉メール送受信による情報共有 (取組①)

◆　検討までの経緯 ～ 情報共有をより早く確実に ～

冬季夜間の除雪等指示について、これまでは監督職員(出張所)及び情報連絡員(維持業者)が関係者全員へ何度も電話していた。特に夜間に予期せぬ降雪となり、除雪か凍結抑制剤散布か判断に迷う場面に、監督職員が具体的指示を行うまでの過程において、電話の度に夜間にメモ取りを要したり、情報共有のタイムロスが原因で指示が錯綜するなど、作業に非効率な部分があった。

その解決策として、指示連絡内容や各種情報について、携帯電話の一斉メール機能で行うことにした。それによって、関係者全員が同時に内容を確認し、必要に応じて補足する情報も全員が同時に把握できるようにした。

可能性としてSNS(ｿｰｼｬﾙ・ﾈｯﾄﾜｰｷﾝｸﾞ・ｻｰﾋﾞｽ)の活用を模索したが、セキュリティポリシーに係る通知[2]に抵触することから取り止め、一斉メールによる情報共有とした。

◆　主な情報共有の内容

現場状況に適合した作業指示となるよう、監督職員保有情報(東北道通行止め・警察からの除雪要請・CCTV映像)と情報連絡員保有情報(現場状況・深夜発表の雪氷予測)を一斉メールにて共有することにした(図-2)。

また、除雪の作業前後など定期的に報告を受け、監督職員が常に除雪作業の状況を把握するよう努めた。

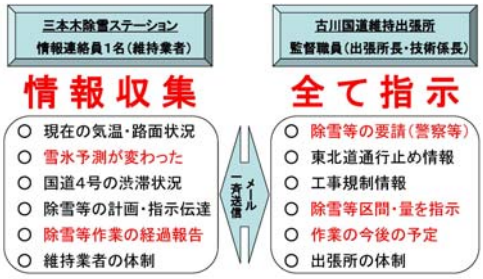


図-2　主な情報共有の内容（イメージ）

◆　対策の評価

(1) 除雪作業の「一体感」が醸成

関係者全員が一斉メールにて指示連絡を同時に情報共有したことで現場状況が把握でき、除雪作業の一体感が醸成された。しかし、大雪対応では一晩に60回超に及ぶメール対応を余儀なくされたなど、休日・夜間の作業負担軽減に関する課題も生じた。

(2) 国道利用者の利便性が向上

伝達手段を電話から一斉メールに変更したことで、情報収集から指示までの時間が短縮でき、より早く確実に現場の状況に応じた(除雪・凍結抑制剤散布)作業を行った結果、作業に関する苦情件数が減少した。

◆　今後の課題・改善策

情報伝達の内容がほぼ規則的なことから、今後は簡潔にフォーマット化し「入力作業の簡素化」と「速やかな情報把握」を可能とすべく工夫したい。

観測装置が無い管理区間境付近に係る気象・路面情報を

＊1　国土交通省　東北地方整備局　仙台河川国道事務所　古川国道維持出張所

収集・情報共有するため、情報連絡員(維持業者)のさらなる活用を検討していきたい。

3. スタックによる全面通行止め対策(取組②)

◆ 検討までの経緯 ～ ノウハウを把握したい ～

「異常降雪時に大型車の立ち往生が発生した場合、早い段階で通行止めとして除雪作業を集中的に実施することで、早期に交通開放すること。」との通知[3]がなされているが、当出張所はスタック車両による全面通行止めの経験・想定・ノウハウを持ち合わせていなかったため、スタック車両対応の段取りを理解することから始め、通行止めのリスクが高い区間の抽出と通行止めから開放までの手順について検討した。

近年は、短時間で急激な暴風雪となり急な積雪や地吹雪(視界不良)により、速度低下となり渋滞が発生しやすい状況を現場で感じていた。

◆ スタック対策検討の手順

始めにスタックが発生しやすい条件を整理し、合致する箇所を抽出した。次に管内で最もハイリスクな箇所について、スタック発生から交通開放まで一連の作業をシミュレーションした。その資料を基に出張所内・維持業者・隣接出張所と打合せを行い、そのイメージを共有すると共に、応急的な予防策について議論し、対応可能なものは全て12月末までに実行した。また、未対応案件を今後の課題とし、改善案を検討した。(図-3)

図-3 スタック対策検討手順(イメージ)

◆ スタック車両対策「案作成」の過程

(1) リスクを抽出

管内にて一番危険と想定する箇所は、隣接出張所との管理境界付近である。

≪ 当該箇所の主なスタックリスク ≫

- カーブ後に急勾配(5%)とT字路交差点(右折レーン無し)が連続しており、走行速度が低下する。
- 一部視距不良(拡幅事業中)。
- 急勾配(5%)区間は「掘り割り」となっているため、日光が遮られ、路面が凍結しやすい。
- 地吹雪多発区間であり、地吹雪発生時は視界が悪く走行速度が低下する。
- ２車線区間(容量不足)。特に朝夕が渋滞する。
- 大型車両の迂回路が無い。(迂回路の県道が一部狭隘・急勾配であり、県によるバイパス事業中。)

(2) スタック車両対策をシミュレーション

降雪時の出張所体制・初動・現場の作業手順について検討・整理し、それに必要な「最低限の人員配置」を策定した。最低限としたのは、出張所職員全員が30分以内に参集できない場合や、維持業者が他の除雪作業を行っている場合など、対応者全員が最初から現場へ参集できないケースを想定すべきと判断したためである。(図-4)

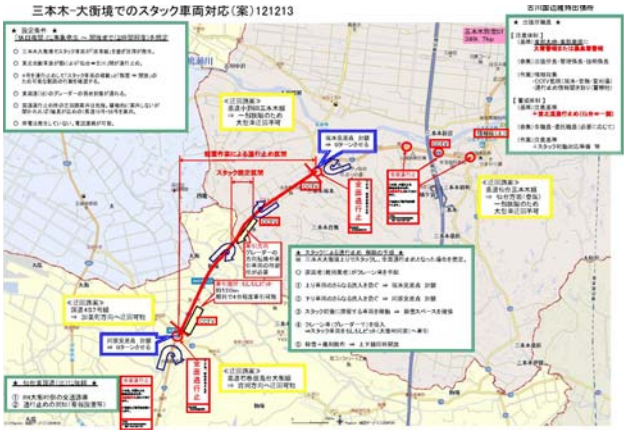


図-4 スタック対策シミュレーション資料(イメージ)

≪ 主な検討ポイントと対策 ≫

1) 職員の参集目安

大雪警報(暴風雪警報)発令により初動対応職員が速やかに出張所へ参集することとした。東北道通行止めの場合は、通行止め解除見込みを踏まえ、参集か否かを判断することにした。

2) 国道全面通行止めに係る初動対応

初動対応に必要な作業内容を項目化し、「関係者全てへ連絡すること」を初動の最優先作業とするように整理した。被害を把握するまでは、被害想定を大きく捉えて準備する[4]ように心掛けることとした。

3) 通行止め区間の設定

通行止め規制はなるべく短い区間とし、迂回させる交差点に必要な人員・資材について想定した。

起点側の規制は隣接出張所の管理区間であるが、当出張所のほうがより早く現地に到着するため、規制の段取りについて隣接出張所と調整を図った。

4) 迂回路の設定と利用者への周知

事前に現地を調査し、狭隘区間がより短い路線を迂回

路とした。また、大雪時に自ら迂回路を走行し、大型車両の対面通行の可否を確認し、迂回路に適するとした。

利用者への周知について、「スタック」は認知度が低いことから「スリップ注意」とするなど、表現を工夫した。周知方法は道路情報板・案内看板・チラシとした。

大きな問題として、隣接出張所管理である起点側に道路情報板が無く、通行止めと迂回路の案内看板を設置するには、隣接出張所(仙台)から現地(大衡)まで１時間半以上を要し、現地にたどり着けないことが確認された。

その解決策を隣接出張所と検討した結果、自治体(役場)に案内看板を常備すること、通行止め時には自治体職員に看板設置の協力をいただくよう調整することとし、当面の解決を図った。

5) スタック車両の牽引

現場の道路構造から上り車線のスタックが想定され、上り進行方向への牽引が想定される。牽引車両(クレーン車)は本来、原因者が手配を行うが、速やかな交通開放を行うため、除雪グレーダーによる牽引も可能とできるような準備を維持業者と検討し、除雪グレーダーによる牽引に係る諸手続きの整備と牽引用ロープを準備した。

6) スタック車両発生から交通開放までの手順

① 通行止め起終点の交差点を封鎖
② 規制内の車両を片車線へ移動し除雪スペースを確保
③ 片車線を除雪しスタック車両を駐車帯へ牽引
④ 除雪済み車線に規制内の車両を誘導し退出
⑤ 残りの除雪と凍結抑制剤散布
⑥ 安全を確認後、上下線同時に交通開放

(3) 関係機関との打合せとその成果

スタック車両対策の検討案について、維持業者及び隣接出張所と議論し、イメージを共有したうえで、「作業分担の調整」と「事前の対策」について実施した。

1) 維持業者との議論の成果

スタック対応時に規制車２台と誘導員４名は事前確保が可能であることを確認した。また、除雪グレーダー以外の車両牽引に係る手続きについて整理した。

2) 隣接出張所との議論の成果

スタック車両による全面通行止め時における起点側交差点の初動は、当出張所が実施し、到着次第引き継ぐこととした。また、国道利用者への周知について、看板設置を自治体(役場)に協力を得るよう調整することとした。

◆ スタック車両対策にて「実行」したこと

≪ 関係機関との打合せ「前」に対応 ≫ (図-5)

- 簡易防雪柵(L=396m)を設置した
- 路面にグルービング(溝)を施工した
- 砂箱(滑り止め用)を現場へ設置した

図-5 スタック車両対策

≪ 関係機関との打合せ「後」に対応 ≫ (図-6)

- 牽引用ロープを除雪グレーダーに常備した
- 砂箱の側面にスコップを設置した
- スリップ注意喚起の看板を多数設置した
- 通行止め周知看板を起点側に設置する際の協力を自治体へ依頼した

図-6 スタック車両対策

◆ 対策の評価

(1) 迅速な予防措置の実施

スタック車両対策の検討や打合せを踏まえ、12月末までに即実施可能な対策を講じたこともあり、平成24年冬季の降雪量が前年より1.6倍と多かったが、交通障害は発生しなかった。

(2) スタック車両発生時の対策を確立

事例も想定もノウハウも無いところから検討を開始し、仮説・議論・対策・課題抽出などを経て、各自の初動対応と役割分担等が明確になり、一つのモデルとして確立することができた。

(3) 危機意識の共有

出張所内をはじめ関係者全体で議論した結果、スタック車両対策の優先事項や手順などについて共通認識を図

ることができ、今まで経験したことが無い事象が生じても対応可能とする、危機に対する意識高揚が図られた。

◆　スタック車両対策の新たな「課題」

本対策の立案により浮き彫りとなった「課題」や今後追加できる「新たな対策」について、以下のとおり整理した。

(1) チェーン着脱場の設置は可能か

現場の４車線拡幅事業に係る「残地」を現道まで嵩上げして、当面の間、仮設の「チェーン着脱場」として活用できないかを検討する。

(2) 出張所の降雪体制に東北道通行止めを考慮するか

これまでは大雪警報発令時のみ体制移行としていたが、「降雪により東北道通行止めが長期に及ぶ見込み」の場合も体制基準として、出張所にて運用すべきかを検討したい。

(3) 現場の改良に伴うシミュレーションの見直し

スタック対策を立案後、現場の一部が４車線拡幅され、迂回路に設定しなかった県道はバイパスが完成し狭隘区間が解消されたため、さらに対策の見直しが必要となった。今冬前までに見直し案の議論と共通認識を図りたい。

(4) 先進事例[5]の活用

実際にスタック車両による通行止めを経験し対策を講じた事例に学び、「CCTVが無い区間の情報収集について」「長期にわたる通行止めに対する備え」など、現対策に補完できる要素を加えていきたい。

4. まとめ

東日本大震災からの復興のため、全国から支援に訪れている国道利用者が、慣れない宮城の冬道(昼解氷し夜凍るの繰り返し)でも安全・安心に通行していただけるよう、除雪や凍結抑制剤散布の作業は、工夫しながら可能な限り早期かつ臨機な対応にて取り組んでいるところである。

今後、発生が想定される「リスク」に対する対策を講じる難しさを痛感しつつ、色々と検討した後に対策案を作成し「できることは備える」ことが安心に繋がると感じた。

最後に、この取り組みは当出張所独自のものであり、資料収集から立案まで手探りの中で協力頂いた維持業者や自治体関係者の皆様に、心から感謝する。

参考文献

1) 道路交通センサス
平成 22 年　箇所別基本表（宮城県大崎市三本木地内）
2)『グループメールサービスの利用に伴う再発防止策について』2013 年 7 月 30 日　総合政策局長通知
3)『降雪時における直轄国道の管理について』
2011 年 2 月 25 日　道路局国道・防災課長通知
4)『東日本大震災の実体験に基づく災害初動期指揮心得』
2013 年 3 月　東北地方整備局発行
5)『雪害発生時の対応事例と今後の取り組みについて』
平成 23 年度国土技術研究会論文　鳥取河川国道事務所

鋼道路橋の凍結抑制剤散布による付着塩分量について

木村陽子[*1]　菊地淳[*1]　遠藤雅司[*1]　赤川正一[*1]

１．はじめに

東北地方整備局管内の鋼道路橋（以下、「鋼橋」という）は、凍結抑制剤散布に伴う飛散塩分により、主桁の腐食減肉が顕在化している。過年度の橋梁点検結果では、主桁ウエブが著しく腐食減肉し座屈が生じる等、橋梁の安全性能が著しく損なわれるような事例も発生している。

鋼材が腐食する要因には、水分、酸素、湿度のほか塩化物や硫化物があるが、鋼橋の腐食においては水分と塩化物が大きく影響している。そのため積雪寒冷地では、凍結抑制剤が鋼橋の腐食を進行させる大きな要因となっている。特に桁端部は、非常に狭隘な空間で湿気がこもりやすく、冬季には伸縮装置を介して凍結抑制剤を含んだ路面水が流入するため、腐食が発生しやすい場所となっている。

このような環境下において鋼橋を適切に維持管理するためには、凍結抑制剤散布による塩化物が橋梁に及ぼす影響を定量的に把握することが重要であると考える。本稿は、鋼材腐食の要因である「塩化物」および腐食が発生しやすい「桁端部」に着目し、鋼材表面の付着塩化量の調査を行い、その結果に基づく問題を抽出し今後取り組むべき課題について報告するものである。

２．調査の概要

表面付着塩分の測定は電位度法で行い表面塩分計（測定上限値 1999mg/m^2）を使用した。計測は主桁端部の部位別（外桁・内桁、ウエブ・フランジ）、維持管理別（供用年、塗替え塗装・桁端洗浄の有無）で行った。

評価は、鋼橋における塩化物の影響評価について明確な基準がないことから、道路橋示方書のコンクリート部材の塩害の影響地域（C 区分）を準用した（表１）。対策区分 S は海岸線から 20m まで、対策区分Ⅰ～Ⅲは海岸線から 20m～200m の地域が該当する。

表1 付着塩分量の評価基準

対策区分	付着塩分量（mg/m2）	塩害の影響	海岸線からの距離
S	568以上	影響が激しい	海上部及び海岸線から20mまで
Ⅰ	567～354	影響を受ける	20mをこえて50mまで
Ⅱ	353～283		50mをこえて100mまで
Ⅲ	282～244		100mをこえて200mまで
	244未満		

３．調査結果

３．１．部位別の付着塩分量

計測は、１主桁あたり５箇所（桁端部から 1m の位置、ウエブ両側面、下フランジの上面左右および下面）を、支承線上の主桁全数に対して行った。対象橋梁は、供用１年の耐候性鋼材鈑桁橋（凍結抑制剤散布量 34t/km/年）、供用 48 年で再塗装後 3 年の塗装仕様鈑桁橋(凍結抑制剤散布量 12t/km/年)、供用 22 年の塗装仕様鈑桁橋（凍結抑制剤散布量 19t/km/年）とした。

図 1 に結果を示す。供用１年では全体的に低い値となっているが、部材別に着目すると内桁の下フランジ上面で対策区分 S に相当する値が計測された。当該橋梁の伸縮装置は止水機能が健全であることから、車輌等による凍結抑制剤の飛散が広範囲に影響していると考えられる。さらに、再塗装後 3 年、供用 22 年と経過年数の増加とともに、内桁の下フランジからウエブと桁全体の付着塩分量が増加していることが確認された。

今回の結果から、付着塩分量は内桁と外桁では内桁が多く、経年的に増加する傾向にあることがわかった。外桁は飛散塩分の影響が大きい箇所であるが、降雨等で洗い流されるため経年的な増加は小さいと考えられる。一方内桁は、降雨による洗い流し作用が外桁ほど期待できないため、一度付着すると鋼材表面に残留し続け、さらに供用に伴い伸縮装置の止水機能が低下することにより塩化物の供給量が増え、桁全体の付着塩分量が増加すると考えられる。

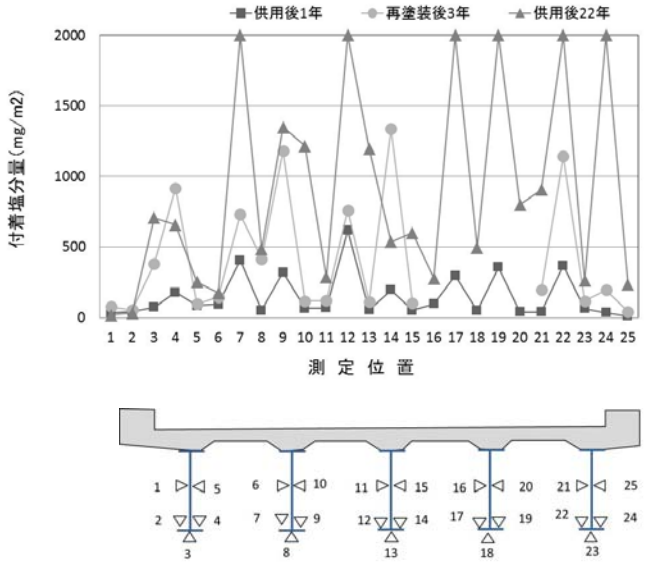


図１　部位別・供用年別の付着塩分量

＊１　国土交通省　東北地方整備局　東北技術事務所

３．２．桁端洗浄橋梁の付着塩分量

対象橋梁は、平成 24 年 6 月に洗浄を行った 11 橋で、計測は凍結抑制剤散布前の平成 24 年 9 月～10 月に行った。さらに、1 橋（凍結抑制剤散布量 28t/m^2）については凍結抑制剤散布後の平成 24 年 12 月に再度計測を行い、凍結抑制剤散布前後の状況を確認した。なお、対象橋梁は飛来塩分の影響を受けない場所に架橋されている内陸の橋梁である。平成 24 年 9 月～10 月の計測結果を図 2 に示す。本線、側道橋、測定部位に拘わらず、計測値が大きくばらついていることがわかる。「橋梁洗浄の手引き（案）東北地方整備局」では洗浄後の表面塩分量は目標値を 50mg/m^2 としているが、洗浄後約 3 ヶ月で約 7 割の計測位置で、50mg/m^2 以上の塩分量が計測された。凍結抑制剤散布前後の計測結果を図 3 に示す。凍結抑制剤散布開始から 1 ヶ月にも拘わらず約 7 割の測定位置で対策区分 S に相当する塩分量が計測され、測定上限値 1999mg/m^2 の部位も確認された。当該橋梁は定期点検において伸縮装置の漏水が確認されている。伸縮装置を介して相当量の塩化物が供給されていると考えられる。

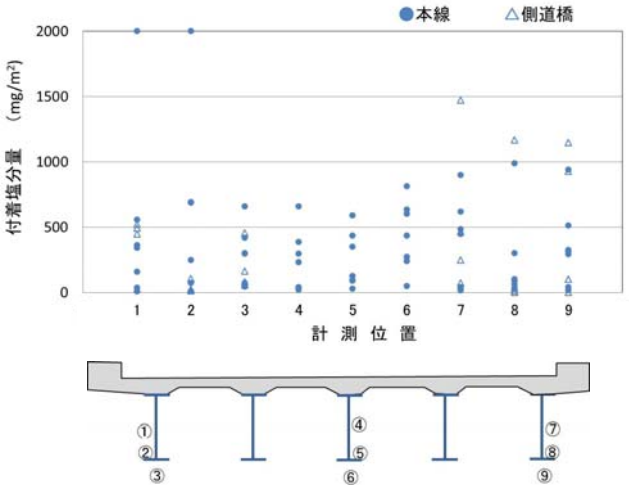


図 2　桁端洗浄橋梁の付着塩分量

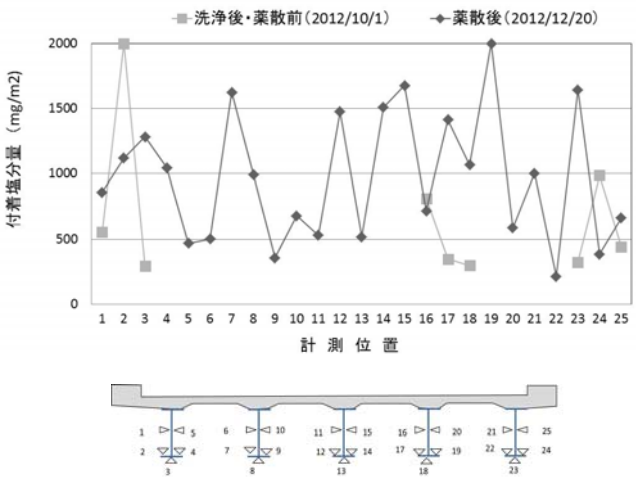


図 3　桁端洗浄橋梁の凍結抑制剤散布前後の付着塩分量

３．３．塗替え塗装橋梁の付着塩分量

対象橋梁は、平成 24 年 10 月に塗替え塗装が完了し、平成 24 年 12 月に計測を行った。なお、計測日までに凍結抑制剤の散布は 10 回行われた。計測結果を図 4 に示す。塩分量は全体的に低い値となっていたが、外桁下フランジ上面で 1334mg/m^2 と非常に高い値が確認された。これは、塗替え塗装完了時に伸縮装置の非排水化対策が未実施であったことが原因と考えられる。凍結抑制剤散布後、塩化物を含んだ路面水が伸縮装置を介して流入し、さらに横断勾配の低い側の外桁に集中したため、高い塩分量が計測されたと推測される。

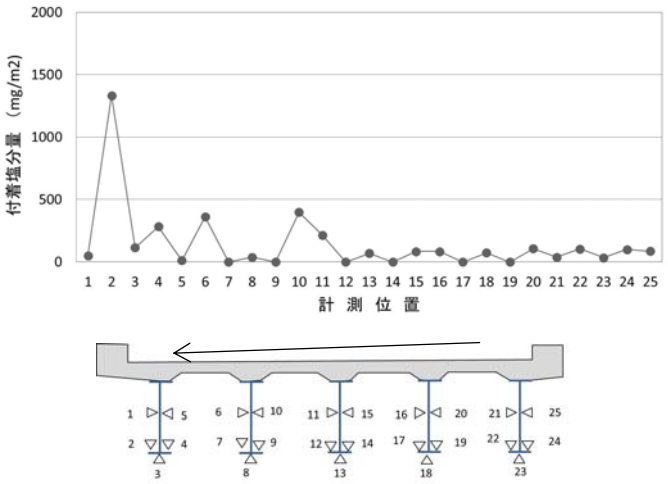


図4　塗替え塗装後の付着塩分量

４．まとめ

今回の調査結果のまとめは以下のとおりである。

1）塩化物の付着特性として、内桁は外桁と比較して付着量が多く経年的に増加し、部位では下フランジ上面に残留しやすいことが分かった。

2）桁洗浄を実施した橋梁の付着塩分量は、部材部位によってばらつきが大きく対策区分 S に相当する部位も確認された。「橋梁洗浄の手引き（案）東北地方整備局」では、洗浄後の塩分量を「定量的な管理が必要な場合は 50mg/m^2 を下回ることを確認する」としているが、今回調査を行った橋梁は、洗浄後の塩化物が 50mg/m^2 まで除去されていなかったと推測される。桁洗浄は腐食の進行を抑制させる有効な手法とされており、洗浄後の塩分量を定量的に評価する明確な管理基準を設けることが望ましいと考えられる。

3）伸縮装置の止水機能が低下していると、桁端洗浄や塗替え塗装を行っても数回の凍結抑制剤散布で相当量の塩化物が桁に付着することが確認された。桁洗浄や再塗装の効果を持続させるには、伸縮装置からの漏水を確実に止めることが重要であると再確認された。

除雪グレーダの代替機に関する調査検討について

今野　孝親[*1]　増田　陽介[*1]　下田　一朗[*1]　赤川　正一[*1]

１．はじめに

２０１１年度から４次規制が適用されるなど、建設機械の排出ガス規制の強化が進められる中、除雪グレーダの新規生産が２０１３年度から停止している状況となっている。除雪グレーダは、東北地整管内の一次除雪機械の６割以上（約２００台）を占める主力機械であり、機械の老朽化とも相まって、今後の適正な除雪体制の維持が大きな課題となっている。

東北技術事務所では、除雪グレーダの供給問題による除雪作業への影響を可能な限り低減させるため、除雪トラック（トラックグレーダ＝路面整正装置）（写真－１）を除雪グレーダの代替機として活用することを対応策の１つとして捉え、その適応性について調査検討した。

本報告では、除雪グレーダの代替機としての除雪トラックの適応性について調査した結果を報告するものである。

写真－１　トラックグレーダ（路面整正装置）

２．除雪トラックの適応性調査

除雪グレーダの代替機としての適応性を探るため、除雪グレーダと同様に路面整正機能を有している除雪トラックを代替候補の１つとして選定し、除雪グレーダに替えて除雪トラックで各種除雪作業を実施した場合の問題点等を確認し、その適応性について評価を行った。

２．１　対象工区

調査は、道路構造や交通量及び降雪強度等、多様な条件下（日本海側、太平洋側、山間部、沿岸部、市街地等）において確認する必要があるため、東北管内の各地域から以下の８工区を抽出して実施した。

①青森河川国道事務所　八戸工区（太平洋沿岸部）
②岩手河川国道事務所　盛岡工区（市街地部）
③仙台河川国道事務所　仙台西工区（山間部）
④秋田河川国道事務所　７号工区（日本海沿岸部）
⑤湯沢河川国道事務所　神岡工区（平地部）
⑥酒田河川国道事務所　月山第１工区（山間部）
⑦山形河川国道事務所　山形北工区（山間部）
⑧郡山国道事務所　西会津工区（山間部）

２．２　アンケート調査

試験除雪を行う前に、除雪機械のオペレータを対象としたアンケート調査及びヒアリングを実施し、除雪トラックによる代替除雪の問題点として考えられる内容を抽出し､試験除雪において確認すべき内容として整理した。

除雪トラックの問題点として抽出した内容は以下のとおりである。

①道路構造への適合性
・道路条件が厳しい箇所（急勾配、急カーブ）で仕上がりが低下する。
・除雪幅が狭い。

②沿道条件への適合性
・シャッターブレードが装備されていない車両がほとんどであるため間口部に雪を残してしまう。

③安全性・作業性
・除雪グレーダと比べ死角が多い。
・トラックグレーダが運転席の後方にあるため、作業しづらい。

④雪質・雪量への対応
・圧雪除去能力が低い。
・雪の抱え込み量が少ない

⑤不足する設備・機能
・バンクカットができない。
・スタック車両の牽引ができない。

２．３　試験除雪

これまで除雪グレーダを用いて除雪を行っていた区間において、実際に代替機として除雪トラック（トラックグレーダ）を使用して除雪作業を実施し、適応性の確認

＊１国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所

及び問題点の抽出を行った。

なお、試験除雪は、一般の供用道で実施するため、安全が確保できない区間がある場合等、実施に問題がある箇所については、現場担当者と協議し、試験対象工区の中からさらに対象区間を絞って実施した。

試験は、通常の除雪作業（写真－２）の中で行われ、後続車両からのビデオ撮影により、除雪機械の挙動や除雪後の道路状況を記録するとともに、除雪作業終了後に除雪車のオペレータに対するヒアリングを実施して、感覚的な部分や細部の補足を行い、事前に抽出された課題に対し、実除雪でどの様な影響が現れるかの確認を行った。

また、除雪機械の実用限界能力を探るため、一般車両の立入りが制限可能で安全性を確保できる除雪ステーション構内（写真－３）において、圧雪除去能力等の限界試験も行った。

写真－２ 国道での試験除雪状況

写真－３ 除雪ステーションでの試験除雪状況

３．調査結果

試験除雪の結果、除雪トラックで路面整正作業を行う場合､以下に示す４項目が問題点となることが判明した。

① 間口処理
② 圧雪除去能力
③ 除雪容量
④ 除雪幅

上記内容のについて以下に詳述する。

３．１ 間口処理

除雪トラックの路面整正装置には、シャッターブレード（投雪抑制装置）が装備されていないものがほとんどであり、間口部分に大量の堆雪を残してしまう問題がある。また、シャッターブレードが装着されている機種もあるが、作業装置が運転席より後方にあるため、作業状況の確認が困難であり、間口が連続した場合の作業性に難がある（写真－５）。

写真－４ 除雪グレーダの作業状況

３．２ 圧雪除去能力

除雪トラックは、除雪グレーダに比べて作業速度が速いこと、また、直接ブレードの作業状況を確認できないことから、オペレータは車両の安定性を確保するため、低い線圧（ブレードの地面対する押し付け力）を選択して作業を行っているのが現状である。さらに、細かなブレード操作が出来ないこともあり、圧雪の除去能力は低く抑えられてしまっている。

試験除雪では、圧雪が除去できていない状況（写真－５）や、ブレード線圧を高く設定した場合に後輪が横滑りする状況（写真－６）が確認された。

写真－５ 除雪後の状況
（上：除雪グレーダ、下：除雪トラック）

写真－６　後輪横滑り状況

３．３　除雪容量

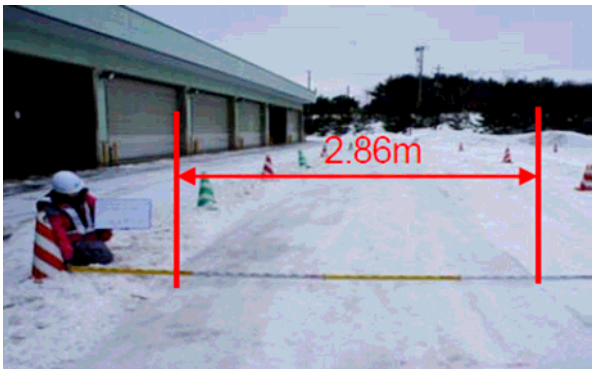
除雪トラックは一般のトラックシャシ下部に路面整正装置を取り付ける構造となっており、ブレード高さが抑制されるため、雪の抱え込み量が除雪グレーダに比べて少ない。これに加え、ブレードの進行角度を変更できない機種がほとんどであり、除雪量が多くなってくると車両右側に雪をこぼす状態が発生する（写真－７）。さらに高さ方向にオーバーフローした雪は車体を持ち上げる作用にも働くため、走行時の安定性にも影響を及ぼすこととなる（写真－８）。

写真－７　車両右側からの雪こぼれ

写真－８　スタック状況

３．４　除雪幅

除雪トラックの路面整正装置は、伸縮機能がない装置の場合は除雪幅が３m以下となってしまう。これにより、除雪グレーダと同様の除雪幅を確保できないことから、道路幅員と配備機械の関係から、雁行作業等により現状に対して１台増強しないと必要な除雪幅を確保できない様な工区においては、導入が難しいと思われる。



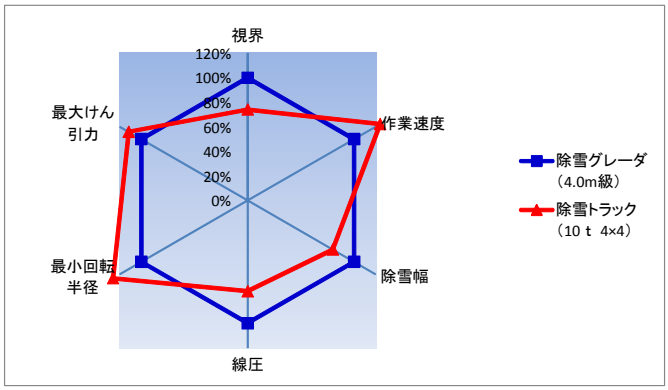
写真－１０　除雪トラックの除雪幅

写真－１１　雁行除雪作業の状況

４．配備検討

４．１　除雪トラックの機械特性

除雪トラックの機械特性について、機械緒元や前述の試験結果から得られた数値を基に除雪グレーダ(4.0m級)と比較すると図－１のとおりとなる。



図－１　除雪トラックと除雪グレーダの比較

単純な機械緒元で比較すると、除雪トラックは牽引力で除雪グレーダを上回り、最大線圧については８割程度の能力となっている。しかし、オペレータにヒアリングを行った結果得られた感覚的な評価としては、圧雪処理の能力については除雪グレーダの半分以下という回答であった。圧雪処理を実施する場合、けん引力や最大線圧といった単純な機械能力よりも、直接目視で確認しなが

らのきめ細かくブレード操作ができる作業性という部分が大きく影響することがわかった。この作業性については、今後のハード対策を実施するうえでの課題として整理される部分であると考えている。

４．２　除雪トラックの適応性

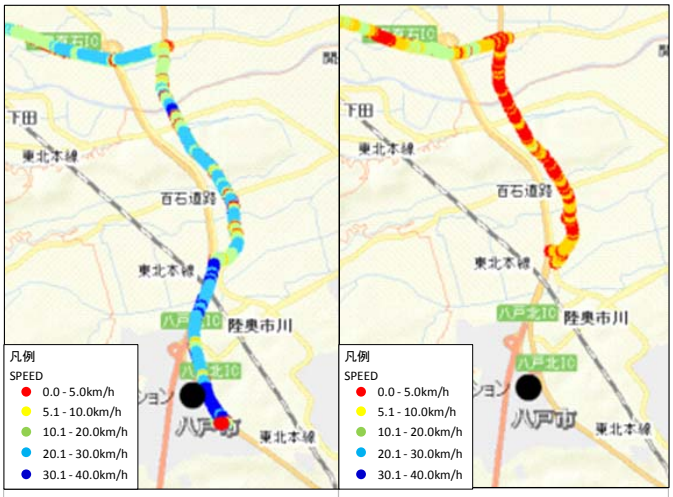
前述の試験除雪によって、除雪トラックの様々な問題点が抽出された。調査結果を踏まえ、除雪トラックの配備が難しいと思われる条件を以下のとおり整理した。

①圧雪が形成され易い降雪量と交通量が多い市街地

②雪の抱え込み量が多くなり、また、交差点等の間口処理も必要となる雁行作業における左端位置での使用

③道路幅員との関係から、除雪トラックを代替機とした場合、機械台数の増強が必要となる箇所

一方で、除雪トラックは除雪グレーダに比べ除雪作業速度が速いという特徴がある。前述の試験除雪で除雪トラックと除雪グレーダの作業スピードを抽出したものを図－２に示す。



図－２　除雪作業速度データ

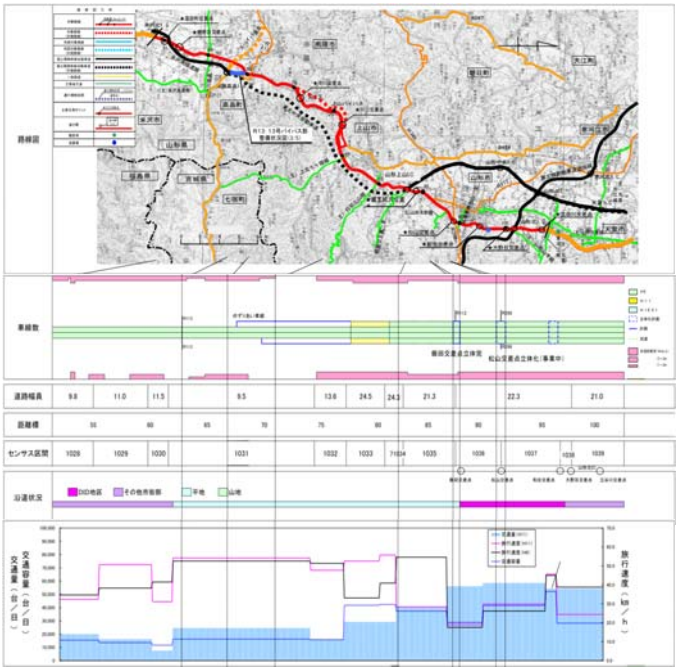
この特性を活かして、自動車専用道路では主に除雪トラックが使用されており、一般道路においても沿道に人家連担地域がない区間など条件的に問題無い箇所については除雪トラックが活用されている。

このように新雪除雪で沿道条件等に問題が無い場合は、除雪グレーダよりも除雪トラックの方が作業効率が良いため、除雪機械の配備体制を見直す場合は、この部分も評価要素として検討する必要がある。

４．３　配備検討

除雪トラックによる除雪グレーダの代替可否及び効果的な配備方法を検討するためには、前述の除雪トラックの特性のみならず、各工区の道路構造、沿道条件、交通量、気象条件などの工区特性を整理する必要がある。図－３に工区特性の整理イメージを示す。

これらを整理したうえで、除雪トラックの配備に支障が無い工区、一部可能な工区、完全に不可能な工区などの区分けを行い、現状の除雪機械の配備状況を踏まえながら、配備の組合せについて検討しなければならない。



図－３　工区特性の整理例

５．今後の課題

検討結果からもわかるように、除雪トラックによる代替えには限界があり、条件の厳しい箇所においては、現存の除雪グレーダによる対応や、除雪トラック自体のハード対策などに頼らざるを得ない部分がある。

また、除雪グレーダを取り巻く今後の動向としては、既存除雪グレーダよりもブレード幅の小さい土工用グレーダの供給や海外製グレーダの輸入が検討されている模様であるが、こちらについても作業性についての新たな課題を抱えている。

今後も除雪グレーダの代替機に関する検討が必要であり、除雪グレーダの新規供給停止に伴う影響を低減できる体制の構築を図るため、引き続き、その時々の除雪環境に対応した効果的な手法を確立するための取組みを進めていかなければならない。

６．おわりに

今回の除雪トラックの調査により、除雪グレーダの代替機としての適性について、実除雪の作業結果から確認することができた。今年度はこの結果を基に東北管内各工区における配備適性を検討するとともに、配備された除雪トラックを効果的に活用するための機械の運用方法や作業方法についても取りまとめる予定である。

湯沢地区における平成２４年度の降積雪記録と雪寒対応

キーワード：登坂不能対策，排雪作業方法，落雪防止対策

杉本敦[1]・有澤良佑[2]・明野光運[3]

１．はじめに

当地域は関東圏からの玄関口に位置する山岳豪雪地帯であり、スキー・スノーボード客、温泉客等が訪れる観光地である．長岡国道事務所湯沢維持出張所（以下「湯沢維持」という．）は、首都圏と日本海側を結ぶ国道17号の群馬県境湯沢町～南魚沼市間の延長41．8kmの維持管理を行っている．縦断勾配・平面線形が厳しく、県境三国峠では4m近い積雪や一日の降雪量が1mに達するなど交通の難所となっており、毎年多数の登坂不能車が発生している状況である．また、平成24年度は前年に引き続き日本海側を中心に大雪となり、積雪の状況等、各種マスメディアで報道されていた．

本論文では、湯沢維持管内の平成 24 年度の降雪状況及び湯沢維持が新たに実施した雪寒対応について報告する．

２．湯沢維持管内の特徴

湯沢維持は、国道17号の湯沢町（群馬・新潟県境）から南魚沼市の一部の41．8kmを維持管理している（図-1）．管理区間の特徴として、管理延長41．8kmに対し標高差が約900ｍもあるため、道路縦断勾配5%以上の総延長が管理延長約3割を占め、ヘアピンと呼ばれる急カーブ箇所が７箇所ある．このように走行条件が厳しく、日本有数の豪雪地帯である事から、毎年多数の登坂不能車が発生している（写真-1）．

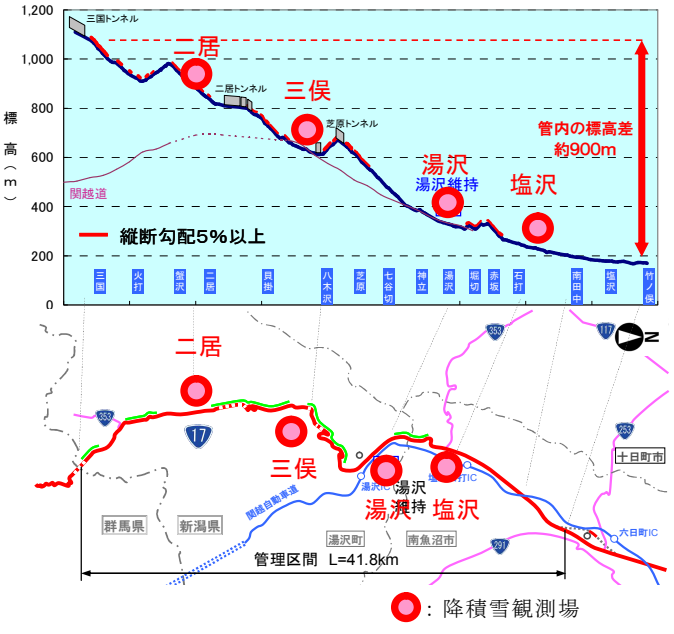


図-1　湯沢維持の管理区間

写真-1　登坂不能車の発生状況

３．平成24年度の降積雪記録について

塩沢・湯沢・三俣・二居の４観測所（図-1）において、平成24年度及び過去10年の降積雪記録を集計したものを表-1、昭和40年以降における平成24年度の降積雪ランキングを表-2、平成24年度及び過去10年平均の累計降雪量の推移を図-2に示す．

表-1より平成24年度の累計降雪量は、過去10年平均の約1.1～1.3倍、最大積雪深で過去10年平均の約1.4～1.6倍の値となっている。また、表-2より塩沢・湯沢観測所は、昭和40年以降でも累計降雪量が5位・8位と高いランクに位置しており、湯沢維持管内では山間地（三俣・二居）に比べ平地部（塩沢・湯沢）で多い傾向が見られた．

図-2より降雪の特徴として、１２月上旬から例年に比べて早めの積雪となり、クリスマス寒波以降の１２月下旬から１月下旬にかけて急激な降雪であったことがわかる．よって雪寒対応では、特に路肩部等で雪堤がかなり高くなり、歩道除雪の雪を投雪できない高さまで積み上がる等、除雪対応に苦慮していた（写真-2）．

表-1　各観測所の降積雪一覧表

	塩沢		湯沢		三俣		二居	
	累計降雪量	最大積雪深	累計降雪量	最大積雪深	累計降雪量	最大積雪深	累計降雪量	最大積雪深
H13年度	836cm	179cm	1,053cm	201cm	1,407cm	296cm	1,076cm	232cm
H14年度	923cm	151cm	965cm	168cm	1,359cm	291cm	1,228cm	261cm
H15年度	751cm	120cm	811cm	201cm	1,210cm	267cm	1,051cm	231cm
H16年度	1,384cm	299cm	1,391cm	308cm	1,599cm	366cm	1,381cm	286cm
H17年度(H18豪雪)	1,946cm	341cm	2,036cm	325cm	2,305cm	421cm	1,825cm	346cm
H18年度(最少雪)	454cm	70cm	539cm	79cm	816cm	129cm	757cm	95cm
H19年度	1,116cm	200cm	1,130cm	217cm	1,612cm	342cm	1,285cm	290cm
H20年度(少雪)	498cm	83cm	619cm	120cm	920cm	181cm	887cm	152cm
H21年度	1,091cm	226cm	1,079cm	246cm	1,327cm	301cm	1,054cm	261cm
H22年度	1,271cm	258cm	1,221cm	280cm	1,476cm	266cm	1,390cm	246cm
H23年度	1,566cm	293cm	1,558cm	303cm	1,815cm	333cm	1,476cm	293cm
H24年度	1,409cm	247cm	1,523cm	268cm	1,600cm	351cm	1,427cm	267cm
前年比	0.90	0.84	0.98	0.88	0.88	1.05	0.97	0.91
10年平均比	1.31	1.57	1.34	1.47	1.11	1.46	1.16	1.35
過去10年平均	1,076cm	157cm	1,135cm	182cm	1,444cm	240cm	1,233cm	197cm

*1．2．3長岡国道事務所　湯沢維持出張所

表-2　平成24年度降積雪量ランキング(昭和40年以降※)

	累計降雪量	最大積雪深
塩沢	8位	20位
湯沢	5位	5位
三俣	16位	13位
二居	16位	18位

※　過去48年間

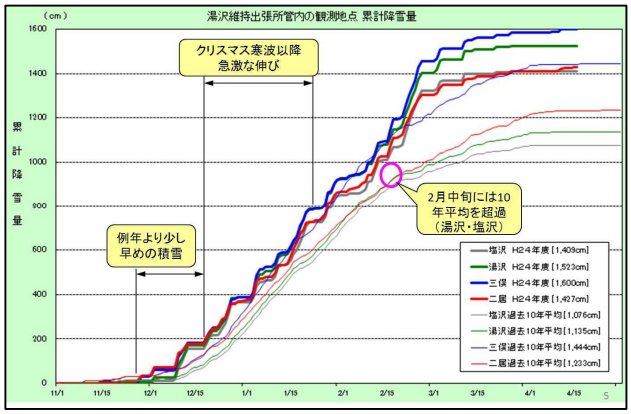


図-2　平成24年度と過去10年の累計降雪量の推移

写真-2　雪堤が崩れる恐れにより閉鎖した歩道（左）
歩道除雪のため雪堤上部を人力で除雪（右）

4. 平成24年度雪寒対応について

湯沢維持では、平成24年度の雪寒対応において、登坂不能対策や排雪作業方法の工夫等により、冬期交通の利便性・安全性の向上及びコスト縮減についての取組を実施している. 以下に報告する.

4.1登坂不能対策

4.1.1登坂不能発生状況

湯沢維持管理区間の厳しい走行条件において、登坂不能台数の発生状況を図-3に示す. 図-3は平成16～23年度までの登坂不能台数とその平均、及び、平成23～24年度の登坂不能台数を標高のグラフと重ねて示したものである. 主に堀切～貝掛間で登坂不能が多発している状況であり、特に平成23年度は湯沢で35台もの登坂不能車が発生している. 縦断勾配は2～3%であるものの、信号停止による再発進時に登坂不能に陥っているものと考えられる.

登坂不能台数(台)

	三国	火打	蟹沢	貝掛	八木沢	芝原	七谷切	湯沢	堀切	赤坂	合計
H16-23	13	4	8	58	118	33	47	91	68	240	680
[平均]	2	1	1	7	15	4	6	11	9	30	89
H23				1	10	1	5	35	5		58
H24				1	5		1	8	7	1	23

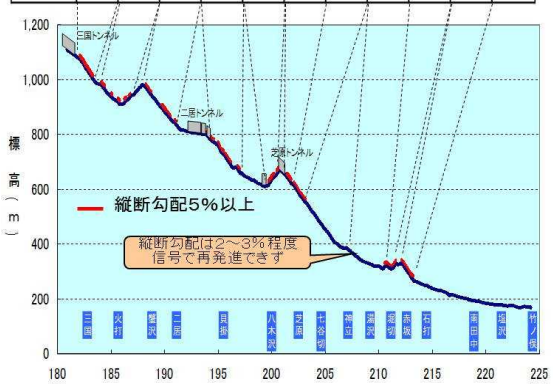


図-3　登坂不能台数と標高

4.1.2ハード対策

登坂不能は縦断勾配5%以上箇所よりも2～3%箇所で多発する傾向にあった. その現状を踏まえ湯沢箇所の登坂不能車が多発している信号交差点前にて、物理系の凍結抑制舗装であるルビット舗装（図-4）を登坂不能となる可能性の高い大型車が多く通行する傾向にある第一走行車線の60m区間(幅3m)に施工した（写真-3）.

その結果（写真4）、表-3の平成24年度ルビット舗装前・舗装後を比較すると、日降雪量20cm以上の日数に対し、登坂不能発生日数が43%から25%に減少した.

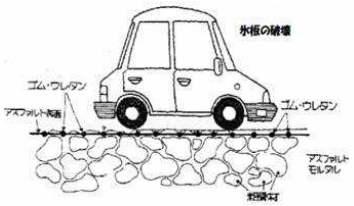


図-4 ルビット舗装

写真-3 ルビット舗装施工状況

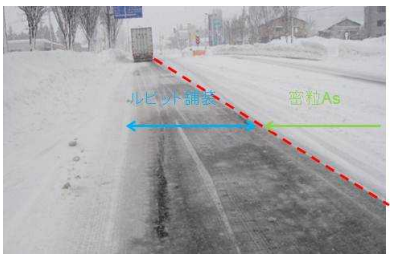


写真-4　ルビット舗装 積雪時路面状況

表-3　H23 年度・H24 年度日降雪量 20cm 以上の登坂不能発生確率

		登坂不能発生日数（日）	日降雪量20cm以上の日数（日）	日降雪量20cm以上の発生確率（%）
H23年度		13	37	35
H24年度	舗装前	3	7	43
	舗装後	4	16	25

4.1.3ソフト対策

1)NEXCOと内部情報の共有、関越道の通行止め時には除雪車編成を変更して対応

湯沢維持管内の路線網は、南北に国道17号と関越道が並行にあり、この２路線で幹線交通のほとんどを担っている．特に塩沢石打ICより群馬県へ抜ける路線は国道17号と関越道２路線に限定される．そのため、関越道が通行止めになった場合、国道17号への車両流入が想定され、登坂不能車が発生する危険性が高くなる．

そこで長岡国道事務所主導によりNEXCO湯沢管理事務所と内部情報を共有する確認書を締結、関越道通行止め計画段階からNEXCOと情報共有を図ることにより、通行止め前に国道17号の重点除雪が可能となるため、除雪車の編成を変更して除雪対応を実施した．

2)コミュニティＦＭを活用したきめ細やかな情報提供

道路利用者への情報提供として、道路情報板や路側放送があるものの、文字制限があるため限られた情報しか提供することができない．そこで、「長岡国道事務所」と「エフエムゆきぐに」との間で交通障害情報をFMで放送する協定を結び、国道17号で登坂不能車が多数発生した場合、更なる立ち往生車の発生を防止するため、道路利用者に対して登坂不能者の状況、渋滞状況やチェーン装着の呼びかけ等、きめ細かな情報提供を実施することとした．

協定では、登坂不能車により渋滞が発生している時、迂回が必要な時等、FMラジオ放送を通じて２４時間対応でドライバーへの情報提供を行うものであり、番組放送中であっても割り込んで放送する協定となっている．

また、放送していることを周知するため、道路情報板に周波数・放送時刻を表示することにした．（写真-5）

写真-5 情報板に周波数と放送時刻を表示

3)みちしるべ湯沢・塩沢等での情報提供

外部に画像を提供している箇所については、気温・路面状況がわかるように昼と夜でカメラアングルを変更して提供を行っている．（写真-6）

写真-6 昼と夜でカメラアングルを変更

4)その他

異常気象時においては道路管理者間（県・市・警察等）の連携によるきめ細やかな情報収集・提供を行っている．他にも危機管理訓練としてチェーン規制訓練や東日本大震災を教訓とした各除雪ステーション、出張所での停電時稼働訓練（薬剤庫天井クレーンの停止、各通信機器の停止を想定）を実施している．

4.2排雪作業方法の工夫

4.2.1ためない排雪

運搬排雪作業について、従来は雪堤平均高さが2．7m～3.0m堆積した段階で行っていたところを、平成24年度は新たな方法として、雪堤平均高さが2m以下の状態でこまめに排雪作業を実施した.これにより排雪回数は増えるが、一方でバックホウによる掻出し作業の省略やTOTAL規制時間の短縮が図られ、また雪堤が低い状態を保持することで従道路や歩道への見通しを改善し、安全性の向上及びコスト縮減を図った．（写真-7）

写真-7 「ためない排雪」状況

4.2.2実施結果・効果

事故危険区間など、道路線形が厳しく降雪・積雪により道路交通に支障が出やすい箇所、家屋連担地域において「ためない排雪」を実施、その結果、従道路からの進入や、店舗からの乗入する車両及び国道本線走行中の車両が互いに確認可能であるため、車両接触等の危険性が低くなり（歩道歩行者に対しても同様）、交通安全の向上に貢献できた.

道路利用者からは雪寒対策に対する行政相談が６割減少（１２６件→５１件）、うち排雪作業にかかる要望件数約６割減少（３２件→１１件）し、満足度が向上した.

作業面については、雪堤高さが低い段階での作業を実施することにより、作業に支障となる構造物等が確認出来るため作業上での安全性が向上、また、こまめに排雪することにより堆雪スペースも確保できるため、次期降雪に対し万全な体制を確保することができた.

コスト面では、実施した登坂不能車両多発区間・家屋連担区間で従来方法より排雪作業による規制日数を４割削減、費用を約５割削減出来た箇所もあり、出張所全体では約２割のコスト縮減を達成した.

4.2.3中央分離帯・雪庇受け小段等への工夫

中央分離帯の雪堤についてはﾛｰﾀﾘ除雪車(180°ｽｲﾝｸﾞｵｰｶﾞ)を使用しての処理を実施（写真-8）、またせり出し防止柵の雪庇や擁壁の積雪から小規模な滑落があっても道路上に落雪しないよう、ﾛｰﾀﾘ除雪車(180°ｽｲﾝｸﾞｵｰｶﾞ)を使用し、小段を設置した.

写真-8 中央分離帯の雪堤処理

4.3冠雪・着雪・雪庇せり出しへの対策

冠雪等に対する安全性向上・コスト軽減の面において、次のような対策の取り組みを行っている.

標識の冠雪対策では着雪防止でＵＶシートを貼り、せり出し防止柵の雪庇対策（写真-9）ではコンクリート壁やプラスチック製滑落板をせり出し防止柵天端に設置、雪が積もらないようにしている．また、スノーシェッドの出入り口上部にネットを張って雪庇の人力処理を軽減したり、更新する標識等は周辺状況により道路上への落雪が起こらないよう、構造の見直し（写真-9）を行っている.

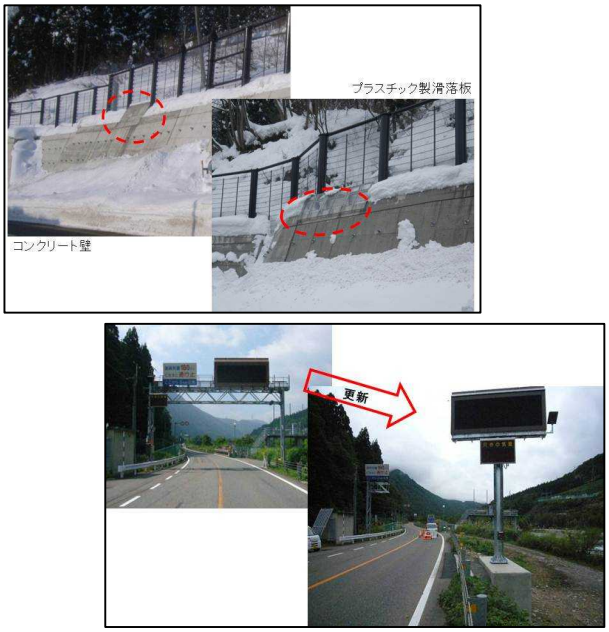


写真-9 積雪に対する対策の取り組み

5.おわりに（今後の課題）

標識の冠雪対策や雪庇対策については、これまで防止板の形状や素材などいろいろな種類で各地点に設置、試験的に実施してきている。しかし、その後の効果検証が行われていない状態となっているため、追跡調査が必要である.

今後もハード・ソフト面を問わず、効果的な対策、訓練、準備等を出来る限り実施し、国道17号における安全性・利便性を高めるよう管理していくこととする.

消雪パイプによる路肩雪堤の抑制について

キーワード；既存施設、消雪施設、雪堤

山田拓、伊藤雅一　＊1

1．はじめに

1－1．事務所管内の概要

長岡国道事務所は、日本でも有数の豪雪地帯である新潟県中越地方の国道８号、１７号、１１６号の約２１１ｋｍを管理しており、冬期における安全・安心な道路交通確保を目指しています。

現在、道路除雪のほか、消雪パイプを車道約５０ｋｍ歩道約４ｋｍ設置し、道路管理にあたっています。

1－2．雪堤発達状況と課題

下の写真は国道１７号魚沼市小出地先の降雪前後の路肩部分の雪堤状況（写真１）です。

写真１　降雪前後の状況（右はH24.2撮影）

このような雪堤が発達してくる時期では、国道に進入しようとした場合、車両からの視界はほぼ遮られる状況となり、交通安全上、非常に危険な状況となります（写真２）。

写真２　国道に進入しようとする車（H24.2）

また、この雪堤を撤去しようとすると、機械による除去・搬出のための費用が必要となるほか、作業にはどうしても交通規制が必要となることから、降雪最盛期での作業は交通安全上困難な状況でもあります（写真３）。

写真３　雪堤除去作業に伴う交通規制状況（H24.2）

写真３　機械による雪堤除去作業（H24.3）

1－3．検討の目的

これらの写真の箇所は、全て車道に消雪パイプが設置されている区間です。

この消雪パイプを活用することにより雪堤の発達を無くしたり、抑制することができないかという発想から今回の検討を行うこととしました。

本論文では、消雪パイプによる路肩雪堤の抑制対策について調査、検討している内容を中間報告するものです。

2．これまでの検討内容

2－1．現地調査の実施

昨年度には、降雪期にしか出来ない消雪パイプ設置区間での現地調査を実施しています。その状況を以下に示します。

１）雪堤発達状況調査

今年２月に国道１７号魚沼市堀之内地先で雪堤発達状況を調査しました。車道については確保されているものの、雪堤の高さは２ｍを超え、雪堤の間から国道に進入する車両からの視界はほぼ遮られる状態となっています（写真４、５）。

写真４　雪堤状況（堀之内地先 H24.2）

＊１　所属　北陸地方整備局長岡国道事務所管理第二課

写真５　雪堤状況（堀之内地先 H24.2）

２）消雪水の末端水温調査

今年の３月には、国道１７号南魚沼市浦佐地先で消雪水の末端水温調査を実施しました。

一般的に消雪施設から散水される地下水の水温は１３～１５℃程度と考えられますが、路肩付近においてもいくらかの熱が残されていれば、それを消雪に再利用することが想定されますが、「路面消・融雪施設等設計要領」では、末端水温を散水エリア末端部で１℃と設定しており、計算上は余分な熱は存在しないことになります。

写真６　温度測定状況（H24.3）

そこで実際にどの程度の末端水温となっているのか現地で測定を行っています（写真６）。測定結果は以下のとおりです（表１）。

表１　末端水温調査結果（浦佐地先）

	測定温度	消雪状況
車道部	１５．６℃(散水温)	散水により消雪。
路肩部	０．１℃	シャーベットが残る。

車道部は散水により消雪状態ですが、路肩部についてはシャーベットが残っています。車道部と路肩部との境界付近を流れる水温は０．５～０．６℃となっており、設計要領で設定している１℃とほぼ等しい状況がこの境界付近であることが確認できました。

３）サーモグラフィー画像調査

末端水温調査の他、路面の平面的な水温分布を把握するやめ、サーモグラフィー画像調査を実施しました。

まず、地上からの状況（写真７）をみると、シャーベットが残る路肩部分と消雪されている車道部分との境（ＳＰ１：０．６℃）がはっきりとわかります。また、このシャーベットに遮られ、消雪水が縦断方向に流れている状況となっています。

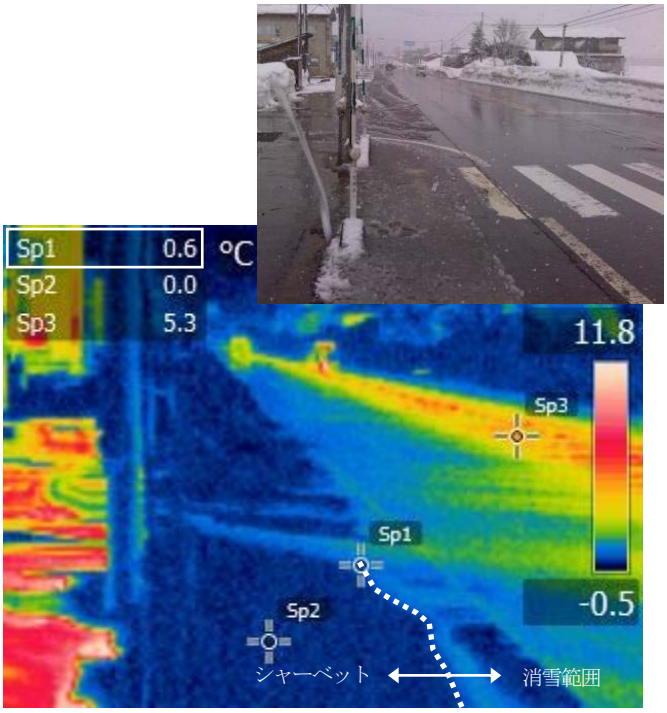


写真７　サーモグラフィー画像（浦佐地先 H24.3）

次に、横断歩道橋の上からの状況（写真８）をみると路肩部と車道部との境（ＳＰ３）での水温は１．１℃を示していますが、やはり路肩部にはシャーベットが残っています。また部分的に散水した地下水が、轍に沿って流れた末端部（ＳＰ４）での水温は３．４℃を示しています。

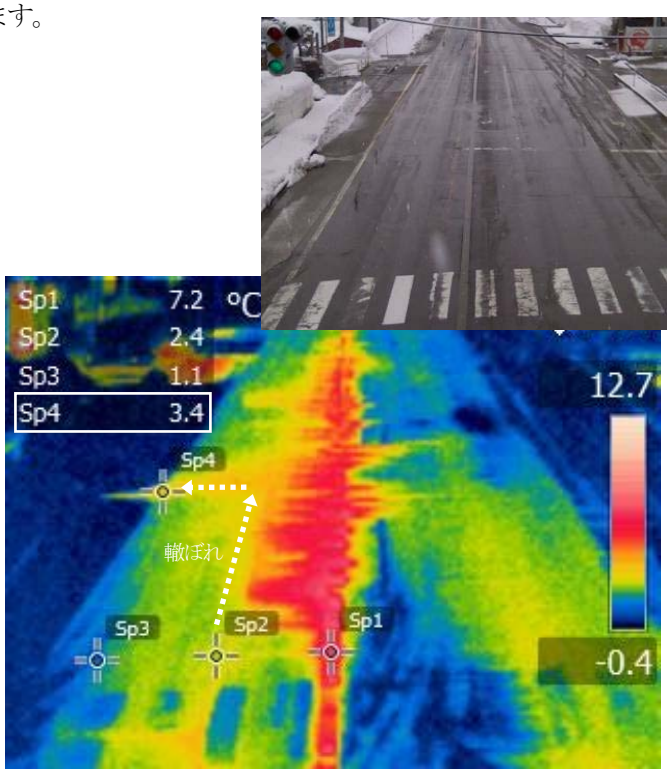


写真８　サーモグラフィー画像（浦佐地先 H24.3）

末端水温調査やサーモグラフィー画像調査結果から国道の車道部においては、消雪パイプによる散水と想定した交通量による撹拌効果で機能を果たし、散水された地下水の熱は、路肩に達するまでにほぼ使い切られていることがわかります。このため、路肩にシャーベットが残り、路肩部の雪堤として発達していくものと推測されます。

ただし、サーモグラフィー画像から末端であっても若干ではありますが、消雪する能力（熱量）を有していることが分かり、同じ散水量のままで車道部から路肩部へ散水割合を変えて散水することの可能性を表していると思います。

２－２．対策候補箇所の抽出

１）抽出条件の整理

対策候補箇所の抽出にあたって、ます消雪パイプ区間での雪堤発達要因を整理しました（図１）。

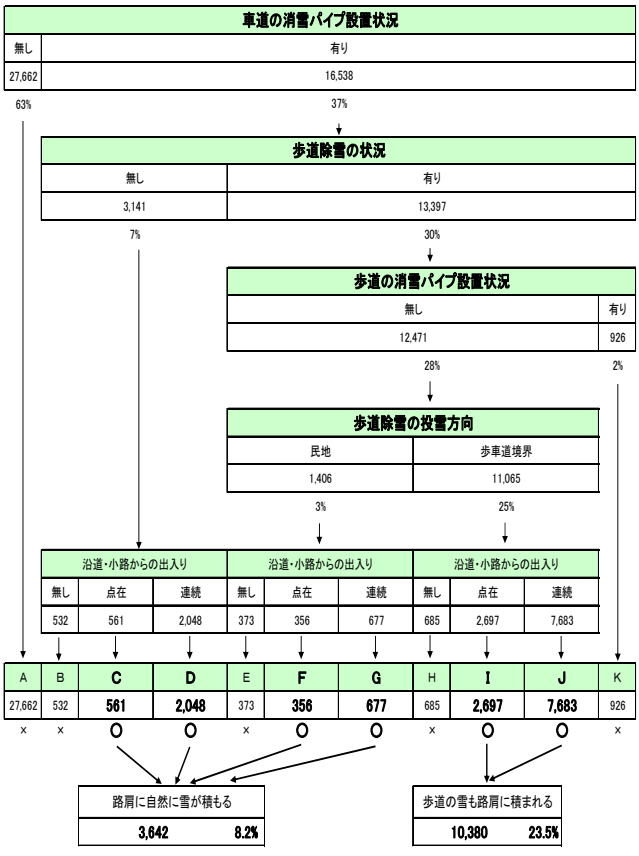


図１　雪堤要因別延長（南魚沼市美佐島～魚沼市下倉地先）

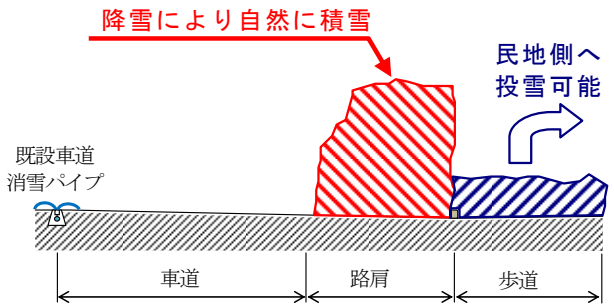
これは、小出維持出張所管内の南魚沼市美佐島～魚沼市下倉地先の上下線約４４ｋｍを雪堤要因別に整理したものです。雪堤発達の要因は次に示すとおり大きく２つに分類されます。

①　肩に自然に雪が積もり、雪堤が発達していく区間

この区間は、歩道が無いか、歩道はあっても歩道除雪に伴う雪は民地側に投雪している箇所であり、車道には消雪パイプが整備されているものの路肩に自然に雪が積もって雪堤となる区間で調査箇所の約８％を占めています（イメージ図１）。

②　道の雪も路肩に積まれ、雪堤が発達していく区間

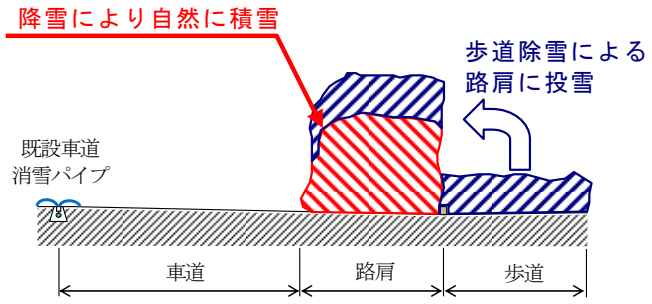
この区間は、歩道除雪に伴う雪を歩車道境界に投雪せざるを得ない区間あり、車道には消雪パイプが整備されているものの路肩には、自然に積もる雪と歩道除雪に伴う雪とによって雪堤となる区間で調査箇所の約２４％を占めています（イメージ図２）。



イメージ図１　路肩に自然に雪が積もる区間（Ｆ及びＧ区間）
※Ｃ及びＤ区間は、歩道が未設置又は歩道除雪を行わない区間。

イメージ図１の区間の雪堤は、歩道部からの雪の供給がない区間であり、自然に路肩に積もる雪によって発達していくものと推測されます。

この区間での雪堤抑制対策としては、自然に積もって発達していく路肩部の雪を消雪する対策（工法）となります。



イメージ図２　歩道の雪も路肩に積まれる区間（ＩやＪ区間）

イメージ図２の区間の雪堤は、自然に路肩に積もる雪に加え、歩道部から歩道除雪による投雪により雪堤が発達していくものと推測されます。

この区間での雪堤抑制対策としては、路肩部と歩道部とのそれぞれの雪を消雪する対策（工法）が考えられます。

２）試験施工をするうえでの設定条件

雪堤発達要因を整理した結果を踏まえ、現地での試験施工箇所の選定にあたり、以下のとおり条件を設定しま

した。

①堤抑制目標

雪堤の抑制目標としては、一般的な普通車を基に抑制する雪堤の幅や高さの目標値を想定（イメージ図３）。

【雪堤抑制範囲】

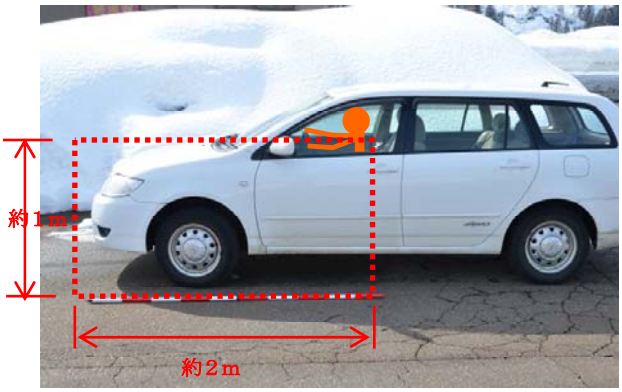
幅：自動車の先端から運転席までの距離約２ｍ

※ ほぼ路肩幅員と同じ。

高さ：運転者の目線の高さ約１ｍ

【設定目標】

路肩部（約２ｍ）の雪堤高さを約１ｍ以下に抑制する。



イメージ図３　普通車における運転席までの距離

②堤発達要因別の試行

試験箇所については、雪堤発達要因別（①路肩に自然に雪が積もり雪堤が発達していく区間、②歩道の雪も路肩に積まれ雪堤が発達していく区間）にそれぞれ選定し対策の効果・課題を確認する。

③既存施設利活用

既存の井戸（揚水）やポンプ（汲み上げ）の余力を確認する。また、既設車道消雪パイプにおいて全体散水量を変えず車道部と路肩部との分配することも考慮する。

④必要最低限の対策試行

試験施工により対策の効果・課題を確認することもあり、歩道部への散水管増設などは行わず、まずは路肩部のみの必要最低限での試行とする。

３．これからの取り組みについて

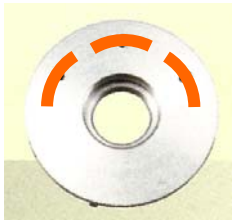
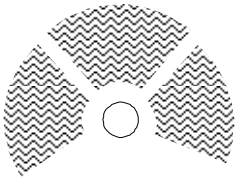
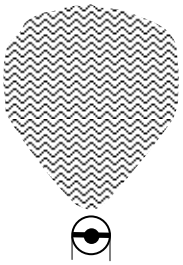
これからの取り組みとして、現在、来年冬までの試験施工に向け、現地調査を行いながら箇所の選定を実施しているところです。

また、施工箇所の選定と合わせて、現地状況を踏まえた散水ノズル形状についても検討しているところです（表２）。

その後、現地施工箇所において、対策の効果や課題を抽出したいと考えています。

表２　最適ノズルの検討イメージ

※現在、散水量とひろがり試験により確認中。

ノズル形状	ボックス型	露出型
散水構造（案） ※イメージ	 三日月型のノズル孔に加工（既存改良）	 切欠き加工により丸孔から円錐状に散水
散水形状 ※イメージ		
散水方法	路面からの散水	路肩（少し高い位置）から散水

４．最後に

今回は、検討の途中段階での報告となっておりますが当該地域が抱える「雪堤」に伴う交通安全上の課題を既存施設の利活用により解消し、安全で安心して国道からの出入りができるよう検討を進めたいと思います。

凍結防止剤散布車の自動散布操作装置の検討

キーワード；除雪、凍結防止剤散布、ガイダンス

浦澤　克己[1]・藤巻　聡[1]

1. はじめに

除雪作業に占める凍結防止剤の散布費用は年々増加傾向にあり、一層的確な散布の実施とコスト管理が冬期道路管理上の課題となっている。

今回、「凍結防止剤散布作業の出来形管理技術」の開発で得られた成果（位置情報取得・判別技術）を応用し、自動散布操作装置の開発検討を行った。

自動散布操作装置とは、オペレータの操作に依らず、位置情報、散布計画区間情報、現場状況（気温、路面性状）等を取得、判定し、自動的に散布を行う装置である。

2. 出来形管理技術の概要

「凍結防止剤散布作業の出来形管理技術」は、従前より、北陸地方整備局管内で除雪機械の稼働管理に使用している「建設機械施工管理システム」では把握できなかった凍結防止剤散布作業の出来形（いつ、どこで、どれくらい散布したのか）を把握――みえる化――する技術である。平成２３年度までに開発を行い、北陸地方整備局管内の散布車へ順次導入予定としている。（Ｈ２４年度９台、Ｈ２５年度３０台）

図-1　出来形管理技術の概要

3. 散布作業の実態

自動散布操作装置の開発に先立ち、散布作業の実態について、出来形管理システムを用い調査・検証を行った。

3-1 散布の開始・終了位置

現状の人為操作において、適切な位置で散布が行われていたかについて検証を行った。

図-2は、ある橋梁付近における、作業ごとの散布開始・終了位置を示したものである。作業により開始、終了位置にバラツキがあることが分かる。

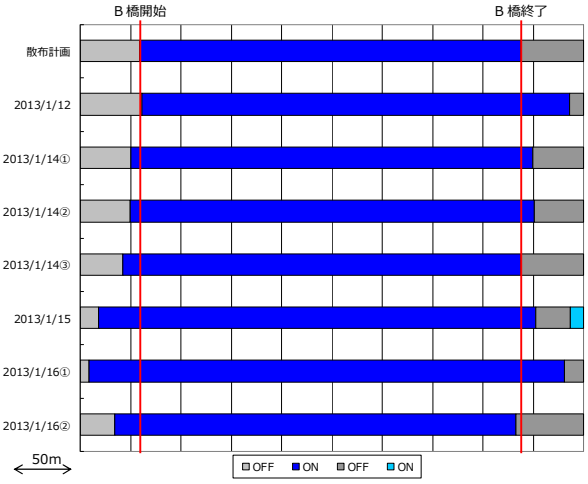


図-2　同地点における散布開始・終了位置の違い

3-2 散布幅

現状の人為操作において、適正な幅で散布が行われていたかについて検証を行った。

表－1は、多車線区間のある工区の１月中旬の２週間のデータである。散布された凍結防止剤の総量31,746.6kgに対して、散布幅を適正に設定することにより低減可能と考えられる量は1,843.5kg（全散布量の約5.8%）であった。

表-1　散布幅による削減・不足量

散布作業	作業時間（分）	作業距離（km）	削減・不足量（kg）
適切な散布幅	450.9	199.9	0
過大な散布幅	229.4	102.0	-2760.6
過小な散布幅	77.5	39.9	917.1
合計（削減量）	757.9	341.8	-1843.5

散布を行った際の現地状況と突き合わせての検証はできなかったため、前述の全てを低減可能とまでは言えないが、自動散布操作装置の導入により、一定の散布量の低減効果は期待できるものと考えられる。

また、散布量の低減だけでなく、必要な散布幅を満たさない散布や、開始・終了位置のバラツキを無くすことで、散布作業の品質向上も期待できる。

※1国土交通省北陸地方整備局　北陸技術事務所　施工調査・技術活用課

4. 開発構想の検討

現場ニーズと、過去の研究事例や要素技術として活用が可能な市場技術を調査し、自動散布操作装置の開発構想をとりまとめた。

開発構想は、「散布計画に基づく散布」、「路面状況による散布」、「オペレータへのガイダンス」の３種類の機能を有するものとした。（図-3）

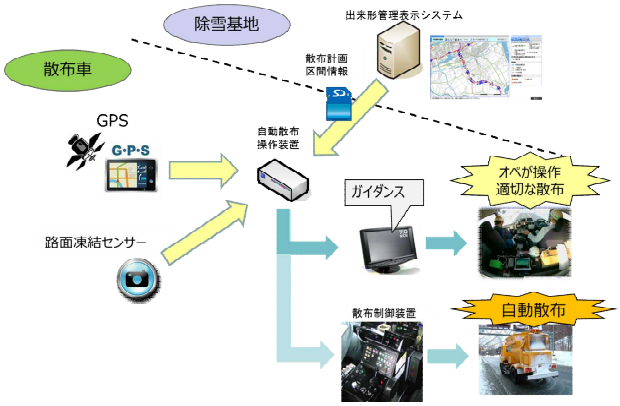


図-3　全体開発構想図

4-1　散布計画に基づく散布機能

散布計画区間の起終点、標準の散布量、散布幅等の情報を、凍結防止剤散布車へ搭載する散布をコントロールする装置（自動散布操作装置）へあらかじめ取り込んでおき、散布作業の際、GPSにより得られた現在地と、取り込んでおいた散布計画区間情報を照合、現在地に応じた散布の開始、停止、幅・量の変更などの制御信号を散布制御装置へ送り散布を行う。

4-2　路面状況による散布機能

路面凍結センサーで凍結を判別し自動散布操作装置へ情報を送る。凍結の場合、自動散布操作装置から、散布開始の制御信号を散布操作装置へ送り、散布を行う。

4-3　ガイダンス機能

開発構想の全機能を備えた装置は、かなり高額となるため、より現実的な現場導入の選択肢として、「ガイダンス機能」についても構想に加えた。

「ガイダンス機能」とは、散布制御装置へ送る信号を用い、その箇所に応じた操作案内をモニタへ表示し、それに従いオペレータが操作を行うことにより、適正な散布を可能とする機能である。

5.　試作装置の開発

とりまとめた自動散布操作装置の全体構想のうち、要素技術の精度、開発コストを考慮し、今回は操作支援機能に開発の主眼をおくこととし、散布計画をもとに散布制御装置へ操作信号を送るまでの部分と、ガイダンス機能を有する装置１台を試作した。（図-4）

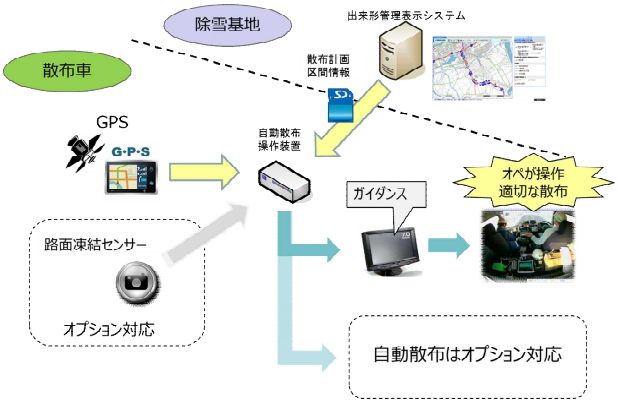


図-4　試作装置開発範囲

5-1 試験装置の構成

試作装置は本体、位置検出装置、モニタ、外気温計より構成される。（図-5）

本体は、専用機でなく、耐衝撃性を有する汎用のパソコンを使用した。これにより調達コストの低減と製作期間の短縮を図った。

位置検出装置は、一般的なＧＰＳでは誤差が大きく（数十m）、正確な区間に散布することが難しいため、より精度が高いＤ－ＧＰＳとした。また、衛星信号の受信状態が悪い場合の補完対策として自立航法による補正を可能とするため、ジャイロ、加速度センサーを搭載した機器とした。

モニタは、視認性のよい大型（７インチ）サイズとし、運転席中央のダッシュボード上に設置するものとした。

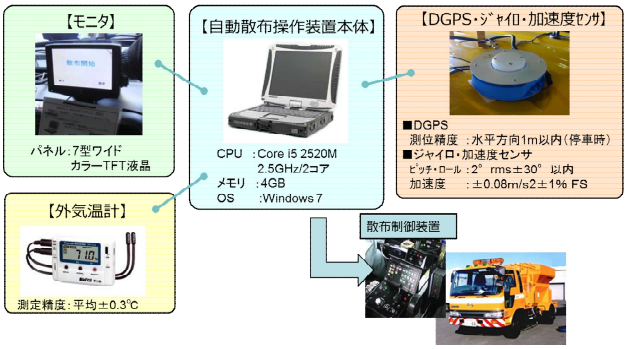


図-5　試作装置の構成

5-2 ガイダンス画面

ガイダンス機能の画面について図-6のような構成とした。特徴は以下のとおり。

①瞬間的に判別可能なよう、できるだけ文字を減らし、アイコン、色、数字で必要な情報を表現した。

②内容は、散布計画区間、交差点の手前、橋梁部、道路の幅員が変化する箇所と、それらの50m、100m、150m手前を画面に表示。

③画面表示にあわせ音声による案内も行う。

④将来、自動散布を行う際に動作状況の確認画面として使用することも想定した。

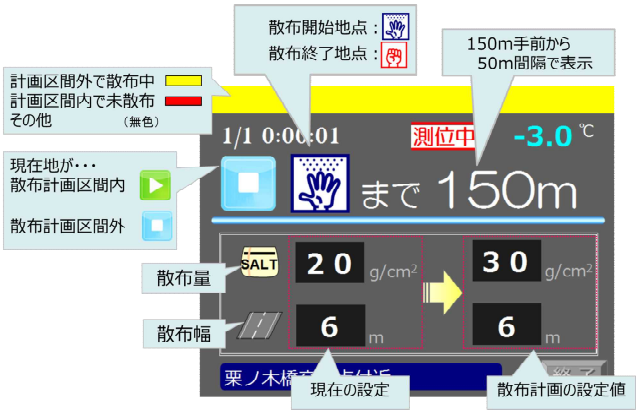


図-6　試作したガイダンス画面

6.　現場性能検証試験

試作装置を現場に配備されている凍結防止剤散布車１台に取付け、実際の凍結防止剤散布作業において検証試験を実施した。

試験工区：新潟除雪工区
（新潟国道事務所 新潟維持出張所管内）

試験期間：2013.1.11～1.17

取付機械：凍結防止剤散布車（湿潤式４×４）

検証試験期間中、当該散布車が凍結防止工、および巡回工に出動した回数は３１回、総作業時間５２時間、取得した作業データは約９３万件（作業状況を０．２秒間隔で記録）であった。この際に得られたデータと同車両に取り付けたドライブレコーダ（車載カメラにより動画を撮影する装置）の記録を用いて以下の検証を行った。

図-7　現地試験状況

6-1 位置情報の精度

位置情報の精度について、ドライブレコーダの映像記録より検証を行った。具体的には、道路基準点を通過した時刻を確認し、同時刻に自動散布操作装置で収集した位置情報を比較することにより誤差を判別した。

結果として、走行速度が早くなるに連れ誤差は大きくなっているが、散布作業を行う際の標準的な走行速度（平均時速40km/h）では誤差の平均値４m、中央値も３m程度と散布開始・終了時の精度としては問題なく位置情報を計測できている事が確認できた。

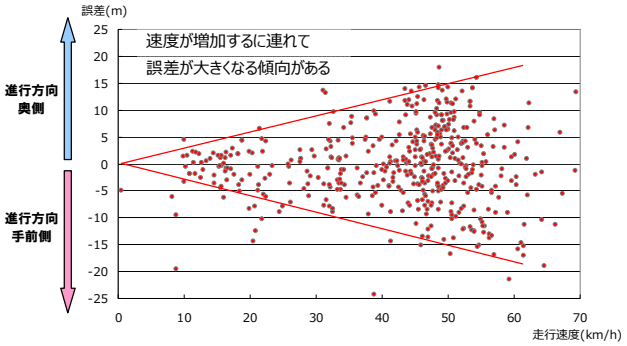


図-8　走行速度と測位誤差

6-2 ガイダンス位置の判定精度

ガイダンス位置の判定については、一定の幅を設定し、その内側を車両が通過した場合に行うこととした。

幅は、本線上では３０m、紫竹山インターのランプ部では、本線上のガイダンス情報提供位置と交差しないよう６mで設定した。

設定した位置でガイダンスされたかについて、この設定幅内を通過したかどうか、データ記録より検証を行った。

検証の結果、建物の影響によりＧＰＳの測位精度が低い箇所や、設定幅を狭めたインターのランプ部で、設定幅内を通過しない（判定できない）場合があり、情報が提供されないケースが一部に見られた。

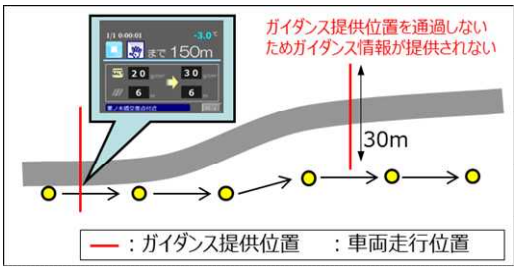


図-9　ガイダンス情報の提供位置

表-2　ガイダンスの判定状況

	市街地部（国道7号・国道116号）	国道49号	紫竹山インター
特　徴	GPSの測位精度が悪い地域でガイダンス情報の提供幅は30mを設定	GPSの測位精度が良い地域でガイダンス情報の提供幅は30mを設定	紫竹山インターのランプ部でガイダンス情報の提供 幅は6mを設定
ガイダンス情報の提供状況※	6,245/6,532	6,977/7,006	136/152
	95.60%	99.50%	89.50%

6-3 処理のタイミング

ガイダンス位置の判定処理から、実際に機器が動作し、散布が開始されるまでのタイムラグについて、データ記録及び映像記録により検証を行った。

結果、ガイダンスの判定処理は1/1000秒で行われていたが、そこからガイダンス情報を画面に表示するまでに

0.5秒、更に散布制御装置の人為的操作から実際に円盤から散布剤が放出されるまでに1.8秒がかかることが確認された。

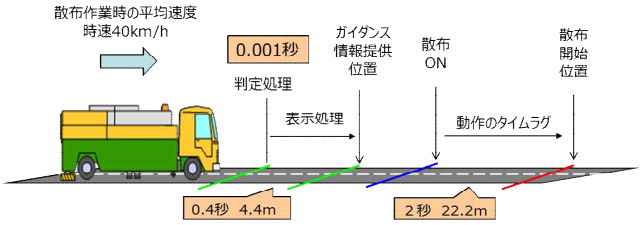


図-10　機器動作のタイムラグ

6-4 オペレータの評価

検証試験終了後、試作装置を操作したオペレータを対象に「装置の使い勝手」、「ガイダンス内容」、「提供のタイミング」等についてヒアリング調査を行った。

オペレータからは、ガイダンス情報は、画面も見やすく操作も簡単で、凍結防止工に利用可能であるとの回答が得られた。

また、円盤回転方向、及び路温・路面状況についても情報提供のニーズがあることを確認した。

7. 今後の課題

7-1 ガイダンスが提供されない場合の対応

ＧＰＳの測位精度が悪く、ガイダンスが提供されない箇所では、提供位置の判定幅を拡げることで、判定精度の向上が期待できる。

また、停車時に車両位置のズレが生じるケースが生じたが、これについては、ソフトウェア側で停車を判断し、停車時の位置情報を保持することで対応可能と考えられる。

7-2 タイムラグの考慮

散布制御装置の動作で1.8秒のタイムラグがあることが確認できた。自動散布で正確な散布位置を担保するためには、散布開始の制御信号をこれらを考慮した事前の位置で送信する必要がある。

また、ガイダンスの場合には、更にモニタへの表示までのタイムラグ0.4秒、及びオペレータが画面を視認してから操作を行うまでの反応速度を考慮し、より手前でガイダンス情報を提供する必要がある。

8. 導入・運用マニュアルのとりまとめ

自動散布操作装置について、他の地方整備局、地方自治体など様々な現場への普及を可能とするため、現場状況に応じた機能の組み合わせと導入費用を整理し、「自動散布操作装置　導入・運用マニュアル（案）」としてとりまとめ、導入におけるメニューを整理した。

路面の凍結状況を判別し、完全自動で散布を行う装置の導入には１０００万円を超える費用が必要となるが、試作装置と同等の機能の装置であれば、１５０万円程度で導入が可能である。（出来形管理車載装置を装着した車両へ取り付ける場合。ソフト、データ作成費は別途。）

図-11　導入マニュアルのイメージ

9. まとめ

今回の検討において、自動散布操作装置の基本機能の検証ができた。

装置の導入により、冒頭で検証したような散布量の低減が可能になるとともに、必要な散布幅を満たさない散布や、開始・終了位置のバラツキを無くすことで、散布作業の品質向上も期待できる。

今後、北陸地方整備局で除雪を担当する事務所へ１台づつを目途に導入し、さらに現場適応性の検証を重ねた後、全面展開を図る予定である。

なお、路面状況による散布機能については、路面性状判別技術等、要素技術の精度向上・コストダウンに注視し、実用化のタイミングを見極めることが必要である。

また、凍結防止剤散布作業のワンマン化に向けて、自動散布の外に、作業日報の自動作成技術について検討する必要がある。これについては、開発した装置で収集できる「時刻」、「気温」、「散布量」などの情報を利用し構築することが考えられる。

10. あとがき

開発した技術は、凍結防止剤散布作業に限らず、他の作業への応用も可能である。

たとえば、除雪トラックや除雪グレーダにおける除雪作業時に、橋梁のジョイントやマンホール等障害物の位置をオペレータへガイダンスすることにより、接触による除雪機械・道路構造物の損傷を軽減させる等の応用が可能と考えられる。今後の開発テーマとして検討していきたい。

凍結防止剤散布作業の効率化について

嶋原　謙二*1

1. 背景

2010年10月19日、鳥取県では、事故を起こした運送会社が道路管理者である鳥取県を相手に損害賠償を求め、「凍結した路面で事故を起こし損害を受けたのは鳥取県の道路管理が不十分だったため」として、鳥取県に対し約280万円の支払いを命ずる判決がでた.

ちょうどこの頃、道路維持管理費が一律削減され、冬期の道路管理に対する危機感が強まった.

道路利用者の安全を確保しながら、どのように道路除雪費の削減を行うかが命題となり、私の除雪担当者としての挑戦の日々が始まった.

今回の報告では、冬期道路管理の様々な取り組みのうち、除雪作業全体の半分以上を占めている凍結防止剤散布作業に注目し、コスト縮減を目指した取り組みとその経緯について紹介する.

2. 長野国道事務所の冬期道路管理について

長野県はスキー場及び温泉地といった首都圏から比較的近くかつ大規模な観光地を幾つも抱えており、冬期にも多くの観光客が首都圏からやってくる. その中にはノーマルタイヤの車両も少なからずある.

長野国道事務所は長野県内の幹線道路である国道 18号、19号、20号、141号及び新直轄自動車専用高速道路である中部横断自動車道(長野県区間)の各路線(約 292 km)の管理を行っており、全線が寒冷地に指定され、そのうちの 82kmは積雪地域に指定されている.

特に新潟県境と接する信濃町は特別豪雪地帯として年間累計積雪量は10m を越える.

また盆地地形のため、気温が−10℃ を下回ることも珍しくない.

加えて、各県境部には標高1,000m 前後の峠があり、そこでは気温が 1 時間で 5℃ 程度下がるなど気候の変動が激しく、冬期の路面管理をいっそう難しくしている.

3. 凍結防止剤散布作業の現状と課題

(1) 凍結防止剤散布作業の現状

長野国道事務所では、路面の凍結の恐れがある場合、凍結防止剤散布車を用い、凍結防止剤散布剤として塩化ナトリウム散布量 20g/m2 を基本とし、路面状況や除雪請負者（作業員）の経験と勘により、基本散布量を増減させながら散布作業を行っていた.

長野国道事務所管内では、平均して年間約 3,300ｔ(約5,000万円）の塩化ナトリウムを散布していた.

(2) 凍結防止剤散布作業の課題

現行の散布作業では、塩化ナトリウムの散布量や散布時期を決める明確な指標となる数値がないため、路面状況に応じた散布作業ができているか不明であった.

したがって散布作業の効率化、コスト縮減を図る上で、どんな指標に基づいて進めればよいのか皆目見当もつかない状況であった.

そもそも、現在行っている凍結防止剤の散布方法で、確実に安全を確保できているかさえ、私自身、自信をもって回答ができないという恥ずかしい状況であった.

加えて、それまで熟練作業員の経験や勘に頼るところが大きかった凍結防止剤散布作業であったが、彼らの高齢化による世代交代のため、技術が適切に受け継がれていないことも問題となってきていた.

4. 課題解決のためのプロセス

凍結防止剤散布作業における問題を解決するにあたり、自分なりに問題を提起し、ひとつひとつ追及していった. 以下に提起した問題と解決のプロセスを紹介する.

(1) そもそも熟練作業員の経験や勘とは何か.

多くの除雪の作業員や作業責任者に対してヒアリングを行った.

ヒアリング結果

○天気予報以外に上空の寒気の温度と風向きで天候や気温を予想している. 過去の経験から路面が凍ると思われる際には早めに準備、出動している.

○橋梁、日陰、トンネル坑口は周辺より路温が低いと考え、危険箇所として散布時期を早めたり散布回数を増やして対応している.

○散布量や散布回数は路面状況と天候及び路温を総合して決定. 路温は手測り、路面状況は目視で判断している.

ヒアリング結果から考察したこと

●地元で長く生活している方が持つその地域の気象特性を経験とよんでいる. しかし、自然相手なので不確定要素が大きく、管理瑕疵を避けるために、塩化ナトリウムの散布量を多めにしている可能性があると考えた.

●日常常識的に考えられる感覚を勘とよんでいる. しかし感覚を裏付けるデータがないので実態と剥離している可能性があると考えた.

そのため感覚や経験値を数値化して確認することができれば、コスト縮減のヒントになると考えた.

*1　関東地方整備局　長野国道事務所　調査課 (026-264-7006)

⑵ そもそもなぜ塩化ナトリウムを撒くのか.

塩化ナトリウムの特性について調べた.

教科書の回答

○塩化ナトリウムを水の中に混ぜることにより、水の凝固点が下がるという性質を利用し、路面上の水が凍らないように管理している. (図-1 路面と塩分濃度との関係)

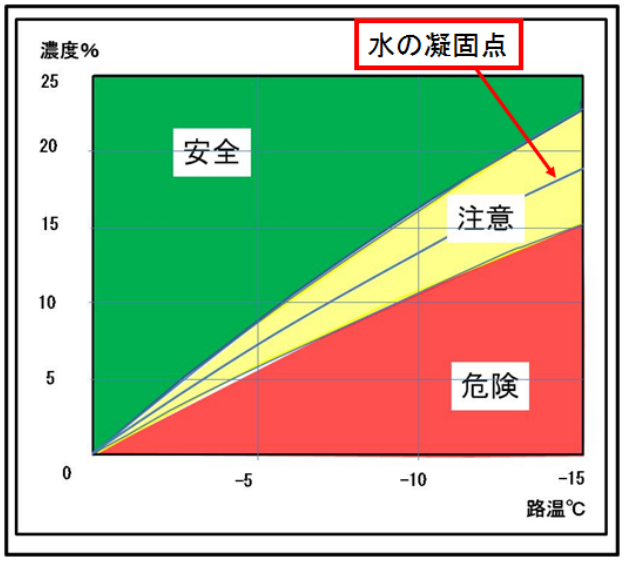


図-1 路面と塩分濃度との関係

教科書の回答から考察したこと

●対象路面の路温と塩分濃度の関係がわかれば、塩化ナトリウムの散布必要量が算出されるのではないかと考えた.

そのためにはまず路面温度と塩分濃度を正確に計測できる計測器の有無の確認、計測器を用いて調査を行った実績、及び長野国道事務所管内での適用可否を確認することが必要になった.

a) 計測器について

各団体が発行している、冬期道路管理に関する報告書や、雪みらい等のイベントでの資料収集により、気温、路温及び路面上の塩分濃度を計測することができる計測機器を見つけた.

b) 機器の使用実績について

近畿、北陸、中部の各地方整備局において、除雪の効率化を検討している中で、同機器を試験的に採用を始めていることがわかった.

c) 長野国道管内での適用可否について

この機器の精度、測定範囲及び機能等について問い合わせ等を行った結果、当方の要求を満たしていることが確認された.

そのため、この機器を利用することで、長野国道事務所における凍結防止剤散布作業の原状把握行い、その結果を利用して、効率的かつ安全な凍結防止剤散布の提案ができると確信できた.

(3) そもそも効率的な散布作業を行うために必要なことは.

機器を使うのは人であることから、現場を監督する出張所職員や除雪請負者に使ってもらうために必要なことは何かを考えた.

●説得力があること

経験や勘に頼って行っている作業を数値化したものと実際に機器を用いて測った数値とを比較することにより、感覚だけに頼るのは危険であり、数値を確認することにより道路利用者にとって安全が確保されることを、除雪関係者に理解してもらうこととした.

●簡単であること

作業員が難しいと感じては使われない可能性があると考え、誰が見ても簡単だと感じるマニュアルを作成することとした.

計測に手間と時間がかかる路温ではなく、気温と地図によって散布量を決められないか調整した.

5. 調査結果と対応

(1) 2010年度及び2011年度の調査

長野北部区間(図-2)(長野市豊野町～信濃町野尻(新潟県境))の凍結防止剤散布車1台に路温センサー、塩分濃度計及び散布記録装置を試験的に設置(写真-1)し、気温、路温、塩分濃度、散布量及び位置情報を記録し、実態調査を行った.

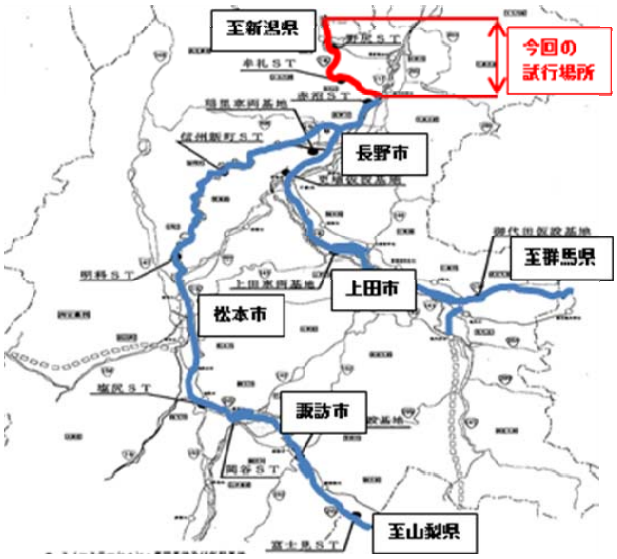


図-2 試行場所(長野北部区間)

写真-1　機器設置状況

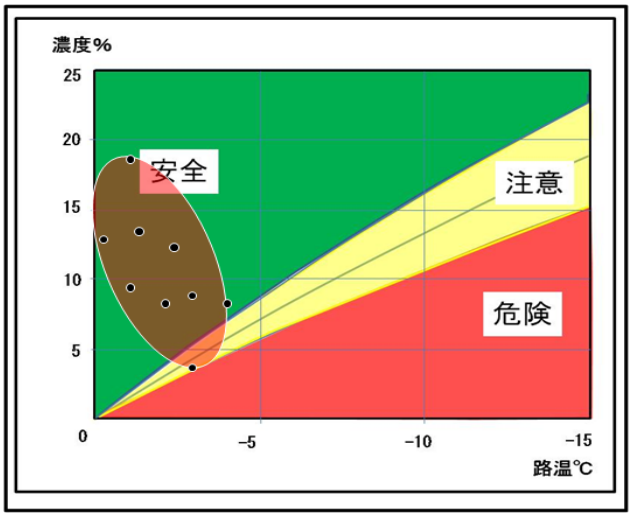


図-3　2011年12月31日朝の散布データ

a)　調査結果

調査の結果、路温０℃前後の範囲で、必要散布量よりも多く撒いている傾向が確認された．例として 2011年12月31日の散布データを添付する．（図-3）

この日は路温が-4.3℃～-0.1℃で塩分濃度が3.25～18.75%であった．これは部分的に5g程度散布する必要はあったものの、基本的に散布の必要なかったことを示している．

しかし作業者は単純に気温が0℃以下であったため、標準散布量5-30g/m2を断続的に散布していた．

このように、人の感覚的な部分を「見える化」できれば、散布量の低減が図れることが確認できた．

また、当該区間で部分的に路温あるいは路面上の塩分濃度が下がっている箇所が確認できた．

調査の結果、橋梁あるいは日陰部が当てはまった。

しかし路温が低いといわれていたトンネル坑口では路温の低下が観測されなかった．

また道路外からの流水、舗装の劣化による水溜り、あるいは舗装の種類が大きな原因となり塩分濃度の低下が見られることが確認できた．

b)　調査結果を受けた対応

調査の結果を受け 2012 年度の除雪作業に向けて、使いやすい凍結防止剤散布作業マニュアルを作成した．

マニュアルの冒頭で、今回のマニュアル作成に当たっての意義を説明し、利用者の説得に努めた。

また毎回、路温を用いて路面管理をするのは困難だと考え、本工区の路温と気温の相関関係を調査し、気温のみで塩化ナトリウム散布量を設定できるよう一覧表を作成した．（表-1）

表作成の際、1 時間で 5℃程度の温度低下があることを加味し、温度帯を広く設定し、頻繁に散布量変更しなくてもよいように工夫した．

表-1　標準散布量(案)　長野北部区間用

気温区分	予想される路面温度	現在の散布量	標準散布量の提案
－1℃以上	～0.2℃	20g/㎡	5g/㎡
－1～-5℃	1.7～-1.8℃	20g/㎡	15g/㎡
-5～-9℃	-2.2～-4.3℃	20g/㎡	20g/㎡
-9℃以下	-5.5～-7.7℃	20g/㎡	30g/㎡

また作業者がリアルタイムの路面状況(塩分濃度や路温)をキャビンのモニターで助手が見られるように、「見える化」をはかり、路面が必要塩分濃度に達していない場合警報を発砲するようにし、作業員が安心して作業できるように必要な機器の設置を行った．

同時に気温、路温、塩分濃度、散布量及び位置情報を記録できる記録装置を凍結防止剤散布車内に設置し、記憶媒体（USB）でいつでも取り出し、除雪請負者や出張所監督職員がいつでも情報を利用できるようにした．

さらに、工区内の特異な位置点（必要塩分濃度が低下する区間）については、マニュアルの中に塩分濃度が低下する理由と位置を図化したものを入れ、作業員が対応しやすいようにした．

同時に調査により、危険箇所として抽出された箇所について、各々必要な対策を立てることができた。

例えば、路肩からの流水を防ぐために縦断方向にカッターを入れること、或いは道路構造上対応できない箇所については、標準散布量(案)一覧表のので指示された散布量に対して、１段低い気温帯で指示されている散布量を使用することとした。

特に、当該工区の最も路温が低い危険箇所に路面流熱センサーを試験導入し、路温の傾向管理を行うことにより、適切な時期での散布出動を目指した。

6. フォローアップ結果

2012年度、長野北部区間（長野市豊野町～信濃町野尻（新潟県境））において2011年度作成したマニュアルを基に、確認作業(フォローアップ)を実施した．以下にその結果を紹介する．

a) コスト縮減

仮に2012年度に以前のように一律標準散布である20g/㎡で塩化ナトリウムを散布したと仮定した値と比較すると、塩化ナトリウム散布量約50%、散布作業全体のコスト約30%の削減が達成された．(図-4)

また、2012年度と同じような気象条件であった2010年度と比べても2割以上の散布作業全体のコスト削減が達成された．(図-5)

b) 安全性

コストを削減しながらも、安全な路面管理を行うことができた．

例えば今回の試行期間中である2011年3月28日11時40分、上水内郡信濃町野尻地先(長野新潟県境近くの交差点付近)において車同士の死亡事故が発生した．

所轄の警察署から担当出張所の職員が、当日の路面状況や散布作業状況について事情聴取を受けた．
この際、事故現場での散布時間帯や路面状況を記録したデータを提示することによりすぐに解決した．

c) 冬期道路管理従事者の精神的負担の軽減

路面流熱センサーの活用により、現状及び近い将来の路温が把握でき、かつ出動条件に近づくと警報音が鳴る等、危険な状態を目や耳で確認できるようになったため、作業関係者から精神的負担の軽減になったと喜ばれた．

7. 今後の予定

長野国道事務所の他のすべての除雪工区において、同様な手法で調査を行い、各除雪工区の特性を入れた凍結散布マニュアル（標準散布(案)及び危険箇所を図示化したマップ）作成を行う予定である．

また今回、排水性舗装区間の調査を行う中で、今まで寒冷地では不向きとされていた排水性舗装が、積雪がない場合、一概には不向きと言いきれないというデータが収集できた．密粒アスファルト舗装に比べて排水性舗装の方が残留塩分濃度の持続時間が長かったのである。(図-6)（図-7)

今後更に詳細な調査分析を行い、寒冷地における排水性舗装の利用方法についても、新たな提案を行いたいと考えている．

謝辞：長期にわたる本取り組みに対し、ご協力いただいたすべての関係者の皆様に心から御礼申し上げます．

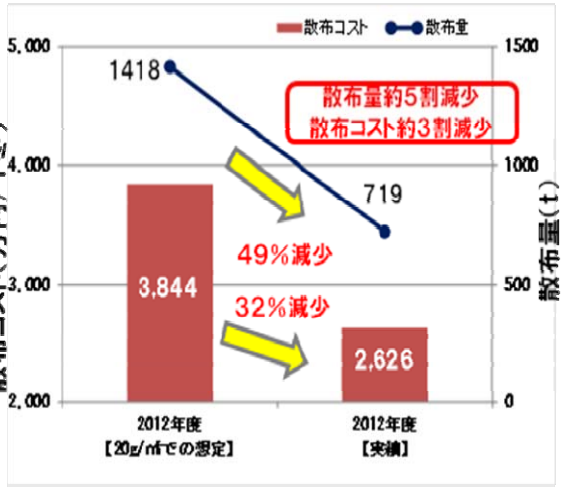


図-4　標準散布量との散布量及びコスト比較

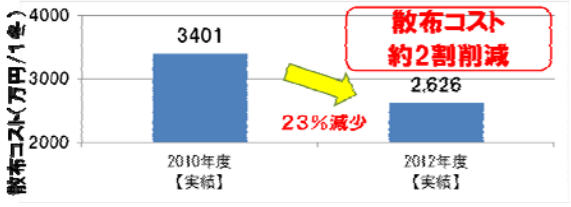


図-5　2010年度とのコスト比較

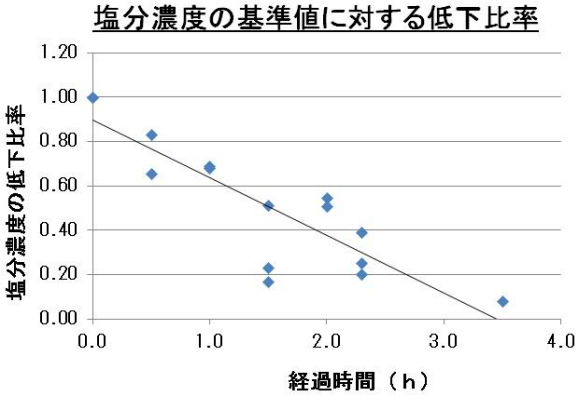


図-6　密粒アスファルト舗装の塩分濃度低下率

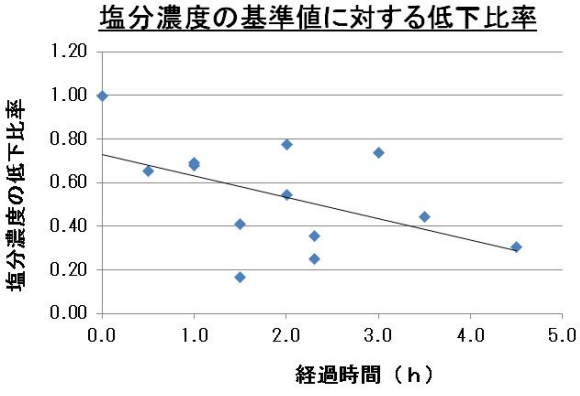


図-7　排水性舗装の塩分濃度低下率