

除雪車の交通事故対策技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 26

担当チーム：寒地機械技術チーム、寒地技術推進室

研究担当者：住田則行、山崎貴志、三浦 豪
石川真大、平 伴斉、齋藤 要、
鶴澤利樹

【要旨】

除雪車が関係する事故は北海道の国道だけで毎年 20 件前後発生しているが、除雪車は質量が大きく、また、除雪装置等の突起物があるため、相手側の被害が大きくなる傾向がある。一方、事故で除雪車が損傷すると、その修理期間中は除雪体制の確保に支障をきたす事態となるため、除雪車が関係する事故を減らす技術や手法が必要である。

そこで、除雪車が関係した事故の調査分析、除雪車周囲の一般車両の行動特性の調査分析および事故減少に寄与できる技術の検証を行った。

その結果、相手車両との衝突事故対策としては、除雪車周囲の一般車両への注意喚起、除雪車の自損事故対策としては、車両前方にある除雪装置への衝撃緩衝機構の付加、巻き込みなどの人身事故対策としては、赤外線カメラによる人物認識および除雪車の動きの特殊性と危険性に関するオペレータや歩行者等への啓蒙が有効であることを確認した。

キーワード：除雪車、除雪装置、交通事故、事故対策、注意喚起

1. はじめに

積雪寒冷地では、除雪車が関係する交通事故が毎年発生している。北海道の国道における除雪車の交通事故件数は年に 20 件前後で、その内、人身事故は 1～2 件発生し、数年に一度は死亡事故が起きている。なお、この除雪車の人身事故率は、一般車両（27.1 件/億台 km）¹⁾ とほぼ同程度である。

除雪車は車両質量が大きく、除雪装置等の突起物があるため、事故の相手側の被害が大きくなる傾向がある。一方、事故で除雪車が損傷すると、除雪車自体の修理中は稼働できないため、除雪体制の確保に支障をきたす事態となる。

交通事故による相手側の被害を減らすとともに、除雪車自体の損傷による不稼働状態を回避して円滑な道路交通を確保するためには、除雪車が関係する交通事故を減少させる技術や手法が必要である。

本研究は、除雪車が関係した交通事故の調査分析等から事故形態などを把握し、どのような事故対策技術や手法が有効であるかを検証した。



写真-1 除雪車との交通事故による相手車両の損傷状況



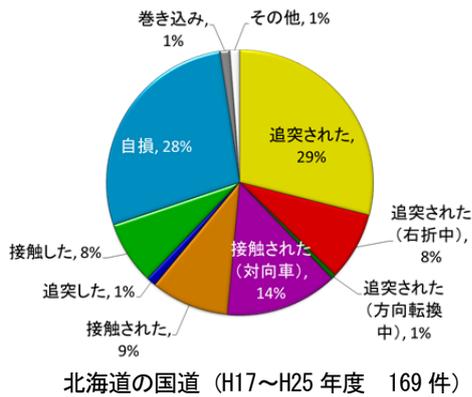
写真-2 事故による除雪車の損傷状況

2. 除雪車に関する調査分析

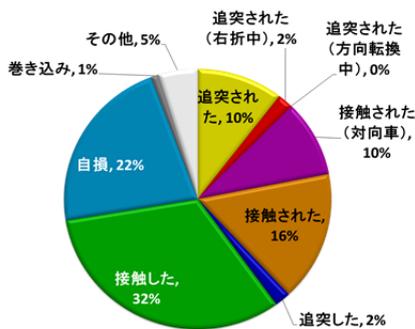
2. 1 除雪車が関係する交通事故の調査分析

(1) 調査概要

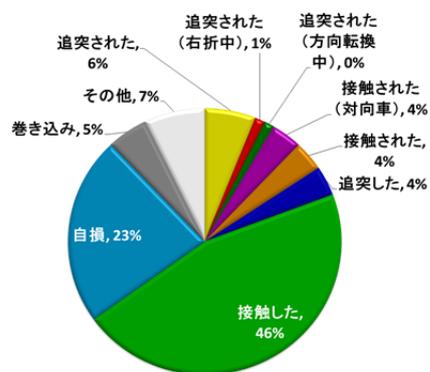
北海道の国道で発生した除雪車が関係する事故のヒアリング調査を、除雪業者のオペレータと現場代理人に対して実施した。また、道道および市道（札幌市）で発生した除雪車が関係する事故について、それぞれ北海道および札幌市からデータ提供を受け、事故形態などの分析を行った。



北海道の国道 (H17~H25 年度 169 件)



北海道の道道 (H20~H25 年度 105 件)



札幌市の市道 (H19~H25 年度 83 件)

図-1 除雪車が関係する交通事故の形態

(2) 調査結果

事故形態を図-1に示す。国道の事故は「追突された」、「自損」、「接触された」が、札幌市の市道の事故では「接触した」、「自損」の割合が高くなっている。道道の事故は「接触した」、「自損」、「接触された」の割合が高く、国道と市道双方の特色を合わせ持った中間的な傾向が見られる。

また、「自損」事故の分析から、衝突頻度の高い道路構造物等は、橋梁地覆、縁石、マンホール蓋縁枠で、それに衝突する除雪装置の部位は、車両前方にある除雪装置の左・右端部であることがわかった。

それぞれの事故発生状況から、「追突された」、「接触された」事故については除雪車周囲の一般車両への注意喚起、「自損」事故については除雪装置への対策、発生割合は低い「巻き込み」については死角の把握、除雪車の動きの特殊性や危険性に関するオペレータや歩行者などへの啓蒙等が有効であると判断した。

2. 2 除雪車周囲の一般車両行動特性の調査分析

(1) 調査概要

作業（走行）中の除雪車周囲の一般車両の行動特性を把握するために、一般（乗用車と事業車）ドライバーへのアンケート調査および除雪車に取り付けたドライブレコーダーの映像分析を行った^{2) 3)}。

アンケート調査は、乗用車ドライバーに対しては、除雪車に対するイメージや走行中に除雪車に遭遇したときの印象などについて、事業車ドライバーに対しては、除雪車を危険に感じるとき、除雪車を追い越すときやすれ違うときなどの印象と、そのときの注意点などを問うものとした。

ドライブレコーダーは、北海道の一般国道 274 号日勝峠の日高町側の工区を担当する北海道開発局室蘭開発建設部日高道路事務所の除雪トラックに取り付けた。

このドライブレコーダーは、同時に 4 方向のカメラ映像を約 100 時間記録できるもので、除雪期間中の 1 ヶ月間、除雪に出動した際の除雪車周囲車両の映像を記録した。除雪トラックおよびドライブレコーダーを写真-3 に、カメラ取り付け位置と記録映像表示画面を図-2 に示す。



写真-3 ドライブレコーダー装着車（同型車）

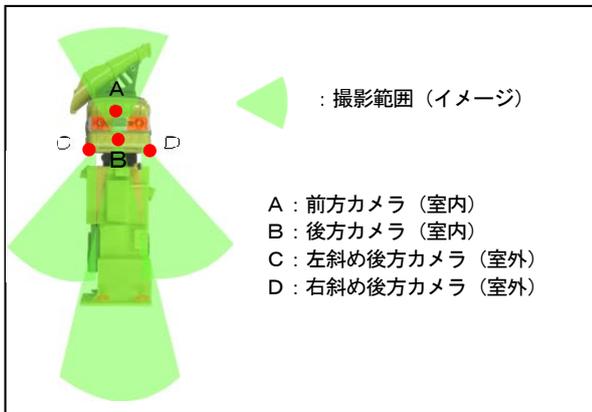


図-2 カメラ取り付け位置（上図）と映像表示画面（下図）

(2) 調査結果

アンケート調査結果を図-3～5に示す。図-3は、乗用車ドライバーが除雪車に遭遇したとき除雪車だと気づく距離を示す。300m程度の十分遠くから認識しているドライバーが約70%と多く、100m程度に近づいてから気づくドライバーも約30%とかなり見受けられる。北海道の郊外では、冬期においても時速60km/h程度で走行していることを考えると、100mは約6秒で進

む距離であり、一瞬の判断の迷いや遅れで事故に繋がってしまう恐れがある。

図-4は、事業車ドライバーが除雪車の後ろに付いたとき最も注意する点を示すが、「追い越し」という回答が多かった。図-5は、事業車ドライバーが除雪車の後ろに付いたときの行動であるが、「譲ってくれるまで待とう」および「ついて走ろう」の、直ぐには追い越さずに様子を見る回答が約7割を占めている。

また、一般ドライバーは、作業中に急にバックしたり、分離帯の切れ目で蛇行するなどの除雪車の特殊な動きを危険に感じていることがわかった。

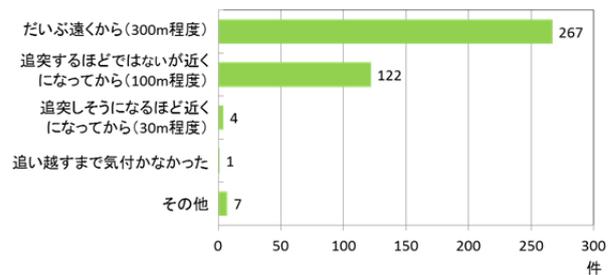


図-3 除雪車だと気付く距離（乗用車ドライバー）

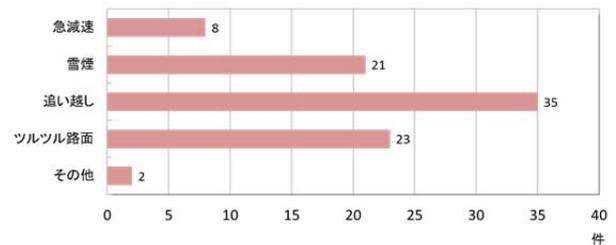


図-4 除雪車の後ろに付いたとき最も注意する点（事業車ドライバー）

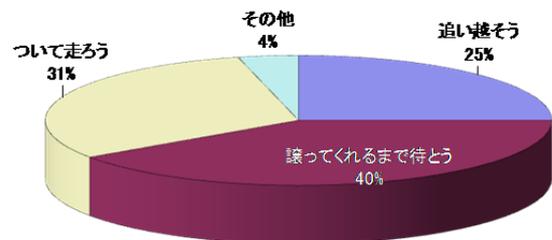


図-5 除雪車の後ろに付いたときの行動（事業車ドライバー）

ドライブレコーダーの映像は、事業車ドライバーが除雪車に追いついたとき最も注意する点として挙げた

「追い越し」に着目して分析した。なお、分析対象とした追い越し事象は20日間の398件である。

図-6は、除雪車を追い越す際の、直前の車間距離および追い越しを始めるまで除雪車に追従して走行した時間を車種別に表している。車間距離および追従時間もともに車種による大きな差はない。車間距離は約26m、追従時間は約1.7分であった。

調査結果から、除雪車周囲、特に後方の車両に対しての注意喚起は、除雪車を追い越そうとしている位置である直近約26mと、除雪車を確認してから近づいてくる距離である後方100~300mに対して行うのが効果的であると考えられる。

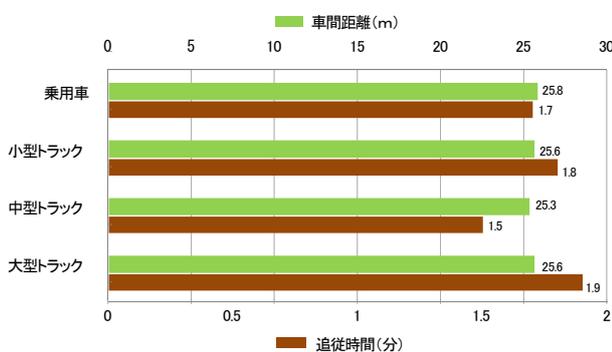


図-6 除雪車を追い越すときの車種別の車間距離と追従時間

3. 除雪車の事故減少に寄与する技術の検証

3.1 一般車両への注意喚起技術

(1) 検証概要

除雪車周囲の車両への注意喚起技術として、現在すでに利用されている技術および応用可能な技術を抽出し、北海道内の一般ドライバー1000人を対象にWebアンケート調査を行い、その適用性を評価した。

(2) 検証結果

結果を表-1に示す。なお、評価項目および評価基準の記載のとおり、本評価は将来的な発展も考慮したものである。

カーナビ、直近の一般車両への注意喚起のために利用されている除雪車のLED後部標識、道路施設として利用されている道路情報板が有効であることがわかった。

カーナビについては、除雪車の位置情報や作業情報を提供する。なお、除雪の進捗状況などの作業情報は、一般ドライバーの運転計画の支援にも役立つ。

除雪車のLED後部標識については、現在、「除雪中・注意」という表示であるが、除雪車直近の一般車両に

対して「右折します」等の除雪車の動きの意思表示を行う。

道路情報板については、現在、具体的な除雪作業内容は表示されていないが、除雪車の位置や作業状況などを表示する。

上述の注意喚起技術を活用し、除雪車の位置や作業情報、動きの意思表示を一般車両に知らせることで、一般ドライバーに心の準備を促し、効果的な事故対策が期待できる。

表-1 注意喚起技術の適用性評価

注意喚起技術	カーナビ (+VICS)	道路情報板	ラジオ	LED後部標識 (+回転灯)	インターネット通信機器	備考
	間接発信 間接取得	間接発信 直接取得	間接発信 間接取得	直接発信 直接取得	間接発信 間接取得	
A. 運転者が実際に除雪車に関する情報の取得実績がある設備	-	3	1	-	1	アンケートQ7. 取得したことのある設備
B. 運転者が除雪車の注意喚起に有効と考える受信技術	2	3	2	4	2	アンケートQ8, Q11 注意喚起に有効と思う設備
C. 運転者側からみた除雪車に関する情報の取得可能頻度	5	3	1	5	5	更新された情報の取得可能頻度
D. 運転者側からみた除雪車に関する情報の取得のしやすさ	5	5	3	5	1	取得のしやすさ
E. 除雪車への注意喚起に用いる技術としての将来性や発展性	5	1	1	1	1	国の施策による将来的な技術の発展性
総合評価 平均値	4.3	3.0	1.6	3.8	2.0	
順位	1	3	5	2	4	

※評価基準

A: アンケートの回答結果による各技術の使用率を5点満点に換算した値の小数点第1位を四捨五入して算出。

B: アンケートの回答結果をもとに支持率を5点満点に換算した値の小数点第1位を四捨五入して算出。

C: 更新された除雪車情報の取得可能頻度。
 5・・・随時または5分以内に1回
 3・・・5分から30分に1回
 1・・・30分以上に1回

D: 除雪車情報の取得のしやすさ。
 5・・・対象機器に電源が入っていれば、運転中に操作することなく取得可能
 3・・・運転中に対象機器への若干の操作が必要
 1・・・運転中に操作ができないもので、停車中に対象機器の操作や取り出しなどの手間が必要

E: 国の施策による将来的な技術の発展性。
 5・・・国土交通省の施策により、新たな技術開発や実展開が進められており、今後、普及率や利便性の向上が期待される技術
 1・・・上記に該当しない技術

3. 2 赤外線カメラによる人物認識

(1) 検証概要

巻き込み事故の対策として、赤外線カメラによる除雪車直近の人物認識に関する検証試験を行った⁴⁾。

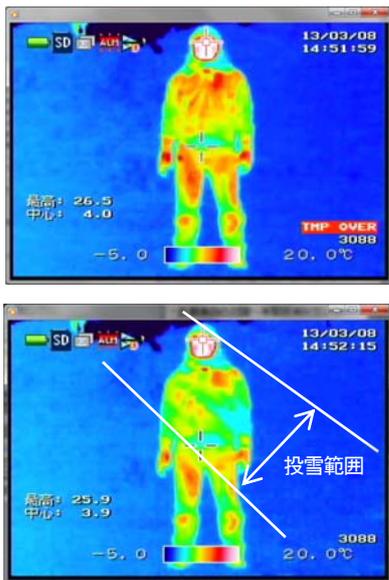
乗用車ではすでに実用化されている赤外線カメラの熱画像による人物認識について、除雪作業中の雪煙や降雪等がどのように影響するかを検証した。雪煙や降雪状況はハンドガイド除雪機の投雪で模擬し、その雪を介して熱画像撮影を行った。試験状況を写真-4に示す。

(2) 検証結果

赤外線カメラの試験結果を写真-5に示す。投雪のない熱画像に比べて、投雪ありの熱画像では、投雪された雪に隠れた部分で人物の温度分布が低くなっているが、この場合においても背景とのコントラストは明瞭で、人物認識には影響しないことを確認した。



写真-4 熱画像の降雪影響確認試験状況



上：投雪なし、下：投雪あり

写真-5 赤外線カメラによる人物の熱画像

3. 3 除雪車の死角

(1) 検証概要

除雪車の死角については、一般に知られている前後の死角に加え、タイヤと車両側面の死角における大人（身長170cm）と子供（身長120cm）の見え方を検証した。試験状況を写真-6に示す。

(2) 検証結果

死角試験の状況を写真-7に示す。死角にいる人の見え方は、大人と子供の場合では大きく異なり、除雪車の大きさによっては、子供はタイヤの陰に完全に隠れてしまうことが確認された。同様に、図-8に示す位置で子供が死角となることを確認した。



写真-6 死角にいる人の見え方の試験状況



子供（マネキン）の位置

運転席からの見え方

写真-7 死角にいる人の見え方



図-8 死角のイメージ

3. 4 I プラウ衝撃緩衝装置

(1) 試験概要

除雪車の自損事故対策として、道路構造物との衝突時の衝撃を緩和して除雪車（装置）の損傷を防ぐIプラウ衝撃緩衝装置を試作し、試験コースに縁石、マンホール蓋縁枠を設置して、車速5～20km/hで衝突時の衝撃回避動作を確認した。装置および試験状況を写真-8～12に示す。

(2) 試験結果

試験の結果、右端部装置は、時速20kmまで縁石およびマンホール蓋縁枠との衝突時に、正常な衝撃回避動作が確認できた。

一方、左端部装置は、マンホール蓋縁枠との衝突試験で、時速10kmまでは正常な衝撃回避動作を確認したが、時速20kmでは、写真-12に示すように、装置の衝撃回避機構の強度不足により一部破損が確認された。これは、右端部装置に比べ、左端部装置は並行リンクアーム等の機構を有しているため、斜め方向からの衝撃荷重に弱いことが原因と考えられる。ただし、この衝撃緩衝装置の破損時においても、除雪装置本体および車両本体への衝突時の衝撃による損傷はなかった。



写真-9 右端部装置の衝撃回避動作状況（縁石）



写真-10 右端部装置の衝撃回避動作状況（マンホール蓋縁枠）



写真-8 試作したIプラウ衝撃緩衝装置

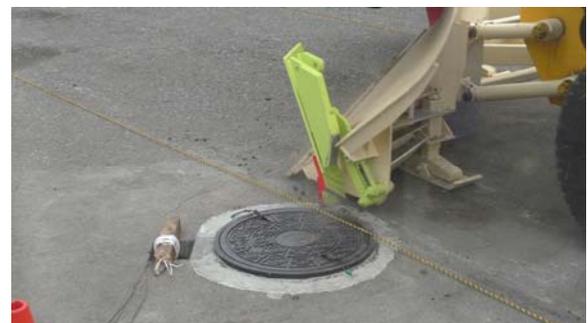


写真-11 左端部装置の衝撃回避動作状況（マンホール蓋縁枠）



写真-12 左端部装置の一部破損状況

4. 除雪車事故対策ガイドライン等の作成

4. 1 除雪車注意喚起リーフレット

事故の調査分析や一般ドライバーへのアンケート調査から得られた除雪車の動きの特殊性や危険性、除雪車の死角などをとりまとめ、大人と子供向けの注意喚起リーフレットを作成した(図-9、10)⁵⁾。



図-9 除雪車注意喚起リーフレット (大人向け)



図-10 除雪車注意喚起リーフレット (子供向け)

4. 2 寒地交通事故事例集

北海道の国道および道道で発生した除雪車の関係する事故、92 事例について、事故発生の状況や要因、事故回避のポイントなどを記載した、寒地交通事故事例集を作成した（図-11）。



事故事例ファイル No.5

除雪車事故概況

【事故発生状況】
 事故形態：追突型
 機械種別：除雪トラック
 規格：10t IGM 紅頭
 発生時期：12月下旬
 天候：雪
 発生時間：9-9時
 道路状況：圧雪、アイスバーン

【事故原因】
 ①前雪除雪作業中
 ②除雪車は後方のため停車
 ③後車のベスが停止できず追突

【事故発生ポイント】
 1. 後続車の前方不注意。
 2. 車間距離が十分にとられていなかった。

【現状での注意点】
 1. 周囲の一般車両の状況を頻りに確認する。

【事故回避のために出来ること】
 1. 両手が後方についても常に把握し、オペレーターに伝える。

除雪車破損状況
後続車破損状況

図-11 寒地交通事故事例集

4. 3 除雪車安全施工ガイドライン

札幌市の現役熟練オペレータからのアンケート調査による意見などをもとに、除雪作業を行ううえでの事故防止に必要な安全確認事項や安全施工のポイントなどを記載した、除雪車安全施工ガイドラインを作成した（図-12）⁶⁾。

なお、安全施工のポイントについては、狭い道路や電車通り、商店街、袋小路等の市街地の生活道路も対象にしており、市町村などの地方公共団体の除雪作業における安全対策にも有効に活用できるものとなっている。



2. 除雪機械各操作時における確認事項

■ 前進時の確認事項

対象機械：除雪トラック、クレーン、ドーザー、ローザ、除雪車、小形除雪車、タイヤカマ、製氷機、（小形除雪機）

- ①ラフトレバー 位置確認
- ②操作スイッチ 位置確認
- ③前方周囲 状況確認（道路構造物、人、車等）
- ④バックミラー確認
- ⑤前方アンダーミラー確認
- ⑥左右サイドミラー確認
- ⑦除雪装置の死角確認
- ⑧タイヤ前方確認

3. 生活道路除雪における熟練者の安全施工実例

狭い道路の除雪時

熟練オペのポイント

- 事前に架空線や危険箇所等を確認しておく
- 除雪状況に合わせ、機械のアフ角度を覚えたり、接地面の圧力を覚える
- 一気に除雪すると大雪の雪で圧力が掛かるため、初めは壁等から離れて作業し、目安がついたら隣り側を除雪する
- 路上駐車車両がある場合はギリギリまで除雪せず、迂回し反対側から除雪する（反対側に回れる場合）
- 道路形状や凍結状態による横滑りに注意する
- 歩行者が通過するまで作業を中止する
- 一般車が移動するまで待機する

●雪を抱え過ぎてバランスを崩し電柱に接触

●押した雪で民家の壁等の破損

●機械の横滑りによる接触事故

●機械の横を通り抜けようとした歩行者に気づかず接触

図-12 除雪車安全施工ガイドライン

4. 4 除雪機械技術講習会

研究で得られた除雪車の事故防止に関する知見は、前述したガイドライン等のほか、一般社団法人日本建設機械施工協会北海道支部が主催（後援：北海道開発局、北海道）する除雪機械技術講習会テキスト（第3章「除雪の安全施工」）に反映されている。また、当チームではその講師を務めている。なお、この講習会は、毎年、北海道内6～7会場で開催され、受講者は除雪オペレータを中心に毎年1,000人程度を数えている。

5. まとめ

本研究では、除雪車が関係する事故を未然に防ぎ事故減少に寄与する技術や手法について検証した。

その結果、除雪車周囲の一般車両への注意喚起技術の活用、除雪車両前方の除雪装置への衝撃緩衝装置の付加、除雪車の動きの特殊性や危険性に関するオペレータや一般ドライバー、歩行者への啓蒙が事故防止に有効であることを確認した。

一般車両への注意喚起技術としては、カーナビ、除雪車のLED後部標識、道路表示板が事故対策に有効であることがわかった。

除雪装置の衝撃緩衝装置としては、除雪トラックのIプラウ用の装置を試作し動作確認試験を行い実用化の目途を見いだした。

オペレータや一般ドライバー、歩行者への啓蒙資料として、除雪車注意喚起リーフレット、事故事例集、安全施工ガイドを作成した。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所：北海道の交通事故 国道統計ポケットブック、平成24年度版
- 2) 石川真大、住田則行、山崎貴志、三浦豪：「除雪車に対する一般車両の意識と行動特性」、安全工学シンポジウム2011
- 3) 石川真大、住田則行、山崎貴志、三浦豪：「除雪車が一般走行車両に与える影響とその対策」、寒地土木研究所月報、No.699、pp.18-22、2011
- 4) 蛭名健二、齊藤要、石川真大、大上哲也、大山健太朗、小岩祐太、幸田勝：「除雪車の後方安全対策としてのサーモグラフィを用いた人物検知技術の有効性」、安全工学シンポジウム2012
- 5) 石川真大、住田則行、山崎貴志、三浦豪：「事故を防ぐための意識・知識の浸透について～除雪車が関係する事故対策～」、安全工学シンポジウム2012

- 6) 石川真大、住田則行、山崎貴志、三浦豪：「除雪車安全施工ガイドの作成手法について」、第24回ゆきみらい研究発表会（2012 in 金沢）論文集、pp.231-234、2012

A STUDY ON TECHNIQUES FOR PREVENTING TRAFFIC ACCIDENTS INVOLVING SNOWPLOWS

Budget : Grants for operating expenses , General account

Research Period : FY 2011-2014

Research Team : Machinery Technology Research Team
Cold Region Technology Promotion Division

Author : SUMITA Noriyuki
YAMAZAKI Takashi
MIURA Go
ISHIKAWA Masahiro
TAIRA Tomonari
SAITO Kaname
TSURUSAWA Toshiki

Abstract : On national highways in Hokkaido, there are about 20 accidents involving snowplows every year. Because of the size and the protruding snow removal equipment of snowplows, vehicles colliding with snowplows are likely to be heavily damaged. When a snowplow is damaged in an accident, the planning of snow removal operations is affected while the snowplow is under repair. Thus, techniques and skills for cutting down on accidents involving snowplows are necessary.

In light of this, the behavioral characteristics of drivers traveling near snowplows as well as the characteristics of accidents involving snowplows were investigated and analyzed. Techniques that would help reduce accidents were also verified.

The findings from this study are as follows. To prevent vehicle collision accidents, it is necessary to alert drivers around snowplows to take precautions. To prevent single-snowplow accidents, a cushioning mechanism should be added to the snow removal equipment protruding from the snowplow's front. To prevent accidents involving pedestrians, it is effective to use infrared cameras for pedestrian recognition, and to educate snowplow operators and pedestrians about the specific characteristics of snowplow movement and the associated danger.

Key words : snowplow, snow removal equipment, traffic accident, accident prevention, alerting