

第 32 回

ふゆトピア研究発表会

論 文 集

(概要論文)

令和 2 年 1 月 24 日

2020 ふゆトピア・フェア in とまこまい 実行委員会

プ ロ グ ラ ム	・ ・ ・ ・ ・	①
会 場 図	・ ・ ・ ・ ・	②
口 頭 発 表 論 文 目 次	・ ・ ・ ・ ・	③
応 募 論 文 目 次	・ ・ ・ ・ ・	⑧

第32回ふゆトピア研究発表会 開催プログラム

■日時：令和2年1月24日（金） 9:30～16:15

■会場：苫小牧市総合体育館

	第1会場 [第1練習室] 〈収容 150席〉	第2会場 [第2練習室] 〈収容 150席〉	ポスターセッション [ホワイエ]
9:00~9:30	開場・受付		準備
9:30~9:40	開会挨拶 国土交通省 北海道開発局 建設部 道路建設課 課長 シマタ アキノリ 島多 昭典		
9:45~10:45	セッションⅠ-① 『地域性を活かした観光・産業振興、地域づくり』 ≪4編≫ 座長：国土技術総合研究所 道路交通研究部 道路交通安全研究室 室長 コバヤシ ヒロシ 小林 寛	セッションⅢ-① 『冬期インフラ管理』 ≪4編≫ 座長：国立研究開発法人 土木研究所 道路技術研究グループ 舗装チーム 上席研究員 ヤブ マサユキ 敷 雅行	10:00~ 15:00 展示 11:30~ 13:30 コアタイム (担当者説明)
10:45~10:55	休 憩 (10分)		
10:55~12:10	セッションⅠ-② 『地域性を活かした観光・産業振興、地域づくり』 ≪5編≫ 座長：国土交通省 道路局 環境安全・防災課 道路防災対策室 課長補佐 イシワタリ フミヒロ 石渡 史浩	セッションⅢ-② 『冬期インフラ管理』 ≪5編≫ 座長：国土交通省 北海道開発局 建設部 道路維持課 道路保全対策官 ヨロズ ナオキ 萬 直樹	
12:10~13:00	昼 食 休 憩 (50分)		
13:00~14:15	セッションⅡ-① 『冬期に生じる災害の支援・復旧』 ≪5編≫ 座長：国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課 企画専門官 オビツ モトズミ 小櫃 基住	セッションⅢ-③ 『冬期インフラ管理』 ≪5編≫ 座長：株式会社高速道路総合技術研究所 基盤整備推進部 管理基盤推進室 室長 ホンダ マサカズ 本多 正和	
14:15~14:25	休 憩 (10分)		
14:25~15:55	セッションⅡ-② 『冬期に生じる災害の支援・復旧』 ≪6編≫ 座長：国土交通省 北海道開発局 建設部 道路計画課 道路調査官 クリヤマ ケンサク 栗山 健作	セッションⅢ-④ 『冬期インフラ管理』 ≪6編≫ 座長：国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 雪氷チーム 上席研究員 タカハシ ジョウジ 高橋 丞二	
15:55~16:05	休 憩 (講評会場への移動時間含む) (10分)		
16:05~16:15	総評・閉会挨拶 国土交通省 北海道開発局 建設部 道路計画課 道路調査官 クリヤマ ケンサク 栗山 健作		

文発表時間 各発表12分＋質疑応答2分＋入れ替え1分＝合計15分（1題あたり）

第 32 回ふゆトピア in とまこまい 研究発表会 会場図

苫小牧市総合体育館

- 第1会場 第1練習室（1階）
セッションⅠ－①，②『地域性を活かした観光・産業振興、地域づくり』
セッションⅡ－①，②『冬期に生じる災害の支援・復旧』
■第2会場 第2練習室（1階）
セッションⅢ－①，②，③，④『冬期インフラ管理』
■ポスターセッション ホワイエ（1階）

苫小牧市総合体育館 1F

苫小牧市総合体育館



口頭発表論文 目次

【第1会場】：苫小牧市総合体育館 第1練習室

No.	時間	発表題名	発表者所属	著者・発表者	頁
セッションⅠ-①【地域性を活かした観光・産業振興、地域づくり】					
1	9:45～10:00	冬期の札幌都心部における観光貸切バス路上駐車減少に向けた取組 ～円滑な道路交通確保に向けた現地実証実験～	①国土交通省 北海道開発局 札幌開発建設部 都市圏道路計画課 ②札幌大通まちづくり株式会社	スズキ ヨシロウ ①鈴木 芳朗 ①伊藤 典弘 ②服部 彰治	1
2	10:00～10:15	冬季冷熱を夏季冷房に蓄熱利用したシステムの稼働事例	日本地下水開発株式会社	カトウ フタル 加藤 渉 山谷 睦 沼澤 喜一 桂木 聖彦	2
3	10:15～10:30	寒冷地のインバウンド観光とアドベンチャーツーリズム	一般社団法人 北海道開発技術センター 調査研究部	サガ アヤミ 佐賀 彩美 原 文宏 阿部 正明	3
4	10:30～10:45	札幌市冬のみちづくりプラン2018 札幌市の雪対策における基本計画	札幌市建設局土木部雪対策室計画課	ヤナギサワ ガク 柳澤 岳	4
休憩 (10分)					
セッションⅠ-②【地域性を活かした観光・産業振興、地域づくり】					
5	10:55～11:10	北海道の道路環境特性とこれに適合する色彩について ～「北海道の色彩ポイントブック」の概要とその要点～	国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 特別研究監 地域景観チーム	カサマ サトシ 笠間 聡 松田 泰明	5
6	11:10～11:25	外国人ビッグデータを用いた新たな交通分析手法 ～北海道後志地域の外国人移動実態から～	①国土交通省 北海道開発局 小樽開発建設部 道路計画課 ②パシフィックコンサルタンツ株式会社	オオブ ユウジ ①大田 裕次 ①仲田 田 ②船岡 直樹	6
7	11:25～11:40	オホーツク管内の冬季における地域協働の取り組みについて ～住民にも観光客にも喜ばれる道を目指して～	①国土交通省 北海道開発局 網走開発建設部 道路計画課 ②株式会社ドーコン交通事業本部防災保全部 ③パシフィックコンサルタンツ株式会社 ④北見工業大学 ⑤北海道科学大学	①中嶋 清晴 クニマツ ヒロカズ ①國松 博一 ②伊藤 智明 ②石尾 源基 ③鹿内 隆弘 ③早川 諒 ④高橋 清 ⑤石田 眞二	7
8	11:40～11:55	積雪寒冷地の道路景観の改善からみえる持続可能な道路管理について	国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 特別研究監 地域景観チーム	オガタ サトシ 緒方 聡 松田 泰明 田宮 敬士	8
9	11:55～12:10	国道40号 更木苫内防雪の道づくり～地域特性を活かした「北海道スタンダード」～	①国土交通省 北海道開発局 稚内開発建設部 稚内道路事務所 工務課 ②国土交通省 北海道開発局 稚内開発建設部 道路計画課 ③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	オオトモ ダイキ ①大友 大輝 ②佐々木 一靖 ③上杉 朗裕	9

口頭発表論文 目次

【第1会場】：苫小牧市総合体育館 第1練習室

No.	時間	発表題名	発表者所属	著者・発表者	頁
セッションⅡ-①【冬期に生じる災害の支援・復旧】					
1	13:00～13:15	ヒートポンプレス下水熱融雪システムに関する実証研究	株式会社興和 水工部	小酒 欽弥 藤野 丈志 イソイシ コウスケ 五十石 浩介	10
2	13:15～13:30	待避所におけるヒートパイプを活用した登坂不能対策について	国土交通省 北陸地方整備局 長岡国道事務所 防災情報課	タキザワ ダイチ 瀧澤 大地 大崎 智	11
3	13:30～13:45	平成24年11月 登別市及びその周辺で発生した冬期の大規模停電について	①一般社団法人 北海道開発技術センター 調査研究部 ②登別市連合町内会事務局 ③登別市総務部	ヒザワ ハジメ ①檜澤 肇 ②鳴海 文昭 ③山本 賢二	12
4	13:45～14:00	大雪災害時におけるスノーモービルの活用	東日本高速道路株式会社 新潟支社 湯沢管理事務所	コウエ ユウタ 鴻江 雄太 細川 迭男 岡部 知巳 千明 裕之	13
5	14:00～14:15	大雪時広域連携による除雪体制構築のタイムラインに対応した路面積雪状況の予測	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部 道路地震防災研究室	ヨコタ アキト 横田 昭人 片岡 正次郎	14
休 憩 (10分)					
セッションⅡ-②【冬期に生じる災害の支援・復旧】					
6	14:25～14:40	冬期の地域協働イベントと連携した地区防災の取り組み ～知床の全ての人が逃げ切れるまちづくりを目指して～	①株式会社ドーコン交通事業本部交通部 ②国土交通省 北海道開発局 網走開発建設部 ③まちづくりグループ しれとこ・ウトロフォーラム21 ④跡見学園女子大学 ⑤北見工業大学 ⑥株式会社ドーコン交通事業本部 防災保全部 ⑦国土防災技術株式会社 技術本部 技術部	カナダ タケン ①金田 武 ②神 明義 ③桜井 あけみ ④鍵屋 一 ⑤高橋 清 ⑥及川 宏之 ⑥村澤 直樹 ⑥橋本 泰輝 ⑦大沼 乃里子	15
7	14:40～14:55	インターネットサイト「吹雪の視界情報」の利用者アンケート結果について	国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ	オオクボ コウジ 大久保 幸治 原田 裕介 武知 洋太 大宮 哲 高橋 丞二 松澤 勝	16
8	14:55～15:10	暴風雪時の立ち往生に関する検討事例 ～暴風雪時の効果的な対応に向けて～	①国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 道路整備保全課 ②株式会社ドーコン交通事業本部 防災保全部	ヤマザキ ヒデオ ①山崎 英雄 ①菅野 圭一 ②石井 孝典	17

No.	時間	発表題名	発表者所属	著者・発表者	頁
9	15:10～15:25	近年の降雪による速度低下や交通障害発生に関する一考察	開発技建株式会社	佐藤 吉一 イイダ マサユキ 飯田 雅之 伊藤 潤	18
10	15:25～15:40	大雪発生頻度の簡易推定手法	国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 雪氷チーム	マツシタ ヒロキ 松下 拓樹 高橋 渉 高橋 丞二	19
11	15:40～15:55	一回の暴風雪の厳しさを評価する指標の提案に向けた取り組み	国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 雪氷チーム	ハラダ ユウスケ 原田 裕介 大宮 哲 武知 洋太 高橋 丞二	20
総評・閉会挨拶					

※本冊子には「概要論文」を掲載しております。
「本論文」については、ふゆトピア・フェア in とまこまい
のホームページ（ ）から、ご覧ください。

※著者が複数の場合、アンダーライン有りが発表者です。

口頭発表論文 目次

【第2会場】：苫小牧市総合体育館 第2練習室

No.	時間	発表題名	発表者所属	著者・発表者	頁
セッションⅢ-①【冬期インフラ管理】					
1	9:45～10:00	道央道の豪雪区間（岩見沢）における冬期交通確保の向上に向けた取り組み～気象情報収集ツール（SIGN）を活用した雪氷対策作業の事例報告～	①東日本高速道路株式会社 北海道支社 道路事業部 保全課 ②東日本高速道路株式会社 北海道支社 岩見沢管理事務所 ③株式会社ウェザーニューズ	キタガワ ジュンイチ ①北川 純一 ①本多 裕 ②上杉 隆則 ③岩井 佑樹	21
2	10:00～10:15	雪氷作業の高度化と効率化に向けた技術開発と情報提供について	株式会社ウェザーニューズ	吉永 創 川畑 貴義 山口 隆志 竹内 茜 オオシカ ミキ 大鹿 美希	22
3	10:15～10:30	新潟県における冬期道路交通確保とICT技術を活用した防災教育の取り組み～円滑な道路交通確保に向けた雪崩災害対応と今後の除雪体制維持に向けて～	①新潟県 土木部 道路管理課 雪寒事業係 ②町田建設株式会社 ③株式会社長岡計器	ヨシダ ①吉田 あみ ②町田 敬 ③竹内 祐貴	23
4	10:30～10:45	道路施設における冠雪対策試験の観測結果について～滑雪性能の検証～	日本サミコン株式会社 仙台事務所	オノ マサトシ 小野 政利 明田 剛史	24
休 憩（10分）					
セッションⅢ-②【冬期インフラ管理】					
5	10:55～11:10	冬期乾燥路面における残留塩分濃度測定方法の提案	中日本ハイウェイ・メンテナンス名古屋株式会社 名古屋事業所	オバタ ヨウスケ 小幡 洋介 武石 眞博	25
6	11:10～11:25	カメラ画像を活用した吹雪自動検知技術の活用～道東地域の道路吹雪対策高度化に向けて～	①国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部 道路計画課 ②一般財団法人北海道開発技術センター 調査研究部	ヤマウチ リョウスケ ①山内 良輔 ①石郷岡 和則 ②金田 安弘 ②永田 泰浩	26
7	11:25～11:40	冬期の立ち往生車発生傾向と予防的対策について	国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路交通安全研究室	タカハシ アユム 高橋 歩夢 池原 圭一 川瀬 晴香 小林 寛	27
8	11:40～11:55	除雪機械の下回り塗装の試行について	①国土交通省 東北地方整備局 秋田河川国道事務所 防災課 ②国土交通省 東北地方整備局 青森河川国道事務所 防災課	①田中 誠 イズミ マコト ①泉 実 ②落合 信孝	28
9	11:55～12:10	無散水消融雪施設の長寿命化を目指した融雪用放熱管内の洗浄による機能回復効果	日本地下水開発株式会社	イトウ タケヒロ 伊藤 健大 山口 正敏 鈴木 和則	29
昼 食 休 憩（50分）					

No.	時間	発表題名	発表者所属	著者・発表者	頁
セッションⅢ-③【冬期インフラ管理】					
10	13:00～13:15	【i-Snow】ロータリ除雪車による投雪作業自動化 ～除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組～	国土交通省 北海道開発局 事業振興部 機械課	オノデラ ケイタ 小野寺 敬太 高本 敏志 岸 寛人	30
11	13:15～13:30	タイヤによる跳ね上げ水を利用した新しい高精度路面水膜厚測定装置の開発と検証	①福井大学学術研究院工学系部門 ②山田技研株式会社	①藤本 明宏 ②山田 忠幸 ②山田 健雄 ヤマダ コウジ ②山田 耕嗣	31
12	13:30～13:45	雪氷作業への新型路面センサの導入	①中日本高速道路株式会社 金沢支社 敦賀保全・サービスセンター 施設課 ②中日本高速道路株式会社 金沢支社 環境・技術管理部 品質検査課	①岡田 タイキ ①四本木 久一 ②中村 貴男	32
13	13:45～14:00	除雪機械の情報化施工技術の開発	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	橋本 隆志 コウラカタ カズヒコ 小浦方 一彦 山田 拓	33
14	14:00～14:15	サラウンドビューによる除雪機械作業時の安全対策	株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道	アズマ シノブ 東 忍 大廣 智則	34
休 憩 (10 分)					
セッションⅢ-④【冬期インフラ管理】					
15	14:25～14:40	旅客上家屋根電気融雪装置用積雪センサを活用した最適制御システムの展開と効果について	①東日本旅客鉄道株式会社 新潟支社 新潟建築技術センター ②山田技研株式会社 営業部	①原 宏 ①阿部 真季 ①船山 花穂 ス ヤ ユカ ②酢谷 浩 ②徳永 透	35
16	14:40～14:55	遠赤外融雪面の積雪深シミュレーションと最適運転条件	①長岡技術科学大学 機械創造工学専攻 ②長岡技術科学大学大学院 ③町田建設株式会社	カミムラ セイジ ①上村 靖司 ②代田 俊登 ③町田 敬	36
17	14:55～15:10	寒中コンクリート工事の合理化に向けた基礎検討	①地方独立行政法人北海道立総合研究機構 建築研究本部 北方建築総合研究所 ②株式会社佐川建設 ③室蘭工業大学大学院	タニグチ マドカ ①谷口 円 ①月館 司 ①高橋 光一 ②佐川貴康 ③濱 幸雄	37
18	15:10～15:25	関越道湯沢 IC における酢酸系液状凍結防止剤を用いたスタック対策について	北海道日油株式会社	ハタ トモアキ 畠 友昭 小川 貴 中地 章	38
19	15:25～15:40	道路情報板支柱の冠雪による危険な落雪防止対策の検討	株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道	アズマ シノブ 東 忍 大廣 智則	39
20	15:40～15:55	白鳥大橋の雪氷対策 ～積雪寒冷地ならではの吊橋技術の紹介～	国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 室蘭道路事務所	ヨコタ ノリヒサ 横田 法久 堀田 暢夫 佐々木 慎一	40

応募論文 目次

□セッションⅠ

No.	論文名	著者所属	著者名	頁
10	初冬の雪氷対策作業開始に伴う事故多発対策及び交通安全対策について	東日本高速道路株式会社 新潟支社 上越管理事務所	竹内 茂幸	41

□セッションⅡ

No.	論文名	著者所属	著者名	頁
12	胆振東部震災被害が長期的に冬期道路管理に与える影響について	①胆振総合振興局 室蘭建設管理部 災害復旧推進室 ②株式会社シーイーサービス	①佐藤 雅史 ②星野 洋	42
13	国道３８号樹海峠における車両スタック発生時の対応と課題	国土交通省 北海道開発局 旭川開発建設部 道路整備保全課	久保田 良司 近江 隆洋	43
14	高速道路における冬期の交通確保に向けた取り組み	中日本高速道路株式会社 名古屋支社 保全・サービス事業部 保全課	南 準也	44

□セッションⅢ

No.	論文名	著者所属	著者名	頁
21	仮想サーマルマッピングを用いた路面雪氷状態予測の高速化に関する一検討	国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所	齊田 光 星 卓見 徳永 ロベルト 佐藤 昌哉	45
22	凍結防止剤散布支援技術による散布作業の負担軽減および的確性向上について	①国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 ②国土交通省 北海道開発局 札幌開発建設部 夕張川ダム総合管理事務所 川端ダム管理支所	①徳永 ロベルト ①齊田 光 ①星 卓見 ①佐藤 昌哉 ②佐藤 賢治	46
23	北海道における冬期路面管理の適正化～凍結防止剤散布効果検討～	①北海道建設部 建設政策局 維持管理防災課 維持グループ ②株式会社シーイーサービス 企画開発部	①松本 俊春 ①角丸 大輔 ②井上 昌幸 ②鹿 美麗	47
24	冬期道路管理支援に向けた吹きだまり予測システム（吹雪丸）の開発とその試行	①株式会社シーイーサービス 企画開発部 ②北海道大学大学院工学研究院 ③一般社団法人北海道開発技術センター 調査研究部	①村上学 ①正岡久明 ①星野洋 ②萩原亨 ③金田安弘 ③越後謙二 ③永田泰浩	48

□セッションⅢ

No.	論文名	著者所属	著者名	頁
25	R C床版(新設)の複合劣化対策の取り組みについて	国土交通省 東北地方整備局 福島河川国道事務所	高橋 正晴 高橋 大輔	49
26	合体作業での効率UPについて (既設のウニモグと小型散布機の融合による効率化の試行)	株式会社ネクスコ・メンテナンス東北 北上事業所	小田嶋 康弘 鈴木 克彦	50
27	雪に起因する“通行止め時間の最小化”に向けた取り組み	①中日本高速道路株式会社 金沢支社 保全・サービス事業部 保全計画課 ②中日本高速道路株式会社 金沢支社 敦賀保全・サービスセンター 保全計画課	①松浦 智典 ①堀江 悟 ②草野 智之	51
28	V P I Sを活用した除雪作業車両位置広報サービス「除雪NAV I」について	①中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 株式会社 営業部 営業課 ②中日本高速道路株式会社 金沢支社 保全・サービス事業部 企画統括課 ③中日本高速道路株式会社 金沢支社 保全・サービス事業部 保全計画課	①松本 剛明 ①長谷川 敬 ②坂 宗樹 ③坂田 圭亮	52
29	橋梁塩害対策の効率的な手法に関する岐阜(保)の取り組み	中日本高速道路株式会社 名古屋支社 岐阜保全・サービスセンター 保全計画課	倉戸 伸浩	53
30	北海道における再生可能エネルギーを利用した歩道融雪の可能性検討	①一般社団法人北海道開発技術センター 調査研究部 ②株式会社興和木工部	①大川戸 貴浩 ②藤野 丈志	54
31	下向き短波放射と雪面の反射率が空撮図化に及ぼす影響	①株式会社構研エンジニアリング防災施設部 ②北見工業大学	①高橋浩司 ①長沼芳樹 ②白川 龍生	55
32	新規供用した東北中央自動車道の冬期雪氷障害と雪害対策工について	①東日本高速道路株式会社 東北支社 仙台管理事務所 ②株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北	①山田 光雄 ②土橋 博文	56
33	雪崩点検における汎用 UAV の活用	①東日本高速道路株式会社新潟支社 湯沢管理事務所 ②株式会社ネクスコ・エンジニアリング新潟 湯沢道路事務所 ③株式会社ネクスコ・メンテナンス新潟 湯沢事業所	①鴻江 雄太 ①細川 迭男 ②古川 健 ③阿部 勲	57
34	北陸道における「平成 30 年豪雪」後の雪氷強化対策とその効果	①中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 株式会社 金沢道路事務所 ②NEXCO 中日本 金沢保全・サービスセンター	①青山 翔平 ①太田 雅次 ①川瀬 拓也 ②吉枝 護 ②桑子 淳一	58
35	北陸自動車道の安全で効率的なチェーン規制作業を目指して	中日本ハイウェイ・メンテナンス北陸株式会社 保全事業部 保全事業課	水口 大司 見方 功	59

□セッションⅢ

No.	論文名	著者所属	著者名	頁
36	冬期登坂不能車の抑制に関する検討 ～冬期登坂不能車データ集積による登坂不 能車マップ作成及び分析～	国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所 防災減災課	小泉 倫彦 神代 悠介	60
37	非積雪寒冷地の無人 S I C の対策とその結 果検証	中日本高速道路株式会社 名古屋支社 羽島保全・サービスセンター 施設課	峰尾 竜哉	61
38	E41 東海北陸自動車道 白鳥～飛騨清見 間の 4 車線化に伴う雪氷対策作業の効率化 について ～4 車線化事業により雪氷対策作業はどう変 わったか～	①中日本高速道路株式会社 名古屋支社 高山保全・サービスセンター 工事課 ②中日本ハイウェイ・メンテナンス名古屋 株式会社 高山事業所	①新家 俊明 ①濱中 亨 ②下嶋 稔	62
39	矢板工法トンネルの漏水対策～つららをなくせ ～	中日本高速道路株式会社 技術・建設本部 技術支援部	山崎 哲也 八木 弘	63

※本冊子には「概要論文」を掲載しております。
「本論文」については、ふゆトピア・フェア in とまこまい
のホームページ（ [ふゆトピア・フェア](#) [検索](#) ）から、ご覧ください。

口頭発表論文

冬期の札幌都心部における観光貸切バス路上駐車減少に向けた取組 ～円滑な道路交通確保に向けた現地実証実験～

鈴木 芳朗※₁ 伊藤 典弘※₁ 服部 彰治※₂

1. はじめに

札幌都心部では多くの観光バスが乗入れ、観光客降車後のバスの長時間駐車が常態化し、円滑な道路交通を阻害している。また、既存の観光バス待機場を利用する場合、バスの到着を待つ観光客が歩道を占拠している状況である。今回実施した実証実験では、秋期において観光貸切バス専用の乗降所と商業施設の連携によるバス待合所の整備により、問題解消に一定の効果を確認したため、冬期においても同様の検証を行った。本論では、取組内容とその効果について報告する。図-1はそのイメージ図である。

2. 実証実験の概要

「観光貸切バス専用の乗降所」は札幌都心部にある商業施設『ノルベサ』前（札幌市中央区南3条西5丁目（南3条通））の路上に設置し、観光客降車後に札幌市が設置するバス待機場への誘導を促した。「バス待合所」は『ノルベサ』店舗内に設置。また、店舗内には「デジタルサイネージ」を設置し、周辺観光の案内、道路交通情報の提供を行った。

3. 実証実験結果

写真-1に実証実験状況を示す。本実証実験の効果検証にあたっては、実証実験箇所の駐停車台数の把握、ETC2.0プローブデータを用いた旅行速度分析を行った。

- ・図-2に観光貸切バスの駐停車台数の推移を示す。駐停車台数は62.4台（秋期実証実験時48.2台）と増加を確認。
- ・図-3にETC2.0 プローブデータを用いた旅行速度分析結果を示す。実証実験箇所周辺では2重停車等が解消され、旅行速度が4割（秋期実証実験時7割）の区間で向上が確認。

4. まとめ

- ・冬期においても観光貸切バス乗降所及びバス待合所に多くの利用が確認された。また、二重駐車等が解消され実証実験箇所周辺エリアの旅行速度は、冬期に4割の区間において向上が確認され、道路ユーザーと地域に有効な取組みであることが確認できた。
- ・一方で、逆に速度が低下している箇所も見られ、本事業をモデルとして拡大して展開することで、より多くの効果が発現するものと推察される。



図-1 実証実験のイメージ



(a) バス乗降所 (b) バス待合所

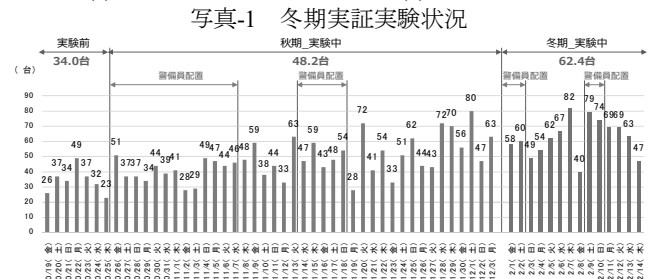


図-2 観光貸切バスの駐停車台数の推移



図-3 ETC2.0 プローブデータを用いた旅行速度分析結果

冬季冷熱を夏季冷房に蓄熱利用したシステムの稼働事例

加藤渉^{※1}、山谷睦^{※1}、沼澤喜一^{※1}、桂木聖彦^{※1}

1. はじめに

本報告は、冬季冷熱を帯水層に蓄え、夏季冷房に利用したシステムについて、実際の稼働データを交えて報告する。

2. 冬季冷熱の利用状況と効果

本システムでは、地下水を熱媒体として、帯水層を蓄熱槽に使用した。地下水温度16.0℃を初期値とし、夏季冷房時に16.0℃よりも低温の地下水が得ることができれば、冬季冷熱の蓄熱効果を得られたことになる。

3シーズン夏季冷房を稼働した結果、全てで常時16.0℃を下回っており、常に冬季冷熱の蓄熱効果が継続して得られたといえる。

本システムでは、冬季冷熱を2段階に分けて集熱している。初めに暖房設備により屋内の冷熱（暖房排冷熱）を集熱したのち、無散水消融雪設備により舗装体から冷熱を集熱するフローとなっている。但し、2016年度は無散水消融雪設備による集熱は行っていない。

夏季冷房では、全シーズンで常時蓄熱効果が得られていたことから、暖房設備のみでも夏季冷房の期間を賄える冬季冷熱を蓄熱することが可能であるといえる。冬季冷熱の蓄熱量の内訳をみると、無散水消融雪集熱量が暖房排冷熱を上回っており、暖房設備に無散水消融雪設備をカスケード接続することが、冬季冷熱を大きく強化することを可能としていることがわかる。無散水消融雪設備による冷熱強化は、路面温度を上昇させて、結果的に除雪なしでの無雪状態を創出し、一石二鳥の効果を出しているといえる。

冬季冷熱の事前蓄熱量が夏季冷房時のシステム稼働に与える影響を確認するため、事前蓄熱量総量と次の冷房時の稼働効率を表-1に示した。なお、稼働効率は成績係数(Coefficient Of Performance 以下COP)で表した。

表-1 各冷房時の事前蓄熱量総量と成績係数

稼働	事前蓄熱量総量 [GJ]	COP [-]
2017 年度冷房	83.4	10.72
2018 年度冷房	159.5	11.74
2019 年度冷房	100.9	11.41

事前蓄熱量の強化は、続く夏季冷房の稼働効率向上に

大きな効果が有るといえる。但し、夏季冷房終了時に地下水温度が初期値を大きく下回る稼働を毎年続けると、帯水層内に温度低下エリアが残ってしまう懸念もあり、冬季冷熱の蓄熱と消費のバランスが今後の課題といえる。

3. 帯水層内における冷熱蓄熱状況の推定

本システムでは、システム稼働に伴う帯水層内の温度変化を推定するため、地質条件や地下水条件を適用したシミュレーションモデルを構築している。2017年度夏季冷房は2号井(W2)を揚水井、2018年度夏季冷房は4号井(W4)を揚水井としている。実際に直前に行った冬季冷熱蓄熱の熱的操作をシミュレーションモデルに与え、2017年度と2018年度の夏季冷房稼働時における地下水温度分布のシミュレーションを行ったところ、2017年度は、夏季冷房終了時の地下水揚水温度は初期値である16.0℃には到達しないが、概ね温度は回復していた。したがって事前の冷熱蓄熱量をほぼ使い切っていたと考えられ、シミュレーション結果においても低温エリアはほぼ消滅していた。一方で、事前蓄熱量を大幅に強化した2018年度は、夏季冷房終了時においても16.0℃から1℃以上低温を示しており、シミュレーション結果でも一部に低温エリアが残存することが確認された。

注入した冬季冷熱は、注入した井戸の周囲に蓄熱されるが、地下水流によって、冷熱塊は夏季冷房開始時には下流方向に移動する。地下水流速が大きいと、蓄熱した冬季冷熱が井戸近傍から流れ去ってしまうため、地下水流速は20m/年まで、効率低下を考慮しても24m/年程度までが本システムに適する地下水流速と評価している。帯水層を蓄熱槽と見立てて利用する場合は、このような地下水流等を加味した影響範囲を踏まえて、対となる井戸設置を適切に設定することが必要となる。

4. まとめ

地下水を熱媒体とし、冬季暖房と無散水消融雪によって得た冬季冷熱を蓄熱することで、効率的な夏季冷房が実践できることを確認した。冷熱蓄熱により地下水揚水温度はフリークーリング利用が見込める温度となっており、フリークーリングが適用可能であれば、ヒートポンプの消費電力量がゼロとなるため、更なる高効率化が期待できることから、今後も検討を続けていく予定である。

※1 日本地下水開発(株) (TEL 023-688-6000)

寒冷地のインバウンド観光とアドベンチャーツーリズム

佐賀彩美* 原文宏* 阿部正明*

1. はじめに

2018年、日本へのインバウンド観光を主とする外国人観光客数は3,119万人と、2008年の840万人と比較すると実に371%増加した。同様に、北海道への外国人観光客は2018年には2008年の69万人から452%増の312万人となった。

日本全体の外国人観光客の訪問傾向をみると、1年をとおして平均しており目立った増減はない。(図1)

しかし、北海道については12月から3月までの冬季間の訪問数が他の季節に比して有意に多い。(図2) 本稿では、北海道の寒冷な気候が外国人観光客の冬季間増加の誘因となっていることを検証するとともに、世界では欧米中心に非常に大きな市場を形成している、アドベンチャーツーリズム(AT)との関連性や課題、可能性について検討する。

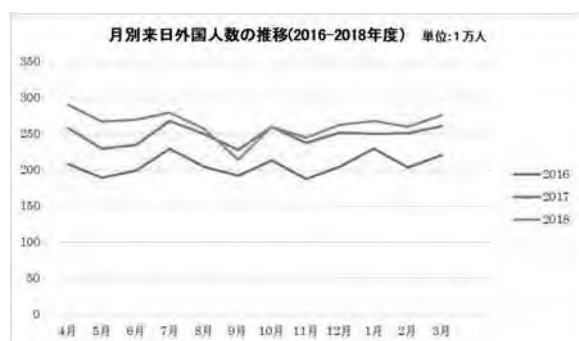


図1 月別訪日外国人数の推移 (出典：JNTO)

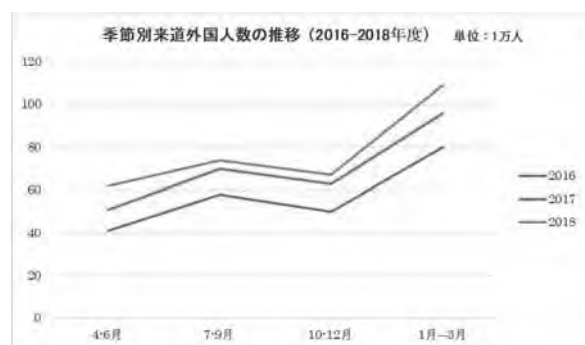


図2 季節別来道外国人数の推移 (出典：北海道)

2. インバウンド観光客の誘因としての寒冷な環境

先に述べたように、全国の月別訪日外国人数と比べると、冬季間の来道外国人数が多いのは、北海道の雪氷資源を利用した観光メニューが雪のないアジア各国からの観光客には魅力的だからである。また、ニセコにはパウダースノーを楽しむ欧米豪のスキーヤーが訪れている。

3. 寒地観光とアドベンチャーツーリズム(AT)

現在世界では、アドベンチャーツーリズム(AT)が巨大な市場となっている。AT関係の関連企業、団体を統括している米国本部の団体ATTA(アドベンチャー・トラベル・トレード・アソシエーションの略)の定義によるとATとは自然、アクティビティ、異文化の3要素のうち2つ以上を含む旅行形態とされる。北海道にはアイヌ文化、縄文遺跡があり、自然、アクティビティ資源にも恵まれているため、ATの旅行先としての条件を十分に備えている。冬についていえば、先に述べた雪氷環境を利用した様々なアクティビティを楽しむ人々やパウダースキーを楽しむために北海道を訪れているスキーヤー達はアドベンチャートラベラーに該当する。

4. ATのアクティビティの内容と課題

欧米を中心に巨大市場を形成しているATが北海道に導入されつつあるのは歓迎すべきことである。しかし、ATのアクティビティには、従来の日本の体験観光の範囲には含まれてこなかったものが含まれていることに留意しなければならない。ATTAがアクティビティの難度レベルを示した以下の表のレベル3以上は「体験観光」の域を超えている。従来個人の責任に委ねられていたこの領域のリスク管理をどうするかが課題である。

表1 アクティビティの難度(出典：ATTA)

ATアクティビティの難度	
レベル1	文化・グルメツアー、短時間のウォーキングなど軽度のアクティビティ
" 2	2-4時間程度のウォーキング、サイクリングなどのアクティビティ
" 3	難度：中級(一日40-50kmのサイクリング、または、一日4-6時間、8km程度の軽度の山歩き。経験者が望ましい。)
" 4	難度：上級(サイクリングでは1日40km-60km、登山(トレッキング、ハイキング)6-8時間可能な体力。経験者が望ましい。)
" 5	難度：上級以上(非常にハードな活動に耐えうる体力が必要。ロッククライミングは経験者が望ましい。ラフティングでは急流でも泳げることが必要。)

5. 冬のATによる地域振興の可能性

バックカントリースキーを例にとると、ゲレンデスキーのような整った設備は必要ないため、有名スキー場や観光地以外の地域でも山岳資源に恵まれた地域はATの目的地となることが可能である。それ以外にも冬のスノーシューハイキング、サイクリング、クロスカントリースキーなどのメニューも有望だ。プログラムにもよるが、観光による消費額の65%が地域に落ちるといわれるATによる地域振興の可能性は大きい。

*北海道開発技術センター

札幌市冬のみちづくりプラン2018

札幌市の雪対策における基本計画

柳澤岳＊1

1. はじめに

札幌市では、概ね10年ごとに時代の変化に合わせて雪対策の基本計画を策定し、これに基づき計画的に取組を進めてきた。しかし、前計画以降、札幌市を取り巻く社会環境は大きく変化しており、雪対策においても、様々な課題を抱えている。本稿では、2018年12月に策定した札幌市の新たな雪対策の基本計画「札幌市冬のみちづくりプラン2018」について、策定の背景や今後の方向性、重点施策や主な取組などについて紹介する。

2. 雪対策の課題

【課題1：市民ニーズに対応した除排雪】

生活道路のパートナーシップ排雪制度においては、労務単価や機械損料などの上昇に伴い地域支払額を増加せざるを得ず、その結果、町内会費用の多くを排雪に費やすことになり、その他の活動に影響を及ぼす可能性がある。

【課題2：危ぶまれる除排雪体制】

60歳以上の除雪オペレーターは2割を超えているが、29歳以下は1割以下と非常に少ない状況であった。この結果を基に行った除雪従事者の将来推計では、2027年には除雪従事者が2割程度減少することが予測されている。今後人材や除雪機械等が確保できなければ、十分な除排雪ができなくなることが懸念される。

【課題3：増大する除雪予算】

除雪予算は、労務単価や機械損料の上昇のほか、市民ニーズへの対応などにより、前計画策定時（2009年）の想定である年間150億円を大幅に上回る状況である。2017年には200億円を突破するなど、この6年間で約60億円増加している。

【課題4：市民との協働による雪対策】

除雪ボランティアの支援を希望する市民は、高齢化の進行などにより、増加傾向となっている。一方で、除雪ボランティア活動に携わる町内会役員などの高齢化が進み、ボランティアの担い手が十分に確保できなければ、福祉除雪事業など、ボランティア利用に関するニーズに対応できなくなる可能性がある。

【課題5：雪対策に対する市民意識】

除雪作業の妨げとなる「路上駐車」や「敷地内から道路への雪出し」など防止するよう、冬のルールを周知しているが、一部では守られていない状況である。

3. 雪対策の方向性

雪対策が抱える課題に対応し、市民の皆さんが将来にわたり安心して安全に冬を過ごせるよう、目指すべき将来を「安心・安全で持続可能な冬の道路環境の実現」と設定した。この目標の実現に向けた取組を“5つの視点”とし、それぞれの主な取組は下記のとおりである。

【視点1】安心・安全な冬期道路交通の確保	
主な取組	バスの円滑な運行に向け、バス路線の除雪を強化。また、生活道路の除雪について、現行の夜間作業から日中作業に変更することで作業の省力化や間口の雪処理に係る市民の負担軽減を図る、など。
【視点2】除排雪作業の効率化・省力化	
主な取組	体制維持のため、安全対策を施した1人乗り除雪機械の導入を進める。また、ICTを活用し、雪堆積場の選定を自動化することで運搬距離の効率化を図る、など。
【視点3】除排雪体制の維持・安定化	
主な取組	ICTを活用し、除雪オペレーターが作成する日報を電子化することで労働時間短縮を図る。また、冬期間24時間体制で行う電話対応をコールセンター化し、働く環境の改善を図る、など。
【視点4】雪対策における市民力の結集	
主な取組	地域と行政の役割を明確化し、協力体制を構築する。また、除雪ボランティアのコーディネートを行い、ボランティアの拡大を図る、など。
【視点5】雪対策に関する広報の充実	
主な取組	冬のルール順守・マナー向上につながる情報を広く市民に周知する。また、雪対策や市民に有益な冬の暮らしに関する情報発信も行う、など。

4. おわりに

本計画は、これまでに経験したことのない社会情勢下において、一定の除雪水準を維持し、冬の市民生活を守るため、今後10年間で実現すべき取組を位置付けている。さらにこれらの取組の実施内容や実施目標などについては、実行計画を策定し、着実に取組を進めることで、計画の実効性を確保していきたいと考えている。

＊1 札幌市建設局土木部雪対策室計画課

北海道の道路環境特性とこれに適合する色彩について ～「北海道の色彩ポイントブック」の概要とその要点～

笠間 聡*1、松田 泰明*1

平成16年の「景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン」を経て、平成29年には「景観に配慮した道路附属物等ガイドライン」が制定され、景観に配慮した道路附属物等の色彩の考え方と、基本となる景観4色（平成16年のガイドラインで示された景観3色（ダークグレー・ダークブラウン・グレーベージュ）＋追加で示されたオフグレーの4色）が示されている。

しかし、北海道の道路環境は本州以南の地域や非積雪寒冷地とは大きく特性が異なることから、道路に設置される道路附属物等の色彩に関しても、全国標準とは異なる考え方で色彩を選定する必要がある。そこで本研究所では、北海道における道路附属物等の色彩の望ましいあり方について研究に取組むこととし、道路環境の調査や事例調査、色彩サンプルを用いた被験者評価実験などを行ってきた。

平成30年6月にはこれらの研究成果をもとに「北海道の色彩ポイントブック」を取りまとめた（図-1）。将来の北海道独自の色彩ルール of 制定に向けて、現状の課題を確認したうえで、考え方や論点を整理し、また、標準的な北海道の道路環境を想定した際に望ましいと考えられる色彩を試案として提案を行ったものである。

主な提案

以下、本ポイントブックにおける提案内容の要点を紹介する。

(1) こげ茶(ダークブラウン) は北海道の環境に必ずしも適さない。

北海道の広大で開放的な景観、冬の雪景色を考慮すると、道路まわりの構造物は空や雪などの明るい背景を背にして眺められるケースが少なくない（図-2）。そのようなケースでは、こげ茶のような暗い色は背景から際だって見える。また、冬の無彩色の雪景色の中では、こげ茶でさえ鮮やかさを感じる色となる。

(2) 景観3色では無彩色のダークグレーが優位。場合によっては垂鉛めっきも。

冬の雪景色（無彩色の景色）において目立たず、景観に融和するのは無彩色であり、景観3色の中ではダークグレーが唯一となる。無彩色であれば夏の鮮やかさを取り戻した環境にも問題なく融和するほか、塗装の損傷による地色露出の影響も緩和される。したがって北海道の道路では、ダークブラウンよりもダークグレーを優先して検討するべきと言える。また、明るめの無彩色が適合す

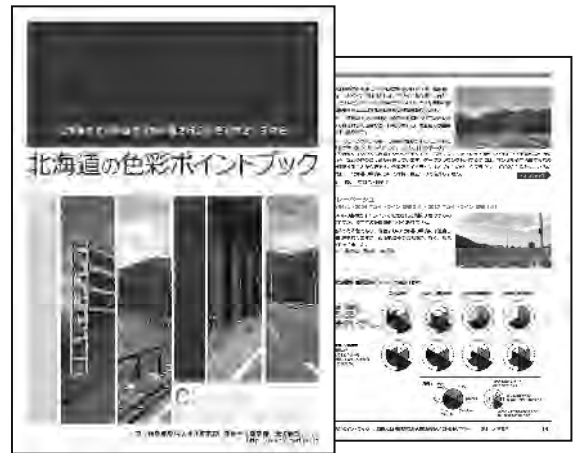


図-1 北海道の色彩ポイントブック



図-2 北海道の道路環境と道路附属物の色彩の例

る環境では、垂鉛めっき仕上げも選択肢となる。

(3) 緑系のグレーという選択肢。

空や雪、遠景の山並みなど、北海道において背景となる要素には、青みよりの色彩のものが多くなる。このことを考えると、北海道の環境には、赤みよりの茶系などの色彩よりも、青や緑よりの色彩が適合すると考えられる。実際に、緑系のグレー（彩度 1.0 程度）が採用された優れた事例が、道内には複数存在する。

寒地土木研究所で平成 28～29 年度にかけて実施した色彩の評価テストでも、道路附属物の設置環境を模した複数環境で色彩サンプルの評価テストを行ったところ、ダークグレー（10YR3/0.5）がいずれの環境でも評価が高く、次いで、緑系グレー（5GY3/1）であった。

「北海道の色彩ポイントブック」は、以下からダウンロードできます。 <http://scenic.ceri.go.jp/manual.htm>

*1 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 地域景観チーム

外国人ビッグデータを用いた新たな交通分析手法 —北海道後志地域の外国人移動実態から—

大部 裕次^{※1}、仲田 田^{※1}、船岡 直樹^{※2}

1. はじめに

本論文では、外国人の道路の走りやすさに対するサービスレベルの向上に向け、これまで把握出来ていない外国人特有の走行上の課題を明確にするための新たな手法として、外国人ビッグデータのGPS緯度経度情報を用いて走行速度の変化に着目した分析を行った。

2. 外国人ビッグデータを用いた特性分析

分析対象区間は、ニセコ観光圏～函館市間の高速道路事業のミッシングリンク区間(図-1)とし、外国人特有の走行上の課題を把握するため、外国人と日本人の走行速度を積雪期・無雪期に分けて比較した。また、使用データの国籍情報を元に、右側通行/左側通行の国による違い、及び自国での降雪有無別の違いに細別化をして、分析を深度化した。

図-2には、より特徴が顕著であった、通行方向が右側で降雪が無い、日本と真逆である国(台湾)とその他の国に分類して比較した結果を示す。積雪期において、日本人に比べ、市街地において平均39%(最大-29km/h)、また、峠部において平均36%(最大-30km/h)低下しており、これは、その他の国に比べても特に顕著な速度低下が起きていた。

外国人にとって日本の道路は、市街地だけでなく、急な勾配やカーブが連発する峠部(単路)において走行上の課題があり、かつ通行ルールの違いや降雪の影響によりそれが助長されることが分かった。



図-1 分析対象地域の概要

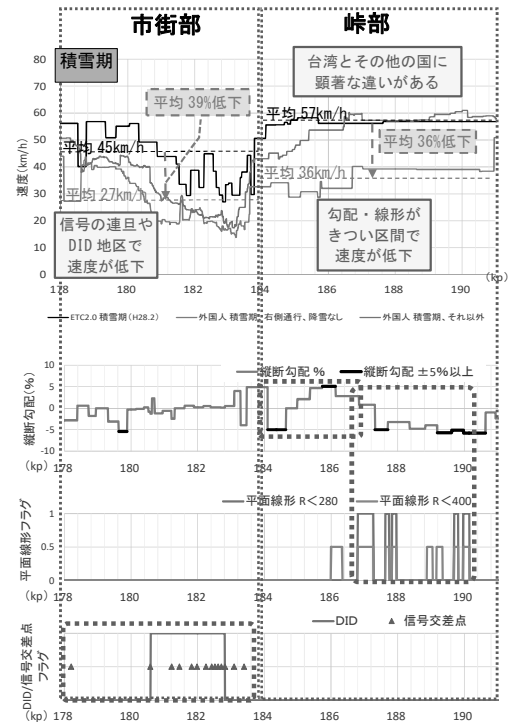


図-2 国道5号の積雪期、通行方向別/降雪有無別

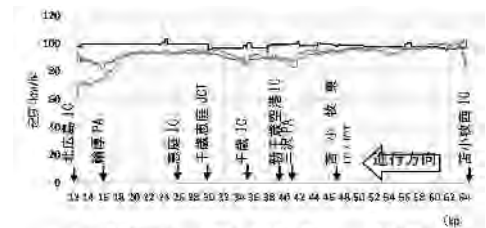


図-3 高規格道路の積雪期、通行方向別/降雪有無別

3. 高規格道路での外国人と日本人との走行速度の比較

一般道路よりも走行サービスレベルの高い高規格道路での外国人と日本人の走行速度を比較した。その結果、積雪期でも平均で6%の低下であり、一般道と比べてその差は小さく、日本人とそれほど変わらないサービスレベルで走行できていることが分かった(図-3)。

4. おわりに

今回、外国人ビッグデータを用いた新たな分析手法により、日本の一般道路において、外国人特有の走行課題があることが抽出され、また高規格道路は日本人に遜色なく走りやすい道路であることが分かった。この知見を活用し、外国人が急増する当該地域に必要な道路整備を進めたい。

オホーツク管内の冬季における地域協働の取り組みについて ～住民にも観光客にも喜ばれる道を目指して～

中嶋 清晴*1 國松 博一*1 伊藤 智明*2 石尾 源基*2
鹿内 隆弘*3 早川 諒*3 高橋 清*4 石田 眞二*5

1. はじめに

網走開発建設部では、地域特有のニーズに即した使いやすい道路づくりを目指し、オホーツク管内の知床地区と紋別地区において、協働型道路マネジメントを実践している。地域住民・団体、学識者、行政、道路管理者からなる組織を設置し、基本プランを策定し、プランの実現に向けた活動をPDCAサイクルで実践している。これらの活動の中から、冬季の取り組みについて紹介する。



図 1.1. 取組実施箇所

2. 知床地区の地域協働の取り組み ～知床協働～

1) 冬季の安全運転を支援するマップと現地仮設看板

「冬季の運転に不慣れ」なドライバー向けに「ヒヤリ・ハット」箇所を載せたマップを配布、「土地勘のない」ドライバー向けに危険箇所を明らかにする現地仮設看板を設置している。



図 2.1. ヒヤリハットマップ

2) 冬季の駐車環境を確保するビューポイント駐車場

流氷景観を堪能できるポイントの明確化による、流氷を見るための路上駐車、うろつき交通の削減を期待した、海側の民間駐車場を活用した「流氷展望ひろば」を期間限定で設置している。



図 2.2. 流氷展望ひろばの案内チラシ

3) 冬季の流氷景観を提供する除雪ボランティア

「知床に向かう道路で流氷が見えないのは魅力減」、「雪堤は圧迫感を感じる」という指摘から、協働で出来ることを模索し、官民協働の「除雪ボランティア」を始め、現在は地域主体で実施している。



図 2.3. 除雪ボランティアの実施状況

3. 紋別地区の地域協働の取り組み ～紋別協働～

1) 冬季歩行の安全を確保する砂まき活動

紋別市の女性ボランティア団体「Rosehips」を主体とし、紋別養護学校と連携しながら、地域と一体となった冬季歩行の安全確保を目的とした砂詰めペットボトルの作成・配布活動を実施している。

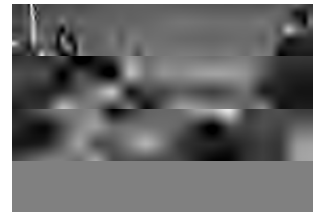


図 3.1. 砂詰め作業の実施状況

2) 冬季の道路環境を改善する除雪マナー啓発活動

効率的・効果的な除雪による冬季道路環境の改善を目的とし、「市民から市民に伝える」をテーマに路上駐車や道路への雪出し防止を伝える除雪マナー啓発チラシの作成・配布活動を実施している。



図 3.2. 除雪マナー啓発チラシ

3) 防災意識の向上を図る防災セミナー

近年増加傾向にある暴風雪災害や大雨・洪水災害に対する道路情報充実を目指し、防災に対する意識の向上を目的とした取組のひとつとして、防災セミナーを実施している。



図 3.2. 防災セミナーの実施状況

4. おわりに

道路管理者と地域住民・団体、学識者、行政との協働による創意工夫により、地域住民や観光客にとって使いやすい道路づくりを実践・継続している。これらはコストや所掌範囲に縛られる道路管理者のみでは実施できなかった協働の大きな成果である。

*1 北海道開発局網走開発建設部 *2 (株) ドーコン交通事業本部防災保全部

*3 パシフィックコンサルタンツ(株) *4 北見工業大学 *5 北海道科学大学

積雪寒冷地の道路景観の改善からみえる持続可能な道路管理について

緒方 聡*1、松田 泰明*1、田宮 敬士*1

1. はじめに

北海道では雄大な自然や雪景色など他地域にない貴重な景観資源を有し、増加する来道者が移動中に景観を楽しむ機会が多い。また、「シーニックバイウェイ北海道」¹⁾など沿道の美しい景観を地域資源として活用し地域振興や魅力ある観光空間づくりも継続して行われ、観光振興の面からも道路景観の向上は昨今の道路事業における地域貢献として極めて重要なテーマとなっている。

本報告では、積雪寒冷地の道路景観の改善について「シーニックバイウェイ北海道」での道路景観改善の取組事例と、その活動の技術支援となる技術資料「北海道の道路デザインブック（案）」（以下、デザインブックと言う。）及び「北海道における道路景観チェックリスト（案）」（図-1）（以下、チェックリストと言う。）の改訂作業を踏まえ、これからの持続可能な道路管理を考察する。

2. 積雪寒冷地での道路景観改善の取組事例と技術資料

釧路湿原・阿寒・摩周シーニックバイウェイ」ルートが認定され2008年にマスタープランを策定したもののフォローアップを行う持続的な仕組みがなく、活動団体や地域住民が高い意識で作った改善計画が進まない課題を抱えていた。その課題を解消するために、2013年度から「道路景観の改善に向けた道路附属物の影響評価と改善」として3つのポイント（a. 現地視察による優先度評価、b. 目標の明確化、c. 持続的な改善）で取り組んでいる。

その結果、本取組の5年間（2014年～2018年）で総計63箇所の道路附属物の改善を完了させている。なかでも、重複する標識類の撤去などは、分かりやすさの向上や道路景観の改善に加え、点検や更新の費用を削減している。

上記取り組みを技術面から支援ツールであるデザインブックは、全国を対象とした「道路デザイン指針（案）」（国土交通省：H29.10改訂）に対して、北海道のローカルルールとしての位置付けとなっている。また、現場技術者が地域特性を活かし北国の美しい道路づくりを実践するために必要な考え方や手法について、道路の企画・計画、設計、施工及び維持管理の全てで参考となる事例を挙げ、実践的で具体的な道路景観向上手法を示している。

一方、実践編となるチェックリストは、写真やイラストを多用し景観への課題や改善ポイントを直感的に理解ができ、景観検討に熟練していない道路技術者でも改善策を見つけやすいよう配慮したもので、両資料とも平成31年3月に改訂を行った。

3. 道路景観の改善からみえる持続可能な道路管理

道路附属施設は道路空間に求められる機能を補完するため計画・整備されるが、設置基準等のない補助標識類の中には、過剰な設置や伝達すべき機能（内容など）が不明瞭なものもみられる。その結果、施設同士の重複や錯綜、煩雑などをまねき、景観上の問題のみならず、「見づらい／理解しづらい／走行上のストレスになる」など、道路利用者が快適で安心して走行する上でととなる印象を生じさせ、また、施設個々が発揮する機能（案内誘導や注意喚起など）の低下をもたらしていると考えられる。

これまで一部の道路技術者には、道路景観の向上とは付加的なもので、道路の機能や管理とは関係が強いと考えられている面も少なからずあり、景観向上策を実施することはコスト増とトレードオフの関係にあるとイメージされてきた。しかしながら、附属物を集約や撤去することで道路景観を向上させ、更にはコストも節減できる手法も少なくない。今後、道路事業費の増加が望めない中、道路景観向上と維持管理・更新コストの節減を両立させることが持続可能な道路管理に繋がると考える。



図-1 左：北海道の道路デザインブック
右：北海道における道路景観チェックリスト

* 1 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 地域景観チーム

国道40号 更喜苦内防雪の道づくり —地域特性を活かした「北海道スタンダード」—

大友 大輝*1 佐々木 一靖*2 上杉 朗裕*3

1. はじめに

国道40号更喜苦内防雪は、暴風雪による交通障害の解消や正面衝突事故等の交通事故を防止し、北海道の優れた資源・特性を活かし創意工夫した「北海道スタンダード」としての構造を地域協働によって確認・検証しながら、現道整備を行ったものである。本稿では、その取り組みと完成後5年経過した現時点での効果について報告する。

2. 更喜苦内ワークショップを基軸とした整備推進

当該整備における『協働型インフラ・マネジメント』は、当初「北海道アプローチのあり方に関する研究会更喜苦内地域部会」（平成17年～18年）としてスタートし、ここから独立した更喜苦内ワークショップ（平成27年まで、およそ年1回、全11回）を中心に、地域特性を踏まえた問題点抽出や対策内容の検証、一部供用後の効果検証などについての情報共有・意見交換を行い、地域と協働してより使える、よりよい道づくりを目指し整備を推進した。

3. 北海道スタンダードによる整備概要と効果

3.1 吹雪等にも強い冬期交通環境の改善

当該路線が通過する更喜苦内地区は、樹木などの風をさえぎるものがないため、東西両側からの季節風により、地吹雪が発生しやすく、視程障害等の冬期交通障害が頻繁に発生していた。

このため、両側からの季節風に対応し、周辺との景観との調和を図るため両側防雪林の設置（図-1）、および視程障害発生時の視線誘導施設としてハイパワーLEDを導入し、冬期交通環境の改善を図ることとした。

効果としては、以下の通りである。



図-1 更喜苦内防雪区間に設置した両側防雪林

【両側防雪林】

- ・ 定点気象観測による視程障害発生時間が整備前と比較すると約9割削減し、実際に、整備前と比較し通行止め時間が1/5程度削減。

【ハイパワーLED】

- ・ 地吹雪時には、安心感があり本施設により救われた経験があるといった声がありなど、道路利用者から好評。
- ・ ハイパワーLED設置箇所は、設置されていない箇所のおよそ5.6倍の路面輝度を有することを確認。

3.2 安全・円滑・快適な交通環境の実現

当該路線が通過する更喜苦内地区は、低速車両への追従走行によるイライラ運転や高速車両の追従による低速車両の圧迫感などの心理的負担、無理な追越しが多数発生し正面衝突事故や交差点における交通事故が発生していた。

このため、多様な速度ニーズに対応し、一定の追越し機会を与えるゆずり車線（上下線合計6箇所）を導入、正面衝突事故の発生を抑制するために中央帯を可能な限り連続的に設置、低速車・歩行者・自転車・原付と本線走行車両を分離するために防雪林管理用道路を副道として開放し、安全・円滑・快適な交通環境の創出を図ることとした。

効果としては、以下の通りである。

【ゆずり車線】

- ・ 追従台数が整備前に比べ約6割減少し、追従状態が解放され、平均速度が20km/h以上向上。

【中央帯】

- ・ 整備後は正面衝突も含めて死傷事故が発生していない。

【防雪林管理用道路（副道）】

- ・ 直接本線と出入り可能な交差点を約5割削減。このことも死傷事故削減に寄与

また、これら整備により、一部区間（起点側3.7km）ではアクセスコントロールにより、規制速度が60km/hから70km/hへと緩和された。現道改良の規制速度緩和は全道初の事例となった。

5. まとめ

宗谷地域の特性や特有の地域課題に対応した「北海道スタンダード」による整備により、目指した通りの効果を得ている。地域の細かな問題点や多様なニーズを確認しながら、整備の手法検討・推進してきたことにより、道路利用者をはじめとした地域の方々の満足度を最大限まで向上させることが出来た整備事例となった。

*1 稚内開発建設部 稚内道路事務所 *2 稚内開発建設部 道路計画課 *3 稚内開発建設部 道路整備保全課

ヒートポンプレス下水熱融雪システムに関する実証研究

小酒 欽弥、藤野 丈志、五十石 浩介*1

1. 研究概要

本研究は、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究である平成30年度下水道革新的実証事業（以下、H30_B-DASHプロジェクト）のうち、実証研究に採択された「他の熱源よりも低コストに融雪できる下水熱融雪技術」の採択事業として（株）興和・積水化学工業（株）・新潟市が共同研究体として実施したものである。

2. システムの革新的技術と事業目標

本研究のシステム（以下、本システム）は、下水熱を用いる場合に通常利用するヒートポンプを使わず、循環ポンプのみでブラインを循環させ、下水管内に設置した採熱管と熱交換する「ヒートポンプレス」であることが特長である（図－1）。本システムに、高熱性能採熱管、高熱性能舗装、片押し対向流方式の熱交換、遅いブライン流速の4つの革新的技術を採用することで、表－1に示すCOP（Coefficient of performance※融雪必要熱量÷施設消費電力量）10以上、50年換算で従来システム（温水ボイラー融雪施設）比で-10%のシステムコスト削減を事業目標として研究を行った。



図－1 システム概要

表－1 事業目標

目標項目	達成目標
高COP	本システム運用時にCOP10以上。（既存システム※では3～4）
低コスト	本システムコスト（50年換算）を従来システム※から10%以上削減。

※従来システム：温水ボイラー利用融雪施設

※既存システム：高熱性能材料を用いない

折り返し方式の下水熱融雪施設

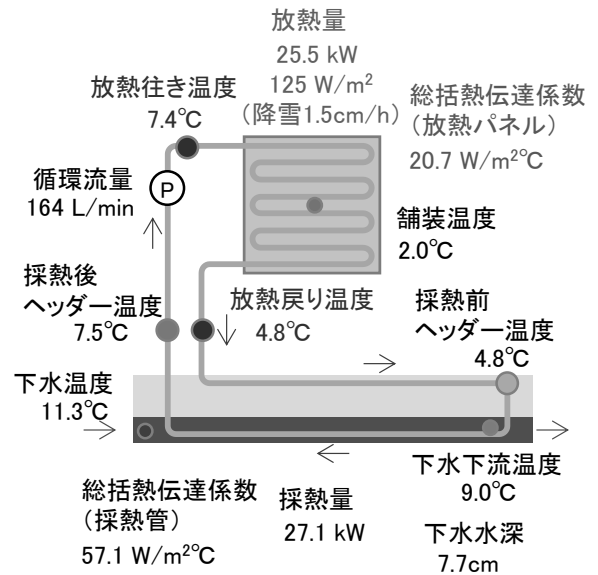
3. 施設位置および構成

本システムは、小学校や警察署が隣接し、歩行者も多い新潟県新潟市中央区の交差点車道部に設置した。

融雪対象面積は204 m²、必要熱量25.1 kW（設計時間降雪深1.49 cm/h）で設計した。採熱は、Φ1000の合流式下水管にΦ17の高熱性能採熱管を24ユニット分、延長91.8 mに設置した。制御は、降雪と路面温度の2要素で行い、循環ポンプは2.2 kWを採用した。

4. 熱交換能力

観測は平成30年12月26日～平成31年2月28日の期間で行い、データを解析した。観測中の安定放熱時の各測定温度・流量ならびに熱高慢能力の解析結果の一例を図－2に示す。設計条件の路面状態では必要熱量25.1 kWを上回る25.5 kWの放熱量を確認した。



※放熱量＝熱交換量÷パネル面積

図－4 安定放熱時の各測定値と放熱量解析結果

5. 事業評価

COPを算出した結果、全期間平均で13.9となった。また、コストを200 W/m²かつ運転2000時間と125 W/m²かつ運転1000時間の2条件で試算した結果、34.0%～13.7%のコスト削減となり、事業目標を達成できる見込となった。

6. まとめ

今年度、継続調査によって研究成果をまとめ、今後の下水熱利用融雪施設の普及拡大に繋げていきたい。

*1 株式会社興和 水工部（代表 TEL 025-281-8811）

待避所におけるヒートパイプを活用した登坂不能対策について

瀧澤 大地*1 大崎 智*1

1. はじめに

各地で集中的な大雪が発生し、通行車両が立ち往生するなど、全国的な課題となっている。この対策として国土交通省では、予め指定した一定区間を通行止めして、集中的な除雪を行うものとしており、通行止め区間（以下「予防的通行規制区間」という）に滞留した車両の円滑な動線を確保する必要がある。

今回、長岡国道事務所では予防的通行規制に伴う一般車両の待避所及びチェーン脱着場として「道の駅おぢや」を活用する計画であるが、「道の駅おぢや」への進入路においても、道路勾配により登坂不能が発生することから融雪設備を設置することとしたものである。近年の環境負荷軽減への意識が高まる中、自然エネルギーを利用した融雪方式と維持管理コストの低減を検討したので報告する。

2. 融雪設備の導入概要

「道の駅おぢや」は、ドライバーの休息や情報提供施設のほか、待避所及びチェーン脱着場として使用される計画である。しかし駐車場への進入路は上り坂のカーブとなっており、大雪時は大型車両が登坂不能になりスタックする事例が発生している。進入路で登坂不能車が発生すると、退出路を通行止めしたうえで、除雪車両を逆走により進入させ、除雪作業を行う必要がある。そのため、登坂不能車対策は大雪時の円滑な施設の活用に向けた課題となっていた。

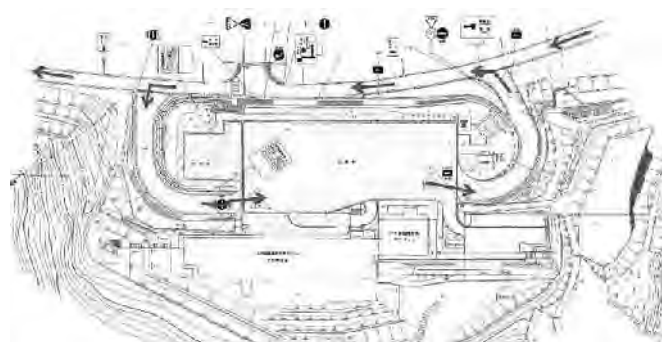


図 1 道の駅進入路平面図

そこで、登坂不能車対策として進入路に消融雪設備を導入する計画としたが、対象箇所は地下水散水消雪設備

は採用できなかったため、無散水融雪方式を比較検討し、地中熱を利用したヒートパイプ融雪工法を採用した。

3. 融雪工法の選定

無散水融雪の代表的な工法には、地下水熱方式の他に以下の三方式がある。

①空気熱源式ヒートポンプ方式

②電熱方式

③地中熱ヒートパイプ方式

検討の結果、トータルコストで、他の工法より安価になる③地中熱ヒートパイプ方式を採用した。

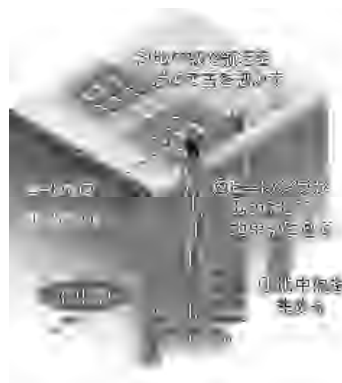


図 2 地中熱ヒートパイプ方式の融雪原理

4. 現地施工

現場は、施工を完了し、今冬より稼働を開始する予定としている。今冬は、融雪の状況や登坂不能車の発生について検証することとしている。

また、ノーメンテナンス設備ではあるが、維持管理面でどのような課題があるかについて検証していきたい。

5. おわりに

本対策は、予防的通行規制の待避所やチェーン脱着場の機能を保持するため、地中熱ヒートパイプ融雪設備の導入により、滞留車両の動線確保を図るものである。

今回の対策は、地下水の乏しい地域や、電気の利用が困難な場所などの特殊な箇所の対策に有効だと考えている。

今後、現場での効果や管理における課題を検証し、さらに検討を進めていきたい。

* 1 国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所防災情報課

平成24年11月 登別市及びその周辺で発生した冬期の大規模停電について

檜澤肇^{*1}， 鳴海文昭^{*2}， 山本賢二^{*3}

1. はじめに

平成24年11月27日に北海道の胆振・日高地方を発達中の低気圧が通過したため、強い冬型の気圧配置となり、湿り雪を伴った非常に強い西寄りの風が吹いた。この暴風雪により送電鉄塔の倒壊等の被害が生じ、11月27日から30日にかけて、登別市とその周辺地域で大規模停電が発生した。地域全体での最大停電戸数は、平成24年11月27日14:00時点で、室蘭市:29,880戸、登別市:20,790戸、伊達市:990戸、豊浦町:320戸、壮瞥町:50戸、白老町:870戸、洞爺湖町:2,850戸、合計:55,750戸となった。

2. 調査方法

本報告では、この大規模停電について、登別市内の被害とその対応状況等を明らかにするため、登別市役所及び関係機関の被害記録の読取りと登別市内の町内会連合会関係者への聞き取りによる調査を行った。

3. 登別市内での被害概要

暴風雪によって、市内では住家21棟、非住家6棟、公共施設等の建物破損32施設、道路3箇所、倒木795本の被害が発生し、また大規模停電の発生によって市内で最大21,320戸が停電した。停電に伴って市内に開設された避難所には、最大時で323名が自主避難した（表1）。

表1 停電に伴う市内の避難所と自主避難者の状況

避難所	開設日時	閉鎖日時	施設別 最大避難者数	日時別 最大避難者数 (11/28 18:00)
鷺別公民館	11/27 17:00	11/29 9:00	11/28 0:00 68名	24名
富岸小学校	11/27 17:00	11/28 12:00	11/27 23:00 8名	—
市民会館	11/27 17:00	11/30 20:00	11/28 18:00 172名	172名
婦人センター	11/27 17:00	11/30 13:40	11/28 0:00 48名	34名
登別温泉 公民館	11/27 17:30	11/30 12:00	11/28 16:00 17名	17名
鉄南ふれあい センター	11/28 16:30	11/30 13:00	11/29 18:00 77名	66名
常盤婦人 研修の家	11/28 17:00	11/30 13:40	11/28 19:00 5名	3名
老人憩の家 こぶしの家	11/28 17:00	11/28 22:00	11/28 17:00 9名	7名
合 計				323名

4. 登別市の対応状況

登別市では、平成24年11月27日7:45に市内全域で停電が発生した後、27日12:50に北海道電力(株)から説明があり、停電の長期化が判明したことから、27日13:30に災害

対策本部を設置、14:00に連合町内会に停電に関する情報提供、14:20には北海道を通じて陸上自衛隊の災害派遣要請を行い、17:00には市内5箇所で開催所を開設した。避難所はその後、地域毎の高齢者等の避難ニーズにきめ細かく対応するため、追加の3箇所を開設した。

停電発生から4日後の11月30日4:50に送電線の復旧作業が完了して市内全域に電力供給が開始され、30日15:20には災害対策本部を解散、30日20:00に最後の避難所を閉鎖して警戒態勢を解除した。

防災拠点となる市役所本庁舎も停電となったため、市では停電以降、非常用発電機の設置、ポータブル発電機の配備等の停電対策を進めている。

また「登別市備蓄整備方針」を定め、備蓄拠点地域として市内6地区の公共施設等に食料や資機材等を備蓄するとともに、比較的備蓄が容易なLPガスを用いて、暖房、ガス発電等が可能となる「災害用LPガスバルク」を市内の避難所12箇所に設置している。

5. 連合町内会等の活動状況

市役所内に事務局がある連合町内会では、停電発生時には、市からの依頼を受けて、地区連合町内会及び単位町内会に対して、停電の長期化と避難所開設等についての説明、独居高齢者等の安否確認を行った。

連合町内会では停電以降、市内11地区の地区連合町内会毎の緊急災害時情報伝達網を作成した。また災害発生時には、地区連合町内会が各地区で独自に災害対策本部を設置するとともに、連合町内会事務局が市役所内に災害対策本部を設置し、市の災害対策本部会議に連合町内会役員と事務局長が出席して、市の対策本部や防災担当との連絡調整に当たることとしている。

6. まとめ

大規模停電を契機に、市では特に停電時を考慮した防災対策を進めてきたが、これらは平成30年9月の北海道胆振東部地震に伴う「ブラックアウト」発生時に効果を発揮し、迅速な初動態勢をとり、情報収集や被害状況の把握等、速やかな対応を実施することができた。

また登別市では、災害時における行政と地域町内会との役割分担を平常時から決め、災害時の協働対応の基盤が構築されているが、これらは平時からの関係づくりや、連合町内会が責任を持って活動していることなどが背景になっている。

* 1 一般社団法人北海道開発技術センター、* 2 登別市連合町内会事務局長、* 3 登別市総務部防災担当主幹

大雪災害時におけるスノーモービルの活用

鴻江雄太^{※1} 細川迭男^{※1} 岡部知巳^{※1} 千明裕之^{※1}

1. はじめに

東日本高速道路(株) 新潟支社 湯沢管理事務所(以下、「湯沢(管)」という)は、太平洋と日本海を結ぶ大動脈である関越自動車道 水上IC～小千谷IC間約88km所掌している。管内は日本有数の豪雪地帯として知られており、冬は管内全域にわたって猛烈な雪が毎日のように降り続く。積雪は過去最大で4.5mを超え、1日に1mを超す降雪を記録する事もあり、山間部では累計降雪量が10mを超える。

本論文では、大雪災害時におけるスノーモービル活用への湯沢(管)の取組みについて報告する。

2. 大雪災害の状況とスノーモービルの活用

2.1 過去の湯沢(管)管内の大雪災害発生状況

平成26年12月に六日町IC～小出IC間(上下線)で大雪災害による通行止めが発生した。下り線の滞留車両は無かったが、上り線で約230台の滞留車両が発生し、事故車及び滞留車両の排除、除雪作業等に時間を要し、通行止め解除まで下り線で約14時間、上り線で約17時間を要した。通行止めが長時間となり、お客様への食料等の供給を行ったが、除雪作業が追いつかず積雪も多く、また、滞留車により運搬車の導線確保も困難だったため、徒歩による食糧等の供給を行った。しかし、歩く距離も長く運搬できる量も限られ、今後の食料等の供給にあたり大きな課題となり、その対策について検討を始めた。



写真1 H26年大雪災害時の状況

2.2 高速道路でのスノーモービル走行の検討

平成22年12月末から翌年1月にかけて、大雪により福島県及び鳥取県の国道において、車両の立ち往生が発生した。これを受け、平成23年2月に国土交通省と警察庁は大雪により通行止めとなった道路の復旧作業において、普通自動車運転免許取得者が所轄警察署へ届けを行うことにより、道路運送車両法の基準を満たさないスノーモービルの公道走行が認められた。

3. 湯沢(管)の活動

平成23年の通達を鑑み、高速隊と協議をした結果、通行止め時にはスノーモービルを用いて良いとの回答(口頭)を得たため、平成26年度より冬期間、スノーモービルをレンタルし小出IC(小出基地)に配備した。スノーモービルはNEXCO仕様として、回転灯及びスピーカーを搭載した。しかし、平成26年度以降、大雪等による通行止めは発生しているが、長時間の滞留車両を出すような事象等は発生していないため、スノーモービルの出動実績はまだ無い。

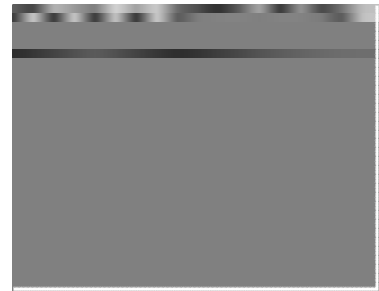


写真2 NEXCO仕様のスノーモービル

4. 今後の課題

4.1 交通管理者との協議

平成26年度に高速隊と協議済となっているものの、スノーモービルの出動実績が無い事は上述した通りだが、人事異動等もあり、再度、大雪災害発生時に高速道路本線を通行する際の運用等の相互確認を高速隊等関係部署と調整する必要がある。また、湯沢(管)管内は所掌延長の約20%、約18kmがトンネルとなっている。スノーモービルの前輪にあたるスキーがトンネル内の走行の支障になるため、台車を設置するなどの走行方法についても検討したい。

4.2 地元のスノーモービル協会との連携強化

滞留車両の発生状況次第では、湯沢(管)でレンタル中のスノーモービル1台での対応には限界がある。講習会の講師であるスノーモービル協会では、複数台のスノーモービルを所有し、なおかつ遭難者等を搬送するための牽引ボート等も所有している。今後、講習会の継続開催はもとより、災害時の連携協定締結等も視野に地元のスノーモービル協会等との連携強化を実施していきたい。

※1 東日本高速道路(株) 新潟支社 湯沢管理事務所

大雪時広域連携による除雪体制構築のタイムラインに対応した路面積雪状況の予測

横田昭人*1 片岡正次郎*2

1 はじめに

平成30年5月には冬期道路交通確保対策検討委員会により「大雪時の道路交通を確保するための具体的な対策」が提言され、道路管理者のタイムライン（段階的な行動計画）の作成が必要とされている。一方、道路管理者は気象庁等の降雪量予測を入手しているが、路面上の積雪予測は把握できない。こうしたことから、筆者らは想定したタイムラインに対応した路面積雪量の予測について基礎的な研究を行っている（図1）。

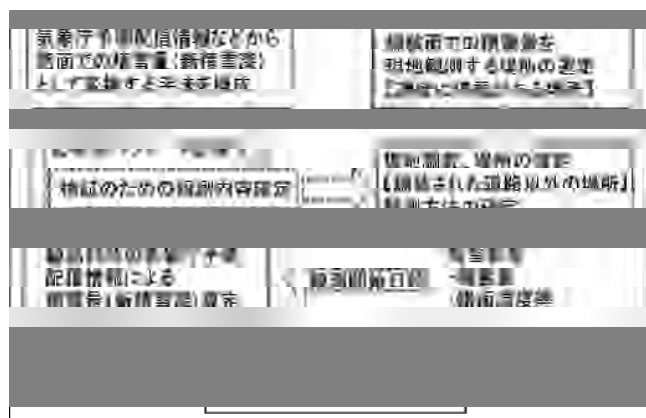


図1 研究フロー

2. 路面積雪量の予測

2.1 路面積雪に影響する要因と推定対象

路面積雪量に影響する要因は、概ね図2に示すように考えられる。本研究では、基礎的な研究として自然要因である融雪と圧密を考慮した路面積雪量の予測を検討した。

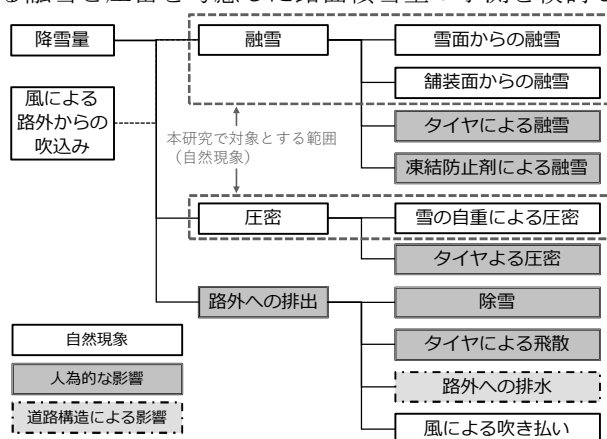


図2 路面積雪に影響する要因

2.2 融雪の考慮

本研究では図2に示す熱収支法を利用した路面積雪や降雪の融解を計算し、降雪量から路面積雪を予測する手法を検討した。

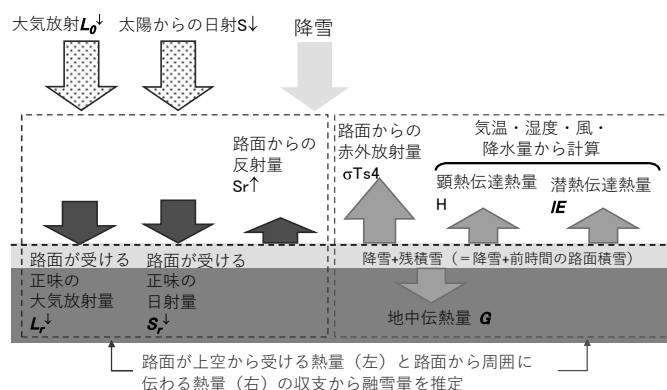


図3 路面積雪量の予測に際しての融雪の考慮

2.3 圧密の考慮

地面に降り積もった雪は自らの重さによって次第に圧密されて沈降する。この圧密の影響を小南ら（1998）による積雪の粘性圧縮理論を用いて検討した。こうした融雪と圧密による路面積雪量の推定イメージを図3に示す。

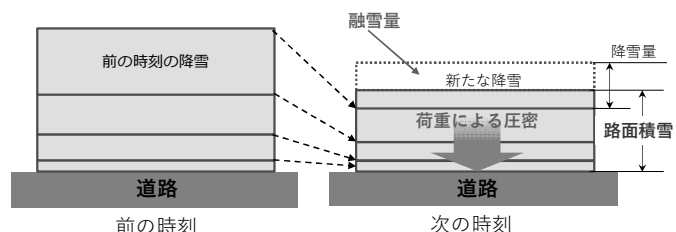


図4 路面積雪量予測のイメージ

3. 路面積雪量等の現地観測

本研究の路面積雪量予測手法の検証を行うため、適度な降雪が冬期に度々あり、舗装面からでの積雪深が観測できる箇所として作並除雪STで観測を実施した。観測期間は令和元年12月から令和2年2月であり、期間中の降雪事例による検証を行う予定である。なお、観測項目は積雪深（降雪深）、路面温度、長短波放射である。

4. 気象予測値を用いた路面積雪量予測の適用性の検証

本研究では観測値による手法の検証に加えて、既存の気象庁の気象予測を用いた検証も行う予定である。これにより、道路管理者の実務に即した路面積雪量予測手法の適用性が検証される。

5. まとめ

現在、実施している観測結果と気象予測値による路面積雪量予測手法の検証結果を踏まえて、今後の課題を整理するとともに他地域での検証を進める予定である。

*1 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部 道路地震防災研究室 主任研究官

*2 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部 道路地震防災研究室長

冬期の地域協働イベントと連携した地区防災の取り組み ～知床の全ての人が逃げ切れるまちづくりを目指して～

金田武*1 神明義*2 桜井あけみ*3 鍵屋一*4 高橋清*5
及川宏之*6 村澤直樹*6 橋本泰輝*6 大沼乃里子*7

1. はじめに

本稿は、世界自然遺産地域“知床”に位置する斜里町ウトロ地区における地区防災計画検討にあたり、冬期の津波避難時の問題点や課題を把握するため、地域主導で継続的に実施している「雪かきボランティア」と連携し、冬期避難訓練や意見交換会、E Vによる給電等に取り組んだ事例を紹介する。



図1.1. 取組実施箇所

2. 雪かきボランティアとウトロ地区防災計画

雪かきボランティアは、流水景観を阻害する道路脇の雪壁を民・官協働で除去し、訪れた観光客に流水景観を提供する地域の活動である。参加者は年々増加しており、地域交流を兼ねた地域イベントとして認識されている。

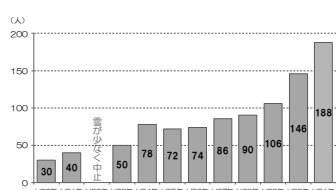


図2.1. 雪かきボランティア参加者数と実施風景



地区防災計画は、自治会レベルを対象とした災害時における避難誘導や避難所運営などの行動計画である。

人口約1,200人が居住し、年間約120万人の観光客が訪れるウトロ地区は、地域住民・観光客の津波発生時の避難及び冬期避難の知見を得るなど、国内において先進的モデル地区となり得ることから、平成30年度の内閣府「地域で津波に備える地区防災計画策定支援対象地区」に選定された。選定後、ウトロ地区が抱える災害発生時の問題点やニーズを把握するため、勉強会やワークショップ等の開催を重ね、「ウトロ地区防災計画基本計画」を平成31年3月に策定した。

3. 雪かきボランティアと連携した避難訓練の実施

ウトロ地区が抱える津波災害時の問題点は、「限られた高台への避難路」「避難路の路面凍結や堆雪による通行支障」「地域情報を持たない観光客の避難誘導」である。特に地域住民が集中するメインの避難路は、急勾配かつ狭小幅員であるため、避難者と車両の接触や先詰まりによる避難遅れが危惧され、安全かつ確実な避難ルートを確保する避難ルール等の対策立案が必要であった。避難ルール案は、津波発生時、一時的に海へ向かう下り車線を通行止めにして対向車両との交錯を無くす「一方通行化」、さらに歩道に加え、通行止め車線を「歩行用避難スペース」として確保することが発案され、雪かきボランティアと連携した冬期避難訓練の実施により対策の有効性を検証した。



図3.1. 冬期避難訓練の状況

4. 得られた知見と地区防災計画への反映

188名が参加した冬期避難訓練により、「一方通行化」によるスムーズな車両の走行、「歩行用避難スペース」による先行者の追い越し等の有効性が確認された。一方で、避難車両の集中による混雑や避難施設の駐車場容量不足が判明したことから、班別の避難先と避難ルートの指定、駐車場のある一時避難施設を追加した。また地区中心から離れたエリアでは風向・風速の状況により、津波サイレンや防災アナウンスが不聴であったことから、津波サイレンの強化やSNS等による情報提供を検討することとした。またE V車両を活用した電力供給も停電時に有効であることを確認した。



図4.1. ウトロ地区避難マップ

5. 地域イベントと連携した地区防災計画検討の効果

雪かきボランティアと冬期避難訓練は、地域が実施主体であり、関係者の意識共有や調整も容易のため短期間での実現が可能であった。個別には、雪かきボランティアは志の高い新たな参加者を獲得し、防災計画は多数の地域ニーズ収集と地域住民の防災意識向上など、相乗効果があった。

*1 株式会社ドーコン 交通事業本部 交通部

*3 まちづくりグループ しれとこ・ウトロフォーラム 21

*5 北見工業大学 工学部 社会環境工学科

*7 国土防災技術(株) 技術本部 技術部

*2 国土交通省 北海道開発局 網走開発建設部

*4 跡見学園女子大学 観光コミュニティ学部

*6 株式会社ドーコン 交通事業本部 防災保全部

インターネットサイト「吹雪の視界情報」の利用者アンケートの結果について 大久保幸治*1 原田裕介*1 武知洋太*1 大宮 哲*1 高橋丞二*1 松澤 勝*1

1. はじめに

寒地土木研究所では、平成25年2月よりインターネットサイト『北の道ナビ 吹雪の視界情報（北海道版）』（以下、『吹雪の視界情報』という）において、北海道内の視界の状況と予測情報の提供実験を開始した。

本稿では、ドライバーの交通行動に対する影響や、ユーザーニーズやサイト利用の実態を把握するため、平成30年度に利用者アンケートを実施したので、その結果について報告する。

2. 『吹雪の視界情報』について

『吹雪の視界情報』は、視界情報、吹雪の投稿情報、気象警報・注意報、通行止め情報、お役立ち情報から構成されている。視界情報は、北海道を221地区に細分化したエリアで表示され、現況及び1～6時間までは1時間ごと、それ以降は9、12、18、24時間先までの視界を予測した情報である。

3. 調査方法

『吹雪の視界情報』にリンクさせたアンケートページにおいて、web 回答形式により、平成31年3月20日～4月10日に利用者へのアンケート調査を実施した。本アンケートでは、952名からの有効回答を得た。また、『吹雪の視界情報』の利用実態とドライバーの交通行動に与えている影響の把握について、平成26年度と28年度に実施した利用者アンケート調査の結果と本調査を比較した。

4. 調査結果

『吹雪の視界情報』で現在住んでいる地域で視界不良（視程200m未満）の発生が予測された場合の行動変化の設問に対し、最も多かった回答は「行動や予定を変更する、または変更する機会が多い」で73%であり（図1）、交通行動の変更に『吹雪の視界情報』が利用されていることが分かった。

視程状況と走行距離による運転判断についての設問に対し、「運転するのを止める」と回答した結果を図1に示す。なお、本調査（平成30年度）では、外出目的を仕事として設問しているが、前回調査（平成28年度）では外出目的を私用とし設問している。結果は、視程200m未満の場合、移動距離に関係なく「運転するのをやめる」と回答した割合は、外出目的が仕事の方が私用よりも低かった。また、仕事で運転する場合、視程200m未満で走行距離が20～120kmの場合に「運転するのを止める」と回答した割合は、運輸が仕事全体より低く、走行距離が長くなるほどその乖離が大きくなっていった。

SNSで吹雪や地震等の災害情報が提供される場合、どこか

らの情報を信用できるかの設問に対し、官公庁や専門機関からの発信情報は“とても信用できる”、“やや信用できる”が全体の9割以上であった。また、SNSで『吹雪の視界情報』を利用できるようになった場合、75%の回答者が利用したいと考えていた（図3）。

令和元年度は、『吹雪の視界情報』にSNSを取り入れることを予定している。SNSを利用することで、『吹雪の視界情報』の利用が少なかったと考えられる20歳代、30歳代を主な対象として、暴風雪時に安全な交通行動への判断を支援することで、災害の被害軽減を図りたい。

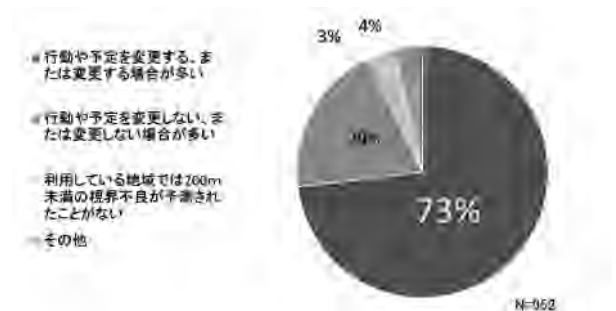


図1 視界不良発生が予測された時の行動変更

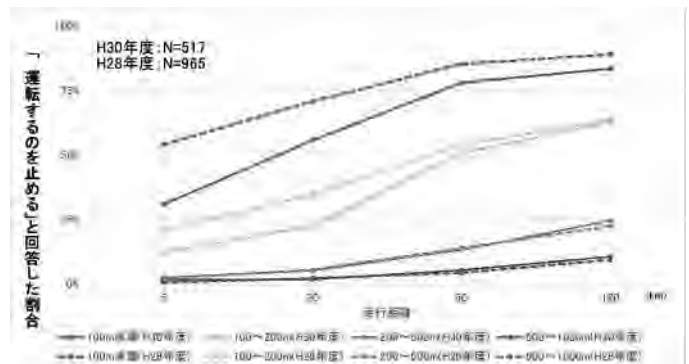


図2 視界状況と走行距離による運転行動の判断（仕事、私用）

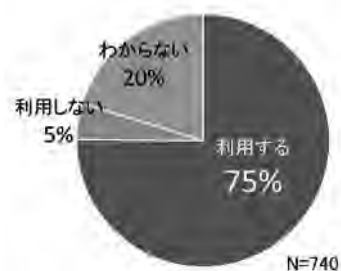


図3 「吹雪の視界情報」がSNSを利用できるようになった場合の利用の有無

暴風雪時の立ち往生に関する検討事例 ～暴風雪時の効果的な対応に向けて～

山崎 英雄^{*1}、菅野 圭一^{*1}、石井 孝典^{*2}

1. はじめに

室蘭開発建設部では、国土交通省の『大雪時の道路交通確保対策中間とりまとめ』を受け、過去の暴風雪・大雪を踏まえ、立ち往生の予防と早期解消にむけた『冬期道路交通確保対策』の検討を実施した。本稿では暴風雪時の立ち往生に関する検討について述べる。

2. 近年の北海道における暴風雪・大雪の影響と現地対応

北海道では、平成30年3月1～2日にかけて『人命に関わるような暴風雪や大雪となる可能性がある』と予報された暴風雪が発生した。それによりスタック車両や故障車等の立ち往生が発生したが、速やかな現地対応を行うことで通行止めによる影響を最小限とした（写真-1）。



写真-1 立ち往生車両周辺の除雪・除雪車による緊急車両先導

3. 室蘭開発建設部における検討事項

3-1 除雪等強化区間への除雪支援体制の検討

本検討は、過去の通行止め履歴等を踏まえ、暴風雪・大雪時の立ち往生発生リスクが高い区間、孤立集落が発生する区間等の通行止めの影響が大きい区間の抽出を行い、除雪等強化区間への除雪支援体制の検討を行った。また、それらの支援体制がわかる『オペレーション計画図（案）』についても併せて作成した。

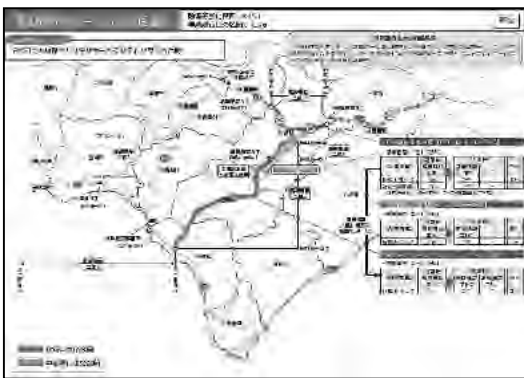


図-1 オペレーション計画図（案）例

3-2 大雪時タイムラインの検討

オペレーション計画で設定した冬期災害シナリオを踏まえ、道路管理者や関係機関における異常な暴風雪・大雪時に備えた段階的な行動項目を検討・整理の上、『大雪時タイムライン（案）』（図-2）を作成した。

	本局	室建	道路事務所	維持業者	関係機関
-72h					
-24h	情報伝達、実施体制、現地準備等				
-12h	事前準備時間				
-6h					
-3h	早期通行止め実施・除雪等強化実施				
0h	スタック発生				
1h	災害対策基本法第76条の6に基づく道路区間設定・通行止め実施				
警報解除	天候回復により通行止解除				

図-2 大雪時タイムライン案（イメージ図）

3-3 災害時の対応検討

冬期異常気象災害時の具体的な対応を検討・検証するため、管内における暴風雪・大雪等の災害発生を想定したロールプレイング訓練を本部・事務所・年間維持業者の参加により実施した。



写真-2 訓練時の様子

3-4 外国人対応ツール

異常な暴風雪・大雪時に外国人ドライバーが立ち往生に巻き込まれた際に、通行止めの事情説明や迂回誘導、安否確認等の円滑なコミュニケーションツールとして、日本語と英語・韓国語・中国語（簡体・繁体）の4言語を翻訳した「外国人対応ツール」（図-3）と「多言語チラシ」を作成した。

作成方針は異常な暴風雪・大雪時に外国人対応が想定される事象として『通行止めを行っている時』、『立ち往生している時』等とした。

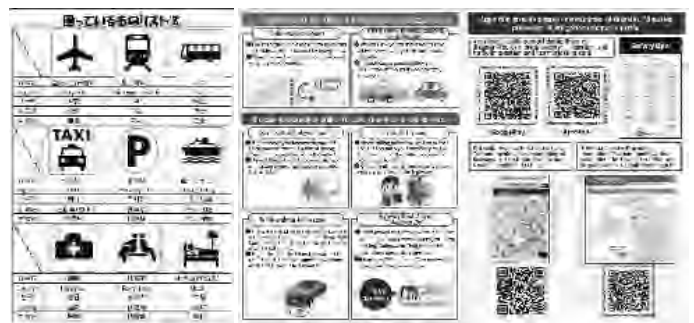


図-3 外国人対応ツールと多言語チラシ

4. おわりに

今後、タイムラインの活用に向けて関係機関と協議し、タイムラインにより円滑な行動ができる様に、関係機関と合同訓練する等を計画していきたいと考える。

^{*1}室蘭開発建設部 道路整備保全課、^{*2}（株）ドーコン防災保全部

近年の降雪による速度低下や交通障害発生に関する一考察

佐藤 吉一*1 飯田 雅之*2 伊藤 潤*2

1. はじめに

日本での近年の冬の気象状況は、累計降雪量は減少傾向、年平均気温も上昇傾向など暖冬少雪傾向となっている。一方、暖冬少雪傾向の中でも冬期交通障害は毎年のように発生し、積雪地域ばかりではなく、特に除雪体制が手薄な少雪地域を中心に、集中降雪の影響を受けた交通障害が頻発し、社会生活に大きな影響をもたらした。

本論文では、降雪が冬期間の速度低下に与える影響を地域毎に分析した事例、及び集中降雪による交通障害の発生状況とそれに至る要因等について考察を行った事例について報告する。

2. 降雪が冬期間の速度低下に与える影響の分析

2.1 冬期間の平均速度による評価

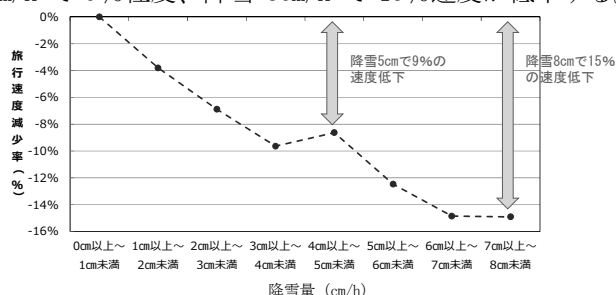
積雪寒冷地域、積雪地域では冬期になると2.2～5.6%旅行速度が低下、特に積雪寒冷地域の低下が大きい。一方、寒冷地域及びその他地域は1.3～3.5%旅行速度が増加している。

北海道や東北、本州日本海側など積雪寒冷地域や積雪地域で旅行速度が低下する地点が多い。

2.2 降雪状況と旅行速度の関係分析

(1) 降雪強度別の速度低下状況の分析

降雪強度別の速度低下率^{※1}を分析すると、降雪量5cm/hで9%程度、降雪8cm/hで15%速度が低下する。



※1：速度低下は、降雪量0cmに対する低下率を示す。

図1. 降雪強度別の速度低下状況

(2) 積雪・寒冷地域別の速度低下状況の分析

降雪5cm/hを基準としてみると、積雪寒冷地域では10%程度の速度低下であるのに対し、積雪地域・寒冷地域では20%程度の速度低下となる。そのほかの地域では、50%程度の速度低下となっている。

3. 集中降雪による交通障害の発生状況とその要因分析

3.1 登坂不能車の発生状況

H27～H29の登坂不能車発生状況データをもとに、北陸地方及びその周辺地域における登坂不能車発生状況

を地域別に分析した結果、山地・山沿いでの発生率は全体の52%で、平地とほぼ同数の発生状況である。急勾配が連続する山地・山沿いのみが危険地域とはなっていないことに注意が必要であることを示している。

また、登坂不能車発生と注意報・警報の相関を分析した結果、大雪注意報・大雪警報との整合性が高く、大雪注意報・大雪警報は地域性を反映した設定となっていることがわかる。

3.2 集中降雪による交通障害の地域別特徴と課題

H26.2月の関東地方大雪、H28.1月の新潟県中越地域、及びH30.2月の福井県で発生した冬期交通障害の事例と課題を分析し、主な課題として抽出された内容を下記に整理する。

【冬期交通障害発生時の課題（抜粋）】

- I. 2車線区間やアクセスコントロールされた区間でのスタック車発生による滞留
- J. 信号交差点が連続する区間では、滞留による二次的な交通障害が発生（緩勾配でもスタック）
- K. 迂回路や回転場がない箇所での滞留の影響

3.3 大規模な交通障害が発生する要因に関する考察

既往の交通障害事例から下記に示すような区間では大きな交通障害が発生がし易くなるものと考えられる。

- a) 2車線区間やアクセスコントロールされた区間。
- b) スタック危険ポイントが点在し、これにより上下線の交通障害が発生する区間。更に、当該区間に信号交差点が点在すると2次的な交通障害を発生する可能性が高い。
- c) 滞留車両の回転場や迂回路が確保できていない区間。

3.4 大規模な交通障害の抑制について

3.2及び3.3で整理した課題や大規模な交通障害への発生の抑制には、対応すべき内容を確実に実施するための事前準備、準備するために必要な情報の収集と道路利用者への情報発信、通行規制も含めた効果的な除雪の実施が特に重要な事項であると考えられる。

4. おわりに

本検討は、国土交通省北陸地方整備局道路部の委託業務として検討した結果をまとめたものである。検討にあたり北陸地方整備局道路部の担当者の皆様に、有益かつ適切なご助言並びにご指導を頂きました。この場をお借りして感謝の意を表します。

*1 開発技建株式会社 常務取締役

*2 開発技建株式会社 調査計画部

大雪発生頻度の簡易推定手法

松下 拓樹*1、 高橋 渉*1、 高橋 丞二*1

1. はじめに

災害に関わる現象の規模や発生頻度を把握することは、防災や減災の対策を計画するにあたり重要である。簡便に現象の発生頻度を推定する手法として、ある閾値以上の自然現象の規模と発生頻度が、指数関係で近似できることが知られている。本稿では、この手法を応用して降雪事例の発生頻度を簡易に評価する手法を提案し、全国の積雪地域に対して適用可能か検討を行った。

2. 降雪事例について

対象とする降雪事例は、日本の積雪地域における270の気象庁観測地点で抽出した事例で、積雪深の1時間間隔の観測データから“ひと降り”の降雪深 S を算出し、降雪深 S が30cm以上となった事例である^{1),2)}。降雪事例の抽出期間は、積雪深の1時間間隔の観測開始以降の期間で、観測地点により異なるが16冬季(年)~35冬季(年)である。

3. 方法

各観測地点の降雪事例について、降雪深 S の5cmごとの事例数を求め、降雪深 S の大きい階級から事例数を累積した値を求めた。この累積値を観測年数で除した値を、ここでは発生頻度 $F(S)$ (数/年)とする^{1),2)}。

次に、降雪事例の発生頻度を推定する式を得るため、発生頻度の常用対数 $\log F(S)$ と降雪深 S の関係に対して回帰分析を行った。ただし、降雪事例数が10未満または降雪深 S の5cmごとの階級数が3以下となった地点は、回帰式を得るための十分なデータがないと判断して解析から除外し、残る237の観測地点を対象とした。

4. 結果

図1に、例として朱鞠内(北海道)と関山(新潟県)の降雪深 S と発生頻度 $F(S)$ の関係を示す。降雪深 S と発生頻度の対数 $\log F(S)$ の間に、統計的に有意な関係(有意水準1%)があり、図中に示す回帰式が得られた。

図2は、各地点の回帰式から求めた発生頻度の推定値と観測値を比較した結果である。降雪深 S が30cm以上となる発生頻度(図2a)では、ややばらつきがあるものの概ね等値線上に分布している。一方、降雪深 S が70cm以上(図2b)の発生頻度では、極めて両者の対応がよい。図3に、発生頻度の推定値と観測値の決定係数 r^2 と二乗平均平方根誤差RMSEを降雪深 S ごとに示す。特に降雪深 S が40cmから

100cmの範囲で $r^2 \geq 0.9$ 、 $RMSE \leq 0.5$ となり、本手法により全国の積雪地域の大雪事例の発生頻度が、高い精度で推定できるといえる。解析上の留意点は、松下ほか(2019)²⁾を参照していただきたい。

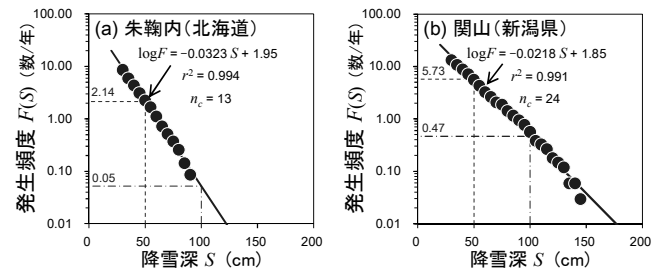


図1 降雪深 S と発生頻度 $F(S)$ の関係の例。実線は回帰直線、 r^2 は決定係数、 n_c は降雪深 S の5cm間隔の階級数。

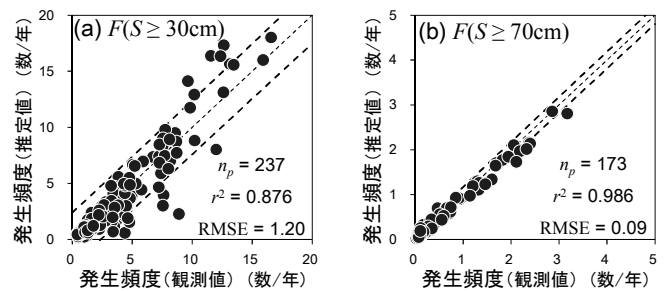


図2 発生頻度 $F(S)$ の観測値と回帰式による推定値の比較。 n_p は地点数、RMSEは二乗平均平方根誤差、太破線は推定値が分布する95%信頼区間。

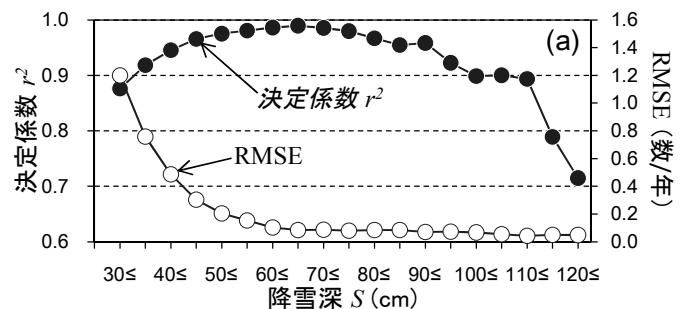


図3 降雪深 S ごとの発生頻度 $F(S)$ の観測値と回帰式による推定値の決定係数 r^2 およびRMSE。

参考文献

- 1) 松下ほか, 2018, 寒地技術論文・報告集, 34, 147-152.
- 2) 松下ほか, 2019, 寒地土木研究所月報, 792, 2-10.

*1 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 雪氷チーム

一回の暴風雪の厳しさを評価する指標の提案に向けた取り組み

原田裕介*1 大宮 哲*1 武知洋太*1 高橋 丞二*1

1. はじめに

近年、急速に発達した低気圧や収束帯によってもたらされる激しい吹雪や降雪に伴い、多数の車両の立往生や長時間に亘る通行止めなどの障害が度重なって発生している。一回の極端な暴風雪や大雪の厳しさを指標にもとづき適切に表現し、これらの頻度や地域性を整理することで、通行規制や情報提供のタイミングなどをサポートするための基準を示すことができれば、暴風雪や大雪災害の軽減に資するものと考ええる。本稿では、吹雪量を用いた一回の暴風雪の厳しさを評価する指標の提案に向けた取り組みと、今後の実施方針について示す(図1)。吹雪量は、風向に対して直交する単位幅を単位時間に通過する雪粒子の質量(g/m/s)のことを指し(日本雪氷学会、2014)、その値の大小により吹雪の度合いを示すものである。

2. 吹雪量の推定手法

寒地土木研究所では、現地観測結果に基づき、10m 高さの風速 V_{10} (m/s)・気温 T (°C)・降雪強度 Ph (mm/h)・降雪終了からの経過時間 t (h)から、吹雪の発生有無を統計的に判定するフローを作成した(武知ら、2016)。当該フローに基づき、「降雪あり」または「地吹雪あり」と判定された場合は、大宮ら(2018)が提案した推定式によって吹雪量を求めた。上記に代入する気象値は、気象庁のレーダー・アメダス解析雨量と、毎時大気解析GPVの特別値を用いた。ここでは、1kmメッシュの吹雪量を推算した。

3. 暴風雪災害事例の分析

時間吹雪量の累計値と、国道通行止めとの関係を、2013年(平成25年)3月2~3日に9名の尊い命が失われた北海道東部の暴風雪災害の事例を対象に分析した。北海道東部の美幌町(ホツツ総合振興局管内)を中心としたエリアを抽出し、吹雪による国道通行止めの実施有無と時間吹雪量との関係を図2に整理した。図中には、当該エリアにおける国道路線とその番号を付記した。当該時刻において通行止めが実施されていた路線・区間は赤、実施されていない路線・区間は黒でそれぞれ示した。吹雪量を面的に示すことで、特定の路線における暴風雪の特に厳しい区間の特定、エリア内での厳しい区間の広がりや濃淡の把握できることが示された。また、各通行止め区間において最も吹雪が激しかったと推定される1kmメッシュを対象に、通行止め実施までの累積時間吹雪量の推算等、時系列的な解析を実施した(本論文参照)。

4. 今後の実施方針

今後、図1を基に過去の暴風雪事例について網羅的に時間吹雪量を演算のうえ、3章で示した分析手法を参考に既往最大値の算出、規模毎の発生頻度の整理、通行止め等との関連づけを行う予定である。

「避難勧告等に関するガイドライン(内閣府、2019)」によれば、災害時に住民がとるべき行動を5段階に分け、情報と行動の対応を明確化している。本研究では、暴風雪災害の規模について、上記ガイドラインと同様に5段階の警戒レベルを設定することを目指している(表1)。最終的には、極端な暴風雪の厳しさを評価する指標を数値化し、警戒レベルに応じたハザードマップの提示と、道路管理における判断支援方策を提案する予定である。

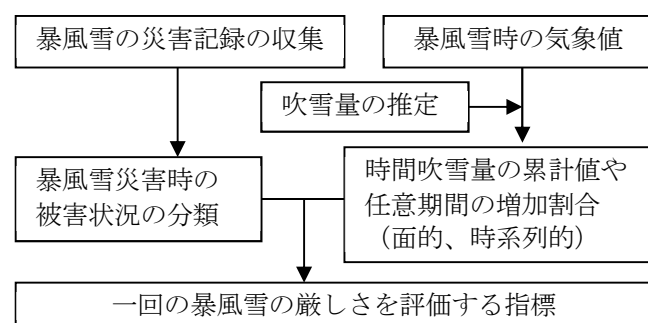


図1 一回の暴風雪の厳しさを評価する指標の検討(案)

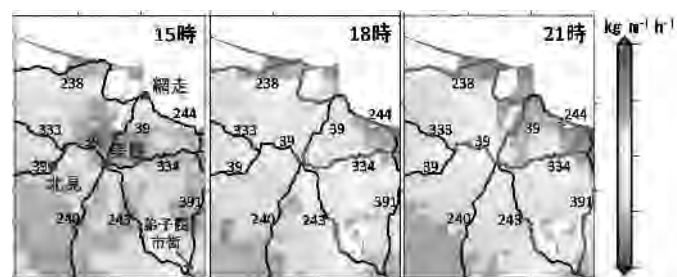


図2 通行止め実施有無と時間吹雪量との関係(2013年3月2日15時, 18時, 21時) 図中のグレーは吹雪量ゼロを示す。

表1 暴風雪災害における警戒レベル(案)

警戒レベル	暴風雪災害の規模	(参考) 気象情報
レベル5	通行止め+集落孤立(自衛隊派遣等)	過去に経験のない
レベル4	通行止め+除雪作業困難(他地方整備局や開発建設部に応援、災害対策本部の設定)	数年に1度
レベル3	通行止めまたは立ち往生発生	警報
レベル2	平均旅行速度の低下	注意報または警報
レベル1	除雪	注意報

*1 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所

道央道の豪雪区間（岩見沢）における冬期交通確保の向上にむけた取り組み ～気象情報収集ツール（SIGN）を活用した雪氷対策作業の事例報告～

北川 純一*1 本多 裕*1 上杉 隆則*2 岩井 佑樹*3

1. はじめに

東日本高速道路（株）岩見沢管理事務所が維持管理する道央自動車道 札幌IC～奈井江砂川IC 間（図1）は、旭川・稚内などの道北方面や北見・網走の道東方面のアクセスの起点部を担っており、都市間高速バス（1日あたり約300便）やトラック・営業車などの商業ドライバーが交通の多くの割合を占めている。道内でも有数の豪雪地帯と知られている管内は、冬型気圧配置になると断続的に雪雲が流れ込みやすく、気象情報を効率的に収集し、雪氷対策作業を行う事が非常に重要なテーマとなっている。



図1. 北海道の高速道路ネットワーク

2. 気象情報収集ツール（SIGN）について

平成25年3月に発生した吹雪による視程障害の発生による多重事故は、石狩湾収束線（以下、収束線という。）が影響していた。収束線は、刻一刻と南北へ移動したり停滞を続けることから位置の特定が非常に難しい。また、強弱をつけながら雪を降らせるため、突然の吹雪となるケースも存在する。従って、通行止めの長期化や除雪作業の遅れ等にも繋がっている。そのため、収束線の状況を的確・リアルタイムに予測する事が課題となっている。



図2. 石狩湾収束線のメカニズム

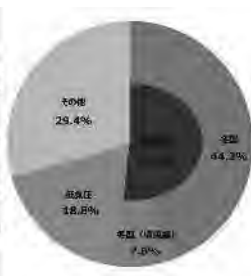


図3. 気圧配置出現率

雪作業支援コンテンツ「SIGN」を立ち上げた（「2015年ゆきみらい」論文報告）。SIGNは、除雪作業開始や通行止め解除の判断などのリスク管理を行うために、通行止め条件や石狩湾沿岸と高速道路上の気象における関係性を分析し、それに応じたアラートを出す仕掛けや周辺気象データを一元的に監視できるシステムとなっている。これにより、早期かつ効率的に気象を把握し、除雪作業時間の短縮や作業の効率化を図った。



図4. 除雪作業支援コンテンツ（SIGN）

3. SIGNを活用した雪氷対策作業の事例報告

平成30年11月23日 日中及び11月23日 夜間は収束線が発生し、岩見沢IC～美唄ICにて時間3cm以上の強雪が続いた。上流のアメダスの風速の変化や降雪推移図を用いた収束線の移動方向をつかみ、除雪作業体制の分散を行い、上下線を同時に除雪する差し込み除雪による作業を実施し、積雪路面での事故による通行止めを防ぐ事ができた。

平成30年12月9日日中は、収束線が発生し、岩見沢・三笠にて時間3～5cmの降雪が継続し、吹雪による通行止めが発生した。この時は、アメダスの風速に着目し、吹雪の終息タイミングを見極め、視程障害が落ち着いた段階での速やかな通行止め解除に成功した事例もあった。

これにより、都市間バスの運休削減や物流確保など冬期の交通確保に貢献できていると考えられる。

4. まとめと考察

SIGNを活用した収束線の動向を把握することは、効果があり、さらに除雪作業の効率化につながっている事を再確認できた。今後、課題となった現場での活用方法やコンテンツの改良面の改善を図っていく。さらに、同気象条件を抱えるような他事務所への展開についても今後考察を進めていく。

*1 東日本高速道路株式会社 北海道支社 道路事業部 保全課

*2 東日本高速道路株式会社 北海道支社 岩見沢管理事務所

*3 株式会社ウェザーニューズ

雪氷作業の高度化と効率化に向けた技術開発と情報提供について

吉永 創、川畑 貴義、山口 隆志、竹内 茜、大鹿 美希*1) *1

1. はじめに

昨今増加傾向にある記録的豪雪に対する安全な道路交通確保のため、路面積雪や路面状況悪化を早期把握し、迅速かつ的確なタイミングでの雪氷作業が求められる。ただし、雪氷作業へのリードタイム確保、雪氷作業オペレーターの生産年齢人口減少や技術・技能伝承が課題である。これらの課題を解決するため、最新の気象観測・解析技術を用いて雪氷作業の高度化と効率化を目指す。

2. リアルタイムかつ的確な路面状態の把握

2.1. 背景

ライブカメラは路面状況悪化を最も確実に把握できる手段として有用であるが、多数のライブカメラ画像を人の目視で確認するには限界がある。このため、カメラ画像の画像処理技術や人による判断をシステム化するAIモデルの技術の適用が本課題への解決策になると考える。

2.2. 技術的手法

雪質や路面状況の教師データをAIモデルに学習させることで、カメラの向きや設置場所の変化に対応しながら、多様な雪の状態を認識できる世界初のAIモデルを開発した。このAIモデルにより、定点カメラの映像/画像から路面状態をリアルタイムに自動認識する「AI道路管理支援システム」のプロトタイプを開発した（図1）。



図1. 「AI道路管理支援システム」による画像解析結果

3. 雪氷作業を要する短時間強雪の早期把握

3.1. 背景

雪氷作業の判断には、雪雲が発生し流入する路線や時間帯に大きく依存する上空の風の動きを把握することが非常に有効である。特に冬型の気圧配置時に広範囲で大雪をもたらすJPCZ（日本海寒帯気団収束帯）が発生する場合、雪雲が流入する路線や時間帯は上空の風向風速により大きく変化するが、変化を把握するには気象観測網

が不十分であり、変化するタイミングや風向において事前に的確な予測を行うことが難しい。

3.2. 技術的手法

対象路線から見て雪雲が流入する上流側に独自に設置した風向風速計とライブカメラの観測データから、事前の予測が難しい微妙な風向変化・強雪有無を実況で早期に捉えることで、雪氷作業が必要な路線・時間帯を2～3時間前から「予兆」として解析し、予測と実況にずれが生じた際もリードタイムを確保した雪氷作業を支援できる技術を開発した。なお、観測データの分析結果から整理した、積雪を伴う雪雲流入の関係模式図を図2に示す。



図2. 風向変化と雪雲流入方向の関係模式図

4. 情報提供

リアルタイムかつ的確な路面状態の把握（AI道路管理支援システム）については、完成したプロトタイプ版の検証を目的に、今冬において路面状態実況データとの整合を行い社内検証を進め、来冬における本システム開発を目指す。また、雪氷作業を要する短時間強雪の早期把握については、条件合致時に強雪発生をの路線を、予兆として事前にアラートする監視システムSIGNも開発し、迅速な判断が求められる雪氷作業判断のリードタイム確保の支援を行っている。

5. 今後の展望

AI道路管理支援システムによる路面状態の把握については固定のライブカメラ画像の解析だけでなく、巡回車両などに設置した動画カメラ映像を解析することで路線全体の路面状態把握を目指す。また、SIGNについては、今後は気象観測データに加えて路面状態把握の結果もシステム化し、路面状況の急変に対する迅速かつリードタイムを確保した雪氷対策の支援につながるシステム強化を図るものとする。

*1 株式会社ウェザーニューズ

新潟県における冬期道路交通確保とICT技術を活用した防災教育の取り組み ～円滑な道路交通確保に向けた雪崩災害対応と今後の除雪体制維持に向けて～

吉田 あみ*1・町田 敬*2・竹内 祐貴*3

1. はじめに

我が国屈指の豪雪県である新潟県では、30市町村全てが豪雪地帯に指定されており、冬期積雪期における道路交通確保は、県民の日常生活や社会活動を維持するためにきわめて重要である。毎年定める新潟県管理の冬期道路交通確保計画では、機械除雪を主体に、消雪パイプ、流雪溝等の消融雪施設の有効利用を図りながら、道路管理者相互の緊密な連携のもとで効率の良い除雪を目標としている。

2. 新潟県の冬期道路交通確保と雪崩災害

2.1 ICT 技術を活用した規制解除及び雪崩災害対応

全国有数の豪雪地帯である当県では、円滑な冬期道路交通確保に努めているが、雪崩による通行規制は毎年のように発生している。2018-19年冬期の降雪状況は、過去10ヵ年と比較してもやや少雪であったが、新潟県管理道路では、雪崩発生及び雪崩の危険性により20件の通行規制を実施した。こうした現状に対して雪崩被害を減らすために、施設整備等ハード面の雪崩対策事業に加え、雪崩パトロールや雪底処理等、日常的な維持管理も積極的に行っている。パトロールは春先の冬期通行不能区間の規制解除前にも実施しており、近年は無人航空機（以下「UAV」）を活用し、規制解除前に道路上から確認できない斜面上部の積雪状況を上空から確認し、除雪作業の安全性を確保する取り組みも行っている。また、雪崩災害時にもUAVを使用し、通行規制後、二次災害発生の恐れがある場合の現地確認や目視ができない発生源の確認等を行い規制解除の判断として活用している（写真-1）。



写真1 UAVによる上空からの雪崩発生斜面状況確認

2.2 官民連携による雪崩対応訓練

新潟県南魚沼地域整備部では、平成29年2月及び平成30年3月に「雪崩発生時を想定した実践的な官民連携の危機管理対応訓練」を実施した。本訓練は災害発生後の初動対応や情報伝達に重点を置き、活動を通じて平時から行政職員および関係者の危機管理対応力の向上を図ることを目的として実施した。このように道路管理者・消防救助関係者が一堂に会して雪崩対応訓練を行う事例は他になく、関係機関との横の連携を強化する貴重な機会であった。

2.3 防災教育による雪崩災害対応の有用性

平成31年2月には、十日町市の国道353号で大規模雪崩が発生し、全面通行止めを実施したが、UAVを活用した現地確認により、迅速な規制解除となった（写真-2）。また、規制解除後も上空から定点観測を行うことで、監視体制解除の有用な判断材料となった。これらの結果から、防災教育としての雪崩対応訓練により、平成31年の雪崩災害対応においても適正な初動対応の成果が実証され、UAV活用による雪崩斜面確認や規制解除、監視体制解除の判断や、関係機関とのスムーズな連携、迅速な初動対応など、防災教育の有用性が示された。



写真2 平成31年2月の雪崩災害（国道353号,十日町市）

3. おわりに

新潟県における雪崩防災教育の取り組みは、人材育成から技術力の伝承等、その意義は極めて大きい。ICT技術活用による効率化や職員の負担軽減、関係機関との連携強化は今後のキーワードである。新潟県として今後も継続的な取り組みを実施し、冬期の円滑な道路交通の確保に向けて努めていく。

*1 新潟県土木部道路管理課雪寒事業係、*2 町田建設株式会社、*3 株式会社長岡計器

道路施設における冠雪対策試験の観測結果について 滑雪性能の検証

小野 政利 *1 明田 剛史 *1

1. はじめに

降雪地帯における冬季の道路施設（雪底防止板や案内標識）の着雪後の落雪により、通行車両が損傷する事象が起きている。

その対策として冠雪しにくい形状にすることが考えられるが、既設の施設では、現実的ではなく、その対応可能な対策が望まれている。

今回、既設の施設に対して着雪時間を短くする方法を探すことを目的としてシール系と塗料系に着目して試験施工を行ったので、観測結果を報告する。



写真1. 雪底防止板・道路案内標識への着雪・冠雪

2. 試験の概要

山形県西村山郡西川町本道寺地内の国道112号沿いにあるコンクリート製法枠上に設置されている滑雪板に対して実施した。

シール系・塗料系合わせて10種類の材料について、施工性、経済性、滑雪効果について比較確認を行った。

滑雪効果は、昨シーズン12月～2月の期間内で、自動撮影するカメラを設置し、1時間おきに写真撮影を行い、着雪してから落雪するまでの時間と順番について集計し、効果についてまとめた。

表1. 材料一覧

種類	開発会社	材料名	番号
シール系材料	A社	PET系フィルム	A-1
		オレフィン系フィルム	A-2
	B社	シリコンオイル溶剤希釈塗布	B-1
		シリコンレンジ/シリコンオイル溶剤希釈(少)塗布	B-2
		シリコンレンジ/シリコンオイル溶剤希釈(多)塗布	B-3
		シリコンゴム製シール材	B-4
塗料系材料	C社	耐候PET/アクリル系ハードコート/フッ素系防汚添加剤	B-5
		2液弱溶剤系合成樹脂クリア塗料	C
	D社	低汚染セラミック変性弱溶剤フッ素樹脂塗料	D-1
		アルキド樹脂塗料	D-2

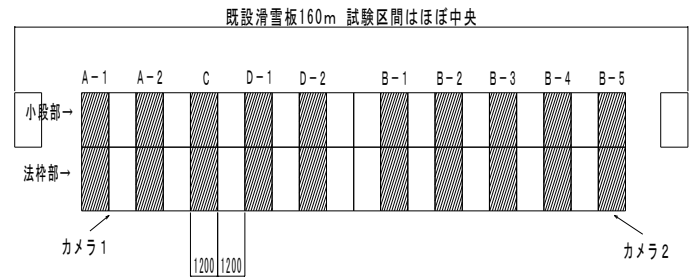


図1. 各材料の配置図

3. 結果

施工性については、シール系材料は、作業性もよく、液だれのための養生の心配も必要なく、非常に優れていた。一方、塗料系材料は、重ね塗りする際の待ち時間などがあり、少ない面積の割には、時間を要した。

経済性については、材料費の差が大きすぎるため、耐久性等のデータが出てからの比較としたい。

滑雪効果については、写真データを滑雪開始の時間、順番について集計し、各材料とも無対策箇所よりは、早く滑雪することが確認できた。その中でもA-2の材料は、時間・順番ともに早い結果が得られた。

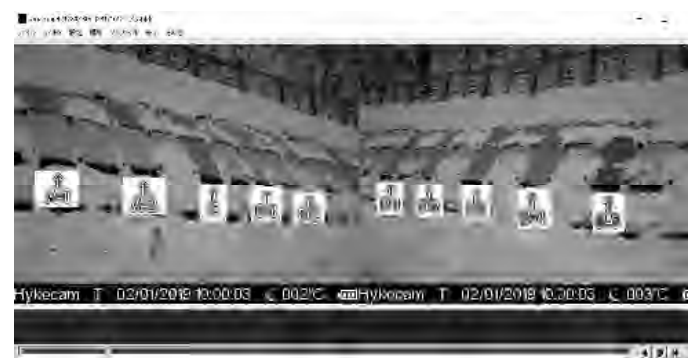


写真2. 2019.1.2撮影データ

4. まとめ

どの材料においても滑雪性があることがわかったが、その中でも、シール系の材料については、結果が良好であり、様々な可能性があることがわかった。また、気温がマイナスになると着雪が始まり、その状態が続くとそのまま着雪が大きくなることもわかった。

今回の試験施工現場では、次シーズンの継続観測も決まっており、滑雪性能の持続性をふくめた耐久性についてデータが取れることを期待している。

*1 日本サミコン株式会社 仙台事務所

冬期乾燥路面における残留塩分濃度測定方法の提案

小幡洋介*¹ 武石眞博*¹

1. はじめに

名古屋事業所の管内は冬期は気温低下はあるものの除雪の頻度は少ない。冬の晴天時には、鋼床版橋等の路温が急激に低下し、路面付近の水蒸気の結露に起因する無降水凍結に至る恐れがある。

当事業所では降雪予報がない日でも気温の低下が基準値を下回る場合は無降水凍結に備えて凍結防止剤散布を実施している。しかし、現在使用している塩分濃度計は試料が液状でないと使用できない為、乾燥路面に残留する塩分濃度の把握は困難であり、経験的手法で曖昧に凍結防止剤散布の頻度が決められていた。

そこで、乾燥路面の残留塩分濃度を定量的に現場で簡易に残留塩分濃度を計測できる手法の検討を行った。

2. 塩分測定方法の実験的検証

凍結防止剤の散布状況を再現する為に高機能舗装のサンプリングコア（写真-1）に試料として塩化ナトリウム溶液を塗布した。塩化ナトリウム溶液の濃度と凍結温度の関係（表-1）より残留塩分濃度5%のとき、凍結温度-2℃まで凍結しないとされている。一方、鋼床版では放射冷却により路温が急激に低下し気温が2℃を下回ったとき無降水凍結に至ることが経験から分かっている。そこで無降水凍結する目安とされている2℃を補填する濃度である5%の食塩水を今回の実験では使用した。

2.1 実験器具

塩分濃度計はPEN-SW(W)（写真-2）を使用し、従来の光の屈折を利用したATAGO S28E（Salt 0～28%）（写真-3）と比較検討を行った。

2.2 新型塩分濃度計の特徴

① 計測器を液体に浸けて測定する。

② 固形物体に計測器を直接接触させて測定する。

食品業界では②の方法で魚や肉の塩分濃度を計測するのに使用している。そこで今回②の測定方法に着目し、アスファルト舗装面に直接当該塩分濃度計を接触させ計測できないか検証を行った。

2.3 実験準備

散布後の路面を再現する為に、コア表面に濃度5%に調整した食塩水を振り掛ける。その後舗装面の無水状態を再現する為に、表乾状態になるまで自然乾燥させる。その後結露した路面状態を再現する為に、ペットボトルの蓋1杯7.5ml（大匙1杯程度）振り掛けた。

2.4 塩分濃度測定方法

塩分濃度の測定方法として以下の3ケースで検討を行った。

① 直接測定する方法

コア表面に直接濃度計を当てて塩分濃度を測定した。

② ティッシュによる路面水を吸収させる方法

結露を再現した路面の水分をティッシュに吸収させて塩分濃度を測定した。

③ 綿棒で路面水を吸収する方法

綿棒でコア表面の水分をふき取る。綿棒に塩分濃度計を当て付着した塩分濃度を測定した。



写真-1

写真-2

写真-3

表1 塩化ナトリウム溶液の温度と凍結温度の関係*²

残留濃度	凍結温度
5%	-2℃
10%	-5℃
15%	-8℃

表2 塩分濃度測定結果

	直接測定	ティッシュ	綿棒
PEN-SW(W)	—	△	○
S-28E	—	×	×

表3 濃度5%の食塩水における濃度計の測定結果

	直接測定	ティッシュ	綿棒
PEN-SW(W)	—	—	4.4%
S-28E	—	—	—

3. 考察

PEN-SW(W)と綿棒を使い塩分濃度を計測した時、使用した塩分濃度5%に近い4.4%を計測し特に良好な結果となった。綿棒によりコア表面に残った塩を吸着採取することで、単一面おおよその塩分濃度を測ることができ、現場で簡易かつ試料が液体上でなくても測定できることを確認した。今後更なる実験を行うことで、PEN-SW(W)を直接路面に当てるだけで塩分濃度を測定できる手段の検討を進めていく。

（*2参考文献：名古屋支社雪氷対策作業の手引き（平成28年度版）pp2-4-98

*1 中日本ハイウェイ・メンテナンス名古屋株式会社名古屋事業所

カメラ画像を活用した吹雪自動検知技術の活用 — 道東地域の道路吹雪対策高度化に向けて —

山内 良輔^{*1}、石郷岡 和則^{*1}、金田 安弘^{*2}、永田 泰浩^{*2}

1. はじめに

北海道では吹雪による交通障害が頻繁に発生するが、道路の吹雪状況を把握するための手段の1つに、道路管理用CCTVカメラがある。しかし、定点カメラは路線全線を網羅しておらず、カメラ設置箇所付近の吹雪状況しかわからない。近年、道路パトロール車にドライビングレコーダーが導入されており、走行中の車載カメラ画像を使うと、路線上の吹雪状況を連続的に把握できるが、道路状況把握のためには、再度動画を見直す必要があるほか、ドライブレコーダーには数日分の動画しか記録できず、データの受渡しに手間がかかるため、走行画像を有効活用するには至っていなかった。

本稿では、画像処理技術によるカメラ画像を用いた吹雪検知の試験結果とともに、今後のカメラ画像を活用した道路吹雪対策高度化の可能性について報告する。

2. カメラ画像による吹雪自動検知技術

人間が感じる視界の程度と画像のコントラストには高い相関関係があることを利用し、画像処理により、画像評価値WIPS (Weighted Intensity of Power Spectra) という数値を求めた。本調査では、このWIPS値を利用することで、吹雪時の視界の程度を定量的に評価し、分析や検討を行った。

3. 道路管理用CCTVカメラ画像による吹雪検知

複数の道路管理用カメラ画像から求めた視界レベル（視程を階級別に4段階に分類）と路側のカメラの目視視程とを比較したところ、一致率は約9割で、実用上の精度を有していることがわかった。

4. 車載カメラ画像による吹雪検知の可能性検討

図1に、一般国道272号での車載カメラ画像による走行中の視界状況（画像評価値WIPS）の分析結果の一例を示す。図には、一部区間で地吹雪があったもののほぼ視界良好であった2019年1月18日と、終点付近を除きほぼ全線で吹雪による視界不良が発生していた2月2日の2例を示す。1月18日のWIPS値は概ね8～10の間にあり、2月2日に比べて全般にWIPS値が大きく、変動も小さい。2月2日は、WIPS値が局所的に5～6程度に低下しており、画像を確認したところ、吹雪によりホワイトアウトの状態になっていることが確認できた。

5. おわりに

今回の試験調査から、車載カメラの画像処理により走行中の吹雪を自動検知できることが確認できたが、今後、実運用に向けてさらに実証試験を積み重ねる必要がある。

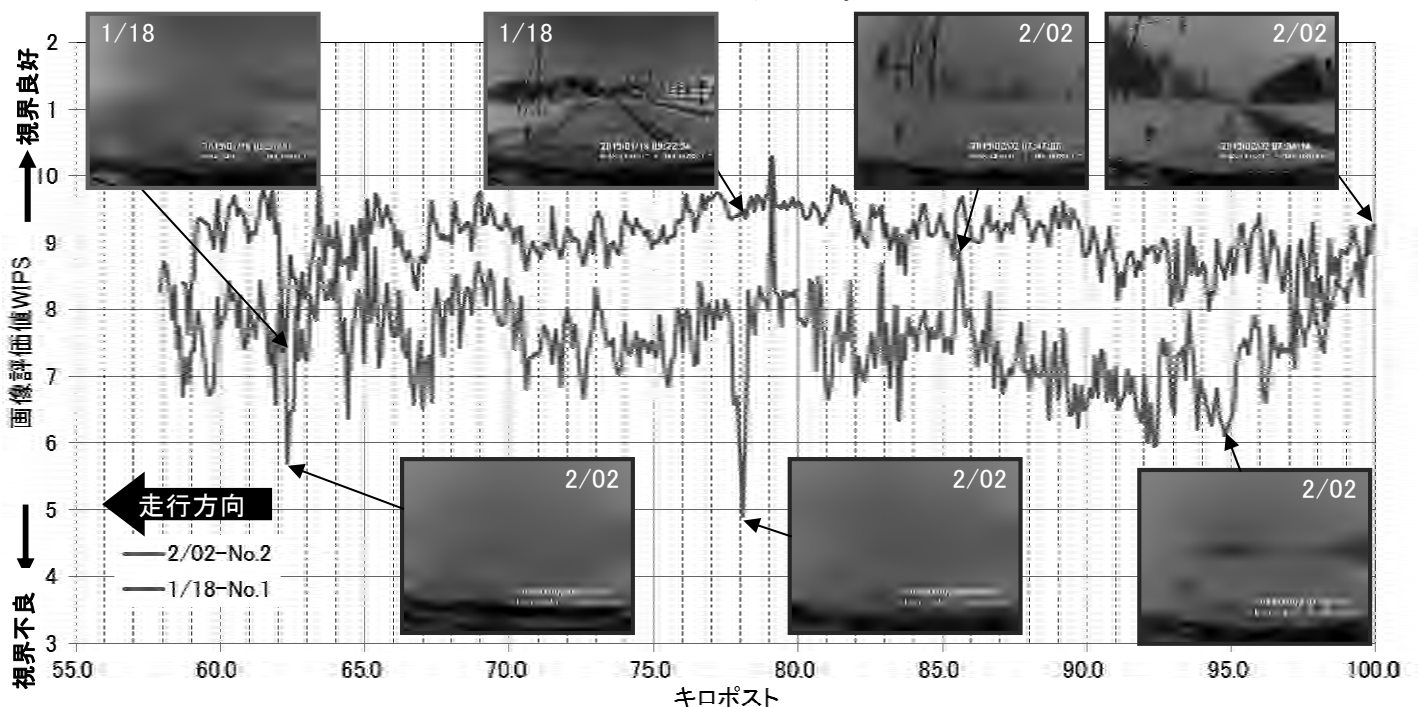


図1 2015年1月18日（一部地吹雪発生があるもののほぼ視界良好時）と2月2日（吹雪時）のWIPS値の推移

*1 国土交通省 北海道開発局 釧路開発建設部 道路計画課

*2 一般社団法人 北海道開発技術センター 調査研究部

冬期の立ち往生車発生傾向と予防的対策について

高橋 歩夢^{*1}、池原 圭一^{*1}、川瀬 晴香^{*1}、小林 寛^{*1}

1. はじめに

近年、大雪に伴う大規模な車両滞留や長時間の通行止めが問題となり、このような交通障害は、雪の多い地域以外でも局所的な大雪により度々発生している。このような中、国土交通省にて「冬期道路交通確保対策検討委員会」が設置され、2018年5月に「大雪時の道路交通確保対策 中間とりまとめ」において、集中的な大雪に対する道路交通への障害を減らすための対策等の提言がとりまとめられた。

国土技術政策総合研究所では、近年の大規模な車両滞留や長時間の通行止めの発生を踏まえ、図1に示すように、立ち往生車の発生箇所の特徴を整理し、立ち往生に強い道路構造（幅広の路肩、登坂車線など）などの予防的対策の内容や、適用条件、効果の検討を行っている。

本報告では、2018年度に実施した、北陸地方整備局、北海道開発局、東北地方整備局管内（以下、「北陸、北海道、東北」という。）3地域の立ち往生の発生傾向と予防的対策の内容についてまとめた結果を報告する。

3. 調査結果

3.1 立ち往生の主な発生要因

地域差を分析するにあたって、調査箇所を平地部と山地部、さらに冬期の平均気温が比較的高く、冬期の降水量が多い地域を「地域a（東北・北陸）」、冬期の平均気温が0.0℃以下と低い地域を「地域b（主に北海道）」とに分けた4分類を分析の基本とすることとした。立ち往生の主な発生要因を図2に示す。地域aでは平地部山地部ともに「積雪」による発生が多く、平地部では、「路面凍結」での発生も多い。平地部bでは「視程障害」や「吹き溜まり」による発生が多く、山地部bでは「路面凍結」や「積雪」、「視程障害」での発生が多い。

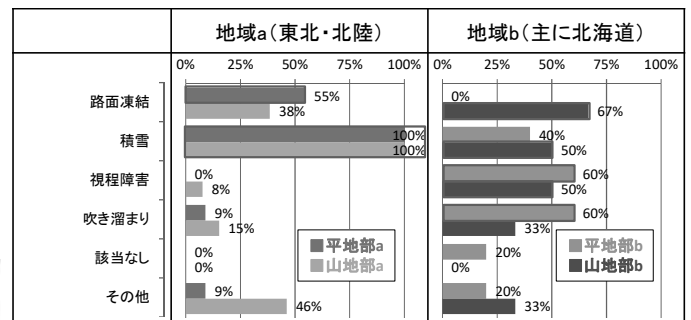


図2 分類別主な発生要因

3.2 予防的対策の実施状況と効果

調査箇所の分類ごとの予防的対策の実施状況と効果について表2のとおり整理した。

表2 予防的対策のとりまとめ

観点	予防的対策	地域a		地域b		対応する主な発生要因
		平地部	山地部	平地部	山地部	
対策の導入割合	消雪・バイブ					気象(積雪)
	ロードヒーティング					気象(積雪・凍結)
	薬剤自動散布装置					気象(凍結)
	凍結抑制舗装					気象(凍結)
	凍結防止強化					気象(凍結)
	視線誘導標					気象(視程障害)
	防雪柵					気象(吹雪・地吹雪)
	吹雪柵					気象(吹雪・地吹雪)
	新道路の建設					道路構造(勾配・カーブ)
	養信号点滅					道路構造(信号機)
対策の導入割合	冬タイヤ・チェーン着用の指導					利用者
	堆雪帯など幅の広い路肩					道路構造(狭い道路幅員)
	チェーン着脱場・駐車場等					利用者
	関係機関との連携					気象・被害拡大
	除雪機械事前配備					気象・被害拡大
	隣接工区との連携除雪					気象・被害拡大
	ITV					被害拡大
	登坂車線					被害拡大
	付加車線					被害拡大
	待避所・リターン路等					被害拡大
対策の導入割合	訓練					被害拡大

4. まとめと今後の予定

本報告では、立ち往生の発生傾向と予防的対策の内容を、北海道・東北・北陸の3地域で、平地部・山地部別に整理を行った。今後は対策の適用条件を整理するためのサンプルの充実や特にソフト的な対応や工夫に関する情報収集等を進めていく予定である。



図1 検討内容

2. 調査方法

立ち往生車が毎年のように発生しており、気象条件に差異がみられる北海道、東北、北陸を対象に発生傾向と予防的対策の内容を把握するためのアンケート調査及びヒアリング調査を行った。調査対象箇所は、経年の立ち往生の発生状況、気象状況、道路及び交通状況などから選定した。全35箇所、内訳は、北海道10箇所、東北15箇所、北陸10箇所ずつ選定した。

* 1 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路交通安全研究室 (TEL. 029-864-4539)

除雪機械の下回り塗装の試行について

田中 誠*1・落合 信孝*2・泉 実*1

1. はじめに

近年、維持管理予算が削減されてきている中、建設機械の維持にかかる費用は縮減することができず、維持管理予算を圧迫している状況である。そこで、機械の信頼性を損なうことなく機械寿命の延命や、修理費の縮減ができないかを検討し、その中でシャシフレームの腐食が機械寿命に大きく影響する除雪機械に着目し、各種防錆塗料を試行的に実施した。

2. 試行対象車両と塗装仕様

試行対象車両の選定にあたり、除雪機械の機種別の平均寿命を調査した結果、短命1位は凍結防止剤散布車である。

腐食の原因は自らが散布する凍結防止剤の影響であると言えることから、腐食が抑えられれば延命化につながると考え「凍結防止剤散布車」と「凍結防止剤散布装置付除雪トラック」の2機種3台を試行対象機種として選定し、防錆効果が高いとされている2種類の塗料で試行を行った。

3. 車両の下回り状況

3.1 水性パスター（標準塗料）

写真-1は標準塗装であるが、外観は3シーズンを経過した辺りから概ね、この状態となる。



写真-1 シャシフレーム内側状況

3.2 試行塗料A

写真-2は、試行塗料Aを新車納入直後、現場配備前に施工し、6シーズンが経過した車両の整備前の状況であるが、シャシの状態は非常に良好である。



*1 東北地方整備局 秋田河川国道事務所 防災課

写真-2 塗料A シャシフレーム内側状況

3.3 試行塗料B

写真-3は、試行塗料Bを新車納入直後、現場配備前に施工し、5シーズンが経過した車両の整備前状況であるが、こちらもシャシの状態は非常に良好。



写真-3 塗料B シャシフレーム内側状況

4. 各塗装仕様におけるコスト比較

トラックシャシをベースとした除雪機械について試行塗料Aと試行塗料Bを比較検証した結果、防錆性能はいずれも良好で、現時点では補修塗装にかかる費用に差が無いことから、試行塗料Bは初期塗装時にB1塗料を施工するための下地処理工数が嵩む分、コスト差を挽回できない。これにより、図-1に示すとおり、同等の性能で総コストで安価な試行塗料Aが優位と推測される。

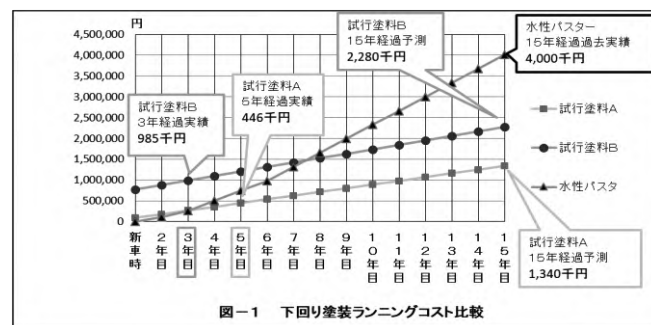


図-1 下回り塗装ランニングコスト比較

5. おわりに

試行の結果、車両納入後直ちに防錆塗装を実施することが発錆を抑えるため非常に重要であり、防錆塗装を実施することで除雪機械寿命の延命化と維持管理コスト縮減ができれば、購入コストを含めた全体コストの縮減額は非常に大きなものとなる。

今後も各試行塗料の経年による状態を確認しつつ、また、他に有効な塗料があれば試行に取り入れながら継続して検証し、最終的な評価を行いたい。

*2 東北地方整備局 青森河川国道事務所 防災課

無散水消融雪施設の長寿命化を目指した 融雪用放熱管内の洗浄による機能回復効果

伊藤 健大, 山口 正敏, 鈴木 和則*1

1. はじめに

降雪地域では、消・融雪施設の導入が各地で行われたことで、冬季の安全な通行空間が確保されている。舗装体内部にパイプを埋設し、熱媒を循環することで舗装体を温め、路面の融雪を行う無散水融雪施設では、多様な再生可能エネルギーが熱源として利用されており、地中熱や地下水熱を利用した施設も見られる。年間を通じて温度変化の少ない地中から得られる地下水の熱は、温度レベルこそ低いものの、その莫大な量を利用することが可能で、無散水融雪施設への利用も古くから盛んに行われてきたが、更なる効率化や省エネ化、そして、現状施設の長寿命化などの観点から、改善の余地は残されていると言える。

本報では、地下水を熱源とした無散水融雪施設の長寿命化に向けたメンテナンスの事例として、放熱管内のピグ洗浄工法について紹介する。

2. 地下水を熱源とした無散水融雪施設のメンテナンス

地下水の水質によっては、スケールが融雪配管内に付着し、配管が閉塞することがある。その結果、所定の地下水量を供給できず、本来の融雪効果が発揮されなくなってしまう。このような状態が続けば、放熱管内での凍結に至り、配管および舗装の破損を誘発し、施設の寿命自体を縮めてしまう可能性もある。

舗装の破損や路面への漏水等が発生してしまった場合は、舗装ごと既存放熱管を撤去し新しい施設に更新する必要があるが、施工中の交通への影響や、施工にかかるコストなどが新たに生じることになる。そうした事態を防ぐために、定期的に放熱管内のスケールを洗浄作業により除去し、融雪機能を維持していくことは、施設の長寿命化と全体の維持費低減のために大きく寄与することにつながる。

放熱管内の洗浄作業の工法として、近年、配管の内部に樹脂製の玉（ピグ）を挿入し高圧水による圧力で配管内を通過させ汚れを除去する、ピグ洗浄工法が行われている。高圧水のみで洗浄する場合に比べ、ピグが固着スケールに直接接触し管内壁から剥離させるため、汚れの除去能力が高い。また、薬品を使用する化学洗浄では、排水の中和処理やpH管理が必要となるが、ピグ洗浄では清掃による効果を目視で確認でき、施工性と改善効果が分かり易い。

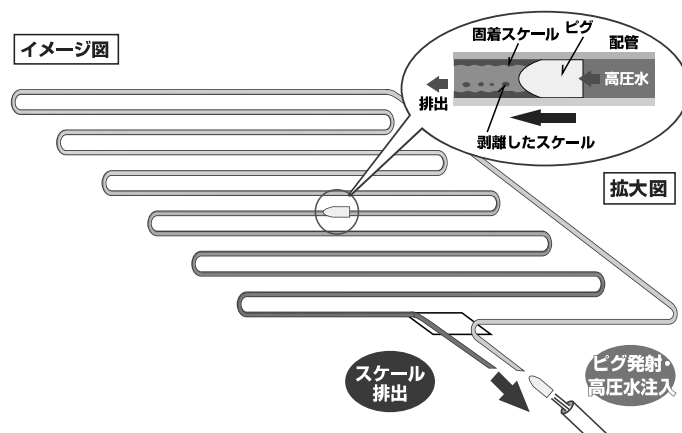


図1 ピグ洗浄イメージ図



写真1 放熱管洗浄前後の融雪状況比較

3. まとめ

無散水消融雪施設を今後も長期的に利用していくにあたり、配管内の目詰まりにより消融雪効果が減少した施設に対し、配管内の洗浄作業を定期的実施することで、消融雪効果の回復、施設の長寿命化、ライフサイクルコストの低減等が可能となる。

地下水等の再生可能エネルギー利用施設の長期利用とライフサイクルコスト低減が可能になることで、環境負荷の少ない低炭素社会実現に向けて大きな足掛かりとなることを期待したい。

*1 日本地下水開発株式会社

【i-Snow】ロータリ除雪車による投雪作業自動化 -除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組-

小野寺 敬太*1、高本 敏志*1、岸 寛人*1

1. はじめに

積雪寒冷地に住む人々の生活にとって冬期の円滑な道路交通確保は必要不可欠であり、冬期の道路維持管理（除雪）については非常に高いニーズがある。

一方、除雪作業の現場においては、除雪機械オペレータの担い手が減少、かつ高齢化が進んでいる。

また、近年は異常気象による暴風雪等の冬期災害が頻発し、長時間の通行止めが増加傾向にある。

今後も継続的に冬期道路交通を確保するため、持続可能な道路除雪の取り組みを構築し、除雪作業の効率化を進める必要性が高まっている。

そこで、平成29年3月に除雪現場の課題、研究・開発の動向、除雪技術等に関する情報の共有を図るほか、除雪現場の改善への取組について、産学官民が連携して取り組むプラットフォーム「i-Snow」を発足させた。

本報告では、i-Snowでの具体的な取組の一つとして一般国道334号知床峠における除雪作業省力化に向けた「除雪装置自動化実証実験」の取組を紹介する。

2. 「除雪装置自動化実証実験」の取組み

(1) 除雪作業省力化のイメージ

i-Snowにおける除雪効率化の当面の目標は、現在、2人乗車体制で行っているロータリ除雪車での作業を、除雪車の運転以外の操作の自動化、省力化により、熟練の技術や経験がなくても、1人乗車体制（ワンマン化）で作業できるようにすることのほか、暴風雪時など視界不良時においても安全で効率的な除雪を可能にすることである。

効率化・省力化のイメージは、除雪作業に必要な①自車位置の把握、②作業装置の操作、③安全確認（障害物等）、④車両運転（操舵・加減速）を最新技術でフォローすることによる①②③の自動化である。

以上を踏まえ、平成30年度に、視界不良時やセンターラインが見えない啓開除雪などでも運転手が道路線形を把握できる様に、準天頂衛星「みちびき」と「高精度3Dマップデータ」を活用した運転支援ガイダンスと通常は助手が操作する投雪方向自動制御機能を合わせたシステムを搭載したi-Snow仕様ロータリ除雪車を導入し実証実験を行った。



3. 実証実験結果

平成31年3月～4月にかけて、運転支援ガイダンスシステムとブロー投雪の自動化、みちびきの受信状況調査、各種センサによる作業装置の状態把握等を行った。

主要な実験結果として、ブロー投雪の自動化においては、予め設定された投雪方向の変化点において、ブロー装置の旋回を自動制御し投雪方向を変更できることを確認した。



4. 今後の展開

令和元年度は、知床峠において、シュート装置の自動化および、周辺探知技術による安全対策等の実証実験を行う。

併せて、視界不良が頻発する札幌市近郊の一般道において、試験車両による吹雪時の映像鮮明化技術の検証を行う。

次年度以降に予定するi-Snow仕様ロータリ除雪車の一般道での実証実験に向け、北海道内の複数の峠を対象とした3D道路データを作成中である。

今後も、維持除雪の効率化に向け、様々な最新技術動向を調査し、各種自動化のセンサー類が苦手としている使用条件の厳しい積雪寒冷地での実証を行ったうえで、必要な仕様を見極め、プラットフォーム「i-Snow」にてさらなる発展を目指していく所存である。

タイヤによる跳ね上げ水を利用した 新しい高精度路面水膜厚測定装置の開発と検証

山田忠幸*1, 藤本明宏*2, 山田健雄*1, 山田耕嗣*1

1. はじめに

湿潤路面の凍結に対して、凍結防止剤散布の時期と量を適切に判断することは依然として容易でない。路面凍結の有無は、路面温度、路面水分量および路面塩分量に関係するため、散布時におけるそれらの路線分布を正確に捉えておくことが肝要になる。しかしながら、路面凍結問題に必要となる0.1 mmオーダーの測定精度を有し、走行しながら測定できる装置は見当たらない。

そこで本研究では、走行しながら高精度で路面水膜厚と路面塩分濃度を測定可能な装置として、山田技研株式会社が開発した車載式塩分濃度センサーを利用した新しい路面水膜厚測定装置を開発し、その測定精度を検証する。本装置は、タイヤによって飛散した水分から路面水膜厚を測定することから、タイヤ水はね式路面水膜厚装置と名付け、以下では水はね式と呼称する。

2. タイヤ水はね式路面水膜厚装置の概要

水はね式は、2個の車載式塩分濃度センサーを車両に装着させる。一つのセンサーでは、タイヤからセンサー部に飛散した水分(以下、飛散水と呼称)から路面塩分濃度 C_s (%)を測定する。もう一つでは、車内からの供給される塩溶液(以下、供給水と呼称)によってセンサー部を常に濡らしておき、飛散水が生じた場合に、供給水と飛散水の混合塩分濃度 C_{smix} (%)を測定する(図1)。 C_s と C_{smix} を次式に代入することで、1秒間あたりの飛散水の重量 M_t (g/s)が得られる。

$$M_t = \frac{C_{is} - C_{smix}}{C_{smix} - C_{ts}} M_i \quad (4)$$

C_{is} は供給水の塩分濃度(%)である。路面水膜厚 H_w (mm)は本論文で明らかにする H_w と M_t の関係式より求められる。

走行試験

3.1 概要

本研究では H_w と M_t の関係を定量的に評価するための走行試験と水はね式から得られる H_w (H_{w-tire})の測定精度を検証するための走行試験を苫小牧寒地試験道路で実施した。

3.2 路面水膜厚と飛散水重量の関係

図2は走行速度 V (km/h) = 20 km/hの試験結果を一例として示す。 H_w は M_t の増大に伴い累乗関数的に増大し、式中の係数 a は V の増加につれて指数関数的に減少することが分かった。これらの関係は次式で与えられる。

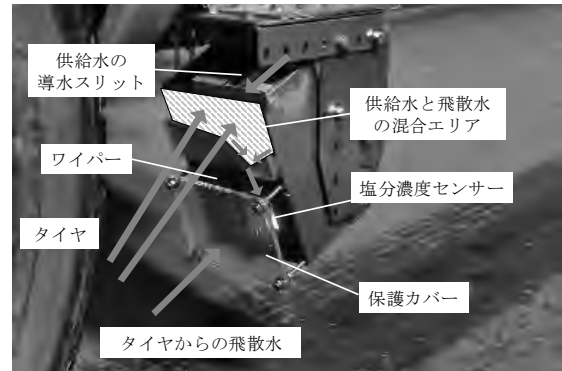


図1 混合塩分濃度センサーの設置状況

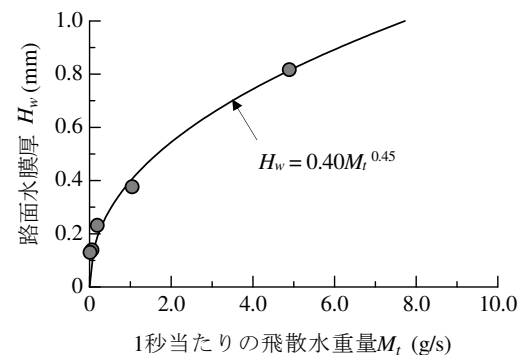


図2 路面水膜厚と飛散水重量の関係($V = 20$ km/h)

$$H_w = a M_t^{0.45} \quad (1), \quad a = 0.43 \exp(-0.007V) \quad (2)$$

3.3 タイヤ水はね式路面水膜厚装置の測定精度

吸水式による H_w の平均値 $\overline{H_w}$ と試験区間における H_{w-tire} の平均値 $\overline{H_{w-tire}}$ を比較した結果、 $\overline{H_w}$ に対する $\overline{H_{w-tire}}$ の偏差は-0.12~0.13 mmの間にあり、その平均絶対誤差は0.08 mmであった。

4. おわりに

本研究では、タイヤ水はね式路面水膜厚装置(水はね式)を開発し、走行試験を通してその測定精度を検証した。その結果、水はね式は路面凍結問題に必要となる0.1 mmオーダーの精度で路面水膜厚を測定できる可能性が示された。本装置の開発により、走行しながら簡単に路面水膜厚の空間的な連続データを取得することが可能になる。

今後の課題として、本装置の検証は限られた条件で行われており、様々な条件下での測定精度の検証が不可欠であり、本装置の特徴や信頼性をより深く分析する必要がある。また、耐久性や経済性を含めた装置の改良など、実用化に向けた研究も進める予定である。

雪氷作業への新型路面センサの導入

岡田 大輝*1、四本木 久一*1、中村 貴男*2

1. はじめに

冬季の高速道路において、お客さまの安全な交通を確保するため、路面凍結・積雪の防止・抑制、除雪等の作業（以下、「雪氷作業」）が重要な役割を担っている。2018年2月に北陸地方を襲った北陸豪雪では、道路交通に多大な影響を与え、今後の雪氷作業について、ハード・ソフト面の強化を求められる結果となった。

2. 今日の雪氷作業における新たな課題

表面化している「雪氷作業」での課題を下記に示す。

- ・経験の浅い雪氷車両オペレーターの増加
- ・個人差による雪氷作業判断のバラツキ

上述より、雪氷作業は品質・精度が変動しやすく、経験の浅い者にとって難解なものとなっており、雪氷作業の品質を維持するために、より容易に運用判断が可能な仕組みを構築する必要がある。

3. 新型路面センサの導入・検証

本件は、車載式の新型路面センサ（以下、「路面センサ」）を導入し、雪氷作業全般を支援する枠組みを構築することで課題解決を目指したものである。路面センサは、現状の気象情報、雪氷巡回等から報告される路面状態等の断片的な雪氷情報を補い、連続データを得ることが可能で、より現地の実態に即したデータ収集が行えると共に種々のシステム構築にも活用可能なデータとなる。道路巡回車への路面センサの取付位置を図1に示す。



図1. 道路巡回車の路面センサ構成

路面センサではすべり摩擦係数を計測し、路面管理を行う手法を見出した。現地検証の結果、北陸地方特有の

湿度の高い環境下での水気を含む雪においても、路面管理を行うのに十分な精度を有することが確認できた。路面センサを用いることにより、人の経験や知識、感覚に依存することなく、定量的に路面状態を計測することが可能であると確認できた。

4. 雪氷作業支援ナビゲーションシステム

路面センサの実用性が確認できたことから、NEXCO中日本で開発された車両位置情報システム（以下、「VPIS」）との連携を図り、新たに雪氷作業支援システムの開発中である。雪氷作業支援ナビゲーションシステムの全体イメージを図2に示す。



図2. 雪氷作業支援ナビゲーションシステム イメージ

雪氷作業支援ナビゲーションシステムでは、下記に示す4つの機能の実現を目指す。

- ・リアルタイム気象情報収集
- ・乗務員ガイダンス
- ・作業装置操作・監視（自動制御含）
- ・AIシステム

5. 今後の方針

今後、路面センサとVPISを連携させた雪氷作業支援システムを構築に向け、路面センサを設置する道路巡回車の台数を増やし、AIシステム構築に必要なデータの蓄積を進める。これにより雪氷作業の管理目標に応じた設定値を確立させていきたい。

また、路面センサを雪氷車両へ展開し、乗務員ガイダンスや、作業装置操作・監視のシステム化に向けた実証実験を行う。オペレーターの技量、判断に左右されない簡単な操作端末を開発する。

*1 中日本高速道路株式会社 金沢支社 敦賀保全・サービスセンター 施設課

*2 中日本高速道路株式会社 金沢支社 環境・技術管理部 品質検査課

除雪機械の情報化施工技術の開発

橋本 隆志 ※1 小浦方 一彦 ※1 山田 拓 ※1

1 はじめに

除雪機械の熟練技能を持つオペレータの高齢化に伴う引退等により、担い手の確保が重要な課題となっている。

北陸技術事務所では従来より ICT（情報通信技術）を活用した「除雪機械の情報化施工技術」の検討に取り組んでおり、本稿では、2017～2018 年度に開発した一次除雪機械（除雪トラック）の作業ガイダンス装置及び MC 化の検討について報告するものである。

2 作業ガイダンス装置の開発

除雪トラックの作業ガイダンス装置は、過去に開発したロータリ除雪車の作業ガイダンス装置をベースとし、機能を追加及び改良することで開発した。

①接近警告機能

基本的なガイダンス機能は、道路構造物との接触事故防止、作業注意区間への接近警告機能とした。

②作業速度に応じたガイダンス

容易に確認できるよう画面表示（文字＋矢印）と音声により接近警告を行う仕様とした。

③測位方式

測位（誤差2～4cm）が可能となるVRS方式を採用した。

④地図データ

国土地理院の背景地図データを組み合わせて作成し、計測精度は10cm以内となるよう設定した。

3 一次除雪機械マシンコントロール化の検討

3.1 検討方針

除雪トラックの作業装置類を完全自動化することを目標に、2018 年度に実施したサイドシャッタのマシンコントロール化の検討結果について報告する。

3.2 サイドシャッタ装置のMC化検討

サイドシャッタは、グレーダ装置で除雪した雪を交差点や乗入部に残さないよう、シャッタを閉めることで一時的に雪を抱え込む装置である。（写真1）

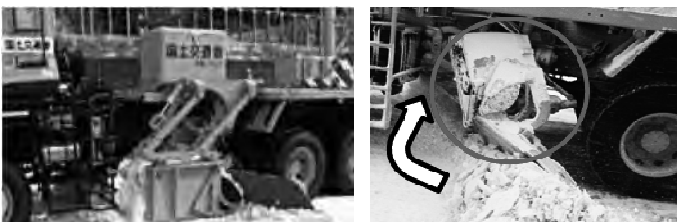


写真1 サイドシャッタ動作状況

このサイドシャッタの自動制御は、開閉操作を行う位置情報のみで制御が可能なることから、高精度の自車位置情報を使用したマシンコントロール化に取り組んだ。

①衛星測位システム

自車位置の測位は、2018年11月より正式運用された準天頂衛星システム（みちびき）のセンチメートル級測位補強サービス（CLAS）を採用した。

②地図データ

MMS（モバイルマッピングシステム）で取得したレーザー一点群データから、除雪装置の制御に必要な道路中心線、縁石等を抽出した地図データを製作した。（図1）

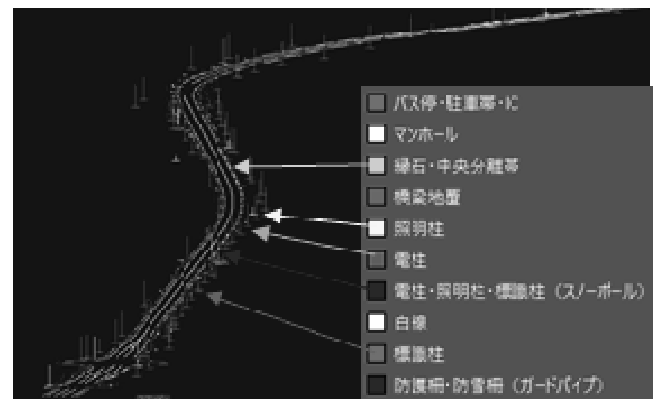


図1 除雪作業用地図データ

③制御ユニット

制御ユニットは、除雪作業用地図データをインストールしたタブレット PC、衛星測位システム、制御装置で構成し、自車位置と地図の基準点が一致した際に制御信号出力を行う仕様とした。

④動作確認試験

製作した制御ユニットにて動作確認試験を行った結果、作動誤差は平均して 0.42 秒、水平誤差は約 1mであり、実用レベルであることを確認した。

4 おわりに

2010 年度から行ってきた作業ガイダンス装置の開発は、今回、一次除雪機械（除雪トラック）の開発が完了したことにより一通り完了したことから、将来目標の除雪機械自動運転化に向け、各除雪機械作業装置の操作自動化に向け技術開発を行い、除雪作業における安全性、施工性、生産性の向上に努めていきたい。

サラウンドビューによる除雪機械作業時の安全対策

東 忍*1 大廣 智則*1

1. はじめに

高速道路での除雪作業や路面凍結防止作業は、お客様へ安全・安心で快適な走行環境を提供するため、欠かすことのできない重要な作業である。

大型除雪機械は普通自動車と比較して死角が圧倒的に大きい。そのため、熟練運転手が除雪作業の操作や運転にあたり、運転助手による視認確保が重要である。一方、近年熟練運転手や運転助手など除雪作業担い手の確保が困難になり始めている。そこで筆者らは将来の除雪作業ワンマン化への対応の一つとして、除雪機械の死角を無くし事故を未然に防ぐ除雪機械の周囲を俯瞰可能なサラウンドビューを開発している。

本研究では、実地検証の結果を基にサラウンドビューの改良を行った状況について報告する。また、除雪作業や凍結防止剤散布作業時の安全対策としての機能を示す。

2. サラウンドビューの概要

サラウンドビューは、カメラ6個、俯瞰画像制御装置、モニター、切替スイッチからなり、制御装置によりカメラ映像をリアルタイムに合成して車両全体の2D俯瞰画像を表示する。図1にサラウンドビューの機器構成を示す。俯瞰画像は、ビュー切替スイッチにより作業用途に合わせた俯瞰レイアウト(6レイアウト)を用意している。

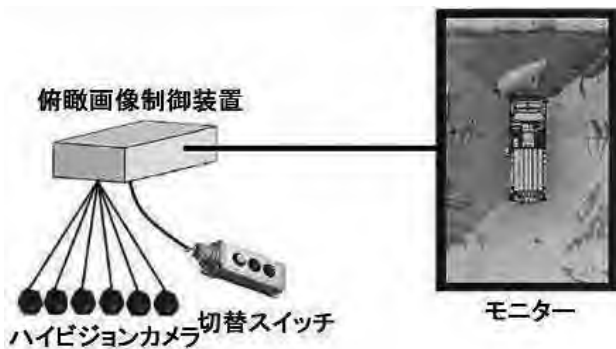


図1 サラウンドビューの機器構成

3. サラウンドビューの改良

3.1 カメラ視認範囲向上によるカメラ台数削減

冬季間積雪路面を走行する場合、大型除雪機械は特に雪の巻き上げや飛雪によりカメラレンズに付着するため、

融雪ヒーター付カメラケースが必要となる。そこで、WEBカメラ用に開発した透明ヒーターをサラウンドビュー用に適合するように検討した。その結果、4個のカメラで死角発生無しに大型車両の全周囲を俯瞰することが可能となった。

3.2 立体俯瞰画像

大型車両の立体俯瞰画像をモニタリングするため、基幹システムに3D SURROUND MULTI VIEWを採用した。作業者が俯瞰画像の確認を容易とするため、2D俯瞰画像に加え、立体的な映像を追加した。3D俯瞰画像は後続車からの接近や走行・追越車両の確認、交差点などの右左折時の確認が容易となる。

3.3 除雪作業や凍結防止剤散布作業時の安全対策

除雪機械の作業者へヒアリングを行った結果、走行する道路の種類、除雪機械の種別により必要なレイアウトが異なることが分かった。そこで、各除雪機械ごとに必要なレイアウトを設定した。

4. まとめ

除雪機械等の作業時の安全対策として、筆者らが開発したサラウンドビューについて実地検証の結果を基に改良を行った。改良点を以下に要約する。

- ・WEBカメラ用に開発した透明ヒーターをサラウンドビュー用に適合するように検討した。その結果、4個のカメラで死角発生無しに大型車両の全周囲を俯瞰することが可能となった。
- ・作業者が俯瞰画像の確認を容易とするため、2D俯瞰画像に加え、立体的な映像を追加した。
- ・走行する道路の種類により、各除雪機械ごとに作業状況に対応したレイアウト設定が可能となった。

5. 今後の予定

今後、画像処理や各種センサー等により、車両検知・人体検知システム機能を追加する予定である。

なおこれらの機能は、既存のシステムにオプションとして追加可能であり、画面上での警告表示およびアラームでの警報報知を予定している。

*1 (株)ネクスコ・エンジニアリング北海道

旅客上家屋根電気融雪装置用積雪センサを活用した 最適制御システムの展開と効果について

原 宏*1・阿部 真季*1・船山 花穂*1・酢谷 浩*2・徳永 透*2

1. はじめに

鉄道の駅には、お客様が雨雪に濡れることを防ぐための屋根：「旅客上家」が設置されている。多雪地域の駅の場合、降雪・積雪により屋根から線路上空に張り出す「雪庇」による事故などの防止を目的に、屋根軒先に融雪マット（ヒーター）を設置している（写真1）。これら融雪装置は安全な旅客設備を提供するため自動制御により運転を行なっている。

従来は気温制御の方法だったが、どうしても設定が安全側にならざるを得ず、無駄になる運転が発生しており、電力料金の支出（及びCO₂の排出）に課題があった。

J R 東日本新潟支管内の冬期雪氷対策において、これらの課題解決のための「積雪センサシステム」を開発、安定した設備の提供と電力料金及びCO₂の削減を達成することができた。当初は2駅からスタートし、その後順次複数駅に展開されている。これらの経緯及び効果について紹介する。



写真1 屋根融雪装置

2. 制御システム概要

2-1 開発経緯

従来の気温制御では、融雪マット上に実際積雪があるかどうか把握できない。検討の結果、道路の路面融雪用に開発された装置で、福井県の画像処理積雪検知方式を活用し開発するに至った。

2-2 積雪センサシステム構成（概要）

図1にシステム構成を示す。画像処理判定用カメラで撮影した静止画をネット経由で遠隔制御PCに送付。制御PCが画像を解析し積雪ありと判定すると、今度は運転信号を再びネット経由で制御装置に送信する仕組みで動作させる。

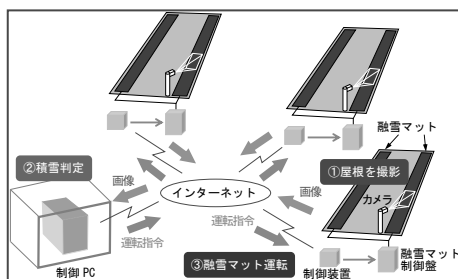


図1 積雪センサシステムの構成

2-3 機器及び設置状況：写真2のように現場に施工。

3. 従来制御との稼働時間比較

当システムは、2018年度までに5駅計9上家において設置。毎年、気温制御との稼働時間比較検証を実施。

2018年度分析では、稼働期間の12月～3月の積雪センサシステムによる稼働時間と気温データの稼働時間を比較した。積雪センサによる削減率は、最大で小出上家4号の79.5%、最小で



写真2 機器及び設置状況

越後湯沢上家3号の51.6%、9箇所平均で64.1%の削減率であった。融雪が必要な時のみの稼働のため、大幅な稼働時間短縮が図られたことが毎年確認できている。

4. 制御パラメータ追加によるさらなる改善

当システムの課題である積雪誤検知について、気温を制御要素に加えることにより改善を図った。今後は基本仕様として導入していく。

5. 電力料金及びCO₂削減効果

稼働時間比較から、気温制御と積雪センサシステム制御における電力料金削減額とCO₂削減量を算出した結果、9上家の合計で約1,100万円の電力料金削減となり、CO₂削減量は174トン（杉の木CO₂吸収量換算：約12,400本に相当）であった。

6. まとめ

安全かつ安定的な輸送と経費削減の両立を目指す場合、まずは安全を優先して設備するのが一般的であるが、本システムは雪の有無を確実に捉えることから従来の自動制御センサより安全であり、省エネも実現できる。

本装置は融雪マットの面積が大きいほど、省エネ効果のメリットが大きい。管内の融雪マット設置箇所に優先順位をつけ、支社内水平展開を順次図っている。

今後も本システムが冬期に快適にご利用いただける駅の実現とサービス品質向上に寄与することを広く周知し、導入促進に積極的に取り組む所存である。

*1 東日本旅客鉄道(株) 新潟支社 新潟建築技術センター *2 山田技研(株)

遠赤外融雪面の積雪深シミュレーションと最適運転条件

上村靖司*¹ 代田俊登*² 町田敬*³

1. はじめに

本報告では、遠赤外線融雪装置の運転制御方法の違いによる運転時間削減効果の検証とともに、遠赤外線融雪面の積雪深と積雪重量を再現するシミュレーションモデルを構築し、装置に求められる熱出力、発停を制御する積雪深設定値の最適値を求めた結果を報告する。

2. 実証試験施設の概要と制御方式

新潟県越後湯沢地内にある国道 17 号線の芝原トンネル新潟側坑口上部にある高さ 3.8m のせり出し防止柵からの雪崩の越流防止のため、計 4 基の遠赤外線融雪装置（熱出力 4 kW）を 3.5 m の高さに設置されている。4 冬季に亘る現地実験では、①降雪制御、②積雪深一値制御、③積雪深二値制御の 3 方式（図 1）が試験され、③の方式によって著しく運転時間が短縮できることが明らかになった。

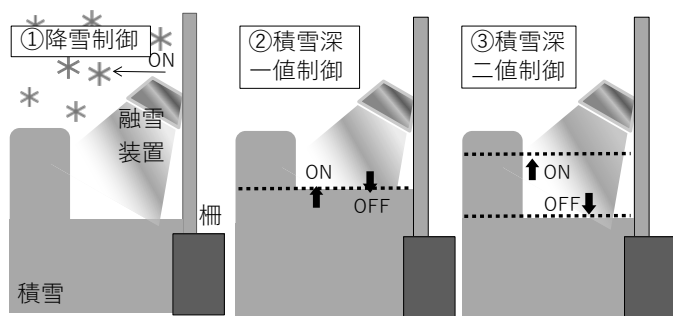


図1 融雪装置の制御方式

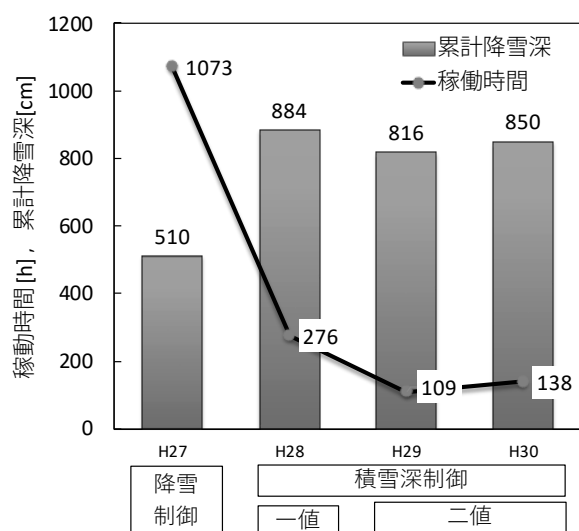


図2 実証実験の結果

3. 日単位での積雪深と積雪重量の計算モデル

年毎に変動するの降雪量に対して統一的評価すること、異常豪雪時を想定して装置の信頼性を確保すること、さらに装置設計における能力と運転条件の最適化を進めるために、気象データを用いて融雪面の積雪深を再現するためのシミュレーションモデルを構築した。融雪効果の評価には積雪重量データ必要で、制御のシミュレーションには融雪面積積雪深データが必要となるので、その両者について時間単位での気温、降水量、積雪深データを入力として、実用的に支障のない精度でシミュレーションできるモデルを構築した。

$$H_m'' = \frac{M_{m-24} - R_m}{\rho(m)} + \sum_{i=-23}^0 \Delta H_i \quad (1)$$

(1)式に基づいてシミュレーションした結果の一例が図3であり、任意の融雪能力を与えて融雪面の積雪深が推計できるようになった。

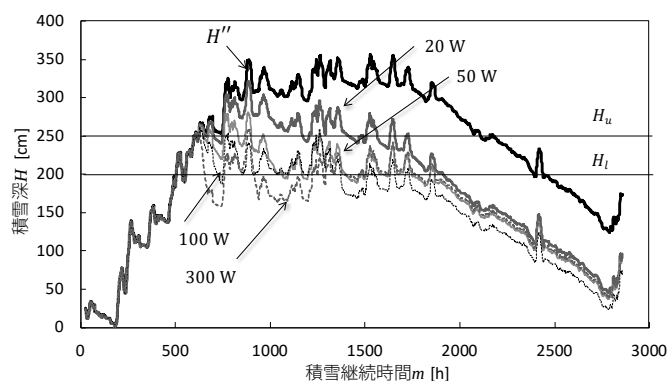


図3 融雪面積積雪深の計算結果の例

4. 融雪装置の融雪能力と稼働判断基準の最適化

さらに(1)式を用い、種々の条件下でシミュレーションしたところ、融雪能力は現行の3分の1である 100 W/m² で必要十分であること、装置の発停を制御する積雪深上限値と下限値は、現行の 250 cm と 200 cm で妥当であることを示した。今後は、トンネル坑口上部の斜面からの雪崩発生リスクについても検討し、柵付近に持ち込まれるであろう雪崩の量とタイミングを組み込んだモデルを構築していく予定である。

* 1 長岡技術科学大学（〒940-2137 新潟県長岡市上富岡町 1603-1）

* 2 長岡技術科学大学大学院（〒940-2137 新潟県長岡市上富岡町 1603-1）

* 3 町田建設株式会社（〒949-6407 南魚沼市島新田 374）

寒中コンクリート工事の合理化に向けた基礎検討

谷口 円*1, 佐川貴康*2, 月館司*1, 濱幸雄*3, 高橋光一*1

1. はじめに

建設工事を持続的に進めていくことは喫緊の課題である。寒中施工における合理化, 環境負荷の低減を目標に住宅基礎工事において, 高断熱性シートの活用による無加温養生の可能性を検討した。同時に初期凍害被害範囲の診断手法を確立すべく, 検討を行った事例を報告する。

2. 実験概要

2.1 模擬試験体の作製方法

模擬試験体の概要を図1に示す。住宅の布基礎を想定した模擬試験体を, 上富良野町の屋外に作製した。フーチング部は2018年12月7日11時に打設し, 養生を一切行わなかった。立ち上がり部は12月11日12時に打設し, 「2.2 保温養生方法の検討」の通り保温養生を行った。

2.2 保温養生方法の検討

布基礎立ち上がり部の無加温で各種シート養生(保温養生方法)を行った場合の温度履歴について検討した。用いたシートはブルーシートおよび気泡緩衝材(プチプチシート)とした。養生方法は, ブルーシート1枚, 気泡緩衝材1枚, 気泡緩衝材3枚重ねの3通りとし, 型枠の上から全面被覆した。図1に養生状況を示す。

計測は, T熱電対を埋設し, 温度を計測した。

2.3 初期凍害の診断

模擬試験体の一部(フーチング部)はあえて保温養生を行わず, 意図的に初期凍害を発生させ, 既存の非破壊検査手法を適用し, 初期凍害の診断可能性について検討した。

3. 結果と考察

3.1 保温養生方法の検討

(1) 計測結果

図2に各測定部位における温度測定結果を示す。外気温は測定初日の夜間に -10°C を下回ったほか, その後数日にわたり -10°C 付近まで低下した。

気泡緩衝材3枚では打設後3日まで躯体温度が 0°C 以下とならず, 以降も日中の温度上昇が大きい結果となった。

(2) 保温性能と日射吸収性能

シートの効果の比較のため, 伝熱モデルを設定して重回帰分析を行った。気泡緩衝材は, 断熱性能があるため, 水和発熱と日射取得熱により保温可能と考えられる。

3.2 初期凍害の診断

図6に反発度の結果例を示す。10点の平均値と標準偏差を示した。初期凍害部で低く, 健全部で高く明らかに差が認められた。反発度により, 初期凍害による損傷程度



図1 養生状況

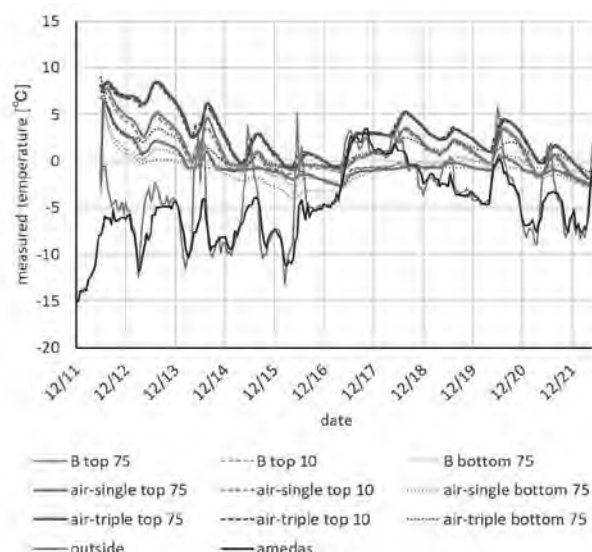


図2 温度測定結果

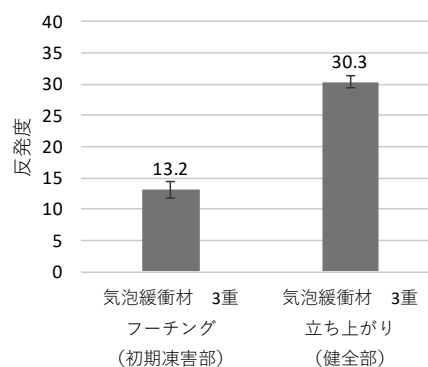


図3 反発度の結果

の判断ができると考えられる。

4. まとめ

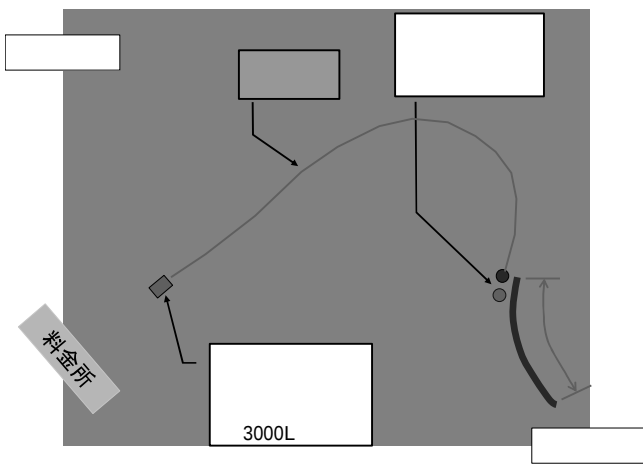
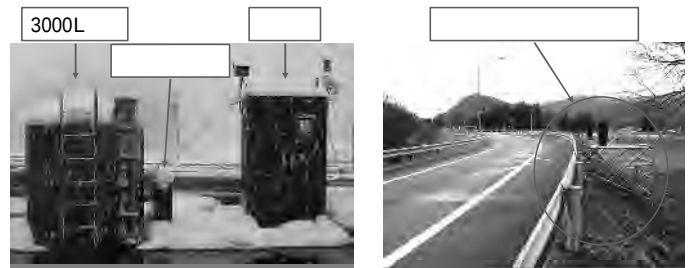
本研究で得られた成果は以下の通りである。

- ・無加温養生の可能性を示した。
- ・初期凍害被害範囲の診断手法として, 反発度法を適用できる可能性を示した。

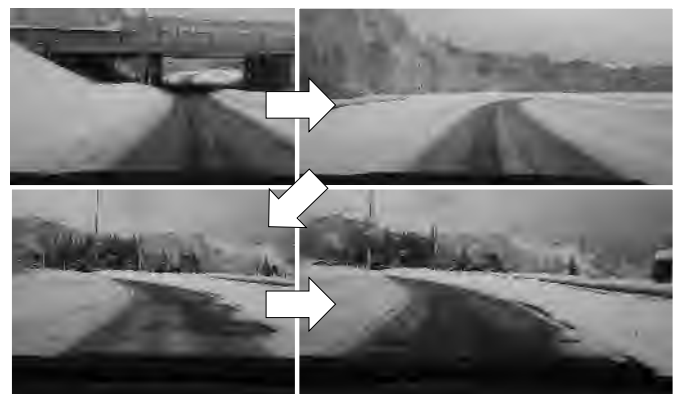
*1 地独) 北海道立総合研究機構, *2 株式会社佐川建設, *3 室蘭工業大学大学院

IC

1



1



1

道路情報板支柱の冠雪による危険な落雪防止対策の検討

大廣智則*1, 渥美尚大*2, 細川和彦*3, 竹内政夫*4

1. はじめに

積雪寒冷地では、多量降雪があると、情報板や支柱の上部に積もった雪が雪庇となって垂れ下がる(図1)。これらが、落雪すると、事故や交通の妨げの原因となる。除去作業には多大な労力を必要とし、これらを防止する道路情報板や支柱の冠雪による危険な落雪防止対策は必要不可欠な状況である。

本研究では、道路情報板支柱の冠雪による危険な落雪を防止するため、これまで検討した形状(格子高さ、格子頂角、格子間隔など)の格子フェンスを深川JCT(ジャンクション)上りの道路情報板の支柱に試験設置し、無対策箇所との比較から格子フェンスの道路情報板支柱の冠雪による危険な落雪を防止する効果を検証する。

2. 格子フェンスの冠雪抑制効果

降雪があると図2(a)に示すように支柱の上に雪が着雪する。降雪が続くと支柱上部の着雪は大きくなり冠雪が発生すると、図2(b)に示すように巻き垂れとなり、大きな塊となって落雪する。一方、図2(c)に示すように格子フェンスを設置した状態では、冠雪を抑制し、格子外での小さな落雪を容認し、格子内に溜まった雪は日射とともに消雪させることができる。

著者らはこれまで、格子フェンスの格子間隔には最適な大きさがあると考え、格子間隔を変化させ着雪・落雪対策の効果検証を行ってきた。これまでの研究で得られた最適な格子間隔は、□100×100mmである。

3. 実験方法

格子フェンスを道路情報板支柱に設置し、危険な落雪を防止する効果に関する検証は、2018年11月16日から2019年3月31日の期間に行った。検証箇所は、深川JCT上りの道路情報板の支柱で行った。格子フェンスの形状は、格子高さが支柱センターから350mm、格子の頂角が60°、格子間隔が□100mm×100mm、長さが4.0mである。検証に用いた機器は、タイムラプスカメラである。メーカーはBrinno、型式はMAC200DNダレカである。カメラの解像度は92万画素、解像度は1280x720の720Pである。

4. 実験結果

期間の中で、図3に示すような無対策箇所から大きな雪の塊となって落雪したイベントが7回発生した。一方、格子フェンス設置箇所からは、大きな雪の塊となって落雪した事例はなかった。無対策箇所から危険な落雪があったときの累計降雪量に着目すると、支柱の上部に20cm程



図1 道路情報板に発生した冠雪



(a) 着雪 (b) 冠雪・巻きだれ (c) 格子フェンスの冠雪防止

図2 格子フェンスの冠雪による危険な落雪防止効果



図3 無対策箇所からの落雪

度の累計降雪量があると落雪している。気温に着目すると、降雪量が20cmを超え、気温が高くなったときに落雪している。格子フェンスは、想定していたように30cm程度までの累計降雪量に対し、危険な落雪を防止する効果があることを確認した。格子フェンスの設置により、危険な落雪を防止でき、除去作業の頻度を減少させることが可能と考えられる。

5. おわりに

本研究では、道路情報板の支柱の上に着雪した雪が大きな塊となって落雪しないように、格子フェンスを設置した。支柱上部の格子フェンス内に雪を堆雪するスペースを確保し、支柱上部に着雪した雪の付着力を格子フェンスがある程度の大きさで分離させ、落雪の塊を小さくさせることができた。考案した格子フェンスは、道路情報板支柱の冠雪による大きな雪の塊の落雪を防止することが可能である。

今回対策を行ったのは、道路情報板の支柱のみである。今後は、道路情報板上部や梁を含めた、道路情報板全体について、大きな雪の塊の落雪を防止する対策を考案する必要がある。また、格子フェンスが許容する気象条件を検討する必要がある。

*1 株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道, *2 東日本高速道路株式会社 北海道支社,

*3 北海道科学大学, *4 NPO法人雪氷ネットワーク

白鳥大橋の雪氷対策 ～積雪寒冷地ならではの吊橋技術の紹介～

横田法久 * 1、堀田暢夫 * 1、佐々木慎一 * 1

1. はじめに

白鳥大橋は我が国で唯一、積雪寒冷地に架けられた長大吊橋である。厳しい気象下でも安全・円滑な交通を確保するため、様々な工夫・対策が取り入れている。冬期における本橋の気象環境、維持管理状況等を概説するとともに積雪寒冷地ならではの吊橋技術を紹介する。



2. 白鳥大橋の概要

本橋は、室蘭港を横断する海上吊橋で、1998年6月に供用が開始され、昨年、開通20周年を迎えた。室蘭は馬蹄形に突き出た陸続きで、本橋は南側にある港湾・工業施設と北側に広がる住宅地・新興工業地域とを環状に結んだ市街ネットワークを構築するとともに、北海道全域につながる重要な道路網を形成している。

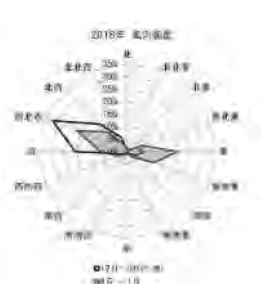
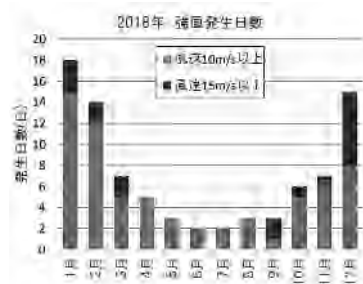
3. 本橋の気象環境

(1) 室蘭地域の特徴

室蘭は積雪寒冷地とはいえ、道内主要都市と比較すると、冬季の気温が比較的高く、降雪は少ない。その一方で風の発生頻度が高く、風速15m/s以上の強風が発生しやすい地域である。

(2) 風の特徴

本橋は海上橋のため、強風地域である室蘭の中でも、とりわけ風の影響を強く受ける。本橋の風の特徴として、冬季は風速10m/s以上の発生頻度が非常に高い傾向にある。また、年間を通して、海に面する東西方向に風向が集中しており、そのうち冬季は殆どが西風である。



4. 本橋における冬季の気象影響

1998年の供用開始以降、昨年末までに延べ85回の通行止めが実施された。主な原因は強風と着雪が全体の95%を占めており、強風が69件(81%)、着雪が12件(14%)である。強風のうちの約6割(39件)は冬季に発生し、冬季に着目すると全85件中、51件(60%)が冬季における発生である。強風、着雪ともに本橋特有の気象環境であり、本橋ならではの冬季の交通特性と云える。

5. 本橋における着雪事象

冬季通行止めの一因である着雪事象について概説。本橋では主塔やケーブルに着雪、塊となった雪氷が車道に落下するという交通障害が発生する。この現象の発生条件が本橋の気象環境と合致することから、本橋独特の交通障害と云える。



6. 冬季の道路管理

北海道開発局が管理しており、他と同様に定期的を実施している道路巡回のほか、室蘭道路事務所に設置された道路情報管理室で、一元的に監視業務(24時間体制)を実施している。本橋の道路情報も道路情報室に集約されており、CCTV、テレメータ等を活用しながら強風や吹雪等による交通障害への迅速な対応を実施している。

7. 白鳥大橋の雪氷対策技術

本橋は我が国で唯一、積雪寒冷地に建設された長大吊橋で、前述したような本橋ならではの厳しい気象環境の中、独自の雪氷対策を取り入れ、冬季における安全で円滑な交通の確保を図っている。本節では、それら、独自の技術として、①主塔ヒーティング設備、②ケーブルバンドカバー、③S字形ワイヤーラッピング、④補剛桁の内面除湿システム、⑤フェアリング専用除雪車、⑥凍結防止剤を紹介する



8. おわりに

本橋では積雪寒冷地ならではの厳しい気象環境に対し、様々な工夫・対策を取り入みながら、安全で円滑な交通の実現を図っている。本橋における冬季の吊橋管理技術が他橋の維持管理に少しでも貢献出来れば幸いである。

* 1 国土交通省北海道開発局室蘭開発建設部室蘭道路事務所

応募論文

初冬期の雪氷対策作業開始に伴う事故多発対策及び交通安全対策について

竹内 茂幸 *1

1. はじめに 中日本・東日本合同の初冬期多重事故対策訓練の実施

11月27日（火）に中日本富山保全サービスセンター会議室において、DIGによる合同訓練を行いました。富山・上越の両高速隊、ネクスコ中・東日本、中日本パト・サポート上越のメンバー約25名が参加し、富山・新潟県境における多重事故を想定した訓練でした。事前のシナリオを伏せた中で、2班に分かれ通行止め実施から救急、レッカー作業、通行止め解除までの流れを各々の視点・立場から議論して検討し、最後は各般の検討内容を発表していただきました。普段は業務電話だけの対応となる両県関係者ですが、このように直接事故処理対応を議論して交流を深めることは、今後の県境における事象の処理の円滑化に大きく資するものであると思います。今年で5回目となった本訓練ですが、今後も継続実施してまいります。



2. 交通安全キャンペーンの合同実施による初冬期交通安全啓発活動

合同訓練の翌日28日は、北陸道下り有磯海サービスエリアにおいて中・東日本合同の交通安全キャンペーンを実施しました。富山県警高速隊・中日本富山保全SC・富山県高速安協のみなさんと共働で、新潟方面へ向かわれるお客様に対して初冬期の交通安全啓発を実施しました。中日本のマスコットキャラクターみちまるくんや安

協のハイウェイレディーも参加し、華やかな雰囲気の中で早期の冬タイヤへの交換などを訴えかけることができました。



12月5日（水）は、北陸道上り谷浜サービスエリアにおいて中日本金沢支社及び富山保全サービスセンターの皆様にお越しいただき合同の交通安全キャンペーンを実施しました。高速隊上越分駐隊、上越安協、サポート新潟と共働で富山・金沢方面へ向かわれるお客様に対して初冬期の交通安全啓発をPRしました。中・東日本のマスコットキャラクターみちまるくん、マナーティや上越安協のハイウェイレディーも参加して華やかに行われ、昨年度富山・福井方面での大雪立往生事象などを教訓に早期の冬タイヤ交換などを訴えかけることができました。

このように、ネクスコ中日本の皆様と合同で有事対応の訓練や交通安全啓発を行うことは大変有意義な取り組みと考えています。今後も鋭意継続実施してまいります。



*1 東日本高速道路株式会社新潟支社 上越管理事務所 管理

胆振東部震災被害が長期的に冬期道路管理に与える影響について

佐藤 雅史*1 星野 洋*2

1. はじめに

平成30年9月6日午前3時に発生した胆振東部地震（厚真町震度7）では、地域の公共土木施設が大きな被害を受けた。さらに本震発生後は震度5以上の余震が継続的に発生し、日常的な道路の維持・管理面での対応が余儀なくされているとともに、積雪寒冷地特有の対応を行っている。

2. 大規模地震が道路管理に与える影響

2-1 舗装への影響

1) 本震発生後～5月末までの平坦性の変化

平成30年9月6日（本震発生）～平成31年5月30日の道道鵡川厚真線KP=8,800～8,900区間のIRI（舗装の平坦性）の変化をグラフ化したものを図-1に示す。

本震発生後は、IRIが大きく上昇し早急な復旧工事で一度回復したものの、繰り返し発生する余震により再び損傷を受けIRIが上昇している。

更に厳冬期の2月以降から徐々にIRIが大きくなり始めており、凍上現象により舗装不陸やひび割れ等が発生し、平坦性の低下を起こしている可能性が考えられる。

さらに5月以降にはIRIが6を超える状態となり、平坦性が著しく低下し地域の物流や救急搬送等に影響の出る状況となっていることから、引き続き舗装修繕の対応が必要となる。

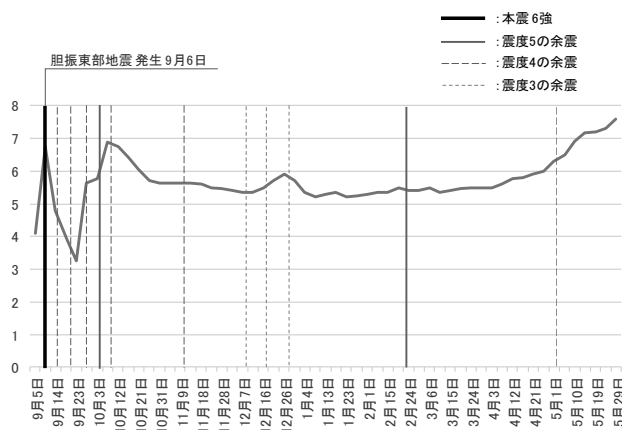


図-1 道道鵡川厚真線のIRI（舗装の平坦性）の変化

2) パトロールでの舗装応急処置の変化

日々のパトロールで発見した舗装応急処置月別件数を、震災前と比較したグラフを図-2に示す。

震災発生直後の9月～11月には舗装の損傷件数が1.7倍、4月～5月の春先には約2.0倍に大きく増加していることがわかる。

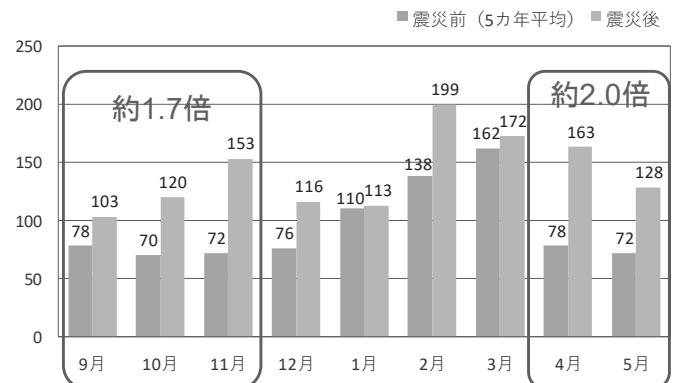


図-2 路面応急処置件数（震災前後の比較）



写真-1 路面損傷状況

（左：平取厚真線 右：穂別鵡川線）

2-2 除雪作業への影響

除雪機械には、オペレータの安全確保、機械の保護のため刃先の部分に安全装置を装備している。（写真-2）

震災を受けた道路では舗装の段差が各所で見られ、安全装置が作動することで作業が一次中断し、安全装置を復旧したうえで再度除雪の実施など作業時間に大きなロスが発生した。



写真-2 安全装置（シャープピン）

4. まとめ

路面平坦性データやパトロール報告など各種データベースを活用し、道路管理に与えている影響を把握した。

大規模震災後は、長期間にわたり継続した道路管理対応が必要となることを一事例として報告する。

*1 室蘭建設管理部 災害復旧推進室(前 苫小牧出張所長)

*2 株式会社シー・イー・サービス

国道38号樹海峠における車両スタック発生時の対応と課題

久保田 良司、近江 隆洋 *1

1. はじめに

平成30年3月1日から2日にかけて、低気圧の接近、通過の影響により、全道的に暴風雪や大しけとなった。これにより道内の道路交通は麻痺し、国道39号石北峠や国道274号日勝峠、E39道東道など道内の東西をつなぐ全ての幹線道路が約1日半にわたり遮断され、社会生活や物流に大きな影響が出た。当開発建設部管内では、国道38号樹海峠において車両スタックによる立ち往生が発生した(図1)。本稿では、車両スタック発生時の対応と課題、平成30年度の取り組みを報告する。

2. 車両スタック発生時の気象状況と雪害状況

本事例では、本格的に雪が降り始めた1日9時から車両スタックが発生した19時頃にかけて、樹海峠近傍の三の山道路気象テレメータでは46センチの降雪を観測した。樹海峠での車両スタック及び立ち往生状況の概要は以下、および図1のとおりである。

- ・発生箇所：KP=91.1～97.2付近（上下車線）
- ・発生期間：3月1日19時00分～2日0時30分
※通行止め解除は天候回復後の3日7時00分
- ・発生規模：1日19時時点で約4.0km（上下車線）
- ・被害等：人身・物損及び孤立集落なし



図 1 車両スタック状況

3. 道路管理体制と車両スタックへの対応

国道３８号の除雪等対応は、隣接する帯広開発建設部と連携して行った。１日１９時頃の樹海峠での車両スタックを受けて、２０時１５分に通行止めを開始、スタック車両の牽引等により、２日０時３０分に滞留が解消した。その後天候の回復を待って、３日７時に通行止めを

解除した。これらの対応状況は、ホームページでの報道発表とともに、SNS (Twitter) でも発信した。通行止め区間内に滞留した車両に対しては、乗員の安否確認と救援物資の配給を行った。立ち往生は早期に解消できたが、通行止めは36時間に及び、周辺の道の駅などには多数の車両が押し寄せ、入りきれない車両は国道内で滞留した。約1日半にわたって車両滞留があったものの、定期的なパトロールによって人的被害を防ぐことができた。

4. 課題と対応

本事例では、立ち往生の拡大を最小限にとどめ、数時間で立ち往生を解消し、救援物資の配布等の人命を守る取り組みを実施することができた一方で、道内の東西をつなぐ複数の大動脈が約1日半にわたり同時に遮断され、社会生活や物流に大きく影響した。これを未然に防ぐための取り組みとして、平成30年度より、気象予測を活用した段階的な行動計画（タイムライン）と、重要幹線に除雪機械等を集中させる集中除雪、予防的な通行規制を導入した（図2）。これにより、関係機関の連携による速やかな行動ができるほか、重要幹線の優先度に応じた段階的な通行規制や集中的な除雪を行うことで、道路交通の大動脈が同時に遮断される時間を短縮できると考える。

タイムライン（段階的な行動計画の作成）（案）

[illegible]

図 2 タイムラインと降雪量予測活用イメージ

5. おわりに

近年、冬期の降雪等の気象は、急速に発達する低気圧の接近、通過などによって激しさを増す傾向にある。当開発建設部においても、タイムラインや予防的な通行規制・集中除雪等の新たな取り組みに基づく道路管理の実施や道路利用者への迅速な情報提供を行うことで、冬期交通の確保に万全を尽くす所存である。

*1 国土交通省 北海道開発局 旭川開発建設部 道路整備保全課

高速道路における冬期の交通確保に向けた取り組み

南 準也^{*1}

1. はじめに

中日本高速道路株式会社 名古屋支社は、会社が管理する高速道路のうち、愛知県を中心に、岐阜県、三重県、滋賀県及び長野県を通過する12路線、約920kmを10の保全・サービスセンター（以下「HSC」という。）で管理している。事業エリアを図1に示す。

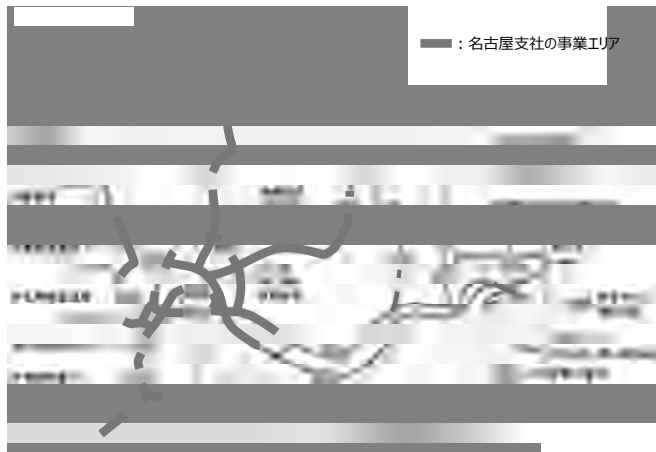


図1 事業エリア

2. 名古屋支社管内の特徴

2. 1 道路特性

東西交通を担う東名高速道路・名神高速道路や新東名高速道路・伊勢湾岸自動車道・新名神高速道路の他、北は北陸地方に繋がる東海北陸自動車道・北陸自動車道、南は紀伊半島に伸びる紀勢自動車道、それらのネットワークを繋ぐ東海環状自動車道や都心部の名古屋第二環状自動車道など、中京圏を中心とし放射状に道路ネットワークを形成している。管内の平均断面交通量は平成30年実績で1日約3万9千台と、全国平均を大きく上回る。

2. 2 冬期の気象特性

岐阜県山間部の豪雪地帯を通過する東海北陸自動車道をはじめとして、長野県内を通過する中央自動車道や岐阜県及び滋賀県内を通過する名神高速道路、三重県山間部を通過する新名神高速道路、滋賀県内を通過する北陸自動車道では、冬型の気圧配置の影響により降雪が多く見られる。

その他の路線・地域でも山間部を中心に降雪があり、特に強い冬型の気圧配置（JPCZ）で西北西や北西の風向きとなる場合は、名古屋周辺の平野部でも大雪となるほか、南岸低気圧が影響する場合は管内の広範囲で大雪となるなど、冬期には管内全域で降雪が観測される。

3. 冬期の交通確保に向けた取り組み

2018年2月に北陸地方で発生した記録的な大雪の影響により、当社の北陸自動車道（金沢支社管内）で長時間の通行止めとなったうえに、国道8号でも多くの滞留車両が発生するなど、社会的に大きな影響を与え、お客さまに大変ご迷惑をおかけしたことを踏まえ、2018年度雪氷期に向け会社全体で雪氷対策の強化を図った。

具体的には、お客さまへより早い段階で通行止め見込みなどの情報を適時適切に提供するとともに、道路ネットワーク機能の確保に向けた関係機関との連携強化、立ち往生車両を防ぐための除雪体制の強化・設備増強ならびに監視強化などを行った。

4. チェーン規制実施に向けて

従前、降雪時には必要に応じて冬用タイヤ規制（普通タイヤ＋チェーン装着車、スタッドレスタイヤ装着車は通行可）を実施し交通を確保してきたところであるが、異例の降雪に伴いチェーン規制（全車チェーン装着）を実施する場合には、チェーン装着を必要とする車両が増えるため、冬用タイヤ規制に比べて装着時間が大幅に増加することで、大規模な渋滞発生が懸念される。大雪となっている地域で渋滞を発生させることは、立ち往生車両が発生する確率を上げることに繋がるため、これまで以上に迂回や交通量を抑制するためのお客さまへの情報提供を充実させるとともに、除雪作業やチェーンチェックなど実施体制の強化を図った。

5. おわりに

幸いにも昨冬期はエルニーニョの影響もあり暖冬であったことから、名古屋支社管内では大雪による長時間通行止めはなく、また、チェーン規制を実施するに至らなかった。

今冬期に向け、関係機関と更なる連携強化を図りながら、道路ネットワーク機能への影響の最小化を目標に除雪体制の強化を推進するとともに、情報提供の充実と併せてお客さまにも万全の備えをして高速道路をご利用いただき一体となった冬期の交通確保に向けて安全啓発を行っていくなどソフト・ハードの両面から取り組んでいきたい。

*1 中日本高速道路(株) 名古屋支社 保全・サービス事業部 保全課

仮想サーマルマッピングを用いた路面雪氷状態予測の高速化に関する一検討

齊田 光*1, 星 卓見*1, 徳永 ロベルト*1, 佐藤 昌哉*1

1. はじめに

路面温度や路面雪氷状態は冬期道路管理の適正化を進める上で必要不可欠な情報であり、これらの予測手法は国内外を問わず様々な研究機関で開発されている。近年における路面雪氷状態予測手法は、より高度な冬期道路管理の実現や道路利用者への詳細な情報提供などの要求に応えるため、路線全体・地域全体における予測を可能とする手法が主流となりつつある。

筆者らは広域にわたる路面雪氷状態予測を実現するために、高解像度気象メッシュデータを用いた熱収支法による路面温度予測手法を提案した¹⁾。本手法は郊外の平野部などの沿道環境が単調な条件下では他の路面温度予測手法に近い予測精度を有しているが、路面雪氷状態の予測には至っていない。

そこで本研究では、上記手法で得られた路面温度予測値と降雪量メッシュデータを用いて路面雪氷層の凍結融解量を求めることで、広域にわたる路面雪氷状態を簡易的に推定する手法を提案し、予測精度および予測計算に要する時間について検証を行った。

2. 路面雪氷状態の簡易推定手法

本研究で提案する手法では、最初に参考文献 1)に示す手法により気温メッシュデータから仮想サーマルマッピングデータを生成し、路線の各地点における路面温度を推定する。その後、路面雪氷質量の時間変化量を雪氷層表面における長波放射フラックス、顕熱・潜熱フラックスおよび伝導熱フラックス等から推定する。本手法では上記手法による路面雪氷状態予測は概ね 1km 間隔で行い、予測実施地点間の路面雪氷状態は 1km 毎に予測された路面雪氷状態を内挿することで求めた。

3. 路面雪氷状態予測精度の検証

路面雪氷状態推定精度および計算時間の検証は一般国道 230 号 KP1~KP46 および一般国道 231 号 KP0~KP19 を対象として行った。検証では、一般国道 230 号および 231 号で計測された路面温度および路面すべり抵抗値 (HFN) と本予測手法で推定した路面温度および路面雪氷状態を比較した。なお、路面状態は連続路面すべり計

測装置および放射温度計を取り付けた車両で計測した。

図 1 は 2016/1/18 日午前 9 時における一般国道 230 号の路面状態推定結果と HFN 実測値 (図中右側縦軸) の関係を示す。郊外区間である KP16~KP45 の路面状態推定結果は一部区間を除いて乾燥路面であり、HFN 実測値が示す路面状態 (HFN>80 : 乾燥路面) と概ね一致した。対照的に、KP1~KP16 の市街地区間では、沿道建築物による日陰の影響や交差点付近の車両熱による影響などで HFN 実測値は短い距離で大きく上下したが路面状態推定値は路面状態の急変を再現できなかった。これは凍結融解量推定による雪氷状態予測を 1km 間隔で行っているためである。

計算時間は気象条件などの違いにより同一路線を計算対象とした場合でも僅かに異なるが、一般国道 230 号を対象とした路面温度および路面雪氷状態計算では従来法の 778 秒に対し提案法では 84 秒、一般国道 231 号を対象とした路面温度および路面雪氷状態計算では従来法の 291 秒に対し提案法では 37 秒となり、提案法では従来法と比較して約 10%程度まで計算時間が短縮された。

4. おわりに

本研究で提案した路面雪氷状態予測手法は、道路近傍に山地や建築物などが無い比較的単純な条件下であれば、路面温度に加えて路面雪氷状態を精度良く高速に予測できることが明らかとなった。今後は北海道郊外の平野部などで本手法による予測情報提供を試行する。

参考文献

- 1) 藤本ら：気温メッシュデータを用いた路面温度予測の広域化に関する一検討，雪氷研究大会講演要旨集，p.228, 2016.

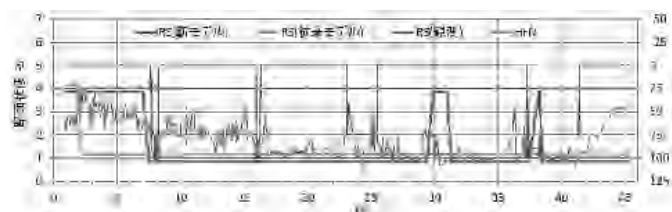


図 1 路面状態の推定値および HFN 実測値の空間分布

* 1 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

凍結防止剤散布支援技術による散布作業の負担軽減および的確性向上について

徳永ロベルト*1、佐藤賢治*2、齊田光*1、星卓見*1、佐藤昌哉*1

1. はじめに

冬期の凍結防止剤散布に関しては、現地の路面状況に応じて散布作業が行われており、作業員による路面状況の的確な判断が非常に重要である。しかし、近年は作業員の高齢化が進んでおり、今後、新たな人材確保・育成が更に困難になれば、経験のない作業員が作業を行うに留まらず、運転手が作業員を兼ねる作業形態が想定され、作業の確実性と安全性の低下が懸念される。

寒地土木研究所では、作業員の熟練度に左右されず、かつ一人乗車体制でも安全で確実な凍結防止剤散布作業を可能とする支援技術の確立を目指している。そのため、著者らは凍結防止剤散布支援技術が散布作業にもたらす効果を明らかにしながら支援技術の開発に取り組んでいる。2018年冬期は、試験道路において被験者実験を行い、散布支援の有無・種別に①支援なし、②情報のみ、③情報+音声操作（以下、音操）および④情報+音操+自動散布（以下、自散）による4つの試験条件を設定し、被験者の負担感（主観的メンタルワークロード：以下、主観的MW）、判断等の変化について調べた。

2. 被験者実験の概要と主な結果

実験には、GPSロガーを搭載した2トントラックを用いた。周回路の一部には100mの湿潤路面3区間および凍結路面3区間（計6区間）を作製し、被験者は上記車両を約40km/hで運転しながら、実験担当者が走行直前に指示した4区間において散布作業を行った。トラックのダッシュボードには、散布制御装置を模した操作パネルを設置し、被験者はこれを操作した。音操の場合、被験者は「散布量30」、「開始」等の単純な命令を発声し、散布装置を操作した。また、自散の場合は、散布装置に制御プログラムをインストールし、要散布区間において被験者が介入することなく、散布量設定、散布等が自動的に行われるようにした。更に、運転席右前方にタブレット端末を設置し、要散布区間の起点約200m手前から前方の路面状態に関する情報提供（音声+画像）を行った。

被験者の主観的MWはアンケート形式で調べた。また、散布量設定は、湿潤路面で20g/m²および凍結路面で30g/m²とし、判断が的中か否かの判定は、路面状態に応じた散布量でセットされれば的中とした。

実験に参加した被験者は、男性建設作業員8名で全員が自動車運転免許証保有者、年齢は40～60代であった。以下に、実験結果の一部を紹介する。

表-1は、散布支援の有無・種別による被験者の主観的MWである。被験者の主観的MWは、散布支援によって減少し、この中で情報+音操+自散による主観的MWの軽減が最も大きかったことを示した。

表-2は、散布支援の有無・種別による路面状態の判断（散布量設定）の的中率を示す。散布支援（情報のみおよび情報+音操）は、被験者による路面状態の判断の的中率向上に貢献した。なお、被験者の判断等を要しない情報+音操+自散の的中率は100%としている。

表-1 散布支援の有無・種別による主観的 MW

支援有無・種別	主観的MW			
	標本数	平均値（点）	中央値（点）	標準偏差（点）
支援なし	8	5.2	5.3	1.6
情報のみ	8	3.5	3.4	0.9
情報+音操	8	2.2	2.3	0.9
情報+音操+自散	8	1.2	1.0	0.8

表-2 散布支援の有無・種別による路面状態の判断

支援有無・種別	路面状態の判断			
	標本数	的中（件）	はずれ（件）	的中率（%）
支援なし	32	13	19	41%
情報のみ	32	28	4	88%
情報+音操	32	31	1	97%
情報+音操+自散	32	32	0	100%

以上の結果は、凍結防止剤散布支援技術の使用により被験者の主観的MW（負担感）が軽減し、路面状態の判断等が的確になることを明らかにした。

3. 今後の予定

今後は、実際の凍結防止剤散布装置に散布支援技術（情報提供、音声操作機能および自動散布機能）を搭載するため、制御機構等の設計・構築に取り組むとともに、試験道路および実道においてこれらの支援技術を用いたより実践的な被験者実験による検証を更に重ね、作業員の主観的MW、判断、操作等にもたらす効果を考慮した安全で確実な凍結防止剤散布が可能な散布支援技術の確立に取り組む所存である。

*1 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 寒地交通チーム

*2 国土交通省北海道開発局 札幌開発建設部 夕張川ダム総合管理事務所 川端ダム管理支所

北海道における冬期路面管理の適正化

～凍結防止剤散布効果検討～

松本 俊春*1、角丸 大輔*2、井上 昌幸*3、鹿 美麗*4

1. はじめに

1-1. 調査の背景

北海道のような積雪寒冷地は、冬期間において降雪や低気温などの影響により、非常にすべりやすい雪氷路面が発生し、交通渋滞や車のスリップ事故などの要因になっている。冬期間においても安全かつ円滑な道路交通機能を確保するために、適切な路面管理の実施が要求されている。

冬期道路の管理には、毎年多大な費用が必要である。路面凍結防止のため、凍結防止剤散布作業が重要視されており、散布量および散布費用が年々増加している。しかし、昨今の予算制約によってより効果的・効率的な冬期路面管理が求められている。

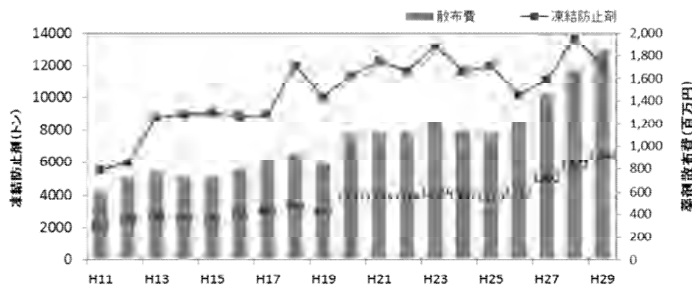


図. 1 凍結防止剤散布量の推移（北海道除雪積算調査H29）

1-2. 調査の目的

北海道が使用している凍結防止剤は、塩化混合物（塩化ナトリウムと塩化カルシウム、または塩化マグネシウムの混合）が8割以上を占めている。今後、一層のコスト削減を図るために、安価な散布材料の採用、および散布量・散布方法について検討する必要がある。

2. 調査概要

本調査は、降雪量が割合少ない地域において、異なる薬剤、異なる散布量の散布作業を一定期間において試験し、薬剤種類の相違、散布量の相違による路面状態、路面すべり摩擦係数の変化について調査した。

2-1. 調査項目

① 薬剤の種類の検討

初冬期において、塩化ナトリウム（以下塩ナト）と塩化混合物（以下混合物）を同じ量で散布し、薬剤の種類の相違による路面状態の変化について検討する。

② 薬剤の散布量の検討（除雪直後）

除雪直後、残雪による路面の凍結を防止するために、薬剤を散布することがよくある。本調査は、散布量を3パターンに変えて、散布量の相違による路面状態の変化について検討する。なお、薬剤は混合物とする。

③ 薬剤の散布量の検討（凍結防止）

凍結路面が頻繁に発生する厳冬期に、散布量を2パターンに変えて、散布量による路面状態の変化について検討する。薬剤は混合物とする。

2-2. 対象路線

調査対象は、千歳出張所管内の郊外部2車線道路「恵庭栗山線」、「馬追原野北信濃線」の一部直線区間を選定する。

3. 調査結果

調査は、2018年12月10日から、2019年1月29日までの間、計8回の調査を実施し、調査結果を以下にまとめる。

3-1. 薬剤の種類に関する調査

初冬期、凍結路面の発生を防止、解消するための散布においては、「塩ナト」15g/m²の散布は、「混合物」15g/m²と同等な効果が得られたため、安価な「塩ナト」で対応の可能性を示唆した。

3-2. 薬剤散布量に関する調査

1) 除雪作業直後の散布

除雪作業の直後に発生した「すべりやすい路面」を解消するために、「混合物」10g/m²散布は、15g/m²、20g/m²と概ね同等な効果が得られることから、より少ない散布量で対応の可能性を示唆した。

2) 凍結路面防止・解消

凍結路面を防止、解消するために、「混合物」を15g/m²の散布は、20g/m²散布と概ね同等な効果が得られたため、より少ない量で対応の可能性を示唆した。

一方、本調査では、薬剤を散布しても路面すべり摩擦係数が上昇しない箇所も見られた。したがって、同じ路線においても、箇所別の周囲環境を考慮した散布量、散布方法、散布頻度などの検討が必要である。

今後は、同様な調査を他地域、他路線においても実施し、データの蓄積などを図り、除雪コスト削減に向けて、薬剤の種類の選定や散布量の調整、および散布タイミングなどの検討が必要である。

*1*2 北海道建設部 建設政策局 維持管理防災課 維持グループ

*3*4 (株)シーイーサービス 企画開発部

冬期道路管理支援に向けた吹きだまり予測システム（吹雪丸）の開発とその試行

村上学※1, 正岡久明※1, 星野洋※1, 萩原亨※2, 金田安弘※3, 越後謙二※3, 永田泰浩※3

1. はじめに

積雪寒冷地では、冬期の安全な道路交通の確保のための除雪判断や吹雪時の通行規制判断を支援する予測情報が求められている。

2. 吹きだまり予測情報提供システム（吹雪丸）の概要

本システム（吹雪丸）は、既存の気象データと道路管理カメラを有効活用し、吹雪量を面的に推計して道路構造や沿道環境を加味した道路上の吹きだまり発生・非発生を24時間先まで路線連続的に予測する技術である。

3. 情報提供システム試行運用

3. 1 試行概要

昨年度における吹雪丸の試行は、平成30年12月1日～平成31年3月31日の4ヵ月間で行った。

対象路線は、国道1路線（国道272号）・道道3路線（中標津標茶線ほか）・町道2路線（俵橋南1号ほか）計6路線である。

3. 2 一冬期を通じた情報提供状況（視程障害）

平成30年度冬期、情報提供を行った6路線のうち、本稿では道道中標津標茶線の結果を以下に示す。

本路線ではカメラ画像分析により、吹雪（視程500m以下程度）を確認した事象が7回発生し、6時間予測は7回全て適中した。

吹雪の開始時間は、±1時間のズレが4回と2～4時間のズレが3回あった。終了時間は、7回全てが±1時間のズレであり、ほぼ適中していた（図1）。

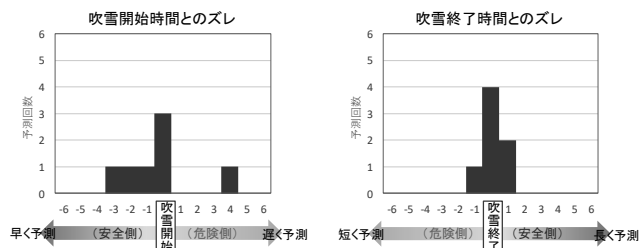


図1 吹雪予測の吹雪開始および終了のズレ

3. 3 吹きだまり深さの予測の検証

視程障害と同様に道道中標津標茶線の結果を示す。

本報告では、3月12日の1ケースとする。

3月12日3時の除雪時に路線前半のランク4(20～50cm)と後半のランク3(10～20cm)の吹きだまりがあった。

3月11日21時の吹きだまり予測で6時間先の3月12日3時の予測情報を検証すると、約10～50cmの吹きだまりを予測した（図2）。6時間先予測の完全適中は50.8%で、1ランクのズレを許容する広義の適中は100%であった。

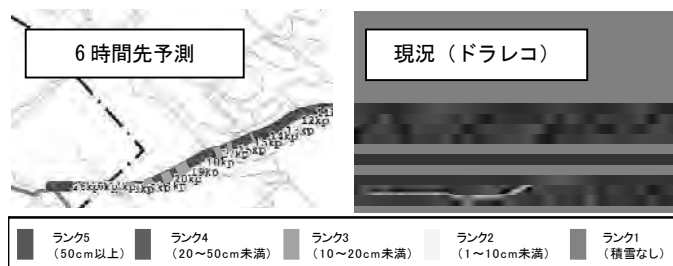


図2 6時間先吹きだまり予測と現況（ドラレコ）

3. 4 中標津地域の3月11～12日の大雪時の状況

道路カメラ画像では、3月11日21時から吹雪による視程障害が確認され、最も悪化した状況では視程100m未満となった。

情報提供を行った画面を図3に示す。3月11日15時時点では吹雪が開始する6時間先の複数の路線で視程が200m未満、吹きだまりが10～50cmになることを予測した。

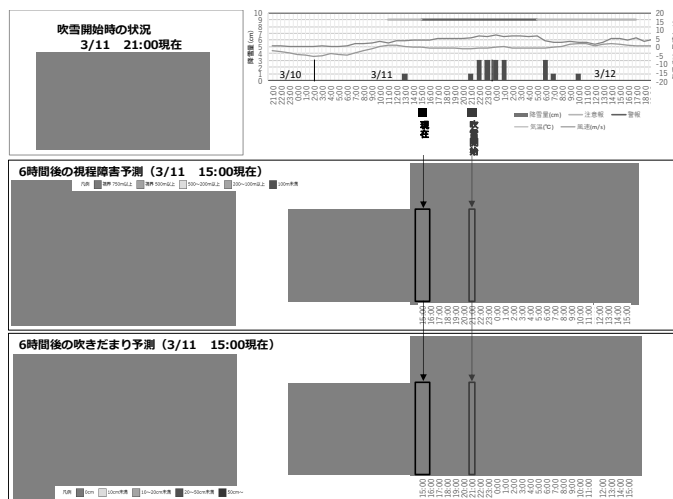


図3 情報提供画面

4. まとめ

本技術を活用した試行結果から、現在から6時間先の視程障害や吹きだまりの発生を予測することができ、早い段階で除雪出動や通行規制の実施解除タイミングなどの冬期道路管理の判断支援に有効であると考えられる。

※1 株式会社シー・イー・サービス、※2 北海道大学大学院工学研究院、

※3 (一社) 北海道開発技術センター

R C床版（新設）の複合劣化対策の取り組みについて

高橋 正晴*1, 高橋 大輔*1

1. はじめに

本文は、相馬福島道路のうち、霊山～福島間に建設中の（仮称）桑折高架橋において、R C床版の複合劣化対策として実施している「R C床版の高耐久化」の取り組みについて報告するものである。

2. 劣化の要因

東北地方は、積雪・寒冷地域であり、冬期の道路交通安全を確保するために、凍結抑制剤を散布することから、塩害、塩分環境下の凍害および塩分環境下のアルカリシリカ反応に、水の作用や活荷重等の影響が加わる複合劣化が土砂化の要因と考えられている。

3. 高耐久R C床版への取り組み

凍害、塩害、A S Rおよび疲労の4つに対する対策として、R C床版に劣化が生じないように図1に示す考え方によって対応することとし、4つの複合劣化に対し多重防護を施し、リスクを極力軽減させることとした。



図1 高耐久を目指した多重防護の考え方

3.1 目標空気量

本橋梁の床版では目標空気量を5.0%と定めた。

3.2 コンクリート配合

塩分環境下のA S Rを防止するために高炉セメントB種を用いることを基本とする。ひび割れ抑制、温度応力抑制のために膨張材の使用を基本とする。水セメント比（水結合比）45%以下とする。

3.3 養生期間

標準的な湿潤養生期間に追加して合計で1ヶ月間行う。

3.4 防錆鉄筋の採用

本橋梁の縦断勾配が3%以上、合成勾配が5%以上の床版桁端部打ち下ろし部にエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用する。

4. R C床版施工計画の立案

R C床版の施工にあたっては、施工中に生じる不適切な施工による不具合を発生させないように施工計画を立案しなければならない。

4.1 試験施工の実施

施工計画書の立案にあたっては、施工上の疑問点を解消するため模擬床版による試験施工を実施した。

4.2 コンクリートの性状確認

生コンプラントから打込みまでの経時変化の確認した。

4.3 施工性、作業手順の確認

打込み（圧送）、敷均し、締固め、仕上げの確認。

試験施工終了後に、学識経験者、発注者、受注者（元請、下請）が集まり、本施工に向けて検討会を行い、問題点の抽出や対策、検討を行った。

5. 防水層および橋面舗装

5.1 防水層

施工時に発生するひび割れを完全になくすことができないことから床版への雨水や塩化物の浸透を抑制し耐久性の向上を図るために防水層を設置する。床版防水層（防水シート）に求められる項目を示す。

- ① ひび割れの発生、開閉に対して追従性がある。
- ② 施工時に防水シート下に気泡が生成されにくい。
- ③ 防水シートが舗装材の転圧力、輪荷重で破れない。
- ④ 防水シートと床版および防水シートと舗装が十分な接着性を有する。
- ⑤ 外気温の低い冬期の施工でも品質が確保出来る。
- ⑥ 施工に特別な技術を必要としない。

5.2 橋面舗装

東北地方では橋面の表層は碎石マシチックアスファルト舗装から改質アスファルトⅡ型になり、橋面舗装に求められる機能は、降雨の流下能力や耐水性を重視し、密実で表面のキメに水が溜まらない構造に変更された。

近年、耐流動性に優れる混合物を基層に採用した事例では、防水層との面的な接着ができておらず、滞水より舗装の劣化や損傷が確認されている。

基層にも改質アスファルトⅡ型が採用となっているが、より水密性を確保するため、施工性、かつ経済性を考慮して、より良い合材、配合に変更し施工する予定である。

6. まとめ

R C床版の高耐久化として、設計時点での複合劣化対策と本施工施工時の施工による不具合の対策を行うことで、架橋地点における自然環境や供用環境による劣化を軽減する、設計、施工、維持管理が必要である。

今回の高耐久化の取組みは、本橋梁だけでなく、相馬福島道路霊山～福島間の橋梁すべてで展開していく計画であり、高耐久化に向け取組みが試行的取組みではなく、標準的な取組みになっていくことが求められる。

*1 国土交通省 東北地方整備局 福島河川国道事務所

合体作業での効率UPについて (既設のウニモグと小型散布機の融合による効率化の試行)

小田嶋 康弘*1 鈴木 克彦*1

1.はじめに

北上管理事務所は、東北道(一関IC~花巻IC) 秋田道(北上JCT~湯田IC) 釜石道(花巻JCT~東和IC)の3路線、延長102.7kmを管理し、管理路線内にはJCT2箇所、IC11箇所、SA・PA上下線10箇所と昨年度オープンしたスマートIC1箇所の24箇所の施設を管理している。



写真1 既設のウニモグ

5.試行内容

小型散布機をウニモグに積載する事が出来れば1台で雪氷作業が出来、作業効率・稼働率向上にも繋がると考えた。しかし、ウニモグ純正のアタッチメントにて装着した場合、荷箱で約200万円・散布装置で約800万円の計、約1000万円程度と高額な経費が必要となることが判明した。費用対効果を考慮し、既存資材で改良する事が出来れば、費用削減にも繋がることから自社で保有している小型散布機を積載する事を計画した。



写真2 改良ウニモグ

2.課題

これら多くの施設を管理する中、特に冬期間の雪氷作業において、大型車両が反転出来る箇所が少なく時間を要し更に、除雪後には凍結防止剤散布も必要となることから別途、散布作業を実施するため、作業時間や経費の面でロスが発生している。

3.対策検討

休憩施設等のランプ部、構造物近接の除雪と一般道での反転及び除雪後の凍結防止剤散布を効率的に行う有効な対応の検討を行った。

4.合体(除雪及び散布)作業実施のための既存施設

北上管理事務所では、灯具清掃用として万能車(ウニモグ)を保有しており、雪氷期間はブラウを取付け除雪に使用し、メンテ東北では自社持ちの小型散布機を保有し小規模の散布に使用していた。別々に使用していた既存の設備の有効利用を考え、これらを合体させた小型除雪散布機の運用を試行した。

6.試行結果

既設のウニモグと小型散布機の融合による効率化の試行の結果、手狭なスマートIC内での除雪・散布作業に有効であり、安全且つ小まめに除雪及び散布作業を行うことが出来、ウニモグの稼働率が昨年度に対し今年度は約4倍の稼働率向上にも繋がった。従前は除雪と別に散布作業を行っており、今回の試行では1台で出来るため作業員も半分に削減出来た。

7.まとめ

雪氷作業の安全且つ効率化として、合体仕様の機械の運用は有効であり特に、小まめな雪氷作業が必要とされるスマートICに有効と思われる。この取り組みによる効率化で、昨今の除雪オペレーター不足対策(少人数小体制での作業)や既存車両の稼働率向上にも繋がったと考えます。

*1 株式会社ネクスコ・メンテナンス東北 北上事業所

雪に起因する“通行止め時間の最小化”に向けた取り組み

松浦 智典^{*1}、堀江 悟^{*1}、草野 智之^{*2}

1. はじめに

2017 年度冬期、北陸地方は数十年に一度の記録的な大雪に見舞われた。中日本高速道路 金沢支社が管理する北陸自動車道等においては除雪車や定置式溶液散布装置などの設備をフル稼働させて対応したが、強降雪に対して自力走行不能車両が発生し、最大約 460 台の滞留車両の発生と最大約 36 時間の通行止めを余儀なくされた。

本報告は、2017 年度の福井豪雪等の大雪対応の経験や反省、教訓から実施した 2018 年度冬期交通確保の取り組みと、その結果について取りまとめたものである。

2. 2018 年度の冬期交通確保に向けたハード対策

自力走行不能車両発生防止として、定置式溶液散布装置を 10 箇所 (9.9km) 追加し、監視カメラの増設 (226 基から 249 基) や救援車両の増強 (19 台から 23 台) についても対応し、通行止めに繋がる要因への対応を行った。

加えて、気象予測会社から出される 72 時間前の気象予測に基づき、大雪予報時には全社的な応援体制により不足する除雪車等を補うこととした。

3. 2018 年度の冬期交通確保に向けたソフト対策

道路管理者 (国、福井県等) に加えて警察や気象台等の関係機関が参画して立ち上げる「福井県冬期道路情報連絡室」にて、地域道路ネットワーク維持の観点から通行止めの区間や時間帯等の協議・調整を行うこととした。

また、大雪予報時に地域道路ネットワーク全体の通行止め時間の最小化を目的として、各関係機関と情報共有シート (図-1) を利用した予防的通行規制 (通行止め) を実施する計画とした。

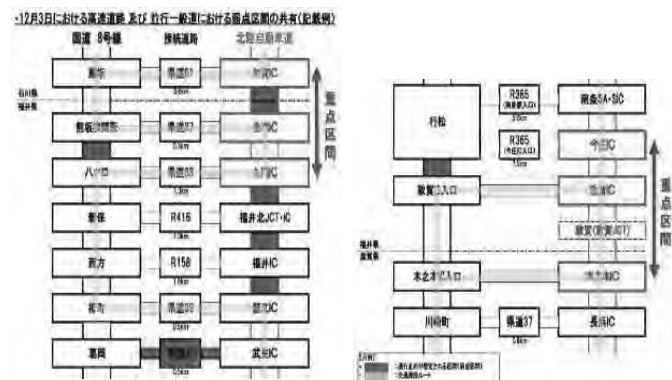


図-1. 予防的通行規制の情報共有シート (記載例)

加えて、気象予測による広域的な迂回案内等の事前広報活動の展開や、福井・石川県境の加賀 I C ～丸岡 I C 等の区間を走行するお客様への冬用タイヤ装着チェックを実施することとした。

4. 2018 年度 雪氷対策作業の実施状況

2018 年度は気温が高く、降雪が少ないシーズンであったが、中日本高速道路 他支社から 8 梯団 (除雪車 24 台) の応援派遣や縦断線形の厳しい箇所での自力走行不能車両発生の防止を目的とした、全車引き込みによる冬用タイヤ装着チェックを実施した。

5. 通行止め時間

2018 年度冬期は、2017 年度の反省と教訓を踏まえた対策と、幸いにも暖冬傾向であったことから、金沢支社管内における“雪”に起因する通行止めは無かった。(図-2)

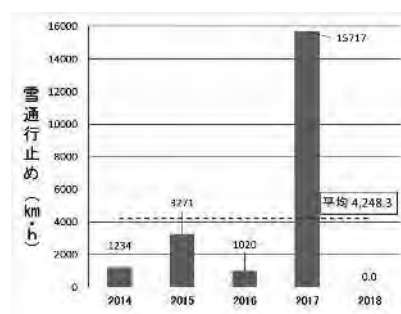


図-2. “雪”に起因する通行止め時間

6. 今後の課題とまとめ

2018 年度の冬期、“雪”に起因する“通行止め時間の最小化”を目指し、ハード・ソフト両面により対策を強化し、準備してきた。

これらの効果と、比較的暖冬傾向であったことから、“雪”に起因する交通障害の発生はなく、シーズンを終えることが出来た。

しかしながら、これら対策の効果を十分に検証できなかったという一面があるため、今後実施する雪氷対策作業の中で現地の効果・対応の確認が必要となる。また、ハード面の対策についてはその効果と費用面がトレードオフの関係となることから、メンテナンス費用を含めた費用対効果の検証を今後行う必要がある。

^{*1}中日本高速道路株式会社 金沢支社 保全・サービス事業部 保全計画課

^{*2}中日本高速道路株式会社 金沢支社 敦賀保全・サービスセンター 保全計画

V P I Sを活用した除雪作業車両位置広報サービス「除雪NAV I」について

松本 剛明※1 長谷川 敬※1 坂 宗樹※2 坂田 圭亮※2

1. はじめに

高速道路業務において、冬季の降雪に伴う雪氷対策作業は、お客様の安全走行を維持するために昼夜を問わず行われており、「除雪作業」、「湿塩散布作業」、「つらら除去作業」等、多岐にわたる。これらは除雪車等の作業車両にて行われているが、作業の質や安全を確保する上でも本線上の低速走行での作業が必要となる。そのため、雪氷対策作業時は作業車両の後続に交通渋滞が発生しやすくなり、お客様より改善を求める要望が多かった。

2. 車両位置情報システムを利用した取組

お客様からの改善要望を受けて、NEXCO中日本では、中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋が開発した車両位置情報システム（通称V P I S）にて取得できる雪氷車両の位置情報及び作業内容を利用し、リアルタイムに本線上の作業車両位置をお客様へ提供するシステム「除雪NAV I」を開発し、本線上の雪氷対策作業に対するお客様の利便性と安全性の向上、及び雪氷対策作業へのご理解・ご協力を図ることとした。

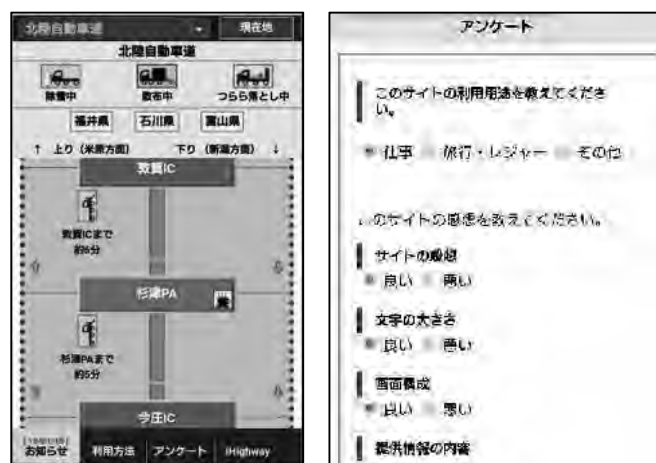
3. 除雪NAV Iの開発

除雪NAV Iの情報は、多くのお客様へリアルタイムな情報を提供する必要がある。そのため、スマートフォン市場の大半を占めているi-Phone及びAnd r o i d端末で操作閲覧可能な専用W e b画面によるリアルタイム情報提供方式のシステムを構築することとした。

この提供方法の効果・利点として、①24時間リアルタイムの情報提供が可能であること、②W e b閲覧数を用いて利用頻度の統計ができるため効果の把握が容易に行えること、③W e b内アンケート取得にて自主的ではあるものの利用者の意見を容易に収集可能であること、④専用端末を用意・設置する必要がないため、比較的安価にシステムを構築できること、が挙げられる。

提供する作業車両情報は、「除雪作業」、「湿塩散布作業」、「つらら除去作業」のいずれかを行っている車両を対象とし、次に到着する施設（I C、S A、P A）までの予想到着時間を表示することにより、利用者が今から走行予定のエリアで行われている除雪作業内容及び時間を把握できるものとした。また、利用者からのアンケート集約機能を設け、利用傾向、システム意見等を集約し、システム改善等に繋げるようにした。（画像－1）

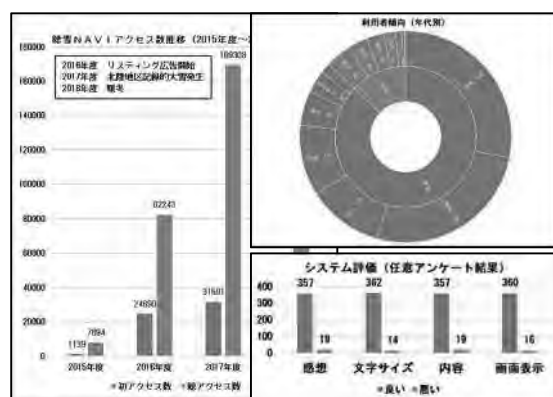
※1 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋㈱



画像－1 除雪NAV I 画面例

4. 効果検証

2018年度時点では、暖冬にもかかわらず一定のアクセス数（9万アクセス以上）を保持しており、多くの利用者に当サービスが認知浸透されたと推測される。また、アンケート集計より各年代での利用が確認でき、評価では90%以上の方に良い評価を頂いている。（図－1）



図－1 アクセス推移、利用者傾向、システム評価グラフ

5. まとめ

効果検証より、一定数の利用者を確保できたことや、世代、問わず利用されていること等がわかり、除雪NAV Iは効果的な情報提供ツールであると思われる。

今後はアンケート改善意見が多かった「アプリ化」、「サービス路線拡大」を実現し、利用者への雪氷対策作業への更なるご理解・ご協力を図れるとともに、安全啓発強化に努めていきたい。

※2 中日本高速道路株式会社 金沢支社

橋梁塩害対策の効率的な手法に関する岐阜（保）の取組み

倉戸伸浩^{*1}

1. はじめに

東海北陸自動車道岐阜各務原IC～美濃IC間は供用から33年が経過しており、他の路線と同様、構造物の塩害が進行している。中でも、伸縮装置からの漏水による、桁端部や下部工の変状が多数発生し、早急な対策が求められる。背景として、管内では年間1200 t程度の凍結防止剤を散布しており、コンクリート構造物は著しい塩害環境下にある。

2. 現況と課題

現在、塩害対策は、桁端部等劣化損傷が進行している部位を中心に、塩分量調査、補修検討を進めている。調査検討は、資料採取、塩化物イオン濃度分析、拡散シミュレーションによる劣化予測を行い、3年以内に、モル比を0.8以上を確保し、防錆雰囲気形成できるよう、損傷箇所毎に実施している。そのため、労力、時間、費用を要し、確認してから本補修まで数年はかかる。緊急性の高いAA判定は即時対応を行うが、急激な劣化損傷に対応できていない。

3. 対策の実施

3. 1 亜硝酸リチウム入りゲル状材料の活用(新技術)

効率的な予防保全対策工として、防錆剤混入ゲルを塗布する工法の効果を検証、現地における適用性を判断するため、試験施工を行った。

3. 2 簡易な断面補修方法の確立

断面修復が必要な箇所において、はく落リスクがなく、比較的小規模で、塩化物イオンの浸透が限定的な場合容易に本補修まで完了できる手法を検討、試験施工を実施した。

4. 対策の効果

4. 1 亜硝酸リチウム入りゲル状材料

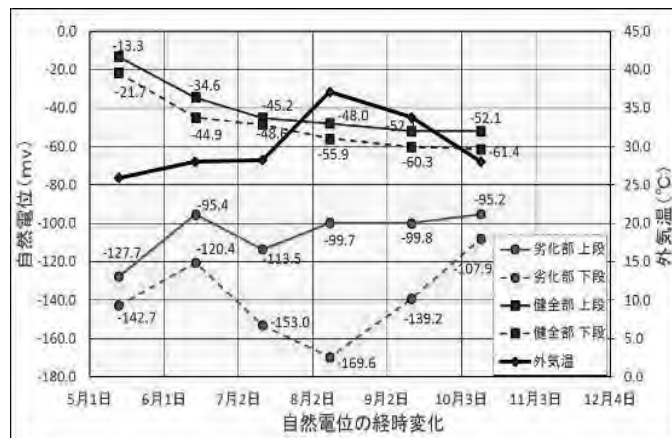
今回、東海北陸道岩滝橋上り A 1 で試験施工を実施した。



写真1 岩滝橋上り A 1 ゲル塗布状況

対策効果を検証する方法として、自然電位を測定、鉄筋の腐食状況を確認することとした。（表1）

表1 岩滝橋上りA1劣化部天然電位計測



劣化部において、プラス方向で電位の変化見られ、劣化損傷は改善傾向である。90%以上の確率で腐食なしといえる目安（自然電位 - 80mV）に近づいている。施工性は、2～3名体制で比較的容易に施工が可能で、従来本補修着手まで対応できなかった損傷に対し、即時性の高いメンテナンスが可能となる。

4. 2 簡易断面修復工

従来の補修材と比べ、若干煩雑にはなるが、断面修復材の施工性は良く、30cm四方の施工で、1時間弱で断面修復工の作業は完了できた（養生材は別途）。なお、3ヶ月後の状況も良好で、変状はみられない。簡易断面修復工は、スピードや費用面でも有利であることから、補修が進まない現状を打開できる方策として、期待できる。

5. 今後の課題と方策

亜硝酸リチウムゲル状材料については、事前の水洗い処理が必要で、雨水の影響を受けやすく、効果検証を待たないといけないなどの課題がある。

簡易断面修復工は、塩分量等、現地における適用性の判断を、閾値を決めて整理する必要がある。

しかし、それらの課題をクリアして、早期に対策を講じなければいけない時期にきているのは明らかで、1つずつ、課題を整理しながら、実行していくつもりである。

*1 中日本高速道路(株) 名古屋支社 岐阜保全・サービスセンター

北海道における再生可能エネルギーを利用した歩道融雪の可能性検討

大川戸 貴浩^{※1}、藤野 丈志^{※2}

1 はじめに

北海道では、冬道に不慣れな外国人観光客の増加、高齢者を中心に依然として多い自己転倒による救急搬送など、観光面、生活面からも安心・安全な冬期歩行空間の確保が重要な課題となっている。そこで、これまで北海道で広く整備されてきた電熱やガス・灯油などのボイラーを使用した施設ではなく、維持費の安価な再生可能エネルギーを利用した融雪施設の北海道の歩道部への適用可能性について実験・検討を行った結果を報告する。

2 再生可能エネルギー利用融雪施設を北海道の歩道に展開する際の課題

現在、道路融雪設備を整備する際の設計基準に基づいて計算すると、函館における必要熱量は 199.0 W/m^2 となり、札幌では 210 W/m^2 程度となる。これに対し、地下水熱、地中熱などの再生可能エネルギーだけによる融雪施設ではこの熱量を発揮することができず、これまでの考え方では導入が困難である。

3 実験施設の概要

実験施設は、2016年11月に北海道北斗市に設置した。

設置場所：北海道北斗市 設置年月：2016年11月

融雪方式：地中熱ヒートパイプ方式

融雪面積： $W 1.2 \text{ m} \times L 2.0 \text{ m} = 2.4 \text{ m}^2$

採熱井戸： $20 \text{ m} \times 2$ 本

ヒートパイプ： 22 m （放熱部 2 m 、採熱部 20 m ） $\times 6$ 本



写真1 実験施設施工状況

4 実験結果

4.1 放熱能力分析

3冬期における観測結果では、本施設の放熱能力は毎年同程度を確保しており、概ね 130 W/m^2 であった。図1には、参考として3冬期目の2019年1月のグラフを示す。

4.2 融雪効果

3冬期にわたる融雪部と非融雪部の積雪時間を比較では、各年とも融雪部の積雪時間は7%~17%まで大幅に減少（図2）しており十分な融雪効果を得ている。

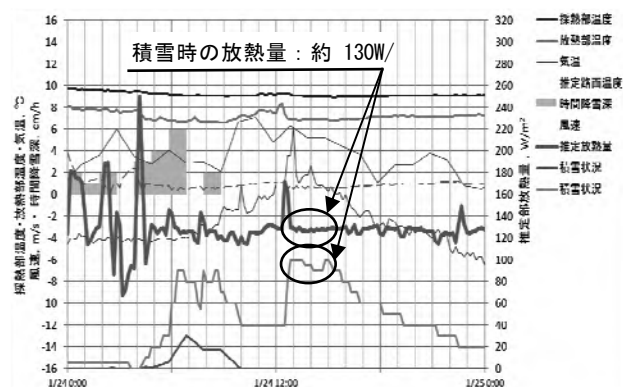


図1 積雪時の推定放熱量（2019/1/24）



図2 3冬期にわたる融雪部と非融雪部の積雪時間の比較

4.3 地中温度の変化

3冬期とも採熱部である地中の温度は、気象状況に合わせて日々変動しながら低下しているが、反対に気温が高く放熱しない春から秋にかけては上昇し、冬期前には完全に回復しており、継続的な地中熱の利用が可能であることが分かった。

5 実験結果のまとめと今後の課題

実験開始後3冬期を過ぎても十分な融雪効果が発揮されており、北海道においても再生可能エネルギーを利用した融雪施設導入の可能性はあると考えられる。今後、融雪施設の設計に関しては、設計時間降雪深だけにとらわれず、歩道部など対象箇所を考慮した路面のサービス水準を検討することで、再生可能エネルギーを含め、より低出力で効率的・効果的な歩道融雪施設を整備することが可能となる。これからも、道内他地域での実験を行い、具体的なサービスレベルの設定手法について検討したい。

6 謝辞

本実験施設の施工及び観測にあたり、函館開発建設部、函館道路事務所の皆様に多大なる協力をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

※1 一般社団法人北海道開発技術センター 調査研究部 ※2 株式会社興和 水工部

下向き短波放射と雪面の反射率が空撮図化に及ぼす影響

高橋浩司*1 長沼芳樹*1 白川龍生*2

1. はじめに

積雪面は、降雪直後から気温の変化や日射、風の影響等により状態が刻々と変化する事がわかっている。本研究では、空撮図化を行う際の雪面の状態と気象データの関係性に着目し、検討を行うこととした。特に撮影時の輝度に影響を与える日射（下向き短波放射）および雪面での反射率（albedo）が図化に最も影響があるものと考え、北見工業大学グラウンド敷地内で継続観測を行っている気象データを入手し、空撮図化結果と比較することで、適する条件および精度の検討を行うものである。

2. 概要

本研究では、近年低コストかつ特殊技術を必要としない UAV および SfM を活用し、積雪面の空撮図化に関する検討を行ったものである。

撮影時期については、雪面の状態が異なる 2～3 月、撮影場所は、北見工業大学グラウンドで、平坦地～勾配 25° 程度の法面がある約 40m×15m 程度の範囲を選定した。

3. 気象観測結果

気象観測状況、観測結果を表-1に示す。

表-1 気象観測結果

日時	CASE	albedo*	下向き* 短波放射	天気
2019/2/14	214(10)	0.837	542.3	晴
	214(12)	0.870	407.7	曇
	214(14)	0.867	241.2	曇
2019/3/14	314(10)	0.877	478.7	曇
	314(12)	0.885	401.2	雪
	314(14)	0.880	275.9	雪
2019/3/26	326(10)	0.597	721.4	晴
	326(12)	0.678	204.8	曇

※ 撮影時間内の平均値

4. 結果

（1）SfM 解析結果と気象データとの関連性

214(10)、326(10)では撮影範囲全体をデータ化できているが、214(12、14)では特に雪面に凹凸が少ないグラウンド平坦部は全くデータ化されていない。

314(10、12、14)においても同様にデータの一部分が欠損しており、326(12)については全くデータ化できない結果となった。214(10)および 326(10)の気象観測データを確認すると albedo 値が 0.837、0.597 と差があるにもかかわらず

ならず、下向き短波放射は 542.3、721.4W/m²と比較的高い値を示しているため、図化できたものと推察される。

一方、図化できなかったケースは、撮影時の下向き短波放射が 204.8～478.7W/m²と低く、極端に暗い時間帯もあったため、撮影時に得られる雪面の情報量が少なかった事が影響しているものと考えられる。

（2）図化データと実測との精度検証

データを図化した一例を図-1に示す。撮影範囲全体を図化できた 214(10)および 326(10)の No. 1～4 格点のデータ計測値と実測値については、格点ともに概ね一致しており、誤差も数センチであった。

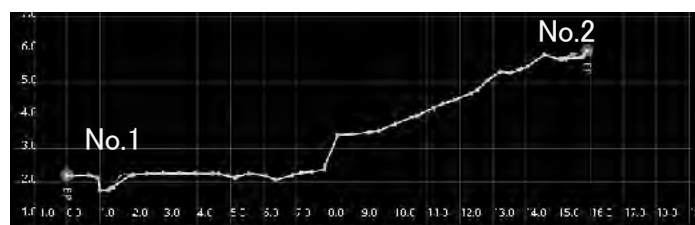


図-1 図化データより作成した横断面（例）

5. まとめ

下向き短波放射が 542.3W/m²以上では albedo に関わらず、観測範囲全体のデータ化が可能だったが、極端に下向き短波放射の値が低い曇天の場合、データ化できないケースも確認された。また、雪面付近の雪質が異なるケースにおいても（214(10)=新雪、326(10)=ざらめ）データ化できたことから、データ化の可否は単に雪質によらないものと考えられる。

1）今回補足できた条件

- ・天気のよい状態(晴)、下向き短波放射が542.3W/m²以上
- ・新雪・ざらめ雪どちらも補足できた→雪質によらない
- ・albedo値は0.597～0.837間で補足されているため、特に影響は見られなかった。

2）測定結果

- ・今回補足できたCASE：214(10)、326(10)においては、実測との誤差が0～8cm程度であったため、十分適用可能と判断される。

3）今後の課題

- ・RTK搭載型ドローンの活用により、計測精度を向上
- ・多くのデータを収集し、雪質、下向き短波放射、albedo 値の関係性を整理するなど、補足条件の最適化を図る。

*1 (株) 構研エンジニアリング *2 北見工業大学

新規供用した東北中央自動車道の冬期雪氷障害と雪害対策工について

山田 光雄*¹ 土橋 博文*²

1 はじめに

NEXCO東日本 東北支社 山形工事事務所で建設していた山形県内の南陽高畠IC～山形上山IC間(24.4km)は、平成31年4月13日に供用開始した。

本報文は、建設から管理へ引き継ぎする雪害対策を最小にすることを目的に、山形道における過去に落雪等で苦慮した雪害対策施設の修繕や追加工事例を加えて、建設段階においてできる限りの対応をすべく、対策工の要否と工法を討議して進めた。また、土工工事や橋梁工事等で先行して取り組んだ対策工の工夫と効果及び今後考えられる課題と対応について報告するものである。

2 雪害対策計画から設計・施工までの進め方

3ケ年(H27～30)の気象観測と現地の雪崩調査結果等を元に、対策事項を討議し、雪害対策へ反映させた。

3 管理サイドからの雪害対策工の提案

【主な雪害対策の提案事項】

- ①TN坑門工の雪底防止板の設置幅は、両側の路側帯までとする(写真1)。
- ②TN坑門工の雪底防止板への雪の付着防止として、雪底防止板を明かり部側へ5°傾斜させる。
- ③表層雪崩ですり抜け対策として、せり出し防止柵にすり抜け防止ネットを設置する(写真2)。

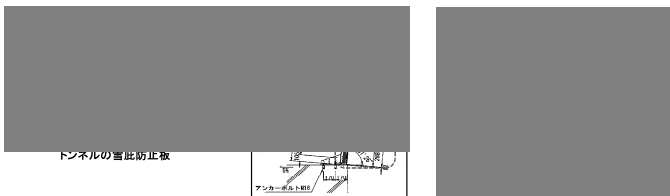


写真1 雪底防止板の設置 写真2 すり抜け防止ネットの設置

4 先行工事の雪害対策工の工夫と効果

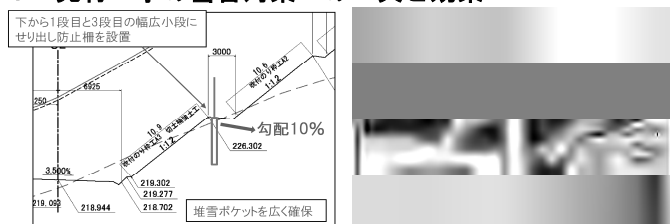


図1 せり出し防止柵の設置位置等 写真3 法枠内の雪のずり落ち抑止

【12段長大切土の土工工事で先行した工夫と効果】

- ①堆雪ポケットを多く確保する目的で、せり出し防止柵は幅広小段部の法肩に設置した(図1)。
- ②小段は、山側へ10%勾配のため、雪崩防止に効果有り。※目的は通水断面の確保(図1)。
- ③コンクリート法枠内は、コンクリート吹付けのため、雪のずり落ち抑止に効果有り(写真3)。

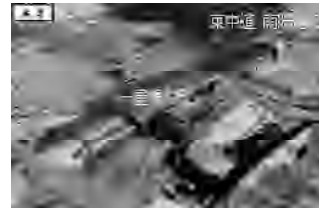


写真4 シェッドと電気室の位置



写真5 シェルターの落雪誘導工

【トンネル～トンネル間で先行した工夫と効果及びトンネル坑口斜面の自然樹林の活用】

- ①電気室の位置が風上側にあり、スノーシェッドの屋根は、電気室側と反対側への勾配であるため、スノーシェッドに雪底が発達しづらくなり、電気室への落雪が少なくなる(写真4)。
- ②スノーシェルターに、「落雪誘導工」を設置して市道へ雪の直接落下を回避した(写真5)。
- ③中山トンネル他の坑口で、雪崩抑止になる斜面の自然樹林をそのまま活かして樹木保護した。

なお、先行した対策工は先行したことによる工事の安全性の向上及び工費縮減につながった。

【低盛土部の水田地帯及び長大橋の視程障害対策】 南陽高畠IC～赤湯TN間 約3km

- ①自発光視線誘導灯「発光色：緑色」を設置した(写真6)。※NEXCO東北支社の基準より。
- ②植樹可能な個所に防雪林を植樹した(写真7)。



写真6 自発光視線誘導灯



写真7 低盛土の防雪林植樹箇所

5 今後の課題と対応

下表は今後考えられる雪害の課題であり、管理サイドへの引き継ぎ事項とした。

表1 今後考えられる雪害の課題と対応方法

項目	対応事項
今後の課題	①雪害状況の確認 ②雪害対応の効果検証 ③付帯施設の雪害状況の把握 ④交差道路への影響把握 等

6 まとめ

本対策では、可能な限り、先行して対応できる対策を工夫して取り込んできた。12段長大切土では工夫した雪崩防止の効果が確認されている箇所もある。当該区間は、平成31年4月に開通したため、今後の効果検証と新たな雪氷障害も確認し、適切に改良して行く必要がある。

雪害対策工の要否判定や工法選定に当たって、ご指導を頂いた国立研究開発法人防災科学技術研究所と町田建設株式会社に厚く御礼申し上げます。

*¹ 東日本高速道路(株) 東北支社 仙台管理事務所
(当時： 同 山形工事事務所)

*² (株)ネクスコ・エンジニアリング東北

雪崩点検における汎用UAVの活用

鴻江雄太^{※1} 細川迭男^{※1} 古川健^{※2} 阿部勲^{※3}

1. はじめに

東日本高速道路(株) 新潟支社 湯沢管理事務所（以下、「湯沢（管）」という）管内は、年間累積降雪量が土樽～湯沢間で約10mの豪雪地帯を管理している。路線近傍には、雪崩発生懸念箇所も多く、土樽～塩沢石打間には雪崩防雪林、雪崩減勢群杭、スノーシェッド、防護擁壁などの雪崩対策施設を有しており、冬季間にはこれら雪崩対策施設の点検を実施している。

本論文は湯沢（管）管内で冬季に実施する雪崩点検において、事務所で所有する汎用UAVを活用した事例をまとめたものである。

2. 雪崩点検の現状と課題

湯沢（管）では雪崩前兆現象の早期発見と雪崩対策施設の機能確認を目的に、巡回点検を実施している。この巡回点検は雪上を徒歩で移動するため、長年の経験と体力を必要とする作業であった。また、巡回中に想定外の雪崩が発生した場合に備え、監視員の配置や避難ルートを選定が必要となるリスクを伴う危険な作業であった。

3. 雪崩点検における汎用UAV活用事例

3.1 雪崩発生区・減勢群杭の確認

徒歩で容易に辿り着けない雪崩防止林の奥に位置する雪崩減勢群杭の機能を、地上から確認しようとしても、雪崩防止林が視界を遮り確認が困難であったが、汎用UAVを用いる事で減勢工が確認できた。（写真1.2）

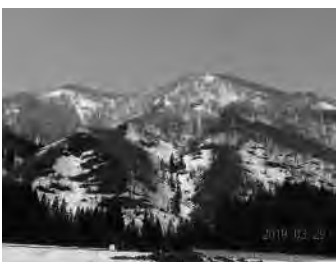


写真1 地上撮影



写真2 UAV撮影

また、UAVに搭載されている高画素のデジタルズーム機能を用いることで、雪崩減勢群杭の機能や、ナカノ沢の頂上部に位置する雪崩発生区の積雪状況等（写真3）が容易に確認可能となった。



写真3 減勢群杭・雪崩発生区積雪状況（UAV撮影）

3.2 石打TN東京側坑口堆雪ポケットの確認

汎用UAVで撮影した石打TN東京側坑口の堆雪ポケットの写真を写真4に示す。該当箇所は雪崩対策の見直しにより、擁壁高さが嵩上げされた経緯があり、これに伴い擁壁下部も肥大化し堆雪エリアが縮小されてしまった。従来、徒歩で現地へ行く事でしか確認できなかった堆雪ポケットの状況が、汎用UAVを用いる事で容易に確認可能となった。

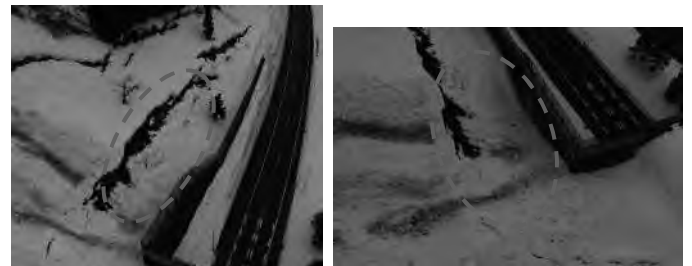


写真4 石打TN東京側坑口堆雪ポケット（UAV撮影）

4. 汎用UAV活用による雪崩点検の安全性・生産性向上

4.1 安全性向上

従来の巡回点検では、雪崩発生危険箇所（現地）へ点検員が徒歩等で実際に行く必要があったが、汎用UAVを活用する事により安全な場所からの点検が可能となった。

4.2 生産性向上

従来の巡回点検では、3人体制で1日に3箇所程度を点検していたが、汎用UAVを活用する事により2人体制で半日に7箇所の点検が可能となり、1人当たりの生産性が約7倍にアップしたと史料される。

表1 雪崩点検比較表

雪崩点検	従来の巡回点検	UAVを活用した点検
点検方法	徒歩で現地へ行き点検	フライト地点から点検
体制	3人体制	2人体制
実績	3箇所/半日	7箇所/日

※1 東日本高速道路(株) 新潟支社 湯沢管理事務所、※2 (株)ネクスコ・エンジニアリング新潟 湯沢道路事務所、

※3 (株)ネクスコ・メンテナンス新潟 湯沢事業所

北陸道における「平成30年豪雪」後の雪氷強化対策とその効果

青山 翔平^{※1}, 吉枝 護^{※2}, 桑子 淳一^{※2}, 太田 雅次^{※1}, 川瀬 拓也^{※1}

1. はじめに

2017年12月から2018年2月の日本列島は、冬の気圧配置の強まることが多く、2018年の1～2月で何度も日本海側で大雪に見舞われた。この時の大雪が後に「平成30年豪雪」と名付けられている。

NEXCO中日本金沢保全・サービスセンター管内でも2018年1月と2月に、2回にわたり大規模な通行止めが発生している。特に表1のように1月の大雪の際は金沢森本～小矢部間で36時間の通行止めのみならず、車両460台が17時間本線に滞留するといった事象が起きている。

本論文では、まず「平成30年豪雪」の概要と長時間通行止めになった原因と問題点を記載する。その後、問題解決のために2018年度に取り組んだ具体的施策とその効果を記載する。以下に問題点と解決方法の一部を紹介する。

表1 平成30年豪雪・雪通行止め実績

	通行止め時間	滞留台数	降雪量(高窪)
2018年/1月	36時間	460台	78cm
2018年/2月	21時間	70台	153cm

2. 現状と問題点

(1) 圧雪路面による自力走行不能車の発生

短時間強雪により、路面が圧雪状態となってしまうと、除雪車では圧雪をとり切れない状況となり、自力走行不能車が発生しやすい状況になってしまう。

(2) トラクターショベルの配置箇所

これまでは、写真1のようなトラクターショベル(以下、TS)は森本基地と小矢部基地に配備されており、自力走行不能車発生時には順行で救援に向かっていたが、滞留車両が多く発生しており、TSによる救援は不可能な状況になった。



写真1 TSによる牽引状況

3. 問題の解決と対策方法

(1) 圧雪路面を抑制し、自力走行不能車の発生を防止するため、急勾配箇所写真2のような定置式薬液散布装置を設置した。



写真2 定置式薬液装置散布状況

(2) TSの前身基地配置

自力走行不能車が発生した際にTSを図1のように高窪TN東坑口に配備するとともに上下線をつなぐ開口部を設置して移動時間の短縮を図った。またこの開口部は滞留車両のUターン路としての利用も可能である。

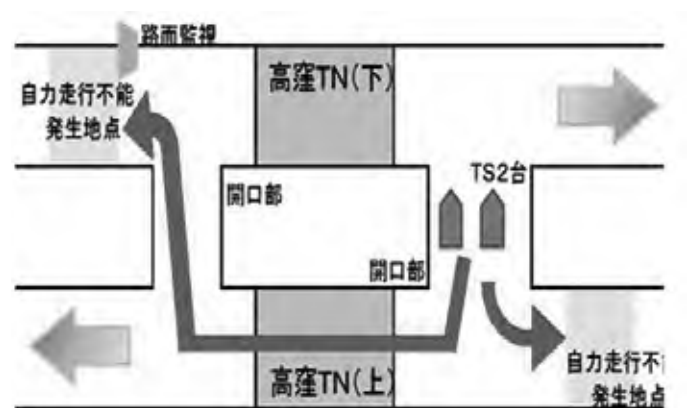


図1 TS配置図

4. 対策工の効果

2018年1・2月は長時間の通行止めとなる豪雪であったが、2018年度は小雪であり、対策工の機能を十分に発揮するまでには至らなかった。

来期以降も各種対策工の効果について追跡評価を継続していき、北陸道の冬期交通確保に努めていく所存である。

※1 中日本ハウエイ・エンジニアリング名古屋株式会社 金沢道路事務所

※2 NEXCO中日本 金沢保全・サービスセンター

北陸自動車道の安全で効率的なチェーン規制作業を目指して

水口 大司^{*1}、見方 功^{*1}

1. はじめに

北陸地域は、平成 30 年 1・2 月の猛烈な寒気を伴う豪雪が原因で、北陸自動車道（以下、「北陸道」という。）及び一般道に大渋滞・長期通行止めが発生し、北陸地域の道路網が機能しない状況となり、地域の生産活動に多大な影響を及ぼしたため、中日本高速道路(株)金沢支社（以下、「金沢支社」という。）では、平成 30 年度の雪氷作業改善対策の一つとして、国土交通省からチェーン規制区間に設定された 2 区間と平成 30 年 1 月・2 月豪雪時に長期通行止めを余儀なくされた金沢森本 IC～小矢部 IC を含む 3 区間を雪氷作業重点区間とし、チェック要員による冬用タイヤ規制及びチェーン規制が実施できるよう準備を整え、今回は平成 30 年度雪氷期間のチェック要員による冬用タイヤ規制実施状況と改善策を報告するものである。

2. 豪雪時の通行止め状況

平成 30 年 1 月豪雪では、1 月 11 日早朝から氷点下を下回る気温・気象予測を上回る降雪が続き、北陸道金沢森本 IC～小矢部 IC 間(以下、「石川・富山県境」と言う)に端を発し、鯖江 IC～富山 IC 間(147.9km)で最長延べ 36 時間(金沢森本 IC～小矢部 IC)を超える通行止めを余儀なくされた。

平成 30 年 2 月豪雪では、1 月豪雪と同様に石川・富山県境に端を発し、敦賀 IC～砺波 IC 間(160.6km)で、最長延べ 47 時間(金沢西 IC～金沢森本 IC)を超える通行止めを余儀なくされた。

3. 長期間に渡った通行止め要因

上記のように、長時間の通行止めを余儀なくされた要因を以下に述べる。

- 1) 気温が氷点下の状況で強い降雪が長く継続したこと。
- 2) 降雪が連続し除雪が追いつかず、本線路面の圧雪が成長したこと。
- 3) 自力走行不能車両が多数発生し、救援に多大な時間を要し、除雪作業が出来なく良好な路面の確保に時間を要したこと。

4. 国土交通省の大雪時の道路交通確保対策の提言

冬期道路交通確保対策委員会より、大雪時の道路交通確保対策として、集中的な大雪時において、これまでの通行止めを回避するという道路交通確保に対する考え方を転換し、道路管理者の連携により、最大限の除雪に努めつつ、関係機関はもちろん、道路利用者や地域等に協力を求めながら、道路ネットワーク全体として大規模な車両滞留の抑制と通行止め時間の最小化を図る「道路ネットワーク機能への影響の最小化」を目標とするべきと提言され、大雪時の道路交通確

保に向けた道路管理者等の新たな取り組みとして次の3項目を示された。

- 1) タイムライン（段階的な行動計画）の作成
- 2) チェーン等の装着の徹底
- 3) 集中的な大雪時の予防的な通行規制・集中除雪の実施及び広域迂回の呼びかけ

5. 金沢支社管内雪氷対策作業重点区間の設定

金沢支社管内では、平成 30 年度の雪氷作業改善対策の一つとして、国土交通省からチェーン規制区間に設定された 2 区間と平成 30 年 1 月・2 月豪雪時に長期通行止めを余儀なくされた金沢森本 IC～小矢部 IC を含む 3 区間を雪氷作業重点区間とした。

6. 北陸道の冬用タイヤ規制実施状況

現況のチェック体制では、北陸道下り線のタイヤ規制は木之本・丸岡・金沢森本 IC で本線から流出させる必要があり、円滑な交通確保とは言い難い（上り線は、3 箇所の SA へ引き込めでのタイヤ規制であり、下り線ほどの交通障害となっていない）状況となっている。

7. 令和元年度のチェーン規制等の作業体制

平成 30 年度に重点区間に指定した丸岡～加賀間と金沢森本～小矢部間は、除雪梯団・凍結防止剤散布車の増設及び走行不能車両の発生が懸念される上り勾配区間に定置式凍結防止剤散布装置の設置等の除雪体制を強化したこと、上記の重点区間 3 箇所のチェック要員による冬用タイヤ規制を実施結果も考慮し、チェック要員による冬用タイヤ規制を取りやめることとした。

また、国土交通省からチェーン規制区間に設定された 2 区間を含む木之本～加賀間は、並行する国道 8 号と同一区間で通行止めが生じないように連携を図ることとした。

さらに、高速道路上の交通障害発生の懸念が推測される場合、一般車両を一旦排除して集中除雪作業を行えるよう、予防的な通行止めを行うこととした。

8. おわりに

冬用タイヤ規制の更なる安全・効率化向上を図るため、チェック作業時に冬用タイヤ装着を判別できるステッカーを配布し、再チェック時間の短縮の検討やタイヤ業界との連携強化を図り、チップを埋め込んだ冬用タイヤを製造・販売を促し、センサーによるタイヤ種類の自動判別を容易に実施できるよう、中日本高速道路グループ内はもとより自動車関連業界との連携を強化し、時代の変化に対応した「お客さまの安全」「社員の安全」の観点で雪氷作業方法の見直しを継続して行い、安全・安心な高速道路空間を提供していきたい。

以上

^{*1}中日本ハイウェイ・メンテナンス北陸(株)

冬期登坂不能車の抑制に関する検討 冬期登坂不能車データ集積による登坂不能車マップ作成及び分析

小泉倫彦＊1

神代悠介＊1

1. はじめに

冬期間道路管理において降雪及び凍結によって毎年登坂不能車が発生している。そのため、過去の登坂不能車のデータを収集し登坂不能車発生箇所の傾向を分析し、冬期道路管理に活用するべく、冬期登坂不能車の発生データを元に平成26年に「登坂不能車発生箇所マップ」及び「登坂不能分析ツール」を作成し、平成27年より国土交通省北陸地方整備局イントラネットでも共有している。

また、毎年データの更新を行い、北陸地方整備局管内のデータは令和元年度時点で平成22～29年までの8ヵ年分、全国のデータは平成23～29年までの7ヵ年分のデータが蓄積されている。（平成30年度データについては更新中である。）

2. 登坂不能車データ集計

登坂不能車のデータは「登坂不能車発生箇所マップ」及び「分析ツール」の2つの形でまとめている。

「登坂不能車発生箇所マップ」は図－1に示すように地図上に年度別に発生箇所がプロットされる。またプロットされるマーカー毎に登坂不能車発生箇所や、発生時の路面状況など様々な発生時の条件を確認することが可能である。

「分析ツール」は収集を行った登坂不能車のデータを元に気温・積雪・時間帯・気象状況・チェーン装着の有無等の条件毎に、表及びグラフが一覧となって出力が可能である。また、分析条件として整備局・事務所・出張所・路線・距離標自～至・適応年範囲の6条件を設定可能とすることで事務所別や出張所別、路線別、区間別等の分析が可能であり、条件を自由に組み合わせることにより特定箇所の傾向分析を自由に行うことが可能である。



図－1 登坂不能マップ

3. 登坂不能データ活用について

「登坂不能車発生箇所マップ」の活用方法としては、地図上のプロット毎に発生した登坂不能車の情報を確認することが可能である。そのため、地理的關係及び関連する登坂不能発生原因を推察することが可能である。登坂不能車多発箇所及びその発生状況、発生箇所の傾向等を見ることで、道路管理者が冬期道路管理時に管理区間での注意箇所や、注意しなければならない気象状況を知ること、前に対策等を行うことが可能となる。

「分析ツール」は様々な条件を設定することで、表及びグラフが一覧となって表示されるツールである。今回、分析の例として国土交通省北陸地方整備局管内における登坂不能車の発生状況を分析した。

分析内容は気温・積雪深・気象状況・路面状況・発生場所の5条件を対象とした。分析結果は表－1に示す結果となった。

表－1 北陸地整管内登坂不能車発生条件

項目	条件
気温	0℃以下
積雪深	1cm以上の積雪時(10cm以上の場合も発生)
気象状況	大雪注意報または大雪警報発令時
路面状況	路面上に圧雪が発生時
発生場所	縦断勾配5%以上の急勾配または信号交差点密度が高く停車・減速が発生する箇所

4. 終わりに

今回、北陸地方整備局管内全域を対象に分析を行ったため、細かな発生条件の分析結果を出すことは出来なかったが、地域別・路線別等条件を限定することでより効果的な分析が可能となる。

今後も国土交通省の各事務所・出張所除雪担当者に登坂不能箇所マップと分析ツールを活用していただき、管理区間において、いつ、どのような条件で登坂不能車が発生するか理解し、事前の対策や冬期除雪体制等を検討することで冬期交通障害に備えて行きます。また、今後も十分活用していただけるように各除雪担当者への登坂不能マップ及び分析ツールの周知にも努めて行きます。

＊1 国土交通省 北陸地方整備局 北陸雪害対策技術センター（北陸技術事務所 雪害防災減災課）

非積雪寒冷地の無人S I Cの対策とその結果検証

峰尾 竜哉^{*1}

1. はじめに

本報告では、NEXCO中日本 羽島保全・サービスセンター管内の安八スマートインターチェンジ（以下「S I C」という）及び養老S A S I Cの降雪による対応、取組み事例を紹介するものである。

2. 現況と問題点

両S I Cは有人ではなく、大垣I Cからの遠隔操作による無人料金所であることから、物理的な事象が発生すれば対応できる人員を派遣させる必要がある。

平成30年12月に発生した降雪により、養老S I Cの車両検知器のセンサー部分に着雪が発生したことで、車両通過を認識しない事象が発生した。

車両検知器のセンサーは、「上部」「中部」「下部」の3層に分離しており、2層以上を遮らないと車両通過の判定をしないシステムとなっている。

検討にあたっては、特に上部及び下部のセンサーに対し検討することとした。

3. 車両検知器の対策

3. 1 車両検知器上部の対策

車両検知器上部に雪が積もるといずれ落下し、下部センサーによる検知の妨げになる可能性がある。雪氷対応のE T C設備では、上部に雪割りが設置されており、センサー部に落雪しないようになっている。

そこで、当該箇所でも同様に雪割りを設置することを検討したが、特注品であることなどから、設置までに時間を要することが分かった。

事象が発生した12月以降も降雪時期が続くことから、早期に対応すべく雪割りの機能「前方に落雪させないための屋根」をもとに、自作で雪割りを作成し設置した。



写真1 雪割り設置状況

3. 2 車両検知器下部の対策

車両検知器の下部に降った雪が堆雪すると、車両検知器センサーを遮り、車両検知が出来なくなってしまう。雪氷対応のE T C設備では、センサー前にヒーターを設置したり、上部からのスポットヒーターなどにより融雪を行い対応できるが、当該箇所には設置されていない。

改めて設置するには、雪割りと同様に特注品であることなどから設置までに時間を要することとなるため、検討の結果、応急対応としてゴム製のヒーターを試行的に設置することとした。



写真2 ゴム製ヒーター

4. おわりに

当該箇所では、年間降雪量が少ないため車両検知器への着雪対策が実施されていなかったところであるが、昨今の降雪などの気象状況を踏まえ、当初の設備設計段階での着雪対策等の検討が必要であるとともに、供用後も状況の変化に応じて設備更新時期なども考慮しつつ、臨機に対策を講じていく必要があると感じた。

また、無人S I Cという点においても設備運用にあたり、有人のS I Cと同様なサービス水準を確保できるようオペレーション面でも十分に検討をしておく必要がある。

今回発生した課題とそれに対する対応を踏まえ、今後のS I C整備に携わる人々に伝え、より便利で安全安心なS I C整備に寄与していきたい。

^{*1} 中日本高速道路(株) 名古屋支社 羽島保全・サービスセンター

E41東海北陸自動車道 白鳥～飛騨清見間の4車線化事業に伴う 雪氷対策作業の効率化について ～4車線化事業により雪氷対策作業はどう変わったか～

新家 俊明^{*1} 濱中 亨^{*1} 下嶋 稔^{*2}

1. はじめに

東海北陸自動車道（E41）は、愛知県一宮市から岐阜県を経由して富山県礪波市に至る中部（東海地方と北陸地方）を横断する高速自動車国道である。

白鳥IC～飛騨清見IC間は、2012年度からの4車線化事業により、工事がなされて2018年度に2018年7月の災害箇所を除き、4車線化が完了した。

本文は、2018-19年の4車線化後の雪氷対策作業についてまとめ、4車線化に伴い雪氷対策作業が、「どう変わったか」「何がよくなったか」「新たな問題点はなかったか」を報告し、今後の豪雪地帯の4車線化事業の参考になれば幸いである。

2. 凍結防止剤の散布（結果）

白鳥～荘川間の凍結防止剤の散布量は、142%と設定した積込み量どおり（143%）と当たり前の結果となった。

荘川～飛騨清見間の凍結防止剤の散布量は、106%と設定した積込み量より少なかったが、これは、当該区間が散布量の少ない初冬期、終冬期に少なかったためと考えられる。

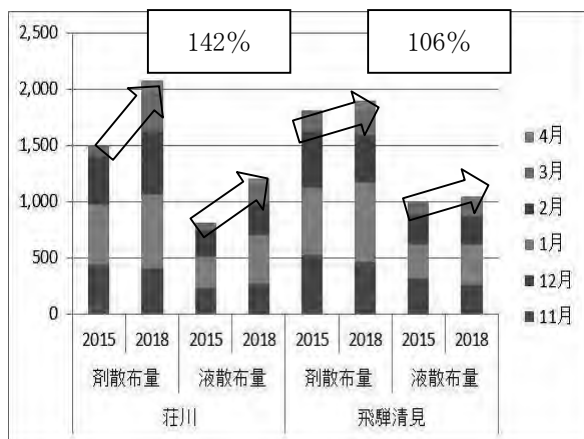


図-1 各基地における凍結防止剤の散布量

3. 除雪（兼用）作業（結果）

2車線（2015）と4車線（2018）の作業においては、各基地ともに微増していた。しかし、作業の内訳では、凍結防止剤散布作業が減となり、兼用作業が増えている。これは、2018年度は凍結防止剤がメインの初冬期、終冬期の作業が少なかったこともあるが、4車線の場合は、走行車線に比べて追越車線の交通量が少ないため除雪も必

要になったと考えられる。

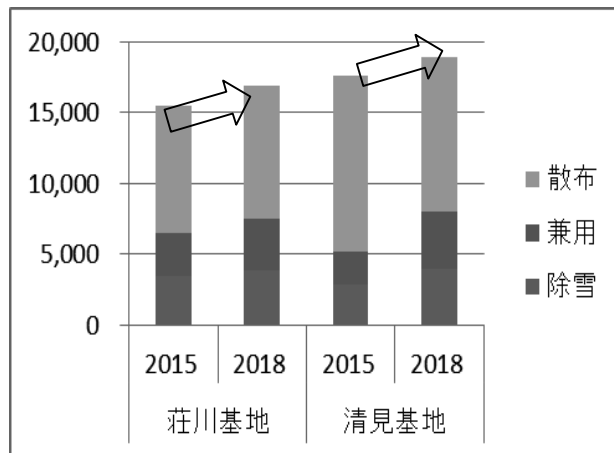


図-2 2車線（2015）と4車線（2018）の比較

4. 暫定2車線と完成4車線の雪氷対策のまとめ

除雪する道路面積（追越車線）面積は、概ね30%増えているが、作業は10%程度しか増えていない。

作業効率としては20%程度（30%－10%）が効率的に散布出来たと考えられる。

ただし、梯団のうち1台目（2台目）の追越車線を作業する車輛に限ると暫定2車線時は、殆ど回送していたのが、4～5倍の作業量となり、かなり効率的になったと思われる。

5. 新たな雪氷対策作業の問題点

- (1) 追越車線の除雪作業
- (2) 中央分離帯防護柵の雪底対策
- (3) 分離区間の中央分離帯のり面の雪底対策
- (4) 暫定2車線時に4車線区間の凍上対策
- (5) トンネル区間の車線シフト（持ち込み雪対策）

6. まとめ

暫定2車線（片側1車線）でも完成4車線（片側2車線）でも冬期の「お客様の安全な交通の確保」というわれわれの使命は変わらない。

暫定2車線となっている区間は、豪雪、多雪地区を通過する区間も多い。完成4車線の設計段階から4車線区間の問題点を洗い出し、建設・保全が更に一体となって取り組む必要があると感じた。

*1 中日本高速道路㈱ 名古屋支社 高山保全・サービスセンター

*2 中日本ハイウェイメンテナンス名古屋㈱ 高山事業所

矢板工法トンネルの漏水対策 ～つららをなくせ～

山崎哲也*1 八木弘*1

1. はじめに

高速道路のトンネルは、昭和30年代から建設が始まり、現在では、累計約1,800kmの供用延長となっている。昭和58年にNATMが標準工法となり、それ以前は矢板工法にて施工されていた。そのため、全体の21%が矢板工法で作られており、ほとんどが供用後30年を超える。NATMと矢板工法の違いは下記のとおり。

■NATM

- ・吹付けコンクリートと覆工の間に防水工が設置されるため、漏水が少ない

■矢板工法

- ・覆工のコンクリート打設は「逆巻き」が多いため、水平打ち継ぎ目ができる
- ・防水シートの施工が困難なため、漏水が多い

2. 課題

2.1 矢板工法トンネルに発生しやすい不具合

(1) 上・下半の打ち継ぎ目（せめ部）の漏水

逆巻きで覆工コンクリートが打設されるため、上半と過半の間に水平打ち継ぎ目ができる。打ち継ぎ目のコンクリート打設は難しいため、あとから、充填モルタルなどで、断面修復などをすることがあった。そのような充填モルタルなどは、経年劣化などで、はく落することがある。水平打ち継ぎ目からの漏水も多い。

(2) 横断打継ぎ目からの漏水

矢板工法は基本的に施工中に水処理する程度で、NATMのような防水工は施工されていない。そのためひび割れや横断打継ぎ目などからの漏水が多い。漏水は冬季には「つらら」や「氷柱」（写真1）の原因となる。つらは落下すれば交通の障害になる可能性があるため、毎朝「低速走行規制」にて撤去しなければならず、多くの労力を要する。



写真1 漏水に起因する「氷柱」

3. 対策例

3.1 つらら対策

■覆工再生工法

矢板工法トンネルにも、NATMのような防水工を設置し、漏水を防止することを目的に「覆工再生工法」を検討している。「覆工再生工法」は、矢板工法トンネルの既設覆工コンクリートの一部を切削して防水工を施工した後、新たな覆工を内側に構築するもの。高速道路は長期の通行止めは困難なため、プロテクターを設置し、交通を確保しながらの施工を検討している。

3.2 氷柱対策

■導水工

漏水の多い箇所（おもにせめ部）に削孔し、水抜き孔を施工する。漏水が外気に触れると凍結するため、覆工を切削し埋設配管で円形水路へ導水する。図1に導水工のイメージを示す。

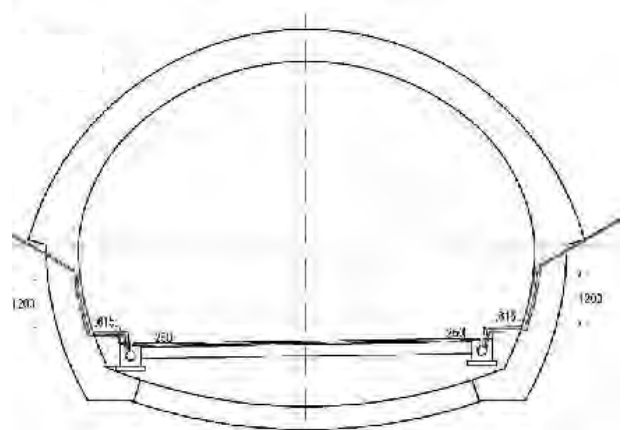


図1 導水工イメージ

4. まとめ

「覆工再生工法」は現在検討中技術であり、今後、実施工に移行する。「導水工」は施工したばかりで、まだ冬を超えていないため、この冬の状況を確認し効果の検証を行う。これら技術の成熟が図られれば、つらら、氷柱に悩まされている他の現場（矢板工法トンネル）へ展開し、保全業務の効率化につなげていきたいと考えている。

より安全で快適な高速道路を提供できるよう、日々検討を重ねてまいります。