

技術名称：巻きだれ予防柵

- 高所設置既存雪崩予防柵に発生する巻きだれにおいて人力除雪時の労働災害リスクを軽減する工法 -

令和5年2月15日

第66回 北海道開発技術研究発表会

発表者 株式会社ノースプラン

はじめに



雪崩予防柵の上端部には、その設置位置や気象の推移などにより巻きだれが発生する場合があります。この巻きだれは時に落下し、その雪塊が道路に達する恐れがあります。このような箇所では、冬期交通の安全を確保するため定期的に雪降ろしを行っています。

道路法面除排雪実態調査¹⁾より

1) 北海道の国道における道路法面の除排雪実態
と除排雪工法の基礎資料—平成22~23年度の実態調査

- ・ 雪崩予防柵は、苫小牧及び室蘭を除いた道路事務所管轄において、具体的な施設名があるものだけで316件
- ・ この中で平成22年度に行われた除排雪件数は151件
- ・ 平均1回当たりの除排雪
→ 3.25日、50人、179万円

ここで、除雪作業高さを例を挙げると、設計積雪深 $H_s=2.0\text{m}$ 、斜面勾配 $\theta=40^\circ$ の場合の作業鉛直高さは、4列配置で24m、5列配置では30mに及びます。

道路への落下を防ぐための定期的な雪降ろしは高所であるほど危険が増し、とび工などの技能労働者が必要となります。労働者が減少し高齢化が進む中その危険は膨らむ一方です。

そこで、労働災害のリスク低減を目的に巻きだれ予防柵を開発しました。

巻きだれ予防柵の構造と雪圧について

・巻きだれ予防柵の遮へい材には、積雪のすり抜けを避け且つ柵背面の融雪を促すことを目的に有孔板を採用し鉛直方向に2枚設置、有孔板の頂部には、冠雪を切り落とすことを目的に雪切板を設けています。



・これまで、鋼管やワイヤロープ、その他遮へい材などを用いて実験した事例は幾つかありますが、これらに作用する雪圧を確認した事例は見当たりません。
・そこで、巻きだれ予防柵を安全に取り付けることを目的に、巻きだれ予防柵を取り付けた場合とそうでない場合の雪圧を測定し、主索ロープやアンカーへの補強の有無を確認しました（実験の結果は補強の必要なし）。
・本発表では、この雪圧測定結果に巻きだれ予防柵の効果を加え報告します。

観測箇所及び観測概要



○観測箇所

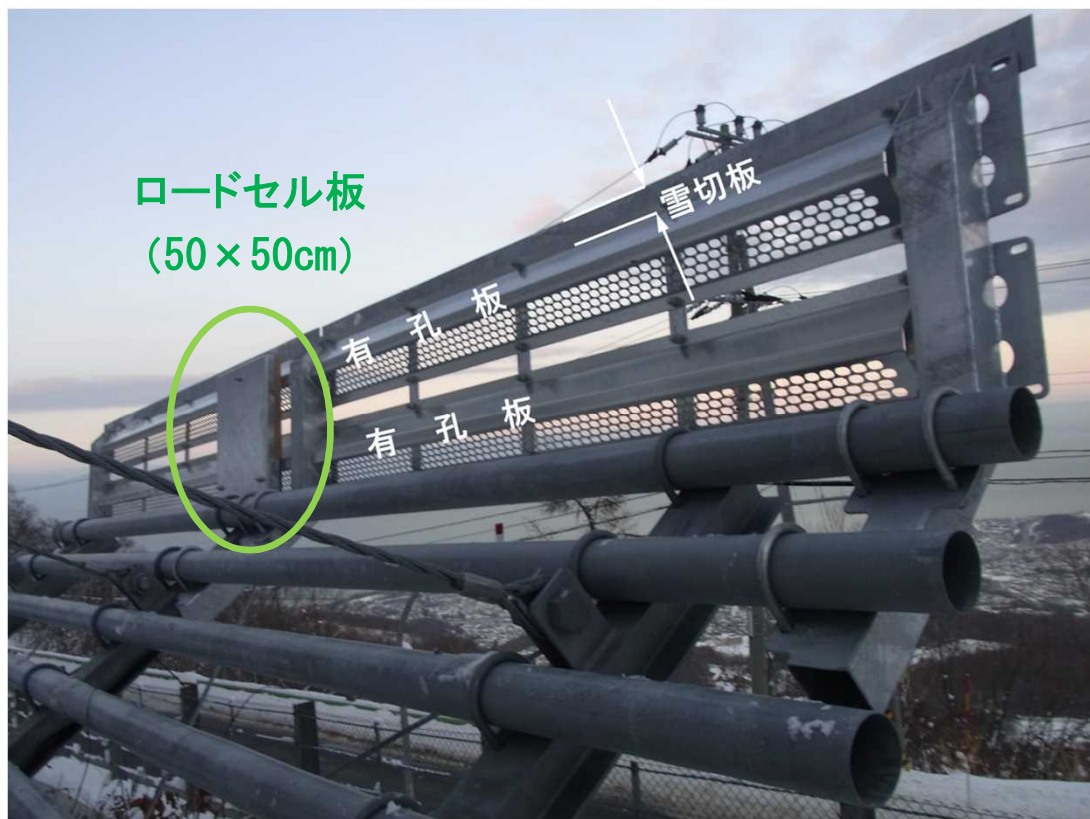
一般国道393号線（毛無山頂上付近、落石防護擁壁裏の法面）

標高512m、設計積雪深 $H_s=3.0\text{m}$ 、柵高 $H=2.5\text{m}$ 、観測箇所付近の法面勾配 $\theta=51^\circ$

当斜面は積雪が多く巻きだれが毎冬季発生しています。

観測期間：2019/12/1～2020/3/31

ロードセル取付け



各雪崩予防柵の各中間主索
ケーブルに取り付けたロードセル

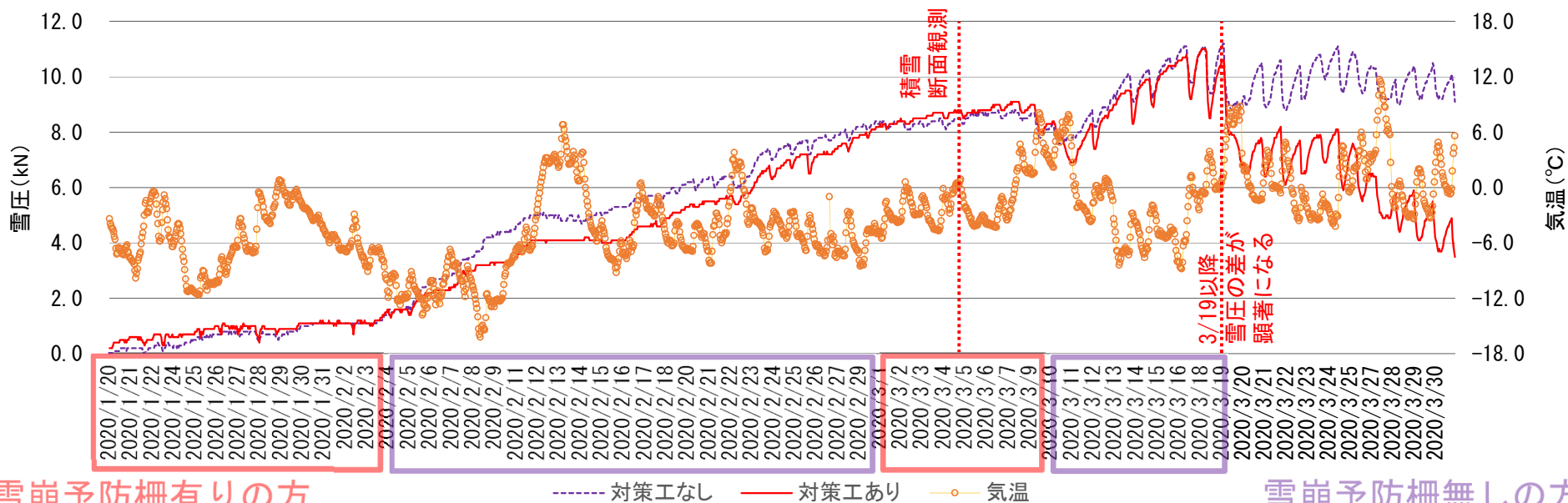


- ・ロードセルは、巻きだれ予防柵と主索ロープに取り付けました。
- ・巻きだれ予防柵では、巻きだれ予防柵に作用する雪圧を測定するためその鉛直面に、主索ロープでは、巻きだれ予防柵を取り付けた場合とそうでない場合の雪圧を比較するために、それぞれの中間主索ケーブルに取り付けました。

雪崩予防柵に作用する雪圧の測定結果

- ・ 最大雪圧：11.2kN（3/19-5時） < 算定値=45.2kN
- ・ 巻きだれ予防柵有りと無しの雪圧差は最大でも1.2kN程度と小さく、大小なる値をとる方が入れ替わりながら推移し、概ね同等の値を示しました。
- ・ 当結果からは、巻きだれ予防柵を取り付ける際のアンカーや主索ケーブルなどの補強の必要性は伺えませんでした。

項目	計算に用いた値	備考
積雪深 (Hs)	2.45 m	—
※積雪深は、最大雪圧を観測した3月19日5時、毛無山テレメータデータの値を採用した。		
斜面勾配 (θ)	51°	観測箇所実測
雪の単位体積重量 (γ)	3.5 kN/m ³	—
地表の状況	Ⅲ	—
斜面の向き	南向き	—
クリープ係数 (κ)	0.778	—
グライド係数 (N)	2.4	—



雪崩予防柵有りの方の雪圧が大きかった

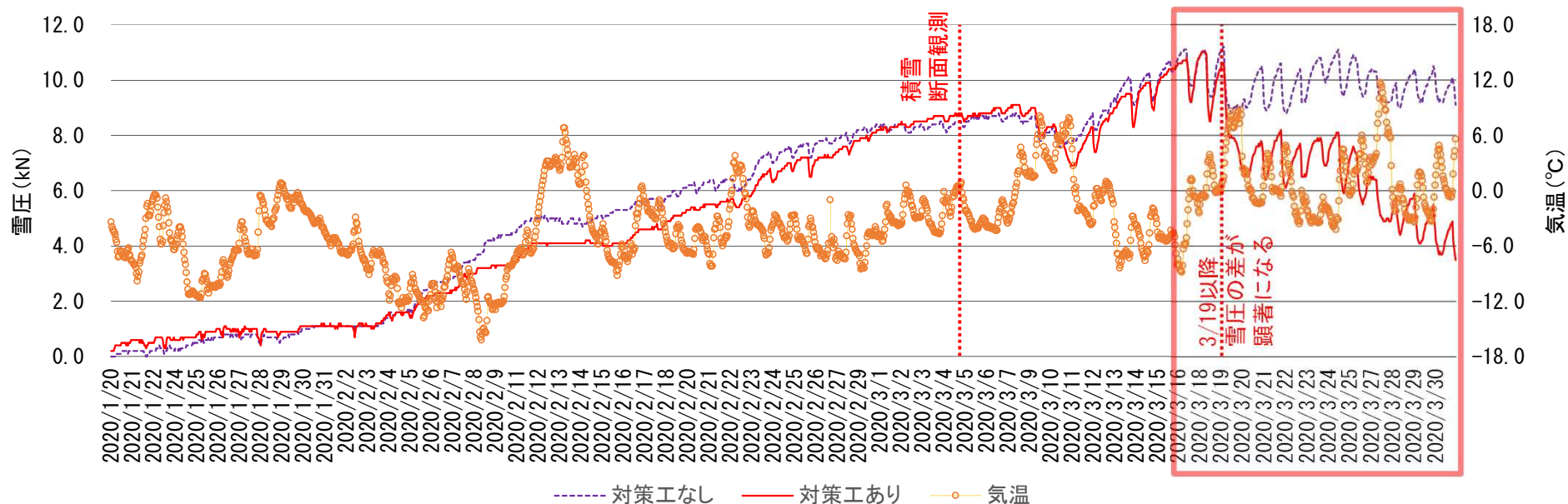
雪圧が作用した1/20～3/31までの雪圧と気温の推移

雪崩予防柵無しの方の雪圧が大きかった

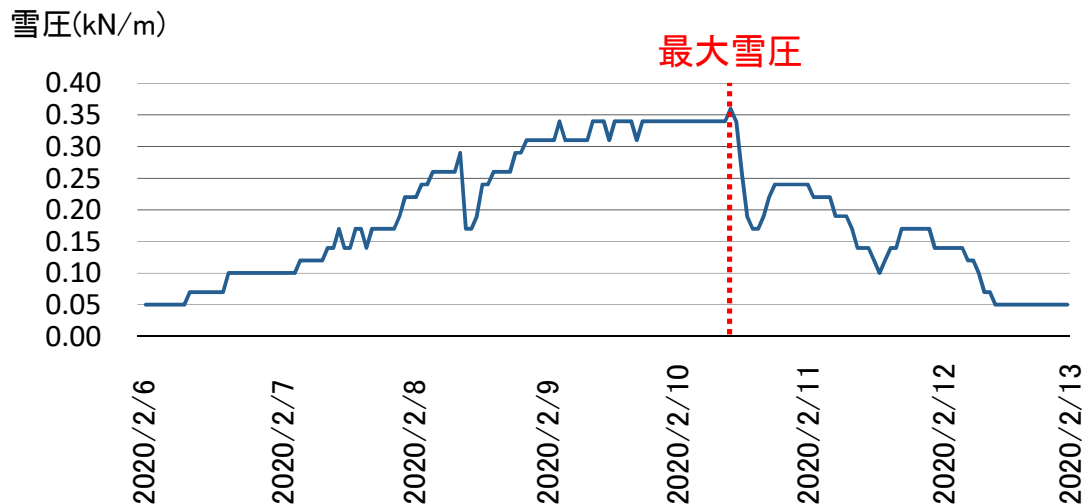
雪崩予防柵に作用する雪圧の測定結果

- ・ 3/19以降に巻きだれ予防柵有りの雪圧が大幅減少に転じました。
- ・ これは3/5の積雪断面観測後に戻した積雪がブロック状で表面積が大きくなり、3/19以降のプラス気温で周囲よりも一早く融雪が進んだためと推察されます。

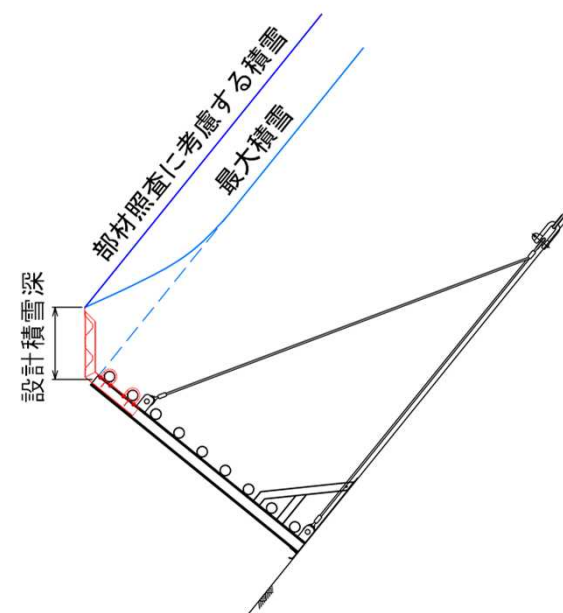
積雪を戻している様子



巻きだれ予防柵に作用する雪圧の測定結果



- ・ 最大雪圧 : 0.36kN/m (2/10-10時)
- ・ この時の積雪は巻きだれ予防柵の上端付近
- ・ 柵高 (H) =0.6mを設計積雪深 (Hs) とし、雪圧定式を用いて水平分力を推定すると0.74kN/mとなり、観測値は算定値を下回りました。
- ・ このことから、既存アンカーの補強は必要なく、巻きだれ予防柵部材は、巻きだれ予防柵の高さを設計積雪深と見立て雪圧を算定し、この水平分力を用いて部材照査すれば安全であると考えられました。



巻きだれ予防柵の効果に関する観測結果

巻きだれの発生状況

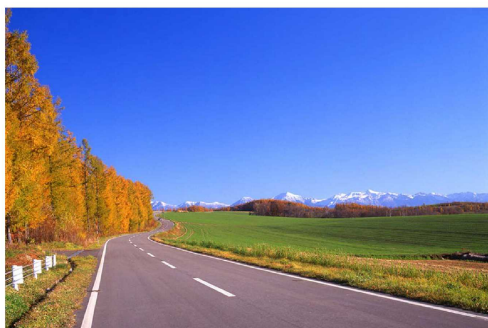


巻きだれ予防柵無しの方は、最大で35cm程度の巻きだれが発生しましたが、巻きだれ予防柵を取り付けた方では巻きだれが発生しませんでした。

上図のような多列配置で、巻きだれの除排雪を行っているような法面では、当巻きだれ予防柵を取り付けることにより、高所作業の労働災害リスクを軽減できると考えられます。

北海道における道路景観チェックリスト（案）

～ 計画・設計・建設・維持管理での具体的な景観向上策 ～



平成 22 年 4 月

独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所

～道路の維持管理に起因するさまざまな課題～

●維持管理の課題

- 道路付属施設や道路構造物に付着した雪が通行車両へ落下することによる事故が課題となっている。
- 除雪した雪が吹き払い式防雪柵に溜ることにより、吹き払いの機能が低下する。
- 防護柵の前面に溜った雪堤により視程障害が発生することも懸念される。
- このようなことから、特に冬期は維持管理にかかわる様々なコストがかかっていると同時に、維持管理作業者は斜面や路側での危険な作業を強いられている。
- 道路付属施設の削減は、維持管理コスト削減や施設への衝突事故の軽減など安全性の向上も期待でき、トータルで設置の有無を検討する必要がある。

【冬期の維持管理作業】



防護柵と暴風柵の間の人力除雪



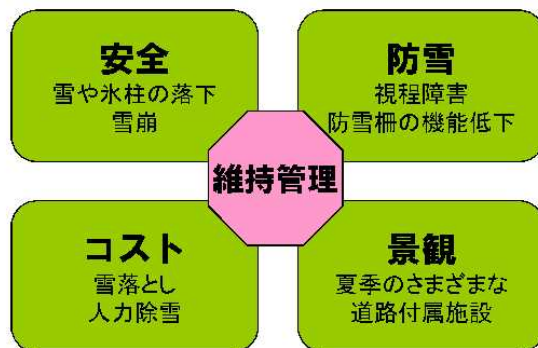
道路標識の雪落とし作業



雪崩防止柵の雪落とし作業



トンネル坑口の雪落とし作業



維持コスト縮減⑦ トンネル周辺の雪落とし作業の削減

●景観向上に寄与する維持コスト縮減のポイント

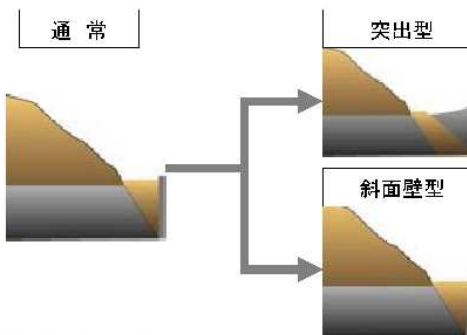
道路新設時には坑口のデザインに配慮する。



トンネル壁面の雪落とし作業



雪底防止板の雪落とし作業



突出型坑口(国道230号)



突出型坑口(北陸自動車道・福井県)

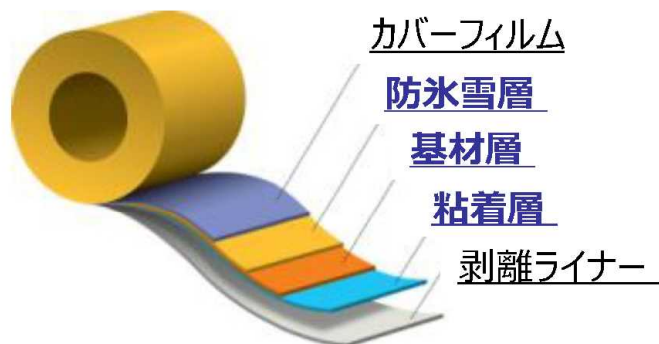
●解説

- トンネル坑口は通行の安全上最も気を遣うポイントです。
- 北海道のような積雪地域では、特に落雪の問題が大きく壁面に付着する雪だけでなく雪底も避けては通れない課題ですが、雪底防止板は、夏期の景観を悪化させています。
- 面壁の垂直面を傾けたり、突出型坑口を採用するなど落雪強い雪国独自の機能美を持ったデザインが求められます。

●維持管理コスト

トンネル壁面雪落とし※(人件費)	千円
1シーズン1坑口あたり	652
※他作業含む	
雪底板雪落とし※(人件費)	千円
1シーズン1坑口あたり	815
※他作業含む	

製品の特徴



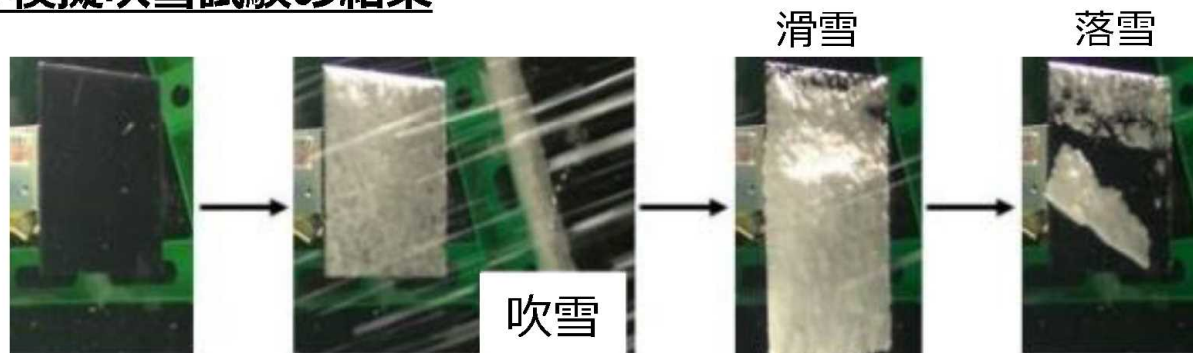
表面の機能で着雪着氷を防止



Nitto
Innovation for Customers

→対象(雪/氷/霜)
に応じた最適表
面の設計・開発

■ 模擬吹雪試験の結果



Nitto開発品



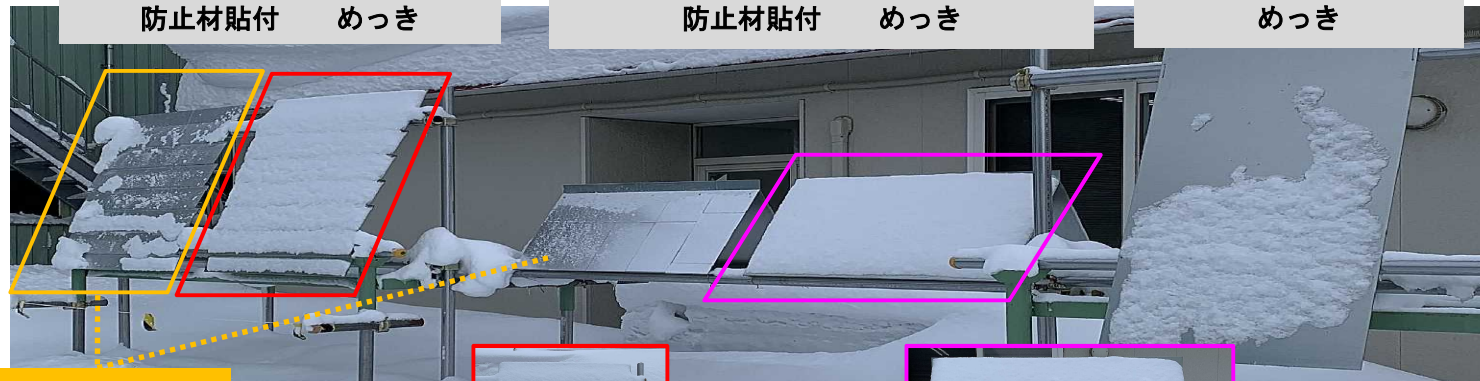
着氷雪対策技術の話題提供

— 着氷雪防止材の活用 —

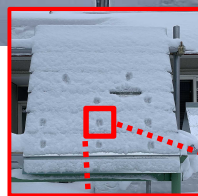
折り曲げ鋼板
防止材貼付 めっき

折り曲げ鋼板
防止材貼付 めっき

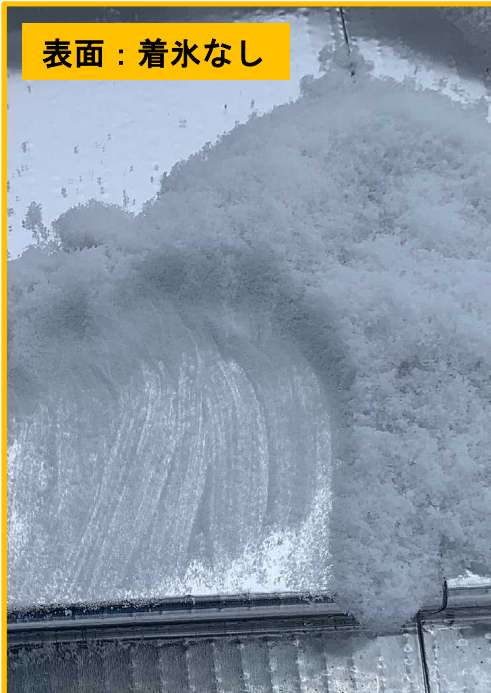
平鋼
めっき



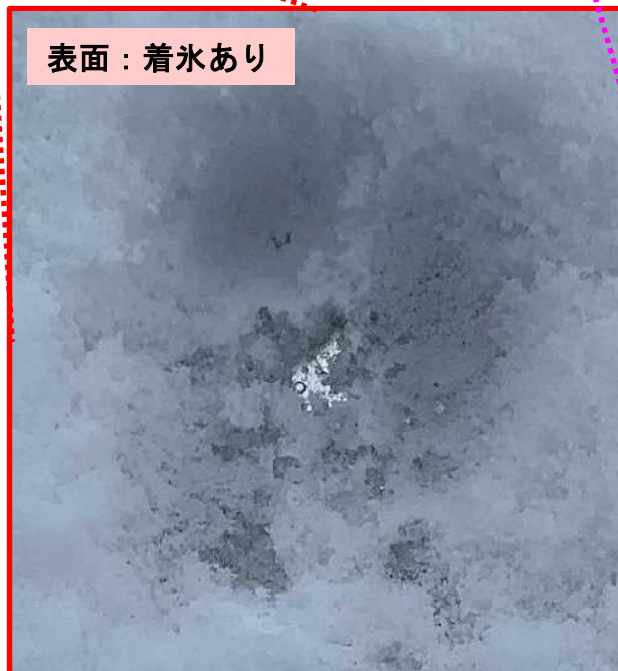
早い段階で
滑り落ちる傾向



表面：着氷なし



表面：着氷あり



表面：着氷あり



会社名：株式会社ノースプラン

担当者：企画部 佐藤主章（さとうかずあき）

連絡先：TEL 011-788-1855

mail k-sato@northplan.net