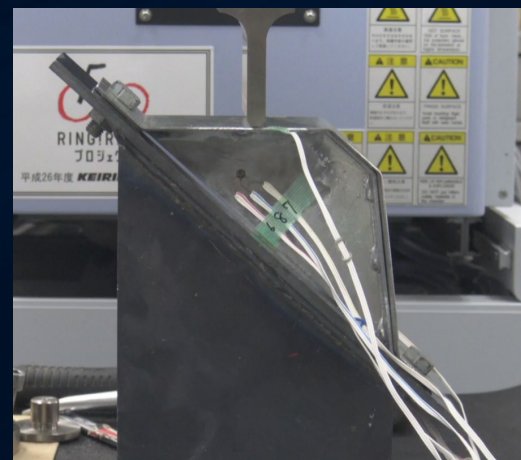
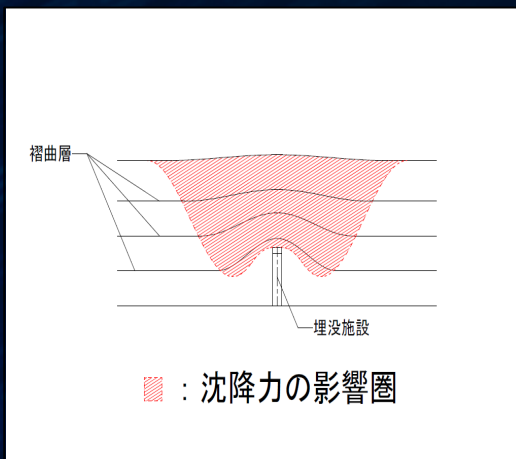


地球温暖化に起因する異常気象に伴う積雪荷重・雪沈降力による 防雪板破損への対策と研究



板補強金具を使用した防雪板破損対策

 理研興業株式会社

背景: 雪沈降力による防雪板の変形

近年の気候変動に伴う局地的な大雪による吹き溜まりの増加



防雪柵(吹止柵) 周辺でも局所的な吹き溜まりが増加



積雪沈降力(沈降荷重)を考慮していない防雪板の変形・破損が発生



防雪板脱落・防雪柵としての効果低減の危険性

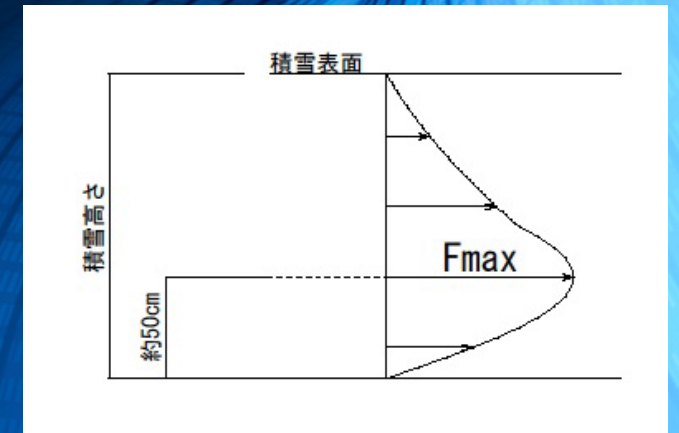
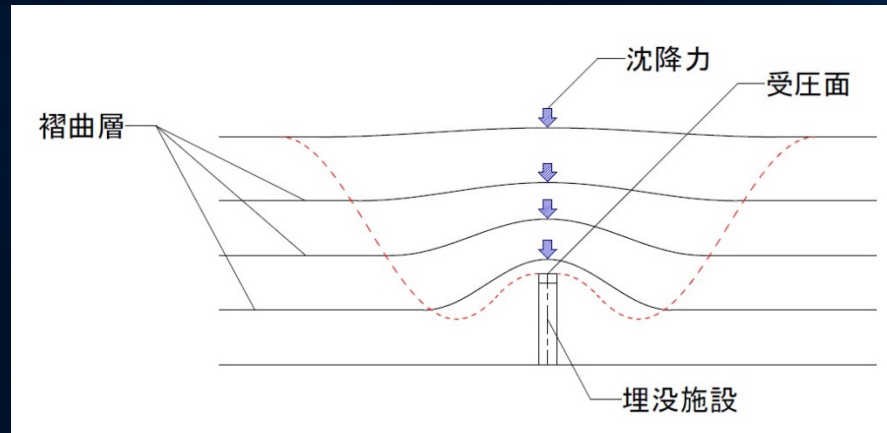


対策が必要



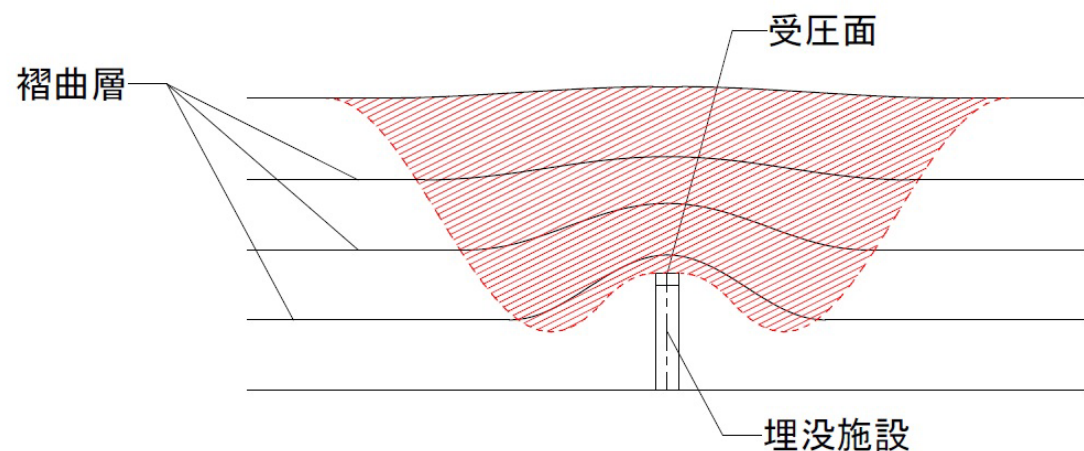
沈降力とは…

- ・積雪が圧雪になる過程で自重により圧縮・圧密して沈下→沈降現象
- ・沈降現象により埋没物が受ける圧力→沈降力(沈降圧・沈降荷重)
- ・地上高50cm付近又は積雪深の約1/3の高さで最大となる
- ・埋没物破損の原因



沈降力の影響圏…

- ・積雪・融解による圧密の繰り返しにより積雪底面に氷状の層を形成(褶曲層)
 - ・沈降力の影響を受ける面 → 受圧面
 - ・積雪は褶曲層で面を形成 → 沈降力は水平方向に連結
- ↓
- ・埋没物は受圧面よりも広い範囲の積雪から影響を受ける



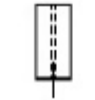
■ : 沈降力の影響圏



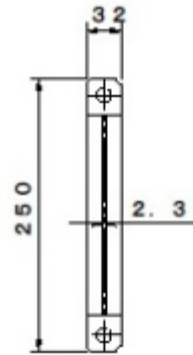
対策

板補強金具の強度に着目

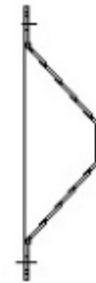
目標：防雪板強度向上新技術としてNETIS登録



平面



正面



側面

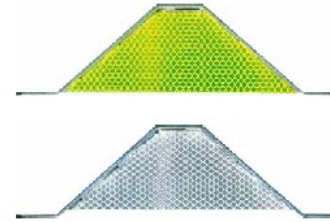
RIKEN KOGYO

人も設備も守りやすい、最先端の防雪板の進化と進化

www.riken-kogyo.co.jp

ストリームライト 防雪板補強&視線誘導 使える4タイプ

光と共に走る



point1 防雪板のインフラを利用した視線誘導

吹雪による視程障害や吹きだまりを防止する防雪板は冬期交通網を走行するドライバーの安全対策に役立っています。これまで、幹線道路等重要な路線では防雪板は整備されてきているので、このインフラを利用し、ドライバーの視線高さに矢羽にも使用されている高輝度ダイヤモンドグレード反射シートを設置し視線誘導します。

point2 板補強のみにも使用OK!!

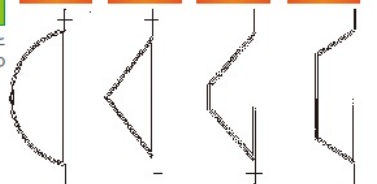
大雪がもたらす防雪板の変形や破損を防ぎ、防雪板の補強リブプレートとしても大きな効果を発揮します。

point3 防雪板の補強と視線誘導を一体化

防雪板の補強を施す形状のため1スパン毎に取り付けるとドライバーは点の認識から線の記憶へと変わり視線誘導の効果がUPします。LEDも使用できます。



タイプ1 タイプ2 タイプ3 タイプ4



SA/2016.12-8

理研興業株式会社

本社 〒047-0261 小樽市豊岡3丁目263番地7
TEL(0134)62-0093 FAX(0134)62-0088 E-mail info@riken-kogyo.co.jp
東北営業所 〒030-0862 青森市古川1丁目10番13号(AQUA古川1丁目ビル2階)
TEL(017)735-1888 FAX(017)735-2511 E-mail rk-tohoku@rapid.ocn.ne.jp

従来技術と新技術

NETIS申請・登録の際に『従来技術』と『新技術』の比較が必要



従来技術：開発局標準設計図集の内容が基準となる



開発局型吹止柵標準図には連結材の記述あり

これまでの試み

1. 予備試験

試験概要

従来技術・新技術の比較の前段階としての予備試験



防雪板について補強の有無による強度の比較

(補強を施す断面での強度比較)

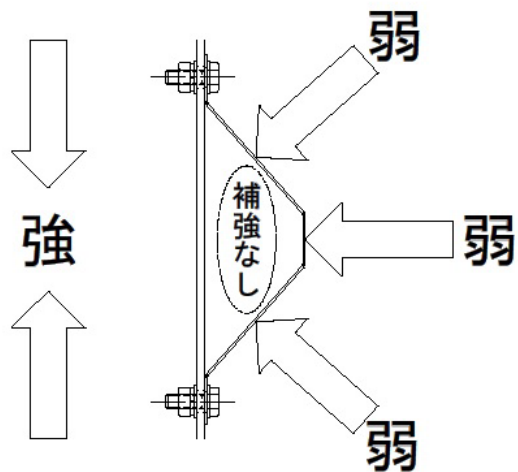
試験方法

従来技術(連結材)にはない新技術特有の効果の検証が必要

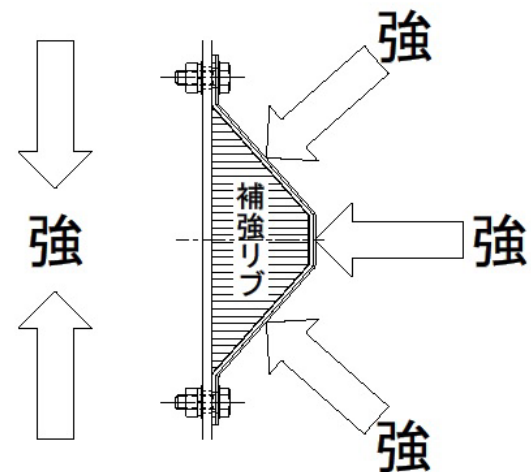


連結材では補強されないリブPL部分による効果の実証試験

連結材



板補強金具

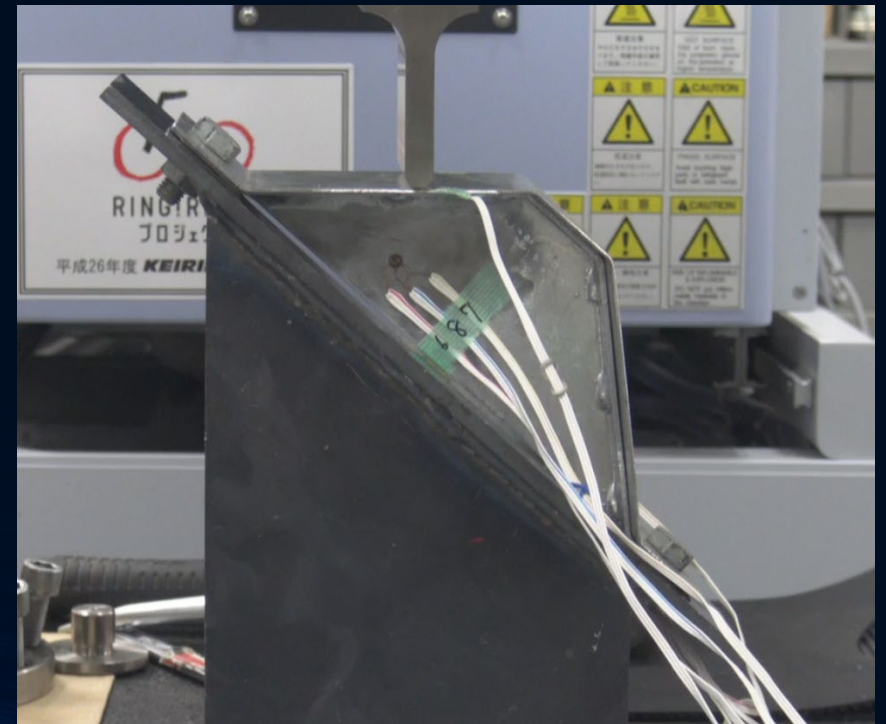
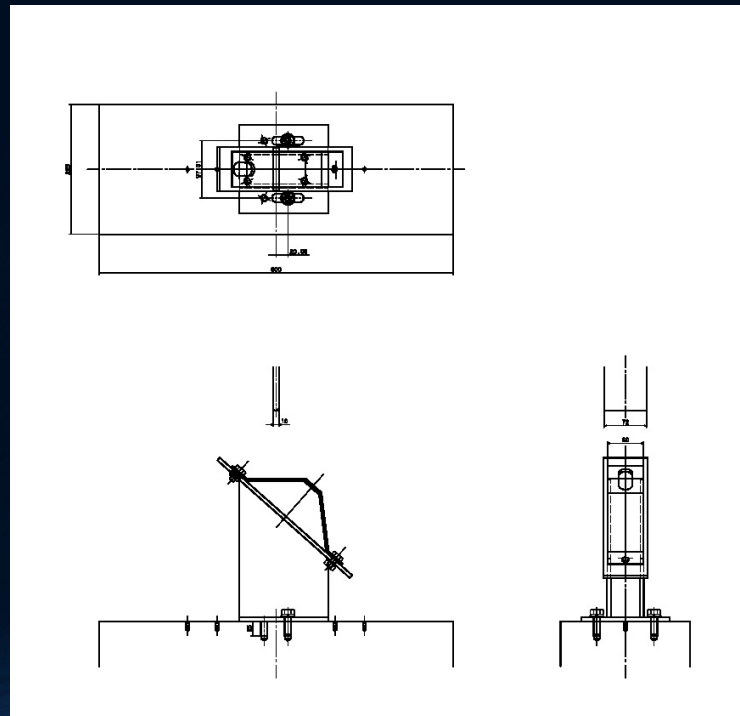
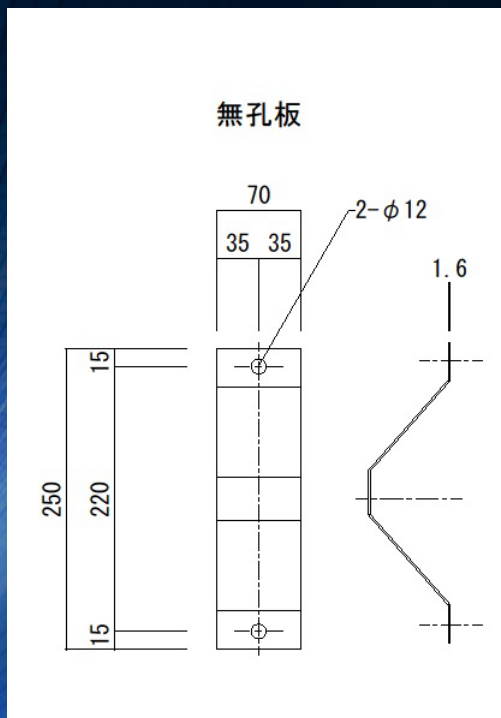


試験方法詳細①

(試験片・荷重方法)

本試験では補強の有無による断面的な強度の比較を目的としている為、試験片としてL=70mmの防雪板を使用する。

※荷重方向・方法詳細は下記の通り



試験方法詳細②

(使用機器)

本試験では万能試験機にて防雪板に荷重
デジタルひずみ測定装置により変形量を測定

万能材料試験機 (プラスチック・ゴム)



万能材料試験機(プラスチック・ゴム)

商品名/型式/ メーカー名	万能材料試験機/AQ-100kNXplus/(株)島津製作所
仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・質量範囲: 5N~100kN ・クロスヘッド速度: 0.1~1000mm/min ・引張ストローク: 750mm ・有効試験幅: 600mm
用途	プラスチック・ゴム等、素材の機械的物性の測定
担当	材料技術部 高分子・セラミックス材料グループ
対応する依頼 試験項目	曲げ試験、引張試験、圧縮試験、扁平試験、引裂試験

デジタルひずみ測定装置



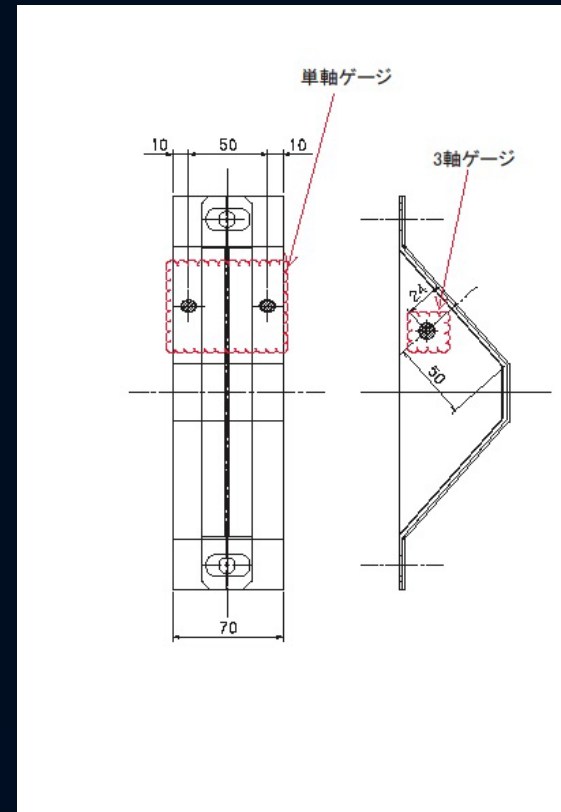
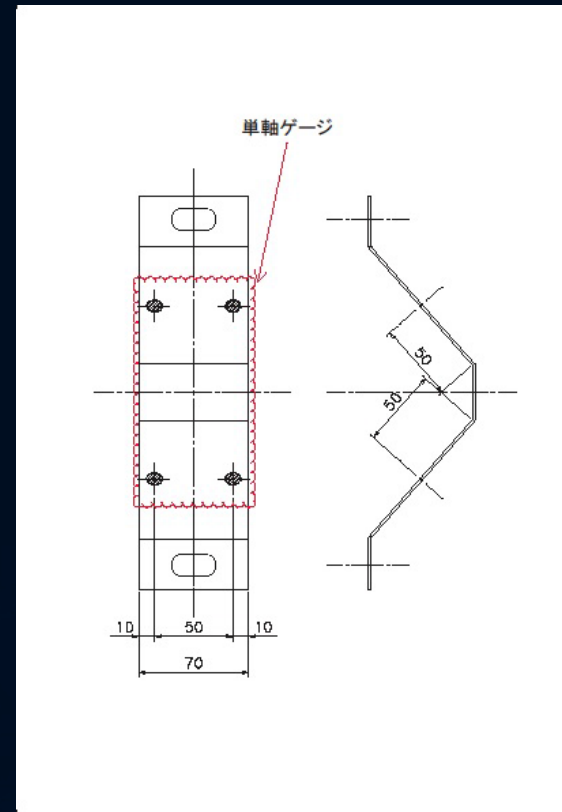
デジタルひずみ測定装置

商品名/型式/ メーカー名	ユニバーサルレコーダ/EDX-100A-8H、コンディショナード/CDV-40B ブリッジボックス/DB-120V-8C、データ解析ソフトウェア/DAS-200A (株)共和電業
仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧・ひずみ測定可能 ・チャンネル数: 32CH ・サンプリング周波数: 1Hz~5kHz (32CH使用時)、1Hz~100kHz (1CH使用時) ・通信I/F: LANおよびUSB
用途	各種構造物・機械装置の強度解析(力、変位、ひずみ測定)、 および運動時の挙動解析(速度、加速度測定)
担当	製品技術部 生産システム・製造技術グループ
対応する依頼 試験項目	なし

試験方法詳細③

(強度・変形の基準)

- 本試験では補強・無対策共に4点について歪ゲージを取付け、計測を行う
- 各点にて使用する歪ゲージは下記の通り
無対策→全て単軸ゲージ
補強あり→防雪板:単軸ゲージ 板補強金具:3軸ゲージ
- 変形の判断基準としては上記4点の内、いずれかに塑性変形が起こった瞬間の荷重を以て試験片の変形とみなす
- 塑性変形の基準はSS材の短期許容応力度 $235\text{[N/mm}^2\text{]}$ とする
- 全てのパターンにおいて試験は2回行う



試験結果

無対策

塑性変形発生時荷重: 0.34[kN] ≒ 35[kgf]

補強

塑性変形発生時荷重: 2.44[kN] ≒ 249[kgf]

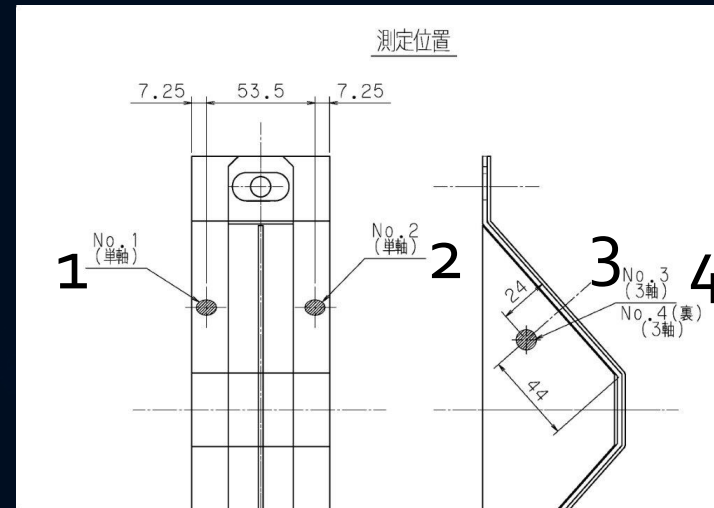
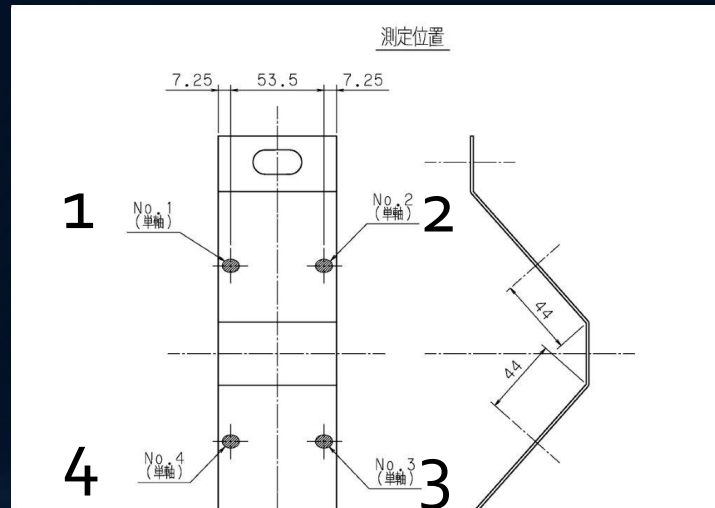


無対策の約6倍

考察

試験結果一覧

条件	塑性変形発生時荷重 [kgf]	塑性変形 計測位置	その他測定位置応力[N/mm ²]					
			σ_1	σ_2	σ_3	σ_4		
無対策	34.68	σ_2	193.84	-	-46.56	-46.46		
補強	248.88 (強度約 620% 向上)	σ_2	100.08	-	max -9.22	min -58.42	max 7.73	min -23.74



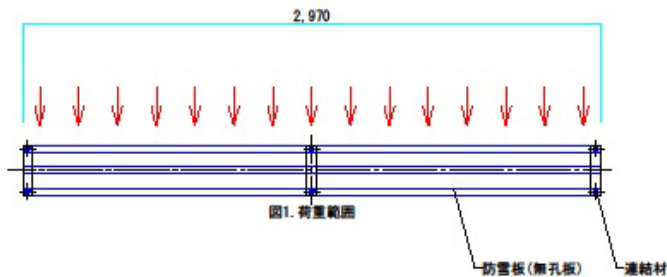
板補強金具のリブPLによる断面の強度向上は確認できたが防雪板測定位置と補強箇所との距離が短い為、3.0mスパンの防雪柵(防雪板)に設置した際の効果は今回の結果を下回る事が予想される

2.強度試験

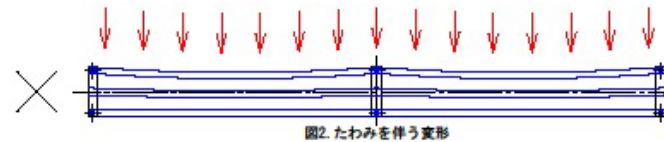
試験概要

前回に引き続き防雪板について補強の有無による強度の比較

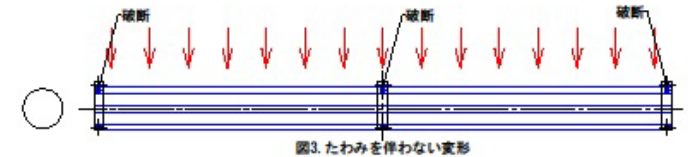
- 前回試験で補強により防雪板の強度が向上することが確認できたが補強した断面のみの比較だった為、より実際の設置状況に近いモデル(3.0mスパン)での強度試験を計画
- 加えて変形の過程として長さ方向のたわみを伴う変形ではなく板全体が同様に断面的な変形を起こすよう計画



荷重方法



たわみを伴う変形



たわみを伴わない変形

試験方法

点押しのように荷重に偏りが発生しないような荷重が必要



防雪板を架台に設置し治具を使用し、板下端部全体を鉛直方向に引張り上げる

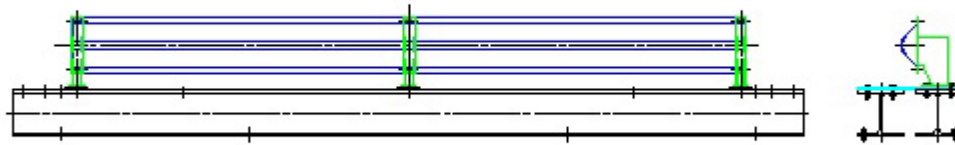
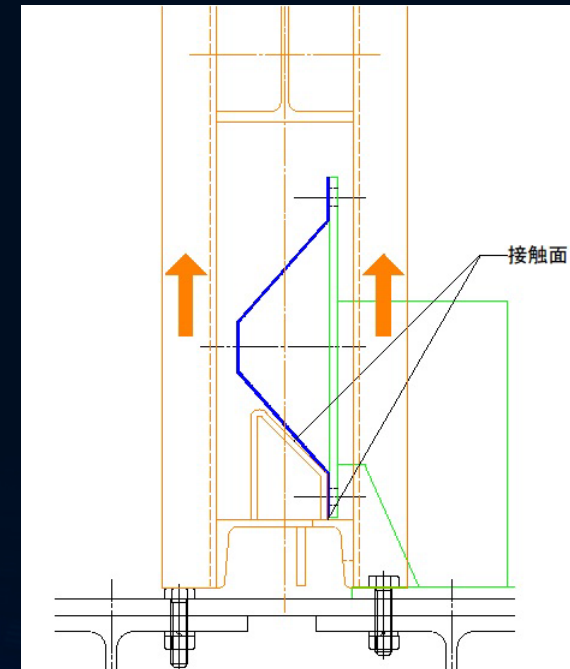
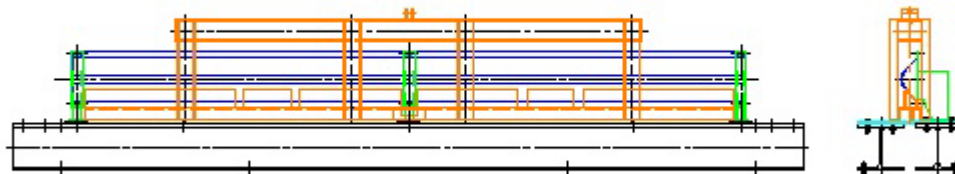


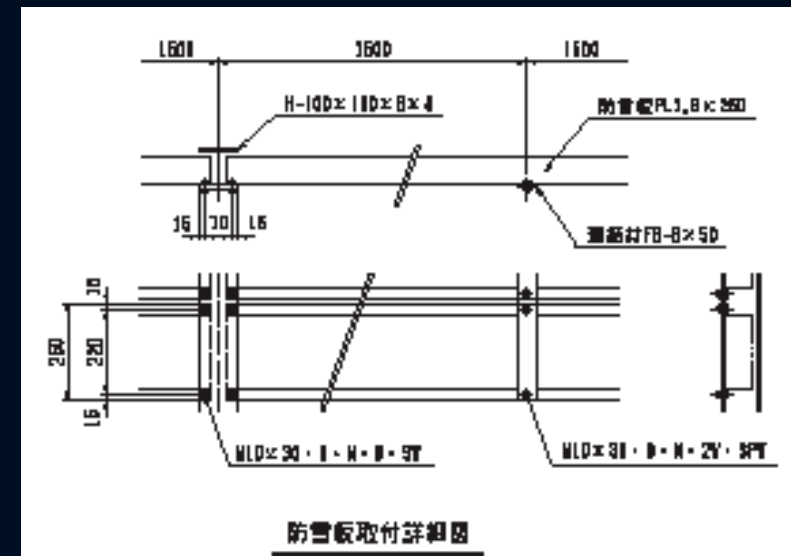
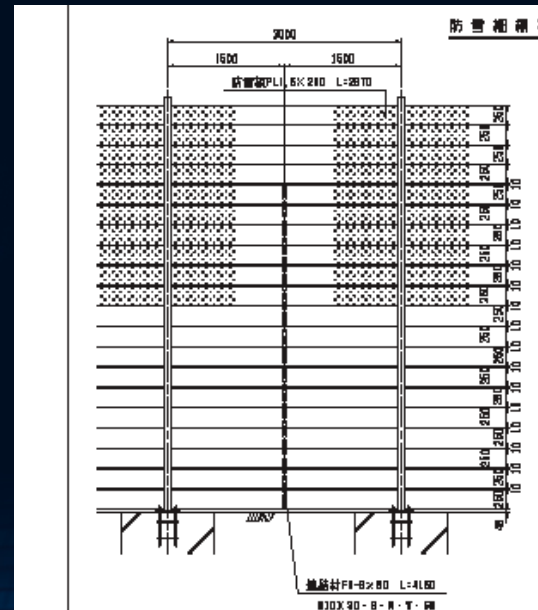
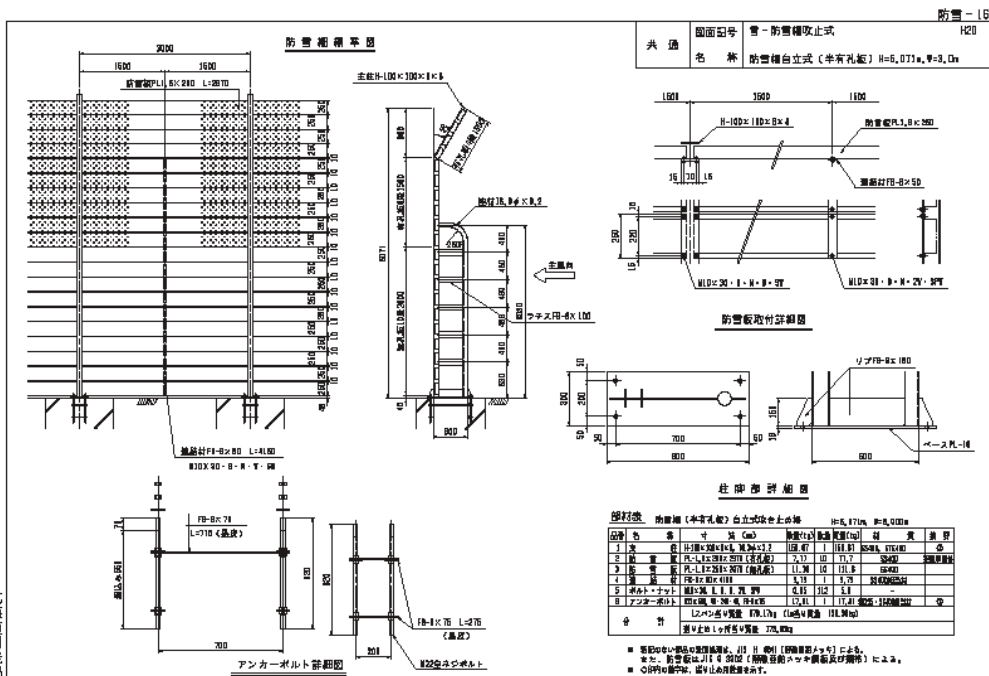
図4. 防雪板-架台固定方法



試験方法詳細①-1

(試験片・補強方法)

本試験では補強の配置による防雪板強度の比較を目的としている為、試験片としてL=2970mmの防雪板(無孔板)について5パターン
 ※従来技術としての連結材は常に設置した状態を想定する

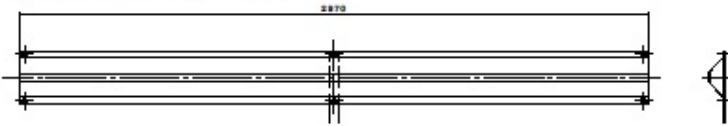


試験方法詳細①

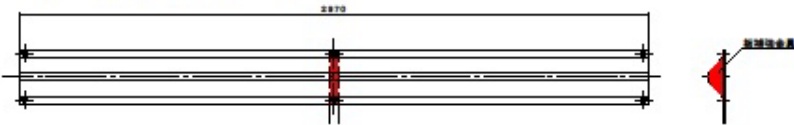
(試験片・補強方法)

無孔板

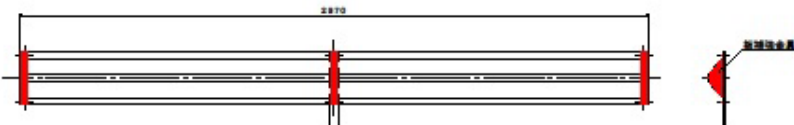
(A) 板補強金具なし (無対策)



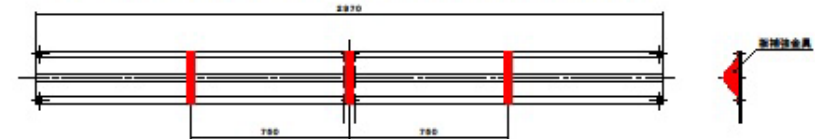
(B) 板補強金具センター1個



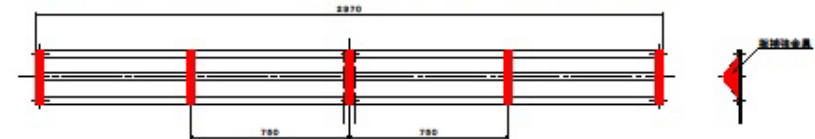
(C) 板補強金具センター1個 + 両端各1個 計3個



(D) 板補強金具センター1個 + 750mmピッチ 両端各なし 計3個



(E) 板補強金具センター1個 + 750mmピッチ + 両端各1個 計5個



試験方法詳細②

(使用機器)

本試験では耐久強度試験機を使用し引張による荷重方法で防雪板を変形させる



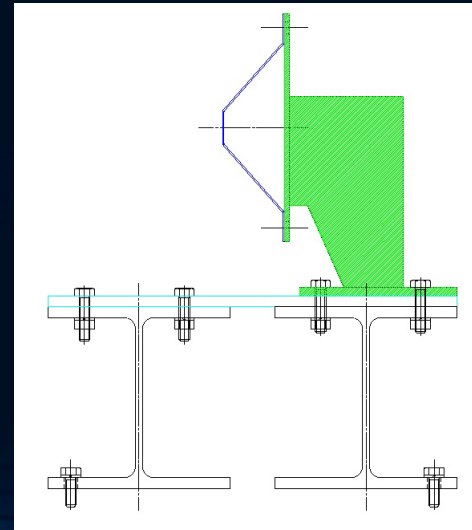
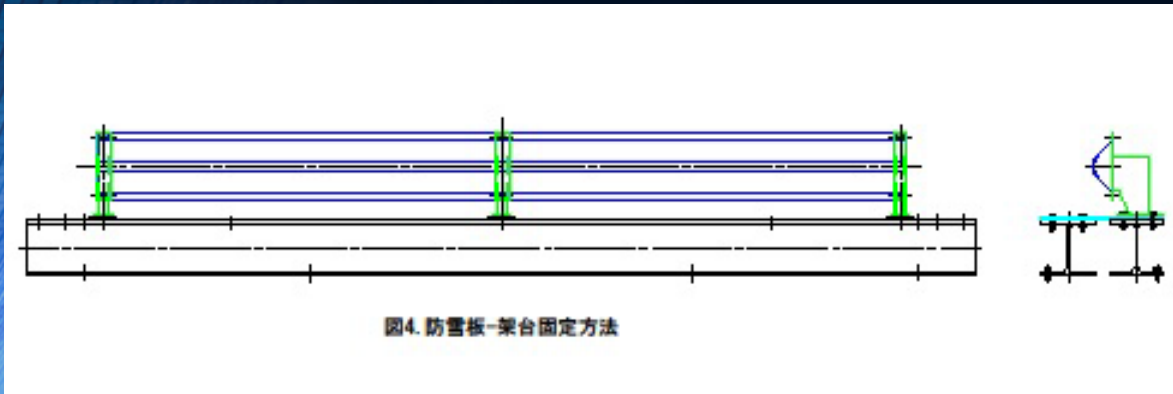
分類	1102:環境試験装置
メーカー	(株)島津製作所
型式	J20KN-100、SERVO CONTROLLER 4830、QF-20B
概要・用途	機械装置に関する強度や耐久性の評価試験
仕様	荷重軸数：2軸（同期制御） 最大試験力：20kN 力発生部ストローク：±100mm 最大応答速度：100Hz 試供体の大きさ：最大1m×1m×1m 1軸単独制御機能：サイン波、三角波、矩形波、 ランダム波、任意波形

試験結果

使用機器最大荷重(2t)を掛けても変形せず比較検討不可能

問題点考察

本来板状の連結材部分の部材にリブ補強を施したことで防雪板本来の強度を上回る状態での荷重試験となってしまったと考えられる。



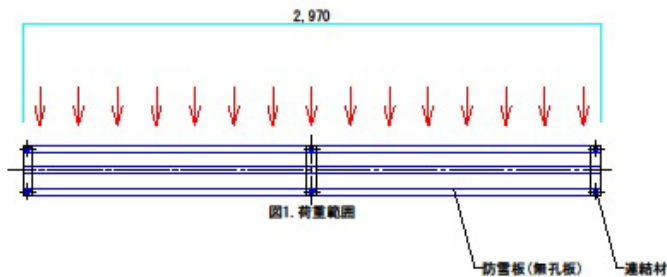
3.強度試験(再試験)

試験概要

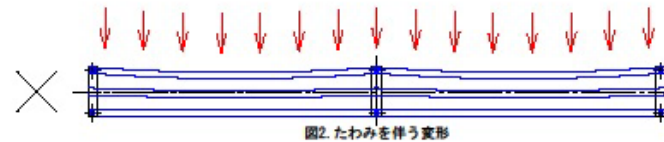
前回のモデル(3.0mスパン)に対し板全体が同様に断面的な変形を起こすような強度試験を計画

※但し、前回試験結果より板全体を均一に変形させることは極めて困難であると判断し多少のたわみ等
伴いながら(スパン方向に)広い範囲で防雪板を変形させる事を目的とする事とした。

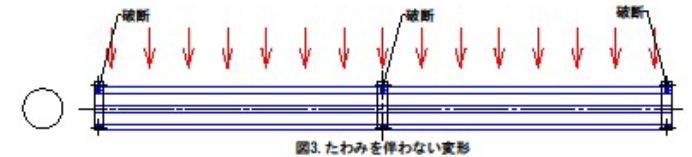
※変形の基準としては防雪板の強度が最も顕著に失われるボルト固定穴部分の破断とする。



荷重方法



たわみを伴う変形



たわみを伴わない変形

試験方法詳細①

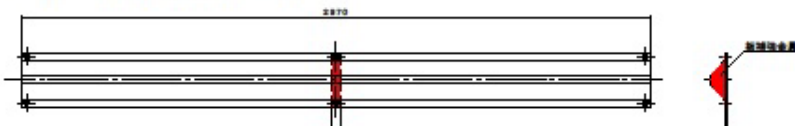
(試験片・補強方法)

無孔板

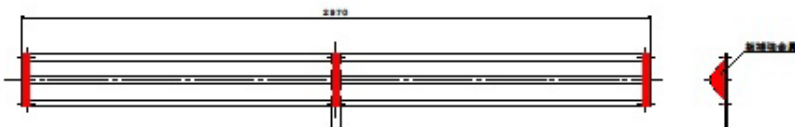
(A) 板補強金具なし (無対策)



(B) 板補強金具センター1個



(C) 板補強金具センター1個 + 両端各1個 計3個



(D) 板補強金具センター1個 + 750mmピッチ 両端各なし 計3個



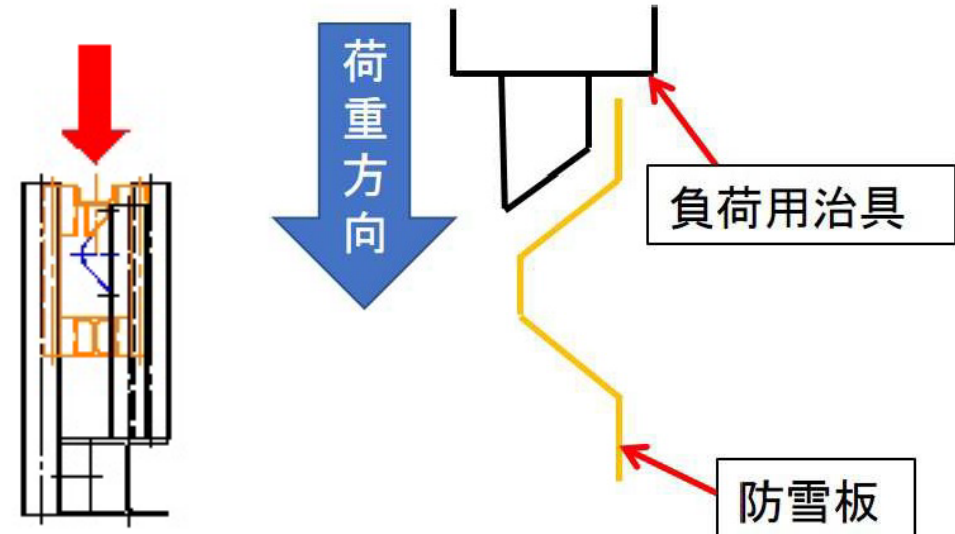
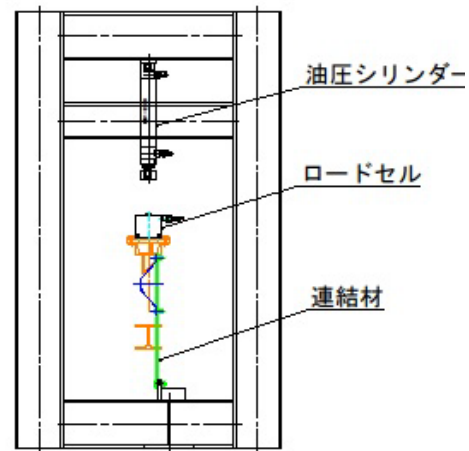
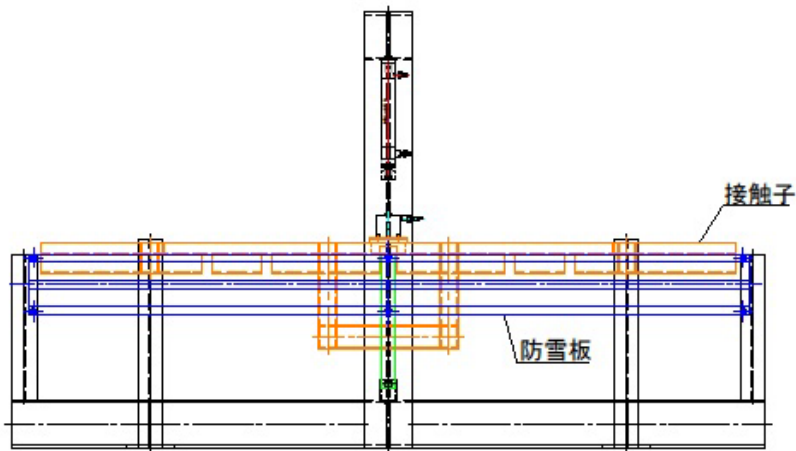
(E) 板補強金具センター1個 + 750mmピッチ + 両端各1個 計5個



試験方法詳細②

(使用機器)

- 本試験では前回より大きな荷重(圧縮・最大10t)の負荷が可能な試験機を自社で製作・使用
- 変形の基準は防雪板ボルト固定穴の破断とし、その際の荷重をロードセルで測定する



試験結果

板補強金具を設置した全てのパターンで
無対策に比べ強度の向上を確認

防雪板強度試験結果一覧表

OF高さ:オーバーフロー(埋没高さ)[m]

※OF高さ[m]については柵高4.0~5.0mとして

パターン	破断荷重 平均値 [tf]	対無対策 (荷重) [tf]	対 無対策比
A	1.362	-	-
B	1.586	+ 0.223	16% 向上
C	1.924	+ 0.562	41% 向上
D	1.771	+ 0.408	30% 向上
E	1.969	+ 0.607	45% 向上

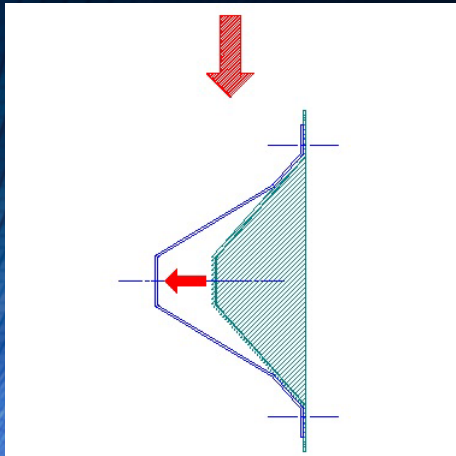
補強材3個以上使用で強度30%以上の向上を確認

考察

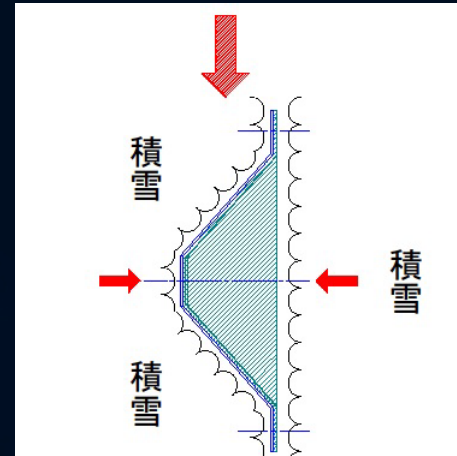
【設置条件の相違】

- ・試験での設置状況
防雪板厚み方向の自由度が高く、板と補強金具が剥離が起こりやすい
- ・実際の設置状況
防雪板が沈降荷重を受ける状況下では柵前後にも雪が堆積しており、板厚み方向の自由度が低く、板と補強材の剥離は起こりにくいと考えられる

試験時設置状況



実際の設置状況



実際の設置状況ではより大きい荷重に耐えられる可能性も考えられる

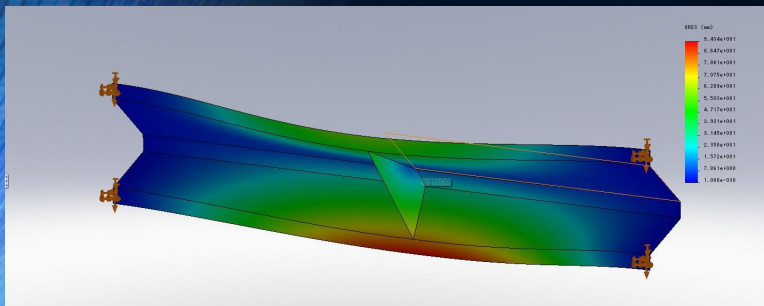
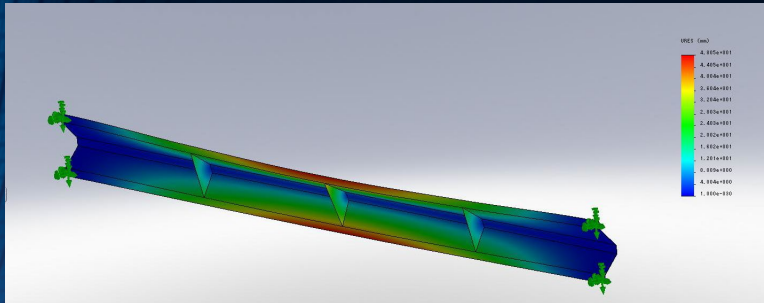
今後の方針

- より現実の設置状況に近い荷重方法での試験
- 試験結果と有限要素解析結果の対比
- フィールド試験による効果実証
- 製品改良も視野に入れた検討

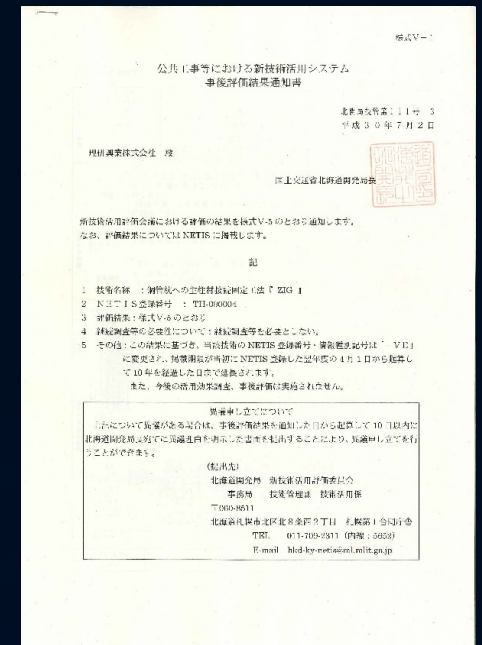


目標

積雪による防雪板破損対策の確立
及び
NETIS登録



NETIS 新技術情報提供システム
New Technology Information System



理研興業株式会社

【本社】

〒047-0261 北海道小樽市銭函3丁目263番地7
(同、社屋内：雪氷技術研究所)
TEL：(0134) 62-0033(代) FAX：(0134) 62-0088
URL：<http://www.riken-kogyo.co.jp/>
E-mail：info@riken-kogyo.co.jp

【東北営業所】

〒030-0862 青森県青森市古川1丁目10番13号AQUA古川1丁目ビル2階
TEL：(017) 735-1888(代) FAX：(017) 735-2511
E-mail：rk-tohoku@rapid.ocn.ne.jp



理研興業の
Youtubeチャンネルへ
リンクします。



理研興業の
ホームページへ
リンクします。