

後施工可能 道路情報板等の積雪落下対策、つらら防止に効果的な融雪シート

加藤隆之*2 佐藤元彦*1 森内 龍*1 内田博志*2

1. はじめに

北陸地区や岐阜県山間部等降雪地域において、積雪やつららの落下防止対策は重要な課題であり、中日本高速道路株式会社をはじめ同グループ会社内で様々な検討がされている。道路情報板は本線上に設置されており、落雪等が発生すると交通流の妨げとなるだけでなく、通行車両の安全が脅かされる事態が想定される。また、サービスエリア内では、建物や構築物周囲における落雪やつらら落下による通行人の安全確保が必要とである。

今回高速道路上の安全対策として、軽量で可とう性に優れ、効率的に融雪が期待できる後付可能なヒーターシートを開発し、高速道路情報板屋根に施工を行った。本論文では、その概要、試験結果、今後の方向性を報告する。

写真1は、危険性の高いつららの一例である。真下が、通路等をなす場合、非常に危険な状況と言える。建屋周囲の対策においても、のちほど紹介する。



写真1 危険度が高いつららの状況例

2. 製品及び施工概要

2.1 カーボンナノヒーター仕様（標準仕様 写真-2）

- ①大きさ 電極巾69cm、シート長1500mm×950mm
- ②対応電圧100V（図-1）
- ③電気容量 260W
- ④ヒーター温度 外気温+15℃

2.2 主な特徴

- ①導電繊維質面状発熱で即効性がある。
- ②穴が開く等不良が出て一部機能不全のみである。
- ③柔らかく、軽いので施工が容易である。（3kg/m²）
- ④均一発熱が可能である。（図-2）

従来のニクロム線では、均一発熱・低ワットのシート製作は技術的に難しい。

⑤カーボンナノヒーターの優位領域

融雪シートにおいては、図-3の通り高温での発熱は必要なく50℃以下の低温度領域（700W以下）において効率的に運用できる。

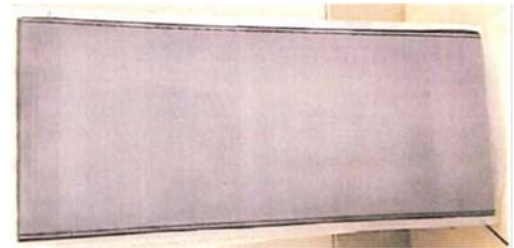


写真2 カーボンナノヒーター

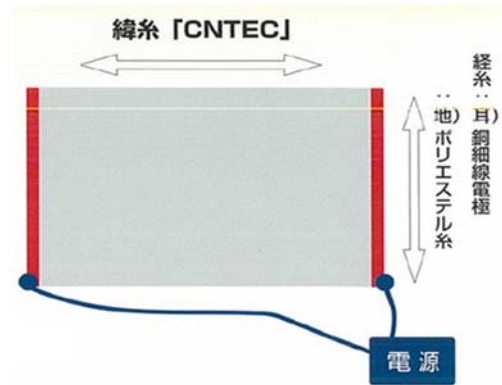


図1 通電イメージ図

（緯糸1本1本に通電し、発熱する。）

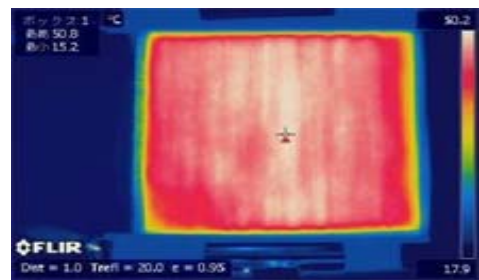


図2 均一発熱赤外線写真（発熱試験）

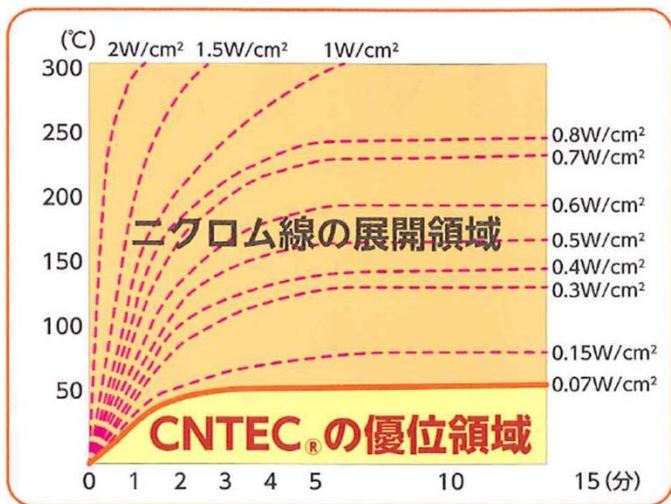


図3 カーボンナノヒーター (CNTEC) の優位領域

2.3 施工概要

高速道路における情報板の雪割り屋根内部にヒーターを設置した。(赤枠部分 図4)

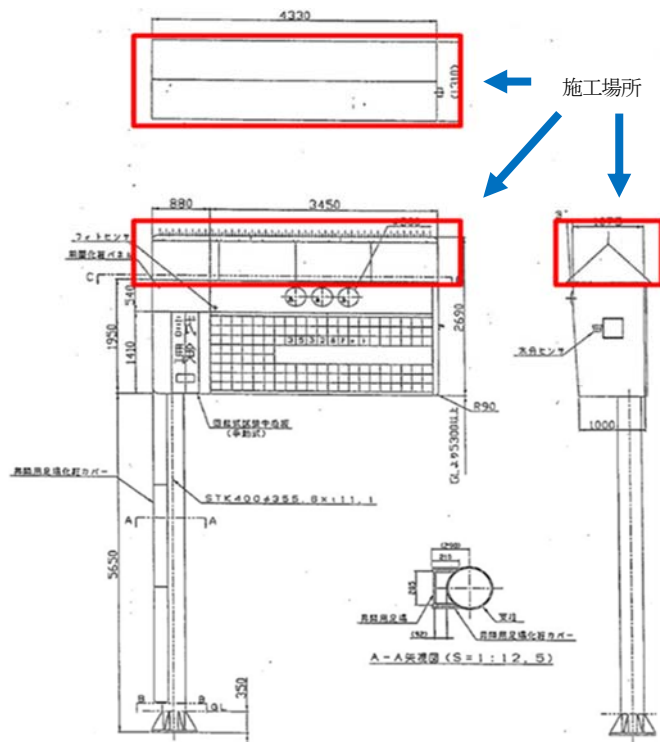


図4 道路情報板外形

3. ヒーター実力検証

ヒーターの実力の検証(両面放熱タイプ、片面放熱タイプ)を行うため、恒温恒湿試験(準備試験)を実施した。

予め試験ルームにて①～⑦の条件分けをし、表面温度データを測定した。

■条件① 環境温度-20℃、電力制限は無し、連続運転する場合を想定

外気温-20℃ 両面放熱 3.9A、片面放熱 4.3A

結果①：両面放熱、片面放熱のどちらでも表面温度は0℃以上となり、融雪効果が期待できる。8分後にすべての状態で0℃を上回り 15分後に表面温度が4～15℃となった。

■条件② 環境温度-20℃ 3A制限の電流制限あり、シート枚数は4枚/三角屋根片面、0.5秒間隔/三角屋根片面でON/OFFを繰り返す場合を想定

外気温-20℃ 両面放熱 0.75A、片面放熱 0.75A

結果②：片面断熱の放熱側に若干の効果が見られたが、あまり効果的ではない。

■条件③ 環境温度-20℃ 5A制限の電流制限あり、シート枚数は4枚/三角屋根片面、0.5秒間隔/三角屋根片面でON/OFFを繰り返す場合を想定

外気温-20℃ 両面放熱 1.2A、片面放熱 1.2A

結果③：片面断熱の放熱側に若干の効果が見られたが、あまり効果的ではない。

■条件④ 環境温度-20℃ 5A制限の電流制限あり、シート枚数は4枚/三角屋根片面、2秒間隔/三角屋根片面でON/OFFを繰り返す場合を想定

外気温-20℃ 両面放熱 1.2A、片面放熱 1.2A

結果④：あまり効果が見られなかった。

■条件⑤ 環境温度-20℃ 5A制限の電流制限あり、シート枚数は4枚/三角屋根片面、5秒間隔/三角屋根片面でON/OFFを繰り返す場合を想定

外気温-20℃ 両面放熱 1.2A、片面放熱 1.2A

結果⑤：あまり効果が見られなかった。

■条件⑥ 環境温度-15℃ 5A制限の電流制限あり、シート枚数は4枚/三角屋根片面、連続運転を想定

外気温-15℃ 片面放熱 1.2A

結果⑥：効果は見られたが、表面温度が上がるまで時間がかかる。

■条件⑦ 環境温度-15℃ 5A制限の電流制限あり、シート枚数は3枚/三角屋根片面、連続運転を想定

外気温-15℃ 片面放熱1.6A

結果⑦：片面断熱の放熱側に10分後効果が見られた。

○結果

電力制限がない場合、-20℃の環境下でも断熱仕様及び片面断熱仕様どちらも表面温度は0℃以上となり融雪効果が期待できるが、表面温度の上昇スピードで比べた場合は片面断熱仕様の方が、上昇スピードが早く、より効率の良いシート仕様だと考えられる。測定データから片面放熱(試験サンプル)の場合は、-15℃の環境下で1.6A/シート1枚以上の能力が必要となると判断できる。

ただし、現実的には現場付近の気温が-10℃以下になる事は想定しづらく、降雪しやすいと言われる0℃付近の環境下であれば、片面放熱のシートを使用する事で融雪できると考えられる。

したがって、片面放熱仕様のシートを使用し、制限された電力条件の中で本試験を行い、経過を観察することとした。

4. 本設置

4.1 設置品

1) ヒーター仕様

①カーボンヒーター+ラミシート(片面断熱仕様)

合計8枚(片側4枚)

②外形寸法 780mm×約950mm

③電気仕様

電圧100V 電流2.6A 電力260W(±10%)

(環境条件：温度52℃(±10%)周囲温度28℃)

④取付材料

情報板屋根とヒーターの接着にはブチルテープを使用

2) 制御盤仕様

外形寸法 400mm×427mm 合計1台

4.2 施工条件

ヒーターに使用できる電気容量は3Aとし、情報板三角屋根の片面に4枚(合計8枚)設置するものとした。

ヒーター仕様は準備試験でより効果のあった片面放熱仕様を使用した。

制御方法は、三角屋根の片面側の各ヒーターに0.5秒間隔(0.75A)で交互に流す。

融雪効果が見られない場合は、情報板の電気容量を5Aに変更するように段階的に実施する事とした。



写真3 ヒーター設置前道路情報板 (ヒーター設置前) 東海北陸自動車道 上小鳥TN情報板 (岐阜県高山市)



写真4 設置状況 (屋根内部)

5. 経過状況

*最低気温、最大風速は気象庁HP

(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)

「岐阜県飛騨市河合町」から抜粋。

■経過① 2015年1月20日

*参考：最低気温-8.7℃、最大風速4.6m/s



写真5 設置状況 上小鳥TN上り線

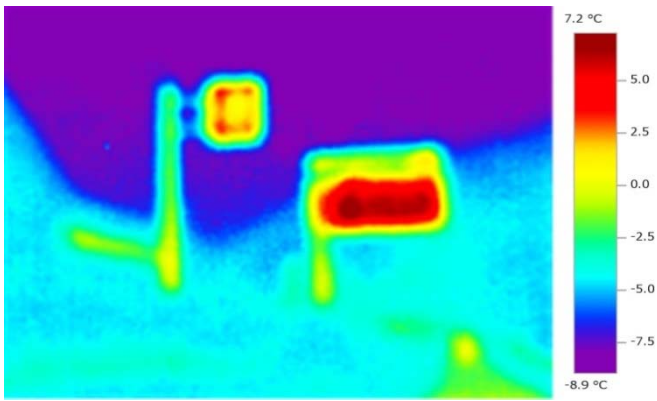


写真6 赤外線写真

■経過② 2015年3月12日

*参考 最低気温-2.7°C、最大風速3.8m/s



写真7 設置状況 上小島TN上り線

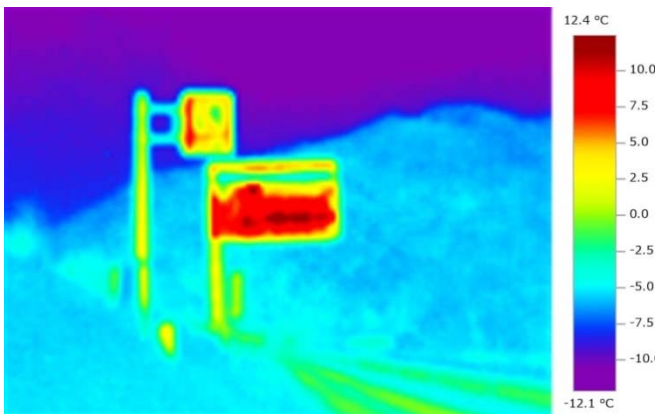


写真8 赤外線写真

経過①、経過②とも、情報板上部の積雪は少なめであり、ヒーターの効果があったと考えられる。また、電流制限が無ければ、準備試験データ上に融雪可能と思慮される。電気容量を5Aに変更する試行は天候の関係上実施できなかった。

6. その他の設置状況

6.1 広域情報板（ワイド型）屋根への設置



写真9 広域情報板
北陸自動車道 小矢部市

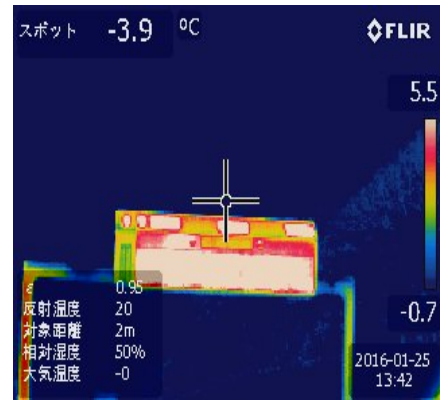


写真10 広域情報板 赤外線写真

2015年初冬に設置したが、当年は記録的な小雪であった。ゆえに、今年度の結果で評価される予定である。また、赤外線による調査では5°C程度の発熱が確認できる。（外気温-3.9°C）

6.2 足元融雪マット

足元融雪マットのコーティングは、滑りにくいゴム製で仕上げたものを使用し、効果が確認できた。



写真11 足元融雪マット



写真12 足元マット使用例（スロープ）

6.4 非常電話への階段（道路本線路肩）

階段及び、非常電話前にヒーターマットを設置し降雪時に備えた。



写真15 東海北陸道 非常電話設置状況（富山市）
降雪前

6.3 屋根融雪

ヒーター設置前は、上屋周囲で、落雪、つららの落下による危険があった。



写真13 ヒーター無し
北陸自動車道 南条SA駐車场上屋

ヒーター設置後は、つららは確認できず、上屋周囲は安全な状況であると言える。



写真14 ヒーター有り
北陸自動車道 南条SA駐車场上屋

ヒーターマットを設置した階段、及び非常電話前は融雪されており、効果が確認できた。



写真16 東海北陸道 非常電話設置状況（富山市）
降雪時

7. 今後の設置予定

2015年に設置した東海北陸自動車道 上小鳥TN上り線の道路情報板につづき、下り線の道路情報板にも設置し対策を強化する予定である。さらに、北陸自動車道 南条SAにおいては、設置範囲を拡大し周囲の環境良化に配慮する予定である。また、サービスエリアやパーキングエリアのトイレ建屋付近の融雪マット設置を進めたいと考えている。

【今後の設置予定】

- ①上小鳥TN上り道路情報板
- ②南条SA 上下線 上屋周辺
- ③サービスエリア内通路（未定）



写真 17 今年度ヒーター設置予定道路情報板
東海北陸自動車道 上小鳥TN 下り情報板

8. 課題

今後は、電気容量が制限される箇所へ対処する工夫が必要である。具体的には、繊維へのカーボン付着量を抑え、発熱効率を向上させる取り組みを考えている。

電圧は、100V仕様を中心に各方面展開中であるが、200V仕様も標準品としたい。

非常電話階段に設置したヒーターは、効果が見られたが、周囲に積雪が多く、階段まで辿り着くまでが難しい状態となっていたことから、ピンポイントで使用のケースでは周囲環境の管理も合わせて必要である。

素材の面としては、断熱材の有効利用による発熱効率良化が図られると考慮される。

9. まとめ

高速道路空間の安全・安心・快適化は、道路管理業務における最も優先すべき事項である。今回の試行の結果、冬季高速道路の大きな課題となる雪害に対し、軽量で可とう性に優れ、効率的に融雪が可能となるカーボンナノヒーターは大きく期待できる。

後付可能であるヒーターシートの開発及び改良は、高速道路の施設保全を担う一員として、今まで培われた維持管理ノウハウを活用し、今後も環境に配慮しつつ、効率的・効果的な維持管理が可能となる製品の開発を推進していくために今後も必要不可欠である。