

透明ヒーターを活用したWEBカメラ着雪対策の実地検証報告

森 雅則*1, 大廣 智則*1, 小林 智宏*2

1. はじめに

高速道路沿線上には、インターチェンジの代表地点や気象の変化点等にCCTV設備が設置されている。CCTV設備は、本線の交通状況や気象状況などをリアルタイムに把握することができる重要な設備である。

CCTV設備には、一体型回転カメラとネットワークカメラ（WEBカメラ）がある。WEBカメラは、冬期間吹雪等で着雪し常時監視することが困難になる事象が発生していた。

（写真-1）

WEBカメラに着雪対策を実施するには、透明なカバー面が曲面型のためワイパー等を設置できず対策が困難であった。

本稿では、透明ヒーターを用いたWEBカメラの着雪対策の検討および実地検証を行ったので報告する。



写真-1 着雪状況

2. 透明ヒーター

2.1 透明ヒーターの原理

図-1に透明ヒーターの原理を示す。抵抗に電圧を加えることにより電流が発生する。電流は、電圧に比例し、抵抗に反比例する。いわゆるオームの法則である。また、抵抗に電流が発生した際、熱が生じる。その熱を利用したのがヒーターである。（a）

透明ヒーターは、対象面に真空にて透明導電膜を成膜し、その両端に一对の電極を形成する。電極間に電気を流すことにより熱を発生させる。（b）

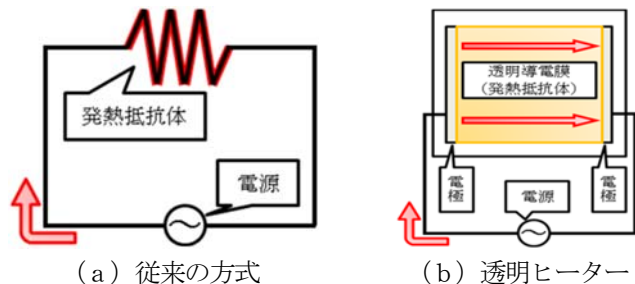


図-1 透明ヒーターの原理

2.2 透明導電膜の成膜

写真-2にカメラカバーへの成膜の有無を示す。Aが成膜無、Bが成膜有である。人の目では、成膜の有無を判断出来ないほど、透明度が高いことが確認できる。



(A) 成膜無 (B) 成膜有
写真-2 WEBカメラカバーへの成膜の有無

3. WEBカメラカバーへの透明ヒーターの成膜

WEBカメラカバー曲面全体に透明導電膜を成膜した。図-2に透明ヒーターを成膜する際の問題点を示す。平面で電極間の距離が均一であれば温度もほぼ均一になるが、WEBカメラは曲面のため、電極間の距離に違いが生じ、温度が均一にならない。

このため、温度制御が難しく、急激な温度上昇によりホットスポットが発生し導電膜が破損してしまうことがわかった。

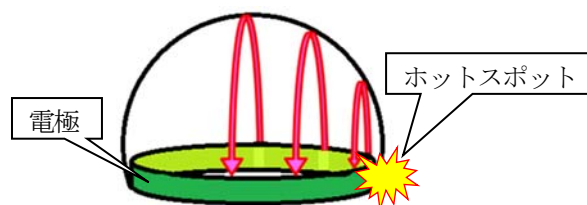


図-2 透明ヒーターを成膜する際の問題点

4. 実地検証手法および条件

4.1 WEBカメラカバーへの成膜方法

WEBカメラカバーへの成膜は、前章での問題点を改善するため、以下の2種類の方法で行った。

(1) 全面ヒーター

図-3に全面ヒーターを示す。全面ヒーターは、電極をドームの淵に沿って成形し、ドーム全面に成膜を行った。図の黄色の部分

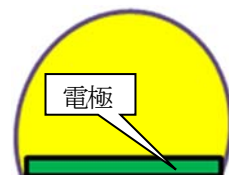


図-3 全面ヒーター

*1 株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道, *2 ジオマテック株式会社

導電膜のホットスポットを抑制するため、きめ細やかな制御が可能なPID制御（ON・OFFの連続制御）を採用し、専用の制御装置を作成した。ホットスポットが発生する可能性が高い箇所の表面温度で制御を行い、急激な温度上昇を抑え、ホットスポット発生を抑制する方法である。

(2) 帯状ヒーター

図-4に帯状ヒーターを示す。帯状ヒーターは、電極をカバーに対して直角に成形し、電極に沿って透明ヒーターを帯状に成膜したものである。図の黄色に着色した部分が成膜部分である。帯状ヒーターは、電極間の距離差を減少し、急激な温度上昇を抑え、ホットスポットの発生を抑制する。

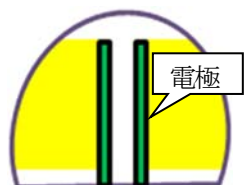


図-4 帯状ヒーター

本手法は、クラックの発生を抑制することができ、サーモスタットでの制御が可能となる。サーモスタットは、PID制御のような大掛かりな制御装置が不要であり、省スペースで設置も容易である。

4. 2 実地検証箇所および期間

実地検証場所を図-5に示す。北海道の札幌市から高速で北に進んだ江別東インターチェンジから岩見沢インターチェンジ間にある栗沢バスストップにて行った。栗沢バスストップの主風向は、年によりバラつきがあるが、おおむね北西風である。また、降雪量が多く風が強い地域である。

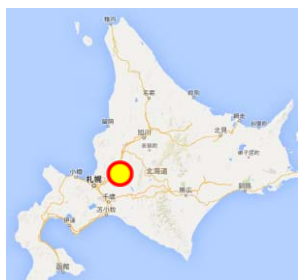


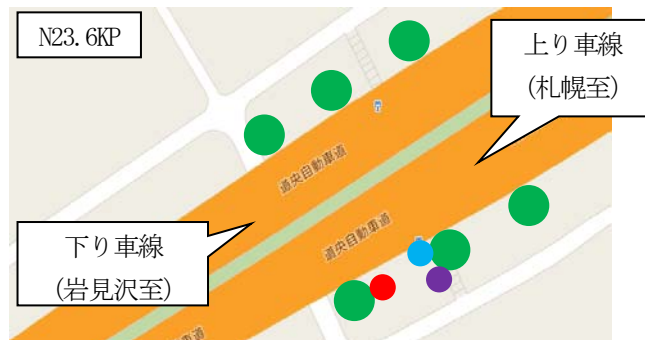
図-5 実地検証場所

期間は、2016年1月22日から3月25日である。

4. 3 検証方法

検証には、遠隔WEBカメラを用いて静止画像を1分間隔でWEBサーバーに保存した。本装置は、遠隔でインターネットからリアルタイムにモニタリングが可能で、カメラの向きおよびズームの変更が可能である。本装置を検証に用いることにより、遠隔から着雪状況をモニタリングでき、過去の画像と比較することができる。

図-6にWEBカメラの配置図を示す。栗沢バスストップにある道路照明ポールにWEBカメラを3台設置した。3台それぞれに全面ヒーターを取り付けたものと帯状ヒーターを取り付けたもの、無対策なものとした。また、WEBカメラ内部に温度ロガーを設置した。



●：道路照明、●：全面ヒーター付カメラ、●：帯状ヒーター付カメラ、●：無対策カメラ

図-6 WEBカメラの配置図

5. 検証結果

(1) 全面ヒーター検証結果

写真-3にWEBカメラ内部からの映像を示す。設置当初は、温度上昇が見られ融雪していたが、その後、着雪が確認された。



写真-3 着雪状況

写真-4に導電膜のクラック状況を示す。設置後成膜した導電膜にクラックが入ってしまい、ヒーター機能が動作せず、着雪したことを確認した。



写真-4 導電膜のクラック状況

(2) 帯状ヒーター検証結果

表-1に1月28日の着雪状況を示す。

表-1 1月28日の着雪状況比較表

	①12:54	②14:57	③15:16
着雪対策有			
着雪対策無			

①12:54 時点では設置後ヒーター温度が上昇し融雪していたが、②14:57 時点では風雪が強くなると着雪した。しかし、着雪後20分経過する風雪が弱まり③15:16 時点で

は、融雪した。つまり、着雪対策効果は得られているが、ヒーターの容量が足りないことが確認できた。

6. 帯状ヒーターの改良および検証結果

6. 1 帯状ヒーターの改良案

前章の経緯を受け、帯状ヒーターを改良した。

図-7に改良した帯状ヒーターを示す。着雪対策効果を高めるため、ヒーターの出力を18.3Wから35.3Wに変更した。また、成膜の高さを10mm程度大きくし、無対策箇所を小さくした。

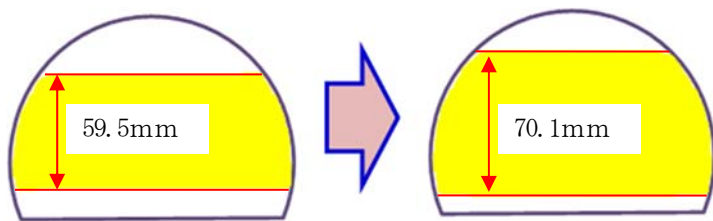


図-7 改良した帯状ヒーター

6. 2 検証結果

設置後ヒーター温度が上昇し、着雪対策効果が得られていることを確認した。風雪が強い状況であっても、着雪した雪がすぐに水滴になり融雪した。しかし、ヒーターにより溶けた雪がドーム下部に垂れ下がり、凍って氷柱になってしまう事象が発生した。(写真-5)

これは、帯状ヒーターがドーム下部にまで成膜していないため、溶けた雪が落ちる前に凍ってしまったためである。

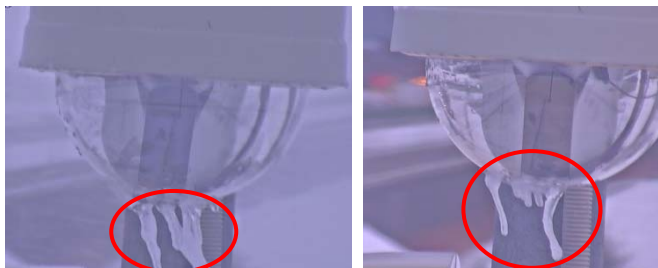


写真-5 氷柱発生状況

7. まとめ

透明ヒーターを用いたWEBカメラの着雪対策の検討および実地検証を行った結果を以下に要約する。

- (1) 全面ヒーターは、制御装置を設けてもクラックが入り機能上問題があった。
- (2) 帯状ヒーターは、風雪が強い状態だと着雪していた。
- (3) 改良した帯状ヒーターは、風雪が強い状況であっても着雪対策効果が得られたが、氷柱が発生する問題が発生した。

以上のことから、氷柱が発生する問題はあるが、改良した帯状ヒーターはWEBカメラの着雪対策として、有効であると考えられる。

8. 今後の予定

前章で述べた氷柱が発生する問題を改善するために、検討を行った。氷柱を発生させないためには、前章で述べた全面ヒーターのようにカバー下部にまで透明導電膜を成膜する必要がある。しかし、前述したとおり全面に透明導電膜を成膜するとクラックが入り、ヒーターとして動作しない。

そこで、電極を円弧上に成形し、側面部に切り欠きを入れて電極間の距離の均一化を図った。改良案の温度分布図を図-8に示す。温度分布図で確認できるように、温度差がほとんどない。電極の成形方法を変更し、電極間の距離を均一にすれば、安定したヒーター効果が得られ、着雪対策に有効と考えられる。

今年度、改良案にて実地検証を行う予定である。昨年度実地検証を行った栗沢バスストップに加えて、より降雪量および風雪が強く環境が厳しい旭川方面でも着雪対策効果の有効性を検証する予定である。

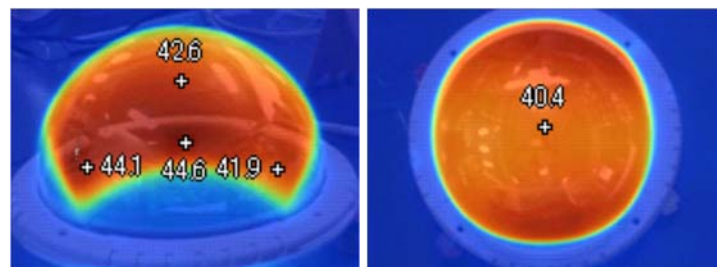


図-8 改良案温度分布図