

透明導電膜によるWEBカメラ着雪対策カバーの開発

Development of the WEB camera cover for snow accretion countermeasure by transparent conductive film

大廣智則（株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道）

森雅則（株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道）

小林智宏（ジオマテック株式会社）

萩原亨（北海道大学大学院工学研究院）

Tomonori Ohiro, Masanori Mori, Tomohiro Kobayashi, Toru Hagiwara

1. はじめに

CCTV 設備は、高速道路のインターチェンジの代表地点や気象の変化点等に設置されており、高速道路本線の道路状況・交通状況・気象状況などをリアルタイムに把握することができ、道路管理に使用されている重要な設備である。CCTV 設備は大きく大別して ITV カメラと WEB カメラがある。従来は ITV カメラが主流であった。近年は安価な WEB カメラが普及している。

冬期間、WEB カメラは、吹雪などで WEB カメラカバーに着雪し道路画像が常時閲覧できない状態が発生していた。これまで、WEB カメラに着雪対策を実施するには、WEB カメラカバーが透明で曲面のため電熱線などの加工が困難であり効果的な対策方法が無かった。そこで、透明導電膜を曲面に加工する手法を試みた。しかし、単純に曲面に透明導電膜を貼り付けたのでは電極間の距離が異なりホットスポットが発生することが分かった。既往の研究では、温度差が 20℃以上ある場合に成膜が破損した。

本研究では、ホットスポットを抑制し視認領域を確保するため、透明導電膜表面の温度差が 10℃以内となる WEB カメラカバーの電極および透明導電膜の成膜形状を明らかにし、透明導電膜型 WEB カメラ着雪対策カバーを開発することを目的とする。

2. 実験方法

2. 1 WEBカメラ着雪対策方法

(1) 透明ヒーター

WEB カメラの着雪対策方法は、透明ヒーターを活用した。従来のヒーターは発熱抵抗体に電気を流した際に発生する熱を利用するものである。図 1 に透明ヒーターの原理を示す。透明ヒーターは、真空状態で成膜した透明導電膜の両側に一對の電極を形成し、その電極間に電気を流した際に発生する熱を利用するものである。一般的には、太陽光電池や TFT 液晶、スマートホンなどに使用される静電容量タッチパネルなどに使用されている。WEB カメラ着雪対策として使用した透明ヒーターは、膜厚が薄く抵抗値が高いものである。特徴として、透過率が高く視認性が良い。消費電力・使用電圧に合わせて制作が可能である。

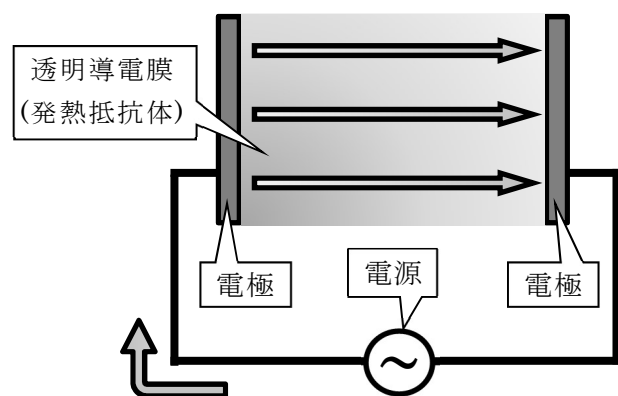


図 1 透明ヒーターの原理

(2) 既存の対策

平面の透明ヒーターは電極間の距離が一定であり、温度はほぼ一定となる。WEB カメラに使用する透明ヒーターは曲面のため、電極間の距離に違いが生じ温度が一定にならない。図 2 に WEB カメラカバーへの成膜の課題を示す。試験的に通電した結果、ホットスポットにより透明導電膜にクラックが発生し、発熱機能が破損した。また、きめ細やかな ON/OFF 制御が可能な PID 制御（フィードバック制御）について試みた。しかし、ヒーター全体ではなく、スポット的に急激に温度上昇したことにより母材が耐えられずに破損した。

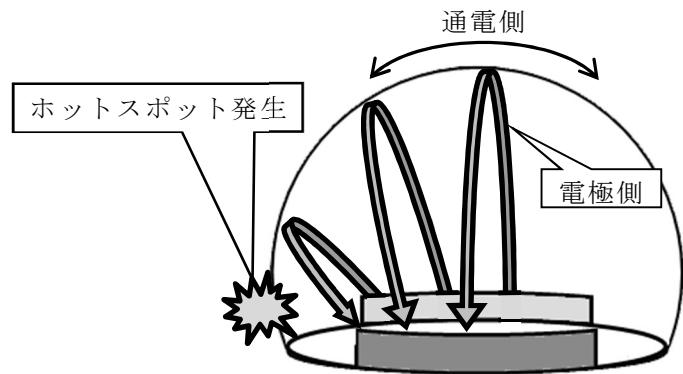


図 2 WEB カメラカバーへの成膜の課題

透明導電膜にクラックが発生し、発熱機能が破損した。また、きめ細やかな ON/OFF 制御が可能な PID 制御（フィードバック制御）について試みた。しかし、ヒーター全体ではなく、スポット的に急激に温度上昇したことにより母材が耐えられずに破損した。

2. 2 透明導電膜のWEB カメラカバーへの成膜方法

使用した WEB カメラのカバーは材質がポリカーボネートの透明なものである。高さは 91mm、曲率半径は 95mm である。透明導電膜の WEB カメラカバーへの成膜は、一对の向かい合う電極側と、一对の電極が向かい合う方向とは異なる方向に通電側がある（図 2）。表 1 に 5 つの対策案を示す。対策案 1 は、電極間の距離を均一とするため、電極を円弧状にしてその高さを 85mm とした。対策案 1 は視認領域が狭いため、実用上問題がある。対策案 2 は電極を円弧状にした影響を確かめるため、高さを 35 mm にした。対策案 3 は、電極側と通電側の影響を確かめるため、電極を直線にして通電側に高さ 20 mm から 40 mm のアーチ状の非通電部を設けた。対策案 4 は電極が直線状の方が作りやすいため電極を三角形状とし、電極の高さを 40 mm にした。対策案 5 は電極を円弧状にしてその高さを 36 mm とし、通電側に高さ 36 mm の円弧状の非通電部を設けた。

2. 3 実験方法

透明ヒーターの成膜は、最低気温が -30℃ でも氷点下を下回らないように、 Δt （温度差）が +30℃ となるように設定した。表 2 に透明ヒーターの仕様を示す。消費電力を約 30W 程度とするために抵抗値を設定している。

2016 年 8 月 9 日に案 1～3 の、7 月 20 日に案 4 の、8 月 30 日に案 5 の室内通電試験を行った。室内通電試験は、通電してから 30 分経過後の表面温度を赤外線カメラで撮影した。撮影した赤外線カメラ画像から、ホットスポットの有無を確認した。また、電極側と通電側で、頂点付近、電極付近、底面付近の両端のそれぞれの温度を算出した。温度を算出したのは 8 点である。なお、対策案 1 だけは、電極付近の測定は他の対策案と同様の位置（非通電部）で測定した。また、通電側の測定は頂点付近の両端と底面付近の両端で測定した。実験時の室内の温度は 27℃ と同一にした。

3. 実験結果

表 3 に室内通電試験結果を示す。表 4 に室内通電試験結果のまとめを示す。周囲と比べて 20℃ 以上温度が高い値を示す地点をホットスポットと定義すると、ホットスポットが発生したのは、対策案 2 と対策案 3 であった。対策案 1 は、電極側の頂点付近と電極付近の温度差が大きかった。対策案 2 と対策案 3 は、電極側、通電側ともに底

表 1 5つの対策案

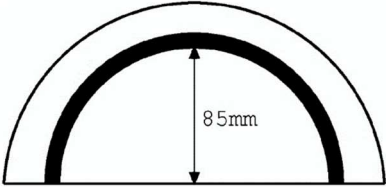
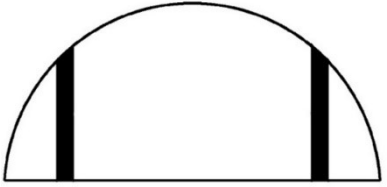
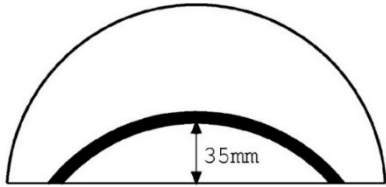
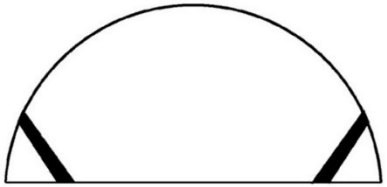
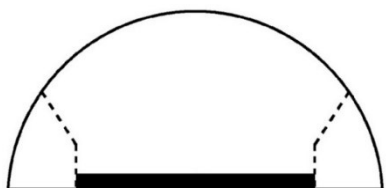
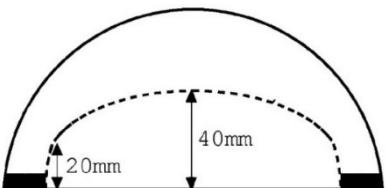
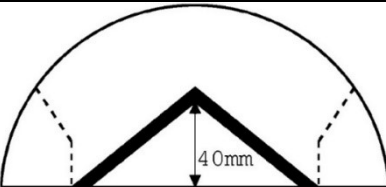
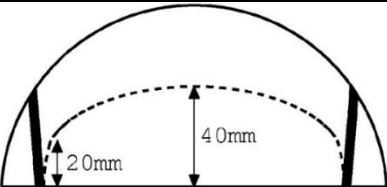
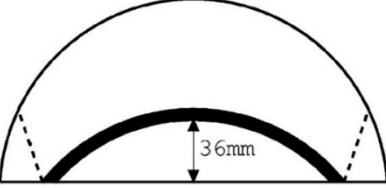
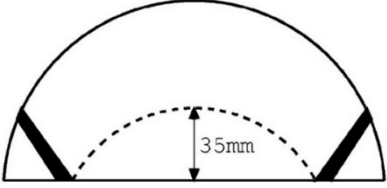
	電極側	通電側
対策案 1		
対策案 2		
対策案 3		
対策案 4		
対策案 5		

表 2 透明ヒーターの仕様

対策案	対策案 1	対策案 2	対策案 3	対策案 4	対策案 5
抵抗値	87.2 Ω	143.5 Ω	205.6 Ω	78.4 Ω	84.9 Ω
電圧	51 V	66 V	79 V	48 V	50 V
消費電力	29.8 W	30.3 W	30.3 W	29.4 W	29.4 W

面付近の両端と頂点付近および電極付近との温度差が大きかった。対策案 4 は、電極側の電極付近の温度が他よりも大きかった。また、通電側の電極付近の温度が他よりも小さかった。対策案 5 は、温度差が 7℃と小さかった。

4. まとめ

5つの対策案の中で温度差を確認すると、対策案 5 が最も温度差が小さく目標とした 10℃以内を達成した。

本研究により表面温度差が 10℃以内とする WEB カメラカバーの電極および透明導電膜の成膜形状を明らかとした。本研究では、電極を円弧状に湾曲させ、通電側にも円弧状の非通電部分を設けることで、透明導電膜型 WEB カメラ着雪対策カバーを開発した。今後、実地検証結果についてとりまとめていく予定である。

表 3 室内通電試験結果

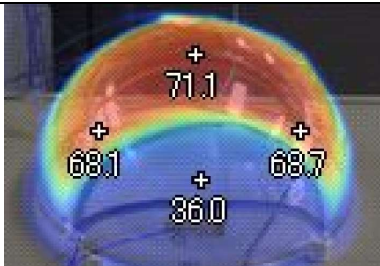
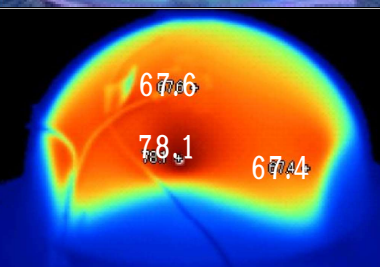
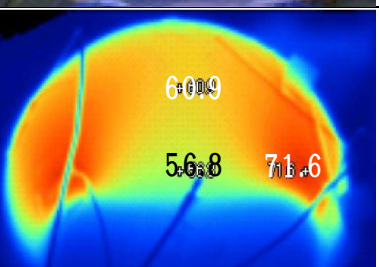
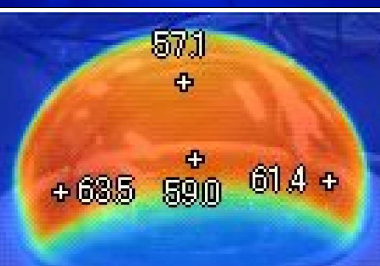
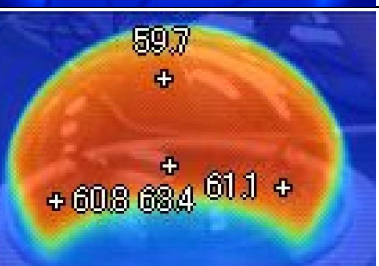
	電極側	通電側
対策案 1		
対策案 2		
対策案 3		
対策案 4		
対策案 5		

表 4 室内通電試験結果のまとめ

対策案 タイプ	対策案 1 円弧電極 85 mm	対策案 2 円弧電極 35 mm	対策案 3 非通電部 アーチ状	対策案 4 三角電極 40 mm	対策案 5 円弧電極&非 通電部円弧
ホットスポット	無し	発生	発生	無し	無し
最高温度	71℃	81℃	84℃	78℃	64℃
最低温度	36℃	53℃	53℃	56℃	57℃
温度差	35℃	28℃	31℃	22℃	7℃
評価	×	×	×	×	○