

高輝度 SMD 等を用いたホワイトアウト対策に関する試み

Tentative Plan for Whiteout Measures using High Luminance Surface Mount Device

理研興業(株) ○正 員 中村 真生 (Sinsei Nakamura)
 一二三北路(株) 非会員 本間 丈雄 (Takeo Honma)
 理研興業(株) 非会員 山中 雅樹 (Masaki Yamanaka)
 一二三北路(株) 非会員 熊谷 一男 (kazuo Kumagai)
 理研興業(株) 非会員 柴尾 幸弘 (Yukihiro Sibao)

1. はじめに

平成 24 年、国道・道道等で視程障害による玉突き事故がこれまでとなく発生した(写真-1)。最近、吹雪で視界が阻害され自分の車の位置が認識できなくなること、または視界が白一色となり、方向・高度・地形の起伏が識別不能となるホワイトアウトという言葉が使われており、吹雪や地吹雪、風が弱い状態で非常に大量の雪が降っているとき全方向の雪が白色を反射する時などに生じると言われている。

このことから、これらの状況をいち早く感知出来るよう安価な吹雪感知センサーを開発したとともに、防雪柵の設置も重要であるが吹雪時には連続照明または高速点滅での誘導が効果的と言われている中で最近、安価に調達できる数mの高輝度SMDまたはフラッシュ型SMDを点滅した場合の視認性を評価すべく吹雪を模擬した風洞実験を行いその有効性を確かめた。

本論文では、「視程障害」という広義の意味の現象を対照とするのではなく「識別不能」という考えに立って、あえて「ホワイトアウト」という言葉を使用するが、その根幹は寒地土木研究所で研究がなされている「視程障害」の定義および対策をもとにしている。



写真 1 スタック事故

2. ホワイトアウト対策の現状

寒地土木研究所の研究成果では防雪対策の他に視線誘導という概念を用いており、そのマニュアルを引用すると、「積雪寒冷地を走行するドライバーにとって、降雪や吹雪による視程障害は日常的な経験となっている。このような視程

障害において、事故の危険を感じることも少なくなく、ドライバーの多くはそのときの視程を「まったく前が見えない」状態と感じ、距離感を失っていることもある。そのため、吹雪による視程障害時の安全性・安心感を高めるためには、視線誘導を行う必要がある。」である。このことから、視線誘導施設の適切な使い方や設計方法が研究され広く使われてきている。一方で、現場の道路管理者からの立場として、「黒」という色が雪の白さに対する視認性が良いほか、日照時に雪の溶解を促進することから「墨汁」を水溶液で薄めて(0.32%)凍結防止散布車でまく試みを行い一定の成果を収めている(写真-2、3)。



写真 2 墨汁の希釈



写真 3 散布状況

3. 客観的視程の定義と簡易視程計の開発

視程の定義をウィキペディアで調べると、「単に視程といった場合、水平方向の視程である水平視程を指すことが多い。基本的に、視程といった場合、水平方向の最短距離を視程として観測する。ただし、この定義も国によって、あるいは用途によって定義の仕方が異なる。航空用途は国や地域によって視程の定義が異なる。ヨーロッパの飛行場では最小視程が採用されている。

日本やアメリカの飛行場では全方位のうち割合が最も多い視程距離を用い、卓越視程をその値を報告する。また、濃

霧などによって、鉛直方向の見通し(距離)を報告する鉛直視程を用いることがある。」とされており目的によって異なる。また、広い意味での視程計は、飛行機のパイロットが着陸するとき目から5度の角度で黒いものが何メートルでみることが出来るかで製作されていたと言われている。

本論文での視程は、路面状況にもよるが法定速度で走った場合何メートル先の車のテールランプが見えるかを重視して透過率を計測するもの、または投光部から出た発光体が粒子にぶつかった時の前方および後方での受光部で受けた量を計測する散乱型(写真-4)のうち数千円でできる赤外線投光の透過率または反射率を計るものを製作した。キャリブレーションは透過率および反射率の2種類を用い理研興業が所有する風洞試験器で行った。



写真 4 一般的視程計

原理は、図3-1に示したとおり送信パルスが区間を滞在する物体に反射して受信部まで戻り、カウントされるパルス数を計測するものである。1秒間の送信時間内に障害物に反射したパルスがすべて受信部に戻り、カウントされることはありえないが、繰り返していくと均一化されたカウント数が得られる。視界不良の時は障害物が多いので、カウント数も大きくなる。このカウント数がどの程度の視程距離に相当するかは現場で実際に視界不良時に確認する必要があるがセンシングとしては十分な機能を持っている。昼でも誤作動を起こさない利点も有している。

製作した計測器を写真-5に、またその仕様は図3-2に示した。基本的には車用のバッテリーおよびソーラーで蓄電効率の良い12V仕様としている。

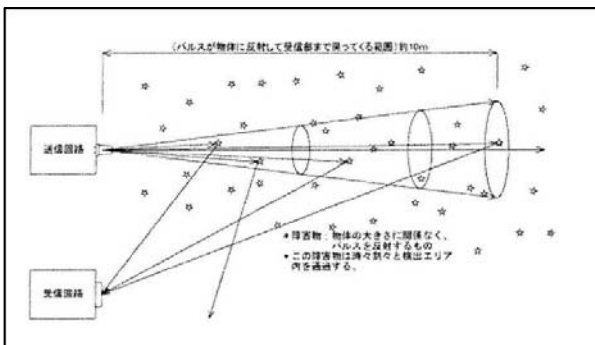


図 3-1 原理

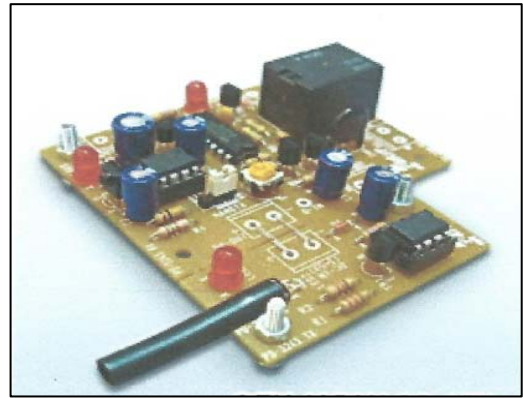


写真-5 ユニット

【仕様】

- ・電源電圧/DC9～13V(安定化不要)
- ・消費電流/通過センサー時 発光側:約3.2mA、受光側:リレーOFF時:約9.5mA、リレーON時:約40mA
反射センサー時 リレーOFF時:約8.6mA、リレーON時:約50mA
- ・到達距離/通過センサー時:最大約8m、反射センサー時:最大約0.7m
※無外光時(蛍光灯や太陽光の下では、距離は短くなります)
- ・タイマー時間/約1秒～約2分(更新型)
- ・基板サイズ/発光側24×52.5mm、受光側51.5×70mm、
連結状態最大76.5×70mm
- ※各基板の電源電圧が下記の状態での測定値
- ・通過センサー時の値:発光側DC5V 受光側DC12V
- ・反射センサー時の値:受光側にDC12Vを給電し、発光側基板は受光基板の+5V-OUTから給電

オープンコレクタ出力付き
サージアブソーバ付き

図 3-2 センサー仕様

4. 視線誘導方法

視程障害時のドライバー心理から見た視線誘導施設に求められる機能として、寒地土木研究所のマニュアルによると、「道路上を走行しているドライバーは、周囲(特に前方の障害物)や線形に対して安全に回避または走行できるかどうかを、常に判断しながら運転操作を行っている。その判断は、正しい距離感が把握できることを前提に、速度調節などで経験的に対応していると考えられる。しかし、吹雪により視界が奪われると、前方の障害物が見えなくなるだけでなく、距離感も失うようになり、ドライバーは距離が確認できるまで減速して対応するようになる。」

このことから、

- (1) 道路線形誘導:道路線形に応じた視線の誘導
- (2) 視認距離の把握(視程の顕在化):視認できる距離を知らせる機能
- (3) 路側位置の把握:自車の車線位置を把握する機能

がもとめられるため、「ホワイトアウト」が生じている認識をドライバーに持たせることと、特に①を重要と考え「真っ白」な状況でも連続してRGBの光が連続して見える(道路線形)、または光量をもたせた光で誘導し安心感を持たせることを重要視した。

実験に用いる光源は以下の写真 6-1～6-4から選別した。



写真 6-1



写真 6-2



写真 6-3



写真 6-4

いずれのものもLEDタイプで自動車用バッテリーにて発光するものである。写真 6-1はφ5mmのLEDを用いたものであり、いわゆる高輝度LEDを用い1方向照射タイプで96個のLEDがストロボの様に点滅するものである。フラッシュを強制発光させると、光の反射で雪が丸く光って見えるものである。ただし、ドライバーの視線に真っ直ぐでなくてはならないという欠点がある。写真 6-2は自由自在に曲がるELワイヤーで有機ELと無機ELの二とおりがある。「有機物」とは炭素原子が主体となり、タンパク質、石油、砂糖など生物により生成される物質で、一方の、無機ELは発光体に硫化亜鉛すなわち「無機物」に電流を流して発光させるもので発熱がなく、スクリーン印刷により色を表現するため有機ELよりもコストが安いというメリットがある。しかしながら、光量(カンデラ)が同じ発光体のLEDのとは比較にならないほど低い。写真 6-3はSMDのテープ型である。SMDは一般のLEDと同じ原理で発光するが、1個が12000mcdと高輝度で1チップにRGBを入れて様々な発色が出る。また、視野角が120度あり写真 6-1に比較し多様性があるがテープ状にすると割れやすいデメリットがある。写真 6-4は高輝度LEDをチューブに入れて完全防水にしているのとチューブに光をコントロールする制御線を数本入れられ視認性を色々な角度から高めることが可能である。一方でチューブに入れていることから輝度が下がるほか方向性より制御を目的としたものである。

ちなみに、自発光式矢羽根とかその他道路付属物として商品化されているものには光量が記載されていないほか、寒地土研のマニュアルにも基準は記載されていない。自発光矢羽根にはφ6mm～12mmのものが使用されていることが多いようである。色としては緑が目には優しいと評価されている

が遠くから見えるものは波調が一番長い赤色であることから赤色の高輝度のもがホワイトアウト時には有用と考えられる。一方で「白色」は雪等で反射することから実験ではどの色でも出来る写真 6-3を用いることとした。

4. 風洞での活性白土を用いた実験

4-1 風洞試験器の概要

試験に用いた風洞試験器の概要を図 4-1 に示した。夏の時期に視程障害の状況は難しく、日勝峠の霧、ドライアイス利用を考えたが粒子制御が出来ないこと、さらには目的がセンサーの作動状況を確認することが第一義的であることからこれを用いたものである。

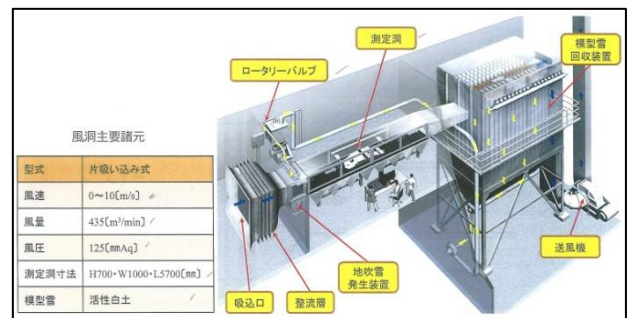


図 4-1 風洞試験器の概要

4-2 簡易視程計の感度調査

3で述べたとおり、客観的にどのレベルが視程障害かを定める基準はなく、目的のそれぞれに応じて用いるのが適切と考えられる。また、ホワイトアウトは数時間白い状態が続くものから大型車の巻き上げ雪による数十秒のものから多々あり、その密度も均一ではない。このことから、赤外線センサーの他に CdS 光受光型も製作し第一ステップとして赤外線センサーの感度を確かめたものである。写真 7-1,7-2 はセンサーが作動したときの写真でおおよそ 1.2～1.5m 先で白色の障害物が出来ると写真 7-2 で示したように白色 LED が発光する結果となっている。赤外線線の原理で説明したとおり赤外線線のすべてが反射して受光部で感知するものではなく、受光部に手を当てて遮られたと同様の状態が 1.2～1.5m 先であるということである。実際何 m 先が良いのかは現地でのキャリブレーションが必要でありトライアンドエラーを繰り返す必要がある。しかしながら、数千円でこのようなセンサーが利用できるのは大数の法則から意義があると考えられる。



写真 7-1



写真 7-2 センサー感知

4-3 3で選んだLEDの視認性調査

視認性の試験はRGBおよび白色、照明を消した場合と照明をつけた場合で行っている。本来は発光量(カンデラ)と1m²当たりの照度を示す(ルクス)を計測すべきであるが、視

認性との整合をどの様につけるか難しいことから行っていない。あくまでも実験に立ち会った 5 人で見解が一致したものを写真に示している。

写真 8-1 は人間の目で見たところのいわゆる一瞬先が見えないホワイトアウト状態で1チップ 12000mcd の赤色 LED50個程度を最大輝度で点けた場合で写真 8-2 は白色に切り替えたものである。波長が長い赤色が照度的には白色より視認性が良いように感じられたが写真では見えないが活性白土からの反射は白色も劣らないと感じられた。



写真 8-1



写真 8-2

写真 8-3 および 8-4 はホワイトアウト状態ではないが白色が活性白土でどの程度反射するか見比べたものである。赤色の場合 LED チップが一個一個見えるが白色の場合は線状に見え反射度が高いと感じられるが、大雪の場合、白色はライトが反射して運転しにくくなる場合もあることから評価には注意を要する。



写真 8-3



写真 8-4

5. まとめ

本論文では、いわゆるホワイトアウト対策として、視程計そのものの感知方に着目し数千円でできる赤外線反射計を製作しその有用な知見を得たとともにホワイトアウト時の対処法として高輝度の LED テープによる視線誘導のための室内実験を行った。

以上をまとめると、

- (1) 赤外線反射計に関しては精度を追求するよりも数多く付けることが重要と考え安価なセンサーの感知度を確認したところ、1.5m 前後の仮想遮断を認識しセンサーとして十分使えることが分かった。
- (2) センシングの時の感度は実験では良好な結果を得つつもその場所毎のキャリブレーションが必要でかつ数多く付けて and or 回路を形成した方が実用的であること（作動電流は 50mA で車のバッテリー又は太陽光で十分稼働する）。
- (3) センシング後の視線誘導として連続した光である SMD を用いて定性的視認調査を行ったところ波長が長い赤色が優位に見えたが、雪での反射を考えると波調の短い白色が有利なことも考えられること。
- (4) SMD は RGB タイプでリモコンで色を変えることが出来ることから緑、橙色も試したが可視光中間波調で用いても良いかどうかは調査する必要がある。

今後の利用に関しては、吹雪時の実験を行い防雪柵等に付けることを検討している。

参考文献

- 1) 寒地土木研究所 防雪対策マニュアル