

霧中における輝度コントラスト及び発光色が視線誘導灯の視認性に与える影響について

Effects of Luminal Contrast and Color on Visibility of Illuminated Delineator in Fog

萩原 亨*、小野寺 雄輝**、中西 真史***

by HAGIWARA Toru, ONODERA Yuki, NAKANISHI Masashi

1. はじめに

満田ら¹⁾は、霧中（人工霧）における視線誘導灯の光学的諸元及び周囲の明るさが視認性に及ぼす影響を被験者の主観的な評価から検討した。視認可能な光度が霧の透過率別に示され、昼間においては非常に高い光度が必要となることを示した。さらに、設置距離を延ばしたときの必要光度を角膜照度から求めた。一方、松本ら²⁾は、天然霧中における車両の後部灯器の視認性について被験者の主観的な評価と灯器の輝度から検討した。灯器の視認性は、霧による減衰を考慮した光源輝度の対数に比例すること、灯器周辺に発生する光膜が視認性に与える影響が大きくなること、観測距離による視角の影響が小さいことを見出した。これらの研究から輝度コントラストは霧中における視線誘導灯の視認性評価指標として妥当と言えた。しかし、輝度コントラストと視認性の関係が明確に位置付けられておらず、実際の道路状況下における視認性評価にどのようにアプローチするのかが分かっていない。

本研究は、霧中における視線誘導灯の主観的な視認限界が輝度コントラストによって評価できるかどうかについて、そして視線誘導灯の発光色が視認性に与える影響について検討した。視線誘導灯の大きさは一定としている。輝度コントラストを評価指標とする利点は、道路の明るさに関する状況（背景輝度、照度、透過率）が既知のとき、Blackwell の視認限界コントラスト³⁾から与えられた視線誘導灯の視認限界距離が推定できることである。ただし、運転者の視感度あるいは道路周囲の明るさの乱雑さの影響をフィールドファクタとして考慮する必要はある⁴⁾。従来型の視線誘導灯は、輝度を高くすると光膜現象が大きくなり、輝度測定が非常に難しく、例えば視認できたとしても誘導効果に疑問が残る。そこ

で、霧中でも光膜を発生させずらい光ファイバを使った視線誘導灯を測定に用いた。

2. 手法

(1) 霧発生装置

実験は、建設省土木研究所屋内標識実験施設で96年9月23日から9月27日までの5日間実施した。図-1に示した実験施設は、奥行き30m・幅10m・高さ10mであり、人工霧を発生することができる。実物の視線誘導灯を用いた霧中における視認性実験が可能となっている。白色と黒色の布を用いて背景を作成した。背景幕は、計測室から25m離れた視線誘導灯の2m後方に設置した。夜間を想定した条件のとき、照明は全て消灯（0 lx）した。実験室内の明るさはヘッドライトと視線誘導灯のみとした。このとき、黒色の背景幕を用いた。夕方の明るさを想定した条件のとき、実験室の路面照度が2000 lxとなるよう照明を調節した。このとき、背景幕は白色とした。透過率は、波長900 nmの赤外線が基線長（測定距離10m）で減衰されるエネルギーから求めた。本報告における透過率表示は、すべて距離25mに換算した透過率である。また、配光特性を把握したヘッドライトが観測室前に設置され、実験中必ず点灯（ロービーム）した。

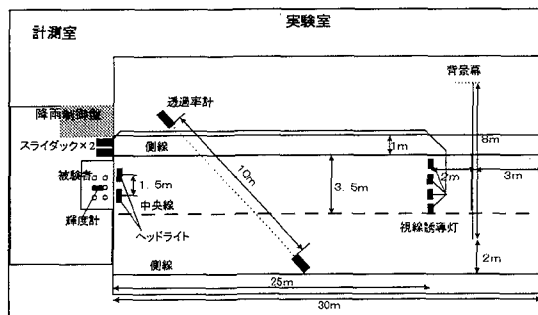


図1 人工霧発生施設における観測施設の配置

キーワード：交通安全、交通情報

*正員、工博、北海道大学大学院・都市環境工学専攻、助教授

**正員、北海道大学大学院・都市環境工学専攻、技官

***学生員、北海道大学大学院・都市環境工学専攻

(〒060 札幌市北区北13条8丁目、TEL 011-706-6214、FAX 011-726-2296、E-mail:hagiwara@eng.hokudai.ac.jp)

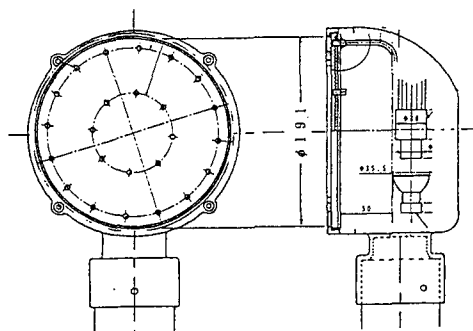


図2 光ファイバを用いた視線誘導灯

(2) 光ファイバを用いた視線誘導灯

図-2は、本研究で用いた光ファイバを用いた視線誘導灯の構造と外観である。視線誘導灯は、黒く塗られた直径20cmの円板に24本の光ファイバが取り付けられている。入射径 $\phi 14.7\text{mm}$ ・出射径 $\phi 3\text{mm}$ ・分岐数24である。視線誘導灯の光源には、12V-20Wハロゲンを用いた。光ファイバより出射される光は、出射角約 60° の広がりを持っていた。出射光度は、計算上10.6(cd)、測定値8.48(cd)であった。光ファイバの代表的な素材には、石英・多成分ガラス・プラスチックなどがある。視線誘導灯には、多成分ガラスファイバを用いている。多成分ガラスファイバは、従来の道路交通標識で用いられてきたプラスチックファイバよりも透過率が高い。また、耐熱性が高いため、ハロゲン電球のような発熱しやすい光源を使うことができる。

(3) 視線誘導灯の明るさと輝度測定

視線誘導灯の明るさは、L1からL7の7段階とした。1段階高くなると、出射口の輝度が3倍となるようにした。7段階の明るさレベルは、出射口の輝度を電圧によって調整することから実現した。電圧調節には、スライダックを用いた。各々の段階における輝度は、出射口の前70cmに設置した輝度計(測定角 $1/8\text{deg}$)から測定した。図-3は、7段階明るさレベルと出射口輝度の関係を示した。また、図-3は、7段階の明るさレベルと測定室に輝度計を設置したときの視線誘導灯全体の輝度も示している。測定角度は、 $1/4\text{deg}$ とした。

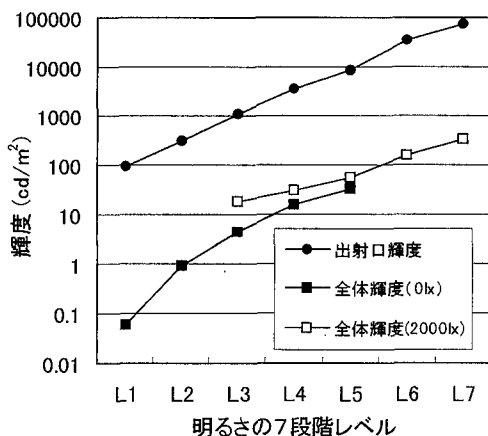


図3 視線誘導灯の7つの明るさレベルと輝度

(4) 被験者

被験者は視力1.0以上の5名(女性2名、男性3名)であり、平均年齢は26歳であった。視機能の違いを見るため、コントラストチャート(Vistec-6500)を用いて被験者のコントラスト感度を測定した。5名とも正常なコントラスト感度範囲となっていたが、3名は一般的な平均よりも高いコントラスト感度であった。

(5) 主観的評価手法

被験者は、霧室に設置してある2器の視線誘導灯を同時に約2秒間見て、どちらが「見やすいか」を判定した。同時に、両者の視線誘導灯が見えるかどうかについても判定した。1セットの実験で被験者は6回これらの判定を繰り返す。一方の視線誘導灯は、L3あるいはL5の明るさに固定して点灯した。他方の視線誘導灯は明るさのレベルを変えて点灯した。明るさのレベルは5段階とし、ランダムに提示した。

(6) 実験内容

実験1：視線誘導灯の明るさを図-3に示すL3・L5・L7に固定し、視線誘導灯の輝度測定と被験者による視認率を同時に測定した。

実験2：視線誘導灯の明るさをL3とL5に固定し、2種類の色を組み合わせ、被験者の主観的評価を行った。色の違いが視認性に与える影響を調査した。色は、カラーフィルターを用いて橙・青とした。フィルタを装着しても明るさのレベルがほぼ同じ輝度となるように各々の視線誘導灯を調整した。

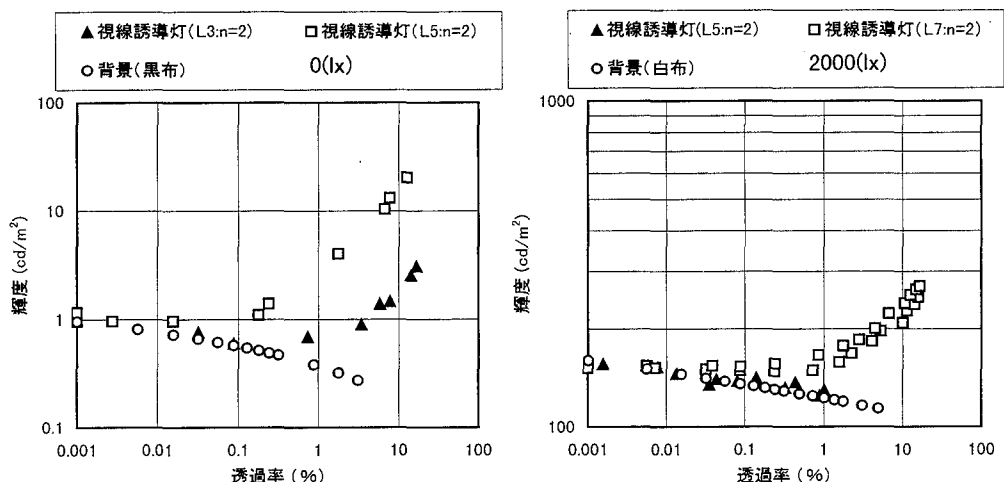


図4 透過率と視線誘導灯輝度及び背景輝度

3. 輝度測定結果

(1) 視線誘導灯の測定輝度

図-3は、床面照度が0(lx)と2000(lx)における透過率と誘導灯輝度(全体)及び背景輝度との関係である。透過率は距離25mのときの値である。透過率が小さくなるにしたがって、視線誘導灯と背景輝度の差が小さくなっていった。0(lx)のとき、L3は透過率0.1%で、L5は透過率0.01%でほぼ背景輝度と同じとなった。2000(lx)のとき、L5は透過率1%で、L7は透過率0.1%でほぼ背景輝度と同じとなった。一方、背景輝度は、ヘッドライト・誘導灯・照明灯による光が、霧で散乱するため透過率が小さくなると高くなっていった。

(2) 主観的評価による誘導灯の視認率

図-4は、0(lx)・L3と2000(lx)・L5の透過率と視認率の結果である。被験者の主観的評価から視線誘導灯が視認できたかどうかについて調査した結果である。視認率50%となる0(lx)・L3の透過率は0.046%であり、2000(lx)・L4のときは0.13%であった。

(3) 主観的な視認率と輝度コントラスト

図-4は透過率別の0(lx)・L3の輝度とBlackwellによる限界コントラストから求めた視認限界輝度及び2000(lx)・L5の輝度と視認限界輝度の関係である。0(lx)のときL3と視認限界輝度が交差するところで視認率は、35%となっていた。2000(lx)のとき

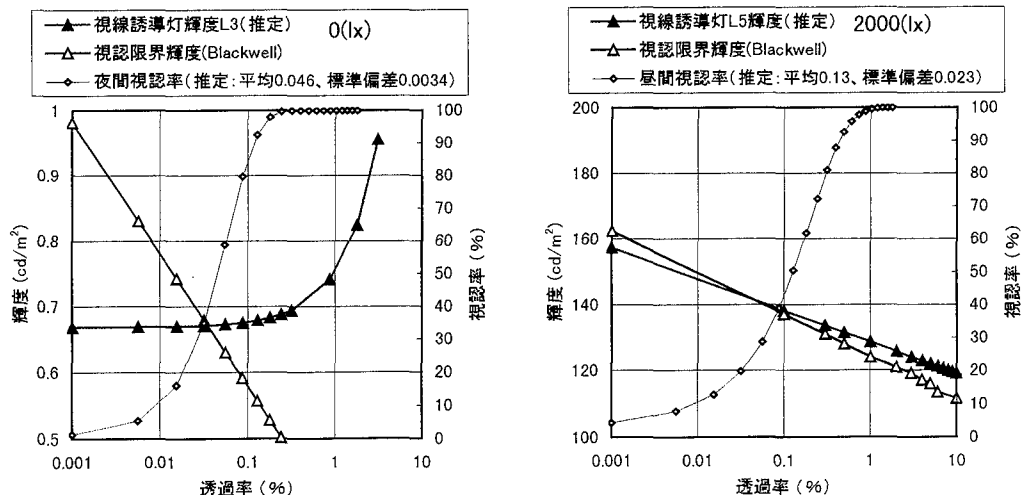


図5 透過率と視認率、視線誘導灯輝度、視認限界輝度

両者が交差した透過率における視認率は、20%となつた。0(1x)あるいは2000(1x)の何れの場合においても、視認限界輝度と測定の視認率が50%となつたときの輝度は非常に近い値を示したと言えよう。

(4) 発光色の違いが視認性に与える影響

図-5は、0(1x)と2000(1x)においてフィルタを用いた橙・青の視線誘導灯とフィルタを使わないときの「見やすさ」について比較した結果である。一方の誘導灯の明るさを固定し、他方の明るさを5つのレベルにランダムに変えたときの見やすさをまとめた。このとき、明るさの変化範囲は、固定した誘導灯の明るさを中心とし設定した。1段階レベルが高くなると、約3倍の光度になる。透過率が、見やすさの判定に与える影響はなかったため、図-5の結果は様々な透過率で測定したデータを含んでいる。図-5から分かるように、発光色の違いが見やすさに与える影響は大きくなかった。また、発光色の影響が輝度の1レベルに相当するような状況はなかった。

4. まとめと今後の課題

人工の霧中における視線誘導灯の視認性に関する調査を行った。調査の結果、視線誘導灯の視認率が輝度コントラストで評価できること、そして発光色

が視認性に与える影響は輝度の差よりも大きくないことを見出した。ただし、これらの結論は本研究で用いた視線誘導灯のみにおけるものである。光ファイバを用いた視線誘導灯は、通常のレンズ式光源のように誘導灯の散乱光が誘導灯の形状を隠してしまうような状況は見られなかった。今後は、自然の霧中において網羅的に視線誘導灯の輝度コントラストの測定を行い、霧が発生した道路状況における施設の視認性を評価するシステムを作成していきたい。

最後になりますが、本研究の実施に多大な協力をいただいたモリテックス(株)、吾妻システムズ(株)、(株)ロードセンターの関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 満田、他；霧中用視線誘導灯の視認性、建設省土木研究所土木技術資料27-12、1985
- 2) 松本、他；霧中における後部灯火の視認性について、交通安全公害研究報告、No.3、1975
- 3) Blackwell, H. R.; Contrast Thresholds of the Human Eye. Journal of the Optical Society of America, Volume 36, No.11, 1946
- 4) 成定；夜間の道路交通での視認、自動車研究、Vol.18, No.6、1996

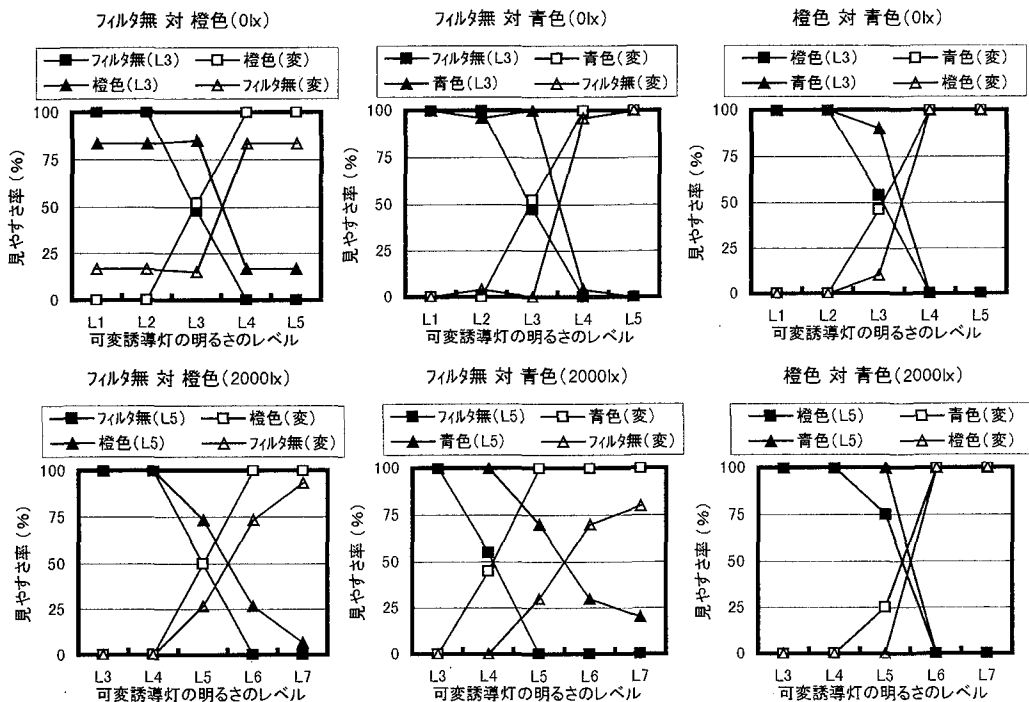


図6 視線誘導灯の発色が見やすさに与える影響