

<研究課題>

自動車用前照灯における照射方向の検査基準に関する研究

代表研究者 第一工業大学工学部機械システム工学科 教授 仮屋孝二

【まとめ】

自動車の検査項目である前照灯検査では、走行用前照灯とすれ違い用前照灯の両方の検査は実施されていない。そこで、検査基準に対する走行用とすれ違い用の各照射特性を調査及び分析した結果、同一車両においてそれぞれの検査基準に適正な照射特性に対し、前照灯を切替えた場合の照射特性は検査基準を満足するものではないことが確認できた。さらに、照射方向と光度の適合率に対する配光特性との関係を明らかにした。

1. 研究の目的

夜間の自動車直進中における自動車対歩行者の死亡事故を調査分析した結果、すれ違い用前照灯(以下、ロービーム)を走行用前照灯(以下、ハイビーム)に切替えることで衝突を回避できた可能性の高い事故が約半数以上あるとの報告がある。前照灯の照射はハイビームを適切に活用する重要性があると同時に、ハイビーム及びロービームの各照射方向や照射光度などが適切に管理及び調整されていることが求められる。前照灯に関する規定は「道路運送車両法」に基づき「道路運送車両の保安基準」で定められており、ハイビーム及びロービームの要件が分かれて規定されている。しかし、新基準車(平成10年9月1日以降の製作車)については、原則ロービームを検査することと規定され、ハイビームの検査は実施されていない。

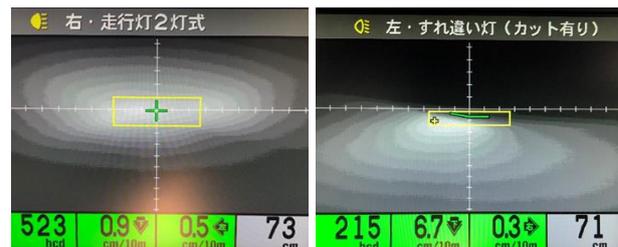
そこで本研究では、「道路運送車両の保安基準」に基づいて、使用継続中である自動車のハイビームとロービームの両照射特性を調査・分析することで、夜間走行時における最適な前照灯の照射を検討し、交通事故削減に役立つ。

2. 研究方法と経過

2-1 前照灯の検査基準と審査手順

わが国の自動車に関する法規制は、道路運送車両法で定義され、前照灯の基準については、平成7年12月の前照灯に係わる道路運送車両の保安基準の改正により、ハイビーム及びロービームの要件が分かれて規定された。検査用機器による検査判定基準を各ビームについて図1に示す。照射位置の適合範囲は図中の四角の枠内、光度適合基準はハイビームが15,000 cd

以上、ロービームは6,400 cd以上である。図中の+は光度測定点を表している。また、照射位置はハイビームでは最高光度点、ロービームでは左半分及び右半分のカットオフラインの交点(以下、エルボー点)とする。カットオフラインとは、ロービームの照射方向を調整する際に用いる光の明暗の区切り線のことをいう。



(a) High Beam

(b) Low Beam

Fig. 1 Typical light distribution characteristics.

平成10年9月以降に製作された自動車は、平成27年9月より原則としてロービームの計測を行っているが、様々な問題が発生しているため、当面の対策として検査機器による計測が困難な自動車に対してハイビームに切替えて検査を実施している。現在(令和2年3月)の審査手順は、「ロービームの計測において、前照灯試験機により不適合と表示され、計測困難な自動車とみなされた場合は、ハイビームを計測できるものとする」とされ、前照灯の検査では、ロービームとハイビームの両方の計測が可能となっている。前照灯検査の結果状況は、約半数の車両がロービームの測定で不適合となり、ハイビームに切替えて再度測定している。よって、ロービームの照射方向は不適合のまま公道を走行している車両は多く、さらに検査時間の大幅な遅延など検査判定以外の問題も発生している。不適合が多く発生している原因は、前照灯の配光特性を始め、試験機間の整合性や車両側の調整不備、不能さらに検査受験者の未対応など、様々な要因が考えられる。

以上の検査状況をふまえ、夜間走行時における最適な視野確保のために、ハイビームとロービームの両照射特性を調査検討する必要があると考えた。

2-2 実験車両と前照灯試験機

実験に用いた車両は、定期点検整備を終了し

た自家用軽自動車に限定し、ヘッドライトユニット中心高さ 1 m 以下の車両を用いた。

本実験では、アルティア製の画像処理自動正対式ヘッドライトテスタ（型式：IM2773）を用いて、照射方向、光度及び受光部の取付け高さを測定した。前照灯試験機の測定原理は、試験機前方 1 m にある前照灯の中心に試験機を自動的に正対させ、測定を行う前照灯正対方式である。受光部前面のフレネルレンズで集光した光束を 10 m 配光の近似配光を再現して配光スクリーン上に投影する。投影された配光を CCD カメラで撮像し、画像処理をすることによって前方 10 m の位置における照射方向及び光度を測定する。

照射方向の基点は、ハイビームでは最高光度点とし、ロービームではカットオフを有する測定モードにてエルボ一点とする。光度測定点は、ハイビームでは最高光度点、ロービームは照度部中心から左方 23 cm、下方 11 cm の位置とする。

2-3 照射方向の調整方法と照射特性の測定方法

測定手順は、タイヤの空気圧を規定圧力に調整し、左右ヘッドライトユニット表面をウェスにて清掃した後、前照灯試験機に正対させ、その距離を測定距離である 1 m にしてヘッドライトを点灯する。

照射方向の調整は、各ヘッドライトユニットに用意されている上下方向と左右方向の調整ねじを使用した。今回の実験では、この調整ねじによりハイビームとロービームの両照射方向が同時に調整される 2 灯式前照灯の車両で実施した。

(1) ロービームに対するハイビーム照射特性の測定

ロービームを点灯し、前照灯試験機にて左右ヘッドライトの照射方向をそれぞれ「前方 10 m の位置において左右 0 cm・下 7 cm」に調整する。この位置は、ロービーム適合範囲のほぼ中心である。調整誤差は、左右、上下方向共に前方 10 m の位置において±1 cm 以内とする。次に、同車両のヘッドライトをハイビームに切替えて点灯し、前照灯試験機にて前方 10 m の位置での照射方向及び光度を測定する。

実験に用いた車両は、ロービーム光度の検査基準（6,400 cd 以上）に適合している車両 80 台を対象とした。

(2) ハイビームに対するロービーム照射特性の測定

ハイビームを点灯し、前照灯試験機にて左右ヘッドライトの照射方向をそれぞれ「前方 10

m の位置において左右 0 cm・上下 0 cm」に調整する。この位置は、ハイビーム適合範囲のほぼ中心である。調整誤差は左右、上下方向共に前方 10 m の位置において±1 cm 以内とする。次に、同車両のヘッドライトをロービームに切替えて点灯し、前照灯試験機にて前方 10 m の位置での照射方向及び光度を測定する。

実験に用いた車両は、ハイビーム光度の検査基準（15,000 cd 以上）に適合している車両 60 台を対象とした。

3. 研究の成果

3-1 ロービームに対するハイビームの照射特性

(1) 照射方向の適合率と傾向

測定した車両の適合率は、左ライト 77.5 %、右ライト 87.5 %で、車両単位では 73.7 %であった。適合率には、配光特性などの影響により測定が不能の場合は不適合として含めている。左ライトの不適合方向は、右方向が最も多く、次に上方向である。下方向での不適合は少なく、左方向での不適合はない。右ライトの不適合方向は、上方向が最も多い。左右方向の不適合は少なく、下方向の不適合はない。左右ライト合計の適合率は 82.5 %であるが、適合範囲の限度付近が多く、左右及び上下方向の検査適合範囲を 80%に絞り込むと 72.5 %、70 %の絞り込みで 65.5 %の適合率となる。

(2) 光度適合率と光度別照射方向の傾向

ハイビームの照射方向を光度別に図 2 に示す。図中の□内は検査適合の範囲を表す。

光度別の分類は、ハイビームの光度検査判定基準を満たさない 15,000 cd 未満と、基準を満たす 15,000 cd 以上を 30,000 cd 未満と 30,000 cd 以上に分け、3 種類とした。

光度不適合となる光度 15,000 cd 未満は全体の 1.3 %と少ない。これは今回の実験では、ロービームの光度が検査基準に適合するライトのみを対象にしたことが影響していると考えられる。つまり、ロービームの光度が検査基準に適合すれば、ハイビームの光度も高い割合で基準に適合することがわかった。

光度別の照射方向適合率は、15,000 cd 未満は 50 %、15,000~30,000 cd 未満は 74.2 %、30,000 cd 以上は 86.2 %であった。15,000 cd 未満の場合は測定数 2 点とも適合限度付近であり、照射方向は安定していない。光度が 30,000 cd 以上の場合、30,000 cd 未満より適合範囲の中心部分を照射する割合が増加し、適合率も高くなっている。照射方向は右下方向が中心である。

(3) 照射配光特性

ハイビーム光度 30,000 cd 以上の代表的照射方向である, 右下方向を照射する配光特性を検討する. ロービームの照射方向を適合範囲の中心に調整した後, ハイビームに切替えた時の照射配光特性 (左ライト) を図 3 に示す. 図の下部数字は, 左から光度, 上下方向, 左右方向, 受光部の取付け高さを示す.

ハイビームの配光は, 水平方向に広く垂直方向は狭い. また, 最高光度点から上方向の照射幅は下方向の照射幅より広い特徴が見られた. 照射方向は右下方向を照射しており, 適合範囲を十分に満たしていない. 最高光度測定点は配光の同心円状のほぼ中心となっている.

3-2 ハイビームに対するロービームの照射特性

(1) 照射方向の適合率と傾向

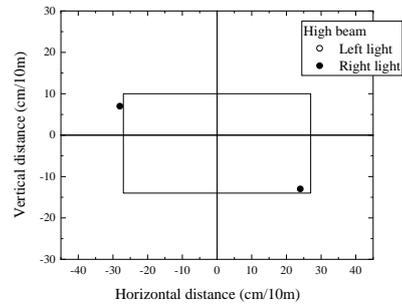
測定した車両の適合率は左ライト 41.7 %, 右ライト 43.3 % となり, 車両単位では 21.7 % であった. 適合率は, 前述のハイビームの実験と同様に, 配光特性などの影響により測定が不能の場合は不適合として含めている. 左ライトの不適合方向は, 上方向と左方向が多く, 右方向での不適合はない. 右ライトの不適合方向は, 上方向が最も多く, 下及び左右方向の不適合もあり, ばらつきが大きい. 上下方向の不適合が多いのは, ロービームの上下検査適合範囲はハイビームに比べ約 5 割狭い点も影響していると考えられた. また, ハイビームに比べ全体的に照射方向のばらつきが大きく, 左上方向への照射が多い. 以上の不適合割合は, 現在, 運輸支局にて行われている継続検査時の前照灯検査における不適合の多さを裏付けるものである. また, 検査時に再検査とならないようにするためには, あらかじめ適合させる照射方法をハイビームか, ロービームのどちらかに決めて調整しなければならない. つまり, 両方の照射方向を検査適合範囲内にさせるには, 車両前照灯の照射配光特性や調整用と運輸支局での検査用前照灯試験機間の相関関係などを把握しなければならないと, 非常に困難であると考えられた.

(2) 光度適合率と光度別照射方向の傾向

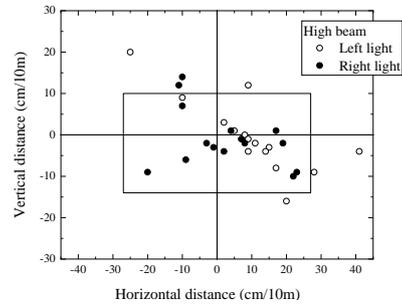
ロービームの照射方向を光度別に図 4 に示す. 図中の □内は検査適合の範囲を表す.

光度別の分類は, ロービームの光度検査判定基準を満たさない 6,400 cd 未満と, 基準を満たす 6,400 cd 以上を 20,000 cd 未満と 20,000 cd 以上に分類し, 3 種類とした.

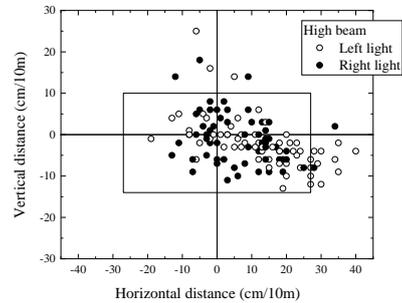
光度不適合となる光度 6,400 cd 未満は全体の 22.5 % であった. 前述のハイビームの実験



(a) Irradiation intensity is less than 15,000 candela



(b) Irradiation intensity is more than 15,000 and less than 30,000 candelas



(c) Irradiation intensity is more than 30,000 candela

Fig.2 Irradiation direction according to high beam intensity.

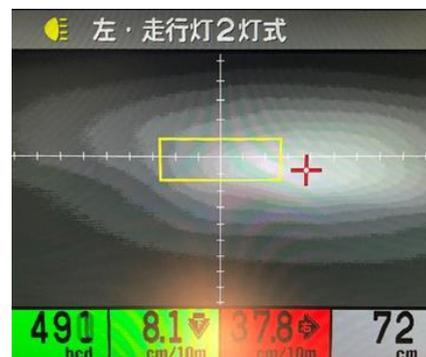
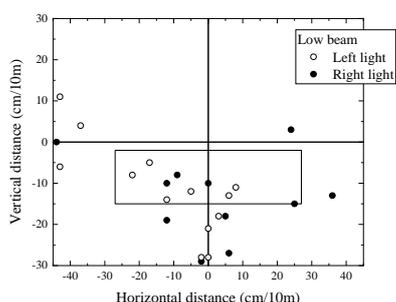


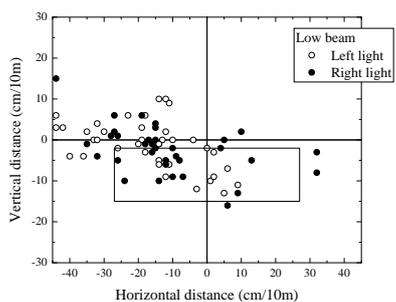
Fig.3 After switching, the high beam is irradiated with a lower right direction to the left and right light both not sufficiently meet the compliance range.

における光度不適合の割合 (1.3%) に比べ, 約 20 倍となった. これは, ロービームの光度はハイビームの光度で良否を判定できないことを示唆している.

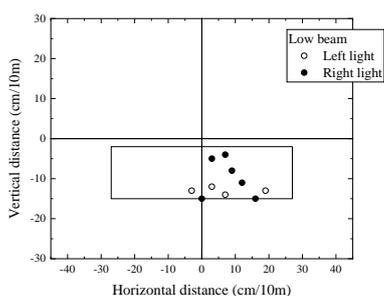
光度別の照射方向適合率は、6,400 cd 未満は 37.0 %、6,400~20,000 cd 未満は 40.3 %、20,000 cd 以上は 100 %であった。光度 6,400 cd 未満の場合は、不適合の約 5 割が下方方向で最も多い。光度 6,400~20,000 cd 未満の場合は、不適合の約 9 割が左上方向への照射である。これは日本の交通事情である車両が道路の左側走行のため、右側対向車への配慮した設計が関係していると考えられる。光度 20,000 cd 以上の照射方向は、ほとんどが中心部から右側を照射している。ロービームの配光特性では最高光度点がエルボ一点の左下側に位置し、光度測定点は照明部中心から左 23 cm、下 11 cm の位置に固定されている。よって、照射方向の基点となるエルボ一点が右側であれば、最高光度点と光度測定点が比較的近い位置になることが影響していると考えられた。



(a) Irradiation intensity is less than 6,400 candela



(b) Irradiation intensity is more than 6,400 and less than 20,000 candelas



(c) Irradiation intensity is more than 20,000 candela

Fig.4 Irradiation direction according to low beam intensity.

(3) 照射配光特性

ロービーム光度 6,400~20,000 cd 未満の代表的照射方向である左上方向を照射する配光特性を検討する。ハイビームの照射方向を適合範囲の中心に調整した後、ロービームに切替えた時の照射配光特性(左ライト)を図 5 に示す。

ロービームでの配光特性はカットオフラインから上方への漏れ光は少なく、エルボ一点から左下の付近が最も光度が高い配光であることがわかる。カットオフラインは右方向につれ下がっている。エルボ一点は左上方向を照射しており適合範囲を満たさず、現在の道路運送車両法での検査適合範囲を大きく逸脱している。

光度は約 15,000 cd であるが、最高光度点と光度測定点が一致していない。そこで、最高光度点はエルボ一点の左側付近のため、照射方向となるエルボ一点をヘッドライトユニットの調整ねじにより、右側に移動させ、最高光度点を光度測定点付近にすると、20,000 cd を超える高光度となった。この変化が光度 20,000 cd 以上となる高光度照射の多くが右側を照射している理由と考えられる (図 4 (c) 参照)。



Fig.5 In the low beam after switching, the elbow point of the left and right of the light has been irradiated in the upper left direction, it does not meet the compliance range.

4. 今後の課題

今回の研究成果をベースにさらに様々な車両の照射特性を調査・分析する。また、前照灯の照射方向と照射光度を自在に設定可能なドライビングシミュレータを開発することで、視野障害者の夜間運転時における視野範囲と車両の照射特性との関連性を明らかにする。

5. 研究成果の公表方法

研究成果の一部については、日本機械学会九州支部講演会 (2019 年 11 月) で発表した。さらに、日本機械学会論文集に投稿しており、リハ工学カンファレンスでの発表も予定している。

以上