

## 異形前照灯の近距離測光について

海老原 慎一郎\*      大塚 保\*  
村上 孝行\*      益子 仁一\*

### Intensity Characteristics of Unconventional Headlamps Obtained from Short Distance Test

By

Shinichiro Ebihara, Tamotsu Otsuka,  
Takayuki Murakami and Jinichi Mashiko

#### Abstract

In principle, luminous intensity test of automobile headlamp should be made in full distance based on "inverse square law".

Automobile inspection stations or maintenance shops which do not have sufficient places have widely adopted short distance test method using screen-type tester or condenser-type one. This method must be practical, but in this case some kinds of headlamps show low accuracy data.

This report shows the results of short distance tests of unconventional headlamps such as square type or oval type.

The results are summarised as follows.

1. Some kinds of unconventional headlamps tested by condenser-type tester indicated low intensity value in comparison with the standard measurement at 10 meter distance, and especially luminous flux axis of headlamp was inclined from normal position.

2. Unconventional headlamps tested by screen-type tester showed better data in comparison with condenser-type one.

From these results, it may be concluded that the screen-type headlight tester used at 3 meter distance is most suitable for short distance test of automobile headlamps including unconventional ones.

#### 1. ま え が き

前照灯の測光は距離の逆二乗による光度の計算が成立するような距離において行なうのが原則とされており、日本においては10m以上の距離(JIS)、米国においては18m(60ft)以上の距離(SAE)、また欧州では25mの距離(欧州統一規格)で測光することが推奨されている。しかしながらこのような測定距離を室内でとるにはスペースの面からいろいろと困難があ

り、車両検査場や整備工場などにおいては3m以内の至近距離で試験機を使用して測定する方法が、簡便な方式として一般に普及している。

前照灯の近距離測光の試験機としては従来よりスクリーン型と集光型の方式がある。

1) スクリーン型前照灯試験機(光軸照度測定方式)

前照灯3mの前方の距離において主光軸上の照度を測定するとともに配光照射スクリーン上において主光軸の向きを測定する方式である。

2) 集光型前照灯試験機(集中光束測定方式)

\* 交通安全部保安装置研究室

前照灯の前方1m以内の至近距離において前照灯試験機の前面レンズより入射する光束を、分割した光電池面に照射して、光度および光軸を測定する方式である。

これらの試験機を使用して各種の前照灯を試験する場合の問題点は前照灯の形状・種類によって測定値にかなりのばらつきがあり、試験機の構造によって精度が若干異なることである。

最近では自動車のスタイリングの面から前照灯の形状が従来の丸形のもの以外に楕円または方形などの異形のものが出てきたが、これら異形前照灯の発生は欧州に始まり、我が国にも非常に勢で普及しつつあるので前照灯の近距離測光の精度について再検討すべき時期にきている。

従来の丸形の代表的な前照灯を各種の前照灯試験機を使用して測定した場合の精度については過去数回の実験によって、一応の結論を得ているが異形のものについては未だ充分な検討が行われていないので、今回は特に現用の代表的な異形前照灯の近距離測光について実験的研究を行なったのでこれらについて総合的な考察を行なってみた。

2. スクリーン型前照灯に対する実験結果

スクリーン型前照灯試験機を使用して、丸形前照灯を測定した場合の精度については昭和32年に「前照灯の近距離測定の誤差について」という題名で概要報告

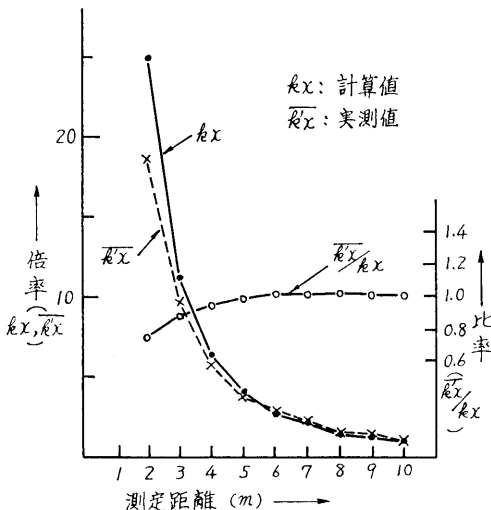


Fig 1. Difference Between Illuminance Calculated by Inverse Square Law and Measured one.

Table 1. Relation Between Calculated value and Measure Data of Illuminance (Average of 16 Circular Head-lamps and are Represented by Ratios Against Illuminance at 10-meter Distance).

測定距離 m	(計算値) $k_x = \frac{E_x}{E_{10}}$	(実測値) $k'_x = \frac{E'_x}{E_{10}}$	$k'_x / k_x$
2	25.0	18.7	0.75
3	11.1	9.74	0.87
4	6.25	5.82	0.93
5	4.0	3.98	0.99
6	2.78	2.81	1.02
7	2.04	2.10	1.03
8	1.56	1.61	1.03
9	1.26	1.28	1.01
10	1.0	1.0	1.00

(註)

- $E_{10}$ : 前照灯の10m前方の主光軸上の法線照度
- $E_x$ : 前照灯の各距離 ( $dx$ ) における主光軸上の法線照度の逆二乗による計算値  $E_x = I/dx^2$  ( $I$  は光源光度)
- $E'_x$ : 前照灯の各距離における主光軸上の法線照度の実測値
- $k_x$ : 逆二乗による計算値の倍率
- $k'_x$ : 試験灯器の実測値の平均倍率

したが、それは当時の代表的な前照灯16個について2mから10mまで1mおきに照度を測定し、各距離における照度は10m前方の照度の何倍になるかを検討したものである。Table 1 および Fig.1 はこれらの結果をまとめたものであるが、これによると5m以上の距離では逆二乗の計算値と実測値はよく合っているが、3mの距離では実測値の平均は計算値より約13%低くなっている。そこで3mの近距離測光の精度を上げるためには実測値にもとづく補正を行なうとともに各種の灯器の平均的な照度倍率を求めるために3mの近距離における照度は、10mの距離における照度の約10倍であるという仮定を導入し、照度倍率の基準を定めた。従来の3m測光のスクリーン型前照灯試験機にはこのような照度倍率の基準を導入しているが、この仮定の適用の可否は前照灯試験機設計上、精度の基準となるので適宜代表的な灯器について追試を行なっているが正規の配光を有する前照灯の場合は一応この仮定を適用しても差支えない。また実測値が計算値よりも低くなるのは一定の大きさを持った指向性を有する光源から発散する光束は近距離において黒ぼけ(配光の中心

よりも周囲が明るい状態)などの現象が見られるためと思われる。丸形前照灯をスクリーン型前照灯試験機で測光する場合には上述したような照度倍率を基準として行なってきたが、外国車の前照灯など2~3の例外を除いて±15%以内の精度で測光することができた。また集光型前照灯試験機を使用した場合の測定結果のばらつきも丸形の灯器に対してはほぼスクリーン型と同様であった。

### 3. 異形前照灯の近距離測光

丸形前照灯の近距離測光は前述したように実験結果は試験機の精度を甚しく低下させるような要因は見当らなかったが、今般異形の前照灯について現用の各種前照灯試験機を使用してこれらの測光精度について検討を行なったので以下その概要について述べる。

#### 3.1. 供試前照灯

試験に使用した前照灯は、Photo 1 に示すようなものであり、いずれも国産車および外国車用の代表灯火と見なされる10種類(24個)について測定を行なっ

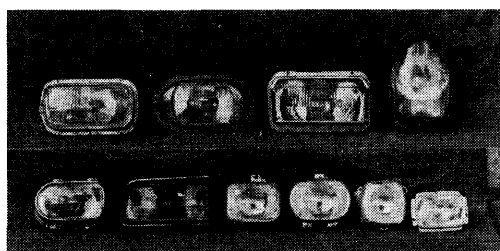
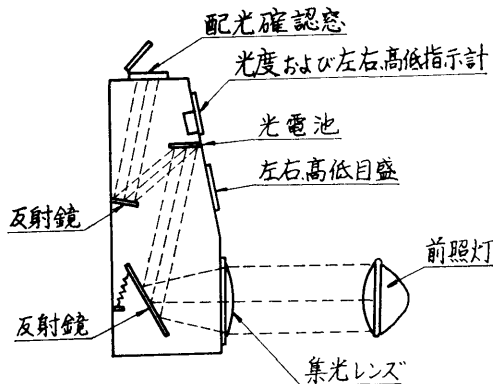


Photo 1. Sample Head-lamps

(a) 受光部の構成図



(b) 測定部回路図

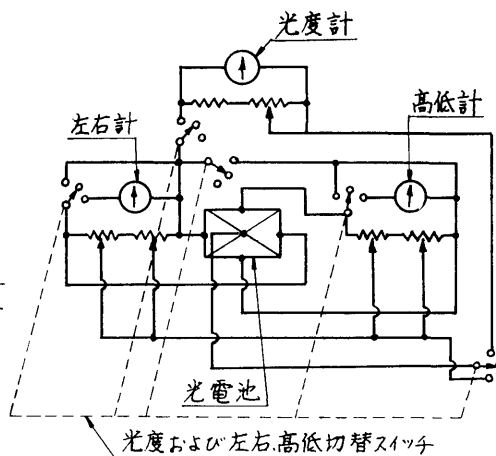


Fig. 2 Schematic Diagram of a Condenser Type Head-lamp Tester.

Table 2. Specifications of Headlight Testers.

項目	試験機						
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	
本体	高さ(mm)	1,590	1,365	1,240	1,560	1,800	1,760
	幅(mm)	700	816	750	630	840	660
	奥行(mm)	620	446	640	420	630	500
測光距離(mm)	300	500	500	1,000	1,000	1,000	
使用光電池(mm)	セレン 24×42	セレン 45φ	セレン 45φ	セレン 27×44	セレン 45φ	セレン 25×40	
レンズの焦点距離(mm)	400	280	200	406	401	400	
レンズと光電池までの距離(mm)	300	290	200	420	390	330	
光度指示計(μA)	195	200	250	200	200	200	
光軸指示計(μA)	5	50	150	10	15	10	

た。

#### 3.2. 供試前照灯試験機

試験に使用した前照灯試験機は現用の代表的な試験機であり、Table 2 にこれらの主要諸元を示す。その構造は大体 Fig.2 に示すようなものであり、前面レンズより入射した前照灯の光束は筐体内の半透明鏡によって光路を変え、上下左右に四分割した光電池の上に照射した配光パターンによって光度並びに光軸の振れを検出するものである。また3m以上の距離で測光す

るものとしてスクリーン型前照灯試験機の測光部は普通の照度計の光電池、受光部と同じであるからそれらの代表として東芝 SP-1 型照度計の光電池を校正して使用した。

3.3. 試験方法

スクリーン型および集光型前照灯試験機ともに前照灯の10m前方における主光軸上の法線照度 200 ルクスを基準としてスクリーン型においては3m, 5m, 7.5mの距離における主光軸上の法線照度を実測し、また集光型についてはそれぞれ試験機の規定の測定距離をと

Table 3. Results of the Short Distance Test of Headlamps.

試験結果一覧表

(昭43. 6. 1)

番号	灯器種別	灯器 W 数	試験電圧 (V)	スクリーン型測定値 (lx)			集光型測定値 (×100cd)					
				7.5m	5.0m	3.0m	0.3m		0.5m		1.0m	
							T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
1	130φ (I-12)	37.5	11.59	375	825	2,640	200	200	200	200	200	200
2	" "	"	11.97	365	795	2,070	194	189	190	181	185	180
3	" "	"	10.68	370	780	1,935	—	—	—	—	—	—
4	" "	"	12.62	355	775	2,000	183	177	188	172	166	163
5	(II-12)	37.5/50	14.23	375	800	2,115	214	218	231	207	213	201
6	" "	"	13.90	350	705	1,740	183	200	208	182	194	170
7	(I-24)	40	25.40	360	810	2,055	199	196	200	188	181	185
8	160φ (12)	50/40	10.98	340	705	1,625	175	177	177	164	165	152
9	" "	"	11.05	365	780	2,015	187	178	179	179	168	180
10	" (24)	75/55	22.00	370	795	2,010	202	201	206	193	195	188
11	角形 (12)	50/40	10.75	400	835	2,155	174	170	167	165	174	175
12	" "	"	10.67	360	850	2,270	184	169	172	175	177	180
13	" "	"	11.00	335	620	1,765	160	152	151	146	158	156
14	" "	"	11.09	360	775	2,050	165	149	153	162	159	170
15	" "	45/45	12.20	360	760	1,925	178	159	167	140	141	152
16	楕円 "	50/40	11.22	380	830	2,340	183	165	169	169	169	176
17	" "	"	11.47	360	760	1,775	160	151	154	150	152	155
18	変形 "	60/50	11.08	365	740	1,845	117	105	123	107	108	119
19	" "	"	10.73	360	680	1,865	163	147	151	140	149	145
20	角形 "	45/40	10.98	315	670	1,660	106	88	88	90	86	95
21	" "	"	12.61	335	525	2,050	128	97	95	78	102	91
22	楕円 "	"	11.23	350	675	1,320	118	112	115	105	96	110
23	" "	"	12.96	355	610	1,340	119	146	135	115	136	116
24	変形 "	"	14.15	335	645	1,840	152	200	188	141	140	133
		丸		362	777	2,024	193	193	197	185	185	180
		形		102.0%	97.2%	91.2%	96.5%	96.5%	98.4%	92.4%	92.4%	90.0%
		異		355	713	1,870	152	143	147	134	138	141
		形		99.7%	89.1%	84.5%	76.0%	71.4%	73.4%	67.0%	69.0%	70.5%
		全		358	738	1,934	167	163	165	154	157	156
		体		100.6%	92.4%	87.2%	83.5%	81.4%	82.4%	77.0%	78.4%	78.0%

備考 (1) 試験電圧……前照灯のレンズ表面から10m前方の主光軸上の法線照度を 200 lx に規定したときの前照灯の端子電圧

(2) 平均の%……スクリーン型は逆二乗による計算値との割合  
集光型は 200×100 cd との割合

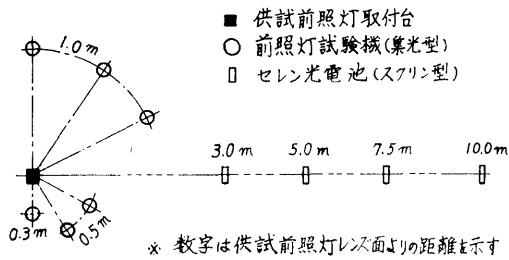


Fig 3. Arrangement of Testers in measurement.

って前照灯に正対させ、レンズよりの入射光束を試験機の光度計によって読取った。前照灯試験機の光度指示計および光軸指示計の目盛は別に定めた標準前照灯の10m前方における照度と光軸の向きを基準として校正したものを使用した。 Fig. 3 および Photo 2 に試験の際の各試験機の配置を示す。

(註) 準前照灯：前照灯の走行ビームの中で、最も量産されており、配光が正常で、上下左右のバランスがよく、光学的に十分安定している前照灯を当所において選定し、試験機の光度、および光軸振れ角度の目盛校正に使用している。

3.4. 試験結果

前方3m, 5m, 7.5mの距離における前照灯の主光軸上の法線照度を測定した結果と各種集光型前照灯試験機によって24個の試験灯器を測定した結果を一覧として Table 3 に示した。

これをもとにして測定距離と照度との関係を図示したのが Fig.4 であるが、これによってスクリーン型前照灯試験機の精度を推定することができる。また Fig.5 に集光型前照灯試験機による正対時の中心光度の指示値の分布を示したが、これによって集光型試験機の精度を推定することができる。・印は従来の丸形、×印は異形の前照灯の測定値を示すものであるが異形前照灯の光度指示値は全般に基だ低い値を示している。

Fig.6 (1, 2...6), は前照灯の主光軸を上下、左右に1° および2° に変化して各種前照灯試験機によって光度並に光軸の振



Photo 2. Test Scene of Condenser Type Headlamp Tester.

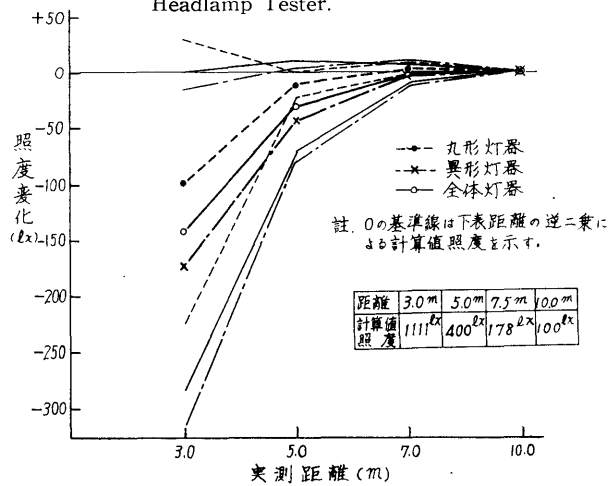


Fig 4. Deviations of Average Illuminance for Each Type of Headlamps from calculated Values by Inverse Square Law.

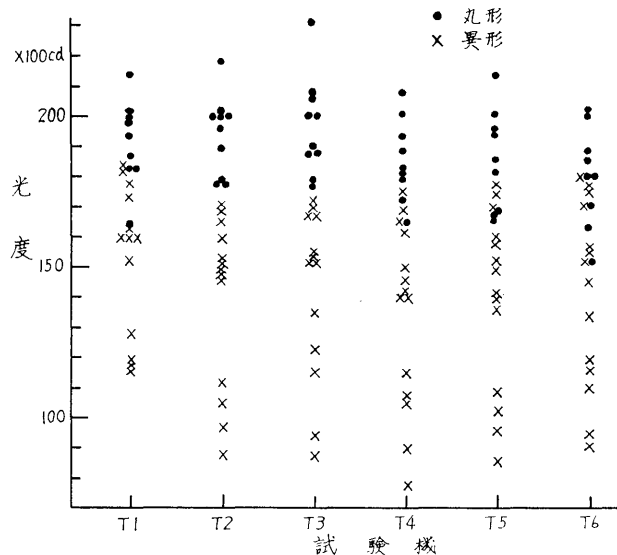


Fig 5. Distribution of Luminous Intensity at Right ahead Position.

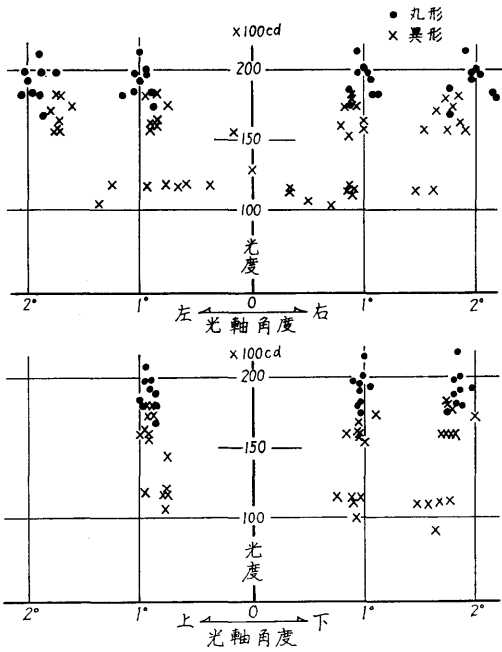


Fig 6-1. Distribution of Luminous Intensity and Axis Inclination of Luminous Flux. (T-1)

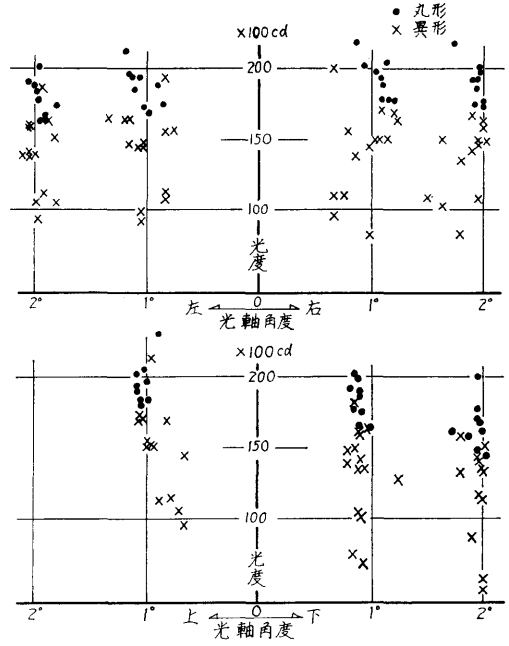


Fig 6-2. Distribution of Luminous Intensity and Axis Inclination of Luminous Flux. (T-2)

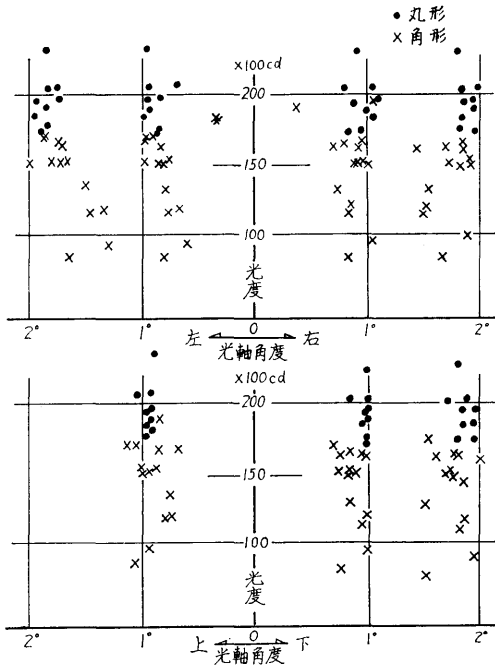


Fig 6-3. Distribution of Luminous Intensity and Axis Inclination of Luminous Flux. (T-3)

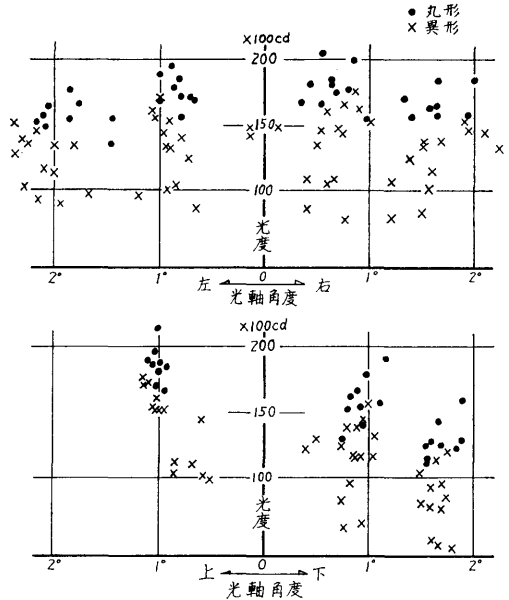


Fig 6-4. Distribution of Luminous Intensity and Axis Inclination of Luminous Flux. (T-4)

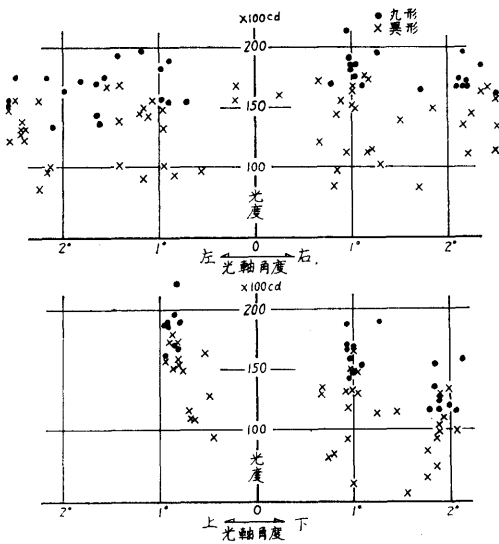


Fig 6-5. Distribution of Luminous Intensity and Axis Inclination of Luminous Flux (T-5)

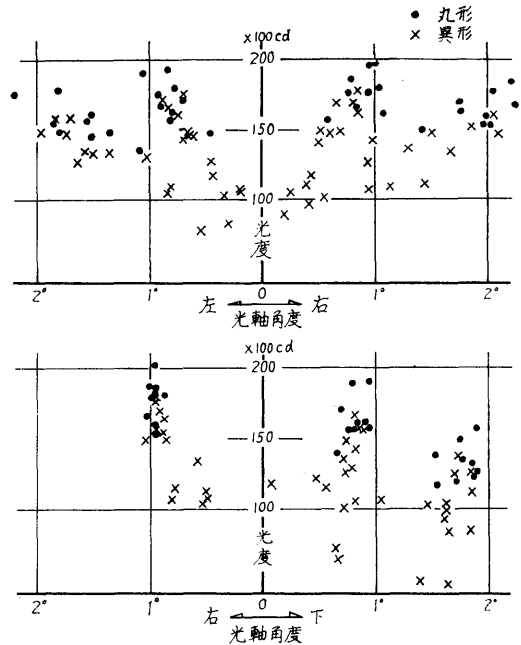


Fig 6-6. Distribution of Luminous Intensity and Axis Inclination of Luminous Flux. (T-6)

れを測定した場合の指示値の分布を示すものであり、試験機の測定距離や構造によって精度に若干の差があることと異形前照灯の測定値が一般によくないことを示している。

3.5. 結果の考察

1) スクリーン型

近距離測光の原則としては遠距離における照度と近距離における照度との間に一定の関係が成立することが必要である。10mの距離における照度 $E_{10}$ を基準とした場合各距離における照度 $E_x$ との間には $E_x = k_x \cdot E_{10}$ の関係が成立する。 $k_x$ は距離により変化する照度の倍率であり、距離が近くなるに従ってばらつきが大きくなる。 $k_x$ のばらつきが±15%以下のときに前照灯の近距離測光が一応可能であり、そのような距離で測定する前照灯試験機は実用に供することができるものと考えられる。 $E_x$ は計算または実測何れによっても求めることができるが両者が一致することが望ましい。しかしながら前照灯のような一定の大きさの指向性をもった光源の場合には近距離測光による実測値は逆二乗による計算値より低くなるのが普通であり、各灯器ごとの測光値のばらつきをできるだけ少なくして±15%の範囲に入れるためには $k_x$ の平均値 $(\overline{k_x})$ を計算値よりも低目にとる方が实际的である。このように実測値の平均を考慮して補正することにより近距離測光の可能性を増大させることができる。Table 4 に光源を点光

源と仮定した場合の計算値および実測値の平均 $(\overline{k_x})$ を灯器の種類別に示したが、7.5mではほとんど両者が一致し、5mでは実測値が約8%下まわり3mでは約13%低くなった。今3mにおける各灯器の測光値のばらつきをTable 3の実測値をもとに標準偏差をとって計算してみると、丸形で±12.5%、異形で±15.5%、全体では14%となる。これらの結果よりみて、3m測光のスクリーン型前照灯試験機は特殊なものを除けば異形もふくめて±15%程度の精度で測光が可能であると考える。

Table 4. Relation between Calculated Value and Measured Data of Illuminance (Average of 10 Circular Headlamps and of 14 Unconventional Ones) are Represented by Ratios Against Illuminance at 10-meter Distance.

測定距離	逆二乗による 計算値倍率	実測値の倍率平均		
		丸形	異形	全体
3 m	11.11	10.12	9.35	9.67
5 m	4.00	3.88	3.56	3.69
7.5m	1.78	1.81	1.77	1.79

本方式による試験機は測定距離を5mにすれば精度は更に向上させることができるが近距離測光としてのメリットが少ないので一考を要する。

前照灯の測定距離と配光との関係は測定値に大きな影響を与えるが、これらの関係を視覚的に比較して把握するために代表的な丸形灯器1個と異形灯器3個について前方10m, 5m, 3m, 1m, 0.5m, 0.3mの距離における配光パターンを示したものがPhoto 3で

ある。これらによって各距離におけるそれぞれの灯器の配光の形の変化がわかり、前照灯の主光軸上の照度を一定の大きさ(約45mmφ)を有する普通の光電池受光部によって測定する場合の照度変化と配光パターンとの関連を推定することができる。3m附近までは10mにおける配光パターンの形状とほぼ同形の類似したものであるが、距離がこれより近くなるにつれて配光は甚しく異なったものになり、中心が周囲より寧ろ

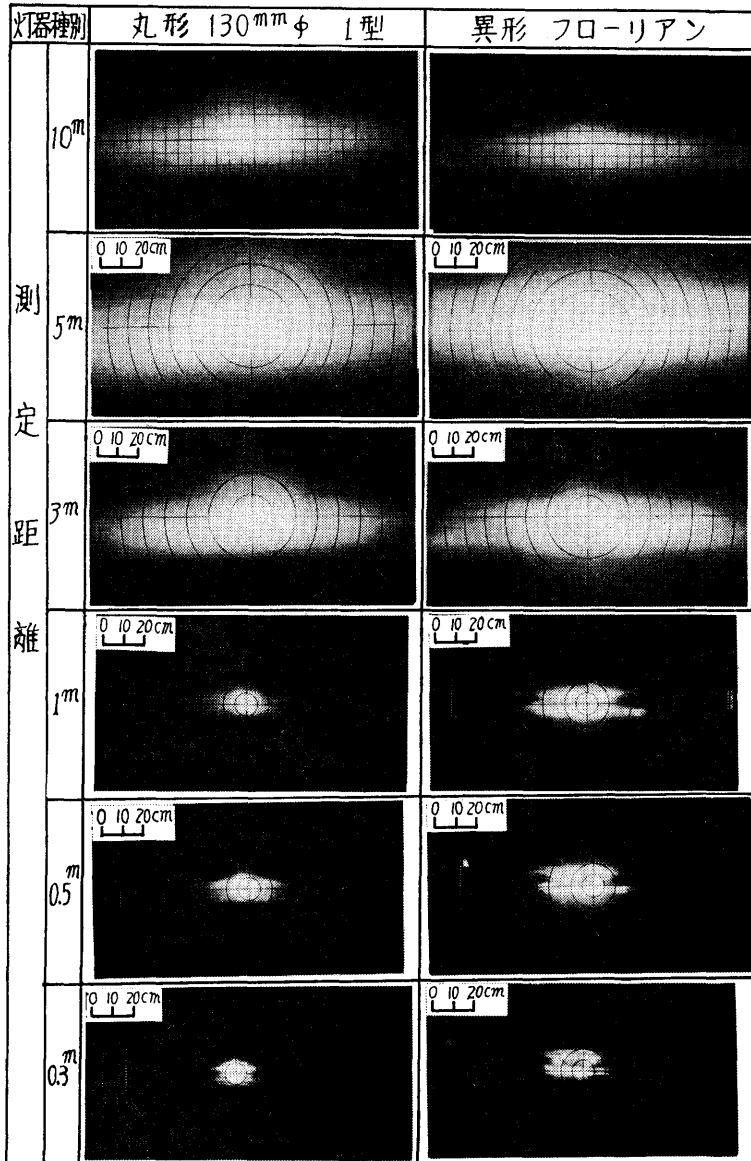


Photo 3-1. Illumination Pattern Projected on the Screen by Several Headlamps at Each Distance.



暗いもの（黒ぼけ）などもある。これらの点から考えてスクリーン型前照灯試験機は3m以内の距離で測光することは原理的に無理があることを示している。またこのように近距離で配光パターンが歪むことは、上下左右に4個の光電池を配置して至近距離において前照灯の主光軸を検出しようとするのも原理的に無理なことが推定される。

2) 集光型前照灯試験機の測定に影響を与えるもの

は集光レンズを通して光電池に入射する光量の大小であるが、これらは前照灯の大きさ、形、配光、中心附近の光束、試験機の前面レンズや光電池の大きさ、均一性などに左右され、測定距離によっても若干精度が異なる。Table 3 に見るように一般に測光値は真値に対してかなり低い値を示しているが、この傾向は丸形よりも異形の方が、また国産車よりも外国車用前照灯の方が顕著である。これは試験機の見盛較正を従来

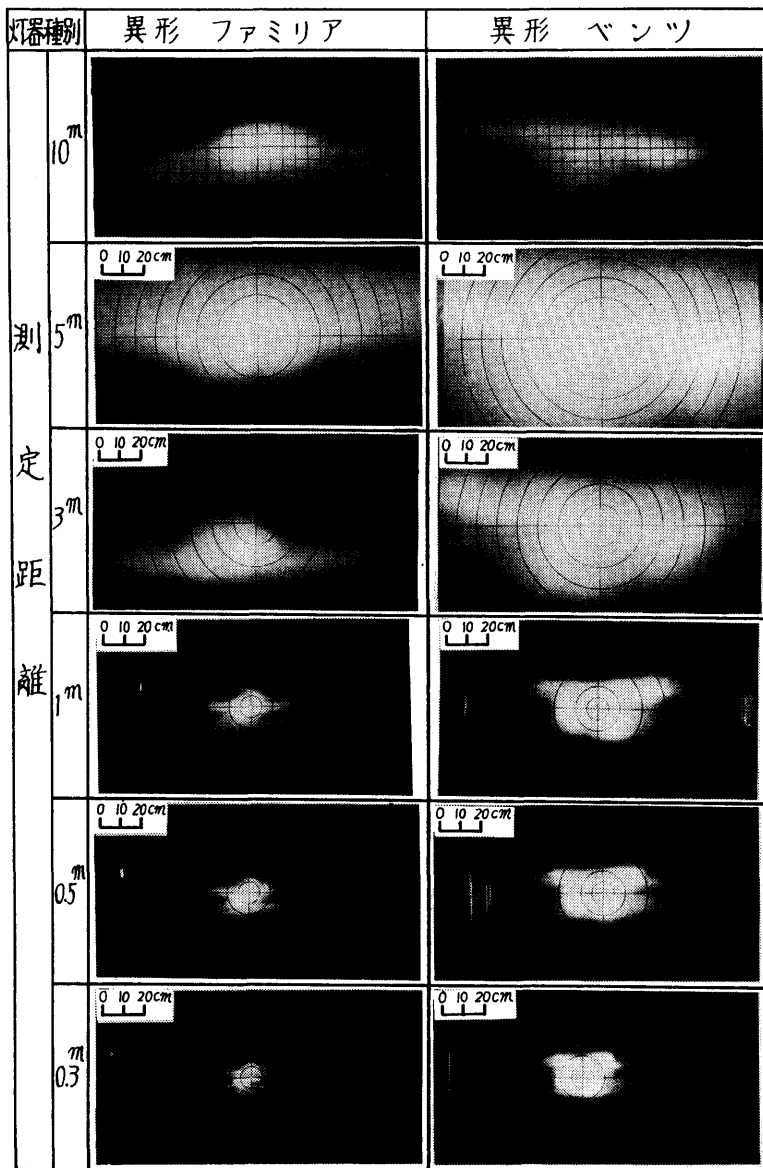


Photo 3-2. Illumination Pattern Projected on the Screen by Several Headlamps at Each Distance.

の国産車用の丸形前照灯を基準として行なったためと  
考えられる。

次に Fig.4 に見られるように前照灯の光軸を上下左  
右に傾けたときの試験機による光度および光軸の振れ  
の指示値は傾けないときの正対指示値に対してかなり  
大きな誤差を示している。光軸を傾けた場合の正対は  
普通、半透明鏡を傾けて光電池（分割型）に投影した  
配光パターンによる上下左右の光電流出力のバランス

を検出して求めているが、この方法は微小角の正対を  
正確に行なうには機構上若干の欠陥があり総合的に光  
軸振れ角度の指示および光度の指示値にかなりの誤差  
を生ずるものであり、 $2^{\circ}$  も傾けた場合の光度指示値  
は一般に非常に低い値となる。これに反して前照灯の  
前面レンズの中心に対して光電池受光部が球面状に回  
転し、受光部の光学的中心線が法線上において常に正  
対するような構造になっている試験機は比較的角

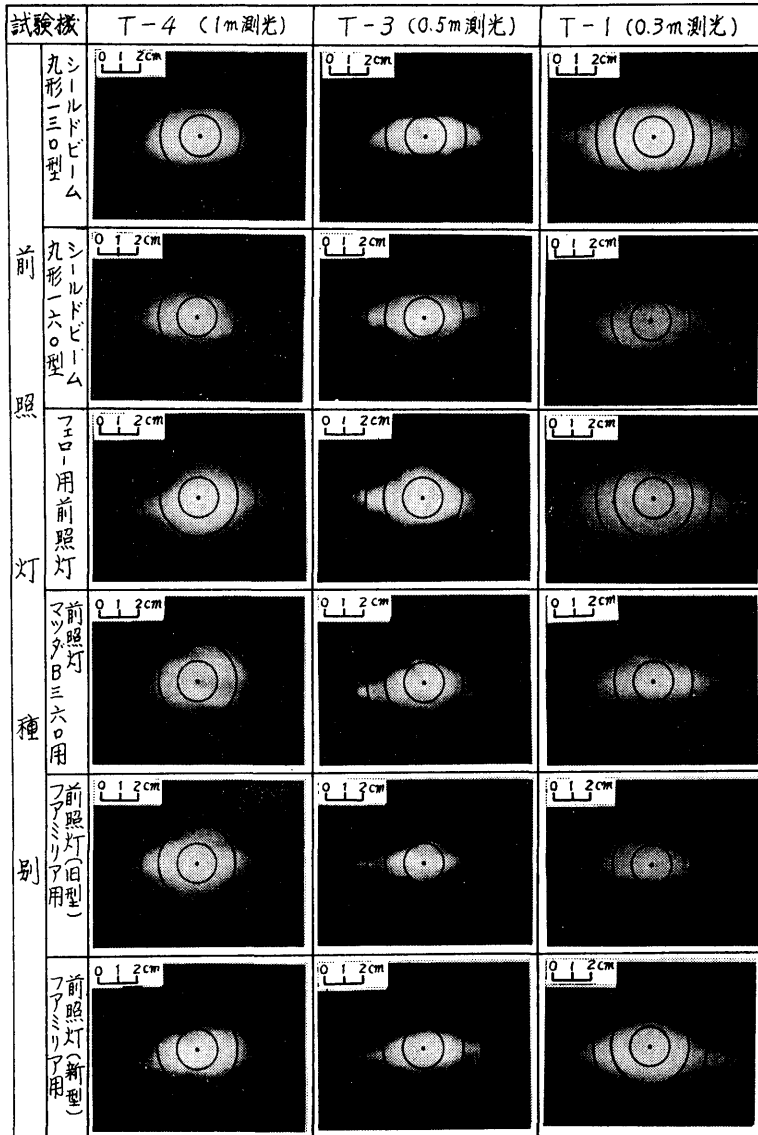


Photo 4-1. Illumination Pattern on the Photocell on the Condenser-type Headlight Tester.

よる誤差がなく、正対時の光度とほぼ同等な指示値が得られる。

光軸を傾けた場合の光度値の低下の最も大きな要因は試験機の集光レンズの大きさ（現用のものは15cmφに統一されている）と分割型光電池の大きさの適否にあると考えられる。即ち正対したときと光軸を傾けたときとの入射光束の差が指示値の精度を左右するが前照灯のように指向性をもった発散光束は主光軸上において最高光度を示し、3°以内に高光度帯があるので2°

も光軸を傾けると相当部分の高光度帯の光束がレンズの外にカットされるという現象が生ずる。入射した光束は分割型光電池に入射して上下左右のバランスをとった位置で光度を指示するが、この場合の光電池面の配光パターンは正対時と光軸を傾けた場合ではかなり異なるものがある。試験機にとりつけられた光電池は各型式毎に一定の大きさを有するので入射光束による配光パターンの形と元の位置からのずれが光度および光軸の測定精度に影響を与えるので異形前照灯のよう

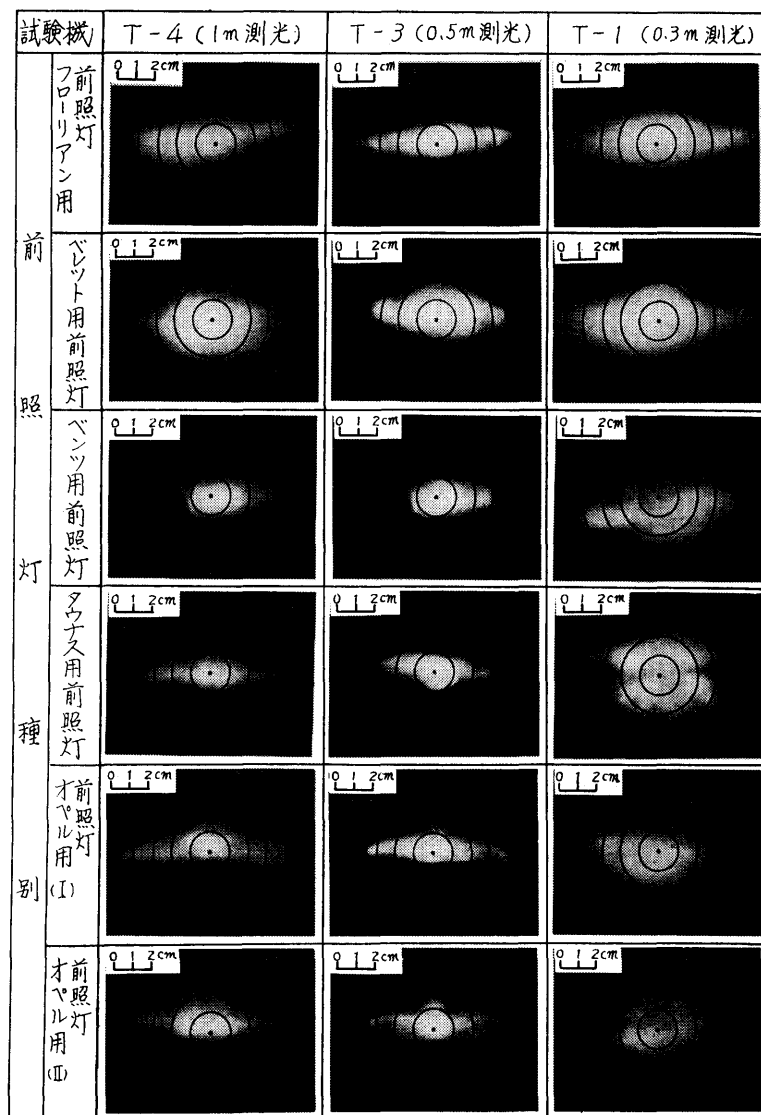


Photo 4-2. Illumination Pattern on the Photocell of the Condenser-type Headlight Tester.



Photo 5. Test Scene of Illumination Pattern on the Photocell.

に特殊な形をしたものは配光パターンが光電池面よりはみ出すことがないようにする必要がある。

集光型前照灯試験機により丸形1個、異形10個の前照灯を測定した場合の光電池面の配光パターンをPhoto 4に示す。これらの写真は実際の試験機の内部で測定することは困難なので、Photo 5に示すように長型光度計用ベンチ上に実際と同様な関係位置で前照灯、集光レンズおよびスクリーンを配置して撮影した。これらによって異形前照灯の光電池面の配光パターンの形状がわかり、それぞれの前照灯試験機による測定上のばらつきを推定することができる。

集光型前照灯試験機の測光精度は測定する距離によって若干差があり、傾向的には測定距離が1 m, 0.5 m, 0.3 mと近くなるにつれて精度の上昇が見られ、スクリーン型の試験機と異なった傾向を示している。これは前述したようにレンズよりの入射光が距離が遠くなるにつれてカットされるためと思われる。しかしながら前照灯の試験を行なう際に最も基本となる車両との正対は距離が短くなるほど正対装置（ファインダーなど）の精度を高くしなければならないので実用上は測定距離と正対装置とを関連づけた総合精度が検討されなければならない。

今後は受光部の大きさを種々に変えた場合に近距離

測光の精度がどのように変わってくるかを研究するのが一つの課題であると考えてる。

## あ と が き

以上前照灯試験機による前照灯の近距離測光の問題点について述べたが精度をある程度犠牲にすることによっていろいろの面で簡便性を求めようというのが近距離測光のねらいである。

実用面から見ればこれらは一種の技術的な妥協点を求めるものであるが現状を把握して近距離測光の限界と精度を知っておくことは試験機の設計面においても使用者側の信頼の面からも大切なことである。前照灯の配光も国際的には大体統一されてきたような状態も見られるが、新しい光源が開発され、新型式の前照灯が製作されるにつれて前照灯試験機もそれにとまって技術的な面の検討がなされなければならない。測光上かなり無理のある近距離測定にもとづく前照灯試験機を広く活用してゆくためにはその精度を基準値に対して±15%以内に確保するよう努めなければならない。このような観点から異形も含めて前照灯の測光精度を余り低下させずに、各試験機毎の測光値のばらつきを少なくするためには3 m測光のスクリーン型前照灯試験機に統一するのがよいと思う。

## 参 考 文 献

1. 「前照灯の近距離測光の誤差について」第13回運輸技術研究所研究発表会講演概要 1957.5
2. 前照灯試験機（自動車団体規格）自動車技術会前照灯試験機工具部会報告書
3. 自動車検査用機器の構造と取扱 第一集 日本自動車機械工具協会編
4. Weaver Manual of Head-light Service. Weaver Manufacturing Co, Springfield, III, USA.