

二輪車用ヘッドライトの適正配光の研究 —前方障害物に対する視認性試験方法—

Study on Suitable Light Distribution of Motorcycle Headlight
- Visibility Test Method for Forward Obstacles -

田 端 肇* 長谷川 徹*
Hajime TABATA Toru HASEGAWA

要 旨

視認性はヘッドライトの重要な機能であり、運転者が障害物を発見できる距離で評価される。

混合交通において、二輪車が路肩付近を走行することは四輪車に比べて多く、四輪車にとって前方左側に位置する駐車車両が二輪車にとっては前方正面の障害物となる。この状況に着眼し、ビデオカメラを用いた実走行による視認性試験を実施して、駐車車両を発見したときの距離と照度の関連性を明らかにした。また、駐車車両を発見できる照度は被験者の動体視力と相関があり、動体視力を管理することが試験結果の再現性に重要なことが判明した。

1995年のスポーツモデル（CB400SF Version R）に搭載した新開発のヘッドライトの評価結果では、駐車車両の発見に関し、従来のH4電球を使用したヘッドライトに比べて約1秒の余裕時間を得た。

ABSTRACT

The visibility can be evaluated with a distance when a driver recognized an obstacle on a road, and it is an important function of headlights.

In an actual traffic, motorcycles will be ridden on a road side more frequently than automobiles. Parked vehicles are recognized by automobile drivers to their left-forward, however they become to straight ahead obstacle for motorcycles. Considering this situation, we conducted a visibility test using a video camera. Mutual relation was found out between an illumination on an obstacle and dynamic visual acuity of subjects by the test. From the above, it can be said that the control of dynamic visual acuity of subjects is necessary to reproduce test results.

The 1995 sports model (CB400SF Version R) equipped with the newly developed headlight has approximately 1 sec. faster in a recognition of parked vehicle than a model equipped with H4 bulb headlight.

1. まえがき

ヘッドライトの性能は、(1)ヘッドライト電球の光束、(2)レンズやリフレクタによる光束の利用効率および(3)配光で評価される。

二輪車の場合、電球の光束はワット数の増加やハロゲ

ン化により、Fig. 1に示すようにこの40年間で約4倍に増加した。光束の利用率は、配光シミュレーション技術の進歩およびマルチリフレクタ、自由曲面リフレクタ、プロジェクタヘッドライトなどの新構造を採用すること

*朝霞研究所

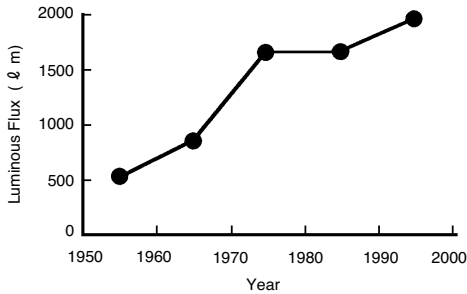


Fig. 1 Enhancement of Headlight Power Source

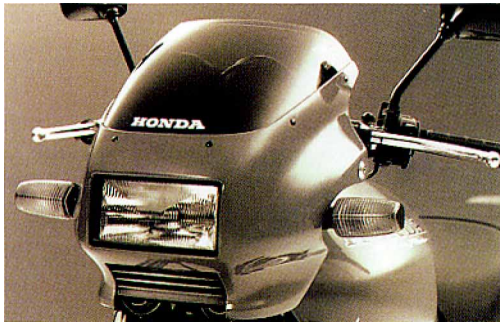


Fig. 2 FF Headlight (CB400 SF Version R)

で高められてきた。また配光は、これらの技術により光束を有効に活用し、走行に必要な前方障害物や標識の発見、走行のしやすさに影響する路面照射範囲などを向上させてきた。

本稿では、二輪車の走行に必要な前方障害物に対する視認性試験方法および Fig. 2 に示す 1995 年モデルの CB400 SF Version R に搭載した新開発の FF (Future Focus) ヘッドライトの視認性評価について述べる。

2. 二輪車に必要な視認性

視認性を検討するにあたり、実際の交通環境を考慮した視対象の選定が必要である。

国内において使用頻度の高いすれ違いビームでの直線路走行を想定すると、Fig. 3 に示す歩行者、路面状況、駐車車両、落下物、路肩、センタラインおよび道路標識などが視対象であり、これらは四輪車と同一と考えられる。

しかし、二輪車は四輪車に比べて車幅が狭く、スクーターなどの小排気量車は速度も低いことから路肩付近を走行する頻度が高いため、Fig. 4 のように駐車車両が進行方向正面の障害物となる。この状況は二輪車に特有のため、駐車車両の視認性評価が重要と考えた。

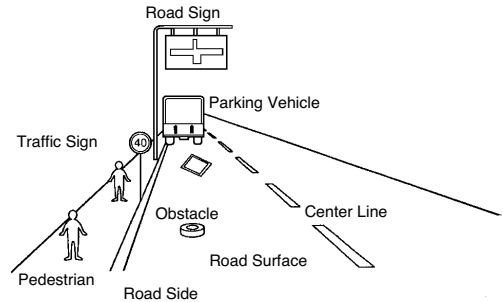


Fig. 3 Objects of Required to Recognize during Riding

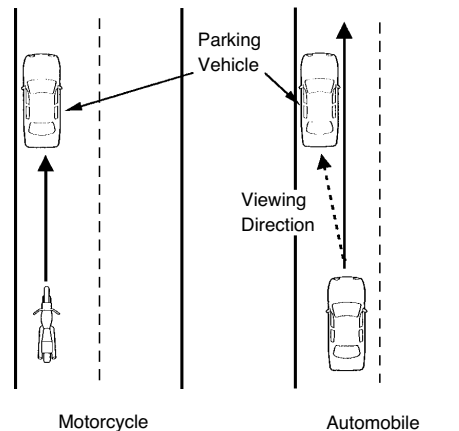


Fig. 4 Comparison of Running Position

なお、四輪車は道路の中央寄りを走行する場合が多く路肩の駐車車両は前方左側の位置であり、四輪車の配光は前方左側にあるものを視対象とした試験で代表して評価されている。

3. 駐車車両の視認性評価試験

視対象の発見は、(1)ヘッドライトの光が視対象を照らし、(2)視対象が反射率に応じてヘッドライトの光を反射し、(3)ライダーが反射光と背景に明るさの差を感じたときに成立すると考え、視対象の発見に影響を与える要素として、視対象の照度、色および反射率を抽出した。

以上を考慮し、すれ違いビームの光度と駐車車両視認性の関係を定量的に評価することを目的とした試験方法を設定した。

3. 1. 試験方法

Fig. 5 に示すように走行中の被験者が、視対象を発見し制動操作を開始する位置と視対象との距離を「発見距離」と定義し、これを定量化の評価基準とした。したがって、発見距離は、認知、判断の終了後の制動操作を開始した位置と視対象との距離を表す。

発見距離の試験方法は以下による。

- (1) 夜間、二輪車が視対象の約500m手前から法定速度の上限である60km/hで視対象に向かって走行し、視対象を発見できた地点でブレーキを操作し、制動灯を点灯させる。
- (2) ビデオカメラをコース側面に設置し、制動灯の点灯と視対象が視野に入るように同一画面に記録する。

本試験では Fig. 6 に示すように、視対象から100mの間を撮影範囲とした。制動灯が点灯した位置と視対象との距離をビデオ画面より求めて発見距離とし、視対象の照度を照度計にて各試験ごとに毎回測定した。

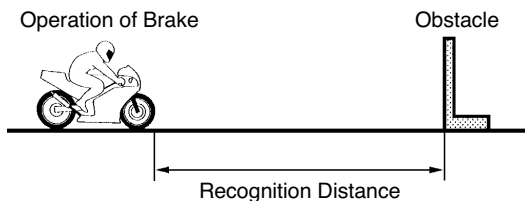


Fig. 5 Definition of Recognition Distance

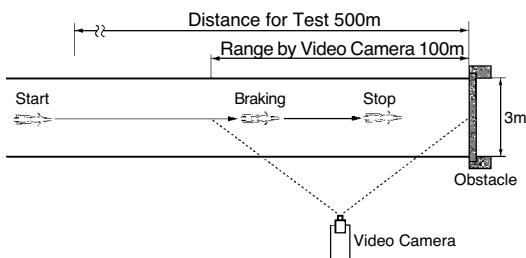


Fig. 6 Measuring Method of Recognition Distance

Table 1 Test Motorcycles

No.	Type	Engine Displacement (cm³)	Bulb (W)	Height of Headlight (mm)
S-1	Scooter	49	30	900
S-2	Scooter	49	25	900
M-1	Motorcycle	248	55	825
M-2	Motorcycle	398	55	810
M-3	Motorcycle	748	55	865
F-1	Motorcycle	398	70	810

3. 2. 試験条件

3. 2. 1. 試験車両

試験車両は Table 1 に示すスクータ2機種、モータサイクル4機種の計6機種とした。なお、ヘッドライトの取付け高さは1名乗車における電球の中心で測定した。

3. 2. 2. 視対象

試験に用いた視対象を Fig. 7 に示す。

視対象に必要な要素は、色、反射率である。塗装面の反射率の調査結果から、艶消し黒塗装の表面に泥が付着した場合を視認性が低い典型と考え、反射率を0.05%とした。なお、泥が付着した場合を想定したため、通常は車両に装着されている後部反射器は、視対象には装着しないこととした。

反射率の測定は、JIS D 1619 の標識（リフレックスリフレクタ）試験方法に準じた。

材質は、被験者が視対象の発見が遅れて衝突しても良いように発泡スチロールを使用した。

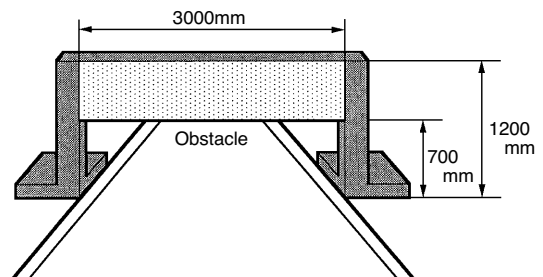


Fig. 7 Obstacle Using Test

Table 2 Subjects

Subjects (Riding Experience)	Age	Static Visual Acuity	Dynamic Visual Acuity
A (2years)	36	1.0	0.6
B (12years)	28	1.2	0.7
C (12years)	30	1.5	0.5
D (25years)	42	1.0	0.8
E (30years)	48	1.0	0.5

3. 2. 3. 被験者

被験者は Table 2 に示す二輪車の乗車経験がある男性 5 名とした。ヘルメットはシールドの透過率 90% のフルフェイスタイプを用いた。

3. 2. 4. 試験コース

試験は幅 30 m、全長 1 km のアスファルト舗装路を用いて実施した。なお、試験時の路面は乾燥状態で、周囲の明るさは $0.1 \ell x$ 以下であった。

3. 3. 試験結果

3. 3. 1. 発見距離の測定

60km/h における発見距離の測定結果を Fig. 8 に示す。各車両、各被験者ごとに 3 回ずつ測定を行った結果、発見距離の平均値は、35.2 m ~ 44.6 m の範囲であった。この発見距離は、ヘッドライト配光の駐車車両に対する視認性評価であり、試験車両ごとの視認性比較が可能である。

3. 3. 2. 発見照度の測定

発見距離における視対象照度（以下、発見照度という）を測定した結果を Fig. 9 に示す。各被験者の発見照度は $0.4 \ell x \sim 1.4 \ell x$ であり試験車両による差異は少ない。

Fig. 10 のように発見照度と動体視力に相関が見られた。このことから発見照度差は各被験者の動体視力差に依存すると考えられ、被験者の動体視力を管理することが試験の再現性を高めることになる。

なお動体視力計は指標の輝度が $130cd/m^2$ 、指標の速度が 30km/h のものを使用した¹⁾。

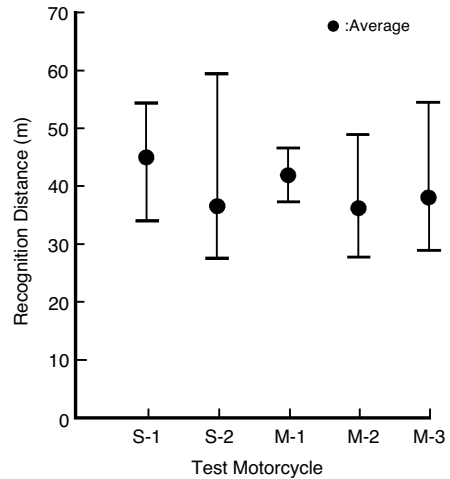


Fig. 8 Measurement Results of Recognition Distance

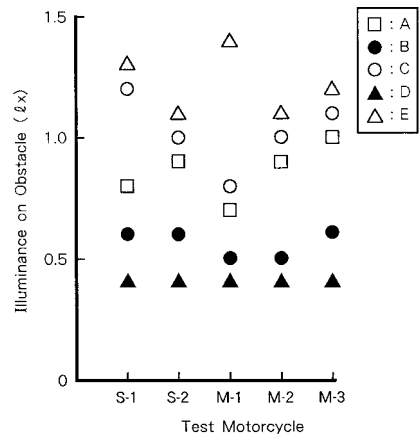


Fig. 9 Measurement Results of Illuminance on Obstacle in Recognition Distance

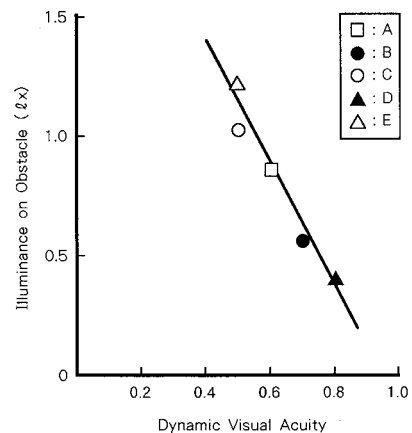


Fig. 10 Relation between Illuminance on Obstacle of Recognition Distance and Dynamic Visual Acuity

4. FF ヘッドライトの視認性評価

4. 1. FF ヘッドライトの特徴

4. 1. 1. 電球、リフレクタについて

電球の光束を増加するには、ワット数を上げてフィラメントの温度を高温に保つことで達成できるが、高温時はタングステンの蒸発が激しいため、フィラメントの太さが徐々に不均一になり短寿命となる。そこで電球の寿命を延ばすために、内部のガス圧やハロゲンガス量を調整している。また、コンピュータシミュレーションによるフィラメントとリフレクタの最適設計によりFig. 11に示すように、上方への光をカットするフードを廃止した。これらの手法により、すれ違いビームと走行ビーム共に光束の利用率が向上し、自由度の高い配光設計が可能となった。Table 3 に従来のH4電球を使用したヘッドライトを100%とした場合の光束利用率の向上度合を示す。Fig. 12は、すれ違いビームにおける従来のH4電球を使用したヘッドライトとFFヘッドライトのリフレクタ有効利用範囲を示す。

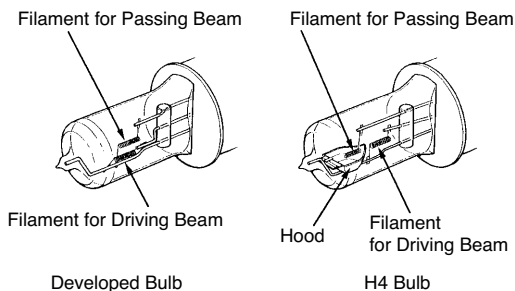
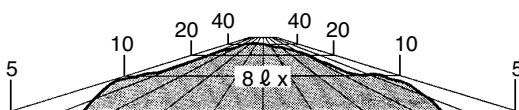


Fig. 11 Comparison of Developed Bulb and H4 Bulb



FF Headlight

Table 3 Enhancement of Effective Luminous Flux
(Compare to Headlight Using H4 Bulb)

Item	Passing Beam	Driving Beam
Luminous Flux Ratio of Bulb	150%	123%
Solid Angle Ratio of Reflector	178%	100%
Effective Luminous Flux Ratio	267%	123%

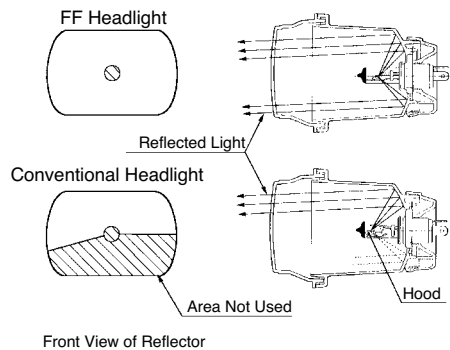
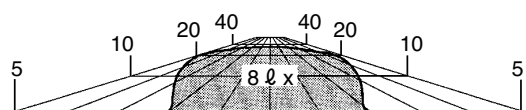


Fig. 12 Effective Reflecting Area of FF Headlight and Conventional Headlight

4. 1. 2. 路面配光性能

FFヘッドライトの路面配光における特徴は、ライダーが路面を明るく感じ、走行しやすさが向上する8 lx等照度ラインの面積を広げたことである。

Fig. 13は、すれ違いビームにおける8 lx等照度ラインを示す。横方向の広がりを重視し、8 lx等照度ラインの面積は従来に対し約2倍となった。



Conventional Headlight

Fig. 13 Comparison of Light Distribution between FF Headlight and Conventional Headlight

4. 2. 駐車車両に対する視認性の評価

新開発のFFヘッドライトの駐車車両に対する視認性の評価を行った。

Fig. 14 に、二輪車 M-1, M-2, M-3 と FF ヘッドライトの二輪車 F-1 の比較結果を示す。

F-1 の発見距離は 42.5m ～ 65.5m で平均 52m であった。従来の H4 電球を使用したヘッドライト 3 機種 M-1, M-2, M-3 の平均値 35m に対し 17m 増加しており、60km/h における駐車車両の発見に関し余裕時間で表現すると約 1 秒増加したことになる。

し、ビデオカメラを用いた視認性定量化試験方法を考案した。

(2) この発見距離は駐車車両の視認性評価となり、試験車両の視認性比較が可能である。

発見照度と動体視力に相関が見られ、被験者の動体視力を管理することが試験の再現性を高める。

(3) FF ヘッドライトを評価したところ、発見距離は従来の H4 電球を使用したヘッドライト 3 機種の平均値 35m に対し 17m 増加しており、60km/h における駐車車両発見に対し余裕時間で約 1 秒増加の結果を得た。

5. まとめ

(1) 駐車車両を発見し制動した位置を発見距離と定義

参考文献

1) 鈴木明弘「臨床眼科全書」第 8 巻 p.307 ～ 312

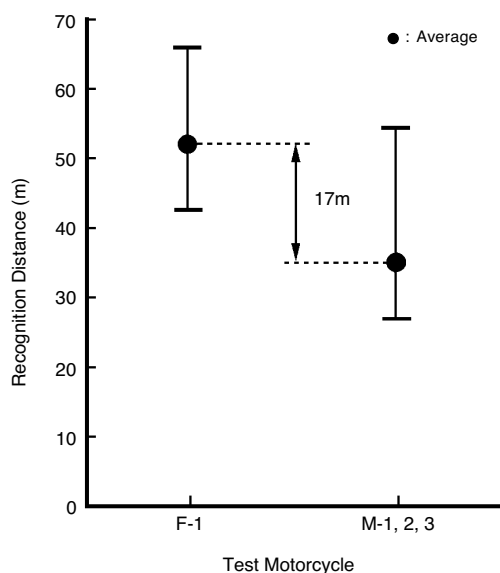


Fig. 14 Recognition Distance by Developed Headlight

■著者■



田端 肇



長谷川 徹