

二輪車AFSの眩しさに関する研究^{*1}

Study on the Discomfort Glare of Adaptive Front Lighting System (AFS) for Motorcycles

元木 正典^{*2}

Masanori MOTOKI

橋本 博^{*2}

Hiroshi HASHIMOTO

平尾 保^{*2}

Tamotsu HIRAO

Abstract

When a motorcycle is driven on a curving road, the motorcycle headlamp tilts as the motorcycle body leans, and the area illuminated by the headlamp is limited. A motorcycle headlamp bank angle leveling system (hereafter defined as "Motorcycle AFS") enhances rider visibility while a motorcycle is driven on a curving road.

However, it is necessary to examine the side-effects of a motorcycle AFS (e.g., discomfort glare for oncoming driver). This study was conducted to examine the side-effects of motorcycle headlamp bank angle compensation on the discomfort glare for an oncoming driver.

1. はじめに

二輪車は、カーブ走行時に車体と一緒に前照灯が傾くため、進行方向の路面への前照灯の照射範囲が狭くなる傾向があるが、前照灯の傾き（以下、「バンク角」という）を補正してカットオフラインを水平に保つことにより、視認性の向上が期待できる。「二輪車AFSの視認性に関する研究」¹⁾では、前照灯バンク角を補正することにより、カーブ走行時の視認性が向上することがわかった。また、前照灯バンク角を補正する場合には、バンク補正角が車体の傾きに近いほうが視認性向上効果が大きいこと、およびカットオフラインを水平に保つ機構を持つ前照灯（以下、「AFS前照灯」という）の視認性向上効果が最も大きいことがわかった。

一方、二輪車前照灯のバンク角補正による対向車ドライバに与える眩しさ（不快グレア、以下、「グレア」という）についても検討しておく必要がある。

そこで、本研究では、二輪車用AFSの基準を策定するために必要な検討資料を得ることを目標として、二輪車前照灯のバンク角補正による対向車ドライバに与えるグレアへの影響について検討することとした。

2. 二輪車前照灯のバンク角補正によるグレアへの影響に関するシミュレーション評価

2.1 目的

バンク角補正前照灯、AFS前照灯および従来型前照灯が対向車ドライバに与えるグレアをシミュレーションにより比較する。

2.2 方法

対向車ドライバの目の位置（以下、「アイポイント」という）が二輪車前照灯のカットオフラインより下方に位置する場合（すなわち前照灯の比較的強い照射光がアイポイントに到達している場合）には対向車ドライバにグレアを与えると定義して、二輪車前照灯が対向車ドライバにグレアを与える範囲を求めた。

計算に必要な入力データ（二輪車前照灯のバンク角および照射方向）は、「二輪車AFSの視認性に関する研究」¹⁾に基づいた。

1車線の幅は、3.5mとした。対向車ドライバのアイポイントは、対向車線の中央部を走行する乗用車の標準的なアイポイント位置（センターラインから1.35m外側、地上高1.1m）とした。二輪車前照灯からアイポイントまでの距離は、二輪車の走行車線の中央部における距離で表示した（Fig. 1）。

* 1 原稿受理 2008年2月25日

* 2 財団法人自動車研究所 予防安全研究部

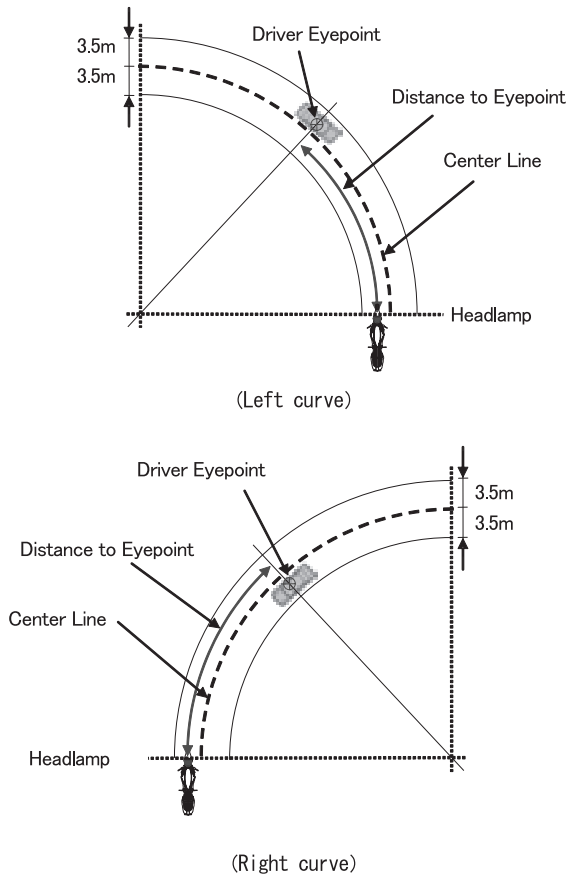


Fig. 1 Driving course and eyepoint location of oncoming car driver

計算範囲は、二輪車前照灯からアイポイントまでの距離が30mから、1/4円弧に達するまでの範囲もしくは100mまでの範囲とした。すなわち、旋回半径30mでは30m～47m（1/4円弧に達する距離）の範囲、旋回半径50mでは30m～78m（1/4円弧に達する距離）の範囲、旋回半径70mおよび100mでは30m～100mの範囲を計算対象とした。

2.3 結果

二輪車前照灯のバンク角補正によるグレアへの影響に関するシミュレーション結果を、Table 1に示す。ここでは、対向車ドライバーのアイポイントが二輪車前照灯カットオフラインより下方に位置する範囲を求めた。

二輪車前照灯のバンク補正角が車体のバンク角より小さい場合は対地角度が－を示し、車体のバンク角相当の場合（カットオフラインが地面と水平）は対地角度が0度を示し、車体のバンク角を超える場合は対地角度が＋を示す（以下、同様）。

前照灯バンク補正角0度（対地角度が－）、前

照灯バンク補正角7.5度（対地角度が－）およびAFS前照灯（対地角度が0度）では、すべての条件で対向車ドライバーのアイポイントが二輪車前照灯のカットオフラインより上方に位置する。

前照灯バンク補正角15度では、二輪車のバンク角相当分を超える補正をした場合（対地角度が＋）には、対向車ドライバーのアイポイントが二輪車前照灯のカットオフラインより下方に位置する範囲がある。

前照灯バンク角22.5度（対地角度が＋）では、すべての条件で対向車ドライバーのアイポイントが二輪車前照灯のカットオフラインより下方に位置する範囲がある。

したがって、二輪車前照灯のバンク角を補正する際に、車体のバンク角相当分までの補正をした場合には対向車ドライバーにグレアを与えないが、車体のバンク角相当分を超える補正をした場合には対向車ドライバーにグレアを与えるといえる。

Table 1 Simulation of glare for headlamp bank angle compensation (Range where driver eyepoints are below cut-of line)

Radius	Speed	Bank Angle Compensation	Ground Angle (Degree)	Left Curve	Right Curve
30m	30km/h	0°	-12.9	○	○
		7.5°	-5.4	○	○
		15°	2.1	35～47	30～47
		22.5°	9.6	30～47	30～47
		AFS	0	○	○
50m	40km/h	0°	-13.3	○	○
		7.5°	-5.8	○	○
		15°	1.7	56～78	50～78
		22.5°	9.2	30～78	30～78
		AFS	0	○	○
70m	50km/h	0°	-15.2	○	○
		7.5°	-7.7	○	○
		15°	-0.2	○	○
		22.5°	7.3	33～100	30～100
		AFS	0	○	○
140m	60km/h	0°	-13.4	○	○
		7.5°	-5.9	○	○
		15°	1.6	○	○
		22.5°	9.1	47～100	30～100
		AFS	0	○	○

○ : Indicate driver eyepoints are always above cut-off line.

x～y : Indicate the range (m) where eyepoints are below cut-off line.

3. 二輪車前照灯のバンク角補正によるグレアへの影響に関する実車評価

3.1 目的

二輪車がカーブを走行する場面において、バンク角を補正した前照灯、AFS前照灯および従来型前照灯が対向車ドライバーに与えるグレアをフィーリング評価により検討する。

3.2 方法

3.2.1 試験車

250ccクラスの二輪車2台、400ccクラスの二輪車2台および1,200ccクラスの二輪車1台、計5台を使用した。

3.2.2 前照灯

試験対象とした前照灯条件は、以下の5条件。

- ・バンク補正角0度：二輪車用ハロゲン前照灯の左側通行用すれ違いビーム（水平なカットラインを持つ対称パターン配光）を試験対象とした。
 - ・バンク補正角7.5度、15度、22.5度：バンク補正角0度相当の前照灯を、カットオフラインの左側をバンク補正角相当分上げて装着。
 - ・AFS前照灯：国内の二輪車メーカーA社によって試作された、車体が傾いても前照灯の傾き（バンク角）を補正してカットオフラインを水平に保つ機構を持つ前照灯。
- 前照灯高さは、いずれも地上高850mm。

3.2.3 走行コース

自動車安全運転センター 安全運転中央研修所の中速周回路において、カーブ走行時に二輪車前照灯が対向車ドライバーに与えるグレアについて検討した。走行コースは、以下のとおり。

片側1車線（1車線の幅が3.75m）、曲率半径180mの右カーブを二輪車が走行するコースを設定した。

3.2.4 評価方法

静止した乗用車の運転席に乗車した被験者に、対向車線を走行してくる二輪車の前照灯のグレアを評価させた。評価にあたっては、視線を乗用車の進行方向に向けるように教示した。観察区間は、乗用車の前方100mから30mの範囲。二輪車のカーブ走行時の走行速度は、60km/hとした。

3.2.5 グレアの評価尺度

グレアの評価にあたっては、ドボーの9点尺度を用いた。評価値が5以上であれば、グレアが許容範囲内とみなす。

【グレアの評価尺度】

- | | |
|---|-------------|
| 9 | 眩しさを感じない |
| 8 | |
| 7 | 眩しさを十分許容できる |
| 6 | |
| 5 | 眩しさの許容限界 |
| 4 | |
| 3 | 運転の邪魔になる眩しさ |
| 2 | |
| 1 | 耐えられない眩しさ |

3.2.6 被験者

灯火器の専門家8名。

3.3 結果

各実験条件とも、全被験者が回答した評価値の平均値を求めて代表値とした。

二輪車前照灯のグレア評価をFig. 2に示す。前照灯バンク角を補正しない条件（バンク補正角0度）における評価値と、前照灯バンク角を補正した条件における評価値との間に有意差がある場合には、「**」（ $p<0.01$ ）で表示した。

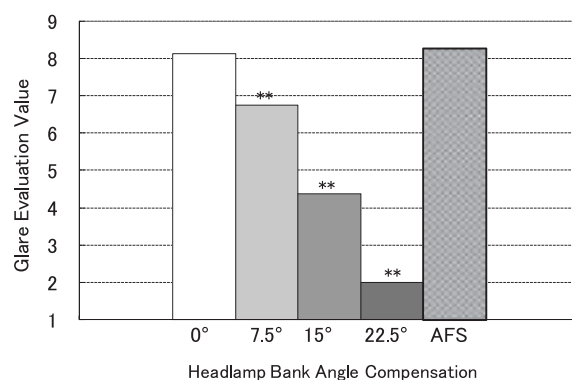


Fig. 2 Glare evaluation for bank angle compensation of motorcycle headlamp

バンク補正角0度の前照灯に対するグレア評価よりも、バンク補正角7.5度、15度および22.5度の前照灯に対するグレア評価のほうが低く（より眩しいと評価される。いずれも有意差あり）、バンク補正角が大きいほどグレア評価が低い。

バンク補正角が0度、7.5度の前照灯およびAFS前照灯は、グレア評価が許容範囲内（評価値が5

以上)であるが、バンク補正角が15度および22.5度の前照灯は、グレア評価が許容範囲外(評価値が5未満)である。今回の走行条件(曲率半径180mのカーブを60km/hで走行)における車体のバンク角は13度前後であると推定されることから¹⁾、バンク補正角が15度および22.5度の前照灯については、車体のバンク角相当分を超える補正をしたことになる(対地角度が+)。

したがって、カーブ走行時に二輪車前照灯のバンク角を補正する際に、車体のバンク角相当分までの補正をした場合には対向車ドライバに与えるグレアが許容範囲内であるが、車体のバンク角を超える補正をした場合には、対向車ドライバに与えるグレアが許容範囲外になる可能性が高いといえる。

4. まとめ

「二輪車AFSの視認性に関する研究」¹⁾における「二輪車AFSの視認性に関するシミュレーション評価」、および本報告の2章「二輪車AFSのグレアに関するシミュレーション評価」で得られた結果をまとめて、Table 2に示した。

視認性に関する評価については、前照灯カットオフラインが走行車線内側ライン上において40m以上前方に到達する場合には、カーブ走行時の視認性が許容範囲内であるとみなした。グレアに関する評価については、対向車ドライバのアイポイントが前照灯カットオフラインより上方にある場合には、対向車ドライバにグレアを与えないとみなした。総合評価については、カーブ走行時の視認性が許容範囲内であり、かつ対向車ドライバにグレアを与えない場合に許容範囲内であるとみなした。

二輪車AFSの視認性およびグレアに関する研究結果のまとめは、以下のとおり。

- (1) 二輪車AFSの視認性に関するシミュレーション評価の結果、カーブ走行時において前照灯バンク角を補正することにより前照灯の視認性が向上することがわかった。前照灯のバンク角を車体のバンク角相当分補正する場合(AFS前照灯:対地角度が0度)、もしくは車体のバンク角相当分を超えて補正をする場合(対地角度が+)には、カーブ走行時におけ

る二輪車前照灯の視認性が許容範囲内であることがわかった。

- (2) 二輪車AFSのグレアに関するシミュレーション評価の結果、カーブ走行時において、前照灯のバンク角を車体のバンク角相当分までの範囲で補正をする場合(対地角度が-もしくは0度)には対向車ドライバにグレアを与えないが、車体のバンク角相当分を超えて補正をする場合(対地角度が+)にはグレアを与えることがわかった。
- (3) 二輪車AFSの視認性およびグレアについて総合的に検討した結果、カーブ走行時において二輪車前照灯のバンク角を補正する場合には、補正角度は車体のバンク角に近似し、かつ車体のバンク角相当分を超えないことが適切であることがわかった。

Table 2 Summary of simulation results for visibility evaluation, glare evaluation and synthetic evaluation

Radius	Speed	Bank Angle Compensation	Ground Angle (Degree)	Visibility	Glare	Synthetic Evaluation
30m	30km/h	0°	-12.9		○	
		7.5°	-5.4		○	
		15°	2.1	○		
		22.5°	9.6	○		
		AFS	0	○	○	○
50m	40km/h	0°	-13.3		○	
		7.5°	-5.8		○	
		15°	1.7	○		
		22.5°	9.2	○		
		AFS	0	○	○	○
70m	50km/h	0°	-15.2		○	
		7.5°	-7.7		○	
		15°	-0.2	○	○	○
		22.5°	7.3	○	○	○
		AFS	0	○	○	○
140m	60km/h	0°	-13.4		○	
		7.5°	-5.9		○	
		15°	1.6	○		○
		22.5°	9.1	○		○
		AFS	0	○	○	○

○ : Indicate evaluation value is equal to or above just acceptable level.

Indicate evaluation value is below just acceptable level.

5. 二輪車AFSの要件

本研究で得られた結果を基に、二輪車AFSの要件として、以下を提案する。

「カーブ走行時において二輪車前灯のバンク角を補正する場合、補正角度は車体のバンク角に近似し、かつ車体のバンク角相当分を超えないこと」。

参考文献

- 1) 元木正典ほか：二輪車AFSの視認性に関する研究，自動車研究，Vol.30, No.3, p.131-134 (2008)