

低位置設置型の高速道路照明

Low-Position Expressway Lighting

小谷 朋子 相馬 隆治

■ KOTANI Tomoko

■ SOUMA Ryuji

高速道路の照明はポール照明方式が一般的である。しかし、ポールを設置しにくい箇所や光漏れを抑える必要がある箇所においても夜間の安全性と走行性を確保する必要がある。われわれは、照明器具を低い位置に設置して光漏れを抑え、自動車の前照灯を補助・補完する機能を持つ低位置追跡照明型の高速道路用照明器具を開発した。

低位置追跡照明では、路上障害物の見え方がポール照明と異なることや、器具位置が低いために運転者へのまぶしさが懸念されることから、障害物の視認性とまぶしさについて検討し、実際の高速道路に試験施工してその効果を検証した。

In expressway lighting, light is conventionally irradiated from a high position. We have developed a low-position road lighting system for safer nighttime driving. In this new lighting system, the luminaires are installed at a height of less than 1 m from the road surface, and light is irradiated in the advance direction of the vehicles in order to supplement the function of the vehicular headlamps.

We examined the visibility of fallen objects and the glare from luminaires, set up an experimental system on the Dai-ni Keihan Expressway, and verified the effects of the system.

1 まえがき

高速道路の照明は、一般的にポールを用いた高い位置から道路に照射する方式が主流で、夜間走行の安全性と快適性に必要な照明環境を実現している。

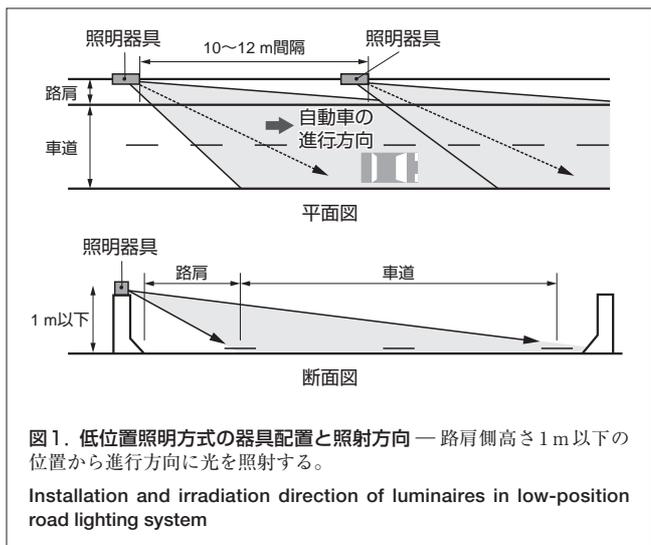
しかし、ポールを設置しにくい箇所、及び農作物への影響や住宅地域など道路外部への光漏れを抑える必要がある箇所には、安全性と走行性を確保しつつ光が外に漏れないような照明方式が望まれる。そこで、照明器具を低い位置に設置して光漏れを抑え、夜間の安全性と走行性を確保した、低位置設置型の高速道路用照明器具を開発した。

2 低位置追跡照明方式の検討

2.1 低位置追跡照明の概要

低位置追跡照明とは、照明器具を路面から1m程度の低い位置に設置し、自動車の進行方向に光を照射して自動車前照灯の機能を補完する走行支援型の照明方式である。器具配置と照射方向を図1に示す。

低位置追跡照明方式によって得られるメリットは、障害物及び先行車の視認性向上やポールを設置しないことから、道路外部への光漏れ軽減、昼間の景観の向上、コストの縮減、高所作業をなくしたメンテナンス性の向上、維持作業のための交通規制がないことによるユーザーへの利便性の向上などが挙げられる。



2.2 低位置追跡照明に求められる性能

道路照明に必要な要件は、夜間に路上障害物が存在した場合に運転者が安全に自動車を停止・回避することが必要であることから、運転者が停止・回避可能な距離だけ前方にある障害物を視認できる性能が求められ、かつ照明光が交通の妨げになってはならない。

自動車は、夜間走行時には自動車前照灯を必ず点灯しており、最近ではHIDランプ(High Intensity Discharge lamp)を用いた高輝度な自動車前照灯や、配光可変型前照灯が開発されている。これらの自動車前照灯は、障害物や歩行者の視認性を向上する効果が高いが、一方でほかの走行車に

対するグレア(まぶしさ)の抑制が課題となっている。

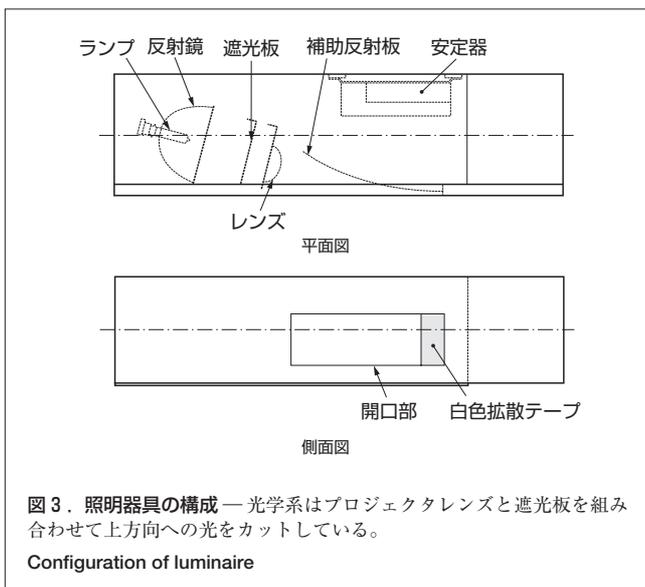
自動車前照灯による路上障害物の見え方は、障害物を明るく照らし、暗い路面を背景として障害物が明るく浮かび上がる逆シルエット視となる。低位置追跡照明も同様に障害物に光を照射することから、自動車前照灯の視認性を向上させる照明方式といえる。これに対し、ポール照明では明るい路面を背景として障害物が暗く見えるシルエット視となる。これまでの道路照明における障害物の見え方に関する研究は、ポール照明のシルエット視が主流であり、逆シルエット視における研究は少ない。したがって低位置追跡照明では逆シルエット視における障害物の見え方を検証する必要がある。

また、照明器具を低い位置に設置するため、照明器具と運転者の視線が近くなり、自動車前照灯と同様に照明器具からの光が運転者にグレアを感じさせてしまうことが懸念される。

以上により、ここでは路上障害物の見え方と照明器具からのグレア抑制について検討し、実際の高速道路で実験を行い、低位置追跡照明の効果を検証した。



図2. 照明器具の外観—路肩側の壁高欄上に器具を設置した。
View of luminaire



2.3 照明器具の概要

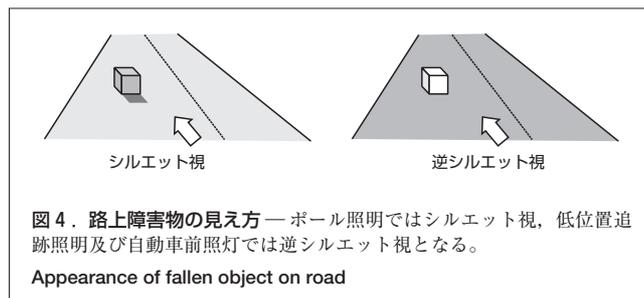
照明器具の外観を図2に、構成を図3に示す。ランプは、寿命を考慮して35W セラミックメタルハライドランプを使用した。光学系には、自動車前照灯に用いられるプロジェクタレンズと遮光板を組み合わせることにより、グレアの原因となる上方への光をカットした。

また、視線誘導効果を得るため、照明器具の反射板端部に白色拡散テープをはり、光が運転者の方向に戻ってくるようにした。これによりデリニエータ(視線誘導標)のような効果を期待できる。

3 障害物の見え方に関する検討

3.1 障害物の見え方

障害物の見え方は、前述したとおりポール照明ではシルエット視、自動車前照灯及び低位置追跡照明では逆シルエット視となる。見え方の違いを図4に示す。次に逆シルエット視でポール照明と同等の視認性を確保するための条件を検討する。



3.2 視標反射率の検討

シルエット視における障害物の視認性実験では、大きさが20cm角で反射率が20%の視標を用い、その視認確率により評価している。しかし、逆シルエット視においてシルエット視と同等の視認確率を得るために基準となる視標反射率は明らかにされていなかった。そこで、実際の高速道路における障害物の反射率を調査した結果⁽¹⁾、障害物の反射率分布から、シルエット視で反射率20%以下の視標の視認確率と同等の視認性を得るために基準となる逆シルエット視の視標反射率は13%であることがわかった。したがって実験では反射率が10%、15%、20%の視標を用いた。

ポール照明、自動車前照灯(ハイビーム)、及び低位置追跡照明における視標の見え方を図5に示す。観測距離は80mで、視標反射率は左から10%、15%、20%である。

3.3 実際の道路環境における視認性評価実験

3.3.1 実験概要 3車線の第二京阪道路に低位置追跡照明を試験施工し、障害物の視認実験を行った。実験の



(a) ボール照明
(高圧ナトリウムランプ360 W, 器具タイプVI, 器具間隔は42 m)



(b) 自動車前照灯ハイビーム
(ハロゲンランプ55 W, 2灯)



(c) 低位置追跡照明
(セラミックメタルハライドランプ35 W, 器具間隔は10 m)

図5. 80 m先の視標の見え方 — 視標(中央の3点)反射率は左から10%, 15%, 20%である。

Appearance of targets from distance of 80 m

概要を表1に示す。実験は、低位置追跡照明のみで照明した場合と、比較のために自動車前照灯すれ違いビーム(ロービーム), 及び走行ビーム(ハイビーム)だけで照明した場合の3種類の方法で視標を照明した。車種は中型乗用車で、自動車前照灯の光源はハロゲンランプである。視標の見え方は9段階で評価した。

3.3.2 実験結果 観察距離を80 m, 視標位置を器具横としたときの評価結果を図6に示す。視標の見え方に関する9段階の評価で, “6:やや見やすい”から“9:非常に見やすい”と評価した人の割合である。第1, 第2車線では, もっとも見えにくい反射率10%の視標でも70%以上の人が見やすいという評価をしており, 第3車線においてもハイビームよりも良好な結果であった。視標を器具間においた場合や観察距離を120 mとした場合も同様の結果が得られ, 低位置追跡照明はハロゲンランプを光源としたハイビーム以上の視認性があることを確認できた。

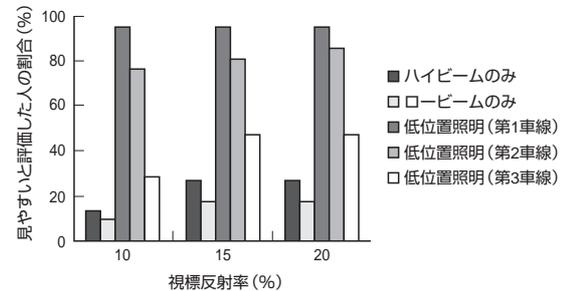


図6. 80 m先の視標の見やすさ評価(視標位置: 器具横) — 評価尺度6以上の人の割合であり, 低位置追跡照明はハイビーム以上の視認性があることが確認できた。

Evaluation of target visibility from distance of 80 m

低位置追跡照明の場合の各車線について, 視標の中央部の高さである0.1 mにおける平均鉛直面照度を実測したところ, 第1車線90.9 lx, 第2車線46.9 lx, 第3車線15.9 lxであった。

表1. 実験概要

Summary of experiments

項目	内容
実験日時	2003年2月25日 18:00~22:00
実験場所	第二京阪道路 八幡東IC~久御山南IC間
器具配置	器具間隔10 m 器具高さ0.7 m
視標反射率	10%, 15%, 20%
視標位置	器具横と器具間, 各車線の車線軸中央
観測条件	視標から80 mと120 m離れた位置から自由視
被験者	34名
評価尺度	1:非常に見にくい 2: 3:見にくい 4: 5:どちらとも言えない 6: 7:見やすい 8: 9:非常に見やすい

4 グレアに関する検討

4.1 グレア評価指標の検討

低位置追跡照明で懸念されるグレアには, 側方から車内に差し込む光によるグレア, サイドミラーやバックミラーに器具が映り込んで生じるグレア, 反対車線側から照明器具を見たときのグレアが考えられる。低位置追跡照明は, ポール照明とは照明器具の高さや照明方式が異なるため, 道路照明におけるグレア評価指標を適用することができない。そこで, 低位置追跡照明器具と同様の配光を持つ自動車前照灯の規格を参考に, 光度値を基準にしたグレア規制値を検討した。

自動車前照灯の配光規制値には, 例えば日本工業規格 JIS D 5504:1981「自動車用前照燈シールドビーム形電球」がある(現在は廃版)。このうち, 自動車前照灯のすれ違いビームに

ついで、グレアと関連が深い上方光の規制値から、もっとも小さい値を抜粋すると、次のとおりであった。

- ・仰角0.5° : 800 cd 以下
- ・仰角1° : 500 cd 以下
- ・仰角10.0° 以上 : 125 cd 以下

この規制値をもとにして、低位置追跡照明器具と自動車の位置関係から、配光規制値を検討した。

- (1) サイドミラー位置のグレア規制値 自動車前照灯の仰角0.5°の規制値が相当するが、低位置追跡照明ではより厳しい仰角1°を500 cd とする。
- (2) 運転者の視線位置のグレア規制値 バックミラーに映り込む仰角の光度値は、車内に側方から差し込む光の仰角2°よりも大きいため、自動車前照灯の規制値10°の値を目安に、仰角2°で120 cd とする。

これにより、低位置追跡照明における最大光度値の目標は、仰角1°方向を500 cd 以下、仰角2°方向を120 cd 以下とした。

4.2 実際の道路環境におけるグレア評価実験

実験日時及び場所、器具配置は3.3.1項の実験と同じである。評価項目は、側方からのグレア、後方からのグレア、反対車線からのグレアで、被験者は自動車前照灯のロービームを点灯させて走行し、グレアの程度を“1：耐えられない”～“9：まったく気にならない”の9段階で評価した。

実験に使用した器具の最大光度値は、仰角1°方向が57 cd、仰角2°方向が39 cd で、目標値以下に抑えられていた。側方と後方からのグレア評価結果を次に示す(図7)。

- (1) 側方からのグレア評価 側方からのグレアは、“5：許容できる”よりも良い評価をした人は全体の92%であった。
- (2) 後方からのグレア評価 後方からのグレアは、“5：許容できる”よりも良い評価をした人は全体の96%であった。
- (3) 反対車線からのグレア評価 反対車線から見た器具のまぶしさに対する評価は、“5：許容できる”よりも良い評価をした人は全体の86%であった。

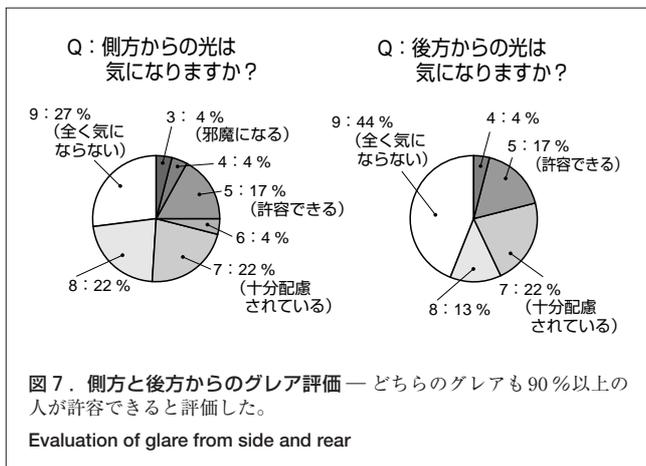
以上の結果から、側方、後方及び反対車線からのグレアは十分に制御されており、実際の道路環境における低位置追跡照明のグレアは問題ないレベルであるといえる。

5 あとがき

夜間の走行性と安全性を確保しながら周辺への光漏れを低減し、自動車前照灯の機能を補助・補完する目的で、高速道路における低位置設置型の照明器具を開発した。実際の高速道路に試験施工して実験を行った結果、障害物の見え方及び照明器具からのグレアはほぼ問題ないレベルであることが確認できた。

文献

- (1) 相馬隆治. 路面障害物の早期発見を目的とした低位置プロビーム照明の施工. EXTEC. 17, 4, 2004, p.40-43.



小谷 朋子 KOTANI Tomoko

東芝ライテック(株) 研究所 研究開発担当主務。
光環境の設計・評価技術に従事。照明学会会員。
Toshiba Lighting & Technology Corp.



相馬 隆治 SOUMA Ryuji

日本道路公団 試験研究所 交通環境研究部主任。
高速道路の照明技術に関する研究に従事。
Japan Highway Public Corp.