

# プロビーム照明を活用した交差点照明の取り組み

鶴田 碩信

関東地方整備局 大宮国道事務所 交通対策課（〒331-9649 埼玉県さいたま市北区吉野町 1-435）

我が国における交通事故件数及び交通事故死者数は平成16年をピークに減少傾向にある。減少傾向にいたった理由については、道路交通安全対策の実施、自動車の自動ブレーキシステム等の導入などハード面、ソフト面での対策の効果によるものである。しかしながら、交通事故死者数の状態別死者数については、歩行中の死者数が最も高い状態が続いている。このような背景を踏まえ、大宮国道事務所では、埼玉県熊谷市上之地区の交通安全対策事業区間内道路照明整備において、交差点内の歩行者を安全に通過させる取り組みとしてプロビーム照明を活用した交差点照明整備を試行実施した。本稿は、試行内容及び結果について報告するものである。

キーワード プロビーム、道路照明、LED、交差点安全対策

## 1. 背景

道路管理者が照明施設整備を実施する際は、道路照明施設設置基準（以下「基準」という。）により設計を行う。基準並びに基準を解説する、道路照明施設設置基準・同解説（以下、「同解説」という。）は、昭和42年に日本道路協会より刊行され、昭和56年、平成19年10月と改訂された。同解説は、基準の趣旨等を解説する技術指導書であり、我々道路管理者の照明施設設計への活用だけでなく、製造メーカー、設計コンサルタント、現場施工者が等しく整備方針を理解する際のものとなっている。

平成19年に全面改訂された基準は、技術の進展に柔軟に対応できるよう、仕様規定から性能規定に転換された。

過去の道路管理者の努力により、今日まで道路照明施設は同基準により設計整備され、夜間の交通事故の防止に極めて効果の高い交通安全施設と位置付けられる施設となった。

一方、国土交通省は、平成23年にLED道路・トンネル照明導入ガイドライン（案）（最新版は平成27年4月）（以下「ガイドライン」という。）を定め、LED道路照明整備に着手し、現在新規に道路照明施設を整備する際は、道路一般部、トンネル部どちらにおいても、大半が省電力となるLED照明で整備を行っている。

以上の背景を踏まえ、同基準を遵守しつつ、交差点内の歩行者を的確に把握するために良好な視環境を確保し、道路交通の安全性を向上させる、LED照明器具のうち、プロビーム照明を活用した交差点照明の整備を試行実施した。

## 2. 試行までの経緯

（1）プロビーム照明器具を試行するきっかけ

今回、試行整備を行った埼玉県熊谷市上之地区は、2019年ラグビーワールドカップの試合会場となった熊谷ラグビー場周辺における、交通渋滞による追突防止等を目的として、4車線区間に付加車線を整備した区間である。照明設備についても現地状況を踏まえた設計を行い、工事発注を行った。しかし、土木職の設計者や監督職員との打ち合わせ等において、基準やガイドラインどおりにLED照明を整備してもあまり明るく感じられないとの声を受けた。そこで、照明整備担当、工事施工業者、製造メーカーが思案を重ね、多くの調整を経て、プロビームを採用する方針としたものである。

プロビーム照明の採用は基準が仕様規定から性能規定に変更され、器具選択の自由度が大きくなったことも採用の決め手の一つとなった。

プロビーム照明器具との組み合わせ配置を試行し、ドライバーが明るく感じ視認性が向上するか、死傷率が高い歩行中の事故低減対策となるのか日々検討を重ねた。

（2）着目したポイント

直轄国道における既設LED道路照明施設の調査や、市道等に整備されているLED街路灯で調査を行った結果、一番照明対象として明るく感じた、街路灯付近を通過したバス、トラック等の大型車に光が当たる箇所に着目した。

大型車の光があたる箇所の中で、直轄国道道路照明施設より、設置高さが低いLED街路灯の付近を通過する大型バスの屋根付近が一番明るく感じた。推論として単一光源で道路の横方向に光を伸ばす従来型のランプ方式では高さに関係無く均一に光があたったものが、LED

方式は複数光源であるため、従来均一であった、道路面と照明発光部の高さにより照度の強弱が出ているのではないかと推測した。もし推論が正しければ、歩行者の高さ（2.0m以下）で照射することで、より効率的に歩行者を照らせるのではないかと考え、既存器具からの選定や器具の新規製作の可能性について検討した。

### （3）プロビーム照明活用に至るヒント

器具の設置位置を低くする等々の検討を重ねたが、照明器具の設置位置を低くすると、照明器具から光を当てる配光面積が狭くなる問題点が生じた。また照明器具を複数選定し最適な器具を配置する方法は、明暗部に差が生じた。特に暗となる箇所について交通安全上の不適となる問題が生じた。そのため、当初設計を行った方式にて整備するしかないと考えていたときに、交通工学論文集に提出された論文を得ることができた。

論文は、車のヘッドライトだけでは得られない、歩行者に対して、十分安全な地点での視認性レベルを向上させる効果的な方法を提案する研究成果であった。

### （4）プロビーム照明の整備検討

当初導入検討において、プロビーム方式は、トンネル部等、進行方向が定まった閉鎖区間で整備効果を発揮する方式であり、一般国道の特に交差点部では、直進、右左折進車両や歩行者等が混在する箇所であることから整備には不適として考えた。しかし、新道路技術会議の技術研究開発において、市街地におけるプロビーム道路照明についての研究開発成果レポートが出され、内容としては、横断歩道上の歩行者に多くの光があたり視認性が向上するとされる内容であり、当事務所の整備区間交差点部においても、有効となりえる対策であると考え、設置箇所の検討を行った。

### （5）プロビーム照明の採用検討

一般部の照明設備は、標準仕様（建設電気技術協会）の照明器具を選定した。標準仕様でも配光特性が高いものであったが、より横断歩道上の歩行者の安全対策を強化する目的から照明器具の特性を現地条件に反映させるため、道路面からの高さ（鉛直面照度）に着目した。基準においては、「シルエット効果により道路上の障害物等をドライバーに視認しやすくする」としているが、プロビーム照明器具を導入して、横断歩道上の歩行者等に照射する光を集中させることにより、例えると標準仕様の灯具でカメラ撮影時に逆光となり影として被写体を浮かび上がらせる方式から、プロビーム方式の灯具で被写体に投影する光を強くすることで鮮明に撮影できる方針を立てた。

プロビーム方式には、メリットだけでなくデメリットもあり、進行方向には生じないが、逆進行方向ではグレア

（まぶしさ）が大きくなる特性がある。グレアが生じると、歩行者の視認性が低下するため、危険となる場合がある。そこで、歩行者の安全対策を向上させる目的として交差点部での整備をする際には、交差点形状を把握し車両の進行方向を正しく設計に反映する必要があり、事故発生の原因となるグレアを抑制する必要がある。

プロビームの利点は、車両進行方向の障害物等の視認性を向上であるため、横断歩道手前に設置することで効果を発揮する。逆に横断歩道の奥側に設置した場合にシルエット効果を得られるが、走行箇所によってはグレアが大きくなるため不向きと言える。以上のことを念頭に整備効果が得られる箇所を選定することに加え、視認性低下が生じる箇所には配置しないこととした。そのため交差点形状、横断歩道の位置を確実に把握して基準輝度を満たす組み合わせによる照明器具の再配置設計を行った。

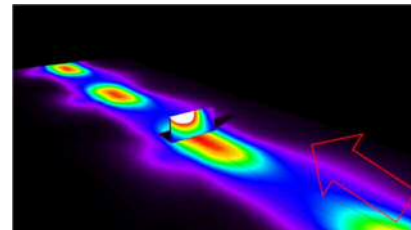


図-1 照明器具の配光特性（標準仕様器具）

片側2車線道路において、右下から左上方向に車が進むものとし、障害物の視認性を確認するために高さ3mの壁に照明器具からの光束があたっているかを確認した資料を作成（図-1、図-2）した。

標準仕様器具においては、鉛直面で高い位置に光束強度が強い箇所が生じているが自転車利用者、歩行者へ照射している光の量が少なく、特に子供の身長を想定した、高さ50cm以上の高さでは光の量が弱いことが確認できた。（図-1）

プロビーム照明器具の配光特性については、標準仕様器具と比較して、より低い位置へ光束を集中させ照度分布を形成していることが確認できた。（図-2）

交差点部で、横断歩道の手前に照明器具を整備できる箇所を、プロビーム照明方式にすることにより、歩行者の安全性向上が図れることが想定され、十分安全な地点での視認性レベル向上は安全対策として有効であると判断した。

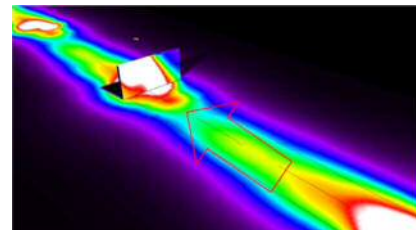


図-2 照明器具の配光特性（プロビーム器具）

| 色 | 照度 [lx]  |
|---|----------|
| 白 | 30.00 lx |
| 赤 | 26.25 lx |
| 黄 | 22.50 lx |
| 緑 | 18.75 lx |
| 青 | 15.00 lx |
| 紫 | 11.25 lx |
| 黒 | 7.50 lx  |
| 黒 | 3.75 lx  |
| 黒 | 0.00 lx  |

図-3 配光特性の照度色表

整備区域内の照明設備整備方針としては、連続照明整備区間においては、より均整度の高い標準仕様器具にて整備し、交差点部をプロビーム照明器具にて整備するものとした。

### 3. プロビーム照明の整備概要

#### (1) 整備概要

整備区間としては熊谷市上之地区における交通安全対策事業区間と擦り付け照明整備区間を合わせ、約2.5 kmに95基の照明灯整備を行った。

整備区間内に5交差点あり、横断歩道及び交通信号（押しボタン式含む）のある交差点4交差点にプロビーム照明15基整備を行った。

熊谷スポーツ文化公園交差点のプロビーム照明と通常照明整備概要を以下の図で示す。

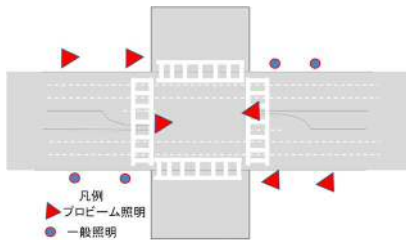


図4 熊谷スポーツ文化公園交差点の照明灯配置図

#### (2) プロビーム照明の整備効果

熊谷スポーツ文化公園交差点での対策として、プロビーム照明を、横断歩道上の歩行者、自転車利用者に照射し、右左折時のドライバーへの認識率を向上させることとした。



図-5 交差点内の歩行者と右折車両

図-5は、右折で国道に進入する車両から国道を横断する歩行者がどう見えるかを表したものである。車両のヘッドライトは歩行者の腰から下を照らし、歩行者の横断方向の先を照射しているのが分かる。これでは、横断開始時の歩行者を確認するのが難しいが、プロビーム照明は横断歩道上全体に配光されており、ヘッドライトの明かりが照射されない範囲の歩行者等の視認性が向上していることが確認出来た。

#### (3) プロビーム照明



図-6 プロビーム照明器具 (写真)

図-6は、本区間で整備した照明器具である。右側の器具が中央分離帯に整備した器具であり、左側が歩道に整備した器具である。

プロビームは、進行方向へ光線を照射する照明器具である。プロビーム方式は、トンネル部（壁面取付け）において、多くの実績を有するものであるが、本試行区間では、通常の直線ポールに柱上型として整備するため、進行方向を考慮した器具設計を行い設置位置（歩道または中央分離帯）で器具の向きを定める必要がある。

今回の器具では、進行方向への配光を行うためにLEDランプ照射部を前面とし、背面部は曇りガラスとし、後方への漏れ光でグレアが生じないように対策を実施した。

#### (4) プロビーム照明2

今回試行した器具は、LED電球とレンズの組み合わせにより、拡散、集光させることにより、効率よく配光する設計を行っている。

10m前方から歩行者等の高さへ配光できるよう設計を行った。

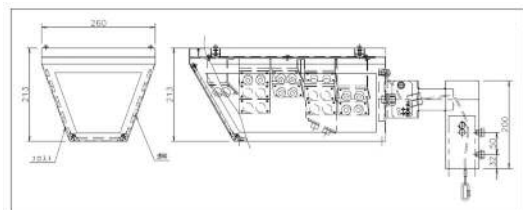


図-7 プロビーム照明器具図

特に横断歩道上の歩行者に照射する光を集中できるような設計とした。

(5) プロビーム照明による逆走防止対策  
 近年逆方向走行による事故が社会問題化されている。  
 今回、プロビーム照明のデメリットであるグレア（まぶしさ）を活用して逆走防止対策も行った。

本交差点では、中央分離帯に2灯のプロビーム照明の整備を行ったが、付加車線整備により国道横断する延長が増えたために横断歩道部の照度不足対策のための整備と、右折レーンコンパクト化により第3通行帯の直進車線付近に、通過方向が反対となる右折レーンで単独に配置される構造となる。

基準において、グレア（まぶしさ）は、ドライバーの見え方の低下、不快感や疲労を生じる原因となり、設計時からグレアの抑制は重要な項目である。プロビーム照明は進行方向においては、グレアが生じないものであるが、逆走行する際には、グレアが大きくなる特性がある。

その特性を生かした配置案として、右折レーンに逆走行にて侵入しようとした車両は、通常の通過時よりまぶしさを感じることから、進入リスクを低減させる効果が得られる。

この設置に関しては、グレアが生じることで、本来目的である、歩行者の視認性をあげて回避行動を取らせるという目的の妨げにならないよう、照明器具の高さ、配光範囲を考慮して設置を行った。

#### 4. 設置検証結果

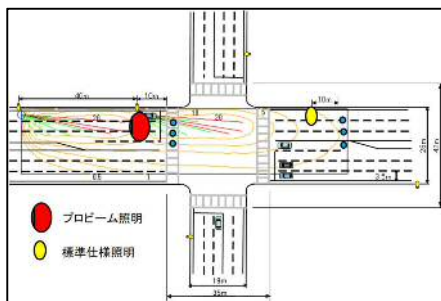


図-8 照度測定場所

| 測定場所           | 【 単位:lx 】 |           |
|----------------|-----------|-----------|
|                | 測定結果      |           |
|                | 照度(被試験地点) |           |
|                | 水平面       | 鉛直面 H=0.8 |
| 1車線目(プロビーム照明)  | 25.6      | 66.8      |
| 2車線目(プロビーム照明)  | 18.6      | 35.2      |
| 3車線目(プロビーム照明)  | 8.7       | 12.0      |
| 1車線目(KCE100-2) | 7.0       | 3.5       |
| 2車線目(KCE100-2) | 8.5       | 3.5       |
| 3車線目(KCE100-2) | 8.1       | 3.5       |

図-9 照度測定結果

比較検証を行うため、図-8の箇所において、照明柱より10m離れた走行帯の中央部で、JIS規格による照度測定方法で、高さ5cmの水平面及び高さ80cmの鉛直面の照度測定を実施した。結果としては水平面及び

鉛直面照度ともに標準仕様器具より高い照度が確保できたが、第3走行帯の照度は標準器具と比べても同様であった。今後整備を実施する場合は、アーム式を活用するなどにより均整度を確保することが必要と考える。

#### 5. 交通事故対策効果

当該交差点においては、平成26年から平成29年の3ヶ月平均事故件数は6.3件であったが、整備後の令和元年9月から11月の期間の事故件数は、2件となり事故対策効果が発揮したと考えられる。

ただし、夜間のみ交通事故件数データは無く、整備効果の検証方法については、別途検証する必要がある。

#### 6. 謝辞

今回の試行実施にあたり、プロビーム照明採用による照明位置変更に伴う基礎、配管等の変更が必要であり、土木工事との調整協力が必要不可欠であったが、監督職員、土木担当職員及び土木工事施工業者の方々がラグビーワールドカップ開催までの期間に余裕がない中で、配置場所変更等の協力をしていただいた。また、配置設計にアドバイスを頂いた有識者の方々等、数多くの協力を得て「ワンチーム」となり、課題解決の意識が集まった結果により試行が実現できた考えます。ワンチームとしての、課題解決意識の高さが、交通安全対策区間として整備する照明として効果の高いものになったと思います。

また、今回の試行を実施するにあたり本省での技術研究及び成果論文を公開していただいたことにより、新技術の活用を検討する具体的な指標とすることができました。

道路照明は、標準仕様化されており新技術活用検討を行う作業が比較的到低い、確立した技術を適切に配置する作業のみであると想定していたが、新技術を試行する際の大きな指標となりました。

道路管理者が整備する過程においては、設計段階で新技術の採用可否検討を行うのが通常であるが、工事発注段階、監督の段階でも新技術の活用検討は可能であり、研究成果活用が可能となりました。

研究制度及び論文の公開していただいたことにより、交差点の安全対策となる整備ができたものです。

技術研究制度及び研究成果論文を作成された関係者の皆様に感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 交通工学論文集 テストコースにおけるプロビーム道路灯の視認性に関する研究
- 2) 道路政策の質の向上に資する技術研究開発成果報告レポートNo. 28-7
- 3) 令和元年における交通死亡事故の発生状況等について 警察庁交通局