久栗坂トンネルの照明設備

Lighting Equipment for Kugurisaka Tunnel

1970年生，1993年九州工業大学情報工学部電子情報工学科卒，現在，松下電工株式会社 東京 Archi LAB に所属。

山 本 望
Nozomu Yamamoto

キーワード：無電極放電ランプ，長寿命，トンネル

1. はじめに

青森県内における主要幹線である国道4号青森東バイパスは，日交通量が10000台以上と東北地区では比較的多く，主に大型トラックなどの車両の交通が多い路線である。

その中で青森市中心部と浅虫温泉の間に位置している久栗坂トンネルは，その交通量の多さからメンテナンスに対する配慮の要望が強かった。そこで，改修に当たってメンテナンスに影響をおよぼすランプに関し，重点的に検討を行った（図1）。

以下に，ランプに関する検討を中心に経過および結果を報告する。

2. 照明設計

2.1 概要

本トンネルは，全長585m，車道幅員7 m片側1車線往復2車線，設計速度60km/hの交通施設である。また前述のように交通量も多いため，今回の計画では特に，以下の3点を考慮した照明設備となっている。

- (1) 効率が高く，寿命が長い光源であること（ランニングコストの低減）
- (2) ドライバーの視認性を改善するために適切な光色を持つこと（視環境の改善）
- (3) 周囲温度の変動に対して光束が安定していること（優れた温度特性）

2.2 光源の検討

既存設備では，基本照明・入口照明ともに低圧ナトリウムランプが使用されていた。このランプの特長として高効率であるが，演色性が悪く寿命も9000時間と短いことが挙げられる。また，基本照明で用いる場合は，年に1回の割合でランプ交換が必要となる。

本トンネルで使用する光源の選定にあたり，一般的にトンネル照明の光源として多く用いられている低圧ナトリウムランプおよび高圧ナトリウムランプと，長寿命である無電極放電ランプとの比較検討を行った結果を以下に示す。なお，表1に各々のランプの特徴を示す。

無電極放電ランプとは，寿命に直接影響を与える電極やフィラメントの無いランプである。点灯原理は，水銀蒸気を封入したガラス球の外側から高周派磁界を与え，発生する誘導電界が内部の水銀蒸気を励起させ，紫外線がガラス球内面に塗布した蛍光体に当たって発光する，

図1 トンネル内部

表1 各種光源の特徴

項 目		低圧ナトリウムランプ	高圧ナトリウムランプ	無電極放電ランプ
平均寿命 [h]		9000	12000	60000
総合効率 [lm/W]		92.0	73.3	71.1
光 色		橙黄色	橙白色	電球色
演色性 [R_a]		—	25	80
周囲温度の影響	効率	ある	無い	無い
	始動	低温で始動しにくくなる	無い	無い
調光の可否		困難	可能	不可
瞬時点灯		困難	困難	可能

(a) 点灯の仕組み

(b) 点灯回路図

図2 無電極放電ランプ

というものである(図2)。このことにより高圧ナトリウムランプの5倍の60000時間という長寿命が実現されている。

基本照明に用いる光源の検討を行った結果、以下の理由により無電極放電ランプを採用することとした。これまで年1回の割合で行っていたランプ交換が、無電極放電ランプを採用することにより約7年に1回で済むようになり、ランプ交換費用(ランプ費・人件費)及びそれにとまう交通規制費用の大幅な削減となった。なお、本ランプは蛍光体を通して光を出すため、他のHID光源と比較して演色性が高く、運転者の快適性及び安全性の向上に貢献できる。

また、本地域は寒冷地に位置し気温も非常に低いため、通常では電源投入直後は点灯しづらい環境である。

しかし、本ランプは -20°C からの点灯が可能であり、タイマーによる点灯パターン切り替え時もスムーズに点灯できる。

安全性の面では、本ランプは60000時間点灯後のランプ不点発生率が6%と、トンネルで一般的に使用されている他の光源と比較して激減するため、常に安全な視環境を保つことができる。

以上の特長をふまえて表1に示す特徴より、光源の比較をすると、長寿命・高演色性・周囲温度の影響が少ない無電極放電ランプと、高効率の高圧ナトリウムランプが優れていることがわかる。

ここで、高圧ナトリウムランプと無電極放電ランプを比較した経済比較(基本照明・ $L=585\text{m}$ にて)を図3に

図3 無電極放電ランプ50W 経済比較 (60km/h, 低減なし)

図4 照明器具

示す。この結果、6年後にはわずかではあるが無電極放電ランプがイニシャルコストを含めた経済性で下回った。

ゆえに、常時点灯している基本照明には長寿命・高演色性の無電極放電ランプを採用することとした。なお、幅広い光束の範囲を求められる入口照明には、充実したランプ種類・高効率の高圧ナトリウムランプを採用することとした。

2.3 照明器具

基本照明器具は「トンネル照明器材仕様書(建設電気技術協会 平成11年改訂・以下「トンネル器材仕様書」と称する)」に制定されている仕様と同等以上の性能を持つものとした(図4)。

今回採用した無電極放電ランプは球状であり低圧ナトリウムランプや高圧ナトリウムランプのように直管形ではないため、配光特性を同等とするために反射板も光学設計から行った。

入口照明器具は、光源に高圧ナトリウムランプを採用しているため、トンネル器材仕様書に制定されている器具を採用した。

2.4 照明計算

「道路トンネル付帯設備設計マニュアル(東北地方建設局 平成4年2月・以下「設計マニュアル」と称する)」に基づき照明器具の間隔を算出したところ、平均路面輝度 2.3cd/m^2 、向き合わせ配列で器具間隔8 mとなった。納入後の照度測定でも設計値通りの路面照度と高い均斉度が実現されていた。

3. まとめ

久栗坂トンネルの照明設備の検討に当たり、設定され

た条件(ランニングコストの低減・視環境の改善・優れた温度特性)に関して、無電極放電ランプを採用することにより全てを満足させる形で実現された。課題として

(1) 高ワット無電極放電ランプの開発

(2) 連続調光可能による省エネ

などがあるが、今後の技術開発に期待し、さらに安全・快適な視環境の実現に尽力したい。

最後に、本誌をかりて、今回の検討に協力頂いた関係各位に感謝の意を表する。

研究調査委員会報告書頒布のお知らせ

報告書名：オフィス照明の実態研究調査委員会報告書(JIER-070)

1. 委員会の構成と経過

1. 1 委員会の構成

1. 2 経過

2. 調査方法

2. 1 調査方法

2. 2 調査期間

2. 3 調査対象

2. 4 調査内容

3. 調査結果

3. 1 ビルの概要

3. 2 基準階一般執務室(建築編)

3. 3 基準階一般執務室(照明編)

3. 4 エネルギー

4. 考察(規模別、自社/貸ビル別)

4. 1 前回調査との比較と今回調査の概要

4. 2 基準階一般執務室(建築編)

4. 3 基準階一般執務室(照明編)

4. 4 エネルギー

5. オフィス照明の質的評価

5. 1 調査概要

5. 2 調査結果

5. 3 考察

5. 4 照明の質に関する総合評価

6. まとめ

6. 1 過去の調査結果との比較

6. 2 オフィスの平均像

添付資料

1. アンケート調査用紙

2. データ一覧とその見方

装丁：A4サイズ98ページ

発行：平成14年3月

頒布価格：会員2000円 非会員2500円消費税、送料別

申込方法：はがきまたはFAXにてご希望の書籍名、部数、送付先住所、氏名、電話番号、FAX番号を明記の上、照明学会事務局までご送付下さい。折り返し、請求書を添付し、書籍をご送付します。消費税及び送料を別途いただきます。

社団法人照明学会書籍担当係

〒101-0048 東京都千代田区神田司町2-8-4

TEL：03-5294-0101 FAX：03-5294-0102