鉄道用照明の技術

Lighting Technologies for Rolling Stocks

1959年生。1977年県立商工高等学校卒。現在、小糸工業株式会社電機技術部にて鉄道車両部品の設計に従事。

角 津 敏 之
Toshiyuki Tsunozu

◀キーワード：鉄道，照明，蛍光ランプ，HID ランプ

1. はじめに

鉄道照明には大きく分けて車内を照らす客室照明と車外を照らす前尾灯（自動車にたとえれば前照灯，標識灯またはコンビネーションヘッドランプ，リアコンビネーションランプ）があげられる。

そして，近年これら鉄道照明が劇的に変化を遂げようとしていることは事実であり，また，われわれ技術者にとっても大いに実力を発揮できる良い機会になるに違いない。

そこで，これら鉄道照明がどのように変わろうとしているのか，現在の技術と比較しながら紹介することとする。

2. 客室照明

2.1 概要

客室照明には蛍光ランプ（FLR）が使用されており，新幹線は110W，その他在来線は40W が一般的である。

電源には架線から給電した直流1500V を補助電源にて低圧の交流に変換して，蛍光ランプに電源を供給している。車両の補助電源には高調波成分が含まれていることが多いので，それらにも影響しないような安定器を使用している。しかし，このシステムでは車両故障（架線からの電源供給停止）が起きると全ての客室照明が消灯し車内は闇に包まれパニック状態に陥ってしまうため，車両にはこれら非常事態を想定し，直流の100V バッテリーを搭載している。この直流で点灯できる蛍光ランプ（インバーター）が1両に2～3灯配置されており非常に備えている。

ただし，新幹線は直流の100V を電源としたインバーター方式を採用しているため上記の問題は発生しない。

なお，当然のことではあるが，振動に対しても非常に厳しい規格を満足するべく設計がなされている。

2.2 デザイン

これも大きく分けると間接照明式と直接照明式に分類できる。

間接照明式は新幹線のような特急車両に多く採用されデザイン重視で設計が行われる。

この場合，照度面では劣るため補助灯（読書灯，荷棚灯，他）を組み込みバランスを保っている。ちなみに車両内の照度は，読書面で約250 lx が基準とされており，

新幹線は特別で300 lx 以上確保されている。

直接照明式は在来線に多く採用されており，蛍光ランプが直接見えるような構造になっている（図1）。ただし，蛍光ランプが何かの衝撃で割れて乗客に怪我などさせないよう，飛散防止型ランプが使用されている。

また同じ在来線でも質感を高めるために蛍光ランプをグローブで覆うタイプが採用されることがあるが，ランプ当りの照度は下がることとなる（図2）。

2.3 今後の検討課題

第一ステップとしては，安定器を全てインバーターに置き換える事である。メリットとしては，省電力（Hf 蛍光ランプの採用），軽量化，ちらつきの軽減などが上げられるが，反面コストがネックとなり今後さらなる価格検

図1 直接照明式（グローブなし）

図2 直接照明式（グローブあり）

討が必要である。

第二ステップでは白色 LED または HID ランプを使用した今までにない客室照明の検討である。

現在、これをテーマに種々検討を重ね、できるだけ早い時期に試作品を完成させるべく、研究中がなされている。いずれはこの学会誌にて報告できることを望んでいる。

3. 前尾灯

3.1 概要

車両の顔でもある前尾灯は自動車業界と同様に、今後さらに進歩して行くと思われる。

歴史をたどれば、電球式からスタートし、それがやがてシールドビームランプと赤色 LED の組み合わせへと変わってきた。尾灯を LED 化したことで保守面ではかなり改善できたが、前灯にシールドビームを使用している限り、大幅な削減にはならない。シールドビームとはフィラメントにタングステンを使用しているため、時間が経つに連れフィラメントが細り、それが車両振動に絶えられなくなると断線して不点灯となる*。

また、ここ数年は昼間も点灯させているためさらに寿命が短くなってきており、運用においては断線する前に交換せざるを得ないため、期間を設けて管理しているのが実情である。

さらにここに来て乗務員からも明るさを求められて来た事で、この明るさと寿命を満足するランプとして HID (放電灯) が注目され、開発が始まっている。

3.2 HID の特徴

- (1) 省電力 (35W) である。(シールドビーム 250W 以上の光度が得られる)
- (2) シールドビームと比較して、色温度が高く視認性が良い。
- (3) 寿命がシールドビームの 2 倍以上。
- (4) フィラメントが無いため耐震性に優れる。
- (5) 低発熱のため、設置場所の制約が少ない。(放熱対策が不要)
- (6) グレア (眩しさ) 光が少ないため、視認性に優れ、乗務員の疲労が少ない。

3.3 開発コンセプト及び経緯

- (1) 新造車及び既存車全てに取り付け可能。

HID を点灯させるためには、ランプとは別に専用バラスト、専用スタータが必要だが、開発当初は新造車をターゲットとしていたため、それらの設置場所については、大きな問題にはならなかった。しかし、ランプ形状は、プロジェクター型 (図 3) のみであったため、既存車への展開ができなかった。

これでは開発コストを償却することができないため、従来のシールドビーム形状に合わせた HID ランプが要求された。

そこで、現在保有されている車両を調査した結果スタータをランプ背面に設置しても問題ないことが解り、製品化が可能になった (図 4, 図 5)。

- (2) 市街地及び郊外にも適用できるよう、配光にバリエーションを設ける。

現在の配光を参考に視認性及び眩しさなどについて各種試験を行った。特に Low (減光) 時の車両近傍を均一に照射するための配光が非常に難しかったが、光学系の改良により改善できた。

- (3) 瞬時に Hi (常用), Low (減光) 切り換えが可能。

単一 (HID) 光源による Hi / Low ビーム切り換えを行う技術は自動車にはないためゼロからの開発となった。

シールドビームと同程度の切り換えスピードを確保し、かつ、使用頻度も非常に多いため耐久性も要求された。

これらの課題をクリアするべく検討した結果、遮光板をソレノイドで駆動させる方法がベストであると判断し採用した。

図 3 プロジェクター型 HID

図 4 丸型 HID

* 前灯、尾灯どちらかが不点灯でも車両は運行できない。

図5 角型 HID

3.4 今後の検討課題

HID の点灯にはスタートとバラストが必須である。現在は、バラストのみ HID 灯具の近傍（車体側）に設置し

ているが、今後スタートとバラストを一体化し、HID 灯具内に収納することでさらなる小型化が可能となる。ここでは、自動車照明の技術も一部応用されている。

また、この HID ランプと尾灯 (LED) を組み込んだコンビネーションランプや車両の安全性能を向上させるため、走行状況に応じて配光を自動制御する次世代ランプなどの開発が進められている。

4. おわりに

以上述べたように、鉄道照明は現在大きな転機を迎えている。

これから先も新しい技術に目を向け、さらに省電力、長寿命化、軽量化を意識した開発を心がければ、自ずと結果は付いてくると思う。鉄道業界はこれから益々飛躍して行かなければならない。

メーカーに課せられた課題は非常に大きいと思う。

研究調査委員会報告書頒布のお知らせ

「照明用電子安定器における入力電流高調波問題の研究」報告書 (JIER-063)

1. まえがき
2. 高調波問題の概要
3. 照明における高調波問題の特徴
4. 高調波対策技術の一般動向
5. 電子安定器の高調波対策
6. 今後の課題
7. あとがき

編集：平成11年 5 月

印刷：平成11年 7 月

発行：平成11年 7 月

頒布価格：会 員1500円（税抜価格）

非会員2000円（税抜価格）

送 料：1 冊230円

申込方法：必要事項（書籍名、住所、氏名、電話、FAX、
会員は会員番号）をご記入の上、事務局へお
申し込みください。

FAX：03-5294-0102