

# 電圧フリー施設用蛍光灯器具

Luminaries for Building Lighting with Free Voltage Range

大武 寛和 大石 崇文

OOTAKE Hirokazu

OOISHI Takafumi

照明器具は用途やデザイン性、更に電源電圧などの使用環境によって機種選定されるため、メーカーでは数多くのラインアップを保有する必要がある。今回開発したフリーシリーズは、定格電源電圧を100Vから242Vまで使用可能とし、機種統合によって生産効率を向上させることができた。また、フリーシリーズは環境調和型製品であり、高効率かつ低消費電力で省エネルギー(以下、省エネと略記)に寄与するとともに、クロムフリー鋼板と鉛フリーはんだの採用や梱包(こんぼう)材料の削減を実現した環境循環型社会に対応した製品である。

Lighting manufacturers must prepare luminaires of various designs, functions, and power supply voltage differentials in order to meet the requirements of customers. Particularly with regard to power supply voltage, Toshiba Lighting & Technology Corp. has many types of luminaires. Our new "Free series" products are able to operate in the regulated voltage range of 100 to 242 V. We have improved productivity by minimizing the luminaire types. Moreover, the "Free series" are environmentally conscious products that offer high efficiency, contribute to energy saving, are manufactured with non-chromate steel plate and lead-free solder, and have a decreased amount of packaging materials.

## 1 まえがき

施設用蛍光灯器具は、省エネ需要のために従来の磁気式安定器搭載器具から高周波点灯専用ランプ(以下、Hfランプと略記)とインバータ安定器を搭載したHf蛍光灯器具への移行が加速的に進んでいる。Hf蛍光灯器具のラインアップはオフィスを中心に使用される1.2mサイズ直管ランプ搭載器具(Hfメロウライン<sup>TM</sup>、Hf-Lco<sup>TM</sup>)に加えて、店舗向けのU字形ランプ搭載器具(Hfユーライン<sup>TM</sup>S)や工場向けの2.4mサイズのランプ搭載器具(Hf86)など幅広いニーズに対応している。

今回開発した“フリーシリーズ”と名称された照明器具製品群は、電圧フリー型の“フリーV”と、更に複数種のランプに適合した“フリーV・L”で構成され、従来製品と同価格でありながらHf蛍光灯器具を更に進化させた製品であり、“環境への調和、人々への優しさを器具の隅々にまで追求”をコンセプトに、省資源・省電力・省梱包・高効率の極限を追求するとともに電源電圧100V～242Vまで使用可能とした高機能照明器具である。

## 2 電圧フリー

### 2.1 電圧フリーによる効果

蛍光灯用器具に代表される施設用照明器具は、電源配線

事情によって使用される電源電圧が選択される電気製品である。一般的に使用される電源電圧は100Vと200Vであるが、242Vなどの特殊電源が用いられることも少なくない。

従来の照明器具は、それぞれの電源電圧に対して個別に設計された安定器を搭載するため、器具のデザインや配光が同様仕様であっても電源電圧ごとにラインアップを保有することとなる。更に、242V仕様の器具は特注品として扱われていたため、個別対応納期を必要としていた。

フリーシリーズでは、100V～242Vの電源電圧範囲で適正にランプを点灯させることができる電圧フリー型のインバータ安定器を開発し、242V用を含めて従来の電源電圧別の機種構成から器具仕様ごとの構成に集約することが可能となった。第1弾として投入した5アイテムのラインアップ数を図1に示す。このシリーズの投入によって標準保有機種の約50%を削減することができた。

このシリーズは、ユーザーにとっても機種選定や発注作業が容易となるメリットが生まれた。例えば複数の電源電圧が混在する現場であっても機種の定格電圧を気にせず発注できるほか、電源電圧が未確定の段階でも発注が可能となった。

生産対応においても機種統合によって生産効率の向上や材料の集中購買、在庫の圧縮、納期短縮など大きなメリットが得られることとなった。

### 2.2 電圧フリー型インバータ安定器

電圧フリー型インバータ安定器の回路構成は、電源電圧の

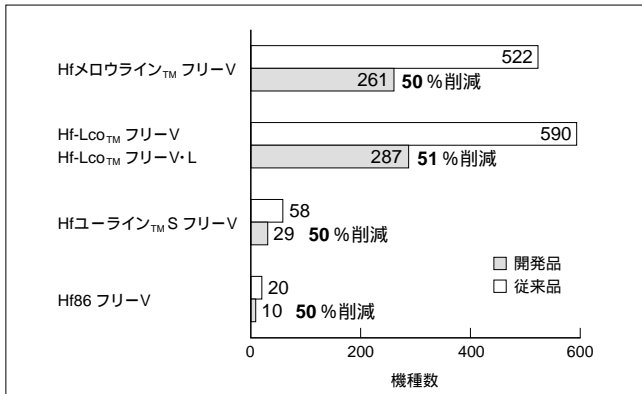


図1. フリーシリーズのラインアップ - 機種統合によって保有機種数の50%を削減した。  
Lineup of "Free series"

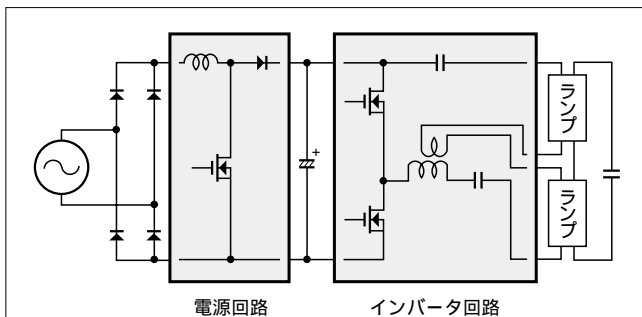


図2. フリーシリーズ回路ブロック図 - フリーシリーズは電源回路部とインバータ回路部で構成される。  
Block diagram of inverter circuit for wide-range electric ballast

変動に対して出力電圧を一定化する電源回路部と、放電灯の点灯制御を行うインバータ回路部で構成されている(図2)。

電源回路部には昇圧チョッパ型アクティブフィルタを採用し、出力直流電圧を一定に制御するとともに、入力電流の高調波成分は経済産業省の“家電、汎用品高調波抑制対策ガイドライン”に適合させている。後段に接続されたインバータ回路部には、出力制御が容易である電流共振型シリーズインバータを採用した。

電源回路部の出力電圧、つまりインバータ回路部の入力電圧を所定の電圧値に一定制御しているため、インバータ回路部の出力電圧は電源電圧によらず一定とすることができる。

### 3 環境対応

#### 3.1 省エネ対応と高効率器具

新開発のインバータ安定器とHfランプを組み合わせることで、更に高効率の点灯システムを提供することができる。従来器具とのエネルギー消費効率の比較を図3に示す。

器具本体では、反射板に高反射カラー鋼板を採用するこ

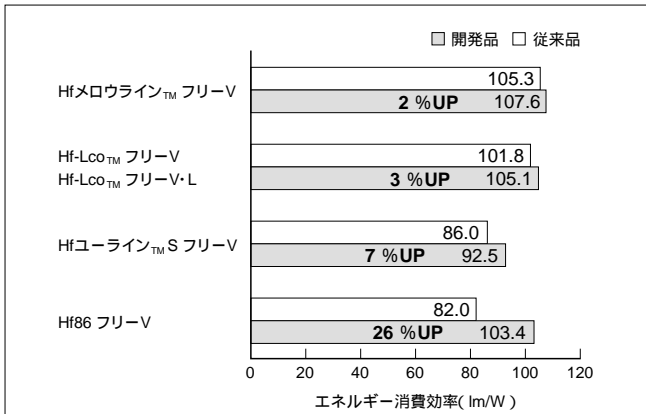


図3. エネルギー消費効率比較 - Hfランプとインバータ安定器の最適設計により、エネルギー消費効率を向上させている。

Comparison of energy efficiency of "Free series" and previous models

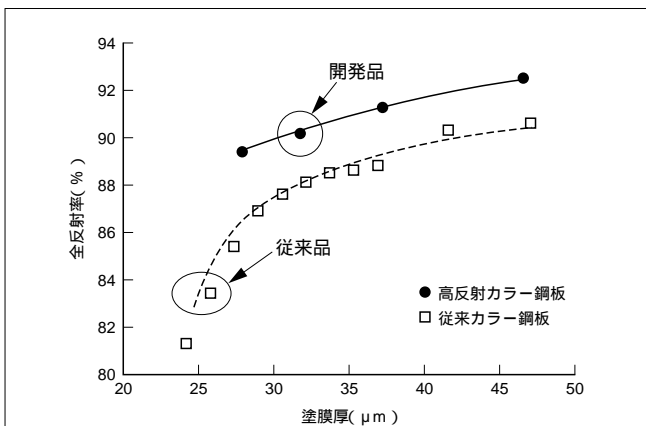


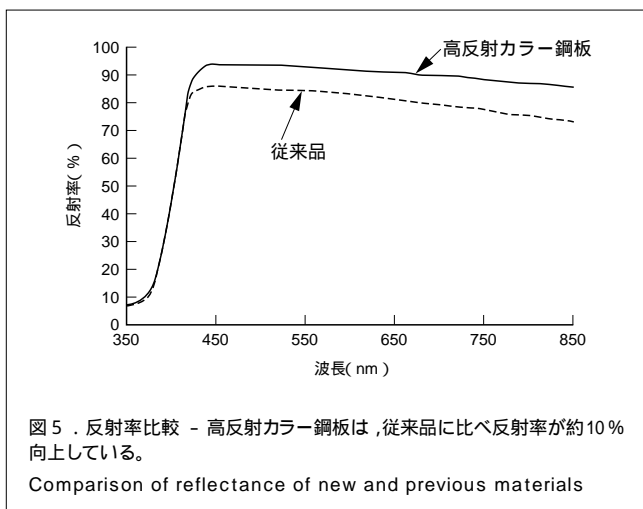
図4. 塗装膜厚による反射率の変化 - 塗装膜厚を増すと反射率は比例的に増加する。

Relationship of reflectance to coating thickness

とで器具効率を向上させることができた。

一般的に材料の反射率は図4に示すように、塗装膜厚に対して比例的に向上するが、これに反して加工性が低下することとなる。硬い塗料は板金曲げ加工時の塗装クラックや切断部の塗料はく離を誘発し、逆に柔らかい塗料は表面に金型こびが残ってしまう。今回採用した白色顔料は、材料の選定と塗装厚、加工性のテストを繰り返して材料と塗装厚を決定した。この顔料を採用することで鋼板の反射率は83%から90%以上に向上し、従来同等の加工性を維持することができた(図5)。

この鋼板を採用したシステムアップ™器具は、反射板単体で器具効率を10%向上させることができた。更にOAルーバに高反射アルミニウム材や特殊拡散表面処理材料を使用し、特殊クロスブレード構造を採用することで器具総合効率を最大30%向上させることができた。



### 3.2 環境調和

近年、すべての製品に対して環境調和が要求されている。フリーシリーズは省エネのみならず環境保全や省資源にも積極的に取り組んだ。

照明器具の使用後処理については、国土交通省“建設副産物適性処理推進要綱”で鋼板以外は埋立てを推奨されている。従来使用していた塩化ビニル電線は、成形時に鉛化合物を含んだ熱安定剤を用いているため汚染物質対象となっていた。今回採用した鉛レス電線にはカルシウム系熱安定剤を用いているため、埋立て時の土壌汚染を防止することができる。

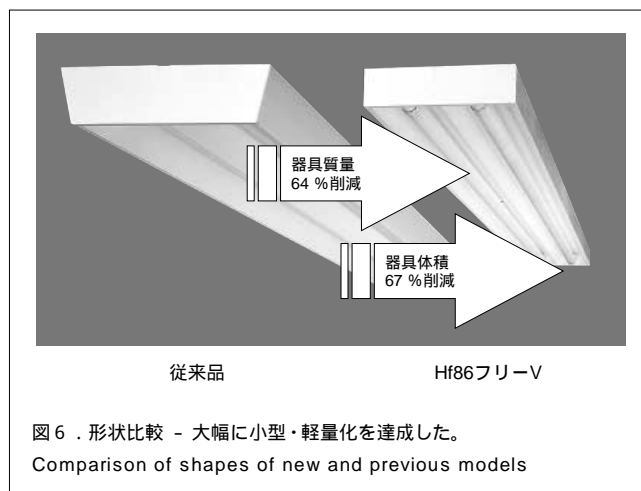
また、従来の器具本体に採用していた亜鉛メッキ鋼板は、防錆(ぼうせい)力向上のためのクロメート処理に六価クロムを用いており、誤って埋立処理された場合には同様に土壌汚染を引き起こすこととなる。フリーシリーズには、防錆皮膜に有害物質を含まず従来品同等の防錆性能を持つクロムフリー亜鉛メッキ鋼板を採用している。

電化製品に搭載されているプリント基板には、電子部品を実装する際に、はんだを用いている。従来一般的に使用される鉛共晶はんだは鉛を主材料としたもので、同様に土壌汚染の対象物質である。フリーシリーズに搭載されるインバータ安定器には鉛フリーはんだを採用し、環境負荷の低減を図っている。

### 3.3 省資源化

2.4mサイズの照明器具として、Hf86フリーVシリーズを発売した。これに使用するランプ管径 25.5mmのFHF86は、従来ランプFLR110の 38mmに対して、材料質量比を約40%低減させた省資源対応ランプであるとともに、細管化によって発光効率を向上させた省エネ対応型ランプでもある。

器具本体はランプの細型化とインバータ安定器の薄型化、更に小型ソケットを搭載することで小型・薄型化とすることを可能とした。特に天井直付け器具の主力機種であるソフ



トライトMは、鋼板使用量と梱包材料の削減を可能とし、従来110W器具に対して体積比67%、質量比64%を削減し、大幅に小型化することができた(図6)。この製品は省資源に寄与するとともに、輸送効率の向上や運搬、施工作業性の大幅な改善が期待できる。

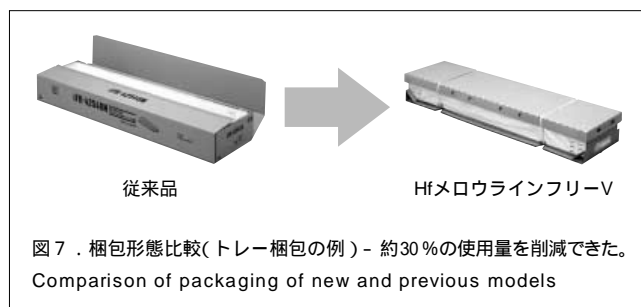
### 3.4 省梱包化

照明器具の梱包材には、一般に段ボール材が使用されている。施設用照明器具は設置現場によっては数十灯から数千灯の取付け工事が行われるため、工事後に多量の廃棄物が排出されることとなる。工事現場作業員からの廃棄物処理の省力化と処理費用削減の要求があることと、省資源による環境負荷低減に寄与するために、フリーシリーズでは梱包材の減量に取り組んだ。

省梱包化を実現するうえで、輸送時の荷扱いや倉庫での保管状態維持など、梱包への要求は従来同等性能確保をクリアする必要がある。これらを満足した梱包形態とするために下記方式を採用した。

- (1) 製品の両端部分のみ梱包した、サイドパット梱包
- (2) 製品の上下部分のみ梱包した、上下パット梱包
- (3) 製品の上面を開放させた、トレー梱包
- (4) 製品を複数個梱包した、多数個梱包

特に図7に示したトレー梱包では、包装質量を30%削減することができた。



## 4 その他の新機能器具の特長

### 4.1 オールランプフリー

1.2 m サイズ器具 Hf - Lco<sub>TM</sub> フリー V・L シリーズは、電圧フリーの機能を持つことはもちろん、適合ランプとして Hf ランプのほかに従来形ランプ FLR40S, FLR40S/36, FL40S, FL40SS/37 の計 5 種類のランプに適合した器具である。この機能によってユーザーは用途に応じてランプを選択することができることとなった。つまり、高い演色性や効率を要求する場合には Hf ランプを選択し、イニシャルコストを優先させたい場合には FLR ランプを選択すれば磁気式安定器搭載器具と同等価格で購入することができる。更に、照明器具のリニューアルを行うときには、手持ち在庫となった保守ランプを継続使用し、ランプ交換時に効率の高い Hf ランプへ切り替えることもできる。

また、オールランプフリーインバータ安定器は表 1 に示すとおり、いずれのランプを選択しても従来の磁気式安定器搭載器具と比較して大幅な省エネを実現し、ランニングコストの低減を可能とした。

表 1 . 安定器による効率比較

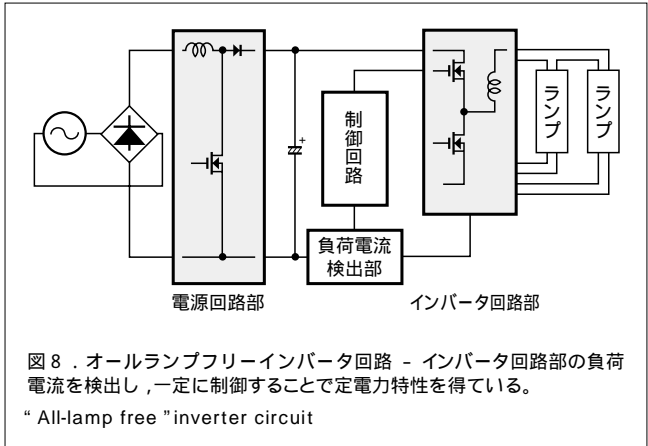
Comparison of lighting efficiency according to ballast

項目	安定器		
	オールランプフリーインバータ	FLR40/36	鉄心型
ランプ型名	FHF32	FLR40/36	FLR40S/M
光束 (lm)	7,040	6,000	6,000
消費電力 (W)	67	67	85
消費効率 (lm/W)	105.1	89.5	70.6

従来の安定器では、個々のランプに対して専用安定器を搭載している。これは蛍光ランプが品種ごとに固有の電気特性を持つためである。仮に非適合ランプを装着した場合、ランプの不点灯や適正照度過不足、また短寿命となる場合がある。

オールランプフリーインバータ安定器では、すべてのランプの点灯条件を満足させるために定電力制御を採用した。この方式は各ランプが光出力を満足できるランプ電力値を求め、インバータ回路部でその電力となるように一定に制御している。

回路ブロックを図 8 に示した。この方式では電源回路の負荷電流を検出し、一定制御を行っている。このとき電源回路の出力電圧が一定に制御されているため、インバータ回路以降、つまりランプの消費電力を一定に制御することができる。



### 4.2 非常用点灯装置

電池内蔵非常用照明器具においては、バッテリーの充電回路に専用の電圧フリー電源回路を採用した。消防法における非常時の動作切替動作電圧が改正されたことも電圧フリー化を可能とした。この製品の開発によって一般器具同様に 242 V 器具を標準品とできたほか、機種統合と納期短縮を可能とした。

## 5 あとがき

フリーシリーズはメーカーのメリットのみならず、ユーザーへのメリットや地球環境保全にも配慮した製品である。今後も更にラインアップを拡大展開し、コストパフォーマンスの高い製品を提供していきたい。



大武 寛和 OOTAKE Hirokazu

東芝ライテック(株) 電材照明社 電材技術部主務。  
照明用インバータ安定器の設計・開発に従事。照明学会会員。  
Toshiba Lighting & Technology Corp.



大石 崇文 OOISHI Takafumi

東芝ライテック(株) 電材照明社 電材技術部主務。  
施設用照明器具の設計・開発に従事。  
Toshiba Lighting & Technology Corp.