保 守 と 管 理[†]

—メーカーの立場として—

専門会員 伊 東 孝*

1. は じ め に

せっかく、良い照明設備を整えたにもかかわらず、2～3年経過したら、照度が半減したというような事例が見受けられる。

種々の測定データによれば、空調しているオフィスのけい光灯照明で、保守を怠ると図1のように3年後の有効光束は57%になってしまう。ランプの交換と器具の清掃によって30%程度を回復させることができる。

図2は保守の悪い工場での例で、施設当初の44%に

図1 けい光灯器具からの光束の行く先
(3年間無保守の場合)

図2 保守の悪い工場における保守効果

なっている現在、ランプの全数交換と器具の清掃を実行すれば30%程度回復でき、受電電圧の適正化や内装の更新に図ればさらに15%程度回復できて、初期の91%の明るさまでもっていくことが可能となる。

元来、照明設計では、保守作業直前の照度が、目標の設計照度となるように保守率を決めるが、設計時に予測設定した保守状態の良、中、否に対応する保守率と、現実の保守とが整合しないと、上記の二例のような結果を招いてしまう。

本稿では、主として照明器具メーカ、ランプメーカとしての立場から、保守管理はいかにあるべきかについて、技術資料的な解説を試みたい。

省エネルギー時代を迎えた今日、照明を間引き点灯または消灯するといった誤った短絡的な考え方が世の中に横行し、最近大分は正されてはきているものの、照明の保守管理がないがしろになっている事例を多く見受けるのは誠に遺憾である。

たとえば、けい光灯の埋込み乳白プラスチックカバーが黄変化して、暗くなったということでカバーを取りはずしてしまい、器具内配線が露出して見えているのは、実にお粗末もいところであり、乳白アクリルカバーか透明プリズムカバーを新調すべきであろう。

省エネルギー照明とは、照明の質を落とすことなく、ランプおよび照明器具の効率的使用を図ることがたいせつであり、しかも施設当初ばかりでなく、将来とも良照明の量と質とを確保することが肝要である。

2. 保守管理の現状分析

図3には、ビルおよび店舗照明設備の実態調査のうち、ランプ交換、器具清掃に関する項目を摘記した。図3の(a)¹⁾および(b)²⁾はそれぞれ、照明学会照明普及会によるビル照明および店舗照明の実態調査であるが、器具清掃を周期的に行なっているのは、期せずして約1/3と少なく、不定期に思いつくまま清掃を行なうのが約2/3というのは、保守に関心が薄いと判断せざるを得ない。

[†] Lighting Maintenance
—from a Maker's Standpoint

* 東芝電材(株)技術生産本部

Takashi Itoh

図3 各種実態調査によるランプ交換および器具清掃

定期的の清掃の周期は、ビル照明では半年ごと、1年ごとの順であり、店舗照明では半年ごと、1か月ごと、1年ごと、3か月ごとと、商店主の方が顧客を対象としているだけに、やや掃除に熱心であることがわかる。

ビル照明の不定期清掃のうち、目で判断するというのが71%もあり、照度測定を行なうのが12.2%と少ないのは、いささか感覚的に過ぎるようにも思える。

ビル照明でのランプ交換は、個別交換が圧倒的に約94%に及ぶこと、店舗照明の保守者は家人、店員が80.2%を占める点も、保守作業に人件費をかけない志向を示している。

図3の(c)³⁾は、(b)の全国調査が行なわれる前に関西照明普及委員会が実施した関西地区の店舗照明の調査結果であり、(b)とは設問が異なるが、保守の時期はランプが不点となったときが59%と最も多く、商店の性格上、個別交換の多いことが知れるが、次いで思いつき18%、計画的13%、清掃時10%の順であり、照明が相当暗くなっても、保守をおろそかにしているのではあるまいか。なお、保守者に家人、店員が77%を占めている点

は、(b)の全国調査と比較的よく符合している。

次に住宅照明の実態調査は、照明学会照明普及会が全国1,000世帯を対象として、昭和53年11月に実施し、本年度末には結果が出る予定なので、家庭における保守管理の実態はいずれ明らかとなろう。

工場を始め、体育館、道路、広場、競技場など、水銀灯の使用状況調査は、日本電球工業会で行なったこともあるが、昭和43年8月の古いデータであり、現状とはいいいくいのでここでは割愛した。

また、関西地方の中小工場照明の実状について⁵⁾、関西の250工場を対象に、昭和50年1月～51年12月までの間の調査結果が発表されているが、中小工場では照明の保守管理が全く無関心のものがほとんどで、清掃状態の不良なもの47%、ランプ交換の不良なもの26%、保守作業に困難性のある照明設備が24%もあり、照明器具を定期的に清掃しているものはきわめて少ない。特に器具の汚れの多い業種は、精米、木工、ゴム、窯業、鋳物で、保守不良による照度低下が著しい。したがって、JIS照度基準未達箇所も、全般照明で16%、局部的全般照明で5%あり、上記の業種に多く現われていると報ぜられている。

3. 保守管理についての資料集成

保守率 M を構成する3要素として、

M_d : ランプの照明器具の汚れによる部分保守率

M_l : ランプの光束低下による部分保守率

M_w : 室内面の汚れによる部分保守率

があり、これら3成分が総合されて、照度低下の原因となる。保守率 M は、次式に示すように、これら三成分の積で示されることは周知のとおりである。

$$M = M_d \times M_l \times M_w$$

次に、これらに関連する諸データを紹介する。

図4は、ランプや照明器具に付着したほこりが累積したときの光出力の低下を示している。このデータは

図4 ランプや照明器具の汚れによる光出力の低下 (CIE 屋内照明委)

CIE の TC-4.1 屋内照明委員会が作成した屋内照明ガイド⁶⁾に発表されたもので、欧米各国の統一見解といえるが、わが国では大気汚染の関係から、これよりさらに光出力の低下がひどいと思われるものの、一応の目安にはなるであろう。

なお、店舗照明などで、ボール形透明電球をたくさん点灯している場合、バルブに付着したほこりが目立つものであるから、丹念に清掃するようにしたい。

図 5 工場におけるけい光灯反射がさの上向きの光の多寡による光出力の低下

図 5 は、工場におけるけい光灯反射がさの三つの形式——上向きの光 25%、10%および0%の場合の光出力の低下を2年間にわたって測定した結果⁷⁾である。水平に点灯するけい光ランプの直上に、通風スロットがあるほうが、一見、ほこりが付着しやすいようにも思えるが、事実はさにあらず、通風のためほこりがつきにくく、スロットのない反射がさのほうが、逆に光出力の低下のはなはだしいことに着目してほしい。

さて、わが国で市販されている工場用反射がさの標準品ないし準標準品の多くは、2灯用の灯間隔も狭く、器具価格の関係からか、スロットのない反射がさとなっている。ほこりの多い場所では、スロット付きの特注反射がさを推奨したい。この場合、天井面へも光がもれるので視環境の改善にも役立つ。

これに関連して、図 6 はオフィス照明におけるけい光灯器具からの熱の行くえ⁸⁾について、天井面にじか付けまたはつり下げ器具の場合、埋込み下面開放形器具の場合、および同器具の通風スロット付きの場合を示している。

通風スロット付きの埋込み器具を採用し、天井裏ふところをプレナム室として、器具からの熱を除去すれば、冷房容量を削減でき、省エネルギーに役立つばかりでなく、反射面の汚れを少なくすることが可能である。わが国でも、超高層ビルのモジュール天井に使われる埋込み器具などこの形式を採用する例が多い。

図 6 けい光灯器具からの熱の行くえ

図 7 高天井工場における電球または水銀灯用反射がさに通風孔の有無による光出力の低下

図 7 は、高天井用反射がさに通風孔のある場合と、ない場合との光出力の低下を示したものの⁷⁾である。通風孔のない反射がさでは、じんあいの多い空気が反射がさの内部にたまり、ランプからの熱で反射面に黒く焼き付くため光出力は異常に低下する。これに反して、ランプソケット周辺部に通風孔を設けた場合には、通風のために反射面が汚れることもなく、また上向きの光が10%程度にもなるので、視環境もよくなる。わが国でも HID ランプ用の高天井反射がさが賞用されるに至っており、その大部分が通風孔付きとなっているので、安心して使用できよう。とはいっても、反射がさの清掃は周期的に行なう必要があり、このためには、天井取付け部に保守用のキャットウォークを設けるか、スケーリングタワーを用意するか、または高天井反射がさおよびランプを昇降装置により床面に降ろして保守するかの方策を、照明設計の時点で考慮することが必要である。

なお、反射がさ取り付けの際には、建築現場に足場もあって容易であるが、とかく竣工後の保守作業のことを忘れがちであり、保守の困難を訴える結果となってしまうことを銘記すべきである。

図 8 は、明治神宮野球場において、13 年間使用された投光器を、清掃前の状態に対しランプだけ清掃したと

図 8 投光器の清掃による光束増加

きと、反射鏡、前面ガラスおよびランプを清掃したときの光束増加率を示したものである。1.5 kW 電球投光器のほうが、1 kW 水銀灯投光器より清掃の効果が大きいのは、発生熱による反射鏡の汚れが、電球投光器において著しいことを示している。夏期約 2.5 か月のナイター照明のシーズン前には、必ず投光器およびランプの清掃を励行するよう心掛けるべきである。

図 9 フィルタ内蔵投光器の清浄効果

図 9 は、最近、市販されているフィルタ付き投光器の清浄効果を示したものであり、図 10 (a) には、最低維持照度を 70 % とすれば、フィルタ付きのときは 3 年目まで清掃しなくてもよいことがわかる。図 10 (b) には、2 年目で清掃すれば、ランプの光束低下だけでほとんど旧に復することとなる。

さて、一般に清掃の周期は、全館空調のオフィスで 1 年ごと、鋳造工場では 1 か月ごとに実施するのがよいとされているので、保守管理の励行が省エネルギーの第一歩であることに思いをいたしてほしい。

次に、図 11 には各種光源の代表例について光束維持特性を示した。けい光ランプ、HID ランプ（特にけい

図 10 投光器の光束維持特性

図 11 各種光源の光束維持特性

光水銀ランプ、および高圧ナトリウムランプの光束低下は少ない)、一般照明用電球の順である。

図 12 は、ランプ交換に関する諸特性⁹⁾を図示したものである。図 12 (a) および (b) は、量産している一般照明用電球およびけい光ランプの光束維持率と、残存率曲線の代表例であり、図 12 (c) は前記両図の組み合わせを考えた残存光束維持率曲線で、図中に明記したように、集団交換の時期は定格平均寿命の 70 % のときである。このとき不点ランプは全体の 10～15 % 程度である。図 12 (d) の破線は長期にわたる理論的交換率曲線で、個別交換を毎日丹念に行なえば、このカーブに乗るわけであるが、実際には交換の周期もあり、同図実線のようなソリッド・ブロック・パターンとなる。この図から明らかに、点灯後第 1 回目のランプ平均寿命付近では交換率が急増し、2, 3 回目から数回目にわたって、一定の交換率 (100 %, 取付け灯数に同じ) に収斂 (しゅうれん) するものであることを認識し、常に補用のランプを手許に用意しておくことが望ましい。

一般に、わが国においては施設当初に補用ランプを購入することはまれであるが、次に示す各種光源の平均寿命を勘案して、あらかじめ、多少の予備ランプを用意するよう心掛けるべきであろう。

(a)

(b)

(c)

(d)

図 12 ランプ交換に関する諸特性

- (a) ランプの光束維持特性 (b) ランプの残存率曲線
(c) 残存光束維持特性 (d) 実際の交換率曲線(実線)と理論的交換率曲線(破線)

一般照明用電球 (30~100 W)	平均寿命 1,000 h
白色ボール形電球 (40~100 W)	2,000 h
クリプトン電球 (36~90 W)	
投光用ハロゲン電球 (500~1500 W)	
小型ハロゲン電球 (100~500 W)	5,000 h
環形けい光ランプ (20~40 W)	
高演色メタルハライドランプ (250~400 W)	6,000 h
超高出力けい光ランプ (110~220 W)	7,000 h
けい光ランプ (20W)	7,500 h
メタルハライドランプ (250~2,000 W)	9,000 h
低圧ナトリウムランプ (35~180 W)	

けい光ランプ (40 W)	10,000 h
高出力けい光ランプ (110 W)	
けい光水銀ランプ (100~1,000 W)	12,000 h
高圧ナトリウムランプ (150~1,000 W)	

さて、ランプ交換方法として、個別交換、集団交換、個別的集団交換の三方式があるが、わが国では、ランプがつかなくなるまで、寿命一杯に使う個別交換が一般常識となっているが、けい光ランプや HID ランプは定格寿命の 70~80% 経過したときに集団交換したほうが、経済的であるといわれている (図 12(c)参照)。しかし、まだ使えるものを捨てるのは、もったいないと考えるのも人情であろう。そこで、照明の TPO を考えて、オフィス照明に例をとると、来客のある営業室や応接室を始め、経理部門や設計部門のオフィスには常に新品を取り付け、ある程度 (たとえば初期照度の 20~30%) 暗くなったら、休日を利用していっせいに取りはずし、倉庫や書庫に使うという方法を推奨したい。

しかし、人件費やエネルギーコストの上昇はこれからは避けられないので、ランプ交換を外注し、個別的集団交換方式が望ましい。すなわち、個別交換で計 20~30% のランプを交換したときに集団交換を行なえばよい。

図 13 は照明施設の保守管理と照度の変化の関係を、実験データを基にして模擬的に示したものである¹⁰⁾。

初期照度を 100% とすると、器具の清掃やランプの交換を全く行なわないと、4 t 年後には照度が 30% に低下してしまう。しかし、2 t 年後にランプの全数交換と器具清掃を行なうと、照度は 60% から初期の 98% まで回復する。次に 1 t 年ごとに器具を清掃し、ランプ交換は初期から 2 t 年ごとに 2 回全数交換、その後は 1 t 年ごとに半数ずつランプを交換していくとすれば、設備してから 8 t 年目でも、照度は初期の 70% 程度維持され

図 13 照明施設の保守・管理と照度の変化

図 14 照明器具の保守用具

ることを示している。

図 14 は照明器具の各種保守用具¹¹⁾を掲げた。ビルや工場の保守管理部門において、果たしてこのような保守用具を整備しておられるだろうか。

4. お わ り に

私どもメーカーとしては、ランプおよび照明器具の高効率化を図る一方、保守の容易さを念頭に置いて、今後とも対処していく所存であるので、需用家におかれても、保守管理の励行を図っていただき、新鮮で魅力ある照明環境を、末永く保持して行かれるよう祈念してやまないものである。

文 献

- (1) 照明学会照明普及会：ビルディング照明の実態調査，照学誌 59-2 (昭50) 86～94
- (2) 照明学会照明普及会：店舗照明・設備実態調査，照学誌 62-9 (昭53) 496～506
- (3) 関西照明普及委員会：店舗設備の実態調査結果報告，照学誌 61-10 (昭52) 613～619
- (4) 日本電球工業会：水銀ランプ適正使用ガイドブック (昭46) 46～49
- (5) 渋谷寅三：関西地方の中小工場照明の実状について，照学誌 62-3 (昭52) 136～141
- (6) CIE Guide on Interior Lighting 1975, Publication CIE No. 29
- (7) Lighting Maintenance, GE Lamp Bulletin TP-105, p. 3
- (8) Charles L. Amick: Modern Office Lighting Trends in America, Internat. Lighting Rev. 29-2 (1978) 54～61
- (9) IES Lighting Fundamental Course, Illuminating Engineering Society of America (1960) 101～103
- (10) 照明学会編：屋内照明のガイド，電気書院(昭53) 173～184
- (11) 照明学会編：新編・照明のデータブック，オーム社 (昭43) 615～620

(受付1978年12月7日)