不点灯による照度分布の落ち込み阻止対策の一事例†

専門会員 神 阪 祥*

1. ま え が き

多数個の照明器具を並べて壁を照明する場合、往々1灯の不点によって分担領域の照度が落ち込み、見苦しい外観を呈することがある。

本文は、筆者が目下とりまとめ中の皇居宮殿松の間の照明計画報告書の中から、表題に関する一稿を抜粋したもので、全くごまかしの利かない巨大な白い一枚壁における照度落ち込み阻止対策の成果を、照明器具の配光特性から考察したものである。

2. 現 場 の 状 況

図1は松の間の照明器具配置図で、太線で示した部分が本文の対象になる正面壁と照明器具である。

図1 松の間の照明器具配置図

図2のスケッチ図に示すように、正面壁の白壁部分の高さは6.4m、横幅は中央の一枚壁の部分が14.6m、全体で約22.4m幅で、純白の綴れ織りきれ地張りの巨大壁である。

松の間の通常照明用器具42台は、すべて舟底形天井に埋め込まれ、直管のハロゲン(よう素)電球 J-500 W ×

図2 正面壁と照明器具の関係

1または2〜3灯用である。

そのうち、正面壁照明を分担する J-500 W × 2 器具は、図3に示すように、壁面に向かって斜め下方向に開口する外観で、配光特性はB-1型とB-3型の2種類に分類される。

図3 B型器具の外観

† An Example of Preventive from Apparent Decrease of Illumination when One Lamp was Fallen Out.

* 松下電工株式会社

Syo Kamisaka

B-2型およびB-4型器具は上記に対し対称形で、図1に示した配列によって取り付けられている。

図4は正面壁の実況写真で、つい立て後方の白壁の

図4 松の間の正面壁の実況

輝度分布は、頂部から下方に向かって美しくぼかされながら上下比約2.5:1に通減し、左右は化粧梁の影によって八の字形に区切られ、変形富士山形のパターンによって後光効果を演出している。

3. 照度分布の落ち込み阻止対策

松の間の天井埋込み器具は建築構造上、天井裏からの保守は不可能で、ランプ交換は地下室に格納されているスケーリング・タワー車を、松の間まで引き込んで行なわなければならないから、万一儀式の進行中にランプが断線した場合はもちろんのこと、儀式直前においても不点ランプの交換は不可能と考えなければならない。

しかも、儀式の記録写真を撮影される機会も多いと承っているから、不点による照度の落ち込みを目立ちにくくする計画が必要である。

そこで当初は、J-1000W×1用の器具の中に予備ランプとしてJ-1000W1本を内蔵しておき、常用ランプが断線した場合は予備ランプに電気回路的、または機械操作的に切り替える方式を模索していたが、結局、最も安定した方式として、J-500W×2を常用する現行方式を選び、1本断線の場合の影響を半減することにし、かつ器具の配光特性を横に広げて、隣接器具の照度分布に深く重ね合わせることにした。

4. 器具の配光

図5はB-1型、およびB-3型器具の光学系を説明する1/2縮尺の紙製模型で、左よりランプ室、ねじれ反射板およびフードで、フードだけが上段のB-1型と下段のB-3型に示すように異なっている。

各部品は図6に示すように積み重ねられて、光学系を構成する。なお万一の保安のため、ねじれ反射板とフードの間に0.1φ30メッシュのニッケル網が張られて

図5 器具の光学系の部品模型

図6 器具の光学系組立て模型

いる。

模型において、白無地部分は純度99.9%アルミ板なし仕上げ化学研磨アルマイト仕上げを示し、霜降り目のような模様部分は黒染つや消し仕上げを、粗点網目模様の部分は鏡面仕上げを示している。

ねじれ反射板のねじれ角は45°で、ランプ室内の直管形光源と、器具フード開口部の輪郭とを非平行状態に保ち、被照面上に開口部輪郭の影の発生を防いでいる。

B-1型のフードに設けた3段の黒染バツフル板は、器具の開口部周辺の天井面を暈(かざ)のように明るく

図7 B-1型の円等光度図

図 8 B-3 型の円等光度図

する光を除くために設けたもので、B-3 型の場合はフード内の黒染傾斜ルーバが指向性付与とともに、その作用を代行する。

図 7 と図 8 は、B-1 型と B-3 型の円等光度図で、いずれも横広がり特性が顕著である。

なお参考のため、網目スクリーンによって床壁境界線と白壁上限線の位置を示した。

図 9 は B-1 型器具 1 台によって正面壁を照らした場合の鉛直面照度を、上下 0.8 m、左右 0.65 m ピッチの格子点において逐点法計算し、半減等照度曲線を求めたもので、図 10 は B-3 型器具 1 台の場合である。

両者は共に 1/2 照度範囲が横に広く、器具取付け間隔の 1.3 m を越えて、隣接器具が分担する照度分布に深く重なり合う。

正面壁の頂部 6.4 m 高さの格子点の鉛直面照度と、その直下の 0 m 高さの格子点の鉛直面照度との比率は、B-1 型で $280 : 16 \approx 18 : 1$ 、B-3 型では $190 : 3 \approx 63 : 1$ である。

5. 不点の影響

図 11 は、左より 4 番目の位置に取り付けた B-1 型器具のランプが、1 本断線した場合を想定して算出した格子点直射照度と等照度曲線を示すもので、正常点灯の場合は当然、左右対称形になるべき等照度曲線が、断線の影響を受けた左半部では若干後退するが、横につながる起伏の無い曲線の性質は左右相似であるから、計算的あるいは計測的に求めた照度値に若干の差異はあっても、感覚的差異は目立ちにくい。

しかも実際の照明状態では、床中央部照明用器具 12 台からの直射光と、床壁天井面の相互反射光による照度が上積みされて、正面壁上部に約 150~100 lx、下部には約 200~150 lx 程度の照度増になるから、図 11 に示した左右の対比值はさらに緩和されて、照度の落ち込みは一層目立ちにくくなる。

このことは松の間の内装工事中、たまたま 1 本のランプが断線したままかなりの期間、気づかれることなく点灯され続け、たまたま精密点検によって断線が発見されたということからも実証することができる。

6. 横広がり形配光特性をもつ器具の問題点

B-1 型、B-3 型のように横広がり特性に優れた配光

図 9 B-1 型の鉛直面照度分布

図 10 B-3 型の鉛直面照度分布

図 11 ランプ1本断線による正面壁直射照度分布の落ち込み

特性の器具を多数個並べて取り付けした場合、器具から遠ざかる格子点ほど、広範囲の器具から直射光を集めるから、図11に示したように、壁中心線上の格子点の上下照度比は縮まって $560:59 \approx 9:1$ という値になり、B-1型2台、B-2型3台、B-3型3台、B-4型3台、計11台の個々の上下照度比の単純平均値 $42:1$ に対し約 $1/4$ という意外な値になる。

である。

なお本事例が示すように、横広がり特性に優れた器具を多数個並べる場合の照明効果を、少数個の器具を用いた代用実験の結果から、単純に推測することは不可能である。

7. 2種類の配光を混用した理由

松の間の照明計画では、正面壁を美しく照明することが重要なテーマの一つであった。

ここにいう美しさとは、日本民族が育ててきた伝統美を基調とし、松の間で行なわれる儀式的背景にふさわしく、静かにわき役を務める美しさである。

さしずめ絵画ならば、大きい刷毛（はけ）を使っていいねいにぼかすところを、特殊配光の照明器具を使いわけて、白を主題にした美しい絵を描き上げようとしたのである。

図 12 松の間の照度分布推定図

図12は、松の間の通常照明用器具を全点灯した場合の直射光照度と、相互反射照度を合算した推定等照度曲線図で、正面壁における上下照度比は $689:269 \approx 2.5:1$ という、さらに小さい比率になることを示す。

したがって不点による照度分布の落ち込みを防止し、かつ所要の上下照度比を求める照明計画では、特に単独上下照度比の大きい器具を開発しなければならない。

なお、不点による照度の落ち込みを防ぐために照明器具を壁面から遠ざけた場合は、当然横広がり範囲は拡張し得るが上下照度比は小さく成りやすく、上下照度比を大きくするために器具を壁面に近づける場合は、横広がり特性は縮少する。すなわち両者は相反する設計条件

図 13 ハの字形の影の成因解析

2種類の配光を開発した理由は、図13に示すように、ハの字形の影を作る際、いちばん外側のB-1型器具がつくる影を成るべく強く、隣接するB-3型器具が作る影を成るべく弱くするためである。

図13に記入された数値は、化粧梁の影によって発生する照度段差値である。

図7の円等光度図が示すように、B-1型はハの字形の影の末端まで光を配る必要上、最大光度点は床壁境界線に近いところにある。そのため直下の床面にかなりの

図 14 1 灯不点灯による背面壁直射照度分布の落ち込み

照度を与えるが、その反射光によって壁面下部に追加される照度は、床面反射率を 25 % とした場合約 4 ~ 5 lx と推定される。したがって前記した B-1 型単独の上下照度比は約 14 : 1 程度と考えるべきである。

B-3 型は、上下照度比を大きくするため黒染傾斜ルーバを用いているから、器具効率はわずかに 8.5 % という低い値であるが、図 8 の円等光度図に示すとおり大部分の光束は白壁の領域に能率良く集中している。

なお、正面壁に向かい合う背面壁の照明を分担する J-500 W × 1, 11 台のうちの 1 台が不点の場合の照度分布の落ち込みについては、本誌に既報した松の間照明計画¹⁾の概要説明の中にも簡単に触れておいたが、1 灯用器具でありながら良好な横広がり特性によって、不点の影響を少なくすることができた。

図 14 は、図 11 に準じて改めて精算し直した背面壁の直射照度分布図で、右より 4 番目の器具が不点の場合を示す。

8. お わ り に

落成式から約 5 年経過した昭和 48 年 8 月に、松の間の天井埋込み器具を抜き取り 3 台、床面に降ろして今後の保守方針を立てられるための調査が行なわれたが、清

浄な環境に恵まれて器具は新品同様に美しく、部品の状況もまず良好で、永年使用し得ることが確認された。

松の間の照明器具は、現行のハロゲン電球の寸法変更や未来光源の出現に備えて、光学系部品だけを容易に取り換え可能に設計しておいたから、いつかの日に改修を担当される技術者諸君に、当初の設計データおよび注意事項を申し送る報告書を残しておかなければならない。

当時、概算に基づいたとはいえ勘に頼って判断してきたことを、今、報告文にまとめるために精算し直してみると多くの興味深いテーマに逢着する。

本文は表題のような問題を考えていられる各位に、何かのお役に立てば幸甚である。

所用に取り紛れたとはいえ、手順のまずさによって発表までに長年月が経ってしまったことを恥じている。

おわりに、宮内庁をはじめ関係各位からいただいたご指導と、器具開発に寄せられたご援助に改めて厚く謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 神阪 祥：照学誌 53 (昭 44) 225

(受付 1977 年 2 月 7 日)