2

番組制作・配信技術の省エネ化

2-2

東京スカイツリー®のライトアップ照明

重松 栄 治†

キーワード 東京スカイツリー, ライトアップ, 粋, 雅, LED

1 ま え が き

東京都墨田区に建設された地上デジタル放送用の『東京スカイツリー』は着工から約4年、2012年5月22日に開業を迎え高さは634mの名実共に自立式電波塔として世界一の高さになった。634という数字は、東京、埼玉、神奈川の一部を含む地域を指す旧国名「武蔵」にちなんでいて、地域性、日本文化を想起させるものと言える。タワーは低層部では三角形であり、高層部へ行くにしたがって円形に変化していく。このデザインは、日本の伝統文化に見られる「そり」と「むくり」という形状も生み出した。本稿では、その東京スカイツリーに採用されたライティングの概要、技術について紹介する。

2 ライティングコンセプト

ライティングデザインは、シリウスライティングオフィスの戸恒代表が担当された。照らしている部分と陰になる部分が一体となって美しく感じられるライティング、最先端の照明技術を駆使し、環境時代を迎えた21世紀にふさわ

しい、省エネルギーと美しさが両立するライティングをめざし、地域のシンボルとして過去と未来をつなぐという東京スカイツリーのコンセプトを実現するため、以下のような考え方、基本コンセプトでデザインされた(図1)。

- (1) タワー頂部の光と、鉄骨構造体を照らす光がタワー裾野に向かってグラデーションを描いて地面に溶け込んでいく様子は、江戸の原風景である富士山が雪をいただいた姿をイメージしている。
- (2) 展望台の上部に並ぶ流星のようなきらめきは、一定の速さで回り続け、過去と未来を結ぶ時を刻む光を表現している。
- (3) 江戸で育まれてきた、心意気の「粋」と、美意識の「雅」というふたつのオペレーションが1日毎に交互に現れる新しいライティングスタイルで、今日に続く明日、明日の先に続く未来を表現している。

3 ライティング機器の概要

東京スカイツリーに設置されるライティング機器はすべて光源にLEDを採用し、6種類合計1,995台である(図2)。

図1 ライティングコンセプト

† パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 ライティング事業グループ 施設店舗照明ビジネスユニット 特品事業推進グループ
 "LED Lighting to Illuminate the Tokyo Skytree" by Eiji Shigematsu
 (Professional Lighting Business Unit, Lighting Business Group, Eco Solutions Company, Panasonic Corporation, Tokyo)

図2 ライティング機器の種類と台数

光ネットワークと制御盤で一括コントロールをしている。LEDを採用したことにより、従来の高輝度放電灯であるHIDと比較して『粋』で43%、『雅』で38%の消費電力を削減できた*。

4 ライティング機器の開発

前例のない634mの建築物をライティングコンセプトに合った美しい色で再現しLEDでライトアップするためには、大きな課題がいくつもあった。すべては挑戦の連続であり、その課題をクリアにした技術について紹介する。

4.1 配光設計

ゲイン塔のライティングには高出力な光が求められる一方、漏れ光を抑制し、より狭角な光が必要とされた。そこで、「パラボラ曲面反射板」を採用し若干の漏れ光はルーバでカットした。発光部の小さなLEDは、パラボラ曲面反射板で光を制御しやすい特長がある。加えて、反射板を大型化し効率を高めLED灯数を削減する独自の設計で超狭角配光の機器を開発した(図3)。これにより140m先のライティングを実現するとともに、漏れ光を抑制することが可能と

図3 超狭角反射板構造

なった。

4.2 「雅」専用LEDの開発

雅色の照明機器は、コンセプトに沿った美しい色を再現するため、当社独自の高精度色再現技術を活用。狙いの雅色をCIE色度座標で色を定量的に把握(図4)、高精度に再現するために、青色LEDと蛍光体で構成したLEDパッケージを新規に開発した。蛍光体の配合によって、コンセプト通りの雅色を再現することができた。

4.3 放熱設計

高温環境ではLED機器の短寿命化や光束低下の恐れがあるため、光源寿命4万時間を確保すべく、現場環境を想定し放熱構造を検討した。

特に「時計光」は1年365日24時間点灯が条件であり、直射日光の影響により機器の内部温度上昇が容易に予想でき

図4 高精度色再現技術(「雅」色の照明)

* 2008年パナソニック検討仕様。高効率セラミックメタルハライドランプ器具+フィルタおよび一部(時計光照明・鉄骨交点照明)LED器具。

図5 機器内温度の現場検証

た。シミュレーションを何度も行い、最も放熱効果のある構造を採用した。一方で、現場に設置したサンプル機器でも検証を行い(図5)、放熱設計の精度を高めた。

4.4 耐雷設計

鉄骨の外側に設置される交点機器は直撃雷の影響を受けやすいが、たとえ直撃を受けたとしても、落下物があつてはならない。この課題は今までに経験のないものであった。まずは機器のサンプルを造り確認実験を行った。その結果、LED等の電気部品に異常はなかったが、機器のカバーを取り付ける4本のボルトが溶着あるいは破壊してしまった。雷の大電流を逃がす経路の確保が不充分であったのが原因であった。対策として、カバーと本体間にアース線を追加し、ボルトの受け構造を変更した。再試験の結果、部材の溶着、破壊はなく、対策が有効であることが実証できた(図6)。

その他の機器については、雷対策として「耐雷サージユニット」を器具に内蔵している。雷によって発生する過電圧や過電流(雷サージ)から、機器を保護している。IEC(国際電気標準会議)が定める4kVの約2.5倍、10kVの電圧に耐えうる雷サージ対策を施している。

4.5 安全性

安全に考慮したのは、これまでに記したことだけではない。高所設置のため、耐風速90m/s以上の強度を確保し、タワーの振動に対する耐久性も確保している。機器設置時やメンテナンス時に取り外されるパーツには、落下防止対策を施している。

しかしながら一方で、機器の軽量化、コストダウンも求められた。高いハードルではあったが、衆知を集め数々の

図6 雷実験

実験を行い課題をクリアしてきた。

5 照明実験

2010年10月に実際のタワーに機器を設置しての照明実験が行われた(図7)。オールLEDでのライトアップが可能か否かが問われた実験であったが、配光、光の色、グレア(不快な眩しさ)等、問題のないことが実証された。

この実験により、正式に機器の目標性能が決定され本格的な開発へと着手することとなった。同時にLEDによる新たなライトアップの可能性が広がった瞬間でもあった。

6 開業後のライティング

2012年5月22日の開業以降、1日毎に「粋」と「雅」のライトアップが行われており(図8)、CGで作成されたライティングイメージと遜色ない仕上がりになったと自負している。時計光の時を刻むかのような優雅な動き。この流れるような光の演出は、従来のHID光源では到底不可能であった。LEDの特長(点灯、消灯の速さ)を充分生かした演出である。

また、ゲイン塔に薄い雲がかかった時、60台のピンスポットライトの細い光の筋が現れる。超狭角の光が今までのHIDランプの光とは明らかに違う輝きを放っている。

7 むすび

本章では、東京スカイツリーに採用されたライティング技術やライトアップ機器についてご紹介した。今までに経験のない高さの建築物をLED機器のみでライトアップすることは、開発当初、誰もが不可能だと感じていた。しかしながら、照明業界全体の未来を考えた場合、チャレンジし

図7 現場照明実験(2010年10月)

ない訳にはいかなかった。この熱い想いが、開発者だけでなく関係者の原動力になったことは間違いない。

日本の新たなランドマークとして世界中の注目を集める東京スカイツリー。そのライトアップにLEDが採用されたことで、LED照明の未来が大幅に広がったと確信している。

このような課題に挑戦する機会を与えていただいた東武

図8 開業後のライトアップ

タワースカイツリー様はじめ、ご関係の皆様にはこの場を借りて厚く御礼申し上げたい。

(2012年6月7日受付)

重松 栄治 しげまつ えいじ 1992年、大分大学工学部機械学科卒業。同年、松下電工(株)(現 パナソニック(株))に入社。2007年、LED照明器具の開発に従事。現在、東京汐留にて、特注照明器具の設計・開発に従事。