

超高出力LED型投光器の開発

北九州市立大学 国際環境工学部 機械システム工学科 准教授 井上 浩一

1. 背景

白色発光ダイオード(LED)の発光効率が急速に改善される一方で、LEDを光源に用いた照明装置では高出力化と高密度実装化が進んでいる。一般にLEDは点灯時の最高温度(ジャンクション温度)が130~150℃程度以下に制限されるとともに、高温化によって寿命が短くなることから、その放熱設計は最重要課題の一つとなる。特に自然空冷式の高出力LED型投光器では、放熱部が大型となるために、設計最適化や適切な熱デバイスの導入によるコンパクト化のメリットは大きい。本研究室では、主に北九州地域の企業群との産学連携活動を通じて、高い放熱性能を特長とする各種LED照明の開発に取り組んでいる。本稿では、これまでの研究成果の一部と平成25年度環境技術研究所重点研究推進支援研究プロジェクトで採択された研究課題の概要を紹介する。

2. ひびきのLEDアプリケーション創出協議会

“ひびきのLEDアプリケーション創出協議会”は、北九州産業学術推進機構(FAIS)を核とし、主に北九州地域の大学・企業群から構成されており、北九州学術研究都市を拠点とするLED関連の各種研究会の研究開発推進・情報公開活動・マーケティングなどの支援を通じて“事業創出”(Made in Kitakyushu Products)と地域企業のLEDアプリケーション事業への参入促進を目指して活動している。本研究室も2011年より本協議会に参画しており、これ

までに各種競争的研究資金を獲得して北九州地域の企業群と共同研究を実施してきた。本活動の一環として実施した共同研究により開発したLED照明装置の一部を図1~4に示す。またLED照明装置の放熱手段に関する特許を2件出願している(特願2012-250698、特願2013-014885)。

3. 平成25年度環境技術研究所重点研究推進支援研究プロジェクト

環境・エネルギー問題の深刻化を背景に、白熱電球などの既存光源からLEDへの置換えが急速に進んでいるが、今後は消防活動用主照明や競技場ナイター照明などの10⁵lmを超える超高出力照明についてもLEDへの置換えが進むものと予想される。超高出力照明では放熱部が大きくなるために、適切な放熱経路の確保が困難となって、放熱量見合いのスケールアップよりもさらに大型となる可能性がある。さらにLEDの小型化と高密度実装化は今後さらに進むことが予想されているが、これにより光源部での発熱密度増大と光源近傍での熱の拡がりに伴う熱抵抗(spreading resistance)の増加が生じる。特に高出力光源では、spreading resistanceによる温度上昇量が大きいため、spreading resistanceの低減策は照明の高性能化に対してきわめて有効なものとなる。

一般にspreading resistanceを低減するには、高い熱伝導率の材質で構成されるヒートスプレッダーを発熱部と放熱部の間に設置するのが有効である。図5(a)は10⁵lmクラスの投光器を対象として3次元熱流体解析を実施した例である。LED光源に比べて大型の平板フィン



図1 放熱リフレクター



図2 水中サーチライト(株豊光社との共同研究)



図3 投光器(㈱春日工作所との共同研究)



図4 法定船灯(㈱マリンテックとの共同研究)

型放熱ヒートシンクが組み合わされ、その間に銅製ヒートスプレッダー(熱伝導率 $400\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)を配置している。光源近傍の等温線の間隔は非常に小さくなっており、spreading resistanceによる温度上昇が大きいことが分かる。図5 (b)は図5 (a)の解析条件のうちヒートスプレッダーの熱伝導率のみを $2000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ に増加させた場合の結果である。光源近傍での温度上昇は低く抑えられており、ヒートスプレッダーの高性能化がLED温度低減と長寿命化に対して有効であることが分かる。

高性能ヒートスプレッダーとしては、高い熱伝導率を有するCVDダイヤモンドやグラファイトを用いたものが考えられるが、本研究では低コスト化と大量生産への対応が比較的容易と考えられたヒートパイプ式ヒートスプレッダーを開発対象に選定した。ヒートパイプ式ヒートスプレッダーにはベーパーチャンバーなど既に実用化されているものもあるが、高出力LED投光器に適用する場合は、さらに以下の特長を付与する必要がある。

- (i) 大型放熱ヒートシンクと適合するために大型化への対応が可能である。
- (ii) 投光器の照射方向変化に対応するため、伝熱性能に及ぼす姿勢(重力方向)の影響が小さい。

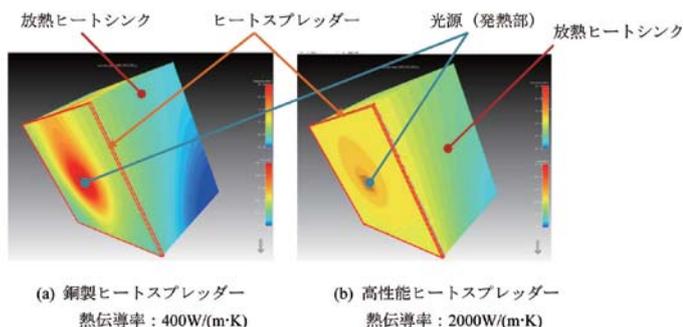
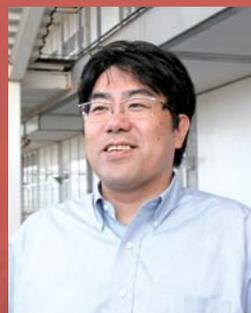


図5 高出力LED型投光器におけるヒートスプレッダー性能の放熱性能への影響

- (iii) 投光器の商品競争力を確保するため、製作が容易であり安価である。

高出力化とコンパクト化が進む電気自動車やロボットなどの電子機器の熱問題に関しても今後一層深刻化してゆくことが予想される。本研究で取り扱う高性能ヒートスプレッダーは、LED型投光器以外の分野の機器における放熱対策にも有効な解決手段を与えることが期待される。

プロフィール



井上 浩一

Koichi Inoue

役職/准教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/九州大学

研究分野・専門/伝熱工学

主要研究テーマ/ ●火力・原子力発電用熱交換器の伝熱促進法に関する研究
●電子機器の冷却に関する研究

連絡先

TEL 093-695-3221 FAX 093-695-3394
E-mail inoue-k@kitakyu-u.ac.jp