



舞台演出照明用 スポットライトの熱設計について

研究・開発機関 : 丸茂電機株式会社
 利用施設 : 丸茂電機株式会社 技術センター内設備
 計算規模 : 解析用8コアPCを使用
 利用ソフトウェア : STAR-CCM+ (シーメンス)、Femtet (ムラタソフトウェア)

Before

- 従来、舞台演出照明の製作は既製品を購入し、評価を繰り返し行っていました。重量と放熱容量のバランス調整に苦慮していました。
- 近年の光源用ハイパワーLED素子の出現により、舞台照明分野にも放熱技術が必要不可欠となってきました。
- 試作の回数が多く、開発コストや時間がかさむ問題がありました。

After

- 熱流体解析ツールを活用する事によって、試作前に放熱器の大きな容量を把握することが可能となり、舞台演出照明の製品化におけるコストや時間を削減する事が出来ました。
- また、重量と熱容量のようなトレードオフの関係にあるものに対しても、効果的に設計を進めることが出来るようになりました。

背景と目的

丸茂電機は舞台照明専門メーカーとして2020年に創立100周年を迎えます。劇場全体の照明設備の設計、施工から照明器具の開発、販売までをトータルで提供しており、さまざまな劇場や会館とともに劇場空間の演出を行っています。とりわけ銀座歌舞伎座(図1)、東京芸術劇場、東京国際フォーラム、宝塚大劇場などの大規模な照明設備を劇場、会館と一緒に構築しています。

また、近年では舞台演出照明の分野でも高密度にLEDを実装させたCOB(チップオンボード)という光源が注目を集めています。

しかし、高密度に実装されたLEDは熱も高密度に密集しており、中でも200W~300Wクラスの光源は熱を瞬時に拡散させる対策が必要となってきます。

以上の理由により、受けた熱を瞬時に運搬し、かつ軽量の放熱器であるヒートパイプの設計を数値解析により行うことに着手しました。



図1 歌舞伎座の照明設備

放熱器の照射方向やフィンピッチの違いによる性能の変化を把握するため、熱流体解析(CFD, Computational Fluid Dynamics)の技術を活用しました。設計目標として以下の条件を定めました。(図2)

- ① 既存の製品に組み込まれている放熱器と同程度の包絡体積をもつ
- ② 200WのLEDを自然空冷で放熱しきれるもの
- ③ 重量は既存の40%減を目標

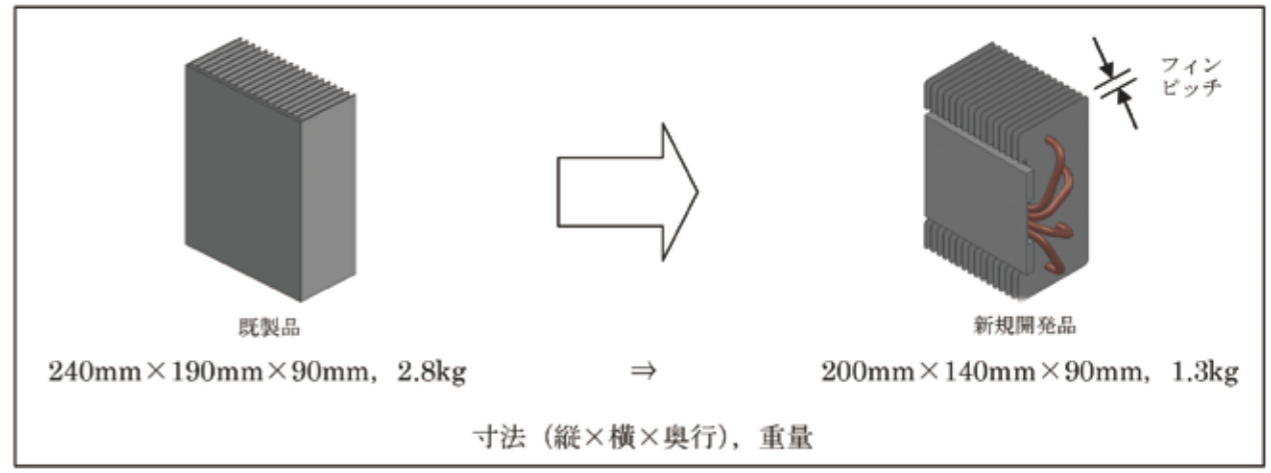


図2 放熱器の設計目標概略

利用成果

上記目標を基に設計したものが、図3右側の放熱器です。熱流体解析を用いて設計された放熱フィン、各部寸法は既存のものより一まわり小型で、重量は2.8kgから1.3kgと大幅な軽量化に成功し、従来の半分以下の重量となりました。また、放熱効果も既存のものと同様以上のものとなり、今後の高出力のLED素子に耐えうる高性能な放熱器が開発できました。

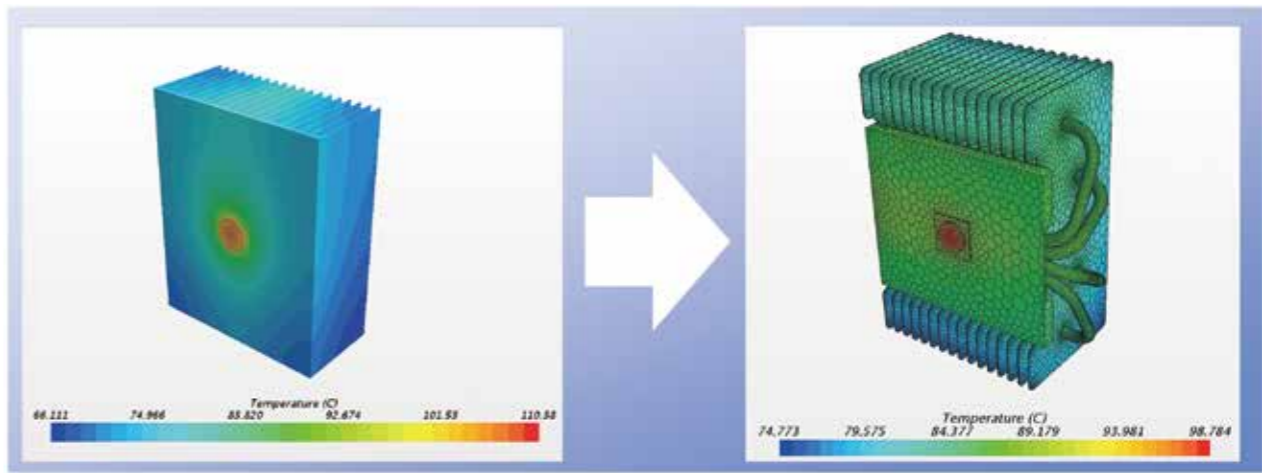


図3 解析結果比較

今後の開発に対しては、下記を考えています。

- ① 明るくて軽い照明器具の開発に必要な基幹部分を作る事に成功したので、この放熱器を使用した、デザイン性にも優れた製品を作り出す
- ② 今回取り組んだ自然対流による熱流体解析に加え、以前から取り組んでいる光学設計のほか、ファンを用いた強制空冷や灯体内部の流体の振る舞いの解析など、解析全体の精度を向上させる
- ③ 照明器具だけでなく、舞台照明システム全体に、モデルベースのものづくりを浸透させていく