

LED光源を使用したディスプレイウォール プロジェクタ“PE/XE70シリーズ”

村上幸作* 井上陽子**
町田直之* 児玉拓也***
菅野直樹*

Display Wall Projector “PE/XE70 Series” Using LED Light Source

Kosaku Murakami, Naoyuki Machida, Naoki Kanno, Yoko Inoue, Takuya Kodama

要 旨

三菱電機のDLP®^(注1)方式ディスプレイウォールプロジェクタは、1998年の製品化以来すでに45,000台以上を国内はもとより全世界に納入してきた。

その多くは、電力・通信・上下水道等いわゆるインフラにおける設備の監視、警察・消防等における事件・事故・火災等の監視指令、道路・河川・ダム等の防災監視、台風や地震等の災害対策、鉄道・航空等の路線運行監視等、人々の安全・安心を守るための24時間365日稼働する重要な設備として活躍している。

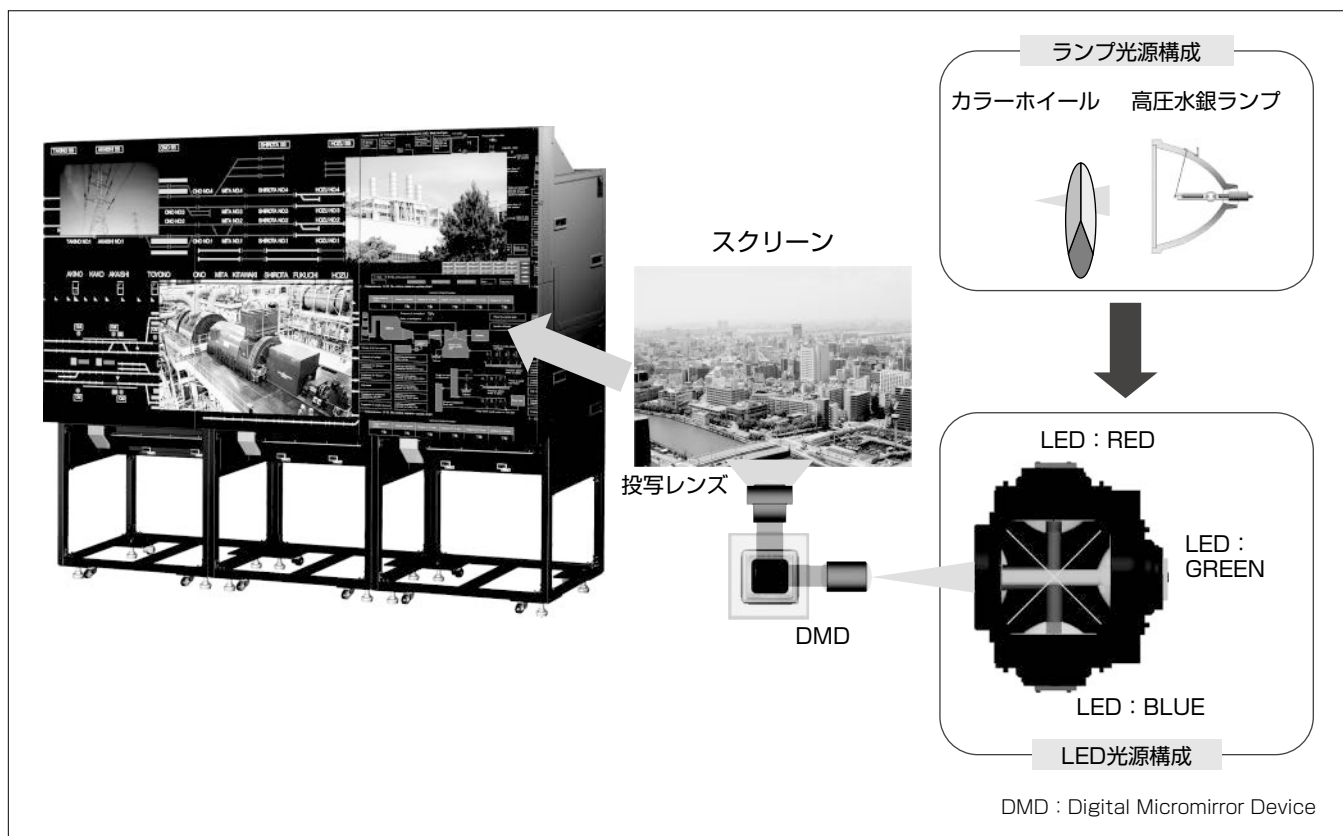
こうした設備における製品・システムへの最大の要求は高信頼性である。24時間の監視の中でその業務が中断されることがあってはならず、また設備として5～10年の長期にわたって信頼性の維持が必要である。

(注1) DLPは、Texas Instruments Corp. の登録商標である。

DLP方式ディスプレイウォールプロジェクタに従来採用しているランプ光源は、寿命が短くメンテナンスの頻度が高いことからランニングコストが高く、稼働率が低下する可能性があり、光源の長寿命化への改善が要求されていた。

また、近年では環境に配慮した製品が顧客要求として大きなファクタとなっており、有害物質の削減や省エネルギーが大きな流れになっている。

本稿では、DLP方式ディスプレイウォールプロジェクタ“PH/XL70シリーズ”の機能・性能を継承しつつ、新光源として長寿命・高輝度LED(Light Emitting Diode)素子を採用した“PE/XE70シリーズ”の製品の特長と評価技術について述べる。



“PE/XE70シリーズ”の構成例

6面構成したディスプレイウォールプロジェクタ本体とランプ光源機種とLED光源機種の構成例を示す。PE70は、SXGA+ (Super XGA Plus) (1400×1050)の解像度、XE70は、XGA (eXtended Graphics Array) (1024×768)の解像度である。PE/XE70シリーズはランプ機種であるPH/XL70シリーズから光源をLED光源に新規設計した。

1. ま え が き

2007年度に開発したPH/XL70シリーズは、第4世代のDLP方式ディスプレイウォールプロジェクトであり、高輝度、50～80インチまでのサイズ対応、スマートランプシステム、インターナルプロセッサなど、高性能・高機能から市場で好評を得ている。光源には、超高圧水銀ランプを採用し、その寿命は8,000時間程度である。ランプ光源は、定期的な交換（メンテナンス）によって製品の性能が維持される。しかしながら、DLPチップ、冷却FANは10万時間の長寿命であるのに比べランプ光源の寿命が短い。そのことから、光源の長寿命化を図った24時間長期の運用に耐え得る監視用表示装置が市場から要求されていた。

本稿では、高信頼性・長寿命光源であるLED光源を採用したDLP方式ディスプレイウォールプロジェクトPE/XE70シリーズについて製品の特長と長期信頼性の評価技術について述べる。

2. PE/XE70シリーズの概要

DLP方式ディスプレイウォールプロジェクトPE/XE70シリーズは、光源にRGB(Red Green Blue)3色のLED素子を採用した。表1にPE/XE70シリーズの仕様を示す。

2.1 光源の寿命と消費電力

LEDは投入電力の大きさによって発光輝度を変えることができる。この製品では、Bright(高輝度設定)、Normal(標準設定)、Eco(低電力設定)の3モードの明るさ設定を設けている。寿命は、Brightモードでランプ光源と比べ7倍以上の60,000時間、Ecoモードでは80,000時間となっている。また、高効率のLEDドライバ開発によって低消費電力となっている。さらに、運用方法によって長寿命と消費電力の削減を実現している。

2.2 色再現性

LED光源機種は、図1の色域図に示すようにNTSC(National Television System Committee)比約1.2倍の広い色再現範囲がある。従来の機種から採用しているCSC(Color Space Control)機能によって範囲内の任意な色域に制御が可能となっている。

表1. PE/XE70シリーズの仕様

		LVP-50PE70	LVP-50XE70
光 源		LED光源	
輝 度		550cd/m ²	510cd/m ²
コントラスト比		1 : 1,900	1 : 1,700
消費電力	定格	320W	270W
	Ecoモード	170W	117W
寿 命		60,000時間(Brightモード)	
電力制御		可能	
色再現範囲		NTSC比約120%	
環境面		水銀含有なし	

2.3 光 源 部

PE/XE70シリーズは、1チップDLP表示方式を採用し、従来のカラーホイールに代わりRGBのLEDを高速に順次点灯させることで映像を作り出している。投写エンジンの構成は図2に示すとおりである。LEDの光は合成光学系で集められ、映像を生成する照明光学系へと導かれる。生成された映像は投写レンズより射出される。

LED光源合成光学系は、Red, Green, Blueの各々独立した3色のLED素子から射出される光をダイクロイックミラーによって1つに合成し、インテグレート素子へ入射させる機能をもつ。インテグレート素子は光量分布を均一にする役割がある。3色の光を合成する手段として、対向するLEDの間に十字にミラーを配置するクロスミラータイプを採用した。合成光学系のレンズ構成としては、コリメータレンズ2枚+コンデンサーレンズ1枚の3枚構成となっており、その内2枚が、非球面レンズとなっている。長期的な信頼性を考慮しガラスモールドレンズを採用した。ハウジングも高剛性のアルミダイカストを採用し、光学部品の取付け精度と長期の信頼性を確保した。図3はLED光源合成光学系設計時のシミュレーション例である。シミュレーションによって光路及びレンズの最適化設計を行い光源の取り込み効率の向上を図っている。

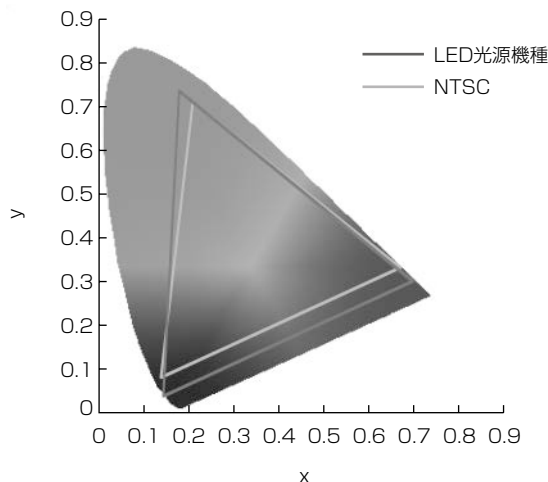


図1. LED光源の色域図

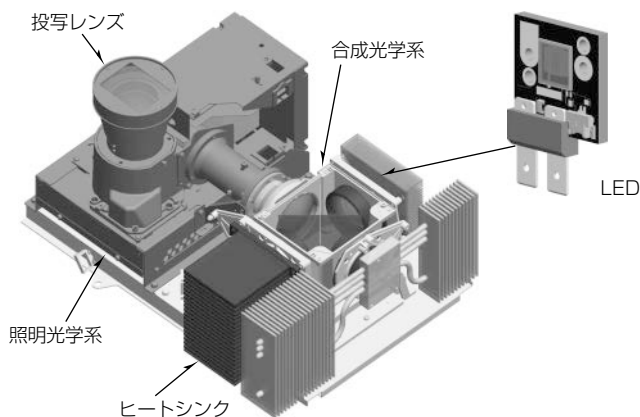


図2. LED光源搭載の投写エンジン部

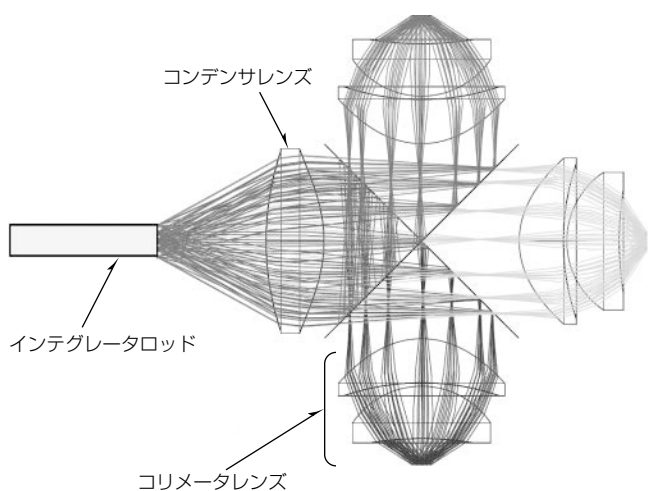


図 3. LED光源合成光学系のシミュレーション例

3. 光源の寿命評価と製品の冷却設計

今回採用した高輝度LEDは、Dieを銅製のコアボードに実装し、不活性ガスとともにガラスで封止した構造である。長期的な信頼性を担保するには、パッケージ寿命、光束維持率など様々な評価が必要である。光束維持率は、温度に依存するため、製品の冷却設計によってLED素子のジャンクション温度を目標内にすることが重要である。

3.1 LED光源の寿命評価

ジャンクション温度と寿命との関係を得ることと、LEDメーカーのデータとの整合性を確認することを目的として加速試験を行った。LED素子の内部劣化の現象をあらわすには、半導体デバイスで一般的に使用されている化学反応論モデル(アレニウスモデル)が適用できる。化学反応は温度によって加速されるため、実使用条件よりも高い温度ストレスを与えて試験を実施し、劣化現象の反応速度を高めることによって短期での寿命の推定が可能となる。

加速試験は、各素子3温度の水準で行い、その光束劣化曲線から寿命を推定し、温度に対して寿命をプロットしたアレニウスプロットを作成した。

図4に素子(Blue)の試験結果(アレニウスプロット)を示す。ジャンクション温度と寿命との関係が得られ、メーカーデータともほぼ一致し信頼性の確認ができた。

3.2 目標寿命を実現する冷却設計

LED素子の冷却系は、5年を超える寿命を目標とするジャンクション温度から冷却系の目標熱抵抗値を決定し、冷却構造の設計を行った。

冷却方式は、空冷、液冷の2方式を検討した。その結果、製品に求められる長期的な信頼性の維持やメンテナンス性を考慮して実績のある空冷方式を採用した。目標熱抵抗値を実現するため、次の2点に重点をおいて設計を行った。

- ①高性能ヒートシンクの開発
- ②エンジンユニット内部最適配置による換気効率向上

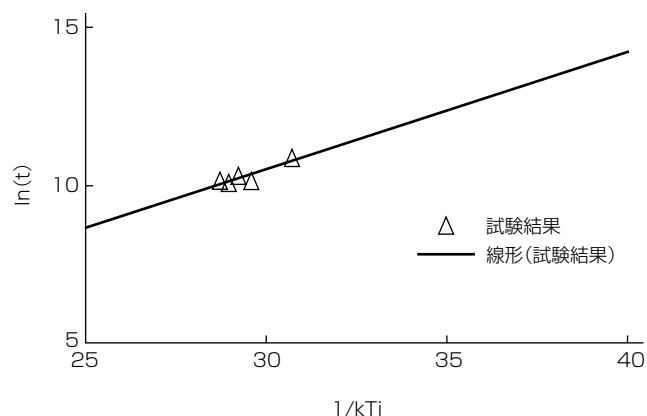


図 4. LED素子の寿命評価試験結果(Blueアレニウスプロット)

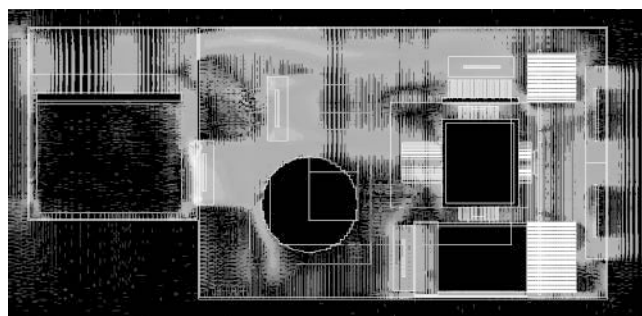


図 5. 解析結果

ヒートシンク開発ではまず、フィン形状と使用するファン性能をもとに単体解析や簡易実験によって、目標熱抵抗値を達成する基本形状を考案した。次に製品への実装状態を考慮した解析を実施することで詳細形状検討を行った。同時に、ヒートシンクの性能を引き出すため換気効率を上げる風路及び必要風速の確保(部品形状)の検討も行った。図5は、その解析結果である。

その結果、実機確認で手戻りすることなく開発が推進され、目標とする冷却性能を実現した。

また、各LEDのアレニウスプロットと製品組み込み時のジャンクション温度データからLED素子の寿命を推定した。その結果、Brightモードで60,000時間以上、Ecoモードで80,000時間以上となった。

4. マルチ構成時の冷却性能

ディスプレイウォールプロジェクトは、製品を複数組み合わせで大画面を構成しマルチビジョンとなる。通常複数台組み合わせたマルチ構成で使用されるため単体だけではなく、マルチ構成時での冷却性能も非常に重要である。投写エンジンユニットを組み込む筐体(きょうたい)の設計は、マルチ構成時に下段から上段に向け、ダクト形状になる様に排気用風路の設計が行われている。今回エンジンユニット内の風の流れを見直し換気効率が向上したことによって、マルチ構成時の製品内温度上昇の低減にも効果があった。

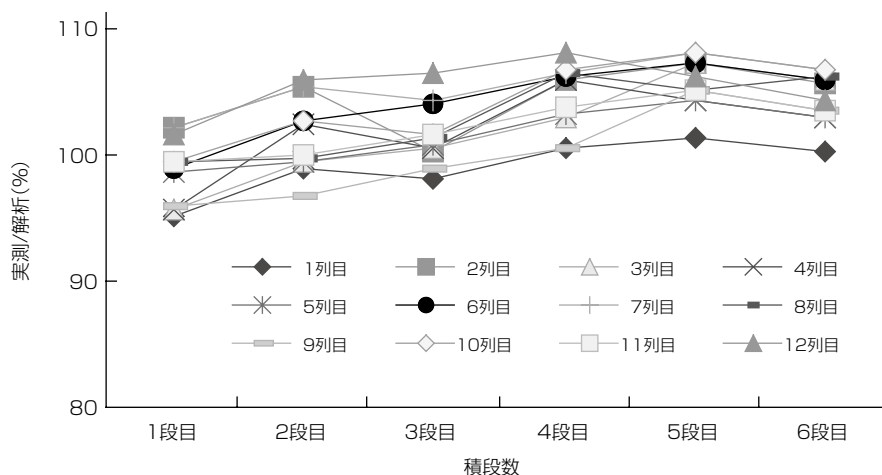


図 6. マルチ構成時の製品内温度の解析値と実測値の一致具合



図 7. 大型マルチビジョンの納入例

図 6 は縦 6 段横 12 列のマルチ構成時におけるシミュレーション結果と実測値との一致具合を示す。

上段の方で、実測値が解析結果より高めとなる結果となった。これはシミュレーションでは考慮されない周囲温度の勾配(こうばい)の影響とみることができる。このような影響を考慮すると、設計のねらいと大きく乖離(かいり)することなく妥当性が確認できる。図 7 は、実際に納入先に設置された大型マルチビジョン(50型144面)である。

5. む す び

LED光源を採用したDLP方式ディスプレイウォールプロジェクトPE/XE70で、現行機種との互換性を維持したままで、集光効率の高い合成光学系と光源寿命60,000時間(Brightモード)を達成する冷却系を開発し製品化を図った。

LED素子は、今後も発光効率の向上が見込まれ、搭載する製品の輝度の改善と省エネルギー化が図れる。

参 考 文 献

- (1) 児玉拓也, ほか: 電子機器におけるフロントローディング型熱設計—映像情報機器, 薄型テレビへの冷却設計適用—, 三菱電機技報, **84**, No.12, 677~680 (2010)
- (2) 渋谷重教, ほか: データウォール用リアプロジェクト“PH70シリーズ”, 三菱電機技報, **83**, No.2, 139~143 (2009)
- (3) 岩永敏弥, ほか: ディスプレイウォールシステム, 三菱電機技報, **82**, No.4, 265~269 (2008)
- (4) 渋谷重教, ほか: DLPマルチ大画面表示装置, 三菱電機技報, **78**, No.5, 332~336 (2004)
- (5) 西田信夫 著: 大画面ディスプレイ, 共立出版 (2002)