

# LED 조명기구 설계와 이를 이용한 무대조명 설계

(Design of LED Luminaire for Stage Lighting and Estimation of Lighting Situation)

윤진식\* · 김경은 · 김진홍 · 김기훈, 임영철

(광주전력산업기획단, 한국광기술원, 전남대학교)

(Jin-Sik Youn · Kyoung-Onn Kim · Jin Hong Kim · Gi-Hoon Kim · Young-Cheol Lim)

## Abstract

RGBY LED PKG를 이용하여 무대 사용을 위한 100W 급 LED 조명기구를 설계하고 무대에 적용하였을 때의 조명 환경을 예측, 분석 하였다. 이를 위하여 색온도 및 광색가변에 적합한 4 in 1 LED Package를 선정하고, 이를 이용하여 광원모듈을 구성하였으며, 또한 무대조명에 적용하기 위한 렌즈를 제작하였다. 이러한 LED 조명기구를 또한 무대조명에 적용하여 조명상황을 시뮬레이션 하고 무대 또는 객석에서의 평균조도 및 조도균제도 등을 계산하였다.

## 1. 서론

LED는 에너지 절감과 친환경적인 점을 내세워 빠른 속도로 여러 분야로 적용되고 있다. 그리고 유럽과 미국, 일본 등은 LED 시장을 선점하기 위해 국가 차원의 프로젝트와 LED 보급 유도를 위한 제도나 법규를 추진, 시행 하고 있다. 우리나라 역시 'LED 조명 15/30 보급 프로젝트', 여러 시범 사업 등으로 LED 조명을 육성하기 위해 지원책을 강화 하고 있다. 그 결과 국내에서도 다양한 LED 조명 제품이 개발, 출시되고 있다.

본 논문에서는 무대조명에 적합한 LED 조명기구의 광학모듈 부를 설계하고 이를 실제 무대조명에 적용하여 조명상황을 시뮬레이션하고 그와 관련한 계산값들을 알아보았다.

단자가 R, G, B, A 각각 있어서 각각의 LED의 입력 전류량을 제어하기가 용이하다. 배광은 Lambertian Type 이었고 LED 모듈을 구성하기 위해 사용된 개수는 각각 10개씩 총 40개였다. 표 1은 LED Package의 광속과 전류를 나타낸 표이다.

표 1. LED Package의 전기적, 광학적 측정 데이터

Color	[mA]	[lm]	[W]
Red	700	85	2.5
Green	700	145	2.5
Bleu	700	48	2.5
amber	700	65	2.5

## 2. 100W 조명기구 설계

### 2.1. LED Package 선정

LED는 가격이 저렴하고 온도에 민감하지 않으며 신뢰성이 좋고 휘도 및 광도가 높아야 한다. 특히 색온도 제어를 위해서는 R, G, B, A에 의한 혼합광의 색온도가 각각의 LED 밝기에 따라서 민감하게 변화하므로 신뢰성이 매우 중요하고, 전류의 크기 변화에 따른 광출력의 제어가 용이한 구조로 되어 있어야 한다. 따라서 색온도 제어 및 무대조명에 적합한 배광을 갖는 LED 선정을 위해서 여러 제조사의 LED의 성능을 측정하였다. 최종 선정된 LED Package는 L社의 2.5W Package를 선정하였다. 이 Package는 Red, Green, Blue, Amber LED 칩이 하나의 Package에 장착되어 있어서 광색가변 및 혼합에 유리할 뿐만 아니라 LED 칩의 전류 입력

### 2.2. LED Package 배열

Red, Green, Blue, Amber 각각의 LED를 균일하게 배열 하기 위해서 그림 1과 같이 배치하였다. PCB의 크기는 210 mm이고 LED Package간의 중심점 사이의 거리는 25 mm이다.

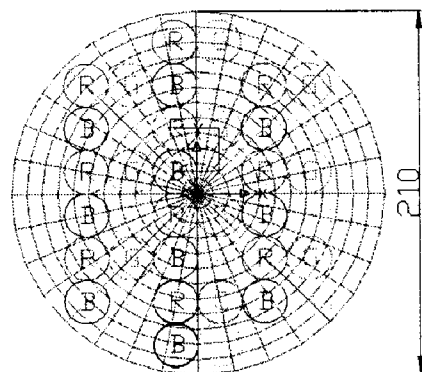


그림 1. LED Package 배열

## 2.2. 조명기구 광학 시뮬레이션

무대용 조명기구의 설계를 위해 먼저 조명기구 외함, 렌즈, PCB, 투과판(커버) 등을 모델링하였고 이를 토대로 광학 시뮬레이션을 수행하였다. 뒤에서도 언급하도록 하겠지만 이러한 시뮬레이션 결과는 무대 환경에 적용하게 될 것이다.

그림 2는 조명기구의 치수를 나타낸 그림이다. 전체적인 형태에서 원형의 형태였고 폭은 210 mm, 높이는 130 mm 이었다. 또 투과판 부분의 커버는 두께가 15 mm, 높이는 19 mm, 렌즈의 폭은 23 mm, 높이는 13 mm 이었다.

여기에서 기구의 방열판 부분 크기와 회로 부품이 들어갈 공간의 크기는 방열·회로 성능과 무관하다.

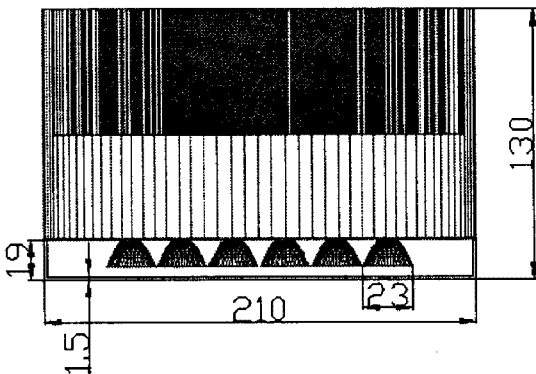


그림 2. 조명기구 치수

이와 같이 LED Package 배열과 조명기구를 설계하고 광학적 성능을 시뮬레이션 하였다. 그림 3은 Ray Tracing 결과를 그림 4는 그 때의 배광을 나타낸 그림이다.

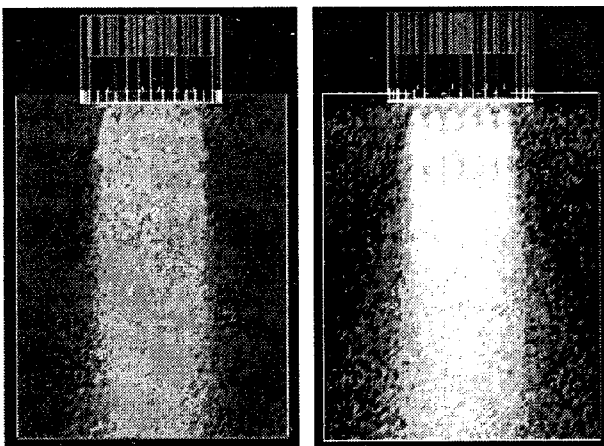


그림 3. Ray Trace 결과

무대 조명에서 연기자의 집중 조명을 위해 스포트라이트형 배광을 목표로 설계하였고, 그림 4에서 보면 시뮬레이션 결과도 스포트라이트형 배광으로 나타남을 확인

할 수 있다.

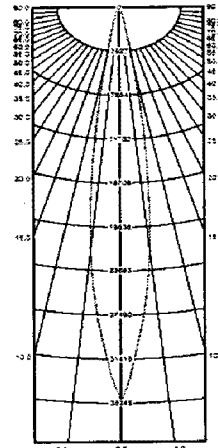


그림 4. 배광 곡선 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과 배광은 중심 광도 35,000 cd, 빔각은 20°로써 의도에 부합하는 설계였고 시뮬레이션에서 생성된 IES 파일을 무대 환경에 적용하여 무대조명 상황을 예측하였다.

## 3. 무대 조명 설계

### 3.1. 무대 설정

무대 조명은 계획된 시나리오와 연출가의 의도된 추상적인 세계를 보여주는 것이다. 단순히 비추는 것이 아니라 상황에 따라 무대를 보는 사람들의 시선을 유도하거나 작품의 완성도, 몰입도에 큰 영향을 미친다. 그리고 객석조명은 이러한 무대조명의 효과를 극대화하기 위해 일반적으로 어둡다. 일반적으로 무대조명 공간은 건축 조명에서도 규모가 큰 편에 속한다.

앞서 설계한 스포트라이트 배광의 무대 조명기구를 가상의 무대 공간에 적용 시켜 보았다.

무대 홀의 크기는 가로(20 m)×세로(40 m)×높이(5 m)로 설정하였고 무대의 크기는 길이 12.5 m, 높이 4 m로 구성하였다.

그림 5는 무대 조명 시뮬레이션 결과 렌더링 된 그림을 나타낸 것이다.

