

# LED 조명기구의 후면 반사판 부착에 대한 고찰

(Consideration of The back side reflector for LED Lighting Fixture)

한국조명기술연구소<sup>1</sup>

호서대학교<sup>2</sup>

신상욱<sup>\*1</sup> · 임종민<sup>1</sup> · 황명근<sup>1</sup> · 이진우<sup>2</sup>

Korea Institute of Lighting Technology<sup>1</sup>

Hoseo Uni.<sup>2</sup>

(S-W Shin<sup>\*1</sup> · J M Lim<sup>1</sup> · M-K Hwang<sup>1</sup> and C-W Yi<sup>2</sup>)

## Abstract

최근 들어 기존 조명기구를 대신하여 LED 조명기구가 크게 각광을 받고 있다. 이는 LED의 장점인 낮은 소비전력과 긴 수명 때문인 것으로 생각된다. 하지만, 빛을 확산시켜야 하는 조명관점에서 본다면 LED 조명기구에도 개선해야 할 부분도 많아지는 것도 사실이다. 본 논문에서는 LED 조명기구에서 빛의 확산을 위해 사용되어지는 고가의 반사판에 대해 실제 개발된 조명기구의 배광곡선 분석과 시뮬레이션을 통해 확산효과를 면밀히 분석함으로써 향후 LED 조명기구의 설계에 있어서 기술 및 경제적 관점에서 도움을 주고자 한다.

## 1. 서 론

조명제품으로서 LED의 가장 큰 장점은 낮은 소비전력과 긴 수명이다. 또한 1W급 이상의 고효율 Power LED가 최근 출시가 되어 실내는 물론 높은 조도가 요구되는 실외조명에서도 기존 조명제품을 대체하고 있다.

하지만, 조명분야에서 기존 조명제품을 대신하여 LED 사용이 많아지고는 있지만 개선되어야 할 부분도 많아지고 있는 것이 사실이다. 물론 LED가 최대로 극복해야 할 부분은 가격경쟁력을 가지는 것이지만, 이 외에도 기술적으로 기존 조명제품과의 비교를 통해 동등 또는 그 이상의 성능을 만족시켜야 할 것이다.

이러한 기술적 요구사항으로는 크게 광속과 조도를 생각할 수 있을 것이다. 일반 조명용으로 LED를 사용하기 위해서는 W당 최소한 100 루멘(lm) 이상의 광속이 필요로 한다. 최근 선두주자인 니치아(일)에서 단일 LED로 150 lm/W를 개발하였으며, 대부분의 LED 메이커가 단일 LED인 상태에서 100 lm/W를 구현한 제품을 출시하고 있지만, 단일 LED 상태로는 낮은 광속으로 조명용으로 사용할 수 없어 LED를 조합(packaging)하여 사용하고 있다. 이러한 LED 패키징(packaging)의 경우에 LED에 의한 열저항으로 많게는 40% 이상의

광속 감퇴가 일어난다.

또한, 조도에 있어서도 LED의 경우 직진성이 강해 직하조도는 매우 높지만 직하조도의 범위를 벗어난 주위조도의 경우 기존의 조명기구에 비해 현저히 떨어지는 것을 알 수 있다. 이것은 LED가 기존 광원에 비해 빛의 직진성이 매우 강하여 나타나는 현상으로 빛을 집중시켜야 하는 스포트라이트에서는 좋은 현상이나 일반 조명용의 경우는 폭 넓은 조도를 요구하는 경우가 많아 LED의 경우 약점으로 작용할 수 있다.

기존 조명용 광원에서는 실내외용으로 사용되는 조명기구에서 요구되는 광속과 조도를 얻기 위해 광학적 설계에 의한 램프 후면에 반사판(reflector)을 사용하고 있으나, 최근 LED 조명기구에서도 이러한 광속과 조도에 대한 효과를 얻기 위해 후면에 반사판을 이용하는 제품이 많이 출시되고 있다. 하지만, 직진성이 강한 LED의 특성을 무시하고 또한 광학적 설계 없이 고가의 반사판을 기구에 설치하는 경우가 대부분이다.

본 논문에서는 이러한 광학적 설계를 거치지 않고 무분별하게 사용되고 있는 LED 조명기구의 후면 반사판 사용에 대해 실제 여러 종류의 실내외용 LED 조명기구의 배광곡선을 분석하고 광학적 시뮬레이션을 통해 후면 반사판의 설치에 대한 고찰을 실시하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 LED 조명기구의 현황

최근 시장의 요구사항의 변화에 따라 매우 다양한 LED 조명기구의 출시되고 있으며, 이러한 LED 조명기구의 분류 또한 매우 다양화 되었다. 본 논문에서는 실내외용 구분하여 최근 출시되고 있는 LED 조명기구의 현황에 대해 알아보고 최근 LED 조명기구에서 이슈화 되고 반사판 사용으로 인한 확산효과에 대해서 알아보려고 한다.

그림 1은 최근 정부에서 발표되고 있는 LED 1530 보급화 프로젝트에서 연도별로 기존 조명기구를 대체품 개발 로드맵을 나타내었다.

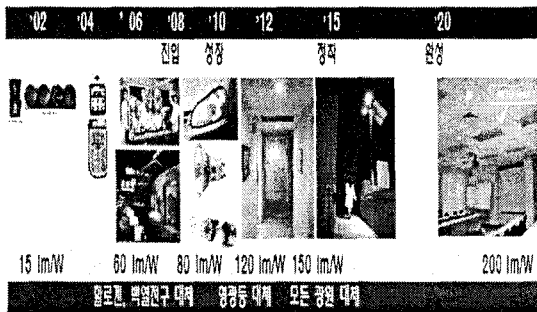


그림 1. 연도별 LED 조명제품 개발 로드맵  
Fig. 1. LED Lighting Product R&D Road-map by year

LED 1530 보급 프로젝트에 의하면 2010년까지 기존 조명기구를 대체하는 다양한 LED 조명기구의 개발이 이루어질 것으로 예상되나, 한편으로는 LED 자체의 조명특성에 반하는 여러 가지 문제점이 도출되고 있다.

최근 실내용 LED 조명기구는 기존 백열전구와 형광램프를 대신한 다양한 제품이 출시되고 있다. 특히 형광램프를 대신한 면광원 형태의 기구의 개발이 활발히 진행되고 있다.

실외용의 경우에서 투광등은 현재 LED 조명기구 중 가장 활용이 잘 되고 있는 분야로서 최근 경관조명의 시장규모가 커지는 것과 더불어 200W 급 이하의 다양한 제품이 출시되고 있다.

가로등과 보안등은 도로조명(street lighting)을 구성하는 기본적인 조명기구로서 기존의 HID램프(high intensity discharge)가 주류를 이루고 있으나, 최근 고유가 시대의 도래로 에너지절약 측면에서 LED 조명기구의 개발이 활발히 이루어지고 있는 분야이다. 하지만 상기에서 기술했던 광속과 조

도라는 기술적 해결방법이 아직 명확히 제시되고 있지 않아 향후 지속적인 연구개발이 필요하다.

### 2.2 기존 조명기구와 LED 조명기구의 비교

다음 표 1는 실내용에 사용되는 기존 조명기구와 최근 출시되고 있는 LED 조명기구에 대해 다각적인 측면에서 비교를 하여 나타내었다.

표 1. 기존 조명기구와 LED 조명기구의 비교  
Table 1. Comparison of Old Lighting Fixture and LED Lighting Fixture



비교항목	기존 조명기구	LED 조명기구
형태	 형광등기구 (국내 T사, 형광램프 32W 2등용)	 LED 기구 (국내 R사, 면램프 20W)
소비전력 (W)	64	20
광속 (lm)	5720	970
효율 (lm/W)	89.4	48.5
가격 (원)	30,000	300,000
전력/가격 (원/W)	470	15,000
광속/가격 (lm/W)	5.2	309

표 1의 결과로 볼 때 아직까지 LED 조명기구가 기존 조명기구의 성능과 가격에 비해 많은 문제점을 가지고 있는 것으로 분석되었다. 특히 가격적 측면에서 기존 조명기구에 비해 10배 정도 비싼 것으로 파악되어 향후 보급화에 커다란 걸림돌로 작용할 것이 예상된다.

하지만, 현재와 같은 속도로 LED 소자의 혁신적인 기술개발이 계속적으로 이어진다면 기존 조명기구와의 성능 및 가격에 대해 그 거리를 지속적으로 좁혀 나아갈 것으로 예상되며, 최근 유럽 등 선진국들의 제품에 대한 환경규제에 대한 법률이 계속 강화될 경우 수은(Hg) 사용에 대해 자유롭지 못한 기존 방전현상을 이용한 광원을 대체하

여 급속히 시장 점유율을 확대할 수 있을 것으로 예상된다.

### 2.3 LED 조명기구의 배광분석

본 논문에서는 최근 국내 조명기업에서 개발하고 있는 다양한 형태의 LED 조명등기구의 배광분포를 소개하고 2.4에서 실제 시뮬레이션을 통해 LED 조명기구에서의 반사판의 확산효과에 대해서 알아보았다.

표 3은 국내에서 개발된 다양한 형태의 LED 조명기구의 배광분포를 나타낸 것이다.

표 2. LED 조명기구의 배광분포  
Table 2. Luminous Intensity Distribution Curve of LED Lighting Fixture

구분	형태	배광분포
LED 면조명기구 (국내 R사, 20W급)		
LED 전구형 조명기구 (국내 D사, 20W급)		
LED 가로등기구 (국내 S사, 120W급)		
LED 가로등기구 (국내 P사, 120W급)		

배광곡선을 분석한 결과 LED 조명기구의 경우 대부분 원형의 배광곡선이 나타나고 있으며, 이는 기존 조명기구에 비해 좁은 범위에서 배광을 이루는 것으로 분석되었다.

### 2.4 시뮬레이션 결과 및 분석

다음은 LED 조명기구에 부착되는 반사판이 얼마만큼의 빛에 대한 확산효과가 있는지 알기 위해 LED 전용 광학시뮬레이션 프로그램인 이지소프트사의 OPTISWORK를 이용하여 LED 조명기구를 직접 설계하였다.

시뮬레이션에 사용된 LED 소자는 Chip Size 5mm, Blue Chip에 Yellow Phosphor를 사용한 백색 LED를 사용하였다. 그림 2, 그림 3은 각각 LED 소자와 그 특성에 대해 나타내었다.

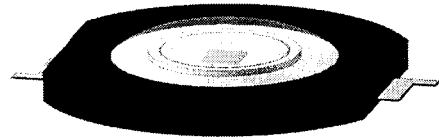
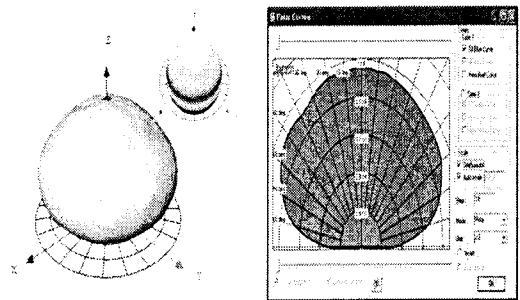


그림 2. 시뮬레이션에 사용된 LED 소자  
Fig. 2. Used to LED Device for Simulation



Average Lux 3.9lx, Max 6.8cd

그림 3. LED 소자의 특성  
Fig. 3. A Characteristic of LED Device

상기의 LED 소자를 사용하여 반사판의 확산효과를 알기 위해 그림 4와 같은 LED 조명기구에 반사판을 부착한 후와 부착되지 않은 두 가지 형태로 시뮬레이션을 진행하였다.

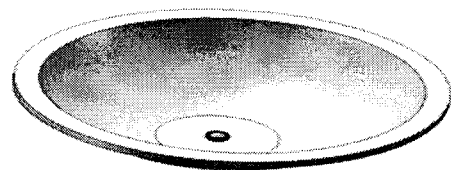
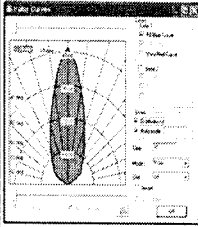
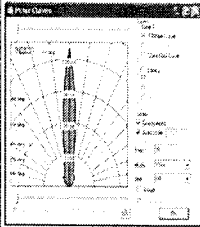
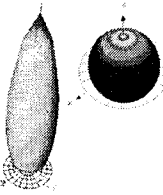
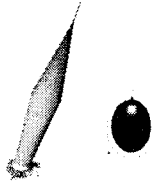
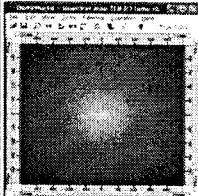
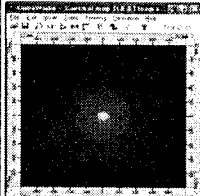


그림 4. LED 조명기구  
Fig. 4. LED Lighting Fixture

두 가지 시뮬레이션에 대한 결과를 표 4에 나타내었다.

표 3. 시뮬레이션 결과의 비교  
Table 3. Comparison of Simulation Result

구분	반사경 부착	반사경 미부착
Luminous Intensity Distribution curve		
3D Intensity	 Max 42	 Max 120cd
Illuminance	 Average Lux 9.2lx	 Average Lux 9.7lx

상기 시뮬레이션의 결과로 반사판이 일정 부분 빛을 확산시키는 효과를 가지고 있는 것으로 분석되었으나, 상대적으로 광도값이 급격히 줄어들고 있는 것으로 나타났다.

이외에도 최근 확산렌즈를 많이 사용하는 경우가 있어 이에 대한 시뮬레이션도 실시하여 보았다. 그림 5는 확산렌즈를 사용한 LED 조명기구의 시뮬레이션 결과이다.

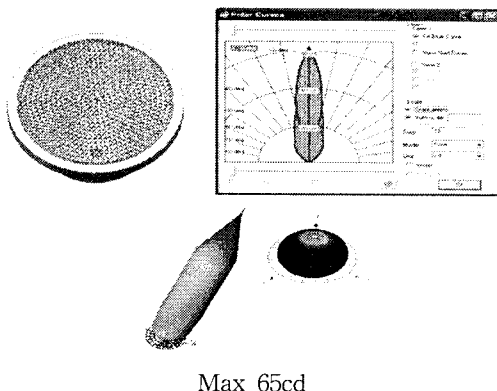


그림 5. 확산렌즈 LED 조명기구  
Fig. 5. Diffusion Lenz LED Lighting Fixture

### 3. 결론

본 논문은 최근 기존 조명기구를 대체하기 위한 활발히 진행되고 있는 LED 조명기구 개발에 대한 효율적인 설계자료를 제시하고자 하였다. 이를 위해 광학적 설계를 거치지 않은 무분별한 고가의 반사판 사용에 대한 현재 개발 제품과 시뮬레이션을 통해 다음과 같은 결론을 얻어냈다.

첫째 LED 조명기구의 경우 일정 범위의 영역을 조명하기 위해 반드시 빛에 대한 확산이 필요하다는 점이다. 둘째로 빛을 확산시키기 위해 광학적 설계를 통한 "반사경을 사용할 것인지, 확산렌즈를 사용할 것인지"에 대한 검토가 반드시 실시되어야 한다는 그 결과를 알 수 있었으며, 향후 LED 조명기구 설계시 활용 필요한 기초 분석 자료를 확보 할 수 있었다.

이 논문은 지식경제부의 "LED 표준화 연구"사업과 "유기 면램프(OLED) 시스템의 조명특성 분석 및 기술기준 개발"사업의 일환으로 추진되었으며 지원 기관에 감사를 드립니다.

### 참고 문헌

- [1] 지철근 외 3 공서, "조명환경원론", 문운당, 2004. 2.
- [2] 황명근, "조명공학개론", 도서출판성우, 2003. 9.
- [3] 조명데이터 북, 한국조명전기설비학회, 1997. 06.
- [4] KSA 한국표준협회, "KS핸드북 조명(I), 조명(II)", 2000. 11.
- [5] 황명근 외 2, "SMD형 Y/G/W HB LED의 광특성 비교 분석", KIEE, Vol. 18, No. 4, pp.15~21, 2004. 07.
- [6] M. K. Hwang외 2, "A Study on Optic Characteristics of LEDs lamp", I&P, Vol. 182, pp. 487~488, 2004. 7.
- [7] 황명근 외 1, "적분구를 이용한 대형광원의 측정방법", KIEE, 54C-12-13, pp. 585~587 2005. 12.
- [8] 황명근 외 2, "조명용 백색 LED 광원의 등기구 형태에 따른 광도 및 기구효율 분석", KIEE, Vol. 18, No. 3, pp. 20~26, 2004. 05.
- [9] K 60598-1, 조명기구 제1부: 일반 및 시험요구사항.
- [10] K 60598-2-1, 조명기구 제2부: 개별요구사항.
- [11] KS C 7104 : 발광다이오드(LED)의 성능평가방법.
- [12] KS C 7120 : 발광다이오드(표사용).
- [13] KS C 7121 : 발광다이오드(표사용) 측정방법.
- [14] KS C 7528 : LED 교통신호등.
- [15] RS C 0047 : 고휘도 발광다이오드.
- [16] SPS-KILT 1091 57-1611 : LED램프, 2006. 12.
- [17] SPS-KILT 1091 46-1242 : 조명용 LED등 기구, 2005. 11.
- [18] SPS-KILT 1091 55-1728 조명용 Power LED드라이버, 2008. 1.
- [19] CIE127 : Measurement of LEDs.
- [20] CIE 84 : Measurement of Luminous Flux.
- [21] SAE J1889 : LED lighting devices.
- [22] NASA-GSFC-S-311-68 : Evaluation Procedure for the LEDs.
- [23] IEC 62384 : DC or AC supplied electronic control gear for LED module
- [24] ML-S-24622A-CANC-NOTICE1 : Source, LED, Fiber Optic.
- [25] IEC 60838-2-2 : Miscellaneous lampholders, Connectors for LED modules.
- [26] KS C IEC 60050-845 조명용어
- [27] 지식경제부, "고효율에너지기재 보급촉진에 관한 규정", 2008. 4. 2.