

# 조명용 LED광원의 광학적특성 평가 및 성능 분석

(Optical and Performance Characteristics Analysis of LED Light Source)

한국조명기술연구소<sup>1</sup>

황명근\* · 신상욱 · 조미령 · 이세현 · 이영주 · 김진선

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

(Myung-Keun Hwang<sup>\*</sup> · Sang-Wuk Shin<sup>1</sup> · Mee-Ryoung Cho<sup>1</sup> · Se-Hyun Lee<sup>1</sup>

Young-Joo Lee<sup>1</sup> · Jin-Sheon Kim<sup>1</sup>)

## Abstract

본 논문에서는 LED광원에서 현재 가장 많이 사용되는 MR과 PAR 타입의 램프를 측정 분석하였다. 최대광도 및 광속의 측정값을 비교 분석하였다. 그러나 MR 16 및 PAR 30의 경우 관련 KS 규격상에 광속에 대한 값을 명기하고 있지 않는데 이것은 램프 뒤쪽에 반사경(다이크로익 미러)이 부착되어 있어 가시광을 일정한 방향으로 집중시키는 투광 개념의 광원이므로 광속 측정의 의미가 필요하지 않아서 인 것으로 생각된다.

LED광원의 경우 LED자체의 광 확산이 매우 광범위하고, 반사경의 영향을 적게 받고 있어 사이드 방식으로 측정된 상기의 광속값은 불확도 범위내에 존재할 것이 확실시되므로 향후 LED관련 규격의 제안시 측정이 요구될 것으로 판단된다.

## 1. 서론

최근 수년간 LED분야는 팔목할 만한 기술적 진보를 통해 LED소자 자체의 전기적, 광학적 특성이 크게 향상되어 조명용으로서의 적용 및 필요성이 크게 대두되고 있다.

LED는 오래전부터 우수한 시인성과 낮은 구동 전압으로 인해 지시·신호용 광원의 용도로 국내 외에서 다량 사용되어 왔으나, 대부분 반도체 소자가 안고 있는 인가전류의 한계로 인해 매우 낮은 광출력을 가지고 있어 일반 조명용 광원으로서의 적용에 문제점을 가지고 있었다.

하지만, 최근에 들어서 Lumileds, 서울반도체, 삼성전기, 엘지이노텍 등의 LED를 제조하는 메이커에서 일반 조명용에 적용하기 위해 상기의 문제점을 해결한 고출력의 Power LED가 개발, 시판됨으로서 이를 응용한 조명용 LED 램프 개발과 시장 보급이 급속히 진행되고 있는 실정이다.

특히, 일본 및 미국, 대만, 중국 등에서 다양한 PAR 및 MR 계열의 램프와 손전등 등 다양한 응용제품이 출시되고 있으며 이외에도 가로등, 경관등 등 고휘도 Power LED를 응용한 조명용 램프의 개발이 진행 중에 있다.

또한 미국, 일본, 독일 등에서는 태양광발전(Photovoltaics) 기술에 적용, 일부 사용 중에 있으며 국내에서도 신재생 대체에너지 보급으로 크게

활성화될 것으로 전망되고 있다.

최근 세계 각국에서는 환경문제가 크게 대두되면서 수은, 카드뮴 등의 유해물질 사용이나 CO<sub>2</sub> 저감에 대한 규제를 강화하고 있다.

2007년부터 유럽연합(EU)에서 발효되는 RoHS 및 WEEE 등의 환경 규제는 이러한 연유에서 기인된 것으로 조명 및 기타 산업 전반에 막대한 영향이 예상되고 있다.

특히, 조명제품의 경우 형광램프에 많은 양의 수은이 함유되어 있어 향후 규제 대상이 될 것이 명확하므로 이를 대체할 새로운 광원 개발이 절실히 요구되고 있다.

LED램프의 경우 유해물질의 사용이 없고, 반영구적인 수명으로 인해 자원 절감 등이 높을 것으로 예상됨으로 차세대 조명시장에서의 수요가 급증할 것으로 예상된다.

## 2. 본론

### 2.1 전기적특성 평가 및 분석

#### 2.1.1 측정 방법 및 장비, 시료

일반적인 광원의 입력특성으로는 정격전압, 전류, 전력 등이 있으며, 이러한 입력특성은 전력분석기(Power Analyzer) 등을 이용하여 측정한다.

본 측정에서는 LED광원의 낮은 구동 전류값으로 인해 일반 전력분석기로는 측정이 불가능하여

우리 연구소가 가지고 있는 플리커측정기(XITECH社)를 이용하여 각각의 입력특성을 측정하였다.

측정시료는 LED를 이용한 PAR 30과 MR 16 각 3개씩 측정하였다.

### 2.1.2 평가 및 분석

측정은 그림 1과 같이 PAR 30과 MR 16을 측정지그에 결선한 후 전압, 전류, 전력, 역률 등을 플리커측정기에서 측정하였다.

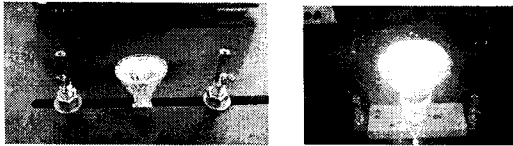


그림 1. LED MR 16 및 PAR 30의 측정 사진

각각의 측정값은 표 1에 나타내었다.

표 1. MR 16 및 PAR 30의 입력특성 측정값

측정항목	시료구분					
	MR 16			PAR 30		
	#1	#2	#3	#1	#2	#3
입력전류 (mA)	10.39	10.18	10.13	40.5	41.14	41.97
입력전압 (V)	220.2	220.2	220.2	220.2	220.4	220.2
입력전력 (W)	2.14	2.10	2.09	8.35	8.50	8.69
역률 (%)	93.6	93.4	93.5	93.6	93.7	94.0

측정결과 MR 16은 입력전류 10mA, 입력전력 약 2W급으로 측정되었고, PAR 30은 입력전류 40mA, 입력전력 약 8.5W급으로 나타났다.

이러한 입력특성은 최근 차세대 광원에 요구하는 낮은 입력전력을 만족하는 값으로 일반 조명용에 사용하기에 충분한 밝기(광도, 광속 등)만 확보된다면 매우 높은 광출력(lm/W)이 예상된다.

## 2.2 광학적특성 평가 및 분석

### 2.2.1 최대광도 특성

광원으로부터 어떤 방향을 향해 단위 입체각안에 방출되는 광속의 크기에 따라 광원의 그 방향에서의 광도가 결정된다. 이를테면 광원으로부터 단위거리만큼 떨어져 빛의 방향에 수직으로 놓인 면의 밝기, 즉 면의 단위면적을 단위시간에 통과하는 빛의 양을 말한다. 광원의 퍼짐이 관측거리에 비해서 무시할 수 없을 만큼 크고, 점광원으로 볼 수

없는 경우에는 광도 대신 휘도(輝度)라는 양을 쓴다.

보통 광도의 단위를 정하는 데는, 일정한 조건하에서 발광하는 광원을 기준으로 택한다. 즉, 빛의 밝기는 인간의 눈의 감각을 자극하는 정도의 크기로 정한다. 따라서 빛에너지가 큰 것이 반드시 밝다고만 할 수는 없다. 그 때문에 어떤 기준이 되는 광원을 정해서 단위로 쓰고 있다.

광도는 광속·휘도·조도 등과 마찬가지로 국제적으로 정해진 표준시각을 기준으로 삼아 측정된 것으로서, 이들 단위계의 기준이 되는 양이다.

$$\text{광도} : I = \frac{dF}{d\omega} [\text{cd}, \text{lm/sterad}, \text{candela}]$$

단,  $d\omega$  : 미소 입체각(sterad),

$dF$  :  $d\omega$  내의 광속

### 2.2.1.1 측정장비 및 방법

측정방법으로는 CIE TC 2-4가 측광방법의 기술적인 보고서로 발행한 No. 24 Photometry of Indoor Type Luminaires with Tubular Fluorescent Lamps, 1973, No. 27 Photometry of Luminaires for Street Lighting, 1973, No. 43 Photometry of Floodlights 등이 있다.

또한, CIE TC 4.10에서는 No. 102 Recommended File Format for Electronic Transfer of Luminaire Photometric Data, 1993, CEI TC 2.10에서는 No. 121 The Photometry and Goniophotometry of Luminaires, 1996, CIE TC 2.2에서는 No. 70 The Measurement of Absolute Luminous Intensity Distributions에 대한 기술 보고서가 제시되었다.

시작품은 2종류(PAR 30, MR 16 각 3개씩)로서 기존의 KS C 7523 할로겐전구와 KSC 7515 반사형 투광 전구에 규정된 초특성 시험방법에 의해 광도측정기를 사용하여 최대광도를 측정하였다.

또한 기존 할로겐전구를 사용한 PAR 30, MR 16과 LED를 사용한 유사 MR 16 제품에 대해서도 최대광도를 측정하였다.

표 2. 측정시료의 종류 및 시료수

시료명	종류	시료수(개)	정격전력(W)
LED 광원	MR 16	3	2
	PAR 30	3	8
할로겐전구	MR 16	4社 4	20
	PAR 30	5社 4	75

### 2.2.1.2 평가 및 분석

최대광도를 측정하기 위해 준비된 시료를 지그

에 고정하여 광도측정기에 선반에 고정하였다. 또한, LED의 경우 지향각이 존재하므로 X와 Y축으로 각각 5도씩 이동, 측정하여 측정된 값 중 최대의 광도값을 나타내는 포인트를 찾아 최대광도값으로 하였다.

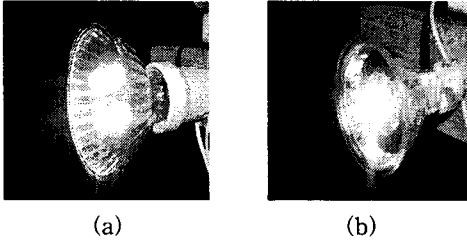


그림 2. 측정시료(PAR 30 및 MR 16) 측정

다음 표 3-5까지는 측정시료별 최대광도값을 나타내었다.

표 3. LED 광원의 최대광도 측정값

측정시료	최대광도값 (cd)	측정시료	최대광도값 (cd)		
PAR 30	#1	45.7	MR 16	#1	15.3
	#2	46.3		#2	15.5
	#3	50.5		#3	15.0

표 4. 일반 LED(5mm) 광원의 최대광도 측정값

측정시료	일반 LED(5mm) MR 16 - KBL Light		
	#1	#2	#3
최대광도값(cd)	8.7	8.8	8.7

표 5. 일반 할로겐전구의 최대광도 측정값

측정시료	최대광도값 (cd)	측정시료	최대광도값 (cd)		
PAR 30 75W		MR 16 20W			
GE	#1	1638	ALIM	#1	1082
	#2	1775		#2	1271
	#3	1659		#3	1298
	#4	1470		#4	824
	#5	1322		#5	-
일광	#1	1648	ESCO LIGHT	#1	567
	#2	1518		#2	794
	#3	1486		#3	568
	#4	1394		#4	677
	#5	1496		#5	605
Lux Lam	#1	3147	PHILIP S	#1	503
	#2	2453		#2	521
	#3	3280		#3	460
	#4	2700		#4	442
	#5	2168		#5	383
Sylvania	#1	1885	Sylvania	#1	680
	#2	1748		#2	747
	#3	1745		#3	655
	#4	1985		#4	385
	#5	2322		#5	639

각각의 최대광도를 측정된 결과 LED를 사용한 PAR 30 및 MR 16의 시료별 최대광도는 할로겐 전구보다 낮게 측정되었으나, 할로겐전구의 경우 소비전력이 매우 높고, 동일 시료에서 광도 편차가 매우 심한 것을 알 수 있었다.

하지만, GE나 Sylvania와 같은 할로겐전구는 국내 제품보다 편차가 심하지 않아 다소 안정적인 제품을 제조하고 있다.

할로겐전구의 경우 반사경인 다이크로의 미러를 충분히 활용함으로써 매우 높은 최대광도를 나타내는 것으로 판단된다.

따라서 AC LED의 설계에 있어서 반사경을 최대한 이용하기 위해 반사경 내부에 LED를 더욱 깊숙이 고정시키도록 설계하는 것이 최대광도를 높일 수 있는 것으로 사료된다.

### 2.2.2 광속 측정

본 측정에서는 LED 광원(MR 16 및 PAR 30)을 Side 전용 광속구를 이용하여 광속, 광효율, 연색성, 색온도 등을 측정하였다.

본 광학적 특성의 측정을 위해 그림 3과 같이 광속구 외부에 측정시료를 고정하고 점등 후 일정 안정화시간을 거쳐 광속구와 완전히 밀폐하여 광속값을 측정하였다.

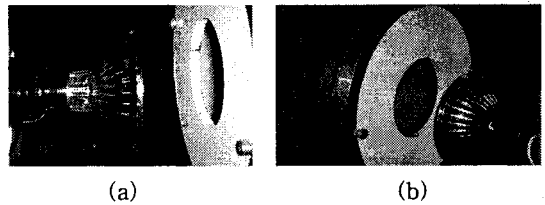


그림 3. 광속구 외부의 측정시료 고정 모습

표 6. PAR 30 및 MR 16의 광학적 특성 측정값

측정항목	시료구분					
	LED MR 16			LED PAR 30		
	#1	#2	#3	#1	#2	#3
광속 (lm)	30.5	31.9	30.7	121	117	124
광효율 (lm/W)	14.3	15.2	14.7	12.7	12.7	12.8
연색성 (Ra)	75	70	70	69	70	71

### 3. 결론

MR 16 및 PAR 30의 경우 관련 KS 규격상에 광속에 대한 값을 명기하고 있지 않다.

이것은 램프 뒤쪽에 반사경(다이크로미러)이 부착되어 있어 가시광을 일정한 방향으로 집중시

키는 투광 개념의 광원이므로 광속 측정의 의미가 필요하지 않아서 인 것으로 생각되는데 LED광원의 경우 LED자체의 광 확산이 매우 광범위하고, 반사경(다이크로익 미러)의 영향을 적게 받고 있어 사이드 방식으로 측정된 상기의 광속값은 불확도 범위이내에 존재할 것이 확실시 됨으로 향후 LED관련 규격의 제안시 측정이 요구될 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 지철근, “조명원론”, 문운당, 1996.
- [2] 지철근 외 3 공저, “조명환경원론”, 문운당, 2004. 2.
- [3] 황명근, “조명공학개론”, 도서출판성우, 2003. 8.
- [4] 한국조명전기설비학회, “조명데이터 북”, 1997. 06.
- [5] KSA 한국표준협회, “KS핸드북 조명(I), 조명(II)”, 2000. 11.
- [6] 황명근 외 2, “SMD형 Y/G/W HB LED의 광특성 비교 분석”, 한국조명전기설비학회 Vol. 18, No. 4, pp.15 ~ 21, 2004. 07.
- [7] K 60598-1, 조명기구 제1부: 일반 및 시험요구사항.
- [8] K 60598-2-1, 조명기구 제2부: 개별요구사항.
- [9] KSC 7523, 할로겐전구, 1999.
- [10] KSC 7515, 반사형 투광전구, 1987.
- [11] KSC 7120, 발광다이오드(표시용), 1990.
- [12] KSC 7121, 발광다이오드(표시용) 측정방법, 1990.
- [13] KSC 7528, 교통신호등, 2002.
- [14] <http://www.seoulsemicon.com>
- [15] <http://www.nichia.com>
- [16] <http://www.home.agilent.com>
- [17] <http://www.lumileds.com>
- [18] <http://www.osram-os.com>
- [19] <http://www.lumimicro.com>
- [20] <http://www.lighting-inc.com>
- [21] <http://www.quality-sz.com>
- [22] <http://www.yangfanchina.com>
- [23] <http://www.sunlight-led.com>
- [24] <http://www.edisonlighting.co.kr>
- [25] <http://www.jbccled.co.kr>
- [26] <http://www.daejindmp.co.kr>
- [27] <http://www.ludwig-leuchten.de>
- [28] <http://www.chinalonghua.com>
- [29] <http://www.mklighting.com>