

# 시뮬레이션을 사용한 54W급 LED 가로등 조명의 Reflect angle 에 따른 조도 분석

신익태, 아웅, 이승민, 조주웅, 양종경, 박대희  
원광대학교

## A Study On Illumination Analysis in Reflect angle of 54W Street Light Using by Simulation

Ik-Tae Shin, Thida Aung, Seung-Min Lee, Joo-Woong Cho, Jong-Kyung Yang, Dae-Hee Park  
WonKwang University

**Abstract :** 본 논문은 가로등 LED조명 설계를 위해 LED(Light Emitting Diode)소자 특성 분석 및 시뮬레이션을 통한 광 특성을 개선하고자 하였다. 시뮬레이션은 Geometry 와 Optic 특성을 고려하였으며, 광속, 스펙트럼, 지향각, 조도값 분석을 통해 제품과 시뮬레이션 특성을 비교하였다. 광 특성 개선 설계변수로는 30°~50° 사이의 2차 렌즈를 각도별로 설계 하여 35도 렌즈 각도일 때 최대 조도특성을 확인했으며, LED 모듈간 간격 배치는 3Cm일 때 가장 높은 조도특성이 나타났다. 9개의 LED모듈 각도를 정면 Angle( $\theta_1$ )과 측면 Angle( $\theta_2$ )으로 구분하여 각도에 따라 배치 시켜본 결과, 정면 Angle( $\theta_1$ )은 0도일 때, 측면 Angle( $\theta_2$ )은 10도 일 때 가장 높은 조도 특성이 나타났다.

**Key Words :** Optic Simulation, LED 가로등, 2차렌즈설계, LED Array

### 1. 서 론

세계 각국에서는 환경문제가 크게 대두되면서 수은, 카드뮴 등의 유해물질 사용이나 CO2 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.[1] 2012년까지 일본정부가 백열전구 사용을 전면 폐지한다는 방침을 정식으로 발표 했다는 선례는 비단 일본뿐만 아니라 에너지 소비를 절감시키기 위한 세계 각국의 노력을 단적으로 보여주는 것이기도 하다. 우리나라에서도 정부 주도하에 ‘LED반도체조명산업 발전전략’을 차세대 성장 동력사업으로 펼치면서 ‘LED조명 15/30 보급 프로젝트’를 마련, 병행 추진하고 있으며 세계 시장을 선점하기 위해 경쟁적으로 다양한 연구를 수행 하고 있다.

본 논문에서는 54W LED가로등 모듈설계를 하기위하여, 렌즈각도, Array, 모듈 각도에 따른 설계 변수를 두었으며 그에 따른, 최적의 광학적 특성을 확인 하고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 LED 소자 및 렌즈 모델링

고출력 LED를 통한 광원설계를 위해 삼성전기의 SUNNIX\_ SLHNNW H531T0 2W LED를 사용하였으며 지향각 측정 및 조도 분포 특성 분석을 통해 소자 특성을

확인하였다.[2] 그림 1에서 보는바와 같이 LED 소자에 대한 Decapsulation을 통해 내부 구성을 확인하였으며, 소자에 대한 Modeling의 경우 지향각 특성과 광속 및 스펙트럼 특성 분석을 통해 LED 모듈 설계 자료로 사용하였다. 따라서 LED 소자에 대한 재질은 LED소자에 대한 광학적 평가를 바탕으로 하였기에 공기로 설정하여 그에 따른 영향을 제거하였다. 2차 렌즈는 C-001을 사용하였으며 렌즈 특성에 있어 표면 강도가 우수하고, 광선투과도(93%)가 가장 뛰어난 PMMA(Poly Methyl Meth Meth Acrylate)수지의 특성을 인가하였다.

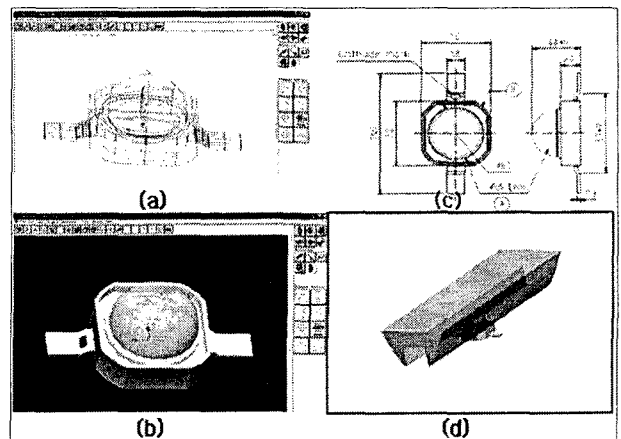


그림 1. LED설계도면 : (a) Wireframe (c)설계도면  
(b) LED Modeling (d) Lens Modeling

## 2.2 실험장치 구성 및 시뮬레이션

LED 소자에 대한 시뮬레이션을 위해 지향각 특성과 스펙트럼 특성을 분석하였다. Power LED의 경우 삼성전기의 SUNNIX\_SLHNNW H531T0 2W LED로서 전원공급기 Keithly 2403와 DMM 2000를 사용하여 3.2~4.5V의 인가전압과 정전류 700mA가 아닌 350 mA범위의 전류를 인가하여 그에 따른 광학적 특성을 확인하였다. Power LED의 경우 온도 증가에 따라 접합 온도의 상승으로 인해 LED 효율 특성이 감소되는 경향을 보인다.[3] 따라서 이에 대한 열 특성을 줄이기 위해 350mA을 인가하였다. 스펙트럼은 Konica minolta社의 CS-1000장비를 이용하였으며 Everfine社의 0.3inch LED 적분구를 이용하여 소자에 대한 특성을 평가하였다. 또한 Goniometer 장비를 사용하여 sample LED 자체의 발광 패턴을 확인할 수 있었다. 이에 대한 광학적 특성을 통해 LED 모듈 구성 및 2차 렌즈를 설계하였으며 Yokogawa instrument社의 3281A제품을 사용하여 1M거리에서 조도값 분석을 통해 시뮬레이션 특성을 비교하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 2차렌즈 설계

LED 소자에 대한 조도 특성 개선을 위해 Diffuser 형태의 C-001 2차 렌즈를 사용하였으며 2차 렌즈의 각에 따른 조도 특성을 확인하였다. 2차렌즈의 조도면적은 5Cm × 5Cm로 설정하였으며 1M거리에서 Reciever를 설정하여 조도 및 분포 특성을 확인하였다. 35°의 렌즈 각도에서 1m 거리 208 [Lux]의 최대 조도 특성을 보였다.

### 3.2 LED 단일모듈에 따른 조도특성

LED Array의 지향목표는 조도특성 향상을 고려해 설계하였다. Reciver 5Cm × 5Cm의 지점을 바탕으로 1m 거리에서 LED 간격은 2cm~4cm씩 거리를 두고 1cm씩 변화시킴에 따라 3Cm의 거리에서 684 Lux의 가장 높은 조도 특성을 나타내었다.

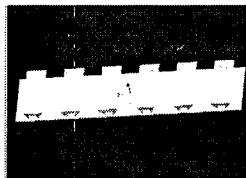
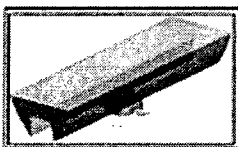


그림 2. 2차렌즈(1EA)와 단일모듈(6EA) 램프

### 3.3 LED 모듈 각 변환

54W급 가로등용 LED 모듈은 높이 4.5m거리에서 Receiver 10m × 10m 지점에서 모듈 각 변환에 따른 조도 특성 변화폭을 16개의 설계 변수로 놓고 조도 특성 및 분포도를 확인하였다. 표 1에서 보는바와 같이 정면Angle( $\theta_1$ )0도, 측면Angle( $\theta_2$ )10도 일 때 가장 높은 조도 특성을 나타내었다.

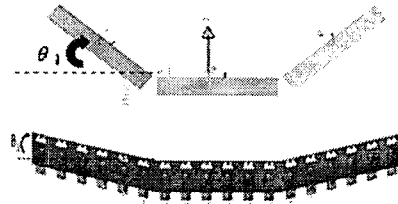


그림 3. 54W급 LED모듈의 Reflector 변환각  
표 1. 모듈 Angle에 따른 조도 특성

$\theta_2$	$\theta_1$ (Angle)			
	0	40	60	80
0	69 Lux	46 Lux	24 Lux	32 Lux
5	68 Lux	46 Lux	24 Lux	32 Lux
10	75 Lux	49 Lux	24 Lux	32 Lux
15	52 Lux	37 Lux	23 Lux	28 Lux

## 4. 결론

본 논문은 54W급 LED가로등 모듈의 광 특성을 시뮬레이션을 사용하여 연구하였다. 광 특성 개선 설계변수로는 30°~50° 사이의 2차 렌즈, LED 단일모듈 간격배열, LED 모듈 각도 변환을 통하여, 240가지 실험 변수로 최적의 광학적 특성을 확인하였다.

- 1) 2차 렌즈의 각을 변화시킴에 따라 35°의 렌즈 각도에서 1m 거리를 두었을 때, 208[Lux]의 최대 조도 특성을 보였다.
- 2) LED 단일모듈 간의 간격조절에 따라 3Cm의 거리에서 684 Lux의 가장 높은 조도특성을 나타내었다.
- 3) 또한 9개의 LED 모듈 각을 변화시킴으로써, 정면 Angle( $\theta_1$ )0도, 측면Angle( $\theta_2$ )10도 일 때 가장 높은 조도 특성이 나타남을 확인하였다.

## 감사의 글

본 연구는 백색LED광원설계와 평가방법 사업과 지능형 Power LED가로등 모듈 및 제어기개발 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고 문헌

- [1] 황명근, "LED광원의광특성분석", 조명.전기설비학회, 21권5호, 45쪽, 2007
- [2] Hüseyin Murat, Dieter Cuypers, Herbert De Smet, "Design of newcollection systems for multi LED light engines", Proceedings of SPIE Vol 6196, 619604, 2006.
- [3] Y. Gu, N. Narendran and J. P. Freyssinier, Fourth International Conference on Solid State Lighting, Proc. SPIE 5530, 119 2004.