

LED 가로등 모듈의 열적·광학적특성 연구

오슬이, 조주웅, 장성희*, 이승민, 양종경, 이주성*, 박대희
원광대학교, 중부전기전자*

Study on Thermal & Optical Properties of LED Street Lighting Module

Scul-Yi Oh, Ju-Ung Jo, Seong-Hui Gang*, Seung-Min Lee, Jong-Kyung Yang, Ju-seong Lee* and Dae-Hee Park
Wonkwang Univ, Central Electronics Co., Ltd*

Abstract : 현재 가로등의 93.3[%]를 차지하고 있는 나트륨램프는 색상이 적황색이며, 시력에 장애와 피로감을 주어 인체에 해로우므로 고효율 램프로 교체되고 있으며 백열전구는 전력을 많이 소모하고 잦은 고장으로 빈번한 대체와 유지보수를 필요로 하므로 LED를 선택하면, 유지보수 비용과 안전성, 에너지 효율성면에서 큰 강점을 갖는다. 본 연구에서는 에너지 효율이 높은 LED 가로등 제작을 위한 모듈을 제작하여, 열적, 광학적 분석을 하였다. 동작 150분 후, LED Module의 PCB기판 6 Point에서 Thermal Grease와 Thermal Pad의 처리에 의한 열적 변화를 측정하였으며, Thermal Grease 처리는 Thermal Pad 보다 평균 3 [°C] 정도 낮은 35 [°C] 결과를 얻었으며, 제작된 LED Module의 광학적평가의 결과는 10 [m] 높이에서 20x20 [m²] 면적에 조사된 조도의 최대,최소값은 10.9~0.6 [lx]이고, 주로 10~5 [lx] 값이 조도의 면적을 차지하였으며, 곡선은 옆으로 넓게 펼쳐진 곡선을 나타내었다.

Key Words : High power LED, Thermal Grease, Thermal Pad, LED Street Lighting Module

1. 서론

전 세계적으로 에너지 의존도가 높은 화력발전은 자원의 고갈과 환경 문제로 원자력 발전은 안전성 등의 문제로 인해 대체 에너지에 대한 관심이 지속적으로 증가하고 있다. 지난 10여 년간 우리나라 조명부문 에너지소비 년 평균 증가율은 11.9%로 같은 기간 총에너지 소비 증가율 6.2%, 전력소비 증가율 10.7%에 비해 매우 높은 것으로 조사 되고 있다. 현재의 기술수준으로 광원의 이론효율을 280[lm/W]라 가정할 때 광원의 효율은 3%(백열전구)~35%(HID)이며, 안정기의 효율은 75%(형광등) ~ 100%(백열등), 등기구의 효율은 5%(신호등) ~90%(고조도 반사갓)로 조명시스템 종합효율은 조명환경에 따른 광원, 안정기, 등기구의 구성요소에 따라 0.2%~ 25%의 매우 낮은 수준이다. 이는 역설적으로 조명부문에서의 효율향상과 에너지절약 가능성 크다는 것을 암시하고 있다. 이러한 배경에서 세계 일류는 고휘도, 고출력 LED를 통하여, 에너지를 절감효과를 얻고, 세계 시장을 선점하기 위해 경쟁적으로 다양한 연구를 수행하고 있다. 한 일례로 신호등 분야의 경우 150[W] 백열전구가 18[W] LED 신호등으로 대체되어 에너지 절감의 대표적 사례가 되고 있다.[1-2]

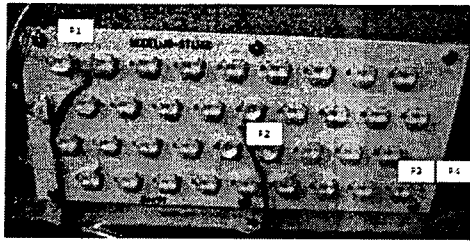
현재 가로등의 93.3[%]를 차지하고 있는 나트륨램프는 색상이 적황색이며, 시력에 장애와 피로감을 주어 인체에 해로우므로 고효율 램프로 교체되고 있으며 백열전구는 전력을 많이 소모하고 잦은 고장으로 빈번한 대체와 유지보수를 필요로 하므로 LED를 선택하면, 유지보수 비용과

안전성, 에너지 효율성면에서 큰 강점을 갖는다. 고출력 LED는 최근 광 출력이 크게 향상되어 LED를 조명용으로 사용할 수 있게 하였으며, 유리가 아닌 반도체 고체 조명이므로 높은 신뢰도를 가지고 있고 에너지 효율 또한 높고, 무 수은이므로 친환경적이며 빠른 응답 특성을 갖는 장점을 가지고 있다. 또한 직류전원을 이용하므로 독립적인 전원 체계를 가지고 전력 변환 장치도 필요 없을 뿐만 아니라 전기 배선 공사나 매설공사, 관리자의 관리도 필요 없어서 경제적인 조명시스템을 구축할 수 있는 장점이 있다.[3]

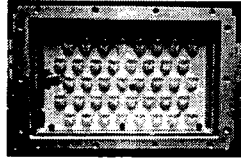
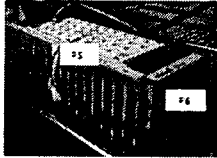
본 연구에서는 에너지 효율이 높은 LED 가로등 제작을 위한 모듈을 제작하여, 열적, 광학적 분석을 하였다. 열적 분석은 LED Street Lighting Module의 PCB기판 6 Point에서 Thermal Grease와 Thermal Pad의 처리에 의한 열적 변화를 측정하였으며, 광학적 분석은 20x20 [m²]에서 조도분포, 배양곡선을 측정하였다.

2. 실험

그림 1은 LED Street Lighting Module의 사진과 열적 평가를 위한 측정 위치를 나타낸 것이다. 열적측정을 위한 조건은 다음과 같다. YOKOGAWA MV1012 열측정 장비를 이용하여, LED 구동시작 150분 후에 Point 6개의 온도변화를 Thermal Grease와 Thermal Pad 처리를 구분하여 측정하였다. 표 1은 Thermal Grease와 Thermal Pad의 기본 물성을 나타낸 것으로써, 방열효과를 유추할 수 있다.



(a) LED Street Lighting Module PCB 기판위의 측정 point 1-4



(b) Heatsink의 측정 point (c) LED Street Lighting Module

그림 1. LED Street Lighting Module 이미지와 열측정조건

표 1. Thermal Grease와 Thermal Pad의 기본물성

Typical Properties	Thermal Grease	Thermal Pad
Specific Gravity	2.45	1.7
Thickness (mm)	0.25	0.2
Thermal Conductivity (W/mK)	0.63	5.0
Thermal Resistance (°C/W)	-	0.15
Thermal Resistance Adhesive Type (°C/W)	-	0.27
Hardness	-	90
Tensile Strength (Mpa)	-	8
Tear Strength (kN/m)	-	37
Foldability (φmm)	-	1.2
Flammability	-	V-0
Withstand Voltage (AC KV)	-	3.0
Dielectric Breakdown Voltage (AC KV)	5.0	6.0
Dielectric Constant	5.4 (60Hz)	3.3 (1MHz)

3. 결과 및 고찰

그림 2는 LED Street Lighting Module 150분 구동 후, Thermal Grease와 Thermal Pad를 처리한 Module의 6개 Point 온도변화를 나타낸다. Point 1-4는 PCB에 위치하고 있으며, Point 5-6은 Heatsink에 위치한다. Point 1과 Point 2에서 39~42 [°C] 온도를 나타내는 이유는 LED chip의 전류 인가에 의한 열방사로 사료되며, Point 3~6에서 온도가 점차적으로 낮아지는 이유는 Heatsink에 의한 열의 전도현

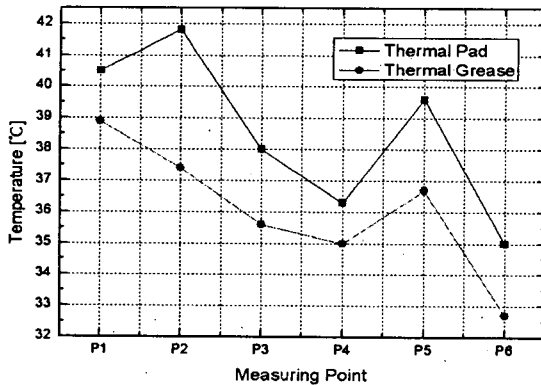


그림 2. 150분 LED 구동 후, 방열 pad와 Grease를 따른 측정 point 6개의 온도변화

상을 나타내는 것으로 사료된다. Thermal Grease 처리는 Thermal Pad 보다 평균 3[°C] 정도 낮은 35 [°C] 결과를 나타내었는데, 2개의 Thermal conductivity가 5배 차이가 남에도 불구하고, 평균 3 [°C]의 차이는 오차범위내의 값으로 사료되며, 구동시간을 현재 150분에서 실제 LED가로등 기구(KS C 7658) 규격의 2000시간으로 구동 된다면, 재료의 물성에 의해 결과는 확연히 달라질 것이라 사료된다.

그림 3은 LED Street Lighting Module 조도분포와 배향곡선을 나타낸 것이다. 10 [m] 높이에서 20x20 [m] 면적에 조사된 조도의 최대, 최소값은 10.9~0.6 [lx]이고, 주로 10~5 [lux] 값이 조도의 면적을 차지하였으며, 곡선은 옆으로 넓게 펼쳐진 곡선을 나타내었다.

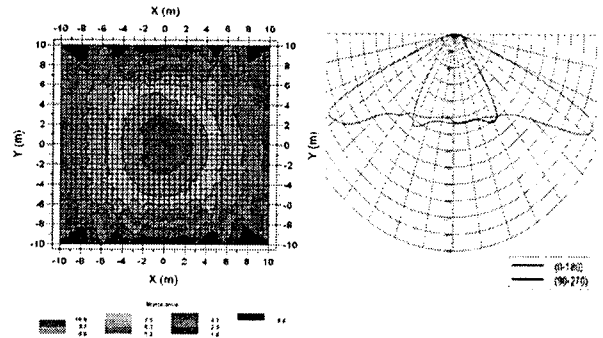


그림 3. LED Street Lighting Module 조도분포와 배향곡선

4. 결론

본 연구에서는 에너지 효율이 높은 LED 가로등 제작을 위한 모듈을 제작하여, 열적, 광학적 분석을 하였다. 열적 분석은 동작 150분 후, Thermal Grease와 Thermal Pad의 처리에 의한 열적 변화를 측정하였으며, Thermal Grease 처리는 Thermal Pad 보다 평균 3 [°C] 정도 낮은 35 [°C] 결과를 얻었다. 광학적분석은 10 [m] 높이에서 20x20 [m²] 면적에 조사된 조도의 최대, 최소값은 10.9~0.6 [lx]이고, 주로 10~5 [lx] 값이 조도의 면적을 차지하였으며, 곡선은 옆으로 넓게 펼쳐진 곡선을 나타내었다.

감사의 글

농어촌용 Power LED 보안 가로등 개발연구와 백색 LED 광원 설계와 측정 평가 기술 개발 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 이현재, "고휘도 RGB LED Chip을 이용한 일반조명용 고효율 조명제품 개발", 고휘도 LED를 이용한 조명제품 개발 워크샵, 2002.
- [2] 장우진외, "국내의 광원분야의 신기술 동향", 한국 조명?전기설비학회 2004춘계학술대회 조명분야 전문 워크샵, pp.6-7, 2004.
- [3] 여인선, "3-Component RGB LED 전구의 광학설계" 고휘도 LED를 이용한 조명제품 개발 워크샵, 2002.