

경관 조명용 LED 램프의 구조와 특성 해석에 관한 연구

최충석

* 전주대학교 소방안전공학과

A study on the Structure and Properties Analysis of LED Lamp for Outdoor Lighting

Chung-Seog Choi

* Department of Fire Safety Engineering, JEONJU University

1. 서 론

전기에너지를 이용한 경관 조명은 단지 풍경이나 외관을 인식하는데 그치지 않고 공간을 알기 쉽게 하고 안전성과 쾌적성을 확보함과 동시에 주간에 보이지 않는 경관의 미적 효과를 강조하는 역할을 맡고 있다. 조명 대상을 보여 주고자 하는 시간에 보여주는 연출을 할 수가 있으므로 경관 조명을 잘 계획하면 인간의 삶에서 활동 시간이나 활동의 영역을 확장하여 편리함을 주고자 하는 것이다. 경관 조명에서 조명 대상의 선정은 도시 전체의 균형과 가치를 높이는 것이 중요하며 현장 조사를 통해서 위치, 방향, 거리, 배경의 밝기 등 설계를 위한 충분한 조건을 검토할 필요가 있다. 배광이 좁은 것은 조도 분포가 나빠질 우려가 있으므로 미리 조도 분포를 잘 검토하고 적절한 광량, 광원의 출력 등을 고려할 필요가 있다. 조명 대상이 많은 경우에 수평 시선 가까이에 위치하므로 그 휘도는 조명 대상의 수직 부분의 조도에 의존한다. 또한 가로 조명 기구의 휘도를 규제하고 주변 조도를 적절하게 설정하면 연출 효과를 높일 수 있다. 기존의 경관 조명등은 형광등, 메탈할라이드, 수은등 등이 사용되었으나 최근에 시설된 것은 LED(LED; Light Emitting Diode) 램프가 적용되고 있고, 기존의 시설도 LED 램프로 교체되고 있다. LED 램프를 이용한 경관 조명은 종래의 광원(光源)에 비해 소형이고, 수명은 길며, 전기에너지가 빛에너지로 직접 변환하기 때문에 전력이 적게 소비되고 효율이 좋다. LED 램프는 에너지 효율성이 기존 제품에 비해 우수하기 때문에 경관 조명뿐만 아니라 일반 조명, 수송기기 조명, LED BLU, 디스플레이 등 다양한 산업에 적용하기 위한 연구가 진행되고 있다.¹⁻⁷⁾

따라서 본 연구에서는 경관 조명용 LED 램프(yellow)의 구조 및 특성을 분석하고, 향후 수행된 일반 화염 및 과전류 실험 등을 위한 과학적 자료를 확보하는데 있다.

2. 구조 및 특성

그림 1은 본 연구에서 사용된 경관 조명용 LED(yellow) 1개의 패키징 상태를 나타낸 도면이다. 빛의 배광 및 확산이 원활하게 될 수 있도록 내경 5.0mm보다 외경을 넓게 하였고 직경은 5.6mm로 설계되어 있음을 확인하였다. LED를 PCB(Printed Circuit Board)에 연결하기 위한 전극 연결선의 굵기는 0.5[mm]이고, 양극(anode)과 음극(cathode) 사이의 이격거리는 2.5[mm]이다. 또한 광원의 배광 특성이 우수하도록 고분자 화합물을 이용하여 표면을 7.6mm 도포된 것을 확인하였다.

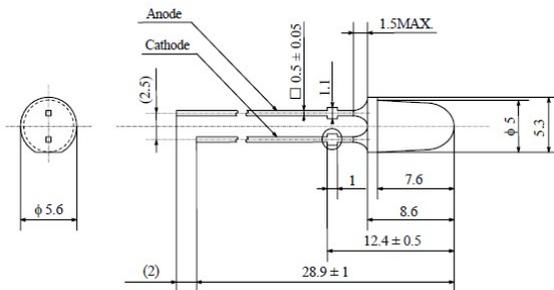


그림 1. LED 램프의 구조와 크기

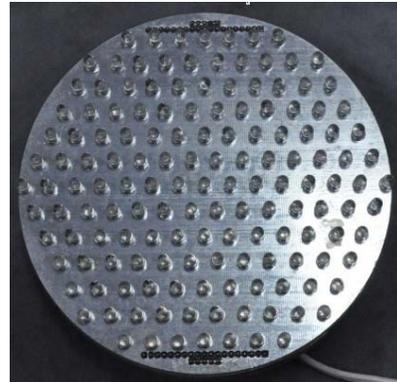


그림 2. 경관 조명등의 실제 사진

그림 2는 경관 조명용 LED 램프의 실제 사진을 나타낸 것이다. LED는 일정한 공간과 거리를 유지하여 배치되었고, 발생된 빛의 적절한 방사를 위해 표면은 알루미늄 강판을 사용하였다. 후면의 절연은 베크라이트를 이용하였으며, LED 램프가 점등될 때 발생하는 열을 효율적으로 방사시키기 위해 30mm 정도를 이격시켰다. 회로에는 12V의 전원을 공급되도록 되어 있고, LED(yellow) 2개를 먼저 직렬로 연결하고, 다시 2개를 병렬 연결한 것에 1개의 안전 저항(safe

resistance)을 직렬로 연결된 것이 1조로 구성되었다. 즉 LED 램프 4개(1조)를 기본으로 13개를 병렬 연결하여 U1을 형성하였고, 동일한 형태의 U2를 병렬로 구성하였다. 경관 조명용에 사용되는 LED의 주요 사양을 나타낸 것이다. LED의 사용 최대 온도는 80℃이며, 최저 온도는 영하 30℃이다. 또한 LED를 직-병렬 연결하여 사용할 때의 납땜 온도는 10초 동안 260℃ 이하를 유지하도록 되어 있다. 램프가 구동될 때의 최대 전류는 100mA이고, 안정된 상태에서 흐르는 연속 전류는 20mA이다.

3. 결과 및 고찰

경관 조명용 LED 램프(yellow)의 작동 상태를 해석하기 위해 그림 3은 ON 상태를 나타낸 실체 사진이다. 단상 교류 220V, 60Hz의 상용 전원을 공급받아 SMPS(Switched-mode power supply)를 이용하여 직류 전압 12V를 LED 램프에 공급할 때의 발광 사진으로 전체 광원이 고르게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한 육안으로 관측했을 때 광색의 연색성이 우수하고 직진성이 좋아 일정 거리가 떨어진 곳에서의 식별이 우수할 뿐만 아니라 피조형물까지 광원의 도달이 양호한 것으로 판단된다.

그림 4는 경관 조명용 LED 램프의 전류 특성 곡선을 나타낸 것이다. LED 램프가 구동될 때 전류는 880~920mA가 흘렀으며, 40mA 정도의 변동이 있는 것으로 측정되었다. 즉, 일정한 전류의 공급에 따른 광원의 밝기도 비교적 균일한



그림 3. 경관 조명용 LED 램프의 ON 상태



그림 4. 경관 조명용 LED 램프의 전류 파형

조도 및 휘도를 나타냄에 피조물에 대한 식별이 우수하고, 상품(제품)의 특징을 잘 나타낼 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

경관 조명용 LED 램프(yellow)의 구조 및 특성을 분석하고, 시스템이 구동되었을 때의 전류, 전압 및 전력의 특성을 해석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 경관 조명용 LED 램프(yellow)는 12V의 전원을 공급되도록 되어 있고, LED(yellow) 2개를 먼저 직렬로 연결하고, 다시 2개를 병렬 연결한 것에 1개의 안전 저항(safe resistance)을 직렬로 연결된 것이 1조로 구성되었다. 즉 LED 램프 4개(1조)를 기본으로 13개를 병렬하여 U1을 형성하였고, 동일한 형태의 U2를 병렬 구성하였다. 따라서 경관 조명용은 LED가 총 수는 144개이고, 안전 저항은 26개가 회로의 전단에 설치된 것으로 확인되었다.
- (2) 단상 교류 220V, 60Hz의 상용 전원을 공급받아 SMPS를 이용하여 직류 전압 12V를 LED 램프에 공급할 때의 발광 사진으로 전체 광원이 고르게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있었다. LED 램프가 구동될 때 전류는 880~920mA가 흘렀으며 40mA 정도의 변동이 있는 것으로 측정되었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

참고문헌

1. 조명학회 편, "조명 핸드북", pp.485~487, 성안당, 2006.
2. 데이코산업주식회사, "LED 및 LED 조명 시장의 실태와 전망", pp.27~64, Jinhan M&B, 2009.
3. LED照明推進協議會編, "LED 照明ハンドブック", pp.143~149, オーム社, 2009.
4. 차세대LED조명기술인력양성센터, "차세대 LED조명의 최근 동향 및 전망", 한국

조명기술연구소, 2008. 12.9

5. 최충석, 김향곤, "LED 램프 모듈의 탄화 패턴 해석 및 평가", 한국화재소방학회 추계학술대회, pp.233-240, 2009.11
6. 김향곤, 최충석, "LED 가로등의 발열 패턴 및 전류 특성에 관한 연구", 대한 전기학회논문지, Vol.58, No.3, pp.357-361, 2009.9
7. 최충석, 김향곤, "교통 신호등용 LED 램프(Green)의 구조 및 특성 분석", 대한 전기학회하계학술대회, pp.2157-2158, 2010.7