

LED 조명용 자연대류 냉각장치의 방열성능 평가

Cooling Performance Evaluation of Free Convection Cooling device for LED Lightings

*정대성¹, #강한국²

*T. S. Jung¹, #H. K. Kang(hkkang67@hanmail.net)²

¹인하공업전문대학 기계설계과, ²(주)루티마

Key words : LED lightings, Heat sink, Free Convection, Cooling performance

1. 서론

최근 고휘도, 고효율 광원으로 사용이 급격히 확대되고 있는 LED 조명은 공급된 전력 중 50% 이상이 열에너지로 전환되며, 이에 따른 온도증가에 의하여 광출력저하 및 과장이동의 원인이 되며 또한 수명을 급격하게 감소시키는 것으로 알려져 있다^{1,2}. 일반적으로 보안등 및 가로등과 같이 수십에서 수백와트의 전력이 가해지는 고효율 LED 조명용 냉각장치는 전열면적 확장용 핀(fin)이 설치된 알루미늄 재질의 히트싱크를 주로 사용하고 있으며, 대부분 핀에 의한 강제 대류가 어려운 상황에서 설치되므로 광효율과 수명 확보를 위해 더욱 정교한 방열 설계가 요구되고 있다.

방열 장치를 설계하고자 하는 경우 방열량과 최대 허용온도 등에 대한 목표를 결정 한 후 환경과 방법에 따른 열전달 계수의 예측과 구조 등의 설계가 수행되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 관점에서 LED 소자에 전력을 공급하여 열로 변환되는 발열량을 직접 계측함으로써 발열 특성을 파악하고, 자연 대류형 히트싱크를 대상으로 열적 성능 실험을 수행함으로써 LED 조명용 히트싱크의 기초 설계 자료를 확보하고자 하였다.

2. LED 소자의 발열량 측정

LED 소자의 발열특성을 파악하고자 물의 입출구 온도차와 질량유동율로부터 발생된 열을 계측하도록 Fig.1 과 같이 실험장치를 구성하였다. 알루미늄 블록의 내부에 유로를 형성한 판 구조의 수냉각 장치를 제작하고 LED 소자가 부착된 PCB 에 전열그리스를

도포한 후 설치하였다

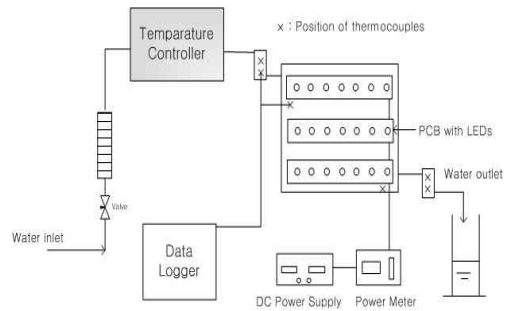


Fig. 1 Experimental test set up for measurement the heat flow rate of LEDs

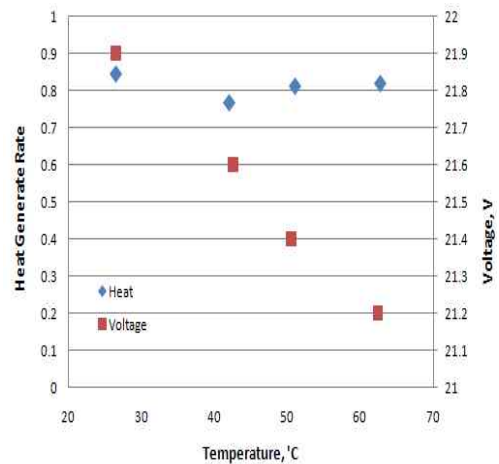


Fig. 2 Heat generate rate and voltage at various temperature

입력전력에 대한 물로 전달된 열량의 비를

발열율로 정의하고 수냉각 장치의 평균 표면온도 변화에 따른 발열율을 Fig. 2 에 나타내었다. 그림에서 작동온도의 범위에서 발열율은 0.8 ± 0.04 의 범위를 보임으로써 입력전력의 약 80%가 열로 변환되는 것으로 파악할 수 있다.

3. 히크 싱크의 냉각성능

Fig. 3 과 같은 실험 장치를 구성하여 히트 싱크의 냉각 성능 실험을 수행하였다. 압출형 히트싱크에 앞서 사용한 것과 동일한 구조의 모사발열체를 설치하고, 직류전원 공급장치로 전력을 제어하며, 전력량계로 공급된 에너지를 계측하였다. 정상 상태에 각 측정점의 온도를 기록하였고, 단계적으로 열부하를 변경하며 동일한 방법으로 실험을 수행하였다.

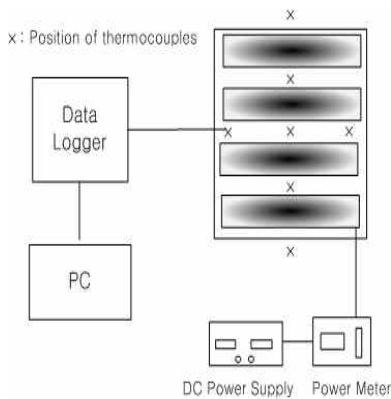


Fig. 3 Schematic for the heat sink performance test

Fig. 4 는 베이스 면의 평균온도도 함께 히트싱크의 열부하에 대한 열전달 계수를 나타낸 그림이다. 여기서 열전달 계수는 베이스 측정점 온도의 평균값과 외기 온도의 차 및 단열된 열원 공급 표면을 제외한 총 표면적으로 부터 계산하였다.

실험결과를 기초한 Nu-Ra 수의 상관관계를 파악하고자 최소자승법으로 해석한 결과는 아래의 식과 같다.

$$\overline{Nu} = 0.072Ra^{0.362} \quad (1)$$

따라서 히트싱크를 이용한 LED 조명용

자연대류 냉각장치의 설계를 수행하는 경우 식 (1)의 상관식을 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

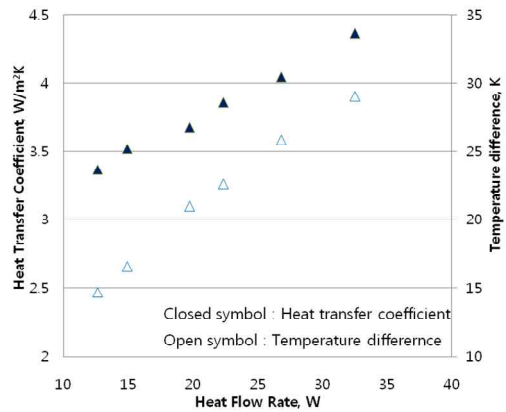


Fig. 4 Heat transfer coefficient and temperature different versus heat flow rat

4. 결론

본 연구에서는 조명용 고휘도 LED 의 적용환경을 고려한 위한 히트싱크의 설계 자료를 제시하고자 입력 전력으로부터 전력량을 측정하여 작동온도에 따른 발열율 및 전력특성을 파악하고 히트싱크의 열적 특성 실험을 수행하여 유동 및 열전달 특성에 대해 파악하였으며 열전달 계수의 예측을 위한 상관식을 제시하였다

후기

본 연구은 중소기업청 산학협력 기업 부설연구소 지원사업에 의하여 지원 되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 백중협, 황남, 송상빈, 조용익, "LED 의 기초와 응용," 광학과기술, **11(2)**, 21-38, 2007.
2. Hwang, Y.K. et.al., "An Experimental Study of Heat Sink Thermal Characteristics and Optimum Design," Proceedings of SAREK, summer, 257-262, 1998.