

# 30W급 LED 투광등 히트싱크 높이변화에 따른 온도분포에 관한 실험적 연구

김대언\*, 정한식\*\*, 정효민\*\*, 이종섭\*\*\*,#

\*경상대학교 에너지기계공학과 대학원, \*\*경상대학교 에너지기계공학과 해양산업연구소

\*\*\*경남과학기술대학교 엔진부품검증센터

## An Experimental Study on the Temperature Distribution according to the Heat Sink Height of 30W LED Floodlight

Dae-Un Kim\*, Han-Shik Chung\*\*, Hyo-Min Jeong\*\*, Chung-Seob Yi\*\*\*,#

\*Gyeongsang National University, Department of Energy and Mechanical Engineering, graduated school, \*\*Gyeongsang National University, Department of Energy and Mechanical Engineering, Institute of Marine Industry, \*\*\*Gyeongnam National University of Science and Technology, Engine Parts Verification Center

(Received 28 August 2017; received in revised form 31 August 2017; accepted 7 September 2017)

### ABSTRACT

This study tests the characteristics of heat radiation by applying the pin-height variables to 30-W LED floodlights. The angle of the heat sink enables us to identify the characteristics of the heat radiation based on the temperature distribution. The results of the study are as follows. When the heat sinks are set towards the ground, the heat transfer decreases in speed only to expands the temperature distribution, which adversely affects the characteristics of heat radiation and expands the temperature distribution of PCB with the LED chip. We verify that the characteristics of heat radiation are adversely affected when the height of the cooling pin decreases and the heat radiation area decreases, which impedes the heat transfer and increases the temperature distribution on the heat sink.

**Key Words** : LED Floodlight(LED 투광등), Heatsink(히트싱크), Thermal Image(열화상)

### 1. 서 론

조명용 광원으로 전기에너지의 광 전환효율이 높아 에너지 절감이 가능하고 친환경적 효과가 크며 수명이 백열전구의 25배에 달하는 LED는 차세

대 광원의 대표적인 예라고 할 수 있다.

LED는 기존의 광원들에 비해 광 변환율이 높고 수명이 길며 소비전력이 적고 유해물질이 없기 때문에 차세대 고효율 광원으로서 각광받고 있다.

LED는 공급된 전력 중 80% 이상이 열에너지로 전환되며 이에 따른 온도 상승이 광출력 저하 및 파장이동의 원인이 되고 LED의 수명을 급격하게 감소시키는 것으로 알려져 있다. 따라서 보안등

# Corresponding Author : [csyi@gntech.ac.kr](mailto:csyi@gntech.ac.kr)

Tel: +82-55-751-3865, Fax: +82-55-751-3649

및 가로등과 같이 수십에서 수백 와트의 전력이 가해지는 고휘도, 고효율 조명기기의 경우 발광효율과 신뢰성 확보를 위해 내부 온도를 적정온도로 유지하기 위한 냉각기술이 중요한 문제로 대두되고 있다.<sup>[1-3]</sup>

현재 LED 산업의 가장 큰 목적 중의 하나인 에너지절감 효과를 극대화하기 위해서는 안정적으로 소비자에게 공급될 수 있는 고효율, 저가격, 고신뢰성의 LED 기술이 필수적으로 요구되고 있으며, 이에 추가로 LED의 장점을 극대화할 수 있는 제어시스템 기술의 발전, 방열기술 등 LED 단점을 보완할 수 있는 기구시스템 기술이 새로운 트렌드로 떠오르고 있다.<sup>[4-9]</sup>

본 연구는 방열성능이 중요한 고효율 LED 투광등을 연구하기 위해서 적절한 히트싱크의 설계 및 제작, 장착위치 및 각도 등이 중요하다. 또한 위에서 아래로 비추는 일반적인 LED 전등기구와는 다르게 빛이 수평이상의 높은 곳을 비추는 투광등의 LED는 방열성능이 LED소자의 수명과 연관이 있기 때문에 히트싱크의 역할이 아주 중요하다.

고효율 투광등의 효과적인 방열성능을 연구하기 위해서는 히트싱크의 열전도에 의한 대기중으로의 방열특성을 파악하고 열전달 특성을 실험적으로 연구하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

일반적인 LED의 열전달 방향은 Fig.1과 같이 LED 소자에서 PCB를 거쳐 히트싱크로 열이 전도되어 대기로 방열된다. 본 실험장치는 LED 투광등의 설치되는 위치 및 핀의 높이에 따른 방열특성을 알아보고자 한다.

Fig. 2는 히트싱크의 방열특성을 실험하기 위한 개략도를 나타내고 있으며, Fig. 3은 총 5개의 실험변수인 히트싱크 높이에 따른 LED 투광등을 설치한 실험장치를 나타내고 있다. 온도측정부위는 총 4군데로 히트싱크에 3군데 설치하였고, PCB기판 중앙에 1군데 설치하여 온도분포를 확인하고자 하였다.

본 연구에 적용되는 30W LED 투광등은 히트싱

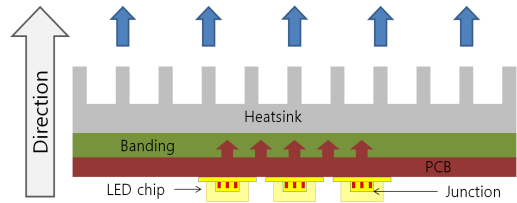


Fig. 1 LED thermal transfer structures

크

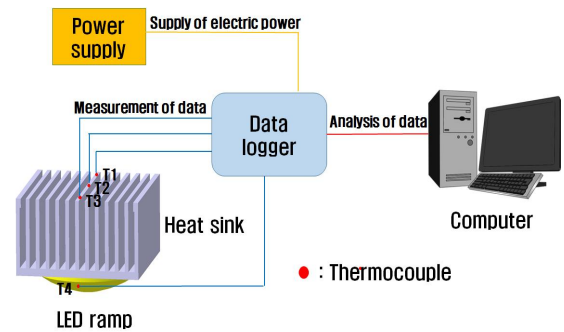


Fig. 2 Schematic of experimental setup

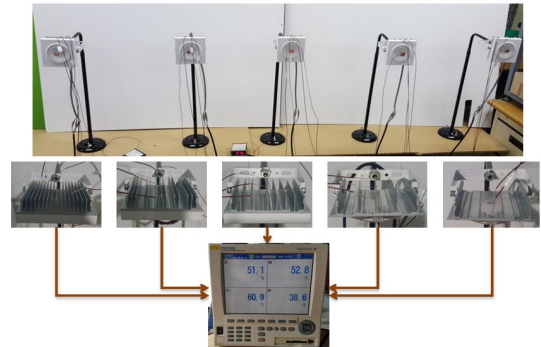
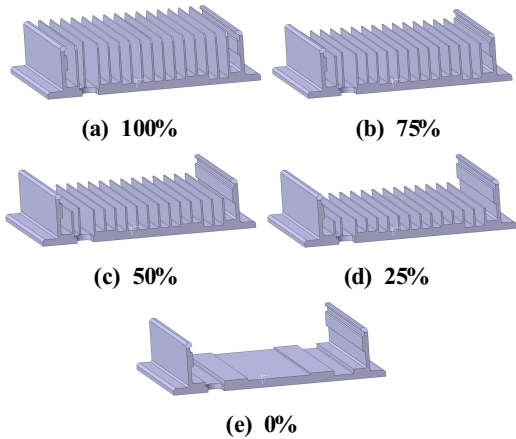


Fig. 3 Configuration of experiment settings

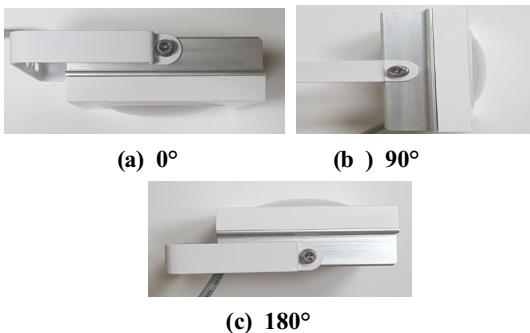
에 PCB 기판이 설치되어 있으며, 이 기판에 0.5W LED 소자가 64개 설치되어 있다. 히트싱크의 재질은 알루미늄 합금으로 되어 있고, 냉각 핀의 경우 15개로 구성되어 있으며, 양 옆에는 투광등을 고정 및 설치할 수 있는 지지판으로 구성되어 있다. 실험대상인 30W LED 투광등에 대한 제원은 Table 1과 같다.

**Table 1 Specification of 30W LED**

Item	Value
Power dissipation	30W
Forward voltage	200 ~ 240V
Forward current	0.14A
Number of LED	(0.6W) × 64 EA
Weight	520g
Dimension	129×120×55 mm
Heatsink materials	Aluminum/anodizing



**Fig. 4 Experimental parameter for heatsink height**



**Fig. 5 Experimental parameter for installation angle**

Fig. 4는 히트싱크 핀의 높이에 대한 실험변수를 나타내고 있다. 실험변수의 가공은 공작기계를 사용하여 기존 핀 높이를 100%(220mm)로 가정하고 높이 75%, 50%, 25%, 0%의 변수로 적용하기

위해 가공하였다.

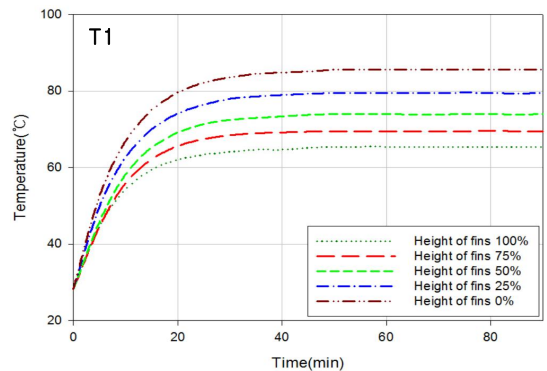
LED 투광등의 히트싱크 방열특성을 연구하기 위해 히트싱크 접합부의 각도에 따른 방열특성을 실험하였다. 실험 각도는 Fig. 5와 같이 LED 빛이 지면과 수직일 때 히트싱크 접합부 각도를 0°로 정하였으며 90°씩 증가시켜 실험하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

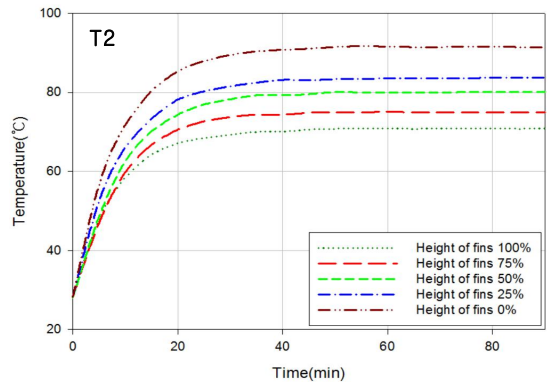
히트싱크 각도가 0°일 경우 Fig. 6과 같이 LED 투광등은 아래로 향하고 있고, 히트싱크는 위로 향하는 위치에서 온도분포를 실험하였다.

(a)와 (c)의 경우 히트싱크 가장자리부에 위치하고 있으며, 히트싱크 각도가 0°일 경우 각도변화에 따른 위치는 동일하다.

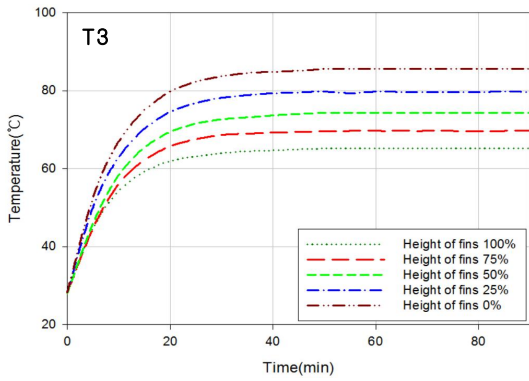
히트싱크에서의 온도분포를 전반적으로 살펴보



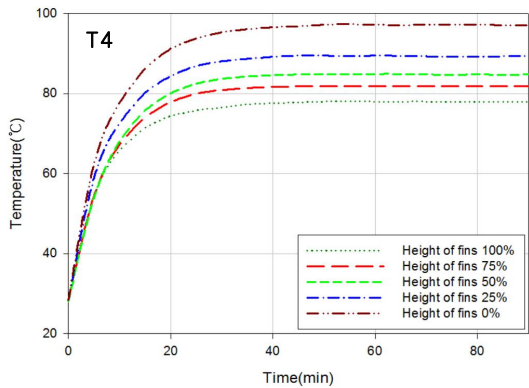
**(a) Sensing position T1**



**(b) Sensing position T2**



(c) Sensing position T3



(d) Sensing position T4

Fig. 6 Comparison of temperature distributions at heatsink angle  $0^\circ$

면 약 20분경과 때 까지 온도가 급격하게 증가되고 있는 것을 확인할 수 있었다. (a)와 (c)의 경우는 동일한 위치이기 때문에 결과가가 거의 동일하게 나타남을 확인할 수 있었다. 반면 (b)의 경우 히트싱크 중앙에 위치하고 있기 때문에 (a)와 (c)에 비해서 비교적 온도분포가 높게 나타났다.

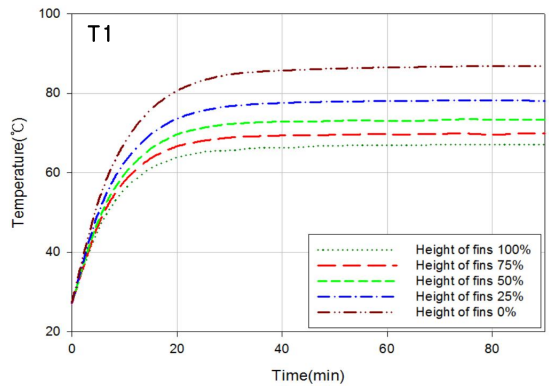
히트싱크 높이 50%일 경우 히트싱크 가장자리 부분에 비해 중앙에서 약  $10^\circ\text{C}$  정도 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 이는 중앙의 경우 온도가 가장 집중되는 부분이기 때문이다.

(d)의 경우는 PCB기판 정 중앙에서의 온도분포를 나타내고 있다. LED소자가 설치된 PCB 기판에서 발열이 되기 때문에 온도가 가장 높게 나타남을 확인할 수 있었고, 발열이 PCB 기판을 통해

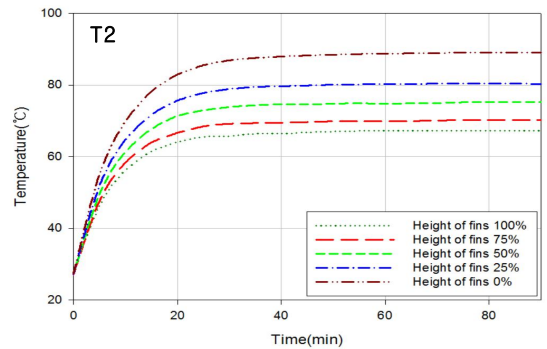
히트싱크로 열전달이 이루어지기 때문에 외부의 대기를 통해 냉각되어 히트싱크에서 온도가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 7은 히트싱크 각도가  $90^\circ$ 일 경우에 대한 온도분포를 나타내고 있다. (a), (c)의 경우 열전대 설치위치의 높이차이 때문에 온도분포 차가 발생하는 것을 알 수 있었다. 또한 높이 변수 100%, 0%의 온도차를 확인해보면 각각  $6.2^\circ\text{C}$ 와  $3.3^\circ\text{C}$ 의 차이가 나는 것을 알 수 있었다. (a)와 (c)의 온도분포를 비교해보면 높이변수 100%와 0%의 온도차는 각각  $3.5^\circ\text{C}$ ,  $4.4^\circ\text{C}$  온도차가 발생하는 것을 알 수 있었으며 높이변수 0%일 경우 온도차가 가장 많이 발생하는 것을 알 수 있었다.

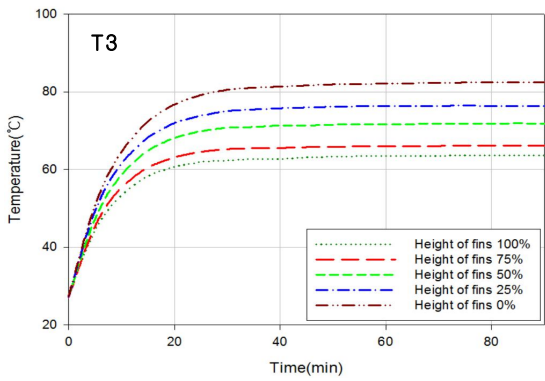
(b)의 경우 히트싱크 중앙부에 열전대가 설치되어 LED chip에서 발생한 열의 전달을 가장 빠르고 많이 받기 때문에 온도가 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.



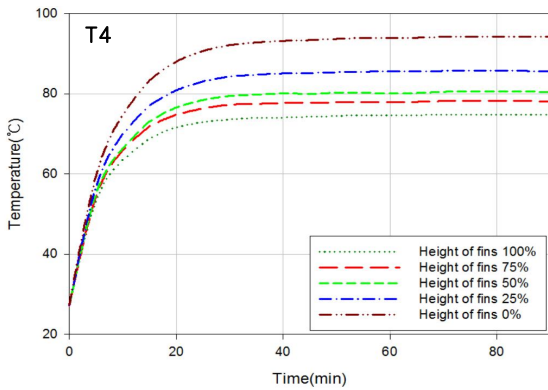
(a) Sensing position T1



(b) Sensing position T2



(c) Sensing position T3



(d) Sensing position T4

Fig. 7 Comparison of temperature distributions at heatsink angle 90°

이는 (a)의 열전대 설치위치보다 낮음에도 불구하고 (b)의 온도가 2.2°C 높게 나타나는 것을 알 수 있었다. (d)의 온도분포를 살펴보면 LED chip 중심에 열전대가 설치되어 온도가 가장 높게 나타나는 것을 알 수 있었으며 높이변수 0%일 때가 94.3°C로 가장 높게 나타났으며 100%의 변수보다 19.5°C 높은 것을 알 수 있었다. 또한 50%의 높이 변수일 때 80.4°C의 온도가 나타났으며 5.6°C의 온도차가 나는 것을 알 수 있었다. 이는 핀이 없을 경우 방열성능이 떨어진다는 것을 나타내었다.

Fig. 8은 히트싱크 각도가 180°일 경우 LED 투광등은 위로 히트싱크는 지면쪽으로 설치하여 온도분포를 실험한 결과이다.

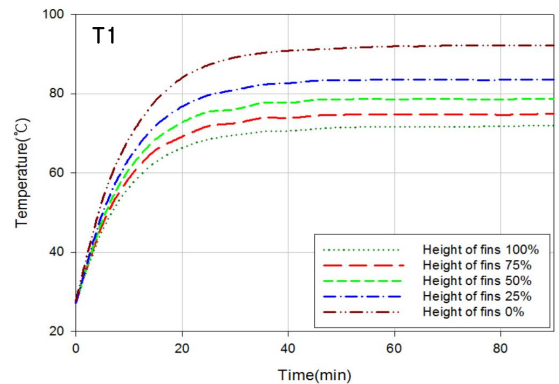
(a)와 (c)는 히트싱크의 가장자리에 설치되어 있

으며 높이차이는 없기 때문에 온도분포 그래프를 확인해보면 각각의 높이변수에 따른 온도차는 거의 없는 것을 확인할 수 있었다.

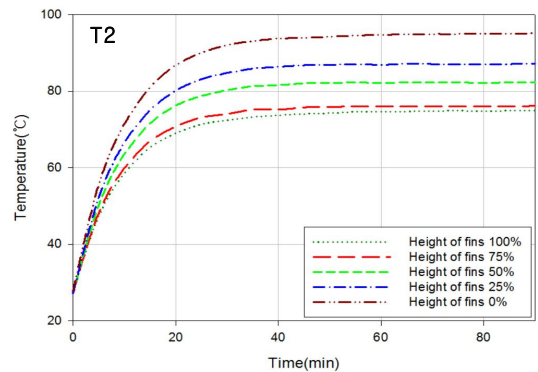
(b)의 경우 히트싱크의 정중앙에 위치하고 있으며 LED chip 에서 발생하는 열원의 뒷면 중심에 설치되어 (a), (c)의 부분보다 온도분포가 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

(d)의 온도분포를 살펴보면 앞의 설치각도별 온도분포보다 가장 높은 온도분포가 나타나는 것을 알 수 있었다. 높이변수 0%의 온도분포를 보면 최대 103°C를 나타내는 것을 알 수 있었다.

높이변수 100%와 0%의 (d)부분 온도차를 확인해보면 21.7°C의 온도차가 발생하는 것을 알 수 있었으며 (b)의 경우에는 20.2°C의 온도차가 발생하는 것을 알 수 있었다. 또한 높이변수 100%의 (d), (b)의 온도차를 확인해보면 6.8°C가 발생하였으며,



(a) Sensing position T1



(b) Sensing position T2

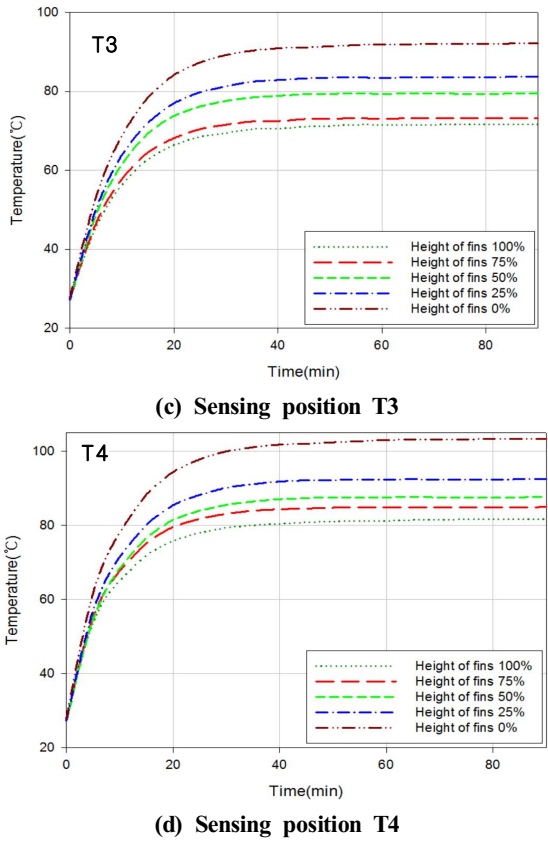


Fig. 8 Comparison of temperature distributions at heatsink angle 180°

0%에서의 (d), (b) 온도차를 확인해보면 8.2°C가 발생하는 것을 알 수 있었다. 히트싱크가 지면을 향하고 있는 설치각도 180°에서는 전체적으로 온도 분포가 높게 나타났다. 이는 LED chip에서 발생된 열이 히트싱크를 통해 대기로 빠져나갈 때 열전달이 둔화되는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 9는 히트싱크 설치각도 0°일 때 60분 경과 후 히트싱크 높이에 따른 온도분포를 열화상 카메라를 이용하여 촬영한 것이다. 그림에서 보는 것과 같이 히트싱크의 높이 100%일 경우 온도분포가 가장 낮게 나타남을 확인할 수 있었고, 히트싱크의 높이가 줄어들수록 온도분포가 높아지는 경향을 나타내고 있었다. 또한 높이 0%일 경우 가장 높은 온도분포를 나타내고 있었다. 따라서

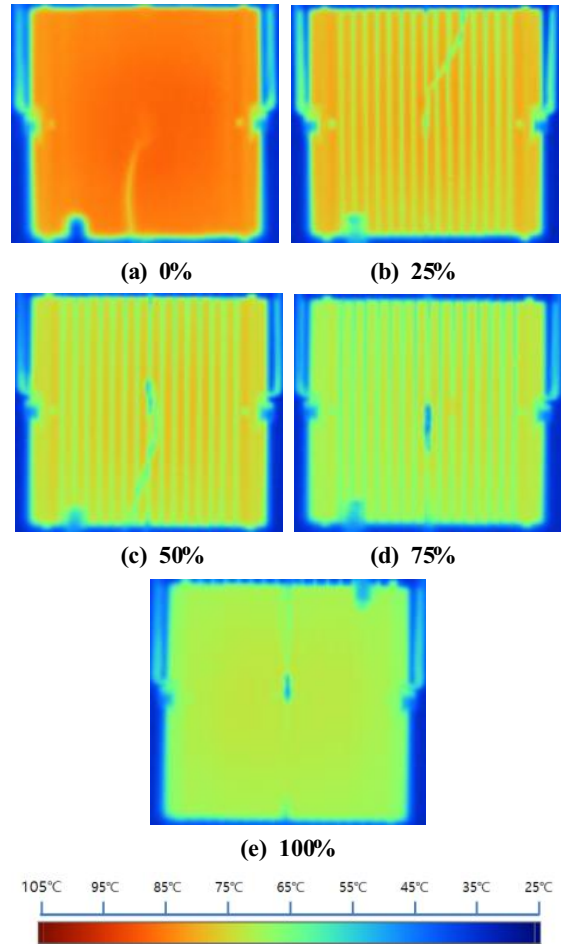


Fig. 9 Comparison of thermal image on the heatsink after 60 minutes at angle 0°

히트싱크 높이가 100%일 경우 냉각성능이 가장 우수한 것을 알 수 있었다. 반면 0%일 경우 냉각성능이 가장 나쁘기 때문에 LED 소자의 내구성에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

30W급 LED 투광등에 대한 방열특성을 실험한 결과 아래와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

히트싱크의 위치가 지면쪽으로 향하게 되면 열전달이 둔화되어 온도분포가 증가되어 방열특성에 악

영향을 주는 것으로 나타났다.

히트싱크의 냉각핀 높이가 감소할수록 방열면적이 감소함에 따라 열전달이 둔화되어 히트싱크에 온도분포가 높게 나타나 방열특성에 좋지 않은 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다.

## REFERENCES

1. Eo, I. S., "Analysis of the heat Radiation of LED Light Fixture using CF-design," Journal of the KAICS, Vol. 9, No. 6, pp. 1565-1568, 2008.
2. Jang, H., Suh, J. S., Yi, C. S., "A Study on the radiant Heat Characteristic According to Type and Array of LED Lighting Heatsink," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 12, No. 3, pp. 54-60, 2013.
3. Cho, Y. T., "Heat Sink of LED Lights Using Engineering Plastics," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 12, No. 4, pp. 61-68, 2013.
4. Lee, S. H., Moon, H. J., Hue, S. B., Choi, S. D., "Development of LED Module Control-based PWM Current for Control of Heat-dissipation", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 14, No. 6, pp. 129-135, 2015.
5. Seo, J. K., Yu, Y. M., "A Study on the Thermal Characteristics Comparison of the LED Floodlight Luminaire using Vapor Chamber Manufacturing Technology", Journal of JIEIE, Vol. 29, No. 1, pp. 15-21, 2015.
6. Han, M. S., Cho, J. U., "Durability Analysis through the Radiation of Heat of a Laptop", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers 2016.
7. Lee, T. H., Choi, S. D., "Characterizations of Luminance for Varied LED Based Surface Lighting Designs", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 15, No. 6, pp. 70-76, 2016.
8. Yoo, J. Y., Park, S. H., "Natural Cooling Characteristics of a Heat Sink for LED Headlight used in Passenger Cars", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 16, No. 2, pp. 142-148, 2017.
9. Jung, Y. S., Gao, J. C., Kim, J. Y., "Soundness Evaluation of 120W LED Lighting using Passive Infrared Thermal Imaging Method", Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 16, No. 4, pp. 140-146, 2017.