

LED전구의 방열판 설계를 위한 열해석 Thermal Analysis for Heat Sink Design of LED Bulbs

#이준성¹, 장현석², 박동근²

#J.S. Lee(jslee1@kyonggi.ac.kr)¹, H.S. Jang², D.K. Park²
¹경기대학교 기계시스템공학과, ²경기대학교 대학원 기계공학과

Key words : LED, Heat-sink, Thermal Analysis

1. 서론

각종 조명에서 LED가 차세대 고효율 광원으로 적용이 확대 되고 있다. 현재 LED는 실외조명 및 자동차 조명, 경관조명, 장식용 조명으로 각광을 받고 있다. 그러나 LED의 경우 공급 전력 중 80% 이상이 열에너지로 전환되며 이에 따른 온도 상승이 LED의 수명을 급격하게 감소시키는 것으로 알려져 있다[1]. 따라서 LED로부터 발산되는 열을 최적화하기 위하여 방열판의 구조에 따른 열전달 해석을 통하여 최적의 방열판 형상을 찾고 향후 방열판 내부에 냉각 장치 삽입을 통하여 방열 효과를 극대화하고자 한다.

2. LED 전구의 구성요소

본 연구의 해석대상으로 하는 LED전구의 구조는 Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 Glass cap, LED, PCB, Aluminum case, Heat sink bottom & top, Socket 으로 이루어져 있다. LED 16개 요소에서 발생하는 열을 Heat sink 부분으로 효과적으로 전달하기 위하여 PCB는 1.5mm 두께의 Metal PCB를 사용하여 Aluminum Alloy하판에 70 μ m두께의 Copper를 접합하며, PCB와 맞닿는 부분을 Aluminum case를 사용하여 Heat sink로 효과적인 열전달이 가능 하도록 구성하였다. Heat sink는 다이캐스팅 제작을 기본으로 하여 Heat sink를 Modeling 하였다.

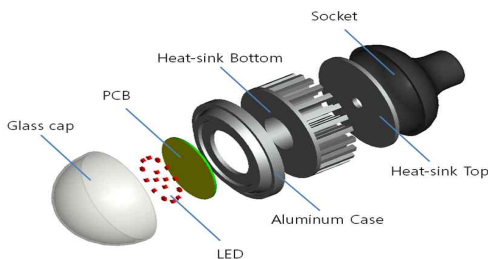


Fig. 1 Structure of LED light bulbs

3. 유한요소법에 의한 해석

Heat sink의 유한요소 해석을 위해 Fig. 1과 같은 구조에서 Heat sink bottom를 Fig. 2와 같이 3가지 Type으로 모델링을 진행하였다. 해석 프로그램은 ANSYS Workbench를 사용하여 각 Type 별로 Transient Thermal 해석을 진행하였으며, LED 전구의 표면에서의 경계조건은 표면에 27 $^{\circ}$ C의 자연대류 경계조건을 설정하고 LED에서 발생하는 열은 LED의 효율이 20% ~ 30% 임을 고려하여 LED16개 요소에서 단위 볼륨당 455,000W/m³의 열이 발생하는 것으로 하였다. 7200sec 동안 동작할 때 Transient Thermal해석을 진행하여 Heat sink Bottom의 3가지 Type에 대하여 열 분포를 확인하였다. 각 부품별 재질은 Table. 1과 같으며, 물성치는 Table. 2와 같다.

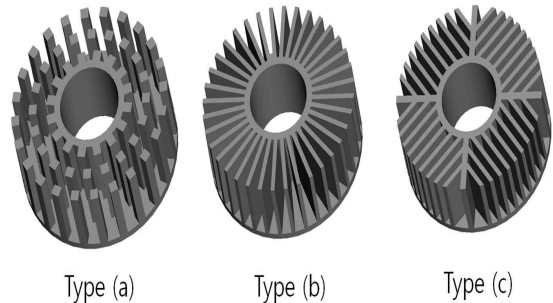


Fig. 2 Type of heat sink bottom

Table 1 Component of Material

Material	Component
Aluminum	Aluminum case, Heat sink bottom & top, PCB
Copper	PCB
Poly Carbonate	Socket
Glass	Glass Cap
GaN	LED

Table. 2 Material Properties

Material	Density (kg/m ³)	Specific heat (J/kg·°C)	Thermal Conductivity (W/m·°C)
Aluminum	2770	875	190
Copper	8300	385	401
Poly Carbonate	1330	1510	0.227
Glass	2180	750	1.38
GaN	5910	371	40.6

4. 해석결과

Heat sink bottom의 7200sec.동안 Transient thermal 해석 후 Temperature Min.& Max.결과를 Table. 3과 같이 얻었다. Fig. 3은 Heat sink bottom의 시간에 따른 온도변화를 그래프로 나타낸 것이며 Fig. 3에서와 같이 구동시간이 3000sec.을 지난 시점부터 온도변화가 미소하게 나타나 열적 평형이 이루어졌음을 알 수 있다. 또한 Fig. 4는 7200sec.후 heat sink bottom의 온도 분포이다. 가장 높은 온도를 나타내는 곳은 Aluminum Case와 접한 부분의 온도가 가장 높았으며, heat sink top과 접한 부분의 온도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 또한 3가지 형태 중 Type (a)의 온도가 가장 높았으며, Type (c)의 온도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table. 3 Temperature min.&max. of heat-sink bottom

Heat sink bottom	Temperature min. (°C)	Temperature max. (°C)
Type (a)	58.942	60.574
Type (b)	49.144	50.418
Type (c)	49.081	50.278

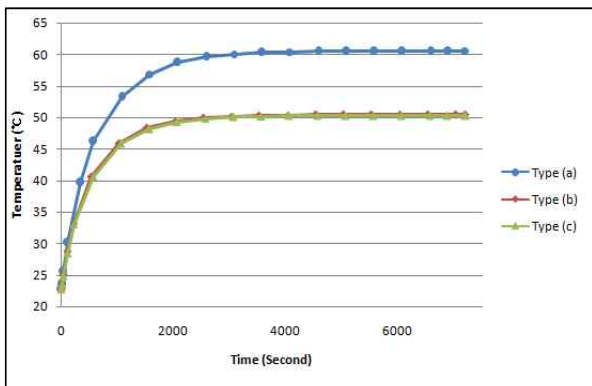


Fig. 3 Temperature distribution of heat-sink

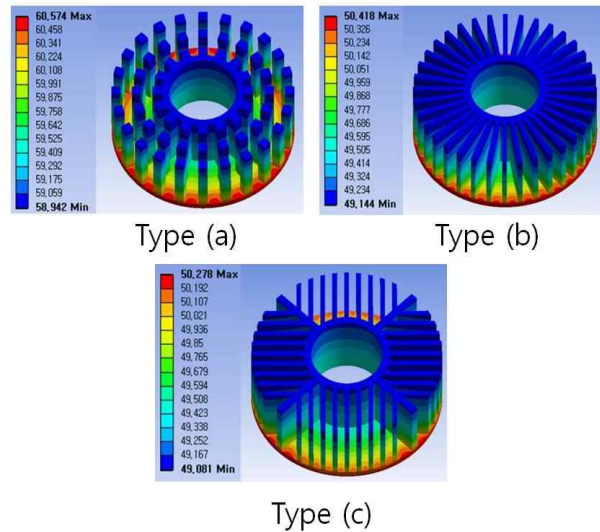


Fig. 4 Temperature distribution of heat sink

5. 결론

본 heat sink의 transient thermal 해석을 통하여 3가지 type의 heat sink의 온도분포를 확인하였다. Type (a)는 temperature max.가 60.574°C로 가장 높았으며 type (c)는 temperature max.가 50.278°C로써 가장 낮은 온도를 나타내어 열 방출에 가장 효과적인 것으로 확인되었다. Heat sink의 제작방법이 다이캐스팅인 것을 고려하면, 밀핀의 위치 선정에 대한 용이성과 제품 추출 시 제품의 변형 예방에도 효과적일 것으로 판단되어진다. 따라서 본 해석 결과를 통하여 향후 heat sink 내부에 냉각시스템을 설치하여 방열효과를 극대화한다면 안정된 LED 수명과 높은 효율의 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

1. M.H. Shin, Y.J. Kim, al., "Thermal Analysis and Evaluation of LED Bulb Considering Thermal Stability," Proceedings of annual meeting of KSPE, pp. 561-562, 2008.
2. J.H. Kim, S.B. Song, al., "Development of 20W LED bulb for miniaturization," Proceedings of annual meeting of KIIEE, pp. 64-69, 2007.