

LED 램프용 방열기구의 최적 모델링 Optimum Design of Heat Sink Module for LED Lamp

*,#강재훈¹

*,# J. H. Kang(jhkang@kimm.re.kr)¹

¹ 한국기계연구원 나노융합생산시스템연구본부

Key words : LED Lamp, Heat Sink Module, Cooling Effect, Proper Design

1. 서론

미국의 경우에는 "Next Generation Lighting Initiative (Vision 2002)"를 통하여 향후 궁극적으로는 기존 일반 조명시설의 50%를 LED 조명기구로 대체하여 보급시킬 계획을 추진하고 있으며 이를 위하여 LED 조명의 실제 비교실험을 통해 그 결과를 공개함으로써 각종 기술기준과 표준에 반영하여 연차적으로 성능기준을 높여가고 있으며 2009년부터 광효율 35lm/W, 2011년부터 70lm/W에 도달한 제품에 한하여 "Energy Star" 인증마크를 부여하고 있다.

일본의 경우에는 Toshiba, Sharp, Matsushita사 등에서 '08년에 시제품 수준의 제품을 개발하여 시장 진입 중이나 아직 시장의 규모가 미흡한 실정이며, 중국의 경우에는 Small Chip을 Multi-Array로 개발하여 10-40W급 LED Bulb를 제품화한 한편, 정부 측의 주도하에 '08년에 개최된 북경 올림픽을 빛의 올림픽으로 추진될 수 있도록 대대적인 지원 및 제품 보급에 힘을 기울이면서 LED 조명 제품의 기술 개발 수준을 대폭 향상시킨 바 있다.

국내의 경우에는 관련시장에서 형성되는 LED 조명장치의 대부분이 수입되는 LED Chip의 효율에만 의존하고 있는 형편으로서 일반적인 외국 우수 업체의 LED Chip 효율이 120Lm/W 정도인 것에 비하여 국내의 LED 조명장치 효율은 40 ~ 50lm/W 정도에 불과한 실정이다.

이는 같은 이유는 LED Chip에 입력되는 전압이 빛으로 변환하는 과정에서 발생하는 열을 해결하는 기술을 제대로 보유하고 있지 않기 때문이며 방열량을 높일수록 조명의 광 효율이 높아질 수가 있으므로 LED에서 발생하는 열을 해결하는 기술은 곧 제품의 수명과도 직접적으로 연관된다고 할 수 있다.

본 연구에서는 최근 에너지 효율의 추수성으로 인하여 저탄소 녹색성장 산업의 일환으로 각광을 받고 있는 LED를 옥외 조명기구로 활용하기 위한 적정모델을 설정하고자 방열기능을 수행하는 모듈의 형상개념을 초기화하기 위한 내용을 수행하였다.

2. 방열모듈의 필요성

LED에서 발생하는 열은 LED 조명장치의 광 효율을 떨어뜨리는 주요한 원인이 되는 한편, 고장을 발생시키는 가장 직접적인 원인이 되기 때문에 시급하게 해결되어야 할 문제점이라고 할 수 있지만 현재까지 국내 업체들의 대부분이 방열체에 대한 중요성을 제대로 인식하지 못하고 단순한 구조의 방열체 구조를 임의적으로 부착하여 방열을 시키는 실정에 불과하다.



Fig. 1 LED lighting

3. 방열모듈의 모델링

옥외 가로등에 대한 LED 조명기구의 적용은 자연환경이나 안전성 측면을 중요시하여 접근해야 할 필요가 있다. 즉, 강풍 등의 악조건을 대비하여 자중이 제한을 받을 수 있게 되어 가능한 방열모듈이나 장착구조부의 자중을 경량화하여야 한다. 본 연구에서는 자연대류에 의한 냉각효과를 부여할 수 있는 구조의 방열 모듈을 우선 모델링하여 LED램프의 주변을 갖 형태로 에워싸는 구조가 되도록 설정하였다.

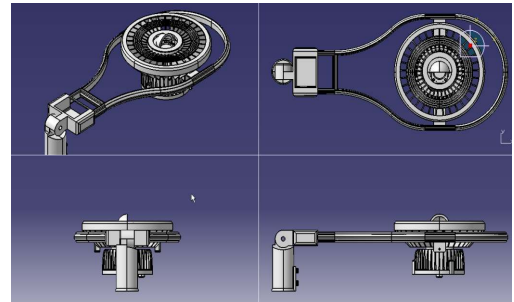


Fig. 2 Concept modeling of LED lighting

4. 방열모듈의 적정 설계를 위한 해석

LED 조명 장치의 방열을 효율적으로 억제할 수 있는 냉각(방열) 기구(모듈)의 설계를 최적화하기 위하여 전용 해석 프로그램을 이용한 방열부의 열-유동 상태를 시뮬레이션 해석하고 공기 저항에 의한 특성 변화를 파악하는 한편, 냉각 핀의 형상 및 사양을 설정하고 냉각 핀의 표면 상태에 따른 영향을 분석하는 내용과 더불어 냉각 효과의 거동을 측정하여 분석한 후 시뮬레이션 해석한 결과와 최종 검증 내용을 최종적으로 수행하였다.

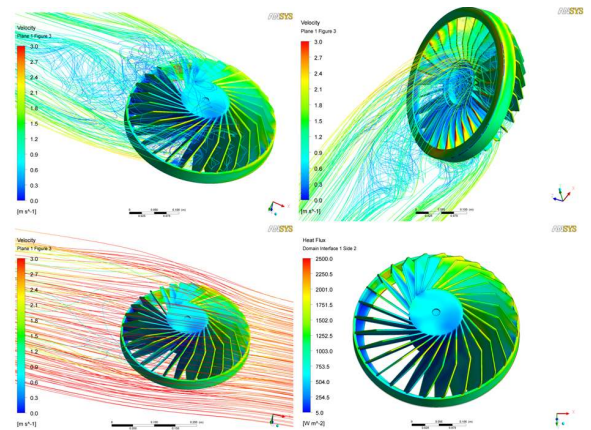


Fig. 3 Result of heat flux analysis at heat sink module

자연 대류에 의한 냉각 모듈의 적정 설계에 있어서 가장 주요한 인자로는 Heat sink를 구성하는 냉각 핀의 개수와 형성각도라고 추정할 수 있다. 따라서 냉각 핀의 개수를 24-33개로, 형성각도를

0~25도로 변화하며 열유동 해석을 수행하여 결과를 비교, 분석하였다. 해석 결과에 따르면 냉각 핀의 개수를 28개로 하여 형성각도를 25도로 설정하였을 경우에 상대적으로 가장 효율적으로 냉각이 잘 이뤄진다는 것을 확인할 수 있었다.

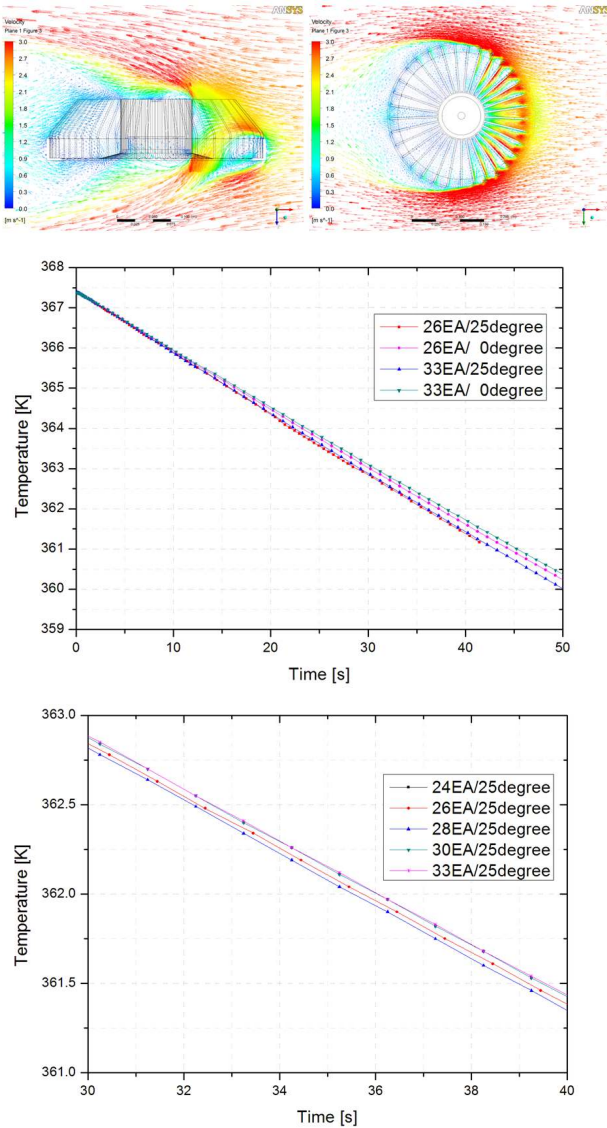


Fig. 4 Comparison of temperature distribution according to variation of heat sink fin number and position angle

4. 결론

옥외용 LED램프의 수명을 가능한 한 증대하기 위한 냉각모듈의 적절한 설계를 위한 열유동 해석을 수행하였으며, 냉각모듈을 구성하는 주요한 인자인 냉각 핀의 개수와 형성각도를 다양하게 변화하며 해석한 결과에 따르면 냉각 핀의 개수가 28개이고 형성 각도가 20도일 경우에 있어서 상대적으로 가장 효율적인 냉각 작용이 이뤄진다는 것을 확인할 수 있었다.