

COMSOL을 이용한 방열판 재질에 따른 열해석

하강남, 고하은, 어익수
호남대학교 전기공학과

Heat Analysis of According to The Heat Sink Material Using COMSOL

Kang-Nam Ha, Ha-Eun Go, Ik-Soo Eo
Honam University

Abstract – 본 논문은 방열판 재질에 따른 열 해석에 관한 것으로서 구리와 알루미늄 재질의 방열판에 LED를 배치하여 COMSOL Multi physics를 사용한다. 시뮬레이션 결과 구리 재질의 방열판이 알루미늄 재질의 방열판보다 Min. 온도가 약 20°C 높게 측정되었다. 실험결과 실제 제작을 하지 않고 시뮬레이션을 통해 열해석이 가능함을 확인하였다.

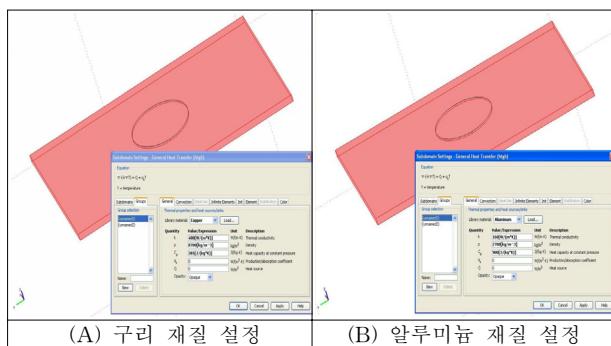
1. 서 론

방열판은 우리가 사용하는 조명기구, 가전제품등 열이 발생하는 모든 제품에서 발생하는 열을 흡수하여 제품을 보호하는데 사용한다. 방열판이 중요한 이유는 열 발생시 열을 제대로 흡수하지 못하여 고온으로 인한 제품 고장의 원인이 되기 때문이다. 방열판의 개발방향에서 방열효율을 높일 수 있는 연구가 진행중에 있다. COMSOL은 편미분방정식의 조작으로 다양한 물리현상을 CAD 환경 하에 모델링하여 시뮬레이션 할 수 있는 소프트웨어로 내장된 지배방정식을 다양한 물리현상에 맞게 설정하여 모델링 할 수 있는 프로그램이다[1]. 본 논문에서는 COMSOL을 이용하여 구리와 알루미늄 재질의 방열판 열 설계를 시뮬레이션 분석한다.

2. 본 론

2.1 실험 과정

본 실험은 COMSOL Multiphysics를 통해 방열모듈과 제원을 설정하며, 발열체의 Max. 온도를 100°C로 하여 Min. 온도 0°C까지 온도변화를 실험한다. 시뮬레이션 과정의 기본 열 해석 지배식인 전도는 고체 매질을 통해 일어나는 열전달 형태로 물체 내에 온도구배가 존재할 때 열은 고온에서 저온부로 전달된다. 미시적 관점에서 보면 물질 내 원자나 분자의 상호작용에 의해 열이 전달되며 즉 원자 격자의 진동과 자유전자의 이동에 의해 인접한 분자에 에너지를 전달하는 실제의 열 유동률은 매질의 물성 값인 열전도계수 K에 좌우되며 열전도 법칙인 Fourier's Law 을 적용하였다[2].



〈그림 1〉 모듈 기본 재질 설정

<그림 1>의 모듈 기본 재질 설정은 방열판의 기본 재질을 설정하는 과정이다. 기본 설정은 고정 Data를 입력하고 각 모듈의 IN-PUT, OUT-PUT의 입/출력온도 값을 입력하고 특성을 설정한다.

〈표 1〉 재질 비교 분석

	구리	알루미늄
열전도도	400 W/(m·K)	160 W/(m·K)
밀도	8700 kg/m ³	2700 kg/m ³
열용량	385 J/(kg·K)	900 J/(kg·K)

<표 1>의 재질 비교 분석은 본 논문에서 비교하고자 하는 구리와 알루미늄의 제원을 비교 분석한 것이며, 열전도도와 밀도는 구리가 각각 약 2배, 3배 높았으며, 열용량의 경우는 알루미늄이 약 2배 높은 것을 확인하였다.

$$Q = -k \cdot A_C \cdot \frac{\Delta T}{L} \quad \Delta T = \frac{Q \cdot L}{k \cdot A_C} \quad (1)$$

Q = 열 유동비 (W)

k = 열전도도(W/m·K)

A_C = 방열판의 열 유동 면적(m²)

ΔT = 차동온도(°C)

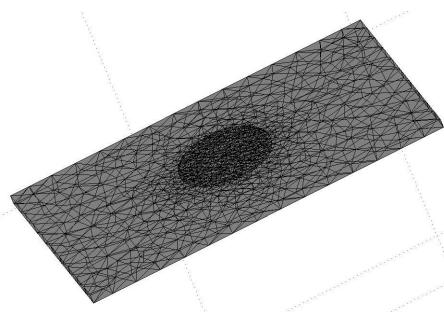
L = 방열판의 길이(m)

$$\rho u \cdot \Delta u = \Delta \cdot [-pI + \eta(\Delta u + (\Delta u)^T) - (2\eta/3)(\Delta \cdot u)I] + \rho g \quad (2)$$

$$\Delta \cdot (\rho u) = 0 \quad (3)$$

$$\Delta \cdot (-k\Delta T + \rho C_p Tu) = 0 \quad (4)$$

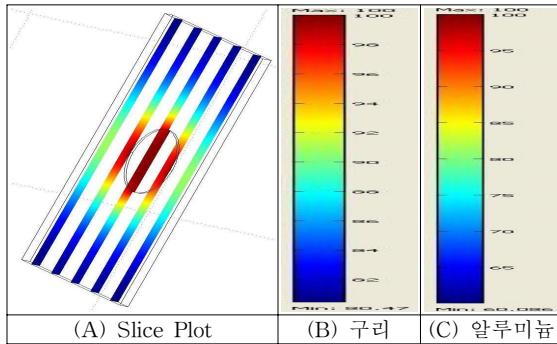
시뮬레이션의 기본 열해석 지배식으로 η : 절도[kg/(m · s)], u : 속도벡터(m/s), p : 밀도(kg/m³), p : 압력(Pa), k : 열전도도[W/(K · m)], C_p : 열용량[J/(kg · K)]이다[3].



〈그림 2〉 Mesh

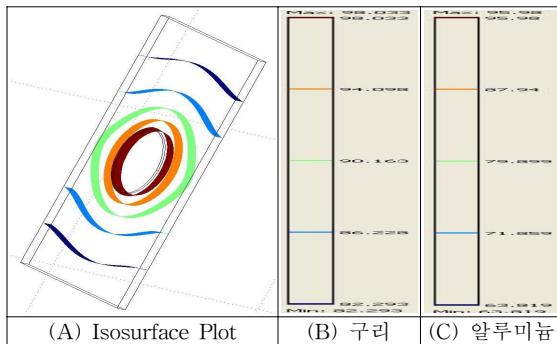
<그림 2>의 Mesh는 모듈 기본 재질 설정 후 시뮬레이션 전의 모듈 열 해석을 하기 위한 단위 및 면적을 정하고 Scale Factor를 설정하며 기본 설정은 Triangle이다.

2.2 실험 분석



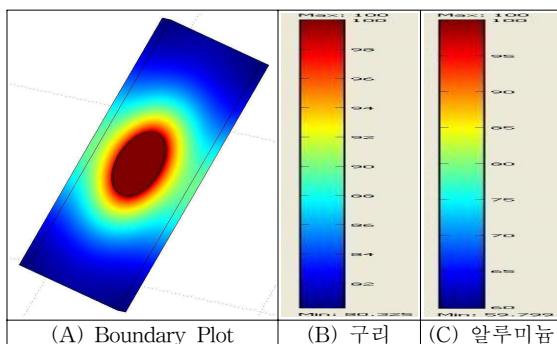
〈그림 3〉 Slice Plot

<그림 3>의 Slice Plot은 3차원 도메인 내부 조각에 스칼라 수량을 표시한 것으로, 방열판 내부 Max. 온도는 모두 약 100°C, M in. 온도는 구리가 약 80°C, 알루미늄이 약 60°C로 측정되었다.



〈그림 4〉 Isosurface Plot

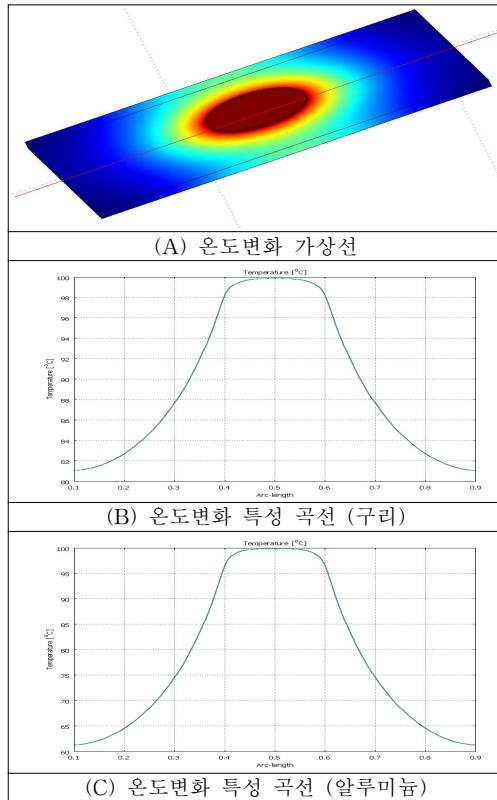
<그림 4>의 Isosurface Plot은 LED와 방열판 사이의 열 분자의 이동에 따른 열 해석이다. Max. 온도는 구리가 약 98°C, 알루미늄이 약 95°C이고 Min. 온도는 구리가 약 82°C, 알루미늄이 약 63°C로 측정되었다.



〈그림 5〉 Boundary Plot

<그림 5>의 Boundary Plot은 LED와 방열판의 경계면을 나타낸 것으로, LED의 온도가 100°C일 때 경계면의 Max. 온도는 구리가 약 95°C, 알루미늄이 약 90°C이고 Min. 온도는 구리가 약 80°C, 알루미늄이 약 60°C로 측정되었다.

2.3 실험 결과



〈그림 6〉 온도변화 특성 곡선

<그림 6>은 온도변화 특성 곡선을 나타낸 것이다. 시뮬레이션 시 LED와 방열판 사이에 가상의 연장선을 그었을 때 좌표에 따라 온도변화를 그래프로 나타낸 것으로, 구리 재질은 Max. 온도 약 100°C에서 Min. 온도 약 81°C까지 변화하였고 알루미늄 재질은 Max. 온도 약 100°C에서 Min. 온도 약 61°C까지 변화하는 것을 확인하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 COMSOL을 이용하여 방열판 재질에 따른 열 설계를 해석 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 시뮬레이션에서는 입력 온도 값을 100°C로 설정하였고 시뮬레이션을 통한 결과를 분석한 결과 구리 재질의 방열판은 Max. 온도 약 100°C에서 Min. 온도 약 80°C로 변화하였으며, 알루미늄 재질의 방열판은 Max. 약 100°C에서 Min. 약 60°C로 변화하였다. 이렇게 방열판의 온도변화가 서로 다른 이유는 알루미늄의 열용량이 구리의 약 2배가 되기 때문이다. 실제 제작을 하지 않고 시뮬레이션을 통해 결과 값을 확인할 수 있었다.
2. 방열판의 재질에 따라 온도변화의 차이가 있다는 것을 확인할 수 있었으며, 차후 방열판의 다양한 요소에 따른 시뮬레이션 실험을 진행할 것이다.

본 연구는 교육과학기술부·지식경제부와 한국산업기술진흥원에서 시행한 2단계 산학협력중심대학육성사업의 기술개발과제로 수행된 연구결과임.

참 고 문 헌

- [1] (주)알트소프트, “COMSOL Multiphysics”, Modeling Guide, October, 2007.
- [2] 최금연, 어익수, 서의석, “Metal PCB를 이용한 LED Module 열 해석”, 대한전기학회 학계학술대회 논문집, 2009. 7.
- [3] (주)알트소프트, “COMSOL Multiphysics 3.4”, Modeling Guide, October, 2007.