

# 고밀도 휴대용 전자기기의 열전달경로 해석 Heat transfer path analysis of high density mobile electronics

\*박병배<sup>1</sup>, 김성용<sup>1</sup>, 김동훈<sup>1</sup>, #채수원<sup>2</sup>

\*B.B.Park<sup>1</sup>, S.Y. Kim<sup>1</sup>, D.H.Kim<sup>1</sup>, #S. W. Chae(swchae@korea.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 고려대학교 기계공학과 대학원, <sup>2</sup> 고려대학교 기계공학과

Key words : CFD, Flotherm, Mobile

## 1. 서론

최신의 가전제품 특히 휴대용 제품과 같은 경우 소형화, 고성능화 등 고집적화, 고밀도화되는 과정에서 제품의 성능은 열 특성에 의해 결정되는 경우가 많다. 실리콘 칩의 온도가 2℃ 상승할 때마다 칩(chip)의 신뢰도는 10%씩 저하된다는 연구 결과[1]에서 보는 바와 같이 휴대용 제품을 포함한 전자제품의 전자적인 문제의 50%가 열과 관련된 문제이다. 따라서 이와 같은 열 특성 문제 해결을 위해 유한요소법이 많이 사용되고 있다.

컴퓨터와 같이 강제 배출기구인 팬(fan)이 있는 제품에 대한 해석[2], [3]은 활발히 이루어진 반면에 강제 열 배출 기구가 없는 휴대용 제품의 경우 열에 관련되어 더욱 취약한 구조이나 열 유동 해석에 대한 부분은 아직은 미진한 분야이다. 휴대폰이나 캠코더(camcorder) 등 휴대성이 강조된 제품의 특성상 팬을 적용하기 어려운 제품의 경우에 기본적인 칩등의 부품에서 발생된 열을 외부로 방출하는 것과 성능과 관련된 부품에 열이 전달되는 것을 최대한 억제 가능하도록 열을 제품내부에서 분산시키는 것이 주요한 문제가 된다. 특히 휴대용 제품의 경우에 소비자의 손이나 신체부분에 접촉되는 부분에 열이 과다하게 방출되면 소비자의 만족도에 악영향을 미치기 때문에 제품내부에서 열을 분산하는 것이 필요하기 때문에 전달경로에 대한 해석이 필요하다.

본 논문에서는 시판되는 DVD 캠코더 모델의 개선을 위해 유한요소법을 사용하여 열전달경로를 해석하였다. 이를 위해 제품의 FE 모델을 구축하고 내부공간의 전도, 대류, 복사 해석으로 협소한 내부공간에서의 열 전달 경로를 해석하여 가시적으로 형상화하였다. 이를 토대로 주요 부품인 칩이 배치된 PCB 주변 및 기타 원하는 부위에서의 유동 분포 및 표면 온도를 예측 가능하도록 하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 연구 방법

본 논문에서는 간략화된 모델링을 통한 유한요소해석을 실시하여 주요 부위에 대한 온도 해석결과 및 온도 속도장을 분석하고 이를 실제 제품의 측정결과와 비교하였다. 이를 토대로 신뢰성을 확보하고 온도, 속도장 분석 결과를 이용하여 제품의 설계 방향을 제시하고자 한다.

### 2.2 온도 측정 실험

실험 및 시뮬레이션은 시중에서 시판되는 8cm DVD 를 사용하는 캠코더를 사용하였다. 실험은 실제 사용자 사용조건을 가정하여 녹화 및 재생 시간을 설정하였다. 작동 시간대의 주요 부위의 열 변화를 열전대를 이용하여 측정을 실시하였고 그 측정 조건과 결과는 Table.1 과 Fig.1 에 각각 나타나있다.

	내용	비고
녹화시간	20 분	XP Mode
재생시간	20 분	
외부온도	상온(25℃)	

Table.1 측정 조건

녹화 및 재생은 가장 기본적인 XP Mode 를 사용하였다. 측정 부위는 소모전력 및 사용자 만족도를 고려하여 주요 칩, 픽업(pick-up) 및 부요 부품과 사용자 파지부분인 케이스(case) 우측 부분을 선정하여 측정하였다.

Fig.1 에서는 주요 부품의 온도변화에 대한 측정결과를 보여주고 있으며 주요 부품의 칩 온도가 시간이 경과됨에 따라 상승함을 알 수 있다. 또한 사용자 파지부분인 우측 케이스 부분도 사용자가 통감을 느끼기 시작하는 40℃ 부근까지 상승함을 보이고 있다.

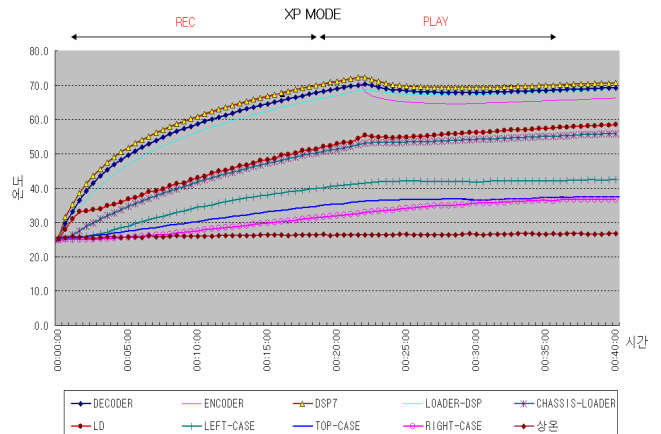


Fig.1 측정 결과

### 2.3 유한요소해석 및 검토

FE 모델링 및 해석수행은 상용 해석프로그램인 Flowtherm™을 이용하여 실행하였다. 해석에 적용된 제품의 CAD data 는 Fig.2 와 같다.

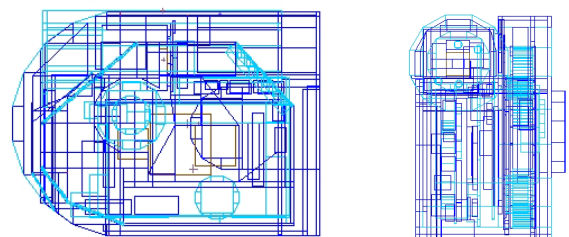


Fig.2 휴대용 전자제품의 CAD 모델

주요부품인 케이스, PCB, 로더(loader), 샤시(chassis), heat-sink 등을 모델링하였다. 각 부품의 열적 물성치는 재질과 색상 등을 고려하여 선정하였고 각 부품 사이의 공간이 협소하기 때문에 대류 및 복사를 주요 열 전달 경로로 판단하여 시뮬레이션을 실시하였다. 주요 부분에서의 시뮬레이션 결과와 실험결과를 Fig.3 와 같이 비교하였다. Fig.3에서 보는 바와 같이 LD(Laser-Diode, Pick-Up 부분) 및 LD 에서 발생된 열이 직접적인 영향을 미치는 loader right 부분을 제외한 다른 부분에서는 측정치와 일치되는 결과를 보이는 것을 알 수 있다. 차이가 발생하는 LD 와 loader light, 2 부분에서의 차이점은 녹화시작전인 대기모드 구간에서 LD 가 항상 작동되어 온도가 가파르게 상승한 결과로 판단된다.

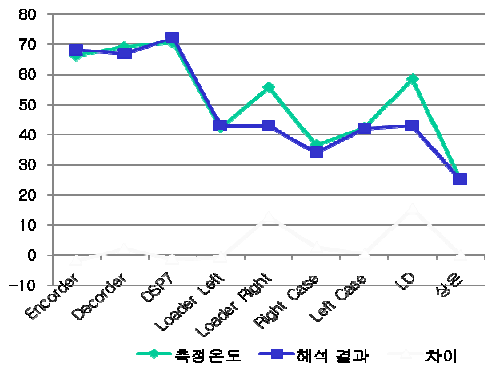
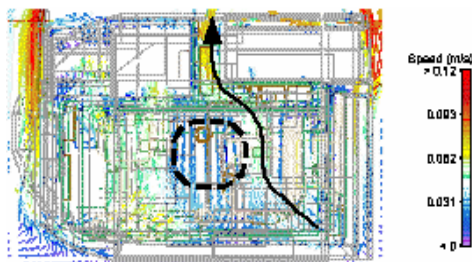


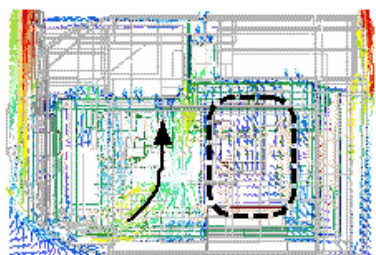
Fig.3 측정값과 해석 값의 비교

### 3. 결과

Fig.4 (a)는 우측 PCB 와 중앙 PCB 사이에서의 속도장 분포이다. 가운데 표시된 main chip 을 사이에 두고 상승기류가 발생하여 상부에서의 온도가 상승함이 예측 가능하다. Fig.4 (b)는 중앙 PCB 와 좌측 PCB 사이에서의 속도장 분포이다. 표시된 소켓(Socket)부분에서는 유동이 적게 일어나서 전도로 대부분의 온도가 전달됨이 예측된다.



(a) 우측 PCB-중앙 PCB 사이 속도장



(b) 좌측 PCB-중앙 PCB 사이 속도장  
Fig.4 내부 속도장 분포

제품 내부의 칩에서 발생된 열이 속도분포에 따라 이동하는 상부가 제품 중앙부에 비해 열 발생량이 적음에도 불구하고 다른 부분보다 온도상승이 크게 일어남을 알 수 있다. 이 경향은 Fig.5 을 통해 확인 할 수 있다.

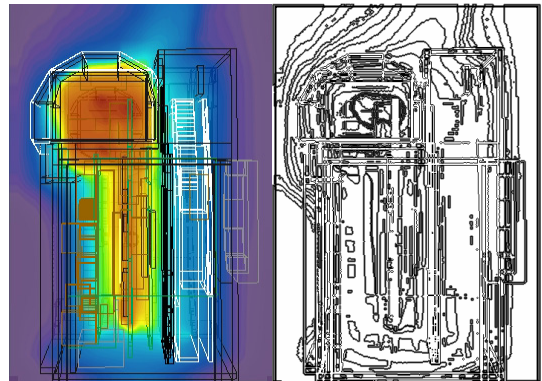


Fig.5 내부 열 분포도

### 4. 결론

본 연구에서는 고도로 집적화된 휴대용 제품 내부에서의 열 전달 경로를 해석할 수 있도록 기존 제품을 통한 실험의 결과와 유한요소 모델을 개발하여 신뢰성을 확보, 검증하였다. 이러한 해석은 휴대용 전자기기의 설계 전 검증을 통한 열적 문제에 대한 사전 검증과 신뢰성 확보에 사례가 될 것으로 판단된다.

### 후기

이 논문은 2007 년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. R11-2007-028-00000-0)

### 참고문헌

1. Yung-Shin Tseng, Hwai-Hui Fu, Bau-Shei Pei, "An optimal parametric design to improve chip cooling", Applied Thermal Engineering, 1823~1831, 2007
2. J.S.Chiang, S.H.Chuang, Y.K.Wu, H.J.Lee, "Numerical simulation of heat transfer in a desktop computer with heat-generating components", International Communication in Heat and mass Transfer 32, 184-191, 2005
3. C-W.WU, R.L.Webb, "Thermal Design of a Desktop Computer System Using CFD Analysis", Seventeenth IEEE SEMI-THERM Symposium
4. Churchill, S.W., and H.H.S Chu "Correlating Equation for Laminar and Turbulance Free Convection from a Vertical Plate" Int.J.Heat Mass Transfer, 18,1323, 1975