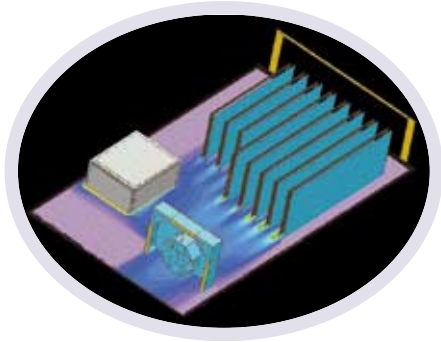


FLOTHERM을
이용한 열해석 ①

FLOTHERM을 이용한 전자통신장비 열해석 기초



이번 호에는 열설계의 중요성, 열설계에 이용되고 있는 CAE 해석 툴들, 그리고 실제로 간단한 통신장비 시스템을 예로 들어 FLOTHERM을 이용한 기초 열해석 방법에 대해 설명하고자 한다.

오늘날 정보통신 기술의 발달과 더불어 통신시스템의 발열 밀도 증가와 고밀도 패키징 기술로 인한 냉각기술의 중요성이 부각되고 있다. 수십 년 전 디지털이란 용어조차 생소했던 그 시대에도 지금 PC의 1/100도 안되는 성능에 공통만한 컴퓨터를 만들면서도 나름대로 발열문제로 고민은 하였을 것이다. 그러나 지금 우리가 사용하는 데스크탑 PC 또는 다른 전자통신장비의 중요 프로세서가 갖는 단위면적 당 발열량과 비교한다면 아마 하늘과 땅 차이라는 표현이 결코 지나치지는 않을 것이다.

그러면 시스템의 발열밀도가 증가된 만큼 시스템 냉각기술도 같은 수준으로 향상되었을까? 필자 생각으로는 단연코 그렇지 않다고 생각한다. 그런 의미에서 향후 발전 가능성이 무궁무진하다고 스스로 위로해 볼 수도 있을 것이다. 지금 이 순간에도 어디선가 과부하로 다운되는 시스템이 있을 것이고, 또 모험심 강한 개인 PC의 CPU 오버클럭킹 매니아들이 조금이라도 성능 향상을 기대하며 밤잠을 설치가며 발열과 씨름하고 있을 것이다.

이 문제들을 해결하기 위해서 결코 피해갈 수 없는 과제가 발열에 따른 냉각 솔루션이다. 필자도 그런 경험이 있기에 이번에 설명할 열해석 강좌가 꼭 특정 전문분야에서 필요로 하는 열설계가 아니라 디지털 시대에 살고 있는 사람이라면 누구나 한 번 정도 관심을 가져 볼 수 있는 내용이라 생각한다.

서두가 너무 길었다. 이번 호에는 열설계의 중요성, 열설계에

이용되고 있는 CAE해석 툴들, 그리고 실제로 간단한 통신장비 시스템을 예로 들어 FLOTHERM을 이용한 기초 열해석 방법을 설명하고자 한다.

전자통신시스템 열설계의 중요성

PC 기술 동향에 관심 있는 독자들이라면 최근 인텔의 펜티엄4 프로세서를 개발하면서 고발열로 인한 냉각문제로 예정된 출시 일정이 지연되었다는 사실을 접한 적이 있을 것이다.(참고로 현재 시판되고 있는 펜티엄4 1.5GHz 프로세서는 소모전력이 55W에 달한다.) 실제로 고성능의 동작클럭이나 다중 기능을 갖는 프로세서를 개발하고 나서 냉각 솔루션을 찾지 못해 출시가 지연 또는 아예 출시되지도 못하고 사장되는 사례가 종종 있었다. 획기적인 냉각 솔루션이 개발되지 않는 이상 앞으로는 이런 사례가 더욱 빈번해질 것이다. 물론 전문적 지식이 없는 일반 고객의 입장에서는 이해하기 힘든 일일 수도 있다.

하지만 더 이상 메인 프로세서의 발열문제가 한 때 슈퍼 컴퓨터에서나 신경 써야 했던 고민거리가 아닌 것만은 엄연한 사실이다. 또한 앞서 언급한 오버클럭킹에 의한 CPU 성능 향상을 목적으로 일반 PC 케이스 내에 방열판과 FAN에 의한 공냉식으로는 부족하여 수냉식 쿨링 시스템까지 설치해 가며 냉각에 신경을 쓰는 모습을 이제는 주변에서 쉽게 볼 수 있다. 이런 예만 보더라도



■ 김 동 수 / 열, 유체분야의 유한요소법(FEM)에 관심이 많으며, 현재 LG전자 차세대통신연구소에 전자통신장비의 열설계 업무를 담당하고 있다.
E-Mail은 ideas2@hanmail.net.

시스템의 발열이 시스템 운영에 따른 신뢰성과 상당한 연관성을 갖고 있으며 이를 해결하기 위한 최적의 냉각 솔루션 개발이 왜 중요한지 공감되어 가는 부분이다.

또 다른 예를 하나 들어보자. 지금은 개인의 필수품이나 다름없는 휴대폰을 장시간 사용하면 여름에는 불쾌감을 느낄 정도의 열이 얼굴로 전달되는 경험을 많이 했을 것이다. 곧 다가 올 꿈의 통신 IMT-2000 환경에서는 기존의 음성에 실시간 영상 기능까지 더해져서 전송량이 훨씬 더 증가할 것이므로 더욱 발열로 인해 스트레스를 받을지도 모른다. 보고자료에 의하면 전자통신 장비에서 다온이 발생하는 요인 중 발열문제가 60% 이상으로 가장 높은 비중을 갖는 것으로 알려져 있다.

또한 우리가 사용하는 휴대폰은 각 지역에 설치된 기지국을 통해야만 통화가 가능한데 기지국 시스템에 일시적으로 통화량이 최대치에 달할 경우 자주 다운되는 현상이 발생한다. 이 또한 최적 냉각솔루션을 적용하지 못한 결과로 인한 피해이다. 더군다나 옥외용 기지국은 한여름의 태양복사 에너지까지 감안하여 냉각용량을 결정해야 한다. 그러므로 사전에 가상실험에 의한 결과 예측과 이에 맞는 냉각 솔루션의 개발은 상당히 중요한 의미를 갖는다.

CAE 해석 전용 툴 소개

이 해석에 이용한 CAE 소프트웨어는 영국의 Flomerics사에서 만든 FLOTHERM이라는 전자통신장비의 열해석 전용 패키지이다. 주로 전문분야에서 활용되는 툴이라 다른 범용 툴에 비해 다소 생소하겠지만 전자통신 분야에 특화되어 개발된 툴인 만큼 기능면에서 상당히 만족스러운 결과를 보여 준다.

FLOTHERM은 전자분야의 모든 생활가전 시스템을 비롯하여 정보통신 분야의 교환시스템 뿐만 아니라 최근 대두되고 있는 IMT-2000관련 시스템, 네트워크 시스템, 전송시스템, 이동통신 시스템, 단말기를 비롯한 수많은 전자통신계열 시스템에서 사용되어 왔다. FLOTHERM은 전자장비에서 발생할 수 있는 유동 및 열 거동을 예측할 수 있으며, 자연대류는 물론 강제대류, 복사열전달을 포함하여 광범위하게 열설계에 적용할 수 있도록 상용화된 해석 툴이다. 또한 항공, 우주분야의 전자장비 열해석에도 유용하게 사용되고 있다.

현재 국, 내외에 이와 유사한 열해석 전용 툴로서는 CFD 해석 코드로 확고한 자리매김을 하고 있는 FLUENT사에서 개발된 ICEPAK과 I-DEAS로 유명한 SDRC사의 ESC, 그리고 STAR CD, STAR COOL 등이 있다. 물론 각 해석 툴의 신뢰성 문제는 여기에서 논할 처지가 아니므로 생략하고, 필요에 따라 각 툴의 특성을 자세히 파악하고, 사용자의 능력에 맞게 사용한다면 큰 문제는 없을 것으로 본다.

필자가 사용하고 있는 FLOTHERM에 대해 좀더 자세히 설명하고자 한다. 이 툴은 유한체적법(FVM) 코드를 기반으로 작성되

었다. 특히 유한체적법으로 유명한 인도태생인 Suhas V. Patankar 교수의 저서를 근거로 하여 설계된 툴로 잘 알려져 있다. 현재 버전은 3.1까지 발표되었으며, 이번 강좌에 이용할 버전도 이에 해당한다.

혹시 열, 유체유동 해석에 관심이 있고 유한요소법(FEM)이나 유한차분법(FDM) 등 수치해석코드를 이용해 열, 유체문제를 접한 적이 있는 독자라면 Suhas V. Patankar교수의 저서 <Numerical Heat Transfer and Fluid Flow>를 참고하여 보기 바란다.

FLOTHERM의 내부 알고리즘을 이해하는데 가장 기본이 되는 내용을 포함하고 있어 조금이나마 도움이 될 것이다. 참고로 필자도 한 때 유한차분법(FDM)으로 유체문제를 접하다가 난관에 부딪혀 우연히 상기 저서에서 명쾌한 해결방법을 찾았던 경험이 있다.

FLOTHERM을 이용한 기초 열설계

본론으로 들어가서 FLOTHERM의 사용환경 구성과 경계조건 설정, 해석 모델링 과정, Heat 로드 설정, 해석실행, 결과출력 등 기초적인 면부터 차근차근 접근하여 보도록 하자. 가능한 한 독자들이 쉽게 이해할 수 있도록 전문용어의 사용은 가급적 자제하도록 하겠다.

FLOTHERM 툴 운용환경

- 하드웨어 시스템 : HP VISUALIZE J7000
- 운용 OS : HP-UX 11.0

HP 이외의 다양한 플랫폼에서 사용할 수 있으며, UNIX 환경뿐만 아니라 윈도우 NT 기반 환경에서 사용할 수 있는 버전도 출시되어 있다.

FLOTHERM 유저 인터페이스

FLOTHERM을 실행시키면 아래와 같은 로고창이 제일 처음 나타난다.



그림 1. FLOTHERM 시작 로고

FLOTHERM은 다중 윈도우 환경을 기본적으로 제공하며 메인 윈도우인 <PROJECT MANAGER>를 비롯하여 다양한 윈도우 창이 나타난다. 각 창에 대해 간단히 설명하면 아래와 같다.

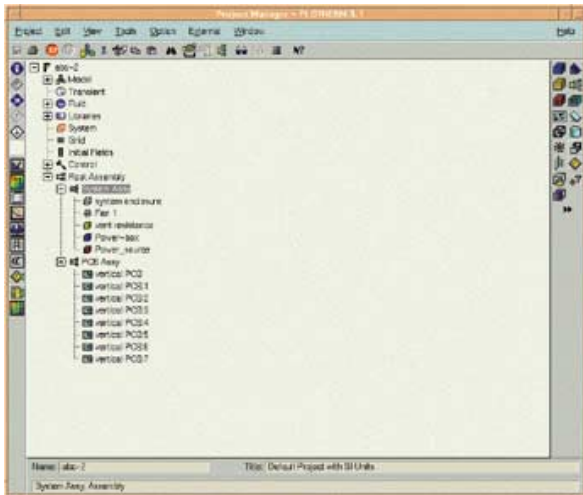


그림 2. PROJECT MANAGER 윈도우

PROJECT MANAGER는 Pre-Processing 과정으로 새로운 프로젝트를 생성하고 트리구조로 되어 있어 해석에 필요한 각 Object를 생성, 삭제할 수 있으며 각각의 Object에 대해 개별적으로 특성 값을 설정할 수 있다.

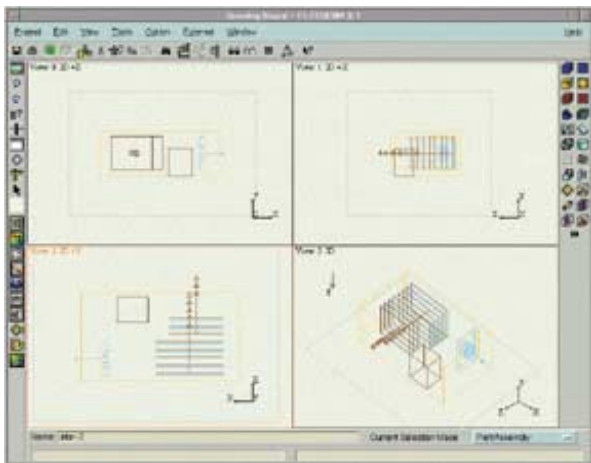


그림 3. DRAWING BOARD 윈도우

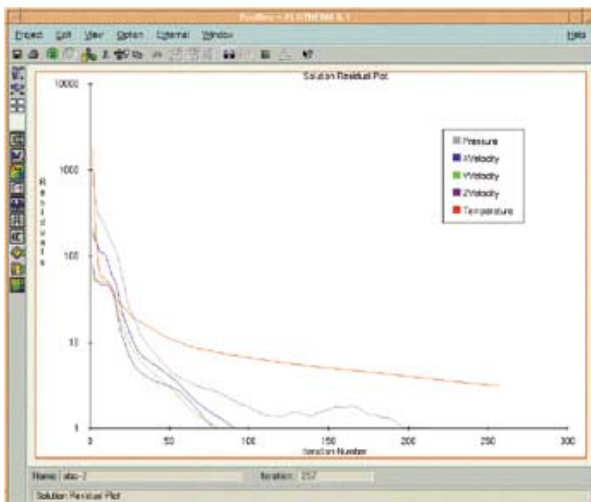


그림 4. PROFILES 윈도우

DRAWING BOARD는 PROJECT MANAGER에서 작성한 각 Object에 대해 다양한 뷰어 상태에서 형상을 직접 관찰할 수 있으며, 삭제, 위치변경, 형상수정, 특성값 설정이 가능하다. 물론 직접 아이콘을 이용하여 Object도 생성할 수 있다.

PROFILES 윈도우는 해석 과정 중 SOLVING 작업에 해당되며 모든 해석 모델링 작업 및 경계조건 설정이 끝난 상태에서 유동 상태, 압력 및 온도해의 수렴 정도를 판단할 수 있다.

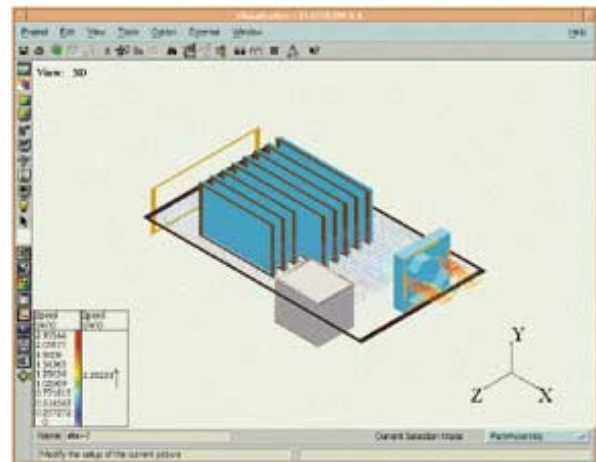


그림 5. VISUALIZATION 윈도우

VISUALIZATION 윈도우는 Post Processing 과정으로 해석 결과를 시각적으로 볼 수 있다. 필요에 따라 다양한 방법으로 온도 분포, 압력분포 및 유동상태를 출력 편집할 수 있다.

Iteration	X	Y	Z	Temperature (deg C)	Velocity	Pressure
1	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
2	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
3	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
4	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
5	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
6	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
7	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
8	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
9	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
10	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
11	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
12	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
13	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
14	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
15	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
16	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
17	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
18	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
19	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
20	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
21	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
22	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
23	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
24	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
25	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
26	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
27	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
28	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
29	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
30	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
31	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
32	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
33	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
34	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
35	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
36	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
37	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
38	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
39	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
40	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
41	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
42	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
43	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
44	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
45	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
46	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
47	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
48	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
49	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01
50	0.00	0.00	0.00	2.520e+01	2.520e+01	2.520e+01

그림 6. TABLES 윈도우

TABLES 윈도우는 해석 모델링 및 입력 데이터, 결과 데이터에 대해 일목요연하게 텍스트 형태로 정리하여 볼 수 있으며, 엑셀이나 기타 프로그램으로 저장, 복사하여 활용할 수 있다.

이 외에도 유체입자의 유동상태를 가시화하여 보여주는 <FLOMOTION>을 비롯하여 외부 3D CAD 툴과 연동하여 좀더 쉽게 모델링할 수 있는 <FLOMCAD> 등 실제 해석 환경에서 유용하게 활용할 수 있는 응용 윈도우 창들이 있다.

초기 변수 설정

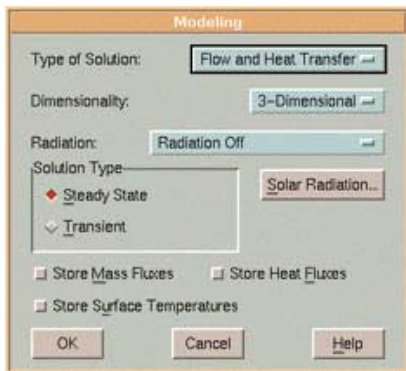


그림 7. 해석 Model 설정

〈그림 7〉은 구하고자 하는 해석 타입과 복사의 영향에 대한 고려 여부, 정상상태 해석, 시간흐름에 따른 변화해석, 유동흐름의 종류(층류, 난류), 중력의 영향에 대한 고려에 대해 결정한다. 실제로 전자장비 내에서 유동조건에 상관없이 공기의 입자는 유체층의 구분없이 움직이는 경향이 강하다. 그러므로 난류유동으로 가정하고 해석한다. 난류유동모델에는 Revised / Automatic Algebraic, Standard / Revised KE모델이 있으므로 필요에 따라 적절한 방법을 선택한다

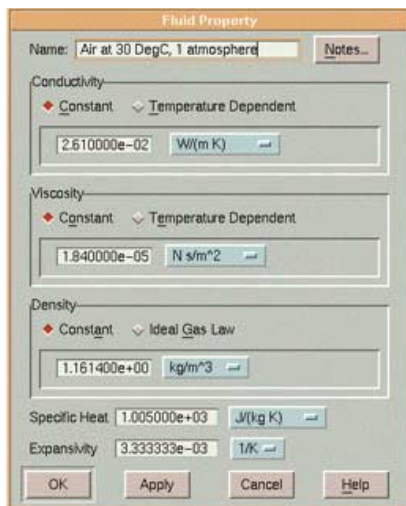


그림 8. 작동유체의 열전달 관련 물성치 설정

〈그림 8〉은 작동유체의 물성치를 설정하는 과정이다. 해석결과에 영향을 줄 수 있는 유체의 종류 및 환경온도, 압력 등을 설정할 수 있다. 해석과정 중에 주변공기온도의 상승으로 공기의 물성치에 변화가 있을 수 있으나 그 영향은 극히 미미하므로 고려하지 않아도 된다. 하지만 자연대류 문제에서는 공기의 밀도변화가 해석에 중요한 영향을 줄 수 있으므로 세밀한 주의가 필요하다.



그림 9. 외기환경온도 및 압력 설정

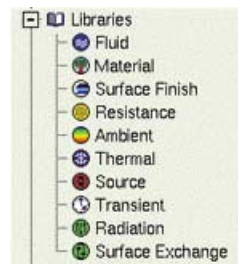


그림 10. LIBRARY의 활용

외기환경 조건 중 온도는 직접적으로 해석결과에 영향을 주는 요소이며, 필요에 따라 저온에서 고온까지 다양하게 설정할 수 있다. 또한 해석 경계영역에서 해석모델의 솔리드 표면과 주변유체 간 열전달에 영향을 줄 수 있는 요소들을 설정할 수 있다. 주변유체의 방향성에 따른 유

속이나, 대류열전달계수의 설정, 복사환경을 고려한 온도 설정, 계이지 압력 등 환경변수의 정확한 입력이 이뤄질 필요가 있다.

LIBRARY 메뉴는 해석 시에 자주 사용하는 유체의 물성치나 금속재질, 표면처리 특성 값, 주변공기 온도의 설정, 유동저항으로 나타낼 수 있는 필터 특성, 열원의 크기 등 해석에서 사용 빈도수가 높은 대다수의 아이템에 대해 사전에 설정해 두고 필요시 적용할 수 있는 유용한 메뉴이다.

해석영역 결정

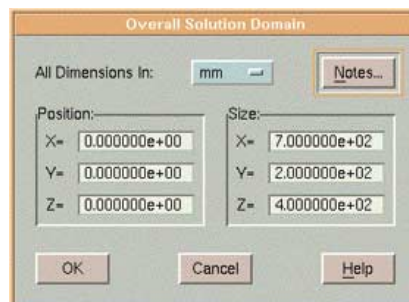


그림 11. 해석 경계영역 설정

〈그림 11〉에서 해석하고자 하는 모델의 전체영역을 설정한다. 열전달의 영향정도에 따라 실제 해석 모델보다 큰 경계영역을 필요로 하는 경우도 있다. 주변부(외기) 공기의 흐름이나 온도에 따라 해석모델의 내부온도에 큰 변화가 생길 수 있으므로 가능하면 충분한 공간을 경계영역으로 설정하도록 한다. 특히 자연대류의 경우에는 반드시 충분한 주변공기의 온도차에 의한 유동이 생성될 수 있도록 보다 큰 경계영역을 설정하여야 한다. 그러나 전자장비의 표면을 통한 열전달이 미미할 경우에는 경제성을 감안하여 무시할 수도 있다. 문제의 상황에 따라 설계자의 합리적인 판단이 요구되는 부분이다.

해석제품 모델링

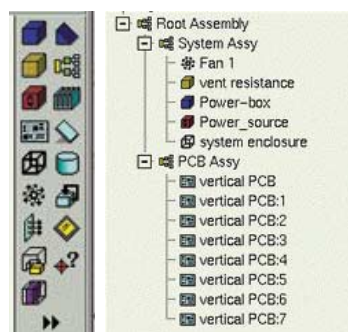


그림 12. 해석모델의 트리구조와 Object

해석단계에서 실제 해석대상이 되는 각 구성부품에 대해 트리 구조로 작성하여 효율적으로 모델링 작업을 할 수 있으며 필요에 따라 관련되는 부품간 그룹핑 작업으로 수정, 삭제가 용이하도록 구성하는 것이 필요하다.

〈그림 12〉의 왼쪽 그림은 제품 모델링을 할 때 직접 선택하여 적용할 수 있는 유용한 Object 모음이다. 전체 모델링 작업의 대부분을 상기 아이콘을 이용하여 배치하고 특성 값을 입력하는 작업을 하게 된다. 해석의 대상이 되는 모델의 외관크기, PCB 형상 설계, PCB에 부착된 Component, FAN을 이용한 강제대류, 열교환 메커니즘, 다양한 형상의 블록, 방열판, 열원(Heat source), Open 면적에 따라 서로 다른 유동저항을 값을 갖는 플레이트 또는 체적 등 모델링 관련 모든 작업이 가능하도록 구성되어 있다.

앞서 설명한 내용을 기초로 하여 간단한 열해석 모델을 작성하여 보자.

결과적으로 최종 조립품은 아래 형상과 같은 모습을 갖게 될 것이다.

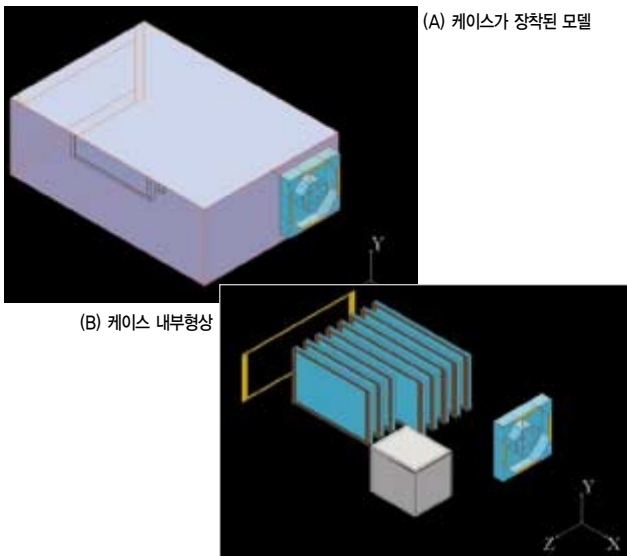


그림 13. 시스템 해석 모델

제품의 구성은 〈표 1〉을 참조하기 바란다.

구 성	SPEC		
시스템부(외부 케이스)	SIZE (H×D×W)	200×400×580(mm)	
	재질	Stainless Steel(두께 : 1.2mm)	
PCB부		A-Type	B-Type
	SIZE (H×L)	150×300(mm)	150×240(mm)
	소모전력	45(W)	30(W)
VENT부(공기흡입구)	SIZE(H×W)	130×350(mm)	
	개구율	50(%)	
FAN 유닛부	SIZE (H×D×W)	30×150×150(mm)	
	FLOW RATE	110 (CFM)	
	STATIC PRESSURE	0.4 (inH2O)	
POWER 유닛부	SIZE (H×D×W)	122×140×114(mm)	
	발열량	24(W)	

표 1. 시스템 부품 구성도

이해를 돕기 위해 모델링은 최대한 단순화된 구조로 작성하였으며 실제 환경에서 운영되는 시스템의 내부구조는 이에 비해 훨씬 복잡한 구조를 갖는다. 다음으로 각 구성품에 대해 FLOTHERM 데이터 입력 방법에 대해 알아보기로 하자.

① 먼저 시스템(외부케이스)는 Enclosure 아이콘 을 선택하여 크기를 결정한다. 케이스 표면으로의 열전달이 중요할 경우 〈모델링 레벨〉 항목을 Thick으로 설정한다. 또한 각 면에 대해 필요한 HOLE을 만들 수 있다. 이 모델에서는 FAN 및 공기유입부에 VENT 설치를 위한 HOLE이 필요하다.

② 다음으로 FAN 아이콘 을 이용하여 적당한 위치에 FAN을 설치하고, 공기흡입부에는 Resistance 아이콘 을 사용하여 개구율 50%의 VENT를 설치한다.

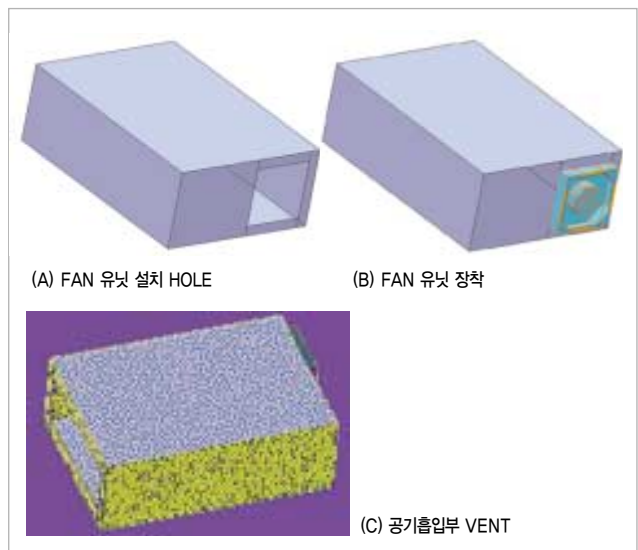


그림 14. 해석모델 생성

〈그림 15〉는 FAN에 관한 상세항목 설정을 나타낸다.



그림 15. FAN 항목 설정

FAN의 형상은 해석 모델의 종류에 따라 단순 FAN 형상이나 상세 FAN 형상을 선택할 수 있으며, FAN의 크기에 비해 상대적으로 해석모델의 크기가 크다. FAN의 수량이 많은 경우에는 단순 FAN 형상인 Rectangular FAN을 사용하여도 해석 결과에는 크

게 영향을 주지 않는다. 또한 상세 FAN을 사용하였을 경우에는 GRID 수가 상당히 늘어나기 때문에 경제성을 고려해서 선택하여야 한다.

FAN에 의한 강제대류 해석에서는 부품의 배치에 따라 유동저항성이 크게 달라질 수 있으므로 가능하면 FAN 제작 업체에서 제공하는 FAN Spec.을 참고로 하여 FAN 특성 값(유동량, 정압)을 정확히 입력할 필요가 있다.

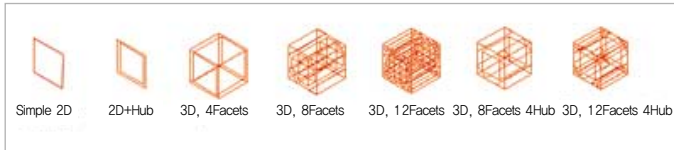


그림 16. FAN 모델링 종류

③ 케이스 내부에 PCB 및 POWER 유닛을 설치한다.

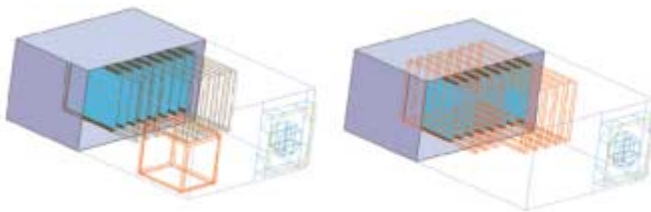


그림 17. PCB / POWER 유닛 설치

PCB 모델링은 해석레벨에 따라 다양하게 적용할 수 있다. PCB가 수십장 장착된 시스템 레벨의 열해석에는 PCB의 개별적인 온도분포 보다는 전체적인 유동상태나 온도경향을 파악하는 경우가 많으므로 PCB를 최대한 단순하게 모델링하는 것이 유리할 수도 있다.

아래는 PCB에 관련된 상세한 입력 데이터를 설정하는 메뉴이다.

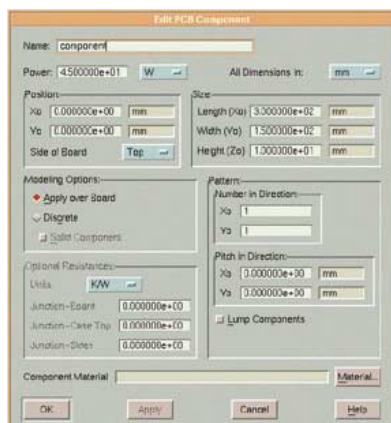


그림 18. PCB 세부 항목 설정

해석자는 PCB 항목 설정 단계에서 필요한 경우 PCB 설계 담당자로부터 실험 또는 계산에 의한 보드 전체 소모전력을 정확히 전달 받아서 입력하여야 한다. 해석의 신뢰성과 관련하여 결과에 가장 큰 영향을 줄 수 있는 항목이다.

④ 각 요소의 모델링 작업이 끝났으면 해석을 위한 전 단계로 GRID 작업이 필요하다. 모든 수치해석 소프트웨어가 그렇듯이 GRID 작업은 해석에 있어 상당히 민감한 부분이다. 불필요하게 많은 GRID를 남용하여 결과를 얻는 동안 중요한 시간을 허비할 수도 있다. 또한 정작 필요한 부분에 상세한 GRID가 요구됨에도 불구하고 Rough하게 나누어 결과의 신뢰성에 의문을 남기는 일이 없도록 주의하여야 한다.

FLOTHERM에서는 GRID를 제어할 수 있는 다양한 방법이 있다. 이 해석에서는 가장 일반적인 방법으로 아래 메뉴를 사용하여 GRID 작업을 하였다.

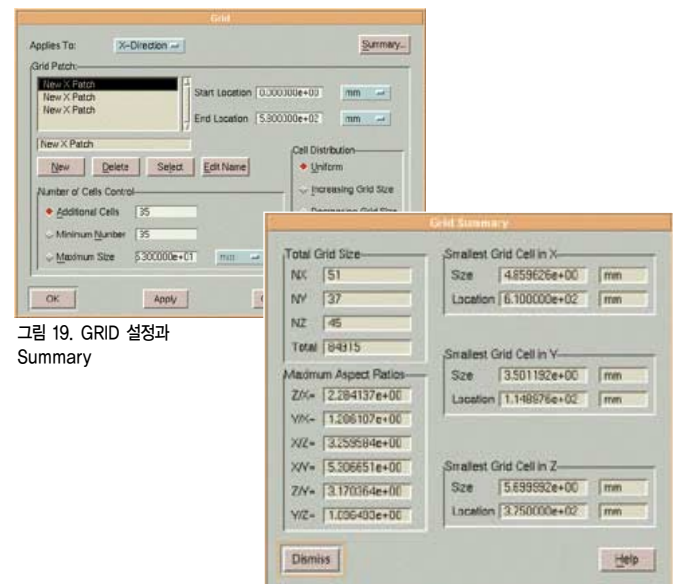


그림 19. GRID 설정과 Summary

그림에서 보면 총 X, Y, Z 방향에 대해 각각 51×37×45개로 총 84915개의 GRID로 구성되어 있다.

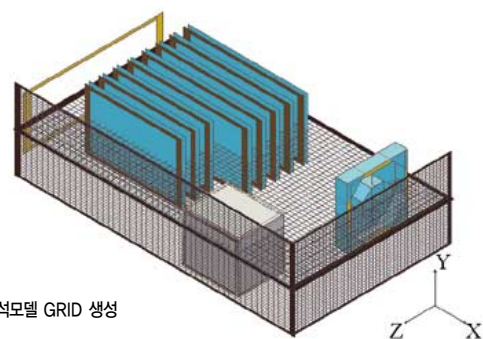



그림 20. 해석모델 GRID 생성

⑤ 모델링 및 GRID 생성 과정이 완료되었으면 전체적으로 부품의 구성 위치나 크기, GRID의 크기에 대해 종합적으로 재검토한 후 SOLVING 단계를 수행한다.

SOLVING 단계 수행

윈도우 상단 메뉴에 SOLVING을 할 수 있는  모양의 아이콘을 클릭한다. 해석을 하기 전에 상기 모델링 과정에서 문제나 에러

가 예상되는 부분에 대해 상세하게 <Message 윈도우>에 표시해 주므로 설계자가 쉽게 잘못된 부분을 수정할 수 있도록 되어 있다.

PROFILES 윈도우는 해석 과정 동안 해의 수렴정도를 실시간으로 관찰할 수 있도록 한다.

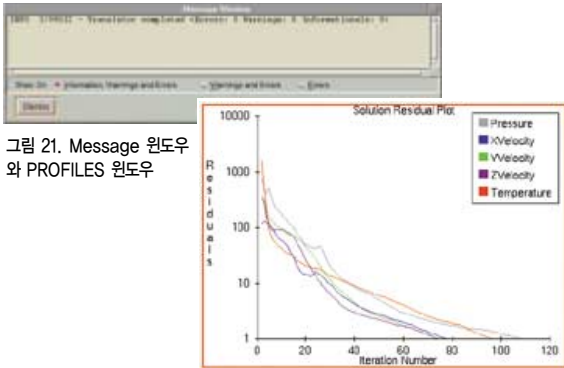



그림 21. Message 윈도우와 PROFILES 윈도우

결과 출력 및 검토

SOLVING 과정이 완료되었으면  아이콘을 눌러 VISUALIZATION 윈도우를 활성화 시킨다.

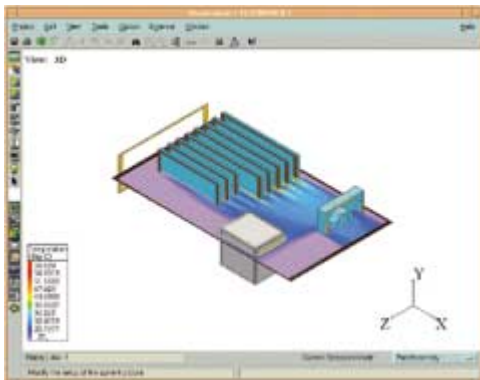


그림 22. VISUALIZATION 윈도우의 온도분포 출력

GRID가 생성된 각 좌표에 대해 임의의 단면에 대한 온도분포나 압력, 속도 등 다양하게 결과를 출력할 수 있다. 또한 온도 값을 알기 원하는 위치에 커서를 이동시키면 각 지점에 대한 온도 값도 나타낼 수 있다. Contour 형태의 출력 이외에도 벡터출력, Stream 출력이 가능할 뿐 아니라 Surface 출력을 통해 해의 일정 값 이상이 분포된 지역만을 별도로 볼 수 있다. 아래는 해석결과에 대해 다양한 방법의 출력 형태를 보여주고 있다.

이상으로 전자통신 시스템의 열해석 방법을 간단한 예를 통해 개략적으로나마 설명하였다.

전체적인 과정을 요약해 보면 아래와 같은 단계로 구분된다.

시스템 환경변수 설정 → 시스템 형상 모델링 → 형상 특성값 및 Heat로드 설정 → GRID 생성 → SOLVING → 결과출력

이와 유사한 타사의 열해석 전용 툴들도 비슷한 방법으로 접근해 나간다면 원하는 결과를 쉽게 얻을 수 있을 것이다.

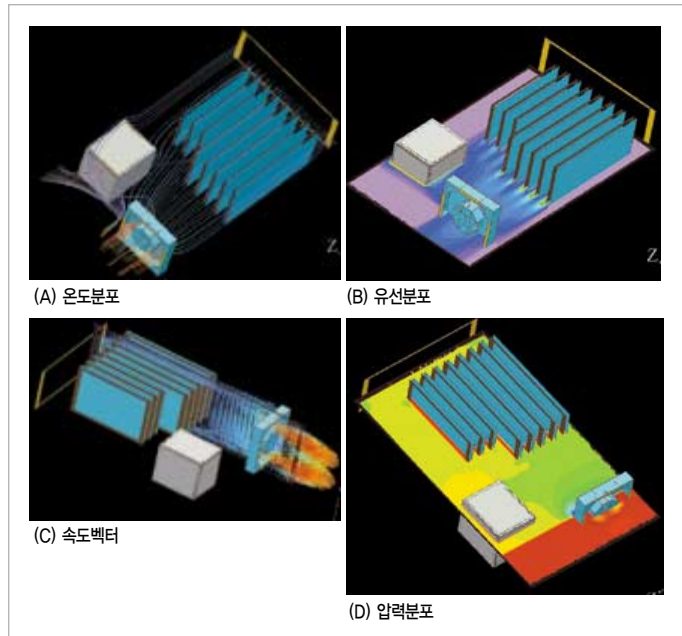


그림 23. 다양한 형태의 출력 결과

맺음말

이 지면을 통해 전자통신 시스템의 열설계를 간단하게나마 FLOTHERM을 이용하여 수치해석적 방법으로 접근하여 보았다. 그러나 실제 시스템은 본 예제에서 다룬 것 보다 훨씬 복잡 다양하고 고려해야 할 인자들도 상당히 많다는 사실을 염두해 두고 이해해 주기 바란다.

특히 열해석 툴을 이용하여 열설계에 대한 완벽한 솔루션을 찾는다는 것은 아직 열, 유체의 물리적 현상에 대한 완벽한 수식체계와 수치해석적 코드가 확립되지 않은 상태에서 힘들고 어려운 일임에 틀림이 없다. 그러나 처음부터 무리한 솔루션을 찾기보다는 수많은 시행착오 과정을 통해 실제 현상에 대한 결과와 해석결과간의 오차를 줄여나가는 방법으로 접근한다면 상당부분 해결할 수 있는 문제이기도 하다. 먼저 정확한 열설계에 대한 예측을 위해서는 어느 정도 해석시 필요한 입력 데이터의 신뢰성 확보가 우선되어야 하며, 또한 해석자의 장기간 열설계 경험에 의한 노하우도 중요한 결과 예측의 판단 기준이 되기도 한다. 필요하다면 검증 차원에서 실험을 통한 비교 과정을 거쳐 충분히 고객이 신뢰할 만한 정도의 결과를 도출해 내는 것이 해석자의 기본적 자질이라고 생각한다.

열해석 과정은 제품 개발단계에서 단지 문제의 현상 파악에 대한 검토를 위해 진행되어야 하는 형식적 과정이 아니라 실제 고객이 원하는 시스템의 안정성을 최대한 보장할 수 있는 최적의 설계조건을 찾아내고 이를 적용할 수 있는 근거자료로서의 가치를 갖도록 하는 것이 중요하다고 본다.