

함정 탑재용 캐비닛 장비의 방열설계에 관한 연구

김병준⁺·박정훈¹·정배균¹·이봉기²

A Study on Thermal Design for Cabinet Equipment on Shipboard

Byung-Jun Kim⁺, Jeong-Hoon Park¹ · Bae-Kyun Jung¹ · Bong-Ki Lee²

함정에 탑재되는 캐비닛 장비는 한정된 공간에서 운용되는 환경 조건 때문에 장비 외부로의 방열이 제한적이다. 또한 소음의 저감 목적으로 인해 장비는 밀폐구조로 설계 된다. 전자부의 안정성을 확보하기 위하여 장비 내부의 열교환기와 팬에 의한 강제대류를 통해 온도를 낮춘다. 본 연구에서는 함정용 캐비닛 장비의 열적 안정성을 확보하기 위한 열해석을 수행하여 요구되는 열교환기의 유효율 및 외부 환경조건에 대해 분석하였다. 장비의 형상 모델은 그림1과 같고 발열량 및 허용온도 조건은 표1에 정리하였다.

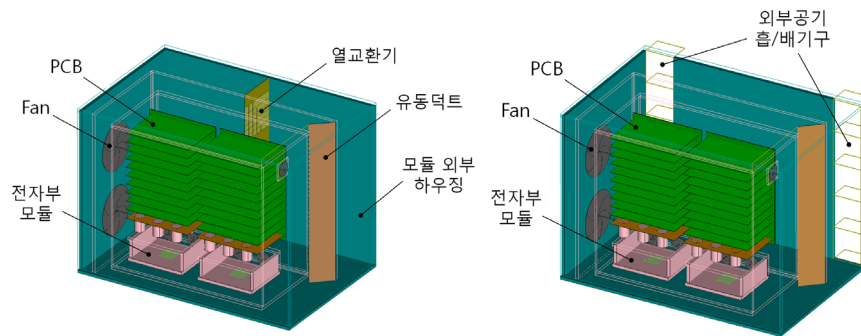


Figure 1: Cabinet FE Model

Table 1: Equipment Total Heat Source

구분	단위 발열량[W]	수량	발열량 합계[W]	허용온도[℃]
PCB(1)	25W	16	400W	85℃
PCB(2)	12W	4	48W	85℃
전자모듈	30W	2	60W	95℃

캐비닛 장비는 열교환기를 이용한 냉각방식, 외기를 이용한 냉각방식의 두 가지 모델을 모사하여 해석하였다. 발열원은 크게 PCB와 그 하단의 전자모듈로 이루어지며 모듈 내부의 충분한 공기 유동을 위해 각 요소에 팬을 적용하였다. 열교환기를 이용하는 모델에서는 내부 공기의 순환을 통해 공기의 온도를 낮추고, 외기를 이용한 모델에서는 내부의 가열된 공기를 배출시키고 외기를 들여보내 냉각이 이루어진다.

열교환기를 이용한 모델의 해석은 가장 가혹한 운용조건인 50℃의 외기온도 조건에서 24℃의 냉각수 온도를 적용하여 세 가지 조건의 열교환기 유효율(Effectiveness)에 따른 전자모듈의 온도를 파악하였다. 외기를 이용한 냉각 방식에서는 20 ~ 50℃ 외기조건에서의 Transient 해석을 통해 0 ~ 1800s에서의 전자모듈의 생존성을 파악하였다.

열교환기를 이용한 모델의 해석 수행 결과 먼저 유효율이 0.232인 경우 정상상태에서 PCB의 최고 온도가 94.1℃로 허용온도를 초과하였고, 두 번째 조건인 유효율 0.380인 경우에도 87.8℃로 조건을 충족시키지 못하였다. 세 번째 조건인 0.656의 경우에는 81.4℃로 허용온도 대비 4.2%의 마진을 얻을 수 있었고, 하부 전자모듈의 온도는 44.5℃로 허용온도에 크게 미치지 못했다. PCB의 온도를 85℃ 이하로 낮추기 위해 요구되는 열교환기의 유효율은 계산 결과 0.494 이상이어야 함을 도출할 수 있었다.

외기를 이용한 모델에서는 각 시간에서의 온도변위를 파악한 결과 외기온도 20℃, 30℃인 경우에는 1800s에서 PCB의 온도가 각각 67.3℃, 77.1℃로 허용온도 이하의 조건을 만족하였다. 반면 외기온도 50℃에서는 1800s에서 97.2℃로 허용온도를 14% 초과하였고, 273s 시점에서 허용온도 85℃를 넘는 것을 확인하였다. 1800s에서 전자모듈의 생존을 위해서는 외기온도가 37.8℃ 이하여야 함을 계산결과 도출할 수 있었다.

+ 김병준(LIG넥스원 기계연구센터), E-mail: byungjun.kim@lignex1.com, Tel: 031)8026-4888

1 LIG넥스원

2 국방과학연구소