

항공기용 레이다 내부 연결구조물 영향에 대한 동적구조해석

Dynamic Structural Analysis for effects of Connect Structure in the Aircraft Radar

*김기승¹, 안선규¹, 권민상², 김기완²

*K.S.Kim¹, S.K.Ahn¹, M.S.Kwon², K.W.Kim²

¹LIG 넥스원 기계연구센터, ²국방과학연구소

Key words :Finite Element Method, Radar, Random Vibration, Structural Analysis

1. 서론

일반적으로 군용 항공기는 전방에 타 항공기의 탐지 및 지상 장비의 탐지를 목적으로 다양한 레이다를 탑재하게 된다. 이러한 레이다는 탐지 거리 및 성능에 따라 높은 정밀성이 요구된다.

그러나 진동과 충격으로 대표되는 항공기 운용 시 발생하는 외란은 이러한 레이다의 구조 및 전자, 전기적 성능저하를 초래하게 된다.

본 논문에서 고려되는 RF 레이다가 탑재되는 항공기는 제트기로서 15~2000 Hz 주파수 대역의 다양한 무작위 진동(Random Vibration)이 항공기 전체에 영향을 주게 되며, 레이다와 같은 RF 처리 장비들은 이러한 진동조건에 더욱 민감하게 반응을 하게 된다.

특히, TR (Transmit and Receive) Module 을 사용하는 레이다의 경우에는 각 TRU (Transmit and Receive Unit) 사이의 거리가 매우 조밀하며, TRU 내부가 진동에 의해서 매우 취약한 구조물이므로 반드시 진동의 특성을 확인하고 넘어가야 한다.

그러나 레이다 내부에 사용되는 TRU 의 숫자는 매우 많기 때문에 내부에 가속도계로 대표되는 진동센서를 부착하기에 많은 어려움이 있다.

특히 TRU 의 경우에는 일부 영역이 볼트로 대표되는 체결류 보다는 RF Connector 만으로 연결 되어 있으므로 그것들의 강성 및 구속 자유도에 대한 영향을 무시할 수 없다.

2. 장비 구조 및 유한요소해석 모델

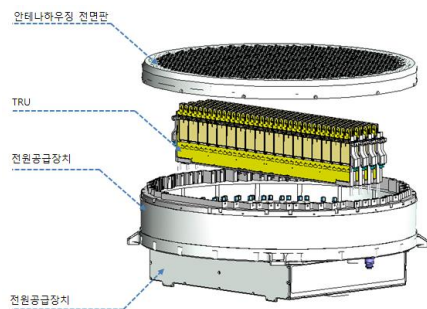


Fig. 1 TR Module Radar Figure (3D Modeling)

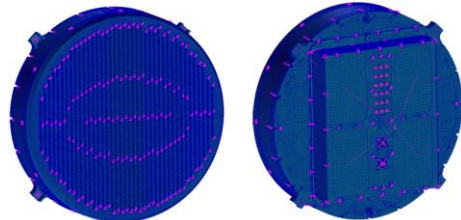


Fig. 2 Finite Element Model of TR Module Radar

본 논문에서 구조해석을 수행하는 레이다의 구조는 크게 하우징 조립체, TRU, 전원공급장치로 나누어지며, 그에 대한 형상은 Fig 1. 에 나타내었다.

하우징조립체 내부에는 RF 의 송수신기 역할을 하는 모듈인 TRU 가 장착되며, 전원공급장치는 하우징조립체 하부에 장착되어진다.

특히 TRU 는 하우징조립체에 연결될 때 하우징 전면판과는 볼트로 조립되어지며, 하우징프레임과는 냉각수의 유입을 위한 냉각포트 및 RF Connector 에 의해서 고정된다.

하우징조립체 및 TRU 전원공급장치는

매우 복잡한 구조물이지만, 각 구조물의 형상에 의해서 TRU 가 영향을 받는다는 판단으로 유한요소 모델링 구축 시에는 Solid (HEX8, TET10) 요소를 이용하여 모델링하였다.

냉각 포트 및 RF Connector 의 경우에는 각 연결 구조물의 형상 및 재질을 고려하여 RBE (Rigid Body Element) 및 Beam Elements 를 이용하여 모델링하였다. 각 포트 및 Connector 에서 RBE 요소를 사용한 이유는 포트 및 Connector 요소는 일반적인 체결요소와는 달리 체결 방식에 따라서 자유도를 가지게 하기 때문이다.

유한요소해석 모델은 Fig 2. 에 나타내었다.

3. 유한요소해석 및 해석 Correlation

최초 유한요소해석 결과와 시험 결과는 Fig 3. 과 같다. 두 개의 그래프를 보면 매우 상이한 형태를 가지고 있음을 확인할 수 있다. 이러한 해석 결과와 시험 결과를 토대로 Correlation 을 수행하였다.

Correlation 을 수행하기 위하여 주요 해석 Factor 를 Table 1. 에 그에 따른 해석 케이스 는 Table 2. 에 나타내었다.

해석 결과를 검토해 본 결과 케이스 5 의 경우가 시험과 가장 근접한 결과를 보이고 있다. 케이스 5 와 여타 케이스 간의 가장 큰 차이는 RF Connector 의 강성 전달 자유도에 차이가 있다. 다른 case 에서는 Connector 의 자유도를 Ty, Tz, Ry, Rz 에 대해서 구속하였으나. Case 5 에서는 Ty, Tz 에 대해서만 자유도를 구속하였다.

이는 실제적으로 Connector 의 거동을 확인해 본 결과 모든 회전 자유도에서는 움직임을 보였으며, Ty 와 Tz 에 대해서만 거동에 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

이와 같은 현상에 대해서 유한요소해석 모델링에 반영한 후 해석 결과와 시험 결과를 비교한 데이터를 Fig 4. 에 나타내었다.

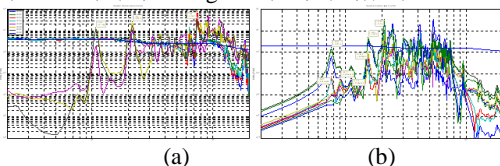


Fig. 4 Test Results (a) and 1st Analysis Results (b)

Table 1 Correlation factors of TR module Radar

Correlation 요소	선정 이유
안테나 전면판 두께	TRM 전면 강성 조정
TRM-부배열보드 간 커넥터 자유도	TRM 과 커넥터 간의 강성 전달 조정
부배열보드 두께	TRM 강성 조정

Table 2 Cases of Correlation

	인자 1	인자 2	인자 3
case1	2 mm	Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz	6 mm
case2	3 mm	Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz	6 mm
case3	3 mm	Ty, Tz, Ry, Rz	6 mm
case4	3 mm	Ty, Tz, Ry, Rz	8 mm
case5	3 mm	Ty, Tz	8 mm

* Tx, Ty, Tz : 각 축의 병진 자유도

* Rx, Ry, Rz : 각 축의 회전 자유도

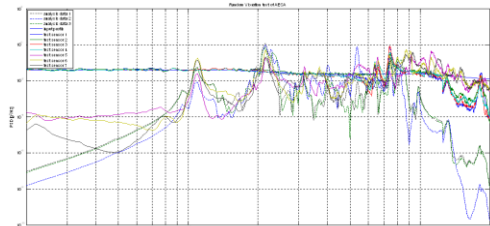


Fig. 4 Results of Finite Element Analysis

4. 결론

TR Module 을 사용한 항공기용 레이더에서 TRU 는 일반적인 볼트 체결류보다는 냉각포트 혹은 RF Connector 에 의해서 고정되는 경향을 보이고 있다.

냉각포트와 RF Connector 는 강건한 체결류들에 의해서 고정되어 있는 구조물일 경우에는 큰 영향을 미치지 않으나, 본 논문에서 논의되어진 레이더의 경우에는 체결류가 큰 체결력을 가지고 있지 않기 강성적인 측면에서 큰 영향을 가지게 된다.

본 논문에서는 이러한 영향을 해석 결과와 시험 결과 간의 Correlation 과정에서 확인하였고 실제적으로 해석에 적용하여 구조적인 영향성을 확인하였다.

참고문헌

1. MIL-STD-810G (2008)