

# 전투기용 AESA 레이더 시험/검증을 위한 절차 및 방법에 대한 고찰

\*이광병, 전재범, 최선열  
한화시스템

e-mail : justin.lkb@hanwha.com, jb.jeon@hanwha.com, sunyoul36@hanwha.com

## Consideration on a Procedure and Method to Verify Performance of Combat AESA Radar

\*Kwang-Byeeng LEE, Jae-Beom JEON, Sun-Youl CHOI  
Hanwha Systems Co., Ltd., Korea

### Abstract

To verify performance of AESA Radar, A basic Procedure and Method are researched in this paper. The basic Concept is based on surround environment of a radar. The AESA radar communicated with avionics system transmits and receives an electric wave in a combat. Those are have to test in many phases. Each phase should be followed defense engineering process.

### I. 서론

수백 또는 수천 개의 작은 안테나모듈로 구성되어 전자적 제어를 통해 운용되는 전투기용 AESA(Active Electronically scanned array, 능동 전자주사식 위상배열) 레이더는 기존의 기계식 레이더들과 다른 많은 특징들을 가지게 된다. 전자적 빔조향에 의한 동시추적 성능 증가, 탐지거리 증가, 다양한 종류의 빔형성 및 운용지원, 빠른 처리속도 등 다양한 성능에서 혁신을 이루었다고 해도 과언이 아닐 것이다.

전투기용 레이더의 이러한 획기적인 성능향상과 발전에 따라 레이더 개발 및 성능에 대한 검증과 시험을

위해서도 많은 추가적인 고려를 필요로 하게 되었다. 이전의 기계식 전투기용 레이더를 개발할 때에도 장치 레벨 검증 및 시험, 지상시험, 시험비행기 시험, 전투기 장착시험 등 다양한 검증 및 시험들을 수행해 왔었다. 그러나 전투기에 새로운 차원의 다양한 기능과 성능을 지원하는 AESA 레이더가 적용되면서 이를 검증하고 시험하기 위해서도 강화되고 변화된 시험방안을 필요로 하게 되었다. 본 논문에서는 전투기용 AESA 레이더 개발에 있어 어떻게 획기적으로 향상된 성능의 레이더를 개발 시 실제운용환경과 유사하고 정확하게 시험 및 검증을 수행 할 것인가에 대해 고찰하고자 한다. 아울러, 우리나라의 개발환경에서 좀더 효율적인 미래 시험방안에 대해서도 의견을 제시하고자 한다.

### II. 본론

#### 2.1 AESA 레이더 검증 및 시험 개념

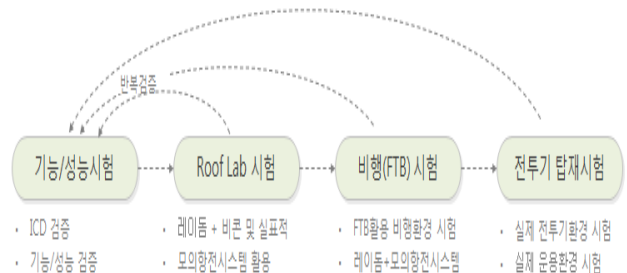


그림 1. AESA 레이더 검증 절차

전투기용 AESA 레이더를 검증하기 위한 절차는 크게 4가지 단계 정도로 나눌 수 있다. 각각의 단계는 반드시 순차적이지 않으며, 병행하여 운영되기도 한다.

시험의 첫 번째 단계로 AESA 레이더를 구성하는 각각의 구성품은 해당 장치와 연동되는 부분들을 모사하는 시험장비를 통하여 자체 시험 및 검증을 수행하게 된다. 이후 전체 구성품들은 통합되어 레이더 단위의 기능 및 성능에 대한 시험이 이루어지게 된다. 본 단계에서 AESA 레이더는 전투기의 항전장비를 모사하는 장비와 실제 운용환경(표적정보, 클러터 및 제밍 환경 등)을 모사하는 환경모의시험장비에 의해 실험실 환경에서 가상으로 시험 및 검증이 이루어지게 된다.

실험실 레벨의 시험 및 검증이 완료되면 두 번째 단계로 지상에 구축된 루프랩(Roof-Lab)환경에서 시험이 이루어지게 된다. 루프랩은 비행시험 전 지상에서 비행환경과 유사한 시험 및 검증을 수행 할 수 있는 수 있도록 지상 및 비행표적에 대한 시험이 용이한 위치에 레이돔, 항전모의기 등 비행환경과 유사한 시험환경을 구축해 놓은 시설을 말한다. 개발 시 루프랩 시설은 비행시험 전 다양한 시험들을 지상에서 간편하고 경제적으로 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

다음 단계로 실제 전투기에 장착하여 시험하기 전에 실제운용환경과 유사한 비행환경에서의 시험하기 위하여 시험항공기(Flight Test Bed)를 활용하는 비행 단계이다. 시험항공기는 개발하고 있는 레이더를 실제 운용될 전투기의 환경처럼 시험할 수 있도록 실제 사용될 전투기용 레이돔을 장착하고 실제와 동일한 비행 환경에서 운용시험을 수행하게 된다. 또한 시험 중 운용상태 모니터링, 시험정보 저장 등 다양한 시험환경과 편의를 제공한다. 이 시험은 Roof Lab에서 한 단계 나아가 환경정보를 모의하는 것이 아닌 실제 비행환경에서의 레이더 성능을 검증할 수 있도록 해준다.

이상의 과정들을 수행한 후 마지막 단계로 실제 레이더가 장착되어 운용 될 전투기에 AESA 레이더를 탑재하여 시험을 진행하게 된다. 실제 전투기 장착시험 시에는 지상에서 대상전투기와의 통신 및 자체성능 검증을 통해 레이더 상태를 확인 후, 비행시험을 통해 전투기의 운용모드에 따른 레이더의 성능을 시험 및 검증하게 된다.

일반적으로 각 단계 별로 시험 중 수집된 시험데이터나 결과들은 별도의 저장기능 및 저장장치를 통해 저장되게 되며, 시험 후 이러한 시험데이터들은 다른 단계의 시험이나 분석장치 들을 통해 재현되거나 분석되게 된다.

## 2.2 단계별 시험 구현 방안

### 기능/성능시험 (시험실)



그림 2. 모의시험장비에 의한 시험 방안

전투기용 AESA 레이더를 시험하는 단계 중 가장 기본이 되는 시험단계로 ‘기능/성능시험’이 있다. 이 단계에서는 AESA 레이더의 구성품과 통합된 AESA 레이더를 각각의 상황에 맞게 제작된 모의시험장비를 통해 기능 및 성능에 대한 검증이 이루어지게 된다. 일반적으로 비행시험이나 전투기 탑재 시험은 비용이 많이 소요되기 때문에 비행시험 또는 실제전투기를 통해 획득된 시험정보 및 시험결과를 DB(Data Base)형태로 저장하여 지상의 시험장비 또는 시설에 의해 많은 분석과 시험을 수행하게 된다.

AESA 레이더의 구성품단위를 검증하기 위한 환경 모의시험의 목적은 상호연동특성 확인/검증, 운용환경 모의, 항전환경모의 등으로 나뉘게 된다. 우선 상호연동특성 확인/검증에서는 AESA 레이더를 구성하는 구성품(안테나, 송수신장치, 레이더처리장치, 전원공급장치 등) 간의 인터페이스(ICD)를 확인하게 되며, 각각의 장치에서 수신하고 송신하는 신호들을 확인하고, 그 신호들을 각각의 장치들이 기능별로 처리하고 활용하는지 확인하게 된다. 운용환경모의에서는 표적환경, 제밍환경, 클러터와 노이즈 환경, 항전체계요동 환경 등과 같은 다양한 운용환경을 가능한 실제와 가깝게 모사하도록 하여 실제 전투기에 탑재되었을 때 오차를 최소화 할 수 있도록 한다. 다음으로 레이더가 장착되는 전투기의 항전체계를 모의하는 항전환경모의기능에서는 전투기의 구성품인 레이더를 컨트롤하기 위해 전투기에서 제공되는 각종 제어신호 및 정보(자세정보, 항법정보 등)를 모사해 주게 된다. 이러한 항전환경모의시험을 통해 실제 전투기 장착환경에서의 기능 및 성능을 사전에 시험/검증할 수 있게 된다.

### Roof Lab 시험



그림 3. Roof-Lab시험 방안

다음단계로 수행되는 루프랩시험은 일반적으로 번거롭고 비용이 많이 드는 비행시험과 달리 저렴하고 효율적이며, 다양한 시험환경을 제공한다. 지상 및 비행 표적에 대한 시험이 용이한 위치에 구축된 시험환경을 통해 만족할 만한 수준의 지상 및 비행 표적에 대한 탐지/추적시험을 가능하게 한다. 다양한 레이돔 적용, 다양한 공중/지상표적 시험, 항전모의기를 통한 비행환경 구현/재현 등의 시험이 가능하다. 개발 시 루프랩을 활용한 시험은 비행시험 또는 실제전투기 탑재시험에 비해 정확한 시험환경을 확보할 수 없으나 저비용으로 간편하게 효율적인 시험을 수행할 수 있어 많은 전투기용 레이더 개발사들에서 가장 많이 활용되고 있는 방법이다. 모의시험장비에 의한 첫 번째 시험단계에서는 AESA 레이더 및 구성품의 연동환경을 모의시험장비를 통해 구현하여 시험/검증했지만, 루프랩시험에서는 항전체계를 제외한 외부환경을 비콘을 활용하거나 지상이동 표적, 이동표적, 조우표적 등 실제 환경을 이용해 검증할 수 있게 된다.



그림 3. 비행시험 시험 방안

시험비행기를 활용한 비행시험단계에서는 실제 전투기 탑재시험 전에 전투기의 운용환경과 유사한 환경을 제공하도록 개조된 시험항공기(FTB)를 활용하여 시험을 하게 된다. FTB를 통해 모의환경이 아닌 전투기 운용환경과 거의 유사한 실제 환경에서 레이더의 기능과 성능을 시험할 수 있게 된다. 특히 레이더를 개발함에 있어 클러터 및 노이즈를 제거하여 표적 신호를 얻는 것이 중요한데 실제 상황의 클러터신호를 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 노이즈, 비행 환경에 따른 손실 등 실제와 거의 동일한 비행환경에서 시험이 가능하며, SAR(Synthetic Aperture Radar) 영상까지 시험이 가능하다. 그러나 이러한 비행시험을 위해서는 고가의 시험장비와 비용을 필요하며, 기상상황 등 다양한 요인에 의해 시험에 한계가 있어 손쉽게 시험을 할 수 없는 단점을 가지고 있다. 이러한 이유로 대부분의 비행시험에서는 시험 중 시험관련 데이터를 별도의 저장장치를 통해 저장하여 시험 후 해당 시험결과를 재현, 분석할 수 있도록 하는 기능을 지원하고 있다.



그림 3. 실운용 전투기를 통한 시험 방안

마지막 시험단계로 실제 전투기에 탑재하여 검증을 하게 된다. 비행시험 단계까지는 항전체계를 모의하여 시험하였지만, 이 단계에서는 실제 전투기에 탑재되어 모의장치 없이 모든 시험이 실제 전투기 운용환경에서 시험 및 검증을 수행하게 된다. 물론 이 단계에서도 비행시험결과는 별도의 저장장치에 저장되게 된다.

### III. 결론 및 향후 연구 방향

기존의 기계식 레이더에 대비 다양한 기능과 월등한 성능을 보유한 전투기용 AESA 레이더를 시험/검증하기 위해서는 기존의 방식과 구별되는 발전된 형태의 시험/검증방법과 시설을 필요로 한다. 그러나, 우리나라는 현재 전투기용 AESA 개발 선진국들과 달리 풍부한 경험, 기술, 시설들을 보유하고 있지 못하다. 이러한 환경 하에서 성공적인 전투기용 AESA 레이더 개발을 위해 효율적이고 신속히 확보 가능한 시험기술 및 시설에 대한 적극적인 확보노력이 요구된다. 특히 환경모의기 및 루프랩을 활용한 시험/검증방법의 적극적인 활용을 통해 상대적 저비용으로 높은 시험효과를 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- [1] 항공우주산업, T-50 항공기 개발 경험으로 쓴 실전 비행시험 계측, 청문각, 2008.
- [2] Robert E. McShea, Test and Evaluation of Aircraft Avionics and Weapon Systems, SciTECH PUBLISHING, 2014.
- [3] George W. Stimson, STIMSON's Introduction to Airborne Radar, SciTECH PUBLISHING, 2014.
- [4] Richards Scheer Holm, PRINCIPLES OF MODERN RADAR: BASIC PRINCIPLES, SciTECH, 2010.
- [5] Zahir M. Hussain, Digital Signal Processing, Springer, 2011.