

해성 I 의 공기흡입식 엔진 성능 검증을 위한 지상시험평가

정재원* · 김종진* · 박상우* · 김상용* · 김무곤** · 김태훈***

The Ground Test and Evaluation to Verify Engine Performance of Sea-Star I

Jaewon Jung* · Jongjin Kim** · Sangwoo Park** · Sangyong Kim** · Moogon Kim*** · Taehoon Kim****

ABSTRACT

The Air-breathing engine like Sea-Star I is a second propulsive force generator to fly to the target after the booster generating initial propulsive force is separated. The performance of Sea-Star I engine should be verified because the cruise missile controls direction and altitude during flight, so ground engine test is executed before flight test. This these presents evaluation method of ground engine test to verify performance of Sea-Star I's engine.

초 록

해성 I 에 사용되는 공기흡입식 엔진은 초기 발사추력을 제공하는 부스터가 분리된 후 목표물까지 비행할 수 있는 2차 추진기관이다. 유도탄이 비행을 하는 동안 이동방향 및 고도를 원하는 대로 제어 하기 위해서는 체계종합에서의 엔진 성능 검증이 필수적이며, 이를 위해 비행시험 전 지상에서 유도탄 체계의 엔진시동시험을 수행하여야 한다. 본 논문은 해성 I 에 사용되는 공기흡입식 엔진의 성능검증을 위한 지상 시험, 평가 방법을 제시한다.

Key Words: Air-Breathing Engine(공기흡입식 엔진), Sea-Star I (해성), Cruise Missile(순항유도무기)

1. 서 론

최근의 전장 환경을 고려하면 원거리 목표물 타격이 주 임무인 순항유도무기 개발이 매우 중요하다. 일반적으로 순항유도무기의 추력원은 2

가지로 구성된다. 발사 초기 일정 고도까지 상승 시키기 위한 1차 추력을 제공하는 부스터와 순항을 위한 2차 추력을 제공하는 엔진이 그것이다.[1] 이 중 엔진은 유도무기의 속도 및 사거리 에 직접적인 영향을 미치므로 비행시험 전 지상에서의 종합적인 성능 검증이 필수적이다.

본 연구에서는 공기흡입식 엔진을 운용하기 위한 해성 I 의 체계 구성과 엔진의 지상시험 절차 및 평가 방법을 제시하였다.

* LIG넥스원 연구개발본부 PGM연구센터

** LIG넥스원 생산본부 구미연구소

*** 국방과학연구소

연락처, E-mail: goldjin@lignex1.com

2. 순항유도무기 구성 및 엔진 제어 방식

일반적으로 순항유도무기는 Fig. 1의 같이 표적을 포착 및 추적하는 탐색기, 자세 및 위치정보 인식을 위한 항법장치, 유도 및 조종 알고리즘을 수행하는 유도조종장치, 엔진을 제어하는 엔진제어기, 미익구동기를 제어하는 구동제어기, 추력을 발생시키는 부스터와 엔진으로 구성된다.

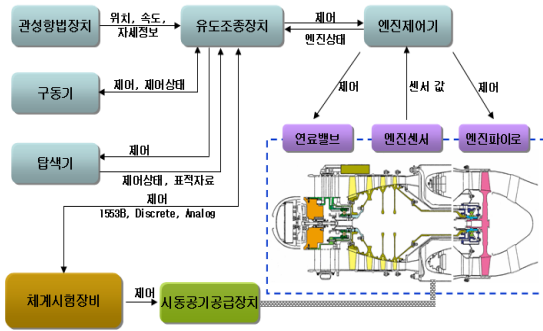


Fig. 1 Sea-Star I system block diagram

본 논문의 주제인 엔진시동과 관련된 구성품은 유도조종장치, 엔진제어기 및 엔진이다. 체계 운용 중 엔진의 추력을 제어하기 위해 유도조종장치는 PLA(Power Lever Angle) 값을 엔진제어기에 1553B통신을 통하여 인가한다. PLA 값을 받은 엔진제어기는 가속 또는 감속 기울기를 결정하여 연료밸브를 제어하고, 엔진에 공급되는 연료의 양을 조절함으로써 엔진 회전수를 조절한다. 엔진제어루프는 Fig. 2와 같다.[2]

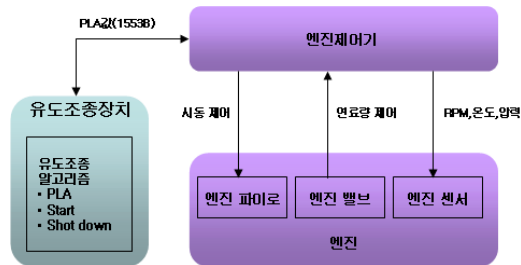


Fig. 2 Engine control loop

3. 엔진 지상시험평가 시스템 구성

지상시험평가를 수행하기 위해서는 Fig. 3과 같이 유도탄의 성능을 검증하기 위한 체계시험장비와 엔진 시동 시 고압의 시동공기 공급을 위한 시동공기 공급장치가 필요하다. 또한 시험시의 안전을 확보하기 위한 시설이 요구된다.[3]

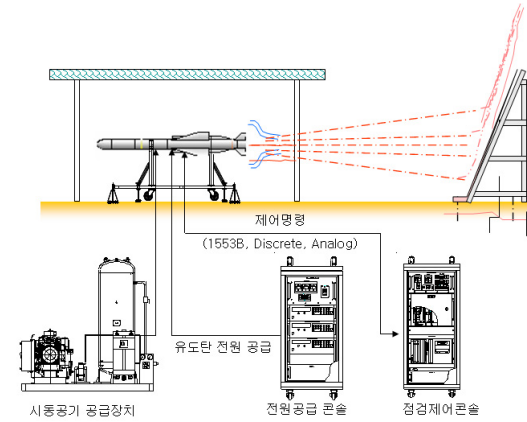


Fig. 3 Missile test system configuration

체계시험장비는 유도조종장치를 통하여 엔진제어기에 PLA 명령을 인가하고 엔진의 제어상태를 확인하기 위한 1553B 통신기능, 엔진 시동 모드 선택 및 시동공기 공급장치 제어를 위한 디스크리스 입출력기능이 필요하다. 또한, 엔진 운용 중 1553B통신을 통하여 유도탄에 PLA명령을 인가하고 유도탄 상태를 확인하기 위한 프로그램이 필요하다. 체계시험장비의 소프트웨어는 분산연산을 위해 호스트-타겟 시스템으로 구현한다. 호스트는 유도탄의 상태를 전시하는 화면을 담당하고, 타겟에는 실시간 운영체제인 VxWorks를 탑재하여 유도탄과의 1553B통신 및 이산신호, 아날로그신호 입출력을 담당한다.[4]

실제 비행환경에서 유도탄은 비행속도에 의해 흡입관으로 시동 시 필요한 고압의 공기가 공급되지만 지상에서는 모의비행 환경이므로 시동에 필요한 공기가 공급되지 못한다. 그러므로 지상 엔진시동 시에는 실제 비행 시에 엔진의 흡입관에 공급되는 공기의 압력을 동일하게 모의할 수 있는 시동공기 공급장치가 필요하다.

엔진을 운용하면 추력이 발생되므로 지상 엔진 시험 시에는 유도탄을 구속할 수 있는 체계 종합시험대와 고정장치가 필요하다. 체계종합 시험대를 설계할 때는 유도탄이 안전하게 구속될 수 있도록 엔진의 추력 및 진동이 고려되어야 한다. 또한 엔진에서 나오는 화염이 건물 및 시설에 피해를 주지 않도록 화염의 압력 및 크기를 고려하여 화염반사판을 설치하여야 한다.

4. 지상 엔진시험 절차 및 평가

4.1 지상 엔진시험 절차

지상 엔진시험 평가를 위한 시험 수행절차는 Fig. 4와 같다.

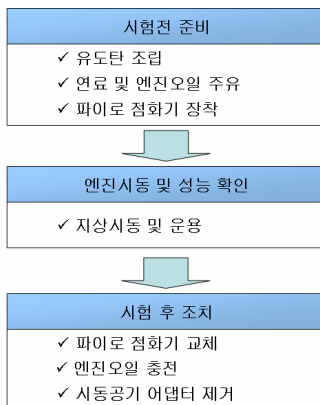


Fig. 4 Test procedure

유도무기 체계에 엔진 조립이 완료되면 점검을 통하여 탑재장비의 상태를 점검하고, 연료 및 오일을 주유한다. 주유 후 연료공급 라인의 누유 및 기계적 조립 상태를 검사한 후 파이로 점화기(Pyro Igniter)를 장착하여 엔진시동 준비를 마친다.

지상엔진 시동은 Fig. 5와 같이 이루어진다. 체계종합에서 엔진시동 시험을 할 때는 엔진에서 발생하는 열과 진동이 다른 탑재장비에 어떤 영향을 미치는지 지속적으로 관찰하여야 한다. 이를 위해 유도탄에 온도센서, 가속도센서 및 압력센서를 장착하고 원격측정장치를 이용하여 데

이터를 획득하고, 분석하여 엔진 시동이 유도탄 체계에 미치는 영향을 해석하여야 한다.

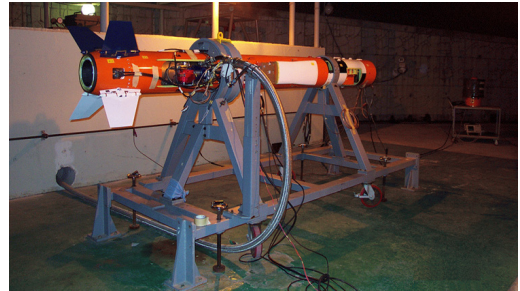


Fig. 5 Ground Functional test installation of Sea-Star I

4.2 엔진 성능 평가

지상 엔진시동 시험은 비행시험 전 엔진 성능을 검증하기 위해 수행한다. 엔진의 성능을 평가하기 위해서는 평가 항목과 판단 기준을 정하는 것이 중요하다.[5]

그 중에서 평가 항목에는 엔진의 제어상태, 각종 밸브류의 작동 상태, 엔진의 상태를 감지하는 센서류의 출력 값, 엔진시동 절차에 따른 이벤트 발생시간 등이 있다.



Fig. 6 Engine test GUI

지상에서의 엔진시동 시험 목적은 체계 상태에서 엔진성능을 확인하는데 있다. 이는 엔진의 성능뿐만 아니라 엔진과 다른 탑재장비와의 동작 상태, 인터페이스를 확인하는 것이다.

Fig. 6은 지상 엔진시험 시 체계시험장비의 화

면이다. 체계시험장비는 탑재장비 및 엔진의 상태를 확인하여 유도탄체계의 상태를 확인한다.

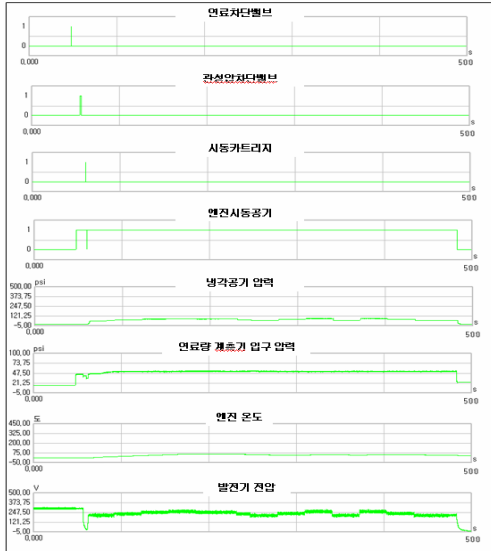


Fig. 7 Measurement and analysis of Telemetry data

Fig. 7은 지상 엔진시동 시험 시 엔진의 각종 센서의 출력 신호를 실시간으로 원격측정장치를 통하여 계측 및 분석한 것이다.

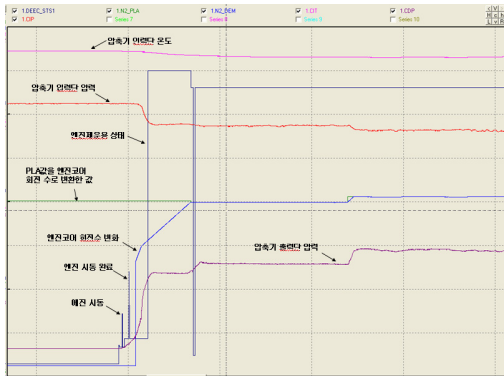


Fig. 8 Engine status analysis

Fig. 8은 유도탄과의 1553B 통신 데이터 저장 및 분석 프로그램을 이용하여 시험결과를 분석

한 그래프이다.

지상 엔진시험은 유도탄이 실제 비행환경에서 발생하는 이벤트를 지상에서 확인하고, 비행 프로파일을 모의하여 실제 비행환경이 요구하는 성능을 엔진이 만족하는 지를 확인하는 것이다. 따라서 유도탄의 고도 및 비행속도 변화, 이동방향 전환에 필요한 엔진의 추력이 유도탄 체계 내에서 비행 프로파일에 따라 제어가 되는 지를 지상 엔진시동을 통해 확인한다.

5. 결 론

순항유도무기 체계의 2차 추력을 제공하는 공기흡입식 엔진의 성능은 체계임무수행 성패 여부와 직결되는 만큼 지상 엔진시험에서 반드시 검증되어야 한다. 본 연구에서 제시한 체계시험장비, 시동공기 공급장치 및 안전시설과 지상시험 절차 및 평가항목을 바탕으로 해성 I의 공기흡입식 엔진 성능을 검증할 수 있다.

향후 해성 I과 같은 공기흡입식 엔진을 사용하는 순항유도무기 체계에서 엔진성능 검증 시 본 논문을 활용하면 효과적인 시험평가를 할 수 있으리라 기대된다.

참 고 문 헌

1. 임진식, 최민수 “유도탄용 공기흡입식 추진기관 기술분석,” 한국추진공학회지, 제5권, 제2호, 2001, pp.73-82
2. 차영범, “가스터빈 엔진제어에 관한 연구,” 충남대 산업대학원, 1996.08
3. 조원철, “유도무기의 실시간 비행모의 지상 종합시험기법 개발”, 제 12차 유도무기 학술대회, 2003, pp.137-139
4. DOD, "MIL-STD-1553B", 1975
5. 김완식, “유도탄 체계의 지상 시험평가,” 제 16회 지상무기 학술대회, 2008