

75톤급 액체로켓엔진 지상연소시험 및 진동응답 분석

김진혁* · 전성민* · 박종연* · 유재한* · 정은환*

Ground Firing Test of a 75 Ton Class Engine System for KSLV II and its Structural Vibration Responses

Jin-Hyuk Kim* · Seong Min Jeon* · Jongyoun Park* · Jaehan Yoo* · Eunhwan Jeong*

ABSTRACT

A 75 ton class liquid rocket engine has been developed for KSLV II. Ground firing tests of the rocket engine were conducted to characterize and quantify its structural vibration under combustion testing environments. In this study, evaluation of dynamic response characteristics of the engine system was presented to verify its structural integrity and structural design during ground firing tests.

초 록

한국형발사체개발 사업의 일환으로 75톤급 액체로켓엔진이 개발되었다. 액체로켓엔진을 개발하는데 있어 지상연소시험의 수행은 필수적이며, 이를 통해 전체 엔진 시스템에 대한 다양한 검증이 수행될 수 있다. 본 연구에서는 75톤급 액체로켓엔진의 지상연소시험을 수행하고 지상연소시험 중 측정된 진동 신호의 분석에 관하여 개략적인 내용을 기술하였다. 진동 응답 특성 측정 및 분석은 전체 구조물의 건전성 및 구조설계를 검증하는데 있어 매우 중요한 지표로 활용될 수 있다.

Key Words: Liquid Rocket Engine(액체로켓엔진), 75 Ton Class(75톤급), Structural Vibration Response(구조진동응답), Accelerometer(가속도센서)

1. 서 론

현재 한국형발사체개발 사업의 일환으로 75톤급 액체로켓엔진에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 액체로켓엔진을 개발하는데 있어 지상연소시험의 수행은 필수적이며, 이를 통해 전체 엔진 시스템에 대한 다양한 검증이 수행될

수 있다. 본 연구에서는 전체 엔진 시스템의 다양한 특성 중에서도 진동응답 분석에 관한 개략적인 내용을 다루고 있다. 본 연구를 통해 75톤급 액체로켓엔진의 지상연소시험 중 측정된 진동 신호의 측정 및 분석을 수행하였으며, 이러한 진동응답 특성은 전체 구조물의 건전성 및 구조설계를 검토할 수 있는 중요한 지표로 활용될 수 있다.

* 한국항공우주연구원 발사체엔진팀

† 교신저자, E-mail: jhkim0220@kari.re.kr

2. 본 론

2.1 가속도 센서

75톤급 엔진의 지상연소시험 중 진동 신호 측정을 위해 Fig. 1과 같이 엔진트러스, 짐벌 마운트, TVC 구동기, 연소기 등 엔진 주요부위에 운용 환경에 적합한 가속도 센서가 설치되었다. 적용된 가속도 센서는 크게 상온용과 극저온용으로 나뉘며, 상온용의 경우 측정 부위에 예상되는 진동 수준을 고려하여 적합한 사양을 갖는 가속도 센서가 미리 선정 되었다.

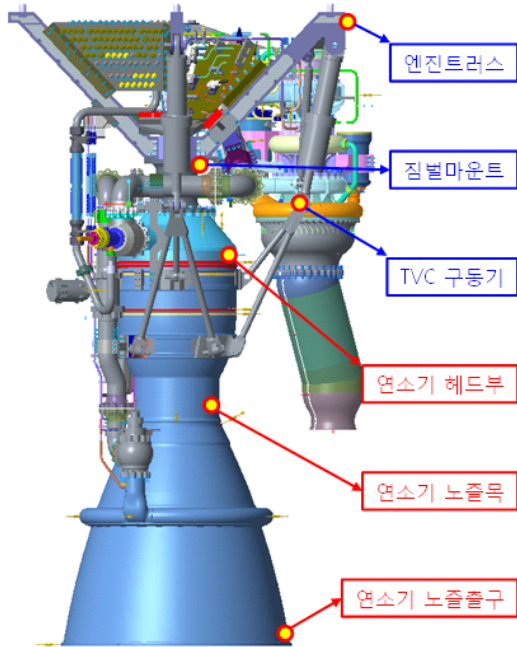
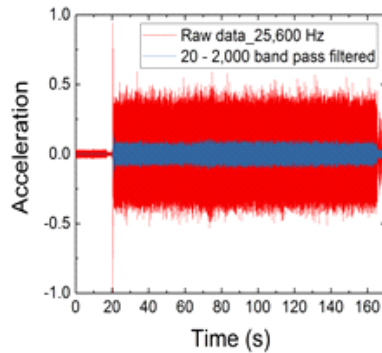


Fig. 1 Installation location of accelerometer for vibration measurement.

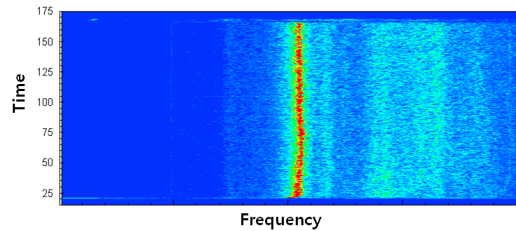
2.2 진동응답 분석

Fig. 2는 지상연소시험 중 짐벌 마운트로부터 측정된 진동 신호를 보여준다. Fig. 2(a)는 측정된 진동 신호의 raw 데이터와 20 ~ 2,000 Hz 대역에서 필터링한 결과를 보여준다. Fig. 2(a)의 진동 신호 결과를 살펴보면 연소시험 초기 강한 충격신호가 관찰된다. 강한 충격은 연소 시작 직후 급격히 사라지며, 그 후에는 정상 진동

(stationary vibration) 현상이 관찰된다. 이러한 초기 충격 현상은 매우 넓은 범위의 주파수 대역에서 아주 짧은 시간동안 발생하는 것을 확인하였다. Fig. 2(b)의 가속도 시간-주파수 결과를 살펴보면 특정 주파수 대역에서 주요 가속도 성분이 측정됨을 확인할 수 있다. 그 외에도 지상연소시험 중 발생된 구조체의 진동이나 작동 유체의 유동에 의한 것으로 추측되는 다양한 성분의 진동 성분이 관찰된다.



(a) Acceleration on gimbal mount



(b) Waterfall on gimbal mount

Fig. 2 Vibration response of gimbal mount during ground firing test.

3. 결 론

75톤급 엔진 시스템의 지상연소시험 및 진동 응답 분석에 관하여 개략적인 내용을 기술하였다. 진동 신호의 측정 및 분석을 통해 엔진 부품에 적용된 진동시험 조건을 확인할 수 있으며, 향후 구조설계 및 변경 시 유용하게 사용될 수 있다.