

# 연소기 성능평가를 위한 가압식 연소시험설비의 배치 계획

이광진\*<sup>†</sup> · 조남경\* · 한영민\*

## A Layout Plan of a Pressure-fed Hot-firing Test Facility for the Performance Evaluation of a Combustion Chamber

Kwang-Jin Lee\*<sup>†</sup> · Nam-Kyung Cho\* · Young-Min Han\*

### ABSTRACT

A layout plan of a pressure-fed test facility to carry out hot-firing test of liquid rocket engine combustion chamber and purpose of rooms located in the test building were proposed. The layout plan of suggested infrastructure in this paper was determined depending on the design of a vertical test facility to use the natural lay of the land and simulate the initial position of flight model.

### 초 록

액체로켓엔진 연소기의 연소시험을 수행하기 위한 가압식 시험설비의 배치 계획과 시험동내 위치하는 주요 실별 용도를 제시하였다. 본 논문에서 제시된 기반시설의 배치도는 자연 지형을 최대한 활용하고, 비행 모델의 초기 자세를 모사할 수 있도록 수직형 시험설비를 계획함에 따라 결정되었다.

Key Words: Liquid Rocket Engine(액체로켓엔진), Pressure-fed (가압식), Combustion Chamber(연소기), Infrastructure(기반시설), Layout Plan(배치계획)

### 1. 서 론

우주발사체용 액체로켓엔진을 개발하기 위해서는 먼저 엔진을 구성하는 부품들에 대한 성능평가가 선행적으로 이루어져야 한다. 이중 연소기는 엔진의 추력을 발생시키는 장치로써 지상연소시험설비 구축시 안정성을 고려한 하부 시스템의 배치가 무엇보다 중요하다[1,2]. 설비의

배치는 추진제가 공급되는 배관 및 시험대상체가 장착되는 스탠드를 기준으로 이루어지며, 고온 고속의 화염을 안전하게 배출하기 위한 화염유도로를 비롯한 부대설비가 고려된다.

본 논문에서 소개하고자 하는 연소기 시험용 지상연소시험설비는 수직형 테스트스탠드 구조를 가지며, 고압가스로 추진제를 가압하여 연소기에 추진제를 보내는 설비 구성을 이루고 있다. 가압식 지상연소시험설비의 구성 요구조건은 문헌[3]에 자세히 기술되어 있으므로, 본 논문에서는 연소시험설비를 구성하는 하부 시스템들의

\* 한국항공우주연구원 추진시험팀

<sup>†</sup> 교신저자, E-mail: lkj@kari.re.kr

배치 및 시험동 구축시 필요한 실별 소요 항목들에 대해 제시하고자 한다.

## 2. 가압식 연소시험설비의 배치도

Figure 1은 지상연소시험설비의 배치안으로 연소기 연소시험동으로부터 제어계측동까지의 직선거리는 420 m 정도이다. 제어계측동은 시험동에 설치된 각종 밸브류 및 계측기들을 원거리에서 작동하고 감시하는 것을 기본 기능으로 하며, 추진제를 충전하는 시점부터는 시험동의 모든 인원은 제어계측동으로 소개된다. 부속동은 주시험동과 구별되어 추진제 저장용기 및 고압가스 용기를 배치하여 공동구를 통해 주시험동에 각종 유체들을 공급하게 된다. 주시험동은 지하 1층 지상 1층 구조로 지반고 65 m를 지상 1층의 기준고로 하였다. 화염유도도가 설치되는 기준고는 지반고 42 m를 기준으로 하여 주시험동과 23

m 정도의 단차를 가지고 설치된다. 지반고 42 m 레벨에는 소음기에서 배수된 물을 집수하는 폐수조와 가스발생기 시험시 발생하는 배기가스를 연소하기 위한 pit가 위치한다. Fig. 1에 제시된 바와 같이 지반고 65 m와 지반고 42 m 선에는 각각 출입할 수 있는 도로가 설치되고 23 m의 단차를 이용하여 수직형 테스트스탠드가 설치된다. 수직형 테스트 스탠드는 동하중 300톤에도 문제가 없도록 구조적 안정성을 유지하게 설계하였고, 7톤급 연소기의 연소시험이 가능한 저추력 스탠드를 구비하여 75톤급과 7톤급 연소기의 연소시험을 병행하여 수행할 수 있게 하였다. 부속동에 위치한 저장탱크로부터 주시험동에 위치한 런탱크에 충전된 산화제는 Fig. 1과 같이 테스트스탠드에 장착된 연소기에 공급된다. 테스트스탠드와 추진제 런탱크실 간에는 폭압에 대한 방폭 개념을 두어 방폭벽을 1 m 이상으로 설계하였다. 그 외에 산화제 및 연료 런탱크실의 벽면은 방호벽 개념을 도입하여 30 cm 정도의

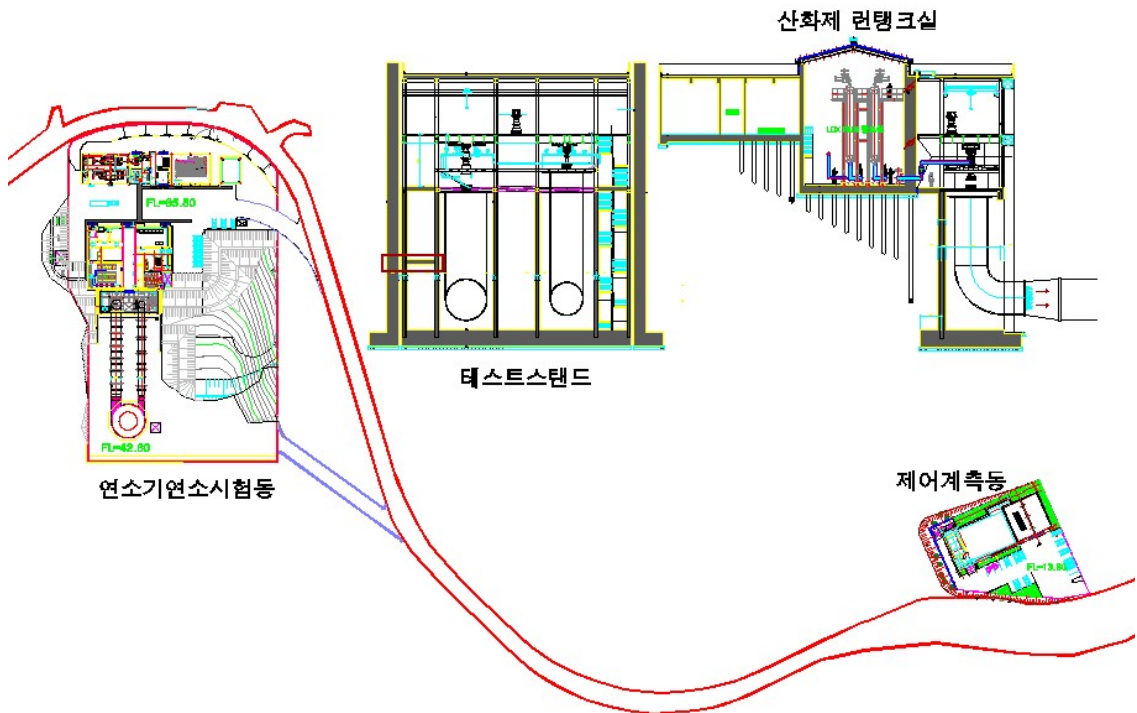


Fig. 1 Layout of combustion chamber hot-firing test facility

두께를 가지도록 하였다. Table 1은 주시험동과 부속동에 위치하는 주요 실별 용도를 나타낸 것으로 이 실들은 특성에 따라 항온항습, 환기, 방화 및 소화설비들이 설치된다.

Table 1. Room data of hot-firing test facility

위치	층	실 용도
주시험동	B1	고추력 스탠드
주시험동	B1	저추력 스탠드
주시험동	B1	연료드레인탱크실
주시험동	B1	공조실
주시험동	B1	기계실
주시험동	B1	소방설비실
주시험동	B1	소방펌프실
주시험동	B1	비상발전기실
주시험동	B1	전기실
주시험동	B1	CO2실
주시험동	F1	고추력 스탠드
주시험동	F1	저추력 스탠드
주시험동	F1	GN2 공급실
주시험동	F1	탈지/고온질소 공급실
주시험동	F1	강도/기밀 시험실
주시험동	F1	점화제 충전실
주시험동	F1	산화제 준비실
주시험동	F1	산화제 공급실
주시험동	F1	조립실/부품 보관실
주시험동	F1	UPS 장비실
주시험동	F1	제어/계측 장비실
주시험동	F1	앰프실
주시험동	F1	연료 준비실
주시험동	F1	연료 공급실
부속동1	F1	헬륨 압축기실
부속동1	F1	패널 거치실
부속동1	F1	액체질소 기화기실
부속동1	F1	액체산소 이송펌프실
부속동1	F1	고압가스 용기실
부속동1	F1	극저온 유체 저장실
부속동1	F1	연료 저장/이송펌프실
부속동1	F1	점화제드레인실
부속동1	F1	극저온 유체 드레인실
부속동2	F1	냉각수 저장실
부속동2	F1	냉각수 펌프실
부속동3	-	폐수 처리실
부속동3	-	후 연소 준비실
부속동3	-	후 연소 PIT
부속동3	-	화염유도로

### 3. 맺음말

액체로켓엔진 연소기의 연소시험을 수행하기 위한 가압식 시험설비의 배치 계획과 시험동에 위치하는 주요 실별 용도를 제시하였다. 본 논문에서 제시된 기반시설의 배치도는 그동안 국내에서 구축된 수평형 시험설비와 달리 자연 지형을 최대한 활용하고, 비행 모델의 초기 자세를 모사할 수 있도록 수직형 시험설비를 계획함에 따라 결정되었다. 이 수직형 시험설비는 한국형발사체의 개발검증과정에서 그 역할을 충실히 수행할 것이며, 향후 우리나라가 우주선진국으로 도약하는데 중추적인 시험설비로 활용될 것으로 사료된다.

### 참고 문헌

1. Sutton, G. P., Rocket Propulsion Elements, 6th ed., John Wiley & Sons Inc., 1992
2. "Test Facilities Capability Hand Book," Stennis Space Center & Marshall Space Flight Center, January, 2007
3. 이광진, 임병직, 서성현, 한영민, 최환석 "액체로켓엔진 연소기의 성능평가를 위한 가압식 연소시험설비의 구성 요구조건," 한국추진공학회지, 제15권, 제4호, 2011, pp.94-102