

## 고공환경모사 시험설비 설계/개발

류정현\* · 이준호\* · 서 혁\* · 장기원\* · 김용욱\*\* · 오승협\*\*

# Design and Development of High Altitude Test Facility for Kick Motor

Junghun Ryu\* · Junho Lee\* · Hyuk Suh\* · Kiwon Jang\* · Yongwook Kim\*\* · Seunghyub Oh\*\*

### ABSTRACT

The 2nd stage Kick Motor under the national aerospace middle and long term plan operates over the height of 300Km. Rocket Motors, designed for operation in high altitude, need nozzles with large expansion ratio to improve thrust efficiency. Hence, to evaluate the performance of such rocket motors on the ground, similar low pressure with the operating condition has to be made for the ground test to prevent flow separation in the nozzle. This study is for the installation of the high altitude test facility and test result for Kick Motor.

### 초 록

국가 우주개발 중장기 계획에 따라 수행중인 한국형우주발사체(KSLV-1) 개발사업 중 2단에 사용할 Kick Motor(이하 KM)는 작동고도가 약 300km이므로 진공의 환경과 유사하다. 고고도에서 작동하는 로켓은 성능을 최대한 향상시키기 위해서 노즐의 팽창비를 상대적으로 크게 설계하며, 동일한 로켓으로 지상에서 연소시험 할 경우 노즐에서 박리가 발생하여 정확한 추력을 예측할 수가 없다. 본 논문에서는 고고도에서 KM 추력성능을 입증하기 위하여 수행한 시험설비의 설계/구축과정과 그 결과를 다루고 있다.

Key Words: KSLV(한국형우주발사체), Kick Motor(KM), Diffuser(디퓨저), 고고도 환경모사, 연소시험

### 1. 서 론

고고도에서 작동하는 추진기관은 최적의 성능을 발휘하기 위하여 노즐의 팽창비가 상대적으로

로 크며 이러한 모터를 지상에서 연소시험을 수행할 경우 노즐에서 박리가 일어날 수 있다. 따라서 고고도에서 작동하는 로켓의 성능을 정확히 평가하기 위해서는 고공환경을 모사할 수 있는 시험설비가 반드시 필요하다. 고공환경모사 시험설비는 시험장, 추력측정시스템, 디퓨저, 냉각수 공급 시스템 등 크게 네가지로 나누어진다.

\* (주)한화

\*\* 한국항공우주연구원 추진기관 체계팀

## 2. 시험장

시험장은 4면에 토제를 쌓아 시험장 내/외부를 분리하였고 시험 시 모터의 추력 충분히 지지하고, 제어/계측시스템을 추력진동으로부터 보호할 수 있도록 설계하였다. 또한 발생하는 냉각 폐수를 안전하게 처리할 수 있도록 시공하였다.

## 3. 추력측정시스템

추력측정시스템은 추력중심축과 로드셀의 중심이 정확히 일치할 수 있도록 모터장착이 가능해야 한다. KM 고공환경모사시험에 적용된 추력측정시스템은 다음과 같다.



Fig. 1 Thrust Measurement System

## 4. 디퓨저

일반적으로 디퓨저는 인입하는 고속의 가스를 출구에서 매우 낮은 속도로 저하시키도록 설계된 덕트를 말한다. 고고도 모사시험에서의 디퓨저는 스스로 펌핑하는 이젝터의 역할을 한다. 즉 로켓 연소가스의 운동량을 이용하여 노즐의 배압을 낮추고 압력의 회복은 충격파시스템을 이용한다.[1, 2] 디퓨저는 KM의 연소압력과 연소가스의 열역학적 특성, 연소 시 노즐의 형상변이 및 추진제의 특성을 고려하여 설계/제작 하였다.

## 5. 냉각수 공급 시스템

노즐을 통해 분사된 연소가스는 곧바로 디퓨저를 통하여 대기로 방출되며 디퓨저는 열적으로 극한의 환경에 놓이게 된다. 따라서 디퓨저를 반복 사용하기 위해서는 냉각시스템을 적용하는 것이 필수적이다. 시스템의 형상은 다음과 같다.



Fig. 2 Cooling Water Supply System

## 6. 결 론

시험장, 추력측정시스템, 디퓨저 등을 설계/제작하여 KM 고공환경모사 시험을 수행하였다. 시험결과 목표 모사압력 0.2bar를 달성하였고 이를 이용하여 작동고도에서의 추력성능을 예측하였다.

## 참 고 문 헌

1. K. Annamalai, K. Visvanathan, V. Sriramulu, K. A. Bhaskaran, "Evaluation of the performance of supersonic exhaust diffuser using scaled down models" *Experimental Thermal and Fluid Science* 17, 1988, pp.217-219
2. 이지형, 오종윤, 변종렬, "소형 초음속 디퓨저를 이용한 고고도환경 모사에 대한 시험적 연구" *한국군사과학기술학회지* 제7권 제4호, 2004년 12월, pp.138-145