

## 이중 연소기의 초음속 연소 실험

변종렬\* · 이상연\* · 문관호\* · 황기영\* · 임진식\*

## Supersonic Combustion Experiments of Dual Combustors

Jong-Ryul Byun\* · Sang-Yeon Lee\* · Kwan-Ho Moon\* · Ki-Young Hwang\* · Jin-Shik Lim\*

### ABSTRACT

This experimental study is the supersonic combustion of dual combustors in dual combustion ramjet engine. Through the preliminary performance analysis of DCR, the configuration of dual combustors was determined and constructed, supersonic experiments were accomplished.

### 초 록

본 연구는 이중연소 램제트 엔진의 연소기에 대한 초음속 연소 실험에 대한 것이다. 이중연소 램제트 엔진의 기본 성능해석을 통해 도출된 이중 연소기 형상을 설계/제작하여 연소 실험을 수행하였다.

**Key Words:** Dual Combustion Ramjet(이중연소 램제트), Gas Generator(가스발생기), Supersonic Combustor(초음속 연소기)

### 1. 서 론

초음속에서 극초음속 영역까지 광범위한 비행 영역에서 작동 가능한 단일 추진시스템으로 램제트와 스크램제트의 장점을 가지는 하이브리드 형태의 이중연소 램제트(Dual Combustion Ramjet, DCR)에 대한 연구가 많은 선진국들에 의해 수행되고 있다.

이중연소 램제트는 과잉 연료 조건에서 작동하여 가스발생기 역할을 하는 아음속 램 연소기와 초음속 연소가 이루어지는 스크램 연소기로 각각 분리된 이중 연소기를 가진 엔진이다 [1, 2].

Figure 1은 이중연소 램제트 엔진의 개략도를 보여준다. 이중연소 램제트 엔진은 흡입구의 압축 과정은 스크램제트에서와 동일하지만 포획된 공기의 일부분(25% 이하)이 분할되어 스크램제트 엔진 내에 끼워진 작은 덤프 연소기로 아음속 공기 흐름을 제공하는 점이 다르다. 덤프 연소기에 유입된 공기는 액체연료와 혼합, 연소 반응하여 고온의 연료과잉 미연소가스 흐름을 발생시켜 스크램 연소기로 분사되며, 초음속 연소가 이루어진다. 흡입구 전체 공기량의 75% 이상이 초음속 연소기로 유입되는데, 가스발생기로부터 배출된 고온의 과잉 연료 생성물과 혼합되어 연소 반응을 통해 추력을 발생시키는 것이다[1, 2].

본 연구에서는 이중 연소기의 초음속 연소 특

\* 국방과학연구소 1기술연구본부 5부

† 교신저자, E-mail: joy2bjr@gmail.com

성을 파악하기 위해 이중연소 램제트 엔진의 기본 성능해석을 통해 도출된 이중 연소기 형상을 설계/제작하여 연소실험을 수행하였다.

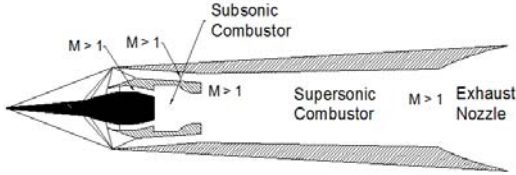


Fig. 1 Schematic of Dual Combustion Ramjet

## 2. 초음속 연소 실험

### 2.1 시험장치

이중 연소기 초음속 연소 시험장치는 Fig. 2와 같다. 시험장치의 주요 형상 치수는 이중연소 램제트 엔진의 예비 성능해석을 통해 도출하였다 [3]. 가스발생기 역할을 하는 아음속 연소기에서는 공기 흡입관에 설치된 분사장치를 통해 액체 연료(탄화수소)를 분사하여 덩크 형태의 램제트 연소기에서 연소가 이루어지게 된다. 가스발생기로부터 분사된 미연소가스가 초음속 연소기에 배출되고, 환형의 초음속 노즐에 의해 초음속 흐름의 공기가 초음속 연소기로 공급되어 미연소가스와 혼합, 초음속 연소가 이루어지도록 하였다. 환형 초음속 노즐로부터 초음속 연소기 출구까지 벽면에 설치된 압력과 온도 센서를 통해 초음속 유동 상태량을 측정하였다.

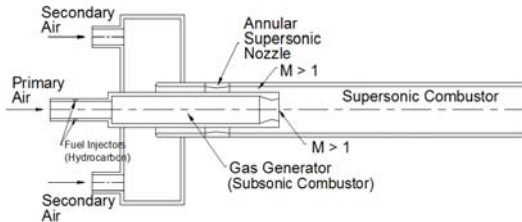


Fig. 2 Schematic of DCR test setup

### 2.2 시험조건

본 실험에서 가스발생기와 초음속 연소기로 공급되는 가열된 공기의 온도 범위는 두 연소기에 동일하게 900~1100K이며, 공기 유량의 비율

은 1:3으로 구성되었다. 환형 초음속 노즐로부터 초음속 연소기로 공급되는 공기흐름의 마하수 범위 1.8~2.25에서 시험이 수행되었다.

## 3. 시험결과

본 연구에서 수행된 각 시험조건에서 가스발생기는 당량비 3.0까지 연료 과잉상태에서 정상적인 1차 연소가 이루어졌으며, 당량비 1.4 정도에서 미연소가스가 초음속 연소기에서 2차 연소가 이루어졌음을 확인하였다. 또한 초음속 연소기 벽면에서 측정된 압력과 온도를 통해 연료 당량비에 따른 초음속 2차 연소특성을 제시하고 있다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 이중 연소기의 초음속 연소 실험을 수행하였다. 연료 과잉상태의 가스발생기 작동특성을 파악하였으며, 이중 연소기에서의 초음속 연소 현상을 실험적으로 측정하였다. 측정된 시험결과는 이중연소 램제트 엔진의 성능설계를 위한 주요 특성 변수를 제시하고 있다.

## 참 고 문 헌

1. Billing, F. S., Waltrup, P. J. and Stockbridge, R. D., "Integral-Rocket Dual-Combustion Ramjet: A New Propulsion Concept," J. of Spacecraft and Rockets, Vol. 17, No. 5, Sept.-Oct., 1980, pp.416-424
2. Waltrup, P. J., "The Dual Combustion Ramjet: A Versatile Propulsion System for Hypersonic Tactical Missile Application," AGARD-CP-526, No. 7, May 1992
3. 변종렬, 안중기, 윤현걸, 임진식, "이중연소 램제트 엔진의 예비 성능해석," 한국추진공학회지, 제15권 15호, 2011, pp. 72-81