

# 부스팅 모드에서 IRR(Integral Rocket Ramjet) 초음속 흡입구의 압력진동 감쇄 방안 연구

박근홍\* · 윤현걸\* · 임진식\*†

## A Study of Preventing Pressure Oscillation for Supersonic Inlet of IRR at the Boosting Mode

Geun-Hong Park\* · Hyun-Gull Yoon\* · Jin-Shik Lim\*†

### ABSTRACT

A Numerical analysis of preventing pressure oscillation for the supersonic inlet of IRR at the boosting mode was conducted in this study. To reduce the fluctuation of pressure, the supersonic inlet was equipped with annular slit. By decreasing the entrained air mass, the amplitude of fluctuation and maximum pressure at the inlet were decreased while the frequency was increased. In case, the optimal trade-off value is obtained between frequency and amplitude, it is expected that the pressure oscillation declining method using the slit will be helpful in various boosting and transition mode problem for IRR

### 초 록

IRR의 부스팅 모드 시 흡입구에 발생하는 압력진동을 감쇄하기 위한 방안을 수치적으로 연구하였다. 축대칭 형태의 초음속 흡입구에 slit을 장착하여 유입되는 공기 유량을 줄여가며 흡입구 내부의 압력 진동을 조사하였다. 흡입되는 유량이 감소함에 따라 압력의 진폭은 감소하고 내부 압력의 최댓값 역시 감소하였으며, 주파수는 약간 증가하는 경향을 보였다. 흡입구의 slit을 이용하여 최적화된 압력 진폭과 주파수대를 얻어낼 수 있다면, 이 방안은 IRR의 부스팅 모드 및 천이 모드에서의 안정성을 높이는데 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Key Words: IRR(로켓 일체형 램제트), Supersonic Inlet(초음속 흡입구)

### 1. 서 론

IRR에서의 모드 변화를 Fig.1에 나타내었다.

이러한 시스템은 부스터를 외부에 장착하는 시스템에 비해 크기를 상대적으로 크게 줄일 수 있으나, 운영 시 안정된 모드 변화가 필수적이다. 천이 모드에서의 갑작스런 압력파에 의한 충격 최소화를 위하여 부스팅 모드부터 흡입구에 유동을 형성시켜줘야 하는데, 이로 인하여 압력

\* 국방과학연구소 1-5

† 교신저자, E-mail: safeway0323@yahoo.co.kr

진동에 의한 구조물이나 내부 장착물에 파손을 불러올 수 있으며, 천이 모드에서는 연소실과 흡입구의 비정상 거동이 연소 불안정을 야기하고 때로는 작동 불능 상태에까지 이르게 할 수 있는 단점을 가지고 있다.

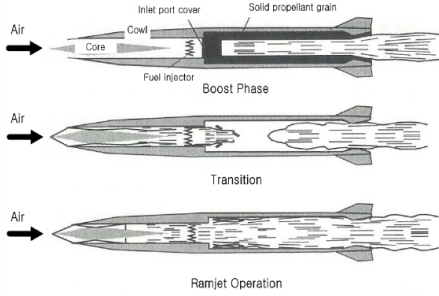


Fig. 1 IRR operating modes[1]

본 연구에서는 부스팅 모드에서의 압력진동을 감쇄할 수 있도록 흡입구에 slit을 장착하는 방안을 제시하였고 수치적인 방법으로 압력변화에 대한 조사를 수행하여 이에 대한 압력진동 감쇄 효과를 확인하였다.

## 2. 압력진동 감쇄에 대한 수치해석

### 2.1 수치적 모델링

아래 Fig. 2에 계산에 사용한 격자시스템을 나타내었다.

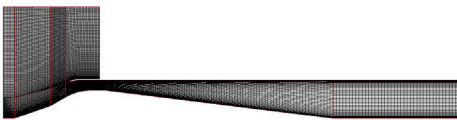


Fig. 2 Computational mesh

계산은 상용해석 코드인 CFD-FASTRAN을 이용하여 비정상상태 축대칭 해석을 수행하였다. 난류모델은 k- $\omega$  모델을 사용하였고 Roe의 FDS, 1차 풍상차분법을 사용하였다.

모델의 공기 흡입구 목 부분에 마름모꼴의 단면을 갖는 환형 slit을 장착하여 흡입 유량을 줄여가며 흡입구 내부의 특정한 위치에서 압력 진

동을 조사하였다.

### 2.2 수치해석 결과

Figure. 3에 흡입구 목 바로 후단에서의 시간(0.0261sec)에 따른 압력값 변화를 보여주고 있다. slit에 의해서 유량이 줄어들에 따라 압력의 진폭과 압력 최댓값은 감소하고 있으나 주파수는 증가하고 있음을 보여주고 있다.

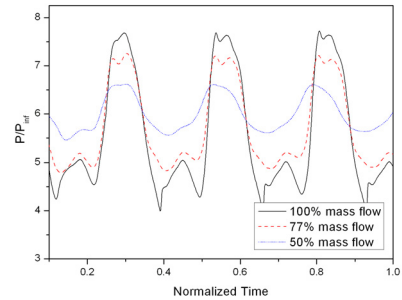


Fig. 3 Pressure oscillation in air intake with regard to mass flow rate

흡입구 압력 진동과 주파수의 경우 비행체 및 내부 장착물의 안전과도 밀접한 관계가 있는 것으로서 두 파라미터의 trade off에 대한 많은 연구가 필요할 것으로 예상된다.

## 3. 결 론

수치해석을 이용하여 IRR의 부스팅 모드에서의 흡입구 압력 진동 감쇄 방안을 연구하였다. slit을 이용하여 최적화된 유량과 주파수 영역을 찾아낼 수 있다면 IRR의 부스팅 모드 및 천이 모드의 안정성을 높이는데 이 방안이 활용될 수 있음을 확인하였다.

## 참 고 문 헌

1. Hong-Gye Sung, Shin-Yang Hsie, and Vigor Yang, "A Unified Analysis of Ramjet Operation in an Integrated Rocket Ramjet Engine Part I," July 8-11, 2001, AIAA 2001-3460