

초음속 엔진의 버즈 마진 제어에 관한 연구

공창덕* · 고성희* · 기자영** · 탁민제*** · 성홍계****

A Study on Buzz Margin Control of Supersonic Engine

Changduk Kong* · Seonghee Kho* · Jayoung Ki** · Minjae Tahk*** · Honggye Sung****

1. 서 론

램제트 추진기관의 추력이나 비추력 특성은 비행속도와 고도에 의한 비행조건과 공기와 연료의 혼합비 및 노즐에서의 배출 속도 등에 의해 좌우되게 되는데, 초음속 유도무기의 임무 및 작동가능 속도범위의 제한성과 작동고도 제한성 등의 제약조건들을 고려하여 비행고도와 비행속도 및 반응각 변화 등에 따라 최적의 출력 특성을 나타낼 수 있도록 엔진 제어가 이루어져야 한다.

액체 램제트 엔진의 경우에는 흡입 공기량, 연료 공급량, 노즐목 제어를 통해 연소실의 압력을 조절함으로써 비행 상황에 따라 최적의 추력이 생성되도록 엔진 제어를 수행하게 된다.

특히 램제트 추진기관은 기계적인 압축기를 통해 흡입공기를 압축하는 방식이 아니라 램 압축 현상을 이용하여 흡입공기를 압축하기 때문에 흡입구에서의 전압력 회복율 (Total Pressure Recovery Ratio)이 램제트 추진기관 전체의 작동 특성에 결정적인 영향을 주게 된다.

이에 본 연구에서는 동적거동 모사를 통해 흡입구의 전압력회복율 특성을 살펴보고 버즈 마진 확보를 위해 연료유량과 노즐 목면적 제어기 설계를 수행하였다.

2. 초음속 엔진의 동적거동 모사

초음속 엔진의 동적거동 모사를 위한 모델링은 SIMULINK를 이용하였다.

흡입구에서 버즈 현상 없이 충격파가 흡입구 내부에서 발생하기 위해서는 Fig. 1과 같이 P4 마진이 0보다 큰 값을 가져야 한다.

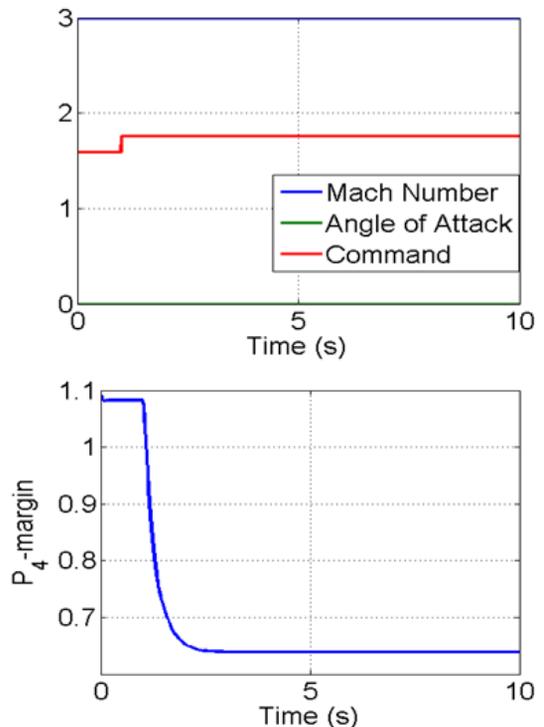


Fig. 1 P₄-margin as Dynamic Behavior Simulation (Without Buzz)

* 조선대학교 항공우주공학과
 ** (주)이지가스터빈 R&D
 *** 한국과학기술원 항공우주공학과
 **** 항공대학교 항공우주공학과

그러나 비행 마하 수 2.1, 고도 1400m, 받음각 10° 의 운용조건에서는 Fig 2와 같이 P4 마진이 0보다 작아 충격파가 흡입구 외부에서 발생되었다.

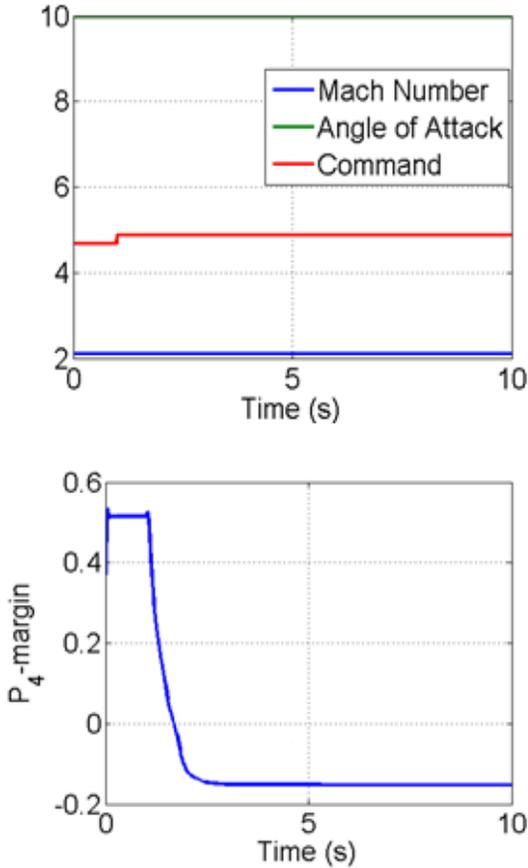


Fig. 2 P₄-margin as Dynamic Behavior Simulation (With Buzz)

3. PID 제어기법을 이용한 버즈 마진 제어

충격파가 흡입구 내부에서 안정적으로 발생되도록 함으로써 버즈를 제어하기 위한 PID 제어기를 설계하였다. Fig. 2와 같은 조건에서 연료 유량 제어를 통한 P4 마진 변화는 Fig 3.과 같으며 노즐 목 면적 제어를 통한 P4 마진 변화는 Fig. 4와 같다.

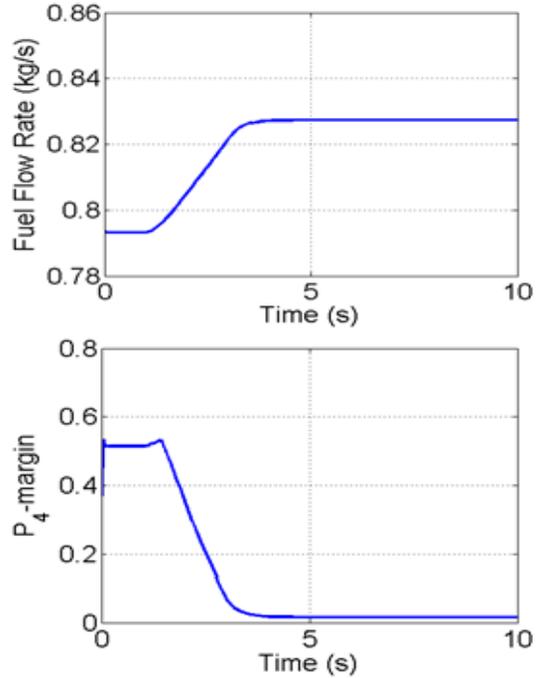


Fig. 3 Fuel Flow Control using PID Controller

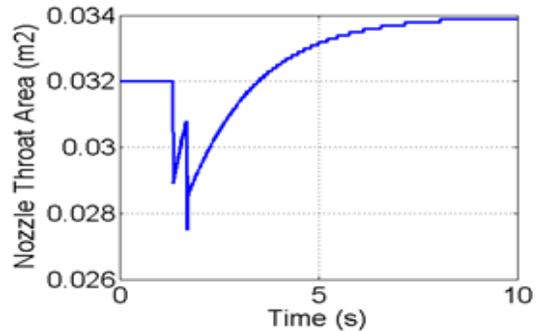


Fig. 4 Nozzle Throat Area Control using PID Controller