

피토압력을 이용한 초음속 풍동의 추력 추정에 대한 기초연구

김정용*, 서정원*, 허환일**, 김 유***

*충남대학교 대학원 항공우주공학과; **충남대학교 항공우주공학과

***충남대학교 기계공학과

(E-mail : hwanil@cnu.ac.kr)

모델 연소기를 통해 실제 엔진의 설계 및 개발을 위해서는 연소가스에 의해 얻을 수 있는 추력 측정을 통해 연소기의 추력 성능을 얻는 것이 중요하다. 일반적인 추력 측정 방법으로 추력 측정기(thrust stand)를 사용하여 연소에 의한 직접적인 추력을 실험적으로 얻는 방법이 있다. 하지만 일반적인 추력 측정기를 사용한 추력 측정으로는 미시간 대학의 초음속 연소기와 같이 전체 엔진이 아닌 엔진의 부분적인 모델 실험 또는 실제 엔진에서 각 부분들이 추력에 끼치는 영향을 알 수 없다. 또한 추력 측정기를 이용하여 추력을 얻는 경우 전체 추력에서 저항(drag)을 뺀 값을 측정하지만 피토 압력을 이용한 추력 측정의 경우 실추력을 직접 계산할 수 있다.

피토 압력을 이용한 추력 측정 방법을 적용하기 위해 미시간 대학의 초음속 연소 실험에서 측정된 국부 피토 압력 데이터를 이용하여 초음속 모델 연소기의 추력을 계산하여 분석하였다.

이상적인 추력 식으로부터 피토관을 통해 측정된 압력에 대해 비열비와 마하수로 표현되는 피토 압력 추력 함수로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{초음속 ; } F_v = P_o A \left[\frac{2}{(\gamma+1) M^2} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \left[\frac{2\gamma M^2 - (\gamma-1)}{\gamma+1} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}} (\gamma M^2 + 1)$$

$$\text{아음속 ; } F_v = P_o A \left[1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2 \right]^{\frac{-\gamma}{\gamma-1}} (\gamma M^2 + 1)$$

이론적으로 유도한 식을 이용하여 미시간 대학의 초음속 연소기의 추력을 계산하였다. 측정된 피토 압력 데이터를 정리하여 추력을 계산할 수 있는 영역에 대하여 나누어 보았다.

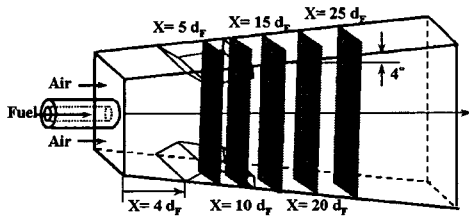


Fig. 1 Locations of pitot pressure distribution plane for thrust determination

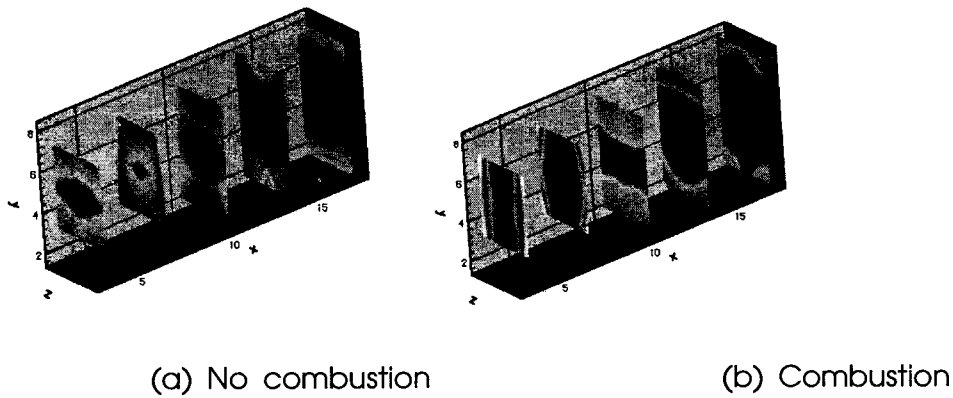


Fig. 2 Thrust distribution for no wedge case

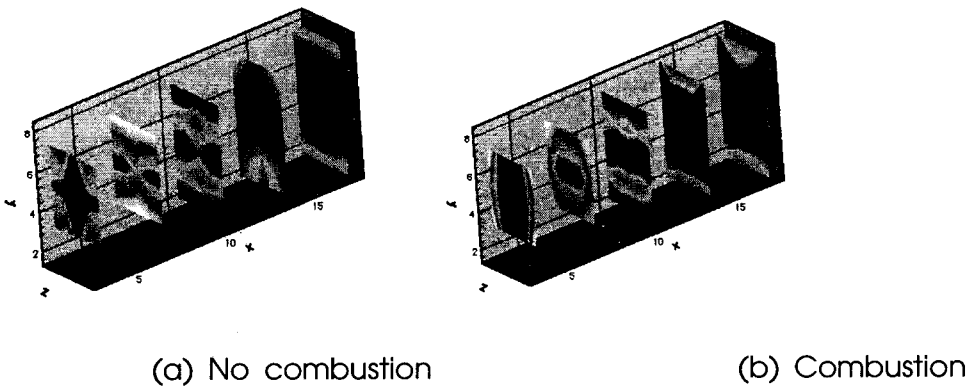


Fig. 3 Thrust distribution for wedge case

Figure 2와 3을 비교하였을 때 wedge가 있는 경우 연료 노즐 근방에서 재순환 영역이 생기고 혼합이 증대가 되면서 상대적으로 추력이 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 연소가 있는 경우 노즐 근방에서 추력이 적게 나오지만 실질적으로 연소기 끝 부분에서는 피토 압력을 측정하지 못하여 추력을 계산하지는 못하였지만 추력이 증가할 것으로 추정된다.