

초음속 유동장내에서의 연료의 수직분사 혼합과정에 대한
수치해석 및 초음속 풍동시험

Numerical Simulation and Supersonic Wind Tunnel Test on the Mixing
Process of Transverse Injection to Supersonic Flow

김성돈*, 이양지, 정인석
서울대학교 항공우주공학과

스크램 제트 엔진의 설계에서 초음속으로 유입된 공기의 짧은 잔류시간으로 인한 연료-공기의 혼합은 가장 중요하며 해결하기 힘든 문제이다. 전형적인 비행 조건에서 흡입 공기가 극초음속 비행기 엔진 내에서 잔류하는 시간의 단위는 1 ms 정도이어서 짧은 시간 동안 연료와 공기는 효율적으로 혼합되어야 하며, 최대의 추진력을 얻기 위하여 과도한 공력저항없이 연소 가능한 연료-공기 혼합기를 생성시킬 수 있는 효율적인 연료-공기의 혼합 방법이 요구된다. 현재까지 가장 많이 연구되어 온 혼합 방법은 엔진 입구로 들어오는 공기 유동에 수직 방향으로 연료를 분사하는 것으로 이 방법은 연료 유동 방향과 공기 유동 방향이 수직이기 때문에 추력 손실이 생기는 단점을 갖고 있지만, 초음속으로 유입되는 공기에 수직으로 연료를 분사하게 되면 분사위치 앞에 공형 충격파가 생겨서 감소되어 유동이 회전하는 재순환영역이 생기고 연료의 혼합이 잘 이루어지는 장점이 있다.

본 연구에서는 엔진 내부의 연료 혼합율의 향상에 주안점을 두고 기존의 평판에서 연료를 분사하는 것을 변형하여 wedge를 두어 경사 충격파에 의한 혼합 효율 증대를 목표로 하였다. 현재 제작이 완료된 초음속 연소시험 장치는 연소기 시험부로 마하수 2.0, 전압력 5기압의 유동이 유입되며 약 20초 정도의 실험시간을 가진다. 충격파를 이용한 초음속 유동장 내에서의 연료-공기 혼합 증대를 위해 충격파 위치에 의한 혼합 증대 효과를 파악할 예정이며 실험에 앞서 연소기 혼합유동의 3차원 해석을 통한 연구를 선행하였다. wedge에 의한 충격파 후방에서의 연료의 수직분사는 평판에서의 유동과 유사한 유동 특성을 보이며 wedge에 의한 충격파의 효과는 그리 크지 않은 것으로 보인다. 연료-공기의 혼합율은 연료의 침투거리에 크게 좌우되는 경향을 보임을 확인하였다.