

## Cavity 화염유지기에 대한 기초적 연구

신필권\*, 박종호\*, 김경련\*, 박순종\*, 김윤곤\*\*,

(\*충남대학교, \*\*국방과학연구소)

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

화염 유지(flame-holding), 화염 안정화(flame stabilization), 혼합 증진(mixing enhancement) 등은 극초음속 공기흡입 추진엔진의 초음속 연소기 개발에 있어서 중요한 인자들이다. 일반적으로 화염유지나 화염 안정화는 연소실내에서의 재순환 영역 형성, 확산화염 영역에서의 미 혼합 연료/공기를 포함한 coherent 구조의 형성, 충격파 간섭 등과 같은 방법에 의해 얻을 수 있다. 예로서 연소실의 주 유동 방향으로 벽면에서 일정한 각도로 연료를 분사하거나 단(段)을 만들어 주는 방법 등이 있으나 모두 어느 정도의 정체압 손실을 피할 수 없다. 이와 같은 기법을 보완하기 위해 최근 들어 초음속 연소기의 화염유지 및 안정화 도구로 캐비티를 사용하는 개념이 도입되었다. 러시아의 CIAM(Central Institution of Aviation)에 의해 설계되어 스크램 제트 엔진에 처음 도입된 캐비티 화염유지기(cavity flame-holder)는 연소효율을 상당히 향상시키는 것을 나타냈으며, 이후 많은 기관에서 연구가 진행 중이다. 캐비티 화염유지기 연구에서 고려되어야 할 점은 캐비티 형상 및 그에 따른 캐비티 내의 물리적 특성(압력진동, 충격파 구조 등), 분사연료의 위치, 방향과 캐비티와의 적절한 조화 등이다.

본 연구에서는 캐비티 화염유지기에 대한 기초적 연구로 캐비티 형상에 따른 유동특성을 분석하기 위하여 초음속 연소기내의 유동속도만을 고려하여 초음속 유동장치를 사용하였다. 초음속 유동장치의 유동 마하수는 3으로 고정하였는데 이는 스크램제트 엔진의 비행 마하수가 10일 때 연소실 입구의 마하수가 약 3인 것을 고려한 것이다. 캐비티 화염유지기의 주요 인자인 형상변화는 길이 대 깊이(L/D)비를 1~10으로, 후면 벽을 30°, 60°, 90° 로 변화시켰으며 이때 캐비티 내외부의 충격파 구조는 쉬리렌 이미지를 통해 분석하였고, 내부에 24개의 압력센서를 설치하여 압력 변화 특성을 관찰하였다. 또한 전산유동해석을 통해 실험결과의 검증 및 유동의 미세구조, 특성을 분석하였다.

실험결과 캐비티 선단에서의 경계층 박리 및 전단층의 형성을 확인하였고, 캐비티 내의 압력변화에 따라 선단에서의 압축파와 팽창파의 교번생성을 확인하였다. 또한 L/D의 변화에 따라 전단층이 후면 벽에 재 부착되는 'open' 유동, 하부 벽면에 부착되는 'closed' 유동 그리고 그 천이과정 등을 확인하여 최적형상의 캐비티 화염유지기기 설계를 위한 기본 자료를 확보하였다.