

화염유도로 벽면에 충돌하는 3차원 비점성, 비정상 초음속 제트의 수치연구

박승경, 최봉근, 윤경택, 우유철

현대모비스 연구소, 응용기술연구부

(E-mail : ktyoon@mobis.co.kr)

로켓 발사 시에 엔진 노즐로부터 분출되는 고온의 화염 및 연소가스를 발사체 및 주변시설물에 피해를 주지 않는 안전한 방향으로 유도하기 위해서 발사체 밑쪽에는 화염유도로가 설치된다. 이러한 화염유도로의 설계 시에는 고온, 고압의 제트가 충돌하는 화염유도로 벽면에서의 압력 및 온도 조건과 후류의 거동 형태 등이 중요한 설계인자가 된다.

엔진 노즐로부터 분출되는 초음속 유동은 과 팽창된 제트와 외부유동이 작용하면서, 충격파와 팽창파가 반복적으로 나타나는 복잡한 셀 형태를 띄게 된다. 이러한 노즐 외부 유동의 충격파 셀(Shock Cell)은 크게 팽창파(Expansion Fan), 마하 디스크(Mach Disk), 제트 경계층(Jet Boundary) 등으로 구성되어 있으나 제트 유동이 경사 벽면에 충돌할 때에는 자유제트와는 또 다른 양상의 유동 형태를 띄게 된다. 초음속 제트 유동이 고체 표면과 충돌하는 상황은 화염유도로 이외에도 로켓의 단분리 시, 로켓의 지상 발사 시, 가스 터빈 블레이드 등 여러 상황에서 발생한다.

본 논문에서는 기 설계된 KSR-III 화염유도로 초기안에 대해 3차원, 비정상 상태에서 비점성 유동 해석을 통하여 유도로 표면에서의 압력 및 온도 조건, 후류의 거동 및 충격파의 형태 등을 계산하고 시간에 따른 제트유동의 발달과 벽면에서의 변화를 관찰하였다. 이를 통하여 화염유도로 개념설계 시에 고려하여야 할 제트유동 조건의 변화를 살펴 보았다.