

Mixing Head와 Injector Tip에서의 열전달에 대한 수치해석적 연구

한풍규, 윤경택, 김경호, 김영수, 우유철

현대모비스 기술연구소

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

믹싱헤드(mixing head)는 액체로켓엔진에서 추력을 발생시키는 연소실의 주요 구성요소로서, 극저온 상태인 액체산소와 연소기 재생냉각 채널에서 기화된 가스메탄이 내부 흐름을 이루고 있으며, 각각 인젝터(injector)를 통해서 축방향으로 배출되며, 배출시 큰 모멘텀에 의해 혼합되어 최적 연소 분위기를 형성시킨다. 또한 혼합된 추진제는 연소실에서 점화플러그에 의해 점화되어, 초고온의 연소가스로 변환된다.

인젝터 출구에서는 인젝터에서 배출된 추진제의 축방향 모멘텀에 의해, 인젝터 사이에는 낮은 압력이 형성되고, 화염면의 연소가스가 높은 연소압에 의해 낮은 압력공간으로 역류하게 된다. 연소가스의 역류구간에서는 연소가스가 특성길이를 가지고 순환하게 되며, 화이어버텀(fire bottom)과 인젝터팁(injector tip)의 온도가 상승하여, 믹싱헤드와 인젝터에서 소재의 열적 안정성과 구조적 안정성이 취약해지는 현상이 발생할 수 있다. 따라서 믹싱헤드와 인젝터에서는 추진제의 내부 흐름에 의해 화이어버텀 및 인젝터팁의 온도상승이 소재의 열적 안정성을 파괴하지 않는 범위 내에서 억제되도록 설계하는 것이 일반적이다.

본 연구에서는 믹싱헤드와 인젝터에서 열전달 촉진현상을 일으키는 메커니즘을 고찰하며, 믹싱헤드와 인젝터에 작용하는 열전달 경계조건을 수치적으로 다루고자 하였다. 또한 인젝터 소재로 Ti이 미량 함유된 Cr18-Ni10 stainless steel과 Cr0.8-Cu alloy를 사용하였을 경우에 대해 화이어버텀과 인젝터팁에서의 온도분포를 구하여, 인젝터팁의 코킹(caking) 각도 변화 및 화이어버텀과 디플렉터(deflector) 사이의 간극 크기가 열전달에 미치는 영향을 분석하기로 하였다.