

동축형 분사기 분무특성 및 연소의 이론적 모델

원영덕 · 윤용섭 · 김영수* · 윤경택*

(연세대학교 기계공학과, *현대정공)

(E-mail : wsyoon@yonsei.ac.kr)

일반적인 액체추진제 로켓엔진의 연소는 분사제트의 미립화, 액적의 증발, 기상 추진제의 혼합, 화학반응 등, 일련의 물리적 과정들로 이루어지고, 여기서 특성속도 효율은 크게 분사특성 및 연소의 두 단계에서 결정되게 된다. 액체추진제 로켓엔진에 사용되는 여러 분무형태 중, 동축형 분사기에서는 액상과 기상 제트의 운동량 차에 의해 미립화가 이루어지며, 분무 액적들의 전개와 더불어 분사기 출구를 포함한 전 영역에서 연소가 발생하므로 매우 복잡한 물리적 특성들을 포함하게 된다. 본 연구에서는 기상 연료-액상 산화제의 동축형 분무연소를 JANNAF의 방법을 사용하여 수식화 하였으며, 이를 바탕으로 분무특성과 연소성능 예측을 위한 프로그램을 작성, 분사조건에 의한 분무특성과 그에 따른 연소성능을 계산하였다. 연속, 운동량, 에너지 및 혼합비 방정식의 지배방정식들을 바탕으로 기상 유동을 수식화 하였으며, 별도로 액적의 소산 및 연소과정을 모사하기 위한 별도의 수식들이 추가되었고, 이 식들을 결합하여 액적의 크기, 분포를 포함하는 액체 제트의 미립화 정도를 공간적으로 계산하였다. 미립화 모델의 검증을 위하여 계산 결과를 Reitz의 실험과 Giridharan의 모델 등과 비교하였으며 잘 일치하는 경향을 나타내었다. 또한 동축형 분사기에서의 분무 특성을 예측하기 위해 액체 산소, 기체 수소를 추진제 조합으로 하는 동축형 분무 연소장에서의 제트 길이, 액적의 크기, 액체 제트의 속도를 계산하였다. 계산 결과 액체 제트의 접촉길이는 분사공의 지름이 증가할수록 웨버수가 증가되므로 짧아지는 것으로 관찰되었으며 액적의 크기도 분사공의 지름이 증가할수록 작아지는 경향을 나타내었다. 액체 제트의 속도는 처음에는 일정하게 유지되다가 운동량을 보존하기 위해 가스로부터 운동량을 받아 점차 가속되어지는 것으로 나타났다.