

램 가속기 성능 향상을 위한 예 혼합기 조성비 최적화에 관한 연구

전용희 · 이재우 · 변영환
(건국대학교)

램 가속기에 대한 연구는 램 가속기의 작동 조건이 고온, 고압, 초고속이라는 점과 가속기 내부에서 급격한 화학반응이 수반된다는 특성으로 인하여 실험과 해석상의 상당한 어려움이 존재한다. 램 가속기는 작동 모드에 따라 탄체 후방의 열적 질식 조건을 이용한 열적 질식 모드(Thermally Choked Mode)와 탄체 표면에 형성되는 데토네이션파를 이용한 초폭굉모드(Superdetonative Mode)로 나뉘어진다.

본 연구는 초폭굉 모드로 작동하는 램 가속기의 작동 성능 향상을 위한 방법으로 수치 최적화 기법을 이용한 램 가속기 내부 예 혼합기의 조성비 최적화를 수행하였다. 설계 변수로는 수소와 질소의 조성비를 선정하였으며, 최적 설계 목표는 일정한 질량과 형상을 갖는 탄체를 초기속도 2500m/s에서 3000m/s로 가속시키기 위하여 필요한 최소 램 가속관의 길이로 정하였다. 본 연구에서는 구배법에 기반한 Simplex 방법 및 SLP(Sequential Linear Programming)등의 수치 최적화 기법을 적용하였고, 가속기 내부의 유동장은 해석의 효율성을 고려하여 이차원 비점성 유동으로 가정하였고, 비평형 화학반응 해석을 수행하였다.

예 혼합기는 수소/산소/질소로 구성되며 8단계 7화학종 반응 모델을 적용하였다. 가속에 필요한 최소 램 가속관의 길이를 구하기 위하여 2500m/s에서 3000m/s로 진행되는 속도 영역을 일정한 속도(2500m/s, 2750m/s, 3000m/s)로 구분하고 각 속도별 추력 계수와 가속도를 산출하여 이를 전 속도 영역에 걸쳐 보간, 수치 적분하여 예 혼합기 조성에 따라 요구되는 램 가속기의 길이를 구하였다.

본 연구에서 적용된 방법을 각 단계별 예 혼합기에 대하여 동일하게 적용함으로써, 탄체를 초고속으로 가속시키기 위하여 요구되는 전체 다단계 램 가속기의 길이를 최소화하는 연구에 적용할 수 있다.