

# 램 가속기 탄체 형상에 따른 데토네이션파와 가속 특성에 관한 연구

전용희, 이재우, 변영환  
(건국대학교)

램 가속기 탄체 형상에 따른 가속 특성에 대한 연구는 열적 질식 모드에 대하여 Washington 대학, ISL 연구소 등에서 실험적으로 수행되어 졌으나 초폭굉 연소 모드에 대해서는 아직 미비한 실정이다. 초폭굉 연소 모드 램 가속기의 기본적인 탄체 형상은 원추-원통-원추로 이루어진 형상으로 탄체 전면에 형성된 경사 충격파가 탄체와 가속기 사이에서 반사되며 데토네이션파를 발생시켜 가속하게 된다. 탄체의 형상에 따라서 탄체 주위에 형성되는 충격파 구조는 차이를 나타내게 되고 발생하는 데토네이션파의 위치와 강도를 따라서 탄체의 가속특성은 상당한 차이를 나타낸다. 기본적으로 탄체의 전면 형상은 경사 충격파의 강도와 탄체 주위의 유동장의 특성을 결정하는 주요 요인이고 이에 따라 데토네이션파의 형성과 안정화 역시 결정되어 탄체의 가속 특성을 결정짓는다. 또한 데토네이션파를 임의의 위치에 형성하기 위해 이중 원추형상의 충격파-충격파 상호작용을 이용하여 데토네이션파를 발생시켜 탄체를 가속시킨다.

탄체 주위의 유동장을 수치적으로 모사하기 위한 해석 코드는 비평형 화학 반응에 의한 생성항이 존재하는 2차원/축대칭 Navier-Stokes 방정식을 이용하여 대류항은 Roe의 FDS기법을 적용하여 공간 차분을 수행하였고, MUSCL기법과 minmod 제한자를 사용하여 고차로 확장하였다. 시간 적분의 기법은 완전 내재적인 LU-SSOR기법을 적용하였으며 난류 모델은 Baldwin-Lomax의 Algebraic Eddy Viscosity Model을 적용하였다.

탄체의 가속 특성을 향상시키기 위해서는 데토네이션파 후년의 고압 영역이 탄체 후면의 가속 받는 원추면에 걸쳐 존재해야 한다. 이를 위하여 탄체 전면의 반 꼭지각을 8°, 9°, 10°, 11°, 15°로 변화를 준 형상과 탄체 후방 원추면의 반 꼭지각을 8.5°, 10°로 변화를 준 경우를 수치적으로 해석하였으며, 탄체 전면의 형상을 초음속/극초음속 영역에서 공기역학적 특성이 우수한 Power-Law 형상(지수는 0.69)과 이중 원추형상을 선정하여 데토네이션파의 형성과 가속 특성에 미치는 영향을 수치적으로 해석했다.

초폭굉 연속 모드 램 가속기의 탄체 형상에 대한 수치 해석을 통하여 탄체 전면의 형상이 데토네이션파의 형성과 가속 특성에 미치는 영향을 연구하여 전면각이 데토네이션파의 생성에 즉각적인 영향을 끼침을 확인하였고, 데토네이션파의 형성과 위치가 탄체 가속 특성에 중요한 요인임을 확인하였다. 또한, 탄체의 형상을 변화시켜 데토네이션파의 형성과 위치를 교정할 수 있다.

이러한 결과들을 향후 램 가속기에 대한 최적화 연구에 유용한 자료로 이용 가능하다.