

고도보정 노즐을 적용한 한국형발사체의 성능 분석

본 연구는 국내 고도보정 노즐의 기초자료 마련과 한국형발사체에 적용하여 실제 활용 가능성을 분석하는 것을 목표로 두었으며, 고도보정 노즐 중 듀얼 벨 노즐과 E-D 노즐에 대한 연구를 수행하였다. 듀얼 벨 노즐과 E-D 노즐의 설계 변수에 따른 영향을 분석하기 위해 다양한 케이스의 수치해석 연구를 중점적으로 수행하였고, 수치해석 결과를 바탕으로 체계관점에서의 성능 이득에 대한 분석을 진행하였다.

연구 결과를 종합적으로 보았을 때 한국형발사체를 기반으로 설계한 고도보정 노즐은 각각의 핵심 설계 변수에 따라 성능 이득 가능성이 존재하는 것을 분명하게 파악하였다. 한국형발사체 1단 엔진에 듀얼 벨 노즐을 적용한 경우, 확장부 길이와 변곡각에 따라 최대 1.5%의 비추력 성능 이득이 나타났으며, 크기에 제한이 있는 변곡각보다 천이 고도를 변화시키는데 유리한 확장부 길이가 핵심 설계 변수라고 판단하였다. E-D 노즐의 경우 다양한 설계 변수 중 핀틀 변곡 각도와 핀틀 반지름에 대한 영향을 분석하였고, 핀틀 최소 높이에 영향을 주는 핀틀 반지름이 비추력 성능 이득의 핵심 설계 변수라고 판단하였다.

설계 변수에 따른 분석과 더불어 듀얼 벨 노즐과 E-D 노즐에 대한 시스템적인 분석을 수행하여 고도보정 노즐의 적용 가능성을 살펴보았다. 분석 결과, E-D 노즐은 고도보정 효과와 탑재 중량 이득을 살펴보았을 때 노즐 길이가 10~12% 절감된 경우에서 가장 좋은 효과를 얻을 수 있다고 판단하였다. 듀얼 벨 노즐은 한국형발사체 1단 엔진의 클러스터링 배치를 고려하여 출구 직경은 1,432 mm, 노즐 팽창비는 22.4로 하는 것이 현재의 한국형발사체 발사대에 곧바로 적용 가능할 것이며, 변곡각이 15°일 때 비추력과 탑재 중량에서 이득을 얻을 수 있다고 판단하였다. 이러한 연구 결과는 한국형발사체에 고도보정 노즐을 충분히 적용할 수 있다는 것을 보여주며, 실제 발사체의 개발 단계에서 최적 형상 설계를 위한 방향을 제시했다는 점에 있어 의의가 있다고 생각한다.