

PSAN 추진제의 성능 분석

임유진, 백국현
(국방과학연구소)

질산 암모늄(ammonium nitrate, AN)은 고체 추진제의 산화제로 사용하기에는 산소 함유량이나 밀도가 과산화염화 암모늄(ammonium perchlorate, AP)보다 불리하여 로켓 추진기관용으로는 널리 사용되지 않았지만 가스발생기용 추진제의 원료로 소량 사용되어왔다. 그러나 근래에 와서 군사 무기에 대한 안전 규정이 강화되면서 화재나 폭발에 대한 위험도를 낮추고, 특히 연소 기체에서 유독성 염화수소의 발생량을 줄이기 위해서는 AP나 RDX, HMX와 같은 산화제를 AN으로 대체 사용하는 연구를 많이 수행하고 있다.

AN은 추진기관의 작동 온도인 $-40^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 에서 여러 단계의 상변화가 일어나서 밀도가 변하므로 추진제 내부에서 균열이 발생할 우려가 있으므로 이를 제거시킨 상안정화 질산암모늄(phase stabilized ammonium nitrate, PSAN)형태로 제조하여 추진제에 적용하고 있으며, 강한 흡습성을 방지하기 위해 표면에 코팅제를 사용하기도 한다. 이 PSAN을 추진제에 적용하여 로켓용으로 사용하기에 가장 문제가 되는 것은 기존의 AP나 HMX와 같은 산화제를 주로 사용한 추진제보다 비추력과 밀도가 낮아 추진기관의 총추력이 많이 저하된다는 약점을 지니고 있다. 또한 AP 추진제와 같이 연소 속도를 다양하게 변화시킬 수 없다는 단점도 지니고 있다.

이러한 주요한 단점을 지니고 있음에도 불구하고 서방 선진국에서 PSAN을 주산화제로 적용한 고체 추진제의 연구를 활발히 하고 있는 주 목적은 1990년대에 부각된 둔감 무기체계(Insensitive Munitions, IM)에 적용시키기 위한 것이다. PSAN을 주산화제로 적용한 고체 추진제의 개발 가능성을 고찰하기 위한 초기 단계로 추진제의 성능을 이론적으로 평가하기 위하여, 화학 평형 계산용 전산 프로그램에 의한 비추력과 추진제 구성 성분에 의한 이론적 밀도를 계산하여 비교 고찰하였다.

추진제의 바인더로 PCP, PGN, 그리고 HTPB를, 부산화제로 HNIW와 AP를 적용한 추진제의 이론적 비추력을 계산하였다. 부산화제의 함량은 추진제의 위험 급수 1.3를 고려하여 HNIW함량은 20% 이하를 적용하고 연소 기체에서 염화수소의 함량을 제한하기 위하여 AP의 함량도 20% 이하로 사용하는 것으로 제한하여 최대의 성능을 비교한 결과, 부산화제의 종류에 따른 성능 차이는 없는 것으로 나타났다. PGN 바인더 추진제가 PCP를 바인더로 사용하는 경우보다 3~4% 정도 더 높은 성능을 보여주었고, HTPB/PSAN 추진제의 비추력은 부산화제의 종류에 관계없이 재래식 복기 추진제보다 낮은 210초 정도인 것으로 계산되었다.