

# 다목적 실용위성 자세제어용 추력기 개발

## (Development of Attitude Control Thruster of KOMPSAT)

이성택, 장기원, 이상희, 최영중, 류정호

((주)한화 대전공장 우주사업팀)

인공위성용 추력기는 위성의 자세제어 및 궤도조정용 소형 액체추진기관으로서 개발 기술은 인공위성 그 자체는 물론 위성 발사체와 유도 미사일의 추진기관에 이르기까지 다양하게 확장 적용할 수 있는 핵심 기반기술이다. 때문에 선진국으로부터의 기술 이전을 기대하기 힘든 품목으로, 자체 개발을 통해 위성이나 유도무기에 장착 운용시험을 하 기에도 막대한 비용때문에 회피되고 있는 실정이다.

(주)한화는 정부에서 국책과제로 추진하고 있는 KOMPSAT 위성 개발사업에 참여하여 소형 액체 추진기관인 단일 추진제 추력기의 개발을 추진하였다. 1994년 11월 사업 착수 이래 미국 TRW사로 부터 추력기 설계, 해석 및 제작 기술을 이전받았으며, 추력기 제작/시험 시설을 완공하여 TRW사의 제품 품질 요구조건(product assurance requirements)에 의거 제작에 착수하였다. 현재 총 8세트의 이중 추력기 모듈(dual thruster module)을 제작 납품하였으며 또한 추력기 자체의 핵심 부품을 원부자재 가공으로 부터 제작하고 이의 인증 시험을 성공적으로 완료하였다. 현재 국산화 추력기를 KOMPSAT 위성에 장착하기 위한 이중 추력기 모듈 제작이 진행 중에 있다.

국산화 추력기는 미국 TRW사가 개발하여 약 1500개 이상 생산된 MRE-1(Mono-propellant Rocket Engine) 추력기로서 신뢰성과 우수한 성능이 입증된 단일 추진제 추력기이며 NASA의 1 lbf급 표준 추력기로 쓰이고 있다. 이 추력기는 신뢰성 향상을 위해 주(primary) 추력기와 부(redundancy) 추력기로 이루어진 이중 추력기 모듈 형태로 조립 되어 위성에 장착된다. MRE-1 추력기는 추진제 주입압력 350 psia에서 정상 추력이 0.95 lbf, 정상 비추력이 218 sec이며 최대 연소지속시간은 약 8,000 sec의 성능을 갖으며 최대 500,000의 펄스를 발생시킬 수 있다.

추력기의 재질은 추진제와의 적합성 및 내열 고강도 및 열전도 등의 요구조건을 만족 시켜야 하므로 각각의 부품 특성에 맞도록 적절하게 선정되어야 하며 KOMPSAT 위성 추력기는 내열 Cobalt 합금(Haynes 25)을 사용하였다. 내열합금은 일반 강(steel)류에 비

해 피삭성 지수가 현저하게 떨어져 정밀 가공하기가 상당히 어렵다. 추력기의 핵심 부품 중의 하나인 주입기(injector)는 재질의 경도나 강도에 관계없이 가공할 수 있고 복잡한 형상 및 미세 가공에 적합한 방전가공을 사용하였다.

추력기는 feed tube, thermal barrier tube, injector, chamber, nozzle로 구성되며 하이 드라진과의 열분해반응을 일으키는 촉매(Shell 405)가 충전되어 있다. 이들 부품들을 조립하기 위해서는 진공 브레이징(brazing)과 전자빔 용접(electron beam welding)이 개발된 공정 조건에 의해 수행되어야 하며 또한 추력기 요구성능을 만족시키기 위한 복잡한 유량 제어 공정도 포함된다. 부품 가공 및 조립시험을 거쳐 제작된 추력기는 100,000 ft 모사 진공하에서 일정한 규격의 인수시험을 통해 품질 확인이 이루어지는데, KOMPSAT 추력기는 국산화에 대한 성능 신뢰도를 확인하기 위하여 자세제어 요구 특성을 고려한 protoflight 수준의 연소시험 규격이 추가되어 이루어졌다.

이중 추력기 모듈은 두 개의 추력실(thrust chamber assembly)과 밸브, mount, thermostat, temperature transducer, connector, standoff, heater block으로 구성되어 있다. 이중 추력기 모듈의 성능 요구 조건들은 KOMPSAT 위성의 체계 설계 규격 요구 조건으로부터 도출되었으며 이를 확인하기 위한 열 및 유동해석, 구조해석, plume 해석과 simulation이 수행되었다. 이중 추력기 모듈에 대한 최종 인수 시험은 보증 압력 시험(proof pressure test), 내외부 기밀시험(external & internal leakage test), 가스 유동시험(gas flow impedance test), 전기적 성능시험(electrical functional test), 진동시험(vibration test)으로 이루어진다.

향후, (주)한화는 소형 추력기 연소시험 시설을 1998년 상반기 중 설치 운용하여 확보 기술을 응용한 냉가스 추력기(cold gas thruster), 고온기체 추력기(hot gas valve system) 등의 개발도 추진할 예정이다. 이러한 로켓 응용 연구개발은 우주산업 뿐만 아니라 국방용 유도무기 체계에도 일조하리라 예측된다.