

## 다목적실용위성 2호 위성본체 국산화 개발

| 한국항공우주연구원 위성본체그룹 책임연구원 황도순 |

### 개요

인공위성 및 발사체 등의 우주산업은 21세기를 이끌어 나갈 첨단 기술 산업이며 국가 과학기술력의 척도로서 자리매김하고 있다. 우주개발 선진국인 미국은 영구 달기지 건설 및 유인 우주탐사 계획을 적극적으로 추진하고 있으며 중국도 미국, 러시아에 이어 유인 우주선을 발사한 세번째 국가가 되었다. 우리의 주변국 중 하나인 일본은 이미 인공위성 및 발사체 분야에서 독자적인 기술을 보유하고 있으며 동남아 각국들도 우주개발을 적극적으로 추진할 계획으로 있다.

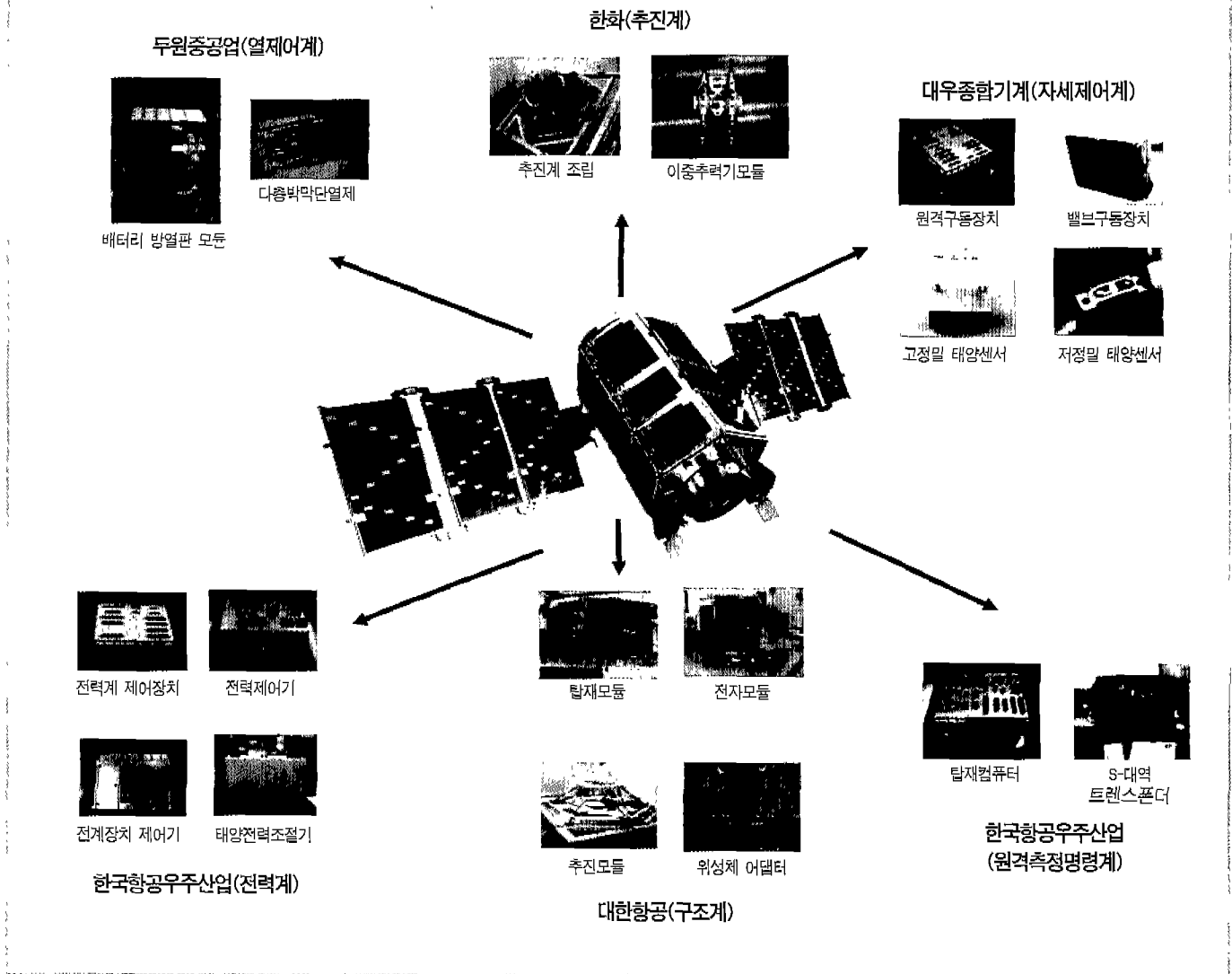
우리나라는 소형위성인 우리별 1, 2, 3호와 과학기술위성 1호, 실

용급 위성인 다목적실용위성 1호, 상용 방송통신위성인 무궁화 1, 2, 3호를 보유하고 있으며 디지털 멀티미디어방송 전용위성도 국제 공동으로 보유하고 있다.

이러한 국내외 환경하에서 다목적실용위성 2호 부품의 성공적인 국산화 개발은 국내 최초로 상용급 위성의 본체를 설계부터 제작, 조립, 시험에 이르는 전 과정을 우리의 기술로 개발한 것으로, 우리나라의 우주산업 발전에 있어 매우 중요한 의미를 지니고 있다.

다목적실용위성 2호는 산업자원부, 과학기술부 및 정보통신부가 공동으로 지원하는 범부처 국책사업으로 1999년부터 개발이 착수되어 추진하고 있는 초정밀 지구관측위성이다. 현재는 위성본체 및 부분체의 제작이 완료되었으며 2005년 10월경에 러시아 Rockot 발사체에 탑재되어 Plesetsk 발사장에서 고도 685km, 경사각 98.13

그림 1. 다목적실용위성 2호 형상 및 국산화 부품 구성



도의 태양동기, 지구저궤도로 발사될 예정이다.

다목적실용위성 2호 개발사업은 한국항공우주연구원이 개발총괄을 담당하고, 본체조립 및 시험을 포함한 전력 및 원격측정명령계에 한국항공우주산업(주), 구조계 개발에 (주)대한항공, 열제어계 개발에 두원중공업(주), 자세제어계 개발에 대우종합기계(주), 추진계 개발에 (주)한화가 참여하고 있다.

다목적실용위성 2호 위성본체 및 이에 따르는 핵심부품의 국산화 개발 성공은 다음과 같은 중요한 의미를 가진다.

- 경량, 정밀 인공위성 구조체의 국내 독자개발
- 저궤도 실용위성 열제어계 국내 독자개발
- 고정밀 자세제어 로직 및 센서류 국산화 개발
- 전력계 및 원격측정명령계 첨단 전자장비의 국산화 개발

실용급 위성 핵심부품의 성공적인 국산화 개발로 향후 다목적실용위성 시리즈를 포함한 국내 위성수요를 국내 기술로 충족시킬 수 있는 국내 자립화 기술을 확보하였을 뿐 아니라 세계 우주분야 부품 시장에 진출할 수 있는 기반을 확고히 마련하였다. 그림 1은 다목적실용위성 2호의 형상과 국산화 부품의 구성을 나타낸다.

## 사업 추진경과

다목적실용위성 2호 개발사업은 1999년 12월 1일 착수되어, 2005년 12월 31일까지 추진될 예정이다. 현재는 본체 개발이 완료

되었으며 탑재체를 포함한 위성체 수준의 조립과 환경시험 등이 남아있다. 현재까지 다목적실용위성 2호 본체 개발사업의 주요 추진경과를 간략하게 서술하면 다음과 같다.

1999년 12월에 사업이 착수되었으며 2000년 2월에 한국항공우주연구원, 한국항공우주산업(주), (주)대한항공, 두원중공업(주), 대우종합기계(주) 및 (주)한화의 설계인력으로 공동설계팀을 구성하여 본격적인 개발에 착수하였다. 2000년 10월에는 해외기술협력기관, 2001년 1월에는 해외구매기관으로 유럽의 Astrium사를 선정하였다.

2000년 4월에는 시스템요구 검토회의(SRR, System Requirement Review), 2000년 11월에는 시스템설계 검토회의(SDR, System Design Review), 2001년 6월에는 예비설계 검토회의(PDR, Preliminary Design Review), 2002년 12월에는 상세설계 검토회의(CDR, Critical Design Review)를 수행하여 일련의 설계를 확정하였다.

2002년 1월부터 5월까지의 구조-열 모델(STM, Structure & Thermal Model)에 대한 시험을 통하여 기계분야 설계에 대한 성능검증을 완료하였다. 2003년 3월에는 탑재소프트웨어 개발을 1차적으로 완료하였고, 2003년 5월에는 전기종합시험장치(ETB, Electrical Test Bed)의 운영을 통하여 전자분야의 국산화 부품에 대한 기능확인을 수행하였다.

이러한 설계 및 부품 성능검증을 바탕으로 하여 2003년 9월에는 추진계 모듈을 마지막으로 하여 다목적실용위성 2호 본체 핵심부품의 비행모델에 대한 국산화를 모두 완료하였다.

2004년 중에 탑재체인 고해상도카메라가 입고되면 위성체 수준의 조립이 완료되어 2005년 중반까지 발사, 궤도 환경시험과 전자과 환경시험이 수행될 예정이며 2005년 10월경에 발사되어 임무에 착수할 계획이다.

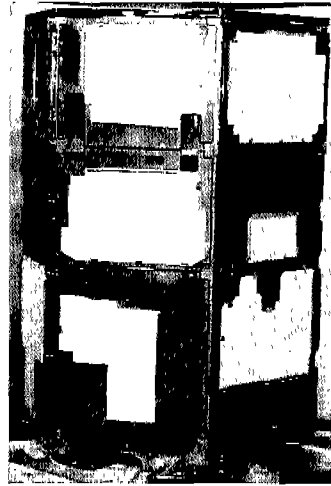


그림 2. 위성 구조체

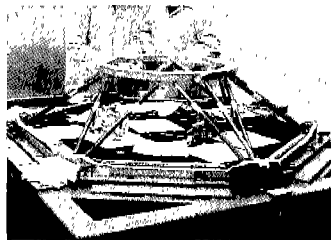


그림 3. 추진모듈



그림 4. 위성체 어댑터

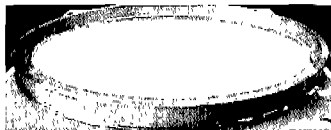


그림 5. 마운팅

## 부분체 개발

### 3.1 구조계 개발

구조계는 국내 기술력에 의해 주도적으로 개발이 추진되고 있으며 개발된 위성 구조체는 샌드위치 구조 및 스트럿 구조를 채용하고 있는 초경량 제품이다.

다목적실용위성 2호의 구조계는 시스템 및 타부분체의 요구조건, 탑재체 및 전자장비의 물리적 지지, 위성의 발사하중 지지 등을 만족하도록 설계, 해석, 제작되었다. 이러한 역할을 수행하기 위하여 구조체는 위성의 제작부터 임무완수까지 모든 주위 환경을 견딜 수 있어야 하며, 이때 발사체는 구조체의 요구조건, 형상, 중량 및 강도 등을 결정하는 중요한 요소로서 작용한다.

다목적실용위성 2호의 구조체는 신뢰성이 높고 설계변경, 제작 및 조립수행이 우수한 다목적 실용위성 1호와 유사한 육각형 형상의 모듈화 구조로서 체결은 하나씩 샌드위치 구조를 포함하여 알루미늄 합금이 사용되며, 태양전지판은 복합재료 패널을 사용한다.

다목적실용위성 2호의 구조계는 (주)대한항공에서 전체 구조계(그림 2 참조) 및 추진모듈(그림 3 참조)을 제작하였으며 한국항공우주산업(주)에서 태양전지판을 제작하였다. 본 개발을 통하여 저궤도 실용위성급 구조계에 대한 설계, 해석, 조립 및 시험에 대한 모든 과정을 국내주도로 수행하여 우리나라의 위성개발 수준을 한단계 상승시킬 수 있었다. 특히 1호의 경우 복잡한 설계로 인해 국내 가공이 어려웠던 위성체 어댑터(그림 4 참조)를 설계변경을 통하여 국내 제작을 가능하게 하였으며 발사체와의 결합을 위한 클램프밴드의 지지구조인 마운팅(그림 5 참조)도 국내에서 설계, 제작하였다. 향후 다목적실용위성 3호 및 정지궤도위성 구조체에 대한 국내 주도 혹은 국내 독자개발이 가능하게 된 것이 본 국산화 개발의 큰 의의이다.

### 3.2 열제어계 개발

열제어계는 위성체가 발사체에 탑재되어 발사될 때와 궤도환경에서 운용중일 때 겪게 되는 진공 및 열환경하에서 위성체를 보호하고 주어진 임무를 성공적으로 수행할 수 있게 하는 열제어 기기를 설계, 해석, 제작하고 설치하는 부분체이다.

다목적실용위성 2호기의 열제어 설계는 성공적으로 운용되고 있는 다목적실용위성 1호기의 열설계를 바탕으로 이루어졌다. 그러나 다목적실용위성 2호의 설계는 1호보다 성능면에서 많은 향상을 보여준다. 다목적실용위성 2호의 열설계 특성은 아래와 같이 요약되며 특히 마지막 4개의 항목은 2호기 성능향상을 위해 설계가 변경되거나 개선된 부분이다.

- 성공적으로 운용중인 다목적실용위성 1호의 열제어계 설계를 바탕으로 함.
- 탑재부, 전자부품부, 추진부가 열적으로 독립된 모듈라 형태를 가짐.
- 기본적으로 신뢰도가 높은 수동형 열제어 기법을 사용함.
- 전용 방열판, 히트파이프, 컴퓨터 조정 히터에 의한 배터리 온도조절이 이루어짐.
- 광학파라 온도 조절용 히트파이프 모듈이 채택됨.
- 그물망 형태를 가지며 산소원자와 정전기 방전을 위한 다층박막단열재를 사용함.
- 국내에서 압출한 히트파이프를 사용함.
- 안전모드에서 히터 전력감소를 위한 생존 히터를 도입함.



그림 7 히트파이프 및 방열판

이러한 열설계를 바탕으로 하여 두원중공업(주)에서 새로운 형태의 다층박막단열재(그림 6 참조)에 대한 설계, 해석 및 제작기술을 개발하였으며 국내에서 제작된 히트파이프를 사용하여 축전지에 대한 방열판(그림 7 참조)을 개발하였다. 본 개발은 열제어 분야에서 첨단 기술로서 향후 극심한 열환경하에서 위성체의 임무를 수행할 수

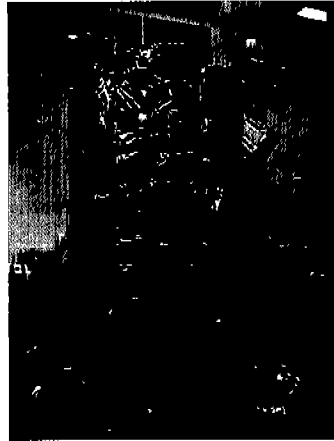


그림 6. 다층박막단열재

있는 열제어 개발능력을 획기적으로 발전시켰다고 할 수 있다.

### 3.3 자세제어계 개발

인공위성에서 자세제어계는 위성의 정밀한 자세제어 및 궤도유지를 수행하는 핵심적인 부분체로서 위성에 장착된 센서, 구동기 및 탑재소프트웨어로 구성된다. 인공위성의 임무가 다양화, 고도화됨에 따라 자세제어계가 제공하는 기능 및 성능도 세분화, 고성능화, 고정밀화 되었다. 또한, 인공위성 임무수행의 성패는 기초설계 단계에서부터 제작, 시험, 및 발사 후 운용단계에 이르기까지의 전 과정에 걸쳐 자세제어계가 계획하고 수행하는 모든 기능과 성능에 직결된다.

다목적실용위성 2호는 1호와 마찬가지로 모멘텀 바이어스 방식에 비하여 기동력 및 기능의 폭이 큰 3축 안정화 계로 모멘텀 바이어스 방식을 채택하고 있으며, 다목적실용위성 1호와 비교하여 더욱 정밀해진 지향 정밀도 요구조건을 만족시키기 위해 2개의 별센서와 미소진동이 작은 4개의 반작용휠이 사용되었다. 궤도 운용중의 궤도변경 및 위성의 생존을 위하여는 1호와 마찬가지로 추력기 제어방식을 채택하였다.

자세제어계 국산화 개발로서 위성의 정밀한 자세제어 및 궤도유지를 수행하기 위한 원격구동장치(그림 8 참조), 추력기를 사용한 구동력을 제어하기 위한 밸브구동장치(그림 9 참조), 위성체의 자세를 감지하기 위한 고정밀태양센서(그림 10 참조), 태양전지판의 태양 지향을 위한 저정밀태양센서(그림 11 참조)의 개발이 대우종합기계(주)에서 이루어졌다.

특히 원격구동장치는 386급의 프로세서를 채택함으로써 다목적실용위성 1호에 비하여 훨씬 빠른 제어성능을 달성할 수 있게 되었다. 본 개발을 통하여 위성체 개발의 핵심요소인 자세제어 분야의 국산화 개발을 달성함으로써 위성체의 국내 독자개발을 앞당기는 전기를 마련하였으며 위성체 설계자가 원하는 자세제어 성능을 구현할 수 있도록 하였다.

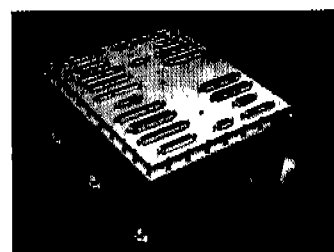


그림 8. 원격구동장치

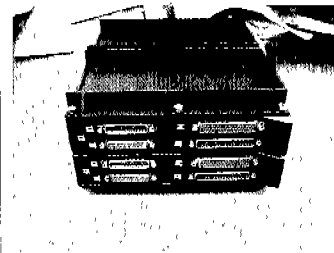


그림 9. 밸브구동장치



그림 10. 고정밀태양센서



그림 11. 저정밀태양센서

### 3.4 추진계 개발

추진계는 우주에서 지구상의 관측대상 촬영을 위한 인공위성의 자세제어 및 유지와 지상국으로 부터의 위성 궤도수정 명령의 수행을 위하여 액체연료(하이드라진)와 화학축매(산화알루미늄)의 연소반응에 의한 추진력을 이용하여 위성을 이동시키는 부분체로 추력기 2개로 구성된 이중 추력기 모듈 4쌍, 연료탱크, 배관 및 밸브 등으로 이루어진다.

인공위성 추진계의 시험평가 장치는 고진공의 궤도환경하에서 엔진 연소성능을 측정, 제어하는 장치로서 추력기 개발을 위한 필수기반시설이며 이는 시험운용기술과 함께 여러 분야에 적용할 수 있는 복합기술이다.

다목적실용위성 1호의 추진계는 해외공동개발 기관의 설계도면을 활용하여 제작되었으나 2호의 경우에는 국내 기술에 의해 개발이 주도적으로 이루어졌다.

추진계 국산화 개발은 (주)한화에 의해 수행되었으며 국내 개발에 따른 의의는 다음과 같다.

- 인공위성용 추력기(그림 12 참조)를 포함한 배관 및 추진모듈(그림 13 참조)의 최초 국산화 개발

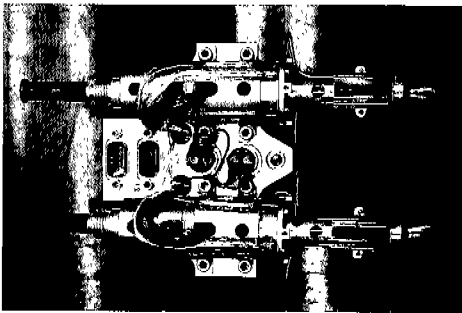


그림 12. 추력기

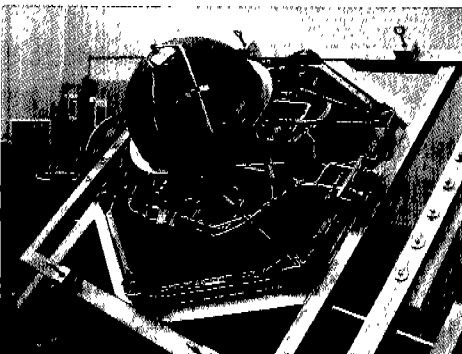


그림 13. 배관 및 추진모듈



그림 14. 태양전지판

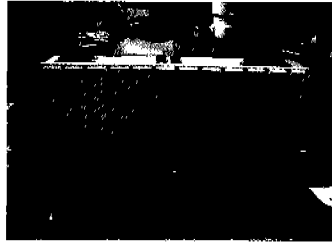


그림 15. 태양전력조절기

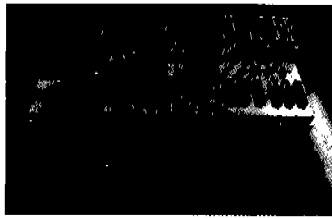


그림 16. 전력제어기

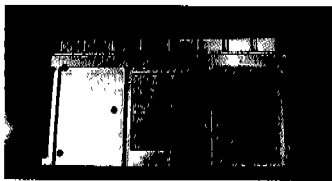


그림 17. 전장장치 제어기

- 추진계의 인증시험을 위한 시험평가시설을 순수 국내기술로 설계, 구축 성공
- 세계 여덟번째의 인공위성 추력기 개발시설 보유국

추진계의 성공적 개발로 향후 다목적실용위성 시리즈의 국내 독자개발을 가능하게 하여 국내 자립화 기술 확보 및 세계 우주분야 부품시장에 진출할 수 있는 기반을 구축하였다.

### 3.5 전력계 개발

인공위성의 전력계는 임무기간 동안 위성부하에 연속적으로 전력을 공급하기 위하여 1차 전력원과 2차 에너지 저장장치를 포함하고 있다. 전력계는 다른 부분체와 탑재체의 안정적인 전력을 공급하기 위하여 전력을 제어, 분배하는 역할을 수행한다. 본체 전원 시스템을 고장발생으로부터 보호하기 위하여 보호회로가 설계되어 있으며, 위성의 위급상황에 대비하여 위성의 다른 부품들과 마찬가지로 모든 전력계 전장품은 중복(redundancy)기능을 가지고 있다.

다목적실용위성 2호의 전력계는 3년의 임무기간 동안에 위성본체와 탑재체의 성공적인 임무수행을 위하여 충분한 전력을 공급해야 한다. 따라서 다목적실용위성 2호에 필요한 전력을 생성하고 각 위성체 부하에 적절히 공급하기 위해 전력계는 다음의 각 부분품으로 구성되어 있다.

다목적실용위성 2호 구성품은 낮기 동안 전력을 생성하는 태양전지판(그림 14 참조), 식(eclipse) 기간 동안 위성부하에 전력을 공급하고 임무수행시 최대부하가 동작할 경우 보충전력을 공급하기 위한 에너지 저장장치인 축전지, 태양전지판에서 생성된 전력을 적절한 전력으로 변환시켜 위성의 부하에 공급하고 축전지를 충전하기 위한 태양전력조절기(그림 15 참조), 각 위성체 부하와 탑재체에 필요한 전력을 분배하고 조절하기 위한 전력제어기(그림 16 참조), 위성궤도 진입 후 태양전지판을 전개하기 위한 전개장치제어기(그림 17 참조), 위성본체와 탑재체의 전기적 접속과 지상장비와의 접속, 발사 및

비행운용 동안 발사체와의 신호 및 전력을 공급하는 기능을 갖는 하니스(그림 18 참조), 지상국에서 전력계의 상태를 모니터링하고 제어할 수 있도록 원격측정 및 명령을 갖도록 설계된 전력계 제어장치(그림 19 참조) 등의 전장품으로 구성되어 있다.

이러한 구성품은 축전지를 제외하고는 모두 한국항공우주산업(주)의 기술력에 의하여 국산화되었으며 이 과정을 통하여 위성체가 필요로 하는 요구성능을 만족시키는 설계, 해석, 제작 및 시험 등의 전과정이 국내 주도로 수행되었다. 이러한 과정을 통하여 위성 전장품에 대한 국내 개발기반을 구축하였으며 아울러 우주산업화를 달성하기 위한 준비가 수행되었다.

### 1.6 원격측정명령계 개발

다목적실용위성 2호기의 본체를 구성하는 주요 부분체의 하나로서, 원격측정명령계는 임무수행을 위해 필요한 사항 중 지상과의 통신과 원격 명령 및 원격상태 데이터에 대한 처리기반을 제공한다. 이러한 기능들은 1호기 개발경험을 바탕으로 2호기의 임무수행에 적합하도록 기능을 보완하고 변경하였다.

원격측정명령계의 구성품 중 위성체의 운용과정 중에서 위성체의 정상적인 임무수행을 통제하는 탑재컴퓨터(그림 20 참조)와 지상과의 통신경로를 구성하는 S대역 트랜스폰더(그림 21 참조)가 국산화되었다. 이 품목들은 개발과정에서 설계, 해석, 제작 및 시험에 따르는 일련의 전 과정이 한국항공우주산업(주)의 주도로 이루어졌으며 이는 국내에서 독자적인 위성체 핵심부품을 개발할 수 있는 기반을 확고히 구축하였다는 것을 보여준다. 특히 탑재컴퓨터는 186급에서 386급으로 프로세서를 변경하여 설계, 개발을 성공적으로 수행함으로써 이 분야의 기술수준을 한단계 발전시킬 수 있었다.

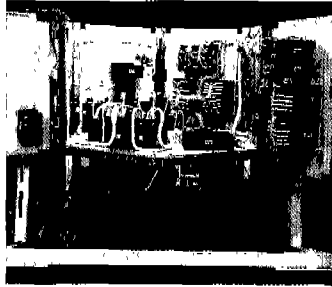


그림 18. 하니스

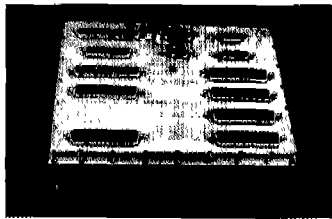


그림 19. 전력계제어장치

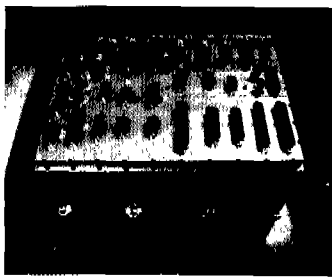


그림 20. 탑재컴퓨터

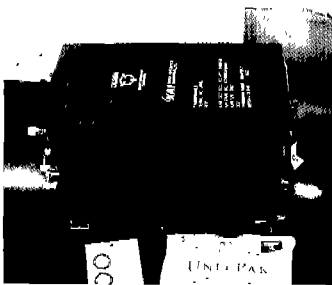


그림 21. S대역 트랜스폰더

## 국산화 개발의 의의

우리나라의 우주산업은 21세기 국가경제를 견인하여 나갈 차세대 주력기간산업으로 2015년까지 세계 10위권을 목표로 추진되고 있다. 우주산업은 현대 첨단산업의 결정체로서 타 산업으로의 기술파급효과가 크고 국가안보에 있어서도 필수적인 산업이다. 이러한 필요성 때문에 우주산업은 세계의 여러 나라들이 국가 주도로 개발을 추진하여 오고 있으며 우리나라도 국가우주개발 중장기 기본계획 등을 통하여 적극적인 우주개발을 추진하고 있다.

다목적실용위성 2호의 국산화 개발은 1호에서 축적된 경험을 바탕으로 하여 국내 주도로 첨단 기술 제품을 설계, 해석, 제작 및 시험을 통하여 개발하였으며 이를 통하여 개발된 부품들은 향후 다목적실용위성 시리즈를 포함한 정지궤도 통신 해양기상위성의 개발에 적극 활용될 것이다.

다목적실용위성 2호 위성본체의 성공적인 개발을 통하여 구축된 첨단 기술력을 바탕으로 체계적이고 지속적인 우주개발을 추진함으로써 이제까지 축적된 우주기술이 산업화될 수 있는 계기를 마련하여 궁극적으로 우리나라의 산업발전에 기여할 수 있어야 한다.

다목적실용위성 2호를 통하여 핵심부품의 국산화를 성공적으로 완수함에 따라, 우리나라는 국내 위성개발 기반을 확고히 구축하게 되었으며, 개발에 참여한 국내 기업은 전문화된 위성부품 개발업체로서 인정을 받게 되어 세계 우주시장의 진입을 위한 초석을 조성하게 되었다는 점에서 큰 의의가 있다.

또한 다목적실용위성 2호의 본체를 포함한 주요 부품의 국산화 개발성공은 궁극적으로 우리 손으로 만든 위성을 통하여 세계 곳곳의 고해상도 영상을 획득할 수 있게 되었다는 점에서 우리나라의 첨단 기술력을 과시한 것이며 우리나라도 이제는 본격적인 우주개발국으로서 첨단 기술력을 바탕으로 국력과 위상을 드높일 수 있는 전기가 마련되었다. ☺