아리랑 위성 개발사업

이 주 진 / 한국항공우주연구원

아리랑 개발사업은 실용급위성 개발기술을 국내에 구축하고 동시에 지상관측임무의 인공위성을 활용한다는 목적으로 사업이 시작되었다.

이러한 목적을 충족시키기 위해 1호는 미국 TRW사와 공동개발을 통해 국내기술진이 설계기술을 습득하고 국내제작 가능부품을 국내 제작토록 하였고, 2호는 국내 주도로 추진하고 일부 핵심기술 및 해외 부품공급을 위하여 유럽의 Astrium사의 지원 하에 개발을 진행하고 있다. 특히 1, 2호 모두 개발과정의 종합부문인 비행모델의 조립/시험을 국내에서 수행토록 하였다. 이를 위하여 1호 사업의 일환으로 항우(연)에 인공위성 종합조립/시험시설을 구축하고 국내기술진이 직접 최종조립 및 시험을 수행하였다.

Ⅰ. 아리랑 위성 1호 개발

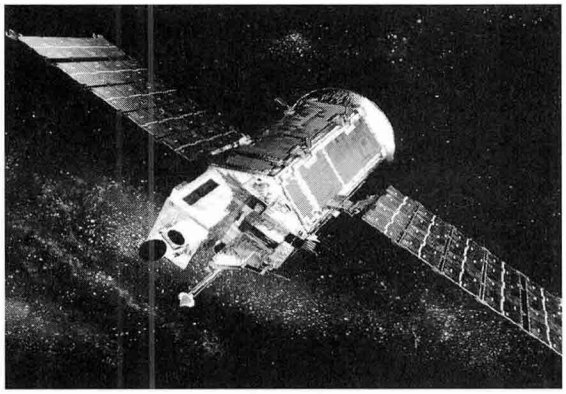
아리랑 1호 위성사업은 과학기술부주관하에 산업자원부와 정보통신부가 공동으로 수행하였고 실제 개발수행도 항공우주연구원을 총괄주관으로 하여 대우중공업, 대한항공, 두원중공업, 삼성항공, 한라중공업, (주)한화, 현대우주항공 등 7개 국내기업과 전자통신연구원, 과기원, 인공위성센터와 여러 대학이 참여된 실질적인 산·학·연 협동과제이다.

국내에서 처음 실용급위성의 제작과 조립/시험 및 관제/수신을 수행하여야 하므로 이에 필요한 시설을 구축하여 사업을 수행하였다.

사 업 기 간	1994. 11 ~ 2000. 1
개 발 방 식	해외공동개발 및 국내제작
정 부 부 처	과학기술부, 산업자원부, 정보통신부
개 발 기 관	항공우주연구원 총괄, 국내기업, 연구기관, 대학 참여

■ 아리랑 1호 위성 개발과정

아리랑위성의 개발과정은 heritage 개념을 적용하여 설계→부품제작→ETB시험→준비행모델 조립/시험→비행모델조립/시험→발사장 점검→발사→초기운영의 단계로 수행하였다.



[그림 1] 아리랑 1호 위성 조감도

설계는 해외공동개발기관인 미국 TRW에 항공우주연구원과 7개 국내참여기업 및 전자통신연구원에서 약 100여명이 파견되어 공동으로 설계를 수행하였다. 단계별 설계검토를 위하여 시스템설계검토(SDR : System Design Review), 예비설계검토(PDR : Preliminary Design Review) 및 상세설계검토(CDR : Critical Design Review)를 걸쳐 최종설계가 확정되었다.

아리랑 위성은 약 60여개의 부분품(component 또는 box 형태)으로 구성되어 있고 이들 중 약 60%를 국내기업에서 제작토록 하였다. 각 참여기업별로 특성화된 분야를 담당토록 하였고 그에 따른 제작시설 및 청정실 등을 갖추게 되었다.

참여기업	담당분야	국내제작 주요내역
대우중공업	자세제어계	RDU, VDE, Sun sensor
대한항공	구조계	구조체
두원중공업	열제어계	Heat pipe, MLI
삼성항공	명령제어계	OBC Xpndr
한라중공업	추진계	추진계 조립
(주)한화		추력기 제작
현대우주항공	전력계	SAR ECU 태양전지판(Solar cell제외) Harness

<표 1> 아리랑 위성 1호 제원

구분		제원
시스템	임무기간 궤도특성	- 3년이상 - 고도 685km의 태양동기궤도 - 승교점 통과 지방시 : 오전 10시 50분
	질량	- 약 470kg
위성체		- 3축 제어방식(최대 35° roll 기울이기 가능) - Si 태양전지판 및 Super Ni-Cd 축전지 사용 - 하이드라진 추력기 사용
탑재체	전자광학카메라	- 해상도 6.6m 흑백, 관측폭 15km 0.51~0.73 μm 대역
	해양관측카메라	- 해상도 1km, 관측폭 800km 0.4~0.9 μm 대역중 6밴드 측정
	자료 저장용량	- 8Gbit(EOL)
지상국	관제 수신	- 24시간마다 KGS(항우연 지상국)에서 2~3회 교신가능 교신시간 10~13분 - 위성관제 S-band - 위성자료수신 X-band

설계에 대한 검증을 위하여 주요 H/W를 EM (Engineering Model) 형태로 제작하고 필요한 simulator로 구성된 ETB(Electrical Test Bed)로 검증시험을 수행하게 된다. 주로 OBC 등의 Processor들과 flight S/W간의 기능을 점검/검증하게 되고 특히 자세제어계의 Control logic 검증을 위한 VDS(Vehicle Dynamics Simulator)가 포함되어 시험을 수행하였다. ETB와 더불어 Flight S/W 자체와 Processor간의 사전 기능 검증을 위한 STB(S/W Test Bed)도 구성되어 FSW가 개발되는 동안 계속적인 검증시험이 이루어졌다.

제작과 지상모델에 대한 시험이 완료되고 비행모델의 부품들이 제작되어 항공우주연구원에 설치된 위성조립/시험시설인 "우주시험동"에서 항공우주연구원 연구원들이 주도적인 역할 하에 비행모델의 조립 및 시험이 수행되었다.

우주시험동은 국내유일의 위성체 조립/시험시설로서 아리랑 위성 1호 사업의 일환으로 구축되었다.

특히 비행모델은 직접 발사되어 궤도에서 운영되는 모델이므로 기능시험에서도 더욱 세부적이고 엄격한 시험과정을 적용하였고 특히 우주환경이 모사되는 궤도환경시험은 열진공시험장치 내에서 1일 24시간씩 3주동안 종합기능시험을 수행하여 지상에서 가능한 최대의 시험을 수행토록 하였다.

II. 아리랑 2호 위성개발 현황

아리랑 2호 위성개발 사업은 1호 사업과 같이 과학기술부 주관으로 하여 산업자원부 및 정보통신부와 협력사업으로 추진되며 항공우주연구원이 총괄주관을 담당하고 한국항공우주산업(주)가 주관기업으로 하여 대우중공업, 대한항공, 두원중공업, 한화(주)가 참여하여 수행되고 있다. 아리랑 2호 위성은 한반도 정밀관측 및 관련 지리정보 구축을 위한 자료제공을 임무로 하고 이를 위하여 고해상도 능력을 가진 광학카메라(MSC : Multi-Spectral Camera)와 고정밀 자세제어 능력을 가지는 위성본체로 구성된다.

사업기간	1999. 12 ~ 2004. 5
개발총괄	항공우주연구원
위성본체	국내주도개발(일부 기술 Astrium사 지원) - 설계/시험 항공우주연구원 주도 (국내업체참여) - 제작/조립 항공우주산업(주) 주도(참여기업)
탑 재 체	해외공동개발 - 이스라엘 ELOP사와 공동개발

위성본체의 개발방식은 아리랑 1호 사업에서 축적된 기술을 활용하여 국내 주도로 하여 일부 핵심기술과 부품조달은 해외기업의 지원을 받아 개발토록 추진하고 있다. 위성본체의 설계를 위하여 항공우주연구원에 주관기업 및 참여기업의 인원들과 공동으로 설계팀을 구성·운영하고 있다. 탑재체는 이스라엘의 ELOP사와 공동개발 형식으로 추진되며 이를 위하여 국내기술진이 ELOP사로 파견되어 설계에 참여하고 일부부품이 국내기업에서 제작될 계획이며 광학 정밀조립기술습득을 위하여 항공우주연구원에서 광학계의 조립을 수행토록 추진하고 있다.

■ 아리랑 2호 위성 주요설계규격

아리랑 2호 위성의 임무수명(Mission life)은 3년이고 궤도는 1호와 마찬가지로 한반도 영상촬영의 최적조건을 만족시키는 685km의 태양동기궤도로 진행되고 있다.

탑재체인 MSC는 고해상도의 panchromatic band와 4-band Multi-spectral band로 구성되며 90Gbit 용량의 저장장치를 포함하게 된다.

위성본체는 Star tracker와 정밀자이로를 이용

하여 0.05도의 지향정밀도를 갖도록 하며 궤도조정 및 tilt 기능을 갖도록 추력장치와 모멘텀휠이 포함된다.

특히 아리랑 2호 위성은 고해상도 영상촬영에 안정성을 확보할 수 있도록 jittering도 조절되어야 하므로 이에 대한 설계규격도 엄격하게 분석되고 있다.

<표 2> 아리랑 2호 위성의 주요규격

분야	주 요 규 격
시스템	Mission Orbit : 685km Circular and Sun-Synchronous Mission Life Time : 3years MSC Payload Duty Cycle : 20% Required Solar Array Power : 950W Satellite Mass : 800kg 이하 Roll Tilt : Max±56deg Pitch Tilt : Max±30deg Pointing Accuracy : Roll : 0.05deg
탑재체	Panchromatic band : 500~900nm Multi-spectral band : 4band (400~900nm) Swath width : 15km Image Storage : 90Gbit(임무초기)

[그림 2] 아리랑 2호 위성 조감도

■ 아리랑 2호 위성 개발추진방안

참여기업과의 공동설계팀에서 설계를 진행하고 있으며 현재 지상모델을 제작하여 지상 시험 중에 있다.

아리랑 2호 위성은 정밀관측위성으로, 이러한 정밀영상촬영을 위하여 Star tracker를 이용한 고정밀 자세제어와 Jittering까지 조정할 수 있는 고정밀 기술이 요구된다.

이러한 정밀관측위성을 개발함에 있어 문제발생 최소화하기 위하여 중간성능점검을 철저히 수행하여야하며 이를 위하여 확정설계이전에 핵심부품의 기능 시험모델(Electrical Test Bed)을 구성하여 주요성능을 점검토록 하며 비행모델(flight Model)의 성능 및 환경시험을 거친 후 최종성능확인시험(End to End Test)도 수행토록 계획하고 있다.

위성체의 개발과 더불어 최종조립을 위한 각종 조립치구들과 성능시험을 위한 기능시험장치(EGSE : Electrical Ground Support Equipment)가 국내에서 개발되었다. 특히 EGSE는 위성체의 모든 기능을 점검해야 하는 장비로 위성체와 같은 급의 기능을 포함하고 시험장비 자체의 오류가 없도록 해야하는 중요장비이다.

<표 3> 아리랑 2호 사업에서 개발되는 품목

분 야	개 발 품 목	비 고
위성체	- 위성본체 비행모델 1 Set - 탑재체 비행모델 1 Set	
지상국	- 자료수신장비 1 Set - 위성관제장비 1 Set	1호 장비에 Upgrade 부가시설
개발지원장비	- S/W 시험장치 1 Set - Electrical Test Bed 1 Set - Structure/Thermal Model 1 Set - 조립치구 1 Set - 성능시험장비(EGSE) ・위성본체용 1 Set ・탑재체용 1 Set - 탑재체(MSC) Simulator 1 Set	

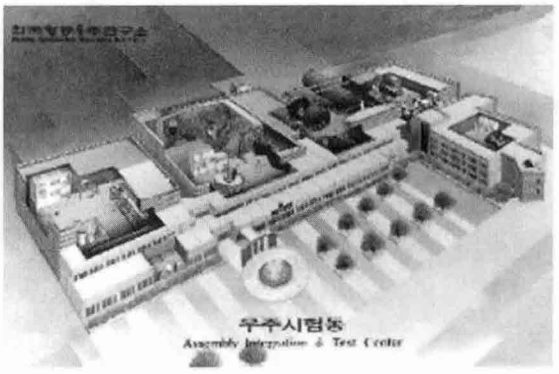
■ 맺음말

국가 공공목적으로 활용될 아리랑 2호 위성 개발사업은 1호 사업으로 축적된 국내기술을 안정화시키고 한 단계 더 나아가 고정밀급 위성기술을 국내에 구축하는 도약의 계기로 발전될 것이다. 이를 위하여 정부, 항공우주연구원, 항공우주산업(주) 및 국내참여업체와 전자통신연구소, 대학간의 긴밀한 개발 협조체제로 추진될 것이다.

Ⅲ. 실용급 위성 조립 · 시험 시설

아리랑 위성 1호 사업을 통해서 위성체의 개발 및 발사와 더불어 향후 국내에서 개발되는 인공위성에 계속적으로 활용될 실용급위성 조립/시험을 위한 우주시험동과 저궤도 위성용 관제/자료수신을 위한 지상국을 항공우주연구원에 구축하였다.

사업에 참여한 국내 기업들도 사실상의 인공위성부품 제작은 거의 초기상태이므로 제작 및 기능시험에 필요한 소규모의 부품조립용 청정실과 부분품용 test set 등의 기본시설도 구축하였다.



[그림 3] 항공우주연구원 "우주시험동" 투시도

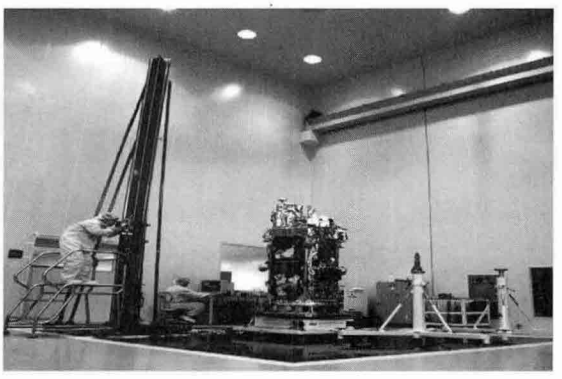
■ 우주시험동의 특징과 구성

우주시험동은 연건평 10,000m(3,500여평) 규모의 대형시설이며 대부분의 주요 test hall은 U.S. Federal Std 209B 기준으로 청정도 100,000(0.5㎛ 이상의 부유분진이(ft^3 내에 100,000이하)로 필요시 유지될 수 있도록 청정시설이 구비되어 있으며 현재는 청정도 5000 정도로 유지시킬 수 있다.

주요시험시설은 정밀조립실, 우주환경시험실, 진동/동특성시험실, 전자파시험실 등이며 기타 오염측정실, 전자부품조립실, 센서교정실 등을 갖추고 있으며 유지비 절약을 위하여 각 시험실의 청정시설을 독립적으로 운영할 수 있도록 설계되었다.

가. 정밀조립실

정밀조립실은 25×25m×9m의 크기로 조립실 내에 초정밀 부품의 조립 정확도 측정 및 검증을 위한 얼라인먼트 측정 시스템이 내진대 위에 설치되어 있다. 얼라인먼트 측정 시스템은 Thedolite, 정밀 회전대 및 높이 6m의 측정 지지대로 구성되어 초정밀 구동 센서의 지향성과 고정밀 부품의 정렬 측정이 가능하다.

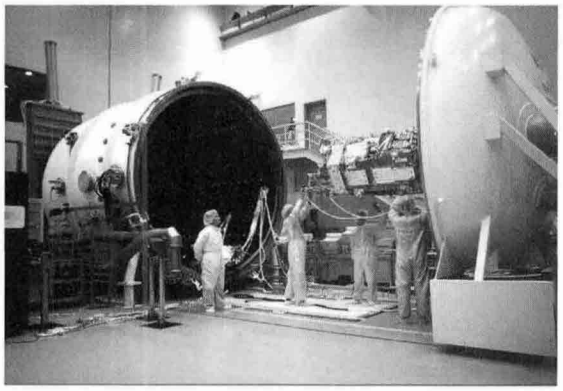


[그림 4] 우주시험동 정밀조립실

그리고 6m× 6m×높이 7m의 정밀광학 시험 시설은 청정도 100 이하를 유지하고, 광학장비의 조립 및 시험이 가능한 방진 테이블이 설치되어 있다.

나. 우주환경시험실

우주환경시험실은 위성체가 임무궤도에서 겪게되는 우주의 대표적인 열·진공환경을 모사하여 우주환경 하에서의 위성체 및 부품 성능 및 신뢰성을 검증한다. 이외에도 태양광 모사장치로 태양전지판의 전력생산량을 측정하고 있다.



[그림 5] 우주시험동 우주환경시험실

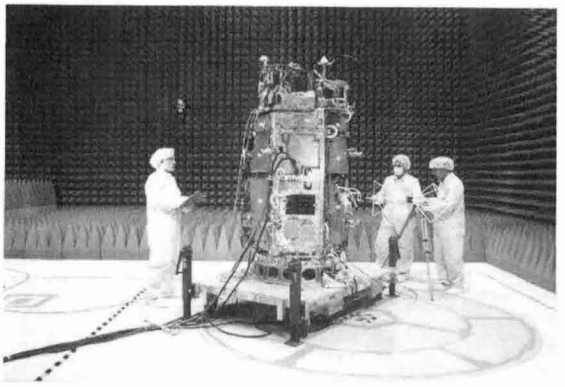
다. 발사환경 시험실

진동 및 동특성시험실은 위성체와 같이 매우 극한 진동, 충격 및 소음 환경하에서 동작하는 대상물의 내 환경성을 검증하기 위하여 인위적으로 대상물에 진동을 부가하는 대용량 전자기 가진장치(Electro-magnetic Shaking System)와 대상물의 질량중심 및 관성특성과 같은 질량특성의 측정 및 보정작업을 수행하기 위한 질량특성 측정장비(Mass Properties Measurement System) 및 고용량 충격시험기(Drop Type Impact Machine)를 보유하고 있다.

[그림 6] 발사환경 시험실

라. 전자파 시험실

전자파 시험실은 인공위성이 지상 및 궤도에서 접하게 되는 전자파 환경에서 안정하게 동작하는지 여부를 시험할 수 있다. 특히 국내 유일의 청정환경이 제공되는 전자파 시험실로서 청



[그림 7] 전자파 시험실

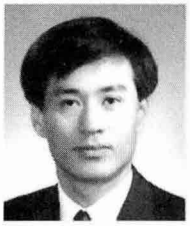
정도 100,000 이상의 환경에서 인공위성에 필요한 모든 전자파 환경시험을 실시할 수 있다.

마. 오염측정실

오염 측정실에는 우주시험동내 청정실의 청정도를 측정하기 위한 청정도 측정장비와 청정실 내 오염원의 화학적 성분 분석을 위한 FT-IR 스펙트라메타, UV 스펙트로메타 그리고 청정실 내 비휘발성 잔류물을 1.0mg 이하로 측정하기 위한 NVR 측정 장치를 보유하고 있다.

바. 전자부품조립실

전자부품 조립실에서는 정전기 방전(ESD) Class 1A가 요구되는 전장품의 제작 및 검수를 위하여 모든 시설/장치에 정전기 방전 처리가 되어 있고, 표면 저항 측정기, 정전기 측정기, 이온 발생기 등 정전기 방전 관리를 위한 장비를 보유하고 있다. 그리고 케이블 제작 검증 시험장치를 이용하여 케이블의 도통, 절연시험을 수행하고, 정전용량을 측정할 수 있다.



이 주 진
- 한국항공우주연구원 다목적위성사업단 단장
- jjlee@kari.re.kr