

# 다목적실용위성 개발과 우주시험동



## 최준민

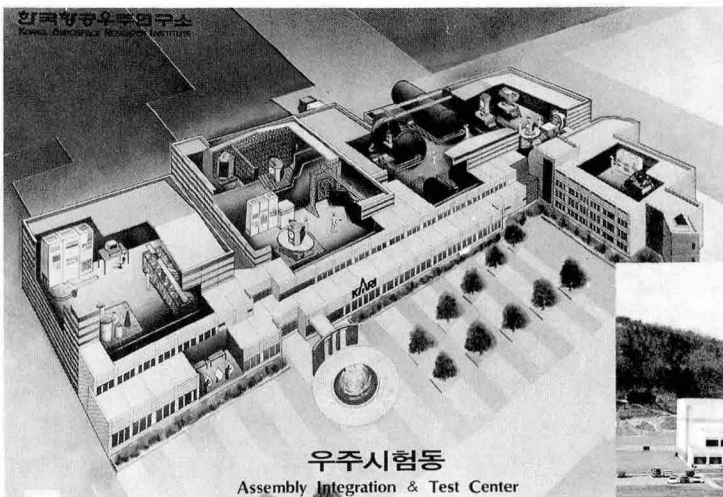
- 1981년 : 서울대학교 항공공학과 학사
- 1985년 : University of Washington 항공공학과 석사
- 1993년 : Texas A&M University 기계공학과 박사
- 1994년~현재 : 한국항공우주연구소  
우주비행시험연구그룹
- 1995년 8월~1997년 1월 : 미국 TRW사 파견  
다목적실용위성 열제어계팀장

## I. 개요

한국항공우주연구소의 우주시험동은 국내에서 최초로 개발되는 실용급 위성인 다목적실용위성(KOMPSAT, Korea Multi-Purpose Satellite)을 종합조립 및 시험하기 위한 시설이다. 우주시험동을 확보함으로써 그 동안 국내에 전무했던 위성체의 종합조립과 우주의 극한 환경에 대한 위성체의 신뢰성을 시험할 수 있는 시설을 확보하게 된 것이다. 이렇게 확보된 시설을 이용하여 다목적실용위성 개발 과정 중 국내 기업들이 국산화를 통하여 개발한 위성체 부품에 대한 환경시험이 수행되어졌고, 1998년 4월 6일부터는 다목적실용위성 비행모델에 대한 본격적인 조립이 시작된다. 다목적실용위성의 발사용 비행모델이 한국항공우주연구소 우주시험동에서 국내 기술진에 의하여 조립되고 시험됨으로써 국내 최초의 실용급 위성 개발의 장을 열었다고 할 수 있다.

## II. 우주시험동의 필요성

국가간의 과학기술의 자존심 대결과 군사 목적으로 눈부신 발전을 하여온 우주산업은 21세기 세계를 하나로 묶는 정보화 사회에 기간산업이 되어가고 있다. 제한된 집단에겐 인정받을 수 없던 고부가가치 산업이 지구상의 모든 개개인으로부터 그 가치를 인정받게 되는 것이다. 이



[그림 1] 한국항공우주연구소 우주시험동 내부 및 외부 조감도

러한 위성 분야에서 우리나라는 우리별 1, 2호의 발사(1992년, 1993년)로 늦게나마 세계 제 25번째의 위성 발사국으로 진입하였다. 이어서 무궁화 1, 2호 위성(1995년, 1996년)으로 방송통신 위성을 보유하게 되었다. 실용급 위성의 개발 기술 보유와 위성부품의 국산화를 목표로 다목적실용위성 개발 사업이 1994년 8월 시작되어 1999년 7월 발사를 향해 순조로운 진행을 하고 있다. 위성을 단순히 소유하는 것으로 만족하지 않고 위성 개발 기술을 확보하고 그 기술로써 위성을 탄생시키는 것이 다목적실용위성 개발 사업의 성격이라고 하겠다.

다목적실용위성을 국내에서 개발하기 위해서는 인공위성 종합조립/시험시설의 설치 및 기술확보는 필수적이며, 이것을 확보함으로써 다목적실용위성을 국내에서 개발할 수 있게 되었다. 만일 국내 시설의 미비로 국외 시설을 이용하여 인공위성을 개발하는 경우, 위성 개발 일정이 의뢰국의 일정에 종속되고 자국의 기술로 위성을 개발하였다고 평가할 수 없을 수 있다. 이외에도 자국의 기술개발전략 및 산업정보를 국외로 누출시키는 결과를 초래하게 된다.

인공위성 종합조립/시험시설을 국가전문연구기관인 한국항공우주연구소에 설치함으로써 고가의 시설을 산·학·연이 공동 활용하게 되어, 수익성 단체의 시설을 이용하여 위성 관련품을 생산할 때 보다 현저하게 개발비를 절감할 수 있게 된다. 또한 이와 같은 체계는 시설의 가동률을 높이고 위성 관련 기술의 공유 및 기술확산의 효율화를 유도할 수 있게 된다.

### Ⅲ. 우주시험동 설립과 구성

다목적실용위성 및 국내에서 개발되는 위성을 탄생시키기 위한 산실로서 한국항공우주연구소의 우주시험동(SITC, Satellite Integration and Test Center)이 1994년 2월에 기공하여 1996년 6월에 우주시험동 건물이 완성되고, 1998년 5월경에는 모든 시험장비를 갖춘 명실상부한 우주시험동으로서의

준공식을 예정하고 있다. 우주시험동은 국내 유일의 위성개발을 위한 종합 조립 및 시험 시설로서 단일 건물 내에서 모든 조립과 시험이 이루어지므로 위성개발에 있어서의 효율성을 높였다.

우주시험동 시설과 장비에 관련한 준비과정은 1989년부터 시작되었다. 프랑스의 위성조립 및 시험 전문기관인 Intespace사와 공동연구로 시작되어 수차에 걸친 연구의 결과로 시설과 장비에 대한 규격이 정하여졌고, 다목적실용위성 해외 개발 협력체인 TRW의 검토로써 다목적실용위성 조립과 시험을 위한 시설과 장비로서의 신뢰성을 확보하였다.

〈표 1〉 우주시험동 시설/장비 관련 연구 과제 및 조사

과 제 명 / 관 련 협 의	협력기관	기 간
인공위성 조립/시험 시설 개념 설계 Phase 0	Intespace	'89.11~ '90.3
인공위성 조립/시험 기술 분석 및 규격 분석 Phase A/B	Intespace	'90.6~ '91.2
인공위성 조립/시험 시설 세부 규격 설계 Phase C-1	Intespace	'91.8~ '92.8
위성체 조립용 정밀 내진대 설계 Phase C-2	Intespace	'92.12~ '93.7
인공위성 조립/시험 시설 1차분 장비의 적합성 검토 지원 Phase C-3	Intespace	'94.12~ '95.5
KARI On-Site Facility Review	TRW	'96.7.10~ '96.7.12
인공위성 조립/시험 시설 핵심장비의 인수검토 기술지원	Intespace	'95.8~ '96.3
TRR(Test Readiness Review)	TRW	'97.1.24

건축면적 1,934 평에 연건평 3,521 평의 우주시험동 건물은 궤도환경시험실, 발사환경시험실, 전자과 환경시험실 및 총조립실 등의 대형시험실[그림 2]과 부품세척실, 전자부품조립실, 오염측정실, 열 및 광학 측정실 등의 소형 시험실로 구성되어 있다[그림 3참조]. 우주시험동의 실내 공기는 U.S Federal Standard 209B 기준으로 청정도 100,000 (0.5  $\mu\text{m}$  이상의 부유분진이 1ft<sup>3</sup>내에 100,000개 이하인 경우로 깨끗이 청

소한 실내가 약 1,000,000입)으로 유지되며 다목적 실용위성의 비행모델 조립/환경시험 및 국산화 부품의 환경시험을 수행한다. 필요시 Clean Tent를 사용하여 청정도를 더욱 더 좋게 할 수 있다.

항공우주연구소의 우주시험동(Korea Aerospace Research Institute, Satellite Integration and Test

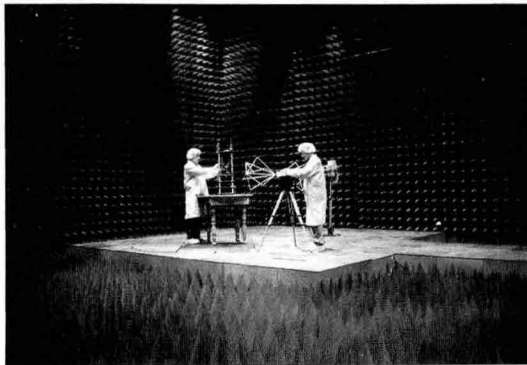
Center, KARI SITC)의 연구업무는 크게 4개의 팀에 의해 수행된다. 총조립 및 오염측정팀, 발사환경시험팀, 궤도환경시험팀, 전자파환경시험팀이 그것이다. 각 팀의 업무는 [그림 4]에 예시되어 있다. <표 2>에는 그 동안 4개년에 걸쳐 설치된 우주시험실의 대표적인 장비들을 나열하였다.



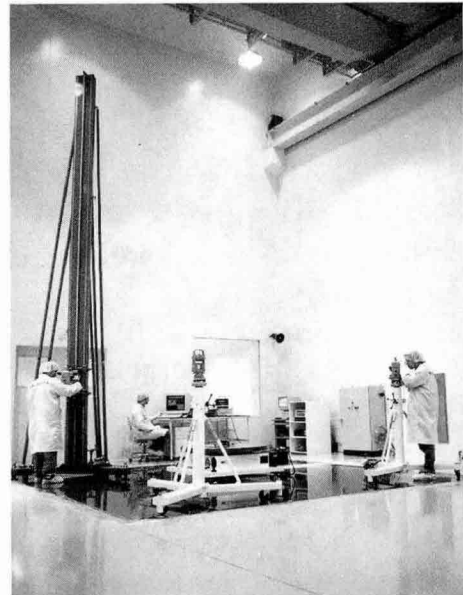
궤도환경시험용 열진공챔버



발사환경시험용 진동시험기

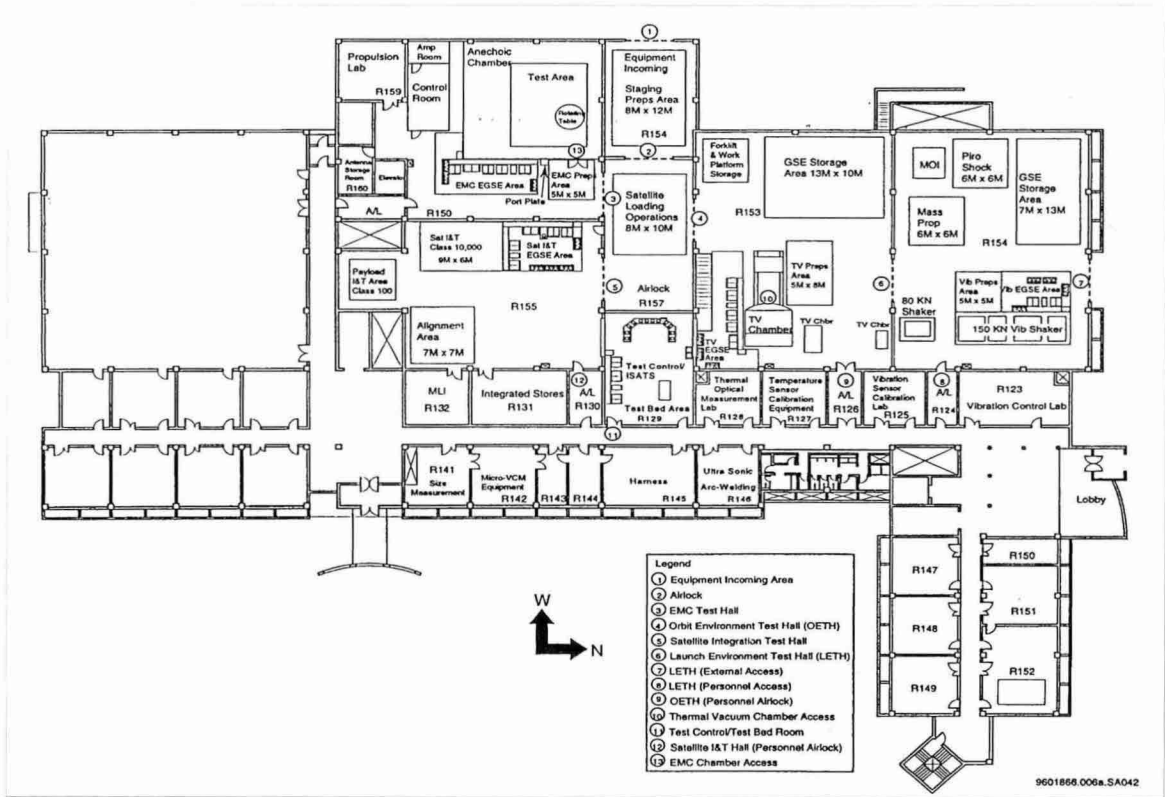


전자파환경시험용 EMI/EMC 챔버

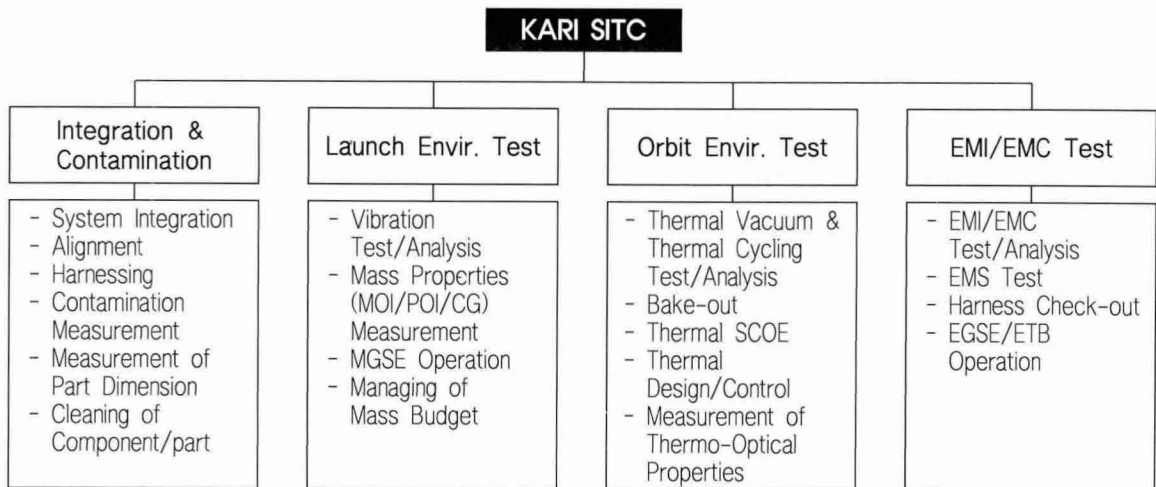


위성 조립용 정렬측정기

[그림 2] 우주시험동내의 대형 시험실



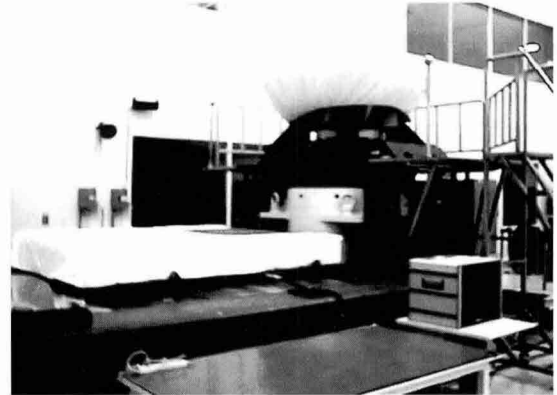
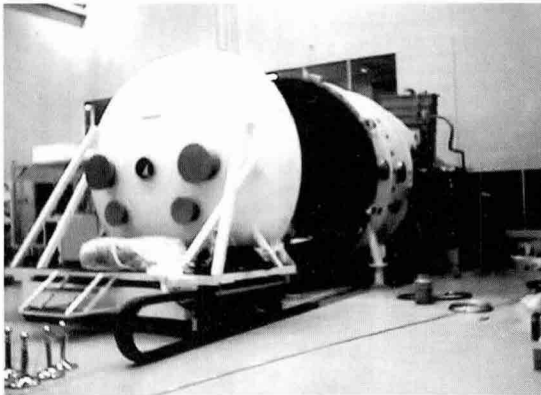
[그림 3] 우주시험동(SITC) 조립/시험실 배치도



[그림 4] 우주시험동의 기본 조직

〈표 2〉 우주시험동의 대표적 장비 목록

품 명	규 격	설치일	용 도
Alignment Measurement System	10/3600° 30μm	'97. 7.	위성체 조립용
EMI/EMC Chamber System	MIL-STD-461,462	'96.11.	위성체 전자파 시험용
Vibration Test System( I )	240kN, 80kN	'97. 4.	위성체 발사환경 시험용
Vibration Test System( II )	112 Ch. 획득/분석	'97. 4.	위성체 발사환경 시험 자료 분석용
Thermal vacuum chamber system	φ3.6×3m, φ0.7×1.0m	'98. 4.	위성체 궤도환경 시험용
EMI/EMS Data Measurement System	MIL-STD-461,462	'97.10.	위성체 전자파 시험 및 자료 분석용
Thermal Vacuum Data Measurement System	0.1°C, 2μV	'98. 1.	위성체 궤도환경 시험 및 자료 분석용
Contamination measurement system	UV/IR 측정	'97. 6.	오염 물질 분석용
Bake-out Chamber	10 <sup>-7</sup> torr φ1.5×1.8(m)	'97. 3.	위성체용 부품의 오염 물질 제거
위성체 질량특성 측정장비	10~300 RPM 5,200kg·m <sup>2</sup>	'98. 2.	위성체 질량중심, 관성모멘트, 관성곱 측정



[그림 5] 지름 3.6m 열진공챔버(좌)와 240kN 진공시험기(우)

#### IV. 다목적실용위성의 조립/시험

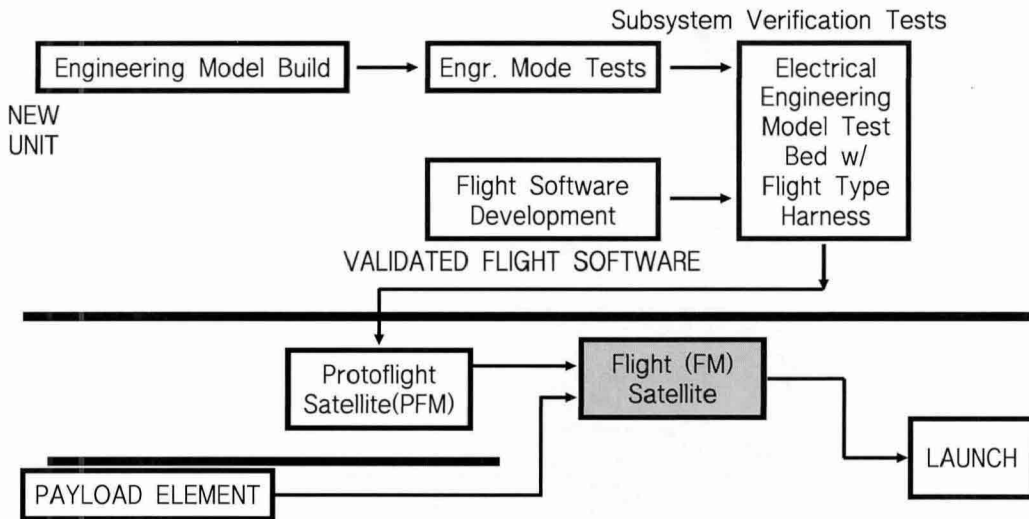
미국의 TRW사와 국내 기술로 개발되는 최초의 실용급 위성인 다목적실용위성(1999년 7월 발사 예정)은 2기를 조립하고 시험하게 된다. 즉 미국 TRW사에서 국내 기술진과 TRW사의 기술진이 공동으로 다목적실용위성의 준비행모델(Proto-Flight Model, PFM)을 미국 TRW사에서 조립 및 시험하고 이 준비행모델이 선적되어 우주시험동에 보관되게 된다. 준비행모델 개발에 참여한 국내 기술자들은 4

월 6일부터 우주시험동에서 실제 발사하게 되는 비행모델(Flight Model, FM) 개발에 주도적인 역할을 하게 된다.

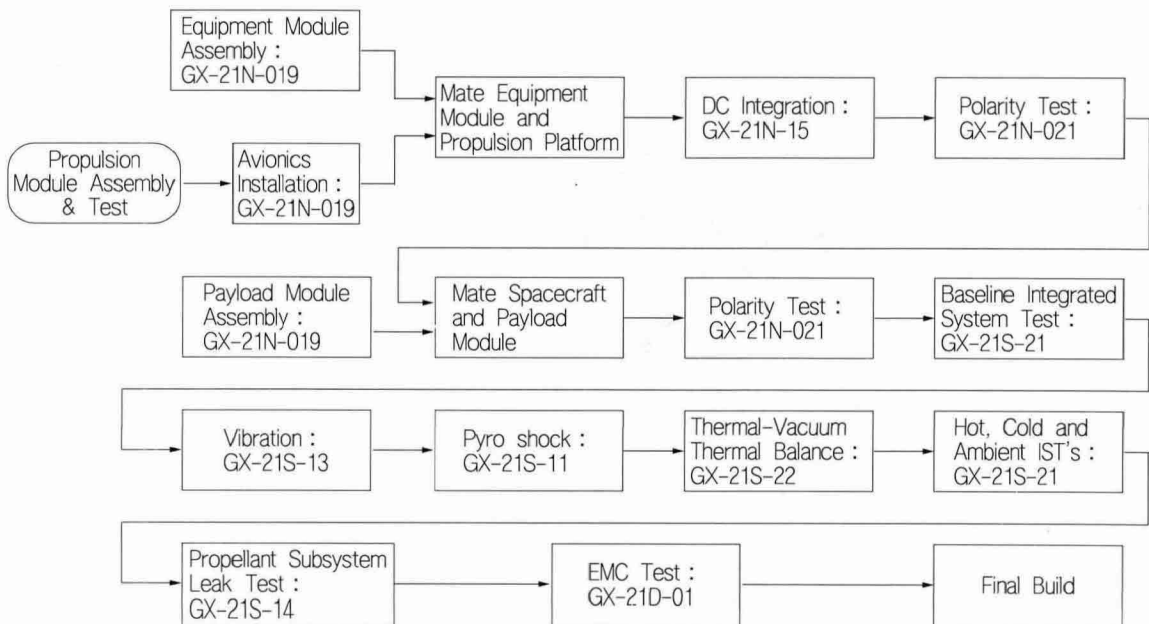
[그림 6]은 비행모델이 완성되기까지의 과정을 시험을 통해 검증하는 작업을 보여주고 있다. [그림 7]은 다목적실용위성이 조립되고 시험되어 가는 과정에 대한 흐름도 이다. [그림 8]은 다목적실용위성 개발 추진 체계를 보여주고 있다. 즉, 소요기술과 장비 규격에 대한 분석에 의거 조립/시험 장비가 설치 운용되며, Test Bed, EGSE(Electrical Ground

Support Equipment)가 설계/제작되어 국산화 및 비 국산화 부품을 시험하며, 준비행모델 위성체를 개발한 기술로 비행모델을 개발하는 체계를 제시하고 있다. [그림 9]는 위성체와 회전 Dolly를, [그림 10]

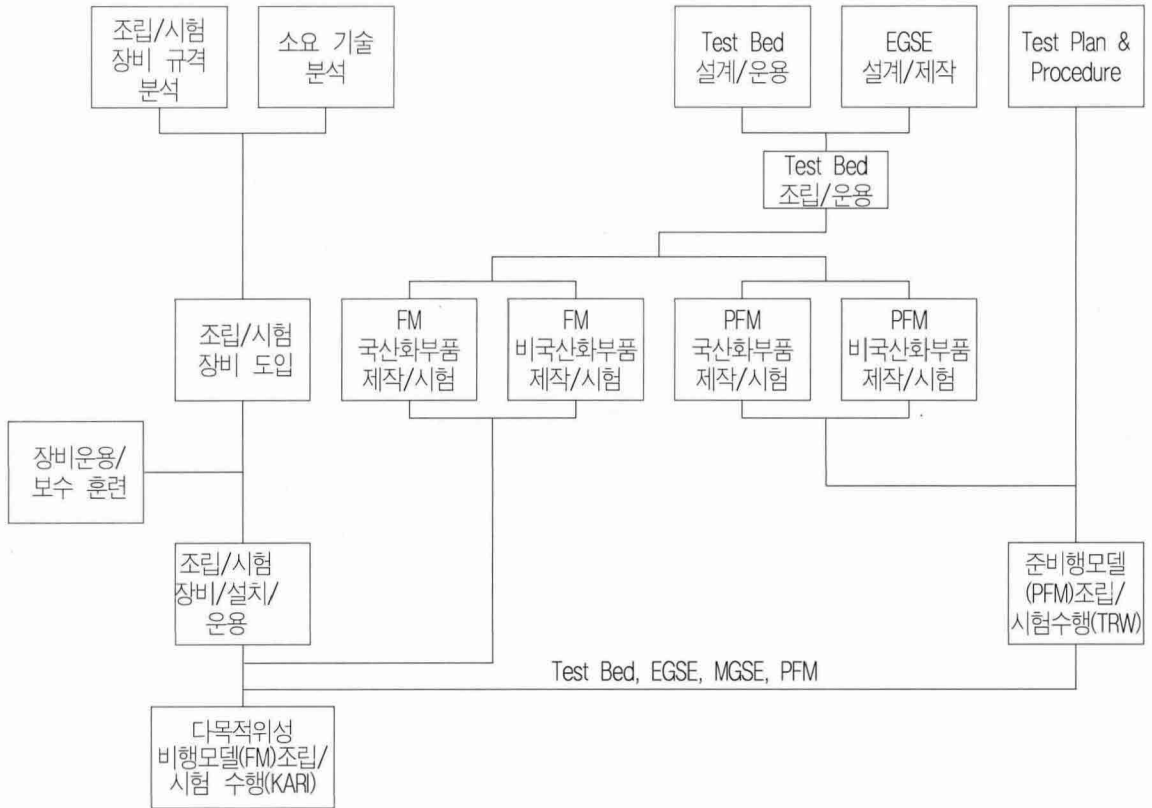
은 조립이 끝난 후 EGSE에 연결되어 종합적인 기능 시험을 수행 중인 다목적실용위성 준비행모델을 보여 주고 있다. 이와 같은 개발 과정이 모두 우주 시험동에서 우리의 기술로 재현되어진다.



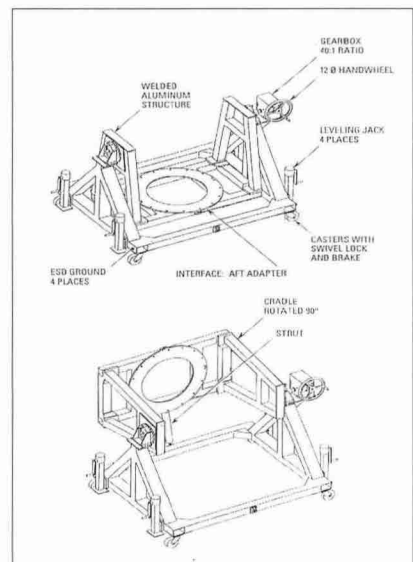
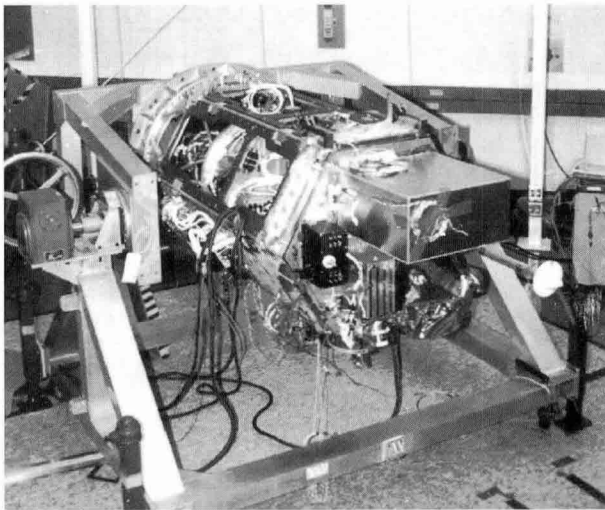
[그림 6] KOMPSAT Verification Test Approach



[그림 7] 다목적실용위성 조립 및 시험의 흐름도

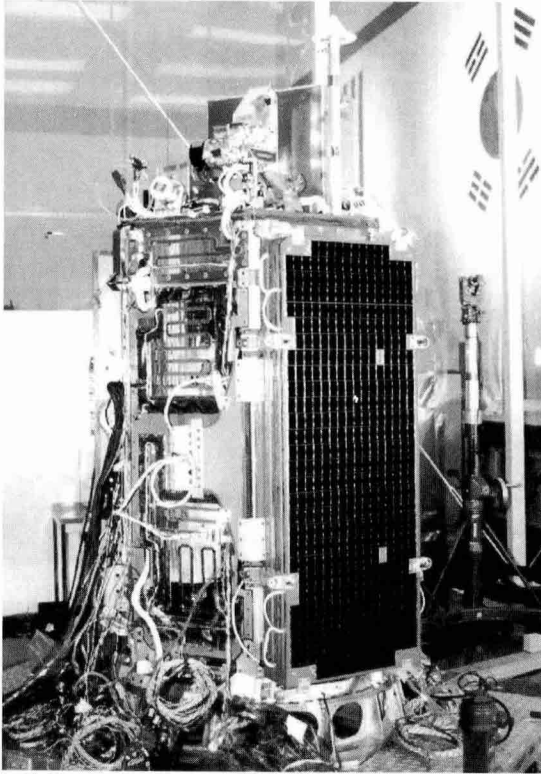


[그림 8] 다목적실용위성의 개발 전략



[그림 9] 위성체와 회전 돌리(Rotating Dolly)



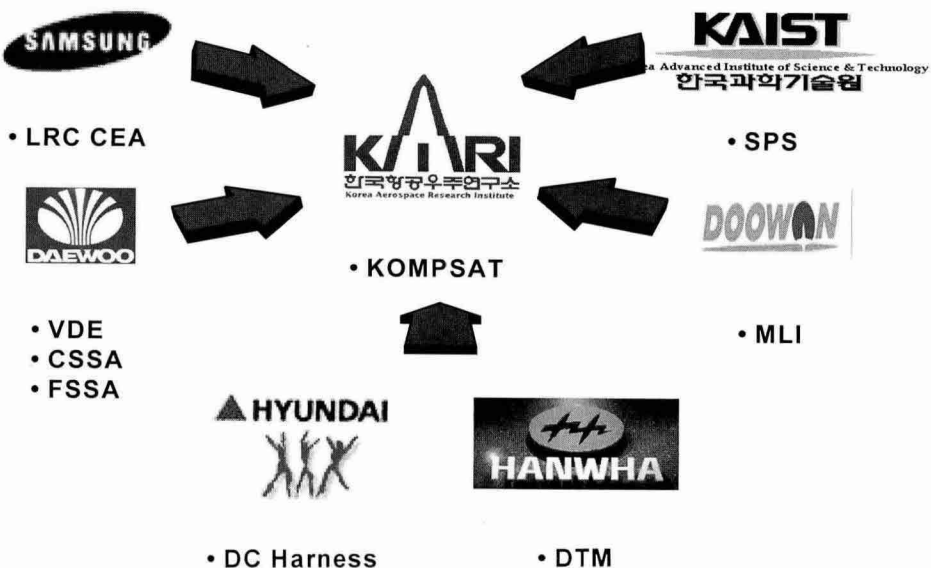


[그림 10] 기능 시험 중인 다목적실용위성 준비행모델

## V. 우주시험동 시설의 공동활용 체계

다목적실용위성사업의 위성부품의 약 60%가 국산화에 의하여 개발되었다. 국내 7개 기업(대우중공업, 대한항공, 두원중공업, 삼성항공, 한라중공업, 한화, 현대우주항공)과 과학기술원이 개발한 위성부품들이 우주시험동의 시설과 기술을 통하여 위성급 부품으로 신뢰성을 확인하여 다목적실용위성에 탑재하게 되었다[그림 11].

우주시험동의 시설은 우리별 3호 시스템 환경시험분야에서, 또한 무궁화 3호의 시제품에 대한 환경시험에서도 활발히 활용되고 있다. 위성분야 이외에도 2단형 과학로켓의 환경시험과 자동차 부품의 내구성시험에서도 활용되었다. 이와 같이 우주시험동은 인공위성 조립/시험시설의 산·학·연 공동활용으로 국내 위성개발에 있어서 효율을 극대화할 뿐만 아니라 로켓, 항공, 자동차 등의 유관산업에 대한 지원을 가능케 한다[그림12]. 특히 우주시험실의 시설은 고진공, 청정, 극저온/고온 등의 환경이 공존하는 극한기술 연구의 활성화에 이바지할 수 있다.



[그림 11] 우주시험동과 위성 부품 국산화 개발 주체





[그림 12] 우주시험동 위성종합조립/시험시설의 공동활용 체계

## Ⅶ. 결 론

우주시험동은 인공위성 개발시 필수적인 국내 유일의 종합조립/시험 시설로서 다목적실용위성 사업의 일환으로 설립되었다. 설립 이래로 우주시험동의 시설과 장비는 다목적실용위성 개발뿐만 아니라 국내 위성 개발에 있어서도 필수적인 기반시설로 자리 잡았다. 산·학·연이 공동 활용하는 국가기반 시설로서의 우주시험동은 국내 우주분야 연구개발에서뿐만 아니라 위성관련 응용기술의 국가적 확산에 중추적인 역할을 한다. 이는 위성종합조립/시험 시설을 확보하는 것이 시설뿐만 아니라 그 시설 운용에 필수적인 기술 그리고 다목적실용위성 개발에

필요한 제반 기술들을 동시에 확보 및 이용함을 뜻한다.

고부가가치 산업인 우주산업의 생산성을 높이기 위해서는 우주시험동을 효율적으로 운영하는 것이 중요하다. 위성개발에서 25-30%의 비용을 차지하는 조립 및 시험 비용을 절감하는 방법으로 시설의 공동 이용이 바람직하다. 이로서 중복 투자에 의한 비효율성을 방지하여 시설에 대한 기초 투자비와 운영 및 관리 면에서 국제경쟁력이 향상될 수 있다. 이러한 공동 운영을 효율적으로 수행하기 위하여서는 국내위성 개발의 일정이 편중되지 않도록 조절하며 이 분야에 공동투자 등을 통한 특성화를 모색하여야 한다. 