

《主 題》

일본의 기미쯔 위성관제센터현황

임 준 흥* · 이 중 근* · 허 신**
(*한양대학교 전자공학과, **전자계산학과)

■ 차 례 ■

- I. 서 론
- II. 운용체제

- III. 지상설비
- IV. 결 론

I. 서 론

인공위성은 기상, 통신및 방송등의 일상생활에까지 영향을 미치고 있으며 군사목적의 사진정보입수 및 첩보활동에도 이용되고 있다. 최근에는 선진국을 중심으로한 우주항공분야의 눈부신 발전으로 수많은 인공위성들이 대기권밖에서 활약하고 있다. 이러한 위성에는 통신위성, 방송위성, 기상위성, 군사첩보위성, 자원탐사위성등이 있으며, 이들은 각기 고유의 업무를 수행한다. 우리나라도 무궁화위성을 시작으로 2000년대에는 여러개의 방송, 통신, 과학위성등을 보유하게 될 것이다. 위성보유국이 되면 위성을 추적, 관제하는 위성지상국의 설치는 필수적이므로 위성및 위성전파 전반에 걸친 많은 연구가 필요하다. 특히 우리의 전파이용 권익을 보호하기 위한 측면에서 위성전파 추적 수신 시스템에 관한 연구는 필수적이라 하겠다.

본 고에서는 일본의 통신위성 및 방송위성들을 추적, 관제하기 위하여 일본 기미쯔에 설치, 운용되고 있는 기미쯔 위성 관제 center의 구체적인 운용 실태 및 그 시설 등을 살펴 본다. 일본의 동경에서 기차로 약 2시간 가량 걸리는 기미쯔의 산 꼭대기에 위치한 위성 관제 center에서는 일본의 통신위성(CS) 및 방송위성(BS)의 관제를 담당하고 있다. 이곳에는 약 70명정도의 직원이 근무를 하고 있다. 기미쯔 center에는 9대의 antenna들과 computer, amplifier등의 많은 설비를 갖추고 있다. 그러나 위성관제의 핵심부

분이라고 할 수 있는 Telemetry, Tracking, Control 장치는 모두 미국에서 들여 온 것으로 일본도 핵심기술을 배우고 있는 중임을 느낄 수 있었다. 우리나라도 위성관련 기술개발에 많은 노력을 기울임으로 우리의 전파이용권익을 보호하여야 할 것이다.

II. 운용 체제

기미쯔 위성 관제 center에서는, type이 서로 다른 통신위성과 방송위성의 관제를 안전하고 신속히 하기 위하여 각 관제 설비의 운용, 보수 체제를 정비하여 center 각 부, 과간의 연락, 조정 체제와 외부 관계 기관과의 연락 협동 체제를 갖추고 있다. Center의 운용 체제는 그림 1과 같이 구성되어 있다. 통신위성과 방송위성의 관제는 각기 통신위성 관제부(CS관제부)와 방송위성 관제부(BS관제부)가 담당하고 있다. 각 부는 계획과와 관제과로 구성되어 있고 계획과는 관제계획의 기획, 해석과 함께 software를 포함한 계산기 시스템의 운용, 관리등은 일괄하여 data 처리과에서 담당하고 있다. 위성의 관제업무 계획의 심의, 결정은 CS관제부와 BS관제부에 설치되어 있는 운용위원회에서 행해진다. 또한 운용위원회에서는 data 처리과도 참여하며 2주마다 개최된다. CS / BS 연락회는 양 위성에서 공용하는 관제설비의 schedule을 조정하기 위해 설치되며, 2주마다 개최된다.

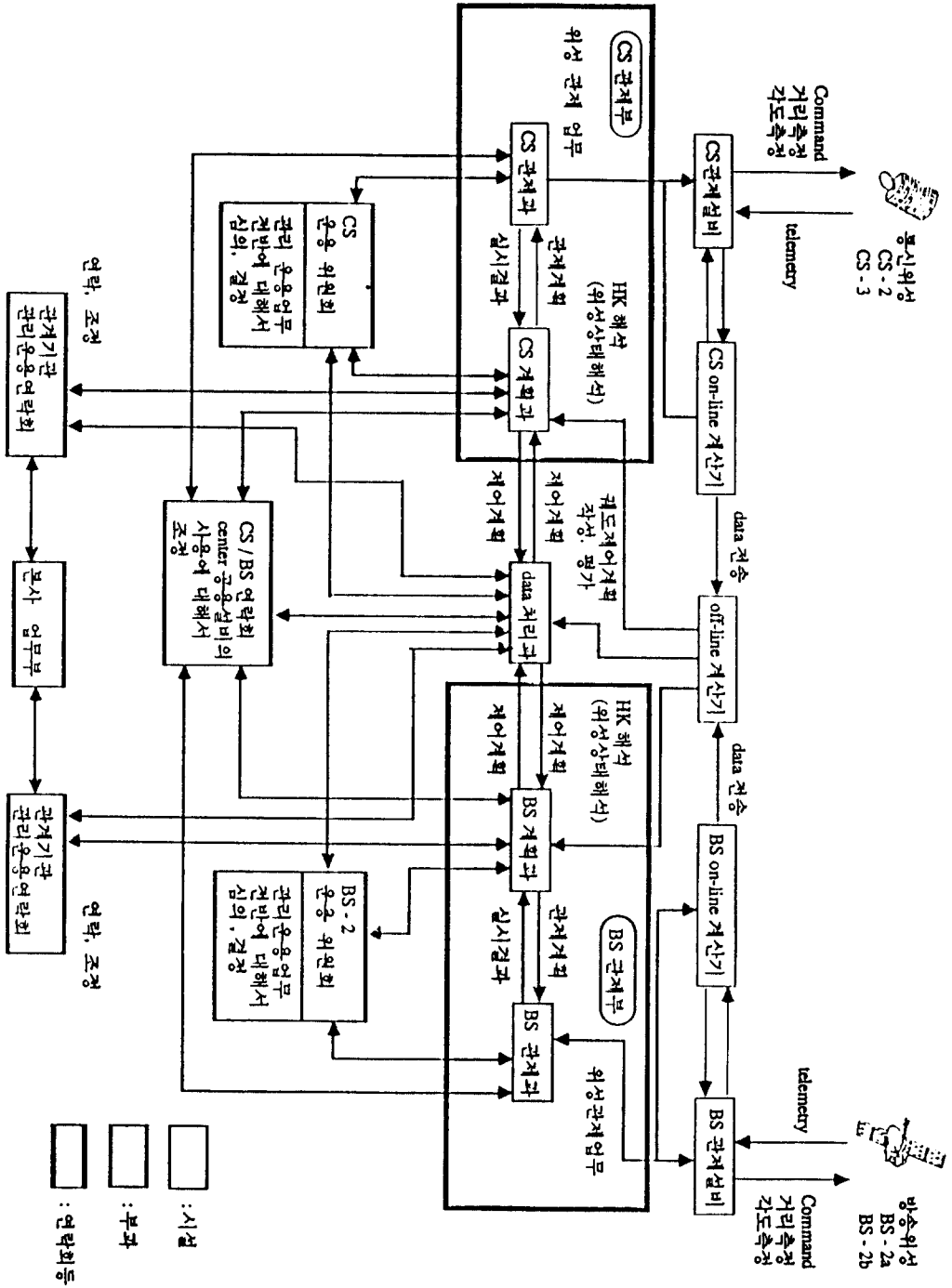


그림 1. 기지국 위성 관제 center 운용체계

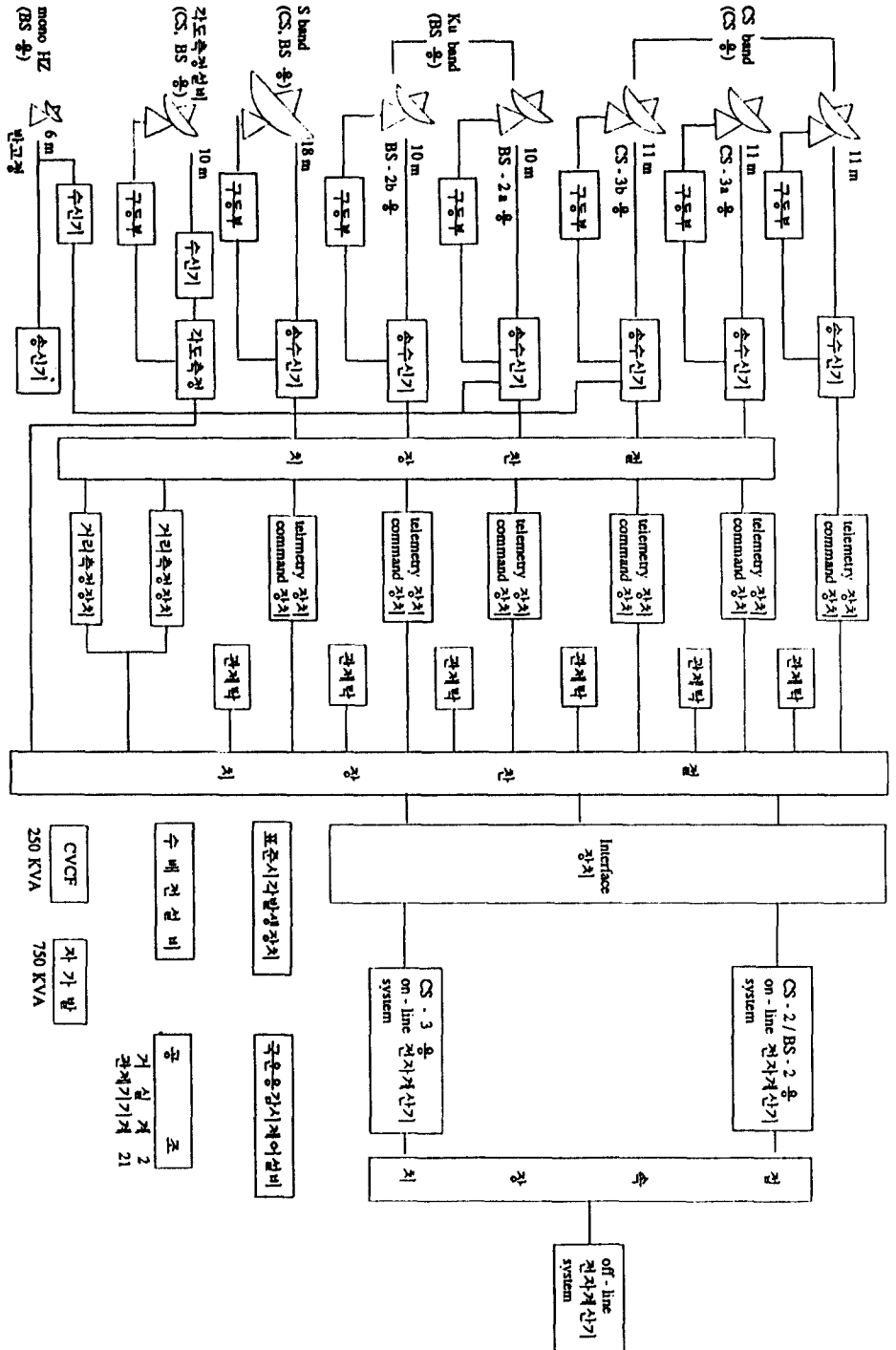


그림 2 위성관제선비 계통도

Ⅲ. 지상설비

지상설비는 무선설비와 계산기 설비로 나누어진
다. 통신위성(CS) 및 방송위성(BS)의 관제를 위한 지
상 무선설비에는 antenna 설비, telemetry 장치, com-
mand 장치, 위성관제탑, 회전감시탑, 거리측정장치,
각도측정장치, 표준시각설비, 공조설비 등이 설치되
어 있다. 이들 설비의 구성을 그림 2에 또한 주요제원
을 표 1-4에 각각 표시하였다.

설비의 주된 특징을 살펴 보면, (1) 1국에서 위성관
제가 된다. (2) CS, BS 양 위성의 감시, 제어 기능에
관하여 가능한한 공통점을 기하여 운용성의 향상을
기하고 있다. (3) 각기의 위성 관제를 위한 고유의
h/w 및 s/w 부분을 되도록 적게하여 장래의 위성
에 대한 대처가 용이하게 구성으로 되어 있다는 등이

설비의 장비 실시 상황은 다음과 같이 되어 있다.

- i) C band계 설비, CS계 계산기 설비, 거리 측정
및 각도 측정 설비 등은 1982년 10월에 완성했
다.
- ii) Ku band계 설비, BS계 계산기 설비, S band계
설비 등은 1983년 10월에 완성했다.
- iii) 3호계(CS-3, BS-3)의 시설 정비는 1985년부터
시작되어 C band 관제설비의 1계 통신실 및 2
계통개수, S band 설비, 거리 및 각도 측정설비
의 보수 등의 CS-3 관계 시설 정비가 이루어졌
다.

통신 및 방송위성의 관제를 실행하는 계산기 시스
템은 고신뢰성, 범용성, 효율성을 방침으로 하여 설계
되어 on-line 계산기 및 off-line 계산기의 두가지 sys-
tem으로 구성된다.

표 1. 관제설비의 기능

설	비	명	기	능
C band antenna	설	비		통신위성에서의 신호 및 거리 측정 신호를 수신한다. 또, 위성에 com- mand 및 거리 측정신호를 송신한다.
Ku band antenna	설	비		방송위성에서의 telemetry 신호 및 거리 측정신호를 수신한다. 또, 위성 에 command 및 거리 측정 신호를 송신한다.
S band antenna	설	비		C band antenna, Ku band antenna 설비의 backup 설비도 있고, 주파수 예 비도 있다.
거 리 측 정 antenna	설	비		지상에서본 통신위성의 각도(仰角, 방위각)를 高精度로 측정한다.
송 수 신 설	비			antenna 설비에서의 telemetry 신호, 거리 측정신호 및 base band 설비에서 의 command 신호, 거리 측정 신호를 각각, 주파수 변환, 증폭한다.
base band 설비	telemetry 신호복조 장치			telemetry 신호를 복조하고, computer system에 송신한다.
	command 신호발생 장치			computer system에서의 command code를 command신호에 변환·변조한 다.
	위 성 관 제 탁			위성상태를 display로 표시한다. 또, 각종 function switch에 의해서 com- puter 및 관제설비를 제어한다.
	측 거 장 치			tone방식에 따라 지구국에서 위성까지의 거리를 측정한다.
국 운 용 상 태 감 시 제 어 설	비			국내설비의 상태표시 및 송수신설비와 base band설비간의 root를 설정, 제어한다.
표 준 시 각 설	비			기준주파수, 표준시각 및 timing 신호를 발생하고 분배한다.
mono pulse antenna	설	비		방송위성의 자세유지를 위해서 CW 비이콘을 송신한다.
공 조 설	비			관제설비및 국사의 온도조절을 한다.
전 력 설	비			수배전설비, 자가발전설비 및 무정전설비(CVCF)를 가지고, 각 설비를 나란히 국사의 전력공급을 한다.

표 2. 저잡음 증폭장치 주요 성능

	S band(CS, BS)	C band(CS)	Ku band(BS)	K band(CS)
주 파 수 범 위	2.2-2.3 GHz	3.7-4.2 GHz	11.7-12.2 GHz	17.7-19.49 GHz
이 득	50 db 이상	50 db 이상	50 db 이상	36.5 db 이상
잡 음 온 도	80 k 이상	100 k 이상	300 k 이상	800 k 이상
비 고	상온 FET에 따른 저잡음 증폭기			

표 3. 대전력 증폭장치 주요 성능

	S band(CS, BS)	C band(CS)	Ku band(BS)	K band(CS)
주 파 수 범 위	2.025-2.12 GHz	5.925-6.425 GHz	14.0-14.5 GHz	14.0-14.5 GHz
정 격 출 력	1 KW	100 W	200 W	600 W
이 득	70 db 이상	65 db 이상	65 db 이상	65 db 이상
종 단 관	크라이스트론	TWT	TWT	TWT
비 고	출력 level 가변 범위 연속 20db이상			

표 4. 설비 주요 성능

	Sband(CS,BS)	band(CS)	측각 (CS, BS)	Kuband(BS)	mono-pulse
형 식 급전방 식 등	경면수정 카사 그 레인, 2회 반사형, 집속 beam 급전	경면수정 카사 그레 인, 콜게이트홀 급전	경면수정 카사 그레 인, 4회 반사형 집속 beam 급전	경면수정 카사 그레인, 콜게이 트홀 급전	off-set 카사 그레 인 콜게이 워킹 홀 reflector
주요반 경직경	18 m	11 m	10 m	10 m	6 m 상당
주) mo- unt 방식	고차 mode mono pulse 추미 방식	step 도락그 자동 추미	고차 mode mono pulse 추미 방식	step 도락그 자동 추미 방식	(반고정방식)
주파수 범 위 발신수신	2.08-2.12GHz 2.2-2.3GHz	5.925-6.425(GHz) 3.700-4.200	(수신만) Kband 17.7-21.2GHz Kuband 11.7- 12.2GHz	14.0-14.5GHz 11.7-12.2GHz	14.0-14.5GHz 11.7-12.2GHz
이 득 수신발신	49.2dB 이하 49.6dB 이하	54.4dB 이하 50.7dB 이하	(수신만) Kband 62.8dB Kuband 59.1dB	60.8dB 이하 59.4dB 이하	보아사이트 53.6dB 이하 보아사이트 52.7dB 이하
잡 음 감 도	55 K 이하 (23GHz 청천 40EL)	40 K 이하 (3.95GHz 청천 40EL)	70 K 이하 (17.7 11.7GHz 청천 40EL)	70 K 이하 (11.7GHz 청천 40EL)	60 K 이하 (11.7GHz 청천 40EL)

주) AZ-EL mount 방식

On-line 계산기는 각 위성용 관제 설비와 결합하여 위성으로부터 수신한 telemetry 수치변환 등을 실시간(real-time)으로 처리하여 위성의 상태 감시에 필요한 data를 만들어내며 운용자에게 확인될 수 있게 display 장치에 출력 표시한다. 동시에 이 data는 off-line 계산

기에 전송되어 house keeping 및 자세결정 등의 처리에 이용된다. 한편 각 위성용 관제설비로부터 취득한 거리 정보 및 각도측정 안테나 설비로부터 취득한 각도 정보는 on-line 계산기를 경유하여 off-line 계산기에 보내지며 궤도결정 처리에 이용된다. 또한 off-line

계산기에서는 이들의 처리 결과를 기초로 하여 각종 제어 계획에 필요한 command가 작성되어 data link를 통하여 on-line 계산기로 보낸다. on-line 계산기에 보내진 command는 지정된 시각에 각 위성용 관제설비를 매개로 하여 위성을 향해 송신되며 위성 내부의 기기를 제어한다. 이에 의하여 data 취득, 계획, 실행하는 일련의 제어 cycle이 구성된다. 또한 긴급 시에는 운용자가 on-line 계산기에 직접 command를 넣어 위성을 제어하는 일도 가능하게 하고 있다. 계산기 시스템은 기능별로 3개의 부분으로 구성된다. CS-3호계의 on-line 계산기 시스템은 supermini급의 계산기 FACOM S-3500에 의하여 통신위성 관제의 중추를 담당하며, 2호계 on-line 계산기 시스템은 mini급의 계산기 PANAFACOM U-1500에 의하여 방송위성의 관제를 맡는다. On-line system은 어느 것이나 2대의 CPU

및 복수의 주기에 의하여 현용 및 예비용으로 구성되며, 신뢰성의 확보에 중점을 두고 있다. 또한 통계처리나 제어계획 작성 등의 batch 처리를 실행하는 것으로는 대형범용 FACOM M-360 1대로 구성되는 off-line system이 있다. 동 system에서는 on-line 계산기와 system을 분리하여 관제업무에 영향을 주지 않고 각종 data의 대량 처리가 가능하다.

또한 새로운 위성용의 관제 software 개발 시험작업이 정상업무에 영향이 가지 않도록 하나의 계산기 내에 두 개의 operating system을 동시에 작동시켜 가상적으로 2대의 CPU가 작동하고 있는 것 같이 할 수 있는 AVM(Advanced Virtual Machine) 구성을 채용하고 있다. 표 5에서는 hardware의 체원을 그림 3에 hardware 구성도를 나타낸다. On-line software는 telemetry의 처리, command 처리 등의 실시간 처리를 실행하는

표 5. Hardware의 체원표

계	장	치	명	기능	대수	체원	용도(특기)
On-line 계 hardware (2호계)	중앙처리장치(CPU)	PFU-1500	3대	주기억장치 896KB		CS-2, BS-2 및 이것들의 공통예비	
	Matrix 구성장치(MOP)	PF7585L44	1대	공용기억장치 64Kb		장해시의 구성절찬용	
	자기disk장치(DISK)	PF6084A	4대	106MB×4			
	자기disk장치(DISK)	PF6081D	3대	20MB×3			
	자기tape장치(MT)	PF7029B	6대	1600BPS			
	인쇄장치(LP)	F6043A	2대	660-900행/분			
	Graphic표시장치(GD)	FC3100E	5대	4032자, 7색		관제제어탁용	
	Graphic인쇄장치(GP)	FC3503A	2대			관제제어탁용	
기	타						
On-line 계 hardware (3호계)	중앙처리장치(CPU)	S-3500	2대	주기억장치 32MB		CS-3용, 현용예비구성	
	감시장치(SUP)	F6952A	1대			장해시의 구성절찬용	
	자기disk장치(DISK)	F6415R	12대	256MB×12			
	자기tape장치(MT)	F617	4대	6250OBPS			
	인쇄장치(NLP)	F6718C	1대	1330 행/분			
	인쇄장치(OPR)	F6677A	1대	6목/분		관제제어탁용	
	Graphic표시장치(GD)	F6242A	4대	4032자, 7색		관제제어탁용	
기	타						
On-line 계 hardware	중앙처리장치(CPU)	M-360R	1대	주기억장치 24MB		예비 없음	
	자기disk장치(DISK)	F6421C4	5대	17GB×5			
	자기tape장치(MT)	F618	4대	6250OBPS			
	연쇄장치(NLP)	F6715E	2대	40000 행/분			
	일본어문자표시장치(NDS)	F6682B	12대				
	Graphic표시단말장치(GD)	F6242M	2대	4032자, 7색		레도, 자세표시용, 운용계획등등	
	Local통신회선장치(FSL)	F9180A	1대	10MBPS 광 Loop		S-3500 data 운송용	
기	타						

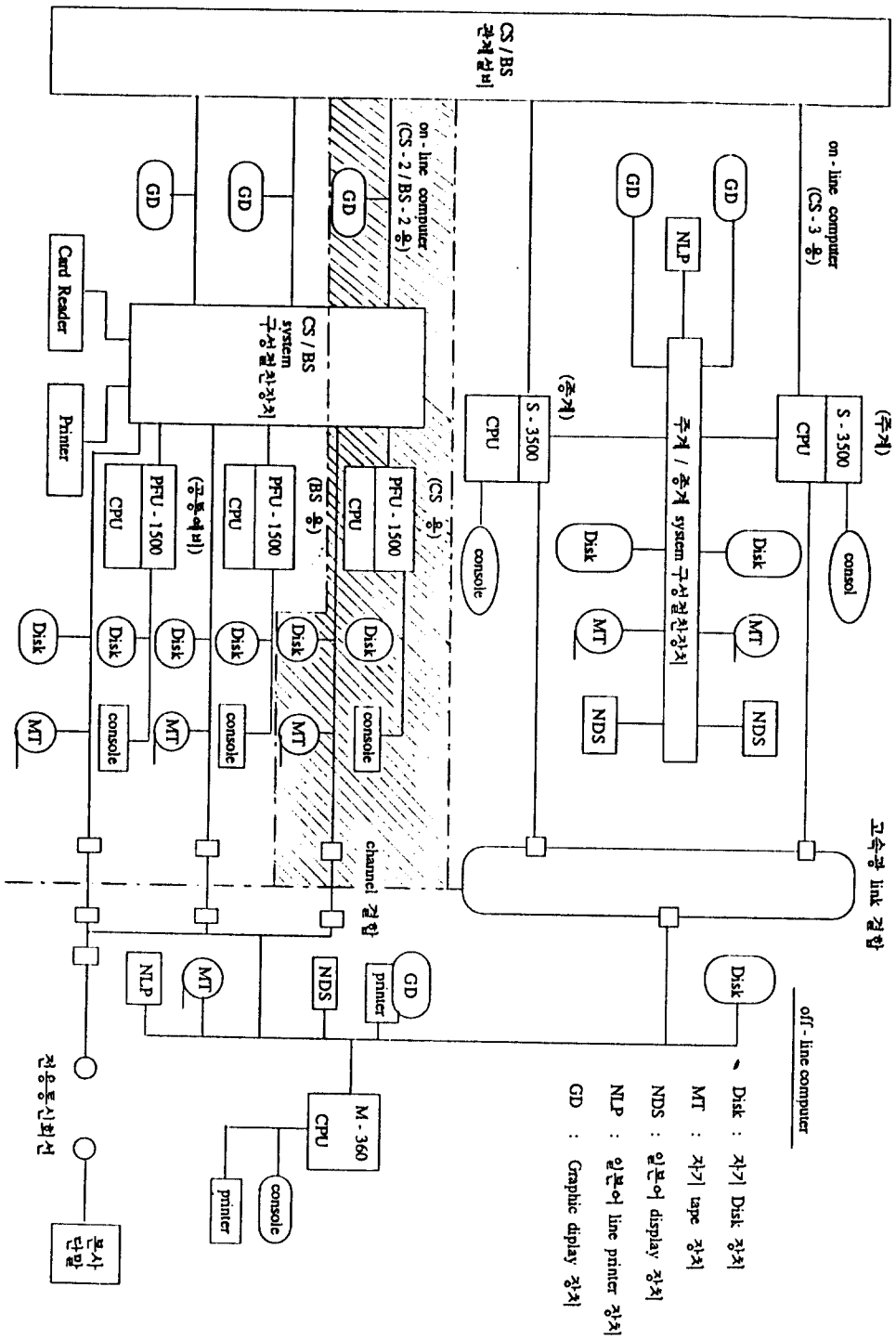


그림 3. 전산기 설비 hardware 구성

표 6. Software의 주요 기능

계	기 능	처 리 내 용
On-line 계 software	1. Telemetry 처리	위성에서의 telemetry data의 취득 기록 및 공학직변환을 수행하는 관계탐에 표시한다. 또 data의 limit over의 이상을 검출하고 출력한다.
	2. Command 처리	Off Line에서 전송해준 Command의 전송과 실행의 확인을 하고 Command 실행 결과를 관계탐에 표시한다.
	3. 거리 측정 거리	위성까지의 거리 측정 Data를 취득 기록하여 측정 결과를 표시한다.
	4. 각도 측정 거리	위성의 방위각 영가의 측정 Data를 취득 기록하고 Data에서 위성 직하점의 위도 경도를 구하고 표시한다.
	5. Data Base 처리	ON LINE Data Base의 생성 변환 추가등의 관리처리를 하는 것으로 OFF LINE 계산기에서의 전송 형태로 처리 시켜준다.
	6. 위해 처리	ON LINE 계산기에 위해가 발생 했을때 위해 장치를 예비계에 교환 자동적으로 System을 세워 나간다.
On-line 계 software	1. Job Schedule	운용 목적에 응해서 실행 되어지는 Job Data 전송의 Schedule을 미리 등록하고 그 실행의 자동화와 감시를 한다.
	2. 궤도 결정	거리측정 각도측정 Data를 근거로 위성의 궤도 요소를 결정하고 Antenna 지향 각 식등의 각종 Event 예보를 한다.
	3. 자세 결정(CS)	위성 탑재의 지구 센서, 태양 센서의 Data 및 궤도 Data에 따라 위성의 Spin축 방향을 결정한다.
	4. 운용 계획	궤도, 자세 결정치 및 Event 예보를 근거로 궤도 제어 계획 자세 유지 계획, 거리 측정 및 각도 측정 계획을 작성 한다.
	5. 제어 Command 작성	위성의 궤도 및 자세 제어를 위한 제어 Command Data를 작성하고 각 제어 실시 후 평가한다.
	6. House Keeping Dat 처리	Telemetry Data 및 Command 처리를 하고 그 결과를 Graph 출력할 수 있다.
	7. Data Base 관리	ON LINE 및 OFF LINE의 Data Base를 관리 한다.

5개의 기능으로 대별된다. 또한 off-line software는 궤도 결정, house-keeping data 처리, 제어 command 처리 등의 batch job 처리를 실행하는 7개의 기능으로 대별된다.

software의 특징으로서는, 1국에 의한 위도결정기능, 4위성의 동시 관제등을 들 수 있다. 또한 위성 본체 및 지상 설비의 운용 parameter들 중 위성 개개의 부분에 대하여 data base화 하여 관리를 일원화함으로써 사양이 다른 위성에 맞게 하는 관제 조건 변경에 대처할 수 있는 범용성과 유연성을 갖고 있는 것도 특징의 하나이다. 운용면에서는 job scheduling 기능에 의하여 data 전송, 해석처리가 있는 거리와 각도 측정 data 취득을 자동화하여 성력화를 기하고 있다. 표 6에 software의 주된 기능을 그림 4에 software의 구성을 표시한다.

IV. 결 론

위성 통신 시스템의 발달은 자원탐사, 기상, 국방등의 여러 목적으로 이용되고 있으며 점차로 그응용 분야는 넓어지고 있다. 특히 이번 gulf 전쟁에서의 위성의 역할은 여러면에서 새로운 관심을 모았다. 위성 기술 발전 추세를 살펴보면, 1964년대에는 미국과 소련을 중심으로 국방, 과학기술 측면에서 위성을 보위, 운영하였으나 1970년 후반부터는 국토면적이 넓거나 섬이 많은 국가에서 이용하기 시작하였다. 1980년대 후반부터는 우주개발 경쟁시대에 돌입하여 신기술 개발, 뉴미디어 보급등 다양한 국민 욕구 충족을 위해 개발도상국에 이르기 까지 위성을 보유, 운용중에 있으며 1990년대이후에는 위성의 이용은 상당히 증대될 것이다. 또한 선진 각국들은 computer기술의 발달

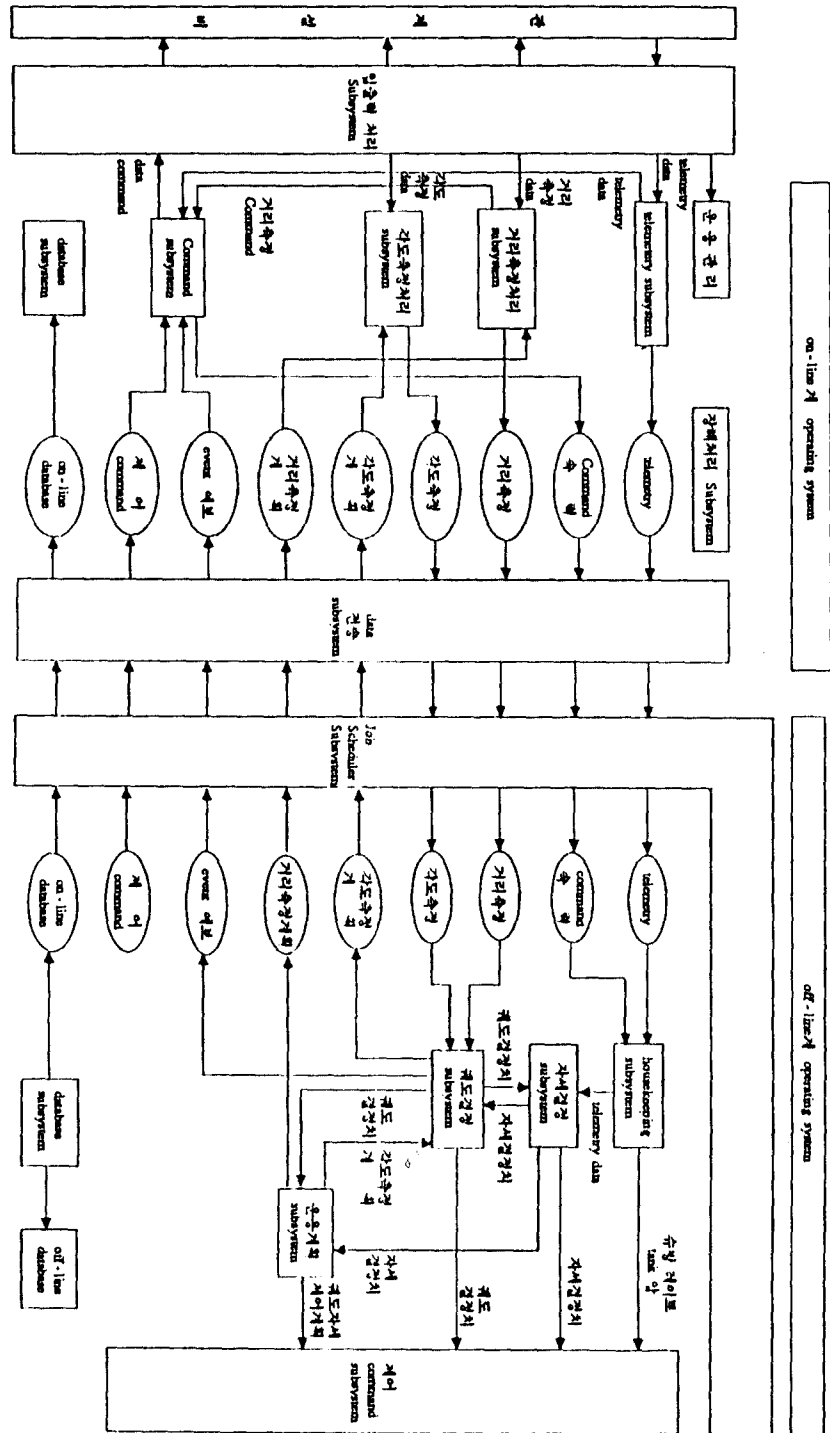


그림 4. software 구성

에 힘입은 digital 신호 처리 기술 발달; 부품 및 소자 기술 발전등을 이용하여 다기능 및 고 효율성을 갖는 위성 시스템 개발을 진행해 오고 있다. 즉 위성 탑재 처리(on-board processing) 기술, 위성간 통신링크(inter-satellite link) 및 다중빔(multi-beam) 기술 등을 이용하여 점차 위성체의 대형화 및 이에 따른 지구국의

소형, 경량화, 전송 효율의 증대등이 가능하게 되므로 위성 시스템은 급격한 이용 증가가 이루어 지게 될 것이다. 이러한 발전은 위성전파의 국제적 성격으로 국내의 기술부족은 우리의 전파주권이 침해될 수 있게 되므로 우리의 전파이용 권익 보호를 위하여 적극적으로 위성관련 기술개발에 노력하여야 할 것이다.

임 준 홍

- 한양대학교 전자공학과

이 중 근

- 한양대학교 전자공학과

허 신

- 한양대학교 전자계산학과