

특별기고

다목적 실용위성 1호 탑재 센서의 특성

조영민, 백홍렬

한국항공우주연구소 위성응용연구그룹

Characteristics of Remote Sensors on KOMPSAT-I

Young-Min Cho, Hong-Yul Paik

Satellite Application Dept., Korea Aerospace Research Institute

Abstract

Korea Aerospace Research Institute(KARI) is developing a Korea Multi-Purpose Satellite I (KOMPSAT-I) which accommodates Electro-Optical Camera(EOC), Ocean Color Imager(OCI), Space Physics Sensor(SPS) for cartography, ocean color monitoring, and space environment monitoring respectively. The satellite has the weight of about 500 Kg and is operated on the sun synchronized orbit with the altitude of 685Km, the orbit period of 98 minutes, and the orbit revisit time of 28days. The satellite will be launched in the third quarter of 1999 and its lifetime is more than 3 years. EOC has cartography mission to provide images for the production of scale maps, including digital elevation models, of Korea from a remote earth view in the KOMPSAT orbit. EOC collects panchromatic imagery with the ground sample distance(GSD) of 6.6m and the swath width of 15Km at nadir through the visible spectral band of 510 - 730 nm. EOC scans the ground track of 800Km per orbit by push-broom and body pointed method. OCI mission is worldwide ocean color monitoring for the study of biological oceanography. OCI is a multi-spectral imager generating 6 color ocean images with 800Km swath width and <1Km GSD by whisk-broom scanning method. OCI is designed to provide on-orbit spectral band selectability in the spectral range from 400nm to 900nm. The color images are collected through 6 primary

spectral bands centered at 443, 490, 510, 555, 670, 865nm or 6 spectral bands selected in the spectral range via ground commands after launch. SPS consists of High Energy Particle Detector(HEPD) and Ionosphere Measurement Sensor(IMS). HEPD has mission to characterize the low altitude high energy particle environment and to study the effects of radiation environment on microelectronics. IMS measures densities and temperature of electrons in the ionosphere and monitors the ionospheric irregularities in KOMPSAT orbit.

요 약

한국항공우주연구소 총괄주관하에 개발 중인 다목적 실용위성(KOMPSAT) 1호기는 지도제작, 해양관측, 우주과학실험에 활용할 지구저궤도용 실용위성으로서 고해상도 전자광학 카메라(Electro-Optical Camera: EOC), 해양관측카메라 (Ocean Color Imager: OCI)*, 과학실험 탑재체(Space Physics Sensor: SPS)를 탑재한다. 다목적 실용위성 1 호기는 무게 약 500 kg의 위성으로 고도 685 km의 태양동기궤도에서 궤도주기 98분과 재방문 주기 28일을 갖는다. 본 위성은 1999년 8~9월 발사 예정이며 최소 3 년의 궤도 수명을 갖는다. EOC는 한반도 표준 지도 제작을 위한 위성영상정보 획득의 임무를 가지며, 가시광선 영역의 관측 파장 대역 510~730 nm으로 주어지는 흑백 단일 채널을 통해 수직촬영시 지상해상도 6.6m와 최소 15Km 이상의 지상관측폭을 갖고 push-broom방식으로 한 궤도당 800Km의 지상 길이를 촬영한다. OCI의 임무는 생물학적 해양지리학 연구를 위한 전세계 해표면 색깔 관측이다. OCI는 다중 스펙트랄 영상 카메라로서 whisk-broom 방식을 사용하여 지상관측폭 800Km이내에서 1Km 이하의 지상해상도를 갖는 6가지 색의 해표면 영상을 만들어낸다. OCI는 중심 파장이 443, 490, 510, 555, 670, 865nm 인 6개의 주 관측파장대역이외에도 궤도운용중 지상명령을 통해 400nm에서 900nm까지 파장범위내에서 6개 관측파장대역을 수시로 선정할 수 있다. SPS는 고에너지 입자 겹출기 (High Energy Particle Detector: HEPD)와 이온 측정기 (Ionosphere Measurement Sensor: IMS)로 구성된다. HEPD는 저고도 우주 공간의 방사선입자 측정을 수행하며 이를 통해 우주방사선이 전자회로에 미치는 영향을 연구할 수 있으며, IMS는 지구 이온층의 전자 밀도와 전자 온도 측정을 통해 KOMPSAT 궤도상의 이온층의 전지구적 특성 조사에 이용된다.

1. 서 론

현재 한국항공우주연구소에서는 국가우주개발계획에 따라 위성기술의 국산화를 목적으로 다

* 해양관측카메라 (Ocean Color Imager: OCI)의 다목적실용위성개발과제상 명칭은 저해상도카메라(Low Resolution Camera: LRC)이다.

목적실용위성 1호기를 개발 중이다^[1-3]. 다목적 실용위성 1 호기는 질량 약 500 kg의 소형 위성으로 고도 685 km에서 정밀 지상관측을 비롯한 해양관측, 이온측정, 고에너지입자측정과 같은 과학실험, 지도제작 등의 다목적 임무를 수행하기 위한 기구들을 탑재한다. 본 위성은 고도 685 km의 태양동기궤도에서 궤도주기 98분과 재방문 주기 28일을 갖고, orbit crossing time은 10:50 AM이며 inclination은 98.13도이다. 본 위성은 1999년 8~9월 발사 예정이며 최소 3 년의 궤도 수명을 갖는다. 즉, 본 위성은 3년 이상 지구를 돌면서 지구 및 우주 관측을 수행할 예정이며 본격적인 자료 획득은 1999년 말부터 가능하다.

여기서는 다목적 실용 위성의 관측 자료 이용과 관련하여 탑재체를 소개하고자 한다. 다목적 실용위성(KOMPSAT) 1호기에는 지도제작, 해양관측, 과학실험 등을 위해 3 가지 탑재체 즉, 고해상도 전자광학 카메라(Electro-Optical Camera: EOC), 해양관측카메라 (Ocean Color Imager: OCI), 과학실험 탑재체(Space Physics Sensor, SPS)가 탑재된다. 전자광학 카메라 (EOC)는 지상해상도가 7m 이하인 고해상력의 위성카메라로서 고도 685 km, 태양 동기 궤도에서 지구를 원격 관측하여 digital elevation model 을 포함한 scale map 을 제작할 수 있다. 해양 관측 탑재체인 OCI는 해표면의 색을 관찰하여 해양 생태 관찰, 해양자원 관리, 해양 대기환경 분석 등에 활용된다. OCI는 지상으로부터의 명령에 의해 주어진 임무에 맞게 궤도운용중 400~900nm 파장범위에서 6 개 관측 파장대역을 변경/선정할 수 있어서 해양관측 임무 수행에 있어서 큰 유연성을 갖고 있다. 과학실험 탑재체(SPS)는 고에너지 입자 검출기와 이온층 측정기로 구성된다. 고에너지 입자검출기는 지구주위의 고에너지 하전 입자를 측정하여 이 입자들에 의한 single event upset이나 total dose effect 등의 영향, RAM의 우주 환경 시험 등의 연구에 활

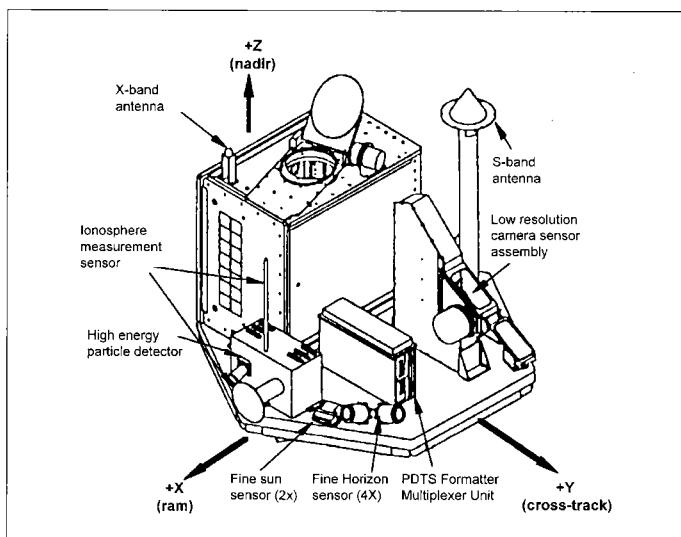


그림 1. 다목적실용위성(KOMPSAT) 1 호기 탑재체 형상 및 배치

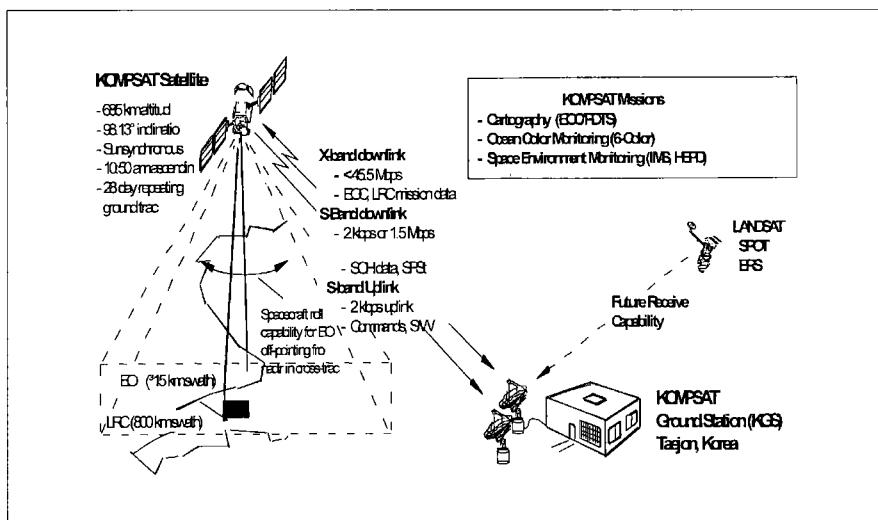


그림 2. 다목적실용위성(KOMPSAT) 1 호기 운영 개념

용되며, 이온측정기는 저궤도 인공위성이 비행하는 이온층의 전자밀도와 전자온도를 측정하여, 지구 이온층의 플라즈마 분포에 대한 전지구적 자료 구축에 이용된다. 3가지 탑재체 형상 및 배치가 그림 1에 나타나있고, 지도제작, 해양관측, 과학실험 등을 위해 EOC, OCI, SPS를 탑재하는 다목적 실용위성 1 호기의 운영 개념이 그림 2에 제시되었다.

2. 고해상도 전자광학 카메라(Electro-Optical Camera: EOC)

2-1. EOC 임무

전자광학 카메라(EOC)의 임무는 고도 685 km, 태양 동기 궤도에서 지구를 원격 관측하여 digital elevation model 을 포함한 scale map 을 제작하는데 있다. EOC는 Push-broom 주사방식으로 가시광선 대역의 광 영상 정보를 수집하고 이를 전자신호로 바꾸어 탑재체 자료전송계를 통해 지상으로 전송하는 기능을 하며 그 촬영범위는 광학계의 시계각(Field of View)과 위성본체 roll 각도로 결정된다.

2-2. EOC 설계 내역

EOC는 510~730 nm 의 관측파장 대역에서 흑백 모드를 사용, 영상을 수집하며 지상국에서

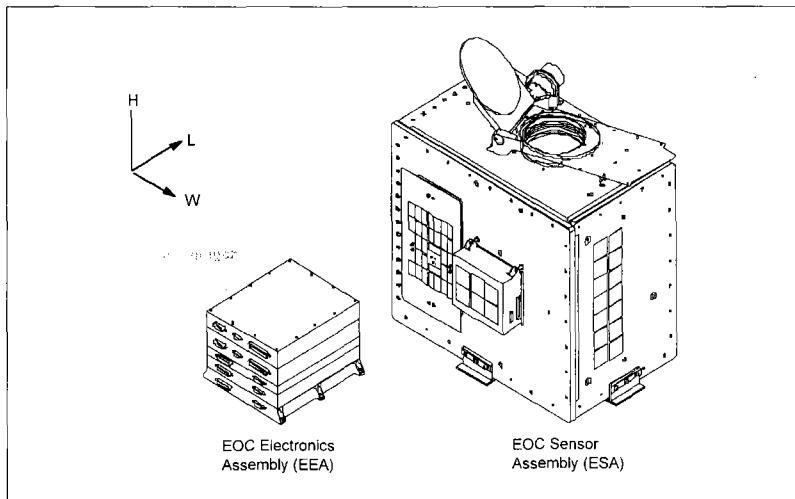


그림 3. 전자광학카메라(EOC) 구성도

여러 궤도의 영상들을 혼합 처리하여 입체 영상(Stereo Image)을 얻을 수 있다. 이것의 지상해상도는 수직 촬영시 $6.6\text{ m} \pm 10\%$ 이며 지상 관측폭(swath width)은 역시 수직 촬영시 최소 15 km 이상이다. 한 궤도당 800Km의 지상 길이에 대해 연속 촬영이 가능하여 한반도 전체의 영상 정보를 획득할 수 있으며, 궤도 수명은 최소 3년 이상으로 그 기간 동안 신뢰도는 탑재체자료전송계를 포함하여 0.9를 보장한다. 촬영시 조건에 따른 영상 신호의 이득치(Gain)를 지상에서 명령을 보내 선택할 수 있도록 Programmable Gain 기능을 포함하고 있다.

EOC는 물리적으로 센서부(Sensor Assembly)와 전자회로부(Electronics Assembly)로 나뉘고 두 부분이 각각 별도의 상자로 만들어져 탑재체 플랫폼에 설치된다(그림 3). EOC 전체 중량은 약 60Kg이고 최대 전력소모는 50W이다. EOC의 영상자료 전송률은 25Mbps이하이다.

2-3. EOC 운영

EOC의 임무 수행을 위한 지상국 명령과 각 임무 단계별 EOC의 State of Health data수신은 S-band를 통해 이루어진다. EOC는 주로 한반도 지상 관측을 실시하며 98분의 궤도 주기중에서 지상거리 800Km에 해당하는 duty cycle 동안 지상관측자료를 수집한다. 한반도 뿐만 아니라 전지구적 관측이 가능하도록, 관측자료는 관측과 동시에 실시간으로 X-band로 다목적실용위성 지상국에 전송되거나 탑재체 자료전송계의 기억장치(SSR)에 저장된 후 X-band를 통해 지상국에 전송될 수 있다. 지상국에 수신된 영상자료는 복사적 보정 및 기하적 보정 처리와 보조 자료와의 혼합 처리 등의 일련의 자료 처리과정을 거친다. 관측자료 보정은 사막등 기준 관측 지역에 대한 촬영을 실시하거나 지상제어점(Ground Control Point: GCP)을 이용한다. 위성본체로부터

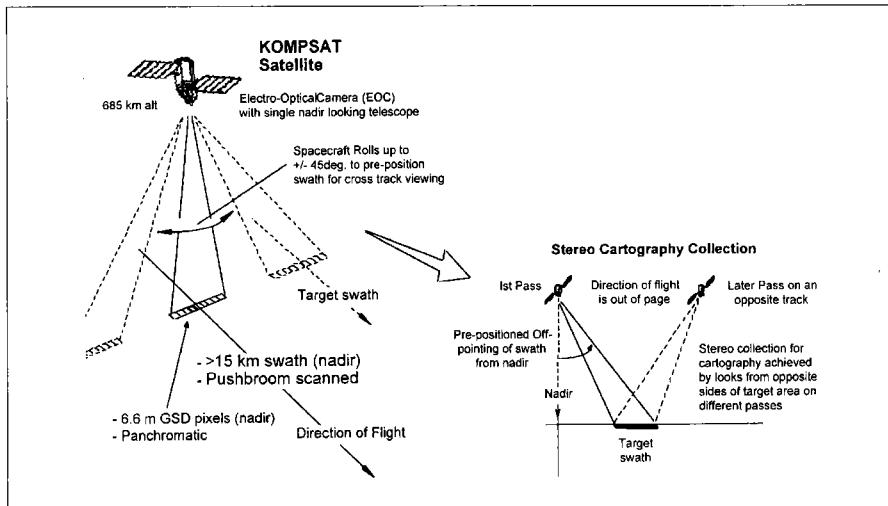


그림 4. 전자광학카메라(EOC) 운영 개념도

터 EOC자료처리에 필요한 시간, 위성체 위치 및 자세 등의 Ancillary data가 제공된다.

EOC는 다음 네 가지의 운용 모드를 갖는다.

- Off Mode : EOC 에 모든 전원 차단되고 reset 상태
- Safe Hold Mode : 위성 본체로부터 survival heater 전원만 공급
- Standby Mode : 본체에서 EOC 의 State of Health 자료 탐지 가능,
EOC Sensor Assembly 의 전원 차단.
- Imaging Mode : 지상 영상 획득. EOC 에 모든 전원 공급.

EOC의 임무 수행을 위한 영상획득 운영 개념 및 임체 영상 획득 개념이 그림 4에 제시되었다. 위성체를 $\pm 45^\circ$ 까지 옆으로 돌려(roll tilt) 두 다른 궤도에서 각각 다른 각도로 지상표적을 촬영하고, 지상국에서 두 궤도에서의 두 영상을 결합시킨 후 자료처리를 통해 임체지도 제작이 가능하다. 위성의 재방문주기 28일마다 낮동안 X-band 수신은 39회이루어지며 30° 까지의 위성 회전(roll tilt)을 고려하면 EOC 지도제작 영상획득은 39회중 20회까지 가능하다.

3. 해양 관측 카메라(Ocean Color Imager: OCI)

3-1. OCI 임무

OCI는 해수색 관측을 통한 생물학적 해양지도 작성(Biological Oceanography)의 임무를 갖으

며 OCI 관측자료는 전세계 해양 자원 및 해양환경 관측에 활용될 수 있다. OCI는 800 km의 지상관측폭과 1 km 이하의 해상도를 가지며, 685 km 고도에서 Whisk-broom 주사방식으로 6개 파장대역의 광 영상 정보를 수집하고 이를 전자신호로 바꾸어 탑재체 자료전송계를 통해 지상으로 전송하는 기능을 수행한다.

3-2. OCI 설계 내역

OCI는 해양 관측을 위해 400 nm~900 nm의 파장 범위에서 6 개의 관측 파장 대역을 선정하여 칼라 해양 영상을 획득한다. OCI의 6개 주관측파장대역이 표 1에 제시되었다. 짧은 파장 쪽의 4개 대역(B1부터 B4까지)은 해양의 색을 관측하기 위한 것이고 나머지 2개 대역(B5와 B6)은 대기 보정을 위한 것이다.

표 1. OCI 주 관측파장대역

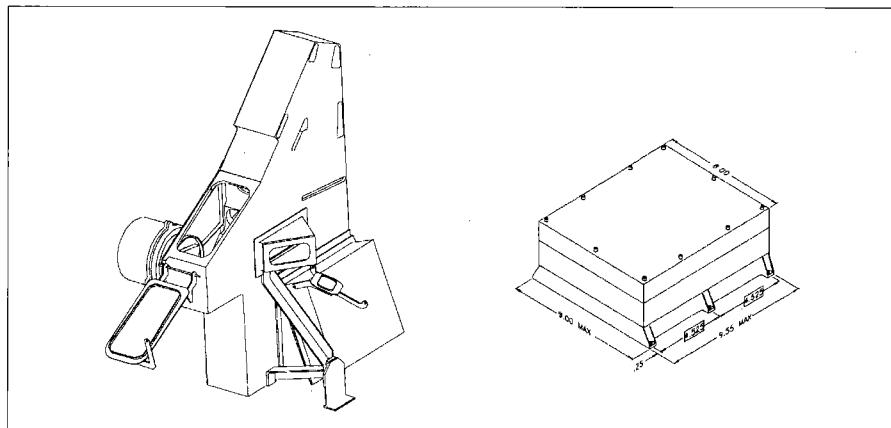
관측파장대역	B1	B2	B3	B4	B5	B6
중심 파장(nm)	443	490	510	555	670	865
파장대역폭(nm)	20	20	20	20	20	40
해양관측요소	엽록소 농도	Pigment 농도	엽록소 탁도	탁도 보정	대기영향 보정	대기영향 보정

6개 주관측파장대역에 대한 신호대 잡음비(Signal-to-Noise Ratio: SNR), Modulation Transfer Function(MTF), 지상해상도(Ground Sample Distance: GSD)들의 성능요구조건이 표 2에 제시되었다. 이것들 이외에도 $\pm 5\%$ 미만의 편광도 요구조건 등이 있다. OCI는 충분한 마진을 갖고 주어진 요구조건을 만족할 것이다.

OCI는 물리적으로 센서부(Sensor Assembly)와 전자회로부(Electronics Assembly)로 나뉘고 두부분이 각각 별도의 상자로 만들어져 탑재체 플랫폼에 설치된다(그림 5). 센서부는 위성본체와 열적으로 고립되어있고 전자회로부는 위성본체와 열적으로 결합되어있다. 센서부는 광기계

표 2. OCI의 성능

관측파장대역	B1	B2	B3	B4	B5	B6
SNR 요구조건	450	450	450	350	350	350
MTF(%) 요구조건	20	20	20	18	18	15
GSD(km) 요구조건	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0



(a) OCI 센서부(Sensor Assembly) (b) OCI 전자회로부(Electronics)

그림 5. OCI 센서부(Sensor Assembly)와 전자회로부(Electronics)

부, Focal Plane Assembly, 아나로그 신호 처리 회로로 구성되어 있고, 전자회로부는 디지털 전자회로들로 구성되어 있다. OCI 전체 질량은 약 18Kg이고 최대 전력소모는 30W이다. OCI의 영상자료 전송률은 0.6Mbps이 하이다.

기능적으로 OCI는 광기계 계열과 전자계열로 분류될 수 있다. 광영상 자료를 수집하는 광기계 계열은 넓은 시계각(Field of View: FOV)을 갖도록 렌즈 광학계로 채택되었고, 영상주사계, 대물렌즈계, 다중파장채널 분광계로 구성된다. 영상주사계는 서보 모터로 구동되는 주사반사경으로 만들어지고 고도 685Km에서 800Km의 지상관측폭을 얻기위해 지구연직방향축을 중심으로 ± 30 도의 주사각을 갖는다. 영상주사계에 의해 수집된 광은 대물렌즈계에 의해 1차 영상을 맷고 이 1차 영상은 다중파장채널 분광계에 의해 여러 가지 색깔별 영상으로 나뉘어 Focal Plane Assembly(FPA)의 CCD면에 재결상된다. 전자 영상 자료 처리와 OCI 제어를 수행하는 전자계열은 FPA 전자회로, 아나로그 자료 처리 회로, 디지털 자료 처리 회로, 제어 회로, 모터구동회로, 전력 공급 회로로 구성된다. FPA 전자회로는 광신호를 전자신호로 변환시키는 CCD 배열과 CCD 신호 read-out을 위한 timing과 전압 바이어스 공급회로로 되어있다. 아나로그 자료 처리 회로는 자료 신호의 이득과 offset에 대한 운용중 조정과 10-bit 아나로그/디지털 신호 변환(A/D 변환)을 실시한다. 디지털 자료 처리 회로는 6개 관측파장대역에 해당하는 디지털 영상 자료를 선정하고 자료량 축소를 위해 압축을 수행한다. 제어 회로는 OCI 기능 제어, 위성본체 와의 명령/원격측정 통신, OCI 상태 유지의 역할을 수행한다. 모터구동회로는 주사모터 서보 제어와 주사 반사경의 위치 파악을 실시한다. 전력 공급 회로는 위성본체로부터 공급된 전력을 필요한 여러 전압의 정류된 DC 전력로 변환하여 OCI에 공급한다.

OCI는 궤도운용중 보정을 제공한다. 암흑보정과 밝은 보정의 두단계 보정이 궤도운용 중 실

시된다. 암흑보정은 연속적인 영상수집 전후에 1번씩 실시하며 밝은 보정은 태양광을 이용하므로 위성궤도의 북극점 근처에서 한 위성궤도에 1번씩 실시한다.

3-3. OCI의 다중 관측 파장 대역 선정 특성

OCI는 궤도운용 중에서 지상국 명령을 통해 400 nm~900 nm의 파장 범위에서 6 개의 관측 파장 대역을 선정할 수 있다. 즉, OCI는 6개 관측 파장 대역의 중심파장을 400 nm~900 nm의 파장 범위에서 선정하고 각 중심파장에 대해 파장대역폭을 내장된 4개의 값 중에서 1개를 선정 할 수 있는 기능이 있다. OCI는 궤도운용중 관측파장대역 선정은 해양관측 임무 수행에 있어서 큰 유연성을 준다. 이런 유연성은 기존의 다른 해양관측 위성카메라와 차별화된 해양관측을 수행할 수 있고 다음 세대의 해양관측 위성카메라 개발 연구 지원 자료를 생산할 수도 있다. 사전연구에 따라서 지상관측, 기상, 환경오염등 기타 타 분야에의 활용 가능성도 고려할 수 있다.

3-4. OCI 운영

OCI의 임무 수행을 위한 지상국 명령과 각 임무 단계별 OCI의 State of Health Data수신은 S-band를 통해 이루어진다. OCI는 전세계 해양 관측을 위해 98분의 궤도 주기에서 20% duty cycle 동안 해양관측자료를 수집할 수 있다. OCI 영상자료는 다목적실용위성 지상국으로 X-band를 통해 관측과 동시에 실시간 전송되거나 탑재체 자료전송제 기억장치(SSR)에 저장된 후 지상국으로 X-band를 통해 전송될 수 있다. 태양광 보정 자료는 SSR에 저장된 후 다목적실용 위성 지상으로 전송된다. 지상국에 수신된 영상자료는 복사적 보정 및 기하적 보정 처리와 보조 자료와의 혼합 처리 등의 일련의 자료 처리과정을 거친다. 위성본체로부터 OCI자료처리에 필요한 시간, 위성체 위치 및 자세 등의 Ancillary Data가 제공된다.

OCI는 다음의 운용 모드를 갖는다.

- 무전원 모드 : 히터를 포함한 모든 전원 공급을 차단
- 생존 모드 : 온도 유지를 위해 히터만 동작
- 대기 모드 : 제어를 위한 프로세서가 작동하여 OCI 상태자료 전송 가능하며 다른 모드로의 변환을 위한 중립모드 역할 수행
- 영상 모드 : 해양의 영상 수집을 위한 정상 동작 모드
- 보정 모드 : 암흑 보정과 태양광 보정을 위한 보정용 영상 수집 모드

정상 상태에서 저해상도 카메라는 대기 모드와 영상 모드를 반복하고 그 중간에 offset과 gain 제어를 위한 태양광 보정모드와 암흑 보정모드를 수행하게 되며, 현재까지는 궤도당 한 번의 태양 보정 모드와 영상 모드 전후에 암흑 보정모드를 수행하도록 되어 있다.

OCI의 임무 수행을 위한 운영 개념이 그림 6에 제시되었다. 임무수행의 상세 시나리오는 개발단계와 임무계획에 따라 수정 발전시킬 계획이다.

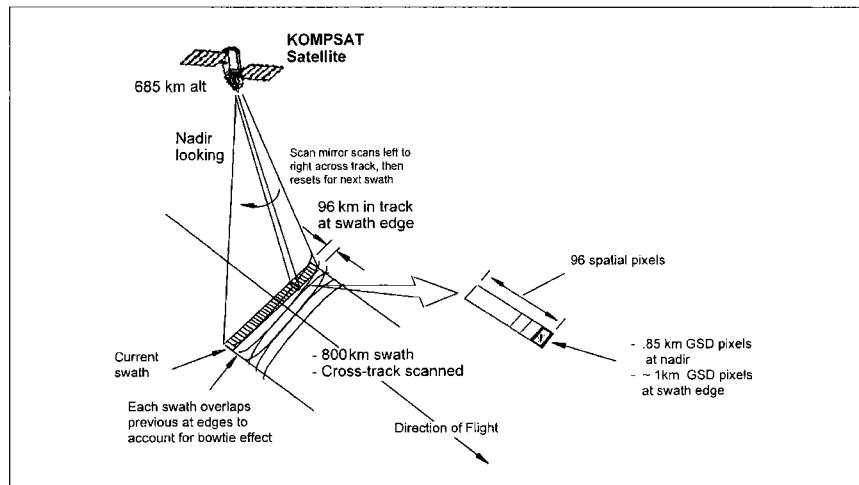


그림 6. 해양관측카메라(OCI) 운영 개념도

4. 과학실험 탑재체(Space Physics Sensor: SPS)

4-1. SPS 임무

과학실험 탑재체(Space Physics Sensor: SPS)는 2개의 관측센서 즉, 고에너지입자 검출기(High Energy Partical Detector: HEPD)와 이온 측정기(Ionosphere Measurement Sensor: IMS)로 구성된다. HEPD는 저고도 우주 공간의 방사선입자 측정을 수행하며 이를 통해 우주방사선이 전자회로에 미치는 영향을 연구할 수 있으며, IMS는 지구 이온층의 전자 밀도와 전자 온도 측정을 통해 KOMPSAT 궤도상의 이온층의 전지구적 특성 조사에 이용된다.

4-2. SPS 설계 내역

HEPD는 양성자 및 전자 Spectrometer, LET Spectrometer, Total Dose Monitor 및 Single Event Monitor로 구성되어 있으며 이들은 하드웨어적으로 분리되어 있다(그림 7). 양성자 및 전자 Spectrometer는 양성자 3개 채널, 전자 3개 채널 및 알파입자 1개 채널 등 모두 7개의 채널로 구성되며 하드웨어적으로 Telescope와 Signal Processing Unit의 두 부분으로 되어 있다. LET Spectrometer는 한 장의 Solid State Detector로 구성되며 Silicon에 전달되는 에너지의 양을 측정한다. 에너지의 분해능은 64개의 채널로 구성된다. Total Dose Monitor는 4쌍의 RADFET으로 구성되며 Single Event Monitor는 RAM을 이용하여 하드웨어와 소프트웨어적 에러를 검출한다.

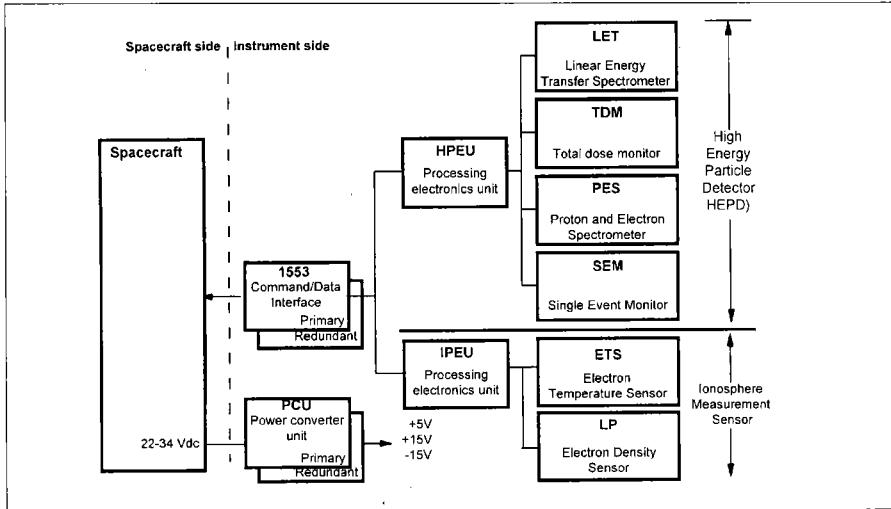


그림 7. 과학실험탑재체(고에너지 입자검출기와 이온측정기)의 구성도

IMS는 저궤도 인공위성이 비행하는 이온층의 전자밀도(Electron Density, N_e) 측정부와 전자온도(Electron Temperature, T_e)를 측정하는 에너지 측정부로 구성된다(그림 7). IMS는 Langmuir Probe의 변형으로서 측정범위(Dynamic Range)는 전자밀도에 대해 $10 \sim 10^6$ Electrons/cm³이고 전자온도에 대해 0~1 eV이다.

HEPD와 IMS를 1개 상자 안에 설치되며 SPS(HEPD+IMS)는 질량 7.6Kg와 최대 전력소모 16W를 갖는다. HEPD의 자료 전송률은 365.4bps이고 IMS의 자료 전송률은 4984bps이다. Ancillary data로서 시간, 위성체 위치 및 자세, 지자장세기 등이 필요하며 시간, 위성체 위치 및 자세 정보는 위성본체로부터 얻을 수 있다. IMS의 ETS와 LP는 위성진행방향(Ram Direction)을 직면한다.

4-3. SPS 운용

SPS의 관측자료와 State of Health(SOH) 자료가 위성본체의 On-Board Computer(OBC) 메모리에 저장된 후 S-band를 통해 지상국으로 전송되며, S-band로 지상국과 통신하는 위성본체의 On-Board Computer(OBC)를 통한 지상 명령으로 SPS 운영을 제어한다.

SPS는 100%의 duty cycle을 갖으며 운용모드는 두 관측 기기에 대해 표 3과 같고, SPS의 임무 수행을 위한 운영 개념이 그림 8에 제시되었다.

표 3. 과학실험탑재체(SPS) 운용 모드

관측기기	운용 모드		기능
	Survival mode	HOff mode	
HEPD	HEPD Data mode (100% duty cycle)	HNormal mode	PES+ LET+ TDM+ SEM 작동 (주 운용 모드)
		HLET mode	LET+ TDM+ SEM 작동 (PES에 문제발생시에만 사용)
		HTDM mode	TDM+ SEM 작동(PES에 문제발생시에만 사용)
		HAuto mode	HEPD algorithm에 따라 운영되며 다른 모드가 시작하기전까지 Hnormal mode로 작동
IMS	Survival mode	IOff mode	no heater, no solar constraints, 전원 차단
	IMS Data mode (100% duty cycle, ram pointing, 외부 자기장 최소화)	INormal mode	ETS+ LP 작동(주 운용 모드)
		IETS mode	ETS 작동
		ILP mode	LP 작동

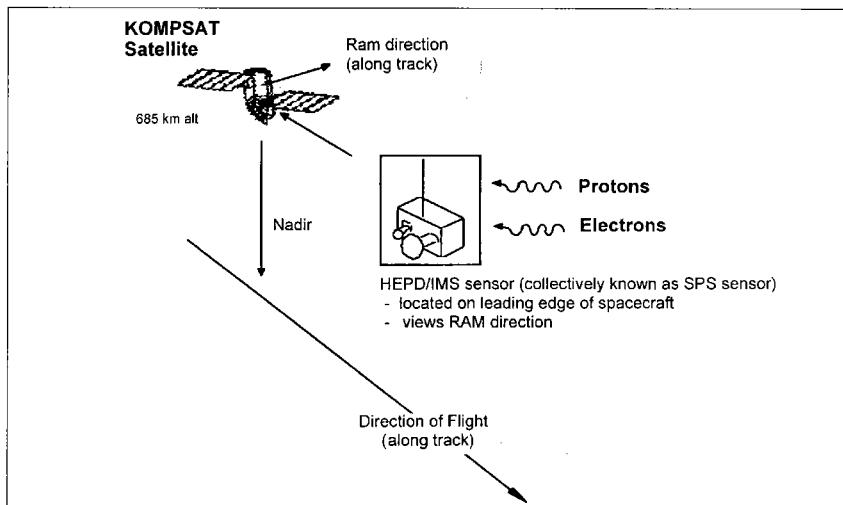


그림 8. 과학실험탑재체의 운용 개념도

5. 탑재체 자료전송계 (Payload Data Transmission Subsystem: PDTS)

지상국으로 EOC와 OCI 자료를 전송하기 위해 영상자료 처리(포매팅 및 압축)와 송신을 수행하는 PDTS가 관측기구와 별도로 다목적실용위성에 탑재된다. PDTS는 OCI의 전세계 해양관측 지원을 위해 자체 저장 장치로 SSR(Solid State Recorder)을 갖고 있다. SSR의 저장 용량은 위성 수명 말기(End of Life: EOL)에서 2.5Gbit이다.

PDT는 관측 영상 데이터를 처리하는 FMU(Formatter/Multiplexer Unit), X-band 전송장치, RF 어셈블리, X-band 안테나 모듈의 네부분으로 구성되며 신뢰성 유지를 위해 중복(Redundancy)설계 된다(그림 9).

PDT는 한쌍의 EOC, OCI 및 OBC의 데이터를 동시에 지상의 수신국에 전송(다운 링크)할 수 있다. 그러기 위해서 FMU는 세가지 데이터를 각각 또는 동시에 받아들일 수 있도록 설계 되었다. FMU는 EOC, OCI 및 OBC의 데이터를 CCSDS 권고 2형(CCSDS Type 2)의 형식에 맞추어 포맷하는 기능, 실시간 전송이 필요없는 자료를 SSR에 저장, OBC로의 데이터 전송, 데이터 전송중 발생하는 오류검사 및 정정(R/S FEC) 등의 기능을 수행한다.

X-band 전송장치는 FMU에서 부호화 된 영상 자료를 8.2125 Ghz의 반송파를 사용하여 변조하고 45 Mbps의 전송속도와 최소 Bit Error Rate(BER) $\leq 10^{-6}$ 전송 품질로 지상국으로 전송한다. PDTS 질량은 약 15Kg이고 최대소모전력은 55W이다.

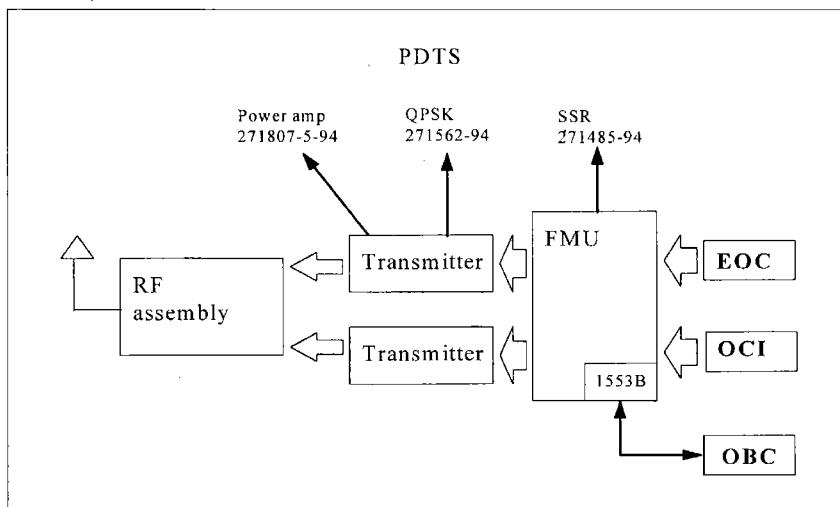


그림 9. PDTs의 기능도

6. 결 론

지도제작, 해양관측, 과학실험 등을 위해 다목적 실용위성(KOMPSAT) 1호기에 탑재할 고해상도 전자광학 카메라(Electro-Optical Camera: EOC), 해양관측카메라 (Ocean Color Imager: OCI), 과학실험 탑재체(Space Physics Sensor: SPS)를 한국항공우주연구소 총괄주관하에 설계하였다. 현재까지 설계진행된 다목적 실용위성 1호기 탑재체의 주요 설계제원 및 성능을 표 4에 요약하였다.

EOC 비행모델은 1997년 말경에, OCI 비행모델은 1997년 말경에, SPS 비행모델은 1998년 4월 경에 제작완료될 예정이며 본 탑재체 비행모델들의 위성본체에의 총조립 및 시험은 1998년 3/4분기에 대전 한국항공우주연구소에서 실시될 것이다. EOC, OCI, SPS가 탑재된 다목적실용위성 1호기는 1999년 8~9월에 발사될 계획이며 본 탑재체들은 최소 3년의 궤도 수명을 갖도록 설계

표 4. 다목적 실용위성 1호기 탑재체별 주요 설계제원 및 성능 요약

탑재체	성능 요소	기술 분석
EOC	해상도	고도 685km에서 Nadir 관측시 해상도 $6.6 \pm 10\% \text{ m}$ 가능
	설계 수명	최소 3년 이상의 수명
	관측 파장 대역	Pa : $0.51 \sim 0.73 \mu\text{m}$
	관측폭	$> 15 \text{ km}$
	Image Data	$\leq 25 \text{ Mbps}$
	Digitization	8 bits
OCI	해상도	$\leq 1 \text{ km}$
	관측폭	800 km
	관측 파장 대역	400~900 nm의 범위에서 6개 대역 선정 가능.
	Digitization	10 bits
PDTS	BER	$< 10^{-6}$
	SSR	2.5 Gbits(End of Life에서)
	Modulation	QPSK(X-band)
	Error Correction	R/S(255,223) (FEC)
	Packetizing	CCSDS II
	송신률	45 Mbps(Constant Rate)
IMS/HEPD	Duty Cycle	100 % (이온충 자료베이스 구축 및 우주의 방사성입자 정보획득)

되었다.

다목적 실용위성 1호기의 탑재체에 의해 수집된 자료들은 다목적 실용위성 지상국에 전송되어 크게 4 등급(표 5, 6 참고)으로 처리될 계획이며, 처리 정도에 따라 다양한 활용이 기대된다(표 7 참고).

앞서 언급한 바와 같이 본위성의 관측 자료를 효과적으로 활용하기 위해서는 사전조사 및 연구

표 5. 다목적 실용위성 1호기 등급별 기공데이터 특성계획

탑재체	데이터 등급	처리정도
EOC	Level 0	보정하지 않은 EOC 영상데이터(보조데이터 포함)
	Level 1	복사효과 및 EOC 설계자체의 기하학적 오류 보정
	Level 2A	경로에 의해 발생하는 기하학적 오류(Bow Tie) 보정
	Level 2B	남북축상의 기하학적 오류 보정
	Level 3B	GCP를 이용한 남북축상의 기하학적 오류 보정
	Level 4(DTM)	수치지형모델
	Level 4(Map)	1:25,000 지도급 정보 추출
	Level 4(VAP)	영상처리를 통해 얻어진 EOC의 각종 부가 생성물
OCI	Level 0	보정하지 않은 OCI 영상데이터(보조데이터 포함)
	Level 1	복사효과 및 OCI 설계자체의 기하학적 오류 보정
	Level 2A	경로에 의해 발생하는 기하학적 오류(Bow Tie) 보정
	Level 2B	남북축상의 기하학적 오류 보정
	Level 3A	GCP를 이용하여 경로상의 기하학적 오류 보정
	Level 3B	GCP를 이용한 남북축상의 기하학적 오류 보정
	Level 4(VAP)	영상처리를 통해 얻어진 OCI의 각종 부가 생성물
HEPD	Level 0	보정하지 않은 HEPD 데이터(보조데이터 포함)
IMS	Level 0	보정하지 않은 IMS 데이터(보조데이터 포함)

표 6. 수신데이터 처리등급 정의 계획

등급(Level)	특성	비고
0	비트에러를 정정(FEC)한 원시데이터	각 탑재체별
1	획득영상에 나타난 복사효과를 보정한 데이터	
2	궤도 및 자세데이터를 사용하여 보정한 데이터	
3	GCP를 사용하여 정밀하게 보정한 데이터	
4	가공된 상태의 최종데이터 (지도, DTM, 해양분석 자료, 기타 영상 형태)	부가정보 추출목적

표 7. 다목적실용위성 1호기 탑재체별 예상 활용분야 요약

탑재체	활용분야
지구관측(EOC) (해상도 : 6.6 m)	<ul style="list-style-type: none"> - 국가 정밀지도(1/25,000) 제작 및 GIS 분야 - 국토관리 분야 <ul style="list-style-type: none"> · 도시계획, 국토개발 및 관리 · 산악, 해안선 등 지형조사 - 지역 감시
해양관측(OCI) (해상도 : 1 Km)	<ul style="list-style-type: none"> - 해양관측 분야 <ul style="list-style-type: none"> · 전세계 해양자원 및 해양환경 관측 · 해양오염 조사 - 기타 황사 및 대기오염 등 환경관측 분야 - 사전연구에 따라 식생 및 기상에 제한적 활용 가능성
이온총관측(IMS)	<ul style="list-style-type: none"> - 과학실험 및 우주데이터 수집 분야 <ul style="list-style-type: none"> · 이온총의 전자환경 및 온도측정 · 전리총 측정, 통신주파수대 예측
고에너지입자측정 (HEPD)	<ul style="list-style-type: none"> - 우주 방사선이 전자부품에 미치는 영향 측정 - 신소재 및 전자부품 개발 등

가 필요하며 특히 OCI의 경우 관측과장대역, gain/offset 등의 선정에 대해서 충분한 사전연구가 요구된다. 향후 다목적실용위성 1호기의 자료를 이용할 연구 계획에 대해 필요한 자료는 한국항공우주연구소 우주사업단 위성응용연구그룹 탑재체팀(FAX: 042-860-2007)으로 연락바랍니다.

감사의 글

본 다목적실용위성(KOMPSAT) 1호기 탑재체 개발을 지원하여주신 과학기술처와 본 위성개발에 참여하고 있는 TRW 및 한국과학기술원 민경욱교수님께 감사드립니다.

참고문헌

1. 류 장수, 다목적 실용위성 시스템 설계 및 개발(I), 한국항공우주연구소 (1995)
2. 류 장수, 다목적 실용위성 시스템 설계 및 개발(II), 한국항공우주연구소 (1996)
3. 최 순달, 다목적 실용위성 과학탑재체 개발연구(I), 한국과학기술원 인공위성연구센터 (1996)