

## 정지궤도 복합위성의 광학탑재체 기계접속설계

박종석\*, 김창호\*\*, 전형열\*\*\*, 김성훈\*\*\*\*

### Mechanical Interface Design of Optical Payloads in a GEO Multi-Functional Satellite

Jong Seok PARK\*, Chang Ho KIM\*\*, Hyung Yoll JEON\*\*\*, Sung Hoon KIM\*\*\*\*

#### Abstract

The COMS is a kind of geostationary multi-functional satellites with three different mission objectives. Two of them aim at earth observation and the COMS has two optical payloads according to those missions. The payloads are composed of a meteo imager and an ocean color imager, and their inherent characteristics require optimal interface design for their performance to be concurrently achieved. Therefore, various kinds of constraints are considered in their component accommodation on the COMS platform.

This paper shows a general overview of the optical payload accommodation design and describes the design consideration to achieve the optimized performance from thermal and mechanical point of view.

#### 초 록

통신해양기상위성은 서로 다른 임무 수행을 위해 복수의 탑재체가 장착되는 정지궤도 복합위성이다. 탑재체중 두 장비는 지구관측임무를 수행하기위한 광학탑재체로, 용도에 따라 각각 기상과 해양탑재체로 구분된다. 상이한 광학탑재체를 위성체에 장착하여, 만족스러운 성능을 구현하기 위해서는 각각의 요구조건을 분석하고, 설계 변수에 대한 민감도 해석을 통한 일련의 최적화 과정이 필요하다. 따라서 여러 가지 종류의 설계 제한 조건에 대한 고려가 필수적이다.

본 논문에서는 통신해양기상위성의 기상 및 해양탑재체 장착을 위한 설계 시 기계 시스템 측면에서 고려된 여러 설계요건들을 제시하고, 위성체 설계에 미치는 영향을 최소화 하면서 기계 및 열적 요구조건을 충족시키기 위해 도입된 접속 구조물에 대해 설명할 것이다.

키워드 : 정지궤도 복합위성(GEO multi-functional satellite), 통신해양기상위성 (COMS), 광학탑재체(optical payload), 기계접속설계(mechanical interface design)

접수일(2007년 10월 26일), 수정일(1차 : 2008년 6월 5일, 2차 : 2008년 6월 17일, 게재확정일 : 2008년 7월 1일)

\* 통해기체계팀/jongpark@kari.re.kr

\*\* 통해기체계팀/kch@kari.re.kr

\*\*\* 통해기체계팀/hyj@kari.re.kr

\*\*\*\* 통해기체계팀/shkim@kari.re.kr

## 1. 서 론

통신해양기상위성은 지구관측임무를 갖는 두 개의 광학탑재체를 포함 세 개의 임무 탑재체가 장착되는 정지궤도 복합위성이다. 여기서 두개의 광학탑재체는 각각 기상탑재체와 해양탑재체를 의미하는데, 각각 기상 관측과 해양 생태계 감시를 목적으로 한다.

지구 관측임무를 담당하는 광학탑재체는 그림 1에서와 같이 그 특성상 위성체에서 지구 관측이 가장 용이한 상부 플로어, 즉 지구면에 장착된다. 기상탑재체 센서모듈은 복사영상획득을 위한 감지기의 극저온 환경요구조건을 만족시키기 위해 자체 방열판이 복측을 향하도록 위치가 결정되고, 해양탑재체의 센서모듈은 정지궤도상에서 한반도 영역 관측을 구현하기 위해 센서 광학축이 한반도를 향할 수 있도록 장착된다.

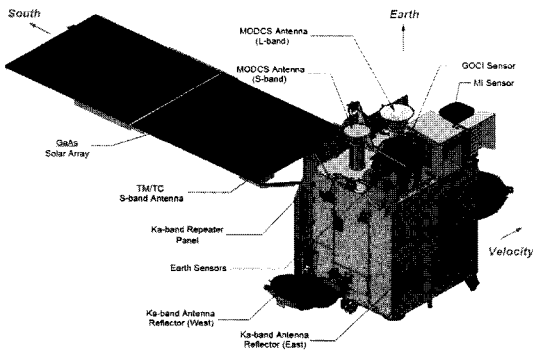


그림 1. 통신해양기상위성 시스템 개략도

이러한 두 광학탑재체는 열 및 기계적 환경에 의한 성능변화가 민감하여 각각의 센서 모듈에 대해 위성체나 탑재체로부터의 열 및 기계적 독립을 가능하게 하는 접속 구조물의 필요성이 대두 된다. 또한 광학탑재체 성능을 보장하기 위해서는 시야각 요구조건의 만족 여부에 대한 확인이 필수적이어서 배치 설계 시에 다른 장비나 구조물로부터의 간섭 여부나 간섭으로 인한 성능 변화정도가 고려되었다.

본 논문에서는 복수의 광학탑재체가 장착되는 정지궤도 복합위성에서, 각 탑재체 성능을 만족

시키기 위한 기계적 측면의 요구사항을 살펴보고, 광학탑재체 장착을 위한 접속 구조물 설계 내용과 필요한 설계 요건들을 살펴볼 것이다.

## 2. 본 론

다수의 정지궤도 기상위성에 장착되어 운용중인 기상센서, MI(Meteorological Imager)는 지상면과 구름에 대한 가시 및 복사영상을 제공할 수 있는, 다채널 이중주사방식의 복사계이다. 알루미늄 재질의 기저판이 기상센서 내부의 주사기구와 광학계에 기하학적 안정성을 보장하는 형태를 이루고 있다. 1km 해상도의 가시영상과 4km 해상도의 적외영상이 지속적으로 제공됨에 따라 갑작스런 기상 현상 변화를 탐지하고 장기간에 걸친 해수면이나 구름의 온도 변화를 확보하는 것이 가능해 진다.

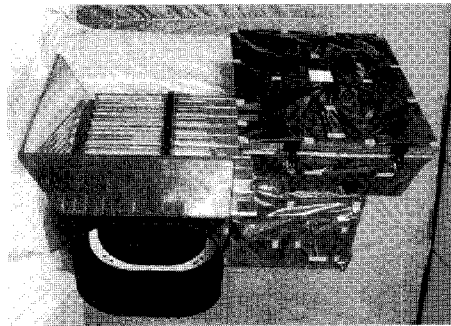


그림 2. 기상탑재체 센서

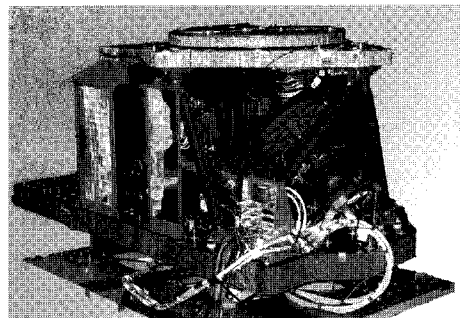


그림 3. 해양탑재체 센서

정지궤도상에서 운용되는 최초의 해양색선인 GOCI(Geostationary Ocean Color Imager)는 한반도 주변 해역에 대해 500m 해상도로 8개의 가시 대역 채널을 통해 영상 자료를 획득하게 된다. 이를 통해 장단기적인 해양 생태계의 안정성 변화를 감시하고 수산자원에 대한 정보를 제공할 수 있게 된다.

고해상도 요구조건은 온도 변화에 따른 지향 오차에 대한 영향을 최소화할 수 있는 복합재 기저판의 도입을 유도하였다. 따라서 GOCI를 구성하는 모든 광학계 구성품들은 탄소 복합재로 이루어진 광학 벤치 상에 장착되어 기하학적 안정성을 확보할 수 있도록 한다.

## 2.1 위성체 형상 개요

통신해양기상위성은 그림 4에서 보이는 바와 같이 직육면체형상의 모듈 구조로, 위성의 임무에 따른 통신탑재체와 광학탑재체 그리고 위성

운용을 담당하게 되는 서비스 모듈로 구성되며 그 특징은 표 1과 같다.

모듈 설계 개념은 각 시스템의 독립적인 조립, 시험 등을 가능케 하여 제작 기간이나 비용 등을 줄일 수 있고, 양산 경험이 있는 Astrium사의 Eurostar E3000 버스 설계 이력을 적용함으로써 신뢰성의 확보가 용이하다는 장점이 있다.

위성체 상단에는 시야각 확보가 용이하도록 기상 및 해양센서, 기상/해양자료 송수신용 안테나와 자세제어용 지구센서가 장착된다. 기상센서 및 해양센서와 지구센서는 위성체 열변형으로 인해 지향오차에 미칠 수 있는 영향을 최소화 하고자 기하학적으로 안정한 기저판 상에 위치한다.

위성체의 동서측 패널에는 Ka-대역 통신탑재체의 자료 송수신용 전개형 안테나 리플렉터가 장착된다. 이는 시야각 확보를 용이하게 함과 동시에 안테나 형상 변화에 따른 위성체로의 수용을 원활하도록 한다.

본체의 전원공급을 위해, 두개의 패널로 구성

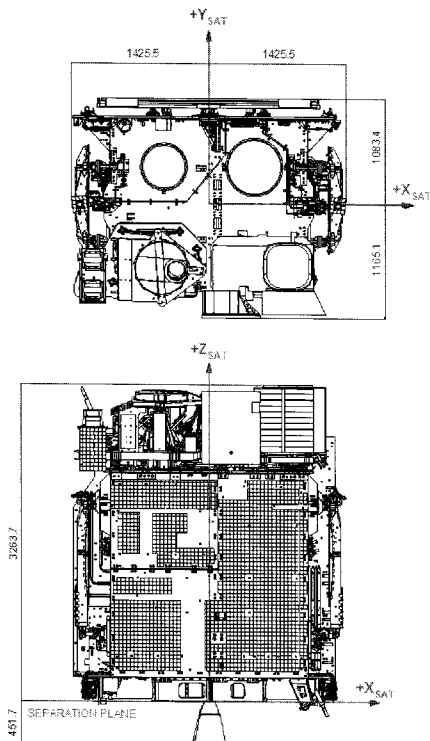


그림 4. 통신해양기상위성 발사형상

표 1. 시스템 특성

Orbit	GEO in the target area of 116°E/138°E
Mass	≈ 2500 kg
Power	2.4 kW , 192Ah Li-Ion 10S5P Battery
Size	2.9×2.2×3.7 (W×L×H) m
Life Time	≥ 7.7 years from the end of IOT (Operation) ≥ 10 years (Design)
AOCS	3-axis stabilized-providing the capability of full-disk observations
Station-Keeping Accuracy	±0.5° in longitude and latitude
Payload	<b>MI</b> (Meteorological Imager), with 1 km VIS & 4 km IR resolution <b>GOCI</b> (Geostationary Ocean Color Imager), with 0.5 km VIS resolution <b>SATCOM</b> (Satellite Communication System) with Ka-band (18.1~21.2, 27.0~31.0 GHz) communication

된 태양 전지판이 기상센서의 반대편 남측패널에 장착되는데, 이는 기상센서의 성능 보장을 위해 쿨러의 방열판이 북측으로 무한한 시야각을 확보할 수 있도록 한 것이다. 따라서 위성은 한쪽에만 태양 전지판이 장착된 비대칭 형상을 갖게 되어 비정상적인 외란 토크 발생이 예상된다. 그러나 토크 크기를 결정하는 태양전지판 요크길이를 최소화 하고 대용량의 자세제어용 휠을 장착함으로써 GOES I-M이나 MTSAT 등의 위성에서처럼 토크 상쇄를 위해 솔라 세일 등의 보정 구조물을 장착하지 않고도 안정된 자세제어 성능을 보장할 수 있게 된다.

추력기 배치에 있어서는 기존의 버스설계에서 적용된 설계이력을 적용하여 신뢰성을 높일 수 있도록 하였다. 다만 광학 탑재체들의 방열기구들이 오염되는 것을 방지하기 위해, 북측 패널 상에는 추력기를 배치하지 않도록 하였다.

구성품 배치설계는 대부분 박스 내부에서 이루어지며 질량중심에 대한 요구조건, 조립 시험시의 용이함, 하니스 길이 최소화, 열제어의 용이함 등을 구현하기 위해 상호관련이 많은 구성품 박스들을 함께 배치하거나 질량이 큰 박스들을 위성체 하단에 배치하며, 열 소산이 많은 장비들의 경우 히트파이프가 장착된 남, 북측 패널 상에 배치하도록 하였다.

기상센서의 열적 요구 사항과 시야각 요건에 의해 기상탑재체의 북측 배치가 필연적임에 따라 통신탑재체는, 두 임무 탑재 그룹이 상호간 열적 영향을 미치는 것을 최소화 하고자 태양 전지판이 장착되는 +Y에 배치하였다. +Y쪽 측면은 위성의 궤도천이 기간 중 부분적으로 전개되는 태양 전지판에 의해 가려짐으로, 이곳에 장착된 라디에이터로부터 불필요한 방열을 막을 수 있고, 이로 인해 장비들의 열 환경을 유지하는데 필요한 전력을 최소화 할 수 있다.

## 2.2 광학탑재체 기계접속요구조건

지구관측을 목적으로 하는 광학탑재체는 일반적으로 시야각 요구조건을 만족시키기 위해 위성체 지구면에 장착된다. 또한 탑재체 센서의 성능

보장을 위한 냉각이 필수적이다. 따라서 광학탑재체 센서들은 대부분 방열판과 같은 냉각 기구를 갖게 되고 이는 장착시 효과적인 냉각 성능 보장을 위해 심우주, 즉 북측을 향하게 할 필요가 있는 장착 요건을 유발시킨다.

광학탑재체들은 열탄성 효과로 인한 위성체와의 상대적 변형을 최소화하고자 버스로부터 열적으로 독립되어 각 탑재체 자체의 열제어 시스템을 갖게 된다. 따라서 탑재체와 위성 본체사이에 기하학적 안정성이 뛰어난 구조물을 개입시킴으로써 본체로부터 탑재체의 동적 및 열적 간섭을 배제시킬 수 있도록 하였다. 이러한 구조물은 주로 복합재 패널과 티타늄 재질의 지지대로 구성되는데 티타늄 재질의 지지대는 다층박막단열재(MLI)와 함께 사용되어 위성 본체로부터 광학 탑재체로 전달되는 전도 및 복사열하중을 차단시키는 역할을 한다.

광학탑재체 센서의 관측 기준 정보를 제공하는 적외선 지구센서와 병렬해서 위성체에 장착하는 배치 개념이 도입되었는데, 이는 열탄성 효과가 유발할 수 있는 관측 센서들과 기준 센서사이의 지향오차를 최소화 하여 정밀한 영상획득이 가능하도록 한 것이다.

각 광학탑재체 센서모듈에는 거울 면을 갖는 큐브가 장착되어 조립 시 위성체에 대한 정렬도 측정과 작업이 가능하도록 한다. 이를 위해 최소한 큐브의 두면 이상이 측정정비에 노출될 수 있도록 설계단계에서 요구조건이 주어진다.

## 2.3 기상탑재체 기계접속설계

기상탑재체는 기상센서와 전자박스 그리고 전원 공급 장치로 구성되며, 하니스 길이에 대한 제한조건을 바탕으로 센서가 위치하는 곳 바로 하단, 북쪽 측면 내면의 상부에 관련 장비를 배치하게 된다.

기상센서를 위성체에 장착하기 위해서는 그 장착 지점에서 발사환경의 동역학적 측면이나 궤도환경의 기하학적 안정성 측면에서 기상탑재체 센서에 엄격한 요구조건이 부여된다. 제작사에 의해 인가된 위성체 기준 정현파 수준은 기상센서

의 주요 고유진동수와 유사한 주파수 대역 사이에서 낮은 값을 갖도록 요구된다. 결과적으로, 기상센서의 위성체 장착 개념은 위에서 정의된 주파수 영역에서 적절한 주파수 분리를 통해 낮은 수준의 하중을 보장 할 수 있어야 한다.

기상센서가 이미 상용화 되어 있는 관계로 이러한 요구조건하에 따른 설계변경을 용이하게 하기 위해 독립적인 접속구조물을 도입 하였다.

궤도환경에서의 평면도 요구조건으로 인한 안정성 확보를 위해 탄소섬유가 내재 패널 구조물이 검토되었으며, 이 구조물 설계 시, 위성체의 열탄성 변형으로 인한 변형이 유발되지 않도록 주의를 기울여야한다.

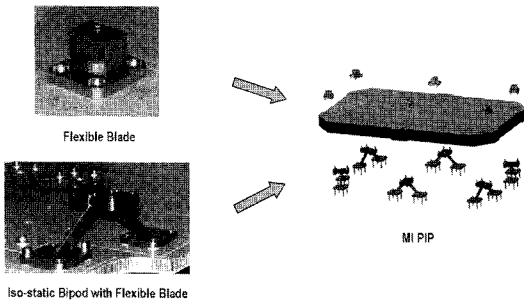


그림 5. 기상센서 접속구조물 구성

그림 5와 같이 PIP(Payload Interface Plate)라 불리는 접속구조물이 기상센서와 위성체 사이에 삽입되는데, 이 PIP는 복합재 샌드위치 패널과 상하부에 부착되는, 각각 6개의 티타늄 재질 블레이드(Blade)와 바이포드(Bipod)로 구성된다.

복합재패널은 탄소강화섬유 스킨과 알루미늄 하니콤으로 구성된 기하학적으로 매우 안정한 성향을 갖는 샌드위치 패널이다. 내재되는 탄소섬유의 열팽창 정도는 기상센서 기저판의 알루미늄이 갖는 열팽창 정도와는 확연히 달라서 센서와 PIP사이의 접속부는 열탄성 하중 제한 조건을 만족시키기 위해 방사상으로 매우 유연할 필요가 있다. 따라서 일종의 유연 구조물인 여섯 개의 블레이드가 기상센서와 패널사이, 기상센서의 각 장착점마다 삽입되었으며, 이것은 기상센서에 대해 준정적(Quasi-Static) 장착을 구현할 수 있도록

한다. 여섯 개의 블레이드는 티타늄으로 제작되며, 횡방향의 유연성을 갖는 블레이드들의 조합이 기상센서의 접속부들의 중심과 일치하는 한 점을 향하도록 배치되었으며, 동적 및 정적 하중 모두에 견딜 수 있도록 설계되었다.

PIP의 위성체 장착에서는 6개의 작은 바이포드가 각각 유연 블레이드 바로 아래에 배치하는 방안으로 초정적(Hyper-Static) 장착개념이 적용되었다. 바이포드 상단에 종방향 유연성을 갖는 블레이드와 조립된 형태를 가지며, 바이포드 지지대에 얇은 두께의 단면부를 두어 위성체 각 축 방향으로 유입되는 열탄성(Thermo-elastic) 하중을 제어할 수 있는 필터 역할을 하도록 하였다.

PIP를 구성하는 티타늄 재질의 블레이드와 바이포드는 낮은 열전도성으로 인해 MLI와 함께 열전달을 효과적으로 방지하여 기상센서의 열적 독립성을 보장할 수 있도록 한다.

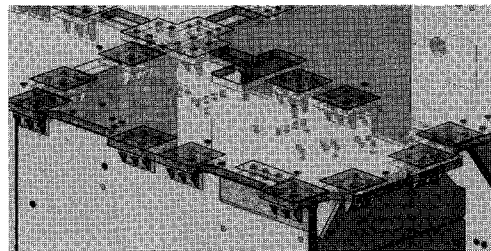


그림 6. 기상센서 PIP의 구조 접속

위성체 구조물로 전달되는 기상센서의 동적 하중에 대한 분담 필요성으로 그림 6과 같이 장착점들은 위성체의 상부 플로어와 전단벽들 사이의 연결 지점에 위치하며 상부 플로어에는 국부적으로 더블러가 적용되어 강도를 보장하도록 하였고 다수의 클릿을 이용하여 기상센서로부터 위성체 중심부 구조물로 전달될 수 있도록 하였다.

위성체의 장착면은 최소한 기상센서의 장착면보다 크도록 설계하여, 접속부의 미끄러짐이나 이탈을 방지하는 충분한 고정하중이 가해질 수 있도록 하였다.

그림 7과 같이 기상센서 장착 시, 6개의 장착패드 중 3개는 주 장착 패드, 나머지 3개는 부

장착 패드로 사용되는데, 먼저 3곳의 주 장착점을 체결한 뒤 심(Shim)을 이용해 일정 간극을 유지하도록 조절해 가면서 나머지 3곳의 부 장착점을 체결한다. 또한 센서에 장착된 광학큐브의 3면을 이용하여 정렬 요구 조건을 만족시키는지 확인하게 된다. 장착 홀 패턴은 기상센서 공급사의 드릴 템플릿에 따른다.

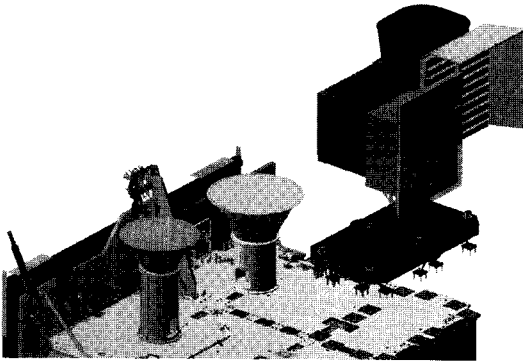


그림 7. 기상센서의 위성체 접속

또한, 광학포트, 방열 쿨러(Radiant Cooler) 및 루버(Louver)의 성능 확보를 위한 시야각 요구조건이 기상센서의 위치를 결정하는 중요 설계 변수가 되는데, 그림 8에 기상센서 각 시야각 요구조건에 대한 해석결과를 나타내었으며, 간섭 없이 요구 조건을 만족하는 것을 확인할 수 있다.

- ▶ 광학포트 : 지향방향기준 65° 반각뿔 대칭
- ▶ 방열 쿨러 : 궤도면 수직방향 65°×65° 반피라미드
- ▶ 루버 : 반구
- ▶ 알베도 모니터 : 30°×10° (XY면×XZ면, 위성체 기준) 반피라미드

기상탑재체를 구성하는 전장품 및 전원 공급 모듈은 고강도 볼트를 사용해서 복측벽 내부에 장착되는데, 이때 심을 이용하여 장비와 샌드위치 구조물간 간격이 0.203mm이내가 되도록 조절하고, 장비의 장착부 편평도는 0.38mm 미만을 유지하도록 한다.

## 2.4 해양탑재체 기계접속설계

해양 탑재체는 센서와 전자박스로 구성되는데 센서는 지구 관측을 위한 시야확보를 위해 위성체 상부에 위치하고, 전자박스는 센서로부터 가장 가까운 위치인 복측 패널 내면 상부에 배치됨으로써 성능에 영향을 줄 수 있는 하니스 길이를 최소화 하였다.

해양센서는 렌즈 초점조절에 악영향을 줄 수 있는 온도 영향을 최소화 하고자 복합재 소재의 접속구조물을 바탕으로 한다.

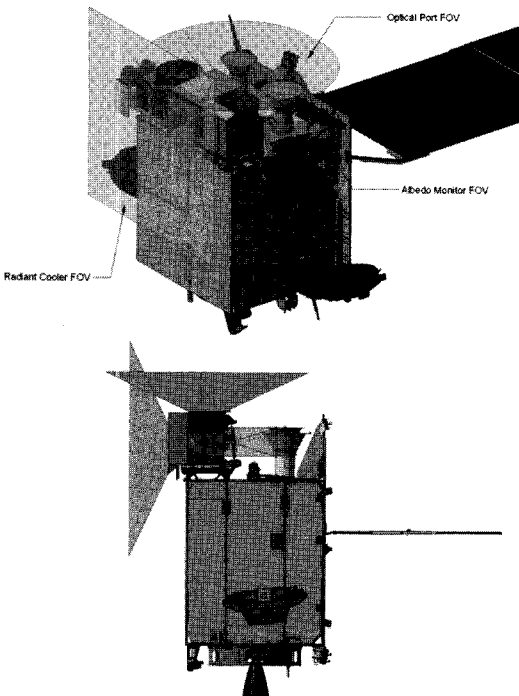


그림 8. 기상센서의 시야각 해석

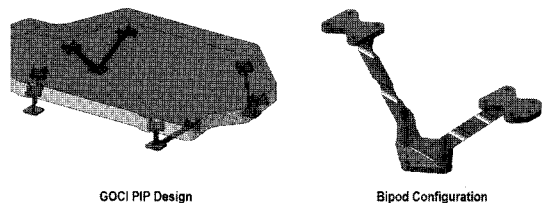


그림 9. 해양센서 접속구조물 구성

해양센서의 접속구조물은 탑재체 센서모듈내에 내재된 형태로 개발 되었으며, 그림 9와 같이 탄소강화섬유소재의 스킨과 알루미늄 하니콧으로 이루어진 샌드위치 패널을 기반으로 4개의 티타늄 바이포드를 통해서 위성체와 접속하는 형태의 구조물이다. 4개의 바이포드 조합은 해양센서로 하여금 정지궤도로부터 한반도 인근 해역에 대한 영상 획득이 가능하도록 그림 10과 같이 위성체 동서방향 기준 5.1°의 경사각을 형성하는데 이 각도는 조립 기간 중 필요에 따라 센서 내부의 방향 변환이나 바이포드의 변경 없이 심 작업을 통해 조정될 수 있다.

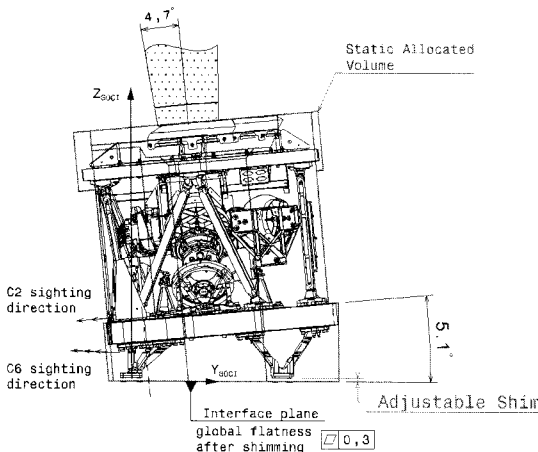


그림 10. 해양센서 장착요구조건

각 바이포드의 방향은 위성체 접속면에서 가장 적합한 강성을 갖도록 최적화 과정을 거쳐 결정되며, 각 바이포드 면에 수직하는 벡터들의 교차점이 가능한 해양센서의 질량중심에 가깝게 위치하도록 하여 열탄성 하중에 대한 강건성을 증대시키도록 한다.

그림 11과 같이 센서 내부의 모든 광학 구성품들은 준정적 방식의 지지 구조물을 통해 이 복합체 접속 구조물상에 장착된다. 준정적 방식의 지지 구조물은 특정 방향에 대해 얇은 단면적을 가지고 있어서 이 방향으로 가해지는 장착면의 변형하중을 감쇄시키는 역할을 하게 된다.

위성체 지구면에 장착되는 해양센서의 위치는,

그 센서 구경이 한반도 영역을 지향할 수 있도록 결정된다. 센서의 개발이 통신해양기상위성의 개발과 함께 진행된 관계로 열탄성에 의한 변형을 최소화하도록 센서자체에 내재된 기저판이 기하학적 안정성을 구현하는 형태로 설계되었다. 또한 관측기준이 되는 적외선 지구센서 (IRES ; Infra Red Earth Sensor)에 대한 해양센서의 상대적 지향오차를 최소화 하고자 해양센서내의 접속 구조물상에 지구센서를 병립하여 장착하도록 하였다.

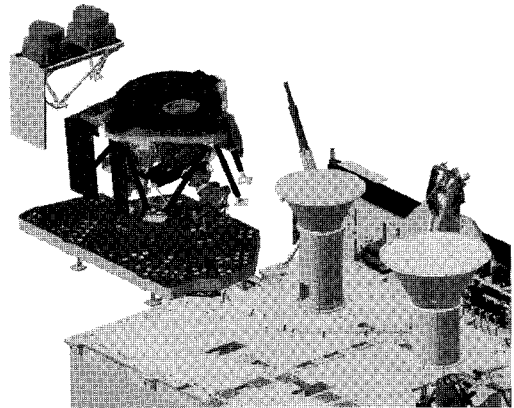


그림 11. 해양센서의 위성체 접속

지구센서의 광학탑재체 센서와의 병립 장착을 위해 기상 및 해양센서 각각의 접속구조물로의 장착 가능성이 비교 검토되었고, IRES에 대한 각 탑재체 센서의 지향오차 해석결과를 바탕으로 최종적으로 해양센서 접속구조물상에 IRES를 장착하는 것으로 결론이 내려졌다.

IRES는 마이크로 주파수 대역에서 지구 방사를 측정할 수 있는 광학센서로 위성체나 지구관측센서로부터 지구에 대한 정확한 위치정보를 제공하는 역할을 수행한다. 따라서 지구센서의 지향축은 위성체 운용 시 0.015° 범위 내에서 지향변화가 허용되는 요구조건이 주어진다.

또한 IRES가 GOCI의 PIP상에 병립 장착되는 관계로 IRES의 시야각과 GOCI 사이의 간섭여부는 IRES 성능에 중요한 영향을 미칠 수 있게 된다. 따라서 시야각 확보를 위해 충분한 높이를

갖는 구조물이 필요하게 되었고 이에 따라 그림 12와 같은 IRES 지지구조물이 도입되었다.

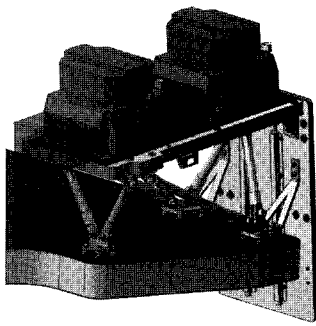


그림 12. IRES 장착 형상

GOCI PIP로의 IRES자체의 질량을 포함한 정적하중 부가로 인해 지지구조물에 대한 질량 제한이 주어짐과 동시에 IRES와 GOCI 사이의 기계적 간섭으로 인한 문제를 방지하기 위해 고유 진동수에 대한 제한조건이 주어진다.

또한 IRES의 독립적인 열제어를 구현하기 지지 구조물에는 위해 열하중 분산용 더블러와 히터, 히트파이프 및 방열판 등의 열제어용 하드웨어가 부착된다.

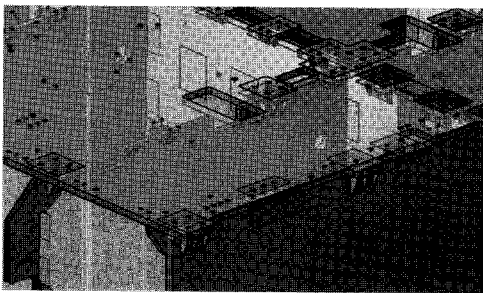


그림 13. 해양센서의 구조 접속

위성체 구조물 측면에서는, 그림 13과 같이 해양센서가 장착되는 상부 플로어상에 더블러를 부착하여 국부적으로 강도 보강을 하였고, 이곳을 접속부로 4개의 클릿 조립체가 구성되어 해양센서의 접속구조물로부터 위성체 중심부 구조물로 하중을 전달할 수 있도록 충분한 강성을 제공하

는 역할을 하게 된다.

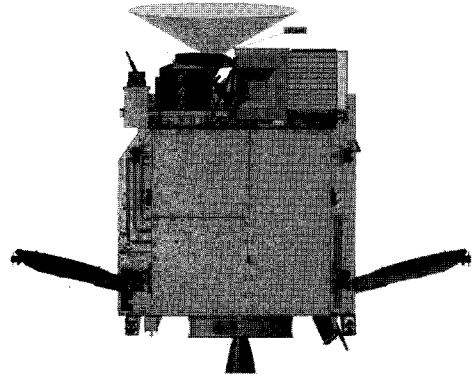
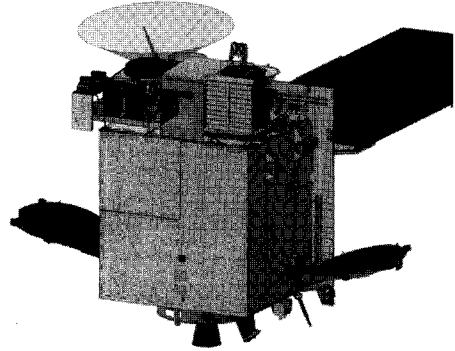


그림 14. 해양센서의 시야각 해석

해양센서의 성능보장을 위한 시야각 요구조건은 센서 구경의 지향 방향을 기준으로 60° 반각뿔의 대칭 형상으로 주어지며 이는 지구 관측 외에 태양센서로서의 역할을 감안한 것이다. 그림 14는 주어진 요건에 대한 시야각 해석 결과로 현재 시야각에 대한 간섭은 없는 상태이다.

### 3. 결 론

통신해양기상위성에 탑재되는 복수의 광학 탑재체 장착을 위한 기계 접속 설계 내용을 살펴보았다. 기존의 설계이력을 이용하는 본체 설계와는 달리 탑재체 접속의 경우 새로운 설계가 요구되므로 초기단계에서 복수의 탑재체 각각의 성능



만족을 위한 고유 특성을 살펴보고 그에 따른 시야각이나 정렬 등의 성능 보장을 위한 요구조건이 검토되었다.

접속면에서 위성체로부터 부가되는 열응력 영향에 의한 지향 오차를 배제하고자 독립성을 보장하도록 하는 접속 구조물의 설계가 주요 과제가 되었으며, 이 과정에서 광학 탑재체들의 관측 기준이 되는 적외선 지구 센서와의 지향 오차 발생을 유발하는 인자들을 상쇄시키고자 하는 포괄 설계가 이루어 졌다.

기상센서와 위성체 사이와 해양센서 내부에 각각의 접속 구조물이 도입되어 구조적, 열적 독립성을 구현하였으며, 기상센서 자체와 해양센서 구성품들은 이 접속 구조물 상에 준정적 방식으로 지지 되어, 동적 요구조건 만족을 위한 충분한 강성을 제공할 뿐만 아니라 열탄성 영향을 제거하기 위해 필요한 유연성을 제공하기도 한다.

## 후 기

본 논문은 교육과학기술부에서 지원하는 특정 연구개발 사업의 일환인 “통신해양기상위성 개발 사업”의 연구 결과입니다.