

# 천리안위성 추진계 발사 준비와 발사 및 초기운용

한조영\* · 채종원\*\*

## Launch Preparation and Launch-and-Early-Operations-Phase for COMS Propulsion System

Cho Young HAN\* · Jong Won CHAE\*\*

### ABSTRACT

Chollian bipropellant propulsion system is composed of one main engine for orbit transfer and fourteen thrusters for on-station operations. The design and analyses of the propulsion system were carried out in the framework of international collaboration. Following the system integration and testings required, the Chollian was transported to Kourou Space Center in French Guiana and launched successfully. After it separated from the launcher, the propulsion system was initialised automatically. Then three times of main engine firing were successfully performed, and the target orbit insertion was accomplished.

### 초 록

천리안 이원추진시스템은 궤도전이를 위한 1기의 주엔진과 궤도상 운용에 주로 사용되는 14기의 추력기들로 구성된다. 추진계의 설계 및 해석은 국제협력을 통해 수행되었다. 시스템 조립 및 시험 후, 천리안위성은 프렌치 기아나의 쿠루우주센터로 이송되었으며, 성공적으로 발사되었다. 발사체에서 분리 후 추진시스템은 자동으로 초기화되었다. 이후 3번의 주엔진 분사가 성공적으로 수행되었으며 목표궤도 진입에 성공했다.

Key Words: Chollian(천리안위성), Bipropellant Propulsion System(이원추진시스템), Orbit Transfer(궤도전이), Launch(발사), Orbit Insertion(궤도 진입)

### 1. 서 론

한반도의 독자 기상위성 운용을 통한 악기상

대처능력 및 기상예보 정확도 향상, 한반도 주변의 해양관측을 통한 근해의 해양자원 관리, 해양 환경 감시, 초고속 멀티미디어 위성통신 서비스 기술의 우주 성능검증 등의 임무를 갖고 2003년 9월 개발에 착수 한 정지궤도 통신해양기상위성(이하 천리안 위성)의 시스템 및 본체 개발사업은 2004년 8월과 9월 해외업체 제안서의 평가위

\* 한국항공우주연구원 사업종합관리단

\*\* 한국항공우주연구원 위성연구본부

† 교신저자, E-mail: cyhan@kari.re.kr

원회 개최를 통해 해외협력개발 대상업체로 아스트리움사(프랑스)가 선정되었다. 이후 2005년 4월말 아스트리움사와 공동개발 협약을 체결함에 따라 본격적인 케도에 돌입하여 설계단계에서 많은 국내 연구 인력이 투입되어 설계기술을 습득하고, 국내 시험 및 조립시설을 활용하는 등 기구축된 위성기술 및 기반시설, 인력을 최대한 활용하였다.

천리안 위성은 기본설계, 상세설계, 조립 및 성능시험, 우주환경시험 등을 거쳐 2010년 6월 27일 오전 6시 41분(한국시각) 최종발사 및 초기운동을 통한 최종검증시험에 이르기까지 총 88개월의 개발기간이 소요되었다. 운용수명 7년을 갖는 천리안위성은 동경 128.2도에 위치하며, 발사중량 2,460kg, 3개의 탑재체(기상관측센서, 해양관측센서, 통신탑재체(Ka-band))를 동시에 탑재한 중형급 정지궤도 위성이다.

이 천리안위성에는 궤도전이와 궤도상 자세제어 및 궤도보정을 위해 화학추진시스템(chemical propulsion system, CPS)인 이원추진시스템(bipropellant propulsion system)[1]이 장착되어있다. 위성용 이원추진시스템은 국내 개발경험이 전무했던 이유로, 영국 스티브니지(Stevenage)에 위치한 EADS Astrium과의 국제 공동개발을 통해 제작, 조립 및 시험[2]되어 한국으로 인도되었다.

본 논문에서는 천리안위성의 시스템 국내 조립 후 진행된 추진시스템의 발사 준비 및 발사 후 초기운용에 대해 기술한다.

## 2. 천리안위성 추진계 발사 준비

천리안위성의 국내환경시험 후 남미 프렌치기어나 쿠루우주센터 발사장으로 위성체가 인도되기 전에 추진계의 전체 성능 점검(complete health check)가 수행되며, 발사장에서는 부수적인 성능 점검이 별도로 수행된다.

발사장에서는 발사를 위한 준비로 가압제인 헬륨 탱크는 310 bar로 가압된다. 전이궤도에서 추진계가 사용될 때까지 발사 환경에서의 압력조절기 작동을 제한하기위해, 압력조절기의 상류배관

은 25 bar로 가압하고 하류배관은 18 bar로 가압해 상하단에 압력차를 두어 가압해 압력조절기 시트를 통해 발생할 수 있는 누설을 방지한다.



Fig. 1 Propellant Loading at Launch Site

이후 초정밀 계측기와 검증된 장비 및 절차를 이용해 추진제를 추진제 탱크에 충전한다. 위성체에 사용되는 추진제는 맹독성의 물질로 그 취급상 각별한 주의가 요구되는 작업으로, 영국 아스트리움사의 추진제주입 전문가들에 의해서 수행되었다.

## 3. 천리안위성 추진계 발사 및 초기운용

천리안위성은 2010년 6월 26일 21시 41분 GMT, 즉 한국시간 2010년 6월 27일 06시 41분에 아리안-5 발사체에 의해 프랑스령 기아나 쿠루우주센터에서 발사 성공했다[3].

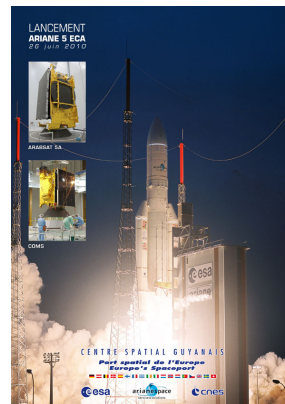


Fig. 2 COMS Launch

발사 후 발사체에서 분리된 후에 추진계는 자동으로 초기화 순서를 진행한다. 우선 추력기 및 액체원지점엔진의 밸브를 개방해 추진제 공급배관을 진공으로 만든 후 밸브를 닫는다. 이후 파이로밸브들과 래치밸브를 열어 추진제를 배관에 충전한다. 다음으로 가압제 탱크 연결 배관의 파이로밸브를 작동시켜 운용압력수준까지 추진제 탱크를 가압한다. 이 때 탱크내의 누손 압력(ullage pressure)은 17.0 bar로 가압되어 모든 추력기에 대한 사용 준비를 마친다.

발사 후 천리안위성은 동경 128.2도, 위도 0도의 정지궤도를 돌며 임무를 수행하게 된다. 천리안위성이 발사 후 최대 약 2주 정도의 기간 소요되는 목표 정지궤도로 진입하기 위해서는 수차례의 단계(천이궤도 → 표류궤도 → 목표정지궤도)를 거치게 되는데, 이 과정 중 추진시스템의 역할은 Fig. 3에 제시된 바와 같다.

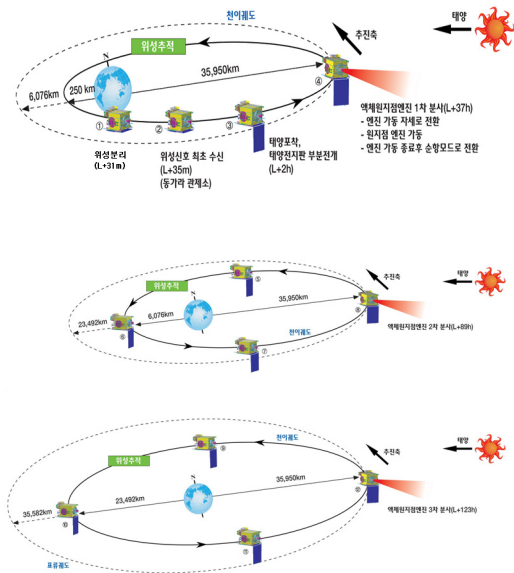


Fig. 3 Orbit Transfer by 3 times of LAE Firing

타원궤도인 천이궤도에서 표류궤도로 진입하기 위해서는 액체원지점엔진(liquid apogee engine, LAE) 분사에 의한 궤도상승 과정이 필요하다[4]. 이때 원지점엔진 분사를 위해 위성자세의 전환이 필요하게 되며 우선적으로 위성이

지구로 포착하는 지구획득모드가 수행된다. 지구획득이후 원지점엔진 분사에 적합하도록 위성이 자세를 잡게 되면, 원지점에 도달하였을 때 위성은 엔진을 분사하여 타원궤도에서 원궤도(표류궤도)로 상승하게 된다. 이 궤도상승은 Fig. 3과 같이 총 3번의 엔진분사를 통해 수행되는데, 이는 1번의 분사로 궤도상승을 시도할 때보다 정밀도를 높이기 위함이다. 분사가 최종 완료된 이후 위성은 태양순항모드로 궤도를 돌게 된다.

#### 4. 천리안위성 임무궤도운용

임무궤도에서는 블로우다운(blowdown) 방식으로 추진제가 추력기로 공급된다. 추력기 조합은 두 개의 주부 계통(branch)으로 구성되며, 각 계통에는 일곱 개의 추력기가 종속된다. 지상에서 래치밸브를 작동하여 계통을 각각 격리가능하며, 독립 계통만으로도 계획된 궤도위치유지 요구조건을 충족할 수 있는 기능을 가진다. 임무궤도에서 총 사용가능한 추진제는 어떤 추력기에도 사용가능하다. 위성체의 제어 기능(control function)을 위해서 주부 추력기들은 위성체 구조부의 일곱 군데에 쌍(pair)으로 장착되었다.

유로스타(Eurostar)의 궤도운용 경험에서 입증된 바와 같이, 추진제 탱크는 가장 장시간의 궤도위치유지 기동비행을 포함해서, 모든 궤도 조건에서 기포없는 추진제(gas-free propellant)를 추력기에 공급할 수 있다. 가용용량(available quantity)은 10 분간의 추력기 작동(thruster ON time)에 대하여 탱크당 1.5 litre이다.

#### 5. 결 론

천리안위성 이원추진시스템의 개발 및 검증 과정은 성공적으로 완료되었으며, 남미 프렌치기아나 쿠루우주센터에서 천리안 위성 발사 후 에 개발된 천리안위성 이원추진시스템은 정지궤도로의 전이과정에서 만족스러운 성능을 발휘했다.

### 참 고 문 헌

1. 한조영, 우주비행선 추진공학, 1판2쇄, 경문사, 2006
2. 한조영, 임철호, “천리안위성 이원추진시스템 개발,” 한국항공우항공학회지, 제19권, 제1호, 2011, pp.94-100
3. 이호형, 김방엽, 최정수, 한조영, “아리안-5 발사체를 이용한 통신해양기상위성 발사,” 한국항공우주학회지, 제 36권, 제3호, 2008, pp.291-297
4. 채종원, 한조영, 유명중, “천리안 위성의 LEOP기간 동안의 추진계 성능 연구,” 한국항공우주학회 2010년도 추계학술발표회 논문집, 2010, pp.1020-1023