

## 정지궤도위성 발사 및 발사후 초기운용

한조영\* · 채종원\* · 김수겸\* · 원수희\*

## Geostationary Satellite Launch and Early Operations

Cho Young HAN\* · Jong Won CHAE\* · Su-Kyum KIM\* · Su-Hee WON\*

### ABSTRACT

Chollian is a geostationary satellite, and its bipropellant propulsion system is mainly composed of one main engine for orbit transfer and fourteen thrusters for on-station operations. The Chollian was launched successfully at Kourou Space Center in French Guiana. 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. This paper details the major CPS events during LEOP phase for the Chollian satellite.

### 초 록

정지궤도위성인 천리안위성의 이원추진시스템은 크게 궤도전이를 위한 1기의 주엔진과 궤도상 운용에 주로 사용되는 14기의 추력기들로 구성된다. 천리안위성은 프렌치 기아나의 쿠루우주센터에서 성공적으로 발사되었다. 발사체에서 분리 후 추진시스템은 자동으로 초기화되었다. 이후 3번의 주엔진 분사가 성공적으로 수행되었으며 목표궤도 진입에 성공했다. 본 논문에서는 천리안위성의 발사 및 발사후 초기운용 과정에서의 주요 정황들에 대해 상술한다.

Key Words: Chollian(천리안위성), Bipropellant Propulsion System(이원추진시스템), Orbit Transfer (궤도전이), CPS(화학추진시스템), LEOP(발사 및 발사후 초기운용)

### 1. 서 론

운용수명 7년의 천리안위성(COMS)은 동경 128.2 도에 위치하며, 발사중량 2,460kg, 3개의 탑재체(기상관측센서, 해양관측센서, 통신탑재체)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 장착되어 있다. 위성용 이원추진시스템은 국내 개발경험이 전무했던 이유로, 영국 스티브니지(Stevenage)에 위치한 EADS Astrium과의 국제 공동개발을 통해 제작, 조립 및 시험[2]되어 한국으로 인도되었다.

\* 한국항공우주연구원 위성기술연구소  
위성분체실 위성열/추진팀

† 교신저자, E-mail: cyhan@hanmir.com

천리안위성은 2010년 6월 26일 21시 41분 GMT, 즉 한국시간 2010년 6월 27일 06시 41분에 아리안-5 발사체에 의해 프랑스령 기아나 쿠루우주센터에서 발사 성공했다[3]. 발사체에서 분리 후 추진시스템은 자동으로 초기화되었다. 타원 궤도인 천이궤도에서 표류궤도로 진입하기 위해서는 액체원지점엔진(liquid apogee engine, LAE) 분사에 의한 궤도상승 과정이 필요하다[4]. 이를 위해 3번의 주엔진 분사가 성공적으로 수행되었으며 목표궤도 진입에 성공했다.

본 논문에서는 천리안위성의 발사 및 발사후 초기운용 과정에서의 주요 정황들에 대해 상술하고자 한다.

## 2. 천리안위성 발사후 추진시스템 초기화

발사 후 위성 텔레메트리(TM)를 성공적으로 획득했으며, 압력변환기에 측정된 이원추진시스템(CPS, Fig. 1) 배관 압력은 발사전 예측치와 일치했다.

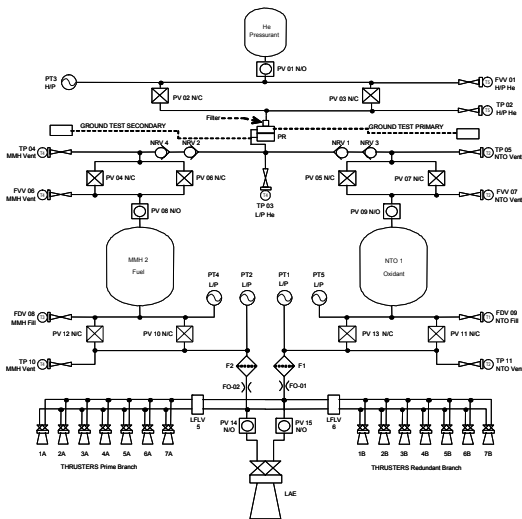


Fig. 1 COMS Bipropellant Propulsion System Schematic

추진시스템 압력 TM은 2010년 6월 26일 22시 20분에 획득되었다. 초기화는 성공적으로 수행되어 가압제 배관에서 헬륨을 방출(vent)해 진공으

로 하고, 이후 추진제를 배관에 충전(prime)했다. 이어서 추진제 탱크의 헬륨 가압을 수행했다.

Figure 2는 추진시스템 초기화 과정 중의 압력 변화를 나타낸다. 이 때 계획대로 정상조건(nominal configuration)으로 잘 진행되었으므로, 주 압력조절기(primary pressure regulator) 계통 밸브가 작동했다.

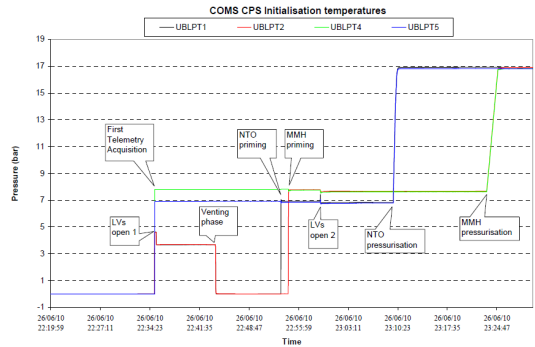


Fig. 2 CPS Pressures During Initialisation

## 3. 제 1차 액체원지점엔진 분사

제 1차 액체원지점엔진(LAE) 분사는 2010년 6월 28일 10시 37분 50초에 성공적으로 수행되었다. 액체원지점엔진의 성능은 정상적이었다. 분사는 정상적으로 완료되었으며, 총 분사시간은 40 분이였다. 분사 과정 중 실시간 모니터링한 압력변환기의 측정값과 LAE 챔버 및 플랜지 온도를 통해 기대한 바와 같이 만족스러운 성능을 발휘했음을 알 수 있었다. Fig. 3에는 써모커플로 측정된 LAE의 온도 변화를 도시했다.

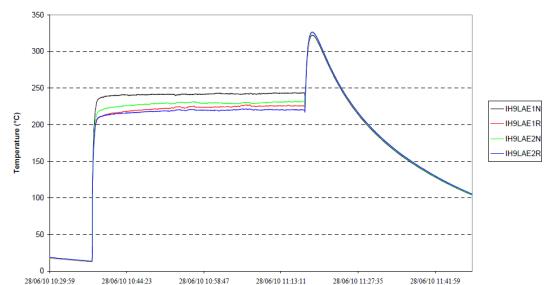


Fig. 3 LAE Temperature

#### 4. 제 2차 액체원지점엔진 분사

제 2차 액체원지점엔진(LAE) 분사는 2010년 6월 29일 11시 26분 33초에 성공적으로 수행되었다. 분사 과정 중 CPS의 모든 매개변수들은 제 1차 액체원지점엔진(LAE) 분사 과정 중의 값들과 유사했다. 총 분사시간은 51 분이었으며, 위성의 자세 조정을 위해 추력기 1A, 2A, 3A 및 7A가 작동했다. Fig. 4에는 분사 과정 중의 헬륨 압력과 온도 변화를 도시했다.

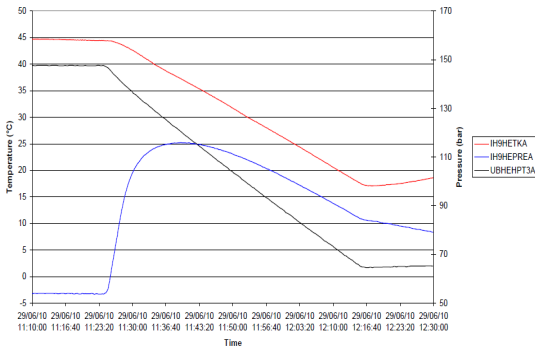


Fig. 4 Helium Pressure and Temperature Transducer Readings

#### 5. 제 3차 액체원지점엔진 분사

제 3차 액체원지점엔진(LAE) 분사는 2010년 7월 1일 1시 38분 23초에 수행되었다. 총 분사 시간은 16 분이었으며, 모든 추진시스템 매개변수들은 제 2차 분사와 유사했다.

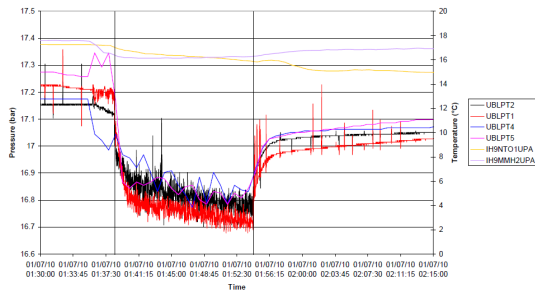


Fig. 5 Propellant Tank Pressure and Temperature Readings

Figure 5에는 분사 과정 중의 추진제 탱크 압력과 온도를 도시했다. 추력기 1A, 2A, 3A와 7A가 분사 중에 작동되었다.

이 3차 분사 후 궤도 측정을 통해 예견된 정밀도로 추력 수준을 발휘했음을 증명할 수 있었다. 이후 위성의 안전을 위해 액체원지점엔진을 격리하고, 추진제 탱크를 가압시스템으로부터 격리해 향후 궤도상에서의 블로우다운(Blowdown) 모드 작동을 대비했다.

#### 6. 결 론

천리안위성 이원추진시스템은 발사 및 발사후 초기운용(LEOP) 과정 중 성공적으로 작동했다. 액체원지점엔진 분사전 성능 예측치와 액체원지점엔진 분사후 성능 예측치와의 평균 차이는 1% 이내였다. 액체원지점엔진과 추력기의 성능은 사전 예측된 LAE 성능해석 결과 상의 정밀도를 충족시켰으며, 천리안위성의 기술이력(heritage)인 유로스타 3000 위성의 일반적인 성능에 필적했다.

#### 참 고 문 헌

1. 한조영, 우주비행선 추진공학, 1판2쇄, 경문사, 2006
2. 한조영, 임철호, "천리안위성 이원추진시스템 개발," 한국항공우주학회지, 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