

## 통신해양기상위성 송수신자료전처리시스템 통합 시험

임현수<sup>†</sup>, 안상일, 박덕종

한국항공우주연구원 우주응용센터 위성운영실 지상체계개발팀

## Inteagation Test of Coms Image Data Acquisition and Control System

Hyun-Su Lim<sup>†</sup>, Sang-Il Ahn, and Durk-Jong Park

Ground System Development Department, Korea Aerospace Research Institute, Daejeon 305-333, Korea

E-mail: hyunsu@kari.re.kr

(Received October 16, 2008; Accepted November 13, 2008)

### 요 약

통신해양기상위성 송수신자료전처리시스템은 정지궤도 기상/해양관측영상을 지상에서 수신하여 실시간 전처리를 수행하고, 처리된 영상과 기타 자료들을 국제권고 규격 형태로 위성을 통해 사용자들에게 배포하는 역할을 담당한다. 또한 국가 기상/해양위성센터와 위성운영센터 세 곳에 설치되어 24시간/365일 자동 운영될 예정이다. 서브시스템 레벨과 서브시스템간 접속 시험을 2008년 상반기에 완료하고 통합된 운영 환경에서 기능, 성능 및 운영 측면의 요구사항을 만족 여부를 검증하는 송수신자료전처리시스템의 통합시험을 수행하였다. 이 논문에서는 송수신자료전처리시스템의 통합시험 목적, 준비 과정, 주요 결과 등을 소개한다.

### Abstract

COMS Image Data Acquisition and Control System (IDACS) plays a key role in real-time ground processing of Meteorological and Ocean observation data. Beyond processing, it serves processed image data and additional data to end users through the spacecraft in the internationally recommended format. The IDACS will be installed at three location (MSC, KOSC, and SOC) and automatically operated 24h/365days. After the IDACS subsystem tests and inter-subsystem interface tests had been completed in the first half of 2008, the acceptance test which was a comprehensive test performed as an integrated form to verify function performance and operational requirements. This paper introduces test objective, preparation, and major result of the COMS IDACS acceptance test.

*Keywords:* IDACS, COMS, real-time, LRIT/HRIT

### 1. 서 론

3개의 탑재체를 탑재하고 2009년 발사될 통신해양기상위성(Communication, Ocean and Meteorological Satellite, 이하 COMS)의 지상국은 그림 1과 같이 탑재체별 지상국 세 곳과 위성관제를 위한

<sup>†</sup>corresponding author

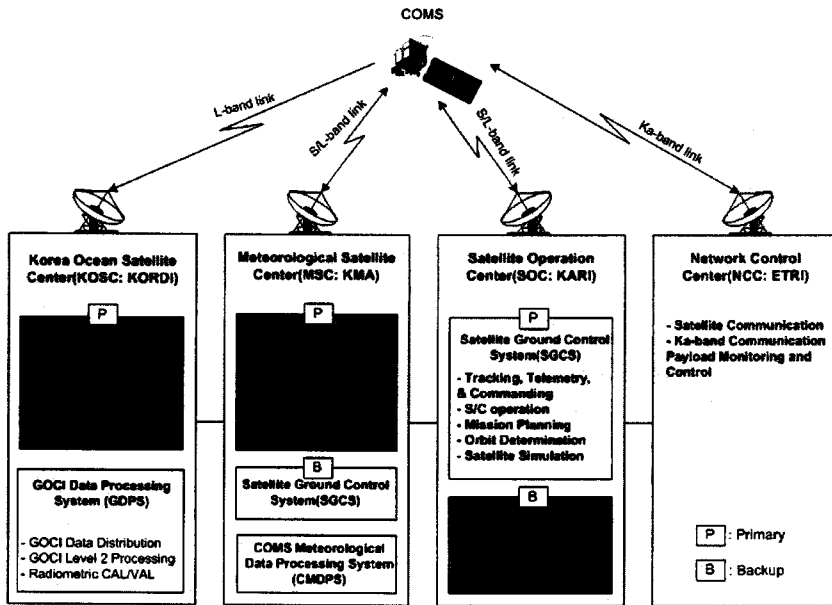


그림 1. COMS 전체 지상국.

위성운영센터(Satellite Operation Center, 이하 SOC) 한 곳으로 구성된다(임현수 등 2006). 이 중, 기상/해양자료의 처리를 각각 담당할 Meteorological Satellite Center(MSC, 충북 진천 소재)/Korea Ocean Satellite Center(KOSC, 경기도 안산 소재)에 송수신자료전처리시스템(Image Data Acquisition and Control System, 이하 IDACS)이 설치될 예정이며, 한국항공우주연구원에서 위성운명을 담당할 SOC에도 백업 운영을 위한 IDACS가 설치되어 있다. COMS 전체 지상국의 주/부 IDACS 설치 장소는 그림 1에 나타나 있다.

IDACS는 COMS 기상탐재체(Meteorological Imager, MI)와 해양 탐재체(Geostationary Ocean Color Imager, GOCI) 관측 자료의 복사 및 기하학적인 에러를 실시간으로 보정하는 자동영상처리 시스템으로 한국항공우주연구원이 국내업체와 함께 2004년부터 국내 기술로 개발되고 있다. IDACS는 다음과 같이 크게 3개의 서브시스템으로 구성되며 각 서브시스템의 기능은 그림 2와(임현수 등 2006)을 참고하도록 한다.

- Data Acquisition and Transmission Subsystem (DATS, 구인회 등 2007)
- Image Preprocessing Subsystem
- LRIT/HRIT Generation Subsystem (LHGS, 배희진 등 2007)

이 논문의 2장에서는 COMS IDACS 검증 목적을 상세히 살펴보고, 3장에서는 통합 시험 준비 과정을, 4장과 5장에서는 주요 테스트 결과물과 결론을 기술하고자 한다.

## 2. IDACS 통합 시험 검증

IDACS 검증은 Unit/Module 레벨에서 Subsystem, IDACS 레벨 순서로 Bottom-Up 방식으로 수

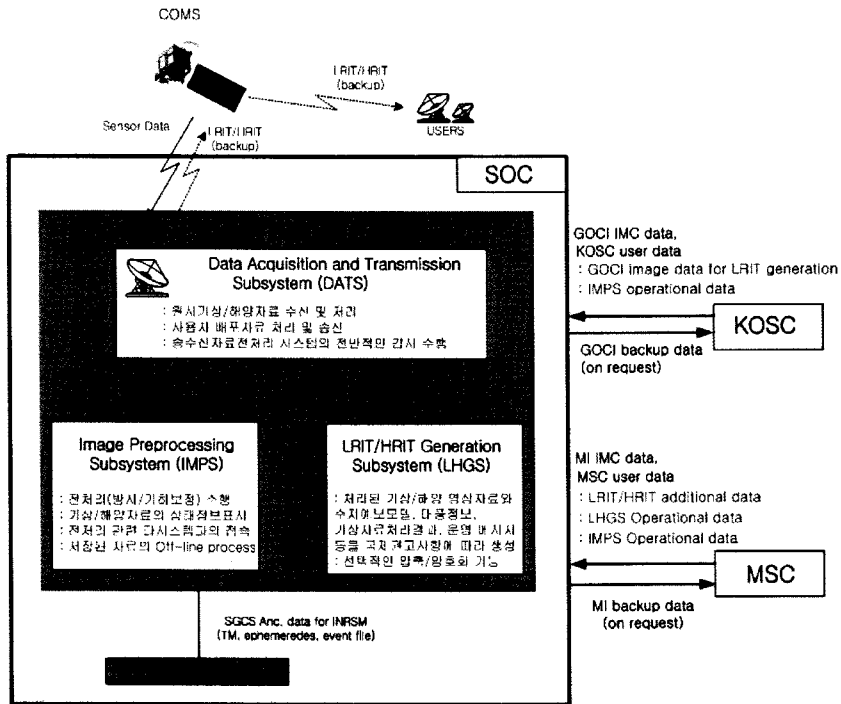


그림 2. SOC에 설치된 IDACS 구성도.

행되었다. 소프트웨어 개발업체에서 현장 검증을 완료한 각 서브시스템 소프트웨어를 SOC에 설치하고 서브시스템간의 접속시험을 수행하였다. DATS 장비의 경우에는 각 장비 업체에서 테스트가 완료된 후, SOC에서 통합/시험되었다. 2008년 초 IDACS 서브시스템 레벨 소프트웨어 개발을 완료한 후, 서브시스템간 접속 시험을 거쳐 IDACS 통합 시험을 수행하였다. IDACS 통합시험은 IDACS 서브시스템을 SOC에 통합/설치한 후 수행된 종합시험으로 개발된 IDACS가 기능, 성능, 운영 요구사항에 맞게 구현되었는지를 검증하고자 하는 것이다.

### 2.1 IDACS 레벨의 기능/성능 요구사항 검증

그림 3은 DATS가 위성에서 수신한 원시영상을 IMPS에서 복사/기하 보정, LHGS에서 사용자배포자료인 LRIT/HRIT로 생성되고, DATS가 이를 위성을 통하여 일반사용자들에게 배포하는 IDACS의 실시간 처리 흐름도를 보여준다. 각 처리 과정에서 생성된 자료들은 사전에 정의된 기간에 따라 저장·관리되며, IMPS의 최종 결과물인 전처리된 기상/해양영상인 MI/GOCI LV1B Product는 후처리시스템으로 입력되어 부가가치생성물 제작에 이용된다.

한국항공우주연구원과 위성체 개발업체인 프랑스 Astrium사가 공동 개발하고 있는 INRSM(Image Navigation and Registration Software Module)은 관측영상의 기하보정을 수행하는 모듈로서, IDACS 시스템 내에 위치하여 운영된다(정택서 등 2006, 이운섭 등 2007). INRSM과 Simulated Data 버전이 업데이트되어 SOC에 설치될 때마다 IDACS와 접속 시험을 수행한다. 기상자료 처리 시에, IDACS

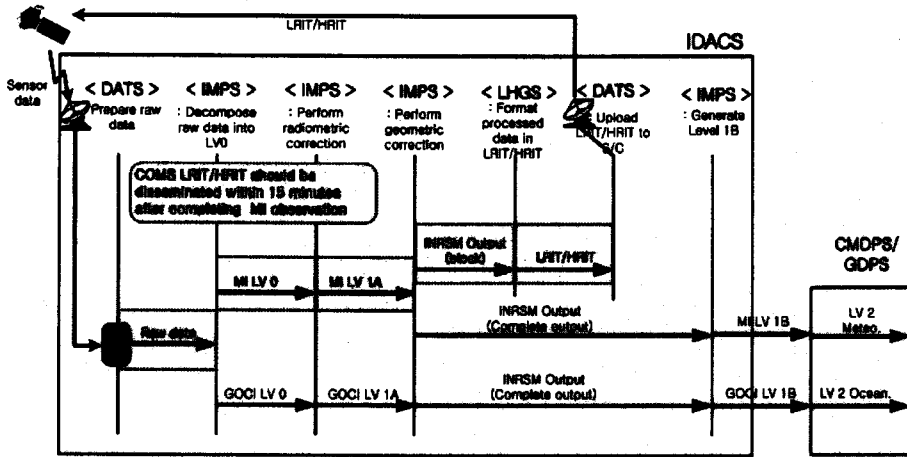


그림 3. IDACS 실시간 처리 흐름도.

는 전지구영상(Full Disk: FD) 처리 및 LRIT/HRIT 배포가 원시 영상의 수신 완료 후 15분 이내에 완료되어야 한다는 전체 처리 시간에 대한 성능 요구사항을 만족시켜야 한다.

기상자료의 복사보정은 심우주관측값과 MI 탑재체 내 흑체 관측값을 이용하며, 해양자료의 복사보정은 GOCI On-board Calibration Devices인 Dark Signal, Solar Diffuser, Diffuser Ageing Monitoring Device에서의 관측치를 이용하여 실시간 수행된다.

### 2.2 IDACS 레벨의 운영 요구사항 검증

IDACS는 지상 전용망을 통하여 MSC/KOSC와 많은 자료들을 교환하는데, 그 중 IDACS 운영과 성능에 영향을 주는 User Data는 다음과 같이 구성된다.

- IMPS User Data: MI/GOCI 복사 보정과 관련된 변수값

- LHGS User Data: LRIT/HRIT별 배포/생성 조정파일과 LRIT/HRIT에 포함되어 배포되는 부가자료

MSC/KOSC는 이러한 User Data를 이용하여 IDACS 기능과 성능을 각 기관의 정책에 따라 조정할 수 있어야 하므로, IDACS 통합시험에서도 이러한 User Data의 변경 기능 및 IDACS의 유연한 운영 가능 여부를 확인하였다. IDACS 시험에서는 MSC/KOSC의 기능을 대신한 시뮬레이터에서 기상/해양자료의 밝기에 영향을 주는 기상자료 가시채널의 복사보정 상수와 해양탑재체 이득값을 원시 영상 수신 중에 새로이 입력시켜, 그 결과가 기상/해양자료 처리에 제대로 반영되는지를 확인하였다. 또한 LHGS 배포 스케줄을 변경하는 User Data와 새로운 Additional Data를 운영 중에 입력하여 실시간으로 변경되는지도 확인하였다.

### 3. 시험 준비

시험절차서는 시험계획서에 따라 작성되어 테스트 관련자들에게 점검 받은 후에 사전 시험을 거쳐 그 내용을 확인하였다.

표 1. IDACS 통합 시험 항목.

Test ID	Title	Pass Condition	Related Requirements
TCS-01	IDACS Integration Test	1) The IDACS verifies the functional requirements (input data reception, process, output data generation, transmission). 2) The IDACS archives the processed data in the predefined folders and maintain archived data according to the predefined archiving period. 3) The IDACS verifies the performance requirement (to complete FD LRIT/HRIT dissemination within 15 minutes after the FD raw data reception). 4) The transmitted LRIT/HRIT and received LRIT/HRIT are identical. 5) The DATS C&M remotely monitors processing status of DATS, IMPS, and LHGS.	Functional and
TCS-02	IDACS Operation Test	1) IMPS and LHGS receive user data from the simulated MSC/KOSC through FTP and apply it at required application time. 2) DATS C&M monitors arrival and application of user data to the each subsystem. 3) DATS C&M monitors updated version of MI/GOCI IMPS and LHGS when updated.	Operability Requirements

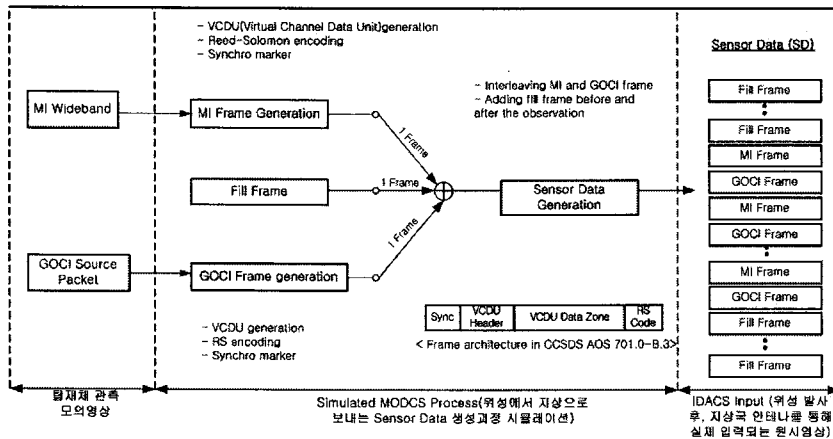


그림 4. Sensor Data 생성 과정.

### 3.1 시험 항목 준비

IDACS 통합 시험은 IDACS 요구명세서에 기술된 요구사항 중에 Demonstration과 Test로 할당된 요구사항들이 통합 환경에서 제대로 만족되는지를 검증한다. 표 1은 해당 요구사항들은 검증하기 위해 선택된 IDACS 시험 항목이다. 시험 항목은 운영 환경에서 IDACS가 그림 3의 처리 흐름도에 따라 정해진 자료들을 실시간으로 자동 생성하는지를 확인하기 위한 항목(IDACS의 기능, 성능 요구사항 검증)과 MSC와 KOSC로부터의 User Data의 입력에 따라 IDACS의 기능, 성능이 유연하게 변경되는지의 운영 측면을 확인하는 항목(IDACS 운영 요구사항 검증)으로 크게 나뉜다.

표 2. 모의 생성한 Sensor Data.

종류	관측 모드	관측 횟수	크기
MI	전지구영상(Full Disk: FD)	2	559MB
	아시아태평양지역(Asia Pacific Northern Hemisphere: APNH)	6	106MB
	북반구확장지역(Extended Northern Hemisphere: ENH)	6	270MB
	남반구제한지역(Limited Southern Hemisphere: LSH)	6	154MB
	한반도지역(Local Area, LA)	13	32MB
GOCI	정규관측모드	4	615MB

### 3.2 시험 자료 생성

위성 발사 후, COMS 기상탑재체(Meteorological Imager, MI)와 해양 탑재체(Geostationary Ocean Color Imager, GOCI)에서 생성되는 두 종류의 기상/해양관측자료는 전송시스템(Meteorological and Ocean Data Communication Subsystem, MODCS)에서 Sensor Data로 만들어져서 하나의 신호 형태로 지상으로 전달된다(Kim & Yang 2006). MODCS는 각 탑재체가 해당 Frame을 생성하면 하나씩 교대로 가져와 Sensor Data를 구성하며 탑재체에서 생성한 Frame이 없을 시에는 Fill Frame을 추가하여 위성체는 지상으로 끊임없이 Sensor Data를 보내게 된다. 지상에서는 하나의 Sensor Data로 전달된 MI/GOCI/Fill Frame을 수신한 후, Virtual Channel ID로 구분하여 처리한다.

IDACS Input Data인 Sensor Data(SD)는 그림 4와 같이 Astrium사가 제공한 탑재체 관측 자료(MI/GOCI Wideband Set2.10)을 이용하여 위성체에서의 Sensor Data 생성 과정대로 모의 생성되었다. MI/GOCI Wideband Set2.10은 MI와 GOCI 탑재체에서 가능한 모든 관측 영상이 포함되어 있으며 영상 외에도 복사 보정에 필요한 흑체 및 심우주 관측값 등이 포함되어 있다. 기상/해양자료의 Frame은 하나씩 교대로 위치하며, 관측 전후로는 Fill Frame이 위치한다. MODCS Fill Frame은 Data가 0으로 채워진 의미없는 프레임이며, Sensor Data Format은 국제규격인 CCSDS AOS 701.0-B.3<sup>1</sup>을 따른다. 표 2는 Sensor Data에 포함된 탑재체별 관측 모드 영상과 포함된 횟수, 자료 크기를 보여준다. GOCI 탑재체는 한반도를 포함하여 동일한 영역을 관측하도록 되어 있다.

실제 운영 환경에서 MSC/KOSC에서 FTP를 통해 입력될 모든 User Data는 실제 자료 앞뒤로 Header와 Checksum 정보가 붙은 형태로 IDACS로 입력된다. Header에는 Abbreviation ID, Application ID, 크기, 생성시간, User Data 적용 희망 시간 필드가 있으며, 지상 전용망을 통한 전송 도중에 발생한 전송 오류를 검출하기 위한 Checksum 필드가 자료 끝부분에 위치하게 된다. IDACS 통합 시험에 사용한 User Data는 위에서 설명된 포맷으로 생성되며, 기상청과 해양연구원에서 제공한 User Data를 응용하여 생성하였다. 그 종류는 표 3과 같다.

### 3.3 시험 시스템

시험에 사용된 IDACS 서브시스템 정보는 표 4와 같다. 이 외에 Sensor Data를 IDACS로 입력시키기 위해 저궤도 위성 과제를 통해 개발한 시험지원 소프트웨어와 시험지원모델장비를 사용한다. 이 외에 탑재체 관측 영상에 기록된 On-Board Time이 2011년 3월 21일 ~ 22일로 되어 있어 상용 타이밍 장비 대신에 시스템 시간을 원하는 시간으로 조정하는 별도 타이밍 서버를 사용하여 모든 서브시스템의 시스템 시간을 동기화했으며, MSC/KOSC 시뮬레이터 등 서브시스템 레벨에서 사용했던

<sup>1</sup><http://www.ccsds.org/documents/pdf/CCSDS-701.0-B-2.pdf>

표 3. 모의 생성한 User Data.

User Data	File Name	Remark	운영 시 생성장소
IMPS	MLVIS_COEFF_20110319_000000.bin	MI 복사 보정 관련	MSC
User Data	MLVIS_COEFF_20110322_023000.bin		
	GOCI_GOCI_Gain_20110319_000000.bin	GOCI 복사 보정 관련	KOSC
	GOCI_GOCI_Gain_20110322_023000.bin		
LHGS	pgc_LRIT_20110320_00220000.opd	LRIT 배포/생성 조정	MSC
User Data	pgc_LRIT_20110321_02000000.opd		
	pdc_LRIT_20110320_00330000.opd		
	pdc_LRIT_20110321_02000000.opd		
	pgc_HRIT_20110320_00110000.opd	HRIT 배포/생성 조정	MSC
	pgc_HRIT_20110321_02000000.opd		
	pdc_HRIT_20110320_00440000.opd		
	pdc_HRIT_20110321_02000000.opd		
	AMV_00_LRIT_20000912_040000_00.add	LRIT에 포함되어	MSC
	ANT_00_LRIT_20000912_040000_00.add	배포(영상분석자료,	
	ENCMEG_00_LRIT_20000912_040000_00.add	운영메시지, 암호화키,	
	NWP_00_LRIT_20000912_040000_00.add	수치해석자료, 태풍)	
	TYP_00_LRIT_20000912_040000_00.add		
	GOCI_00_LRIT_20000912_040000_00.add	LRIT에 포함되어	KOSC
		배포(해양영상)	
	ANT_00_HRIT_20000912_040000_00.add	HRIT에 포함되어	MSC
		배포(운영메시지)	

표 4. 시험 시스템 스펙.

DATS	DATS C&M	IMPS	INRSM	LHGS
MODEM/BB 2,	S/W: V 1.51	S/W: V 1.86	S/W: V 1.06	S/W: V 1.1.9
Downconverter,	O/S: Windows	O/S: Linux	O/S: Linux	O/S: Linux
Upconverter,	H/W: Server 1	H/W: Server 4	H/W: Server 11	H/W: Server 3
SSPA, LNA		Workstation 6		Workstation 1

시험 지원 장비와 소프트웨어들이 대부분 활용되었다.

#### 4. 시험 수행 및 결과

IDACS 통합 시험은 2008년 8월에 수행되었으며, 표 1의 시험 항목들이 검증되었다. 수행 전에 Test Readiness Review를 통해 통합 시험 준비가 완료되었음을 확인했으며, 수행 후에는 시험절차서에 따라 성공적으로 수행되었음을 Test Review Board가 검수하였다. 그림 5는 IDACS 시험 구성도이다. 시험지원모뎀 장비를 통하여 Sensor Data는 RF Loop-back으로 안테나와의 인터페이스를 제외한 모든 DATS 장비를 통하여 IDACS로 입력되었다. MODEM/BB 장비는 MI/GOCI IMPS 장비의 요청메세지에 따라 각각 MI 및 GOCI Raw Data를 전송하였다. Raw Data는 MODEM/BB 헤더, Sensor Data의 VCDU, MODEM/BB 트레일러로 구성된다. 전달된 Raw Data는 IMPS와 LHGS에서 처리되어 각 레벨의 자료로 생성되고 LRIT/HRIT는 배포를 위해 DATS MODEM/BB로 보내지는 것을 확인하였다.

User Data는 MSC와 KOSC 시뮬레이터에서 FTP를 통하여 IMPS와 LHGS로 보내졌으며, 기록

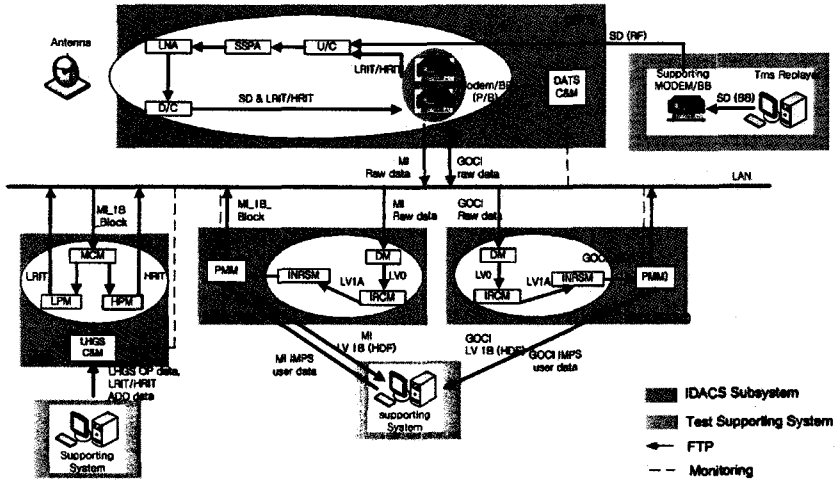


그림 5. IDACS 시험 구성도.

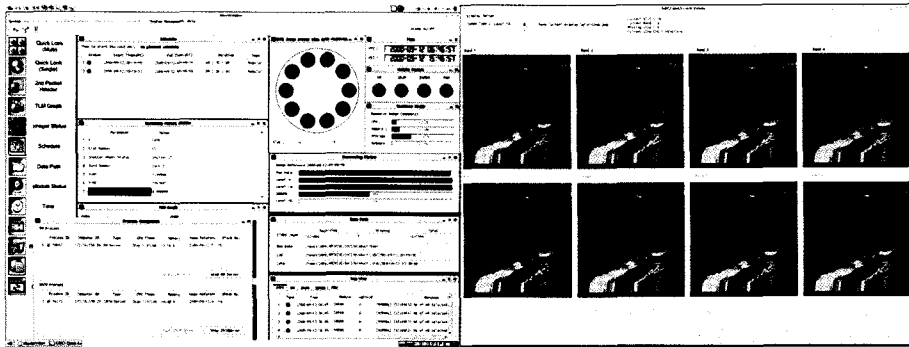


그림 6. GOCI IMPS 메인 화면.

도중에 IMPS와 LHGS가 읽는 것을 방지하기 위하여 해당 ICD에 따라 기록이 완료된 후에 파일 이름을 나타나도록 하였다.

시험 결과, IDACS가 4시간 동안의 MI 및 GOCI 원시 관측 자료를 정해진 처리 시간 이내에 그림 3과 같은 흐름으로 자동으로 처리하는지의 여부를 검증하였다. 또한 IDACS 전체 처리 과정을 해당 서브시스템뿐만 아니라 통합감시시스템(C&M)을 통한 원격 감시를 통해서도 확인하였다. 그림 6은 시험 과정 중에 확보된 Graphical User Interface(GUI) 에로써 GOCI 영상전처리시스템(IMPS)의 메인 화면이다. MI/GOCI IMPS GUI는 관측 모드/영역, 관측 스케줄, 각 자료별 생성을, 탑재체 상태 정보, 이벤트 로그 메시지 등을 실시간으로 디스플레이하며, 각 보정 처리 후의 영상을 모든 밴드에 대해 Quick-View로 보여줌을 확인할 수 있었다. LHGS는 IMPS로부터 수신한 전처리 영상과 User Data로 입력된 부가자료들을 LRIT/HRIT 형태로 생성하고, 생성한 LRIT/HRIT를 DATS를 통하여 정상적으로 배포하는 것을 확인하였다. 그림 7은 DATS 장비를 통하여 배포되는 S-band



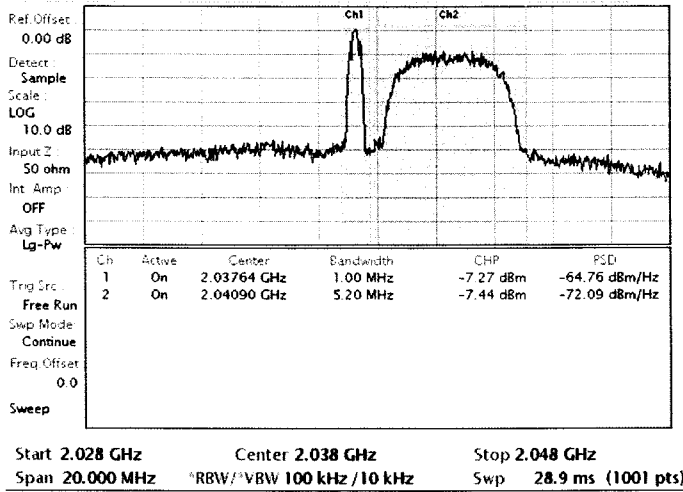


그림 7. DATS 장비에서 배포되는 COMS LRIT/HRIT 신호.

표 5. IDACS 전체 처리 시간.

관측 모드	FD	APNH	ENH	LSH	LA
원시자료 송신완료	8분 32초	7분 58초	5분 44초	9분 52초	N/A
후 LRIT 배포 완료					
원시자료 송신완료	8분 33초	8분 8초	5분 24초	9분 20초	N/A
후 HRIT 배포 완료					

LRIT/HRIT 신호를 캡처한 것이다. 또한 시험지원소프트웨어를 이용하여 배포되는 LRIT/HRIT와 LHGS에서 생성한 LRIT/HRIT를 비교하여 동일함을 검증하였다.

전지구 기상영상의 IMPS에서의 전처리 완료 후, LHGS에서 LRIT/HRIT 형태로 생성되어 배포되기까지의 IDACS 처리 시간은 표 5와 같이 요구사항인 15분보다 적게 소요되어 전체 성능 요구사항을 만족하는 것을 확인할 수 있었다. INRSM은 충분한 Landmark를 확보한 후에 처리를 시작하므로 영상 크기보다는 다음 관측 모드의 입력 시간이나 LRIT/HRIT 배포 스케줄에 영향을 받을 수 있다. IDACS 서브시스템 레벨 시험에서 이미 각 과정별 상세 처리 시간이 측정되었으며, LRIT/HRIT 배포스케줄은 LHGS User Data의 LRIT/HRIT 배포 조정파일에 사전 정의된 시간이다.

영상 처리 중에 새로 입력된 User Data에 따라 IDACS 성능이 변경되는지를 확인하는 두 번째 시험 항목에서 기상/해양 자료의 밝기값이 입력 전후에 정확히 변경된 것을 확인할 수 있었다. LRIT/HRIT 배포 스케줄을 취소하는 새로운 LHGS User Data가 LHGS 운영 중에 입력되었을 때 도 실시간으로 정확하게 변경되는지도 확인하였다. IDACS 통합 시험 항목을 모두 수행한 결과, 시험 절차와 다른 현상이 발생하지 않았으며 표 1의 Pass Condition들을 모두 성공적으로 만족시켰다. 시험 내용을 요약하면 표 6과 같다.

표 6. IDACS 통합 시험 결과.

ID	Title	Test Purpose	Result
TCS-01	IDACS Integration Test	To meet the IDACS functional and performance requirements as an integrated system under nominal condition.	Success
TCS-02	IDACS Operation Test	To verify the IDACS' flexible operability using user data from MSC/KOSC	Success

## 5. 결론

COMS는 기존의 저궤도 다목적위성 시리즈와 비교하여 영상처리업무에서 다음과 같은 2가지 특징을 가진다.

- MI 및 GOCI 영상의 실시간 자동 처리

- 지상에서 처리된 영상과 자료를 국제 규격 형태로 위성체를 통해 일반 사용자들에게 배포

위의 작업을 수행하는 IDACS는 24시간/365일 운영되어야 하며 MSC/KOSC 사용자 기관의 정책에 따라 운영 중에 변경되어야 하므로, IDACS 통합 시험을 통하여 IDACS의 기능과 성능뿐만 아니라 운영 요구사항이 만족되는지를 검증하였다. 통합 시험 이후에 SGCS와 접속 시험을 성공적으로 완료하였으며 IDACS 시스템은 MSC/KOSC 설치 작업 중에 있다. COMS IDACS는 MSC/KOSC에 설치·시험된 이후, 지상국(MSC-SOC-KOSC)간의 접속 시험을 거쳐 한국항공우주연구원 위성시험동에 위치한 COMS 위성체/탑재체와 접속하여 Technical/Operational Qualification을 검증하는 최종 단계 시험에 이용될 예정이다.

**감사의 글:** 이 연구는 교육과학기술부, 기상청, 국토해양부가 지원하는 통신해양기상위성 지상국 개발 사업에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

구인회, 김수진, 안상일 2007, ISRS, pp.602-605

배희진, 안상일 2007, ISRS, pp.105-108

이운섭, 최운혁, 박상영, 방요충, 주광혁, 양근호 2007, 한국우주과학회지, 24, 235

임현수, 박덕중, 구인회, 강치호 2006, ISRS, pp.67-70

정택서, 박상영, 이운섭, 주광혁, 양근호 2006, 한국항공우주학회지, 23, 29

Kim, J. P. & Yang, K. H. 2006, IEIC Technical Report, 106, 49