

技術論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 42(10), 878-883(2014)

DOI:http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2014.42.10.878

Deimos-2 위성 EMC 시험

박인용*

EMC Test of Deimos-2 satellite

In-Yong Park*

SATRECI Co., Ltd.

ABSTRACT

This paper presents the test result of system level EMC of LEO satellite Deimos-2 FM that has been launched in June 20, 2014. The Deimos-2 satellite was designed considering the EMC of unit modules level in addition to the structure aspects. The Auto-Compatibility, Radiated Emission and Radiated Susceptibility test was conducted. The test result has met the standard of system EMC of Deimos-2 program.

초 록

본 논문에서는 2014년 6월 20일에 발사된 스페인의 저궤도 위성인 Deimos-2 발사모델의 시스템 레벨 전자기파(EMC) 테스트 결과를 나타내었다. Deimos-2 위성은 구조적인 측면과 더불어 단위 모듈 레벨에서부터 EMC를 고려한 설계가 이루어졌다. Auto-Compatibility, Radiated Emission, Radiated Susceptibility 테스트를 수행하였고, 측정 결과는 Deimos-2 프로그램의 시스템 EMC 기준을 만족하였다.

Key Words : Electro magnetic Compatibility(전자파 적합성), Auto-Compatibility(자동 호환성), Radiated Emission (방사), Radiated susceptibility(복사 감응)

1. 서 론

본 논문에서는 스페인에 수출되어 저궤도에서 운영되는 Deimos-2 위성의 시스템 레벨 전자파 적합성(EMC)테스트 결과를 나타내었다. 이 테스트의 목적은 Deimos-2 위성 프로그램에 의해 설립된 요구 사항에 대해 위성체 및 각 모듈간의 전자기파 적합성을 확인하는 것이다.

시험은 2013년 10월 스페인 INTA(INSTITUTO NACIONAL DE TECNICA AEROESPACIAL)에서 Deimos-2 FM에 대해서 이뤄졌다.

Deimos-2 위성프로그램 요구사항에 의해 시험

은 각각 Auto-Compatibility test, RE test, RS 테스트로 진행되었다.

위성체 레벨 Auto-Compatibility 시험은 검증 단계의 최종 단계로서 시험 목적은 위성 시스템의 최대 운영 조건에서 위성의 성능의 영향성을 보기 위한 시험이다. Deimos-2 위성의 경우 이미 지 다운로드 시 최대 운영 조건이므로 이미지 다운로드 시 서브 시스템이나 개별 유닛의 성능에의 영향이 없는 지 운영 요구사항(Operation Requirement)를 만족하는 지 본 시험을 통하여 검증하게 된다. 또한 추가적으로 EMC 시험의 연장선에서 모든 RF 송수신 장비가 동작하는 조건

† Received: June 11, 2014 Accepted: September 12, 2014

* Corresponding author, E-mail : iypark@satreci.com

http://journal.ksas.or.kr/

pISSN 1225-1348 / eISSN 2287-6871

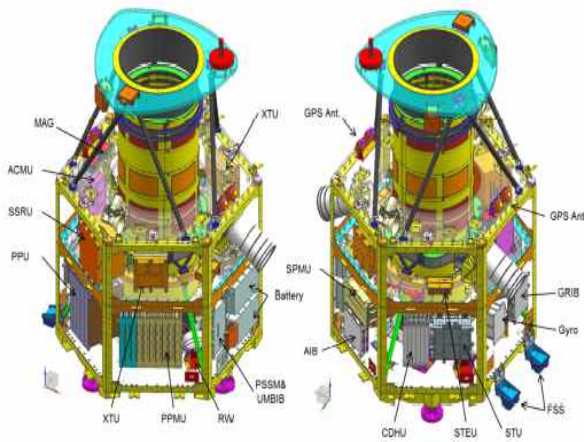


Fig. 1. The shape of Deimos-2 satellite

에서 전기장의 세기를 측정하여 EMC 마진이 확보되는 지를 검증하는 목적도 있다.

II. 본 론

2.1 Auto-Compatibility Test

이 테스트의 목적은 위성의 모든 모듈 혹은 장치가 함께 운영 되었을 때 운영 성능이 저하되지 않고 기능불량이 되지 않는지 점검하는 것이다.

Figure 2 에 위성과 EGSE의 시험 구성을 나타내었다. 시험 조건은 RF 간섭이 가장 민감하도록

실제 영상 획득 모드에서 운영하는 모든 유닛들을 켜서 동작하도록 하여 최대의 RF 간섭 영향에 노출 되도록 하여 시험을 수행 하였다.

이 시험의 점검 사항은 다음과 같다

1. Deimos-2의 서브시스템은 S-band 송신기와 X-band 송신기가 전송 시 성능저하 혹은 기능불량이 있어서는 안된다.
2. S-band 신호의 수신은 위성이 켜지거나 X-band 송신기가 전송 시 성능저하 혹은 기능 불량이 있어서는 안 된다.
3. GPS 신호의 수신은 X-band 송신기와 S-band 송신기가 전송 시 성능저하 혹은 기능 불량이 있어서는 안 된다.
4. X-band 전송은 S-band 송신기가 전송 시 성능저하 혹은 기능 불량이 있어서는 안 된다.

각 사항을 점검하기 Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5와 같은 3가지의 테스트 set up을 갖췄다.

Tilting dolly setup 에서는 다음과 같은 안테나가 측정되었다.

- Top S band antenna
- Primary GPS +X antenna
- Secondary GPS +X antenna
- Primary GPS -X antenna
- Secondary GPS -X antenna

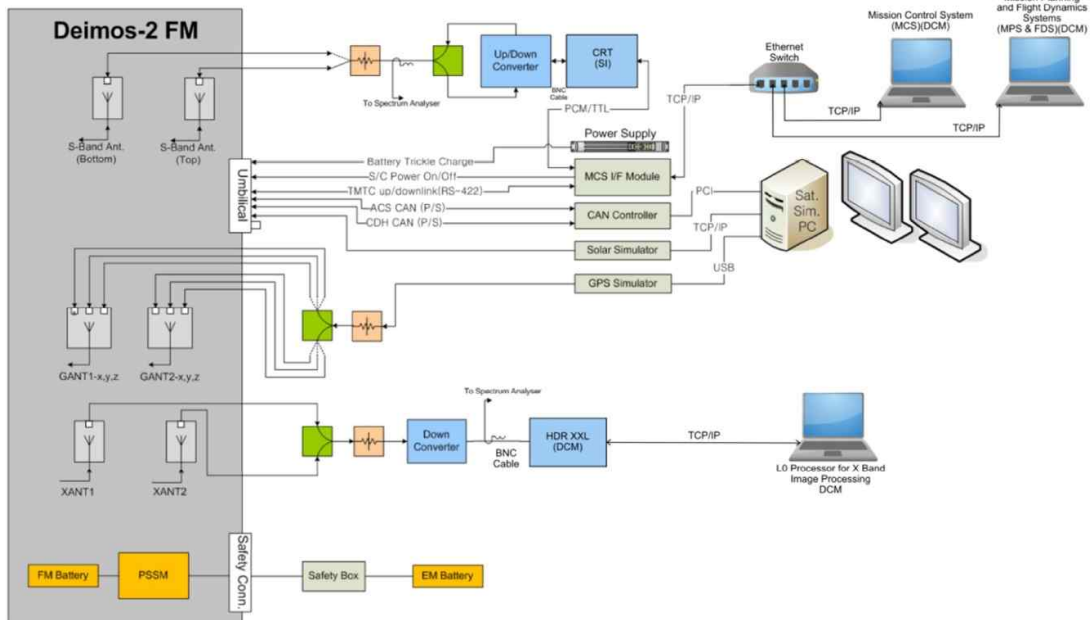


Fig. 2. FM and EGSE Test Setup

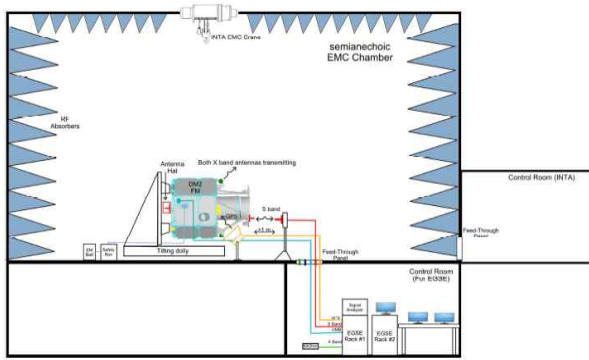


Fig. 3. Tilting dolly Test Setup

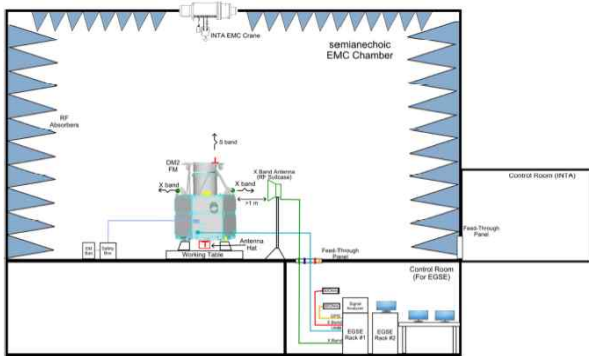


Fig. 4. Working Table Test Setup

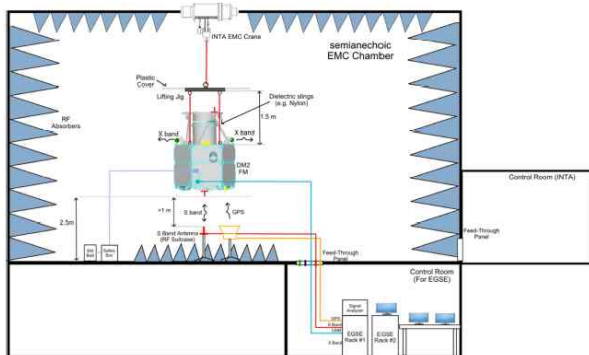


Fig. 5. Test Setup in suspended configuration

Working Table setup 에서는 다음과 같은 안테나가 측정되었다.

- XTU1 antenna
- XTU2 antenna

Test Setup in suspended configuration 에서는 다음과 같은 안테나가 측정되었다.

- Bottom S band antenna
- Primary GPS -Z antenna
- Secondary GPS -Z antenna

위의 3가지 테스트 셋업을 통해서 측정된 결과

Table 1. The test result of S-band receiver

	SRX1/RSSI I(dBm)	SRX2/RSSI (dBm)	Uplink error rate(%)	Pass/Fail
시험 전	-100	-100	0	Pass
시험 후	-100	-100	0	Pass

Table 2. The test result of S-band transmitter

	XTU status	Output power	EVM	Pass/Fail
STX 1	OFF	31dBm	8~9%	Pass
	ON	31dBm	8~9%	Pass
STX 2	OFF	31dBm	8~9%	Pass
	ON	31dBm	8~9%	Pass

Table 3. The test result of GPS

	XTU status	3D Fix OK	Pass/Fail
GPS P	OFF	OK	Pass
	ON	OK	Pass
GPS S	OFF	OK	Pass
	ON	OK	Pass

Table 4. The test result of X-band transmitter

Test case	Description	expected value	measured value	Unit	Pass/Fail
XTU1 ON	Output power	37	37	dBm	Pass
	Eb/No	15	15	dB	Pass
	HDR input power	-30	-30	dBm	Pass
XTU 2 ON	Output power	37	37	dBm	Pass
	Eb/No	15	15	dB	Pass
	HDR input power	-30	-30	dBm	Pass

XTU의 이미지 다운로드, GPS의 3D fix 및 S-band 수신기의 감도 등은 성능저하나 오류 없이 동작함을 확인하였고 그 결과를 아래에 나타내었다.

2.2 Radiated Emission

위성체가 발사체 내부에 장착되게 되면 기능테스트는 주기적으로 수행된다. 따라서 EMI에 민감한 발사체 장비에 대한 RE 기준이 필요하게

된다. Fig. 6은 Deimos-2 Radiated Emission 허용치를 나타 내었다.

RE 테스트의 기준으로는 MIL STD 461-F의 RE102 가 사용 되었다.

RF 송신기(S 또는 X 대역 전송) 및 GPS 수신기는 시험하는 동안 활성화 되지 않고, S 밴드 수신기는 켜진 상태로 측정이 되었다.

Table 1에 측정용 수신기의 주파수 범위, 대역폭, 측정 시간, 편파 등을 나타내었다.

Figure 7부터 Fig. 11 까지는 각 주파수 대역별, 편파에 따른 RS 측정 결과를 나타내고 있다. GPS 주파수 영역(1.57 ~1.58GHz)은 notch 구간

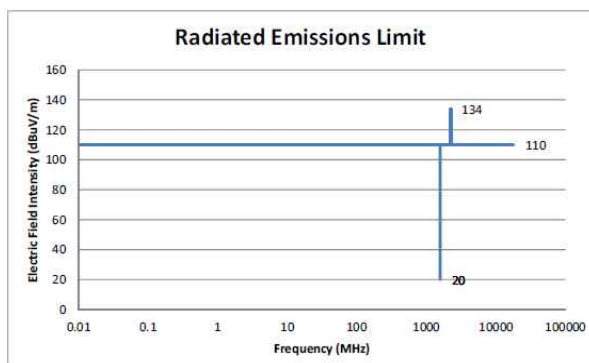


Fig. 6. Radiated Emission Limit

Table 5. Bandwidth and measure time

Frequency Range	6dB Bandwidth	Dwell Time	Freq Step	Theoretical Duration	Polarization
10KHz - 150 KHz	1KHz	0.15 sec	500 Hz	42 s	vertical
150KHz - 30 MHz	10KHz	0.015 sec	5 KHz	1min 30 s	vertical
30MHz -1GHz	100KHz	0.015 sec	50 KHz	10 min	horizontal and vertical
Above 1GHz	1MHz	0.015 sec	500 KHz	17 min	horizontal and vertical

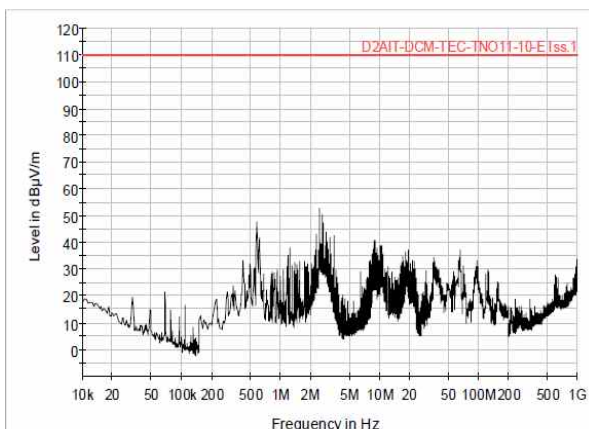


Fig. 7. E field Radiated Emission Test. Vertical polarization. 10kHz-1GHz

을 두어 측정을 하였다.

Figure 7 ~ Fig. 11에서 측정된 것처럼 측정된 RE 레벨은 시스템 기준치를 넘지 않음을 확인할 수 있다.

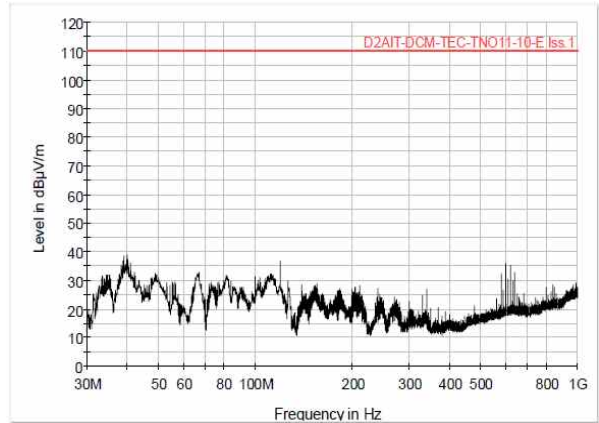


Fig. 8. E field Radiated Emission Test. Horizontal polarization. 30MHz-1GHz

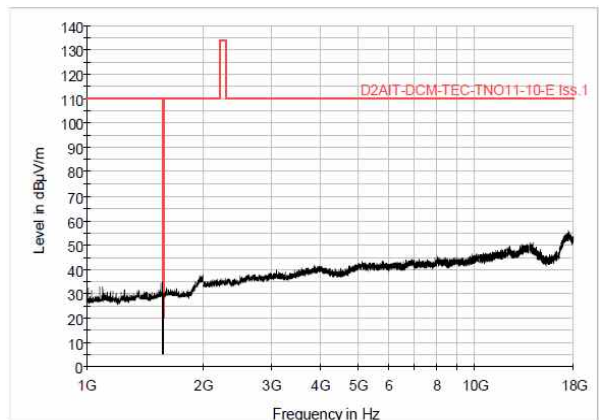


Fig. 9. Detailed measurements in the frequency notch(1.57GHz-1.58GHz)

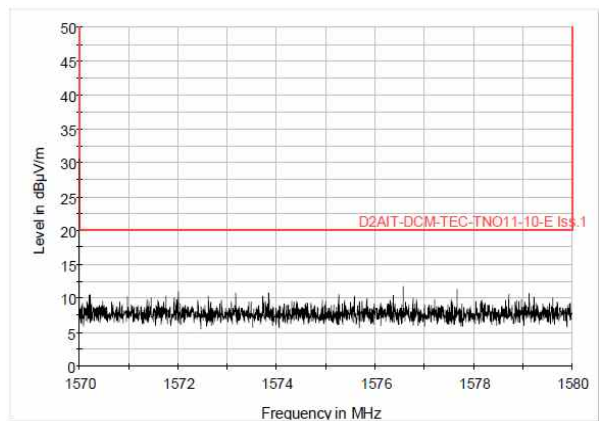


Fig. 10. E field Radiated Emission Test. Vertical polarization. 1.57GHz - 1.58GHz

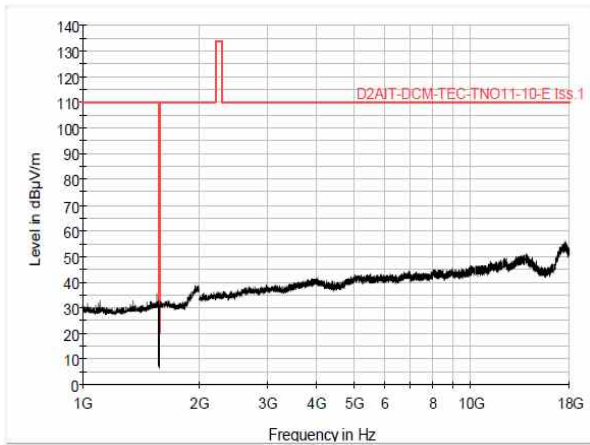


Fig. 11. E field Radiated Emission Test. Horizontal polarization. 1GHz-18GHz

2.3 Radiated Susceptibility

위성체는 발사 과정 및 상승 동안 발사체의 RF 장비나 다른 장비로부터 방사되는 전자파를 견뎌낼 수 있어야 한다. 이를 테스트하기 위해 시나리오 테스트 동안 발사체로부터 유도 되는 방사 노이즈를 위성의 바닥면(-Z 축)에 인가하여 위성의 RS를 측정하였다.

Figure 12는 위성체가 장착되는 드네프 발사체의 플랫폼 A에 유도 되는 방사 필드를 나타내었다.

RS 테스트의 기준으로는 MIL STD 461-F의 RE103 이 사용 되었다.

Figure 13은 RS 테스트 셋업을 나타내었다. 테스트 동안 EGSE로부터의 어떠한 방사도 막기 위해서 모든 EGSE 장비(S, GPS, X band, Data Acquisition, 위성 시뮬레이터 PC 등)는 전원을 꺼 두어야 한다.

Table 2는 측정하는 주파수 범위와 개수 Dwell time, 편파 등을 나타내었다.

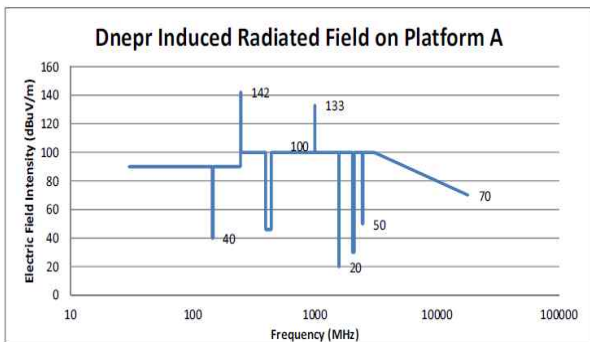


Fig. 12. Maximum expected LV radiated emissions

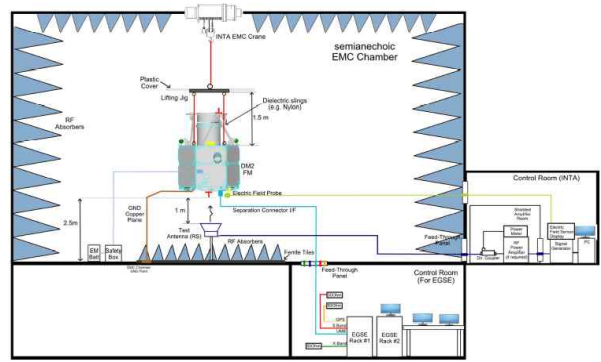


Fig. 13. RS Test Setup

Table 6. Susceptibility Scanning

Frequency Range	Stepped Scan Maximum Step Size	Number of frequencies to be tested	Dwell Time	Polarization
30MHz -1GHz	0.005 fo	704	3 s	Vertical and horizontal
Above 1GHz	0.0025 fo	1159	3 s	Vertical and horizontal

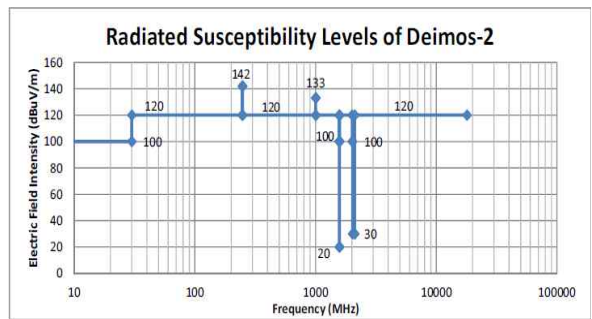


Fig. 14. Radiated Susceptibility Levels of Deimos-2



Fig. 15. Deimos-2 FM

Figure 14는 Deimos 2 위성체의 RS Level을 나타내었다. 0.01 - 30MHz, 1565 -1570MHz, 1580 - 1585MHz, 2010 -2025MHz 주파수 대역은 해석에 의해 검증되어 테스트하지 않았다.

테스트 후 MCS(Mission Control Station) 소프트웨어를 통해 Telemetry를 확인한 결과 S-band 송신기, X-band 송신기, GPS 등 모든 Bus module 이 정상동작 함을 확인 하였다.

Figure 15는 모든 EMC 시험을 마치고 발사장으로 옮겨져 발사를 앞두고 AIT를 통해 최종 기능 시험을 하고 있는 모습이다.

III. 결 론

Deimos-2 발사 모델이 개발 완료 되어 성능 검증에 필요한 EMC 시험을 수행하였다. 시험은

고객의 요구에 의해서 스페인 INTA에서 수행되었다. Auto-Compatibility, Radiated Emission, Radiated Susceptibility 테스트를 수행하였고, 측정 결과는 Deimos-2 프로그램의 시스템 EMC 기준을 만족하였다. 현재 Deimos-2 위성은 성공적으로 발사되어 정상적으로 운용되고 있다.

References

- 1) CC-TRE-7212-066-INTA-13.
- 2) D2AIT-DCM-TEC-TN010-10-E_Deimos 2 FM Auto-compatibility Test Procedure.
- 3) D2AIT-DCM-TEC-TN011-10-E_Deimos 2 FM Radiated Emission Test Procedure.
- 4) D2AIT-DCM-TEC-TN012-10-E_Deimos 2
- 5) MIL STD 461-F