

정지궤도 공공복합통신위성 정보수집탑재체(DCS) 중계기 RF 성능 분석

진광자*, 장동필
한국전자통신연구원

*gjjin@etri.re.kr, dpjang@etri.re.kr

Analysis of RF Performance on the DCS Transponder of GEOKOMPSAT-3

Jin, Gwang-Ja*, Chang, Dong Pil
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 정지궤도 공공복합통신위성 개발 사업의 일환으로 개발하는 정보수집탑재체(DCS)의 중계기 성능을 나타내는 주요지표의 분석결과를 제시하였다. 본 사업에서 개발하는 정보수집탑재체를 활용하여, 지상의 산/강/담 등에 설치된 수자원 정보수집 장치의 데이터를 수자원 수집국으로 전송하고, 수집국에서는 데이터를 분석하여 홍수예보나 재난 대비에 활용하고, 가뭄 시의 수자원 관리 등에도 활용할 계획이다[1][2][3].

I. 서 론

정지궤도 공공복합통신위성체(GK3: Geostationary Korea Multi-Purpose Satellite-3)에 탑재되는 정보수집탑재체는 지상의 산이나, 강 또는 담 등에 설치한 수자원 정보수집장치를 이용하여 강수량 수량 측정 데이터를 수집국으로 전송하고, 전국에 있는 여러 수집국에서 수집한 수자원 정보를 분석하여 홍수예보나 재난 대비에 활용하고, 가뭄시 수자원 관리에 활용할 계획이다. DCS 탑재체는 L-대역 송수신 겸용 배열안테나, 입력필터, 저잡음증폭기, 주파수변환기, 채널필터, 고출력증폭기, 출력필터로 구성된다. 본 논문은 DCS 탑재체의 안테나를 제외한 중계기를 구성하는 부분품의 개발 성능 데이터를 기반으로 중계기의 성능을 분석하고 그 결과가 중계기 목표 성능을 만족하고 있음을 설명한다.

II. 본론

본문에서는 DCS 중계기의 주요 지표인 Frequency Response(주파수응답특성), Group Delay Response(군지연응답) 및 AM/PM Conversion Coefficient(진폭/위상변환계수)에 대해 분석결과를 설명하였다.

o Frequency Response

정보수집 탑재체의 중계기와 같이 구성 장비가 많은 경우, 대역내 채널 신호 특성을 균일하게 유지하기 위해서 운용 주파수대역내에서 개별 부분품의 이득 평탄도를 유지하고 대역외 신호 차단을 위해 부분품의 대외 특성을 적절히 구현하도록 설계하는 것이 관건이다. Frequency Response는 중계기의 구성 부분품의 이득 특성을 종합해서 중계기의 사용 대역폭 내의 이득 평탄도와 대역외의 이득 억압 특성을 분석하는 지표로 사용한다.

다음 <표-1>은 이러한 협대역신호의 특성을 반영하여 분석한 DCS 중계기 Frequency Response 특성을 보여준다.

DCS 탑재체는 L-대역에서 5MHz의 사용 대역폭으로 운영될 예정이며, 대역폭내 이득 평탄도는 0.98dB로 목표 성능인 1.3dB를 만족하고 있으며, 중심 주파수에서 12MHz 떨어진 대역의 이득 억압 특성은 -72.23dBc로 목표 성능인 60dBc를 만족하고 있다.

<표-1> DCS 중계기 Frequency Response 분석

Component	W/N	Overall Frequency Response (dBp-p)		Gain Slope (dB/MHz)	Remark
		In-Band	Out-of-Band		
		CF±2.5MHz	CF±12.0MHz		
IFA	W	0.030	16.80	0.070	QM
LNA	W	0.120	0.003	0.00024	QM
DNC	W	0.670	0.016	0.00130	QM
CF	N	0.090	43.41	0.11000	QM
CLSSPA	W	0.414	0.414	0.00000	QM
OFA	N	0.090	12.01	0.08000	QM
Miscellaneous	W	0.09	0.12		
RSS Total		0.98	72.23		
Specification		1.3	60.0		Transponder CDR
Margin		0.3	12.2		C

o Group Delay Response

전송신호는 주파수에 따라 신호의 지연이 발생하는 데, 군지연이 클수록, 신호파형이 확산되어 왜곡이 생기고, 채널 신호의 품질저하를 발생시킨다. 중계기 Group Delay Response는 중계기 시스템 차원에서 신호의 지연 특성을 나타내는 지표로 사용되며, 중계기 규격을 만족하는지 평가해야 한다.

<표-2>는 DCS 중계기 Group Delay Response 성능을 나타내고 있으며, 사용 대역폭 내에서 목표 성능을 여유있게 만족하고 있다.

<표-2> DCS 중계기 Group Delay Response 분석

Component	Group Delay Response (ns _{p-p})			Remark
	CF+/-1.90	CF+/-2.25	CF+/-2.50	
IFA	2.190	3.270	3.970	QM
LNA	0.000012	0.000012	0.000012	QM
DCN	16.730	16.730	16.730	QM
CF	11.690	16.510	19.600	QM
CLSSPA	14.84	14.84	14.84	QM
OFA	2.510	2.800	2.880	QM
Miscellaneous	0.20	0.80	1.00	Estimated value
RSS Total	25.45	28.14	30.16	
Specification	30.00	45.00	46.00	xPDR PDR
Margin	4.55	16.86	15.84	C

참 고 문 헌

- [1] NOAA, <http://www.noaa.gov/satellites>
- [2] GOES-R Mission, Data Collection System, <http://www.goes-r.gov/>
- [3] European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellite (EUMETSAT), <http://www.eumetsat.int/>
- [4] 진광자, 외 2명, “천리안 3 호 위성 정보수집탑재체(DCS) 상세설계,” 2024년도 한국위성정보통신학회 국내학술발표대회, 제 8 권 1 호, 2024.

o AM/PM Conversion Coefficient

본 성능지표는 증계기의 비선형성 특성에 의한 위상왜곡 정도를 분석하기 위한 파라미터이다. 증폭기 입력신호의 진폭 변화에 의해 출력신호의 위상 변화의 정도를 나타내는 계수로, 변조신호 특성에 영향을 미쳐 통신 신호 품질을 저하시킬 수 있다. 고출력 증폭에 따른 비선형적인 위상 왜곡일 발생하기 때문에 증계기의 비선형 특성을 최적화하여 개발해야 하고, 증계기내의 증폭기의 AM/PM Conversion 특성을 종합하여 증계기 전체 성능을 분석해야 한다. DCS 증계기는 3 개의 증폭기를 사용하며, 증폭기들의 특성 값을 적용하여 증계기의 AM/PM Conversion Coefficient 을 분석하였다.

<표-3>은 DCS 증계기 AM/PM Conversion Coefficient 성능을 나타내고 있으며 목표 성능인 5.0 degree/dB 보다 낮은 4.7 degree/dB 의 성능을 가질 것으로 분석되었다.

<표-3> DCS 증계기 AM/PM Conversion Coefficient 분석

Component	AM/PM Conversion Coefficient (degree/dB) @ALC Disable	Remark
LNA	0.0005	Equip. QM
DNC	0.0093	Equip. QM
CLSSPA	4.7	Equip. QM
Total	4.7098	
Specification	5	Transponder CDR
Margin	0.2902	C

III. 결론

DCS 탑재체는 환경부의 수문 및 수자원 관리의 선진화를 위해 국내 기술로 개발하여 정지궤도 공공복합통신위성에 탑재한 후에 2027 년에 발사되어 지상망의 불능시에도 안정적으로 수자원 정보를 주기적으로 수집하여 폭우 등에 의한 홍수예보 및 하천 수자원 관리에 활용할 계획이다.

본 논문에서는 위성 증계기의 대표적 성능지표인 Frequency Response, Group Delay Response 및 AM/PM Conversion Coefficient 에 대해 분석하고 목표 성능을 만족하고 있음을 설명하였다.

L-대역 정보수집탑재체는 상세설계를 완료하고 비행모델 부분품이 제작 중에 있으며, 증계기 패널 조립 및 성능 시험을 통해서 분석된 성능 지표를 만족하는지 시험 검증한 후에 위성에 탑재하여 발사하고 운영할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원(KEITI)의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. 2021003430001, 정지궤도 공공복합통신위성 정보수집탑재체 개발)