

〈主 題〉

무궁화 1, 2, 3호 위성의 개요 및 활용계획

황보 한 · 장상구

(한국통신 위성사업본부)

□ 차 례 □

- I. 서 론
- II. 무궁화 1, 2, 3호 위성 개요
- III. 무궁화 3호 위성의 특징
- IV. 3호 위성 활용계획
- V. 결 론

요 약

1960년대에 정지궤도 위성이 발사되고 통신위성이 출현함에 따라 각종 위성통신 기술개발에 각국은 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 1995년 8월 5일 발사된 무궁화1호로 우리나라도 본격적으로 국제통신위성시장에서의 경쟁에 참여하게 되었다. 1호위성의 중단없는 서비스 연계를 위하여 한국통신은 1999년 8월경 발사를 목표로 무궁화3호 위성 제작준비중에 있다. 3호 위성 제작사로는 미국의 Lockheed Martin사로 선정되어 계약이 체결되었으며 국내에서는 현대전자가 Ka 중계기를 제작하는등 여러 국내업체들이 3호 위성 제작에 참여한다. 발사체는 프랑스의 Ariane Space사로 선정되어 협상중에 있다.

Ku 대역의 국내 서비스만을 제공하는 무궁화 1호 및 2호와 달리 3호 위성에서는 서비스 영역을 넓혀 동남아 지역에서의 서비스가 가능하며, 광대역통신을 할 수 있는 Ka대역 서비스를 제공할 예정이다. 서론부에서는 위성통신 주파수 대역별 전파특성에 대하여, II장에서는 무궁화 1, 2, 3호위성의 개요를 설명하고 III장에서는 3호위성에 신규로 탑재되는 가변빔과 Ka 대역 중계기 특성을 설명하였으며 IV장에서는 3호위성의 활용계획에 대하여 설명하였다.

I. 서 론

최근 급증하고 있는 위성통신의 수요로 인하여 각국에서는 위성궤도 및 주파수 확보에 많은 노력을 기울이고 있다. 특히 고정위성통신에 필요한 한정된 360° 정지궤도 및 위성통신에 사용되는 한정된 주파수 대역을 확보하기 위한 국제등록에는 많은 시간과 비용이 소요된다. 따라서 새로운 주파수 자원을 개발하여 서비스를 제공하기위하여 한국통신에서는 3호 위성에 신규로 Ku 대역의 주파수의 가변빔을 통한 서비스와 Ka 대역의 주파수를 이용한 서비스를 제공할 예정이다.

위성통신시스템의 초기에 가장 널리 사용되었던 C 대역은 거의 포화상태에 이르렀고, Ku대역도 역시 머지않아 포화상태에 이를 전망이다. 이와 같이 다양한 형태의 서비스에 대한 수요가 급증하면서 한정된 궤도와 주파수를 이용한 위성통신기술에 대한 효율적인 주파수 활용기술과 새로운 서비스의 개발이 필요하게 되었다.

1. 위성통신 주파수 대역별 전파특성

여기서는 위성통신 주파수 대역별 전파특성을 간략하게 살펴보고자 한다. 우선 C대역(6/4GHz)의 주파수는 위성통신 시스템의 개발초기에 가장 널리 사용되었던 주파수 대역으로 현재 동일 주파수대의 지상 마이크로파 통신망과의 간섭문제가 심각한 상태이다. 주로 이용되었던 서비스는 전화, TV중계, 데이터 통신, 기업통신등이었고 주로 아날로그 방식의 전송이

이루어졌다. 두번째로 Ku대역(14/11~12GHz) 주파수는 C대역의 혼잡과 지상망과의 간섭을 피하기 위해 많이 사용되고 있는 주파수 대역이다. 주로 화상전화, PC통신, 전자우편, VSAT서비스, 고속 팩시밀리 통신 등의 서비스가 공급되고 있다. 세번째로는 최근 C대역 및 Ku 밴드의 주파수 자원이 고갈되어 가고 있고 광대역의 고속 통신의 수요가 급증하고 있어 새로이 개발되고 있는 Ka 대역(20/30GHz) 주파수를 살펴본다. 인접위성 및 지상망과의 간섭을 피하고, 대용량 서비스를 위한 새로운 통신기술과 더불어 Ka 대역 주파수 자원 개발이 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 고속 광대역의 오디오, 데이터, 영상등의 멀티미디어 서비스 제공 및 지상망의 초고속 정보통신망과 연계하는 종합통신망의 구축이 계획되고 있다.

2. Ka대역의 전파특성

전파흡수에 미치는 산소의 효과는 기후에 크게 좌우되지 않고 주파수가 증가함에 따라 비례적으로 단조증가하는 분포를 나타내는 반면, 수증기에 의한 전파흡수 현상은 전파경로상의 대기 굴절율의 변화로 인하여 통과하는 전파의 경로가 굽는 현상이 나타나는데 전파경로의 elevation angle이 작을수록 심하게 나타나는 경향이 있다.

Ka대역의 전파특성중에서 비에 의한 전파의 손실과 편파방해 효과가 가장 중요한 요소로서 시스템 설계시 주요 장애요인으로 나타나고 있다. 따라서 많은 링크마진을 가지고 시스템의 요구성능을 만족시킬 수 있도록 설계되어야 한다.

Ka대역의 전파특성에 있어서 중요한 파라미터는 강우감쇄, 편파방해 대기가스로 인한 전파흡수 등이 있는데, 이들은 단순히 주파수에만 의존하는 것이 아니라, 위치, elevation angle, 시간(계절)등에 따라 크게 달라지기 때문에 적용하고자 하는 특정지역에 대하여 시간에 따른 강우율과 대기상태등을 고려한 통계자료 및 예측기법을 통하여 성능 및 가격을 고려한 시스템 설계가 이루어져야 한다.

Ka대역 위성시스템의 장점으로는 광대역, 대용량이며, 좁은 빔폭의 고이득안테나를 장착할 수 있고 빔폭이 좁기 때문에 위성의 궤도배치가 쉽다. 또한 multibeam 시스템을 이용할 경우 시스템의 availability를 높일 수 있다. 단점으로는 강우감쇄가 C대역 및 Ku대역보다 크며 고출력, 저잡음 설계등 하드웨어의 구성이 어려우며, 개발 초기의 장비 비용이 비싼 단점이 있으며 또한 주파수 재활용이 쉽지가 않다.

II. 무궁화 1, 2, 3호위성의 개요

1. 무궁화 1, 2호 위성 개요

무궁화 1, 2호 위성은 Lockheed Martin사에서 제작하였으며, 남한지역의 Ku-밴드 주파수를 이용한 방송 및 통신 서비스 제공을 목적으로 발사되었다. 위성발사는 MD사가 제작한 델타 로켓을 이용하여 동경 116°의 정지위성궤도에 발사되었고, 경기 용인에 위성 주관제소 및 대덕 단지에 부관제소가 건설되어 무궁화 1, 2호 위성의 자세제어 및 통신시스템 관제를 실시하고 있다. 위성체는 3축 자세제어 방식의 LM-3000 시리즈 중형위성이다. 무궁화위성은 방송 및 통신 복합위성으로 방송용의 TWTA의 출력은 120W로 3:6의 용장도를 갖고 있으며 1, 2호 각각 3개 채널이 서비스가 가능하다. 통신용의 TWTA의 출력은 14W로 12:16의 용장도를 갖고 있으며 1, 2호 각각 12개 채널이 서비스가 가능하다. 주파수 사용편파는 방송용이 좌선회 원형편파(LHCP)를 사용하며, 통신용의 경우 1호위성과 2호위성이 동일한 주파수를 사용하고 있으며 할당된 주파수를 재사용하기 위하여 각 채널의 중심주파수가 20 MHz씩 엇갈려 있으며 1, 2호 위성이 각각 다른 선형편파를 사용하고 있어 모두 24개의 채널 서비스가 가능하다.

2. 무궁화3호 위성 개요

2.1 위성체

그림1은 3호위성이 궤도내에서 모든 안테나 및 태양전지판을 전개했을 때의 모습을 보여주고 있다. 3호위성의 위성체는 Lockheed Martin에서 새로 개발한 A2100 형태의 위성체로 무궁화

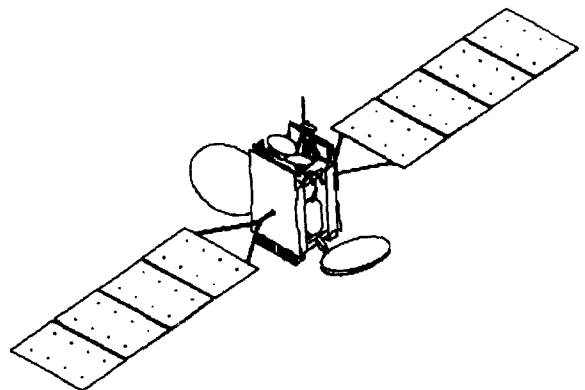


그림1. 궤도상에서의 무궁화3호 위성

3호위성의 미션 요구사항을 수용하기 위하여 설계되었다. A2100형태의 버스는 3축제어방식이며, 여러 개의 태양전지판은 위성체의 한쪽 측에 놓여있다. 구조물은 북쪽 및 남쪽 방사 패널을 지지하고 있는 박스 형태의 핵심 구조물로서 구성되어 있다. 지구쪽 패널에 삽입되는 Heat pipe는 남쪽 및 북쪽 패널간의 열전달을 가능하게 하며, 증가된 탑재체 전력에 대하여 보다 효율적인 열전달을 촉진하는 역할을 한다. 구조물에는 추진 장비, 버스 및 탑재체의 전자부품 모두가 장착되게 된다. 추진계는 티타늄 용접이 되어 있으며, 원지점 진입을 위한 bipropellant 및 궤도내 운용시의 추진체 점화를 위한 monopropellant를 사용한 액체형태의 dual-mode로 설계되었다. 효율이 높은 arcjet는 남북방향의 자세제어시에 사용된다. 3호위성의 DC 전력은 약 4,500W이며, 위성체의 무게는 대략 1,300Kg정도가 될 예정이다. 3호위성의 모든 서비스 시스템은 발사후 12년 이상의 자세제어를 할 수 있는 충분한 추진체 연료를 실을 수 있도록 설계되었다.

2.2 탑재체

무궁화3호 탑재체에는 서비스가 가능한 채널이 Ku 밴드 DBS 6개 채널, Ku 밴드 FSS 24개 채널 및 새로이 Ka밴드 FSS용으로 3개이 채널이 탑재될 예정이다. Ku밴드 DBS는 채널당 대역폭이 27MHz로 120W출력의 TWTA를 9:6의 용장도로 설계하였다. Ku밴드 FSS는 채널당 대역폭이 36MHz로 50W출력의 TWTA를 36:24의 용장도로 설계하였다. 새로이 탑재될 Ka밴드 FSS는 채널당 대역폭이 200MHz로 82W(미정)출력의 TWTA를 5:3의 용장도로 설계하였다. Ku밴드 FSS는 두개의Group으로 구성된다. Group 1은 무궁화1호와 동일한 주파수 및 편파를 사용한다. Group 2는 무궁화2호와 동일한 주파수 및 편파를 사용하며 가변빔을 채택하고 있고 아시아-태평양 지역 서비스를 제공하도록 설계되었다. 여기서 Ku 밴드 FSS는 위에서도 언급한 바와 같이Group 1과 Group 2로 구성되는데 이것은 무궁화 1호 및 2호위성의 24개 채널을 3호위성에 모두 수용하고 있으며 각각 16:12의 용장도 링 구조로 설계된 것이 특징이다.

무궁화3호위성은 발사후 1호 및 2호 궤도인 동경 116°에서 기존의 서비스와 연계하여 운용될 예정이다. 이 시기가 되면 무궁화1호위성은 수명을 다하여 임무를 마치게 되고 무궁화2호위성은 ITU에 미리 확보한 동경 113°로 이동하여 잔여 수명동안 서비스를 제공할 계획임에 따라 무궁화2호, 3호간의 간섭을 최

소화하기 위해 2호 주파수의 Group 2 채널을 가변빔 안테나로 동남아 지역에 서비스를 제공할 예정이다.

무궁화1호 및 2호위성과 비교하여 3호위성의 특징으로는 다음과 같이 요약할 수 있다. 즉, 광대역 통신이 가능한 Ka밴드 통신용 서비스 제공, 가변빔 안테나 채택으로 인한 아시아/태평양 지역 서비스 제공이 가능하다. 중계기의 특징으로는 1호 및 2호 위성중계기와는 달리 모든 채널에 ALC기능을 채택하였고 통신용의 경우 1/2호보다는 고출력의 TWTA를 채택하여 선형화기 없이 Back-off시켜 사용함으로써 향상된 선형특성으로 질 좋은 서비스를 제공할 수 있다. 또한 채널중폭기의 경우 1/2호보다는 입력 back-off 범위가 크며 overdrive 범위를 작게하여 결과적으로 Group 2의 경우 국내 서비스시 TWTA를 back-off시켜 50.2 dBW의 EIRP를 유지할 수 있다.

무궁화3호위성의 안테나는 아래의 그림 2에서 볼 수 있는 바와 같이 4개의 안테나가 있다. 서쪽 패널에서 전개되는 single-shell 반사판은 Ku밴드의 방송용 송수신에 사용된다. 동쪽 패널에서 전개되는 dual-shell 반사판은 국내 서비스용인 Ku밴드 통신용 수직 및 수평 편파의 송수신에 사용된다. Ku밴드 통신용 지역빔은 지구쪽 패널에 장착되어 있는 가변 그레고리안 안테나에서 발생된다. Ka밴드 통신용 송수신 안테나는 지구쪽 패널에 장착되어 있다.

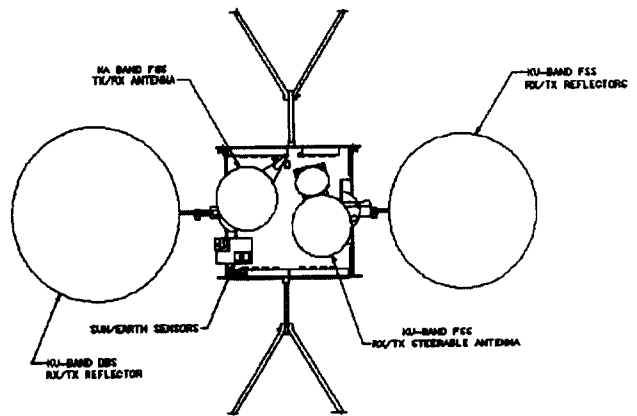


그림 2. 무궁화3호위성 안테나 구성

3호위성 탑재체 주요 제원은 표1과 같다.

3. 지상 시스템

무궁화3호의 지상 시스템은 3호위성 운용을 지원하기 위하여 기존의 1호 및 2호 지상 시스템에 구현될

하드웨어 및 소프트웨어로 구성된다. 3호위성의 지상 시스템의 두가지 특징은 기존의 무궁화1호 및 2호 지상 시스템을 최대한 사용한다는 점과 개방형 구조를 사용한다는 점이다. 개방형 구조를 사용함으로써 위성 운용자들은 지상 시스템 상품에 새로운 기능 및 융통성을 추가하여 이미 알고 있는 제작자로 부터 COTS(Commercial Off The Shelf) 소프트웨어를 구입하여 기존의 TT&C 설계를 쉽게 향상시킬 수 있다. 이러한 시스템 설계의 개념은 향후 위성 시스템을 다른 위성제작사로 부터 구매하게 되는 경우 대단히 유용하고 경제적이 될 수 있다.

4. 한국업체 참여

무궁화 1, 2호위성 제작시 한국통신은 취약한 국내 위성 제반 기술력 확보를 위해 현장기술훈련(OJT) 및 한국업체 부품 하도급 참여를 유도하였다. 즉, 30여명의 기술진들이 위성 제작현장에 파견되어 기술훈련을 받았으며, 현재 이들은 전수받은 기술을 활용하여 무궁화3호위성 및 다목적 과학 실험위성등 여러 분야에서 많은 기여를 하고있다. 또한 1, 2호위성 제작시 한국업체로 대한항공과 LG정보통신이 제작에

참여하여 국내 위성기술발전에 새로운 장을 열었다. 1, 2호위성 제작시 한국업체가 제작에 차지하는 비율이 약 10%정도 였으나 3호위성 제작시에는 계약가격 대비 약 20%정도를 한국업체가 제작하게 된다.

무궁화3호위성 설계, 조립 및 시험단계에는 보다 많은 한국업체가 참여하게 되는데 업체 및 인도물품/작업범위는 다음과 같다.

- 현대전자
 - Ka밴드 탑재체 설계, 개발, 조립 및 시험
 - Ku밴드 및 Ka밴드 지상관제안테나와 RF장비 설계, 개발, 조립 및 시험
- 대한항공
 - 탑재체 패널, 지구 패널 제작
 - 태양전지판 조립 및 시험
- 대우중공업
 - 상하향 신호처리 장치(RIU) 1식 및
 - 원격신호접속장치(UDU) 4식을 조립하고납품함
- 두원중공업
 - Heat pipes 약 100개를 제작하고 시험함
- 한라중공업
 - 배터리 구매, 제작 및 시험

표1. 3호위성 탑재체 주요제원

	Ku DBS	Ku FSS	Ka FSS
안테나	2.44 M single shell	Group1:2.16M (Dual shell) Group2: (Gregorian) - Main:0.89M - Sub: 0.51M	0.89 M
궤 중심점	127.5° E 36.0° N	127.5° E 36.0° N	128.00° E 37.75° N
서비스 지역	남한지역	남한지역 및 동 남아지역	한반도 전체
EIRP	59.4 dBW	Group1:50.2dBW Group2: 국내 54.7dBW 국외 45.8dBW	55 dBW
G/T	13.0 dB/K	국내:13.5dB/K 국외: 3.3dB/K	9.4 dB/K

- FBA(Fuse Box Assembly) 및 PRA(Pyro Relay Assembly) 제작, 조립 및 시험

위에서 설명한 바와 같이 무궁화 3호 위성 제작에 국내업체의 참여 폭이나 기술적 수준은 1, 2호 위성 제작시와 비교할 수 없을 정도의 중요성을 가지고 있다. 이와 같이 무궁화 위성사업을 통하여 지속적으로 국내의 위성기술 축적 및 발전을 도모할 수 있으며 이를 바탕으로 향후 무궁화 4호 및 5호 위성 제작시에는 점차적으로 위성체의 국산화 비율을 높여 나갈 수 있을 것이다.

Ⅲ. 무궁화 3호 위성의 특징

무궁화 1, 2호에 대해서는 이미 국내외의 여러 학회지 및 저널지에 제원이나 성능특성등이 상세하게 소개되었기 때문에 여기서는 3호 위성에 새로이 탑재되는 Ku 밴드의 가변빔과 Ka 밴드에 대하여 제원 및 특징을 소개하고, 무궁화 1, 2호 위성의 제원과 무궁화 3호 위성의 제원을 간단하게 비교하고자 한다.

1. 가변빔 (Ku 밴드 FSS)

무궁화 1, 2호 위성의 안테나는 위성체에 고정부착 되어 빔을 비추기 때문에 정해진 지역에 대해서만 서비스를 할 수 있지만, 3호 위성의 가변빔 안테나는 지상의 명령으로 안테나를 움직여 아시아-태평양 지역 중 어느 지역이라도 수요가 있는 장소로 빔을 비출 수 있어 다양한 서비스를 제공할 수 있다.

이 가변빔 안테나의 빔은 3° 정도가 될 예정(미정)이며 1, 2호 위성의 서비스 면적보다 훨씬 넓은 지역에 서비스를 제공할 수 있다.

앞서 설명한 바와 같이 3호 위성 Ku 밴드 FSS에는 24개의 채널이 서비스 가능하며, 이것은 각각 12개 채널씩 Group 1 및 Group 2로 구성되어 있다. Group 1에 실린 중계기는 1호 위성과 동일한 주파수 및 편파를 사용할 예정이며 서비스 영역은 1호 위성과 동일하게 국내지역에 국한 된다. 그러나 Group 2에 실린 중계기는 2호 위성과 동일한 주파수 및 편파를 사용할 예정이지만 스위치 전환을 통하여 12개 채널 모두 서비스 수요에 따라서 국내지역 및 아시아-태평양 지역 간의 빔 전환이 가능하다. 즉 국내지역만의 서비스, 국내 및 국외지역간의 서비스 또는 국외지역과 국외 지역간의 서비스 제공이 가능하다.

Group 1에 사용될 안테나는 2.16 M 크기로 dual shell 형태의 안테나이며, Group 2에 사용될 안테나는

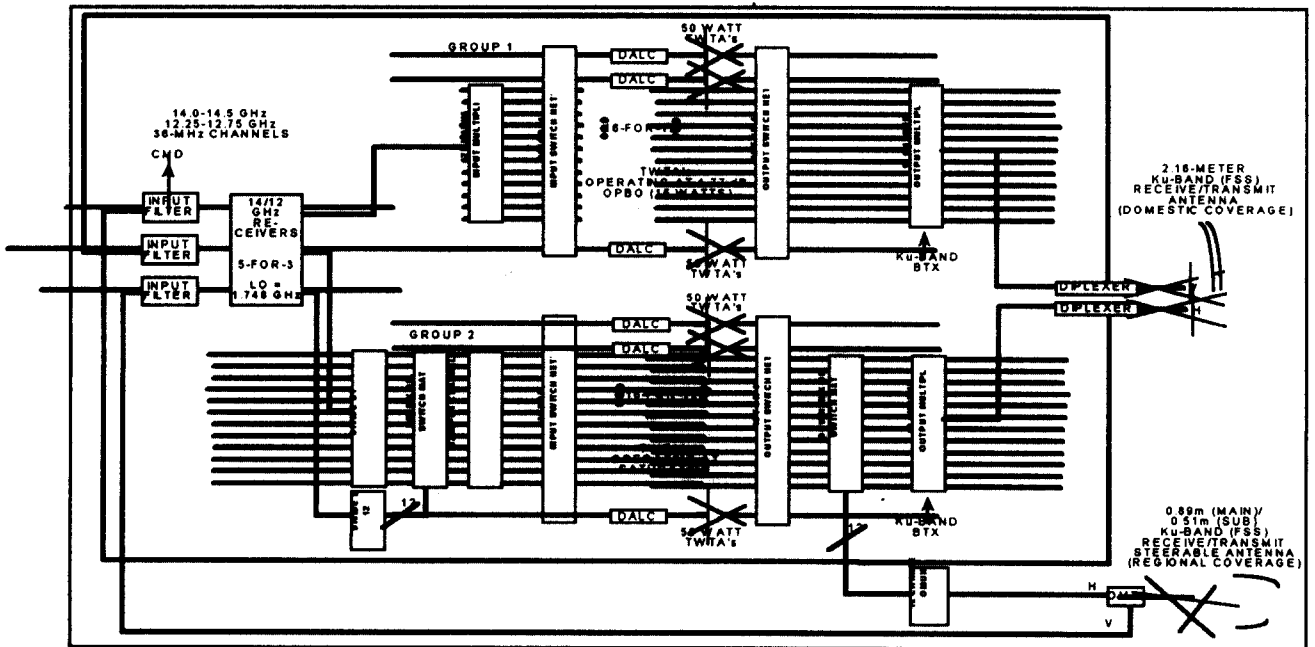


그림3. Ku 밴드 FSS 탑재체 구성도

Gregorian 형태로 주반사판의 크기는 0.89 M이고 부반사판의 크기는 0.51 M로 제안되었다. TWTA의 출력은 약 50 W이며, Group 2의 경우 Saturation시켜 사용할 때 EIRP는 국내지역이 약 54.7 dBW 정도이며 국외지역이 약 45.8 dBW 정도가 된다. 그러나 Group 1의 경우 1, 2호 위성 보다 고출력의 TWTA를 사용하기 때문에 1, 2호 위성의 규격인 50.2 dBW를 맞추기 위해서는 약 10 dB 정도 Output Back Off시켜 사용할 예정이다. G/T는 국내지역의 경우 약 13.5 dB/K 정도이며 국외지역의 경우 약 3.3 dB/K 정도가 될 예정이다.

2. Ka 밴드

Ka 밴드 증계기는 3개 채널이 서비스가 가능하며 채널 대역폭은 200 MHz로 설정되었으며 155 Mbps까지의 초고속 전송 통신 서비스가 가능하다. 3호 위성체의 버스는 Lockheed Martin사의 새로운 모델인 A2100이며 1호 및 2호의 증계기를 모두 수용하고 남은 범위 내에서 새로운 증계기를 최대한 탑재한다는 기본 방침에 따라서 3개의 채널을 탑재하기로 결정되었다.

Ka 밴드 증계기의 전체 주파수 대역폭은 800 MHz이며 각 채널간의 간섭 및 군지연 특성을 고려하여 Guard band는 50 MHz로 설정되었다. 주파수 대역은 그림4와 같이 상향 주파수는 30.085 GHz ~ 30.885 GHz 대역을 사용하며, 하향 주파수는 20.355 GHz ~

21.155 GHz 대역을 사용할 예정이다. 편파는 원형편파를 사용할 예정이며 인접한 일본 위성인 N-Star가 상향 LHCP, 하향 RHCP를 사용함에 따라 무궁화 3호 위성은 인접위성과의 편파분리도를 높이기 위하여 상향 RHCP, 하향 LHCP를 사용할 예정이다.

Ka 밴드용 안테나는 지구쪽 판넬에 부착되며 0.89 M 크기의 single shell 안테나를 사용하게 된다. 안테나의 빔중심점은 Ku 밴드용과 달리 한반도 전체를 빔 커버리지로 잡고 있기 때문에 동경 128°, 북위 37.75°가 된다. TWTA의 출력은 잠정적으로 약 82 W가 될 예정이다. EIRP는 55 dBW이며 G/T는 9.4 dB/K가 될 예정이다.

3. CW Beacon

Ka 밴드에는 CW Beacon 기능이 탑재될 예정이다. 이것은 무궁화 1, 2호의 경우 위성체에 대한 데이터를 전송하는 telemetry를 지상 안테나의 tracking 목적으로 사용하였기 때문에 beacon 시스템이 별도로 필요하지 않았지만, 3호 위성의 경우 Ku 밴드 주파수의 telemetry를 사용하므로 Ka 밴드 지상안테나의 위성 tracking 목적으로 CW Beacon을 사용하게 된다.

다음 page의 표2에는 무궁화 3호 위성체 제원의 개요를 보였으며, 표 3에는 1호/2호 및 3호 위성 탑재체 주요성능을 비교하였다.

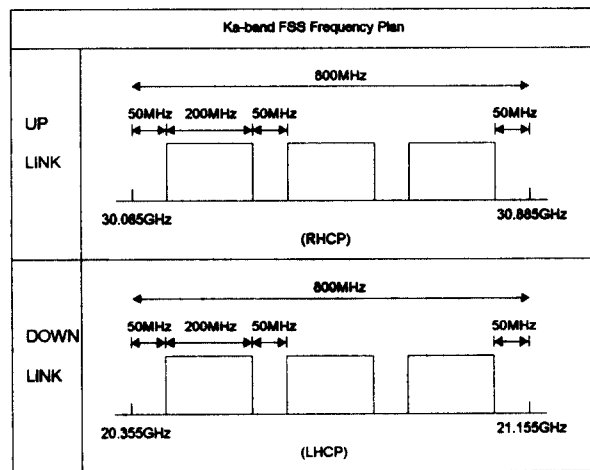


그림4. Ka밴드 주파수 계획

IV. 3호위성 활용계획

표2. 무궁화3호 위성체제원 개요

분야	내용
물리적 특징	<ul style="list-style-type: none"> ● A2100 Bus ● Dry Mass: 약 1,300 Kg ● Wet Mass: 약 2,815 Kg ● 발사체 : Arianspace 4 or 5
TT&C	<ul style="list-style-type: none"> ● 1024 bps Command Uplink - Ku 밴드: 14491 MHz ● 2048 bps TLM Downlink - Ku 밴드: 12252.5&12747.5 MHz ● 10 m Rangin Resolution ● Simultaneous TLM & Ranging
Reliability	<ul style="list-style-type: none"> ● 15 Year Spacecraft Design Life - Solar Array (13 years) ● 12 Year Service (Maneuver) Life ● 0.74 Spacecraft Reliability Prediction at 12 years
Attitude & Orbit Control	<ul style="list-style-type: none"> ● 116°E Orbit Slot ● 3 축 제어 방식 ● 정지궤도 운용 ● ±0.05°N/S & E/W Station Keeping ● ±4.7° pitch pointing (new ESA/max roll) ● ±1.9° roll pointing (new ESA/max pitch)
Propulsion	<ul style="list-style-type: none"> ● Dual Mode NTO/N₂H₄ ● Pressure regulated dual mode during transfer orbit ● Blowdown monopropellant on orbit ● Mid life repressurization capability
EPS	<ul style="list-style-type: none"> ● 4,500 W S/A Power (5% EOL margin) - Summer solstice ● 7 Si S/A Panels & 1 Hi-Efficiency Si S/A Panels ● 70 V-dc Main Bus, Single point Ground ● 2 NiH₂ (26 Cell) 114 AH Battery Capacity ● 80% Max DOD

무궁화 3호 위성의 첫번째 임무는 1호 위성의 서비스를 연계하는 것이다. 현재 무궁화 1, 2호 위성 모두 동경 116°에 collocation되어 운용되고 있다. 3호 위성이 동경 116° 궤도에 자리잡을 예정이기 때문에 3호 위성 발사후 2호 위성은 기확보된 동경 113°로 이동하여 운영될 예정이다. 따라서 3호 위성이 발사되면 서비스 가능 채널은 모두 45개의 채널이 된다. 즉 Ku 밴드 DBS 6개 채널, Ku밴드 FSS 36개 채널(2호위성 12개+3호위성24개) 및 Ka밴드 FSS 3개 채널이 서비스를 제공하게 된다.

3호 위성의 두번째 임무는 신규 서비스를 제공하는 것이다. 무궁화 1, 2호위성의 경우 서비스 영역이 남한만을 대상으로 방송 및 통신 서비스를 제공하고 있지만, 3호위성은 무궁화 1, 2호의 기능외에 추가로 아시아-태평양 지역 서비스를 위한 가변빔 안테나를 장착하여 이를 통해 무궁화3호위성의 서비스 영역을 아시아-태평양 지역으로 확장시킬 예정이다. 또한 Ka 밴드 중계기를 탑재하여 그림5와 같이 남북한 전역을 서비스 영역으로 설정하여 2000년대 이후 남북한 통일시 예상되는 긴급통신망 구축 및 남북한 통신수요 발생시 활용할 예정이다.

무궁화3호 위성에서 제공할 서비스는 첫째는 1, 2호에서 제공하고 있는 서비스를 연계하는 것이며, 둘째는 새롭게 개발되는 신규 서비스이다. 다음에는 1, 2호의 기존 서비스 및 3호위성에서 제공하게 될 신규 서비스에 대하여 논하고자 한다.

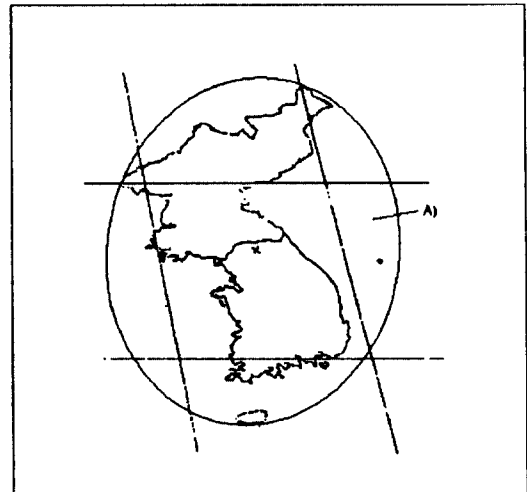


그림5. Ka밴드 서비스영역

1. 기존 서비스

1.1 위성 전용망(저속회선-VSAT)

이 서비스의 개념은 공용지구국의 중심국(Hub)을 중심으로 전국 지사, 지점, 공사장등에 소형 위성통신 지구국 설비를 설치하여 고객사별로 전용 통신망을 구성하는 것이다.

1.1.1 이용분야

건설업체 공사현장, 산간, 도서 벽지의 통신망 구축 /고객관리, 재고관리전산망과 단방향의 데이터 방송

1.1.1 주요특성

- 전송속도 : 2.4 ~ 64Kbps

표3. 무궁화 1호/2호 및 3호위성 탑재체 주요성능 비교

1. Ku 밴드 DBS, Ku 밴드 FSS 및 Ka 밴드 공통사항			
성능파라미터	무궁화 1호/2호	무궁화 3호	비 고
Channel Gain Control	● Sequentially commandable gain control	● Random access gain control	
Overdrive		● DALC to limit the TWTA overdrive to 8 dB for DALC overdrives of up to 15 dB	
2. Ku 밴드 DBS 중계기			
성능파라미터	무궁화 1호/2호	무궁화 3호	비 고
사용 채널 수	o 무궁화 1호: 3 개의 동작 채널 및 3 개의 예비채널 o 무궁화 2호: 3 개의 동작 채널 및 3 개의 예비채널	o 6 개의 동작 채널 및 3 개의 예비채널	TWTA 의 신뢰도가 예전보다 높아져 9:6(중전 12:6)의 용장도를 선택함
RF 채널 이득	- FGM(고정 이득 모드) ● 10 dB nominal gain position ● 32 dB control range in 0.5±0.2dB steps -ALC(자동 이득 조정 모드) ● 10 dB nominal gain position ● 16 dB control range in 0.5±0.2dB steps ● 15dB dynamic range	-FGM(고정 이득 모드) ● 14 dB nominal gain position ● 24 dB control range in 1.0±0.3dB steps -ALC(자동 이득 조정 모드) ● 14dB nominal gain position ● 16 dB control range in 1.0±0.3dB steps ● 15dB dynamic range - 3 dB 추가이득 범위: commandable attenuator range	2 호의 경우 overdrive 범위가 너무 넓어 유용성이 적었기 때문에 3 호에서는 overdrive 범위를 축소함 FGM overdrive 범위 · 1호/2호 : 22 dB · 3호 : 10 dB
대역폭	27 MHz	27 MHz	
편파	좌원형 편파(상향 및 하향)	좌원형 편파(상향 및 하향)	
EIRP	59.4 dBW	59.4 dBW	
G/T	13.0 dB/K	13.0 dB/K	
Coverage	- 상향 : 0.82 × 0.67deg. - 하향 : 1.06 × 0.86deg.	- 상향 : 0.82 × 0.67deg. - 하향 : 1.06 × 0.86deg.	
TWTA 출력	120 W	120 W	

3. Ku 밴드 FSS 중계기			
성능파라미터	무궁화 1호/2호	무궁화 3호	비고
사용 채널 수	-무궁화 1호 : 12개의 동작 채널 및 4개의 예비채널 • Linearizer가 장착된 8개의 동작 채널 • ALC기능이 장착된 4개의 동작 채널 • Linearizer 및 ALC 기능이 장착된 1개의 예비 채널 • Linearizer가 장착된 2개의 예비 채널 • ALC기능이 장착된 1개의 예비 채널 -무궁화 2호 : 무궁화 1호와 동일	- 24개의 동작 채널 및 8개의 예비채널 - Group 1 (국내 빔):12개의 동작 채널 및 4개의 예비 채널 • 모두 ALC기능 채택 및 고출력 TWTA의 선형 동작 모드에서 사용 - Group 2 (국내빔 및 지역빔 겸용): ALC기능이 장착된 12개의 동작 채널 및 4개의 예비 채널 • 모두 ALC기능 채택 및 고출력 TWTA의 saturation에서 동작 가능	3호에는 Linearizer를 사용하지 않고 고출력 TWTA를 Back Off시켜 사용하여 선형동작모드에서 운용함
RF 채널 이득	-FGM(고정 이득 모드) • 10 dB nominal gain position • 32 dB control range in 0.5±0.2dB steps -ALC(자동 이득 조정 모드) • 10 dB nominal gain position • 16 dB control range in 0.5±0.2dB steps • 15dB dynamic range	-FGM(고정 이득 모드) • 18 dB nominal gain position • 28 dB control range in 1.0±0.3dB steps -ALC(자동 이득 조정 모드) • 18dB nominal gain position • 20dB control range in 1.0±0.3dB steps • 15dB dynamic range -3 dB 추가이득 범위: commandable attenuator range	1, 2호의 경우 overdrive 범위가 너무 넓어 유용성이 적었기 때문에 3호에서는 overdrive 범위를 축소함 FGM overdrive 범위 • 1호/2호 : 22 dB • 3호 : 10 dB
대역폭	36 MHz	36 MHz	
편파	-무궁화 1호 : H-pol. (상향) V-pol. (하향) -무궁화 2호 : V-pol. (상향) H-pol. (하향)	- Group 1 : H-pol. (상향) V-pol. (하향) - Group 2 : V-pol. (상향) H-pol. (하향)	
EIRP	50.2 dBW	- Group 1 국내빔: 50.2 dBW - Group 2 국내빔: 54.7 dBW - Group 2 지역빔: 45.8 dBW for 3° beam (49.5 dBW for 1.9° beam)	

G/T	13.5 dB/K	- Group 1 국내빔: 13.5dB/K - Group 2 국내빔: 13.5dB/K - Group 2 지역빔: 3.3dB/K for 3° beam (7.0dB/K for 1.9° beam)	
Coverage	- 상향 : 0.82 × 0.67deg. - 하향 : 1.06 × 0.86deg.	- Group 1(국내 빔) • 상향 : 0.74 × 0.74deg. • 하향 : 0.86 × 0.86deg. - Group 2(국내 빔 및 지역 빔 겸용) • 국내 빔 상향 : 0.74 × 0.74deg. 하향 : 0.86 × 0.86deg. • 지역 빔(동남아) 상향 및 하향 : 3° 원형빔	동남아 지역용 가 변빔의 크기는 잠 정적으로 3°로 하 였으나 PDR 까지 서비스에 대한 검 토결과에 따라서 빔크기가 변경될 수 있음
TWTA 출력	14 W	50 W	
4. Ka 밴드 FSS 중계기			
성능파라미터	무궁화 1 호/2 호	무궁화 3 호	비 고
사용 채널 수		o 사용 채널 수: ALC 기능이 장착된 3 개의 동작 채널 및 2 개의 예비 채널	
RF 채널 이득		-FGM(고정 이득 모드) • 14 dB nominal gain position • 32 dB control range in 1.0±0.3dB steps -ALC(자동 이득 조절 모드) • 14dB nominal gain position • 16dB control range in 1.0±0.3dB steps • 15dB dynamic range	1, 2 호의 경우 overdrive 범위가 너무 넓어 유용성 이 적었기 때문에 3 호에서는 over- drive 범위를 축소 함
대역폭		200 MHz	
편파		- 상향: 우원형 편파 - 하향: 좌원형 편파	
EIRP		55 dBW	
G/T		9.4 dB/K	
Coverage		남북한 포함 1.2°빔	
TWTA 출력		82 W(미정)	

- 일대 다지점간의 패킷 데이터 통신망
- 공용지구국(Hub)를 중심으로 전국 어디서나 VSAT망 구성 가능
- 회선구성, 증설 및 변경 간편

1.2 위성전용망(고속회선-TSAT)

이것은 고객사의 사업장 구내에 고속 위성통신지구국을 설치하여 지상구간없이 전국 어디서나 음성, 데이터등의 전용통신망 구성하는 서비스를 말한다.

1.2.1 이용분야

음성, Fax, 데이터, 화상회의등의 사설 전용통신망/금융기관, VAN사업자, 그룹사등의 주요간선망 또는 Back-up 망

1.2.2 주요특성

- 다양한 응용서비스(고속데이터, 영상회의, 음성, Fax등) 제공
- 지상구간 없이 이용자별로 전용망(Star/ Mesh) 구성
- 접속카드(Interface Card)별 전송특성
 - T1/E1 Card : 1,544 Mbps, 2,048 Mbps 1 port/Card
 - Data Card : 2.4 ~ 512 Kbps 2 port/Card
 - Voice Card : Analog 64 Kbps/Card

1.3 위성고정비디오(TVRO)

이것은 고품질의 영상신호를 방송 형태로 각지의 사업장에 동시에 전송하는 서비스로 간단한 위성수신 설비만 갖추면 전국 어디서나 수신 가능한 서비스이다.

1.3.1 이용분야

기업체, 그룹사별 사내TV방송, 광고방송(전광판등), TV방송중계/학교, 학원등에서의 원격강의, 경마중계

1.3.2 주요특성

- 비디오 또는 음성신호를 압축(MPEG-II) 하여 방송 형태로 전송
- 비디오 : 동화상(3~12Mbps) 또는 정지 화상 1 채널 전송
 - 음성 : 광대역(15KHz) 4채널 전송
 - 부가기능 : 단방향 데이터 전송 (19.2Kbps)
 - 고객사 송출 스튜디오부터 공용지구국 까지 광

통신 이용

1.4 위성이동중계(SNG)

이것은 차량형과 휴대형 위성 이동중계장비(SNG:Satellite News Gathering)을 이용하여 전국 어디서나 현장에서 영상프로그램을 전송하는 서비스를 말한다.

1.4.1 이용분야

방송국등에서의 뉴스취재, 스포츠중계, 행사중계, 사건 및 사고중계/재해지역 또는 산악, 도서지역에서의 긴급영상 전송

1.4.2 주요특성

- 산간, 도서, 벽지등 전국 어디서나 직접 현장중계에 이용
- 위성이동중계 장비와 한국통신의 위성지구국을 이용하여 신호 전송
- SNG 시스템의 전송특성
 - 비디오 : 송수신 1회선(7Mbps~12Mbps)
 - 음성 : 스테레오 1채널(모노 2채널)
 - O/W : 4 wire 4Ch.

1.5 위성이동데이터(SMDS)

공공기관, 기업체등에서 차량, 선박과 같은 이동체 관리를 위하여 이동중인 이동체의 위치 확인은 물론 이동경로등의 정보를 전자지도를 통해 확인하고 상호간에 저속의 데이터 통신을 할 수 있는 서비스

1.5.1 이용분야

이동체(차량, 선박등)의 실시간 위치확인, 저속데이터 통신/화물운송회사, 해운사, 경비용역회사등에서의 이동체 관리

1.5.2 주요특성

- 전자지도에서 이동체 위치정보 확인 (GPS위성 이용 좌표확인)
- 이동체와의 양방향 저속 데이터 통신
 - SMDS단말기 ↔ 위성지구국:165bps
 - 위성지구국 ↔ 고객통신센터:9.6Kbps

1.6 위성중계기 임대서비스

통신 또는 방송용 위성중계기의 일정대역(채널)을 임대하는 서비스로 고객사별로 자체의 위성지구국 시설을 설치하고 운용함(단, 방송용 위성중계기는 한국

통신이 설치한 송출지국국 이용 가능)

1.6.1 이용분야

- 전대역 서비스: 하나의 통신용중계기 대역을 점유하여 이용
- 분할대역 서비스: 통신용중계기의 일정 대역을 분할하여 임대
- 채널기준 서비스: 방송용 채널단위 임대

1.7 위성방송 서비스

방송국에서 제작한 고품질, 고음질의 위성방송 프로그램을 무궁화위성의 방송용중계기를 이용하여 전송하는 서비스로 한반도 전역 및 주변국에서도 간단한 수신기로 난시청지역 없이 수신 가능

1.7.1 주요특성

- 고품질 신호를 압축(MPEG-II)하여 방송
 - 비디오 : 동화상(3~15Mbps), 중계기당 4~6개 채널
 - 음성 : 96Kbps~386Kbps/채널
- 방송사에서 송출 한국통신 스튜디오까지는 광통신 방식 이용

1.8 종합유선방송 프로그램 전송 서비스

케이블을 통해 방송될 다채널 종합유선방송(CATV) 프로그램을 프로그램공급(PP)사로부터 방송국까지 전송하는 서비스

1.8.1 주요특성

- 위성통신망과 광통신에 의한 전천후 프로그램 전송망
 - 비디오 : 11Mbps 1채널
 - 음성 : 4개채널(2 스테레오)
 - 부가기능 : 단방향전송(1.2~19.2Kbps)
 - 위성망외장시 광통신망으로 자동 절체
- 프로그램 공급사로 부터 위성 송출지국국까지는 광통신 방식 이용
- 지역별 종합유선방송국에 위성 수신설비 설치 : 안테나 직경 3.7 m

2. 신규 서비스

2.1 지역위성 서비스(Ku밴드 FSS 가변빔)

위에서 언급한 바와 같이 3호위성에는 가변빔이 장

착되어 있어 1, 2호에서는 제공이 불가능하였던 지역 위성 서비스를 제공할 예정이다. 즉, 기존의 1, 2호 위성은 서비스 지역이 국내에 한정되어 지역위성 사업 기반을 구축할 필요성이 대두되었다. 따라서 아시아-태평양 지역에 잠재된 Ku밴드 주파수 자원을 확보하기 위하여 3호 위성에는 가변빔 안테나를 장착하도록 설계되었다. 서비스 가능 지역은 아시아-태평양이 될 것이다. 가변빔 안테나는 일반적인 지역 위성용 안테나에 비해 서비스 영역이 작은 스팟빔(spot beam)을 사용하기 때문에 송신출력과 수신감도가 좋아 고품질의 서비스 제공이 가능하다. 또한 가변빔을 이용하여 서비스 지역을 수시로 변경할 수 있기 때문에 아시아-태평양 지역내 어느 곳이라도 서비스 수요가 있을 경우 서비스 제공이 가능하다.

가변빔 안테나를 이용한 서비스 수용방안으로는 다음과 같이 여러가지가 가능하다. 첫째로 아시아 지역 스포츠 행사 중계용으로 활용이 가능하다. 가령 2000년 개최 예정인 시드니 올림픽이나 2002년 개최 예정인 월드컵축구등과 같은 중계서비스를 종전에는 Intelsat을 임대하여 서비스를 제공하였으나 앞으로는 3호위성을 이용하여 이와 같은 서비스를 제공할 수 있다. 둘째로는 한반도 주변국의 재외국민 및 동남아 등의 해외지사와 국내 본사와의 통신망 제공을 들 수 있다. 셋째로는 남북간의 무역이 활발해질 경우 예상되는 통신망 구축에 활용할 수 있으며, 한반도의 통일이 이루어질 경우 급증하게 될 통신망 수요에 대처할 수 있다. 마지막으로 네번째 방안으로는 동남아지역 사업자에게 중계기를 임대하는 방안을 들 수 있다.

위에서 설명한 서비스에 대한 가능성 및 수요에 따라서 가변빔의 크기가 결정될 예정이다. 현재는 빔크기를 3°로 예정하고 있으나 한국통신의 서비스에 대한 충분한 검토결과에 따라서 빔크기를 변경하는 방안도 검토중이다.

2.2 Ka밴드 서비스

3호위성의 Ka밴드에는 대역폭이 200MHz이며 고품력의 TWTA를 탑재하여 3개의 채널이 서비스를 제공할 예정이다. 이것은 향후 초고속 통신 서비스에 대비하여 OC3급인 155Mbps까지의 초고속 전송이 가능하며, 서비스 대상도 그림3과 같이 한반도 전체를 선택하여 통일 후 남북전역의 서비스 수요에 대처하기 위해 설계되었다.

제공가능한 서비스는 다음과 같다.

2.2.1 광대역 정보검색 서비스(Direct-PC) : 사용자가

위성단말기를 이용하여 국제 또는 국내 정보센터의 정보를 고속으로 받을 수 있는 서비스를 말하며, 대표적인 예가 인터넷 서비스이다.

2.2.2 원격 진료 복지 서비스 : 농어촌 및 산간벽지 지역의 환자를 대도시의 종합국립병원의 전문 의사에게 진료를 받을 수 있도록 위성을 통한 원격진료를 제공하는 서비스이다.

2.2.3 초고속 LAN간 위성통신서비스 : 위성을 통하여 지역간의 초고속(155Mbps) 통신을 제공하는 서비스를 말하며 국내 주요 도시간 기간망 구축에 이용될 예정이다.

2.2.4 기타 : 고속 광대역의 오디오, 데이터 및 영상 등의 멀티 미디어 및 B-ISDN 등의 서비스 제공이 가능하다.

V. 결 론

위성통신용 주파수 자원은 매우 한정적인 것이므로 이에 대한 효율적인 활용기술과 새로운 주파수자원 및 서비스 개발이 필요하다.

미국, 유럽 및 일본등의 선진국에서는 새로운 주파수 대역인 Ka밴드를 이용하여 보다 광대역의 주파수 대역을 확보하여 초고속 통신 및 multimedia 서비스를 위하여 이미 Ka대역의 실험위성을 발사하여 운용해오면서 활발한 연구를 진행하고 있다. 이와 같은 연구 및 축적된 운용 경험을 바탕으로 2000년 초에 서비스를 목적으로 위성(예 : Astrolink, Cyberstar, Spaceway)을 제작/준비중에 있다.

국내에서는 1980년도 하반기부터 Ku밴드 위성통신에 대한 연구가 시작되어 1985년 무궁화위성을 발사함으로써 본격적으로 Ku밴드 대역의 서비스가 제공되고 있다. 2000년 초 부터 서비스를 목적으로 진행 중인 무궁화3호위성에 새로이 탑재될 지역위성용 Ku밴드 가변빔 및 Ka밴드에 대한 많은 연구가 필요하며 이 대역에 대한 위성통신 서비스 개발이 조속히 이루어져야 할 것이다. 3호 위성 발사 후 조속한 신규 서비스가 가능하기 위해서는 먼저 선행되어야 할 사항으로는 첫째로 Ku 밴드 주파수에 대한 아시아-태평양 지역에서의 가능한 서비스 개발 및 주파수 간섭문제에 대한 조사가 이루어져야 한다. 이것은 이 지역에서의 Ku 밴드 주파수 자원을 개발 및 확보한다는 의미 외에 타국가의 인접위성과 이미 간섭이 있는 경우에는 조정을 통하여 서비스를 구분해야 할 것

이다. 둘째로는 아직까지 상용화가 되어 있지 않은 Ka 밴드 주파수 대역에서의 서비스 개발이 조속히 이루어져야 할 것으로 사료된다.

위에서 살펴본 바와 같이 무궁화3호위성은 기존의 1, 2호위성의 서비스를 연계할 뿐만아니라 새로운 서비스를 제공하기 위하여 아시아-태평양 지역의 서비스를 위한 가변빔 안테나를 장착하며 Ka밴드 중계기를 탑재하며 하도록 설계되었다.

따라서 앞으로 무궁화 3호 위성에 탑재될 Ku밴드의 가변빔 및 Ka 대역 주파수 자원을 효율적으로 활용하기 위해서는 3호 위성이 발사되기 전까지 신규 서비스에 대한 개발이 종결되어야 한다. 특히 국내에서는 위성을 이용하여 운용 경험이 전무한 Ka대역 주파수 자원에 대해서는 앞으로 많은 연구가 필요하며, 이 주파수 대역을 이용하여 국내에서 서비스 제공에 필요한 지상에서의 장비 및 서비스 수요자들이 갖추어야 할 장비에 대한 개발이 3호 위성 발사전 까지 마무리 되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 박병호, 이해선 Ka 대역 위성통신 서비스 현황, 한국통신학회지 제13권 제8호 1996.8
- [2] 정준호, 이해선 위성통신시스템 성능분석, 한국통신학회지 제13권 제8호 1996.8
- [3] 서중수 위성통신 주파수 이용현황과 전망, 한국통신학회지 제12권 제6호 1995.6
- [4] 장기승, 김규성 위성통신 기술의 현황 및 전망, 정보통신연구 제10권 제4호 1996.12
- [5] 김홍수, 장기승, 김규성 무궁화3호 위성의 특성과 구현된 중계기 시스템 기술, 위성통신과 우주산업 제4권 제3호 1996.12
- [6] 무궁화3호 위성 Lockheed Martin 제안서 1996.10
- [7] 무궁화3호 위성 기술규격 작성 지원 용역보고서(KTI), 1996.9
- [8] 최주달 무궁화위성 통신서비스 시스템 모형, 위성통신과 우주산업 제4권 제3호 1996.12
- [9] 김원철, 원종남 무궁화 위성사업을 통한 국내 위성기술 개발의 현황과 전망, 위성통신과 우주산업 제4권 제3호 1996.12
- [10] 황보한, 김홍수 무궁화위성 3호 사업의 발전 전략, 위성통신과 우주산업 제4권 제3호 1996.12



황 보 한



장 상 구

- 1960년 2월 : 서울대학교 화학공학 학사
- 1968년 2월 : 경북대학교 대학원 물리학 석사
- 1970년 6월 : 미국 CONNECTICUT 대학원
기계공학 박사
- 1960년 4월~62년 1월 : 한국산업은행 기술부
- 1962년 1월~64년12월 : 독일 STUTTGART 대학교
고은연구소 연구원
- 1965년 3월~68년 8월 : 영남대학교 화학공학과
조교수
- 1968년 9월~70년12월 : 미국 CONNECTICUT 대학
유체 및 열역학연구소 연구원
- 1971년 1월~78년 4월 : 미국 FAIRCHILD 우주항공사
인공위성 시스템 설계 연구원
- 1978년 5월~89년11월 : 미국 MRJ사 기술고문
통신위성 설계, 제작, 시험 발사감리
- 1989년12월~90년11월 : 한국항공우주연구소
소장(초대)
- 1990년 1월~현재 : 한국통신 위성사업본부 본부장
- 1995년 1월~현재 : (사)통신위성·우주산업연구회
부회장

- 1985년 2월 : 인하대학교 전자공학과 학사
- 1988년 2월 : 인하대학교 전자통신 석사
- 1991년 3월~97년 5월 : 한국통신 위성사업본부
위성감리부 전임연구원
- 1997년 6월~현재 : 미국 Lockheed Martin사 파견
현장감리요원