

# 30~50GHz 대역 고정위성업무 공유 방안 연구 (2차년도)

2017. 12.



국립전파연구원

National Radio Research Agency



## 제 출 문

본 보고서를 「30~50GHz 대역 고정위성업무 공유 방안 연구 (2차년도)」  
과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2017. 12. 31.

연구책임자 : 이 경 희 (국제협력팀 위성담당)  
연구 원 : 여 경 진 (국제협력팀 위성담당)  
이 중 철 (국제협력팀 위성담당)



## 요 약 문

정지궤도와 비정지궤도 위성은 각자 명확한 장점과 단점을 가지고 있기에 그 활용에서 차이가 있었다. 그 동안 비정지궤도 위성을 이용한 통신 시스템의 경우 위성과 통신을 유지하는 이동성을 확보하기 위하여 이득과 지향성이 낮은 단말을 사용하여 왔기에 정지궤도 위성과의 주파수 공유가 어려워 별도 전용 협대역 주파수를 사용하였으므로 음성과 저속 데이터 위주였고 대용량 고속 트래픽을 요구하는 응용분야에 사용하진 못하였다.

그러나 광대역 주파수가 분배된 고정위성업무 Ku/Ka 대역에서 정지궤도 위성과 주파수 공유가 가능하면서도 위성 추적에 대한 부담을 줄여줄 수 있는 비정지궤도 위성 시스템들이 개발됨에 따라 고정위성업무가 분배된 30-50 GHz 유사한 비정지궤도 위성 시스템들을 도입할 수 있도록 제도를 정비하자는 요구가 생기게 되었다.

ITU의 전파규칙은 위성망 국제등록 절차, 혼신문제, 조정 등 위성 궤도와 주파수 이용 전반에 대한 사항을 규정하고 있다. 30-50 GHz 대역을 비정지궤도 위성이 원활히 사용하기 위해서 기존업무 보호, 정지궤도 위성망 보호 등을 해결해야 하며 그에 관한 규정들이 ITU 전파규칙에 수록되어야 한다. 이 보고서에선 고정위성업무 Ku/Ka 대역에서 정지궤도 위성과 주파수 공유가 가능한 새로운 비정지궤도 위성 시스템들을 소개하고 Ku/Ka 대역의 정지궤도와 비정지궤도 위성의 주파수 공유 조건을 서술하였다. 그리고, 30-50 GHz 대역에서 비정지궤도 위성을 이용하기 위해 ITU에서 논의하고 있는 사항들을 다루어 2019년도 세계전파통신회의에서 논의에 대응할 수 있도록 하였다.

한편 우리나라가 국제등록 중인 또는 운용 중인 위성망을 보호하기 위하여 우리나라 위성 인접궤도 주변에서 실제로 운용 중인 외국 위성에 대한 전반적인 전파측정을 실시한 결과를 수록하였다.



# 목 차

제1장 서론 .....	1
제2장 위성 이용 기술의 발전 .....	3
제1절 비정지궤도 위성 이용 기술의 발전 .....	3
제2절 전파규칙의 비정지궤도 위성망 이용 규정 .....	11
제3장 30/50 GHz 비정지궤도 위성시스템 규제 개발 .....	30
제1절 WRC-19 의제 1.6 .....	30
제2절 ITU-R WP4A의 연구 동향 - 각국 의견 및 CPM 보고서(안) .....	34
제3절 비정지궤도 위성망 국제등록절차 개정 관련 ITU-R SG4 연구 동향 .....	43
제4장 외국 위성망 전파측정 조사 .....	50
제1절 소개 .....	50
제2절 외국 위성망 전파 측정 .....	51
제3절 위성전파 측정 결과 분석 .....	56
제4절 향후 계획 .....	72
제5장 결론 .....	73
참고문헌 .....	74

## 표 목 차

[표 2.1] O3b 서비스 특징 .....	4
[표 2.2] OneWeb 서비스 특징 .....	9
[표 2.3] 전파규칙 표 22-1A .....	17
[표 2.4] 전파규칙 표 22-1B .....	19
[표 2.5] 전파규칙 표 22-1C .....	20
[표 2.6] 전파규칙 표 22-1D .....	21
[표 2.7] 전파규칙 표 22-1E .....	23
[표 2.8] 전파규칙 표 22-2 .....	25
[표 2.9] 전파규칙 표 22-3 .....	26
[표 2.10] 전파규칙 표 22-4A .....	27
[표 2.11] 전파규칙 표 22-4A1 .....	28
[표 2.12] 전파규칙 표 22-4B .....	28
[표 2.13] 전파규칙 표 22-4C .....	29
[표 3.1] WRC-19 의제 .....	30
[표 3.2] 의제 1.6에 대한 ITU-R WP4A 4월 회의 각국 의견 .....	34
[표 3.3] 의제 1.6에 대한 ITU-R WP4A 작업일정 .....	36
[표 3.4] 의제 1.6에 대한 ITU-R WP4A 10월 회의 각국 의견 .....	36
[표 3.5] 의제 7 쟁점(issue) .....	44
[표 3.6] 비정지궤도 위성망 운용개시통보 관련 2017년 4월 WP 4A 회의 기고 .....	46
[표 3.7] 비정지궤도 위성망 운용개시통보 관련 2017년 4월 WP 4A 회의 기고 .....	46
[표 3.8] 비정지궤도 위성망 운용개시통보 관련 마일스톤 접근방법 .....	48
[표 3.9] 비정지궤도 위성망 관련 조정대상 위성망 식별 관련 2017년 4월 WP 4A 회의 기고 .....	49



[표 3.10] 비정지궤도 위성망 관련 조정대상 위성망 식별 관련 2017년 10월 WP 4A 회의 기고 .....	49
[표 4.1] 우리나라 정지궤도 위성 현황 .....	51
[표 4.2] 조사대상 위성 및 측정 대역 .....	52
[표 4.3] IFIC 공표자료 설명 .....	53
[표 4.4] 관련 전파규칙 설명 .....	55
[표 4.5] 전파측정 대상 위성망 제원 .....	56
[표 4.6] 신호 수신 위성망 현황 .....	69
[표 4.7] 신호 미수신 위성망 .....	70
[표 4.8] 측정 항목 .....	71

## 그림 목 차

[그림 2.1] 정지궤도 위성망과 O3b 위성망의 간섭 회피 방법 .....	5
[그림 2.2] O3b 지구국의 위성 트래킹 .....	5
[그림 2.3] O3b의 정지궤도와 간섭 회피 운용 .....	6
[그림 2.4] O3b의 관문국(게이트웨이) 위치 도시 .....	6
[그림 2.5] OneWeb 위성의 배치(constellation) .....	7
[그림 2.6] OneWeb 위성체 .....	8
[그림 2.7] OneWeb 지구국 .....	9
[그림 2.8] OneWeb 지구국 설치 예 .....	9
[그림 2.9] O3b의 정지궤도 지구국과 간섭 회피 운용 .....	10
[그림 2.10] O3b의 정지궤도 우주국과 간섭 회피 운용 .....	10

## 제1장 서론

맥스웰이 이론으로서 그 존재를 예견하고 헤르츠가 실험으로서 실체를 증명한 이래로 전파는 보이지는 않지만 인류가 이용할 수 있는 유한한 자원으로 인정받고 있다. 전파자원은 그 활용 기술에 따라 이용 가치가 정하여 지고, 그 사용함에 의해 다른 사용에 제약을 주는 간섭을 일으킬 수 있다는 점이 일반적인 천연자원과 다른 점이라 할 수 있다.

한편 제2차 세계대전과 그 이후 기술발전으로 인해 인류가 알고 있는 유일한 지구의 자연 위성인 달 이외에 우주물체를 지구 대기권 바깥으로 올릴 수 있게 되었으며, 아서 A 클라크라는 영국의 소설가가 지구 자전 각속도와 동일하게 유지할 수 있는 정지궤도가 지구 적도 약 36,000km 상공에 존재하며 이를 전파통신에 이용할 수 있다는 제안을 함으로서 최초의 정지궤도 통신위성 시대를 예견하였으며, 이 이후로 위성 궤도 자원이 전파자원과 같이 유한한 인류의 자원으로 간주되게 되었다. 궤도 자원 역시 전파자원과 마찬가지로 위성의 능력 즉, 위성 기술에 따라 이용 가치가 달라지고 그 사용에 의하여 다른 궤도 사용에 제약을 주는 간섭을 일으킬 수 있다. 따라서 세계 각국은 새로운 위성을 이용한 새로운 전파 이용기술을 개발하여 이용 가치의 극대화를 도모하는 한 편 위성전파 자원의 선점과 자국의 위성망과 지상망을 보호하기 위하여 끊임없이 노력을 하고 있다.

1980년대까지만 해도 전세계적 통신망을 구축하는 자원으로 위성 영향력이 매우 컸으나 1990년대 위성 이동통신망에 비해 디지털 지상 이동통신이 급격히 확산하기 시작하였고, 특히 21세기에 들어서 스마트폰으로 대표하는 이동통신 주파수 수요가 폭증하면서 기존 위성 방송통신으로 활용하였던 주파수들을 이동통신으로도 분배하여 활용하는 등 위성통신기술의 발전에도 불구하고 위성이 원활하게 이용할 수 있는 주파수 대역들이 점차 협소해지고 있는 상황이 되었다.

한편 이러한 주파수 제약을 극복할 수 있는 새로운 위성통신기술 역시 개발되었는데 특히 광대역 주파수가 분배된 고정위성업무 Ku/Ka 대역에서 정지궤도 위성과 주파수 공유가 가능하면서도 위성 추적에 대한 부담을 줄여줄 수 있는 비정지궤도 위성 시스템인 O3b와 OneWeb이 성공적으로 개발/도입되고 있는 상황이다. 이러한 성공은 고정위성업무가 분배되어 있고 정지궤도

위성망과 공유가 가능할 것으로 예상하는 타 대역에 대한 이용 요구를 유발하였는데 대표적인 대역이 30-50 GHz 대역이다.

국제전기통신연합(ITU : International Telecommunication Union)은 1865년 국제전신연합으로 출범한 이래 전파분야 등을 통합하고 1947년 2차대전 이후 구성된 UN의 전문기구(specialized agency)로 편입함으로서 현재의 ITU 조직으로 재편하게 된다. ITU는 1950년대 구 소련의 스푸트니크 발사 등에 이어 우주의 평화적 이용에 관한 조약 등이 체결되어 위성 궤도 자원과 주파수 문제를 해결하기 위한 연구를 수행하여 1960년대 현재의 사전공표, 조정공표, 통고 같은 기본적 등록 절차에 대한 체계를 갖추게 된다.

2015년 세계전파통신회의(WRC : World Radiocommunication Conference, 이하 WRC-15)는 2019년 WRC(이하 WRC-19)에서 논의할 위성 관련 쟁점들을 도출하였으며 이중 30-50 GHz 대역 비정지궤도 위성시스템 이용 규제체계 개발을 의제 1.6으로 채택하여 향후 동 대역을 비정지궤도 위성시스템이 이용할 경우 정지궤도 위성망과 기존 타업무를 어떻게 보호할 지를 연구하도록 하였다.

본 보고서는 이에 새로운 비정지궤도 위성 시스템으로서 O3b, OneWeb을 소개하고 이들 시스템이 어떻게 정지궤도 위성망을 보호하면서 전파 자원을 유용하게 사용하고 있는지를 보여준다. 그리고 이러한 정지궤도 위성망 보호를 위해 전파규칙이 규정하고 있는 보호 조항을 살펴보도록 한다. 3장에서는 현재 ITU-R WP4A에서 논의하고 있는 30-50 GHz 대역 비정지궤도 위성시스템 이용 규제체계가 어떻게 진행되고 있는지 보여준다.

## 제2장 위성 이용 기술의 발전

### 제1절 비정지궤도 위성 이용 기술의 발전

ITU는 위성업무를 방송/고정/(해상, 항공)이동/지구탐사/기상/무선항행 등 그 통신 목적에 따라 구분을 하고 있으며 주파수 대역별로 사용할 수 있는 위성업무에 차이가 있다. 한편 위성 궤도 특성에 대해서 크게 정지궤도/비정지궤도로 구분하고 있으며 비정지궤도 위성은 다시 저궤도/중궤도/경사궤도 등으로 세분하고 있으나 구체적인 정의를 전파규칙에 수록하고 있지는 않다.

정지궤도 위성의 경우 고정 지점의 지구국이 항상 일정한 지향각을 유지할 수 있는 장점이 있는 반면, 적도 기준 약 3만6천킬로미터라는 고도 때문에 발생할 수 밖에 없는 200 ms에 달하는 송수신 지연은 실시간이 필요한 활용이 곤란한 단점이다. 따라서 정지궤도위성은 초기부터 방송 및 방송 프로그램 중계와 같이 비교적 시간 지연이 큰 문제가 아닌 업무에 활용되어 왔으며 물리적 크기가 크고 고이득인 안테나와 넓은 주파수 대역폭을 활용하여 대용량 전송이 가능하도록 기술이 발전하였다.

비정지궤도 위성의 경우 지구의 시점에서 볼 때 하나의 위성은 어느 시점에 지평선 위로 나타났다가 사라지는 상황을 반복하므로 위성의 궤적을 추적할 수 있는 트래킹 기술을 사용하여 고이득 안테나를 이용한 통신체계를 갖추거나 위성의 수를 늘려서 항상 사용자 위 상공에 위성이 존재하도록 하고 이에 접속할 수 있도록 하는 방식의 통신을 한다. 즉, 위성의 수를 충분히 늘리지 않으면 위성에 항상 접속이 가능하지 않으므로 특히 비정지궤도 통신 위성의 경우 수십개의 위성을 지구 궤도에 올려야 한다. 대표적인 비정지궤도 통신 위성 서비스인 글로벌스타는 44개, 이리듐은 66개의 위성을 궤도 상에 운용하고 있다. 이러한 비정지궤도 위성을 이용한 통신 시스템은 정지궤도 위성통신에 비해 송수신지연이 상대적으로 매우 작은 장점이 있는 반면 고이득 안테나 사용에 제약이 있고 이용 주파수 대역도 상대적으로 작아서 최대 송수신 데이터 속도가 최대 수십~수백 kbps에 불과하였다.

그러나 최근 비정지궤도 위성시스템 기술은 이러한 기술적 제약을 극복하는데 성공하였다. 이러한 극복이 가능하게 된 배경은 정지궤도 위성이 사용하던 Ku,

Ka 대역을 사용하여 더 넓은 주파수 대역을 이용하였으며 복잡한 트래킹 기술이 없어도 고이득 안테나 사용이 가능하도록 한 것이다. 대표적인 최신 비정지궤도 위성시스템은 O3b 시스템과 OneWeb 시스템이 있다.

## 1. O3b 시스템

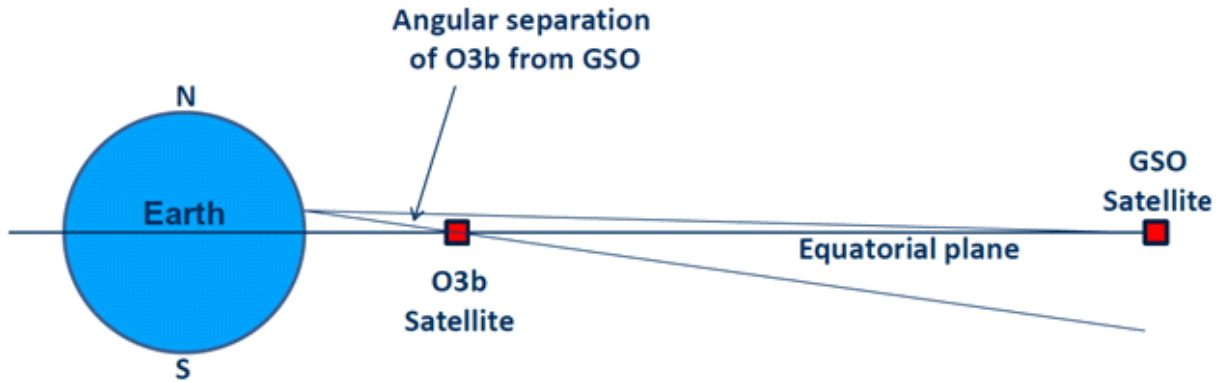
O3b는 2007년 그렉 와일러(Greg Wyler)에 의해 2007년 창립한 회사이다. 보고서를 작성하는 시점에서 O3b는 글로벌 위성 사업자 중 하나인 SES사에 합병되었다. O3b는 영어로 Other 3 Billion의 약자로서 이 위성 서비스 사업자가 목표로 하는 대상이 약3억명의 소비자들에게 위성 서비스를 제공하는 것이기 때문이다.

과거 마이크로소프트 사는 1990년대 초 한때 텔레데식(Teledesic)으로 불리는 비정지궤도 위성 사업을 추진하였으며 이를 위해 ITU에서 비정지궤도 사용 주파수 및 관련 규정을 개정하는데 많은 노력을 기울였다. 그러나 텔레데식은 실제 위성 사업으로 진행하지 못하였고 O3b는 바로 이 Ka대역 텔레데식 주파수를 사용하는 서비스이다. 위성 궤도 측면에서 서비스는 다음과 같은 특징을 가진다.

[표 2.1] O3b 서비스 특징

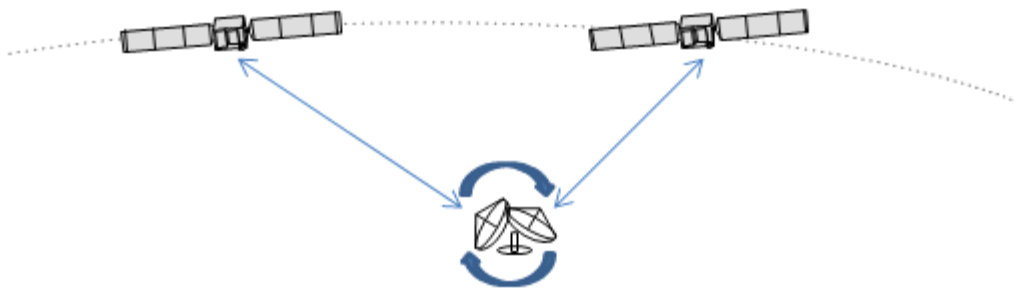
고도 8062 km, 경사각 0도(적도 상공), 원궤도
위성수 12개 위성 (초기 8개, 위성 주기 : 288분)
150 ms 이하 round-trip delay
상·하향 주파수 : Ka대역 (채널 대역폭 216 MHz)
위성마다 12개의 가변빔 사용 (빔 직경 약 700 km)
트래킹 기능이 있는 지구국 사용
고도 차를 이용한 정지궤도와 간섭 회피 (위도 $\pm 5^\circ$ 이내에서 운용시 간섭 발생)

여기서 제일 주목해야 하는 특징은 정지궤도와 동일한 적도 상공의 중궤도를 이용하면서 정지궤도와의 고도차를 이용한 간섭 회피를 한다는 점이다.



[그림 2.1] 정지궤도 위성망과 O3b 위성망의 간섭 회피 방법

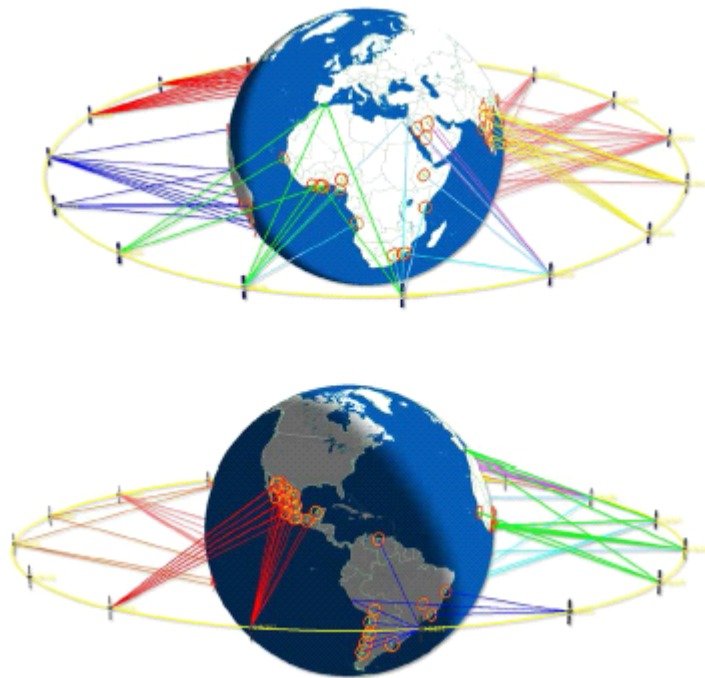
위 그림 2.1과 같이 정지궤도는 약 3만6천km 상공, O3b 위성은 약 8천km 상공에서 지구를 공전하고 있기에 두 위성이 같은 지역을 서비스를 하여도 두 위성과 통신하는 지구국이 지향하는 각도에서 차이가 발생한다. Ka 대역에서 적절한 지구국 운용 조건을 만족하면 이 지향각 차이로 인해 간섭을 회피할 수 있는 방법이 있는 것이다. 다만 서비스 지점이 적도에 가까이 갈수록 이러한 지향각 차이는 적어지므로 간섭 가능성이 커진다. 당연히 최악은 서비스 지역이 적도에 위치하는 경우이다. O3b의 주장에 따르면 적도에서  $\pm 5$ 도 이상인 지역에 서비스하는 경우 정지궤도위성과 O3b 위성은 간섭문제 없는 상호 서비스 이용이 가능하다고 한다. 이런 이유로 처음부터 O3b사는 자신들의 위성서비스를 보급할 중점 지역을 아래 그림 2.3과 같이 중위도 인구 밀집 지역으로 설정하였다.



[그림 2.2] O3b 지구국의 위성 트래킹

또 다른 중요한 특징은 지구국이 위성을 추적하는 트래킹을 단순화 할 수 있다는 점이다. 즉 위성의 궤적은 적도상공을 지나가고 있기 때문에 이와

통신하는 지구국의 트래킹은 기본적으로 원호 모양이 되며 하나의 위성이 상공을 완전히 통과하면 다음 위성이 이 원호에 진입하므로 지구국은 반대 방향으로 트래킹을 하면서 다음 위성과의 통신을 할 수 있다. 따라서 지구국 안테나 제작에 필요한 비용을 절감하면서도 고이득 안테나를 사용할 수가 있다.



[그림 2.3] O3b의 정지궤도와 간섭 회피 운용



[그림 2.4] O3b의 관문국(게이트웨이) 위치 도시



O3b 시스템이 정지궤도 위성과의 간섭문제 때문에 적도 지역을 커버하는데 문제를 가지고는 있으나 그림 2.4에 제시한 바와 같이 인구밀집 대도시의 많은 수가 적도와 위도 차이가  $\pm 5$ 도 이상인 경우가 많으므로 이러한 지역에 대한 서비스에서 충분한 강점을 가진다고 할 수 있다.

### 1. OneWeb 시스템

OneWeb 시스템 역시 O3b를 창립한 그렉 와일러(Greg Wyler)에 의해 WorldVu로 시작한 회사로서 퀄컴(Qualcomm), 버진 아틀랜틱(Virgin Atlantic), 에어버스(Airbus) 등이 투자한 비정지궤도 위성을 이용한 위성 서비스이다. 그동안 통신 서비스에서 소외된 지역을 대상으로 비정지궤도 위성을 이용한 광대역 통신 인프라를 구축하겠다는 목표를 가지고 있다.

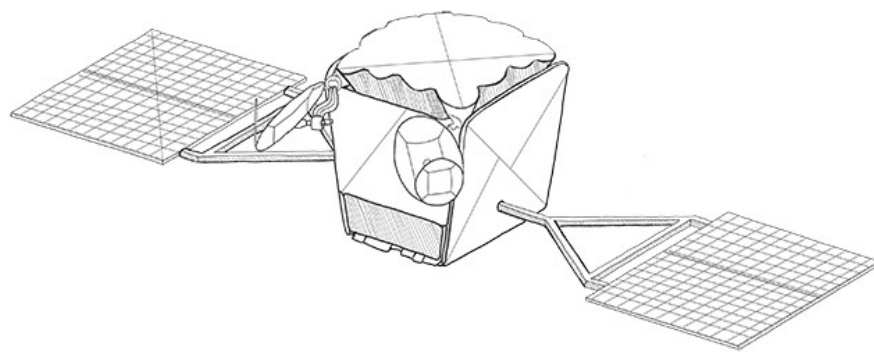
기존 비정지궤도 통신 시스템과 차별화하는 부분은 크게 2가지로 제시할 수 있다. 먼저 운용하는 위성의 개수이다. 2018년 10개 위성을 시작으로 지구 상공에 총 882개의 위성을 올리겠다는 계획을 가지고 있다.



[그림 2.5] OneWeb 위성의 배치(constellation)

개개 위성은 그림 2.6과 같이 매우 간단한 구성을 가진다. 피더링크 통신 및 서비스 제공을 위한 안테나와 중계기가 일반 통신 위성체에 비해 적은 수가 들어가며 크기도 상대적으로 작다. 이러한 작은 물리적 크기로 인해 하나의 로켓 발사체에 수십 개 이상의 위성을 탑재할 수 있다고 한다. 지구국의 경우 일반적으로 우리가 생각하는 접시형 위성 안테나를 탑재한 지구국이 아닌 그림 2.7과 같이 매우 작으며 간단한 구조를 가지고 있다. OneWeb의 지구국은 O3b 지구국과 같은 넓은 트래킹을 하지 않으며 구체적인 커버 영역은 밝혀진 바는 없으나 자신 바로 위 상공에서 지나가는 위성체와 교신하는 정도의 한정된 트래킹 능력만을 가지고 있다.

OneWeb 지구국은 위성을 인프라통신망으로 사용하고 유선 LAN 포트, 무선 LAN(WiFi), 3G나 LTE 이동통신 단말과의 접속을 제공하는 것이 특징이다. 즉 그림 2.8과 같이 외딴 오지의 집이나 공공시설에 설치하여 그 주변이 무선 LAN 핫스팟(hotspot) 또는 이동통신 중계가 가능하도록 할 수 있다.



[그림 2.6] OneWeb 위성체



[그림 2.7] OneWeb 지구국



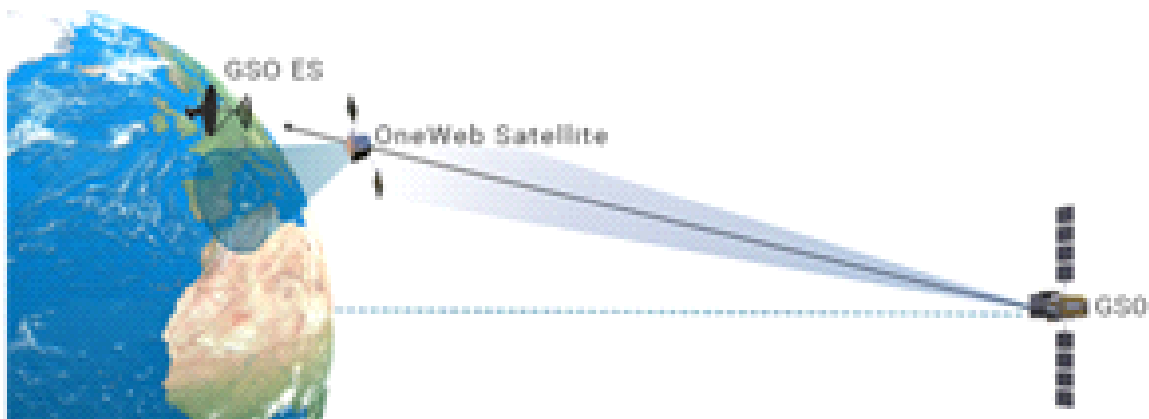
[그림 2.8] OneWeb 지구국 설치 예

[표 2.2] OneWeb 서비스 특징

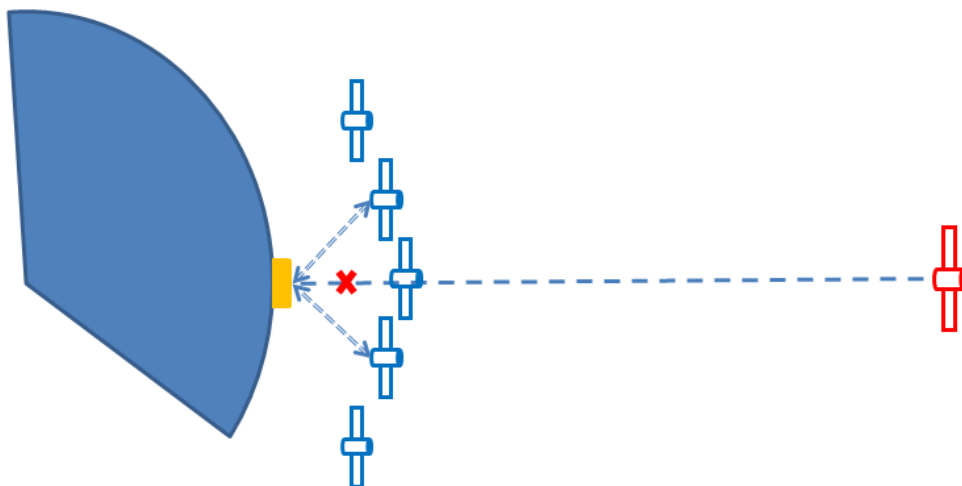
고도 1200 km, 경사각 87.9도, 원궤도
18개 평면 (평면 당 위성수 초기 36 → 최종 49) 총 648 (882)개 위성
지구 전역에 55~75개 피더링크
사용자 링크 - Ku대역, 피더링크 - Ka대역 (고정위성업무 대역)
단순 기능의 위성 사용 (지구와 수직면으로 빔 형성)
트래킹 기능이 없는 지구국 사용
정지궤도를 향하는 빔 사용을 제한하는 간섭 회피 기술 적용

또 다른 특징은 정지궤도와는 간섭 회피 기술을 적용하였다는 점이며, 이는 O3b도 가지고 있는 특징이지만 OneWeb의 간섭회피는 O3b와 많이 다르다. 즉 그림 2.9와 같이 정지궤도 위성과의 지향 이격을 만들어 내는 방법을 쓴다. 정지궤도위성의 지구국은 적도 상공에 있는 정지궤도 위성을

지향하나 OneWeb 위성의 지구국은 자신이 있는 바로 위 상공의 OneWeb 위성만을 찾아 교신을 한다. 그러므로 적도가 아닌 위도에서 정지궤도 지구국과 OneWeb 지구국의 상호 이격을 확보할 수 있다. 그리고, 적도 상공에 OneWeb 지구국이 있을 경우는 그림 2.10과 같은 정지궤도 위성과의 회피 메커니즘이 작동을 한다. 즉 적도 상공 근처의 OneWeb 지구국은 적도 상공을 지나가는 OneWeb 위성과 교신을 하는 것이 아니라 적도 상공을 지나가지 않는 OneWeb 위성과 교신을 하여 정지궤도위성과의 간섭 회피를 하는 것이다.



[그림 2.9] OneWeb의 정지궤도 지구국과 간섭 회피 운용



[그림 2.10] OneWeb의 정지궤도 우주국과 간섭 회피 운용

지금까지 살펴본 비정지궤도 이용 통신서비스인 OneWeb과 O3b는 둘 다 광대역 위성서비스 제공 및 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위한 정지궤도 위성과의

간섭 회피 기술을 채택하고 있다는 공통점이 있다. 이러한 비정지궤도 위성을 이용하여 기존 Ku, Ka대역 고정위성업무 대역에서 정지궤도와 공존하며 서비스할 수 있음이 증명되자 타 고정위성업무 대역도 비정지궤도 위성을 도입하기 위한 논의를 시작하자는 제의가 WRC-15에서 채택되어 WRC-19의제로 채택되었다.

## 제2절 전파규칙의 비정지궤도 위성망 이용 규정

전파규칙(Radio Regulation)에서 비정지궤도 위성에 대한 대표적인 규정은 제22.2호이다.

**22.2 §2** 1) 비정지위성시스템은 전파규칙에서 명시하지 않는 한 전파규칙에 따라 운용하는 고정위성업무와 방송위성업무의 정지위성시스템에 용인할 수 없는 간섭을 주어서는 안되며, 또한 보호를 요청하여서도 안된다. 이 경우에 전파규칙 제**5.43A**호의 규정은 적용하지 않는다. (WRC-07)

**22.4 §3** 29.95-30 GHz 주파수 대역에서는 비정지위성 상의 지구탐사업무의 우주국과 함께 운용하는 정지위성상의 지구탐사업무의 우주국은 다음의 제한사항을 준수하여야 한다.

그 정지위성으로부터의 발사가 정지위성궤도 방향으로 지향되고 고정위성업무의 정지위성시스템으로 수용 불가능한 간섭을 발생하는 경우 그 발사는 허용 간섭값 또는 그 이하로 줄여야 한다.

**22.5 §4** 비정지위성을 사용하는 지구탐사위성업무가 고정위성업무(지구대우주) 또는 기상위성업무(지구대우주)와 공유하는 8025-8400 MHz 주파수 대역에서 지구탐사 업무의 우주국에 의하여 정지위성궤도에서 생성되는 최대전력속밀도는 임의의 어느 4 kHz 대역 내에서 -174 dB(W/m<sup>2</sup>)를 초과하여서는 안된다.

**22.5A §5** 6700-7075 MHz 주파수 대역에서, 고정위성업무의 비정지위성시스템의 발사에 의하여 정지위성궤도에서와 정지위성궤도 주위의 경사도  $\pm 5^\circ$  이내에서 생성되는 최대 총전력속밀도는 어떠한 4 kHz 대역내에도 -168 dB(W/m<sup>2</sup>)를 초과하여서는 안된다. 최대 총전력속밀도는 ITU-R 권고 S.1256-0에 따라 계산되어야 한다. (WRC-15)

이 규정에 따르면 비정지궤도 위성시스템은 정지궤도위성시스템에 불간섭 비보호라는 규정상 일방적으로 불리한 상황이다. 국내 규제 제도에서는

일반적으로 규정이 존재하지 않는 경우 사용이 자유롭다고 해석할 수 있으나 반대로 전파규칙에서 명시하는 조건이 붙어 있는 경우는 이 조항을 적용하지 않으므로 규정이 없는 경우가 더 사용이 자유롭지 않다.

비정지궤도 위성시스템 사용을 위한 전파규칙 제5조 주파수 분배표 내 조항(각주)은 곳곳에서 찾을 수 있다. 경우에 따라서는 비정지궤도 위성시스템으로만 사용할 수 있는 각주도 있기도 하다.

**5.209** 이동위성업무에 의한 137-138 MHz, 148-150.05 MHz, 399.9-400.05 MHz, 400.15-401 MHz, 454-456 MHz 및 459-460 MHz의 주파수대역 사용은 비정지 위성시스템에 한한다. (WRC-97)

이러한 각주와 규정을 모두 찾는 것은 이 보고서의 목적과 맞지 않으므로 앞에서 소개한 O3b와 OneWeb 관련한 내용 위주로 소개하도록 한다.

O3b와 OneWeb이 사용하는 Ku, Ka 대역 관련한 각주를 살펴보면 다음과 같다. 5.484A에 따르면 서술한 대역을 이용하는 비정지궤도 위성시스템은 제9.12호에 의한 타 비정지궤도위성과의 조정을 하여야 하며, 조정공표/통고서 제출이 앞서 있다고 하더라도 정지궤도위성망으로부터 보호받지는 못한다. 또한 운용에 있어서도 간섭발생 시 원인 제거가 가능해야 한다. 5.487A과 5.516도 비슷한 접근을 하고 있다.

**5.43A 1bis)** 타 업무 또는 동일 업무의 타 무선국으로부터 보호를 요청할 수 없는 조건을 전제로 어떤 업무 또는 무선국이 특정 주파수 대역에서 운용할 수 있음을 본 전파규칙에 표기한 경우, 이는 타 업무 또는 동일 업무의 타 무선국으로부터 보호를 요청할 수 없는 무선국은 이들에게 유해간섭을 발생하지 않아야 함을 의미한다. (WRC-2000)

**5.484A** 제2지역에서 10.95-11.2 GHz(우주대지구), 11.45-11.7 GHz (우주대지구) 및 11.7-12.2 GHz (우주대지구), 제3지역에서 12.2-12.75 GHz(우주대지구), 제1지역에서 12.5-12.75 GHz (우주대지구), 13.75-14.5 GHz(지구대우주), 17.8-18.6 GHz (우주대지구), 19.7-20.2 GHz (우주대지구), 27.5-28.6 GHz (지구대우주) 및 29.5-30 GHz(지구대우주) 대역에 대한 고정위성업무용 비정지궤도 위성시스템의 이용은 고정위성업무의 타 비정지궤도 위성시스템과의 조정을 위하여 전파규칙 제9.12호의 규정에 따른다. 고정위성업무의 비정지궤도 위성시스템은 전파통신국이 고정위성업무용 비정지궤도 위성 시스템과 정지궤도 위성망에 대한 완전한 조정자료 또는 통고자료가 접수된 일자와 무관하게 전파규칙에 따라 운용되는 고정위성업무의 정지궤도 위성망으로부터의 보호를 요청해서는

안되며, 전파규칙 제5.43A호는 적용하지 않는다. 상기 대역에서 고정위성업무의 비정지궤도 위성시스템은 운용 중 발생할 수 있는 허용할 수 없는 간섭을 모두 즉각 제거할 수 있어야 한다. (WRC-2000)

**5.487A 추가분배** 제1지역에서의 11.7-12.5 GHz 대역, 제2지역에서의 12.2-12.7 GHz 대역, 제3지역에서의 11.7-12.2 GHz 대역은 1순위 업무로 고정위성업무(우주대지구)로도 분배하되 비정지궤도 위성시스템에 국한하고, 고정위성 업무에서의 타 비정지궤도 위성시스템과의 조정을 위하여 전파규칙 제9.12호의 규정에 따른다. 고정위성업무의 비정지궤도 위성시스템은 전파통신국이 고정위성업무용 비정지궤도 위성 시스템과 정지궤도 위성망에 대한 완전한 조정자료 또는 통고자료가 접수된 일자와 무관하게, 전파규칙에 따라 운용되는 방송위성업무의 정지궤도 위성망으로부터의 보호를 요청해서는 안되며, 전파규칙 제5.43A호는 적용하지 않는다. 상기 대역에서 고정위성업무의 비정지궤도 위성시스템은 운용 중 발생할 수 있는 허용할 수 없는 간섭을 모두 즉각 제거할 수 있어야 한다. (WRC-03)

**5.516** 고정위성업무(지구대우주)의 정지궤도 위성시스템에 의한 17.3-18.1 GHz 대역의 이용은 방송위성업무용 피더링크에 국한한다. 제2지역에서 고정위성업무(지구대우주)에 의한 17.3-17.8 GHz 대역의 이용은 정지궤도 위성에 국한한다. 제2지역에서 12.2-12.7 GHz 대역의 방송위성업무용 피더링크에 의한 17.3-18.1 GHz 대역의 이용에 대해서는 전파규칙 제11조를 참조한다. 고정위성업무의 비정지궤도 위성시스템이 제1지역 및 제3지역에서 17.3-18.1 GHz 대역(지구대우주), 그리고 제2지역에서 17.8-18.1 GHz 대역(지구대우주)을 이용할 경우, 고정위성업무용 타 비정지궤도 위성시스템과의 조정을 위하여 전파규칙 제9.12호의 규정을 적용해야 한다. 고정위성업무용 비정지궤도 위성시스템은 전파통신국이 고정위성업무용 비정지궤도 위성시스템 및 정지궤도 위성망의 완전한 조정 또는 통고자료를 접수한 일자와 무관하게, 전파규칙에 따라 운용되는 고정위성업무의 정지궤도 위성망으로부터의 보호를 요청해서는 안되며, 전파규칙 제5.43A호를 적용하지 않는다. 상기 대역에서 고정위성업무의 비정지궤도 위성시스템은 운용 중 발생할 수 있는 허용할 수 없는 간섭을 즉각 제거해야 한다. (WRC-2000)

**5.523A** 정지궤도와 비정지궤도의 고정위성업무 망이 18.8-19.3 GHz(우주대지구) 및 28.6-29.1 GHz (지구대우주) 대역을 이용할 경우, 이는 전파규칙 제9.11A호의 규정 적용을 전제로 하며, 전파규칙 제22.2호는 적용하지 않는다. 1995 년 11 월 18 일 이전에 조정 중인 정지궤도 위성망을 갖고 있는 주관청은, 이 일자 이전에 전파통신국이 통고자료를 접수한 비정지궤도 위성망과 모든 당사자들이 수용할 수 있는 결론에 도달하는 것을 고려해서 전파규칙 제9.11A호에 따라서 조정할 수 있도록 최대한 협력해야 한다. (WRC-97)

**5.523B** 고정위성업무가 19.3-19.6 GHz(지구대우주) 대역을 이용하는 것은 이동위성업무의 비정지 궤도위성시스템의 피더링크용으로 국한한다. 이러한 이용은 전파규칙 제9.11A호의 규정을 적용하며, 전파규칙 제22.2호는 적용하지 않는다.

**5.523C** 19.3-19.7 GHz 과 29.1-29.5 GHz 대역에서 비정지궤도 이동위성업무 망의 피더링크와 1995년 11월 18일 이전에 전파통신국이 전파규칙 부록4의 완전한 조정자료 또는 통고자료를 접수한 것으로 간주하는 고정위성업무 망의 피더링크 간에는 전파규칙 제22.2호가 계속 적용되어야 한다. (WRC-97)

**5.523D** 비정지궤도 이동위성업무 시스템의 피더링크와 정지궤도 고정위성업무 시스템이 19.3-19.7 GHz(우주대지구) 대역을 이용할 경우, 이는 전파규칙 제9.11A호의 규정을 적용하고, 전파규칙 제22.2호의 규정을 적용하지 않는다. 기타 비정지궤도 고정위성업무가 이 대역을 사용하거나 또는 전파규칙 제5.523C호와 제5.523E호에 명시된 경우에 대해서는 전파규칙 제9.11A호의 규정을 적용하지 않고, 전파규칙 제9조(제9.11A호 제외) 및 제11조의 절차, 그리고 제22.2호 규정을 적용한다. (WRC-97)

**5.523E** 19.6-19.7 GHz 와 29.4-29.5 GHz 대역에서 비정지궤도 이동위성업무 망의 피더링크와 1997년 11월 21일 이전에 전파통신국이 전파규칙 부록 4의 완전한 조정자료 또는 통고자료를 접수한 것으로 간주하는 고정위성업무 망의 피더링크 간에는 전파규칙 제22.2호가 계속 적용되어야 한다. (WRC-97)

**5.535A** 고정위업무에 의한 29.1-29.5 GHz 대역의 이용(지구대우주)은 정지궤도 위성시스템용과 이동위성업무의 비정지궤도 위성시스템 피더링크용으로 국한한다. 이러한 이용에 대해서는 전파규칙 제9.11A호의 규정을 적용하고, 전파규칙 제5.523C호 및 제5.523E호에 나타난 바와 같이, 그 이용에 대해 전파규칙 제9.11A호의 규정을 적용하지 않고, 전파규칙 조문 제9조(제9.11A호 제외) 및 제11조의 절차와 전파규칙 제22.2호의 규정을 계속 적용해야하는 경우를 제외하고, 전파규칙 제22.2호의 규정이 적용되지 않는다. (WRC-97)

**5.537** 27-27.5 GHz 대역에서 위성간업무로 운용되는 비정지궤도 위성을 이용하는 우주업무는 전파규칙 제22.2호의 규정으로부터 면제된다



**5.541A** 29.1-29.5 GHz 대역(지구대우주)에서 운용되는 이동위성업무의 비정지궤도 위성망 및 고정위성업무의 정지궤도 위성망 피더링크는 양 통신망간 상호 간섭 레벨을 감소시키면서 원하는 회선 성능을 만족하기 위해 필요한 전력 레벨에서 지구국 송신이 실행되도록 상향회선의 적응형 전력제어 또는 페이딩 보상의 다른 방법들을 채용해야 한다. 전파통신국이 전파규칙 부록 4의 조정자료를 1996년 5월 17일 이후에 접수한 것으로 간주되는 무선망에 대해 향후 세계 전파통신회의에 의해 변경될 때까지 이러한 방법들이 적용되어야 한다. 이 일자 이전에 전파규칙 부록 4의 조정자료를 제출한 주관청에게 실행 가능한 정도까지 이러한 기법들을 이용할 것을 권장한다. (WRC-2000)

비정지궤도 위성시스템은 정지궤도 위성시스템과 비슷하게 지표면에 대한 전력속밀도 제한 규정도 만족해야 한다. 전파규칙 제22조 우주업무는 비정지궤도 위성시스템이 준수해야 할 전력속밀도 제한을 수록하고 있다.

**22.5C** §6 1) 아래의 표 **22-1A**에서 표 **22-1E**에 열거하는 주파수대역에서 고정위성업무의 비정지위성시스템의 모든 우주국, 반사 위성을 포함하며 모든 조건과 모든 변조 방식에 대하여, 전파 발사에 의해 정지위성 궤도에서 보이는 지표면상의 임의의 지점에서 생성되는 등가전력속밀도  $epfd$ 는 주어진 시간율에 대하여 표 **22-1A**부터 표 **22-1E**에 제시된 제한값을 초과하여서는 안된다. 이 제한값은 정지위성 궤도를 향한 전 방향에 대하여, 표 **22-1A**에서 표 **22-1E**에 규정된 기준대역폭 및 기준안테나로 자유공간 전파 상태에서 얻어지는 등가전력속밀도에 의해 규정된 것이다. (WRC-03)

**22.5C.1** 등가전력속밀도는 하나의 비정지위성시스템에 속하는 모든 우주국에 의하여 지구 표면이나 정지궤도 상에 있는 하나의 정지위성시스템 수신국에서 정지위성 공칭 지향 방향을 유지하고 있는 기준 수신 안테나의 축이탈(off-axis) 정도를 감안하여 산출된다. 등가전력속밀도는 아래의 공식을 사용하여 계산된다:

$$epfd = 10 \cdot \log_{10} \left[ \sum_{i=1}^{N_a} 10^{\frac{P_i}{10}} \cdot \frac{G_i(\theta_i)}{4\pi d_i^2} \cdot \frac{G_r(\phi_i)}{G_{r,max}} \right]$$

여기서:

- $N_a$ : 지구 표면이나 정지궤도상에 있는 정지위성시스템 수신국에서 보이는 비정지위성시스템에 속하는 송신국의 수
- $i$ : 비정지궤도시스템에 속하는 송신국의 지수
- $P_i$ : 비정지위성시스템에의 송신국 안테나 입력단에서 기준대역폭 내의 고주파(RF) 전력(dBW)

- $q_i$ : 비정지위성시스템 송신국의 조준(Boresight)과 정지위성시스템 수신국 방향 간의 축이탈 각도
- $G(q_i)$ : 비정지위성시스템 무선국 송신 안테나의 정지위성시스템 수신국 방향 이득(공칭 지향 방향에 대한 비율로 표시)
- $d_i$ : 비정지위성시스템에 속하는 송신국과 정지위성시스템 수신국 사이의 거리(metres)
- $j_i$ : 정지위성시스템 수신국 안테나의 조준(Boresight)과 비정지위성시스템의  $i$  번째 송신국 방향 간의 축이탈 각도
- $G(j_i)$ : 정지위성시스템 수신국 수신 안테나의 비정지위성시스템의  $i$  번째 송신국 방향의 이득(공칭 지향 방향에 대한 비율로서 표시)
- $G_{r,max}$ : 정지위성시스템 수신국 안테나의 최대이득(공칭 지향 방향 이득에 대한 비율로서 표시)
- $epfd$ : 기준대역폭 내에서 계산된  $\text{dB(W/m}^2\text{)}$ 로 표시되는 등가전력속밀도 (WRC-2000)
- \* 사무국 주석: 이 결의는 WRC-15에서 개정되었다.

[표 2.3] 전파규칙 표 22-1A (WRC-03)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무의  
비정지위성시스템에 의한 복사  $epfd_{\downarrow}$  제한값<sup>3), 4), 5), 6)</sup>

주파수 대역 (GHz)	$epfd_{\downarrow}$ dB(W/m <sup>2</sup> )	$epfd_{\downarrow}$ 값을 초과하지 않는 시간을	기준 대역폭 (kHz)	기준 안테나 직경 및 기준 복사 패턴 <sup>7)</sup>
10.7-11.7 (전지역); 11.7-12.2 (제2지역); 12.2-12.5 (제3지역) 및 12.5-12.75 (제1, 3지역)	-175.4 -174 -170.8 -165.3 -160.4 -160 -160	0 90 99 99.73 99.991 99.997 100	40	60 cm ITU-R 권고 S.1428-1
	-181.9 -178.4 -173.4 -173 -164 -161.6 -161.4 -160.8 -160.5 -160 -160	0 99.5 99.74 99.857 99.954 99.984 99.991 99.997 99.997 99.9993 100	40	1.2 m ITU-R 권고 S.1428-1

**22.5C.2** 특정 정지궤도 고정위성업무 시스템의 수신 지구국에 대하여는 제9.7A호 및 제9.7B호 참조.(WRC-2000)

**22.5C.3** 이 제한값을 부합하는데 있어서 그러한 시스템을 개발하고자 하는 주관청은 부록 30B의 계획에 포함된 할당이 충분히 보호되도록 하여야 한다. (WRC-2000)

**22.5C.4** 표 22-1A에 표시한 제한값에 부가하여 다음의 위성당  $epfd_{\downarrow}$  제한값을 표 22-1A에 열거한 주파수 대역에서 60 cm보다 큰 모든 안테나에 적용한다:

100% 시간율의 $epfd_{\downarrow}$ (dB(W/(m <sup>2</sup> · 40 kHz)))	위도(북 또는 남) (°)
-160	0 < 위도 ≤ 57.5
$-160 + 3.4 (57.5 -  위도 )/4$	57.5 < 위도 ≤ 63.75
-165.3	63.75 < 위도

(WRC-2000)

**22.5C.5**  $epfd_{\downarrow}$  값에 대하여는 선형 데시벨 함수로, 시간율에 대하여는 대수 함수로 놓고 이 제한값의 데이터 포인트를 직선으로 연결하면, 각각의 기준 안테나 직경에 대하여 완전한 그래프가 구성된다.(WRC-2000)

**22.5C.6** 이 표의 제한값을 적용함에 있어서, ITU-R 권고 S.1428-1의 기준 패턴은 고정위성업무의 비정지위성시스템으로부터 고정위성업무의 정지위성시스템으로의 간접 계산을 위해서만 사용되어야 한다. (WRC03)

표22-1A( ㉔ ) (WRC03)

주파수 대역 (GHz)	epfd- dB(W/m <sup>2</sup> )	epfd- 값을 초과하지 않는 시간율	기준 대역폭 (kHz)	기준 안테나 직경 및 기준 복사 패턴 <sup>7</sup>
	-190.45 -189.45 -187.45 -182.4 -182 -168 -164 -162 -160 -160	0 90 99.5 99.7 99.855 99.971 99.988 99.995 99.999 100	40	3 m ITU-R 권고 S.1428-1
	-195.45 -195.45 -190 -190 -172.5 -160 -160	0 99 99.65 99.71 99.99 99.998 100	40	10 m ITU-R 권고 S.1428-1

[표 2.4] 전파규칙 표 22-1B (WRC-03)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무의  
비정지위성시스템에 의한 복사  $epfd\downarrow$  제한값<sup>3, 6, 8)</sup>

주파수 대역 (GHz)	$epfd\downarrow$ (dB(W/m <sup>2</sup> ))	$epfd\downarrow$ 값을 초과할 수 없는 시간을	기준 대역폭 (kHz)	기준 안테나 직경 및 기준 복사 패턴 <sup>7)</sup>
17.8-18.6	-175.4 -175.4 -172.5 -167 -164 -164	0 90 99 99.714 99.971 100	40	1 m ITU-R 권고 S.1428-1
	-161.4 -161.4 -158.5 -153 -150 -150	0 90 99 99.714 99.971 100	1000	
	-178.4 -178.4 -171.4 -170.5 -166 -164 -164	0 99.4 99.9 99.913 99.971 99.977 100	40	2 m ITU-R 권고 S.1428-1
	-164.4 -164.4 -157.4 -156.5 -152 -150 -150	0 99.4 99.9 99.913 99.971 99.977 100	1000	
	-185.4 -185.4 -180 -180 -172 -164 -164	0 99.8 99.8 99.943 99.943 99.998 100	40	5 m ITU-R 권고 S.1428-1
	-171.4 -171.4 -166 -166 -158 -150 -150	0 99.8 99.8 99.943 99.943 99.998 100	1000	

<sup>8</sup> 22.5C.7 비정지위성시스템은 40 kHz 및 1 MHz 기준대역폭 모두에 대하여 이 표의 제한값에 부합하여야 한다. (WRC-2000)

[표 2.5] 전파규칙 표 22-1C (WRC-03)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무의 비정지위성시스템에 의한  
복사  $epfd\downarrow$  제한값<sup>3, 6, 8</sup>

주파수 대역 (GHz)	$epfd\downarrow$ (dB(W/m <sup>2</sup> ))	$epfd\downarrow$ 값을 초과할 수 없는 시간을	기준 대역폭 (kHz)	기준 안테나 직경 및 기준 복사 패턴 <sup>7</sup>
19.7-20.2	-187.4 -182 -172 -154 -154	0 71.429 97.143 99.983 100	40	70 cm ITU-R 권고 S.1428-1
	-173.4 -168 -158 -140 -140	0 71.429 97.143 99.983 100	1000	
	-190.4 -181.4 -170.4 -168.6 -165 -160 -154 -154	0 91 99.8 99.8 99.943 99.943 99.997 100	40	90 cm ITU-R 권고 S.1428-1
	-176.4 -167.4 -156.4 -154.6 -151 -146 -140 -140	0 91 99.8 99.8 99.943 99.943 99.997 100	1000	
	-196.4 -162 -154 -154	0 99.98 99.99943 100	40	2.5 m ITU-R 권고 S.1428-1
	-182.4 -148 -140 -140	0 99.98 99.99943 100	1000	
	-200.4 -189.4 -187.8 -184 -175 -164.2 -154.6 -154 -154	0 90 94 97.143 99.886 99.99 99.999 99.9992 100	40	5 m ITU-R 권고 S.1428-1
	-186.4 -175.4 -173.8 -170 -161 -150.2 -140.6 -140 -140	0 90 94 97.143 99.886 99.99 99.999 99.9992 100	1000	

[표 2.6] 전파규칙 표 22-1D (WRC-15 개정)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무의 비정지위성시스템에 의해서  
30 cm, 45 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, 180 cm, 240 cm 및 300 cm의  
방송위성업무 안테나로 복사되는 epfd↓ 제한값<sup>6, 9), 10), 11)</sup>

주파수 대역 (GHz)	epfd- (dB(W/m <sup>2</sup> ))	epfd- 값을 초과할 수 없는 시간을	기준 대역폭 (kHz)	기준안테나직경 및 기준복사패턴 <sup>12)</sup>
11.7-12.5 제1지역; 11.7-12.2 , 12.5-12.75 제3지역; 12.2-12.7 제2지역	-165.841 -165.541 -164.041 -158.6 -158.6 -158.33 -158.33	0 25 96 98.857 99.429 99.429 100	40	30cm ITU-R 권고 BO.1443-3, 부기 1
	-175.441 -172.441 -169.441 -164 -160.75 -160 -160	0 66 97.75 99.357 99.809 99.986 100	40	45cm ITU-R 권고 BO.1443-3, 부기 1
	-176.441 -173.191 -167.75 -162 -161 -160.2 -160 -160	0 97.8 99.371 99.886 99.943 99.971 99.997 100	40	60cm ITU-R 권고 BO.1443-3, 부기 1

<sup>9</sup> **22.5C.8** 방송위성업무 안테나 직경 180 cm, 240 cm 및 300 cm에 대하여 표 22-1D에 표시한 제한값에 부가하여 다음과 같은 100% 시간을 위성당 epfd↓ 제한값도 표 22-1D에 열거한 주파수 대역에 적용한다.

100% 시간율의 epfd- (dB(W/(m <sup>2</sup> · 40 kHz)))	위도(북 또는 남) (도)
-160	0 <  위도  ≤ 57.5
-160 + 3.4 (57.5 -  위도 )/4	57.5 <  위도  ≤ 63.75
-165.3	63.75 <  위도  (WRC2000)

<sup>10</sup> **22.5C.9** 방송위성업무 지구국 안테나 직경 240 cm에 대하여는 제22.5C.8호에 명시된 위성당 100% 시간율 epfd↓ 제한값에 부가하여 표 22-4C에서 규정한 위성당 100% 시간율 운용 epfd↓ 제한값도 적용한다. (WRC-2000)

<sup>11</sup> **22.5C.10** 이 제한값을 부합하는데 있어서 그러한 시스템을 개발하고자 하는 주관청은 부록 30의 계획에 포함된 할당이 충분히 보호되도록 하여야 한다. (WRC-2000)

<sup>12</sup> **22.5C.11** 이 표의 제한값을 적용함에 있어 ITU-R 권고 BO.1443-3 부기 1의 기준 패턴은 고정위성업무의 비정지궤도위성시스템으로부터 방송위성업무의 정지궤도위성시스템에 미치는 간섭 계산에만 사용되어야 한다. (WRC-15)

표 22-1D( 끝) (개정.WRC-15)

주파수 대역 (GHz)	epfd <sup>-</sup> (dB(W/m <sup>2</sup> ))	epfd <sup>-</sup> 값을 초과할 수 없는 시간을	기준 대역폭 (kHz)	기준안테나직경 및 기준복사패턴 <sup>12</sup>
11.7-12.5 제1지역; 11.7-12.2 및 12.5-12.75 제3지역; 12.2-12.7 제2지역	-178.94 -178.44 -176.44 -171 -165.5 -163 -161 -160 -160	0 33 98 99.429 99.714 99.857 99.943 99.991 100	40	90 cm  ITUR 권고 BO.1443-3, 부기 1
	-182.44 -180.69 -179.19 -178.44 -174.94 -173.75 -173 -169.5 -167.8 -164 -161.9 -161 -160.4 -160	0 90 98.9 98.9 99.5 99.68 99.68 99.85 99.915 99.94 99.97 99.99 99.998 100	40	120 cm ITUR 권고 BO.1443-3, 부기 1
	-184.941 -184.101 -181.691 -176.25 -163.25 -161.5 -160.35 -160 -160	0 33 98.5 99.571 99.946 99.974 99.993 99.999 100	40	180 cm ITUR 권고 BO.1443-3, 부기 1
	-187.441 -186.341 -183.441 -178 -164.4 -161.9 -160.5 -160 -160	0 33 99.25 99.786 99.957 99.983 99.994 99.999 100	40	240 cm ITUR 권고 BO.1443-3, 부기 1
	-191.941 -189.441 -185.941 -180.5 -173 -167 -162 -160 -160	0 33 99.5 99.857 99.914 99.951 99.983 99.991 100	40	300 cm ITUR 권고 BO.1443-3, 부기 1



[표 2.7] 전파규칙 표 22-1E (WRC-03)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무의  
비정지위성시스템에 의한 복사 epfd↓ 제한값

주파수 대역 (MHz)	epfd- (dB(W/m <sup>2</sup> ))	epfd- 값을 초과할 수 없는 시간율	기준대역폭 (kHz)	기준 안테나 직경 및 기준 복사 패턴
3700-4200	-195.4	100	4	1.8 <sup>13</sup>
	-197.9	100	4	2.4 <sup>13</sup>
	-201.6	100	4	3.7 <sup>13</sup>
	-203.3	100	4	4.5 <sup>13</sup>
	-204.5	100	4	5.5 <sup>13</sup>
	-207.5	100	4	8 <sup>13</sup>
	-208.5	100	4	10 <sup>13</sup>
	-212.0	100	4	15 <sup>13)</sup>

<sup>13</sup> 22.5C.12 관련 기준패턴은 다음과 같다:

a) for values of  $\left(\frac{D}{\lambda}\right) \geq 100$ :

$$\begin{aligned}
 G(\varphi) &= G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi\right)^2 & 0 &\leq \varphi < \varphi_m \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= G_1 & \varphi_m &\leq \varphi < \varphi_r \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= 29 - 25 \log \varphi & \varphi_r &\leq \varphi < 20^\circ \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= -3.5 & 20^\circ &\leq \varphi < 26.3^\circ \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= 32 - 25 \log \varphi & 26.3^\circ &\leq \varphi < 48^\circ \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= -10 & 48^\circ &\leq \varphi \leq 180^\circ \text{ 일 경우}
 \end{aligned}$$

b) for values of  $42 \leq \left(\frac{D}{\lambda}\right) < 100$ :

$$\begin{aligned}
 G(\varphi) &= G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi\right)^2 & 0 &\leq \varphi < \varphi_m \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= G_1 & \varphi_m &\leq \varphi < 100 \left(\frac{\lambda}{D}\right) \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= 29 - 25 \log \varphi & 100 \left(\frac{\lambda}{D}\right) &\leq \varphi < 20^\circ \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= -3.5 & 20^\circ &\leq \varphi < 26.3^\circ \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= 32 - 25 \log \varphi & 26.3^\circ &\leq \varphi < 48^\circ \text{ 일 경우} \\
 G(\varphi) &= -10 & 48^\circ &\leq \varphi \leq 180^\circ \text{ 일 경우}
 \end{aligned}$$

<sup>13</sup>**22.5D** 3) 표 22-2에 열거한 주파수 대역에서 고정위성업무의 비정지 위성시스템의 모든 지구국으로부터의 전파 발사에 의하여 정지위성 궤도의 임의 지점에서 생성되는 등가전력속밀도<sup>14)</sup> epfd는 주어진 시간율에 대하여 그리고 모든 조건과 모든 변조 방식에 대하여 표 22-2에 규정한 제한값을 초과하여서는 안된다. 이 제한값은 정지위성 궤도의 임의 지점으로부터 보이는 지표면을 향한 전 방향에 대하여 표 22-2에 규정된 기준 안테나 및 기준대역폭으로 자유공간 전파전파 상태에서 얻어지는 등가전력밀도에 의해 규정된 것이다. (WRC-2000)

<sup>13</sup> 22.5C.12

(계속)

$$c) \quad \left( \frac{D}{\lambda} \right) < 42 \text{ 일 경우:}$$

$$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 \quad 0 \leq \varphi < \varphi_m \text{ 일 경우}$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \varphi_m \leq \varphi < 100 \left( \frac{\lambda}{D} \right) \text{ 일 경우}$$

$$G(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi \quad 100 \left( \frac{\lambda}{D} \right) \leq \varphi < 48^\circ \text{ 일 경우}$$

$$G(\varphi) = -10 \quad 48^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ \text{ 일 경우}$$

여기서:

D: 안테나 직경  
 $\lambda$ : 파장

} 동일한 단위로 표기

$\varphi$ : 안테나의 축이탈 각(도)

$$G_1: \text{첫번째 부엽 이득} = 2 + 15 \log \left( \frac{D}{\lambda} \right) \text{ dBi}$$

$$\varphi_m = \frac{20\lambda}{D} \sqrt{G_{max} - G_1} \text{ 도}$$

$$\varphi_r = 15.85 \left( \frac{D}{\lambda} \right)^{-0.6} \text{ 도}$$

$$G_{max} = 7.7 + 20 \log \left( \frac{D}{\lambda} \right) \text{ dBi (WRC-03)}$$

<sup>14</sup> **22.5D.1** 제22.5C.1호 참조. (WRC-2000)

[표 2.8] 전파규칙 표 22-2 (WRC03)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무의 비정지위성시스템에 의한  
복사  $epfd_{\uparrow}$  제한<sup>15)</sup>

주파수 대역	$epfd -$ (dB(W/m <sup>2</sup> ))	$epfd -$ 제한값을 초과할 수 없는 시간율	기준대역폭 (kHz)	기준 안테나 빔폭 및 기준 복사 패턴 <sup>16)</sup>
5925-6725 MHz	-183.0	100	4	1.5° ITU 권고 R S.672-4, $L_s = -20$
12.5-12.75 GHz 12.75-13.25 GHz 13.75-14.5 GHz	-160	100	40	4° ITUR 권고 S.672-4, $L_s = -20$
17.3-18.1 GHz (제1, 3지역) 17.8-18.1 GHz (제2지역) <sup>17)</sup>	-160	100	40	4° ITUR 권고 S.672-4, $L_s = -20$
27.5-28.6 GHz	-162	100	40	1.55° ITUR 권고 S.672-4, $L_s = -10$
29.5-30 GHz	-162	100	40	1.55° ITUR 권고 S.672-4, $L_s = -10$

22.5E (WRC-2000 삭제)

22.5F 4)표 22-3에 열거된 주파수 대역에서 운용하는 고정위성 업무의비정지 위성시스템에 속하는 모든 우주국(반사 위성을 포함)의 발사에 의하여 정지위성 궤도에서 보이는 지표면상의 임의의 지점에서 생성되는 등가전력속밀도<sup>18)</sup>18  $epfd_{is}$ 는 모든 조건과 모든 변조 방식에 대하여 표 22-3에 제시된 제한값을 같은 표에 표시된 백분율(%)의 시간 동안 초과하여서는 안된다. 이 제한값은 정지궤도의 임의 지점에서 보이는 지표면을 향한 전 방향에 대하여 표 22-3에 규정된 기준 안테나 및 기준대역폭으로 자유공간 전파전파 상태에서 얻어지는 등가 전력 밀도에 의해 규정된 것이다. (WRC-2000)

15 22.5D.2 이 제한값을 부합하는데 있어서 그러한 시스템을 개발하고자 하는 주관청은 부록 30A 및 30B의 계획에 포함된 할당이 충분히 보호되도록 하여야 한다. (WRC-2000)

16 22.5D.3 이 표의 제한값을 적용함에 있어서, ITU-R 권고 S.672-4의 기준 패턴은 고정위성업무의 비정지위성시스템으로부터 고정위성업무의 정지위성시스템으로의 간섭 계산을 위해서만 사용하여야 한다.  $L_s = -10$ 인 경우에는 단일피드 원형빔(single-feed circular beam)에 대하여 ITU-R 권고 S.672-4 부기 1의 방정식에  $a = 1.83$  및  $b = 6.32$ 의 값을 사용하여야 한다. 모든  $L_s$ 에 대하여, 포물선형 주 빔 방정식은 0에서 시작하여야 한다. (WRC-2000)

17 22.5D.4 이  $epfd_{\uparrow}$  값은 제 1, 3지역의 비정지위성 고정위성업무의 지구대우주 방향 전송으로부터 제2지역의 방송위성업무 피더링크를 보호하기 위하여 17.3-17.8 GHz 주파수 대역에도 적용한다. (WRC-2000)

18 22.5F.1 제22.5C.1호 참조. (WRC-2000)

[표 2.9] 전파규칙 표 22-3 (WRC-2000)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무의 비정지위성에 의한  
복사  $epfd_{is}$ 의 제한값<sup>19)</sup><sup>19)</sup>

주파수 대역 (GHz)	$epfd_{is}$ (dB(W/m <sup>2</sup> ))	$epfd_{is}$ 값을 초과하지 않는 시간을	기준 대역폭 (kHz)	기준 안테나 빔 폭 및 기준 복사패턴 <sup>20)</sup>
10.7-11.7 (제1지역) 12.5-12.75 (제1지역) 12.7-12.75 (제2지역)	-160	100	40	4° ITU-R 권고 S.672-4, $L_s = -20$
17.8-18.4	-160	100	40	4° ITU-R 권고 S.672-4, $L_s = -20$

**22.5G** (WRC-2000 삭제)

**22.5H** 5) 제22.5C호(표 22-1E 제외)에서 제22.5D호(5925-6725 MHz 주파수 대역에 대해 표 22-2 제외) 및 제22.5F호에 명시된 제한값은 1997년 11월 22일 이후에 전파통신국에 완전한 조정 또는 통고자료를 적절하게 접수한 고정위성업무의 비정지위성 시스템에 적용한다. 표 22-1E 및 5925-6725 MHz 주파수 대역에 대하여 표 22-2에 명시된 제한값은 2003년 7월 5일 이후에 전파통신국에 완전한 통고자료를 접수한 고정위성업무의 비정지위성시스템에 적용한다. 표 22-4A, 표 22-4A1, 표 22-4B 및 표 22-4C의 제한값은 1997년 11월 22일 이전에 전파통신국에 완전한 조정 또는 통고자료를 적절하게 제출한 고정위성업무의 비정지위성시스템에는 적용하지 않는다. (WRC-03)

**22.5I** 6) 제22.5C호, 제22.5D호 및 제22.5F호의 제한값에 부합하는 고정위성 업무 비정지위성시스템을 운용하는 주관청은 고정위성업무 비정지위성 시스템 으로부터 임의의 운용중인 정지고정위성업무 지구국에 복사되는  $epfd_{\downarrow}$ 가 지구국 안테나 직경이 표 22-4A, 22-4A1, 22-4B 및 22-4C에 주어진 값과 같거나 지구국의 이득이 정지궤도 고정위성 업무위성의 해당 궤도 경사각에 대하여 표 22-4B에 주어진 값 이상인 상황에서, 표 22-4A, 22-4A1, 22-4B 및 22-4C에 정한 운용 제한값 및 추가 운용 제한값을 초과하지 않는다면, 전파통신국이 비정지위성시스템 및 정지위성망에 대하여 완전한 조정자료 혹은 통고자료를 접수한 날짜에 관계없이, 모든 정지 위성망에 대하여 제22.2호에 따른 의무를 이행한 것으로 간주한다. 관련 주관청 간에 별도로 합의한 경우는 예외로 하고, 제22.5C호,

<sup>19</sup> **22.5F.2** 이 제한값을 부합하는데 있어서, 그러한 시스템을 개발하고자 하는 주관청은 부록 30A의 계획에 포함된 할당이 충분히 보호되도록 하여야 한다. (WRC-2000)

<sup>20</sup> **22.5F.3** 이 표의 제한값을 적용함에 있어, ITU-R 권고 S.672-4의 기준 패턴은 고정위성업무의 비정지위성시스템으로부터 고정위성업무의 정지위성시스템으로의 간섭을 계산하는데 한하여 사용하여야 한다. ITU-R 권고 672-4 부기 1의 방정식을 적용함에 있어 포물선형 주 빔 방정식은 0에서 시작하여야 한다. (WRC-2000)

제22.5D호 및 제22.5F호의 제한값을 따라야 하는 고정위성업무 비정지 위성 시스템을 운용하는 주관청은 당해 시스템으로부터 임의의 운용 중인 고정위성업무 정지위성 지구국으로 복사되는  $epfd_{\downarrow}$ 가 지구국 안테나 직경이 표 22-4A, 22-4A1 또는 22-4C에 주어진 값과 같거나 지구국의 이득이 정지궤도 고정위성업무 위성의 해당 경사각에 대하여 표 22-4B에 주어진 값 이상인 상황에서, 표 22-4A, 22-4A1, 22-4B 및 22-4C에 정한 운용 제한값 또는 추가 운용 제한값을 초과하는 경우에는 제22.2호에 의한 의무를 위반한 것으로 간주하고, 제15조(제V절) 조항을 적용하여야 한다. 또한 각 주관청은 그러한 위반이 발생했는지 여부를 결정하기 위하여 적절한 ITU-R 권고를 이용하도록 장려된다. (WRC-03)

[표 2.10] 전파규칙 표 22-4A (WRC-07 개정)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무 비정지위성시스템이 방사하는  $epfd_{\downarrow}$  운용 제한값<sup>21), 22), 23)</sup>

주파수 대역 (GHz)	$epfd_{\downarrow}$ (dB(W/m <sup>2</sup> ))	$epfd_{\downarrow}$ 가 초과하지 않는 시간을	기준 대역폭 (kHz)	고정 위성시스템 수신 지구국 안테나 직경 <sup>24)</sup>	고정 위성의 궤도 기울기 (°)
10.7-11.7 제1, 2, 3지역	-163	100	40	3	≤ 2.5
11.7-12.2 제2지역	-166			6	
	-167.5			9	
	-169.5			≥ 18	
12.2-12.5 제3지역, 12.5-12.75 제1, 3지역 (2005년 12월 31일 이전)	-160	100	40	3	> 2.5 및 ≤ 4.5
	-163			6	
	-164.5			9	
	-166.5			≥ 18	
10.7-11.7 제1, 2, 3지역	-161.25	100	40	3	≤ 2.5
11.7-12.2 제2지역	-164			6	
	-165.5			9	
	-167.5			≥ 18	
12.2-12.5 제3지역, 12.5-12.75 제1, 3지역 (2005년 12월 31일 이전)	-158.25	100	40	3	> 2.5 및 ≤ 4.5
	-161			6	
	-162.5			9	
	-164.5			≥ 18	

<sup>21</sup> 22.5H.1 특정 정지 고정위성업무 수신 지구국에 대하여는 제9.7A호 및 제9.7B호 규정도 참조. (WRC-2000)

<sup>22</sup> 22.5H.2 표 22-4A에 표시한 운용 제한값에 부가하여, 표 22-4A에 열거한 주파수 대역에서 특정 정지궤도 고정위성업무 지구국 안테나 크기에 대하여는 표 22-4A1의 추가 운용 제한값도 적용한다. (WRC-2000)

<sup>23</sup> 22.5H.3 고정위성업무의 비정지위성시스템에서 복사되는  $epfd_{\downarrow}$ 의 운용 제한값은 제22.5C.4호 또는 표 22-4A에 정한 값 중 더 엄격한 값을 적용한다. (WRC-2000)

[표 2.11] 전파규칙 표 22-4A1 (WRC-2000)

고정위성업무의 비정지위성시스템으로부터 고정위성업무의 정지위성시스템의 직경 3 m 및 10 m인 지구국 안테나로 복사되는  $epfd_{\downarrow}$ 의 추가 운용 제한값

$epfd_{\downarrow}$ (dB(W/(m <sup>2</sup> · 40kHz)))	$epfd_{\downarrow}$ 가 초과되지 않는 시간율	고정 위성시스템 수신 지구국 안테나 직경 (m)
-182	99.9	3
-179	99.94	
-176	99.97	
-171	99.98	
-168	99.984	
-165	99.993	
-163	99.999	
-161.25	99.99975	
-161.25	100	
-185	99.97	10
-183	99.98	
-179	99.99	
-175	99.996	
-171	99.998	
-168	99.999	
-166	99.9998	
-166	100	

[표 2.12] 전파규칙 표 22-4B (WRC-2000)

특정 주파수 대역에서 고정위성업무 비정지 시스템으로부터 복사되는  $epfd_{\downarrow}$  운용 제한값<sup>21, 25)</sup>

주파수 대역 (GHz)	$epfd_{\downarrow}$ dB(W/m <sup>2</sup> )	$epfd_{\downarrow}$ 가 초과되지 않는 시간율	기준대역 폭(kHz)	정지위성시스템 수신 지구국 안테나 이득 (dBi)	정지위성의 궤도 경사 (°)
19.7-20.2	-157	100	40	≥ 49	≤ 2.5
	-157	100	40	≥ 43 <sup>25)</sup>	≤ 2.5
	-155	100	40	≥ 49	> 2.5 및 ≤ 4.5
19.7-20.2	-143	100	1000	≥ 49	≤ 2.5
	-143	100	1000	≥ 43 <sup>25)</sup>	≤ 2.5
	-141	100	1000	≥ 49	> 2.5 및 ≤ 4.5
17.8-18.6	-164	100	40	≥ 49	≤ 2.5
	-162	100	40	≥ 49	> 2.5 및 ≤ 4.5
17.8-18.6	-150	100	1000	≥ 49	≤ 2.5
	-148	100	1000	≥ 49	> 2.5 및 ≤ 4.5

<sup>24</sup> **22.5H.4** 안테나의 직경이 이 표에 주어진 제한값 사이의 값인 경우에는 안테나 직경(m)에 대하여는 대수 척도,  $epfd_{\downarrow}$  (dB)에 대하여는 선형 척도를 적용하여 직선 보간법에 의하여 정한다.  
(WRC-2000)

<sup>25</sup> **22.5H.5** 운용 제한값은 적응 부호(Adaptive coding)를 사용하는 고정위성업무 정지위성시스템을 보호하기 위하여 고도 7000 km 이상에서 운용하는 비정지위성시스템에 적용한다.  
(WRC-2000)

[표 2.13] 전파규칙 표 22-4C (WRC-2000)  
특정 주파수 대역에서 고정위성업무 비정지위성시스템으로부터 복사되는  
epfd<sub>↓</sub> 운용 제한값<sup>26)</sup>

주파수 대역 (GHz)	epfd <sub>↓</sub> dB(W/m <sup>2</sup> )	epfd <sub>↓</sub> 가 초과되지 않는 시간율	기준대역 폭(kHz)	고정 위성시스템 수신 지구국 안테나 이득 (m)	정지위성의 궤도 기울기 (°)
12.2-12.7 GHz (제2지역)	-167	100	40	≥ 2.4	≤ 0.5

22.5J 7) 불가항력(*force majeure*)인 경우, 고정위성업무의 비정지위성으로 송출되는 원격 명령과 거리 측정용 반송파에 대하여 표 22-2에 정한 제한값을 적용하지 않는다. (WRC-2000)

22.5K 8) 제22.5C호의 표 22-1A부터 표 22-1D까지에 열거한 주파수 대역에서 고정위성업무 비정지위성시스템을 운용하거나 운용 계획 중인 주관청은 동일 주파수로 운용하는 정지궤도 고정위성업무 및 정지궤도 방송위성업무망으로의 실제 총 간섭값이 결의 76(WRC-2000)의 표 1A부터 1D까지에 주어진 총 전력 레벨을 초과하지 않아야 한다는 결의 76(WRC-2000)의 규정을 적용받는다. 전파규칙에 따라 정지위성망을 운용하는 어떤 주관청이 결의 76(WRC-2000)의 표 1A부터 표 1D까지에 포함된 총 제한값을 초과할 것으로 여겨지는 고정위성업무 비정지위성시스템의 등가전력속밀도를 확인한 경우에는 고정위성 업무의 비정지위성시스템에 책임이 있는 주관청은 결의 76(WRC-2000)\*의 결의사항 2의 규정을 적용받는다. (WRC-2000)

<sup>26</sup> 22.5H.6 이들 제한값은 서경 140°의 서쪽, 북위 60°의 북쪽의 제2지역에 위치하여 91° W, 101° W, 110° W, 119° W, 148° W의 방송위성업무 정지궤도위성을 5°를 초과하는 고도각으로 지향해 있는 정지궤도위성시스템의 지구국에 적용한다. 이 제한값은 15년간의 전환기간 동안 적용한다. (WRC-2000)

\* 사무국의 주: 이 결의는 WRC-15에서 개정되었다.

## 제3장 30/50 GHz 비정지궤도 위성시스템 규제 개발

## 제1절 WRC-19 의제 1.6

아래 표 3.1은 WRC-19 의제를 정리한 표이다.

[표 3.1] WRC-19 의제

의제 번호	WRC-19 의제	ITU책임 그룹
1.1	50-54MHz 대역 제1지역 아마추어업무 분배 검토	WP 5A
1.2	401-403MHz 및 399.9-400.05MHz 대역에서 운용중인 이동위성/기상위성/지구탐사위성업무용 지구국의 출력제한 검토	WP 7B
1.3	460-470MHz 대역의 2순위 기상위성업무 순위승격 및 지구탐사위성업무 1순위 분배 검토	WP 7B
1.4	전파규칙 부록 30(방송위성규정)의 부속서 7(궤도위치 제한) 개정 검토	WP 4A
1.5	17.7-19.7GHz 및 27.5-29.5GHz 대역에서 정지궤도 고정위성 우주국과 통신하는 ESIM(이동 지구국) 운용 검토	WP 4A
1.6	37.5-39.5GHz(우주-지구), 39.5-42.5GHz(우주-지구), 47.2-50.2GHz(지구-우주), 50.4-51.4GHz(지구-우주) 대역 비정지궤도 고정위성시스템의 규제체계 개발 검토	WP 4A
1.7	단기간 임무를 위한 비정지궤도위성 우주운용업무의 관제업무용 주파수 수요 검토	WP 7B
1.8	GMDSS 현대화를 위한 규정 조치 및 GMDSS에 추가 위성시스템 도입 검토 (Global Maritime Distress and Safety System(GMDSS))	WP 5B
1.9	(1.9.1) GMDSS 및 AIS 보호를 위한 156-162.05MHz 대역 내 자율해상무선기기의 규정 조치 검토 (Automatic Identifications System(AIS))	WP 5B
	(1.9.2) 156.0125-157.4375MHz 및 160.6125-162.0375MHz 대역 해상이동위성업무 주파수 분배 및 관련규정 개정 검토	WP 5B
1.10	GADSS 도입 및 이용을 위한 주파수 소요량 및 규정 검토 (Global Aeronautical Distress and Safety System(GADSS))	WP 5B
1.11	철도와 선로주변간 철도무선통신시스템 지원을 위한 국제/지역 주파수 조화 검토	WP 5A
1.12	ITS 구현을 위한 국제/지역 주파수 조화 검토 (Intelligent Transport Systems(ITS))	WP 5A
1.13	차세대 IMT를 위한 이동업무 분배 및 IMT 지정 검토	TG(SG5)
1.14	HAPS를 위한 규정 검토 (High-Altitude Platform Stations(HAPS))	WP 5C
1.15	275-450GHz 대역에서 운용중인 육상이동업무 및 고정업무 응용을 위한 주파수 지정 검토	WP 1A
1.16	5150-5925MHz 대역 WAS/RLAN 용도를 위한 이동업무 주파수 분배 및 규정 검토 (Wireless Access Systems(WAS), Radio Local Area Networks(RLAN))	WP 5A
2	전파규칙에 참조인용된 ITU-R 권고 정비	-
3	WRC 결정에 따라 개정이 요구되는 전파규칙 검토	-
4	이전 WRC의 결의 및 권고에 대한 보정, 교체 또는 삭제로 인한 검토	-
5	전파통신총회 보고서 검토 및 조치	-
6	차기 WRC 준비를 위해 전파통신연구반의 긴급 조치	-
7	위성망 국제등록 규정 절차 개선	WP 4A
8	전파규칙 주파수 분배표 주석 정비	-



의제 번호	WRC-19 의제	ITU책임 그룹
9	전파통신국장 보고서 검토 및 승인	-
	WRC-15 이후 전파통신부문 활동	-
	(9.1.1) 1885-2025MHz 및 2110-2200MHz 대역 IMT 구현	4C/5D
	(9.1.2) 1452-1492MHz 대역 IMT와 방송위성(음성)간 양립성 연구	4A/5D
	(9.1.3) 3700-4200MHz, 4500-4800MHz, 5925-6424MHz, 6725-7025MHz 대역 신규 비정지궤도위성시스템을 위한 기술/운용적 이슈 및 관련규정 연구	WP 4A
9.1	(9.1.4) Stations Board sub-orbital vehicles	WP 5B
1	(9.1.5) 전파규칙 주석 5.447F, 5.450A에 참조인용된 권고 ITU-R M.1638-1, ITU-R M.1849-1의 기술/규정적 영향 검토	WP 5A
	(9.1.6) 전기자동차를 위한 WPT 연구	WP 1B
	(9.1.7) 무허가 지구국 운용 관리 연구	WP 1B
	(9.1.8) 사물인터넷 연구	WP 5D
	(9.1.9) 고정위성업무 추가 주파수 검토	WP 4A
9.2	전파규칙 적용상의 애로사항이나 일관성 결여사항	-
9.3	ITU 헌장의 원칙을 준수하기 위한 신의성실이행	-
10	차기 WRC 의제	-

의제 1.6은 37.5-39.5GHz(우주대지구), 39.5-42.5GHz(우주대지구), 47.2-50.2GHz(지구대우주) 및 50.4-51.4GHz(지구대우주) 고정위성업무 대역 간섭관련 규정이 없을시 비정지궤도 위성은 정지궤도 위성을 무조건 보호해야 하므로 비정지궤도 고정위성의 사용 제고를 위해 정지궤도위성 및 타 업무와 양립을 위한 규정 필요(CEPT, CITELE 제안)하다는 주장이 제기되었다. 이미 Ku, Ka 대역에서 이러한 정지궤도 위성망 및 타 업무 보호를 위한 양립성 기준이 수립되어 있으므로 이를 30/50GHz로 확장하자는 의견이다. WRC-15 논의한 결과 정지궤도 위성망 보호 및 공유, 지구탐사위성업무(EESS)와 전파천문업무의 보호를 보장하면서 비정지궤도 고정위성업무를 운용하기 위한 기술/운용/규정을 검토하기로 하였다. 이에 WRC-15는 관련 결의 159를 작성하고 연구 범위와 내용을 규정하였다.

#### 결의 159 (WRC-15)

37.5-39.5 GHz(우주대지구), 39.5-42.5 GHz(우주대지구), 47.2-50.2 GHz(지구대우주) 및 50.4-51.4 GHz(지구대우주) 주파수 대역의 비정지궤도 고정위성업무 위성시스템을 위한

## 기술적, 운용적 이슈 및 규제 조항 연구

세계전파통신회의(제네바, 2015년)는,

### 다음 사항을 고려하여

- a) 30 GHz 이상의 고정위성업무(FSS) 주파수 대역에서 새로운 기술의 개발 및 구현을 장려할 필요가 있다는 것;
- b) 정지궤도 위성 및 비정지궤도 위성군과 관련하여 30 GHz 이상 대역의 새로운 기술을 사용하는 고정위성업무 시스템은 세계에서 가장 고립된 지역에서도 고용량 저비용 통신을 제공할 수 있다는 것;
- c) 전파규칙은 스펙트럼의 효율적 이용을 보장하기 위해 가능한 한 많은 시스템의 운용을 보장하는 전파통신 기술의 새로운 응용을 도입할 수 있어야 한다는 것;
- d) 제22.2호에 따라 비정지궤도 시스템은 정지궤도 고정위성업무 및 방송위성 업무망에 허용할 수 없는 간섭을 주어서는 안되며, 전파규칙에 특별한 규정이 없는 경우 정지궤도 고정위성업무 및 방송위성업무(BSS) 위성망으로부터 보호를 요청할 수 없다는 것;
- e) 비정지궤도 고정위성업무 시스템은 제22.2호에 따른 정지궤도 고정위성업무 및 방송위성업무(BSS) 위성망을 보호하기 위해 요구되는 방법을 명확하게 함으로써 이득이 있다는 것;
- f) 고정위성업무에서 37.5-51.4 GHz 주파수 대역 내 고정위성업무로 분배된 주파수 대역에서 단기간 운용을 위해 현재 운용중이거나 또는 계획된 정지궤도 위성망과 비정지궤도 위성 시스템이 있다는 것;
- g) 37.5-42.5 GHz(우주대지구), 47.2-50.2 GHz(지구대우주), 50.4-51.4 GHz(지구대 우주) 주파수 대역에서 1) 정지궤도 위성망(해당 대역에서, 고정위성업무, 이동위성업무, 방송위성업무)과 2) 이외의 비정지궤도 고정위성업무 시스템과 주파수를 공유하는 비정지궤도 고정위성업무 위성시스템의 구현 가능성 및 조건을 확인하기 위한 기술적 연구가 필요하다는 것;
- h) 새로운 비정지위성궤도 위성 개발을 고려하여 결의 750(WRC-15 개정)의 검토가 필요할 수 있다는 것,

### 더 나아가 다음 사항을 고려하여

ITU-R 권고 S.1323, S.1325, S.1328, S.1529 및 S.1557은 주파수 공유 연구에 사용될 수 있는 시스템 특성, 운용 요구조건 및 보호기준을 제공한다는 것,

### 다음 사항을 주지하고

- a) 37.5-42.5 GHz(우주대지구), 49.2-50.2 GHz(지구대우주) 및 50.4-51.4 GHz(지구대우주) 주파수 대역에서 정지위성궤도 고정위성업무망 등록 정보는 전파통신국에 제공된다는 것;
- b) 이 정지궤도 위성망의 일부는 운용중이며, 다른 일부는 가까운 미래에 운용될 것이라는 것;
- c) 37.5-38 GHz 주파수 대역은 우주대지구 방향 우주탐사업무(심우주)에 분배되었다는 것과 40.0-40.5 GHz 주파수 대역은 1순위 업무로 지구대우주 방향 우주탐사업무 및

지구탐사위성업무에 분배되었다는 것;

d) 37.5-40.5 GHz 주파수 대역은 2순위 업무로 우주대지구 방향 지구탐사위성업무에 분배되었다는 것,

### 다음 사항을 인지하고

a) WRC-2000에서는 10-30 GHz 대역에서 비정지궤도 고정위성업무위성 시스템으로부터 정지위성궤도 고정위성업무 및 방송위성업무(BSS) 위성망을 보호하기 위해 제22.2호를 명시한 제22.5C호, 제22.5D호 및 제22.5F호의 등가전력속밀도 제한값을 포함한 규정을 채택하였다는 것;

b) 결의 76(WRC-15 개정)은 10-30 GHz 주파수 대역 내에서 정지궤도 고정위성업무 및 정지궤도 방송위성업무(BSS)망을 간섭으로부터 보호하기 위해 비정지궤도 고정위성업무 시스템이 초과하지 않아야 하는 총 전력 제한값을 포함하고 있다는 것;

c) 제5.552호는 47.2-49.2 GHz 주파수 대역을 40.5-42.5 GHz 주파수 대역에서 운용하는 방송위성업무(BSS) 피더링크로 보존할 것을 주관청에게 촉구한다는 것;

d) 제5.554A호는 47.5-47.9 GHz, 48.2-48.54 GHz 및 49.44-50.2 GHz 주파수 대역을 고정위성업무(우주대지구)의 정지궤도위성 사용하는 것을 제한한다는 것;

e) 제21.16호는 37.5-42.5 GHz 주파수 대역에 분배된 고정 및 지상업무를 보호하기 위해 비정지궤도 위성시스템에 적용하는 전력속밀도 제한값을 포함하고 있다는 것;

f) 50.2-50.4 GHz 주파수 대역은 반드시 충분히 보호되어야 하는 지구탐사 위성업무(수동) 및 우주연구업무(수동)에 1순위 업무로 분배되어 있다는 것;

g) 이전 ITU-R 연구결과를 검토한 WRC-03은 37.5-50.2 GHz 주파수 대역 범위에서 정지궤도 고정위성업무 위성망과 공유하기 위한 비정지궤도 고정위성업무 위성 시스템의 조건을 결정하기 위한 추가 연구가 필요하다는 것을 결정하였다는 것;

h) 제5.556호는 51.4-54.25 GHz 주파수 대역에서 전파천문관측이 수행중이며, 관련한 간섭경감방법이 정의되어야 함을 명시하고 있다는 것;

i) 수동업무 또는 전파천문관측 보호를 위한 제한에 대한 모든 개정은 미래를 고려할 필요가 있으며, 이를 다음 사항을 고려하여 j)와 다음 사항을 주지하고 a) 및 b)에 기술된 고정위성업무 망과 시스템에 적용하는 것이 비현실적이라는 것,

### 다음 사항을 ITU-R에 요청할 것을 결의한다

WRC-19까지 다음 사항을 수행, 완료할 것;

1 37.5-42.5 GHz(우주대지구)와 47.2-48.9 GHz(피더링크에 한정), 48.9-50.2 GHz와 50.4-51.4 GHz(지구대우주) 주파수 대역에서 고정위성업무, 이동위성업무, 방송위성업무(BSS) 정지궤도 위성망의 보호를 보장하고, 이 대역에서 미래의 정지위성궤도 위성망 개발에 제약을 주지 않으면서 제21조 규정 변경없이 비정지궤도 고정위성업무 위성 시스템 운용을 위한 기술적, 운용적 이슈 및 규제 조항을 연구;

2 ITU-R에 요청할 것을 결의한다 1에 따른 연구는 고정위성업무 비정지궤도 시스템의 모든 지구국 방사에 의해 정지위성궤도 임의 지점에서 발생하는 등가전력속밀도 또는 정지궤도 고정위성업무 지구국으로 발생하는 등가전력속밀도 제한값 개발에 전적으로 집중해야 한다는 것;

3 위 ITU-R에 요청할 것을 결의한다 1에 열거된 주파수 대역에서 운용하는 비정지궤도

고정위성업무 시스템간 주파수 공유 조건에 대한 연구 및 개발;

4 위 ITU-R에 요청할 것을 결의한다 1에 기술된 주파수 대역에서 운용되거나 운용 예정인 무선망과 시스템으로부터 고정위성업무로의 총 간섭 영향 연구를 포함한, 위 다음 사항을 인지하고 i)를 고려하여 비정지궤도 고정위성업무 송신으로부터 36-37 GHz 과 50.2-50.4 GHz 주파수 대역에서 지구탐사위성업무(수동)의 보호를 보장하기 위한 결의 750(WRC-15 개정)의 개정 필요성 연구;

5 위 ITU-R에 요청할 것을 결의한다 1에 기술된 주파수 대역에서 운용되거나 운용 예정인 무선망과 시스템으로부터 고정위성업무로의 총 간섭 영향 연구를 포함한, 위 다음 사항을 인지하고 i)를 고려하여 42.5-43.5 GHz, 48.94-49.04 GHz 및 51.4-54.25 GHz 주파수 대역에서 비정지궤도 고정위성업무 송신으로부터 전파천문 보호를 보장하기 위한 연구,

더 나아가 다음 사항을 결의한다

위의 연구결과를 고려하고 적절한 조치를 취할 것을 WRC-19에 요청할 것,

다음 사항을 주관청에 요청한다

ITU-R에 기고를 제출함으로서 연구에 참여할 것.

## 제2절 ITU-R WP4A의 연구 동향 - 각국 의견 및 CPM 보고서(안)

### 1. ITU-R WP4A 4월 회의

#### 가. 쟁점 사항

비정지궤도 위성망이 동 대역의 정지궤도위성망과 기존업무의 보호를 보장하면서 주파수를 활용할 수 있는 규정을 제정하는 논의이다.

※ 타 대역에서 이용한 등가전력속밀도(epfd : equivalent power flux density, 비정지궤도위성의 예상 전력을 총합을 계산) 규제 방법의 적정성 및 제한값 설정이 필요하다.

#### 나. 국가별 기고서 또는 의견

[표 3.2] 의제 1.6에 대한 ITU-R WP4A 4월 회의 각국 의견

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	4A/272	미국	50/40 GHz 대역의 고정위성업무에서 비정지궤도 위성과 정지궤도 위성간 공유 방법 관련 신규 권고서 작업문서 작성
2	4A/274	미국	50/40 GHz 대역에서 비정지궤도 위성과 정지궤도 위성간 공유 방법 관련 신규 권고서 및 보고서 작업문서 작성
3	4A/307	캐나다	36-37 GHz 대역 공유 가능, 50.2-50.4 GHz 대역 추가 연구 필요)

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
4	4A/312	캐나다	비정지궤도 위성과 정지궤도 위성간 공유를 위한 고려사항 (방법, 제원, 가정 등)
5	4A/321	중국	Q/V 대역 비정지궤도 위성에서 정지궤도 위성으로의 등가전력속밀도 제한값 연구 결과, 비정지궤도 위성의 저위도 지역으로부터 간섭이 중위도 지역으로부터의 간섭보다 더 심함
6	4A/339	러시아	ITU 권고서 S.1323-2 개정을 위한 작업문서 작성 충분한 감우감쇄를 고려한 방법론 개발 필요
7	4A/340	러시아	47.2 50.2 GHz 과 50.4-51.4 GHz 대역에서 전파천문 지구국 보호를 위한 고정위성업무 비정지궤도 위성 지구국과의 조정 가능 거리 제안

#### 다. 2016년 10월 WP 4A 회의 결과

비정지궤도위성과 정지궤도위성간 공유 연구 관련하여 권고서 S.1323 은 30 GHz 대역 이하에서의 정지궤도위성 보호 기준이므로 신규 권고서 개발을 통해 50/40 GHz 대역에서의 정지궤도위성 보호 기준(안)을 마련하였다. 신규 권고서 S.[50/40 GHz 고정위성업무 공유] 관련하여 중국은 미국의 기고서(Doc.274)의 강우감쇠 수치에 의문을 표시하였으며, 미국은 시간율에 대한 정보 부재로 오해의 소지가 있다는 답변을 하였다. 미국, 러시아는 중국이 기고한 공유 연구에서 전력밀도값 뿐만 아니라 전력속밀도 분석도 고려되어야 하므로 추후 연구에서 전력속밀도도 고려해 줄 것을 요청하였으며 다양한 사례 분석 또한 필요함을 언급하였다. 프랑스는 중국의 등가전력속밀도 계산 과정, 계산 결과, 결과의 신뢰성에 대해 보다 상세한 설명을 첨부하도록 요청하였다.

WP7D에 48.94-49.04GHz 대역과 51.4-54.25 GHz 대역의 전파천문 업무에서 임계간섭전력 결정을 위한 실제 측정 대역폭 확인을 요청하는 연락문서 작성하였다.

CPM 보고서 작업문서 작성 작업에 있어서, 본 의제와 연관성이 없는 14/11 GHz과 30/20 GHz 대역은 혼동 회피를 위해 문구를 삭제하였으며, 그 외 미국이 제안한 작업문서에 큰 반대의견 없이 수용하였다.

#### 라. 향후 수행사항

비정지궤도 위성의 고정업무 이용에 관한 수용 방법론을 확정하는 목표로 작업을 수행하기로 하였으며, WRC-19 의제 1.6 관련 WRC-19 연구 사이클에 따른 작업일정을 아래와 같이 유지하였다.

[표 3.3] 의제 1.6에 대한 ITU-R WP4A 작업일정

구분	'16. 4월	'16. 9월	'17. 1차	'17. 2차	'18. 1차	'18. 2차
작업문서	●	●	●	●	●(SG4 승인)	
연락문서(WP7D)	●	●(필요시)	●(WP 7D)	●(필요시)	●(필요시)	●(필요시)
작업일정	●	●(필요시)	●(필요시)	●(필요시)	●(필요시)	
Draft CPM text	●	●	●	●	●	●(완성)

## 2. ITU-R WP4A 10월 회의

### 가. 쟁점 사항

전차 회의에 이어서 비정지궤도 위성망이 동 대역의 정지궤도위성망과 기존업무의 보호를 보장하면서 주파수를 활용할 수 있는 규정을 제정하는 논의를 계속하였다.

### 나. 국가별 기고서 또는 의견

[표 3.4] 의제 1.6에 대한 ITU-R WP4A 10월 회의 각국 의견

	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	393	IUCAF	o WP4A가 WP7D에 요청한 48.94~49.04GHz, 51.4~54.25GHz 대역에서 RAS의 전체 간섭 전력 임계값을 결정하는 데 이용한 실제 측정 대역폭에 대한 정보 제공
2	412	캐나다	o 50.2~50.4GHz 대역에서 NGSO FSS 시스템과 EESS(수동) 시스템간 간섭분석 결과 제시 - ITU-R 권고 SM.1541의 OOB E 마스크가 ITU-R 권고 RS.2017의 EESS 간섭 기준을 충분히 만족시키지 못하므로 보호대역 또는 필터링과 같은 경감 수단이 고려되어야 함.
3	413	캐나다	o NGSO FSS 시스템간 간섭 경감을 위한 궤도이격 각도 및 지구국 사이트 다이버시티의 효용성 분석결과 제시 - 하향회선의 경우, 궤도를 5도 이격하면 임계값 -12.2dB를 초과하는 동일 선상의 간섭 발생 수를 감소시키는데 효용성이 있음. - 상향회선의 경우도 유사 - 정확한 이격각은 시스템에 좌우되나 확실히 보통 수준의 각도회피가 NGSO FSS 시스템간 양립을 가능하게 하기에 충분함. - 지구국 사이트 다이버시티의 경우, 이격 거리가 100km 이어도 동일선 상의 간섭을 없애기에는 충분하지 않으나, I/N=-12.2dB 초과 확률을 20% 시간율 미만으로 경감하고, 궤도 회피 각도를 추가하면 이격거리를 줄이는데 도움이 될 수 있음.
4	448	ESA	o 인접대역 NGSO FSS 피더링크에 의한 50.2~50.4GHz 대역의 EESS(수동)에 대한 간섭평가 분석결과 제시 - 연구에 이용한 4가지 센서중 nadir scanning 센서와 push broom 센서의 경우가 최악의 경우로 나타났으

	문서번호	제안자	주요 제안내용
			<p>며, 이는 관문국 지구국이 높은 고도각을 갖기 때문임.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정 영역에 많은 수의 관문국을 고려하면, 보호기준을 33dB까지 초과하였고, 관문국수를 2개로 제한하면 약 9dB 초과</li> <li>- 이로써, 결의 750에 명시된 -20dBW/200MHz가 충분하지 않다는 의견 제시</li> </ul>
5	460	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 동 의제 관련 작업계획 수정 제안</li> <li>- 관련그룹을 명확하게 명시</li> <li>- NGSO/GSO FSS 시스템의 기술 특성 설정 작업을 2017년 10월 회의에서 완료하는 것으로 명시</li> </ul>
6	469	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 50/40GHz 대역에서 FSS 공유 이슈를 다루는 권고 초안 작업문서 업데이트 제안</li> <li>- 전력 제어 및 ITU-R 권고 P.1815 전파 분석 내용을 추가</li> <li>· 간섭 페이딩이 간섭 경로에서 전파 페이딩 확률에 따라 변화</li> <li>· 강우 페이딩이 어떤 경우에는 희망 경로에서, 또 다른 경우에는 간섭 경로에서 더 높게 나타남.</li> </ul>
7	470	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 50/40GHz 대역에서 GSO와 NGSO 간 공유보고서 작업문서 업데이트 제안</li> <li>- 지난 5월 회의에서 포함한 Editor's note에 대한 답변을 제시하고, Annex 1에 단일 시스템 GSO 비가용성 증가를 고려한 NGSO와 GSO FSS 시스템간 공유 분석 결과를 추가 제시</li> </ul>
8	471	미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>o CPM 텍스트 초안 업데이트 제안</li> <li>- 연구결과 요약 및 분석 내용을 NGSO와 GSO 시스템 간 공유 검토, NGSO와 GSO 공유 연구, NGSO와 EESS 관련 연구 및 NGSO와 RAS 관련 연구로 세분화</li> </ul>
9	477	이란	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Q/V 대역에서 NGSO 시스템에 의한 GSO 시스템으로의 간섭 연구 결과 제시</li> <li>- 추적 방식이 다른 2개의 시나리오로 나누어 분석한 결과, ITU-R 권고 S.1323에 따라 간섭에 의한 비가용도의 초과 기준이 10%이면, 시나리오2 (최소고도각:40도, GSO 회피각도:10도)의 경우에만 만족하고, 사용자 단말 안테나가 관문국 안테나보다 간섭 영향이 더 크게 나타남.</li> </ul>
10	490	SES	<ul style="list-style-type: none"> <li>o CPM 텍스트 초안 업데이트 제안</li> <li>- 의제 만족 방안에 다음과 같은 전파규칙 개정 포함 제시</li> <li>· No.5.484A 개정: No.9.12에 따라 NGSO FSS 시스템 간 조정을 위해 해당 주파수 대역 포함</li> <li>· 제22조 개정: NGSO FSS 시스템으로부터 GSO FSS/BSS 위성망 보호를 위해 상향 및 하향 epfd 제한값 포함</li> <li>· 결의 750(WRC-15 개정) 개정: NGSO FSS 시스템으로부터 EESS 및 RAS 보호를 위한 불요발사전력 제한값 포함</li> </ul>
11	491	SES	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 동 의제 연구에 활용될 수 있도록 GSO FSS 파라미터 제시</li> <li>- 관문국 위치에 따른 3개의 forward/return 회선 시나리오 제시</li> </ul>

#### 다. 2017년 10월 WP 4A 회의 결과

정지궤도 고정위성업무 위성망과 비정지궤도 고정위성업무 시스템간 공유 연구 관련 보고서 초안에 대한 작업문서를 업데이트하였다. 업데이트 사항은 기존 5개 연구 결과에 다음과 같이 이란, 캐나다 등이 제출한 내용을 다음과 같이 추가하였다.

이란이 제시한 추적 방식이 다른 2개의 시나리오로 나누어 분석한 결과, ITU-R 권고 S.1323에 따라 간섭에 의한 비가용도의 초과 기준이 10%이면, 시나리오 2(최소고도각:40도, GSO 회피각도:10도)의 경우에만 만족한다는 새로운 연구 결과를 추가하였다. 36-37 GHz 및 50.2-50.4 GHz 대역의 비정지궤도 고정위성업무 시스템간 간섭경감 기법 관련 보고서 초안 작업문서 작성에 있어서, 캐나다의 연구 결과를 토대로, 비정지궤도 고정위성업무 시스템간 간섭 경감을 위한 궤도이격 각도 및 지구국 사이트 다이버시티의 효용성을 분석한 결과를 제시하였다. 캐나다의 분석 결과에 따르면, 하향회선의 경우, 궤도를 5도 이격하면 임계값 -12.2 dB를 초과하는 동일 선상의 간섭 발생 수를 감소시키는데 효용성이 있고, 상향회선의 경우도 유사하다. 정확한 이격값은 시스템에 좌우되나 확실히 보통 수준의 각도회피가 비정지궤도 고정위성업무 시스템간 양립을 가능하게 하기에 충분하다. 지구국 사이트 다이버시티의 경우, 이격 거리가 100 km이어도 동일선 상의 간섭을 없애기에는 충분하지 않으나,  $I/N = -12.2$  dB 초과 확률을 20 % 시간을 미만으로 경감이 가능하고, 여기에 궤도 회피 각도를 추가하면 이격거리를 줄이는데 도움이 될 수 있다.

캐나다, ESA 및 IUCAF는 ITU-R 권고 SM.1541의 대역외발사 마스크가 ITU-R 권고 RS.2017의 지구탐사위성업무 간섭 기준을 충분히 만족시키지 못하므로 보호대역 또는 필터링과 같은 경감 수단이 고려되어야 하며, 연구에 이용한 4가지 지구탐사위성업무의 센서중 nadir scanning 센서와 push broom 센서의 경우가 최악의 경우로 나타났으며, 이는 관문국 지구국이 높은 고도각을 갖기 때문이고, 측정 영역에 많은 수의 관문국을 고려하면, 보호기준을 33 dB까지 초과하고, 관문국수를 2개로 제한하면 약 9 dB 초과하고, 전파천문업무 보호를 위한 간섭 전력 임계값 관련 기준 대역폭 제시 (500 kHz, 2.85 GHz)한 연구 결과를 토대로, 수동업무 보호



관련 간섭 분석 결과를 50/40 GHz 대역의 비정지궤도 고정위성업무 시스템으로부터 인접대역의 지구탐사위성업무(수동)와 전파천문업무 보호 관련 보고서 초안 작업문서에 반영하여 업데이트하였다.

#### 라. CPM 보고서 초안 업데이트 작업

검토 대상 주파수 대역에서 비정지궤도 위성 시스템의 제9.12호에 따른 조정을 명확하게 하기 위해 제5.484A호의 개정, epfd 제한값 명시를 위해 제22조의 개정, 그리고 지구탐사위성업무(수동)의 적절한 보호를 위한 불요발사 제한값을 명시하도록 결의 750 (WRC-15 개정) 개정 등을 하나의 방안으로 수록하였다.

### 3. CPM 보고서(안)

#### 가. 요약

ITU-R WP4A는 WRC-15 이후 4번의 회의 동안 WRC-19 의제 1.6의 연구를 완수하기 위한 4개의 작업문서를 개발하여 왔다. 정지궤도 고정위성 업무/비정지궤도 고정위성업무 공유 보고서 하나, 비정지궤도 고정위성업무 사이의 공유 보고서 하나, 비정지궤도 고정위성업무와 지구탐사위성 (수동) 업무와 양립성 연구 하나, 정지궤도 고정위성업무와 비정지궤도 고정위성 업무 사이의 공유 조건을 개괄하는 ITU-R 권고 하나이다.

ITU-R 연구는 이 대역에서 강우, 구름 및 기체 흡수에 의한 전파 감쇠가 존재하며 고정위성업무 위성 링크에 충분히 영향을 줄 수 있음을 보여준다. 이와 같은 높은 주파수 대역에서 전파전파의 상이성을 고려하여, 이 의제와 연관한 연구에 의해 40/50 GHz 주파수 대역에서의 고정위성업무 시스템에 대한 공유 기준에 관한 새로운 권고가 병행해서 개발되고 있다. 이 새 제안 중인 새 권고는 40/50 GHz 주파수 대역에서 주파수를 공유하여 운용하는 고정위성업무 (정지궤도/고정위성업무; 비정지궤도/고정위성업무; 정지궤도 및 비정지궤도/이동위성업무 피더링크들) 사이의 발사에 대한 최대 용인할 수 있는 간섭의 레벨 그리고 적절한 보호 기준을 설정하는데 목적이 있다.

#### 나. 배경

전파규칙 제22조는 비정지궤도 고정위성업무 운용과 정지궤도 고정위성업무 및 방송위성업무의 양립성을 보장하기 위한 규정을 포함한다. 이들 규정들은 전파규칙 제22.2조에 의하여 용인할 수 없는 간섭으로부터 11/14 GHz 및 20/30 GHz

주파수 대역에서 정지궤도위성 고정위성업무 및 방송위성업무망들을 보호하기 위한 상향과 하향 등가전력속밀도(epfd ↑ 및 epfd ↓) 제한이다. 40/50 GHz 주파수 대역에서 전파규칙 제22.2조가 적용되기는 하나 현재 비정지궤도 시스템과 정지궤도망 사이의 공유에 대한 기술적 척도와 규제 프레임워크가 없다.

#### 다. ITU-R 연구 결과의 요약과 분석

##### 1) 정지궤도와 비정지궤도 시스템 간 공유에서 공유 사항과 전파전파 관련 연구

ITU-R 연구는 이 대역에서 강우, 구름 및 기체 흡수에 의한 전파 감쇠가 존재하며 고정위성업무 위성 링크에 충분히 영향을 줄 수 있음을 보여준다. 낮은 주파수 대역에서에 비해 강우 감쇠 및 기체 흡수에 의한 전파전파 영향이 심할 뿐만 아니라 구름에 의한 감쇠의 영향도 40/50 GHz 주파수 대역에서 고정위성업무 업무 내 공유 환경에 심각한 영향을 가지고 있다. 따라서, 40/50 GHz 주파수 대역에서 비정지궤도와 정지궤도 시스템 사이의 공유 기준을 평가하는데 있어서 높은 마진의 대기 감쇠가 존재할 수 있다. 몇몇 특정한 시나리오에서는 링크의 총 감소에 제한적인 영향만을 줄 수 있기는 하나, 각 경로에서 나타날 감쇠에서의 차이나는 부분이 있음을 주의하면서, 이들 전파전파 상이성은 40/50 GHz 주파수 대역에서 공유 분석을 위한 희망 및 간섭 경로 둘 다에 고려되어야 함을 연구들이 보여준다.

##### 2) 정지궤도와 비정지궤도 공유 관련 연구

결의 159는 정지궤도 위성시스템들의 보호를 보장하는 한편 40/50 GHz 주파수 대역에서 비정지궤도 고정위성업무 시스템의 운영에 대한 기술적과 운영적 쟁점들 및 규제 조항들의 연구를 요구한다.

목표는 비정지궤도 시스템의 의해 이들 대역들을 사용할 수 있는 방법들을 식별하는 것이며, 그것에 의해서 스펙트럼 이용을 크게 향상될 것이다. 40/50 GHz 주파수 대역에서 적절한 규제 조항의 개발에 고려되어야만 하는 등가전력속밀도 마스크의 도출 및 전파전파에 대한 고려의 논의를 포함하는 5개의 연구들이 진행 중이다.

이들 연구들 중 하나는 40/50 GHz 주파수 대역에서 합산 비정지궤도 간섭으로부터 동일 주파수의 정지궤도 고정위성업무망의 보호를 보장하기 위한 비정지궤도 시스템에 대한 등가전력속밀도 마스크의 잠정적 개발에 대한 처리를

살펴보고 있고 간섭 프로파일의 결정하기 위한 방법론은 평가될 시스템의 특성에 극단적으로 의존적이라고 결론내리고 있다. 이 연구는 정지궤도 보호 기준은 항상 지켜질 수 있음을 보장하면서도, 등가전력속밀도 마스크는 40/50 GHz 범위에 있는 개별 시스템에 대해 개발될 수 있는 반면, 운영할 모든 비정지궤도 설계 형태를 허용할 수 있는 단일 등가전력속밀도 마스크 정의하는 것은 스펙트럼적으로 효율적이지 않을 수 있다는 점을 발견하였다. 이 연구는 40/50 GHz 대역의 비정지궤도 고정위성업무의 이용의 스펙트럼 효율을 최대화하는 목적인 비정지궤도/정지궤도 공유에 대한 접근이 가능하도록 하는 잠재적 규제 메커니즘을 논의하였다.

추가 연구들도 정지궤도 보호 기준을 지키는 한편 비정지궤도와 정지궤도 시스템 사이의 공유가 가능함을 보여준다.

### 3) 비정지궤도 고정위성업무와 지구탐사위성(수동)업무 공유 고려사항

결의 159는 이들 대역에서 운용하는 운용 중 또는 계획된 망과 시스템으로부터 합산 고정위성업무 간섭의 연구를 포함하여, 계획중인 비정지궤도 시스템으로부터 지구탐사위성업무(수동) 시스템의 보호에 관한 연구들도 요구하고 있다. 하나의 중궤도 및 두 개의 저궤도 비정지궤도 시스템이 36-37 GHz 주파수 대역의 지구탐사위성업무에 주는 영향을 평가하는 연구들이 수행되었다. 이들 연구들은 두 형태의 시스템에 대해 지구탐사위성업무 기준이 초과되지 않음을 보여주고 있다. 47.2-50.2 GHz (지구대우주) 및 50.4-51.4 GHz (지구대우주) 대역에서 고정위성업무 분배는 50.2-50.4 GHz 대역의 지구탐사위성(수동) 분배에 인접해 있으며 결의 750 (WRC-15 개정)의 적용 대상이다.

연구들은 비정지궤도 고정위성업무 시스템 업무들과 게이트웨이 링크들이 50.2-50.4 GHz 주파수 대역의 지구탐사위성업무에 주는 합산 영향을 조사한 결과를 도출하고 있으며 보호 기준이 초과 되고 완화 방법이 필요하다는 것을 보여주고 있다.

### 4) 비정지궤도 고정위성업무와 전파천문업무 공유 고려사항

결의 159는 계획중인 비정지궤도 시스템으로부터 전파천문 시스템의 보호에 관한 연구도 요구하고 있다. 하나의 저궤도와 중궤도 비정지궤도 시스템이 42.5-43.5 GHz, 48.94-49.04 GHz 및 51.4-54.25 GHz 대역의 전파천문업무 시스템으로 주는 영향에 관한 연구가 수행되었다. 이들 연구의 결과는 계획중인 비정지궤도 시스템의 운영으로부터 전파천문시스템을 보호하기 위해서 비정지궤도 시스템에 의한 조정 거리가 사용될 수 있음을 나타내고 있다.

## 라. 의제를 만족할 방안

의제 1.6에 접근하기 위한 세 가지 방안이 제안되었고 아래와 같다.

### 3/1.6/4.1 방안 A

의제 1.6에 식별된 40/50GHz 주파수 대역에 대한 등가전력속밀도 제한을 포함하도록 전파규칙 제22조를 확장

[개발중]

### 3/1.6/4.2 방안 B

정지궤도 비이용성을 증가시키는 최대 허용 가능 퍼센티지에 기반하여 비정지궤도 시스템이 가능하도록 하는 규제적 절차를 포함하도록 전파규칙 제22조를 확장

[개발중]

### 3/1.6/4.3 방안 C

이 방법은 다음 수정사항들을 전파규칙에 포함하는 것이다.

- 37.5-39.5 GHz (우주대지구), 39.5-42.5 GHz (우주대지구), 47.2-50.2 (지구대우주) 및 50.4-51.4 GHz (지구대우주) 대역을 전파규칙 9.12에 의한 비정지궤도 고정위성업무 사이의 조정에 포함시키기 위하여 전파규칙 5.484A를 수정
  - 비정지궤도 고정위성업무 시스템으로부터 정지궤도 고정위성업무망을 보호하기 위해 대상 주파수 범위에서 지구대우주 및 우주대지구 방향의 등가전력속밀도 제한을 포함하도록 전파규칙 제22조를 수정
  - 비정지궤도 고정위성업무 시스템으로부터 지구탐사위성업무 및 우주연구업무를 보호하기 위한 불요 발사 전력을 포함하도록 결의 750 (WRC-15 개정)을 수정
- 마. 규제 절차적 고려 사항

앞 절에서 나온 제안된 방안에 따라 의제를 만족시키기 위한 규제 절차적 고려 사항이 아래와 같이 고려되고 있다.

### 3/1.6/5.1 방안 A

[개발중]

### 3/1.6/5.2 방안 B

[개발중]

### 3/1.6/5.3 방안 C

## 제 5 조 주파수 분배

### IV 절 - 주파수 분배표

#### (2.1 절을 볼 것)

수정

### 제3절 비정지궤도 위성망 국제등록절차 개정 관련 ITU-R SG4 연구 동향

WRC의 항구 의제로서 채택되어 있는 위성망 국제등록 절차 개정을 다루는 의제 7은 SG4 산하 연구반인 WP 4A에서 다루며 위성망 국제등록 관련 전파규칙 전반을 범위로 하므로 논의 범위를 한정하지 않고 참가국이 기고한 기고서의 제안을 쟁점으로 채택하고 관련 논의를 진행하는 형식으로 논의한다. 이러한 쟁점은 매 WP 4A 회의 논의에 따라 새로 추가되기도 하고 삭제되기도 하므로 모든 쟁점이 WRC-19에 상정되지는 않는다. 본 보고서는 2016년도 연구보고서의 WP4A 2016년 연구 소개에 이어 2017년 4월 및 10월에 열린 WP 4A에서 다룬 의제 7 관련 비정지궤도 위성망 국제등록절차 개정 쟁점을 소개한다. 2017년 WP4A 회의에 제기된 의제 7 관련 쟁점(issue)들은 아래 표 3.2와 같다. 이중 비정지궤도 위성망 관련 쟁점은 issue A와 D이다.

[표 3.5] 의제 7 쟁점(issue)

No.	Issue	주요 내용
1	A	o 조정이 요구되는 비정지궤도 위성시스템 주파수 할당의 운용 개시
2	B	o Ka 대역의 고정위성업무와 타 위성업무 간 조정요건을 결정하기 위한 조정이격 각도 적용 - 옵션 A : 1순위 업무간(비정지궤도 고정위성업무↔이동위성업무, 정지궤도 이동위성업무↔이동위성업무) - 옵션 B : 업무순위 무관하게 검토
3	C	o 규정 불일치 해소 및 명확화 등을 위해 ITU-R에서 합의된 이슈 - C1 : 제11조와 부록 30/30A/30B 규정의 불일치 - C2 : 부록 30B의 제6조에 따라 제출되는 주파수 대역 - C3 : 부록 30B의 제6조, 제6.10호 개정 - C4 : 부록 30/30A 위성망의 목록 포함 및 통고 절차를 위해 부록 4 자료 1회 제출 - C5 : 6개월 이내 통고서 재제출 관련 규정(제11.46호) 개정 - C6 : 부록 30B 위성망의 목록 포함 및 통고 절차를 위해 부록 4 자료 1회 제출
4	D	o 제9.12호/제9.12A호/제9.13호[또는 제9.21호]에 따라 조정이 요구되는 위성망 및 시스템의 식별
5	E	o 부록 30B와 부록 30/30A의 조화 - 제1, 3지역 관련 규정 내 - 제1, 3지역 관련 규정과 제2지역 관련 규정 간
6	F	o 부록 30B 목록에 포함되는 과정에서 어려움을 초래할 수 있는 규정의 이행 결여와 관련된 우려사항
7	G	o 부록 30/30A에 따른 위성망 기준값(reference situation)의 업데이트
8	H	o 비정지궤도 위성망/시스템의 부록 4 자료수정 - API 단계에서 주관청이 제공한 정보 기반 비정지궤도 위성망/시스템의 모델링 - 다수 궤도면을 포함하는 비정지궤도 위성시스템의 모델링
9	-	o 주관청이 명시한 평균 대역폭보다 작은 대역폭을 갖는 주파수 할당의 처리 - 4kHz/1MHz 당 최대전력밀도를 제시하고, ITU-R 권고 SF.675의 최신버전 이용
10	-	o 비계획 대역에서 고정위성업무 위성망 국제등록 자료의 최소/최대 발사 파라미터의 검증
11	-	o 부록 30B의 §6.17에 따른 Part B 검사의 어려움에 대한 검토 - 부록 30B 후발 위성망으로부터 영향받는 위성망의 Part B에 대해서만 검사
12	-	o 부록 30의 부속서 1, 섹션 1 수정 - 제1, 3지역 목록의 신규 또는 수정 할당의 전력속밀도 $-103.6$ $\text{dB(W/(m}^2\cdot 27\text{MHz))}$ 를 타 주관청이 동의할 경우 초과 가능하도록 수정 제안

No.	Issue	주요 내용
13		○ 고정위성업무(지구대우주) 대역에서 비정지궤도(LEO/MEO) 위성으로부터 정지궤도 고정위성업무 우주국으로의 위성간 회선에 관한 규정적 문제
14	-	○ 제9.7호/제9.7A호/제9.7B호에 따른 조정에 대해 제9.51호/제9.52호에 따른 코멘트/반대의사를 주관청이 볼 수 있도록 하는 방안 마련 - 옵션 A : 온라인 확인 방법 - 옵션 B : SpaceCom으로 전자적 제출을 통해 BR IFIC 또는 신규 특별란에 정보 공표

## 1. 비정지궤도 위성망 운용개시통보 항목 검토 (의제 7 issue A)

### 가. 논의 배경

WARC-92 회의(세계무선주관청회의)의 결과 중의 하나로 출현한 복수개의 위성으로 구성되는 상업용 비정지궤도 통신 위성군의 경우, BR은 이제까지 계획된 비정지궤도 위성군 중 하나의 위성이 운용되는 경우, 국제등록 중인 궤도면의 수 또는 위성 수와 관계없이 해당 주파수할당이 운용개시한 것으로 간주한다. 지난 10-15년간 수많은 이동위성업무, 무선허행위성업무, 고정위성업무용 비정지궤도 위성군이 구현되었지만, 이들 시스템과 다른 비정지 시스템과의 조정, 이들 시스템과 정지궤도 고정위성업무 및 방송 위성업무간 관련된 새로운 규정들이 채택되었지만, 이들 시스템의 운용개시통보 규정에 대한 개정이 없었다. 최근에 수백 또는 수천개의 비정지궤도 위성을 포함하는 비정지궤도 위성시스템(주로 고정위성업무용)을 위한 파일링이 BR에 제출되었다. 이로 인해 조정이 요구되는 고정위성업무/이동위성업무용 비정지궤도 시스템의 주파수할당에 대한 운용개시통보 검토가 요청되고 있다.

### 나. 쟁점 사항

정지궤도(GSO) 위성망 기준으로 제정된 현행 전파규칙 제11조의 운용개시 관련규정을 비정지궤도 위성군에도 적절히 적용될 수 있도록 관련 규정의 개정 및 추가가 요구된다는 문제 제기에 따라, 조정이 요구되는 비정지궤도 위성시스템에 대한 운용개시통보 관련 규정 변경 필요성을 검토하는 것이다.

### 다. 국가별 기고서 또는 의견

[표 3.6] 비정지궤도 위성망 운용개시통보 관련 2017년 4월 WP 4A 회의 기고

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	276	미국	신규 보고서 초안 작업문서 갱신 제안
2	310	캐나다	신규 보고서 초안 작업문서 갱신 제안 사항 및 추가적으로 고려되어야 할 사항 제안
3	325	인도네시아	지난회의에서 작성한 신규 보고서 초안 작업문서에 포함된 방안 갱신
4	335	룩셈부르크	Non-GSO 위성망/시스템의 주파수 할당 사용개시 관련 보고서 초안 작업문서에 포함된 제 4방안 갱신 제안
5	348	프랑스	non-GSO 위성의 조정 및 통고에 관련된 파라미터 변화에 대한 연구보고

[표 3.7] 비정지궤도 위성망 운용개시통보 관련 2017년 10월 WP 4A 회의 기고

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	397	일본	o 2가지 측면(NGSO 위성시스템의 단일 우주국 BIU의 정의, NGSO 위성시스템군의 BIU 정의)에서 더 명확하게 검토할 것을 제안하고, 현재까지 제시된 다수의 옵션들의 통합이 예상되므로 옵션 목록의 재구성을 제안
2	414	캐나다	o 동 이슈를 다음과 같은 세부 이슈로 나누어 CPM 텍스트 초안을 제시 (규정 개정 방안 미제시) - API 단계에서 NGSO 위성망 또는 시스템에 대해 제공되는 궤도 특성 - 다중 궤도면이 등록되는 경우, NGSO 위성 시스템에 대한 API 및 CR/C에 제공되는 추가적인 정보
3	417	캐나다	o 다음과 같은 기본 원칙들을 근간으로 보고서 초안 작업문서 개정을 제안 - BIU 절차는 NGSO 위성 시스템의 등록된 주파수 할당의 권리와 보호에 필요한 어떠한 후속 조치와도 별개로 다뤄져야 함 - NGSO 위성 시스템에 대한 BIU 절차를 성공적으로 완료하면 규정적 기간까지 이 시스템의 모든 위성들의 배치가 요구되지 않음 - 위성군에서 NGSO 위성들의 배치 완료를 위해 적절한 시간이 주어져야 함 - 동 이슈에서 채택되는 절차들은 FSS 및 BSS가 분배된 대역의 모든 우주업무에 적용되어야 함 - NGSO 위성 시스템들의 주파수 할당 특성의 수정과 관련하여 전파규칙 Nos.9.58/11.43A/11.43B의 이행 절차 개발이 단계적 접근방법에 따라 이루어질 필요가 있음
4	418	캐나다	o ITU-R 권고 S.1503-2의 개정 적용 관련 절차적 이슈에 관한 의견 제시 - 5월 회의 의장보고서에 포함된 ITU-R 권고 S.1503-2 및 관련 소프트웨어 업데이트와 함께 다룰 필요가 있는 이슈들을 강조한 7개의 의견들에 대한 검토결과를 제시하고, 이를 BR에 전달할 것을 제안



연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
5	423	인도네시아	<ul style="list-style-type: none"> <li>o NGSO 위성시스템 주파수 할당의 운용개시 관련 연구 및 특정 대역에서 NGSO FSS 위성시스템에 대한 단계적 배치 검토에 관한 보고서 초안 작업문서 업데이트 제안</li> <li>- NGSO 위성 시스템 BIU 관련 옵션들 중 실제 위성 조건들을 기반으로 위성망 국제등록을 수정하는 옵션 4의 수정 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 통고 주관청이 BIU 정보 제출 시, 운용개시 주파수 범위, 운용개시 궤도면(경사, 원지점, 등등), 운용개시에 이용된 궤도면들 내의 위성 수 등과 같은 추가 정보가 포함되어야 함</li> </ul> </li> </ul>
6	436	영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>o NGOS 시스템 BIU 관련 규정체계 개발을 위해 다음 사항을 제안</li> <li>- 동 이슈 해결방안을 뒷받침하는데 고려되어야 할 원칙들의 정의</li> <li>- 단계적 절차 및 기준을 이용하여 실제로 이 원칙들을 이행할 수 있는 방법의 윤곽화</li> <li>- 전파규칙에 참조 인용되도록 NGSO 시스템에 대한 BIU 규정체계 이행을 나열한 신규 규정 및 신규 결의 개발</li> </ul>
7	488	프랑스	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 전차 회의 의장보고서에서 동 이슈의 방안들의 수를 줄이는데 중점을 둘 필요가 있다고 기술된 것에 주목하여, 동 이슈의 scope을 명확하게 할 것을 제안하고, 동 이슈를 해결하는 방안으로서 단계적 기반의 절차와 No.11.36에 신규 결의(안)(특정 NGSO 시스템 주파수 할당의 통고 특성에 따른 이용 준수)을 참조하도록 하는 규정 개정 방안을 제시</li> </ul>
8	498	룩셈부르크	<ul style="list-style-type: none"> <li>o 보고서 초안 작업문서 수정 제안</li> <li>- 옵션1,4,5삭제</li> <li>- 옵션 2, 3, 6은 각 단계에서 특정 조건을 만족하고, 실제 발사된 위성 수와 일치시키기 위해 국제등록 파라미터를 줄이는 것에 대한 규정적 결과를 설정하는 측면에서 공통점이 있음</li> </ul>

#### 라. 2017년 4월 및 10월 WP 4A 회의 결과

4월 회의에서는 각 국 제안들을 모두 수합한 작업문서를 만들고 의장보고서 붙임(Annex)로 첨부하여 다음 회의에서 관련 논의를 계속하기로 하였다. 10월 회의에서는 동 이슈 논의를 위해 고려되어야 할 7가지 원칙을 설정하고, 특정 주파수 대역에서 특정 업무에 한하여 비정지궤도 위성시스템의 배치를 완료할 수 있도록 기간 연장을 허용하도록 단계적 방법(milestone-based approach)을 적용하는 방안을 논의하여 보고서 작업문서와 CPM 보고서 초안을 업데이트하였다. 기존 6개 방안을

1개 방안으로 통합하였으나, 특정 주파수 대역과 적용 업무에 대한 검토는 차기 회의로 연기하였다.

[표 3.8] 비정지궤도 위성망 운용개시통보 관련 마일스톤 접근방법

제안 방안	마일스톤 수		마일스톤 기간	마일스톤을 만족하는 필수 발사위성 비율	배치 지수 (Deployment Factor)
A	3	1 <sup>st</sup>	7 + [1] years	XX%	ZZ
		2 <sup>nd</sup>	7 + [3] years	YY%	AA
		3 <sup>rd</sup>	7 + 5 years	75%	1.34
B	3	1 <sup>st</sup>	7 + 2 years	8.33%	12
		2 <sup>nd</sup>	7 + 4 years	25%	4
		3 <sup>rd</sup>	7 + 6 years	75%	1.33
C	[3]	1 <sup>st</sup>	7 + [2] years	[10%]	[10]
		2 <sup>nd</sup>	7 + [4] years	[20%]	[5]
		3 <sup>rd</sup>	7 + [8] years	[75%]	1.34
D	[3]	1 <sup>st</sup>	7 + [2] years	[33%]	NA
		2 <sup>nd</sup>	7 + [4] years	[66%]	NA
		3 <sup>rd</sup>	7 + [7] years	[100%]	NA

## 2. 비정지궤도 위성망 관련 조정대상 위성망 식별

### 가. 논의 배경

현재 BR은 조정자료 공표시 주관청이 참고하도록 정보 제공 차원에서 제9.11A, 9.12, 9.12A, 9.13, 9.21호에 대한 조정대상 국가를 식별하여 제공하고 있으나, 세부 조정대상 위성망 정보는 제공하고 있지 않다.

### 나. 쟁점 사항

조정자료 공표시 제9.11A, 9.12, 9.12A, 9.13, 9.21호에 대한 조정대상 식별 결과에 세부 조정대상 위성망을 정보참고용으로 포함하여 제공할 것을 제안하였다.

### 다. 국가별 기고서 또는 의견

[표 3.9] 비정지궤도 위성망 관련 조정대상 위성망 식별 관련 2017년 4월 WP 4A 회의 기고

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	232	영국	RR Nos. <b>9.12</b> , <b>9.12A</b> or <b>9.13</b> 에 따라 조정을 이행할 필요가 있는 특정 위성망과 시스템의 식별
2	309	캐나다	RR Nos. <b>9.12</b> , <b>9.12A</b> 및 <b>9.13</b> [혹은 <b>9.21</b> ]에 따라 조정을 이행할 필요가 있는 특정 위성망 및 시스템의 식별

표 3.13 비정지궤도 위성망 관련 조정대상 위성망 식별 관련 2017년 10월

[표 3.10] 비정지궤도 위성망 관련 조정대상 위성망 식별 관련 2017년 10월 WP 4A 회의 기고

연번	문서번호	제안자	주요 제안내용
1	415	캐나다	o CPM 텍스트 초안 수정 제안 - No.9.21 인용 삭제 - 전체적인 문구 개선
2	439	영국	o CPM 텍스트 초안 수정 제안 - No.9.21 인용 삭제

#### 라. 2017년 4월 및 10월 WP 4A 회의 결과

특정 상황에 국한하여 전파규칙의 개정하고자 하는 동 이슈의 본래 취지를 고려하여, 제9.21호에 따른 조정의 경우는 제외하여 CPM 보고서 초안을 업데이트하였다. 동 이슈를 만족하기 위해, 전파규칙 개정하지 않는 방안 이외에 전파규칙 제9.12호/제9.12A호/제9.13호에 따라 조정이 요구되는 위성망 및 시스템을 식별하여 정보제공용으로 CR/C에 공표하는 방안, 또 이에 덧붙여 이후에 확정 목록을 CR/D에 공표하는 방안 등이 제시되었다.

## 제4장 외국 위성망 전파측정 조사

제4장은 주파수 분배에 따라 주파수 및 궤도를 할당 받은 우리나라 위성망의 보호에 관한 내용이다. 즉, 우리나라가 국제등록 중인 또는 운용 중인 위성망을 보호하기 위하여 우리나라 위성 인접궤도 주변에서 실제로 운용 중인 외국 위성에 대한 전반적인 전파측정을 실시한 결과를 수록하였다.

### 제1절 소개

위성 주파수 및 궤도 자원의 경제적 가치에 대한 인식이 증대함에 따라 일부 지역에서 수요가 많은 위성 주파수 대역에 있어서 위성망간 조정이 점점 힘들어지고 있으며 주파수 간섭에 대한 조정(coordination) 기간의 장기화와 함께 주파수 궤도 자원의 제한에 따른 실제적인 조정이 곤란한 상황으로 나타나고 있는 실정이다. 이러한 상황은 갈수록 심화되고 있으며, 이런 상당부분은 실제 요구에 바탕하지 않은 과다신청(overfiling)으로 인한 paper satellite<sup>27)</sup>의 증가에 원인이 있다고 볼 수 있다. 더불어 궤도 및 주파수 자원의 비효율적인 사용과 전파규칙(Radio Regulations) 상의 조정절차를 제대로 거치지 않고 발사하거나 궤도를 수정하는 등 전파규칙의 비준수도 문제로 지적되어 왔다. 또한, Satellite drift 현상으로 위성 운용 중 위성의 노후화로 위성의 위치, 고도 등에 변화가 발생하여 우리나라에 들어오는 전파세기가 변화하는 가능성도 배제할 수 없게 되었다.

이에 따라 외국 위성망의 실제 운용여부와 우리나라에 주는 외국 위성망의 전파세기가 ITU 국제등록 제원과의 합치하는지 확인하는 업무 필요성이 대두되었다.

국내 운용중인 정지위성망(동경 113~128.2도)과 조정이 완료된 위성망이거나 우리나라가 국제등록 중인 위성망(동경 93~128.2도)과 주파수가 중첩되는

27) Paper satellite란 실제 사용에 대한 구체적인 요구가 없음에도 신청되고 조정절차를 밟고 있는 등 문서상으로만 존재하는 위성시스템을 말한다. 다수 국가의 정부들이 필요한 것 이상의 보다 많은 위성 궤도나 주파수를 획득하기 위해 조정절차를 개시하고 있는 경우가 있으며, 이는 잠재적 미래 이용을 위해 궤도를 미리 확보해 두고자 하거나 특정 경우에 있어서는 국내 또는 국외 시장에서 장차 상업적 거래 또는 분배를 피하는데 원인이 있다. 한편, 이러한 위성망의 과다신청 또는 실제보다 광범위한 특성을 명기함에 따른 과보호 추세는 신규 위성궤도 및 주파수 신청 시 조정이 필요한 위성망의 증가를 가져와 보다 복잡한 조정 협상을 거쳐야만 하는 정부들의 행정적 및 기술적 부담을 증가시키고 있는 형편이다. 또한, 위성망에 대한 ITU 데이터베이스의 신뢰성을 손상시킴으로써 위성 궤도 및 주파수의 실제 표화정도에 대한 신뢰할 만한 평가를 점점 어렵게 하고 있다.

위성망을 중심으로 중국의 ASIASEAT 5 등 30개 위성망에 대하여 측정을 수행하였다. 이러한 측정결과는 외국 위성의 합의사항 이행여부 확인 및 향후 위성망 조정회의의 협상 전략 수립에 근거자료로 활용될 것으로 판단된다.

## 제2절 외국 위성망 전파 측정

### 1. 선정기준

- 가. 국내 운용중인 정지 위성망(동경 113~128.2도)과 조정이 완료된 위성망
- 나. 우리나라가 국제등록 중인 위성망(동경 93~128.2도)과 주파수가 중첩되는 위성망
- 다. 신규위성의 출력 등 비교를 위한 측정이 필요한 외국 위성망
- 라. 외국위성사용승인 대상으로 그 운용여부 등 확인이 필요한 위성망

[표 4.1] 우리나라 정지궤도 위성 현황

위성명	무궁화 5호	천리안위성	올레 1호	무궁화7호	무궁화 5A
위성망명	KOREASAT-2 KOREASAT-113X KOREASAT-113E INFOSAT-B	COMS-128.2E	KOREASAT-1	KOREASAT-1 KOREASAT-3 KOREASAT-116K KOR11201 INFOSAT-C	KOREASAT-2 KOREASAT-113K
용 도	민/군공용,통신	통신/해양/기상관측	통신·방송	통신·방송	통신
사업자	ktsat/국방부	ETRI/KARI	ktsat	ktsat	ktsat
발사일	'06. 8. 22	'10. 6. 27	'10.10.29	2017년3월	2017년10월
궤 도	동경 113°	동경128.2°	동경 116°	동경 116°	동경 113°
주파수대	7/8/12/14/20/30GHz	1.6/2/18/30GHz	11/12/14GHz	11/12/14/18/30GHz	11/12/14GHz

## 2. 측정 대상

가. 대 상 : 중국 ASIASAT 5 등 30개 위성

[표 4.2] 조사대상 위성 및 측정 대역

순번	국가	궤도	위성	측정대역	측 정
1	MLA	91.5	MEASAT-3A	X	3월, 4월
2	HOL	95	NSS-6	X	3월
3	CHN	100.5	ASIASAT 5	C	3월, 4월
4	CHN	105.5	ASIASAT 7	C	3월, 4월
5	CHN	112	FY-2F	L/S	3월, 4월
6	CHN	123	FY-2D	L/S	3월, 4월
7	CHN	125	CHINASAT 6A	Ka	3월
8	CHN	130	CHINASAT 1A	X	3월, 5월
9	J	110	NSAT 110	X	3월, 6월
10	USA	100	FLTSATCOM-A	X	5월, 6월
11	USA	134	USGOVSAT-20R	X	5월
12	J	93	SUPERBIRD A3	X	5월
13	J	110	JCSAT-15	Ku	5월
14	J	144	SUPERBIRD 7	X	5월
15	J	158	SUPERBIRD 3	X	5월
16	J	162	SUPERBIRD 4	X	5월
17	AUS	104	ADF WEST-5	X	6월
18	USA	111	USGAE-12	Ka	6월
19	J	128	JCSAT-3A	C	6월
20	RUS	128	GALS-10	X	6월
21	RUS	130	GALS-5	X	6월
22	G	97	HMG-SAT-01	X	6월
23	CHN	58.5	COMPASS-58.75E	S	8월
24	CHN	80	CHINASAT-31	S	8월
25	CHN	84	CHINASAT-34B	S	8월
26	CHN	110.5	CHINASAT-33	S	8월
27	CHN	140	CHINASAT-32	S	8월
28	CHN	144.5	CHINASAT-35C	S	8월
29	CHN	160	COMPASS-160E	S	8월
30	CHN	87.5	CHINASAT-12	S	8월

### 3. 추진사항

가. 위성전파 측정을 위한 업무협의 추진(위성전파감시센터)

나. 외국 위성망 운용 실태 확인을 위한 측정 의뢰

1) 측정기간 : 2017년 3월 ~ 8월

2) 측정내용 : 스펙트럼, 전력속밀도(PFD), 유효등방성복사전력(EIRP) 등

3) 측정방법

- 대상 위성망에 대한 전파 신호 유무 확인

### 4. 관련법령 및 규정

가. ITU 공표자료 설명

전파규칙에 규정에 따라 각 국가들이 제출한 위성망 자료는 ITU에서 규정 및 기술적 검토 후에 IFIC(International Frequency Information Circular)를 통해 공표된다. IFIC에 공표되는 자료들은 앞에서 논한 바와 같이 사전공표, 조정공표 및 통고자료와 더불어 전파규칙 결의 49에 따라 제출되는 행정적 이행자료와 결의4에 따른 사용기한 연장 등을 포함하며 크게는 PART 부분과 Special Section 부분으로 나뉜다. 이에 대한 세부 내용은 표 4.3과 같이 정리할 수 있다.

[표 4.3] IFIC 공표자료 설명

구 분	내 용
PART I-S	각국 주관청이 제출한 새로운 주파수 할당 및 기존 주파수의 수정 또는 취소에 대한 통고자료를 ITU-R 사무국에서 수령하였음을 공표
PART II-S	ITU-R 사무국에서 Part I-S에서 공표된 각국 주관청의 통고자료에 대하여 규정 및 기술적 검토 완료 후 MIFR(Master International Frequency Register)에 등재될 통고자료를 공표
PART III-S	ITU-R 사무국에서 Part I-S에서 공표된 각국 주관청 통고자료에 대하여 규정 및 기술적 검토 완료 후 오류 등으로 인하여 주관청에 반송한 통고자료 공표
Special Section API/A	전파규칙 9.2B조와 부록30 및 30A의 7조 7.1절에 따른 위성망에 대한 사전공표자료
Special Section	비정지 위성망의 Special Section API/A에 대하여 이의제기를

구 분	내 용
API/B	요청한 주관청 목록 공표
Special Section CR/C	전파규칙 9.38에 따라 공표되는 전파규칙 9.7조~9.14조와 9.21조의 우주국 주파수 할당에 대한 조정자료와 부록30의 7조, 부록30A의 7조, 결의 77, 결의 84, 결의 33 Section A 및 결의 33 Section B의 절차에 따른 조정자료
Special Section CR/D	전파규칙 9.53A에 따라 공표되는 전파규칙 9.11~9.14 및 9.21의 조정절차 상태에 대한 정보
Special Section AP30-30A/F	부록30 또는 30A의 2A조에 따라 제출된 방송위성망 우주운용을 위한 1,3 및 2지역 주파수 할당 자료
Special Section AP30/E	부록30의 4조를 적용한 1, 3지역 리스트 위성망 수정 등에 대한 정보
Special Section AP30A/E	부록30A의 4조를 적용한 1, 3지역 리스트 위성망 수정 등에 대한 정보
Special Section AP30-30A/E	부록30 또는 30A의 2A조를 적용한 2지역 계획 위성망 수정에 대한 정보
Special Section AP30B	부록30B의 6 및 7조를 적용한 위성망 정보
Special Section AP30B/A6A	부록30B 6조의 6.1절에 따라 제출된 위성망 정보
Special Section AP30B/A6B	부록30B 6.17에 따라 제출된 통고 정보
Special Section AP30B/A7	부록30B에 포함될 새로운 구역분배 정보
Special Section RES4	결의 4에 따라 제출되는 우주국 할당 유효기간 연장
Special Section RES42	결의 42에 따라 제출되는 2지역의 임시 시스템 정보
Special Section RES49	결의 49에 따라 제출되는 행정정 정보 이행자료
Special Section RES148	결의 148에 따라 제출된 부록 30B(WARC Orb-88) 계획 제B 부에 이전에 등재된 시스템의 유효기간 연장



## 나. 관련 ITU 전파규칙

[표 4.4] 관련 전파규칙 설명

구 분	내 용
RR 9.1/9.2 부록 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전파규칙 No. 9.1에 따라 제9조 조정의 실행 및 제11조 주파수 할당의 통고 및 등록에 규정된 어떠한 절차를 개시하기 이전에 전파규칙 부록 4에 기재된 위성망에 대한 일반적 특성(위성망명, 주관청명, 운용예정일, 주파수 할당 유효기간, 궤도)을 ITU 전파통신국에 제출 이에 따라, 궤도 위치 변경 여부 확인이 필요</li> <li>- 중심주파수, 전파형식 및 편파식별 등을 확인하여 ITU 등록 사항 준수여부를 검토</li> </ul>
RR 21조	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1GHz 이상의 주파수 대역을 공유하는 지상업무 및 우주업무에 관한 전파규칙으로 등가등방성복사전력(EIRP, equivalent isotropically radiated power) 대역별 임계값 초과 여부에 대한 검토</li> <li>- 지평면위 도달각에 따른 등가등방성복사전력 대역별 임계값 초과여부 검토</li> </ul>
RR 22조 우주업무	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표 22-1A~4C에서 열거하는 고정위성업무의 비정지위성 시스템에 의한 복사 등가전력속밀도(E-PFD, equivalent power flux density) 제한값과 합치여부의 검토</li> </ul>
RR 9.41 부록 8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 동일한 주파수대를 공유하는 정지위성망간에 조정에서 간섭영향을 계산하기 위한 방법으로 시스템의 전파 잡음온도변화량값(Delta T/T)를 기초로 함</li> <li>- 위성망간의 임계 잡음온도변화량값을 6%로 규정하고 있으며 초과 시 전파규칙 9.41에 따라 이의제기를 요청할 수 있음</li> </ul>

## 제3절 위성전파 측정 결과 분석

## 1. 대상 위성망 제원

[표 4.5] 전파측정 대상 위성망 제원

	국가	위성명	위성망명 (국제등록)	궤도 (° E)	측정 대역	밴드/편파
1	MLA	MEASAT-3A	MEASAT-1A	91.5	X	X / H
2	HOL	NSS 6	NSS-9 NSS-G2-18	95	Ku	KU / V
3	CHN	ASIASAT 5	ASIASAT-E	100.5	C	C / V
4	CHN	ASIASAT 7	ASIASAT-1	105.5	C	C / V
5	J	NSAT 110	JMCS-2	110	X	X/ CR KU/CL
6	CHN	FY 2F	FYGEOSAT 112E	112	L/S	L / V
7	CHN	FY 2D	FY-2C FY-2CS	123.5	L/S	L / V
8	CHN	CHINASAT 6A	CHINASAT-49	125	Ka	Ka/CL,CR,H,V
			CHINASAT-MSB5	125	Ka	
9	CHN	CHINASAT 1A	CHNSAT-2-130E	130	X	X/CL,CR,H,V
10	MLA	MEASAT-3A	MEASAT-1A	91.5	X	X / H
11	CHN	ASIASAT 5	ASIASAT-E	100.5	C	C / H
12	CHN	ASIASAT 7	ASIASAT-1	105.5	C	C / H
13	CHN	FY 2F	FYGEOSAT 112E	112	L/S	L / V
14	CHN	FY 2D	FY-2C FY-2CS	123.5	L/S	L / V
15	USA	-	FLTSATCOM-A INDOC-4	100	X	-
16	USA	-	USGOVSAT-20R	134	X	-
17	J	SUPERBIRD A3	JMCS-93E	93	X	X / CR
18	G	-	HMG-SAT-01	97	X	X / CR
19	USA	-	FLTSATCOM-A INDOC-4	100	X	X / CR

	국가	위성명	위성망명 (국제등록)	궤도 (° E)	측정 대역	밴드/편파
20	J	NSAT 110	JMCS-2 JMCS-D2-X	110	X	X / CR
21	J	JCSAT-15	JCSAT-15	110	Ku	Ku / CR
22	CHN	FY 2F	FYGEOSAT 112E	112	L	L / V
23	CHN	CHINASAT 1A	CHNSAT-2-130E	130	X	X / CR
24	USA	-	USGOVSAT-20R	134	Ku	Ku / CR
25	J	SUPERBIRD 7	JMCS-1 JMCS-1R JMCS-C2-X	144	X	X / CR, CL
26	J	-	SUPERBIRD-A JMCS-3A JMCS-158E	158	X	X / CR, CL
27	J	SUPERBIRD 4	SUPERBIRD-B JMCS-3B JMCS-B4-X	162	X	X / CR
28	AUS	-	ADF WEST-5	104	X	X / CL, CR, H, V
29	USA	USGAE-12 USGAE-12R	USGAE-12M	111	Ka	Ka / CL, CR, H, V
30	RUS	-	GALS-10	128	X	X / CL, CR, H, V
31	J	JCSAT-3A	JCSAT-3A JCSAT-FO-128E	128	C	C / H, V
32	RUS	-	GALS-5	130	X	X / CL, CR, H, V
33	CHN	-	COMPASS-58.75E	58.75	S	S / CR
34	CHN	CHINASAT-31	COMPASS-80E	80	S	CR
35	CHN	CHINASAT-34B	COMPASS-B-84E	84	S	CR
36	CHN	CHINASAT-33	COMPASS-110.5E CHIMASAT 10 SINOSAT-5	110.5	S	CR
37	CHN	CHINASAT-32	COMPASS-140E	140	S	S / CR
38	CHN	CHINASAT-35C	COMPASS-B-144.5E CHINASAT-32C	144.5	S	S / CR
39	CHN	-	COMPASS-160E	160	S	S / CR
40	CHN	CHINASAT-12	DFH-3-OC M	87.5	S	CR

※ 동일 위성망에 대한 반복 측정을 포함(총 위성갯수 : 30개)

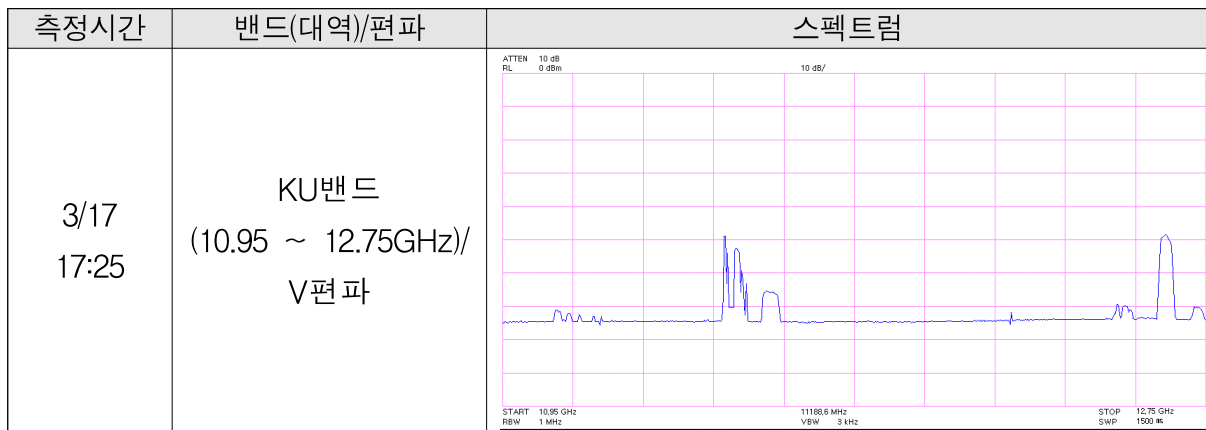
## 2. 외국 위성망 측정

## 가. 전파 측정

- 1) ITU에 등록 제원을 근거로 해당 궤도에서의 신호 송출 여부 및 PFD(전력속밀도) 값 등을 측정하여 운용 여부 확인 (30개)

## o NSS 6 위성(소유국: 네덜란드)

## - 스펙트럼

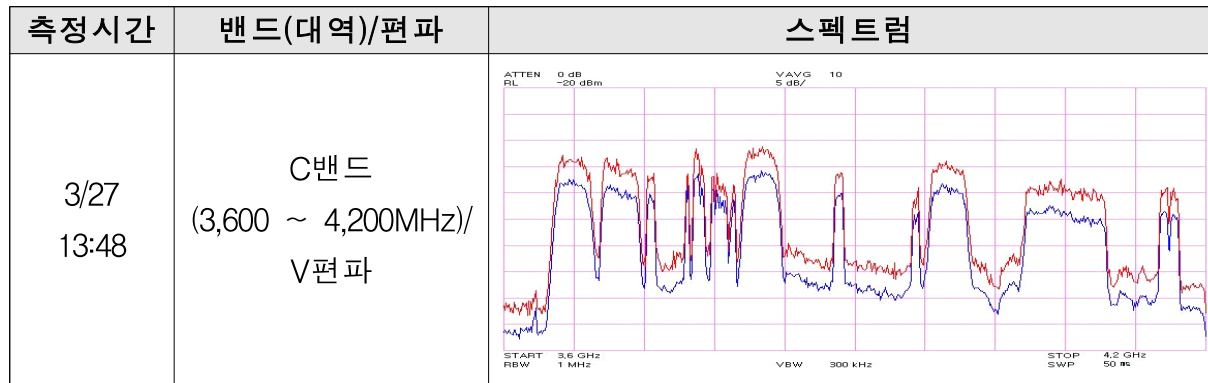


## - 궤도위치 및 신호세기

측정일시	등록명	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유 대역폭 (MHz)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)	EIRP (dBW)
3/17 17:30	NSS-9	94.9950 (95.0)	Ku/V	12728.5029	25.2525	-149.3896	47.7804
				11198.4954	0.0052	-154.9687	8.3651
				11517.2529	7.6749	-150.1954	38.9307
				11522.8306	0.9396	-153.9948	30.0075
				11549.1977	11.5246	-152.9879	40.4940
				11569.5560	0.7300	-163.5207	18.3082
				12248.5015	0.0054	-152.9892	10.4000
3/20 10:09	NSS-9	94.9757 (95.0)	V	11517.2471	7.7613	-150.0287	38.7212
				11522.8281	0.9345	-154.0453	29.1451
				11524.3643	0.4875	-161.5397	19.6621
				11549.2208	11.5328	-153.4879	40.1082
				11566.2708	2.8404	-163.8352	24.3590
				11569.5450	0.7120	-164.9479	17.9383
				12645.5090	27.5566	-150.3680	45.9845

## ○ ASIASEAT 5 위성(소유국: 중국)

## - 스펙트럼

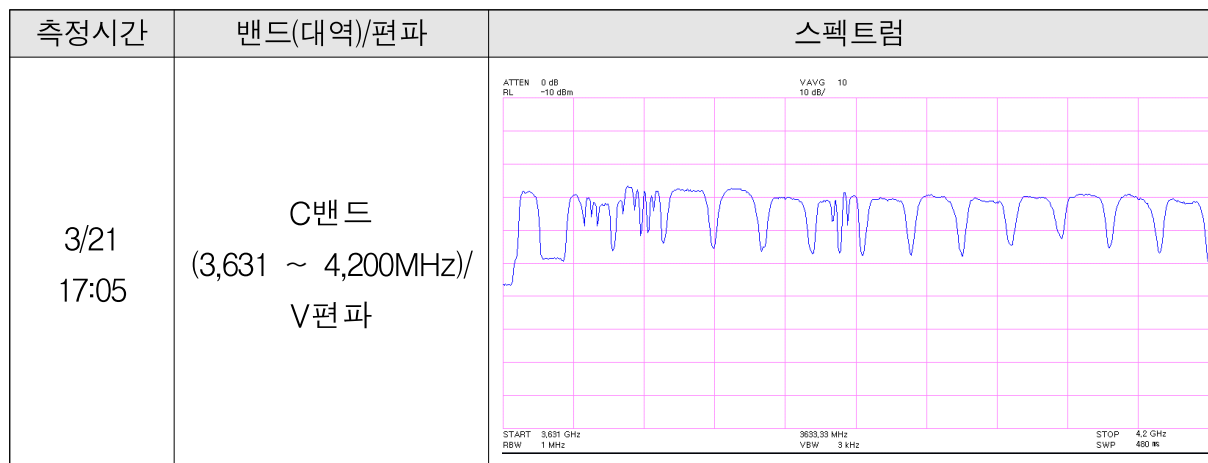


## - 궤도위치 및 신호세기

측정일시	등록명	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)	EIRP (dBW)
3/27 11:08	ASIASEAT-EKX	100.4638 (100.5)	C / V	3757.4958	1.0357	-162.8581	19.5884
				3765.1249	6.0608	-162.6581	27.603
				3769.6736	2.7430	-165.1476	22.6638
				3778.7431	1.1195	-164.7625	20.0858
				3796.6266	0.8659	-164.6554	18.091
				4164.5934	8.5522	-165.0261	26.8569

## ○ ASIASEAT 7 위성(소유국: 중국)

## - 스펙트럼



## - 궤도위치 및 신호세기

측정일시	등록명	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)	EIRP (dBW)
3/21 15:54	ASIASAT-1	105.4376 (105.5)	C / V	3651.8234	15.9827	-162.3105	31.5939
				3689.5380	13.3998	-164.0061	29.8849
				3699.5114	3.8496	-163.5930	25.2470
				3704.4824	3.4958	-165.8481	22.9007
				3712.3076	8.9967	-166.4710	26.4333
				3725.1402	4.5409	-166.0235	23.6618
				3732.4240	7.0417	-162.1732	29.8369
				3739.0293	2.7113	-163.2808	24.3071
				3745.0088	2.4626	-164.6607	23.2695
				3750.5013	2.1640	-165.7214	21.4143
				3754.9969	4.2634	-163.8776	25.5528
				3779.7354	27.6946	-163.6406	34.0643
				3820.4540	25.1159	-163.4063	34.2745
				3860.1939	25.8531	-164.6372	33.2496
				3890.0666	13.2209	-165.0305	28.9515
				3898.4865	2.0736	-164.8450	21.6849
				3905.9835	2.6681	-161.3531	25.5231
				3913.0255	6.8392	-162.7971	28.7866
				3940.6885	26.1317	-163.1629	34.0373
				3978.5047	26.7425	-162.2045	35.1716
				4020.5015	26.6935	-164.1888	33.5993
				4059.9336	26.3733	-164.6625	33.1689
				4100.7195	27.4176	-163.9556	34.1229
				4139.8218	26.2414	-161.8703	35.0067
				4180.0655	35.1765	-162.2221	35.7174

## o NSAT 110 위성(소유국: 일본)

## - 스펙트럼

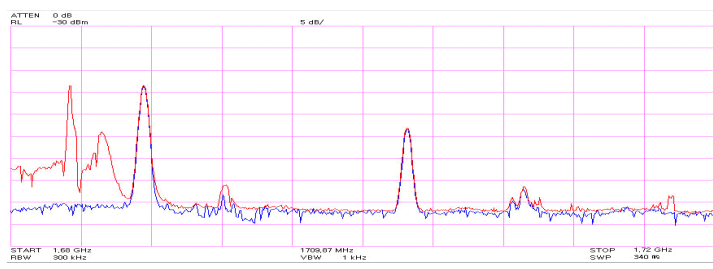
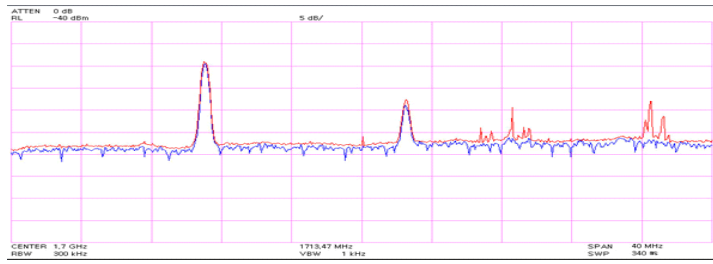
측정시간	밴드(대역)/ 편파	스펙트럼
3/22 14:19	KU밴드 (12.2 ~ 12.75GHz)/ CL편파	

## - 궤도위치 및 신호세기

측정일시	등록명	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)	EIRP (dBW)
3/2 14:51	JMCS-2	110.0128 (110.0)	X / CR	7250.0310	0.8193	-155.4253	8.1674
				7268.1621	16.4371	-176.9760	14.9138
				7325.0542	55.4079	-162.4128	28.0433
3/22 14:40	N-SAT-110	110.0071 (110.0)	KU / CL	11701.5083	0.0016	-157.6996	5.1234
				12245.0254	0.0073	-154.9739	8.3387

## o FY 2F 위성(소유국: 중국)

## - 스펙트럼

측정시간	밴드(대역)/편 파	스펙트럼
3/7 10:52	L밴드 (1.68 ~ 1.72GHz)/ V편 파	
5/24 10:43	L밴드 (1.50 ~ 1.90GHz)/ V편 파	

## - 궤도위치 및 신호세기

측정일시	등록명	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)	EIRP (dBW)
3/29 17:12	DRTS-112E	111.9801 (112.0)	L / V	1687.4481	2.0888	-141.9885	20.5496
				1702.5017	0.5083	-146.2160	16.3206
				1709.1502	0.0360	-166.0602	-2.1801
5/24 10:22	-	112.4016 (112.0)	L / V	1690.99812	0.00614931	-148.707	13.83
				1690.50337	0.0004937	-175.834	-12.8657
				1702.50163	0.0646699	-158.716	4.1855

## ○ FY 2D 위성(소유국: 중국)

## - 스펙트럼

측정시간	밴드(대역)/편파	스펙트럼
3/9 13:46	L밴드 (1.68 ~ 1.71GHz)/ V편파	

## - 궤도위치 및 신호세기

측정일시	등록명	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	PFD 4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)	EIRP (dBW)
3/9 13:48	FY-2CS	123.7087(123.5)	L / V	1690.5034	0.0007	-170.8028	0.0000

## ○ SUPERBIRD A3 위성(소유국: 일본, 공칭경도: 93.0°E)

## - 스펙트럼

측정시간	밴드(대역)/편파	스펙트럼
5/23 15:10	X밴드 (7.24 ~ 7.75GHz)/ CR편파	
6/1 15:25	X밴드 (7.25 ~ 7.75GHz)/ CR편파	



## - 궤도위치 및 신호세기

측정일시	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
5/23 14:10	93.0072 (93)	X / CR	7262.99123	1.07212229	18.4161	-163.377
			7324.09844	0.08145833	10.4552	-163.168
			7331.24904	0.16056151	14.4588	-161.61
			7329.04976	0.17819011	6.0348	-169.494
			7319.94834	0.15924995	13.8118	-161.867
			7318.20103	0.16146182	13.5968	-162.763
			7320.74771	0.15983482	13.2537	-162.435
			7443.76269	28.13454167	13.3942	-180.824
			7350.28807	43.86952629	14.9985	-166.221
			7328.34394	0.17552778	6.5751	-169.089
			7472.17295	40.75945284	8.3025	-189.114
			7326.09694	0.17924137	6.0404	-169.236
			7318.94271	0.15962579	6.3752	-169.682
			7321.89531	0.088875	3.8236	-169.447
			7323.19688	0.13854167	3.4617	-172.276
			7250.04614	0.01239063	2.9009	-160.49
			7376.27453	0.04551043	-0.6493	-171.367
			7264.66237	0.06138488	0.0318	-171.451
			7324.59698	0.15774306	13.787	-162.629
			7329.652	0.15965104	13.4361	-162.331
			7321.24516	0.1367373	-0.3947	-176.223
			7250.35746	0.03123611	-1.6873	-165.089
6/2 15:30	92.9977 (93)	X / CR	7260.19333	1.04851028	24.7012	-157.2555
			7271.98609	1.04274978	19.9211	-162.4
			7262.99507	1.06246079	19.5414	-162.6135
			7324.59813	0.15980299	13.7018	-162.449
			7329.64946	0.15995833	12.6955	-163.7209
			7267.74863	0.05599216	7.0976	-164.0783
			7318.94803	0.1599305	9.611	-166.2922
			7321.24583	0.16106485	7.2118	-169.0762
			7323.19917	0.17784717	5.8464	-169.8049
			7328.34824	0.17478033	8.3118	-167.4845
			7326.09694	0.17491498	8.0155	-168.2386
			7257.43164	0.80693429	8.3854	-174.0384
			7250.04605	0.01083639	4.0371	-159.3738
			7250.35736	0.00962443	-0.5233	-163.8652
			7430.07981	4.98300007	11.5139	-178.0222
			7319.94515	0.15909208	13.3247	-162.5821
			7320.74349	0.1588542	12.0639	-163.1761
			7318.20097	0.16050305	13.7983	-162.705

o SUPERBIRD 7 위성(소유국: 일본, 공칭경도: 144°E)

- 스펙트럼

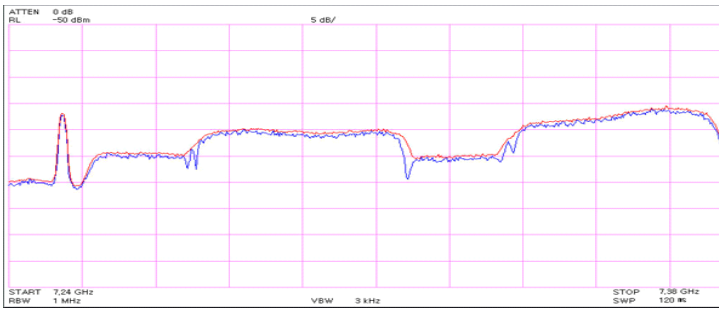
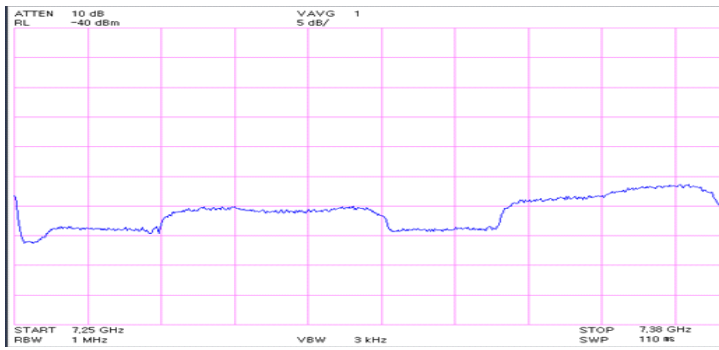
측정시간	밴드(대역)/편파	스펙트럼
5/22 11:40	X밴드 (7.24 ~ 7.40GHz)/ CR편파	
6/1 10:56	X밴드 (7.25 ~ 7.75GHz)/ CR편파	

- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
5/22 11:02	143.9375 (144.0)	X / CR	7364.83085	18.88459375	26.5045	-165.929
			7324.86125	14.14506945	19.5521	-171.413
			7304.54731	13.61483737	20.2695	-168.077
			7311.80166	0.25149764	10.1839	-168.577
			7299.10387	0.25614817	12.1631	-166.381
			7250.0299	0.0061875	-6.2505	-169.778
			7298.19823	0.24738805	11.5557	-167.382
6/1 10:45	143.94 (144.0)	X / CR	7250.02991	0.00542791	-5.3705	-168.7737
			7364.83033	19.13433333	26.0301	-166.4287
			7324.93371	13.88905271	20.3312	-169.9129
			7305.15167	13.58	20.3946	-167.2434

○ SUPERBIRD 4 위성(소유국: 일본, 공칭경도: 162°E)

- 스펙트럼

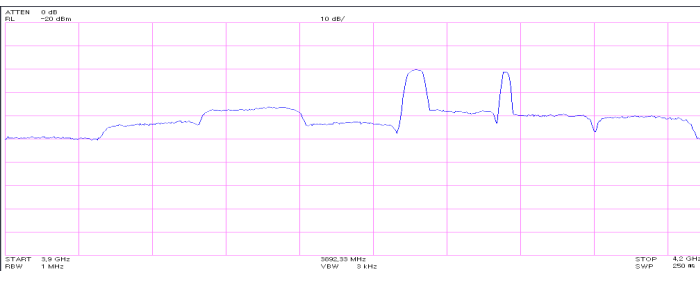
측정시간	밴드(대역)/편파	스펙트럼
5/24 14:05	X밴드 (7.24 ~ 7.38GHz)/ CR편파	
6/1 14:49	X밴드 (7.25 ~ 7.38GHz)/ CR편파	

- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
5/24 13:50	162.1164 (100.5)	X / CR	7250.05786	0.03728516	-3.0738	-166.53
6/1 14:30	162.1057 (100.5)	X / CR	7250.05774	0.01633333	-3.6402	-166.9429

o JCSAT 3A 위성(소유국: 일본, 공칭경도: 128.0°E)

- 스펙트럼

측정시간	밴드(대역)/편파	스펙트럼
6/5 16:44	C밴드 (3.90 ~ 4.20GHz)/ V편파	

- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	궤도 (공칭궤도)	밴드 /편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
6/5 16:55	127.973 (128.0)	C / H	4062.10938	1.282441	25.5317	-158.094
			4075.80591	0.22786789	18.9049	-159.428
			4076.12572	0.23647324	15.7053	-162.048
6/5 16:44	127.98 (128.0)	C / V	4068.01458	42.215625	36.3896	-155.927
			4065.9351	81.68614583	36.1329	-156.598
			4199.55167	0.01666667	18.3466	-145.093
			4103.9274	29.07583333	31.309	-157.458

## ○ 공칭경도 58.75°E(중국)

- 등록위성망 : COMPASS-58.75E(지향위성 : BEIDOU G5)

측정일시	밴드(대역)/편파	스펙트럼
8/29 15:18	S밴드 (2,483.5 ~ 2,500MHz)/ CR편파	

- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	측정궤도 (공칭궤도)	밴드/ 편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
8/29 15:18	58.494 (58.750)	S/ CR	2491.7500	7.7850	신호대잡음비 10dB미만으로 측정불가	

## ○ 공칭경도 84°E(중국)

- 등록위성망 : COMPASS-B-84E, CHINASAT-34B(지향위성 : BEIDOU G6)

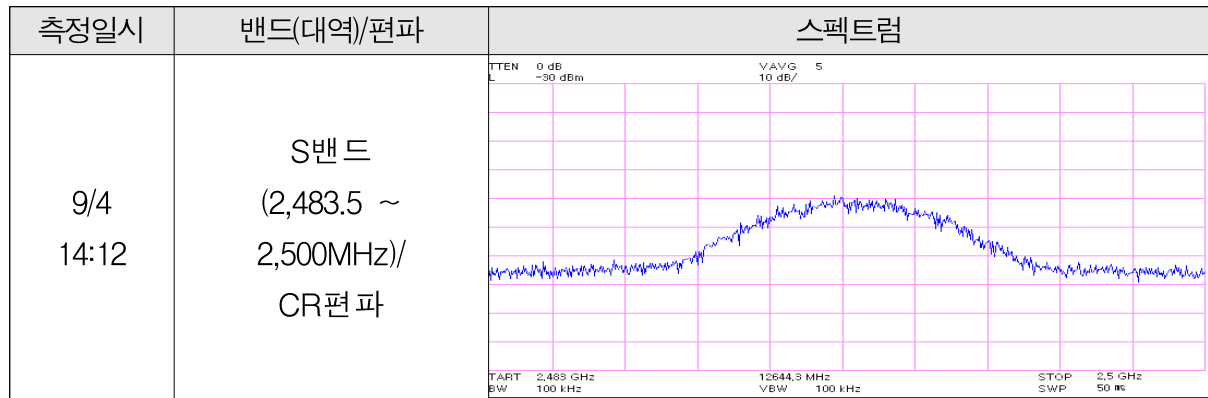
측정일시	밴드(대역)/편파	스펙트럼
9/4 14:30	S밴드 (2,483.5 ~ 2,500MHz)/ CR편파	

- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	측정궤도 (공칭궤도)	밴드/ 편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
9/4 14:30	83.577 (84.0)	S/ CR	2491.8630	14.9688	9.935	-151.982

## ○ 공칭경도 140°E(중국)

- 위성망명 : CHINASAT-32, COMPASS-140E(지향위성 : BEIDOU G1)

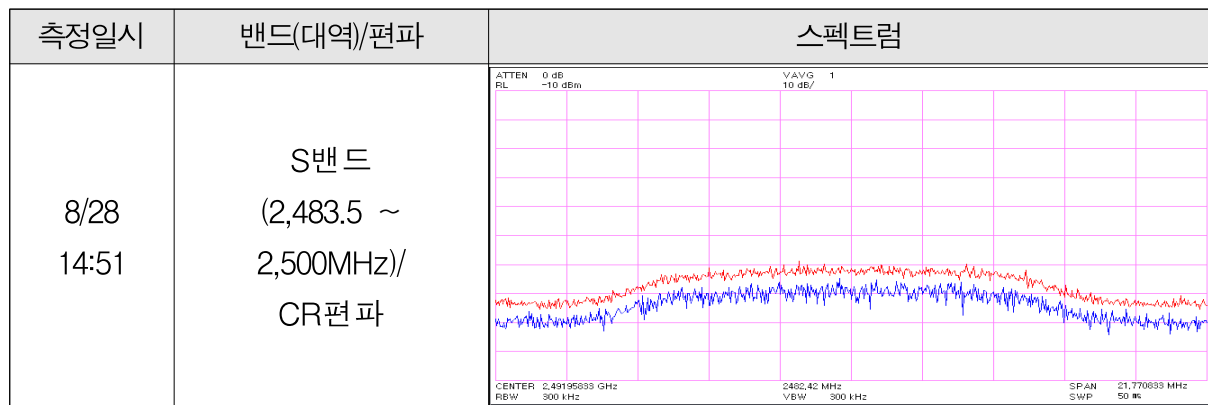


- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	측정궤도 (공칭궤도)	밴드/ 편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
9/4 14:12	139.806 (140.000)	S/ CR	2491.6744	4.2933	3.008	-159.908

## ○ 공칭경도 144.5°E(중국)

- 위성망명 : CHINASAT-32C, COMPASS-B-144.5E(지향위성 : BEIDOU2 G7)

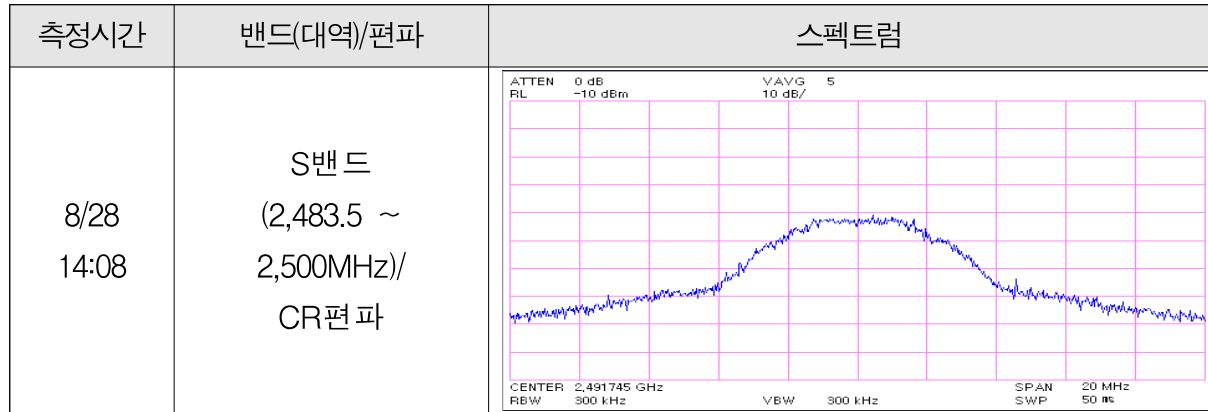


- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	측정궤도 (공칭궤도)	밴드/ 편파	중심수파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
8/28 14:51	144.525 (144.500)	S/ CR	2491.5542	13.3583	신호대잡음비 10dB미만으로 측정불가	

## ○ 공칭경도 160°E(중국)

- 등록위성망 : COMPASS-160E(지향위성 : BEIDOU G4)



- 궤도위치 및 신호세기

측정일시	측정궤도 (공칭궤도)	밴드/ 편파	중심주파수 (MHz)	점유대역폭 (MHz)	EIRP (dBW)	PFD_4k (dBW/m <sup>2</sup> /Hz)
9/4 14:01	159.957 (160.000)	S/ CR	2491.7454	6.6341	17.241	-145.298

표 4.6 신호 수신 위성망 현황

순번	주관청	위성명	궤도	중심주파수 개수	최소값(PFD)	최대값(PFD)
1	HOL	NSS 6	95	7	-164.9479	-149.3896
2	CHN	ASIASAT 5	100.5	6	-165.1476	-162.6581
3	CHN	ASIASAT 7	105.5	25	-166.0235	-161.3531
4	J	NSAT 110	110	2	-162.4128	-155.4253
5	CHN	FY 2F	112	3	-166.0602	-141.9885
6	CHN	FY 2D	123.5	1	-17.8028	-170.8028
7	J	SUPERBIRD A3	93	22	-189.114	-157.2555
8	J	SUPERBIRD 7	144	7	-171.414	-165.929
9	J	SUPERBIRD 4	162	2	-166.9429	-166.53
10	J	JCSAT-3A	128	4	-162.048	-145.093
11	CHN	COMPASS-58.75E	58.75	1	-	-
12	CHN	CHINASAT-34B	84	1	-151.982	-151.982
13	CHN	CHINASAT-32	140	1	-159.908	-159.908
14	CHN	CHINASAT-35C	144.5	1	-	-
15	CHN	COMPASS-160E	160	1	-145.298	-145.298

표 4.7 신호 미수신 위성망

순번	주관청	위성명	위성망명	궤도	밴드/편파
1	MLA	MEASAT-3A	MEASAT-1A	91.5	X / H
2	CHN	CHINASAT 6A	CHINASAT-49 CHINASAT-MSB5	125	Ka/CL,CR,H,V
3	CHN	CHINASAT 1A	CHNSAT-2-130E	130	X/CL,CR,H,V
4	USA	-	FLTSATCOM-A INDOC-4	100	X/ CR
5	USA	-	USGOVSAT-20R	134	X / CR
6	G	-	HMG-SAT-01	97	X/CR
7	J	JCSAT-15	JCSAT-15	110	Ku / CR
8	J	-	SUPERBIRD-A JMCS-3A JMCS-158E	158	X/ CR, CL
9	AUS	-	ADF WEST-5	104	X/ CR,CL, H, V
10	USA	USGAE-12 USGAE-12R	USGAE-12M	111	Ka/ CR, CL, H,V
11	RUS	-	GALS-10	128	X/ CR,CL, H, V
12	RUS	-	GALS-5	130	X/ CR,CL, H, V
13	CHN	CHINASAT-31	COMPASS-80E	80	S/CR
14	CHN	CHINASAT-33	COMPASS-110.5E CHIMASAT 10 SINOSAT-5	110.5	S/CR
15	CHN	CHINASAT-12	DFH-3-OC M	87.5	S/CR

### 3. 결 과

#### 가. 추진사항

- 위성망 운용 실태 측정을 위하여 중앙전파관리소의 위성전파감시센터 업무협의를 통해 스펙트럼, 전력속밀도(PFD), 유효등방성복사전력(EIRP) 등의 제원에 대하여 측정하였다.



[표 4.8] 측정 항목

측정항목	비 고
궤도위치	위성 임무에 따라 $\pm 0.1^{\circ} \sim \pm 0.5^{\circ}$ 이내 권고
등가등방복사전력(EIRP)	위성망 등록시 EIRP 등록
전력속밀도(PFD)	주파수, 수신안테나 양각에 따라 제한값 규정
중심주파수	반송파가 점유하는 주파수대역의 중심주파수
점유주파수 대역폭	반송파의 점유대역폭

## 나. 측정 결과

- 중국 위성망 ASIAsat 5 등 15개 위성망에 대해 신호가 감지되었고, CHINASAT 6A 등 절반이 신호가 감지되지 않았다. 이러한 측정결과는 외국 위성망의 국제규정 준수 및 향후 위성망 조정회의 근거자료로 활용될 것으로 판단된다.

## 제4절 향후 계획

향후에는 우리나라 위성 인접궤도 주변에서 실제로 운용 중인 외국 위성에 대한 전반적인 실태조사가 될 수 있도록 측정 대상 위성망을 점진적으로 확대할 것이며, 연차적인 측정 데이터를 누적할 수 있도록 외국 위성망 운용 실태 조사를 지속적으로 추진할 예정이다.

또한, 신호가 측정되지 않는 위성망에 대하여는 위성체 존재 여부에 대한 구체적인 데이터를 수집할 수 있도록 하며, 측정 자료 분석 내역에 대한 유관기관 및 전문가 의견수렴 및 검토회의를 추진하여 결과에 대한 신뢰도를 제고할 계획이다.

## 제5장 결론

이 보고서는 새로운 비정지궤도 위성 시스템으로서 O3b, OneWeb을 소개하고 이들 시스템이 기존에 사용하던 비정지궤도 시스템과 어떤 차이가 있으며, 어떻게 정지궤도 위성망을 보호하면서 전파 자원을 유용하게 사용하고 있는지를 보여 주었다. 그리고 이러한 정지궤도 위성망 보호를 위해 전파규칙이 규정하고 있는 보호 조항을 살펴보았다. 이를 통해 정지궤도와 비정지궤도 위성 사이의 주파수 공유에 있어서 정지궤도위성의 보호가 우선시됨 및 이러한 보호를 위한 규제/기술적 방법론을 이해할 수 있도록 하였다.

WRC-15가 정한 2019년도 WRC에서 논의할 의제들 중 비정지궤도 위성의 활성화를 위해 30-50 GHz 대역의 이용에 관한 논의가 의제 1.6으로 포함되어 있다. 본 보고서는 의제 1.6에 대하여 현재 ITU-R WP4A에서 논의하고 있는 상황을 살펴보고 30-50 GHz 대역 역시 Ku, Ka 대역과 유사하게 상/하향 등가전력속밀도 제한 방안이 유력하게 논의되고 있음을 서술하였다.

우리나라는 현재 30-50 GHz 대역에서 고정위성업무용 비정지궤도 위성을 운용할 계획이 없으며 정지궤도위성망을 국제등록 추진 중이고 전파천문업무 역시 존재하기 때문에 의제 1.6 논의는 기존업무 보호를 중시하여야 한다는 잠정 입장을 수립하고 있다.

한편, 우리나라 뿐만 아니라 외국 위성들의 수가 증가하고 우리나라 영토에 전파를 발사하는 외국 위성 역시 증가함에 따라, 국제등록을 완료한 외국 위성이 실제 운용하는지 및 우리나라와 조정을 완료하였더라도 우리나라에 주는 외국 위성망의 전파세기가 ITU 국제등록 제원과의 합치하는지 확인한 결과를 수록하였다.

앞으로도 위성 관련한 국제규정 개정에 적극 대응하면서, 외국 위성에 대한 실태 파악을 지속적으로 추진할 계획이며 이를 위해선 관련 전문가 육성과 함께 전문가들이 모여 시너지 효과를 극대화할 수 있는 조직 마련이 필요하다고 할 수 있다.

## [참고문헌]

- [1] 위성망 및 지구국 국제등록 업무 편람, 국립전파연구원, 2012년
- [2] WRC-19 준비단 의제 수첩, WRC-19 한국 준비단, 2017년
- [3] 정부주도 국제등록 위성망 현황 및 향후 추진전략 연구결과 보고서,전파진흥협회, 2010년 11월
- [4] 전파비전, 정보통신부 전파연구소, 2007년 12월
- [5] ITU-R BR IFIC Preface, 2017년 12월
- [6] ITU-R BR IFIC 2860
- [7] ITU-R BR 회람문서
- [8] RR(Radio Regulations) Articles, Edition of 2016
- [9] Final Acs WRC-15, ITU, 2016년
- [10] Chairman's REPORT ON THE MEETING OF WORKING PARTY 4A, 4월 및 10월 2017년

## 30~50GHz 대역 고정위성업무 공유 방안 연구 (2차년도)



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 : 2018. 3.

발행인 : 유 대 선

발행처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전화 : 061) 338-4414

인쇄 : (사)한국척수장애인협회 광주·전남인쇄사업소  
062) 222-2788

ISBN : 979-11-5820-093-0 <비매품>

### 주 의

1. 이 연구보고서는 국립전파연구원에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 국립전파연구원 연구결과임을 밝혀야 합니다.