

## 위성전파자원 공유기술 연구

연구책임자

이 황 재

연 구 원

박 주 홍

임 상 희

이 희 경

양 재 혁

## 제 출 문

본 보고서를 「위성전파자원 공유기술연구」 과제의  
최종보고서로 제출합니다.

2007. 12. 31.

연구책임자 : 이 황 재 (전파연구소)

연 구 원 : 박 주 홍 (전파연구소)

임 상 희 (전파연구소)

이 희 경 (전파연구소)

양 재 혁 (전파연구소)

## 요 약 문

1. 과 제 명 : 위성전파자원 공유기술 연구

2. 연 구 기 간 : 2007.1.1 ~ 2007.12.31

3. 연구책임자 : 공업연구관 이황재

4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별추진계획												비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
가. 고정위성업무계획의 규정 및 기술적 조건 연구	이황재 박주홍													
o 고정위성업무계획의 규정 및 기술적 조건(WRC-07)에 대한 검토	양재혁													
o 고정위성업무계획의 규정 및 기술적 조건변경에 따른 우리나라 분배제원의 간섭영향 분석														
나. 비정지궤도 위성시스템과 지상 고정통신 시스템의 주파수 공유 조건 연구	이황재 임상희													
o 고경사궤도 위성시스템 궤도 특성 연구	이희경													
o 17.7~19.7 GHz대역에서 고경사 궤도 위성 시스템과 지상 고정 통신 시스템 간의 주파수공유 조건(WRC-07) 분석	양재혁													
다. 위성망 국제등록 절차개선 연구	이황재													
o ITU-R 관련 회의 동향검토	박주홍													
o 위성망 국제등록 절차의 현행화를 위한 WRC-07 주요 결정사항 검토	이희경													
라. 연구보고서 작성	이희경													
분기별 수행진도(%)		20			30			30			20			

#### 나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 고정위성업무계획(부록30B)의 규정 및 기술적 조건 연구(WRC-07 의제 1.10관련)
  - o 고정위성업무계획의 규정 및 기술적 조건 개정(WRC-07)에 따른 결과 검토·분석
  - o 고정위성업무계획의 규정 및 기술적 조건 변경에 따른 우리나라 영향 검토
- 2) 비정지궤도 위성시스템과 지상고정 통신시스템의 주파수 공유 연구
  - o 17.7~19.7 GHz 대역에서 고정사궤도 위성시스템의 전력속밀도 제한값 분석
    - ITU-R WP4-9S, WRC-07 의제 1.18 관련
  - o 지상 고정통신 시스템으로의 간섭을 최소화 할 수 있는 고정사궤도 위성시스템의 궤도 특성 연구
- 3) 위성망 국제등록 절차 개선 연구(WRC-07 의제 1.12관련)
  - o ITU-R 관련 회의 동향 검토
  - o 위성망 국제등록 절차의 현행화를 위한 WRC-07 주요 결정사항 검토

### 5. 연구 결과

- 1) 연구결과 도출
  - o 한국 ITU연구 위원회, ITU-R 연구반 관련 회의 및 APG, CPM, WRC 회의 등 국내·외 활동을 통한 자료수집 및 동향 분석자료
  - o 위성전파간섭 S/W를 이용한 주파수 공유조건 분석결과
  - o 국제회의 기고문
  - o ITU 발행 위성, 지구국과 지상망DB를 이용한 이의제기

## 2) 연구성과 활용

- o 위성분야 종사자에게 연구결과 및 ITU-R 등의 국제동향 적시 제공
- o 간섭분석 S/W 활용으로 효율적인 간섭분석
- o 다른 주관청과의 위성망 조정회의 시 기술분석 자료로 활용
- o 국제회의에 기고문 발표

## 6. 기대효과

- o 주파수 공유로 인한 간섭 가능성으로부터 우리나라 전파시스템 보호 및 국가간 간섭문제 발생 소지 사전제거
- o 위성전파이용 관련 정책 수립 시, 기술지원

## SUMMARY

The purpose of this study was to review of the regulatory procedures and associated technical criteria of AP 30B for WRC-07 and to analyze the power flux-density limits applicable to fixed satellite service systems using highly-inclined orbits (HIO FSS) in the 17.7-19.7 GHz band related to WRC-07 Agenda item 1.18. Agenda Item 1.12 of WRC-07 was also included to review the coordination and notification procedures for satellite networks.

In 1988, the allotment plans for the fixed-satellite service(FSS) of Appendix 30B(AP 30B) in the ITU Radio Regulations(RR) was adopted at WARC-88. WRC-03 adopted an agenda 1.10 to review the regulatory procedures and associated technical criteria of AP 30B for WRC-07. For this agenda item, ITU-R Working Party 4A(WP4A) and Special Committee(SC) were responsible groups to study technical aspects and regulatory and/or procedural aspects, respectively. ITU-R WP4A and SC made preliminary CPM(Conference Preparatory Meeting) Report for WRC-07.

With respect to the analysis of power flux-density limits applicable to fixed satellite service systems using highly-inclined orbits (HIO FSS) in the 17.7-19.7 GHz band, technical information about HIO satellite systems was analyzed in order to protect of fixed service (FS). PFD limits applicable to all non-GSO FSS systems in the 17.7~19.7 GHz band were adopted at WRC-00. These limits were calculated on the basis of sharing studies involving non-GSO, circular orbit, satellite systems of low-earth-orbit(LEO) and medium-earth-orbit(MEO)

types and are included in RR Article 21. However, FS in the 17.7~19.7 GHz band has mainly used to support mobile networks or other networks in many countries. In some other countries, this band was also used for trunk networks between remote area and for vessel transportation systems. It was shown that the current PFD limits in Article 21 of the RR,  $-115/-105$  (W/m<sup>2</sup>/MHz), are not appropriate to ensure the protection of FS system. There were three ways to propose PFD limits for protection FS criteria. Firstly, method A remained unchanged RR Article 21. Method B insisted to adopt regulatory provisions that incorporate into the Radio Regulations the operational characteristics that are deemed necessary to adequately protect the FS at the current RR Article 21 PFD limit levels. lastly. Method C added a new mask in RR Article 21. WRC-07 resolved PFD limits for FSS using highly-inclined orbits in the band 17.7~19.7 GHz as follows. FSS space stations for which advance publication information was received by the Radiocommunication Bureau before 5 July 2003, as well as space stations with the same parameters in a future notice for a replacement system, shall continue to be subject to the PFD limits were the same current PFD limits in Article 21 of the RR. The other cases apply new PFD limits. More specific contents are explained chapter 3.

To consider the changes in response to Resolution 86 (Rev. 2002), WRC-07 adopted an Agenda item 1.12 on review of coordination and notification procedures for satellite networks. For this agenda item, ITU-R Working Party 4A(WP4A) and Special Committee(SC) were responsible for the groups to study technical aspects and regulatory and/or procedural aspects, respectively. ITU-R WP4A and SC made preliminary CPM Report for WRC-07.

# 목 차

표 목 차 .....	83
그림목차 .....	84
제 1 장 서 론 .....	85
제 2 장 고정위성업무계획의 규정 및 기술적 조건 연구 .....	87
제 1 절 서 론 .....	87
제 2 절 고정통신위성업무 계획 개요 .....	88
제 3 절 주요국가 및 기구 동향 .....	90
제 4 절 고정통신위성업무계획의 규정 및 기술제원 개선방안 .....	92
제 5 절 결 론 .....	102
제 3 장 비정지궤도 위성시스템과 지상 고정통신 시스템의 주파수 공유 조건 연구 .....	103
제 1 절 서 론 .....	103
제 2 절 고경사궤도를 이용하는 위성시스템의 전력속밀도 .....	103
제 3 절 17.7~19.7 GHz대역에서 고경사궤도 위성시스템의 전력속밀도 제한값 분석 .....	108
제 4 절 결 론 .....	118
제 4 장 위성망 국제등록 및 조정 절차 개선 .....	120
제 1 절 서 론 .....	120
제 2 절 위성망 국제등록 개요 .....	120
제 3 절 주요국가 및 기구 동향 .....	124



제 5 장   결론 .....	130
참 고 문 헌 .....	132

## 표 목 차

표 2-1 AP30B에 의한 고정위성업무계획의 주요특성 .....	88
표 2-2 우리나라에 분배된 고정위성업무 제원 .....	89
표 2-3 지구국 안테나 패턴 1(AP 30B의 부속서 1) .....	96
표 2-4 지구국 안테나 패턴 2(AP 30B의 부속서 1) .....	97
표 2-5 고정위성업무계획의 기술적 조건 주요 개정 비교 .....	101
표 2-6 우리나라에 분배된 고정위성업무 제원 .....	102
표 3-1 계획된 HIO 고정위성업무 위성군 파라미터 .....	110
표 3-2 지상고정업무 파라미터 .....	110
표 3-3 강화된 전력속밀도 기준 .....	113
표 3-4 고정지상업무 보호를 위한 고정위성의 전력속밀도 기준(전파규칙 제21) ..	115
표 3-5 CPM-07 1차 전력속밀도 제안값 .....	116
표 3-6 CPM-07 2차 전력속밀도 제안값 .....	117
표 3-7 신규 결의 COM 5/3에서의 전력속밀도 기준(단위 : dBW/m <sup>2</sup> /MHz) ....	117
표 3-8 WRC-07에서 결의한 새로운 전력속밀도 기준(단위 : dBW/m <sup>2</sup> /MHz) ...	118
표 4-1 조정대상 위성망의 선정 .....	123

## 그 립 목 차

그림 2-1 위성 안테나 패턴 1(AP 30B 부속서 1의 1.7.2절) .....	97
그림 2-2 위성 안테나 패턴 2(AP 30B 부속서 1의 1.7.2절) .....	98
그림 3-1 GEO, MEO, LEO 궤도 위성시스템 .....	104
그림 3-2 HIO 위성시스템 .....	104
그림 3-3 지점 수신전력밀도 .....	105
그림 3-4 공간 수신전력 .....	106
그림 3-5 HIO 전력속밀도 계산절차 .....	109
그림 3-6 Elevation Angle에 따른 HIO 고정위성업무 vs. 지상고정업무 간섭평가 .....	111
그림 3-7 안테나 크기에 따른 간섭영향(ATN Mask1 적용) .....	112
그림 3-8 안테나 크기에 따른 간섭영향(ATN Mask2 적용) .....	112
그림 3-9 국내 주파수 분배 및 이용현황 .....	113
그림 3-10 전력속밀도 마스크(17.7~19.7 GHz : 전파규칙 제21조) .....	115
그림 3-11 CPM-07 1차 전력속밀도 제안레벨 .....	116
그림 3-12 CPM-07 2차 전력속밀도 제안레벨 .....	116
그림 3-13 전파규칙 21-4의 전력속밀도 기준값(WRC-07 개정) .....	118
그림 4-1 국제 주파수등록 절차 .....	121

# 제 1 장 서 론

위성전파 자원의 선점과 자국의 위성망과 지상망을 보호하기 위하여 세계각국은 끊임없이 노력을 하고 있으며 국제전기통신연합(ITU : International Telecommunication Union)의 관련 연구반에서는 주파수 분배 및 위성 이용기술의 발전을 고려한 다른 통신업무와의 주파수 공유를 위해 규정 및 절차, 기술적 조건 등에 대한 연구를 활발히 진행하였다. 한편 통신 기술의 발전으로 위성을 이용한 서비스도 점차 다양화 되고 확대됨에 따라 위성 자원을 효율적으로 이용·분배하고 주파수 자원 확보에 관한 연구도 중요하게 대두되고 있다.

이러한 국내·외 흐름에 발맞춰 본 연구는 현재 우리나라에서 운용 또는 계획 중인 위성전파자원 보호 및 확보를 위하여 고정위성업무 계획의 규정 및 그에 따른 기술적 조건, 비정지궤도 위성 시스템과 지상고정통신 시스템과의 주파수 공유조건, 위성망 국제등록 절차 개선 연구 등에 관한 세부 연구를 WRC(World Radiocommunication Conference)-07 의제를 중심으로 수행하였다.

제1장에서는 본 연구의 배경·필요성 및 연구 내용에 대한 개괄적인 소개를 하고 있으며, 제2장에서는 2007년 10월에 개최된 WRC-07에서 논의된 고정위성업무 계획과 관련된 의제결과를 분석하였다. 제3장에서는 17.7-19.7 GHz 대역에서 고정사궤도 위성(HIO)<sup>1)</sup> 고정위성업무(FSS : Fixed Satellite Service) 시스템과 지상고정업무(FS : Fixed Service) 시스템이 상호 과도한 제약 없이 동 대역에서 혼신영향 없이 운용될 수 있도록 WRC-07에서 제시한 HIO FSS 시스템에 적용할 수 있는 HIO 위성의 전력속밀도 기준값을 정리·분석하였다.

제4장에서는 WRC-07에서 논의된 위성망 국제등록 절차 개선결과를 분석하였다. 모든 위성망은 전파규칙(Radio Regulation)이 명시한 절차 및 규정에 따라 ITU에 위성망 국제등록을 함으로써 국제적으로 보호 받을 수 있는 권리를 갖게 된다. 그러나 이러한 위성망 국제등록을 위해서는 ITU의 규정된 절차를 따라야 하나, 위성망 국제등록 절차가 복잡하고 적합성 심사에 따라 공표 지연이 야기되고 있는 것이 문제점으로 지적되고 있다. 이러한 문제들을 개선하기 위하여 WRC-07에서는 관련내용을 의제 1.12로 채택하여 위성망 국제등록 절차(사전공표, 조정 및 통고절차)의 개선방안 모색 및 절차 규정(Rules of Procedures) 내용의 국제전파규칙으로 반영할 사항 등을 검토하였으며 WRC-07 의제

---

1) HIO(Highly Inclined Orbits, 고정사궤도 위성) : 위성 궤도의 최대 원지점 고도가 18,000km 이상이고, 궤도경사각(적도면과 위성궤도면 사이의 각도)이 35~145도 범위에 있는 위성

1.12 위성망 국제등록 절차 논의 결과를 분석·정리 하였다.

마지막으로 제5장에서는 본 연구의 연구결과를 정리하고 향후 연구 방향을 제시하면서 결론을 맺었다.

## 제 2 장 고정위성업무계획의 규정 및 기술적 조건 연구

### 제 1 절 서 론

위성 전파자원의 공평하고 동등한 사용을 위하여 ITU에서는 전파규칙 부록(AP) 30, 30A 및 30B를 통하여 각 국가별로 위성 궤도 및 주파수를 할당하고 있다. 부록 30은 방송 위성 계획에 관한 것이며, 부록 30A는 방송 위성의 feeder-link에 관한 계획이며, 부록 30B는 고정위성업무의 계획이다.

2003년 6월 스위스 제네바에서 개최된 WRC-03에서는 방송위성업무 계획을 전면 개정하였다. 그리고 고정위성업무 계획의 일부 규정을 변경하였으며, 고정위성업무 계획의 기술적 조건 및 규정 절차의 총체적 검토를 위하여 차기 WRC-07 의제 1.10을 채택하였다. 고정위성업무 계획에 대한 검토를 위해 ITU-R(Radiocommunication Sector in International Telecommunication Union)의 관련 연구를 ITU-R Working Party 4A(WP4A) 및 Special Committee(SC)에서 수행하도록 하고, SC에서는 규정적 문제에 대해서 검토를, WP4A에서는 기술적 조건에 관한 검토를 수행하도록 하고 있다. 이에 따라 WP4A에서는 부록 30B의 규정 및 기술적 조건의 적용상 어려움 도출과 해소 방안, 현재 사용되지 않거나 앞으로 사용이 희박한 절차규정 확인 및 삭제 검토와 아울러 PDA(Pre-Determined Arc)의 장단점을 고려한 PDA 개념의 유용성 평가를 하고 있다. 그리고 단일 인입과 총합 C/I 기준의 동시적용 장단점 평가와 아울러 추가 사용시스템에 대한 유용성 평가 및 소지역 시스템의 개선 가능성 확인하도록 하고, 위성기술개발을 반영하여, WRC-2000에서 개정된 방송위성 계획 관련 부록 30과 30A와 유사하게 보호기준의 완화 등에 관한 논의를 수행하였다.

본 연구에서는 2007년 10월에 개최된 WRC-07에서 논의된 고정위성업무 계획 관련 결과를 분석함으로써 향후 계획 위성망을 이용할 때 참고가 되도록 하고자 한다.

## 제 2 절 고정통신위성업무 계획 개요

위성업무에서 'first come, first served'에 의한 위성 가용자원의 고갈 전에 각 국가에 공평한 이용 및 효율적인 분배의 필요성이 대두됨과 아울러 비 계획된 대역과는 달리 조정절차 없이 분배된 제원을 언제라도 할당으로 전환하여 운용 가능토록 하기 위하여 고정 위성업무 계획이 1988년에 개최된 WARC-88에서 결정되었다. 표 2-1에 WARC-88에서 제정된 AP30B에 따른 고정위성업무 계획의 위성 및 지구국의 주요 제원 및 특성을 나타내었다.

표 2-1 AP30B에 의한 고정위성업무계획의 주요특성

제원		주요 특성	비고
궤도위치		각 국가별로 분배	
주파수 대역		6725-7025MHz(↑), 4500-4800MHz(↓) 12.75-13.25GHz(↑), 10.70-10.95GHz/11.20-11.45GHz(↓)	대역폭 (800MHz)
서비스지역		자국의 영역에 한함	
보호 기준	단일 C/I	30dB (27dB : WRC-03이후 제출 위성망)	3dB 완화
	총합 C/I	26dB (23dB : WRC-03이후 제출 위성망)	3dB 완화
위성 제원			
수신우주국 잡음 온도		6GHz : 1000K, 13GHz : 1500K	
반전력빔폭		6/4GHz : 1.6°, 13/10-11GHz : 0.8°	
안테나효율		55%	
지구국 제원			
안테나크기		6/4GHz : 7m, 13/10-11GHz : 3m	
수신지구국 잡음 온도		4GHz : 140K, 10-11GHz : 200K	
안테나효율		70%	

한편 고정위성업무 계획에 유연성을 제공할 목적으로 PDA(pre-determined arc)개념을 두고 있으며, 이는 위성망의 설계 전단계의 시스템에 대해서는 공칭궤도 위치의  $\pm 10^\circ$ 를 적용하며, 설계 단계의 시스템에 있어서는  $\pm 5^\circ$ 를, 운용 단계에서는 PDA를  $0^\circ$ 로 하고 있다.

고정위성업무 계획에 따른 사용의 경우에는 분배를 할당으로 전환하고 할당 요청의 등재 및 통고를 ITU-R 전파통신 사무국으로 하여야 한다. 할당으로 전환된 위성망은 List에 등재된다.

## 1. 우리나라가 분배받은 제원

우리나라는 C 대역 즉 6725-7025MHz(상향), 4500-4800MHz(하향)에서 빔명은 KOR00000로, 공칭궤도 위치는 동경  $116.2^\circ$ 에서 원형빔으로, 빔 중심은 127.7E, 36.2N(충북 영동)에 있고 우주국 전력밀도는  $-40.5$  dBW/Hz이다. 또한 Ku 대역 즉 12.75-13.25GHz(상향), 10.70-10.95GHz/ 11.20-11.45GHz (하향)에서 빔명은 KOR00000로, 공칭궤도 위치는 동경  $116.2^\circ$ 에서 타원빔으로, 빔 중심은 127.7E, 36.2N(충북 영동)에 있고 우주국 전력밀도는  $-26.7$  dBW/Hz 이다. 표 2-2에서는 우리나라에 분배된 고정위성업무 제원을 나타내었다.

표 2-2 우리나라에 분배된 고정위성업무 제원

제원	주요 특성	비고
빔명	KOR00000	
공칭궤도	동경 $116.2^\circ$	무궁화위성 (동경 $116^\circ$ )
서비스 arc	$83^\circ \sim 169.6^\circ$	
PDA	$106.2^\circ \sim 126.2^\circ$	공칭궤도 $\pm 10^\circ$
빔 중심점	동경 $127.7^\circ$ , 북위 $36.2^\circ$	충북 영동
빔 크기	$1.6^\circ \times 1.6^\circ$ (6/4GHz) $1.3^\circ \times 1.0^\circ$ (13/10-11GHz)	원형빔 타원빔
빔축 기울기 (장축기준)	$90^\circ$ (6/4GHz) $4^\circ$ (13/10-11GHz)	적도면 기준 반시계방향
지구국 EIRP density	$-7.5$ dB(W/Hz) (6GHz) $-3.4$ dB(W/Hz) (13GHz)	
위성 EIRP density	$-40.5$ dB(W/Hz) (4GHz) $-26.7$ dB(W/Hz) (10-11GHz)	



### 제 3 절 주요국가 및 기구 동향

전파규칙 부록(Appendix, AP) 30B의 고정위성업무 계획 규정 및 기술적 조건에 대한 검토를 위해 WRC-03에서 WRC-07 의제 1.10으로 채택하고, 관련 연구를 ITU-R WP4A 및 SC에서 수행하도록 하였다. ITU-R WP4A는 기술적 조건에 관한 검토를 주로 수행토록 하고 있으며, SC에서는 규정적 문제에 관한 검토를 수행토록 하고 있다.

이에 WRC-07에서 논의될 보고서 작성을 위해 2007년 2월에 CPM이 개최되었으며, 2007년 6월에는 ITU-R WP4A 회의가 개최되었다. CPM에서는 ITU-R WP4A 및 SC 결과를 토대로 WRC-07에서 논의될 보고서를 작성하였다. 우리나라도 CPM에 참석하여 고정위성업무 계획의 규정 및 기술적 조건에 관한 우리나라 입장을 적극적으로 제시하였다. 이하에 CPM 및 ITU-R WP4A회의에서 논의된 규정 및 기술적 조건에 관한 결과를 정리하였다.

#### 1. CPM 보고서 주요 내용

CPM은 WRC-07에서 논의될 보고서 작성을 위한 회의로써 2007년 2월에 회의를 개최하여 고정위성업무 계획에 관한 논의를 수행하였다. 주요 논의사항으로써 계획 위성망의 국제 등록시 순차 및 병렬처리 방안에 대한 논의에서 순차 및 병렬처리 방안의 장단점을 비교 분석 하였다. 순차 처리방안을 적용할 때는 PDA 적용을 통해 계획의 유연성을 확보할 수 있으나, 국제등록을 신청한 후 처리 시작까지 많은 시간이 소요되는 단점이 있으며, 병렬 처리 방안을 도입시에는 국제등록을 신청하여 처리 시작까지의 시간은 단축할 수 있으나, 조정 대상 위성망이 더 많아지므로 등록처리 기간이 증가할 수 있는 단점이 제기되었다. 이러한 국제등록 처리 방안에 대해 러시아는 순차처리 시 소지역 시스템의 경우 한 국가가 사용할 수 있는 위성망의 수를 제한하는 내용으로 CPM 보고서 수정을 제안하였으며, 룩셈부르크는 PDA를 현행  $\pm 10^\circ$ 에서 위성서비스 범위(서비스아크)로 확장할 것을 제안하였으나, 우리 나라는 동 제안이 국토 크기가 작은 국가에 불리하므로 이에 반대하였다.

그리고 주파수 대역 분리를 통한 두개의 궤도 위치 선정 가능성 검토에 있어 현행 규정은 4/6 및 10-11/13 GHz의 800 MHz 대역폭을 가지고 하나의 궤도 위치에서 운용토록하고 있으나, 중국은 주파수 이용 효율을 향상과 위성망 조정의 애로사항을 해결하기 위하여 4/6 GHz과 10-11/13 GHz 대역을 분리하고, 두개의 궤도에서 운용해야 한다는 의견을 제시하였다. 그러나 동 제안이 주파수 이용효율 측면에서는 유리할 수 있으나, 위성자원이 일부 국가에 독점될 수 있으므로 우리나라를 포함한 대부분의 국가는 이에 대해 반대하는

입장을 제시하였다.

이상의 논의를 바탕으로 한 CPM의 주요 회의결과로써 계획 위성망 국제등록 절차 및 처리 방안에 대한 논의는 위성망 국제등록시 순차 및 병렬 처리 방안의 장단점 비교 검토 결과를 CPM 보고서에 추가하기로 하였으며, 순차처리 절차에서 러시아가 제안한 소지역 시스템의 경우 한 국가가 사용할 수 있는 위성망의 수를 제한하는 등 CPM 보고서 일부 내용 수정하였다. 그리고 PDA를 위성서비스 범위(서비스 아크)로 확장하자는 다른 나라의 제안에 대하여 우리나라는 동 제안이 국토 크기가 작은 국가에 불리하므로 이에 반대하고, 오히려 PDA는 현행 규정을 유지해야 한다는 우리나라의 입장을 CPM 보고서에 반영하였다. 한편 주파수 대역 분리를 통하여 두개의 궤도 위치에서 운용 가능토록 하자는 중국의 제안은 하나의 option으로 추가하여 CPM 보고서에 포함하기로 하였다.

## 2. ITU-R WP4A에서의 고정위성업무 계획 기술적 조건 및 규정에 관한 논의 결과

2007년 6월에 개최된 ITU-R WP4A회의에서는 각국에서 제출한 8개의 기고문을 검토하였으며, 제출된 기고문은 기술적 파라미터, 보호비 기준 및 기술적 분석에 관한 내용 등이 주로 논의되었다.

각국에서 제출된 기고문의 주요 내용으로써 러시아는 1988년에 제정된 AP 30B의 기술적 파라미터와 관련된 기준값은 현시대의 기술적 발전을 반영하지 못하고 있으며, 지난 4년간 WP4A 회의에서 논의된 결과도 만족스럽지 못함에 따라 AP30B 간섭분석을 위한 새로운 평가방법을 제시하였다. 즉  $C/I_{agg}$  와  $C/(N+I_{agg})$ 를 계산하여 간섭결과를 확인방법과 현재 기준보다 작은 안테나 사용 시의 기준 적용 방법 및 보호비 기준 변경 시 평가방법 등을 제안하였다. 룩셈부르크는 AP 30B에 적용할 지구국 안테나의 방사패턴에 대한 개선기준을 제시하였으며, 프랑스는 조정영역(coordination arc)개념 도입 시 6/4 GHz는 10°, 13/10-11 GHz는 9°로 제안하였으며, 조정영역을 벗어난 경우는 hard limit을 적용하여, 조정을 완료한 것으로 간주하고, 조정궤도 내에서는 전력속밀도<sup>2)</sup>(서비스지역 및 테스트 포인트), 조정궤도내의 총 반송파대 간섭비(Aggregate C/I : Aggregate Carrier to Interference)를 고려할 것을 제안하였다. ASIASEAT은 AP30B 기술적 파라미터 값에 대한 현재 기준값 및 CPM 보고서에 언급된 값을 비교 검토하고, 여기에 첨부하여 새로운 값을 제안하였다. 그리고 캐나다는 고정위성업무의 규정 절차 검토와 관련하여 지난 CPM 회의 시

---

2) 전력속밀도(PFD : Power Flux-Density) : 지표면에 도달하는 위성 송출전력의 단위 체적당 전력속밀도

캐나다가 주장한 AP30B 위성망 국제등록 신청 자료의 병행처리(Non-Sequential) 절차에 대한 보충설명을 하였다.

한편 ITU 전파통신 사무국은 고정위성업무 계획의 기술적 조건 현행화를 위한 업무진행 현황을 보고하였다. 주요 내용으로써 현재 AP30과 관련된 다양한 파라미터를 분석할 S/W를 아직 마련하지 못한 상태이며, 특히 보호비 산정을 위한 작업은 상당히 어려울 것으로 예상하였다. 그리고 현재 AP30B의 제원을 입력하기 위한 DB를 구축하고 있는데, WRC-07 기간에 맞춰 사용 가능토록 준비 중에 있으며, DB에는 조정범위(Coordination Arc), 출력값 조정 여부, 반송파대 잡음비 (C/N : Carrie to Noise) 계산, 신규 강우모델 (권고 ITU-R P.618-8)등의 관련 요소를 포함할 예정이다. 그러나 다른 요소(전력속밀도 limit, 다른 C/I 기준을 적용하는 다수의 test point를 위한 MSPACE 분석 등)를 위한 Tool은 WRC-07 기간에 맞춰 개발하기는 어려울 것임을 밝혔다. 이에 WP4A에서는 고정위성 업무 계획의 기술적 조건을 현행화 가능성 검토를 위해서는 관련 S/W 및 DB의 구축이 반드시 필요함에 따라 WRC-07 이전에 S/W 개발 작업이 완료되기를 요청하였다.

## 제 4 절 고정통신위성업무계획의 규정 및 기술제원 개선방안

현행 고정위성업무 계획(RR AP30B) 규정 절차 및 기술적 조건의 개정 가능성 검토를 위하여 ITU-R WP4A 및 SC에서는 WRC 준비회의인 CPM 보고서 초안을 작성하였다. CPM에서는 규정 절차의 개정에 대한 ITU-R의 연구결과를 바탕으로 개정 가능성을 검토하여 WRC에서 최종 결정한다. 이하에서는 WRC-07에서의 결정된 고정위성업무 계획의 규정 절차 및 기술적 조건의 주요 개선방안에 대해 기술하였다.

### 1. 규정 절차에 관한 주요 개선방안

#### 가. 위성망 국제등록 규정 절차 간소화

AP 30B 주파수 대역을 사용하기 위한 고정위성업무용 정지궤도 위성망의 권리는 해당 assignment가 AP 30B의 list에 들어감으로서 얻어진다. 현행 AP30B에는 이러한 assignment가 list에 들어가기 위하여 따라야 하는 절차와 관련하여 5개의 다른 절차 (sections I, IA, IB, II and III of Article 6)를 규정하고 있다. 현행 규정 절차의 간소화 논의는 복잡한 규제 및 스펙트럼의 사용에 있어 융통성을 줄 수 있도록 고려되어야 한다.

CPM 보고서에서는 규정절차의 간소화와 관련하여 하나의 절차로 간소화하는 방안과 2-4개의 절차로 개정하는 방안이 제안되었으나, WRC-07 회의결과, 현행 5개의 등록 절차를 분배 위성망 및 추가 사용 위성망(소지역 시스템 포함) 등을 포함한 하나의 절차로 간소화하기로 하였다. 그리고 해당국의 동의를 받는 조건으로 분배에서 할당으로 전환 시 서비스 영역을 확장할 수 있도록 하였으며, AP30B에 적용되는 모든 위성망의 운용 기한(현행 추가 사용위성망의 경우 15년임)은 제한을 두지 않기로 하였다.

#### 나. 신규 ITU 회원국

현재 많은 신규 회원국이 그들의 allotment를 갖고 있지 않다. 그런 회원국 및 지형이 변경된 회원국들에게 WARC-88에서 회원국들에게 주어진 것과 같은 권리를 갖도록 기회를 주어야 한다. 이를 위해 WRC-07은 신규 회원국에 국제등록 우선권을 주어 분배 제원을 우선적으로 확보할 수 있도록 하는 절차를 제정하였다.

#### 다. 위성망 국제등록 절차

WARC-88에서는 고정위성 주파수와 궤도를 공평하게 사용하도록 각국에 분배하기 위해 순차처리 방식을 도입하였으나, 위성망 국제등록 처리 적체 등의 문제가 대두됨에 따라 이를 해결하기 위해 WRC-07에서는 순차처리 방안의 개선과 병렬 처리 방안 도입 등 2가지 방안에 대해 논의를 수행하였다.

회의 결과, 미국, 캐나다 및 유럽 등이 제안한 계획 위성망 국제 등록시 동시에 다수의 계획위성망의 조정이 가능하여 등록에 소요되는 기간의 단축이 가능한 병렬 처리 방안을 도입하여 위성망 국제등록을 수행토록 하였다. 이러한 병렬 처리 방안 도입을 통해 위성망 간 조정을 원활하게 하기 위해 현행의 궤도 변경이 가능한 PDA 개념은 삭제하기로 하였다.

#### 라. AP 30B의 List에 있는 제원과 다른 제원으로 할당을 통고

현행 AP 30B에는 List에 있는 것과 다른 특성으로 할당 제원을 통고하는 것에 대한 절차가 없음에 따라 전파통신 사무국은 전파규칙 위원회(RRB : Radio Regulation Board)에서 정한 절차규정을 준용하여 처리하고 있다. 따라서 관련 절차 규정을 전파 규칙에 반영 가능성 검토가 수행되어 WRC-07에서는 변경된 제원 특성이 list에 있는 것보다 더 간섭을 일으키지 않는다면 국제주파수 등록원부(MIFR)에 등재 가능하도록 전파규칙에 반영 하였다.

#### 마. AP 30B의 6조 적용에 있어 전력속밀도 제한값

현재 AP 30B의 6조에서 전파통신 사무국이 전파규칙의 다른 조항에 대한 검토에서 전파 규칙 21조의 전력속밀도값 준수 여부에 대한 검토 조항은 없으나, 8.8조 따라 통고 단계에서 검토하도록 하고 있다. 따라서 현 규정에 따르면 8.8조를 만족시키지 못하는 할당 제원이 list에 들어갈 수 있다. 따라서 통고 단계에서만 검토할 것이 아니라 AP 30B의 6조에 따른 처리 중에 21조의 전력속밀도 제한값에 대한 검토를 하는 것에 주관청간에 의견이 일치됨에 따라 관련 규정을 전파규칙에 반영하기로 WRC-07에서 결정하였다.

#### 바. 운용 위성망

현행 AP 30B에 따르면 운용 시스템은 AP 30B (WARC-Orb 88) 발효일로부터 20년 즉 2010년 3월 16일까지 운영을 계속할 수 있으나, 2010년 3월 16일 이후에 어떻게 하는지에 대한 조항이 없다. 더욱이 list내에 모든 운용 위성망을 이 날짜에 갑자기 중단하는 것은 적절하지 않음이 제기됨에 따라 새로운 규정절차가 필요하다는데 합의가 이루어졌다. 회의 결과, 신규 결의 제정을 통해 운용 위성망의 수명 종료일 또는 2011년 5월 16일까지 운용 가능하도록 하였다.

#### 사. 계획위성망의 통고 및 등재 절차

계획 위성망이 조정을 완료한 후 국제등록을 위한 최종 절차인 통고 및 등재 시 필요한 절차를 논의하였으며, 계획 위성망을 전파통신 사무국에 신청한 후 8년 이내에 통고 절차까지 완료해야 하는 규정은 유지하기로 하였으며, 계획 위성망에 대한 운용 휴지기간이 필요한 경우 2년 이내로 가능하나 2년 경과후 재운용 되지 않을 경우 전파통신 사무국에 의해 동 위성망을 삭제하는 조건을 새로 추가하였다.

#### 아. 위성망 조정 및 등록

신규 자료 공표 시 간섭이 예상되는 경우 4개월 이내에 이의제기를 해야 하며, 해당국이 응답이 없을 경우 전파통신 사무국에 지원을 요청할 수 있고, 전파통신 사무국의 서한 접수 후 30일 이내에 응신이 없을 경우된 것으로 간주하기로 하는 규정을 제정하였다. 그러나 위성의 서비스 지역이 다른나라를 포함하는 경우에는 반드시 해당국의 동의를 받아야만 완전한 국제등록이 가능하도록 하였다.

## 2. 기술적 조건에 관한 주요 개선방안

고정위성업무 계획의 기술적 조건의 개정 가능성 검토에 있어 AP 30B의 분배 제원을 현행화에만 한정하며 새로운 제원이 list의 위성망에 영향을 주어서는 안 된다는 원칙 하에 기술적 조건을 현행화하는 방안을 WRC-07에서 검토하였다. 이하에서는 변경된 기술적 조건의 주요 내용을 기술하였다.

### 가. 반송파대 잡음비(C/N)

반송파대 잡음비의 변경 가능성 검토에 있어 디지털 방식을 적용하기로 하였으며, 현재 운용중인 아날로그 방식은 그대로 유지하기로 하였다. 변조 형태(BPSK, QPSK 및 8PSK) 및 에러보정에 대한 실질적인 모델 특성에 대해 검토하였고 BER은  $10^{-6} \sim 10^{-8}$  이 고려되었다. AP 30B의 분배 제원의 현재 C/N은 1988년에 만들어진 것으로 상향 C/N는 23 dB 및 하향 C/N는 17 dB이며 전체 C/N는 16 dB로 되어있다.

이번 WRC-07에서는 상향 C/N는 21 dB 및 하향 C/N는 15 dB로 이전보다 2 dB 완화하여 적용하기로 하였다. 그리고 대기 감쇠 및 강우감쇠 모델로 권고 ITU-R P. 676-7 및 P. 618-9를 적용하였다.

### 나. 지구국 안테나 크기

ITU-R 연구결과, 안테나 크기의 소형화를 위해서는 분배 제원의 C/I(반송파대 간섭비)를 감소하여야만 하는 것으로 나타났다. WARC-88 당시에는 지구국 안테나 크기를 6/4 GHz 대역에서는 7 m, 13/10-11 GHz 대역에서는 5 m로 하였으나, WRC-07에서는 6/4 GHz 대역에서는 5.5 m, 13/10-11 GHz 대역에서는 2.7 m로 안테나 크기를 소형화하였다.

### 다. 위성 및 지구국 수신 잡음온도

현재 수신기 설계 기술이 상당히 발전되었고, 네트워크의 잡음온도도 AP 30B에 있는 값보다 많이 낮아졌다. 잡음 온도의 감소는 시스템 이득의 증가 또는 출력의 감소가 가능해지므로, 안테나 크기의 감소와 같은 기술 파라미터의 개정이 가능할 수 있다. 이러한 기술 발전으로 고려하여 WRC-07에서는 위성 수신잡음 온도를 현행 6 GHz 대역에서 1000 K, 13 GHz 대역에서 1500 K를 각각 500 K, 550 K로 낮추었다. 그리고 지구국 수신잡음 온도는 현행 4 GHz 대역에서 140 K, 10-11 GHz 대역에서 200 K를 각각 95 K, 125 K로 낮추었다.

## 라. 지구국 안테나 패턴

분배(allotment)된 지구국 안테나 패턴은 표 2-1 및 표 2-2에 나와 있는 2가지 형태가 있다(AP 30B의 부속서 1 참조). 표 2-2의 개선된 패턴을 사용하면 다른 기술 파라미터나 신규 회원국의 allotment 도입이 용이할 수 있다. 그러나 연구결과에 따르면 이러한 개선 효과는 안테나 크기가 상당히 작아질 경우에만 나타난다. 즉, 6/4 GHz대역에서는 안테나가 3.5 m보다 작을 때, 13/10-11GHz대역에서는 안테나가 1.5 m보다 작을 때 개선 효과가 나타난다. WRC-07에서는 지구국 안테나 크기가 6/4 GHz 대역에서는 5.5 m, 13/10-11 GHz 대역에서는 2.7 m로 결정함에 따라 표 2-2에 따른 안테나 패턴을 적용해도 개선 효과가 크지 않음에 따라 현행 표 2-1에 따른 안테나 패턴을 적용하기로 하였으며, 표 2-2의 안테나 패턴은 삭제하였다.

## 마. 위성 안테나 패턴

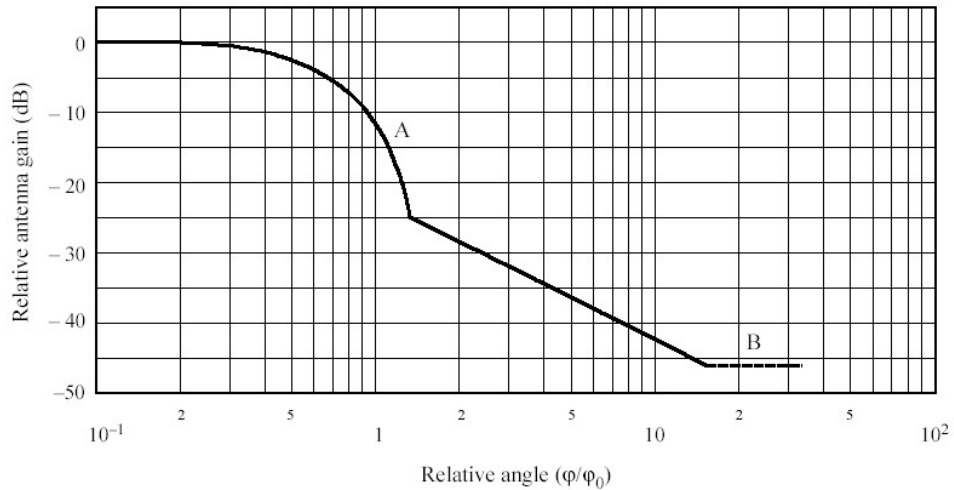
일반적인 경우 우주국 기준 안테나 패턴은 그림 2-3에 나타나 있으나, 할당(assignment)으로 전환하지 않은 분배에 대하여 그림 2-4와 같은 fast roll-off 패턴을 사용할 것을 권고하고 있다(AP 30B 부속서 1의 1.7.2절 참조). 우주국 안테나의 경우 안테나 기술 발전을 고려하여 그림 2-4의 개선된 안테나 패턴을 적용하기로 하고, 결론적으로 그림 2-3의 안테나 패턴은 삭제하기로 하였다.

표 2-3 지구국 안테나 패턴 1(AP 30B의 부속서 1)

$G_{max} = 10 \log (\eta(\pi D/\lambda)^2)$	
$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2$	for $0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = \min (G_1, 29 - 25 \log \varphi)$	for $\varphi_m \leq \varphi \leq 19.95^\circ$
$G(\varphi) = \max (\min (-3.5, 32 - 25 \log \varphi), -10)$	for $\varphi > 19.95^\circ$
where:	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>D</math>: antenna diameter  <math>\lambda</math>: wavelength         </div> } expressed in the same unit	
$\varphi$ : off-axis angle of the antenna (degrees)	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>G_1</math>: gain of the first side lobe <math>= -1 + 15 \log \frac{D}{\lambda}</math> </div>	
$\varphi_m = \frac{20\lambda}{D} - \sqrt{G_{max} - G_1} \quad \text{degrees}$	
$\eta$ : antenna efficiency	

표 2-4 지구국 안테나 패턴 2(AP 30B의 부속서 1)

$G_{max} = 10 \log (\eta(\pi D/\lambda)^2)$	
$G(\varphi) = G_{max} - 2.5 \times 10^{-3} \left( \frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2$	for $0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$	for $\varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	for $\varphi_r \leq \varphi < 36.3^\circ$
$G(\varphi) = -10$	for $36.3^\circ \leq \varphi < 180^\circ$
<p>where:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>D</math>: antenna diameter  <math>\lambda</math>: wavelength         </div> } expressed in the same unit	
$\varphi$ : off-axis angle of the antenna (degrees)	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>G_1</math>: gain of the first sidelobe = <math>-1 + 15 \log \frac{D}{\lambda}</math> </div>	
$\varphi_m = \frac{20\lambda}{D} - \sqrt{G_{max} - G_1} \quad \text{degrees}$	
$\varphi_r = 15.85 \left( \frac{D}{\lambda} \right)^{-0.6} \quad \text{degrees}$	
$\eta$ : antenna efficiency	



AP30BA1-01

그림 2-1 위성 안테나 패턴 1(AP 30B 부속서 1의 1.7.2절)



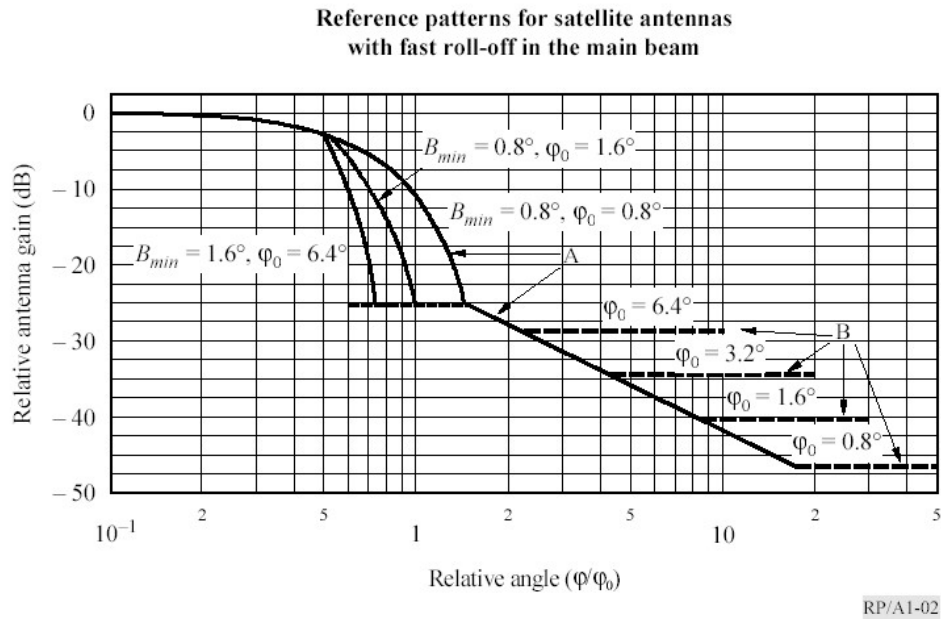


그림 2-2 위성 안테나 패턴 2(AP 30B 부속서 1의 1.7.2절)

#### 바. 강우감쇠 모델

1988년 WARC-88에서 AP 30B가 만들어질 때 기초가 된 ITU-R Report 564-3이 더 이상 사용되지 않고 있으므로, 권고 ITU-R P.618-8을 사용할 것이 권고되고 있다. 이 권고를 사용하여 분배 제원의 상향 지구국 전력 또는 하향 우주국 전력을 다시 계산할 때 위성 안테나 빔 특성을 갱신할 필요가 있다.

현 AP 30B는 상향 및 하향 감쇠가 최대 8 dB인 강우감쇠모델에 기초하고 있으나, 8 dB 제한치로는 대부분의 분배 제원의 가용 목표를 만족시키지 못한다는 연구결과도 있다. 특히 13/10-11 GHz대역에서 신규 ITU 회원국 분배제원의 전력을 계산할 때 또는 계획의 분배제원의 출력을 다시 계산할 때는 8 dB 제한을 적용하지 않을 수 있으나 분배와 할당의 양립성에 영향을 줄 수도 있다. WRC-07에서는 대기 감쇠 및 강우감쇠 모델로 권고 ITU-R P. 676-7 및 P. 618-9를 적용하였다.

한편 기후 지역에 따른 최소 양각과 관련하여 현행 강우 지역별 최소 양각 대신 강우량에 따른 최소 양각을 준용토록 하고 있으며, 이때 전파간섭 모델은 권고 ITU-R P.837-5를 사용하도록 하고 있다.

#### 사. 보호 기준

현행 고정위성업무 계획의 단일 인입(single-entry) 및 총합(aggregate) 간섭 기준은

이하의 조건으로 하여 제정된 것이다. 특히 보호 기준은 분배의 기술 파라미터와 밀접하게 연관되어 있음을 고려할 필요가 있다.

- 단일 인입 간섭전력레벨은 복조기 입력단에서 총잡음 전력레벨의 4 %를 넘어서는 안 된다. 즉,  $C/I_{se} = C/N_{ref} + 14$  dB
- 총합 간섭전력레벨은 복조기 입력단에서 총잡음 전력레벨의 10 %를 넘어서는 안 된다. 즉,  $C/I_{agg} = C/N_{ref} + 10$  dB

AP 30B의 부속서 4에는  $C/N_{ref} = 16$  dB로 하여 single-entry 간섭 기준은 30 dB, aggregate 간섭기준은 26 dB이었으나, WRC-03에서 27 dB와 23 dB로 각각 줄였다.

한편 WRC-07에서는 단일 인입 및 총합 간섭 기준을 약 2 dB 완화하는 방안으로 보호 기준을 결정하였다.

#### 아. 조정영역 원칙의 도입 가능성 검토

AP 30B의 부속서 4의 부록 1에 단일 인입 및 총합 C/I 계산 방법이 있다. 이 방법을 수정하여 조정 영역(coordination arc) 개념을 이용하여 이 계산에 포함되는 위성망을 찾아낸다. WRC-07에서는 조정 영역 개념을 도입하기로 하였으며, 13/10-11 GHz는  $\pm 9^\circ$ 를, 6/4 GHz 대역에서는  $\pm 10^\circ$ 를 적용하기로 하였다.

#### 자. 조정영역 밖의 위성망 보호를 위한 전력속밀도 제한값

ITU-R 관련 회의에서는 조정 영역 개념이 도입되면 조정 영역 밖에 있는 분배 및 할당 제원을 보호하기 위하여 전력속밀도 제한값을 도입하는 것이, 주관청으로부터 의견을 접수하여 동의를 구하는 절차 보다 선호되었다. 현재까지 ITU-R 논의결과 상향 및 하향링크 모두에 하나의 값 또는 mask를 적용하는데 동의하였고 이것은 동질성을 지닌 파라미터를 갖는 위성망이 되도록 하기 위함이다. 이러한 상황을 고려하여 WRC-07에서는 조정 영역 밖에서는 전력속밀도 제한값을 적용하여 위성망을 보호하도록 하였다.

하향링크에서의 전력속밀도 제한값은 4 GHz 대역에서  $-127.5$  dB(W/(m<sup>2</sup>·MHz))를, 10-11 GHz 대역에서는  $-114.0$  dB(W/(m<sup>2</sup>·MHz))를 초과할 수 없도록 규정하고 있다. 그리고 상향링크의 경우 6 GHz 대역에서 궤도 이격이  $\pm 10^\circ$ 를 초과하는 경우  $-140.0$  dB(W/(m<sup>2</sup>·MHz))를, 13 GHz 대역에서 궤도 이격이  $\pm 9^\circ$ 를 초과하는 경우  $-133.0$  dB(W/(m<sup>2</sup>·MHz))를 초과할 수 없도록 제한하였다.

#### 차. 조정영역 내에서의 조정 기준값

조정영역 내의 위성망과의 간섭영향은 전력속밀도값, 총합 및 단일인입 C/I 값 등 세가지 조건을 모두 만족하지 않을 경우 간섭영향이 있는 것으로 간주된다.

#### 카. 매크로 세그멘테이션(macro-segmentation) 개념

매크로 세그멘테이션 개념은 아날로그 신호를 기준으로 고밀도 캐리어를 60%, 저밀도 캐리어를 40%로 배분하는 것으로 근래에는 위성망이 디지털을 사용하고 있다. 따라서 디지털 방식을 고려함에 따라 WRC-07에서는 매크로 세그멘테이션 개념은 삭제하기로 하였다.

#### 타. 일반화된 A, B, C 및 D 파라메타

일반화된 A, B, C 및 D 파라메타는 전파통신 사무국이 제출된 위성망이 Plan의 제원에 적합성 여부를 결정하기 위한 tool이었으나, 현재 분배 및 할당의 보호는 C/I를 평가하여 이루어지고 있다. 따라서 일반화된 A, B, C 및 D 파라메타를 현재 전파통신 사무국이 사용하고 있지는 않음에 따라 삭제하기로 하였다.

### 3. WRC-07 결과에 따른 고정위성업무 계획의 주요 변경 현황

WRC-07에서의 논의 결과에 따라 고정위성업무 계획의 기술적 조건이 개정되었다. 이하의 표 2-5에서는 기술적 조건의 변경에 따른 현황을 비교하였다.

#### 가. WRC-07 결과에 따른 우리나라 분배 제원 영향 검토

WRC-07에서의 기술적 조건 변경에 따라 각 국가에 분배된 제원을 변경하였다. 이하의 표 2-6에서는 우리나라에 분배된 제원의 주요 변경 사항을 나타내었다.

표 2-6에 나타난 바와 같이 우리나라에 분배된 제원에 큰 영향은 없는 것으로 판단하나, 분배된 위성 및 지구국 출력은 상업용 위성과 비교할 때 상당히 작은 값으로 되어있다. 따라서 향후에 분배된 제원을 이용하여 위성 서비스를 제공할 시에는 제원의 변경을 통해 출력 등의 상향 조정이 필요하며, 이에 따른 다른나라의 간섭예상 위성망과의 조정을 통해 위성 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

표 2-5 고정위성업무계획의 기술적 조건 주요 개정 비교

제원		현행	개정
궤도위치		각 국가별로 분배	좌동
주파수 대역		6725-7025MHz(↑), 4500-4800MHz(↓) 12.75-13.25GHz(↑), 10.70-10.95GHz/11.20-11.45GHz(↓)	좌동
서비스지역		자국의 영역에 한함	좌동
보호 기준	단일 C/I	30dB (27dB : WRC-03이후 제출 위성망)	25 dB
	총합 C/I	26dB (23dB : WRC-03이후 제출 위성망)	21 dB
위성 제원			
수신우주국 잡음 온도		6GHz : 1000K, 13GHz : 1500K	6GHz : 500K, 13GHz : 550K
반전력빔폭		6/4GHz : 1.6°, 13/10-11GHz : 0.8°	좌동
안테나효율		55%	좌동
지구국 제원			
안테나크기		6/4GHz : 7m, 13/10-11GHz : 3m	6/4GHz : 5.5m, 13/10-11GHz : 2.7m
수신지구국 잡음 온도		4GHz : 140K, 10-11GHz : 200K	4GHz : 95K, 10-11GHz : 125K
안테나효율		70%	좌동

표 2-6 우리나라에 분배된 고정위성업무 제원

제원	현행	비고	개정
빔명	KOR00000		좌동
공칭궤도	동경 116.2°	무궁화위성 (동경 116°)	좌동
서비스 arc	83° ~ 169.6°		삭제
PDA	106.2° ~ 126.2°	공칭궤도 ±10°	삭제
빔 중심점	동경 127.7°, 북위 36.2°	충북 영동	좌동
빔 크기	1.6° × 1.6° (6/4GHz) 1.3° × 1.0° (13/10-11GHz)	원형빔 타원빔	좌동
빔축 기울기 (장축기준)	90° (6/4GHz) 4° (13/10-11GHz)	적도면 기준 반시계방향	좌동
지구국 EIRP density	-7.5 dB(W/Hz) (6GHz) -3.4 dB(W/Hz) (13GHz)		-9.6 dB(W/Hz) (6GHz) -4.3 dB(W/Hz) (13GHz)
위성 EIRP density	-40.5 dB(W/Hz) (4GHz) -26.7 dB(W/Hz) (10-11GHz)		좌동

## 제 5 절 결 론

전파규칙 부록(Appendix, AP) 30B의 고정위성업무 계획 규정 및 기술적 조건에 대한 검토를 위해 WRC-03에서 WRC-07 의제 1.10으로 채택하고, 관련 연구를 ITU-R WP4A 및 SC에서 수행하도록 하였다. ITU-R WP4A는 기술적 조건에 관한 검토를 주로 수행토록 하고 있으며, SC에서는 규정적 문제에 관한 검토를 수행토록 하고 있다.

이에 WRC-07에서 논의될 보고서 작성을 위해 2007년 2월에 CPM이 개최되었으며, 2007년 6월에는 ITU-R WP4A 회의가 개최되었다. CPM에서는 ITU-R WP4A 및 SC 결과를 토대로 WRC-07에서 논의될 보고서를 작성하였다. 우리나라도 CPM에 참석하여 고정위성업무 계획의 규정 및 기술적 조건에 관한 우리나라 입장을 적극적으로 제시하였다.

WRC-07 결과에 따른 우리나라 분배제원에는 큰 영향은 없을 것으로 판단하나, 향후 분배 제원의 효율적 이용을 위해서는 운용 계획 등의 마련을 통해 분배 제원의 변경 등으로 위성전파자원을 효율적으로 운용할 필요가 있다.

# 제 3 장 비정지궤도 위성시스템과 지상 고정통신 시스템의 주파수 공유 조건 연구

## 제 1 절 서 론

2003년에 개최된 세계전파통신회의(WRC-2003)에서는 전파규칙에서 규정하고 있는 18 GHz 대역의 비정지궤도 고정 위성통신 시스템에 대한 전력속밀도 제한값을 궤도 경사각이  $45^{\circ}$ – $135^{\circ}$ 이고 원지점고도가 18,000 km 이상인 HIO FSS 시스템에 적용할 경우 동 대역에서 운용 중인 FS 시스템이 간섭으로부터 보호될 수 있는지에 대한 연구를 WRC-07의 의제(의제 번호 1.18)로 채택하여 이에 대한 연구를 ITU-R의 관련 연구반(WP4-9S)<sup>3)</sup> 내에서 진행 하였다.

본 연구는 17.7–19.7 GHz 대역에서 HIO FSS 시스템과 FS 시스템이 상호 과도한 제약 없이 동일 주파수로 운용될 수 있도록 HIO FSS 시스템에 적용할 수 있는 위성 출력 제한 값에 대한 개념이해와 함께 CPM 및 WRC-07 등관련 ITU-R에서의 논의 결과를 바탕으로 고정사궤도 위성시스템의 전력속밀도 제한값을 정리·분석하고자 한다.

## 제 2 절 고정사궤도를 이용하는 위성시스템의 전력속밀도

### 1. 고정사궤도를 이용하는 위성시스템의 운용 특성

HIO 위성시스템은 active arc라고 불리는 궤도의 어떤 특정 부분에서만 송신을 하게 되는데, 타원 궤도의 경우에 active arc는 위성이 아주 느린 속도로 움직이는 원지점 근처의 한 부분이 된다. 이러한 HIO를 이용하는 위성시스템은 정지궤도(GSO : GeoStationary Orbit) 위성에 비해서 비교적 높은 양각으로 중위도 또는 고위도 지역을 서비스할 수 있으므로 주위의 건물 등에 의한 신호 감쇠가 적은 장점을 가진다. 또한 LEO(Low-Earth Orbit)나 MEO(Medium-Earth Orbit) 위성과 비교하여, GSO와 이격시켜서 설계할 수 있으므로 인해 GSO를 이용하는 위성망과의 주파수 공유 환경이 개선될 수 있는 장점이 있다.

---

3) WP4-9S : Working Party 4-9S, ITU-R 내에서 고정위성업무에 대한 연구를 수행하고 있는 SG4와 지상 고정업무에 대한 연구를 수행하는 SG9의 공동 작업반으로, 주로 고정위성업무와 지상 고정업무간의 주파수 공유 방법 및 기준 등에 대한 연구를 수행함

또한 HIO 위성시스템은 active arc에서만 송신하는 운용 특성으로 인하여 지구국에서의 위성 트래킹이 비교적 단순해질 수 있다.

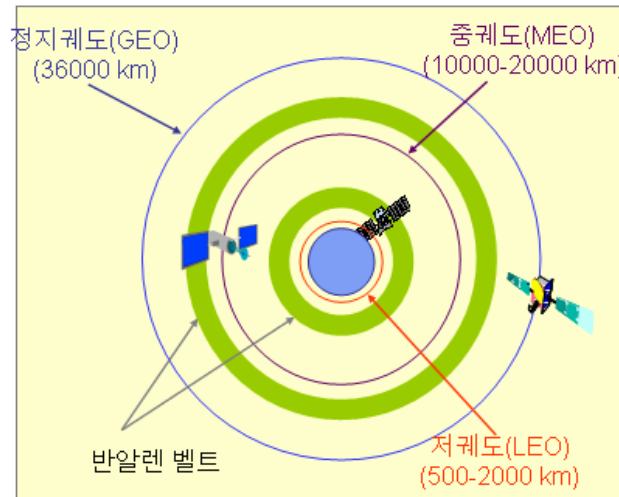


그림 3-1 GEO, MEO, LEO 궤도 위성시스템

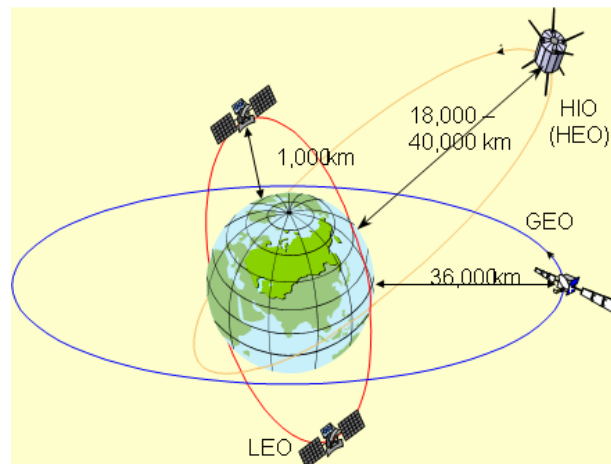


그림 3-2 HIO 위성시스템

## 2. 지상 고정업무를 고려한 위성 전력속밀도 계산

### 가. 지점 수신전력밀도 (Received Power Density at a Point)

그림 3-3과 같이 임의의 공간에 놓인 무한전력원의 송신전력을  $P_{trans}[W]$ , 수신점과 송신점 사이의 거리를  $d[m]$  일때, 임의의 수신점 A(단위면적)에서의 수신전력밀도,  $P_{r,A}(W/m^2)$ 는 아래 수식과 같다

$$P_{r,A} = \left( \frac{1}{4\pi d^2} \right) \cdot P_{trans} \quad \text{식(3.1)}$$

$$P_{r,A} \equiv PFD|_{1m^2} \equiv PFD \quad \text{식(3.2)}$$

$$P_{trans} \equiv EIRP \quad \text{식(3.3)}$$

$$PFD = \left( \frac{1}{4\pi d^2} \right) \cdot EIRP \quad \text{식(3.4)}$$

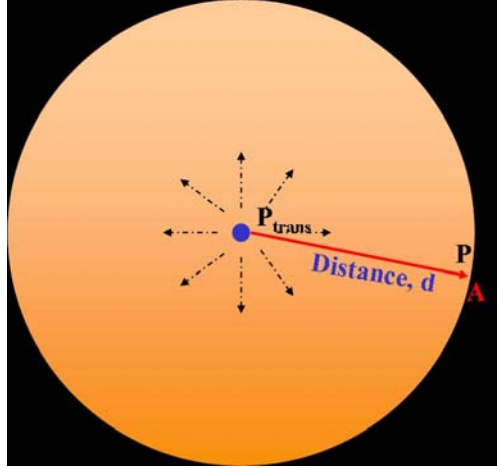


그림 3-3 지점 수신전력밀도

#### 나. 공간 수신전력(Received Power at an Area)

그림 3-4 같이 유효면적( $A_e$ )을 가진 수신점에서의 수신전력,  $P_{r,S}[W]$ 는 아래 식과 같다.

$$PFD|_{area} = P_{r,S} = \left( \frac{EIRP}{4\pi d^2} \right) \cdot A_e = EIRP \cdot \frac{A_e}{4\pi d^2} \quad \text{식(3.5)}$$

위 식(3.5)의 첫 번째 텀이 개구면이  $A_e$  인 안테나 이득과 두 번째는 자유 공간 손실 부분으로 식 (3.6)과 같이 다시 정의 될 수 있다.

$$\frac{A_e}{4\pi d^2} \equiv \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad \text{식(3.6)}$$

따라서 단위면적[ $m^2$ ]에 따른 유효면적  $A_e$ 에 대한 수신 전력은 식 (3.7)과 같다.

$$P_{r,S} = EIRP \cdot G_r \cdot L_{free} \quad \text{식(3.7)}$$

$G_r$  : 안테나 수신이득

$L_{free}$  : 자유공간 손실



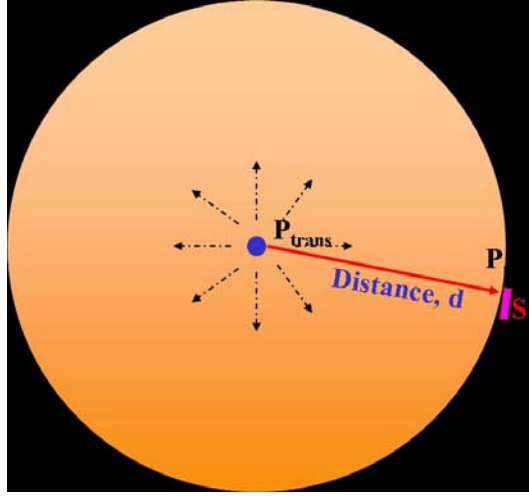


그림 3-4 공간 수신전력

#### 다. 간섭과 전력속밀도

식 (3.7)에서  $P_{r,s}$ [W]를 수신전력,  $I$ 를 간섭이라고 한다면 식 (3.8)과 같고,

$$I/N = \frac{EIRP \cdot G_r \cdot L_{free}}{N} = \frac{PFD \cdot (4\pi d^2) \cdot (\frac{\lambda}{4\pi d})^2}{k \cdot T \cdot B} = \frac{PFD \cdot G_r \cdot (\frac{\lambda}{4\pi})^2}{k \cdot T \cdot B} \quad \text{식(3.8)}$$

식 (3.8)을 PFD에 대하여 정리하면 식 (3.9)가 유도 된다

$$PFD = (I/N)(k \cdot T \cdot B)(\frac{1}{G_r})(\frac{4\pi}{\lambda^2}) \quad \text{식(3.9)}$$

따라서 PFD는 식 (3.10)과 같다

$$PFD = (I/N)(k \cdot T \cdot B)(\frac{G_{1m^2}}{G_r}) \quad \text{식(3.10)}$$

$$: I/N = \triangle k \cdot T \cdot B / k \cdot T \cdot B = \triangle T / T$$

### 3. 위성 전력속밀도 유도방법

#### 가. 방법 1 : 위성시스템 방사전력(EIRP)계산

식 (3.5)를 참조하여 식 (3.11)에 의하여 계산되는 위성시스템 방사전력을 계산하여 전력속밀도를 유도하는 방법은 1960년대 위성시스템 도입 계획 시 GSO망에서 적용된 것으로 추정된다. 이 방법에 의한 전력속밀도 값은 위성시스템의 도입으로 지상 고정국에 유입되는 간섭정도를 예측할 수 있게 할뿐, 전력속밀도 기준값으로 채택하기에는 어려운 문제점이 있다.

$$PFD = \left( \frac{1}{4\pi d^2} \right) \cdot EIRP \quad \text{식(3.11)}$$

#### 나. 방법 2 : I/N 기준값에 의한 직접계산 방법

상온에서의 Noise power는  $-204 \text{ dBW/Hz}$ ( $=-144 \text{ dBW/Hz}$ )로써 Noise power에 Noise figure(통상  $5 \text{ dB}$ )를 고려하면 noise값은  $-139 \text{ dBW/MHz}$ 로 계산되며 허용간섭기준을 적용하여 허용 간섭량을 산정하면 Criteria  $(I/N) \leq 10\%$ 인 경우,  $I_{\text{permissible}} \leq -139 - 10 = -149 \text{ dBW}$ 가 된다

따라서 전력속밀도 수식은 아래와 같다

$$PFD \leq I_{\text{permissible}} \cdot \left( \frac{G_{1m^2}}{G_r} \right) \quad \text{식(3.12)}$$

#### 다. 방법 3 : Candidate 전력속밀도값에 대한 Trial&Error 방법

마지막 방법은 시변간섭(time-variation)간섭의 경우에 적용된다. 즉, 비 정지위성과 같이 지표면의 고정 수신점에서 바라본 간섭국(위성체)위치가 변하는 경우, 간섭국 위치 정보를 추출하고 이로부터 도달각에 다른 전력속밀도를 계산하여 이를 바탕으로 수신 간섭량을 얻을 수 있다. 평가된 결과값이 허용 기준을 초과하지 않을 경우 candidate 전력속밀도 마스크를 전력속밀도 기준으로 채택한다. 수식은 다음과 같다.

$$I/N = \frac{PFD \cdot G_r \cdot \left( \frac{\lambda^2}{4\pi} \right)}{N} \leq \alpha \% \text{criteria} \quad \text{식(3.13)}$$

### 제 3 절 17.7~19.7 GHz대역에서 고정사궤도 위성시스템의 전력속밀도 제한값 분석

#### 1. 연구 배경

17.7~19.7 GHz 대역은 지상 고정 및 이동업무, 고정위성업무가 1차 업무로 분배되어, 현재 여러 국가에서 이동통신 인프라로 지상 고정업무에 널리 활용되고 있는 대역으로, 일부 국가에서 계획중인 고정사궤도 위성시스템과 지상고정업무간의 간섭문제가 주요한 이슈로 대두되고 있다.

전파규칙 제21조에서는 동 대역 중 18.8~19.3 GHz 대역에 대해서만 비 정지위성시스템의 출력 제한값을 규정하고 있으므로, 17.7~19.7 GHz 대역 전체에 대해서 지상 고정업무를 보호할 수 있는 고정사궤도 위성시스템의 출력 제한값에 대한 연구가 필요한 실정이다.

#### 가. 우리나라 동향

우리나라에서는 현재 동 대역을 고정 마이크로웨이브 통신, 해상교통관제, CATV 중계, 특정소출력 무선 LAN 등 지상고정업무에 사용중이며, 인접국가인 일본이 고정사궤도 위성을 이용할 경우, 우리 지상고정업무의 보호가 보장되지 않으면 국가 기간통신망 운용에 지장을 초래할 수 있어 사회적, 경제적 손실이 예상되는 실정이다.

우리나라는 현재 17.7~19.7 GHz 대역을 지상 고정업무용으로 사용하고 있고, 현재 고정사궤도 위성의 운용계획이 없으므로, 고정사궤도 위성의 운용측면보다는 지상고정업무의 보호 측면에서의 대응이 요구되므로 동 대역에서 고정사궤도 위성시스템과 고정업무 시스템간의 간섭분석을 통하여 고정업무가 적절히 보호될 수 있는 전력속 밀도 제한값을 도출연구가 필요하다.

#### 나. 국외 동향

ITU-R에서는 WP4-9S를 중심으로 고정사궤도 위성의 전력속밀도 제한값 산출 방법, 17.7~19.7 GHz 대역의 주된 전파특성 요인, 간섭완화 기법등에 대한 연구를 수행중이다. 주요 국가 및 지역 기구에서의 동향을 살펴보면 다음과 같다. 동 대역에서 고정사궤도 위성시스템을 현재 운용중인 미국은 전파규칙 제21조에서 정하고 있는 전력속밀도 제한값을 그대로 유지하려는 입장이며, 프랑스, 핀란드, 영국 등 유럽권 나라들은 고정사 궤도 위성으로부터의 간섭영향을 우려하여 전력속밀도 제한값을 기존 규정보다 강화하려는 입장이다.

한편 일본에서는 현재까지 공식적인 입장표명이 없는 상태이다.

## 2. 지상고정업무 보호를 위한 HIO 전력속밀도 분석

### 가. Trial&Error 방법을 이용한 전력선밀도 계산 방법

HIO 위성궤도는 상용 S/W 도구인 STK(Satellite Tool Kit)을 이용하며, 대표적으로 러시아의 Molniya type HIO, 미국의 Virgo type HIO, 일본의 NSAT type HIO가 있다. 위성 군 궤적에 따른 GSO FSS 지구국 또는 지상 고정국 고도각·이격각을 분석하기 위해서는 상대 좌표변환에 의한 각도 계산 알고리즘을 적용해야 한다. NSAT type HIO 위성의 경우 고도각이 70~90° 범위에서 동작하며, Virgo type HIO 위성의 경우 고도각 변화가 심한 특성이 있다. 지상고정업무 보호를 위한 HIO 전력속밀도 계산절차는 그림 3-5와 같다.

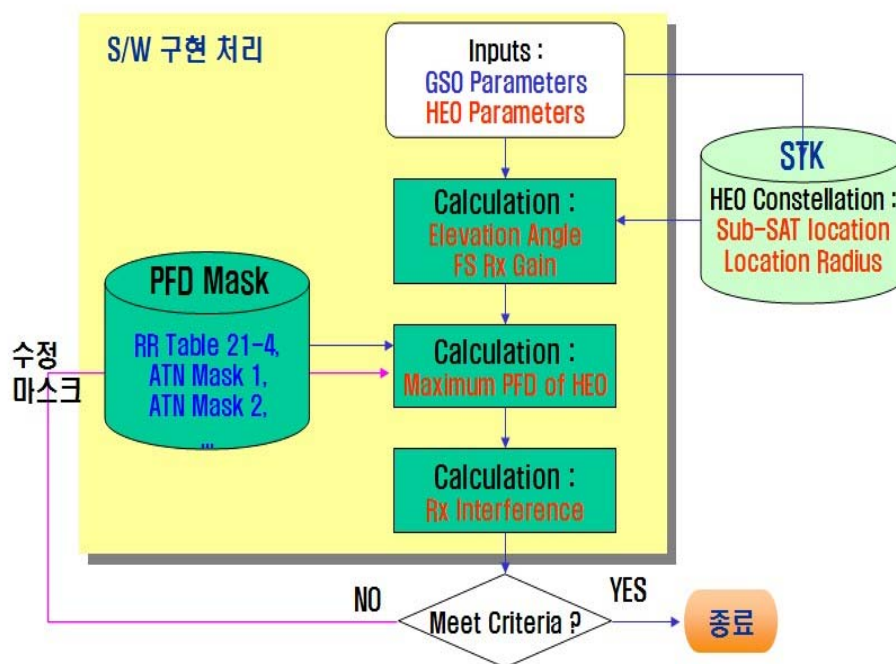


그림 3-5 HIO 전력속밀도 계산절차

### 나. HIO 고정위성업무 및 지상고정업무 파라미터

표 3-1 계획된 HIO 고정위성업무 위성군 파라미터

파라미터	HIO-1	HIO-2	HIO-3
Semi-major axis [km]	26,252	20,270.4	42,164
Eccentricity	0.594	0.66	0.21
Orbit Inclination [deg]	50.0	63.435	42.5
Number of satellite per plane	1	1	1
Number of orbital plane	4	5	4
Minimum radius of active arc.[km]	36,910	30,000	48,460

표 3-2 지상고정업무 파라미터

파라미터	단위	대표값
안테나 직경	m	1.2;1.8;2.4;3.6
평균 경로길이(최대/최소)	km	7.3(2.8/18.6)
지상국 고도각	deg	0 ; 5 ; 10
지상 수신 안테나 위치	deg	N36.31 E127.442

### 다. 수신 간섭량 계산방법

HIO 고정위성업무용 위성군으로부터 지상고정업무 수신에 미치는 간섭량 계산 식은 다음과 같다.

$$I_j = pfd_j + 10\log\left(\frac{\lambda^2}{4\pi}\right) + G_{FS-j}(\phi) - L_{atm} - L_{feeder} \quad \text{식(3.14)}$$

$$\frac{I}{N} = \frac{\sum_j I_j}{N} \quad \text{식(3.15)}$$

여기서,

$pfd_j$  :  $j$ 번째 HIO 위성의 출력에 의한 지표면에서의 전력속밀도값  
(dB(W/m<sup>2</sup>/MHz))

$G_{FS-j}(\phi)$  : ITU-R 권고 F.1245의 안테나 패턴을 따르는 FS 수신기의  
 $j$ 번째 HIO 위성 방향으로의 이득

- $\phi$  : HIO 위성과 FS 수신기간의 안테나 이각  
 $L_{feeder}$  : FS 수신기의 피더로스  
 $L_{atm}$  : ITU-R 권고 SF.1395에 따르는 대기 감쇠  
 $N$  : FS 수신기의 열잡음 (dBW/MHz)

#### 라. HIO 고정위성업무 vs. 지상고정업무 간섭평가

RR Mask를 적용하여 Elevation Angle에 따른 간섭영향을 평가한 결과를 그림 3-6이 보여주고 있다.

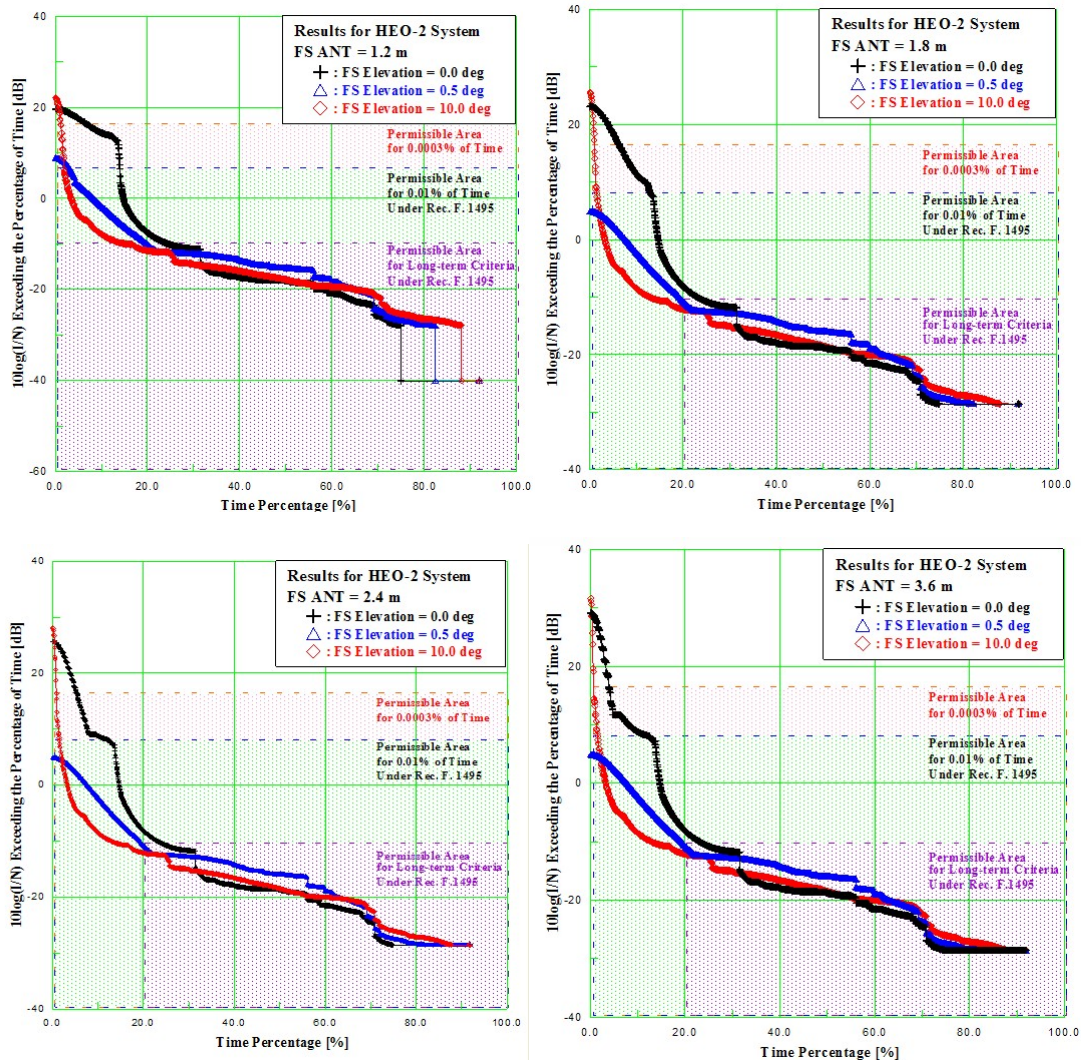


그림 3-6 Elevation Angle에 따른 HIO 고정위성업무 vs. 지상고정업무 간섭평가



그림 3-7은 ATN Mask1을 적용하여 안테나 크기에 따른 간섭영향을 평가한 결과이며, 그림 3-8은 ATN Mask2를 적용하여 안테나 크기에 따른 간섭영향을 평가한 결과이다.

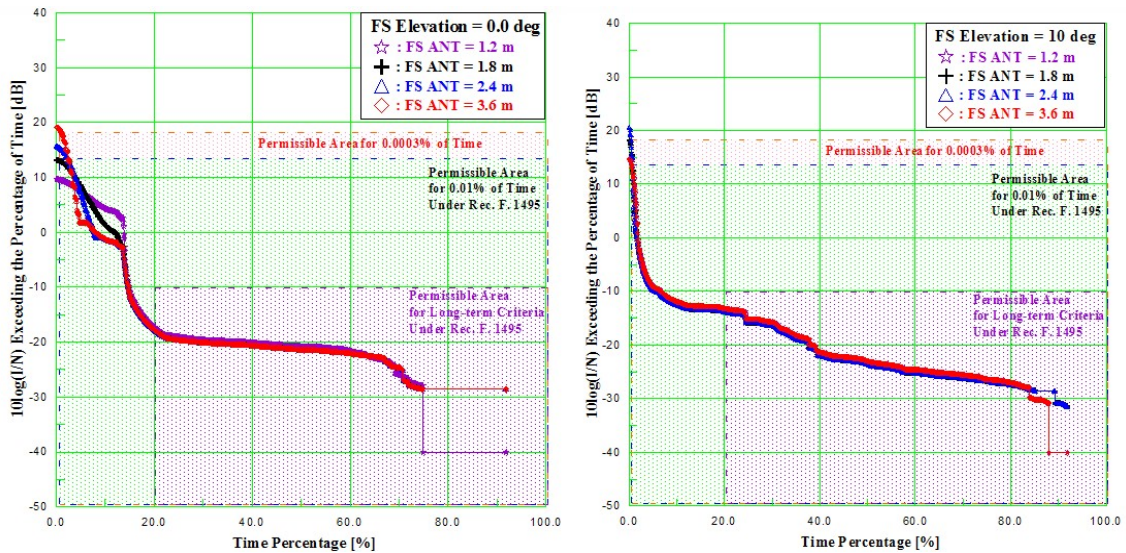


그림 3-7 안테나 크기에 따른 간섭영향(ATN Mask1 적용)

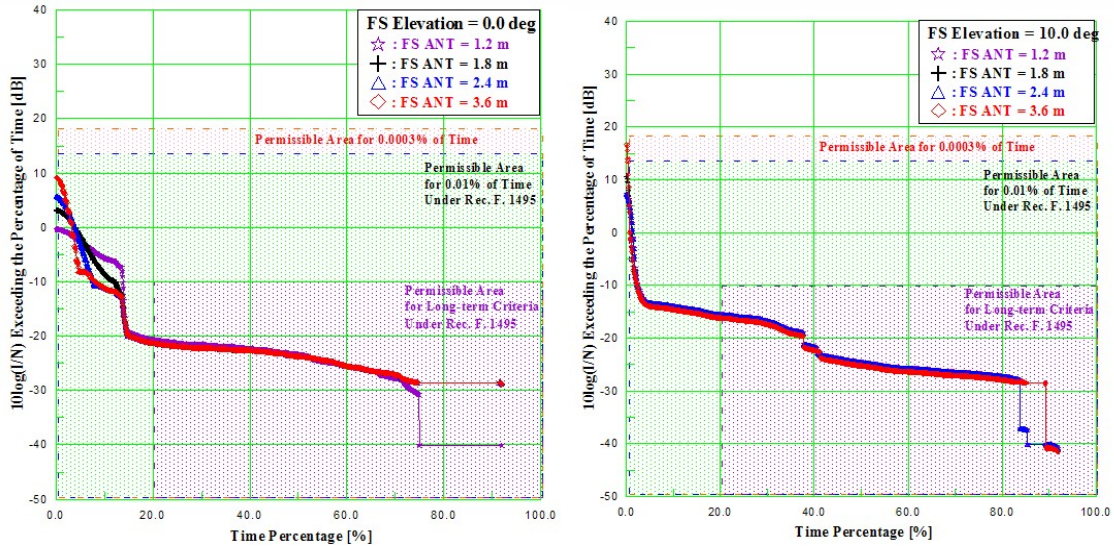


그림 3-8 안테나 크기에 따른 간섭영향(ATN Mask2 적용)

### 3. 17.7~19.7 GHz HIO 위성의 전력속밀도 제한값 검토

#### 가. 우리나라 입장

현행 전파규칙 제21조의 위성 전력속밀도 제한값으로 동 대역의 지상고정업무를 충분히 보호할 수 있는지 여부를 검토하고자 17.7~19.7 GHz 대역에서의 HIO 위성의 전력속밀도 제한값 연구는 WRC-07의 1.18 의제서 논의가 이루어졌다. 우리나라는 동 대역에서 현재 활발히 운용중인 고정 M/W, VTS<sup>4)</sup> 등에 간섭이 우려되므로, 강화도니 위성 전력속밀도 기준 채택을 지지하는 입장이었다. 그림 3-9는 국내 주파수 분배 및 이용현황을 나타낸다.

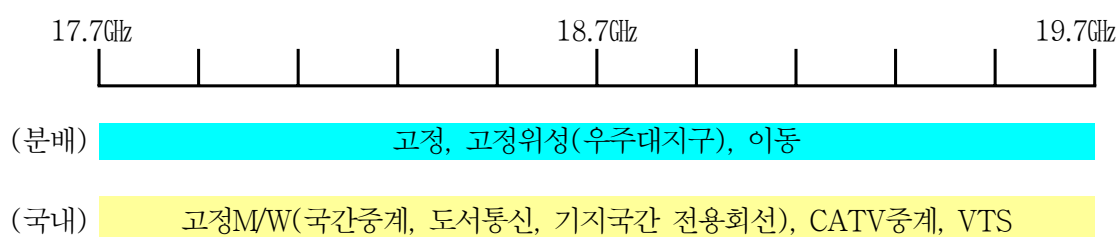


그림 3-9 국내 주파수 분배 및 이용현황

#### 나. 지역기구의 입장

주요국가 및 지역기구의 주요 제안내용은 다음과 같이 정리될 수 있다. APT(아태지역기구)의 경우 표 3-4의 현행 전파규칙 제21조의 전력속밀도 기준으로는 HIO 위성 간섭으로부터 지상고정업무국을 보호할 수 없으므로 강화된 전력속밀도기준을 표 3-3과 같이 제안하였다.

표 3-3 강화된 전력속밀도 기준

전력속밀도[dBW/m <sup>2</sup> /MHz]	도래각, $\theta$ [deg]
-123	$0^\circ \leq \theta < 5^\circ$
$-123 + 0.65(\theta - 5)$	$5^\circ \leq \theta \leq 25^\circ$
-110	$25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

4) VTS(Vessel Transportation System) : 선박의 입출입 정보를 위한 해교통관제 시스템



한편 CITE(미주기구)에서는 현행 전파규칙 제21조의 전력속밀도 기준으로 HIO 위성간섭으로부터 지상고정업무국을 보호할 수 있으므로 현행 전력속밀도 기준을 유지(미국, 캐나다)하고, 관련 결의 141의 삭제(미국)를 제안하였다.

CEPT(유럽기구)에서는 현행 전파규칙 제21조의 전력속밀도 기준으로는 HIO 위성 간섭으로부터 지상고정업무국을 보호할 수 없지만 적절한 규정적 조치를 통해 보호가 가능하다고 제안하였다.

#### 다. ITU-R 관련 논의내용

비 정지위성을 고려한 지표면 전력속밀도 제한값 연구에 대한 WRC의 연구 배경을 살펴보면 다음과 같다.

WRC-95에서는 결의.119에서 기존 GSO 위성의 전력속밀도 기준인  $-115/-105 \text{ dB(W/m}^2\text{)/1 MHz}$  값을 비정지위성에 그대로 적용하였으며, WRC-97에서는 비정지 위성과 정지 고정위성업무간 공유 연구에 관한 결의130에서 정지 고정위성업무에 지구국 방향 EPFD기준을 시간율에 따라 제시하였으며 WRC -95 결의119를 개정하여 100개 이상 위성군 운용 시스템에 대해  $-125/-105 \text{ dB(W/m}^2\text{)/1 MHz}$ 의 전력속밀도 기준개정을 결의하였다.

WRC-00에서는 의제 1.13.1에 의거 지상 고정업무 보호를 위한 전력속밀도 기준연구를 수행하였고, 기존 전파규칙 제21조를 개정하여  $N_{ro}$  위성군에 유연하게 적용할 수 있는  $(-115+X^5)/-105 \text{ dB(W/m}^2\text{)/1 MHz}$ 의 전력속밀도 기준을 결의 하였다.

WRC-03 결의 141에서 전파규칙 제21조에 명시된 비정지궤도 고정위성업무 위성시스템에 대한 전력속밀도 제한값이 17.7~19.7 GHz 대역에서 고정위성업무로부터 고정업무를 적절히 보호할 수 있는 지를 판단하기 위한 기술적 연구를 수행하고 17.7~19.7 GHz 대역에서 고정위성업무 우주국으로부터의 간섭을 경감하기 위하여 고정업무에서 구현할 수 있는 기술적, 운용적 수단이 있는지 결정하고자 하였다. WRC-07의 주요한 연구내용은 현 전파규칙 제21조에서 적용하고 있는 비정지궤도 위성에 대한 전력속밀도 제한값을 고정사궤도 위성에 적용가능한지 여부를 검토하고, 지상고정업무를 보호할 수 있는 고정사궤도 위성의 적절한 전력속밀도 제한값을 도출하며, 고정사궤도 위성시스템으로부터의 간섭을 완화시키기 위하여 지상고정업무에 적용할 수 있는 기술 및 운용기법연구를 수행하고자 한다.

---

5)  $X = 10 \log \left( \frac{N}{100} \right)$  ; N : 위성수

표 3-4 고정지상업무 보호를 위한 고정위성의 전력속밀도 기준(전파규칙 제21)

대역[GHz]	서비스/궤도	PFD Limits [dBW/m <sup>2</sup> ] for angle of arrival (θ)			Reference Bandwidth
		0° – 5°	5° – 25°	25° – 90°	
3.4 – 4.2	FSS/GSO FSS/Non-GSO	-152 -138-Y	-152+0.5(θ-5) -138-Y+[(12+Y)/20](θ-5)	-142 -126	4 kHz 1 MHz
11.7 – 12.5	FSS/HEO	-129	-129+0.75(θ-5)	-114	1 MHz
11.7 – 12.75	FSS/Non-GSO	-124	-124+0.5(θ-5)	-114	1 MHz
12.2 – 12.75	FSS/GSO	-148	-148+0.5(θ-5)	-138	4 kHz
17.7 – 19.3	FSS/GSO, MetSS FSS/Non-GSO	-115 -115-X	-115+0.5(θ-5) -115-X+[(10+X)/20](θ-5)	-105 -105	1 MHz 1 MHz
19.3 – 19.7	FSS, ISL, EESS	-115	-115+0.5(θ-5)	-105	1 MHz

$$X = \begin{cases} 0 & \text{for } N \leq 50 \\ \frac{5}{119}(N - 50) & \text{for } 50 < N \leq 288 \\ \frac{1}{69}(N + 402) & \text{for } 288 < N \end{cases}$$

$$Y = \begin{cases} 0 & \text{for } \max(N_N, N_S) \leq 2 \\ 5 \log(\max(N_N, N_S)) & \text{for } \max(N_N, N_S) > 2 \end{cases}$$

N : 비 정지위성 시스템의 위성 개수

N<sub>N</sub>, N<sub>S</sub> : 주파수 대역을 근거로 한 위성 개수

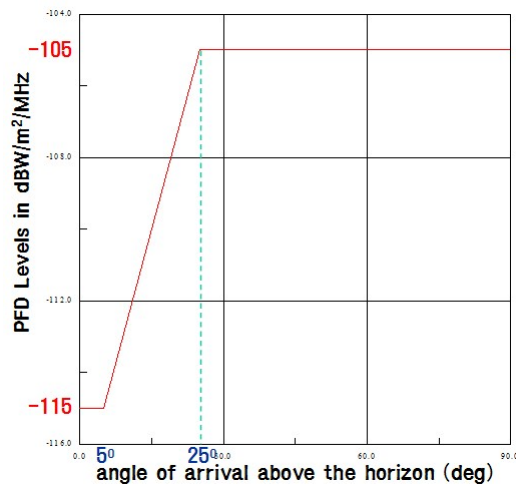


그림 3-10 전력속밀도 마스크(17.7~19.7 GHz : 전파규칙 제21조)

CPM 07에서는 지상고정업무를 보호하기 위한 HIO 위성이 전력속밀도 제한값에 대하여 다음과 같이 세가지 방법을 제시하였다. 현행 전파규칙 제21조에 주어진 전력속밀도 제한값을 유지하는 방법과 현행 전파규칙 제21조의 전력속밀도 기준을 유지하되, 빔 커버리지 외부영역에 대한 위성 안테나의 패턴이득을 제한하는 방법, 끝으로 지상고정업무의 적절한 보호를 위해 현행 전파규칙 전력속밀도 제한값을 강화하여 전력속밀도 제한값을 제한하는 방법으로 나눌 수 있다. 그림 3-11과 표 3-5는 앞서 설명한 3가지 방법에 대한 기준을

도시한 그림과 표이다

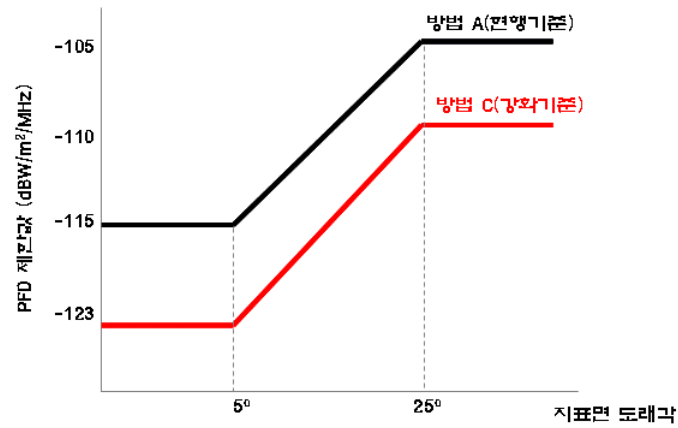


그림 3-11 CPM-07 1차 전력속밀도 제안레벨

표 3-5 CPM-07 1차 전력속밀도 제안값

	$0^{\circ} \leq \theta \leq 5^{\circ}$	$5^{\circ} < \theta \leq 25^{\circ}$	$25^{\circ} < \theta \leq 90^{\circ}$
현행	-115	$-115 + 0.5(\theta - 5)$	-105
변경 제안	-123	$-123 + 0.65(\theta - 5)$	-110

CPM 2차 회의에서 우리나라는 지상 고정업무의 적절한 보호를 위해 현행 전파규칙의 전력속밀도 제한값 강화를 위해 제시된 방법 C에서 제안한 제안 마스크 방법을 통해 방법 C2의 삭제제를 제안하였다.

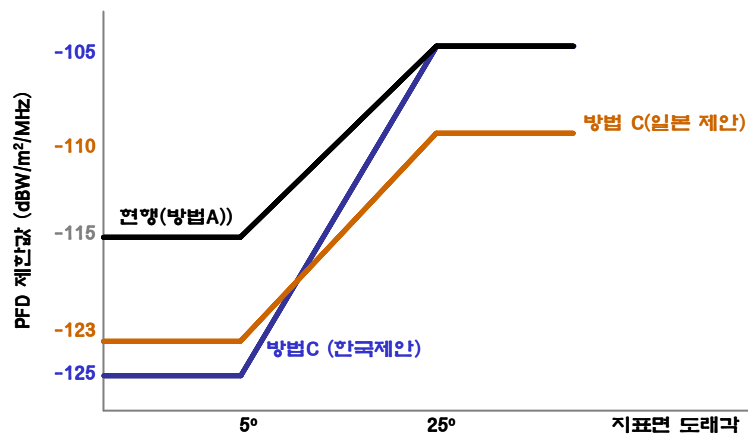


그림 3-12 CPM-07 2차 전력속밀도 제안레벨

표 3-6 CPM-07 2차 전력속밀도 제안값

	$0^{\circ} \leq \theta \leq 5^{\circ}$	$5^{\circ} < \theta \leq 25^{\circ}$	$25^{\circ} < \theta \leq 90^{\circ}$
현행 전파규칙	-115	$-115+0.5(\theta-5)$	-105
방법 C1	-123	$-123+0.65(\theta-5)$	-110
방법 C2	-125	$-125+1.0(\theta-5)$	-105

마스크 C2의 삭제에 의거, 단일 마스크로 제안되는 c2 마스크가 현재 동 대역 HIO 시스템의 계획에 적용된다는 문구를 ‘advantage’에 추가할 것을 제안하였다. 우리나라 제안방법 C의 단일 전력속밀도 마스크는 이견없이 반영되었으나 방법 C의 신규 ‘advantage’ 추가 제안건은 미국의 강한 반대에 부딪혀 ‘disadvantage’의 의미를 일부 약화시키는 정도로 수정하고 신규 ‘advantage’는 추가하지 않는 것으로 결정하였다.

CPM-07에서 논의된 내용을 바탕으로 WRC-07에서는 17.7~19.7 GHz 대역의 지상 고정업무국을 적절히 보호하고 기존 고정사궤도 위성시스템 운용에 과도한 제약을 가하지 않는 범위에서 고정사궤도 위성시스템의 전력속밀도 기준 개정에 합의하였다.

2003년 7월 5일 이전에 사전공표자료를 접수하고, 현재 운용중인 고정사궤도 위성시스템과 이를 대체하기 위한 신규위성은(신규 결의COM 5/3) 표 3-7과 같이 현행 전력속밀도 기준을 적용한다.

표 3-7 신규 결의 COM 5/3에서의 전력속밀도 기준(단위 : dBW/m<sup>2</sup>/MHz)

도래각 범위	$0^{\circ} \leq \theta \leq 5^{\circ}$	$5^{\circ} < \theta \leq 25^{\circ}$	$25^{\circ} < \theta \leq 90^{\circ}$
전력속밀도 기준	-115	$-115+0.5(\theta-5)$	-105

그러나 신규 결의COM 5/3의 범주에 속하지 않는 고정사궤도 위성시스템은 표 3-8에서 제시하고 있는 새로운 전력속밀도 기준을 적용한다.

WRC-07에서 결의한 내용에 따라 국내에서 현재 운용중인 고정사궤도 위성 및 향후 도입될 고정사궤도 위성의 간섭으로부터 동 대역에서 운영되는 국내 지상고정국, VTS 시스템 등을 적절히 보호함으로써 두 시스템사이의 안정적인 운용 환경을 구축할 수 있게 되었다.

표 3-8 WRC-07에서 결의한 새로운 전력속밀도 기준(단위 : dBW/m<sup>2</sup>/MHz)

도래각 범위	$0^\circ \leq \theta \leq 3^\circ$	$3^\circ < \theta \leq 12^\circ$	$12^\circ < \theta \leq 25^\circ$	$25^\circ < \theta \leq 90^\circ$
전력속밀도 기준	-120	$-120 + (8/9)(\theta - 3)$	$-112 + (7/13)(\theta - 12)$	-105

그림 3-13은 WRC-07 의제 1.18에서 결의한 전력속밀도 기준값을 도시하고 있다.

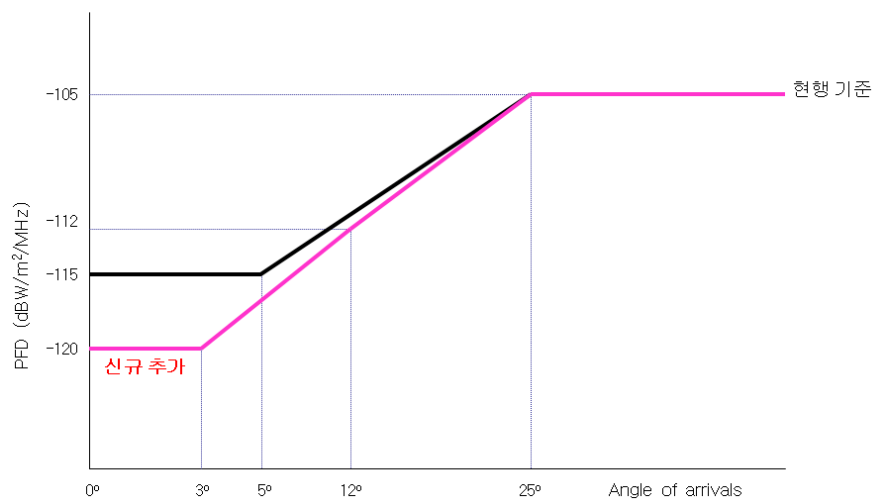


그림 3-13 전파규칙 21-4의 전력속밀도 기준값(WRC-07 개정)

## 제 4 절 결 론

지상망 보호를 위하여 17.7-19.7 GHz 대역에서 고정사궤도 위성시스템의 전력속밀도 제한 기준값 검토 연구는 현행 전파규칙 제21조의 위성 전력속밀도에 제한값을 이용하여 동 대역의 지상고정업무를 충분히 보호할 수 있는지 여부를 검토하는 것이 주된 연구 내용이다. 이를 위하여 비 정지 위성의 전력속밀도에 대한 기초개념을 설명하고, 지상고정업무 보호를 위하여 위성 전력속밀도의 계산 방법과 관련 파라미터에 대해 소개하였다. 한편 현재 적용하고 있는 전파규칙 표 21-4의 마스크 적정성을 검토하면서 우리나라는 현행 전력속밀도 기준은 동 대역의 지상고정업무 지상망 보호에 충분치 못하며, 특히 도래각이 10° 이하인 경우 전력속밀도 기준에 대한 강화된 기준채택을 요구하며 새로운 방법('방법 C')를 제안하였다.

한편 CPM-07에서 논의 결과를 바탕으로 WRC-07에서는 고경사궤도 위성시스템의 전력속밀도 기준 개정에 합의하였다. 2003년 7월 5일 이전에 사전공표자료를 접수하고, 현재 운용중인 고경사궤도 위성시스템과 이를 대체하기 위한 신규위성은 현행 전력속밀도 기준을 적용하되, 그 이외 범주에 속하는 고경사궤도 위성시스템은 도래각의 범위에 따라 다음과 같이 고경사궤도 위성의 전력속밀도 기준값을 정의하였다.  $0^\circ$ 에서  $3^\circ$ 인 경우  $-120$  dBW/m<sup>2</sup>/MHz,  $3^\circ$ 에서  $12^\circ$  경우  $-120+(8/9)(\theta-3)$  dBW/m<sup>2</sup>/MHz,  $12^\circ$ 에서  $25^\circ$ 인 경우  $-112+(7/13)(\theta-12)$  dBW/m<sup>2</sup>/MHz,  $25^\circ$ 에서  $90^\circ$ 인 경우  $-105$  dBW/m<sup>2</sup>/MHz로 새로운 전력속밀도를 결의하였다.

이러한 WRC-07의 결과 17.7~19.7 GHz 대역에서 현재 우리나라에서 운용중인 고경사궤도 위성시스템의 혼신영향으로부터 국내 고정 M/W, VTS 시스템을 보호할 수 있으므로 동 대역에서 두 시스템의 안정적인 운용이 가능할 것으로 기대된다.

## 제 4 장 위성망 국제등록 및 조정 절차 개선

### 제 1 절 서 론

위성을 운용하기 위한 궤도와 주파수 자원은 국제전기통신연합(ITU)에서 관리하며 위성을 운용하기 앞서 모든 위성망은 국제법적 효력을 지닌 전파규칙이 명시한 절차 및 규정에 따라 ITU에 국제등록을 함으로써 국제적 인증 및 보호 받을 권리를 갖게 된다. 이는 한정된 전파자원인 위성궤도 및 주파수를 이용하고자 할 경우 ITU에 국제등록을 완료해야만 타 위성의 전파간섭으로부터 보호받고 사용권리를 확보하게 되는 것이다. 그러나 위성용으로 분배된 주파수를 사용하여 위성망을 구현코자할 경우 국제전파규칙에 규정된 절차를 따라야 하나, 주파수 용도별/대역별 복잡한 절차와 ITU의 적합성 심사시 많은 검사 항목에 의해 공표가 지연되고 있다. 이러한 문제들이 위성시장에 신규로 진입을 희망하는 사업자에게 상당한 제약과 조정의 어려움을 야기하면서, 주파수 확보 가능성의 불확실성이 우려되어 이를 개선하기 위한 검토가 필요함에 따라 WRC-07에서는 의제 1.12로 채택하여 위성망 국제등록 절차(사전공표, 조정 및 통고절차)의 개선방안 모색 및 절차규정 내용의 국제전파규칙으로 반영할 사항 등을 검토하도록 하고 있다.

본 연구에서는 2007년 10월에 개최된 WRC-07에서 논의된 위성망 국제등록 절차 개선 결과를 분석함으로써 위성망 국제 등록시 참고가 되도록 하고자 한다.

### 제 2 절 위성망 국제등록 개요

위성전파자원의 이용을 위하여 계획 자원을 이용하고자 할 경우와 비 계획자원을 이용하고자 할 경우에 따라 국제등록 절차는 구별되며, 그 내용은 다음과 같다.

#### 1. 계획된 자원

방송위성업무 또는 고정통신위성업무 계획 제원을 변경하지 않고 위성망을 사용하고자 할 경우 다른 나라와의 조정은 별도로 수행하지 않고 위성망 사용 개시일을 ITU에 통고 후 사용하게 된다. 그러나 계획 제원을 변경하여 위성을 운용하고자 할 경우에는 비계획된 자원의 경우와 같이 제원 변경에 따라 혼신 영향이 예상되는 주관청과의 조정을 통해 동의를 받은 경우 운용이 가능하다.

## 2. 비 계획된 자원

비계획된 자원을 이용하는 위성망 국제 등록은 사전공표, 조정 및 통고 등의 절차를 통해 이루어지며, 조정 절차를 그림 4-1에 나타내었다

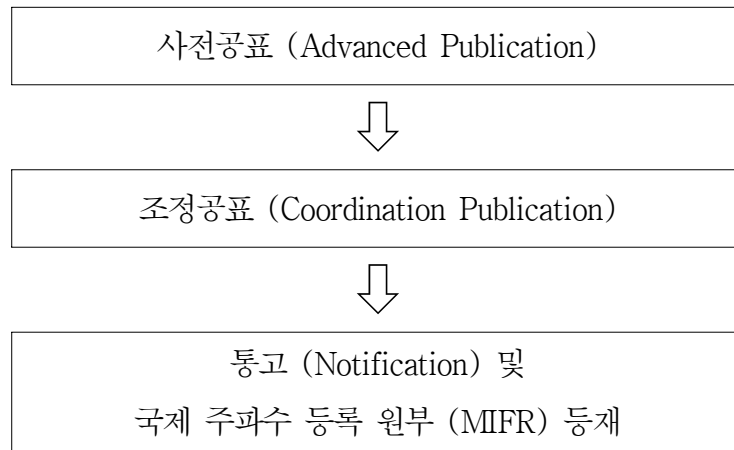


그림 4-1 국제 주파수등록 절차

### 가. 사전 공표(Advanced Publication Information, API)

사전 공표는 위성망(정지 및 비정지)의 국제등록 절차를 개시하는 상징적인 절차로써 위성망의 일반적인 정보를 모든 주관청에 통지하는 것이다. 신규 위성망 뿐만 아니라 위성망에 주파수의 추가 및  $\pm 6^\circ$  이상 궤도 변경 시에도 사전공표 절차를 수행하도록 전파규칙 제9조에서 규정하고 있다. 그리고 전파규칙 제9조의 1A절에는 조정절차가 요구되지 않는 위성망에 대한 사전공표 절차를, 1B절에는 조정절차가 요구되는 위성망에 대한 사전공표 절차에 관하여 규정하고 있으며, 비계획된 자원을 이용하는 대부분의 위성망은 조정절차를 수행토록 하고 있다.

이러한 사전 공표 자료에는 정지 및 비정지 위성망의 일반적인 정보가 수록되어 있으며, ITU의 전파통신사무국에서는 등록 정보가 전파규칙에 일치하는지 여부를 확인하여 규정에 일치하는 공표 자료는 IFIC(International Frequency Information Circular)에 공표한다.

한편 사전 공표 시 ITU의 전파통신 사무국에 제출하여야 할 정보는 전파규칙 부록 4에서 규정된 위성망 명, 관련 주관청 명, 궤도 위치, 사용 주파수 및 운용 개시일 등이며, 이러한 사전 공표 자료는 위성망의 운용 개시 예정일의 7년 전부터 가능한 2년 전까지 제출하여야 한다.



#### 나. 조정 공표 (Coordination Publication)

조정 공표 자료는 위성망의 상세제원(출력, 전파형식 등)을 제공하는 것으로써 사전공표 자료의 접수일로부터 6개월이 경과된 후 접수일로부터 24개월 이내에 제출하여야 하며, 조정공표 접수일은 위성망 보호의 우선 순위 결정에 중요한 일정이 된다. 이러한 조정 공표는 전파규칙 부록 4에서 규정된 정지 및 비정지 위성망의 상세 정보를 송부하면 IFIC에 공표된다.

조정 자료 공표시의 주요 내용으로는 신규 위성망의 상세 제원, 조정동의 대상 국가명의 표시 및 전파규칙 규정의 위배 여부 등이 나타나 있으며, 조정동의 대상 국가명은 공표하는 위성망에 대한 기 분류 및 전파통신 사무국이 분류한 조정동의 대상 국가명이 표시된다. 조정자료에 대한 전파통신 사무국의 심사는 주파수 분배표 및 관련 전파규칙 규정의 적합성, 신규 위성망으로부터 영향을 받을 수 있는 주관청의 식별 등의 심사를 통하여 조정자료와 심사결과를 IFIC에 공표하게 된다.

한편 위성망 등록 시에는 ITU의 SpaceCap 소프트웨어를 이용한 전자파일 형식을 사용하여야 하며, ITU GIMS(Graphic Interface Management System)로 안테나 이득 그래픽 자료를 제출하도록 규정하고 있다.

#### 다. 조정 절차 (Coordination Procedures)

조정대상 위성망의 선정은 조정 공표 자료 중에서 위성망의 궤도 위치, 서비스 범위 및 전송 제원 (주파수 등)의 중첩 여부로 결정하게 된다. 신규 위성망이 IFIC에 공표된 후 신규 위성망으로부터 혼신이 예상되는 주관청은 4개월 이내에 해당국에 이의 제기를 하여야 하며, 이의제기가 없을 시에는 공표 위성망의 운용에 동의하는 것으로 간주된다.

표 4-1에는 WRC-2000회의에서 결정된 C, Ku 및 Ka 대역에서의 위성망 조정 기준을 나타내었다. 조정 기준은 주파수 대역별 위성의 궤도 이격에 따라 궤도 범위내의 위성을 우선적으로 고려하게 되며, 만약 궤도차 범위 밖의 위성이라도 간섭 기준인  $\Delta T/T$ (잡음온도 증가량)가 6 %이상 일 경우 이의 제기가 가능하다. 한편 C, Ku 및 Ka 이외의 대역에서의 전파 간섭은 궤도 이격에 관한 규정은 없고  $\Delta T/T$ 가 6 %이상 일 경우 이의제기 가능하다.

표 4-1 조정대상 위성망의 선정

구 분	주파수 대역(GHz)	조정 기준	비 고
C 대역	3 ~ 6	$\pm 10^\circ$ 이내	조정 기준에 상관없이 $\Delta T/T$ 가 6 %이상 일 경우 이의제기 가능
Ku 대역	11 ~ 14	$\pm 9^\circ$ 이내	
Ka 대역	17 ~ 30	$\pm 8^\circ$ 이내	

### 라. 통고 및 등재 (Notification & Recording)

통고는 조정 절차를 완료한 후 운용 예정일 이전 3년 이내에 ITU 전파통신 사무국에 통고 자료를 송부하여야 한다. 전파통신 사무국에서는 통고서 양식에 기재하여야 할 정보 심사 및 주파수 분배표와 관련 규정의 준수 여부, 다른 주관청과의 조정 절차의 준수 여부, 다른 주파수 할당으로의 유해한 간섭 여부 등의 기술적 심사를 한다. 심사가 완료될 경우 전파통신 사무국은 해당 주파수 할당을 국제 주파수 등록 원부(MIFR)에 등재하게 된다.

## 3. 위성망 국제 등록을 위한 추가 사항

### 가. 행정적 이행절차(Administrative Due Diligence)

행정적 이행 절차는 위성망 운용계획이 없는 paper satellite를 방지하고 실질적인 위성 시스템에 대해 위성 궤도 및 주파수 배분을 위한 것으로 ITU 전파통신 사무국이 공표한 위성망 및 계획된 주파수 대역을 변경하여 운용하고자 하는 위성시스템에 대해 적용된다. 이러한 이행 절차를 위해 위성 운용 사업자는 위성시스템의 일반정보, 위성제작 정보(제작사명, 계약발표일, 구매 위성수 등) 및 위성발사 정보(발사회사명, 계약발표일, 발사예정일, 발사체명, 발사장소 등)를 위성망 운용개시 이전에 전파통신 사무국에 제출하여야 한다. 행정적 이행절차서의 제출 기한 6개월전에 ITU 전파통신 사무국은 관계 주관청에 이행정보 제출을 요구하여야 하며, 기한 내에 제출하지 않은 위성망은 국제 등록절차를 더 이상 수행할 수 없게 된다.

### 나. 위성망 등록비용(Cost Recovery)

위성망의 등록비용은 행정적 이행절차와 마찬가지로 Paper Satellite의 방지를 위해 국제등록 자료 제출시 비용을 부과하는 것으로 ITU 이사회에서는 결정 482를 통해 등록시

납부해야 할 비용을 결정하였다.

비용 부과는 기본 비용과 주파수 및 무선국 수 등을 고려한 추가 비용을 납부토록 하고 있으며, 국가당 연간 1개의 위성망 및 아마추어 위성망은 비용 부과를 면제하고 있다. 한편 비용의 미납 시에는 전파규칙에 따라 국제 등록을 취소하도록 하고 있다.

### 제 3 절 주요국가 및 기구 동향

WRC-07에서는 의제 1.12로 채택하여 위성망 국제등록 절차(사전공표, 조정 및 통고 절차)의 개선방안 모색 및 절차 규정 내용의 국제전파규칙으로 반영할 사항 등을 검토하도록 하고 있다. 이에 WRC-07에서 논의될 보고서 작성을 위해 2007년 2월에 CPM이 개최되었다. 우리나라도 CPM에 참석하여 고정위성업무 계획의 규정 및 기술적 조건에 관한 우리나라 입장을 적극적으로 제시하였다. 이하에 CPM에서 논의된 주요 결과를 정리하였다.

#### 1. CPM 보고서 주요 내용

##### 가. 정지궤도 위성망을 비 정지궤도 위성 시스템의 간섭으로부터 보호

비 정지궤도 위성시스템이 고정 및 방송위성업무의 정지궤도 위성망을 보호해야 하는 의무를 보다 명확히 하도록 하기 위하여 전파규칙 관련 규정 (제22.2호)의 개정을 제안하는 것으로 "비 정지궤도 위성시스템은 정지궤도 위성망으로부터 보호를 요구할 수 없다"는 문구를 현행 22.2 조항에 삽입 가능성에 대한 논의를 수행하였다.

현행 전파규칙 제22.2호에 포함된 용인 불가능한 혼신(unacceptable interference)이란 관련 주관청들간의 합의에 의거 정해진 혼신 한계치를 초과할 경우의 혼신으로 관련당사국이 용인하면 혼신으로 간주되지 않는다는 의미를 함축하고 있다. 유해 혼신(전파규칙 1.169, harmful interference)은 무선통신업무나 기타의 안전업무의 기능 작동을 위태롭게 하거나 또는 전파규칙의 규정에 따라 운용하는 무선통신업무를 심각하게 저하시키거나 방해하거나 또는 반복적으로 중단시키는 간섭으로 전파규칙에 정해진 혼신레벨을 초과할 경우 무조건 혼신으로 간주되며 주관청간의 합의에 의해 혼신레벨이 조정될 수 없다.

전파규칙 5.43A는 유해혼신(harmful interference)이란 용어를 사용하고 있으며 "보호를 요구하지 않아야 한다(not claim protection from)"라고 규정된 경우 이것은 "보호를 요구하지 않는 업무가 기타업무 또는 기타동일업무의 국에 유해간섭(shall not cause harmful

interference)을 야기해서는 아니 됨을 의미한다." 라고 규정하고 있다.

따라서 전파규칙 제22.2호에 정지궤도 위성망의 보호 의무를 보다 명확히 하도록 하기 위해 "not claim protection from" 을 추가할 경우 전파규칙 제 5.43A호에 의거 "shall not cause harmful interference to" 의미도 포함하게 됨으로 이는 전파규칙 제22.2호에 이미 규정된 "shall not cause unacceptable interference to" 에 중복하여 "shall not cause harmful interference to" 의 규정을 적용하는 결과가 됨으로, 이러한 중복 적용을 피하기 위하여 "No.5.43A does not apply in this case."의 문구를 추가하는 방안이 제기되었다.

#### 나. 전파규칙 제9조 및 제11조의 간소화(결의 88)

1989년 ITU 전권위원회(니스, 1989)에서는 그 당시의 전파규칙에 대한 종합적 간소화가 필요함이 공식적으로 인정되었으며 특히 자발적전문가연구반(VGE)이 설립되어 전파규칙의 위성망에 대한 조정과 통고 절차에 관련하여 무선 주파수 스펙트럼의 분배와 사용 및 전파규칙의 간소화에 관련된 문제를 위탁 연구토록 하였다.

자발적전문가연구반에 의거 전파통신업무의 조정과 통고의 일반적 절차가 각각 포함된 제9조 및 11조를 각각 포함하는 현행 구조의 간소화된 전파규칙이 WRC-95에 제안되었으며 이 규칙 중 일부는 1997년 1월1일부터 나머지는 WRC-07회의에서 수정된 후 1999년1월1일부터 발효되었다. 이 규칙은 WRC-97과 WRC-2000 양 회의에서 규칙의 절차에 내포된 모순을 제거하고 누락된 것 등을 보완하는 등 이 규정을 개선하는 데에 상당한 오랜 기간 동안의 시일이 필요했다.

그럼에도 불구하고, WRC-03에서는 현행 전파규칙의 제9조 및 11조의 규정은 광범위한 상호 참조번호, 규정의 일치에 있어서 논리적 과정의 결여 및 본문의 복잡성으로 인하여 읽기 어렵게 되었다는 것과 이러한 문제로 인하여 관련 조항의 이해와 해석을 용이하게 하기 위한 광범위한 절차규칙을 개발해야 함으로 주관청과 전파통신국이 많은 시간과 비용의 소비가 증가되었다는 것과 특히 전파규칙 제9조 및 11조 규정의 복잡성은 개발도상국을 어렵게 할 수 있다는 이유로 지난 WRC-03에서 결의 88(WRC-03)이 채택된 것이다.

결의 88(WRC-03)은 전파규칙의 서문(Preamble) 0.3에 명시된 규칙의 원칙을 고려하여 전파규칙 제9조와 제11조 의 합리성에 대한 연구를 ITU-R이 착수하고 그 연구 결과를 WRC-07이 재검토하도록 하는 결의 사항이다. 또한 주관청들에게는 ITU-R에 기고문을 제출함으로써 전파통신업무의 조정과 통고절차의 합리화 및 명확성을 위해 노력하도록 권고하고 있다. 그러나 주관청들은 관련 규정의 개정을 위해 광범위한 작업이 필요하다는

것과 전파규칙의 제9조 및 제11조의 목적과 전파규칙의 타 규정과의 관계를 손상시킬 수 있는 위험이 있다는 점 및 현재 익숙해진 규정번호의 변경결과로 주관청과 전파통신국이 어려움을 받게 될 수 있음에 따라 관련 연구의 어려움을 표명하고 있다.

#### 다. 위성망 사전공표자료 및 조정자료간 접수기간 유예기간

전파규칙 제9조 9.1호에 의거 주관청은 위성망 사전공표자료를 전파통신 사무국이 접수한 날로부터 6개월 이후에 조정자료를 제출토록 규정하고 있으나, 조정절차를 가속화하기 위하여 6개월의 유예기간을 삭제하는 방안이 제안되었으며, 미국은 이 문제를 제안하고 적극 지지하고 있다. 전파규칙 제9조 (위성망 조정 및 타 주관청의 동의를 획득하기 위한 절차)9.1호에 규정된 사전공표자료와 조정자료(Coordination Information)의 제출일자 사이의 유예기간 "6개월"을 삭제하려는 미국의 강력한 주장을 반영하는 기고문이 CPM에 제출되었으며 대다수의 국가들은 6개월의 유예기간이 위성망의 주파수·궤도의 최종 선정에 도움이 되므로 개정에 반대하는 입장이다. 조정자료가 전파통신 사무국에 접수된 순서에 따라 위성망 조정에 대한 우선권이 결정되기 때문에 6개월의 유예기간이 없다면 어느 나라를 막론하고 그러한 우선권을 확보하기 위해서 사전공표자료와 조정자료를 동시에 제출할 수밖에 없는 상황을 야기할 수도 있음이 제기되었다.

#### 라. 국제등록이 완료된 위성망의 궤도 위치의 변경 기준

전파규칙 제11.43A 절차규정에 따르면 위성망의 국제등록이 완료된 위성망이 다시 사전공표자료를 제출하지 않고 궤도 위치를 변경할 수 있는 범위는 사전공표자료 제출 당시 기재된 궤도위치에서  $\pm 6^\circ$  이다. CPM에서는 이러한 절차 규정을 전파규칙 본문으로 전환하는데 있어 궤도 위치 변경기준에 대해 2가지 방안을 제시하였다. 첫째 해당 위성망의 사전공표자료 경과 기간이 7년 미만일 경우, 사전공표자료에 기재된 궤도가 변경 기준이 되며, 7년 이상 경과했을 경우, 국제등록이 완료된 당시 궤도 위치가 변경기준이 되도록 하는 방안과 또 다른 방안으로써 사전공표자료의 경과 기간과 관계없이 해당 위성망의 궤도 변경기준은 사전공표자료에 기재된 궤도 위치로 할 것이 논의되었다.

#### 마. 비 정지 위성망 사전공표자료 개선

비 정지 위성망의 사전공표 시 제출되는 자료는 궤도·주파수 등 간단한 정보만 기입하도록 현행 규정에서 정하고 있음에 따라 조정 절차가 필요 없는 비 정지 위성망의 경우

구체적인 기술 정보는 통고단계에서만 획득할 수 있어 정지 위성망과 간섭 분석에 어려움이 있다. 따라서 정지 위성망의 보호 차원에서 조정을 받지 않는 비 정지 위성망의 사전공표자료 중 위성 출력 정보 등의 기술 자료를 필수적으로 제출해야 한다는 의견이 있었다.

#### 바. 위성망 국제등록절차 규정 개선 관련 결의 86

결의 86은 위성망 국제등록 절차의 개선방안을 검토하도록 하고 있으나, 결의 86의 남용으로 전파규칙의 빈번한 재개정을 초래함에 따라 각 주관청에서 불필요한 업무 가중을 초래하는 경우가 발생하므로 결의 86의 삭제 혹은 수정하여 유지할 것 등에 대한 논의가 수행되었다. 그러나 일부 주관청은 동 결의가 위성망 국제등록 절차의 개선에 도움이 됨에 따라 유지해야 한다는 입장을 제시하였다.

### 2. 주요 지역 기구 동향

#### 가. APT

위성망 사전공표자료 및 조정자료 간 접수 유예기간인 현행 6개월의 유지를 지지하였으며, 국제등록이 완료된 위성망의 궤도변경 기준과 관련하여 등록개시 후 7년 이내는 사전공표자료의 궤도를 적용하고 7년 이후는 조정 후 등록완료 시점의 궤도를 적용할 것을 지지하였다.

#### 나. CITEL

위성망 사전공표자료 및 조정자료 간 접수 유예기간인 현행 6개월의 삭제를 제안하였으며, 조정절차가 없는 비 정지궤도 위성망의 사전공표자료에 정지 위성망과의 간섭영향 검토를 위한 기술정보 등의 제출 의무화를 지지하였다. 그리고 조정 및 통고절차의 간소화와 관련된 결의 88은 ITU 및 각 주관청에 많은 혼란을 야기할 수 있음에 따라 결의 88을 삭제할 것을 제안하였다.

#### 다. CEPT

조정절차가 없는 비 정지궤도 위성망의 사전공표자료에 정지 위성망과의 간섭영향 검토를 위한 기술정보 등의 제출 의무화를 지지하였으며, 비 정지궤도 위성망은 정지궤도 위성망에 허용이 불가능한 간섭을 야기할 수 없음과 보호를 요청할 수 없다는 전파규칙 제 22.2조의 명확화를 지지하였다.

## 제 4 절 위성망 국제등록 및 조정절차 개선방안

CPM에서는 규정 절차의 개정에 대한 ITU-R의 연구결과를 바탕으로 개정 가능성을 검토하여 WRC에서 최종 결정한다. 이하에서는 WRC-07에서의 결정된 위성망 국제등록 절차의 개선에 관한 주요 개선방안에 대해 기술하였다.

### 1. 위성망 사전공표자료와 조정자료 제출 사이의 유예기간 6개월 현행 유지

전파규칙 제9조 9.1에 의거 주관청은 위성망 사전공표자료를 전파통신 사무국이 접수한 날로부터 6개월 이후에 조정자료를 제출하도록 규정하고 있으나, 조정절차를 가속화하기 위하여 6개월의 유예기간을 삭제하는 방안이 제안되었다. 우리나라는 사전공표자료와 조정자료 제출 사이의 유예기간 6개월 삭제에 대한 장·단점 검토 결과를 CPM 07-2에 기고문으로 제출하였으며 현행 유지가 바람직하다는 입장을 표명하였다. 몇몇 국가들은 현행 6개월의 기간을 단축하자는 입장도 있었으나 의견의 일치가 이루어 지지 않아 현행 규정을 변경 없이 그대로 유지하기로 결정하였다.

### 2. 비 정지궤도 위성시스템의 간섭으로부터 정지궤도 위성망 보호

비 정지궤도 위성시스템은 고정 및 방송위성업무의 정지궤도 위성망을 보호해야 하는 의무를 보다 명확히 하도록 하기 위하여 관련 규정 (제22.2호)의 개정을 제안하는 것으로 “비 정지궤도 위성시스템은 정지궤도 위성망으로부터 보호를 요구할 수 없다”는 문구를 현행 22.2 조항에 삽입하기로 하였다.

### 3. 조정을 하지 않는 비 정지 위성시스템의 사전공표자료

비 정지궤도 위성시스템의 국제등록 절차는 사전공표와 통고단계 등 2 단계로 구성되어, 통고자료 제출시까지 해당 시스템의 상세한 전송제원 입수는 해당 주관청의 협조가 없을 경우 거의 불가능하다. 따라서 정지궤도 위성망과 간섭분석이 매우 어려운 실정이며 이를 보완하고자 비 정지궤도 위성시스템의 사전공표자료 양식을 개정하기로 하였으며, 주요 개정 내용은 정지궤도 위성망과 간섭분석에 필요한 기술적 정보(안테나 최대 입력전력 등)를 사전공표자료에 기재하여 ITU에 제출하도록 하였다.

#### 4. 전파규칙 제9조 및 제11조의 간소화(결의 88)

결의 88(WRC-03)은 전파규칙의 서문 0.3에 명시된 규칙의 원칙을 고려하여 전파규칙 제9조와 제11조 의 합리성에 대한 연구를 ITU-R이 착수하고 그 연구 결과를 WRC-07이 재검토하도록 하는 결의 사항이다. 또한 주관청들에게는 ITU-R에 기고문을 제출함으로써 전파통신업무의 조정과 통고절차의 합리화 및 명확성을 위해 조력하도록 권고하고 있다. 그러나 지난 CPM 07 2차 회의에서는 전파규칙의 제9조 및 제11조 연구결과 합리함에 반하여 절차의 간소화를 위해서는 광범위한 작업이 필요하다는 등의 문제점이 지적됨에 따라 WRC-07은 결의88(WRC-03)을 삭제하기로 하였다.

#### 5. 위성망 국제등록절차 규정 개선 관련 결의 86

동 결의의 악용 방지를 위하여 결의 86의 내용을 수정 후 유지하기로 하였으나, 다만 제안 범위는 위성망 국제등록절차 및 규정의 결함의 개선에만 국한하기로 하였다.

#### 6. 국제등록이 완료된 위성망의 궤도 위치의 변경 기준

국제등록이 완료된 위성망의 궤도위치를 변경하고자 할 경우, 사전공표자료 경과 기간이 7년 이하인 경우는 사전공표자료에 기재된 궤도를 변경 기준으로 하고 사전공표자료 경과 기간이 7년 초과한 경우 국제등록이 완료된 당시의 궤도위치를 변경 기준으로 하는 방안은, 실제 궤도위치 변경 허용범위가  $\pm 6^\circ$  보다 더 커지는 효과가 있어 후발 위성망에 추가 조정 부담을 줄 수 있어 사전공표자료에 제출된 궤도위치를 기준궤도로 결정하였다.

### 제 5 절 결 론

WRC-07에서는 의제 1.12로 채택하여 위성망 국제등록 절차(사전공표, 조정 및 통고 절차)의 개선방안 모색 및 절차규정 내용의 국제전파규칙으로 반영할 사항 등을 검토하도록 하고 있다. 이에 WRC-07에서 논의될 보고서 작성을 위해 2007년 2월에 CPM이 개최되었다. 우리나라도 CPM에 참석하여 고정위성업무 계획의 규정 및 기술적 조건에 관한 우리나라 입장을 적극적으로 제시하였다. CPM 보고서를 바탕으로 WRC-07에서는 관련 논의를 수행하였으며, 위성망 국제등록 규정 중 일부를 재개정하였다. 향후 위성망을 국제등록하고자 할 경우 변경된 전파규칙을 적용하여 국제등록에 차질이 없도록 할 필요가 있다.



## 제 5 장 결 론

지금까지 위성전파자원 공유기술에 관한 연구결과를 크게 3가지 부분으로 나눠 설명을 하였다.

가장 먼저 전파규칙 부록(Appendix, AP) 30B의 고정위성업무 계획 규정 및 기술적 조건에 관한 연구내용을 2장에서 설명하였다. 이러한 내용을 검토하기 위하여 WRC-03에서 WRC-07 의제 1.10으로 채택하고, 관련 연구를 ITU-R WP4A 및 SC에서 수행하였다. 2007년 2월에 WRC-07에서 논의될 보고서 작성을 위하여 CPM이 개최되었으며, 2007년 6월에는 ITU-R WP4A 회의가 개최되었다. CPM에서는 ITU-R WP4A 및 SC 결과를 토대로 WRC-07에서 논의될 보고서를 작성하였고, CPM에 참석하여 고정위성업무 계획의 규정 및 기술적 조건에 관한 우리나라 입장을 적극적으로 제시하였다.

WRC-07 결과에 따라 우리나라 주파수 분배제원에는 큰 영향이 없을 것으로 판단되나, 향후 분배제원의 효율적 이용을 위해서 주파수 운용 계획 등이 마련되어야 하고, 계획을 바탕으로 위성전파자원을 효율적으로 운용할 필요성이 있다.

한편 비정지궤도 위성시스템과 지상고정업무 시스템과의 주파수 공유조건 연구결과를 살펴보면 다음과 같다. 17.7-19.7 GHz 대역에서 지상망 보호를 위하여 고정사궤도 위성시스템의 전력속밀도 제한값 연구에서는 현행 전파규칙 제21조의 위성 전력속밀도에 제한값을 이용하여 동 대역의 지상고정업무를 충분히 보호 가능한지 여부를 분석하는 것이 3장의 주요한 연구 내용이다. 현재 적용하고 있는 전파규칙 표 21-4의 마스크 적정성을 검토하면서 우리나라는 현행 전력속밀도 기준은 동 대역의 지상고정업무 지상망 보호에 충분치 못하며, 특히 도래각이  $10^\circ$  이하인 경우 전력속밀도 기준에 대한 강화된 기준채택을 요구하며 새로운 방법(방법 C)를 제안하였다. 새롭게 제안된 마스크를 적용하였을 경우, 도래각,  $\theta$ 는 각각  $0^\circ \sim 5^\circ$  범위에서  $-123$  (dB/1MHz),  $5^\circ \sim 25^\circ$  범위에서는  $-123+0.65(\theta-5)$  (dB/1MHz),  $25^\circ \sim 90^\circ$  범위에서는  $-110$  (dB/1MHz)로 전력속밀도값을 제안하고 있다.

WRC-07의 1.18 의제를 만족시키기 위한 전력속밀도 마스크 관련하여, 우리나라 제안 방법인 C의 단일 전력속밀도 마스크는 이견없이 반영되었으며 방법 C의 신규 'advantage' 추가 제안의견은 미국의 반대에 부딪혀 'disadvantage'의 의미를 일부 약화시키는 정도로 수정하였으며 신규 'advantage'는 추가하지 않는 것으로 결정되었다. 한편 CPM-07에서 논의 결과를 바탕으로 WRC-07에서는 고정사궤도 위성시스템의 전력속밀도 기준 개정에 합의하였다. 2003년 7월 5일 이전에 사전공표자료를 접수하고, 현재 운용중인 고정사궤도

위성시스템과 이를 대체하기 위한 신규위성은 현행 전력속밀도 기준을 적용하고, 그 이외의 경우에는 고정사궤도 위성시스템은 도래각의 범위에 따라 고정사궤도 위성의 전력속밀도 기준값을 0o 에서 3o인 경우  $-120 \text{ dBW/m}^2/\text{MHz}$ , 3o에서 12o 경우  $-120+(8/9)(\theta-3) \text{ dBW/m}^2/\text{MHz}$ , 12o 에서 25o인 경우  $-112+(7/13)(\theta-12) \text{ dBW/m}^2/\text{MHz}$ , 25o 에서 90o인 경우  $-105 \text{ dBW/m}^2/\text{MHz}$ 로 새로운 전력속밀도를 결의하였다.

이러한 WRC-07의 결과 17.7~19.7 GHz 대역에서 현재 우리나라에서 운용중인 고정사궤도 위성시스템의 혼신영향으로부터 국내 고정 M/W, VTS 시스템을 보호할 수 있으므로 동 대역에서 두 시스템의 안정적인 운용이 가능할 것으로 예상된다.

4장에서는 WRC-07에서 논의된 의제 1.12 위성망 국제등록 절차 개선결과를 분석·정리 하였다. 모든 위성망은 전파규칙이 명시한 절차 및 규정에 따라 ITU에 위성망 국제등록을 함으로써 국제적으로 보호 받을 수 있는 권리를 갖게 된다. 국제적으로 자국의 위성망을 보호받기 위해서 위성망 국제등록을 ITU의 규정된 절차에 따라 수행하여 하나, 주파수 용도에 따라 대역에 따라 절차가 복잡하고 ITU의 적합성 심사에 따른 공표가 지연이 되는 문제점 있다. 이러한 문제들을 개선하기 위한 WRC-07의 의제 1.12의 주요 내용인 위성망 국제등록 절차(사전공표, 조정 및 통고절차)의 개선방안 색 및 절차규정 내용의 국제전파 규칙으로 반영할 주요 결정사항을 담고 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] ITU Radio Regulations AP30B, 2003년
- [2] 무선관리단, “FSS Allotment Plan(AP30B) 주파수 활용방안”, 2003년 3월
- [3] ITU-R CPM 보고서, 2007년 2월
- [4] ITU-R WP4A 의장 보고서, 2007년 6월
- [5] WRC-07 Final Acts, 2007년 11월
- [6] 임상희, 성향숙, “17.7-19.7 GHz 대역에서 고경사궤도를 이용하는 고정위성통신 시스템의 출력제한값 분석”, JCCI2006, 2006년 4월
- [7] ITU-R JTG6-8-9 의장보고서, 2006년 2월
- [8] ITU-R JTG6-8-9 의장보고서, 2006년 7월
- [9] ITU-R WP4-9S 의장보고서, 2006년 3월
- [10] ITU-R WP4-9S 의장보고서, 2006년 8월
- [11] ITU-R WP4-9S 의장보고서, 2007년 6월
- [12] ITU-R 권고 F.1336-1
- [13] ITU-R 권고 F.1245-1
- [14] ITU-R 권고 F.1495-1