

제 출 문

본 보고서를 「고정위성업무와 타업무간의 공유
에 관한 연구(2차년도)」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002. 12 . 31 .

연구책임자 : 성향숙 (전파자원연구과)

연구 원 : 양왕렬 (전파자원연구과)

박주홍 (전파자원연구과)

임상희 (전파자원연구과)

이일용 (전파자원연구과)

요 약 문

1. 과제명 : 고정위성업무와 타업무간의 공유에 관한 연구(2차년도)
2. 연구기간 : 2002.1.1 ~ 2002.12.31
3. 연구책임자 : 공업연구관 성향숙
4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별추진계획												비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
가. 우리나라 지상망 보호 방안 o 지상망 보호를 위한 전파규칙 고찰 o HD-FSS 주파수 지정 계획에 따른 우리나라 지상망과의 간섭영향 분석 o HEO 위성시스템과 우리나라 지상망간의 공유 연구	성향숙													
	박주홍													
	임상희													
	이일용													
나. 우리나라 위성망 보호 방안 o 운용 및 계획중인 우리나라 위성망 보호방안 연구 o 고정위성업무와 방송위성업무 간의 주파수 공유 연구	성향숙													
	양왕렬													
	박주홍													
다. 연구보고서 작성	성향숙													
	양왕렬													
	박주홍													
	임상희													
	이일용													
분기별 수행진도(%)		20			30			30			20			

나. 세부 과제별 추진사항

1) 우리나라의 지상망 보호 방안 연구

- 지상망 보호를 위한 전파규칙 고찰
 - 지구국 관련 조정 절차 검토
- HD-FSS 주파수 지정 계획에 따른 우리나라 지상망과의 간섭영향 분석
 - HD-FSS 주파수 지정 계획 및 시스템 기술특성 검토
 - 기술특성 검토자료와 간섭분석 S/W를 이용한 우리나라 지상망과의 공유 가능성 검토
- HEO를 이용한 위성시스템과 우리나라 지상망간의 공유 연구
 - 규정/절차 및 pfd 제한치 등의 공유기준 연구
 - HEO를 이용하는 위성시스템의 운용에 따른 우리나라 영향 분석

2) 우리나라 위성망 보호방안 연구

- 운용 및 계획중인 우리나라 위성망 보호방안 연구
 - 위성망 등록비용 회수(전권위원회 결의88, 이사회 결정482) 검토
 - 위성망의 우주국의 pfd 제한값 검토
 - 국제등록 신청 현황 및 우리나라 대응방안 검토
- FSS와 BSS간 공유기준 연구
 - FSS와 BSS간의 공유기준 분석
 - 간섭분석 S/W를 이용한 FSS와 BSS간의 공유가능성 및 관련 규정 분석

5. 연구 결과

1) 우리나라의 지상망 보호 방안 연구

- 지상망 보호를 위한 전파규칙 고찰
 - 조정영역에 따른 조정절차(전파규칙 9.17조) 및 인접국의 조정 동의에 따른 조정절차(전파규칙 9.21조) 분석
- HD-FSS 주파수 지정 계획에 따른 우리나라 지상망과의 간섭영향 분석
 - HD-FSS 후보 주파수 대역별 ITU-R의 연구동향 정리
 - 40GHz 대역에서 HD-FSS와 FS간 간섭 분석 시뮬레이션을 통한 우리나라 FS의 간섭 영향 분석
- HEO를 이용한 위성시스템과 우리나라 지상망간의 공유 연구
 - 4GHz와 11GHz 대역에서 우리나라 FS를 효과적으로 보호할 수 있는 pfd 마스크 제안

2) 우리나라 위성망 보호방안 연구

- 운용 및 계획중인 우리나라 위성망 보호방안 연구
 - 효율적인 위성망 국제등록을 위한 관련 절차 및 규정 분석
- FSS와 BSS간 공유기준 연구
 - 12GHz 대역에서 우리나라 BSS의 편파 변경 및 안테나 크기 축소 이용 현실을 반영한 우리나라 BSS의 영향 분석

6. 기대효과

- 한정된 전파자원 이용의 효율성 증대
- 혼신 분석 및 조정 기술 증대
- 국제 협력 활동 활성화로 국가 경쟁력 강화

SUMMARY

In order to protect both terrestrial networks and satellite systems from unacceptable interferences among services sharing frequencies, some simulations based on the WRC issues for the sharing problems are performed in this study.

First, we reviewed HDFSS candidate bands that have been studied in ITU-R related with the plan of identification of frequency bands for HD-FSS. In order to assess interference effect to FS systems due to HDFSS identification, analysis on sharing between GSO FSS and FS system in the 40 GHz band was done under conditions that are adequate to the situation of Korea. We found that mitigation techniques such as arc avoidance are necessary in this frequency sharing

With regard to the sharing between HEO FSS systems and FS systems in the 4GHz and 11GHz bands, we simulated and analysed the interference effects from the USAKU-H2 type of HEO FSS system into the FS receive station in these bands. Based on our analysis, we proposed the pfd masks suitable to protect FS systems in these bands.

Additionally, we studied technical and provisional regulations focused on the results of associated ITU-R meetings that are related with FSS/BSS. In 11.7~12.75GHz band, we propose to relax the existing PFD masks to the PFD mask with the protection of minimum antenna size of 45cm.

목 차

표목차	272
그림목차	273
제1장. 서 론	
제2장. 우리나라 지상망 보호방안 연구	276
제1절. 지상망 보호를 위한 전파규칙 고찰	276
제2절. HD-FSS 주파수지정계획에 따른 우리나라 지상망과의 간섭영향 분석	284
제3절. HEO 위성시스템과 우리나라 지상망간의 공유 연구 ·	300
제3장 우리나라 위성망 보호방안 연구	324
제1절. 운용 및 계획중인 우리나라 위성망 보호방안 연구	324
제2절. 고정위성업무와 방송위성업무간의 주파수 공유 연구	339
제4장. 결 론	361
참고문헌	365
부 록	369

표 목 차

<표 2.1.1> RR 9.17에 따른 조정 및 등록 절차	277
<표 2.1.2> RR 9.21에 따른 조정 및 등록 절차	279
<표 2.1.3> 방송위성업무의 우주국 송신으로부터 지상망 보호에 적용되는 규정	281
<표 2.1.4> 방송위성업무 주파수 대역별 적용 규정	282
<표 2.2.1> 37.5~42.5GHz 대역 정지 위성의 pfd 최대 허용치	289
<표 2.2.2> 37.5~42.5GHz 대역 위성시스템 주요 파라미터	289
<표 2.2.3> 37.5~42.5GHz 대역 고정업무 시스템 주요 파라미터 ...	290
<표 3.1.1> 위성망별 units 산출방법	326
<표 3.1.2> 위성망별 국제등록 비용 산출	327
<표 3.1.3> 전력속밀도 제한값	330
<표 3.1.4> 2002년 우리나라 국제등록 공표건수	337
<표 3.1.5> 2002년도 국제등록 공표건수	338
<표 3.2.1> ITU의 방송위성 주파수 분배	340
<표 3.2.2> FSS와 1, 3지역 BSS간의 PFD mask에 따른 FSS 조정대상 위성망	345
<표 3.2.3> PFD mask에 따른 BSS의351 조정대상 빔 수	346
<표 3.2.4> 116° 주변의 주요 방송위성궤도 등록 현황	351
<표 3.2.5> 현재 운용중인 위성방송 영향 검토	353
<표 3.2.6> 향후 운용계획에 따른 영향 검토	355
<표 3.2.7> 우리나라와 일본과의 영향 검토	357

그 립 목 차

<그림 2.2.1> ITU-R S.672-3 방사패턴	290
<그림 2.2.2> ITU-R F.1245-1 안테나 방사패턴	291
<그림 2.2.3> 정지위성(123.7도) 안테나빔 Contour(EIRP[dBW])	292
<그림 2.2.4> 정지위성(동경 123.7도)을 바라보는 양각 분포	293
<그림 2.2.5> 지상 고정업무국의 수평 및 수직 임의배열 위치	293
<그림 2.2.6> 지상고정업무국 V1의 $\Delta T/T$	294
<그림 2.2.7> 지상고정업무국 V2의 $\Delta T/T$	294
<그림 2.2.8> 지상고정업무국 V3의 $\Delta T/T$	295
<그림 2.2.9> 지상고정업무국 P1의 $\Delta T/T$	295
<그림 2.2.10> 지상고정업무국 P2의 $\Delta T/T$	296
<그림 2.2.11> 지상고정업무국 P3의 $\Delta T/T$	296
<그림 2.2.12> 안테나 양각에 따른 $\Delta T/T$ 변화(수직배열)	297
<그림 2.2.13> 안테나의 양각에 따른 $\Delta T/T$ 변화(수평배열)	297
<그림 2.3.1> 정지 궤도와 북반구 및 남반구의 궤도 belt	302
<그림 2.3.2> HEO 궤적의 한 예	303
<그림 2.3.3> 3.95GHz에서 FS의 FDP	315
<그림 2.3.4> 3.95GHz에서 마스크 D에 의한 위도별 FDP	316
<그림 2.3.5> 3.95GHz에서 마스크 D에 의한 경도별 FDP	317
<그림 2.3.6> 3.95GHz에서 마스크 D에 의한 FS 수신기의 간섭누적곡선	317
<그림 2.3.7> 11.2GHz에서 마스크 E에 의한 FS의 FDP	318
<그림 2.3.8> 11.2GHz에서 -138/-116 마스크에 의한 FS의 FDP	319
<그림 2.3.9> 11.2GHz에서 3m와 0.45m 안테나를 갖는 FS의 FDP	320
<그림 2.3.10> 11.2GHz에서 -138/-116 마스크에 의한 FS 수신기의 간섭누적곡선	320
<그림 3.2.1> FSS 보호를 위해 공유 연구에 사용된 pfd mask의 비교	344
<그림 3.2.2> 공유연구에 고려된 pfd mask	346
<그림 3.2.3> 11.823GHz에서의 45cm안테나 패턴 비교	348
<그림 3.2.4> 12.530GHz에서의 45cm안테나 패턴 비교	349

제1장. 서 론

위성 이용분야의 확대와 그 이용의 증가로, 제한된 위성 전파자원의 효율적 사용에 대한 필요성이 대두되어왔다. ITU-R에서는 이러한 필요성에 부응하고자 위성을 이용하는 서비스와 다른 서비스간의 주파수 공유에 대한 연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 각국은 위성전파 자원의 선점과 자국의 위성망 및 지상망을 보호하기 위한 노력을 계속하고 있다.

따라서, 본 연구는 이러한 세계적인 추세에 대응하여, ITU-R 규정을 분석하고 위성서비스의 주파수 공유에 관한 이슈 사항을 검토함으로써 다른 나라의 위성망으로부터 우리나라의 위성망 및 지상망을 보호할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

제2장에서는 우리나라 지상망 보호를 위한 전파규칙의 고찰, HD-FSS 주파수 지정 계획에 따른 우리나라 지상망의 간섭영향 및 HEO 위성시스템과 우리나라 지상망간의 공유에 대한 연구 결과를 기술하였다. 우선, 다른 나라의 위성망 설치 운용에 따른 유해한 간섭으로부터 우리나라의 지구국 및 지상망을 보호하기 위하여 ITU-R 전파규칙상의 절차 및 규정을 검토하였다. 이와 함께 HD-FSS 하향링크 후보 대역 중 40GHz에서 HD-FSS와 우리나라 FS간의 간섭영향을 우리나라 실정에 맞춰 가정된 상황에 의해 분석하였다. 또한, 4GHz 대역과 11GHz 대역에서 HEO FSS로부터 FS로의 간섭량을 계산하여 FS를 효과적으로 보호할 수 있는 HEO FSS의 pfd 제한값을 제안하였다.

제3장에서는 운용 및 계획중인 우리나라 위성망 보호, FSS와 BSS간의 주파수 공유에 대한 연구 결과를 기술하였다. 우선 위성망 국제등록 과정에서 필수적으로 이해되어야 하는 위성망 등록비용 회수 내용을 소개하고, 지상망을 보호하기 위해 적용되는 위성망의 우주국의 pfd 제한값에 대해 설명하였다. 또한, 무궁화위성에서 이용중인, 12GHz 대역에서 FSS와 BSS간의 주파수 및 궤도의 공유를 위해 보호대상 최소 안테나크기, 수신안테나 패턴, 우리나라 BSS 및 인접 BSS의 영향을 분석하였다.

마지막으로 제4장에서는 본 연구의 결과를 정리하고 결론을 맺었다.

제2장. 우리나라 지상망 보호방안 연구

제1절. 지상망 보호를 위한 전파규칙 고찰

다른나라의 위성망을 포함한 지구국의 설치 운용에 따른 유해한 간섭으로부터 우리나라의 지구국 및 지상망을 보호하기 위해서는 ITU-R의 전파규칙에 따른 적절한 절차를 따라야만 한다. 그러나 전파규칙 상의 절차는 다양한 경우에 따라 다양한 규정이 적용되고 있음에 따라 각 경우에 있어서 적절한 규정에 따라 우리나라의 지구국 및 지상망의 보호가 이루어 질 수 있도록 하여야 한다.

따라서 본 절에서는 이러한 규정과 절차를 검토함으로써 현재 운용 또는 계획중인 우리나라 지구국 및 지상망이 다른나라의 유해한 간섭으로부터 보호받고 원활히 운용될 수 있도록 하고자 하였다.

1. 지구국 관련 조정 절차 검토

ITU-R의 전파규칙(RR) 9조와 11조는 위성망 및 지구국을 운용할 때 상대 위성망 및 지구국에 주는 간섭영향을 검토하고 조정하기 위한 조정 절차(9조)와 조정이 완료된 후 국제 주파수 등록원부(MIFR)에 등록하여 위성망 및 지구국을 운용하도록 하는 등록 절차(11조)에 관한 내용을 규정하고 있다.

일반적으로 지구국 설치 운용과 관련한 조정 절차는 크게 두 가지 경우로 분류할 수 있다. 첫 번째 경우는 RR 9.17에 의한 것으로, 한 국가가 자국의 영토내에 신규 지구국을 설치 운용하고자 할 경우 전파규칙 부록 7에 따라 조정영역을 분석한 결과 인접국의 영토가 신규 지구국 조정영역에 포함될 경우 해당국에 조정 영역도를 포함한 운용될 지구국의 제원을 통보하여 상대국과 조정을 한 후 운용토록 하고 있다. 다른 경우에 있어서는 RR 9.21에 의한 것으로 전파규칙 5조의 각주(footnote)에 따라 한 국가가 위성망 운용과 관련된 지구국을 설치 운용하고자 할 경우 인접국의 동의를 구한 후 운용하도록 하고 있다. 이하에서는 두가지 경우에 적용되는 전파규칙의 절차에 대해 살펴보았다.

가. 조정영역에 따른 조정 절차

전파규칙 9.17에 따른 조정 절차는 일반적으로 한 국가가 자국 영토내에 지구국을 설치하고자 할 경우 전파규칙 부록 7에 따른 조정 영역도에 따라 인접한 국가에 간섭영향이 예상되는 경우에 적용하는 규정이다. 표 2.1.1에 9.17에 따른 조정절차를 나타내었다.

<표 2.1.1> RR 9.17에 따른 조정 및 등록 절차

규정절차	주요 내용	비고
9.17	지구국 조정영역이 다른나라의 영역을 포함하는 경우의 조정	
9.29	AP4양식에 따라 해당 주관청에 송부	
9.31	조정영역도 작성 및 송부	
9.32A	조정이 필요하지 않을 경우 등록절차 수행	
9.33	9.29에 따라 조정이 안되면 BR에 요청	
9.41	조정자료 접수 후 4개월 이내 이의제기	
9.45	조정자료 접수여부를 30일 이내에 통보	
9.46	조정자료 접수 통보가 없을시 재차 요청 후 15일 이내 응답이 없을 경우 BR에 협조 요청	
9.47	BR이 요청한 후 30일 이내 응답이 없을 경우 9.48과 9.49의 적용에 따라 간섭용인 하여야 함	
9.50	조정요청을 받은 주관청은 간섭유무를 검토하여야 함	
9.51A	검토 후 4개월 이내에 간섭 동의 또는 부동의 의사를 표시하여야 함	
9.52	부동의 시에는 4개월 이내에 관련 근거자료 제출	
9.59	조정 양자간의 합의를 위해 BR에 지원을 요청할 수 있음	
9.60	4개월 이내에 부동의의 근거를 제시 못한 경우 또는 응답이 없을 경우 요청 주관청은 BR의 지원을 요청 할 수 있음	
9.62	9.61에 따라 BR이 해당국에 조정요구를 재촉하여 30일 이내에 응답이 없을 경우 9.48과 9.49 적용	
9.64	9.63에 따라 조정에 관한 결정을 BR이 내렸음에도 불구하고 미해결시 6개월간 등록 보류	
9.65	9.64 지속시 BR은 11.33에 따라 검토하고 11.38규정 적용	
11.33	조정절차가 완료될 수 없었다는 설명과 유해 간섭의 확률 검토	
11.38	11.33에 따라 검토 후 적합 판정시 또는 조정이 완료되지는 않았으나 적합할 경우에는 등록원부에 기록하며, 부적합판정의 경우 반려	
11.41	통고가 반려된 후 통고서 재제출시 잠정 등록하며 상호 운용 후 4개월간 유해간섭이 없을 경우 확정 등록됨	

표 2.1.1의 절차에 있어 신규 지구국을 설치하고자 하는 국가는 해당 지구국의 조정영역이 다른나라의 영역을 포함하는 경우 9.17에 따라 조정 영역에 포함된 다른나라의 지구국 및 지상망과 조정을 해야만 한다. 이때 9.29에 의해 지구국의 운용 파라메타가 기록된 전파규칙 부록 4의 등록 양식과 9.31에 따른 조정 영역도를 조정 대상 국가에 송부하여야 한다. 조정 영역도에 있어 다른나라의 신규 지구국의 조정 영역도에 자국의 영역이 포함되었다 하더라도 항상 간섭영향이 있는 것을 의미하는 것은 아니며, 단지 간섭 가능성이 있다는 것을 의미하는 것이다. 따라서 조정을 요청받은 국가는 조정자료를 접수하였다는 문서를 요청 국가에 30일 이내에 송부하여야 하며(9.45), 조정 자료 접수 후 자국의 지구국 및 지상망에 미치는 간섭 유무를 판단한 후 간섭이 예상될 경우 4개월 이내에 요청한 주관청에 이의 제기를 하여야만 한다(9.41 및 9.51A). 만약 조정 요청국의 신규 지구국으로부터의 간섭 영향이 없다고 판단하여 지구국 설치에 동의를 한다면, 신규 지구국은 11.38의 규정에 따라 등록이 되어 운용되도록 규정하고 있다.

한편 조정 대상국으로부터 조정 자료를 접수하였다는 문서를 30일 이내에 받지 못하였을 경우 조정 요청국은 2차 조정 자료를 송부한 후 15일 이내에 응답이 없을 경우 문제 해결을 위해 ITU-R의 BR(사무국)에 지원을 요청할 수 있다(9.46). 이에 BR은 9.47에 따라 조정 대상국에 접수 여부 확인을 요청하여야 하며, 그럼에도 불구하고 30일 이내에 응답이 없을 경우 9.47의 규정은 9.48에 따라 신규 지구국의 간섭으로부터 보호 요청을 할 수 없으며, 또한 9.49의 규정에 따라 조정 대상국의 지구국 또는 지상망이 요청국의 신규 지구국에 간섭영향을 줄 수도 없도록 규정하고 있다.

한편 다른나라의 신규 지구국의 설치 운용에 따라 자국의 현재 운용 또는 3년 이내에 운용될 지구국 및 지상망에 간섭영향이 예상(전파규칙 부록 5의 1g)되어 부동의한다면 9.52의 규정에 따라 조정 자료 접수 후 4개월 이내에 근거 자료를 제시하여야 한다. 이러한 근거 자료를 바탕으로 양 국가는 서면 또는 조정회의를 통하여 혼신을 제거하는데 합의할 수 있으며, 합의가 어려울 경우 또는 신규 지구국 공표 후 4개월 이내에 조정 대상국이 부동의 근거를 제시하지 못하거나 또는 응답이 없을 경우 BR에 지원을 요청할 수 있다(9.59, 9.60). 이러한 요청으로 BR은 9.62의 규정에 따라 조정 요구를 대상국에 재촉하여 30일 이내에 응답이 없을 경우 9.48과 9.49의 규정을 적용한

다. 그러나 만약 BR이 조정을 지원하여 합의를 유도하고자 하였으나, 합의가 되지 않을 경우 신규 지구국은 6개월 동안 등록을 보류한다(9.64). 9.64에 따른 미해결이 지속될 경우 9.65의 규정에 따라 BR은 11.33의 규정에 의한 조정 절차가 완료될 수 없었다는 설명과 함께 유해 간섭의 확률을 검토한 후 적합 판정시 등록 원부에 기록하며, 부적합 판정시에는 통고를 반려한다(11.38). 만약 통고가 반려된 후 해당 국가가 통고서를 재차 제출시에는 잠정 등록을 하며, 다른나라도 함께 운용한 시점에서 4개월의 운용 동안 다른나라로부터의 유해한 간섭에 관한 보고가 없을 경우 확정등록을 하게된다(11.41).

나. 인접국의 조정동의에 따른 조정 절차

전파규칙 9.21에 따른 조정 절차는 전파규칙 5조에 따른 주파수 분배표의 주석에 인접국의 동의를 구한 후 위성전파 자원을 운용토록 하는 규정이다. 표 2.1.2에서는 9.21에 따른 조정절차를 나타내었다.

<표 2.1.2> RR 9.21에 따른 조정 및 등록 절차

규정 절차	주요 내용	비고
9.21	주파수 분배표의 주석에 따라 동의를 구하여야 하는 조정	
9.30	AP4양식에 따라 해당 주관청에 송부	
9.41	조정자료 접수후 4개월이내 이의제기	
9.50	조정요청을 받은 주관청은 간섭유무를 검토하여야 함	
9.52C	4개월 이내 이의제기 없을시 간섭이 없는 것으로 간주	
9.53A	만료일까지의 의견(부동의 국가명 또는 기타의견 제시국 포함)을 기록하여 공표함	
9.65.1	부동의가 지속시 11.31에 따라 검토	각주
11.31	주파수 분배표 및 타 규정과의 일치여부 검사	
11.31.1	주파수 분배표와의 일치는 필요한 경우 9.21의 성공적인 적용을 의미함	각주
11.36	11.31의 검토에 따라 적합판정인 경우 등록되거나 필요에 따라 11.32 내지 11.34에 따라 검토함. 부적합 경우는 4.4의 규정에 따라 운용하는 경우에 한하여 참고목적으로 등록되어야 하며 8.5의 규정에 따라야 함. 그렇지 않을 경우 통고는 반려됨	

9.21에 따른 조정 절차는 9.17에 따른 지구국의 설치 시에만 국한하는 것이 아니라 위성망, 지구국 등 그 대상이 다양하게 적용될 수 있다.

표 2.1.2에서의 조정 절차에 있어 전파규칙 5조에 있는 주파수 분배표의 주석에 위성망 및 지구국의 운용시에 9.21에 따라 인접국의 동의를 구하여야 한다는 규정이 있다면 9.21의 절차 규정을 따라 조정을 수행하여야 한다.

9.21에 따라 신규 위성망 및 지구국을 설치하고자 하는 국가는 부록 4의 양식에 따라 해당 주관청에 관련 위성 및 지구국 제원을 송부하여야 하며 (9.30), 해당국은 조정자료 접수 후 4개월 이내에 간섭 유무를 판단하여 그 결과를 조정 요청국에 송부하여야 한다(9.41, 9.50). 만약 4개월 이내에 간섭이 예상시 이의제기를 하지 않으면 9.52C의 규정에 따라 간섭이 없는 것으로 간주된다. 한편 간섭영향의 검토에 있어 다른나라의 신규 위성망과 자국의 다른 지구국 및 지상망의 조정을 할 경우에는 현재 운용 또는 3년 이내에 운용될 자국의 지구국 및 지상망에 대한 간섭영향을 평가하지만, 다른나라의 지상망과 자국의 지상망간의 조정일 경우에는 현재 운용 또는 3개월 이내에 운용될 자국의 지상망에 대한 간섭영향을 고려하여야한다는 점에 유의할 필요가 있다(전파규칙 부록 5의 1g 및 2).

한편 9.53A에 따라 공표 후 이의제기 만료일이 지난 후에 BR에서는 4개월 이내에 접수된 부동의 국가명 또는 기타 의견제시국을 포함한 의견을 기록하고 공표한다. 만약 부동의가 지속된다면 주석 9.65.1은 11.31의 규정을 적용하도록 규정하고 있다. 11.31은 동의를 구하는데 있어 양자간의 합의가 이루어지지 않을 시에는 BR이 주파수 분배표 및 다른 규정과의 일치 여부를 검사하도록 규정하고 있으며, 검사 후 적합한 것으로 판정날 경우 등록원부에 등록을 시키며, 부적합 판정이 난 경우는 4.4조의 규정에 따라 주파수 분배표상에 일치하지 않는 것으로 간주됨에 따라 다른나라에서 간섭영향이 있다는 보고가 있다면 즉시 운용을 중단하는 조건(8.5조)을 포함한 참고 목적으로 등록을 시킨다.

2. 규정의 적용 예

2002년 11월에 개최된 CPM회의에서 프랑스는 방송위성업무의 우주국의 송신으로부터의 지상망의 보호와 관련한 현재 전파규칙의 규정을 검토하고 각 규정에서의 장단점을 고찰한 결과를 기고문으로 작성하여 회의에서 제출하였다. 이하에서는 프랑스의 기고를 토대로 관련 규정의 적용 예를 나타내

었다. 현재 2630~2655MHz 대역에서의 비정지궤도 위성음성방송을 제외한 방송위성업무와 지상망간의 주파수 공유에 사용되는 규정은 전파규칙 21에 따른 hard limit, 전파규칙 30의 4조에 따른 동의, 전파규칙 9.21에 따른 동의 및 전파규칙 9.11에 따른 조정 등이 있다. 표 2.1.3에 각 경우에 있어 주요 절차를 비교하였으며, 표 2.1.4에서는 방송위성업무용 주파수 대역별 적용 규정을 나타내었다.

<표 2.1.3> 방송위성업무의 우주국 송신으로부터 지상망 보호에 적용되는 규정

주요 절차	hard limit	동의 요청		조정	
		부록 30의 4조	9.21조	결의 33의 A절	9.11조
1. BR에 의한 간섭받는 국가의 확인 여부	대상 국가의 확인은 되나 BR이 검토하지 않음	○ (4.1.5 적용)	×	×	×
2. 4개월 이내에 이의 제기하지 않을시 잠정적인 동의 여부	×	○ (4.1.10 적용)	○	○ (2.3 적용)	○ (9.52C 적용)
3. 지상망이 운용될 시한의 고려 여부	×	×	○ (지상망이 3년 이내에 운용시 적용)	×	○ (지상망이 3년 이내에 운용시 적용)
4. 완전한 동의를 받지 못한 경우 BSS의 운용 및 등록 가능 여부	○	× (2지역) ○ (제1,3지역)	○	○	○
5. 11.31조에 일치하는 지상망에 유해한 간섭을 야기하지 말것	4.4조와 8.3조의 적용조건으로 MIFR에 등재 가능	제1,3지역 BSS에 있어 부동의 국가 표시후 MIFR에 등재 가능	부동의 국가 표시후 MIFR에 등재 가능	부동의 국가 표시후 MIFR에 등재 가능	부동의 국가 표시후 MIFR에 등재 가능
6. PFD 존재 여부	○	○	×	× ○ (결의 525에 따른 21.4-22GHz)	× ○ (결의 525에 따른 21.4-22GHz)

표 2.1.3에서 조정 당사자간에 완전한 동의를 받지 못한 경우 11.31조에 일치하는 지상망에 유해한 간섭을 야기하지 않는 조건 운용을 하되 hard limit의 경우에는 RR 4.4조와 8.3조에 따라 유해한 혼신이 발생시 즉시 운용을 중단하여야 하며, 부록 30의 4조의 적용에 있어서 1, 3지역 BSS의 경우는 부동의 국가를 표시한 후 국제주파수 등록원부(MIFR)에 등재 가능하도록 하였다. 또한 9.21, 결의 33의 A절 및 9.11조에 따른 적용도 마찬가지로 부동의 국가를 표시한 후 국제주파수 등록원부(MIFR)에 등재 가능하도록 하였으나,

만약 부동의된 무선국이 유해한 혼신을 야기한다면 즉시 운용을 중단하도록 하고 있다.

<표 2.1.4> 방송위성업무 주파수 대역별 적용 규정

주파수 대역	PFD mask	Hard limit	부록30의 4조	9.21 ¹	결의33 A절 /9.11 ¹
620-790MHz(BSS) ²	○	○/× ²	×	×	○/× ²
1467-1492MHz (BSS sound)	×	×	×	×	○
2310-2360MHz (BSS sound)	×	×	×	×	○
2630-2655MHz(BSS sound,GSO)	×	×	×	×	○
2520-2670MHz (BSS)	○	○	×	×	×
11.7-12.2(3지역), 11.7-12.5(1지역) 12.2-12.7GHz (2지역)	○	×	○	×	×
12.5-12.75GHz (3지역)	○	○	×	×	×
17.3-17.7GHz (2지역)	×	×	×	×	×
17.7-17.8GHz (2지역)	×	×	×	×	○
21.4-22GHz (1, 3지역)	○(결의525)	×	×	×	○
40.5-42.5GHz	○	○	×	×	×
74-76GHz	×	×	×	×	○

1. Hard limit이 적용된다면 방송위성업무와 지상업무간의 조정은 하지 않음
2. 도달각이 20°이상일 때 PFD값을 hard limit으로 할지, 조정에 사용될 값으로 할지는 결정되지 않았음

한편 WRC-2003 의제 1.34는 비정지궤도 위성을 이용한 위성음성방송의 pfd값에 대한 논의를 하도록 하고 있으며, 향후 결정될 pfd 값을 어떤 규정으로 적용할 것인가에 대한 논의가 계속되고 있다. 따라서 현재 전파규칙에서 적용하고 있는 각각의 규정에 대한 장담점을 비교함으로써 향후 비정지궤도 위성을 이용한 위성음성방송의 도입에 따른 효율적인 지상망의 보호 방안을 검토하였다.

- 방법 1 : 전파규칙 21의 표 21-4에 따라 PFD값을 hard limit으로 적용
- 방법 2 : 전파규칙 30의 4조에 따라 동의를 구하는 방안
- 방법 3 : 전파규칙 9.21에 따라 동의를 구하는 방안
- 방법 4 : 전파규칙 9.11의 조정 절차에 따라 운용하는 방안

방법 1을 적용하는 경우에는 적절한 pfd값이 결정된다면 지상망의 운용 및 구축 계획여부와 무관하게 지상망을 보다 확실히 보호할 수 있으며, 조정하지 않고 hard limit 값만 준수하면 되므로 위성음성방송망과 지상망간의 조정의 어려움을 피할 수 있다. 그러나 위성음성방송과 지상업무를 적절히 보호할 수 있는 제한값을 결정하는데 어려움이 많을 것이다.

또한 방법 2에 있어서는 위성음성방송이 공표된 후 간섭이 예상되는 지상망을 가진 국가가 4개월 이내에 이의제기를 한다면 지상망의 운용 시한에 관계없이 보호받을 수 있다. 그러나 4개월 이내에 이의제기를 하지 않았을 경우에는 지상망이 보호받을 수 없으며, 위성음성방송의 측면에서는 지상망의 운용 시한이 없음에 따라 현재 운용중인 지상망 뿐만 아니라 향후 도입 예정인 지상망도 보호해야 한다는 어려움이 있다.

방법 3은 방법 2와 유사하나, 간섭이 예상될 때 이의제기를 할 수 있는 지상망의 운용 예정시한이 3년으로 규정되어 있음에 따라 현재 운용중인 지상망 뿐만 아니라 향후 3년 이내에 도입예정인 지상망만 보호될 수 있다. 따라서 위성음성방송의 입장에서는 보호해야 할 지상망이 방법 2보다는 상대적으로 적게 된다.

한편 방법 4에 있어서는 현재 운용중이거나 향후 3년 이내에 구축될 지상망이 조정 대상이라는 점에서 방법 3과 동일하나, 지상망과 위성음성방송이 동일한 입장에서 상호간의 조정을 통해 운용 가능토록 하고 있다. 그러나 방법 1, 2, 3이 지상업무를 우선적으로 보호하는 입장이라면, 이 방법은 신규 도입될 위성음성방송과 동일한 지위로 조정을 해야한다는 점에 유의할 필요가 있다.

결론적으로 방법 1, 2, 3, 4는 그 순서에 따라 지상망을 보호하는데 있어서는 불리하나, 전파자원의 효율적인 운용 측면에서는 규정적인 접근 방법과 아울러 주파수 공유 연구 등의 기술적 측면의 고려를 통한 주파수 자원의 공유가 이루어지는 것이 바람직할 것이라 판단한다.

제2절. HD-FSS 주파수지정계획에 따른 우리나라 지상망과의 간섭영향 분석

1. 개 요

다양한 멀티미디어 서비스에 대한 수요 증가와 함께 이를 충족시키기 위하여 통신망의 광대역화, 초고속화, 지능형화가 요구되고 있다. 우리나라를 비롯한 여러 국가에서의 광대역 멀티미디어 서비스 접속은 주로 광통신망을 통해 이루어지고 있지만, 일부 유럽 지역과 미국, 캐나다, 브라질, 일본에서는 고비용이 드는 광통신망을 대체하기 위해 Ka 대역의 무선 지상통신망(예: BWA, FWA, B-WLL)을 구축하거나 운용 중에 있다. BWA를 비롯한 Ka 대역의 무선 통신망은 지상에서 고밀도로 시스템이 구축되는 것이 주요 특성이므로 전세계적으로 고밀도 고정업무, HD-FS(High-Density applications in Fixed-Service)라는 개념으로 묶고 있고, 이를 위한 주파수 대역들이 이미 지정(Identification)되었다. 또한 위성을 이용한 광대역 서비스를 제공하기 위해 HD-FSS (High-Density applications in Fixed Satellite Service) 개념의 정지 위성망 또는 비정지 위성 시스템이 현재 유럽과 미주 등지에서 고려 중이다. 기존 위성통신 시스템이 넓은 지리적인 지역에 적은 수의 지구국을 가지는 반면, HDFSS형 위성통신 시스템은 넓은 지리적인 지역에 수많은 초소형 지구국들이 널리 분포하는 특성을 갖는다. 또한 기존의 유선망이나 HD-FS 시스템 구축이 지형적으로 어려운 지역에서 HD-FSS가 유용하게 운용될 수 있을 것으로 전망하고 있다.

WRC-03 의제 1.25와 1.32에 따라 현재 HDFSS를 위한 전세계적인 공통 주파수 지정 문제와 그에 따른 지상 고정업무와 주파수 공유를 위한 연구가 ITU-R을 통해 이루어지고 있다. 특히, HD-FSS용 후보 대역으로 거론되고 있는 일부 주파수 대역들은 향후 서비스 계획 중인 우리나라 지상망에 간섭 영향을 줄 수 있으므로 이에 대한 연구도 필요하다.

본 절에서는, ITU-R에서 논의되고 있는 HD-FSS 주파수 지정 계획에 대한 국제 동향을 요약 정리하였고 후보 주파수 대역별 ITU-R의 연구동향도 함께 정리하였다. 또한 HD-FSS 주파수 지정 계획에 따른 우리나라 지상망에 미치는 간섭영향을 평가하기 위하여, WRC-03 의제 1.32에서 거론되고 있는 주파수 대역인 동시에 HDFSS 하향링크 후보 대역인 37.5~42.5 GHz 대의 중심 주파수인 40 GHz에서의 HDFSS와 지상 고정업무간의 공유에 따른 간섭영향을 우리나라 실정에 맞춰 가정된 상황에 의해 분석하였다.

2. HDFSS용 주파수 지정 관련 국내외 동향 및 후보 주파수 대역별 현황

가. 지정관련 국내외 관련동향

WRC-03 의제 1.25에서는 “17.3 GHz 이상, 특히 19.7 GHz 이상 주파수 대역에서 관심을 두어 타업무(특히 고정업무와 방송업무)의 개발을 저해하지 않도록 하면서, 고밀도 고정업무(HDFSS)에 사용할 수 있는 전세계적인 공통 주파수 지정과 그에 따른 규제·규정을 검토”하도록 하고 있다. 이에 따라 고정위성통신망과 지상망의 공유를 연구하는 WP4-9S가 중심이 되어 WP 4A(고정위성통신 연구)와 함께 의제 1.25 관련 연구들이 이루어지고 있고, 최근 CPM(Conference Preparatory Meeting)에서 의제 1.25와 관련된 각 주관청들의 의견들을 반영하여 WRC-03을 위한 CPM 보고서를 작성하였다. 이 CPM 보고서에는 현재 논의되고 있는 HDFSS 주파수 후보 대역과 후보 대역에 대한 관련설명 및 ITU-R의 각 후보대역에 대한 연구논의 결과를 싣고 있다.

HDFSS 후보 주파수 대역들은 이미 FSS용으로 분배된 상향링크(지구-우주)/하향링크용(우주-지구) 주파수 논의 대역, 그리고 FSS용으로 분배되지 않은 주파수 대역의 FSS/HDFSS 하향링크용으로의 주파수 분배 논의대역으로 나누어 검토되었다.

(1) HDFSS용 상향링크 후보 대역

WRC-03 의제 1.25에 따라, ITU-R에서 현재까지 논의되어 온 상향링크용 후보 대역 중 81~86 GHz, 50.4~51.4 GHz, 42.5~43.5 GHz, 30~31 GHz, 27.0~27.5 GHz, 24.75~25.25 GHz, 19.3~19.7 GHz, 18.1~18.4 GHz, 17.3~17.8 GHz 등의 열거된 대역들은 HDFSS용으로 지정이 적당하지 않은 것으로 판단되어 지정대역으로 제안되지 않는다. 나머지 상향링크용 47.2~50.2 GHz, 29.1~29.5 GHz, 28.6~29.1 GHz, 27.5~28.6 GHz 주파수 대역의 HDFSS 지정은 주관청들간 의견일치가 이루어지지 않았다. 한편, 29.5~30.0 GHz 대역은 HDFSS 상향링크용 지정이 가능하다고 ITU-R은 보고 있다.

APG-2003 4차 회의 결과에서 HDFSS 상향링크 주파수 지정과 관련된 APT 동향을 살펴보면, HDFSS 상향링크용으로 적당하지 않은 대역으로는 17.3~17.8 GHz, 17.7~18.8 GHz 19.3~19.7 GHz대를 선택하였고, 29.5~30.0 GHz대역이 적당하다고 보고 있다. 47.5~50.2 GHz, 28.6~29.1 GHz 대역들은 APT 주관청간에도 HDFSS 지정에 대한 의견일치를 이루지 못하였다.

우리나라는 현재 29.5~30.0 GHz 대역이 HDFSS 상향링크용으로 전세계적인 지정이 적당하다고 보고 있다.

ITU-R을 통해 이루어진 HDFSS 상향링크용 주파수 지정에 따른 공유간섭연구(27.5~29.5 GHz 대역 기술 연구)에 의하면, 같은 지형지역 내에 HDFSS 지구국과 지상업무간의 공유가 불가능함을 지적하고 있다. 최소 이격거리가 유지되지 않는다면, FSS 터미널의 송신전파는 고정업무국 수신기에 간섭을 일으킬 수 있음을 지적하였다. 같은 지형지역 내에서 고정업무국 수신기를 보호할 수 있도록 하는 동시에 HDFSS 지구국 터미널의 넓은 지역 구축을 가능케 하는 간섭경감기법은 아직 ITU-R에서 논의 중이다.

(2) HDFSS용 하향링크 후보대역

상향링크용 지정과 마찬가지로, ITU-R에서 현재까지 논의되어 온 하향링크용 후보 대역 중 71~76 GHz, 20.2~21.2 GHz, 19.3~19.7 GHz 등의 열거된 대역들은 HDFSS 하향링크용으로 지정이 적당하지 않은 것으로 판단되어 제안되지 않는다. 이외 37.5~42.5 GHz, 18.8~19.3 GHz, 17.7~18.8 GHz 대역들은 ITU-R 주관청들간 지정에 의견일치가 이루어지지 않았다. 19.7~20.2 GHz 대역은 HDFSS 하향링크용 지정이 가능하다고 ITU-R 주관청들간 의견일치를 보았다.

APG-03 4차 회의 결과에서 HDFSS 하향링크 주파수 지정과 관련된 APT 동향을 살펴보면, 37.5~40.0 GHz 대역은 HDFSS 하향링크 지정이 어렵다고 의견일치를 보았고, 19.7~20.2 GHz 대역의 경우 하향링크용으로 지정이 가능하다고 판단하였다. 18.8~19.3 GHz, 40.5~42.5 GHz 대역은 APT 일부 주관청들간 의견 일치가 이루어지지 않았다.

우리나라의 주파수 분배·이용 현황에 비추어, 현재 19.7~20.2GHz 대역이 HDFSS 하향링크용으로 전세계적인 지정이 적당한 것으로 판단하고 있다.

하향링크 분배에 따른 공유간섭영향에 대한 연구(17.7~19.3 GHz 대역에 대한 기술 연구)가 ITU-R을 통해 이루어졌다. 이 연구에서는 HDFSS 지구국 터미널이 송신 지상업무국으로부터 간섭을 받을 수 있고, 이들 송신 지상 고정업무국은 그 주위에 HDFSS 지구국 터미널이 운용될 수 없는 지역을 만들 수 있음을 지적하였다. 이러한 HDFSS 지구국 터미널이 운용될 수 없는 주위 지역의 면적크기는 HDFSS와 고정업무 시스템 특성의 영향을 받고, 또한 그 크기는 간섭경감기법을 통해 줄어들 수 있다.

이들 간섭경감기법(고정업무에 적용되는 적응형 송신전력제어와 큰 안테나 사용 또는 고정위성업무에 적용되는 적응형 코딩과 스펙트럼 확산통신)이

HDFSS 지구국과 지상 고정업무국 사이의 같은 지형지역내 주파수 공유를 가능하게 할 것으로 미국을 비롯한 일부 주관청들은 믿고 있다.

그 외 일부 주관청들은, 고정업무에 적용되는 간섭경감기법(적응형 송신전력제어와 큰 안테나 사용)은 간섭범위를 줄일 수는 있으나, 여전히 지상의 송신 고정업무국 주위에 FSS 터미널의 구축이 불가능한 지역이 있을 것이라고 믿고 있다. 또한 이들 주관청들은 고정위성업무에 제안·적용되는 간섭경감기법은 이론적으로 가능하나, HDFSS형 시스템에서는 적용가능하지 않을 수도 있음을 밝혔다.

조정되는 FSS 수신기의 숫자가 늘어날수록, 고정업무국의 구축에 더욱더 제약을 가할 것이고 그와 유사하게 송신 고정업무국의 숫자가 늘어날수록, 고정위성업무 잠재 서비스 지역의 크기는 좀더 줄어들게 될 것이라고 모든 주관청들은 보고 있다.

HDFSS 시스템이 지리적으로 같은 지역에 구축되는 특정 조건들이 고정업무국 구축과 간섭경감기법들의 실행가능성 및 효율성에 좌우된다하더라도, 단지 이들의 조합된 특정 공유 조건에 의해서만 HDFSS용 주파수 지정이 이루어지지 않을 수도 있다.

(3) 고정위성업무(FSS, 우주-지구)용으로 분배되지 않은 주파수 대역의 FSS /HD-FSS 다운링크용 주파수 분배 논의대역

일부 주관청들은 FSS(우주-지구)용으로의 새로운 주파수 분배를 지지하고 WRC-03 의제 1.25에 따른 주파수 분배에서는 새로운 FSS(우주-지구) 주파수 대역의 분배 고려와 그와 관련된 공유연구를 배제해서는 안된다는 의견을 보였다.

미국을 비롯한 일부 주관청들은 현재 우주대 지구 방향 FSS로 분배되지 않은 대역의 우주대 지구방향의 FSS 분배 자체를 지지하지 않았다.

ITU-R에서 논의된 관련 후보대역들은 47.2-50.2 GHz, 21.4-22.0 GHz, 17.3-17.7 GHz 등이 있다. 이중 21.4-22.0 GHz 대역은 제 1·3지역 방송위성업무로 분배되어 있어 향후 이 업무간의 발전을 위해 제안되지 않는 것으로 결정되었다. 나머지 두 가지 대역은 ITU-R 주관청들간의 공유 연구를 토대로 주파수대역 분배에 대한 논의가 이루어지고 있다.

나. 후보 주파수 대역별 현황

<부록>은 HDFSS 지정 후보 주파수들 각각에 대한 ITU-R의 연구결과와 지정에 최근 의견 및 동향을 정리한 것이다.

3. HDFSS용 후보 대역 중 40GHz 대역에서의 주파수 간섭분석

가. 관련 국내외 동향(WRC-03 의제 1.32 관련)

현재 ITU-R에서 HDFSS 후보 하향링크용 후보 대역으로 논의되고 있는 37.5-42.5 GHz 대역은 WRC-97과 WRC-2000 회의를 통해서 고밀도고정업무용으로 이미 지정이 되었다. 그러나, 제 2 절에서 열거하였듯이 이 대역이 HDFSS 하향링크용 후보 대역으로 논의가 됨에 따라 WRC-03 의제 1.32에서는 WRC-2000 결의 84 (Resolution 84)와 WRC-2000 개정 결의 128(Resolution 128)에 따라 지상고정업무와 전파천문업무를 각각 보호하기 위한 37.5-43.5 GHz 대역의 기술적, 규정적 규칙 검토를 제안하고 있다.

이 대역에서의 고정위성업무와 지상 고정업무간의 주파수 공유를 위해, 결의 84(제목 : 37.5-42.5 GHz 대역에서 고정위성, 방송위성 그리고 이동위성 서비스에 대한 전력속밀도(Power Flux Density, PFD) 제한치)에서는 전파규칙(Radio Regulation, RR) 표21-4에 포함된 이 HDFSS 후보 대역인 37.5-42.5 GHz에서의 PFD 제한치가 우주-지구로의 하향전송시 고정업무를 적절히 보호할 수 있는지를 결정하기 위한 연구수행을 권유하고 있다.

이러한 국내외 동향을 고려, 이들 업무간의 공유간섭분석을 위하여 위의 언급된 대역의 중심인 40 GHz에서의 정지위성망 및 지상 고정업무시스템의 파라미터를 ITU-R 기고문 또는 권고를 통하여 정리하고, 그에 따른 이들 상호간의 공유에 의한 간섭영향을 위성전파 간섭분석 소프트웨어(Visualyse Pro. Release 13.2)를 이용하여 분석하였다.

나. 40GHz 대역 공유간섭영향분석을 위한 정지위성망 및 지상시스템 파라미터

ITU-R 권고 S.1328-3는 특히 37.5~42.5 GHz 대역에서 정지 또는 비정지 FSS 시스템에 관련된 정보들을 상세하게 제공하고 있다. 38 GHz 또는 40 GHz 대역 FSS 시스템에서 요구되는 운용 및 기술 특성은 DNR ITU-R S.[Doc.4/40]에서 잘 정리되어 있다. 이 권고 S.[Doc.4/40]에서는 GSO VX 계열 FSS 시스템의 Gateway국과 소형 지구국 그리고, MULTIMEDIASAT의 소형 지구국 같은 시스템들의 기술적인 파라미터를 상세하게 잘 기술하고 있다.

ITU-R에서는 전파규칙(RR) 표21-4에 기초하여 ITU-R 권고 SF.1484-1과 ITU-R 권고 SF.1573을 작성하였다. ITU-R 권고 SF.1484-1는 37.5-42.5 GHz 대역의 고정 업무를 보호하기 위한 비정지 위성시스템의 PFD 최대 허

용치에 대해 권고하고 있고, ITU-R SF.1573은 정지위성망의 PFD 최대 허용치에 대해 권고하고 있다.

<표2.2.1> 37.5~42.5GHz 대역 정지 위성의 PFD 최대 허용치

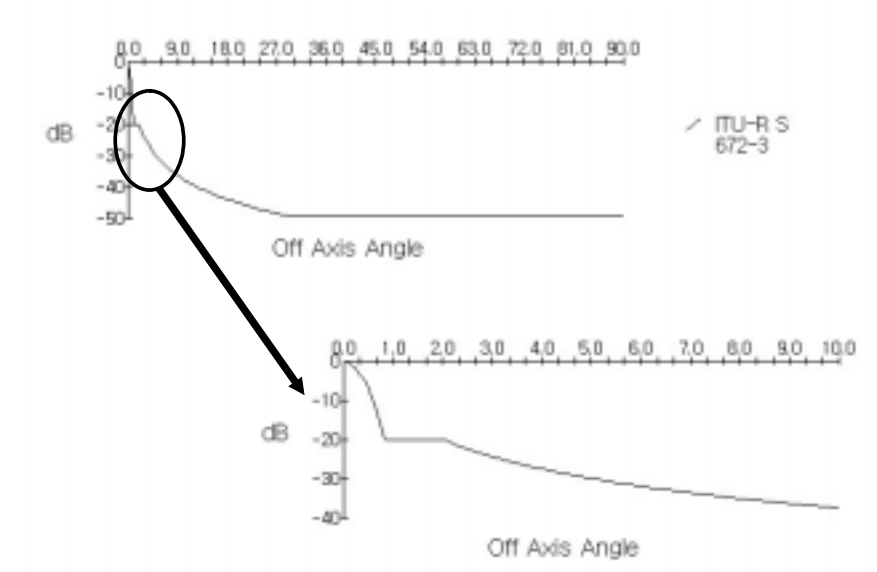
GHz	정지 위성의 PFD 최대 허용치(dB(W/m ²), 1MHz 기준 대역폭당)			
	$0^{\circ} \leq \theta \leq 5^{\circ}$	$5^{\circ} < \theta \leq 20^{\circ}$	$20^{\circ} < \theta \leq 25^{\circ}$	$25^{\circ} < \theta \leq 29^{\circ}$
37.5~40.0	-127	$-127 + (4/3)(\theta - 5)$	$-107 + 0.4(\theta - 20)$	-105
40.0~40.5	-115	$-115 + 0.5(\theta - 5)$		-105
40.5~42.0	-120	$-120 + (\theta - 5)$	$-110 + 0.5(\theta - 5)$	-105
42.0~42.5	-127	$-127 + (4/3)(\theta - 5)$	$-107 + 0.4(\theta - 20)$	-105

<표2.2.1>에서는 37.5~42.5 GHz 관련 권고에 따라 고정업무 시스템과 정지위성망과의 공유를 위해 위성망 하나에 대한 지상에서의 PFD 최대 허용치를 주파수 대역과 도래각(angle of arrival: 수평선 기준)별로 정리한 것이다. <표2.2.1>의 PFD 최대 허용치는 자유공간 전파조건 하에서의 값이다.

<표2.2.1>의 PFD 제한값들에 기준하여 DNR ITU-R S.[Doc.4/40]에서는 고정위성업무와 지상고정업무간의 간섭 연구를 위해 쓰이는 38/40 GHz 대역 고정위성시스템의 특성 파라미터를 구하여 제시하였다. <표2.2.2>은 본 절에서 간섭분석 시뮬레이션을 위해 쓰이는 38/40 GHz 대역 고정위성업무의 정지위성망 파라미터를 정리한 것이며 위성 송신 안테나 방사패턴은 <그림 2.2.1>에서 볼 수 있다.

<표2.2.2> 37.5~42.5GHz 대역 위성시스템 주요 파라미터

위성 주요 특성 파라미터	특성값
궤도	정지궤도
고도(altitude)	35785.8 km
빔 크기(Beam size)	0.65도
송신 안테나이득	48.8dBi
송신 EIRP	61dBW
채널대역폭	60MHz
송신 안테나 방사패턴	ITU-R 권고 S.672-3
편파(Polarization)	Linear

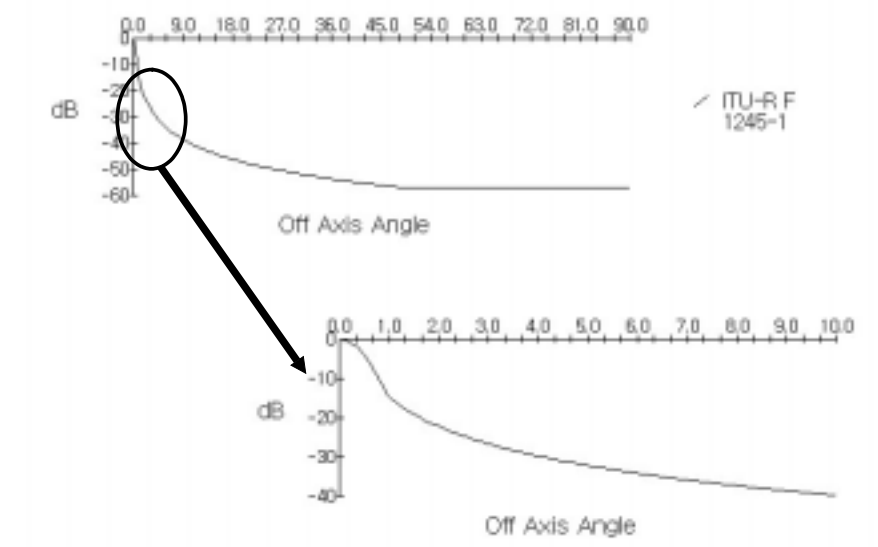


<그림2.2.1> ITU-R S.672-3 방사패턴

<표2.2.3>는 37.5~42.5 GHz 대역에서 고정위성업무와의 공유 연구를 위한 지상고정업무시스템의 주요 파라미터를 나타낸 것으로 대표적인 고밀도 고정업무(HDFS) 시스템인 BWA(Broadband Wireless Access) 시스템의 특성 파라미터들을 참고로 하였다. 지상 고정업무국의 수신 안테나 방사패턴은 <그림3.3.2>와 같다. 이 BWA 시스템의 주요 특성으로 20도 이상의 고양각을 가질 수도 있고, 고이득 안테나 특성을 가지며, 모두 1km이내의 짧은 국(Hop)간 거리를 유지하고 낮은 감쇄 마진을 가진다.

<표2.2.3> 37.5~42.5GHz 대역 고정업무 시스템 주요 파라미터

지상 고정업무국 주요 특성 파라미터	특성값
수신 안테나이득	44dBi
Feeder 손실	0dB
수신 잡음지수	4dB
잡음증가 (시스템 내부간 간섭)	1dB
수신 안테나양각분포	0~60°
수신 안테나 방사패턴	ITU-R 권고 F.1245-1
편파(Polarization)	Linear



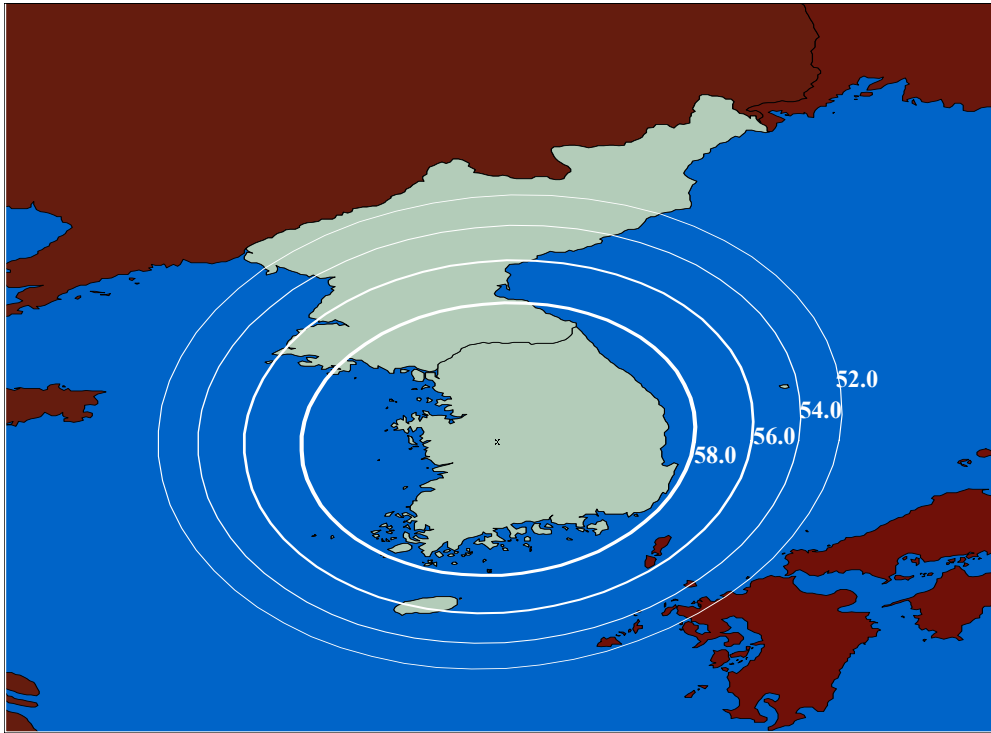
<그림2.2.2> ITU-R F.1245-1 안테나 방사패턴

다. 시뮬레이션 결과

한반도 상공의 40 GHz 대역 정지위성망과 남한에서의 40 GHz 대역 지상 고정업무 시스템이 운용된다고 가정하여 위성망이 지상고정업무에 미치는 간섭 영향을 시뮬레이션해 보았다. 두 시스템간의 공유 주파수는 40 GHz로 정하였다.

정지위성으로는 우리나라 정지궤도 등록 위성망 중에서 Ka 대역(26.5~40GHz)이 국제등록되어 있고 현재 우리나라에 가까운 동경 123.7도 궤도를 가진 위성을 가정하였다. 가정된 위성망의 빔은 지금 운용 중인 무궁화 위성들과 같이 전북 무주 지역(북위 26도 25분 48초, 동경 127도 24분 0초)을 향하고 있고 1개 안테나 빔과 빔당 1개 Carrier를 가진 것으로 설정하였다.

이 위성망은 <표2.2.2>에 정리되어 있는 37.5~42.5GHz 대역 정지위성망 우주국 시스템 파라미터 특성을 가진다. <표2.2.3>의 특성 파라미터를 이용하여, <그림2.2.3>에서는 전북 무주 지역을 바라보는 <그림2.2.1>의 위성 송신 안테나 빔패턴(ITU-R 권고 S.672-3)에 따른 EIRP의 지상 Contour를 나타내었다. <그림2.2.4>는 한반도 지상에서 동경 123.7도 정지궤도를 바라보는 양각 분포도이다. 한반도 전체적으로 양각은 41도에서 50도사이의 분포를 가진다.



<그림2.2.3> 정지위성(123.7도) 안테나빔 Contour(EIRP[dBW])

시뮬레이션을 위한 지상고정업무국의 특성은, 전형적인 고밀도고정업무 시스템인 BWA 시스템의 것을 따르기로 하고, <표2.2.3>의 특성 파라미터를 이용하였다. <그림2.2.5>에서는 40GHz대 정지위성망이 동일 대역의 지상망에 미치는 간섭계산을 위해 지상고정업무국들을 일정 위도(북위 37도 6분)에 따른 임의의 수평배열(P1국-동경 127도 76분, P2국-동경 127도 52분, P3국-동경 128도 26분)로 위치시켰고 동시에 일정 경도(동경 127도 50분)에 따른 임의의 수직배열(V1국-북위 38도 1분, V2국-북위 36도 24분, V3국-북위 35도 37분)로 각각 위치시켰다. 사실상 BWA 시스템 같은 고밀도고정업무국들은 대체적으로 1km이내의 링크통신거리 특성을 가지고 있어 지상에 고밀도로 분포·구축되나, 본 절의 시뮬레이션에서는 지상고정업무국의 안테나 양각 또는 안테나 방위각의 변화에 따른 최악의 간섭영향만을 살펴보기 위해 지상시스템의 구축 분포 특성은 고려되지 않았다.

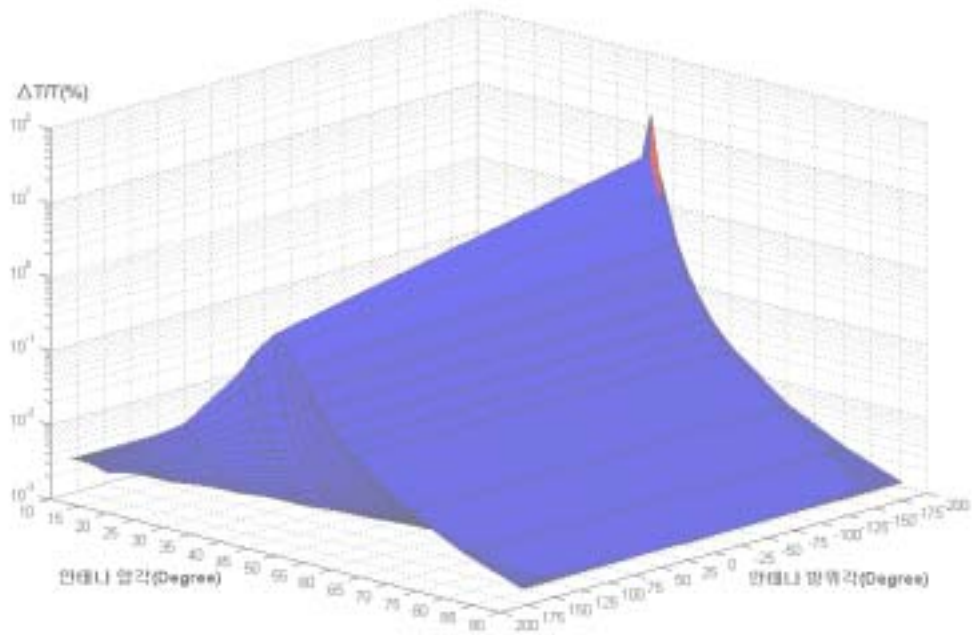
이 시뮬레이션에서는 한반도 지상에서의 지형고도는 고려되지 않고 해수면(sea level) 기준으로 30m의 안테나 높이만을 가정하였다. 이미 자유공간 전파를 고려한 PFD 제한값에서 구해진 정지 위성망 파라미터들을 이용하였으므로 위성전파전파모델은 자유공간손실모델을 적용한 것으로 보았고, 이와 동시에 동일 조건을 위해 지상전파전파모델도 자유공간손실만을 고려하였고 건물 등의 반사·회절과 영향을 고려한 다중경로 손실은 고려하지 않았다.



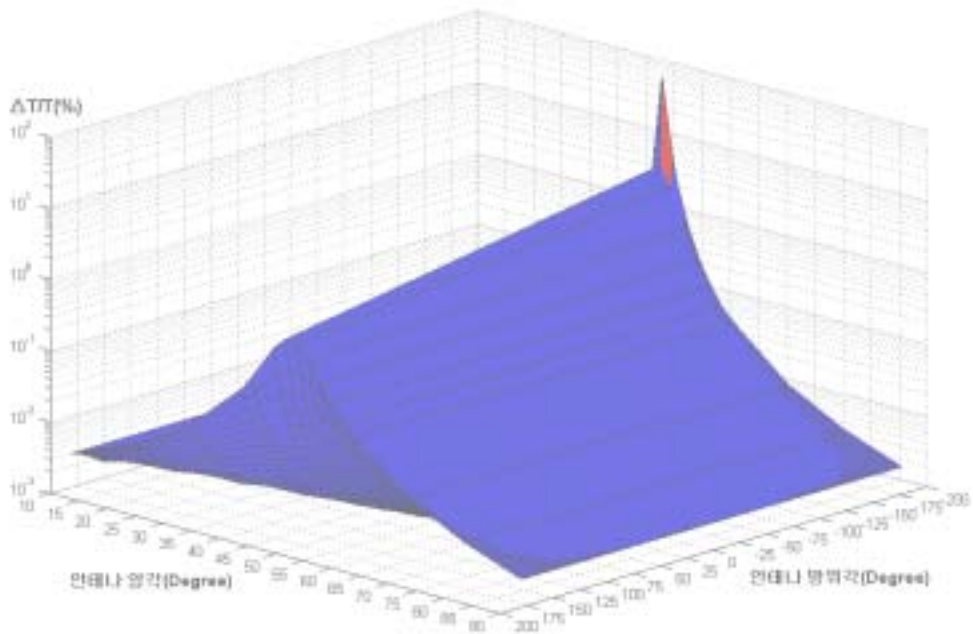
<그림2.2.4> 정지위성(동경 123.7도)을 바라보는 양각 분포



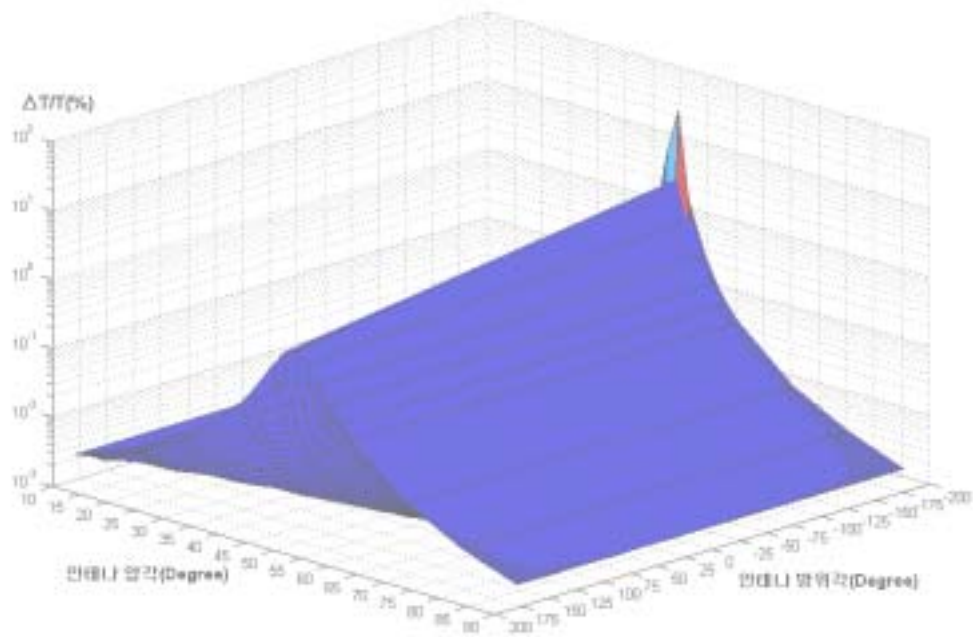
<그림2.2.5> 지상 고정업무국의 수평 및 수직 임의배열 위치



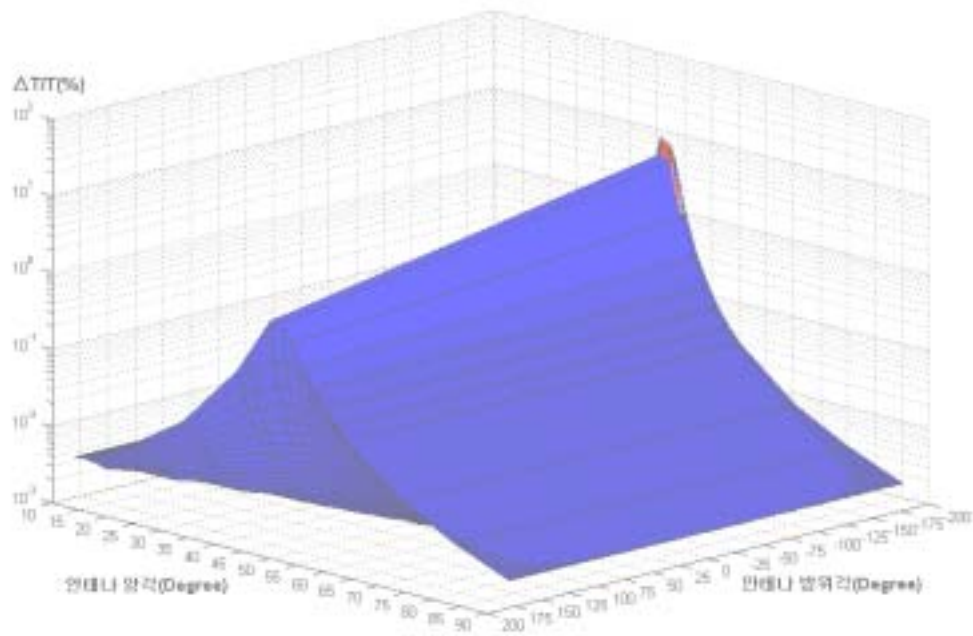
<그림2.2.6> 지상고정업무국 V1의 $\Delta T/T$



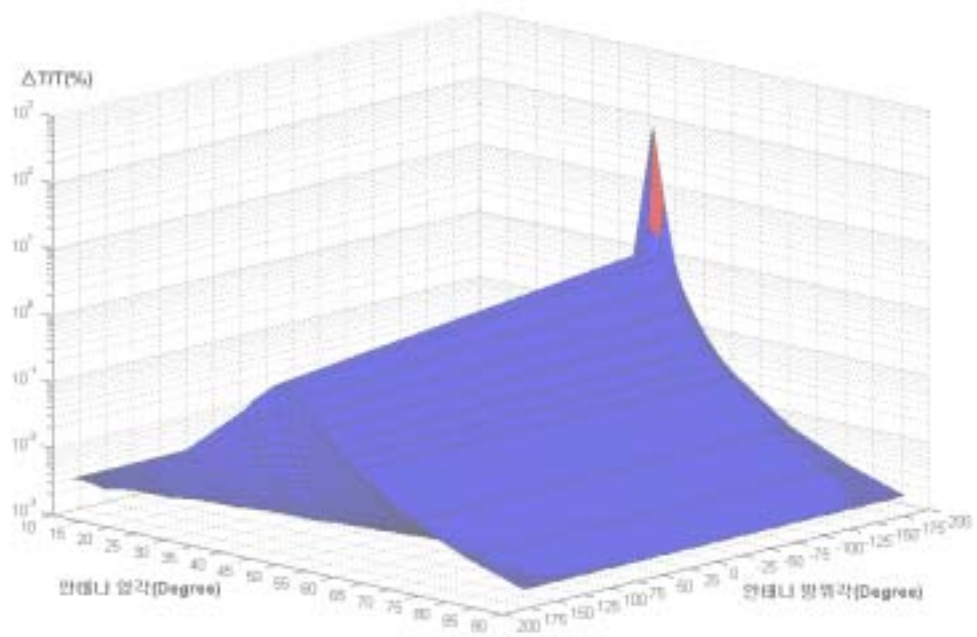
<그림2.2.7> 지상고정업무국 V2의 $\Delta T/T$



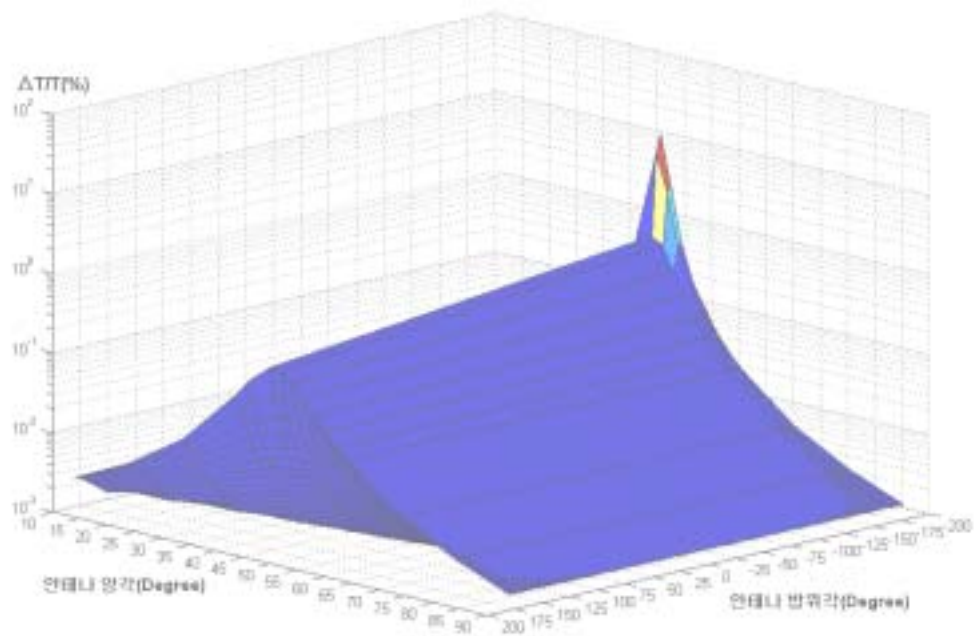
<그림2.2.8> 지상고정업무국 V3의 $\Delta T/T$



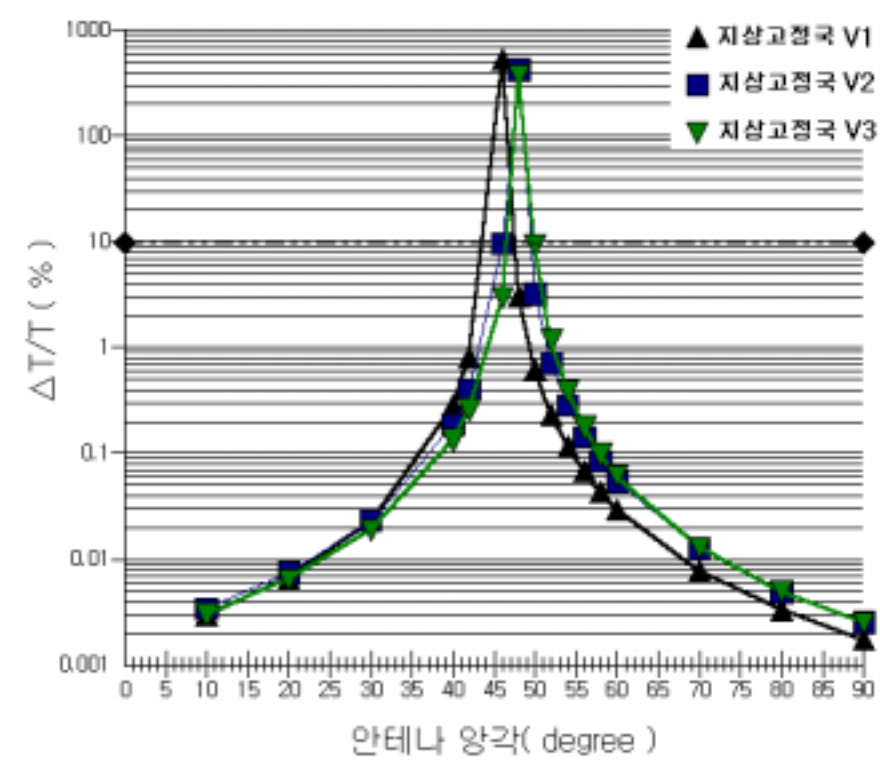
<그림2.2.9> 지상고정업무국 P1의 $\Delta T/T$



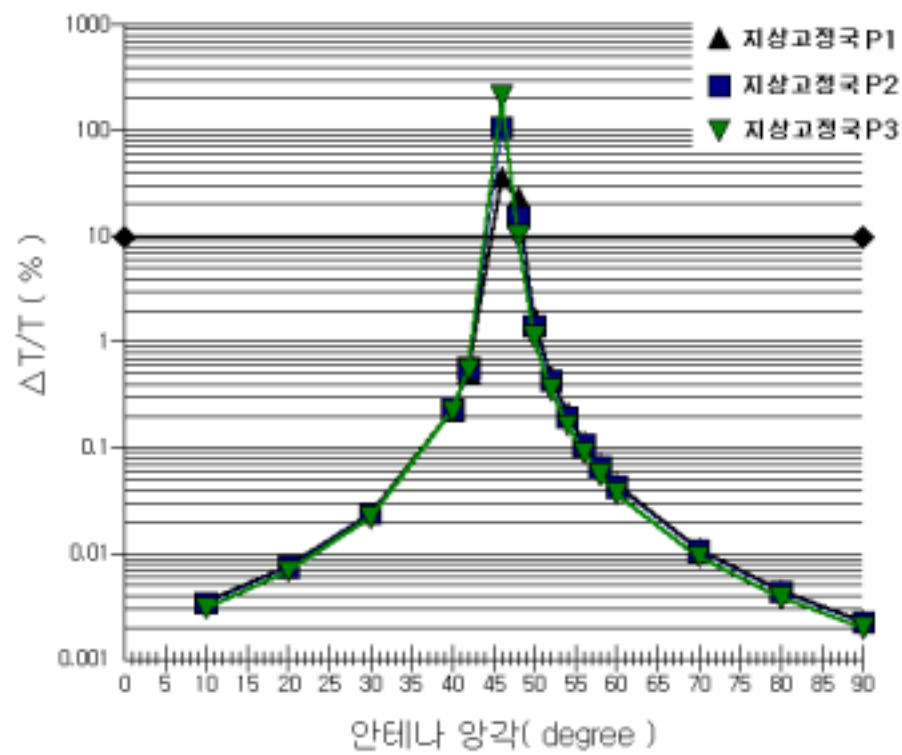
<그림2.2.10> 지상고정업무국 P2의 $\Delta T/T$



<그림2.2.11> 지상고정업무국 P3의 $\Delta T/T$



<그림2.2.12> 안테나 양각에 따른 $\Delta T/T$ 변화(수직배열)



<그림2.2.13> 안테나의 양각에 따른 $\Delta T/T$ 변화(수평배열)

<그림2.2.6>부터 <그림2.2.11>까지는 한반도 지도상에 임의 수평·수직 배열이 되어있는 각각의 지상 고정업무국이 정지위성 전파의 간섭을 받을 경우, 각 고정업무국의 안테나 수신 양각과 방위각의 변화에 따른 수신잡음온도증가율($\Delta T/T[\%]$)를 나타낸 것이다.

지상망과 위성망간의 주파수 공유에 따라 지상 고정업무를 고정위성업무로부터 보호하기 위해 고정업무국의 수신 잡음온도증가율($\Delta T/T$)이 10%(간섭신호 대 잡음전력비 $I/N = -10\text{dB}$)를 초과하지 않도록 하는 권고를 준용하였다. <그림2.2.6>에서 <그림2.2.11>까지의 결과를 보면, 일부 지상고정업무국의 경우, 주어진 조건하에서, 수신 안테나 양각이 지상 수평선기준 45도 전후, 방위각은 진북기준 -172도를 전후해 수신잡음온도증가율이 10%를 초과하고 있음을 볼 수 있다. 위의 경우들은 사실상 안테나 방위각의 분해능이 3.6도로 가정되었기 때문에, 분해능이 3.6도보다 훨씬 작을 때, 가정된 모든 지상고정업무국에서 수신잡음온도증가율이 10%를 초과하는 경우가 있을 수 있다.

이러한 점들을 고려하여, <그림2.2.12>와 <그림2.2.13>에서는, 지상 고정국 수신 안테나 방위각이 간섭영향을 최대로 받게 맞춰진 경우로, 지상고정업무국의 방위각이 임의로 가정된 동경 123.7도 정지위성을 바라보도록 하고 있다. 이때 한반도 지도상에 임의 수평·수직 배열이 되어있는 각 지상 고정업무국이 정지위성 전파의 간섭을 받을 경우, 각 고정업무국의 수신 안테나 양각(수평선 기준)의 변화에 따른 수신잡음온도증가율($\Delta T/T[\%]$)를 나타낸 것이다.

<그림2.2.12>와 <그림2.2.13>의 시뮬레이션 결과에서 보면, 앞의 <그림2.2.6~2.2.11>들의 결과와 비교해서, 임의로 가정된 우리나라의 지상 고정업무국 수신안테나의 양각이 45도일 때를 전후해 고정업무국의 수신 잡음온도증가율이 10%이상을 훨씬 더 초과함을 볼 수 있다. 보통 45도 전후의 양각은 각 지상 고정업무국이 정지궤도위성을 직접 바라보는 각도로, 만약 고정업무국의 송수신 양각이 45도 전후로 가정된다면 위성으로부터 지상고정업무국이 심각한 간섭 영향을 받을 수 있다. 이러한 간섭영향은 현재의 40 GHz대 BWA 같은 고밀도고정업무형 고정업무국의 수신특성이 20도 이상의 고양각과 고이득의 안테나 특성을 가지는 점과 안테나 양각·방위각이 위성을 바라보는 최악의 경우가 합쳐진 특정 조건에 의해 발생한 것으로 볼 수 있다. 만약 40 GHz 대역 정지위성망과 고밀도 BWA와 같은 지상고정업무국이 구축이 된다면, 지상 고정업무 수신국의 설치시 정지궤도를 직접 피하는 간섭경감기법(arc avoidance)과 함께 여러 다른 간섭경감기법들을 고려해야 할 것이다.

4. 맺음말

본 절에서는 WRC-03 의제 1.25에서 논의되는 HDFSS용 주파수 지정 계획 관련 국제동향을 살펴보고 각 후보대역별로 ITU-R 연구동향을 정리하였다. 또한 WRC-03 의제 1.32에서 지상망과의 공유간섭 문제와 의제 1.25에서 HDFSS용 하향링크 후보대역 선정문제로 이슈화되고 있는 40 GHz 대역에서 정지위성망과 지상망간 공유간섭 영향을 우리나라 현황에 맞춰 가정된 시나리오를 설정해 분석하였다. 40 GHz 대역 ITU-R 권고에 따른 정지위성망과 지상망의 특성 파라미터를 이용하여 시뮬레이션한 결과, 40GHz 대역 우리나라 지상 고정업무국이 한반도 상공에 있는 같은 주파수 대역을 공유하는 정지위성을 향하여 안테나의 양각과 방위각이 조정될 경우, 40GHz 지상망의 일반적인 운용특성들이 맞물려, 간섭을 받을 수 있는 최악의 특정 조건이 이루어질 수 있음을 보았다. 향후 40GHz 대역의 고밀도 지상고정업무국들이 설치될 때, 이러한 정지궤도를 피하는 간섭경감기법과 하드웨어 및 소프트웨어적인 간섭경감기법들이 강구되어야 할 것으로 보인다.

제3절. HEO 위성시스템과 우리나라 지상망간의 공유 연구

1. 개 요

정지궤도(GSO)의 이용밀도가 높아짐에 따라 비정지궤도(non-GSO)를 이용하는 위성서비스가 증가하고 있으며, 이와 함께 HEO¹⁾에 대한 관심이 증가하고 있다. HEO 시스템은 사전공표 혹은 조정 단계에 있거나, 혹은 이미 통고 완료되어 운용 중에 있지만, ITU 전파규칙, 관련 권고 등에 HEO에 대한 명확한 규정이 없어서 현재 이들 시스템에는 다양한 규정이 적용되고 있다. 따라서, HEO의 원활한 이용과 적절한 규제를 위해서는, HEO를 이용하는 위성시스템의 기술적 특성과 지상망과의 공유 기준 마련, 정지궤도를 이용하는 위성망에 심각한 영향을 주지 않는 HEO 위성시스템 구현, 다른 형태의 비정지궤도 위성시스템과의 공유를 위한 간섭완화기술 개발 등 HEO에 대한 규제 및 규정이 마련되어야 한다.

이러한 필요성에 의해서 2000년 WRC에서는 HEO와 관련하여 WRC-2003 의제로서 의제 1.37²⁾이 채택되었으며, ITU-R WP4A 및 JWP4-9S에서는 이 의제에 따라 HEO의 규정 및 규제에 관한 논의 및 연구를 수행하고 있다. WP4A는 현재 주로 HEO를 이용하는 위성시스템의 궤도 형태 및 특성, HEO 위성시스템간의 주파수 공유, HEO 위성시스템과 다른 위성시스템과의 주파수 공유 등에 대한 연구를 수행하고 있다. JWP4-9S는 HEO FSS시스템과 FS 시스템간의 주파수 공유에 대한 연구를 수행하고 있는데, 우선적으로 4GHz대역과 11GHz대역에서 적절한 pfd³⁾ 마스크를 제안하기 위한 연구가 수행 중에 있으며, 지난 4월 회의까지 몇가지 마스크가 제안되었지만 각 대역에서 적절한 마스크를 선정하는데 합의하지 못한 상황이다.

본 연구에서는 JWP4-9S에서 제안된 pfd 마스크들과 FS 시스템 파라미터를 이용하여 HEO FSS시스템으로부터 FS 시스템으로의 간섭량을 계산하였으며, 이를 통하여 FS를 효과적으로 보호할 수 있는 HEO FSS시스템의 pfd 마스크를 제안하고자 하였다.

1) HEO : Highly Elliptical Orbit

2) Agenda Item 1.37 : To consider the regulatory and technical provisions for satellite networks using highly elliptical orbits(HEOs)

3) pfd : power flux density

2. HEO의 궤도 형태 및 특성⁴⁾

가. HEO의 궤도 특성

ITU-R에서 논의되고 있는 궤도들과 그 특성은 다음과 같다.

1) 이심율이 0.05 이상인 타원궤도

- 경사각은 $35^{\circ} \sim 143^{\circ}$ 이고,
- 원지점 고도는 18,000km 이상이며,
- 주기는 지구동기(23시간 56분)이거나 준지구동기(지구동기의 n/m 배 : n, m 은 정수)이다.

2) 0.005 정도의 이심율을 갖는 원궤도

- 경사각은 $35^{\circ} \sim 143^{\circ}$ 이고,
- 주기는 지구동기(23시간 56분)이다.

나. HEO 위성시스템의 운용 특성

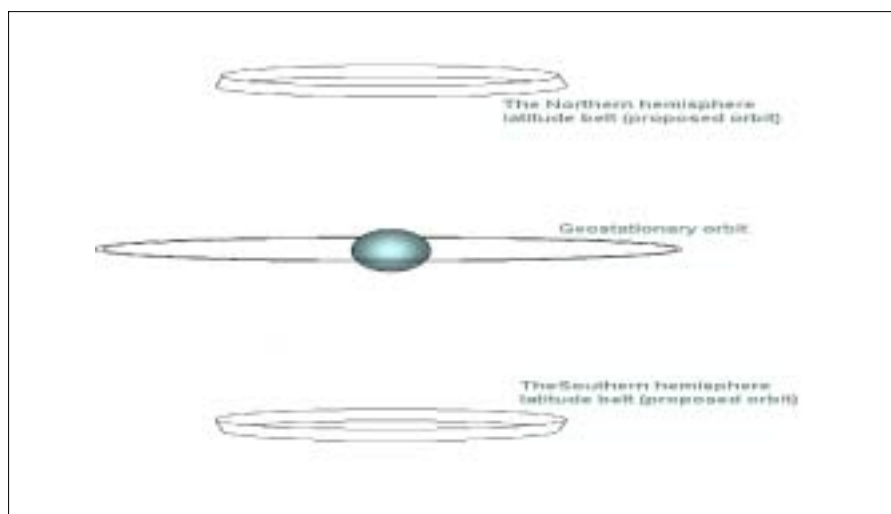
HEO 시스템은 양각, 서비스 영역의 크기, active arcs의 크기 및 수 등에 따라 다양한 시스템 설계와 운용이 가능하지만, 공통적인 운용 특성은 다음과 같다.

- 1) active arc : HEO 시스템에서 각 위성은, active arcs, operational windows, high-latitude stationary arcs 등으로 불리는, 궤도의 특정 부분에서만 운용되며, active arc의 크기는 시스템 설계에 따라 달라진다. 연속적인 서비스를 제공하기 위해서는 모든 순간에 각 active arc내에 적어도 하나 이상의 위성이 존재하여야 한다.
- 2) repeating ground tracks : HEO 시스템에서 위성은 반복되는 궤적을 갖는데, 하늘에서 active arc는 고정되어 있으므로, 지구국은 거의 동일한 가시 각도를 갖게 된다.

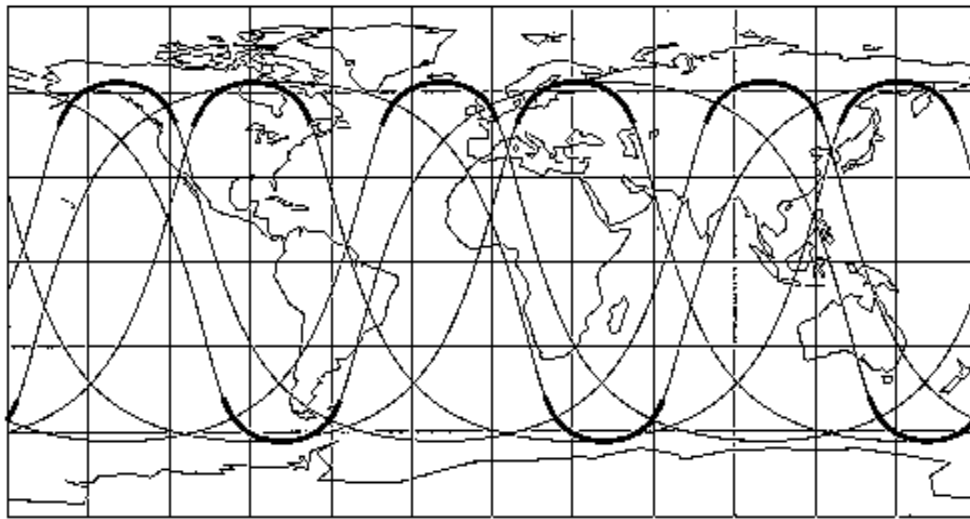
4) HEO의 궤도 특성과 시스템 운용 특성에 대한 자세한 사항은 전파연구소 2001년도 연구 보고서 “고정위성업무와 타업무간의 공유에 관한 연구(지상망과의 주파수 공유를 중심으로: 1차년도) 제2장 제2절” 참조

- 3) antennas of associated earth stations : active arc의 크기와 안테나의 지향성에 따라서, 안테나의 조향성(steerability)이 고정(non-steerable, fixed)에서 전방향(full)으로 달라진다.
- 4) high elevation angles from HEO earth stations in medium to high latitude regions and low elevation angles in tropical and sub-tropical regions : active arc 내의 HEO 위성과 적도 근처의 지구국은 저앙각, 중.고위도의 지구국은 고앙각이 형성된다.
- 5) interval between handovers : 같은 active arc 내에 있는 HEO위성들은 수시간 정도의 핸드오버 간격을 가지며 연속 서비스를 가능하게 한다.
- 6) angular discrimination from the geostationary-satellite orbit : HEO 시스템은 정지궤도와 이격시켜서 설계할 수 있으므로, active arc 내의 HEO위성과 정지궤도위성간의 공유 가능성이 향상될 수 있다.
- 7) coverage area : 중.고위도 지역에서 HEO 시스템은 하나의 정지궤도 위성으로 서비스할 수 있는 지역보다 동서로 더 넓은 지역을 서비스할 수 있다.

<표 2.3.1>과 <표 2.3.2>는 active arc에 의한 궤도 belt와 HEO 궤적의 한 예를 나타낸 것이다.



<그림 2.3.1> 정지 궤도와 북반구 및 남반구의 궤도 belt



<그림 2.3.2> HEO 궤적의 한 예 (굵은선 부분은 active arc에서의 궤적)

USAKU-H2형 HEO 시스템, 주기 : 7시간 59분

active 위성 : 북반구 2, 남반구 1

3. HEO FSS와 FS간 주파수 공유

가. 궤도형태별 위성시스템의 간섭 특성

1) GSO 네트워크에서 FS로의 간섭

GSO arc의 위성에 의한 간섭은 사실상 장기간 간섭(long term interference)이다. 즉, FS 링크가 GSO arc를 향할 경우에 FS는 높은 레벨의 장기간 간섭을 받게 된다. 하지만 GSO arc는 정해져있기 때문에, 이러한 간섭을 받을 수 있는 FS의 방위각과 양각의 쌍이 지리적으로 정해진다. 따라서 필요하다면 이러한 방위각과 양각을 피하여 FS 링크를 설계함으로써 FS 수신기가 받을 수 있는 간섭을 완화시킬 수 있다.

2) non-GSO 시스템에서 FS로의 간섭

non-GSO 위성에 의한 간섭은 사실상 단기간 간섭(short term interference)이다. FS 안테나의 주빔(main-lobe)으로 non-GSO 빔이 들어올 경우에 높은 레벨의 간섭을 받게 되는데, 이렇게 FS가 높은 레벨의 간섭을 받을 수 있는 FS의 방위각과 양각의 쌍은 GSO의 경우에 비해서 훨씬 더

많게 된다. 하지만, 이러한 높은 레벨의 간섭이 발생할 확률은 영구적이지 않고 시간에 따라 변한다.

3) HEO 시스템에서 FS로의 간섭

active arc 내의 HEO 위성에 의해 발생하는 간섭은 GSO의 경우와 같이 거의 영구적이다. HEO 위성들은 어떤 시간 동안 FS 안테나의 주빔에 반복적으로 나타나게 된다. FS가 높은 레벨의 간섭을 받을 수 있는 방위각과 양각의 쌍은 GSO의 경우와는 달리 하나의 arc에 제한되지 않으며 비교적 넓은 벨트 형태에서 발생할 수 있는데 FS 수신기가 이들 벨트들을 피하는 것은 쉬운 일이 아니다. 이러한 상황에서 경사각이 매우 큰 HEO 시스템은, 저위도 지역에서 거의 남북 방향으로 형성되는 FS 링크에 치명적인 간섭을 줄 수 있다.

나. ITU-R JWP4-9S 연구 동향

ITU-R JWP4-9S는, HEO FSS시스템과 FS시스템간의 주파수 공유와 관련해서, 우선적으로 4GHz와 11GHz 대역에서 HEO FSS시스템의 pfd 마스크에 대한 연구를 수행하고 있다. 지난 4월 회의에서 일부 국가들은 궤도 특성 측면에서 HEO는 non-GSO의 하나로 간주되지만 운용 특성 측면에서 HEO는 non-GSO에 적용되는 pfd 마스크와는 다른 별도의 마스크가 적용되어야 한다고 주장하고 있다. 즉, RR 21조 표21-4의 pfd 마스크는 HEO FSS시스템의 간섭으로부터 FS시스템을 보호하는데 적절하지 못하므로 이 보다 더 강하게 규제된 마스크가 HEO FSS시스템에 적용되어야 한다는 것이다. 하지만, 또 다른 국가들은 RR 21조 표21-4의 pfd 마스크가 HEO FSS시스템으로부터 FS시스템을 보호하는데 충분하며, 이보다 더 강한 기준을 적용하는 것은 HEO FSS시스템의 운용에 너무 많은 제약을 가하는 것이라고 주장하고 있다. 지난 4월 회의까지 각 주파수대역에서 몇종류의 pfd 마스크들이 제안되었지만, 적절한 마스크를 선정하는데 합의하지는 못하였다.

지난 4월 회의에서, JWP4-9S HEO Draft Group 의장은 각국이 수행한 시뮬레이션 조건이 상이하고 시뮬레이션 프로그램의 특성이 달라 제안된 마스크들을 평가하는데 어려움이 있음을 지적하고, 빠른 작업 진행을 위해서 pfd 마스크 제안에 앞서 동일한 시뮬레이션 조건 하에서 각국의 시뮬레이션 프

로그래 결과 비교하는 간섭분석방법 검증은 우선적으로 수행할 것을, 그리고 이를 위해서 correspondence group을 만들 것을 제안하였다. 시뮬레이션 방법에 대한 검증 작업이 끝나면, FDP 기준을 초과하는 FS의 비율, FDP 평가 방법, HEO 시스템 모델 등 pfd 마스크를 도출하기 위한 기술적인 세부 사항들을 논의하여 적절한 pfd 마스크를 제안하게 될 것이다. correspondence group HEO의 임무는 다음과 같다.

- 공유 연구에 이용될 HEO FSS 시스템과 FS 시스템의 파라미터 및 관련 가정 확인
- 동일한 FSS/FS 모델을 사용하여 여러가지 다른 방식으로 시뮬레이션을 수행할 경우 같은 결과에 도달 여부 확인
- 제안된 pfd 마스크들에 대한 기술적인 평가

HEO FSS 위성으로부터 FS 수신기로 유입되는 간섭을 분석하는 방법으로 JWP4-9S는 FDP⁵⁾ 개념을 이용하고 있다. FDP에 대한 것은 뒤에서 자세하게 다룰 것이다. JWP4-9S는 HEO FSS시스템으로부터의 간섭 영향을 평가하기 위한 FS의 FDP 기준을 $10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$ 로 합의하였으며, 이를 기준으로 4GHz와 11GHz 대역에서 제안된 pfd 마스크는 다음과 같다.

o 4GHz 대역

• 마스크 A

-136	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-136+0.5(\theta-5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-126	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

• 마스크 B

-142	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-142+0.9(\theta-5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-124	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

• 마스크 C

-144	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-144+0.5(\theta-5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-134	$\text{dB(W/m}^2\text{)}/1\text{MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

5) FDP : fractional degradation in performance

• 마스크 D

-147	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-147 + 1.15(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-124	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

※ 마스크 A와 B는 FDP 기준($10\log\text{FDP} = -10\text{dB}$)을 초과하는 FS 링크의 비율(allowance, 이하 "FS의 허용치"라고 한다)을 10%로, 마스크 C와 D는 ~0%로 하여 제안된 것이다.

o 11GHz 대역

• 마스크 E (RR 표 21-4)

<10.7-11.7GHz>

-126	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-126 + 0.5(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-116	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

<11.7-12.7GHz>

-124	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-124 + 0.5(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-114	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

• 마스크 F (10.7-12.75GHz)

-136	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-136 + 0.5(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-126	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

※ 마스크 E는 FS의 허용치를 10% 이하로, 마스크 F는 ~0%로 하여 제안되었다.

다. CPM⁶⁾ 동향

2002년 11월에 WRC-03을 위한 CPM02-2회의가 제네바에서 개최되었다. CPM02-2 보고서에 의하면, 의제 1.37과 관련하여, HEO 시스템은 non-GSO 시스템의 범주에 속하며, RR에서 특별히 규정하지 않는 한 non-GSO 시스템에 적용되는 모든 RR의 제한에 따르게 되고, HEO 시스템은 모든 위성 서비스에 적용될 수 있다. 이 회의에서 각국은 HEO FSS와 FS의 공유와 관련

6) CPM : Conference Preparation Meeting, 여기서 Conference는 WRC를 의미한다.

하여 FS를 적절하게 보호하면서 HEO FSS를 효율적으로 운용할 수 있는 HEO FSS시스템의 pfd 마스크에 대해서는 연구가 더 필요하며 가능하면 WRC-03 이전에 적절한 마스크가 제안될 수 있도록 하여야 한다는데 동의하였다. CPM에서 논의된 4GHz와 11GHz대역에서의 pfd 마스크는 아래와 같다.

(1) 3.7~4.2GHz대역

러시아 등은 FSS에 적용되는 RR 21조 표 21-4의 pfd 마스크가 HEO FSS 간섭으로부터 FS를 적절히 보호할 수 있다고 보고 있다. FSS에 적용되는 RR 21조 표 21-4의 pfd 마스크는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & -128 \quad \text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 0^\circ < \theta < 5^\circ \\ & -128 + 0.5(\theta - 5) \text{ dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 5^\circ < \theta \leq 25^\circ \\ & -118 \quad \text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 25^\circ < \theta \leq 90^\circ \end{aligned}$$

하지만 프랑스, 핀란드 등은 HEO FSS로부터 FS를 보호하기 위해서는 RR 21조의 pfd 제한치를 낮출(특히, 저양각에서) 필요가 있다고 보고 있다. 이들 국가들이 제안하는 pfd 마스크는 다음과 같다. 마스크 A, B, C는 4월 JWP4-9S에서 논의된 마스크들이고, 마스크 D는 영국이 새로 제안한 마스크이다. 4월 JWP4-9S에서 프랑스는 -144/-134 마스크를 제안했었는데, 프랑스는 이 마스크가 고양각에서 pfd를 과도하게 제한하고 있다면서 이 마스크 제안을 철회하고 대신 JWP4-9S에서 핀란드가 제안했었던 -147/-124를 지지한다고 밝혔다. JWP4-9S에서 프랑스가 제안하였던 -144/-134 마스크는 CPM 보고서에 삭제되었다.

• 마스크 A

$$\begin{aligned} & -136 \quad \text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 0^\circ < \theta < 5^\circ \\ & -136 + 0.5(\theta - 5) \text{ dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 5^\circ < \theta \leq 25^\circ \\ & -126 \quad \text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 25^\circ < \theta \leq 90^\circ \end{aligned}$$

• 마스크 B

$$\begin{aligned} & -142 \quad \text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 0^\circ < \theta < 5^\circ \\ & -142 + 0.9(\theta - 5) \text{ dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 5^\circ < \theta \leq 25^\circ \\ & -124 \quad \text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz} \quad \text{for } 25^\circ < \theta \leq 90^\circ \end{aligned}$$

• 마스크 C

-147	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-147 + 1.15(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-124	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

• 마스크 D

-158	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-158 + 1.65(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-125	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

※ 마스크 A와 B는 FS의 허용치를 10%로, 마스크 C와 D는 ~0%로 하여 제안되었다.

(2) 10.7~12.75GHz대역에서,

러시아 등은 non-GSO FSS에 적용되는 RR 21조 표 21-4의 pfd 마스크가, FS의 허용치 10%에 근거하여, HEO FSS 간섭으로부터 FS를 적절히 보호할 수 있다는 입장이다. non-GSO FSS에 적용되는 RR 21조 표 21-4의 pfd 마스크는 다음과 같다.

<10.7-11.7GHz>

-126	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-126 + 0.5(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-116	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

<11.7-12.7GHz>

-124	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-124 + 0.5(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-114	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

하지만, 프랑스, 영국 등은 표 21-4 pfd 마스크가 현재 혹은 미래의 FS 링크를 과도하게 제한한다고 보고, 이 보다 강하게 규제된 마스크가 필요하다는 입장이다. 이들은 주로 저앙각에서 운용되는 FS를 보호하면서 동시에 고앙각에서 높은 pfd가 필요한 HEO FSS의 요구를 만족시킬 수 있도록 다음과 같은 마스크를 추가로 제안하였다. 마스크 E는 영국이, 마스크 F는 프랑스가 제안한 마스크이다.

• 마스크 E

-147	dB(W/m ²)/1MHz	for 0°<θ< 5°
-147+1.75(θ-5)	dB(W/m ²)/1MHz	for 5°<θ≤ 25°
-112	dB(W/m ²)/1MHz	for 25°<θ≤ 90°

• 마스크 F

-149	dB(W/m ²)/1MHz	for 0°<θ< 5°
-149+3(θ-5)	dB(W/m ²)/1MHz	for 5°<θ≤ 15°
-119+3(θ-15)/10	dB(W/m ²)/1MHz	for 15°<θ≤ 25°
-116	dB(W/m ²)/1MHz	for 25°<θ≤ 90°

ITU-R은 제안된 마스크들 중에서 어느 것이 HEO FSS의 간섭으로부터 FS를 적절하게 보호할 수 있는가에 대해 합의하지 못하였으며, 따라서 이에 대해서 연구가 더 필요하다고 보고 가능하면 WRC-03 이전에 RR 21조 표 21-4의 수정 여부와 적절한 마스크는 무엇인가에 대한 결정이 이루어져야 한다는 데 동의하였다.

4. USAKU-H2형 HEO FSS시스템으로부터 FS시스템으로의 간섭 영향 분석

가. FDP

권고 ITU-R F.1108-2⁷⁾와 SF.1320⁸⁾은 non-GSO 시스템에 의한 FS 시스템의 간섭 영향 평가 방법과 FS가 non-GSO 시스템으로부터 허용 가능한 간섭에 대해서 기술하고 있다. 이 권고들에 의하면, non-GSO 시스템으로 인한 FS시스템의 FDP를 계산하여 그 간섭영향을 평가하게 되는데, 다이버시티 기술을 이용하는 FS 시스템과 이용하지 않는 FS 시스템에 서로 다른

7) Rec. ITU-R F.1108-2 : Determination of the criteria to protect fixed service receivers from the emissions of space stations operating in non-geostationary orbits in shared frequency bands

8) Rec. ITU-R SF.1320 : Maximum allowable values of power flux-density at the surface of the earth produced by non-geostationary satellites in the fixed-satellite service used in feeder links for the mobile-satellite service and sharing the same frequency bands with radio-relay systems

FDP 공식이 적용된다. 이들 시스템에 대한 FDP 계산 방법을 정리하면 다음과 같다.

다이버시티를 적용하지 않는 FS 시스템의 경우에 FDP는 아래의 공식으로 계산된다. 다이버시티가 적용되지 않는 시스템에서, 동작불능시간(outage time)은 페이드마진(fade margin)에 역으로 비례하고 페이드마진은 총잡음(total noise=noise+interference)에 역으로 비례하므로 결국 동작불능시간은 총잡음에 직접 비례하게 된다. 따라서 간섭에 의한 총잡음의 증가는 동작불능 혹은 FDP의 증가에 비례하게 된다.

$$FDP = \sum \frac{I_i f_i}{N_T} \quad (1)$$

f_i : i번째 확률

I_i : i번째 순간에 모든 가시위성으로부터의 누적 간섭량

N_T : 수신기 열잡음

10GHz 이하의 대역과는 달리 11GHz 대역에서는 일반적으로 다이버시티 수신 기술을 이용하지 않으므로 이 대역에서 FDP는 위와 같이 I/N 의 평균으로 계산된다.

다이버시티를 이용하는 FS 시스템의 경우에, 동작불능시간은 페이드마진의 제곱에 역비례하므로, 동작불능시간 증가는 총잡음 증가의 제곱에 비례하게 된다. 따라서 FDP는 다음과 같다.

$$FDP = \sum [(1 + I_i/N_T)^2 - 1]f_i \quad (2)$$

$$= \sum f_i \left[2I_i/N_T + (I_i/N_T)^2 \right] \quad (3)$$

최대전력 결합 다이버시티(maximum power combining diversity)를 이용하는 시스템의 경우 간섭은 Φ 의 위상차로 두 개의 안테나에 들어오므로,

$$I_i/N_T = 2(I_{oi}/N_T) \cos^2(\Phi/2) \quad (4)$$

여기서 I_{oi} 는 각 안테나의 간섭전력이다. 따라서 간섭의 평균은,

$$\begin{aligned}
(I_i / N_T)_{av} &= 1/2\pi (I_{oi} / N_T) \int_0^{2\pi} 2 \cos^2(\phi/2) d\phi \\
&= I_{oi} / N_T
\end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
(I_i / N_T)_{av}^2 &= 1/2\pi (I_{oi} / N_T)^2 \int_0^{2\pi} 4 \cos^4(\phi/2) d\phi \\
&= 3/2 (I_{oi} / N_T)^2
\end{aligned} \tag{6}$$

따라서, 식 (5)와 (6)을 식(3)에 대입하면,

$$FDP = \sum f_i \left[(2I_{oi} / N_T) + 3/2 (I_{oi} / N_T)^2 \right] \tag{7}$$

4GHz대역에서 FS 시스템은 높은 스펙트럼 효율을 얻기 위해서 일반적으로 64-QAM과 같은 다치변조(multi-state modulation)방식을 이용하여 점대점 전송을 하게 되는데, 이러한 시스템에서는 다중경로 페이딩을 보상하기 위하여 일반적으로 다이버시티 수신 기술을 이용하게 된다. 따라서 4GHz 대역에서 non-GSO 시스템에 의한 FS 시스템의 간섭영향은 위의 식을 이용하여 평가할 수 있다.

나. 시뮬레이션 방법

4GHz와 11GHz 대역에서 HEO FSS 시스템과 FS 시스템간 간섭분석을 위하여, 상용 프로그램인 Visualyse를 이용하여 간섭분석 모델을 구현하고 각 주파수대역에서 HEO FSS 시스템으로 인한 FS의 FDP를 계산하였다.

HEO 위성의 출력은 평가하고자 하는 pfd 마스크를 입력하여 이 위성으로부터 실제 지구표면에 떨어지는 pfd 값이 이 마스크를 만족하도록 하였다. HEO FSS 시스템을 구성하는 각각의 HEO 위성들은 입력한 pfd 마스크에 따라 운용된다.

하나의 고정된 FS 위치에서, FS 안테나의 방위각을 1°에서 360°까지 1°씩 변화시켜가면서 각 방위각에서 24시간 동안 모든 가시위성으로부터의 누적 간섭량을 구하고 이 누적 간섭량으로부터 4GHz대역에서는 식 (7), 11GHz대

역에서는 식 (1)을 이용하여 FDP를 계산하였다. FS의 위치를 북위 $36^{\circ} \sim 41^{\circ}$ ($\Delta=1^{\circ}$), 동경 $127^{\circ} \sim 129^{\circ}$ ($\Delta=0.5^{\circ}$)로 변화시켜가면서 이 과정을 반복하였다.

2002년 4월 개최된 JWP4-9S회의에 제안된 각 pfd 마스크들에 대해서, 우선 위의 방법으로 FS의 FDP를 계산하고 이 계산 결과를 JWP4-9S에서 정한 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)과 비교하여 FS의 모든 위치 및 모든 방위각에서 이 기준을 만족하는지를 평가하였다. 이 기준을 만족하지 않는 FS의 위치나 방위각이 존재하는 경우에는 HEO 위성의 pfd를 변화시켜서 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 100% 만족하는 pfd 마스크를 찾아내었다.

기준 FDP를 초과하는 FS의 비율을 얼마로 정하느냐에 따라 pfd 마스크가 달라지는데, 이미 언급한 것처럼 JWP4-9S에 제안된 마스크들 중 일부는 FS의 허용치를 0%로, 일부는 10%로 하여 제안되었다. 즉, 프랑스, 핀란드 등은 궤도별 위성시스템의 간섭 특성에서 이미 언급한 것처럼 FS가 HEO FSS로부터 받게 되는 간섭이 FS의 운용에 아주 치명적일 수 있기 때문에 FS의 허용치를 0%로 하여 pfd 마스크를 정해야 한다는 입장이고, 따라서 0% 허용치에 근거해서 마스크를 제안하였다. 하지만, 러시아 등은 FS의 허용치를 0%로 하여 pfd 마스크를 정하는 것은 HEO 시스템에만 너무 과도한 제한을 가하는 것이라는 입장이다. 즉, ITU-R 연구는 FS를 적절하게 보호할 수 있는 HEO 시스템의 pfd 마스크를 정하는 것이 목적이므로, FS는 FS의 10% 정도가 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 초과하는 것을 허용해야 하고, 10%의 허용치에 근거하여 HEO 시스템의 pfd 마스크를 정하는 것이 바람직하다고 주장한다. 지금까지 회의는 FS를 보호하려는 그래서 HEO에 다소 과도한 제재를 가하려는 쪽과 FS에서 어느 정도 간섭을 허용하여 HEO를 운용하려는 쪽으로 양분되어 합의점을 찾지 못하고 있는 실정이다. 현재 일본이 HEO를 이용한 위성DAB⁹⁾서비스를 계획하고 있는 반면 우리나라는 아직 HEO FSS 시스템에 대한 사업 계획이 없는 점을 고려하면, 우리는 우리나라 FS 시스템의 보호에 초점을 둔 입장 마련이 필요할 것이다. 따라서 본 연구에서는 FS의 허용치를 0%로 하여 HEO의 pfd 마스크를 평가 및 분석하였다.

본 연구에서 사용한 HEO FSS 시스템과 FS 시스템간 간섭분석 방법은, ITU-R JWP4-9S의 대부분의 국가들에서 사용하고 있는 방법으로, 어떤 pfd 마스크를 따르는 HEO 위성으로 구성된 HEO FSS 시스템과 FS 시스템을

9) DAB : Digital Audio Broadcasting

일정 시간 동안 운용시킨 후 FS가 HEO 시스템으로부터 받게 되는 간섭을 시간 평균하는 것이다. 이러한 방법으로 간섭 분석을 할 경우에는 HEO FSS 시스템의 궤도 특성이나 운용 방법에 따라서 FS가 받는 간섭량이 변하게 된다. 즉, 원지점(Apogee), 근지점(Perigee), 경사각(Inclination), 궤적의 수(Number of the planes), 궤적당 위성수(Number of satellites per plane) 등에 의해서 FS가 받는 간섭 영향이 달라진다. 또한 FS의 위치 즉 FS의 위·경도에 따라서도 간섭량이 달라지는데, 만약 HEO FSS시스템의 궤적간 간격이 24° 라면 어떤 위도에서 경도 24° 내의 어느 곳에 FS가 위치하느냐에 따라 간섭 영향이 변하게 된다. 따라서 HEO 시스템의 pfd 마스크를 합의하기 위해서는, 기준이 되는 시스템 특성이나 FDP 기준을 초과하는 FS의 허용치 등에 대한 합의가 먼저 이루어져야 할 것이다. 하지만 이미 언급하였듯이 HEO FSS 시스템의 pfd 마스크를 정함에 있어 고려되어야 할 이러한 구체적인 기술적 사항들이 아직 JWP4-9S에서 논의되지 않았고, 현재까지는 단지 각국의 간섭분석 방법 검증에 이용될 시스템 파라미터들만이 제시되었을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 좀더 객관적인 분석을 위해서 ITU-R JWP4-9S의 Correspondence Group HEO에서 제시한 HEO FSS와 FS 모델을 참고로 하여 시뮬레이션을 하였으며, 시뮬레이션에 이용된 시스템 파라미터는 다음과 같다.

o FS 시스템 파라미터

- 주파수 : 4GHz대역에 대해서는 3.95GHz, 11GHz대역에 대해서는 11.2GHz
- 무선국 위치 : 북위 $36^\circ \sim 41^\circ$ ($\Delta=1^\circ$), 동경 $127^\circ \sim 129^\circ$ ($\Delta=0.5^\circ$)
- 안테나 직경 : 3m, 0.45m
- 안테나 해발고 : 0m
- 안테나 양각 : 0°
- 안테나 방위각 : $1^\circ \sim 360^\circ$ 균일하게 분포
- 안테나 이득 : $20\log(D/\lambda)+7.7\text{dBi}$
- 급전선 손실 : 3dB
- 수신기 잡음온도 : 750K
- 안테나 방사 패턴 : Rec. ITU-R F.1245
- FDP 계산 : 4GHz대역에서는 식 (7), 11GHz대역에서는 식 (1)

o HEO FSS 시스템 파라미터

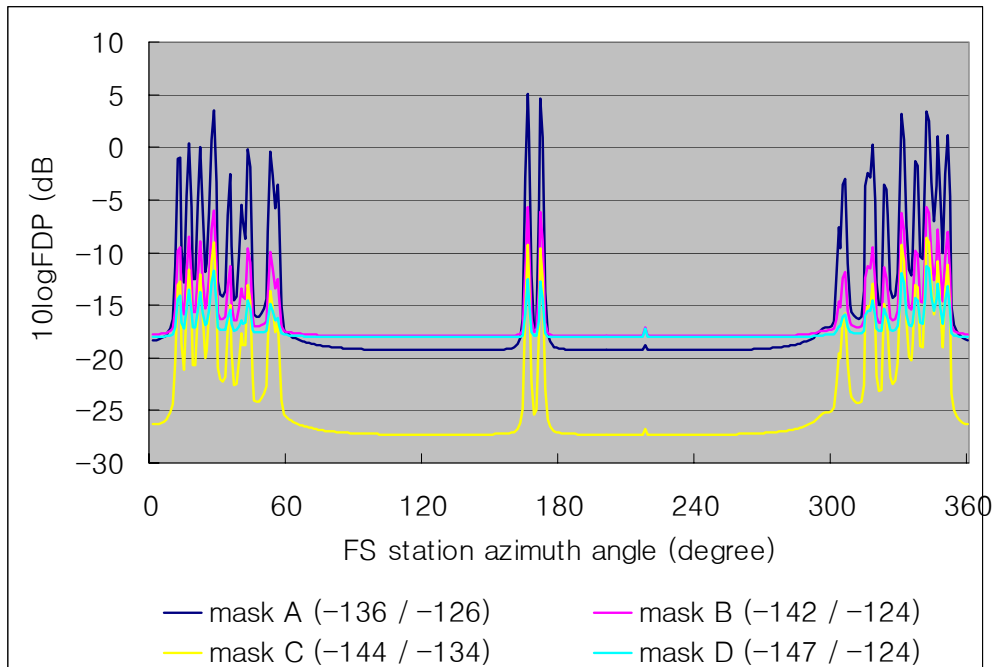
- 시스템 종류 : USAKU-H2형 HEO FSS 시스템
- active 위성 수 : 45 (북반구 : 30, 남반구 : 15)
- 동일 궤적을 가지는 위성 수 : 5 (5개 중에서 active 위성은 3개)
- 궤적 간격 : 12°(북반구), 24°(남반구)
- 궤도 경사각 : 63.435°
- 궤도 주기 : 8시간
- 원지점 고도 : 27288.3km
- 근지점 고도 : 517.4km
- 이심율 : 0.66
- pfd 마스크 : 4GHz대역에서는 마스크 A, B, C, D
11GHz대역에서는 마스크 E(RR 표 21-4)

o 시뮬레이션 시간 : 24시간 ($\Delta t = 20$ 초)

다. 4GHz 및 11GHz 대역에서의 FDP 계산 결과

<그림 2.3.3>은 3.95GHz에서 마스크 A, B, C, D로 운용되는 HEO 위성들로 인한 FS 수신기의 FDP 계산 결과를 나타낸 것으로, FS 수신기는 37°N 127°E에 위치하며 안테나 크기는 3m이다. FS 안테나의 방위각을 1°에서 360°까지 1°씩 변화시켜가면서 각 방위각에서 FDP를 계산한 결과, 마스크 A는 61개 방위각에서, 마스크 B는 19개 방위각에서, 마스크 C는 6개 방위각에서 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 초과하지만, 마스크 D는 모든 방위각에서 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)를 만족한다. 즉, 시뮬레이션을 수행한 각 방위각에서 FS 링크가 형성된다고 가정할 경우, 마스크 A에 의해서 16.9%(61/369), 마스크 B에 의해서 5.3%, 마스크 C에 의해서 1.7%의 FS 링크가 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 초과한다. 마스크 A와 B가 FS의 허용치를 10%, 마스크 C와 D가 FS의 허용치를 0%로 하여 제안되었음을 감안하더라도, 마스크 A는 FS의 허용치 10%를 훨씬 초과하는 것을 볼 수 있다. FS의 허용치를 10%로 한다면, 마스크 B가 FS를 보호할 수 있는 적절한 마스크가 될 수 있지만, 이미 언급하였듯이 본 연구가 FS시스템의 보호에 초점을 두고 수행된 점을 고려하면, FS의 허용치를 0%로 하여, 모든 방위각에

서 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 만족하는 마스크 D가 가장 적절한 마스크로 판단된다. 각 마스크에 의한 FDP의 최고 피크치는 마스크 A의 경우 5.1dB, 마스크 B는 -5.7dB, 마스크 C는 -8.5dB, 마스크 D는 -11.5dB이다.



<그림 2.3.3> 3.95GHz에서 FS의 FDP

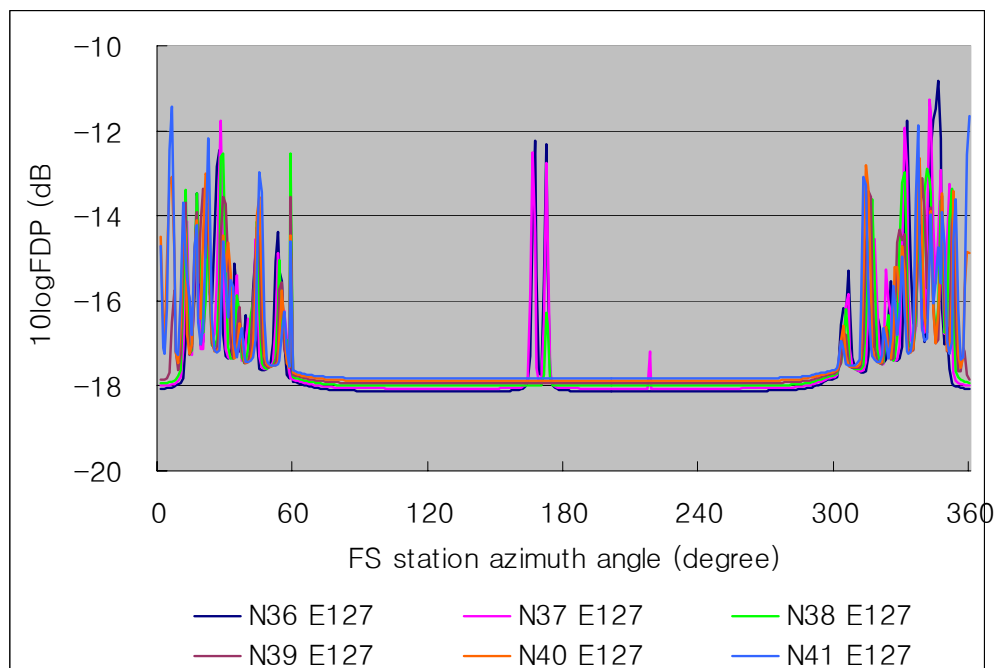
FS 위치 : 37°N 127°E, FS 안테나 크기 : 3m, FS 안테나 이득 : 39.63dBi

<그림 2.3.3>에서 pfd 값의 변화에 따른 FDP 값의 변화를 살펴보면, 저앙각에서의 pfd 값을 감소시키면 FDP의 피크들이 나타나는 방위각에서의 FDP 값들이 감소하고, 고앙각에서의 pfd 값을 감소시키면 기타 다른 방위각에서의 FDP 값들이 감소한다. 따라서 FDP의 피크치 조절은 저앙각의 pfd 조절로 가능하고, FDP 전체 레벨의 조절은 고앙각의 pfd 조절로 가능할 것이다. 이것은 다음과 같이 이해할 수 있다. FS가 HEO 위성으로부터 받는 간섭은 HEO 위성으로부터 FS의 주빔으로 간섭이 유입되는 경우에 피크가 될 것이기 때문에, 저앙각으로 운용되는 FS의 경우 HEO 위성의 저앙각 pfd를 제한할수록 FS가 HEO 위성으로부터 받게되는 간섭 영향이 줄어들 것이다. 고앙각으로 HEO 위성에서 FS로 유입되는 간섭은 FS의 부엽빔으로 들어오게 되므로 실제 FS의 운용에 미치는 영향은 적게 된다. 따라서 HEO 위성으로부터 FS를 보호하기 위해서는 HEO 위성의 저앙각 pfd를 제한하는 것이 중요하다. 반면, 고앙각에서 FS는 간섭 영향이 적으므로 HEO에 상대

적으로 높은 레벨의 pfd를 허용할 수 있다. 이는 고양각으로 운용되는 HEO의 운용 요구 사항에 적합한 것이다.

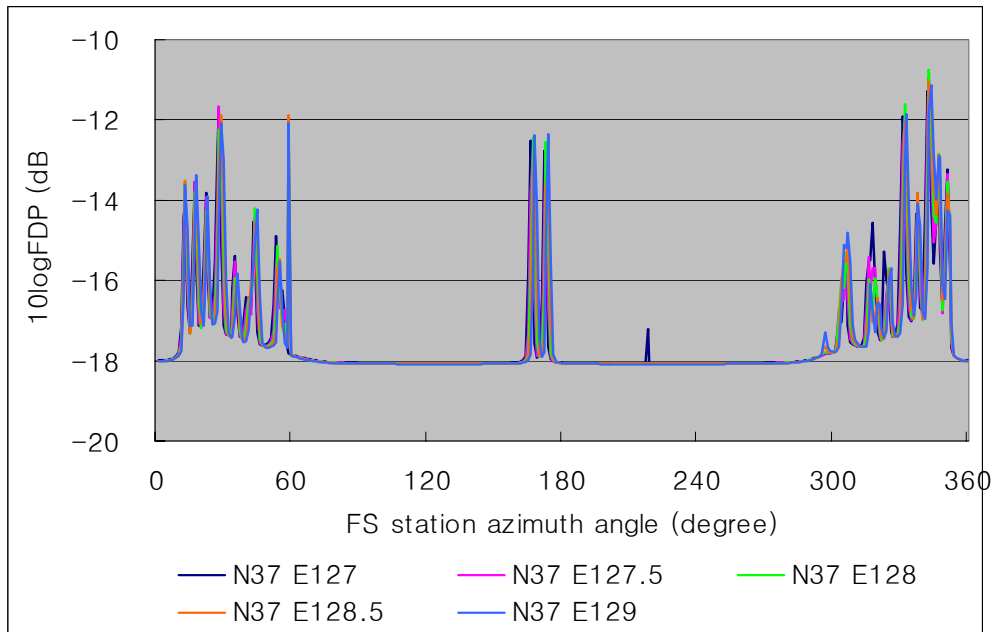
<그림 2.3.3>에서 좌우의 피크들은 북반구에서 active arc를 가지는 HEO 위성들에 의한 것이고 중앙의 피크들은 남반구에서 active arc를 가지는 HEO 위성들에 의한 것이다. 고위도에 위치하는 FS 경우, 반대 반구에서 운용되는 위성이 가시 위성이 되지 않으므로 중앙에서의 피크는 사라지게 된다.

FS가 HEO 위성들로부터 받는 간섭 영향은 FS의 위치에 따라 달라질 수 있으므로, FS의 위·경도를 변화시켜서 마스크 D에 의한 FDP를 계산하였다. 계산 결과를 <그림 2.3.4>와 <그림 2.3.5>에 나타내었다. <그림 2.3.4>는 127°E에서 위도를 36°N에서 41°N까지 1°씩 변화시켜서, <그림 2.3.5>는 37°N에서 경도를 127°E에서 129°E까지 0.5°씩 변화시켜서 각 방위각에서 FDP를 계산한 결과이다. 모든 방위각에서 FDP 기준($10\log\text{FDP} = -10\text{dB}$)을 만족하는 것을 볼 수 있다. FS 수신기의 안테나 크기는 3m이다.



<그림 2.3.4> 3.95GHz에서 마스크 D에 의한 위도별 FDP

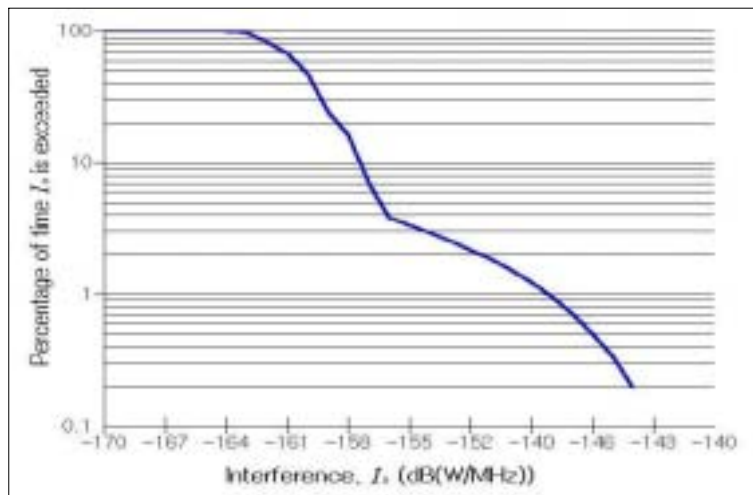
FS 안테나 크기 : 3m, FS 안테나 이득 : 39.63dBi



<그림 2.3.5> 3.95GHz에서 마스크 D에 의한 정도별 FDP

FS 안테나 크기 : 3m, FS 안테나 이득 : 39.63dBi

<그림 2.3.6>은 마스크 D로 운용되는 HEO 위성들에 의한 FS 수신기의 간섭누적곡선이다. FS는 37°N 127°E에 위치하며, 이 위치에서 가장 큰 간섭을 받는 방위각인 342°에서 시뮬레이션하였다. FDP 기준($10\log\text{FDP} = -10\text{dB}$) 으로부터 계산한 $I_o = -153\text{dBW/MHz}$ 를 초과하는 시간율은 약 2.3% 정도이다.

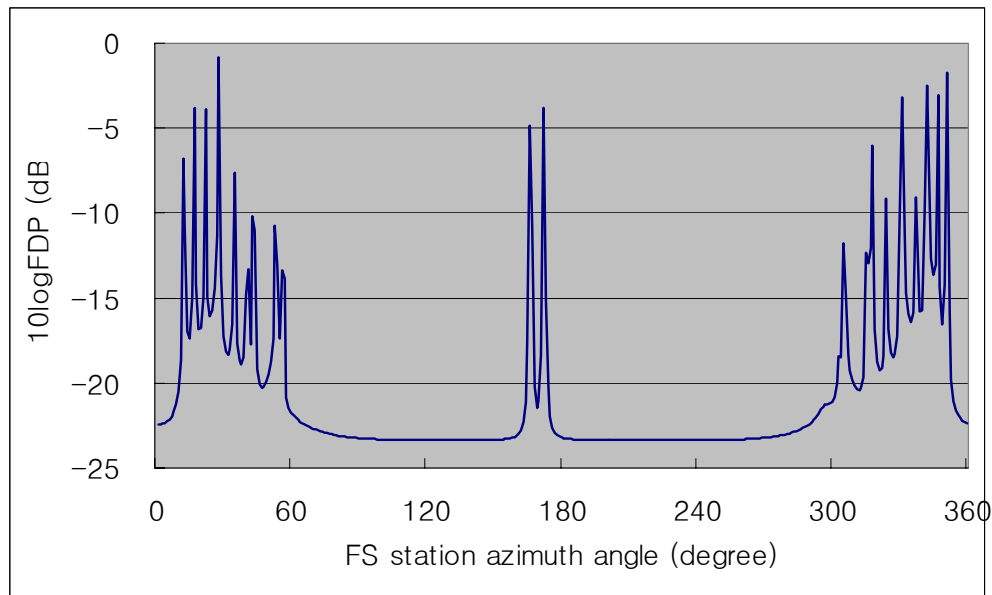


<그림 2.3.6> 3.95GHz에서 마스크 D에 의한 FS 수신기의 간섭누적곡선

FS 위치 : 37°N 127°E, 방위각 : 342° ,

FS 안테나 직경 : 3m, 시뮬레이션 시간 : 30일

<그림 2.3.7>은 11.2GHz에서 마스크 E(RR 표 21-4)로 운용되는 HEO 위성들로 인한 FS 수신기의 FDP 계산 결과를 나타낸 것으로, FS 수신기는 37°N 127°E에 위치하며 안테나 크기는 3m이다. FS 안테나의 방위각을 1°에서 360°까지 1°씩 변화시켜가면서 각 방위각에서 FDP를 계산한 결과, 16개 방위각에서 기준(10logFDP=-10dB)을 초과한다. 즉, 시뮬레이션을 수행한 각 방위각에서 FS 링크가 형성된다고 가정할 경우, 4.4%의 FS 링크가 FDP 기준(10logFDP=-10dB)을 초과한다. FDP의 최고 피크치는 -0.8dB이다.

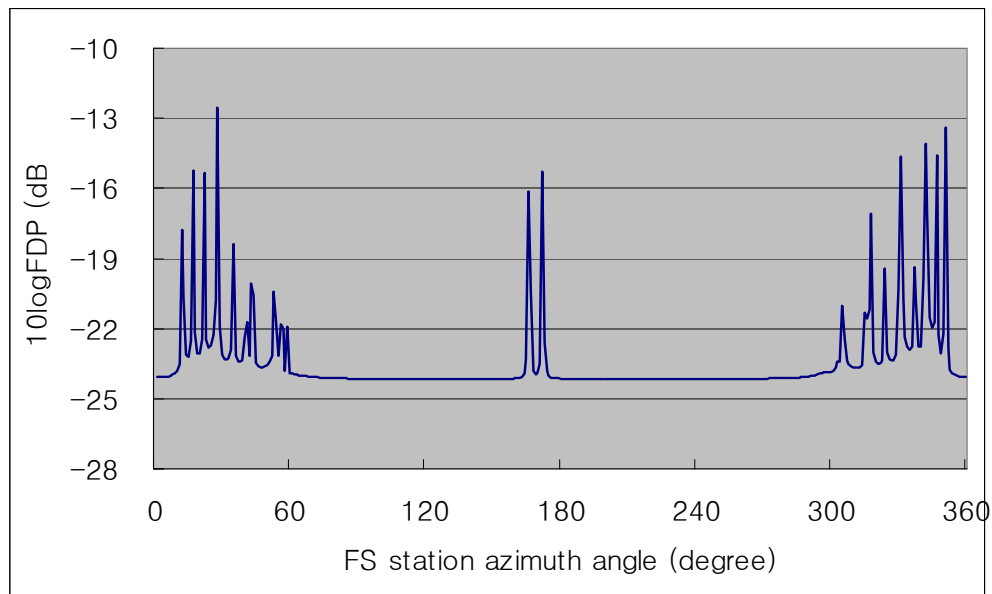


<그림 2.3.7> 11.2GHz에서 마스크 E에 의한 FS의 FDP

FS 위치 : 37°N 127°E, FS 안테나 크기 : 3m, FS 안테나 이득 : 48.68dBi

마스크 E에 의해서 4.4%의 FS 링크가 FDP 기준(10logFDP=-10dB)을 초과하기 때문에, FS의 허용치 0%를 만족하는 pfd 마스크를 찾기 위해서는 저각에서의 pfd를 좀 더 낮출 필요가 있다. 따라서 저각에서의 pfd를 낮춰가면서 시뮬레이션을 반복한 결과, 우리는 다음과 같은 pfd 마스크를 찾을 수 있었다. 이 마스크로 운용되는 HEO 위성들로 인한 FS 수신기의 FDP 계산 결과를 <그림 2.3.8>에 나타내었다.

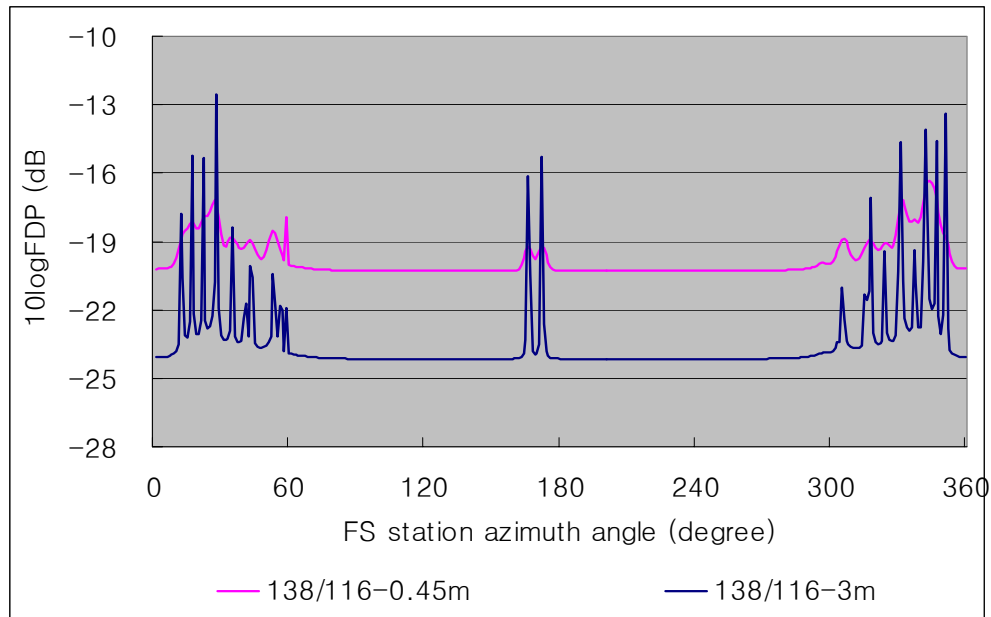
-138	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
$-138 + 1.1(\theta - 5)$	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-116	$\text{dB(W/m}^2\text{)/1MHz}$	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$



<그림 2.3.8> 11.2GHz에서 -138/-116 마스크에 의한 FS의 FDP

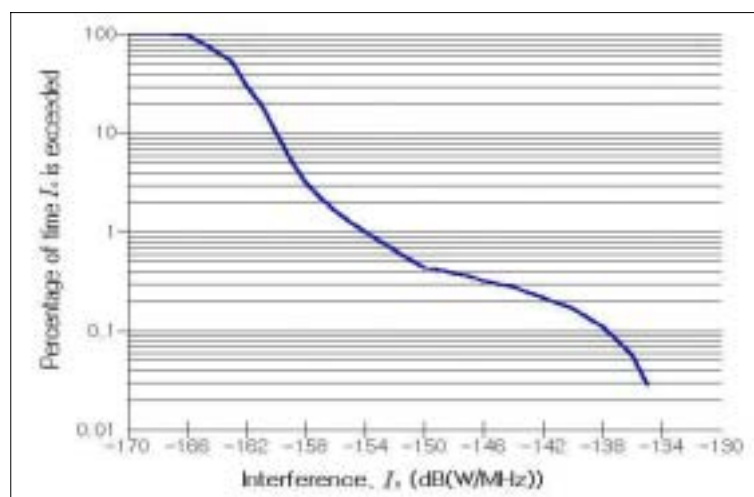
FS 위치 : 37°N 127°E, FS 안테나 크기 : 3m, FS 안테나 이득 : 48.68dBi

위에 제안된 -138/-116 마스크에 대해서 FS 수신기의 안테나 크기 변화에 따른 간섭영향을 확인하기 위하여, 0.45m 안테나의 FS 수신기에 대해서 시뮬레이션을 실시하였고 그 결과를 3m 안테나의 경우와 비교하여 <그림 2.3.9>에 나타내었다. 0.45m 안테나는 이득이 32.21dBi로 3m 안테나 (48.68dBi)에 비해서 이득이 작기 때문에 HEO 위성으로부터 저앙각으로 FS의 주빔으로 들어오는 간섭량은 상대적으로 줄어들게 되지만, 안테나 사이즈가 작을수록 부엽빔으로 들어오는 간섭량이 많아지므로 HEO 위성으로부터 고앙각으로 들어오는 간섭량은 증가하게 되어 전체적인 간섭 레벨이 상승하게 되는 것을 볼 수 있다. 하지만 0.45m 안테나를 사용하는 경우 역시 3m 안테나를 사용하는 경우와 마찬가지로 FDP 기준($10\log\text{FDP} = -10\text{dB}$)을 모든 방위각에서 만족하는 것을 볼 수 있다. 또한 FS 수신기의 안테나 크기가 3m와 0.45m인 경우에 대해서 각각 FS의 위·경도를 변화시켜 -138/-116 마스크에 의한 FDP를 계산한 결과, 역시 모든 방위각에서 FDP 기준($10\log\text{FDP} = -10\text{dB}$)을 만족하였다.



<그림 2.3.9> 11.2GHz에서 3m와 0.45m 안테나를 갖는 FS의 FDP
 FS 위치 : 37°N 127°E, 3m 안테나 : 48.68dBi, 0.45m 안테나 : 32.21dBi

<그림 2.3.10>은 -138/-116의 pfd 마스크로 운용되는 HEO 위성들에 의한 FS 수신기의 간섭누적곡선이다. FS는 37°N 128.5°E에 위치하며, 이 위치에서 가장 큰 간섭을 받는 방위각인 343°에서 시뮬레이션을 하였다. FDP 기준 ($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)으로부터 계산한 $I_o=-150\text{dBW/MHz}$ 를 초과하는 시간율은 약 0.4% 정도이다.



<그림 2.3.10> 11.2GHz에서 -138/-116 마스크에 의한 FS 수신기의 간섭누적곡선
 FS 위치 : 37°N 128.5°E, 방위각 : 343° ,
 FS 안테나 직경 : 3m, 시뮬레이션 시간 : 30일

라. 4GHz 및 11GHz 대역에서의 pfd 마스크 제안

지금까지 JWP4-9S에서 제안된 4GHz 및 11GHz 대역의 pfd 마스크들에 대해서 시뮬레이션을 통하여 FS 시스템으로의 간섭영향을 분석하였다. 3.95GHz에서, 마스크 A, B, C에 의해 FS 링크의 16.9%, 5.3%, 1.7%가 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 초과하였고, 마스크 D에 의해서는 모든 FS 링크가 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 만족하였다. FS의 허용치를 10%로 할 경우 마스크 B(-142/-124)를 HEO의 마스크로 제안할 수도 있겠지만, FS의 보호에 초점을 두고 FS의 허용치를 0%로 한다면 HEO FSS시스템의 간섭으로부터 FS 시스템의 보호에 가장 적합한 것은 마스크 D라고 판단된다.

11.2GHz에서는, 마스크 E(RR 표 21-4)에 의해서 FS 링크의 4.4%가 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)을 초과하였다. 마스크 E의 저양각 pfd를 약 12dB 정도 낮출 경우에는 모든 링크에서 FDP 기준($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)이 만족되었다. 따라서 FS의 허용치, 0%에 근거한다면, 마스크 E 즉, RR 21조의 표 21-4는 HEO FSS 시스템으로부터 FS 시스템을 보호하는데 적절하지 않으며 이보다 더 강하게 규제된 pfd 마스크가 요구된다.

4GHz 및 11GHz 대역에서 FS를 보호할 수 있는 HEO FSS시스템의 pfd 마스크로서 본 연구는 다음의 마스크를 지지 및 제안한다.

< 3.7-4.2GHz >

-147	dB(W/m ²)/1MHz	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
-147+1.15(θ -5)	dB(W/m ²)/1MHz	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-124	dB(W/m ²)/1MHz	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

< 10.7-12.75GHz >

-138	dB(W/m ²)/1MHz	for $0^\circ < \theta < 5^\circ$
-138+0.5(θ -5)	dB(W/m ²)/1MHz	for $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$
-116	dB(W/m ²)/1MHz	for $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$

※ 기준 FDP($10\log\text{FDP}=-10\text{dB}$)를 초과하는 FS 링크의 비율은 0%이다.

우리가 지지 및 제안하는 위의 마스크들은 FS 수신기가 한반도 내에 존재하는 것으로 가정하여 분석된 것으로, 이들 마스크에 대한 전세계적인 측면에서의 분석은 아직 수행되지 않았다. 즉, 우리나라만을 고려할 경우에는 이 마스크들로 FS가 보호될 수 있지만, 전세계적인 측면에서도 이 마스크가 FS를 보호할 수 있을 지는 더 검토해 볼 필요가 있다. 또한 이 마스크들은 USAKU-H2형 HEO FSS 시스템에 대해서 평가된 것으로, 다른 형태의 HEO FSS 시스템을 적용할 경우에는 FS를 적절하게 보호하지 못하는 결과가 나올 수도 있다. 따라서 이 마스크들에 대해서 전세계적인 측면에서의 평가뿐만 아니라 다른 형태의 HEO FSS시스템에 대한 평가도 같이 이루어진다면 좀더 객관적이고 합리적인 pfd 마스크를 도출할 수 있을 것이다.

5. 결론 및 향후 계획

USAKU-H2형 HEO FSS 시스템과 우리나라에 위치하는 FS 시스템간의 간섭영향을 분석한 결과, 4GHz 대역에서는 JWP4-9S에 제안된 마스크 D(-147/-124)가, 11GHz 대역에서는 RR 21조 표21-4의 마스크보다 저양각 pfd를 약 12dB정도 감소시킨 새로운 마스크(-138/-116)가 HEO FSS시스템의 간섭으로부터 FS 시스템을 보호하는데 적절하다고 판단된다. 하지만 이 마스크들에 대해서는 좀더 객관적인 연구가 필요하다. 따라서 우리는 전세계적인 측면에서 그리고 다른 형태의 HEO FSS 시스템들에 대해서 연구를 더 수행할 것이며, 그 연구 결과를 2003년 4월에 개최되는 ITU-R JWP4-9S 회의에 기고할 예정이다.

HEO FSS시스템의 pfd 제한은 FSS시스템을 적절하게 보호함과 동시에 HEO FSS시스템이 원활하게 운용될 수 있도록 이루어져야 할 것이다. 이를 위해서는 FS 시스템과 HEO FSS시스템의 운용 요구사항을 동시에 만족시킬 수 있는 적절한 합의점이 필요하다. 이러한 합의점을 찾기 위해서는 여러 가지 세부적인 기술적 요인들 즉, 기준 FDP를 초과하는 FS의 허용율, FDP 평가방법 등이 합의되어야만 한다. 하지만 이에 대한 각국의 입장이 상이하여 현재까지 어떠한 합의에도 도달하지 못하고 있으며, 각국은 각각 자국의 입장에 따라 간섭분석을 수행하고 pfd 마스크를 제안하고 있다. 즉, FS 시스

템의 보호를 우선으로 고려하는 국가들은 0% 허용치에 근거하여 좀더 강하게 규제된 pfd 마스크를, HEO FSS시스템을 운용하려고 하는 국가들은 FS 시스템이 어느 정도의 간섭을 허용하는 것으로 하여 좀더 완화된 pfd 마스크를 제안하고 있다. 본 연구는 전자의 국가들처럼 FS 시스템의 보호를 우선으로 하여 수행되었기 때문에 본 연구 결과로 제시된 pfd 마스크가 HEO FSS시스템을 다소 과도하게 제한할 수도 있을 것이다.

2003년 4월에 개최되는 JWP4-9S 회의는 WRC-2003을 위한 마지막 회의이기 때문에 pfd 마스크의 합의를 위한 격론이 예상된다. 따라서, 우리는 HEO FSS시스템의 pfd 마스크 합의에 있어서 FS시스템의 보호를 우선으로 한다는 입장을 확실히 하고 본 연구결과에 대한 보완 연구를 통하여 보다 객관적이고 합리적인 pfd 마스크를 도출하여 이러한 우리의 의견이 HEO FSS시스템의 기술 규제에 반영될 수 있도록 하여야 할 것이다.

제3장 우리나라 위성망 보호방안 연구

제1절. 운용 및 계획중인 우리나라 위성망 보호방안 연구

1. 개 요

위성망에 대한 국제등록을 한마디로 설명한다면 일상생활에서 토지나 건물 등의 권리를 갖기 위해 등기절차를 밟아 등기부에 등재하는 것처럼 위성통신·방송망을 운용하기 위해 필요한 주파수와 위성궤도를 전기통신을 관장하고 있는 국제전기통신연합(ITU)에 등재하는 것이다. 물론, 토지나 건물 등의 등기부 등재 절차처럼 위성망을 국제등록 하기 위해서는 국제법인 전파규칙(RR)을 이해해야 하고, 또한 계속적으로 제·개정되는 내용에 대한 심층적인 분석과 이에 따른 기술적인 검토는 물론, 원천적으로 제·개정 작업에 있어서 우리나라의 입장을 반영하여 우리나라의 국익을 보호할 필요가 있다.

또한, 위성망의 국제등록이 완료되었다 하더라도 국제 등록된 내용이 무조건적으로 보호되는 것은 아니다. 만약, 다른 나라의 신규위성이 국제등록을 진행할 때 다른 나라 위성망으로부터 혼신이 야기되는 경우 우리나라의 위성망은 본래 계획된 서비스에 차질을 빚게될 것이고 따라서, 우리나라의 신규등록을 추진하는 위성망은 물론, 기존에 국제등록이 완료된 위성망에 혼신이 예상될 경우 적기에 이의제기를 실시하여 위성망간 조정을 추진해야만 보호받을 수 있다.

본 절에서는 위성망 국제등록절차 및 규정과 관련하여 필수적으로 이해되어야 하는 위성망 등록비용 회수 내용을 소개하고 우리나라 위성망과 지상망을 다른나라 위성망으로부터 보호하기 위한 TOOL 구현을 위해 적용되어야 하는 우주국의 전력속밀도(PFD) 제한 값에 대해 정리하였으며, 2002년도 우리나라 및 세계의 위성망 및 지구국의 국제등록을 위한 공표내용을 고찰하고 이에 따른 효율적인 국제등록 추진을 위한 과제 등을 기술하였다.

2. 위성망 등록비용 회수(전권위원회 결의88, 이사회 결정482)

위성망 국제등록을 관장하고 있는 국제전기통신연합(ITU)은 위성망 조성시 우선권을 확보하기 위하여 서류상으로만 존재하는 위성망 등록신청의 억제와 연합의 재정수입 증대를 목적으로 1998년 전권위원회의(pp-98)에서는 위성망 등록 비용회수에 대한 결의88 및 ITU의 products와 서비스의 비용회수 대한 결의91을 채택하였으며, 이사회에서는 ITU 전파국의 space

notifications의 처리의 비용회수에 대한 결의1113을 채택하여 2000. 6. 2일부터 위성망 등록비용 부과제도가 시행되었다.

이에 따른 주요내용을 살펴보면, 등록비용 납부대상은 기준일('98년 11월 7일) 이후 ITU에 접수된 위성망 공표자료로 하고, 아마추어 위성망과 국가별로 매년 1개 위성망은 등록비용을 면제토록 하였다. 따라서 새로운 위성망의 등록비용을 지불해야하는 위성망 중에서 매년 연말까지 주관청에서 등록비용 면제대상 위성망을 선정토록 하였다.

등록비용 산출방법은 위성망을 9가지 종류로 구분하여 위성망 처리과정의 복잡성(units으로 환산)에 따라 차등 부과(표3.1.1 및 표3.1.2 참조)한다. 등록하는 위성망의 종류에 따라 설정된 기본요금(flat fee)을 내야하고 기본요금이 cover하는 기본 units을 초과시 위성망 filing자료 발간시 표2에 따라 추가요금을 지불하여야 한다. 2001년 12월31일 이후에 접수되는 위성망 filing자료는 BR이 자료 접수시 flat fee를 지불하도록 청구서를 발송하면 6개월내에 지불하도록 되어 있다. 최초자료(a new notice)나 수정자료(a modification to a notice)에 상관없이 flat fee를 기본료로 부과되, 표2의 구분 1에 속하는 위성망의 수정자료에 대해서는 flat fee없이 추가비용만을 지불하도록 한다. 해당 주관청에서 선정한 면제대상 위성망의 수정자료 발간시에는, 최초 위성망 자료 발간시 기본료에 해당하는 units만큼까지는 비용을 부과하지 않는다. 1998년 11월7일 이전에 사전공표자료(API)를 낸 위성망에 대한 조정자료의 경우, BR의 조정자료접수시기에 상관없이 비용회수요금을 부과하지 않는다. 1998년 11월7일 이전에 사전공표자료를 낸 위성망에 대한 조정자료의 수정은, 기본요금이 cover하는 기본 units의 3배까지는 무료이며, 초과한 분량에 대해서 초과 units에 해당하는 요금을 징수하며, 1998년 11월7일 이전에 접수한 계획위성의 수정은 비용회수요금을 부과하지 않는다.

요약하면, 등록비용 납부방법은 ITU의 청구서 발행일로부터 6개월 이내 납부해야 하며, 기본요금에 대한 청구서는 BR이 위성망 등록자료 접수시 발행하고, 추가요금에 대한 청구서는 관련 위성망 등록 자료 발간시 발행하게 된다.

결의88(pp-98)에 따라 1998년 11월7일 이후에 BR에 접수된 사전공표, 조정 및 동의요구자료에 대한 위성망 등록 자료의 처리 및 발간(주간회보 특별절 production)에 드는 모든 비용을 회수하기 위한 것이며, 이사회는 최소 2년에 한번씩 조정이 필요없는 사전공표, 조정 또는 동의 요구, Plan or Lists의 수정요구의 비용을 review하고 있다. 고려해야 할 비용은 위성 특별절 내용의 production에 관계하는 Space Service Department의 비용, 위와 관련한

<표3.1.1> 위성망별 units 산출방법

구 분	관련 규정	units 산출방법
1.사전공표위성망 (NGSO, no-coordination)	전과규칙 9조의 II절의 적용	number of frequency bands summed up for all frequency assignment groups
2. 조정 위성망 (GSO 위성망중 9.11A 제외)	RR 제9조 9.6 (9.7, 9.11, 9.21), Ap30의 2조의 \$2.2 및 7조의 \$7.1, Ap30A의 2조의 \$2.2 및 7조의 \$7.1의 적용을 받는 FSS, MSS, 또는 BSS	product of the number of frequency assignments, number of classes of station and the number of emissions, summed up for all frequency assignment groups
3. Joint 조정 위성망 (GSO 위성망 9.11A포함)	RR 9.11A를 포함하는 9조의 적용을 받는 GSO	
4. 9.11A 조정 위성망 (NGSO위성망)	RR 9.11A, 9.12, 9.12A, 9.14의 적용을 받는 non-GSO	
5. small coord. (GSO 위성망)	FSS, MSS, BSS용이 아닌 위성망으로 RR 9조 9.7 및 9.21의 적용을 받는 GSO	
6. 9.21 적용 (NGSO위성망)	RR S9.21에 따라 조정 (동의) 적용을 받는 위성망	
7.방송위성계획망 (특별절 part A)	방송위성(Appendices S30/ S30A)의 2지역 계획 및 1,3지역 Lists의 변경(modifications) 7.1 Ap30 7.2 Ap30A	product of the number of associated earth stations (specific or typical, recorded in the database) and number of emissions, summed up for all channels, type of polarizations and beams
8.방송위성계획망 (특별절 part B)	방송위성(Appendices S30/ S30A)의 4조를 성공적으로 적용한, 2지역 계획 및 1,3지역 Lists의 변경(modifications) 8.1 Ap30 8.2 Ap30A	
9.통신위성계획망 (AP30B)	통신위성계획(Appendices S30B) 중 기존시스템의 목록을 업데이트 또는 지역 위성망으로 변경할 경우	product of the number of bands and number of beams

<표3.1.2> 위성망별 국제등록 비용 산출

구 분	관련 규정	기본 요금 (CHF)	기본 분량 (units)	unit당 추가비 용 (CHF)
1.사전공표위성망 (NGSO, no-coordination)	전파규칙 9조의 II절의 적용	1,300	6	147
2. 조정 위성망 (GSO 위성망중 9.11A 제외)	RR 제9조 9.6 (9.7, 9.11, 9.21), Ap30의 2조의 \$2.2 및 7조의 \$7.1, Ap30A의 2조의 \$2.2 및 7조의 \$7.1의 적용을 받는 FSS, MSS, 또는 BSS	5600	1103	5
3. Joint 조정 위성망 (GSO 위성망 9.11A포함)	RR 9.11A를 포함하는 9조의 적용을 받는 GSO	21000	1170	16
4. 9.11A 조정 위성망 (NGSO위성망)	RR 9.11A, 9.12, 9.12A, 9.14의 적용을 받 는 non-GSO	7100	137	62
5. small coord. (GSO 위성망)	FSS, MSS, BSS용이 아닌 위성망으로 RR 9조 9.7 및 9.21의 적용을 받는 GSO	5900	12	288
6. 9.21 적용 (NGSO위성망)	RR S9.21에 따라 조정 (동의) 적용을 받 는 위성망	4900	10	115
7.방송위성계획망 (특별절 part A)	방송위성(Appendices S30/ S30A)의 2지역 계획 및 1,3지역 Lists의 변경 (modifications)			
	7.1 Ap30 7.2 Ap30A	15800 15800	875 648	11 11
8.방송위성계획망 (특별절 part B)	방송위성(Appendices S30/ S30A)의 4조를 성공적으로 적용한, 2지역 계획 및 1,3지 역 Lists의 변경(modifications)			
	8.1 Ap30 8.2 Ap30A	6600 6200	129 126	71 69
9.통신위성계획망 (AP30B)	통신위성계획(Appendices S30B) 중 기존 시스템의 목록을 업데이트 또는 지역위성 망으로 변경할 경우	9,900	1	855

Informatics, Administration and Publication Department의 비용, 사무국의 행정 및 지원에 드는 비용 등으로 위성망별 기본요금은 이전 3년동안의 위성망 총 처리비용의 변화에 따라 적절히 현행화 한다. 표2의 각 구분에 해당하는 기본요금이 cover하는 기본 units의 산출은 기본요금을 unit당 평균비용으로 나누어 산출된다. unit당 평균 비용은 이전 3년동안에 발간된 위성망의 총 비용을 총units으로 나눈 것이다.

최근, 위성망의 비용회수와 관련하여 전권위원회(PP-02, Marrakesh)에서는 위성망 처리적체로 인해 PP-98 결의 88의 이행방법인 이사회 결정 482의 개정으로 기준일자(2002.1.1) 이전에 등록 자료를 제출한 위성망이 오히려 기준일자 이후에 등록자료를 제출한 위성망보다 비용을 늦게 지불하게 되는 불평등을 초래함에 따라 1998. 11. 7 이후부터 2002. 1. 1 이전에 ITU BR에 접수된 모든 위성망 자료에 대해서는 이번 전권위원회의 종료 후 최대 6개월 이내에 비용을 납부토록 하는 유럽 공동제안이 있었으나, 우리나라와 프랑스 등 일부 국가는 현재의 불평등 문제의 해소라는 차원에서 유럽의 일부 국가의 제안 목적은 이해하나, 위성망 적체 해소가 빨리 진행되고 있는 점과 아울러 규정이 소급 적용되는 점을 들어 제안에 반대하였으며, 본 회의에서는 유럽 국가의 규정 적용의 찬성 입장과 우리나라를 포함한 일부 국가들의 반대로 합의에 이르는데 많은 어려움이 발생하여 결국, 이번 회의에서는 유럽 제안을 고려하지 않기로 하였다. 이에 따라 1998. 11. 7 이후부터 2002. 1. 1일 이전에 ITU BR에 접수된 모든 위성망 자료에 대해서는 이번 전권위원회의 종료 후 최대 6개월 이내에 비용을 납부토록 하는 규정의 적용은 고려하지 않기로 하였다.

전과규칙에서는 위성망 등록 비용을 납부하지 않은 위성망에 대해서는 자료를 삭제하는 것으로 규정하고 있으며, 그 삭제 발효일을 이번 전권위원회에서 결정하도록 하고 있음에 따라 기준 발효일을 2003. 8. 1로 하기로 하고, 차기 이사회에서는 위성망의 비용 납부시 추가적인 비용회수를 검토하기 위해 작업반을 구성하여 운용기로 하였으며, 검토 대상 위성망의 적용 기준일은 이사회 기간 중에 결정하기로 하였다.

이에 따른 우리나라의 영향을 살펴보면, 유럽의 비용 납부의 불평등 해소 차원의 제안이 우리나라 등의 반대로 철회됨에 따라 비용의 조기납부에 따른 국내 위성사업자들의 비용부담 우려를 해소였다. 위성망 비용 납부시 추가적인 비용회수는 차기 이사회에서 논의될 예정임에 따라 검토대상 위성망의 적용기준일 선정시 우리나라 등록중인 위성망 접수일을 고려하여 비용 부담을 줄일 수 있는 기준일을 제안하는 등의 대응이 필요할 것으로 판단된다.

3. 위성망의 전력속밀도(PFD) 제한

전파통신에 대한 수요가 증대됨에 따라 과거 업무(Service)별로 구분되던 주파수대역이 점차적으로 고정업무(Fixed Service), 이동업무(Mobile Service), 고정위성업무(Fixed Satellite Service) 및 이동위성업무(Mobile Satellite Service) 등간에 주파수공유(Frequency Sharing)가 불가피하게 되었으며, 이로 인해서 무선국간에는 상호 전파간섭 영향을 주거나 받을 수 있는 가능성이 증가되는 실정이다. 이러한 상황에서 위성통신·방송망으로부터 지상망을 보호하기 위하여 국제적으로 연구가 진행되고 있으며 우리나라 입장에서 볼 때 우리나라 무선국을 다른 나라 통신·방송 위성망으로부터 보호하기 위한 관심과 노력이 필요하다. 현재 지상망을 보호하기 위해 통신·방송위성망에 대한 제한은 크게 두가지로 요약될 수 있다. 첫째는 지구국의 전력제한 및 운용되는 지구국의 최소 양각에 대한 제한이며, 둘째는 위성망 우주국으로부터의 전력속밀도에 대한 제한이다. 이러한 내용의 일반적인 규정은 전파규칙(RR) 21.3 내지 21.16에 언급되어 있다. 지구국에 대한 주변국과의 조정은 전파규칙(RR) 9.15, 9.17, 7.17A, 9.19 및 9.21에 따라 조정을 실시하여 보호받을 수 있다. 본 절에서는 우주국으로부터의 전력속밀도에 대한 준수여부를 확인하기 위해 필요한 주파수대별, 서비스내용별 전력속밀도의 제한값과 계산값을 산출하기 위한 내용에 초점을 맞추어 언급하고자 한다.

위에서 언급했듯이 우주국으로부터 허용되는 전력속밀도에 대한 제한 값은 전파규칙(RR) 21.16에 명시되어 있으며, 이 값은 위성망을 국제등록하기 위해 의무적으로 적용된다. 즉, 전파규칙 21.16에 언급된 내용은 위성망간 상호 조정시 우리나라 지상망의 보호를 위해 확인이 필요한 과정임에 틀림이 없으나 신규 등록을 추진하는 위성망의 전력속밀도가 이 값을 초과하여 영향을 받는 국가에서 이의제기를 하지 않더라도 합법적인 위성망으로 등록될 수 없다. 지상망을 보호하고자 하는 주관청에서는 지상망과 주파수를 공유해서 사용되게 되어 있는 위성망중에서 전력제한값의 제한 없이 상호 주관청간에 조정을 통하여 국제등록을 하는 경우에 보다 철저하게 대처할 필요가 있다. 이러한 경우 주어진 기간 내에 이의제기를 하지 않는다면 간섭을 허용하는 것으로 간주되기 때문이다.

전파규칙 등에서 언급된 위성망 우주국의 전력속밀도 제한값을 종합하면 <표3.1.3>과 같다. 아울러, 전력속밀도의 계산과정에 있어서 전력 값은 일반적으로 전력밀도(dBw/Hz)에 $10\log(\text{기준대역폭})$ 값을 더하여 산출하지만, 이 값이 최대전력 보다 크거나 또는 기준대역폭보다 점유대역폭의 값이 작은 경우에는 최대전력을 전력 값으로 적용해야 한다.

<표3.1.3> 전력속밀도 제한값

주파수대	업 무 명	제한값(dBw/m ²)	대역폭	비 고
620 ~ 790MHz	EB, EV	0°-20° : -129 20°-60° : -129+0.4(θ-20) 60°-90° : -113	Pmax	RR 5.311 REC 705 <RR 9.11>
1492 ~ 1525MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(θ-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 5.348 <RR 9.14>
1525 ~ 1530MHz	ET, EW	0°- 5° : -154 5°-25° : -154+0.5(θ-5) 25°-90° : -144	4kHz	RR 21.16 대상 : Reg1+3
1525 ~ 1530MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(θ-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 5.354 대상 : Reg1+3 <RR 9.14>
1670 ~ 1690MHz	EM	-133	1.5MHz	RR 21.16
1670 ~ 1690MHz	EM	0°- 5° : -154 5°-25° : -154+0.5(θ-5) 25°-90° : -144	4kHz	RR 21.16
1690 ~ 1700MHz	EM, EW<5.289>	-133	1.5MHz	RR 21.16
1690 ~ 1700MHz	EM, EW<5.289>	0°- 5° : -154 5°-25° : -154+0.5(θ-5) 25°-90° : -144	4kHz	RR 21.16 대상 : 5.381, 5.382
1700 ~ 1710MHz	EM, EH, EW	0°- 5° : -154 5°-25° : -154+0.5(θ-5) 25°-90° : -144	4kHz	RR 21.16
2025 ~ 2110MHz	EH, ET, EW	0°- 5° : -154 5°-25° : -154+0.5(θ-5) 25°-90° : -144	4kHz	RR 21.16
2160 ~ 2170MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(θ-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 5.389C <RR 9.14>
2170 ~ 2200MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(θ-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 5.389A <RR 9.14>

EC : Fixed-Satellite, EF : Radiodetermination-Satellite

주파수대	업 무 명	제한값(dBw/m ²)	대역폭	비 고
2200 ~ 2290MHz	EH, ET, EW	0°- 5° : -154 5°-25° : -154+0.5(♯-5) 25°-90° : -144	4kHz	RR 21.16
2290 ~ 2300 MHz	EH	0°- 5° : -154 5°-25° : -154+0.5(♯-5) 25°-90° : -144	4kHz	RR 21.16
2483.5 ~ 2500MHz	EG, EI, EJ, EU, EF	0°- 5° : -146 5°-25° : -146+0.5(♯-5) 25°-90° : -136	4kHz	RR 5.402 <RR 9.14>
2483.5 ~ 2500MHz	EG, EI, EJ, EU, EF	0°- 5° : -128 5°-25° : -128+0.5(♯-5) 25°-90° : -118	1MHz	RR 5.402 <RR 9.14>
2500 ~ 2516.5MHz	EC, EF	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.75(♯-5) 25°-90° : -137	4kHz	RR 21.16
2500 ~ 2520MHz	EG, EI, EJ, EU	-152	4kHz	RR 5.407 대상 : ARG
2500 ~ 2520MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -128 5°-25° : -128+0.5(♯-5) 25°-90° : -118	1MHz	RR 5.403 <RR 9.21/C>
2500 ~ 2520MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -128 5°-25° : -128+0.5(♯-5) 25°-90° : -118	1MHz	RR 5.403 <RR 9.14>
2520 ~ 2535MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -136 5°-25° : -136+0.75(♯-5) 25°-90° : -121	1MHz	RR 5.403 <RR 9.21/C>
2520 ~ 2535MHz	EG, EI, EJ, EU	0°- 5° : -136 5°-25° : -136+0.75(♯-5) 25°-90° : -121	1MHz	RR 5.403 <RR 9.14>
2516.5 ~ 2520MHz	EC	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.75(♯-5) 25°-90° : -137	4kHz	RR 21.16
2520 ~ 2670MHz	EC, EB, EV	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.75(♯-5) 25°-90° : -137	4kHz	RR 21.16

* : 전파규칙(RR)5.453에 따라 대한민국에서는 5,650 ~ 5,850MHz의 주파수대역을
1차적 기초로 고정업무 및 이동업무에도 분배됨(WRC-2000)

주파수대	업 무 명	제한값(dBw/m ²)	대역폭	비 고
2670 ~ 2690MHz	EC	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.75(꺠-5) 25°-90° : -137	4kHz	RR 21.16
3400 ~ 4200MHz	EC	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(꺠-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 21.16
4500 ~ 4800MHz	EC	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(꺠-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 21.16
5670 ~ 5725MHz	EH	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(꺠-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 21.16 대상 : 5.453 (KOR)*,5.455
7250 ~ 7375MHz	EC, EG, EI, E J, EU	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(꺠-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 21.16
7375 ~ 7450MHz	EC	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(꺠-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 21.16
7450 ~ 7550MHz	EC, EM	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(꺠-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 21.16
7550 ~ 7750MHz	EC	0°- 5° : -152 5°-25° : -152+0.5(꺠-5) 25°-90° : -142	4kHz	RR 21.16
8025 ~ 8400MHz	EW	0°- 5° : -150 5°-25° : -150+0.5(꺠-5) 25°-90° : -140	4kHz	RR 21.16 <'97년 ~ '98년>
8025 ~ 8400MHz	EW	0°- 5° : -150 5°-25° : -150+0.5(꺠-5) 25°-90° : -140	4kHz	RR 21.16 <'99년부터> 대상 : Reg2+J
8025 ~ 8400MHz	EW	0°- 5° : -174 5°-25° : -174+0.5(꺠-5) 25°-90° : -164	4kHz	RR 5.462A <'99년부터> 대상 : Reg1+3 제외 : J

* : 전파규칙(RR)5.453에 따라 대한민국에서는 5,650 ~ 5,850MHz의 주파수대역을
1차적 기초로 고정업무 및 이동업무에도 분배됨(WRC-2000)

주파수대	업 무 명	제한값(dBw/m ²)	대역폭	비 고
8400 ~ 8500MHz	EH	0°- 5° : -150 5°-25° : -150+0.5(θ-5) 25°-90° : -140	4kHz	RR 21.16
10.7 ~ 11.7GHz	EC	0°- 5° : -150 5°-25° : -150+0.5(θ-5) 25°-90° : -140	4kHz	RR 21.16
11.7 ~ 12.2GHz	EC	0°- 5° : -124 5°-25° : -124+0.5(θ-5) 25°-90° : -114	4kHz	RR 5.488 Res. 77
12.2 ~ 12.5GHz	EC RR<5.491>	0°- 5° : -148 5°-25° : -148+0.5(θ-5) 25°-90° : -138	4kHz	RR 21.16 대상 : Reg3
12.5 ~ 12.75GHz	EC	0°- 5° : -148 5°-25° : -148+0.5(θ-5) 25°-90° : -138	4kHz	RR 21.16 대상 : Reg3 + 5.494, 5.496
12.5 ~ 12.75GHz	EB, EV	-111	-	AP30 AN5 Sec3.16 RR 5.493 RR Res.34
12.5 ~ 12.75GHz	EB, EV	0°- 5° : -148 5°-25° : -148+0.5(θ-5) 25°-90° : -138	4kHz	RR 21.16 RR Res. 34 대상 : 5.494, 5.496
15.4 ~ 15.45GHz	EC	-146	1MHz	RR 21.16 <'97년 ~ '98년>
15.45 ~ 15.65GHz	EC	-111	1MHz	RR 21.16 <'97년 ~ '98년>
15.65 ~ 15.7GHz	EC	-146	1MHz	RR 21.16 <'97년 ~ '98년>
15.43 ~ 15.63GHz	EC	0°-20° : -127 20°-25° : -127+0.56(θ-20) ² 25°-29° : -113 29°-31° : -136.9+25log(θ-20) 31°-90° : -111	1MHz	RR 21.16 <'99년부터>

ES : Inter-satellite

주파수대	업 무 명	제한값(dBw/m ²)	대역폭	비 고
17.7 ~ 18.1GHz	EC	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
18.1 ~ 18.3GHz	EC, EM	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
18.3 ~ 19.7GHz	EC	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
21.4 ~ 22.0GHz	EB, EV	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 5.530 RS525 An Sect III RS33.2.1
22.55 ~ 23.55GHz	ES	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
24.45 ~ 24.75GHz	ES	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
25.25 ~ 27.5GHz	ES	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
27.5 ~ 27.501GHz	EC	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 5.538 RR 21.16 <'97년부터>
31.0 ~ 31.3GHz	EH	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
31.8 ~ 32.3GHz	EH	0°- 5° : -120 5°-25° : -120+0.75(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16 <2000.6.3부터>
32 ~ 33GHz	ES	0°- 5° : -135 5°-25° : -135+(θ-5) 25°-90° : -115	1MHz	RR 21.16 <2000.6.3부터>
34.7 ~ 35.2GHz	EH	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5(θ-5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16 대상 : 5.549

주파수대	업 무 명	제한값(dBw/m ²)	대역폭	비 고
37.0 ~ 37.5GHz	EH	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5($\frac{1}{3}$ -5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
37.5 ~ 38.0GHz	EC, EH	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5($\frac{1}{3}$ -5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
37.5 ~ 40.0GHz	EC	0°- 5° : -127 5°-25° : -127+0.5($\frac{1}{3}$ -5) 25°-90° : -117	1MHz	Res. 84
38.0 ~ 39.5GHz	EC	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5($\frac{1}{3}$ -5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
39.5 ~ 40.5GHz	EC, EG, EI, E J, EU	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5($\frac{1}{3}$ -5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16
40.5 ~ 42GHz	EC, EB, EV	0°- 5° : -115 5°-25° : -115+0.5($\frac{1}{3}$ -5) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16 <2000.6.2부터>
42 ~ 42.5GHz	EC, EB, EV	0°- 5° : -127 5°-20° : -127+(4/3)($\frac{1}{3}$ -5) 20°-25° : -115+0.4($\frac{1}{3}$ -20) 25°-90° : -105	1MHz	RR 21.16 <2000.6.2부터>
54.25 ~ 56.9GHz	ES	-147	100MHz	RR 5.556A <'99년부터>
56.9 ~ 57GHz	ES	-147	100MHz	RR 5.558A <'99년부터>
57 ~ 58.2GHz	ES	-147	100MHz	RR 5.556A <'99년부터>
59 ~ 59.3GHz	ES	-147	100MHz	RR 5.556A <'99년부터>
116 ~ 122.25GHz	ES	-148	1MHz	RR 5.562C <'99년부터>
174.8 ~ 182GHz	ES	-144	1MHz	RR 5.562H <'99년부터>
185 ~ 190GHz	ES	-144	1MHz	RR 5.562H <'99년부터>

주파수대	지역	서비스	제한값 관련 규정	보호대상
11.7 ~ 12.1GHz	1	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.1.1d	Reg.2(Note 4) 제외국가 : RR837/RR5.486
12.1 ~ 12.2GHz	1	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.1.1d	Reg.2 중 RR842/RR5.489 (Note 4)
11.7 ~ 12.2GHz	1	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.1.1d	Reg.1+3 (Note 4)
11.7 ~ 12.2GHz	1	EB, EV	AP30 AN1 Sect.6 AP30 4.1.1e	Reg.2의 FSS (Note 7)
12.2 ~ 12.5GHz	1	EB, EV	AP30 AN1 Sect.3 AP30 4.1.1c	Reg.2의 BSS Plan + AR4 (Note 7)
12.2 ~ 12.5GHz	1	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.1.1d	(Note 4)
12.2 ~ 12.5GHz	1	EB, EV	AP30 AN1 Sect.6 AP30 4.1.1e	Reg.3의 FSS (Note 7)
12.5 ~ 12.7GHz	1	EC	AP30 AN4 AP30 7.1	Reg.2의 BSS Plan (Note 7)
11.7 ~ 12.2GHz	2	EC	AP30 AN4 AP30 7.1	Reg.1+3의 BSS Plan (Note 7)
12.2 ~ 12.5GHz	2	EB, EV	AP30 AN1 Sect.3 AP30 4.2.3a, AP30 4.2.3b	Reg.1의 BSS Plan+AR4 (Note 7)
12.2 ~ 12.5GHz	2	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.2.3d	(Note 4)
12.2 ~ 12.5GHz	2	EB, EV	AP30 AN1 Sect.6 AP30 4.2.3e	Reg.3의 FSS (Note 7)
12.5 ~ 12.7GHz	2	EB, EV	AP30 AN1 Sect.3 AP30 4.2.3f	Reg.3의 non-planned BSS (RS33) (Note 7)
12.5 ~ 12.7GHz	2	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.2.3d	Reg.3 및 RR848/RR5.494 RR850/RR 5.496 (Note 4)
12.5 ~ 12.7GHz	2	EB, EV	AP30 AN1 Sect.6 AP30 4.2.3e	Reg.1+3의 FSS (Note 7)
12.5 ~ 12.7GHz	2	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.2.3d	Reg. 2 (Note 4)
11.7 ~ 12.1GHz	3	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.1.1d	Reg.2 (Note 4) 제외국가 : RR837/RR5.486
12.1 ~ 12.2GHz	3	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.1.1d	Reg.2중 RR842/RR 5.489 (Note 4)
11.7 ~ 12.2GHz	3	EB, EV	AP30 AN1 Sect.4 AP30 4.1.1d	Reg.1+3 (Note 4)
11.7 ~ 12.2GHz	3	EB, EV	AP30 AN1 Sect.6 AP30 4.1.1e	Reg.2중 FSS (Note 7)
12.2 ~ 12.5GHz	3	EC	AP30 AN4 AP30 7.1	Reg.2 중 BSS Plan (Note 7)
12.2 ~ 12.5GHz	3	EC RR845/5.491	AP30 AN4 AP30 7.1	Reg.1중 BSS Plan (Note 7)
12.5 ~ 12.7GHz	3	EC, EB, EV (non-planned)	AP30 AN4 AP30 7.1	Reg.2 중 BSS Plan (Note 7)

※ 자료 : 2002-2 SRS CD

4. 국제등록 신청현황 및 우리의 대응방안

2002년도 우리나라의 신규 국제등록 현황은 <표3.1.4>에서 알 수 있듯이 정지궤도위성(GSO)에 대해 DACOMSAT-1 등 21개 위성망 사전공표자료(API), KOREASAT-1 등 33개의 조정공표(Coordinations)가 있었으며, 지구국은 KUMSAN-7A 등 8개 지구국이 통고가 완료되었다. 통고가 완료된 정지궤도 위성망은 없었으며, 비정지궤도 위성망에 대한 공표내용도 없었다.

<표 3.1.4> 2002년 우리나라 국제등록 공표건수

정지궤도위성		지구국(N)	합계
API	C		
21	33	8	62

정지궤도 위성망의 국제등록 공표 건수는 54개 위성망으로 상당히 많은 신청이 있었으나 DACOMSAT-1 등 19개 위성망은 사전공표와 조정공표가 2002년에 동시에 이루어진 상황으로 실질적으로는 35개의 정지궤도 위성망이 신규로 조정공표가 이루어진 상황이고 35개 위성망 중 일부는 기존에 등록을 완료하였거나 신규로 등록을 추진 중에 있는 위성망 제원의 변경 및 추가를 위한 것이다.

국제적인 공표내용은 <표3.1.5>에서 알 수 있듯이 정지궤도 위성망은 439개의 사전공표와 662개의 조정공표 및 345개의 위성망에 대한 통고가 이루어 졌으며, 비정지궤도 위성망은 43개의 사전공표자료, 18개의 조정공표 및 160개의 통고가 이루어 졌고, 지구국은 697개의 통고가 이루어진 상황이다. 우리나라의 등록 현황에서 언급했듯이 국제등록 공표내용 중 상당부분은 운영 또는 계획중인 위성망 제원의 변경 및 추가내용으로 볼 수 있으나 미루어 추측한다면 세계 각 국에서 상당히 많은 수의 위성망에 대한 등록을 계획하고 있는 것으로 판단된다. 물론, 이러한 조정공표의 수는 내면적으로 고찰해 볼 때 그리 중요한 수치는 아니다. 왜냐하면, 세계 각 국의 등록신청 내용 중 상당부분은 구체적인 사용계획이 있다기보다는 그 나라 또는 위성망 사업자에 있어서 반드시 확보되어야 하는 위성망의 국제등록을 효과적으로 추진하기 위한 전략의 일환으로 추정되며 실제 신청내용 중 일부가 국제등록을 완료하기 때문이다.

이러한 환경 하에서 우리나라의 위성망 국제등록을 효율적으로 추진하기 위해서는 앞장에서 언급한 비용회수 문제 등 국제등록 절차 및 방법에 대한 계속적인 분석 및 보완, 위성망으로부터 전력속밀도 제한값에 대한 분석 TOOL의 마련 등 간섭영향 분석과 이의제기를 위한 TOOL의 개발 및 보완은 물론, 관련 국제회의 참여를 통한 다른 나라 추진동향 등을 적기에 파악하여 대처함으로서 우리나라의 국익을 보호받을 수 있을 것으로 판단된다.

<표 3.1.5> 2002년도 국제등록 공표건수

회보No	정지궤도위성				비정지궤도위성				지구국 (N)	합계
	API	C	N	Res49	API	C	N	Res49		
2484	17	53	31		3	3	35		4	146
2483	26	36	28				6		8	104
2482	20	58	51		2	2	9		14	156
2481	6	50	24		4		14		8	106
2480	27	42	13				17		15	114
2479	8	31	14		4	1	6		33	97
2478	16	27	14		1	4	12		26	100
2477	21	32	24			3	12		18	110
2476	16	9	12		10		6		50	103
2475	45	17	5				10		20	97
2474	17	36	12			2	8		8	83
2473	6	3	11				1		27	48
2472	18	33	5						36	92
2471	9	19	2		5				58	93
2470	25	24	1	3				1	42	96
2469	7	32	2	37	8		4	2	37	129
2468	14	12	1	19	1				40	87
2467		19	2	7					23	51
2466	23	13	4	1					36	77
2465	27	18	10		2				38	95
2464	19	16	2		3	1			35	76
2463	37	35	14			1			27	114
2462	10	13	2				2			27
2461	1	11	22			1	6		4	45
2460	24	23	39				12		90	188
계	439	662	345	67	43	18	160	3	697	2434

제2절. 고정위성업무와 방송위성업무간의 주파수 공유 연구

위성에 관한 이용분야가 확대되고 일반화되어 이용이 증가함에 따라 제한된 위성궤도 및 주파수 등의 위성 전파자원을 효율적으로 사용해야 하는 과제에 직면하게 되었다. 위성 전파자원의 확보는 국가 경제와 직결되는 사항으로 세계 각국에서는 위성 전파자원의 확보를 위해 전력을 기울이고 있는 실정이다.

2000년에 터키 이스탄불에서 개최된 세계 전파통신회의(WRC-2000)에서, 1지역(유럽, 아랍 및 아프리카 지역) 및 3지역(우리나라가 포함된 아시아 및 오세아니아 지역)의 방송위성 계획이 개정됨에 따라 국제 전기통신연합 전파부문(ITU-R)에서는 전파규칙(RR)의 방송위성 관련 규제 절차와 공유기준을 적절히 개정하기로 하였다. 이에 차기 WRC회의인 WRC-2003 의제 1.27로 채택하여 ITU-R의 Working Party(WP) 4A 및 WP6S에서 11.7~12.7GHz 주파수대역에서의 고정위성업무(Fixed Satellite Service, FSS)와 방송위성업무(Broadcasting Satellite Service, BSS)간의 공유를 위한 기술기준 개정 논의가 이루어지고 있으며, 우리나라의 경우 무궁화 위성을 이용하여 통신 및 방송위성 서비스 중이므로 이에 대하여 적절한 대응이 필요하다.

본 연구에서는 12GHz 대역에서 통신위성과 방송위성 서비스간의 주파수 및 궤도의 공유연구를 위해 보호대상 안테나크기, 수신안테나 패턴, 우리나라 방송위성망의 영향 및 인접 방송위성망의 영향을 분석하였다. ITU-R 관련 연구반의 FSS와 BSS간의 주파수 공유에 관한 연구에 참여하여 우리나라의 위성망에 미치는 영향을 설명하는 등 대응 방안의 마련과 아울러 원활한 주파수 자원의 이용이 이루어질 수 있도록 하고자 하였다.

1. ITU-R 연구 동향

11.7~12.7GHz 주파수 대역은 전 세계 지역별로 분배 내역이 달라 각 지역의 이해관계가 첨예하게 대립되고 있다.(표 1 참조)

표 3.2.1 ITU의 방송위성 주파수 분배

계 획	지역	주파수 (GHz)	년도
BSS	1	11.7 ~ 12.5	1977
FSS		12.5 ~ 12.75	
BSS	3	11.7 ~ 12.2	1977
FSS		12.5 ~ 12.75	
BSS	2	12.2 ~ 12.7	1983
FSS		11.7 ~ 12.1 12.7 ~ 12.75	
Feeder link	2	17.3 ~ 17.8	1983/85
FSS		17.8 ~ 18.1	
Feeder link	1, 3	14.5 ~ 14.8*	1988
Feeder link	1, 3	17.3 ~ 18.1	1988

※ 1, 3지역의 Feeder link 14.5 ~ 14.8GHz대역에서 유럽 지역은 제외

표 1에서 볼 수 있는 바와 같이 3지역의 위성방송용 주파수대역이 1지역과 2지역에서는 고정위성통신에 일부가 사용되고 있는 반면, 3지역이 위성통신용으로 쓰고있는 주파수대역을 1지역 또는 2지역에서는 위성방송용으로 사용하고 있음에 따라 두 업무간의 공유방안에 대한 연구가 필요하다. 고정위성업무와 방송위성업무간의 공유를 위한 기술기준 개정에 관한 논의는 ITU-R의 관련 연구반을 중심으로 진행 중에 있다.

1지역의 11.7~12.5GHz와 3지역의 11.7~12.2GHz의 방송위성계획을 개정하면서, 차기 WRC회의(WRC-2003)까지 12.2~12.7GHz를 이용하는 2지역(북남미지역)을 포함하여, 같은 주파수대역에 1차 업무로 분배되어있는 다른 업무와의 양립성을 위한 적절한 공유기준을 검토하도록 하였다. 이 검토는 11.7~12.7GHz의 방송위성과 통신위성의 위성궤도와 주파수의 독점을 방지

하며, 운용 또는 계획된 서비스에 불필요한 제약을 주지 않는 효율적인 공유 방안이 마련되어야 한다는 취지이다.

WRC-2003 의제 1.27은 결의 540(WRC-2000)과 결의 735 (WRC-2000)에 따라 관련 규제절차와 전파규칙 부록 30 (BSS) 및 부록 30A(BSS feeder links)의 관련 조항에 명시된 공유 기준을 ITU-R 관련 연구반에서 연구하여 필요하면 적절히 수정하는 것이다. 결의 540 (WRC-2000)은 전파규칙 부록 30/30A와 이와 연관된 전파규칙 9 및 11조의 규정에 명시된 규제 절차와 관련 공유기준의 연구 및 적용 검토를 촉구하고 있다. 관련 공유기준으로는 결의 540의 부속서(BSS로부터 FSS 보호기준), 부록 30의 부속서 1(같은 지역의 BSS 보호기준) 및 부록 30의 부속서 4(다른 지역의 FSS 또는 BSS로부터 BSS 보호기준) 등이 있다.

한편, 결의 735(WRC-2000)는 방송위성업무 및 고정위성업무 (지구대 우주) 또는 지상업무에 분배된 주파수 대역에서 방송위성업무 송/수신 지구국과 지상국간 공유기준 연구를 수행토록 하고 있다.

ITU-R에서는 통신위성업무와 방송위성업무간의 공유 연구를 위하여 통신위성업무 관점에서의 연구는 WP4A, 방송위성업무의 관점에서 연구는 WP6S에서 수행하고 WP6S회의가 열리지 않는 시기에도 e-mail을 통하여 상호의견을 교환할 수 있도록 WP6S 산하의 Special Rapporteur Group 12(SRG-12)를 구성하여 관련 연구를 수행하였다. 또한 WP4A와 WP6S의 결과를 함께 검토하기 위하여 joint 회의도 개최하였다.

방송위성 관련자들의 입장에서는 결의 540의 부속서의 BSS의 pfd mask를 완화하는 방향이 검토되고 있다. 이를 위해 보호대상 안테나 크기, 안테나 패턴, 및 간섭잡음허용치 등에 관한 논의가 이루어지고 있다. 물론 이러한 일련의 조치는 BSS의 출력을 높일 수 있는 반면에 FSS 시스템들은 추가간섭을 수용해야 한다. 통신위성 관련자 입장은 부록 30의 부속서4의 FSS pfd mask완화를 통하여 FSS의 출력 증가를 허용할 것을 주장함에 따라 BSS시스템들은 이에 따른 추가 간섭을 수용하는 것이다.

가. 결의 540 부속서의 BSS의 pfd mask 완화

1) 보호대상 안테나 크기

WRC-2000에서 FSS와 BSS의 공유를 논의할 때 고려한 FSS 수신안테나 크기는 45cm~11m였다. 그러나, 보호 대상 안테나의 범위를 60cm~1m로 하게 되면 위성 궤도이격 $2^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 사이에 7dB까지 높여서 쓸 수 있다. 물론 이러한 궤도이격 안에서 운영되는 FSS용 45cm안테나는 7dB까지 추가 간섭을 받아들여야 한다. 프랑스를 중심으로 한 1지역 국가들은 보호할 최소 안테나 크기를 60cm로 제안하는 반면에, 우리나라와 일본은 45cm를 주장하고 있으며, 이러한 입장은 CPM회의에서도 합의가 이루어지지 않아 2003년 6월에 개최 예정인 WRC-2003회의에서 격론이 예상된다.

2) 안테나 패턴

기존의 안테나 패턴이 규정된 전파규칙 AP 8대신에, ITU-R 권고 BO.1213과 S.580의 안테나 패턴 적용이 논의되고 있다. 2.4m이하의 안테나의 경우에 ITU-R 권고 BO.1213을 적용하면, 위성궤도 이격 $5^{\circ} \sim 63.6^{\circ}$ 사이에서 BSS가 10.5dB까지 출력을 더 높일 수 있지만 안테나패턴 AP 8을 따르는 FSS 시스템에는 같은 양의 간섭이 추가된다. 2.4m를 초과하는 안테나의 패턴에 ITU-R 권고 S.580을 적용하면, 궤도 이격 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 사이에서 BSS가 2.5dB까지 출력을 더 높일 수 있지만 안테나패턴 AP 8을 따르는 FSS 시스템에는 같은 양의 간섭이 추가된다.

WP6S는 $D/\lambda \leq 50$ 인 안테나의 패턴으로 ITU-R 권고 BO. 1213이 적절한 것으로 간주하나, WP4A는 45cm~240cm 사이에 ITU-R 권고 BO.1213과 같은 공통 패턴의 채택을 위해서는 신중한 검토가 뒷받침되어야 한다. FSS의 duplex(송수신용 VSAT) 안테나를 포함한 다양한 안테나의 측정데이터가 필요하므로, 각국에서 측정데이터를 추가로 제출할 것을 촉구하여, 캐나다, 프랑스, 우리나라에서 추가 제출한 측정데이터를 토대로 검토하였다.

3) 간섭잡음허용치

현재의 4% 잡음증가 허용대신에 $0^{\circ} \sim 11^{\circ}$ 사이의 위성궤도 이격에 6% 간섭을 수용하면 BSS는 1.8dB의 출력증가가 가능하지만 FSS는 같은 양의

간섭을 받아들여야 한다. 11° 이상의 궤도이격시 6%의 잡음증가를 받아들이면 결의540의 부속서1의 pfd mask의 현 truncation을 제거함으로써 10~19dB의 제약을 완화할 수 있으나, 다수의 BSS 에 의한 총체간섭 (aggregate interference)의 위험이 증가한다.

나. 부록 30 부속서4의 FSS pfd mask완화

다른 지역의 FSS로부터 BSS를 보호하기 위하여 현재의 기준인 AP 30의 부속서 4대신에 부속서1을 채택하면 위성 궤도 이격 $0.2^\circ \sim 2^\circ$ 는 4dB, $2^\circ \sim 20^\circ$ 은 9.5dB, $20^\circ \sim 180^\circ$ 은 2.4dB를 FSS 에서 완화할 수 있으나 같은 양의 간섭을 BSS가 받아들여야 한다.

결론적으로 이러한 ITU-R 관련 연구반의 연구 결과를 토대로 WRC-2003 회의에서 기술기준의 개정이 최종적으로 결정될 것이다.

2. 우리나라의 영향 검토 및 대응방안

가. 보호 대상 안테나 크기 검토

1) FSS의 안테나 크기

우리나라는 위성방송 수신안테나로 45cm를 이용하고 있으므로 FSS와 BSS간의 주파수 공유시 최소 안테나 크기를 45cm로 하여야 할 것임을 ITU-R 관련 회의 및 CPM회의에서 적극적으로 입장을 제시하였다.

그림 3.2.1은 공유 연구에 사용된 pfd mask를 함께 나타내어 서로 비교할 수 있게 하였으며, 표 3.2.2는 FSS와 1, 3지역 BSS간의 현행 전파규칙 30에 따른 PFD mask와 개정 제안된 후보 PFD mask에 의한 FSS의 조정 대상위 성망 수를 나타내었다.

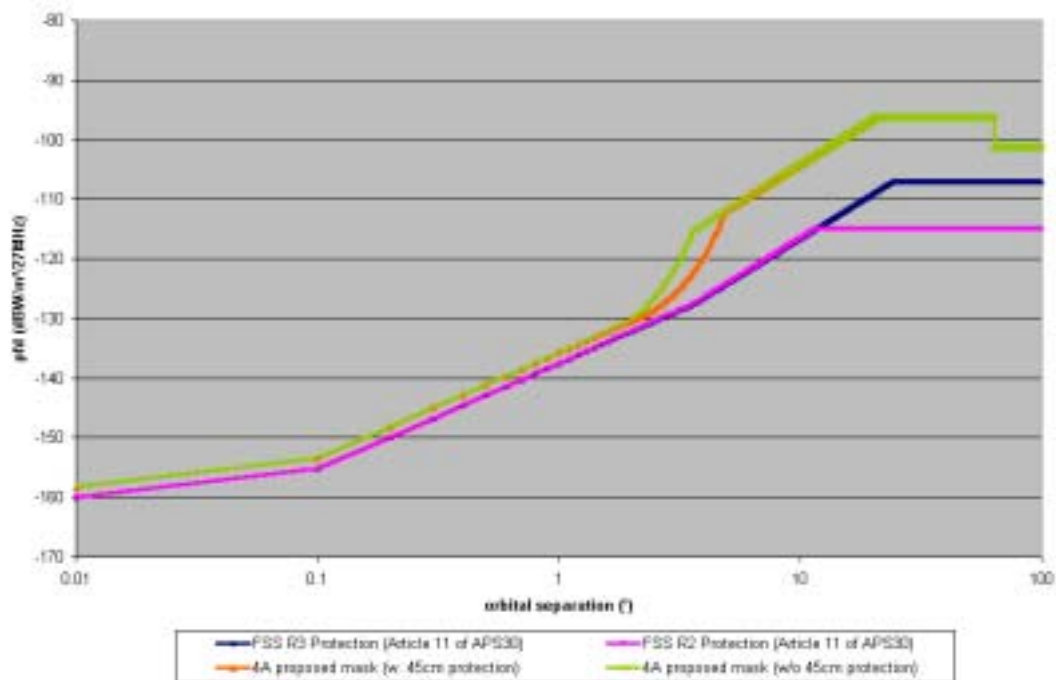


그림 3.2.1 FSS 보호를 위해 공유 연구에 사용된 pfd mask의 비교

표 3.2.2 FSS와 1, 3지역 BSS간의 PFD mask에 따른 FSS 조정대상 위성망

공유 조건	부록 30의 11조 (결의 540의 부속서 1에 따른 현행 pfd mask 적용)	제안된 pfd mask (FSS 45cm)	제안된 pfd mask (FSS 60cm)
1, 3지역 BSS로부터 간섭예상되는 2지역 FSS 수	796	164	160
1, 3지역 BSS로부터 간섭예상되는 3지역 FSS 수	2100	207	205

그림 3.2.1에서 볼 때 45cm 안테나를 고려한 pfd mask를 적용하더라도 현재의 pfd mask 보다는 완화된 규정을 적용하는 것이므로 상대적으로 조정대상 위성망을 줄일 수 있음을 알 수 있다. 또한 표 3.2.2의 결과를 볼 때 FSS의 수신안테나 크기를 45cm로 고려했을 경우 현재의 pfd mask를 적용했을 경우보다는 많은 수의 조정대상 위성망을 줄일 수 있다. 그러나 45cm와 60cm 안테나에 사용된 pfd mask를 비교해 볼 때 FSS의 조정 대상 위성망 수의 차이가 거의 없음을 알 수 있다. 따라서 FSS의 경우에 있어 보호대상 수신안테나 크기를 45cm로 고려한 pfd mask를 채택하여도 조정대상 위성망의 숫자가 현저히 감소함을 알 수 있다.

2) BSS용 안테나 크기

안테나 크기에 따른 BSS의 pfd mask의 검토와 관련하여, 표 3.2.3은 전파규칙 부록 30의 Plan/List된 BSS와 비계획된 BSS 및 FSS간에 공유에 적용될 pfd mask에 의한 BSS의 조정대상 위성빔 수를 나타내었으며, 그림 3.2.2는 공유연구에 고려된 pfd mask를 나타내었다.

표 3.2.3 PFD mask에 따른 BSS의 조정대상 빔 수

공유 조건		부록30의 부속서4 (현행 pfd mask)	제안된 pfd mask (BSS 45cm)	제안된 pfd mask (BSS 60cm)
1지역	1지역 BSS plan중 조정대상 빔 수	4	2	2
	1지역 BSS list중 조정대상 빔 수	264	198	184
	부록4에 따른 등록자료 제출 BBS 중 조정대상 빔 수	643	543	490
2지역	2지역 BSS plan중 조정대상 빔 수	519	428	적용안됨
	부록4에 따른 등록자료 제출 BBS 중 조정대상 빔 수	56	54	적용안됨
3지역	3지역 BSS plan중 조정대상 빔 수	0	0	0
	3지역 BSS list중 조정대상 빔 수	160	123	117
	부록4에 따른 등록자료 제출 BBS 중 조정대상 빔 수	398	360	326

Figure 2 - Pfd masks considered in the study

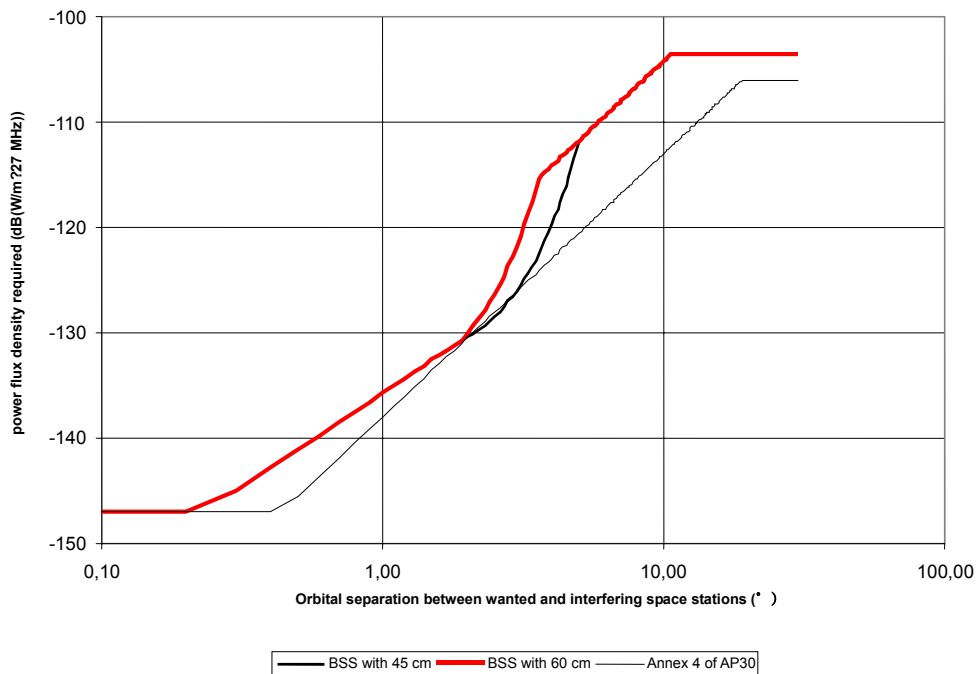


그림 3.2.2 공유연구에 고려된 pfd mask

표 3.2.3을 볼 때 현행 pfd mask에서 45cm 안테나를 보호하는 pfd mask로 개정할 경우 조정대상 빔 수의 감소가 현격함을 알 수 있다. 그러나 45cm 와 60cm 안테나를 보호하기 위한 pfd mask간의 차이는 그다지 크지 않음을 보여준다. BSS의 조정 대상 위성 빔 수의 고려에 있어서 FSS의 경우와 유사한 결론을 얻을 수 있다. 또한 그림 3.2.2에서 볼 때 현행 pfd mask의 완화는 상대적으로 위성 출력을 높게 사용할 수 있음을 의미한다. 앞으로 많은 BSS 위성망이 운용될 것을 고려하면 방송위성의 출력을 적절히 제한하는 것이 총체 간섭량을 적게하는 것이 된다. 따라서 효율적인 위성망 조정을 위하여 pfd mask를 완화하되 60cm 안테나 사용에 따른 pfd mask 보다는 45cm pfd mask가 보다 적절할 것이다.

나. 수신안테나 패턴에 대한 검토

ITU-R의 FSS와 BSS간의 공유기준 검토에 관한 논의에 있어 프랑스는 이 주파수대역에서 새롭게 도입되는 위성망과 기존의 위성망간에 위성망 조정작업을 수월히 할 수 있다는 명목으로, 위성의 PFD를 증가하고, 검토대상의 안테나 크기를 60cm이상만 고려할 것을 주장하고 있다. 또한, 방송위성용 안테나패턴의 측정값을 토대로 작은 크기의 안테나의 경우에 통신위성과 방송위성의 안테나 패턴을 동일한 ITU-R 권고 BO.1213으로 할 것을 제안하고 있다. 그러나 우리나라, 인텔샷, 캐나다 등은 통신위성과 방송위성용 제한값이 현재 서로 다르므로, 같은 것으로 통일하기 위해서는 다각적으로 검토가 이루어져야 하며, 위성방송용 안테나뿐만 아니라 위성통신용의 작은 안테나에 대한 보호도 검토되어야 함을 지적하였다. 한편 우리나라와 일본은 45cm의 위성방송용 안테나가 이미 운용 중에 있으므로 보호해야 한다는 입장이다. 따라서 ITU-R에서는 각 국에서 측정데이터를 추가로 제출할 것을 촉구하며, 수집된 측정데이터를 토대로 하여 검토하기로 하였다.

그림 3.2.3 및 3.2.4의 측정치는 2002년 초에 표준과학연구원에 의뢰하여 측정한 것으로 우리나라에서 이용되는 11.823GHz 및 12.530GHz에서의 위성방송 수신용 45cm 안테나 패턴이다.

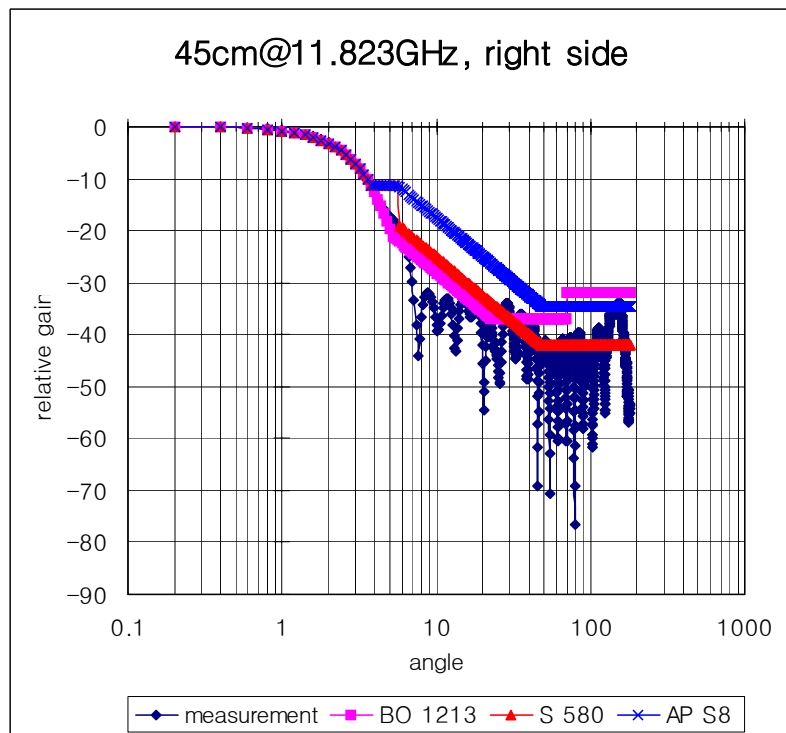
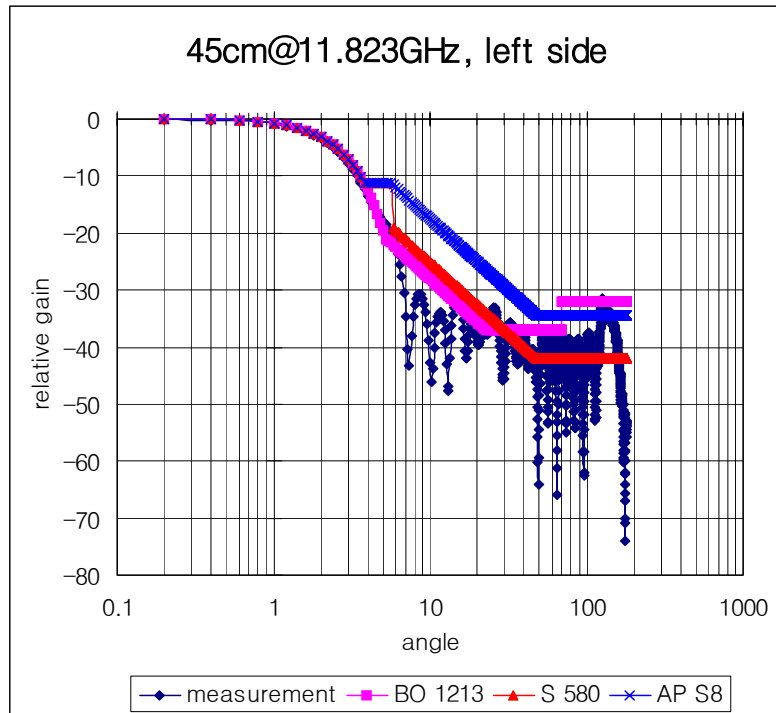


그림 3.2.3. 11.823GHz에서의 45cm안테나 패턴 비교

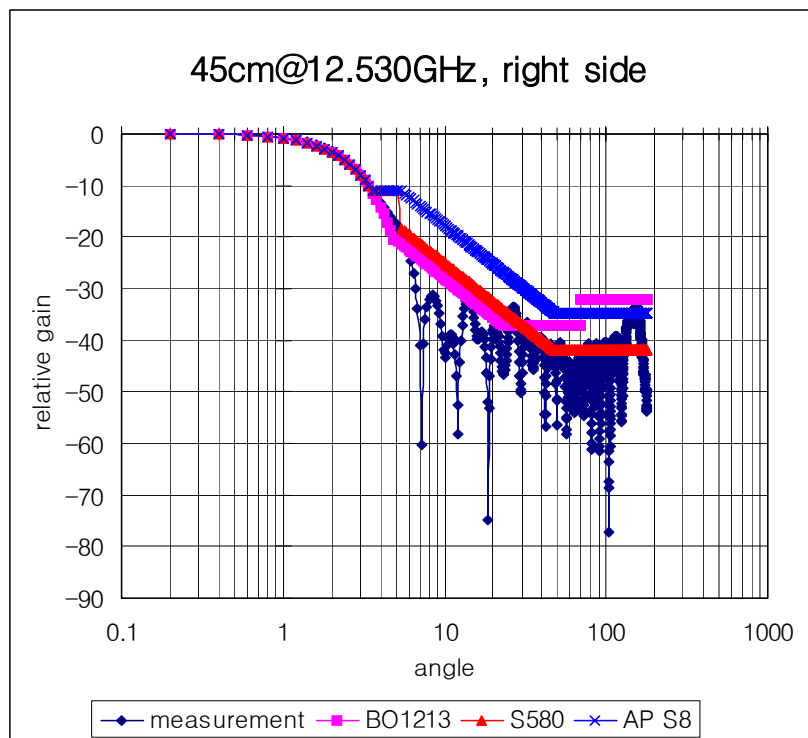
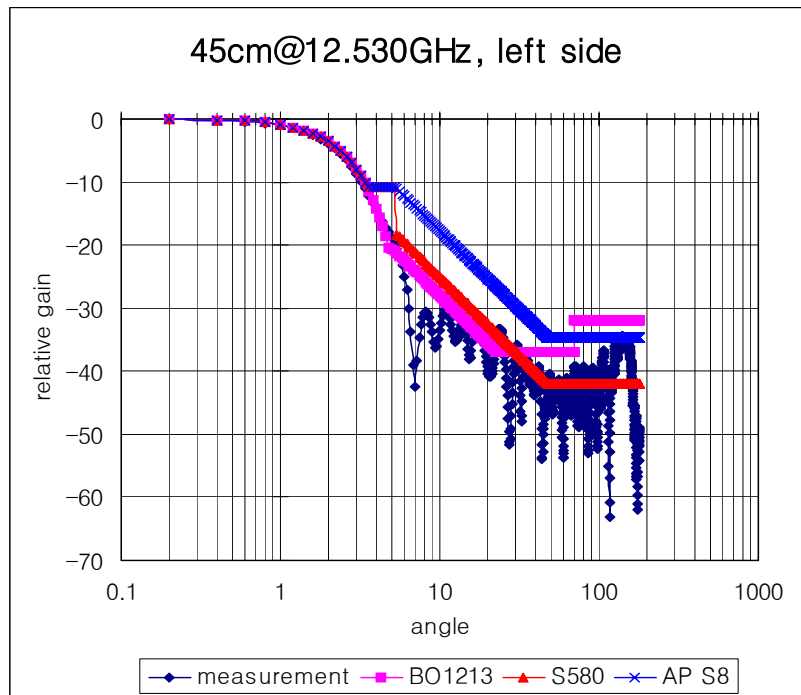


그림 3.2.4 12.530GHz에서의 45cm안테나 패턴 비교

그림 3.2.3 및 3.2.4에서 볼 때 측정 데이터와 ITU-R 권고 BO. 1213, 권고 S.580 및 부록 8과의 비교에서 주 빔(main lobe)에서는 권고 S.580 및 부록 8의 기준을 만족하고 있으며, side lobe 및 back lobe에서는 권고 BO.1213의 기준을 만족하는 것을 볼 수 있다. 이러한 패턴은 현재의 전파규칙은 만족하지만, ITU-R 연구반에서 기술기준 개정을 위해 논의되고 있는 권고 BO.1213의 기준을 주 빔에서는 만족시키고 있지 못하다는 것을 알 수 있다. 따라서 WRC-2000의 방송위성 계획 개정에서 권고 BO.1213을 채택한 것을 감안할 때 우리나라 위성방송 수신안테나 제조업체는 국제기준을 만족시킬 수 있는 안테나 제작에 심혈을 기울여 수출 경쟁력을 키울 필요가 있다.

한편 ITU-R 권고 BO.1213의 안테나 패턴 중 동일극의 안테나 패턴이 정의되지 않을 수 있음을 발견하였다.

동일극 패턴일 때

$$G_{co}(\varphi) = G_{\max} - 2.5 \times 10^3 \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2, \quad 0 \leq \varphi < \varphi_m \quad \text{여기서 } \varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{\max} - G_1}{0.0025}}$$

$$G_{co}(\varphi) = G_1 = 29 - 25 \log \varphi_r, \quad \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r \quad \text{여기서 } \varphi_r = 95 \frac{\lambda}{D}$$

$$G_{co}(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi, \quad \varphi_r \leq \varphi < \varphi_b \quad \text{여기서 } \varphi_b = 10^{(34/25)}$$

$$G_{co}(\varphi) = -5 \text{ dBi}, \quad \varphi_b \leq \varphi < 70^\circ$$

$$G_{co}(\varphi) = 0 \text{ dBi}, \quad 70^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

$0 \leq \varphi < \varphi_m$ 조건을 만족시키기 위해서는 G_1 은 G_{\max} 보다 작아야 하며, $\varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$ 조건을 만족시키기 위해서는 $G_{\max} < (95^2 \times 0.0025) + G_1$ 이 되어야 한다. 만약 위의 조건을 만족시키지 못할 경우 $\varphi_m \leq \varphi_r$ 은 더 이상 정의되지 못하며 따라서 G_1 을 결정할 수 없게 된다. 이러한 경우는 사용 주파수에 따라 다르지만 일반적으로 안테나의 크기가 작을수록, 주빔이 sharp 할수록 발생할 수 있음을 알 수 있다.

다. 방송위성망의 영향 분석

우리나라는 현재 동경 116도의 무궁화 위성을 이용하여 위성방송 서비스 중에 있으나 ITU-R 전파규칙에서 정한 안테나 크기 및 편파와 다르게 운용하고 있다. 따라서 운용중인 우리나라의 위성방송 서비스를 보호하고 향후 원활한 서비스를 제공하기 위해 안테나 크기 및 편파 영향 등을 검토하여 적절히 대처할 필요가 있다. 이에 ITU-R MSPACEG S/W를 이용하여 현재 운용중인 위성방송의 제원과 WRC-2000에서 개정된 위성방송 제원을 이용하여 안테나 크기와 편파에 대한 영향 등을 분석하였다.

MSPACEG S/W를 운용함에 있어 WRC-2000 결정을 토대로 분석 대상 위성망의 궤도로부터 $\pm 9^\circ$ 에 위치한 방송위성망으로부터의 영향을 분석하였다. 표 3.2.4에서는 우리나라 무궁화 위성(동경 116도) 주변의 방송위성 궤도 등록 현황을 나타내었다.

표 3.2.4. 116° 주변의 주요 방송위성궤도 등록 현황

국가명	빔명	궤도 위치	편파	채널	대역폭 (MHz)	비고
중국	CHN19000	122E	CR	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	27(D)	Grouping
중국	CHN20000	122E	CL	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	27(D)	
일본	J10985	109.85E	CR	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	34.5(D)	Grouping
일본	J11100	110E	CR	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	34.5(D)	
일본	J1110E	110E	CR	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	27(A)	
일본	000BS-3N	109.85E	CR	1,3,5,7,9,11,13,15	27(A)	
라오스	LAO28400	122.2E	CR	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	33(D)	
미국	GUM33100	122E	CL	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	27(D)	
미국	MRA33200	121.8E	CL	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	27(D)	
베트남	VTN32500	107E	CR	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	27(D)	
라오스	LST3WOLD	116E	LE	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	33(D)	Grouping
라오스	LST3WELD	116E	LE	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	33(D)	
라오스	LST3COLD	116E	LE	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	33(D)	Grouping
라오스	LST3CELD	116E	LE	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	33(D)	
라오스	LST3NOL1	116E	LE	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	33(D)	Grouping
라오스	LST3NEL1	116E	LE	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	33(D)	
라오스	LST3EOLD	116E	LE	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23	33(D)	Grouping
라오스	LST3EELD	116E	LE	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	33(D)	
한국	KOR11200	116E	CL	2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	27(D)	Grouping
한국	KO11201D	116E	CL	2,4,6,8,10,12	27(D)	
한국	KOR11201	116E	CL	2,4,6,8,10,12	27(A)	
한국	KO11202D	113E	CL	2,4,6,8,10,12	27(D)	

※ CR : 우원형편파, CL : 좌원형편파, LE : 선형편파, D : 디지털, A : 아날로그
grouping은 한 국가가 동일 또는 인접한 궤도에서 여러 가지 빔을 이용할 때
grouping을 하며, 이때 grouping된 두 빔의 동시 운용은 불가능하도록 규정

1) 우리나라 방송위성망의 영향 검토

우리나라는 KOREASAT-1(무궁화 3호) 위성을 이용하여 WARC-77의 방송위성계획에 준하여 동경 116도에서 이미 디지털 위성방송 서비스를 제공하고 있다. WRC-2000에서는 방송위성의 출력 감소 및 위성방송 수신안테나 크기 축소 (90cm → 60cm) 등의 방송위성 계획을 개정하였으나 운용중인 위성을 보호한다는 ITU-R의 방송위성계획 개정 원칙에 따라 116도의 무궁화 위성은 WARC-77의 결정에 따라 고출력 및 90cm 안테나를 사용하는 것을 수용하였다. 그러나 실질적으로 우리나라는 45cm 안테나로 위성방송을 수신하고 있으며, 편파도 ITU에 등록된 좌원형 편파(CL) 대신 선형 편파로 수신하고 있는 실정이다. 우리나라의 현재 운용 상황을 고려한 영향을 분석하였으며, 향후 KOREASAT-2(무궁화 5호)를 이용하여 동경113도에서 방송 위성 서비스를 할 경우 이에 대한 영향도 함께 검토하였다.

가) 우리나라의 현재 운용 상황을 고려한 영향 검토

분석에 사용된 우리나라 방송위성망의 주요 제원은 이하와 같으며, 사용된 채널은 10번 채널(주파수 11900.10MHz)로 하였으며, 채널에 따른 각 test point별 이득을 분석하였다.

o 우리나라 방송위성망의 등록된 주요 제원

- 위성명 : KOREASAT-1 (WARC-77 제원)
 - 빔 명 : KO11201D (디지털)
 - 궤 도 : 동경 116°
 - EIRP : 63.6dBw (채널 2, 4, 6), 63.7dBw (채널 8, 10, 12)
 - 위성방송 수신안테나 크기 : 90cm

- 대역폭 : 27MHz
 - 편 파 : CL (좌원형편파)
- 위성명 : KOREASAT-2 (WRC-2000 List 제원)
- 빔 명 : KO11202D (디지털)
 - 궤 도 : 동경 113°
 - EIRP : 51.4dBw (채널 2, 4, 6, 8), 51.9dBw(채널 10, 12)
 - 위성방송 수신안테나 크기 : 60cm
 - 대역폭 : 27MHz
 - 편 파 : CL (좌원형편파)
- 우리나라 test point
- test point 1 : 동경 126.20 북위 33.00 (마라도)
 - test point 2 : 동경 125.00 북위 34.00 (소흑산도)
 - test point 3 : 동경 129.00 북위 35.10 (부산)
 - test point 4 : 동경 130.80 북위 37.40 (울릉도)
 - test point 5 : 동경 124.60 북위 37.90 (백령도)
 - test point 6 : 동경 128.40 북위 38.40 (거진)

표 3.2.5는 현재 우리나라의 방송위성망의 운용상황을 고려하여 분석한 결과를 나타내었다.

표 3.2.5 현재 운용중인 위성방송 영향 검토

빔 명	test point	margin(dB)			
		PLAN ¹ (90cm,CL)	45cm ² (CL)	45cm ³ (LE)	113E포함 ⁴ (45cm,LE)
KO11201D (궤도 : 116°)	1	8.383	7.587	5.639	-2.925
	2	7.587	7.049	5.785	-2.714
	3	10.425	9.532	7.377	-1.823
	4	8.994	8.096	5.930	-2.809
	5	8.691	8.099	6.628	-2.620
	6	9.716	8.951	7.070	-2.466

표3.2.5에서 1의 경우는 WARC-77에 따라 우리나라에 할당된 제원으로 분석한 것이며, 2는 편파(CL)는 변경하지 않고, 위성방송 수신안테나 크기를 90cm에서 45cm로 변경한 후의 분석 결과이다. 또한 3의 경우는 현재 운용상황을 반영한 것으로 편파를 CL에서 LE로 변경하였으며, 안테나 크기도 45cm로 하여 분석하였다. 1, 2 및 3의 경우는 현재 운용되지 않는 113°의 KOREASAT-2를 포함시키지 않았다. 그리고 4의 경우는 3의 경우와 같은 제원을 가진 동경 116°와 아울러 동경 113°에서 방송위성을 동시에 운용할 경우의 결과를 나타내었다.

표 3.2.5에서 나타난 결과를 볼 때 현재 운용중인 무궁화 3호 위성이 116도에서 표 3.2.5에서 3의 경우와 같이 45cm 안테나의 선형 편파로 수신시에는 1의 실제 계획된 대로 운용할 때보다 이득이 약 3dB 정도 낮게 되며, 2의 경우와 같이 45cm 안테나로 CL 편파를 이용하여 수신할 때보다는 3의 경우가 2dB 정도 낮은 이득을 가짐을 알 수 있다. 이러한 결과로 볼 때 현재 45cm 안테나의 선형 편파로 수신시에는 맑은 날에는 위성방송 수신에 영향이 없으나, 강우나 외부 간섭에 받는 영향은 보다 민감해짐을 알 수 있다. 한편 4의 결과에서 나타난 바와 같이 113도에 방송위성을 운용하게 되면 116도의 무궁화 3호 위성에 심각한 간섭영향이 초래됨에 따라 동경 116도와 113도에서 동시에 방송위성을 운용하는 것은 어려울 것으로 예상된다. 따라서 동경 113도에서는 위성방송용으로 운용하기보다는 큰 안테나를 이용한 통신용으로 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단한다.

나) 우리나라의 향후 운용계획에 따른 영향 검토

WRC-2000회의에서는 1, 3지역의 방송위성 계획 개정을 위해 위성출력과 수신안테나 크기 및 패턴 등 일부 기술 기준을 강화하였으며, 우리나라는 기존 운용중인 6개 채널 외에 추가로 6개 채널을 할당받아 총 12개의 채널을 확보하였다. 12채널에 대한 제원은 다음과 같다.

- 빔 명 : KOR11200 (디지털) (WRC-2000 Plan 제원)
- 궤 도 : 동경 116°
- EIRP : 59dBw (채널 2, 4, 6), 59.1dBw (채널 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)

- 안테나 크기 : 60cm
- 대역폭 : 27MHz
- 편 파 : CL (좌원형편파)

표 3.2.6에서는 WRC-2000에서 개정된 기술기준에 따라 사용할 때의 영향을 분석한 결과를 나타내었다.

표 3.2.6. 향후 운용계획에 따른 영향 검토

범 명	test point	margin(dB)			
		PLAN ⁵ (60cm,CL)	45cm ⁶ (CL)	45cm ⁷ (LE)	113E포함 ⁸ (45cm,LE)
KOR11200	1	6.415	6.008	4.088	-4.286
	2	5.732	5.453	4.215	-4.088
	3	8.408	7.953	5.828	-3.183
	4	6.965	6.507	4.372	-4.184
	5	6.811	6.505	5.061	-3.989
	6	7.765	7.372	5.521	-3.824

표 3.2.6에서 5의 경우는 WRC-2000에서 우리나라에 할당된 제원으로 분석한 것이며, 6은 편파는 변경하지 않고, 위성방송 수신안테나 크기를 60cm에서 45cm로 변경한 후의 분석 결과이다. 또한 7의 경우는 향후에도 현재와 같은 상황으로 위성방송 서비스를 한다는 가정으로 편파를 CL에서 LE로 변경하였으며, 안테나 크기도 45cm로 하여 분석하였다. 5, 6 및 7의 경우는 113°에 방송위성 KOREASAT-2가 운용되지 않는 상황에서 분석되었다. 그리고 8은 7의 경우와 같은 제원을 가진 동경 116°와 아울러 동경 113°에서도 방송위성을 동시에 운용할 경우의 결과를 나타내었다.

표 3.2.6에서의 결과를 볼 때 향후 개정된 기술 기준을 적용한 방송위성 서비스에 있어 6의 경우와 같이 작은 안테나 (60cm → 45cm)를 사용할 경우 0.5dB 이내의 마진 변화를 보이므로 작은 안테나 사용이 큰 문제가 되지 않으리라 판단된다. 그러나 7의 경우와 같이 45cm 안테나 크기로 좌원형편파 대신 선형 편파로 위성방송을 수신시에는 5의 계획된 제원에 따른 이득보다 약 2.5dB 정도 낮아지므로 향후 운용시에도 편파를 달리 쓰는 문제는

신중히 검토할 필요가 있다고 본다. 표 3.2.5에 따른 현재 운용중인 제원과 이득 비교 즉 3과 7의 결과값을 비교할 때 향후 WRC-2000에서 할당된 제원으로 운용할 경우 마진이 약 1.5dB 정도 더 낮음에 따라 강우나 외부 간섭에 더욱 민감해 짐을 알 수 있다. 또한 113°의 위성을 동시에 운용할 경우 앞서의 경우와 마찬가지로 심각한 간섭영향이 있음을 알 수 있다.

2) 인접 방송위성망과의 영향 검토

위성방송 수신안테나로 45cm를 이용할 때 인접위성망과의 영향 검토를 위하여 우리나라의 동경 116°와 일본의 동경 110°에 있는 방송위성망을 이용하였다. 이하에는 영향 분석에 사용된 주요 제원을 나타내었다.

o 우리나라 방송위성망의 등록된 주요 제원

- 빔 명 : KOR11200 (디지털)
- 궤 도 : 동경 116°
- EIRP : 59dBw (채널 2, 4, 6),
59.1dBw (채널 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24)
- 안테나 크기 : 60cm
- 대역폭 : 27MHz
- 편 파 : CL (좌원형편파)

o 일본 방송위성망의 등록된 주요 제원

- 빔 명 : J11100 (디지털)
- 궤 도 : 동경 110°
- EIRP : 58.2dBw (채널 1), 59.2dBw(채널 3, 5, 7),
59.3dBw (채널 9, 11, 13), 59.4dBw (채널 15, 17, 19, 21, 23)
- 안테나 크기 : 60cm
- 대역폭 : 34.5MHz
- 편 파 : CR (우원형편파)

- 일본 test point

- test point 1 : 동경 123.70 북위 24.30
- test point 2 : 동경 142.30 북위 26.40
- test point 3 : 동경 129.30 북위 34.70
- test point 4 : 동경 145.80 북위 43.40
- test point 5 : 동경 145.30 북위 44.30
- test point 6 : 동경 141.90 북위 45.50

분석에 사용된 채널은 우리나라와 일본과의 인접채널의 영향을 평가하기 위하여, 우리나라는 10번 채널(주파수 11900.10MHz)로 하였으며, 일본은 11번 채널(주파수 11919.28MHz)을 기준으로 하여 채널에 따른 각 test point별 이득을 분석하였으며, 표 3.2.7에 우리나라와 일본이 WRC-2000에서 개정된 기술기준에 따라 방송위성을 운용시에 두 인접 위성간의 영향을 검토한 결과를 나타내었다.

표 3.2.7. 우리나라와 일본과의 영향 검토

빔 명	test point	margin(dB)				
		PLAN ⁹	45cm (CL) ¹⁰	45cm (CR) ¹¹	45cm (LE) ¹²	45cm ¹³ (K:CL, J:CR)
KOR11200	1	0.553	-6.115	-	-4.286	-6.115
	2	0.499	-5.959	-	-4.088	-5.959
	3	1.707	-5.077	-	-3.183	-5.077
	4	0.581	-6.052	-	-4.184	-6.052
	5	0.681	-5.929	-	-3.989	-5.929
	6	0.945	-5.775	-	-3.824	-5.775
J11100	1	20.090	-	14.992	-	14.992
	2	22.709	-	16.591	-	16.591
	3	6.032	-	3.165	-	3.165
	4	21.912	-	15.899	-	15.899
	5	21.623	-	15.668	-	15.668
	6	20.248	-	14.899	-	14.899

표 3.2.7에서 우리나라의 경우는 116도 위성과 113도 위성을 동시에 운용할 때의 조건으로 분석하였다. 표 3.2.7에서 9의 경우는 우리나라와 일본이 WRC-2000에서 개정된 기술기준에 따라 방송위성을 운용시의 결과이며, 10의 경우는 일본위성의 제원은 변경하지 않고 우리나라 116도의 방송위성의 안테나크기만을 60cm에서 45cm로 변경한 결과를 나타내었으며, 11은 우리나라 위성의 제원은 변경하지 않고 일본의 110도 방송위성의 안테나 크기만 60cm에서 45cm로 변경한 결과를 나타내었다. 또한 12의 경우는 일본위성의 제원은 변경하지 않고 우리나라 116도의 방송위성의 편파는 CL에서 LE로, 안테나 크기는 60cm에서 45cm로 변경한 결과를 나타내었으며, 13은 우리나라 116도의 위성제원과 일본의 110도 방송위성 제원 중 안테나 크기를 45cm로 동시에 변경하여 분석한 결과이다.

표 3.2.7의 9와 10의 결과에서 볼 때 우리나라는 116도 위성과 113도에서의 위성을 동시에 운용할 때 수신안테나 크기가 계획된 60cm 대신 45cm를 사용할 때 심각한 간섭영향이 초래됨을 알 수 있다. 반면에 앞에서 우리나라 운용중인 위성과 향후 운용될 위성망의 영향 검토에서 안테나 크기의 축소는 (90cm→45cm, 60cm→45cm의 경우) 1dB 이하의 마진의 변화를 보였다. 이러한 차이는 이번 경우에는 113°에서 방송위성망을 운용하는 상황이므로 이로 인한 간섭이 45cm와 같은 작은 안테나를 쓸 경우 side lobe를 통하여 간섭이 많이 유입되는 것이다. 방송위성 계획대로 위성 간격을 6°간격으로 이격할 경우 작은 안테나 사용에 의한 간섭은 크게 문제가 되지 않는다. 그러나 통신위성들은 2°정도의 궤도 이격으로 운용되는 것이 많으므로 이러한 경우에 통신위성과 방송위성의 안테나 크기는 45cm 또는 60cm를 사용하느냐에 따라 큰 차이가 있다.

한편 일본의 경우에 있어 110도의 일본 방송위성이 45cm 안테나로 운용시에 이득이 60cm로 운용할 때 보다 약 6dB 정도로 크게 감소하는데 이것은 일본 위성이 계획 개정시 대역폭이 34.5MHz로 상대적으로 크게 할당받음에 따라 110도의 일본 위성망과 인접한 동경 107도의 베트남 위성이 짝수 채널로 일본과 동일한 편파(CR)로 할당받은 상황이므로 이러한 인접 채널에서의 간섭이 많이 유입된 결과라고 판단한다.

또한 우리나라의 향후 방송위성의 경우에 있어 현재 운용 상황을 고려하여 12의 경우와 같이 편파도 좌원형 편파(CL)가 아닌 선형 편파(LE)로, 안

테나도 45cm로 수신하는 점을 고려하였다. 결과는 오히려 좌원형 편파를 이용할 때 보다 간섭이 2dB정도 완화되는 결과를 알 수 있다. 이는 우리나라의 113도의 방송위성이 116도의 방송위성과 동일 채널, 동일 편파로 할당되어 있음에 따라 상호 간섭이 큰 상황에서 116도의 편파를 LE로 바꿈에 따라 상대적으로 116도에서의 간섭량이 줄어 든 결과다.

또한 우리나라와 일본의 방송위성망에 있어 안테나 크기를 각각 45cm로 설정하여 분석한 결과(10, 11의 경우)와 동시에 45cm 운용했을 때의 결과(13의 경우)를 비교했을 때 각각 45cm 안테나로 수신시에 인접위성망에 의한 간섭이 이미 포함되어 계산되었기 때문에 동시에 45cm 안테나로 수신한 결과도 동일하게 되는 당연한 결과라 할 수 있다.

3. 결 론

11.7~12.7GHz 주파수 대역은 전 세계 지역별로 분배 및 이용기준이 상이하여 각 지역의 이해관계가 첨예하게 대립하고 있는 대역이다. 차기 WRC에서 위성통신과 위성방송간의 주파수 공유를 위한 기술기준 개정 가능성으로 인하여 각 국에서는 자국의 이익을 위해 관련 회의에 입장 제시 및 동향 파악을 적극적으로 하고 있다.

우리나라의 경우에 있어서도 무궁화 위성을 이용하여 통신 및 위성방송 서비스를 제공하고 있으므로 현재 운용중인 무궁화 위성의 통신용 및 방송용 안테나에 대한 실질적인 영향 검토를 위하여 측정 data를 확보, 분석하여 검토결과를 SRG-12, WP4A 및 WP6S 회의에 제출하여 우리나라의 입장을 제시하였다. 또한 2002년 11월에 개최된 CPM회의에서도 우리나라의 방송위성 45cm 수신안테나를 보호하기 위한 입장을 제시하였다.

본 연구에서는 우리나라 방송위성망의 편파의 변경, 안테나 크기 축소 이용 등에 따른 검토를 통하여 운용 중 및 향후 운용될 방송위성망의 영향을 살펴보았다. 2003년 개최 예정인 WRC-2003회의에서는 고정위성업무와 방송위성업무간의 주파수 공유를 위한 전파규칙의 제·개정이 결정될 가능성이 큼에 따라 이러한 연구 결과를 토대로 WRC-2003회의에서 관련 규정이 우리나라의 운용 또는 계획 위성망이 보호받을 수 있도록 적극적인 의견 제시가 필요하다.

제4장. 결 론

본 연구는 크게 우리나라의 지상망 보호를 위한 연구와 위성망 보호를 위한 연구로 나뉘어져 수행되었으며, ITU-R 규정을 분석하고 위성서비스의 주파수 공유에 관한 이슈 사항을 검토함으로써 다른 나라의 위성망으로부터 우리나라의 위성망 및 지상망을 보호할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

다른나라 위성망의 간섭으로부터 우리나라 지상망을 보호하기 위해서는 무엇보다도 ITU-R 관련 규정의 이해가 중요하다는 판단 아래, 지구국 관련 조정 절차에 관한 전파규칙의 규정 즉, 조정영역에 따른 조정 절차(전파규칙 9.17조)와 인접국의 조정 동의에 따른 조정절차(전파규칙 9.21)에 대해 검토하고 이를 정리하였다. 이와 함께 WRC-03 의제로서 ITU-R에서 현재 연구 중인 HD-FSS 주파수 지정과 관련하여, 40GHz 대역에서 HD-FSS와 FS간 간섭영향을 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과, 특정조건에서 FS가 간섭을 받을 수 있음이 확인됨에 따라 이 대역에서 두 시스템의 주파수 공유를 위한 간섭완화기술이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 또한, HEO FSS와 FS간의 주파수 공유와 관련하여, USAKU-H2형 HEO FSS와 우리나라에 위치하는 FS간의 간섭영향을 분석한 결과, 4GHz 대역에서는 -147/-124의 pfd 마스크가, 11GHz 대역에서는 -138/-116의 pfd 마스크가 FS를 보호하는데 적절한 HEO FSS의 pfd 마스크라고 사료된다.

우리나라 위성망 보호 방안 연구는 전파규칙의 관련 규정 해석과 FSS와 BSS간 주파수 공유 기준에 대한 연구로 나뉘어져 수행되었다. 위성망의 국제등록은 위성망을 사용하고 또한 국제적으로 보호받기 위한 필수요구사항이다. 이러한 위성망 국제등록을 효율적으로 추진하고 등록된 위성망을 보호하기 위해서는 비용회수 문제 등 국제등록 절차 및 방법의 개정 내용에 대한 계속적인 분석, 위성망의 pfd 제한값에 대한 분석 TOOL의 마련 등이 요구된다. 또한, FSS와 BSS간의 주파수 공유와 관련하여, 우리나라 BSS의 편파 변경 및 안테나 크기 축소 이용 현실을 반영하여 우리나라 BSS의 영향을 분석하였다. 동경 113°와 116°의 방송위성 제원을 동시에 위성방송용으로 운용시 간섭이 예상되므로 113°의 BSS 제원은 위성방송용으로 사용하지 않는 것이 적절하리라 사료된다. 2003년에 개최되는 WRC-2003에서 FSS와 BSS간의 주파수 공유를 위한 전파규칙의 제·개정이 논의될 것이므로 이

연구 결과를 토대로 우리나라의 의견을 적극 개진함으로써 우리나라의 운용 또는 계획 위성망이 보호받을 수 있도록 하여야 할 것이다.

지상전파자원의 보호와 함께 위성전파자원의 선점 및 확보된 위성전파자원의 보호는 이미 모든 국가들의 중요한 의무가 되었으며, 각국은 이를 위하여 전문 인력 양성을 통한 지속적인 연구 수행 및 대응을 모색하고 있다. 이에 비해서 우리나라는 인식과 관심 부족으로 인하여 인적 자원 측면이나 연구 수행 측면 모두에서 많이 부족한 현실이다. 위성을 이용하는 서비스는 앞으로 지속적으로 증가할 것이고, 그와 함께 지상망 및 위성망 보호 필요성 역시 증가할 것이다. 따라서, 우리나라의 전파자원 확보와 함께 그 보호를 위해서는 이에 대한 지속적인 관심과 노력이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 고정위성업무와 타업무간의 공유에 관한 연구(지상망과의 주파수 공유를 중심으로: 1차년도), 전파연구소 2001년도 연구보고서
- [2] HEO 위성시스템과 지상망간 간섭 분석, 임상희 외 3인, 한국통신학회 추계학술발표회 논문집, 2002.11.23
- [3] ITU의 방송위성 및 통신위성의 기술기준 동향, 성향숙, 전파지, 2002년 1,2월호
- [4] 통신위성업무와 방송위성업무간의 주파수공유에 관한 연구, 박주홍 외 3인, 한국통신학회 하계학술발표회 논문집, 2002.7
- [5] ITU-R JWP4-9S 의장보고서, 2002.4
- [6] ITU-R JWP4-9S 의장보고서, 2001.10
- [7] ITU-R JWP4-9S 의장보고서, 2001.3
- [8] WRC-03 CPM02-2 보고서, 2002.11
- [9] ITU Radio Regulations AP 30, 30A(2002)
- [10] Res. 540 (WRC-2000)
- [11] Rec. ITU-R SF.1484-1
- [12] Rec. ITU-R SF.1573
- [13] Rec. ITU-R S.1328-3
- [14] Rec. ITU-R F.1108-2
- [15] Rec. ITU-R SF.1320
- [16] DNR ITU-R S.[Doc.4/40]
- [17] ITU-R Doc. 4-9S/HEO/MM-1 (일본)
- [18] ITU-R Doc. 4-9S/HEO/PHT-1 (프랑스)
- [19] ITU-R Doc. 4A/470, 2002.4.
- [20] ITU-R WP6S (Doc. 206), WP4A (Doc. 382rev1), 2002.3~4
- [21] Doc. CPM02-2/80-E, 2002.11.2 (프랑스)
- [22] Doc. CPM02-2/51-E, 2002.11.5 (러시아)

<부 록> HDFSS 주파수 후보 대역

1) 상향링크(Uplink)용 후보대역

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
81~86 GHz		현재 기술로는 이용이 불가능한 것으로 보임.	
50.4~51.4 GHz	ITU 전지역에서 이 대역의 일부분을 공중통신용보다는 국가용 FSS (예:국방용)으로 사용하려함. 제 3 지역 1개 국가에서 이 대역을 무선랜(RLAN)용으로 구축	NOT PROPOSED	
47.2~50.2 GHz	<p>이 대역에서 HDFSS형 시스템들이 등록되어 있음.</p> <p>48.2~50.2GHz 부대역(Subband)은 HAPS용으로 지정된 대역과 겹치지 않으므로 HDFSS용 지정이 고려되는 2GHz 크기의 지정대역폭임.</p> <p>FS PP(Point-to-Point) 링크용으로 이용하려고 하고 있음. 제 1 지역에 FS 링크들이 구축되어 있음. 동일 지역내에서 HDFSS 송신단말기(소형 지구국)과 FS간의 공유는 일반적으로 실행가능성이 없음. 그러나 이에 대한 연구는 필요할 수도 있음.</p> <p>HAPS시스템(47.2~47.5GHz와 47.9~48.2GHz 부대역에서 사용하려함)과 HDFSS 시스템간 같은 지역내 주파수 공유는 불가능할 수 있음. WRC-2000에서 몇가지 논의가 있었고 결의 122(WRC-2000 개정)에 따라 연구가 진행 중임. 몇몇 나라들이 47.2~47.5GHz와 47.9~48.2GHz 부대역을 HAPS용으로 사용할 가능성이 있음을 고려할 때, 이들 부대역에 대한 HDFSS 주파수 지정은 제한됨.</p> <p>48.94~49.04 대역도 전파천문학업무가 1차 업무로 분배됨.</p> <p>이 대역의 일부분은 하향링크용으로서의 FSS 분배 연구가 진행 중임.</p>	<p>몇몇 주관청은 48.2~50.2GHz 대역의 전세계적인 HDFSS 지정이 가능하다고 봄.</p> <p>또다른 주관청들은 47.2~50.2 GHz 대역 이 전체의 전세계적인 HDFSS 지정이 적당하지 않은 것으로 봄.</p>	<p><u>47.2~49.2 GHz</u> 대역은 40.5~42.5 GHz 대역에서 운용하는 방송 위성업무의 피더 링크용으로 할당될 예정이므로 주파수 할당 보류</p>

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
42.5~43.5 GHz	<p>이 대역은 WRC-2000에서 HDFSS용으로 지정됨. HDFSS 시스템과 공유의 어려움이 예상될 수 있음. 또한 이 대역은 전파천문업무용으로 분배되어 있으므로 전파천문업무지역 주변의 HDFSS와 HDFSS 시스템은 각각의 운용에 제한을 받을 수 있음.</p> <p>제 1지역에서 42.5~43.5GHz 대역 HDFSS형 시스템들이 잘 운용 중임.</p>	NOT PROPOSED	
30~31 GHz	<p>ITU 전지역에서 이 대역 전체의 사용을 국가용 FSS(예:국방용)으로 제한함.</p>	NOT PROPOSED	
29.5~30 GHz	<p>지상 업무가 1차 업무로 분배되지 않음.</p> <p>이 대역에서 HDFSS 시스템들이 이미 개발 중에 있음.</p>	이 대역은 전세계적으로 HDFSS용으로 적당함.	
29.1~29.5 GHz	<p>제 1 지역 몇몇 주관청들은 29.4525~29.5000GHz 대역에서 HDFSS형 시스템을 구축할 것임.</p> <p>제 2 지역 29.25~29.50GHz 대역에서 GSO-HDFSS 시스템이 개발 중임.</p> <p>비정지 MSS 피더 링크와 HDFSS 시스템간 공유 영향 평가가 필요함.</p> <p>제 1지역 몇몇 주관청들은 29.1000~29.4525GHz에서 FS 시스템의 밀집구축(dense deployment)을 허용하기로 결정하였고, 이미 허가를 내주기 시작했음.</p> <p>동일 지역내에서 FS와 HDFSS간 주파수 공유는 실행 가능성이 없는 것으로 결론내림.</p>	<p>이 대역 일부분은 전세계적으로 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당함.</p> <p>일부 주관청들은 29.4525~29.5000 GHz 대역이 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당하다고 봄.</p> <p>일부 주관청들은 29.25~29.50GHz 대역이 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당하다고 봄.</p>	

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
28.6~29.1 GHz	<p>ITU 전지역의 몇몇 주관청들은 이 대역을 HDFSS용으로 지정한 반면, 다른 일부 주관청들은 이 대역의 일부분만을 HDFSS용으로 지정하였음.</p> <p>ITU 전지역의 몇몇 주관청들은 HDFSS를 운용하기 위해 이 대역 전체에 속해있는 지상 업무시스템의 제한 사용에 관한 규정을 채택하였음.</p> <p>이 대역에서 몇 가지 HDFSS 시스템이 이미 개발 중이고, HDFSS형 시스템들이 등록됨.</p> <p>제 1 지역 몇몇 주관청들은 28.6000~28.8365GHz의 부대역에서 HDFSS형 시스템들을 구축하려고 함.</p> <p>제 1 지역의 몇몇 주관청들은 29.0605~29.1000GHz 부대역에서 FS 시스템의 밀집 구축을 허용하려고 함(이 대역에서 허가를 내주기 시작하였음). 28.8365~29.0605GHz 부대역에서 고밀도 FS 또는 HDFSS를 지역에 따라 허용하려고 함.</p> <p>동일 지역내 FS와 HDFSS간 공유는 일반적으로 실행 가능성이 없는 것으로 결론내림.</p> <p>28.6-29.1 GHz 대역은 S.5.523A의 적용을 받음.</p>	<p>일부 주관청들은 이 28.6~29.1 GHz 대역 전체가 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당하다는 의견을 가짐.</p> <p>일부 주관청들은 28.6000~28.8365 GHz 부대역만 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당하다는 의견을 가짐.</p>	
27.5~28.6 GHz	<p>제 1 지역 몇몇 주관청들은 27.5000~27.8285GHz과 28.4445~28.6000 GHz 대역에서 HDFSS형 시스템을 구축하려고 하고 있음.</p> <p>제 2 지역 28.35~28.60GHz 대역에서 GSO-HDFSS 시스템이 개발 중임.</p> <p>이 대역의 일부에서 HDFSS형 시스템들이 몇몇 등록됨.</p> <p>제 1 지역 몇몇 주관청들은 28.0525~28.4445GHz 부대역에서 FS 응용시스템의 밀집 구축을 허용하려고 하고 있음(이 대역에서 허가를 내주기 시작하였음). 27.8285~28.0525GHz 부대역에서 고밀도 FS와 HDFSS를 지역에 따라 허용하려고 함.</p> <p>FS와 FSS와 관련, 27.50~28.35GHz 부대역에서 S5.537A(결의 122, WRC-2000)에 열거된 주관청들에 의해, HAPS 시스템 계획 구축과 관련된 공유 연구가 수행되고 있음. WRC-2003까지 이들 관련 부대역에 중점을 두어 공유 연구 수행이 요구됨.</p> <p>제 2 지역 27.50~28.35GHz 대역에서 FS응용시스템(LMCS/LMDS)들이 구축되어 현재 운용 중에 있음.</p>	<p>이 대역 일부분은 전세계적으로 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당함.</p> <p>일부 주관청들은 27.5000~27.8285 GHz 대역과 28.4445~28.6000GHz 대역이 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당하다고 봄.</p> <p>일부 주관청들은 제 2 지역 28.35~28.60GHz 대역이 HDFSS용으로 지정이 적당하다고 봄.</p>	

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
27.0~27.5 GHz	제 2·3지역에서만 FSS용으로 분배 제 1 지역과 제 2·3지역(가능하다면)에서 이 대역을 국방을 비롯한 국가용 고정 및 이동업무용으로 사용하려 함. 제 2 지역에서는 FS응용시스템(LMCS/LMDS)들이 구축되어 현재 운용 중에 있음	NOT PROPOSED	24.25~24.75 GHz와 25.5~27.5 GHz 대역은 B-WLL(광대역 무선 가입자망)으로 사용됨. 하지만, 26.7~27.5 GHz 대역은 먼저 무선 CATV 분배용으로 사용하고 향후에는 WLL용으로 사용됨
24.75~25.25 GHz	제 2·3지역 이 대역 FSS는 S5.535에 의해 BSS 피더 링크용으로만 한정됨. 제 3 지역의 1개 주관청에서 이 대역을 2008년까지 무선헌행업무를 1차 업무에 분배하고 있음. 제 1·2 지역에서 FS 응용시스템들이 밀집 구축되어 현재 운용 중에 있음.	NOT PROPOSED	
19.3~19.7 GHz	19.3~19.6GHz 대역(지구-우주)의 FSS의 사용은 비정지 MSS 피더링크으로만 한정됨. 제 1·3지역에서 수많은 FS 시스템들이 운용 중에 있음. HDFSS 상향링크는 FS 시스템 또는 우주-지구방향 FSS 시스템과 같이 쓰일 수 없을 것임.	NOT PROPOSED	대한민국 19.3~19.7 GHz 대역에서 공중통신용 고정업무(전송망 구축 M/W(통신사업자용))가 다른 고정 업무보다 우선권을 가짐.

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
18.1~18.4 GHz	이 대역에서 FSS는 BSS 피더 링크용에만 한정됨. 제 1·3지역에서 수많은 FS 시스템들이 운용 중에 있음.	NOT PROPOSED	<u>18.140~18.148 GHz</u> 대역은 거리 실측용 및 도난 경보용으로 쓰임. <u>18.148~18.580 GHz</u> 대역은 CAT V 방송중계용으로 쓰임.
17.3~17.8 GHz	이 대역에서 FSS는 APS30A에 따라 정지위성망일 경우 BSS 피더 링 크용에만 한정됨. 제 2 지역에서는 GSO 시스템용으로만 한정됨. 제 2 지역에서는 BSS 분배 가 2007년 4월 1일부터 효력 발생(S.5.517). WRC-2003 의제 1.18 내용은 가능한한 제 1 지역, 17.3~17.7GHz 부대 역에 FS를 1차 업무로 분배하는 것을 논의하는 것임. 제 1 지역(유럽지역기구(CEPT) 지역국들의 17.7~17.8 GHz대역)과 제 3 지역에서 수많은 FS 시스템들이 운용 중에 있음.	NOT PROPOSED	<u>17.70~17.74 GHz</u> 대역은 2차 업 무로, 특정 소출력 무선국인 무선 랜으로도 사용가능함. 대한민국 <u>17.74~18.14 GHz</u> 대역 은 공중통신용 고정업무(전송망 구축 M/W(통신사업자용)가 다른 고정 업무보다 우선권을 가짐.

2) 하향링크(Downlink)용 후보대역

주파수 대역	의 건	결 론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
71~76 GHz		현재 기술로는 이용이 불가능한 것으로 보임.	
37.5~42.5 GHz	<p>37~40 GHz과 40.5~43.5 GHz 대역은 HDFS용으로 이미 지정되어 있고(S.5.547) 39.5~42.0GHz 대역은 HDFSS용으로 고려 중임(WRC-2000 결의 84와 S5.547). 제 1·3 지역 37.5~39.5 GHz의 부대역에서 많은 FS 링크가 있고, 40.5~42.5 GHz대역에서 몇몇 주관청들이 HDFS 시스템을 잘 운용 중임.</p> <p>제 1 지역 많은 주관청들은 39.5~40.5 GHz 대역에 HDFSS 시스템을 구축하려함.</p> <p>제 2 지역 38.6~40.0GHz 부대역에 HDFS 시스템이 구축되어 있음.</p> <p>ITU 전지역 40.5~42.5 GHz 대역에 1차 업무로 고정업무, 방송위성업무, 지상방송업무가 공동 분배되어 있음. 이 대역에서 HDFSS 시스템 구축은 방송위성업무시스템의 조정(Coordination)에 제약을 줄 수 있음.</p>	<p>일부 주관청들은 40~42 GHz 대역이 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당하다고 봄.</p> <p>일부 주관청들은 39.5~40.5 GHz 대역이 HDFSS용으로 전세계적인 지정이 적당하다고 봄.</p> <p>제 3 지역 몇몇 주관청들은 37.5~40.0 GHz 대역이 이 지역에서 HD-FSS용으로 적당하지 않다고 봄.</p> <p>최소 40~40.5GHz 대역은 HDFSS 용으로 전세계적인 지정이 적당함.</p>	<p><u>36.500~37.678 GHz</u> 대역과 <u>37.818~38.996 GHz</u> 대역은 국간중계 M/W시스템용으로 사용됨.</p> <p><u>39~40 GHz</u> 대역은 방송프로그램 이동중계업무용으로 사용됨.</p> <p><u>40.5~42.5 GHz</u> 대역은 WLL(무선가입자망, Wireless Local Loop)의 연구개발용으로 쓰일 수 있음.</p>
20.2~21.2 GHz	ITU 전 지역의 많은 주관청에서 국방용을 비롯한 국가용으로 제한함.	NOT PROPOSED	
19.7~20.2 GHz	<p>지상 업무용으로 제한적 사용</p> <p>지상 업무가 지역적으로 분배되지 않음에도 불구하고, S5.524는 44개의 주관청들이 이 대역에 고정 및 이동 업무를 잠재적으로 분배하고 있음을 확인함. 또한 S.5.524는 이들 지상업무 운용이 FSS 우주국의 PFD 제한을 요구하지 않을 것이고, MSS와 FSS로부터의 보호 요구를 이 지상 업무국에게 허용하지 않을 것임을 명시.</p>	이 대역은 전세계적으로 HDFSS 용으로 적당함.	

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황
19.3~19.7 GHz	<p>지구-우주 방향 MSS 피더 링크용에 대한 주파수 분배와 더불어, 우주-지구 방향 MSS 피더 링크용 주파수로도 19.3~19.7 GHz 대역이 분배되었음. 이러한 주파수 분배를 통해 적은 수의 MSS 시스템용 게이트웨이(gateway) 지구국들을 설치하려고 하였음.</p> <p>전세계 많은 국가들이 이 주파수 대역에서 많은 FS 시스템을 이미 운용 중임.</p> <p>17.7~19.7 GHz 주파수 대역은 FS 통신 기간망 구축, 특히 이동통신용 기간망 구축과 광대역 통신업무를 제공하는데 있어 가장 중요함. 이것은 강우 감쇄가 높은 지역의 이동통신용 FS 기간망을 발전시키는데 사용될 가능성이 가장 높은 대역이라는 사실에서 기인함.</p> <p>17.7~19.7 GHz 주파수 대역은 광대역 통신업무를 제공하고, 이보다 낮은 주파수 대역에서는 지구정지궤도상 주파수 분배 과잉을 완화시키고, 이보다 높은 주파수 대역에서는 심각한 강우 감쇄으로 인한 FSS 관련 통신 문제들을 해결하기 위해, FSS에 있어서도 가장 중요함.</p>	NOT PROPOSED	<p>대한민국에서 19.3~19.7 GHz 대역은 공중통신용 고정업무(전송망 구축 M/W(통신사업자용))가 다른 고정 업무보다 우선권을 가짐.</p>
18.8~19.3 GHz (다음면에 계속)	<p>ITU 전 지역의 일부 주관청들은 이 주파수 대역을 HDFSS용으로 지정함.</p> <p>이 대역에 맞는 몇가지 HDFSS 시스템들이 이미 개발 중이고, HDFSS형 시스템들이 등록됨.</p> <p>ITU 전 지역의 몇몇 주관청들은 이 대역에서 HDFSS 시스템을 운용하기 위해 이 주파수 대역 전체에서 운용되는 지상 업무 사용을 제한하는 규정을 채택하였음.</p> <p>제 1 지역 일부 국가들에서는 타 업무와 조정문제가 협의되지 않는다면, HDFSS용 단말기들을 그들의 영토 내에서만 보호 근거없이 운용할 것임. FS와의 공유는 간섭 경감 기술들을 이용하여 해결할 계획임.</p> <p>타 업무의 보호없이 HDFSS 시스템을 운용하는 것에 관한 의견 제의는 적절하지 않다는 의견을 일부 주관청들이 보임.</p> <p>전세계 많은 국가들이 이 주파수 대역에서 많은 FS 시스템을 이미 운용 중임.</p>	<p>일부 주관청들은 이 대역이 전세계적으로 HDFSS용 지정이 적당하다고 봄.</p> <p>또다른 일부 주관청들은 이 대역이 전세계적으로 HDFSS용 지정이 적당하지 않다고 봄.</p>	<p>18.76~18.92 GHz 대역은 자가통신업무용(공공업무용 M/W 통신회선)으로 사용.</p> <p>18.82~18.85 GHz 대역은 해상교통관제용(VTS, Vessel Traffic Service)으로 사용.</p> <p>18.91~18.94 GHz 대역은 해상교통관제용으로 사용됨.</p> <p>18.92~19.10 GHz 대역은 공중통신용 고정업무(전송망 구축 M/W(통신사업자용))가 다른 고정업무보다 우선권을 가짐.</p>

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
18.8~19.3 GHz	<p>17.7~19.7 GHz 주파수 대역은 FS 통신 기간망 구축, 특히 이동통신용 기간망 구축과 광대역 통신업무를 제공하는데 있어 가장 중요함. 이것은 강우 감쇄가 높은 지역의 이동통신용 FS 기간망을 발전시키는데 사용될 가능성이 가장 높은 대역이라는 사실에서 기인함.</p> <p>17.7~19.7 GHz 주파수 대역은 광대역 통신업무를 제공하고, 이보다 낮은 주파수 대역에서는 지구정지궤도상 주파수 분배 과잉을 완화시키고, 이보다 높은 주파수 대역에서는 심각한 강우 감쇄으로 인한 FSS 관련 통신 문제들을 해결하기 위해, FSS에 있어서도 가장 중요함.</p> <p>18.8~19.3 GHz 대역은 S5.523A의 적용을 받음.</p>	▲ ▲	<p>19.10~19.26GHz 대역은 자가통신업무용(공공업무용 M/W 통신회선)으로 사용</p> <p>19.16~19.19 GHz 대역은 해상교통관제용으로 사용함</p> <p>19.26~19.30 GHz 대역은 2차 업무로, 특정소출력 무선국 중 무선랜으로 사용가능함.</p>
17.7~18.8GHz (다음면에 계속)	<p>제 2 지역의 몇몇 국가들에서 18.58~ 18.80 GHz 대역 HDFSS 시스템을 개발 중임.</p> <p>제 1 지역 몇몇 국가에서는 타 업무와 조정협이 되지 않는다면, HDFSS용 단말기들을 그들의 영토 내에서 보호 근거없이 운용할 것임. FS와의 공유는 간섭 경감 기술들을 이용하여 해결할 계획임.</p> <p>보호없이 HDFSS를 운용하는 것에 관한 의견 제의는 적절하지 않다는 의견을 일부 주관청들이 보임.</p> <p>이 대역에서 전세계 많은 국가들이 FS 시스템을 이미 운용중이고 HDFSS형 시스템의 등록도 다수 있음.</p> <p>17.7~19.7 GHz 주파수 대역은 FS 통신 기간망 구축, 특히 이동통신용 기간망 구축과 광대역 통신업무를 제공하는데 있어 가장 중요함. 이것은 강우 감쇄가 높은 지역의 이동통신용 FS 기간망을 발전시키는데 사용될 가능성이 가장 높은 대역이라는 사실에서 기인함.</p> <p>17.7~19.7 GHz 주파수 대역은 광대역 통신업무를 제공하고, 이보다 낮은 주파수 대역에서는 지구정지궤도상 과잉을 완화시키고, 이보다 높은 주파수 대역에서는 심각한 강우 감쇄으로 인한 FSS 관련 통신문제들을 해결하기 위해, FSS에 있어서도 가장 중요함.</p>	<p>몇몇 주관청들은 18.58~18.80GHz 대역이 전세계적으로 또는 제 2 지역에서 HDFSS용 지정이 적당하다고 봄.</p> <p>또다른 일부 주관청들은 이 대역 전체가 전세계적으로 HDFSS용 지정이 적당하지 않다고 봄.</p>	<p>17.7~17.74 GHz 대역은 2차 업무로, 특정소출력 무선국 중 무선랜으로 사용가능함.</p> <p>대한민국에서 17.74~18.14 GHz 대역은 공중통신용 고정업무(전송망 구축 M/W(통신사업자용))가 다른 고정 업무보다 우선권을 가짐.</p> <p>18.140~18.148 GHz 대역은 거리 실측용 및 도난 경보 목적용으로 쓰임</p> <p>18.148~18.580 GHz 대역은 CAT V 방송중계용으로 쓰임.</p> <p>18.58~18.60 GHz 대역은 해상교통관제용으로 사용됨.</p>

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
17.7~18.8GHz	<p>제 1·3 지역 17.7~18.1 GHz 대역은 BSS 피더링크용(지구-우주 FSS)으로 계획 분배됨(AP30A). AP30A 절차에서 보면 BSS 피더링크 지구국들은 Plan에 따라 그들의 서비스 지역 어디에서도 제약없이 운용될 수 있도록 보장됨. List의 피더링크 지구국들은 No. 9.17A(특정 지구국들만 연관된)의 절차가 적용됨에 따라 FSS 수신 지구국들과 동등한 위치에서 공유할 것임.</p> <p>몇몇 주관청들은 제1·3지역 리스트 국가들에서 향후 추가되는 BSS 피더링크의 이용발전에 제약을 가할 수 있다고 보고 있음. 다른 몇몇 주관청들은, 수신 FSS 지구국 주관청의 의견불일치가 있을 경우, No. 11.41의 적용 가능성으로 인해 잠재적인 제약은 극히 제한될 것으로 보고 있음.</p> <p>제 2 지역 17.7~17.8 GHz 부대역은 BSS 피더링크용(지구-우주 FSS)으로 계획분배됨(AP30A). 또한 S5.517에 의거, 17.3~17.8GHz 부대역의 BSS 분배할당은 2007년 4월 1일부터 효력 발생. 이날 이후 FSS 분배는 2차업무로 됨에 따라 HDFSS용으로 부적당하게 됨.</p> <p>이 대역에서 운용될 수 있는 BSS 지구국 피더링크와 비정지 FSS의 게이트웨이(지구-우주)으로부터 간섭을 줄이기 위한 연구가 수행되어져야 함.</p> <p>18.6~18.8 GHz 대역에서 EESS(수동)와 SRS(수동)를 보호하기 위해 S21.16.2(WRC-2000 개정)를 적용함.</p>	▲ ▲	<p>18.58~18.76 GHz 대역은 공중통신용 고정업무(전송망 구축 M/W(통신사업자용))와 자가통신업무용(공공업무용 M/W 통신회선)으로 사용함.</p>

3) 고정위성업무용(우주-지구)으로 분배되지 않은 주파수 중 FSS/HDFSS 다운링크 주파수 후보 대역

주파수 대역	의 건	결 론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
47.2~50.2 GHz (다음 면에 계속)	<p>ITU-R의 많은 주관청들이 이 대역을 BSS 피더 링크와 FSS 상향링크용(HDFSS 상향링크 포함)으로 운용 계획함.</p> <p>이 대역에서 FSS(우주-지구) 주파수 분배가능성은 ITU-R에서 연구함. 가능하다면, FSS(우주-지구) 분배가 HDFSS용의 상향링크보다는 하향링크에 좀더 많은 스펙트럼 지정을 허용할 것임.</p> <p>ITU-R에서 수행된 연구 결과들은 다음과 같음.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 같은 위성에서 양방향(우주-지구 & 지구-우주)으로 같은 주파수 대역을 이용하는 시스템 내부상의 공유는 분배에 관한 새로운 문제가 아님. 공유로 인한 수동 상호변조 문제는 같은 위성에서 현재의 지구-우주 FSS와 새로이 가능한 우주-지구 FSS 분배이용을 하려는 주관청들에 의해 다루어져야 함. - FSS 게이트웨이가 수신 HDFSS 단말기 운용을 보호해야할 의무가 없다는 규정 쪽에 무게가 실린다면, 송신 FSS 관문국과 수신 HDFSS 단말기 사이의 공유는 가능함. 이 경우에 수신 HDFSS 단말기의 설치하는 송신 게이트웨이(수적으로는 적을 것으로 예상되고 수신 HDFSS 단말기에 간섭을 줄수 있는) 주위 4~10km 지역내에서 제한을 받음. 이러한 결론은 비정지 또는 정지 위성과 같이 운용되는 지구국에 유사하게 적용됨. - 지리적으로 같은 지역 내에서 송신 HDFSS 단말기와 수신 HDFSS 단말기(우주-지구 FSS)사이의 공유는 가능하지 않을 것임. 이러한 결론은 비정지 또는 정지 위성과 같이 운용되는 지구국에 유사하게 적용됨. - 같은 주파수 대역에서 서로 반대 방향으로 운용되는 두 개의 서로 떨어져 있는 정지위성망 우주국들의 주파수 공유는 가능함. 초기의 연구는 임의의 조건하에서 공유가 가능하다고 설명하였지만 향후 연구는 공유 가능 조건 내 그리고, 중요 제한조건 외에서 FSS 파라미터들의 특정한 조건을 결정지을 필요가 있음. 필요하다면 현재 규정(즉, No.9.7)들은 우주국들을 조정하는데 적용될 기초를 제공함. 	<p>몇몇 주관청들은 47.5~47.9GHz, 48.20~48.54GHz, 49.44~50.20GHz 대역은 전세계적으로 FSS(우주-지구)와 HDFSS용 분배가 적당하다고 봄.</p> <p>다른 몇몇 주관청들은 이 대역의 FSS(우주-지구) 분배는 두 송신 방향에서 기술적인 제한이 있기 때문에 불가능하고, 그러한 분배는 EESS 운용시 심각한 문제점을 유발할 수 있다고 봄. 따라서, 이 대역은 의제 1.25를 만족시키지 않는다고 봄.</p>	<p>47.2~49.2GHz의 주파수 대역은 40.5~42.5GHz의 주파수 대역에서 운용하는 방송위성업무의 feeder link에 사용하기 위하여 주파수 할당을 보류함</p>

주파수 대역	의 건	결 론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
47.2~50.2 GHz (다음면에 계속)	<p>- 위와 관련된 비정지 우주국에 관한 향후 연구도 요구됨</p> <p>- FS(HAPS 제외)와 송신 우주국(우주-지구 FSS의)간 공유는 적당한 PFD 제한치에 의해 확보될 수 있음. 한 주관청에 의해 제공된 연구결과에 기초하여 다음의 1MHz 기준대역에서 PFD 최대치들은,</p> <p style="padding-left: 40px;">-115 dB(W/m²), $\theta \leq 5^\circ$</p> <p style="padding-left: 40px;">-115+0.5(θ-5) dB(W/m²), $5^\circ < \theta \leq 25^\circ$</p> <p style="padding-left: 40px;">-105 dB(W/m²), $25^\circ < \theta \leq 90^\circ$</p> <p>고정업무를 적절하게 보호할 수 있음. 이들 최대 PFD치들이 FSS에 과도한 제약을 가하거나, 또는 이 제한치를 만족하는 HDFSS 시스템들이 이용 가능하다는 것을 확정짓기 위해 ITU-R에서는 이 연구결과들을 자세히 검토할 것임.</p> <p>덧붙여, HAPS와의 공유 가능성에 관한 의문들이 제기되었고 향후 몇 가지 연구과제가 필요할 것임.</p> <p>HDFSS 수신 단말기(earth station receivers)와 FS국간의 공유에 관한 향후 연구가 필요할 것임</p>	▲ ▲	

주파수 대역	의 건	결 론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
47.2~50.2 GHz	<p>- EESS(지구탐사위성업무)와 FSS(우주-지구)간 양립 가능성 50.2~50.4 GHz 대역 EESS(수동)과 47.2~50.2 GHz 대역 FSS(우주-지구) 서비스 간 공유 연구가 제기되어 왔음. 그러나 여전히 몇가지 점들이 더불어 다루어져야 함.</p> <ul style="list-style-type: none"> · 지구표면에 전파산란(scattering) 일어난 후에 EESS 센서의 주빔으로 들어오는 간섭(ITU-R은 이런 양립 가능성(compatibility) 분석에 사용되는 산란 계수들을 평가할 필요가 있음) · 수동업무 대역에 떨어지는 전력 퍼센티지에 관한 연구에서의 가정(assumption) 조건이 의문시되었음. ITU-R에 의해 고려되는 또다른 Mask는 더 높은 수치를 제안하고 있음. · 강우조건하에서 EESS 수신기로 들어오는 간섭분석을 위해 FSS 위성 운용 영향을 고려할 필요가 있을 것임. <p>- Radio Astronomy(전파천문)와 FSS(우주-지구)간 양립 가능성 48.94~49.04 GHz 대역에서 전파천문업무가 1차 업무로 분배됨. 어떠한 HD-FSS 구축 시스템일지라도 이 대역의 전파천문업무지역을 보호하도록 하여야 함.</p> <p>최대 위성 EIRP 주파수 밀도가 -3dBW/Hz이고 적절한 대역외 방사 마스크(out-of-band emission mask)가 사용된다는 가정 하에서, 47.5~47.9 GHz, 48.20~48.54 GHz, 49.44~50.20 GHz 대역의 FSS(우주-지구) 분배는 RAS(전파천문업무)와 양립이 가능할 것으로 ITU-R에서는 결론 내림.</p>	▲ ▲	

주파수 대역	의견	결론	우리나라의 주파수 이용현황 및 계획
21.4~22.0 GHz	현재 제 1·3 지역에서 21.4~22.0 GHz 대역은 BSS로 분배되어 있음. 이 대역 분배는 결의 507에 따라 미래 분배 계획에 영향을 받음. 덧붙여, 결의 525에서는 현재 쓰이는 업무들을 보호하기 제 1·3지역 BSS는 2007년 4월 1일 이후부터 실시되고, 향후 세계전파통신회의에서 최종적인 규정들을 채택할 것이라고 밝힘. 따라서, 새로운 FSS 분배는 향후 미래 분배 계획을 포함하는 BSS망의 구축에 심각한 제약을 줄 것임.	NOT PROPOSED	21.200~21.625 GHz 대역은 자가통신업무용(공공업무용 통신)으로 사용함. 21.65~22.2 GHz 대역은 공중통신 고정업무용(전송망 구축용)으로 사용함
17.3~17.7 GHz	이 주파수 대역은 전세계적으로 BSS 피더링크(지구-우주 방향)용으로 계획분배됨(APS30A). 이 사항은 S5.516에 따름. 제 2 지역에서는, S5.517에 따라, 이 대역의 BSS 업무 분배에 따른 효력이 2007년 4월 1일부터 발생. WRC-2003 의제 1.18에 따르면, 가능한한 17.3~17.7 GHz 부대역 1차 업무로 FS 분배를 검토할 것을 권유. ITU 전 지역에 걸쳐 무선표정업무가 2차 업무로 분배되어 있음. 또한 S5.514에 명시된 31개 국가들에서는 고정 및 이동업무가 2차 업무로 분배되어 있음.	제 2 지역 이 대역에서 FSS(우주-지구) 분배는 적당하지 않음. 일부 주관청들은 제 1·3 지역 이 대역에 FSS(우주-지구) 분배와 HDFSS용 지정이 적당하다고 봄. 또다른 일부 주관청들은 제 3지역 이 대역에 FSS(우주-지구) 분배가 적당하지 않다고 봄.	