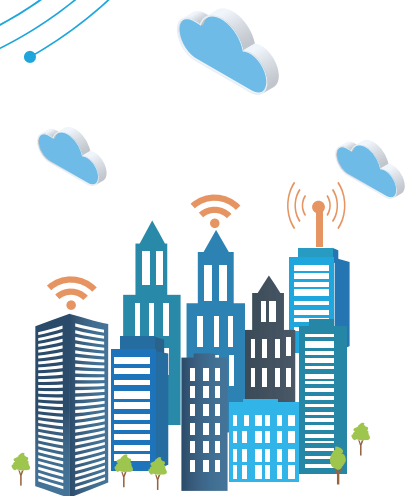


FM 방송 및 무선전력전송 주파수 자원의 효율적 이용방안에 관한 연구



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를 「FM 방송 및 무선전력전송 주파수 자원의 효율적 이용방안에 관한 연구」 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2022. 12. 31

연구책임자 : 허 영 태(기술기준과 전파방송응용담당)
연구 원 : 공 성 식(기술기준과 전파방송응용담당)
서 상 덕(기술기준과 전파방송응용담당)
이 상 빈(기술기준과 전파방송응용담당)

요 약 문

본 보고서는 FM 동기방송망 혼신보호비 기술기준 마련 및 간섭분석 틀 개발 연구, 원거리 무선전력전송을 위한 비접촉식 등 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구, '22년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구, 방송주파수의 간섭분석 및 국제등록 등에 대한 연구내용을 포함하고 있다. 주요 내용은 다음과 같다.

FM 동기방송망 혼신보호비 기술기준 마련 및 간섭분석 틀 개발 연구는 FM 방송주파수의 포화상태를 일부 해소하기 위해 동일주파수망을 재사용하는 동기방송망 기술 도입에 대비하여, 동기방송망의 혼신보호비 기술기준을 랩 실험을 통해 도출하였고 동기방송국간 혼신 분석 등을 간섭분석 틀을 개발하였다.

무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구는 무선전력전송 주파수의 동일·인접대역에서 운용 중인 무선서비스 현황, 국내·외 주파수 및 기술 표준화 동향을 살펴보고, RFID 등 타 무선서비스와의 간섭영향 분석을 통하여 기술기준 마련하였다. 본 연구에서는 무선전력전송 주파수의 동일·인접대역에서 운용 중인 무선서비스 현황, 국내·외 주파수 및 기술 표준화 동향, 타 무선서비스와의 간섭영향 분석 등을 통하여 신뢰성을 높이고자 하였다.

'22년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구는 금년 시·군지역 UHD 도입에 대비하여 금년 UHD 개설 대상 방송국이 안테나를 발주하기 이전에 국립전파연구원이 송신제원을 확보하여, 국내·외 전파월경을 최소화할 수 있는 안테나 송신제원 조정방안을 마련하였다.

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석은 방송국 및 무선전력전송 실험국 허가를 위해 UHD TV 8국, DTV 4국, FM 15국, AM 1국과 비대면 종교 및 문화행사용 FM 실용화시험국 49국, 무선전력전송 실험국 22국 등 총 99국의 주파수에 대해 간섭분석을 실시하였으며 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 FM 17국, UHD TV 1국, DTV 7국, DMB 1국 등 총 26국의 주파수에 대해 국제등록을 추진하였다.

목 차

제1장 서론	1
 제2장 FM 동기방송망 혼신보호비 등 기술기준 선행 연구	5
제1절 연구배경	5
제2절 국외 FM 동기방송망 기술기준 동향	5
제3절 FM 동기방송망 혼신보호비 마련 및 간섭분석 툴 개발 연구	7
제4절 FM 동기방송망 간섭분석 툴 적용 예시 및 현장측정	15
제5절 결론 및 향후계획	32
 제3장 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구	35
제1절 연구배경	35
제2절 비접촉식 무선전력전송	35
제3절 85kHz 전기자동차 무선전력전송 제도 정비	42
제4절 결론 및 향후계획	45
 제4장 '22년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구	49
제1절 연구배경	49
제2절 우리나라 UHD방송 현황 및 개설 계획	49

제3절 UHD 방송의 국내·외 전파유통 최소화 방법	50
제4절 송신제원 사전 조정방안 마련	54
제5장 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록	59
제1절 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석	59
제2절 방송주파수 국제등록	64
제6장 결론	71
[참고문헌]	73



National Radio
Research Agency

표 목 차

[표 2-1] FM 동기방송망 송신기 성능평가 결과	9
[표 2-2] FM 동기방송망 음질평가 기준	9
[표 2-3] FM 동기방송망 혼신보호비 0dB에서 음질평가 결과	10
[표 2-4] FM 동기방송망 혼신보호비 도출 실험 결과	10
[표 2-5] FM 동기방송망 혼신보호비(안)	11
[표 2-6] 대전 방송국과 공주 중계국 간섭분석 결과	18
[표 2-7] 광주 · 전남지역 EBS FM 방송국 허가 현황 (10국)	27
[표 2-8] 극동 동기방송망 송신조건에 따른 측정결과 (요약)	30
[표 2-9] 극동 동기방송망 객관적 측정결과에 따른 복사패턴 필요 감쇠 값	31
[표 3-1] 890-960MHz 대역 주파수 분배 현황	36
[표 3-2] ITU-R 보고서 SM.2505 중 900MHz 대역에서 이용 중인 무선서비스	36
[표 3-3] ITU-R 비접촉식 무선전력전송 주파수(권고 SM.2151)	37
[표 3-4] 간섭영향 연구를 위한 900MHz 대역 비접촉식 무선전력전송 시스템 특성(보고서 SM.2505)	38
[표 3-5] 피간섭원 주파수 및 측정거리	39
[표 3-6] 900MHz 대역 비접촉식 무선전력전송 기술기준 초안	41
[표 3-7] 「대한민국 주파수 분배표」 개정안 / 과학기술정보통신부 고시	43
[표 3-8] 「전파응용설비의 기술기준」 개정안 / 국립전파연구원 고시	44
[표 4-1] 국내 · 외 전파월경	51
[표 4-2] 송신안테나 패널별 수직복사패턴 및 틸트에 따른 전파감쇠 예시	53
[표 4-3] UHD방송국 송신제원 조정안 예시	54
[표 5-1] 최근 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 현황	63
[표 5-2] 방송주파수 국제등록 규정	65
[표 5-3] 방송주파수 국제등록 통고서 양식	66
[표 5-4] 최근 5년간 방송주파수 국제등록 실적	67

그림 목 차

[그림 2-1] FM 동기방송망의 혼신보호비 국제표준 재구성	6
[그림 2-2] FM 동기방송망 혼신보호비 실험 구성도	8
[그림 2-3] FM 동기방송망 혼신보호비(안) 그래프	11
[그림 2-4] 한일 FM 동기방송망 혼신보호비 실험결과 비교	12
[그림 2-5] FM 동기방송국의 지연시간 설정 등 송신제원 입력 화면	13
[그림 2-6] FM 동기방송국망 혼신분석 결과 화면	14
[그림 2-7] FM 동기방송국망 혼신보호비 설정 화면	14
[그림 2-8] FM 동기방송국망 방송면적률 및 혼신면적률 계산 화면	15
[그림 2-9] 대전 방송국 및 공주 중계국 방송구역 圖	16
[그림 2-10] ①현행 일반망(무동기)	19
[그림 2-11] ②동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 0 usec)	19
[그림 2-12] ③동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 52 usec)	20
[그림 2-13] ④동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 62.625 usec)	20
[그림 2-14] ⑤동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 113 usec)	21
[그림 2-15] ⑥동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 0 usec)	21
[그림 2-16] ⑦동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 52 usec)	22
[그림 2-17] ⑧동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 62.625 usec)	22
[그림 2-18] ⑨동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 103 usec)	23
[그림 2-19] ⑩동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 113 usec)	23
[그림 2-20] ⑪동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 123 usec)	24
[그림 2-21] ⑫동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 103 usec, 출력 45 W)	24
[그림 2-22] ⑬동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 103 usec, 출력 10 W)	25

[그림 2-23] ⑬-①동기방송망(지향성, 103 usec, 10 W, 혼신보호비 완화)·····	25
[그림 2-24] ⑭동기방송망(지향성, 113 usec, 45 W, 동쪽 -5dB 감쇠) ·····	26
[그림 2-25] ⑭-①동기방송망(지향성, 113 usec, 45 W, 동쪽 -5dB 감쇠, 혼신보호비 완화)·····	26
[그림 2-26] EBS 방송국(7국)의 방송구역 圖·····	28
[그림 2-27] EBS 방송국(7국)의 FM 동기방송 간섭분석 결과 비교 ·····	28
[그림 2-28] FM 동기방송망 수신품질 현장측정 개요 ·····	29
[그림 3-1] 무선전력전송기기와 이동통신 간의 간섭영향 실험 구성도 ·····	40
[그림 4-1] UHD 지상파 디지털 방송 서비스 현황 ·····	50
[그림 4-2] 안테나 수직복사패턴 틸트 조정 개요 ·····	52
[그림 5-1] 방송국 개설허가 절차·····	60
[그림 5-2] 방송보조국 개설허가 절차 ·····	60
[그림 5-3] 2022년 방송주파수 간섭분석 현황 ·····	61
[그림 5-4] 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 현황·····	62



National Radio
Research Agency





국립전파연구원
National Radio Research Agency

제1장 서론

National
Radio
Research
Agency



제1장 서론

본 연구에서는 FM 방송주파수 포화상태를 해소 및 간섭영향을 최소화하기 위한 FM 동기방송 기술과 비접촉식 무선전력전송 주파수에 대한 산업체의 수요제가 예상됨에 따라 FM 동기방송 혼신보호비 및 비접촉식 무선전력전송 서비스 도입을 위해 기술기준 마련과 우리나라의 방송 및 전파응용설비 허가를 위한 주파수 간섭분석과 방송주파수 보호를 위한 국제등록 추진 등 지상파 방송서비스 등 관련 산업 활성화 및 기반 마련을 위한 연구의 필요성이 제기되었다.

먼저, FM 동기방송망 기술기준 선행 연구는 FM 방송주파수망의 포화상태를 일부 해소하기 위해 동일주파수를 재사용하는 FM 동기방송망 기술 도입에 대비하여 FM 동기방송망의 간섭분석을 위한 혼신보호비 마련 및 간섭분석 툴 개발이 필요하다.

두 번째, 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구는 무선전력전송 주파수의 동일·인접대역에서 운용 중인 무선서비스 현황, ITU, 미국, 일본 등 국내·외 무선전력전송 주파수 및 기술 표준화 동향을 살펴보고, 타 무선서비스와의 간섭영향 분석을 통하여 무선전력전송 주파수 분배 및 기술기준 마련이 필요하다.

세 번째, 우리나라는 지상파UHD 방송의 활성화를 위하여 시·군지역 UHD 방송서비스 도입에 대한 계획을 발표한 바 있다. '22년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구는 금년 시·군지역 UHD 도입에 대비하여 금년 UHD 개설 대상 방송국이 안테나를 발주하기 이전에 국립전파연구원이 송신제원을 확보하여, 국내·외 전파월경을 최소화할 수 있는 안테나 송신제원 조정방안 마련이 필요하다.



마지막으로 방송 및 전파응용설비 주파수 간섭분석과 국제등록은 방송국 허가를 위해 주파수 지정 및 방송국 허가절차에 대한 현황분석과 UHDTV, DTV, FM, T-DMB 등의 주파수 간섭분석이 요구되고 있다. 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 UHDTV, DTV, FM, T-DMB 등의 주파수에 대해 국제등록이 필요하다.



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제2장
FM 동기방송망
혼신보호비 등
기술기준
선행 연구

National
Radio
Research
Agency



제2장 FM 동기방송망 혼신보호비 등 기술기준 선행 연구

제1절 연구배경

FM 라디오 방송은 많은 청취자와 직접 수신율을 유지하고 있으며 다수의 방송사와 기관 등에서 난청 해소와 방송구역 확장 등을 위해 방송국 개설을 희망하고 있다. 그러나 우리나라 FM 라디오 방송국의 허가 건수는 전국 약 470국에 달하며 FM 방송주파수망은 이미 포화상태로 새로운 라디오 방송국 지정을 위한 방송주파수는 부족한 상황이며 FM 라디오 방송의 디지털 전환도 어려운 실정이다. 이러한 FM 라디오 방송망의 포화상태를 해소하기 위해 동일주파수를 재사용하는 동기방송망 기술 도입이 검토되고 있다.

과거 2000년대 초기에 국내의 여러 방송사가 FM 동기방송망 구성을 시도하였으나 당시에는 송신설비의 디지털화가 많이 이뤄지지 않았고 시간 동기화의 기술력 부족으로 동기방송망 구성을 중단하였었다.

현재에는 디지털 기술이 비약적으로 발전하여 송신설비의 성능이 향상되었고, 디지털 오디오와 GPS를 이용한 시간동기화 등 동기화 기술이 발전되어 정밀한 FM 동기방송망 구성이 가능해졌다.

본 연구에서는 FM 동기방송망 기술 도입에 대비해 동기방송국의 허가와 주파수 지정을 위한 혼신보호비 기술기준을 마련하고 동기방송망의 간섭분석 툴을 개발하고자 하였다.

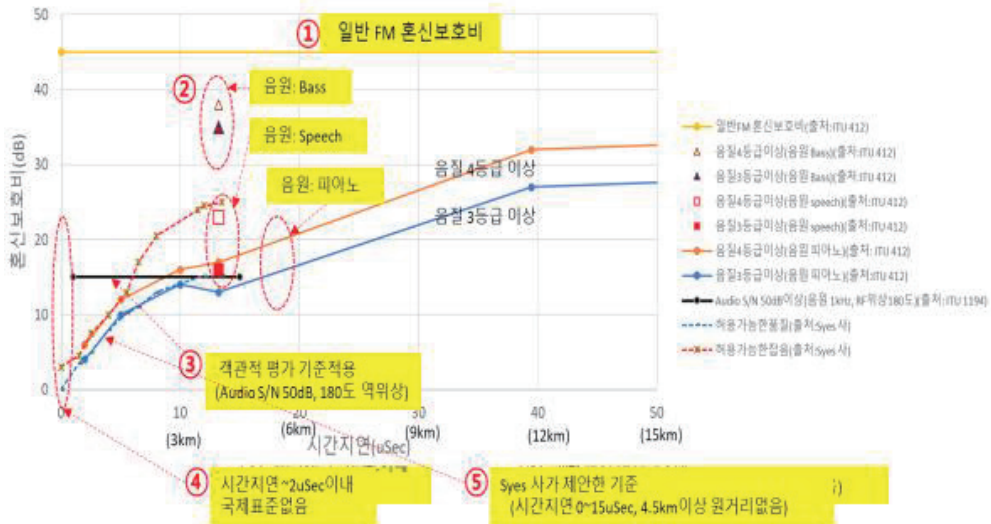
제2절 국외 FM 동기방송망 기술기준 동향

1. ITU 국제표준 동향

ITU BS.412 국제표준에서는 FM 동기방송망에 대해 일부 혼신보호비 기준을

권고하고 있으나, 간섭분석 기준으로 활용하기에는 명확하지 않는 점이 있다.

피아노, Speech, Bass 등 음원에 따라 혼신보호비 권고 기준이 다르고, 송신기 간의 시간지연이 없는 0~2uSec 구간에는 혼신보호비 규정이 없다.



[그림 2-1] FM 동기방송망의 혼신보호비 국제표준 재구성

2. 국외 기술기준 동향

일본의 경우 자국의 전파법 제7조 제5항에 FM 동기방송에 대한 근거를 두고 있으며, 관련 고시인 「기간방송용 주파수 사용계획」에는 동기방송국간의 중심 주파수편이는 2Hz 이내, 최대 주파수편차는 1kHz 이내로 송신성능에 대한 기술기준을 규정하고 있다.

혼신보호비 기준에 대해서는 「전파법관계심사기준(안)」에 동일주파수의 경우 최소 36dB로 규정하고 있으나 FM 동기방송국인 경우 「FM 방송의 두 국에 관한 기술적 조건」에 근거해, FM 방송국 간의 혼신보호비(36dB)의 적용 대상 제외로 하고 있다. 다만, 그 판단에 필요한 수신상황에 관한 자료의 제출을 해당 신청자로부터 요구할 것으로 규정되어 있다.

3. 국외 방송서비스 동향

일본은 라디오 후쿠시마 유한회사, 신에쓰방송(주), 야마나시현 방송 유한 회사, 후쿠이 방송 유한회사 등 다수의 방송사가 FM 동기방송 서비스를 제공하고 있으며, KRY 야마구치 방송의 경우 시모노세키에서 이와쿠니까지 8개 방송국에서 92.3MHz를 사용하고 나카토와 하기와 같은 해 쪽 5개 방송국의 경우 86.4MHz를 사용하여 FM 동기방송국을 개시하였다.

스페인의 경우 마드리드 도시 내 라디오 방송국과 협력으로 3개 방송센터를 FM 동기방송망을 구성하여 마드리드 및 인근 지방자치단체에 서비스를 제공하고 있다.

중국의 경우 베이징, 광둥, 헤이안, 광시 좡족 자치구, 헤이룽장성, 간쑤 등 여러 지역에서 FM 동기방송망을 서비스하고 있으며, 베이징에서는 100.6MHz를 사용하여 5개 방송국을 결합하였으며 헤이룽장성에서는 99.8MHz를 사용하여 5개 고속도로를 중심으로 41개 송신소를 구축하였다.

미국의 GatesAir(Harris) WSUN 방송은 97.1MHz를 사용하여 플로리다주 클리어 워터 도시내 3개 송신소를 결합하여 FM 동기방송 서비스를 제공하고 있다.

제3절 FM 동기방송망 혼신보호비 마련 및 간섭분석 툴 개발 연구

1. FM 동기방송망 혼신보호비 기술기준 개요

혼신보호비(D/U : Desired/Undesired)란 양호한 신호를 얻기 위한 희망파와 간섭파의 전계강도의 차이를 의미하며 방송국 개설허가를 위한 기술심사에서 동일 채널 및 인접채널의 방송국간의 혼·간섭 여부를 판정하는 기준이다.

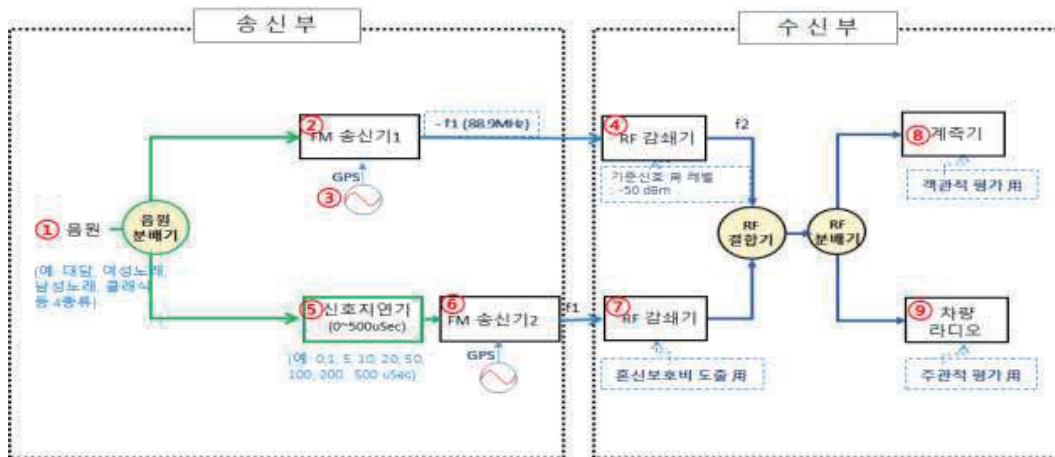
현행 FM 라디오 채널(스테레오←스테레오) 간 혼신보호비 기준은 동일채널일 경우에는 45dB, 상·하위 1차 인접($\pm 200\text{kHz}$) 채널일 경우에는 7dB, 상·하위 2차 인접($\pm 400\text{kHz}$) 채널일 경우에는 -20dB로 규정하고 있다.

FM 동기방송망에서는 동일채널의 두 방송신호간 주파수 편이, 최대주파수 편

차 등 특성이 일치될 경우 동기방송국간에 혼·간섭이 거의 발생하지 않고 상당히 양호한 품질로 수신된다. 따라서 현행 FM 일반망의 동일채널 간의 45dB 혼신보호비 기준을 적용하는 것은 무리가 있으며 동기방송망에서는 동기화 지점이 아닌 그 이외의 지점에서 각 송신소로부터의 방송신호의 도달거리가 다르기 때문에 시간차이에 따른 혼신보호비를 별도로 마련하여야 한다.

2. FM 동기방송망 혼신보호비 도출을 위한 랩 실험

FM 동기방송망의 혼신보호비 도출을 위해 시간지연 기능이 있는 디지털 FM 송신기 2대와 감쇠기, 분배기, 계측기를 연결하여 유선망으로 동기방송망을 구현하였다. 평가음원은 음역대별 다양한 실험을 위해 여성대담, 여성노래, 클래식, 남성노래 등 4종류로 선정하였으며 동일주파수는 88.9MHz로 설정하고 카-라디오를 사용하여 수신환경을 모사하였다.



[그림 2-2] FM 동기방송망 혼신보호비 실험 구성도

랩 실험에 앞서, 두 송신기가 동기방송의 송신성능에 대한 기술적 조건을 만족하는지 성능평가를 실시하였다. 동기방송의 기술적 조건으로 두 송신기간 중심주파수 차이는 최소 0.2Hz 미만, 최대 1Hz 미만으로 최대주파수 편이 차이는

최소 1Hz 미만, 최대 1kHz 미만을 목표치로 설정하였으며, 측정결과 두 송신기간 중심주파수 차이는 1Hz 미만, 최대주파수 편이 차이는 101Hz 미만으로 측정되어 송신성능이 목표치 이내에 해당되었다. 또한, 4종류의 음원의 최대 주파수 편이가 75kHz를 초과하지 않도록 입력신호 세기를 조정하였다.

[표 2-1] FM 동기방송망 송신기 성능평가 결과

구 분		2개 송신기 간의 송신성능	
		중심주파수 차이	최대 주파수 편이 차이
측정결과		1Hz 미만	101Hz 미만
(목표치)	최소	(0.2Hz 미만)	(1Hz 미만)
	최대	(1Hz 미만)	(1kHz 미만)

FM 동기방송망의 지연시간 차이에 따른 음질평가를 위해 두 송신기를 동일레벨로 설정하고 4종류의 음원에 대해 0~500usec 구간의 음질평가를 실시하였다. 음질평가 채점기준은 ITU-R BS. 1284 기준 중 단방향 5등급 채점방식을 적용하였다.

[표 2-2] FM 동기방송망 음질평가 기준

등급	1	2	3	4	5
기준	나쁨	미달	보통	양호	우수

FM 동기방송망의 동일레벨 음질평가 결과 두 신호가 라디오 수신기에 동일레벨로 입력되더라도 두 신호간의 시간지연 차이가 매우 짧으면(0~10usec) 양호한 품질로 평가되었으며, 대담 음원보다는 클래식과 노래 음원이 더 양호하게 평가되었다.

※ 양호품질 구간 : 여성대담 0uSec, 여성노래 0~1uSec, 클래식 0~20uSec, 남성노래 0~10uSec

[표 2-3] FM 동기방송망 혼신보호비 0dB에서 음질평가 결과

평가음원	신호지연 차이(uSec)에 따른 음질평가 (5단계)								
	0	1	5	10	20	50	100	200	500
1. 여성대담	4.0	2.7	2.6	2.3	2.0	2.8	1.8	1.6	1.0
2. 여성노래	3.0	3.0	2.8	2.8	2.5	3.0	2.6	2.4	1.5
3. 클래식	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0	2.0	1.8	1.6	1.0
4. 남성노래	5.0	5.0	4.0	4.0	2.8	2.5	2.0	2.0	2.0

FM 동기방송망의 혼신보호비 실험은 4종류의 평가음원에 대해 두 송신기간의 시간지연 차이를 설정하고 평가자별 음질평가 등급이 양호 기준(3등급)이 되는 레벨까지 신호세기를 가변하여 혼신보호비 값을 도출하였다.

FM 동기방송망의 혼신보호비 실험결과 시간지연이 작은 구간(0~10uSec)에서 신호세기 차가 5dB 이상 요구되고, 시간지연이 큰 구간(100~200uSec)에서 25 dB 이상 필요한 것으로 나타났다. 여성대담, 여성노래, 클래식, 남성노래 등 음원별 혼신보호비는 유사하게 나타났다.

각 평가자에 대한 평가결과를 취합하고 이 중에서 worst case 값을 혼신보호비(안)으로 도출하였다.

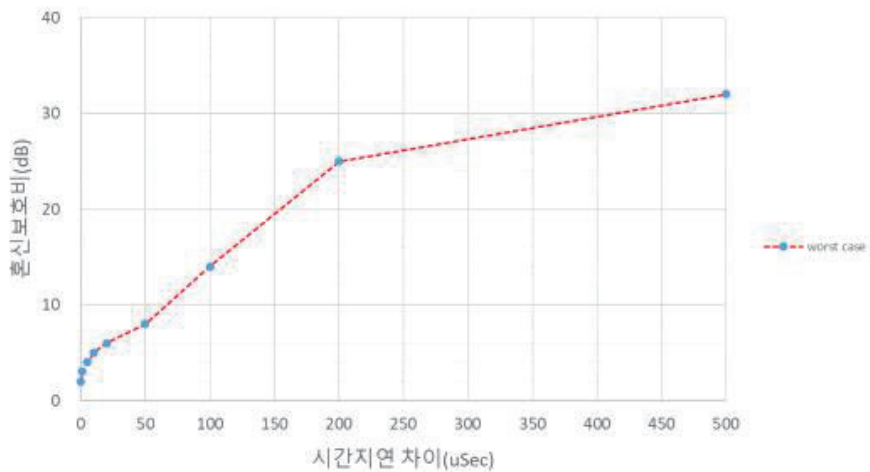
[표 2-4] FM 동기방송망 혼신보호비 도출 실험 결과

음 원	(평가자)	신호지연(uSec)에 따른 음질 3등급일 경우, D/U (dB)								
		0	1	5	10	20	50	100	200	500
1. 여성대담	(A)	0	0	3	4	5	4	12	25	32
	(B)	0	0	4	5	6	4	12	20	32
	(C)	0	0	4	5	6	4	13	23	30
2. 여성노래	(A)	1	2	2	3	3	7	12	18	23
	(B)	1	2	2	3	4	6	10	18	23
	(C)	1	2	2	3	4	6	12	18	23

3. 클래식	(A)	1	3	3	3	4	8	14	24	28
	(B)	1	2	3	3	4	8	14	18	28
	(C)	1	3	3	3	4	8	14	24	28
4. 남성노래	(A)	2	3	3	4	4	8	13	23	24
	(B)	2	2	3	3	4	8	13	23	23
	(C)	2	3	3	4	4	8	14	23	24
Good case		0	0	2	3	3	4	10	18	23
Worst case		2	3	4	5	6	8	14	25	32

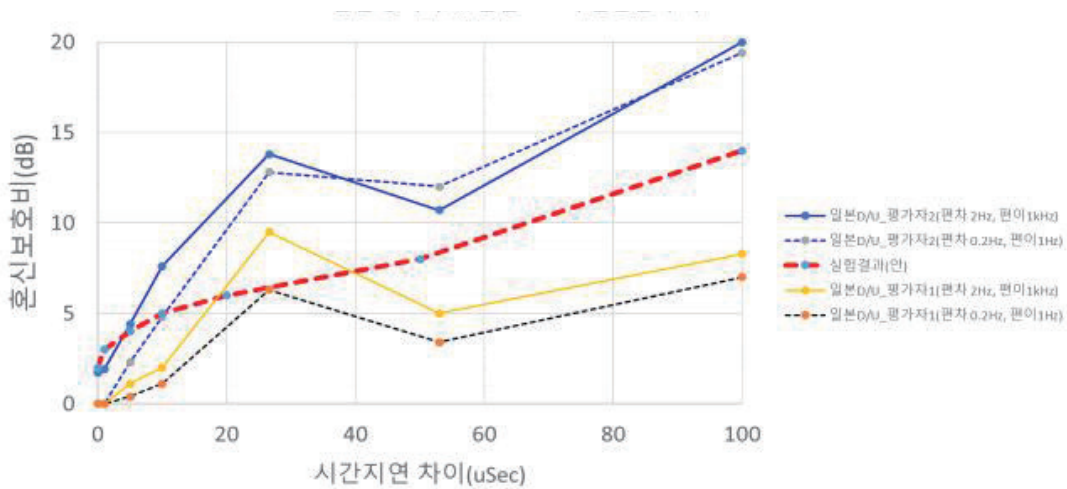
[표 2-5] FM 동기방송망 혼신보호비(안)

구 분	신호지연(uSec)에 따른 음질 3등급일 경우, D/U (dB)								
	0	1	5	10	20	50	100	200	500
FM 동기방송 혼신보호비(안)	2	3	4	5	6	8	14	25	32
현행 FM 일반망 혼신보호비	(45 dB)								



[그림 2-3] FM 동기방송망 혼신보호비(안) 그래프

국내 FM 동기방송망의 혼신보호비 실험결과와 일본의 혼신보호비 측정결과(방송시스템 위원회)를 비교해 보았다. 국내 실험의 송신성능은 중심주파수 차이 1Hz, 최대 주파수편이차는 101Hz 이며, 일본의 송신성능은 중심주파수 차이 2Hz, 최대 주파수편이차 1kHz의 경우와 중심주파수 차이 0.2Hz, 최대 주파수편이차 1Hz의 경우가 있다. 국내 랩 실험 결과는 일본의 송신성능 최대 조건과 최소 조건 결과의 중간 정도에 해당되었으며, 일본의 실험결과와 유사하게 나타났다.



[그림 2-4] 한일 FM 동기방송망 혼신보호비 실험결과 비교

3. FM 동기방송망 간섭분석 툴 개발

우리나라는 FM 일반방송망의 간섭분석을 위해 주파수 자원분석 시스템(SMIS)을 개발하여 사용하고 있다. 주파수 자원분석 시스템은 무선국 허가 DB 정보를 활용하여 허가 방송국 제원을 불러올 수 있으며, 가상 방송국을 치국하여 방송면적을 계산, 혼신면적을 계산, 전계강도 계산, 혼신 분석 기능 등을 수행할 수 있다.

FM 동기방송망의 간섭분석 툴은 현행의 주파수 자원분석 시스템을 기반으로 동기방송국의 지연시간 입력 기능, 혼신분석 기능, 방송면적을 계산 기능, 혼신보

호비 설정 기능 등이 추가되어 개발되었다.

동기방송망에서는 두 방송신호간 시간차이에 따른 혼신보호비가 필요하기에 국내 랩 실험을 통해 도출한 혼신보호비를 기본 값으로 설정하였으며 상황에 따라 분석자가 혼신보호비 값을 시간구간별로 직접 수정할 수 있도록 하였다.

동기방송망의 간섭분석 결과는 상세보기 화면을 통해 지도상의 선택 지점에서의 두 동기방송신호의 전파도달 시간과 그 차이, 혼신보호비 기준, 두 신호의 전계강도 값, 혼신발생 여부 등을 분석할 수 있도록 개발되었다.

방송국 상세정보 - Chrome

① 주의 요할 | 10.34.165.127/8280/rdsDtl/brcRdsDetailView.do?id=was2202211011354241371

기본 정보

방송매체	FM	무선국종	11 지상파방송국	허가번호	
무선국명	Tx1	호출부호		표출명칭	
시설자		관리기관		국가명	
해발고	44.366 m (허가DB: m)	지상고	20 m	간물높이	0 m
경도(도)	127° 0' 0" (47.90° 초)	위도(도)	37° 0' 0" (12.91° 초)	분석반경	200 km
주소	서울특별시 강남구 역삼동 804				
주소검증	좌표이동	주소이동		최고찰이동	
방송구역도	일원: 성남시 분당구, 성남시 수정구, 성남시 중원구 일부: 하남시				

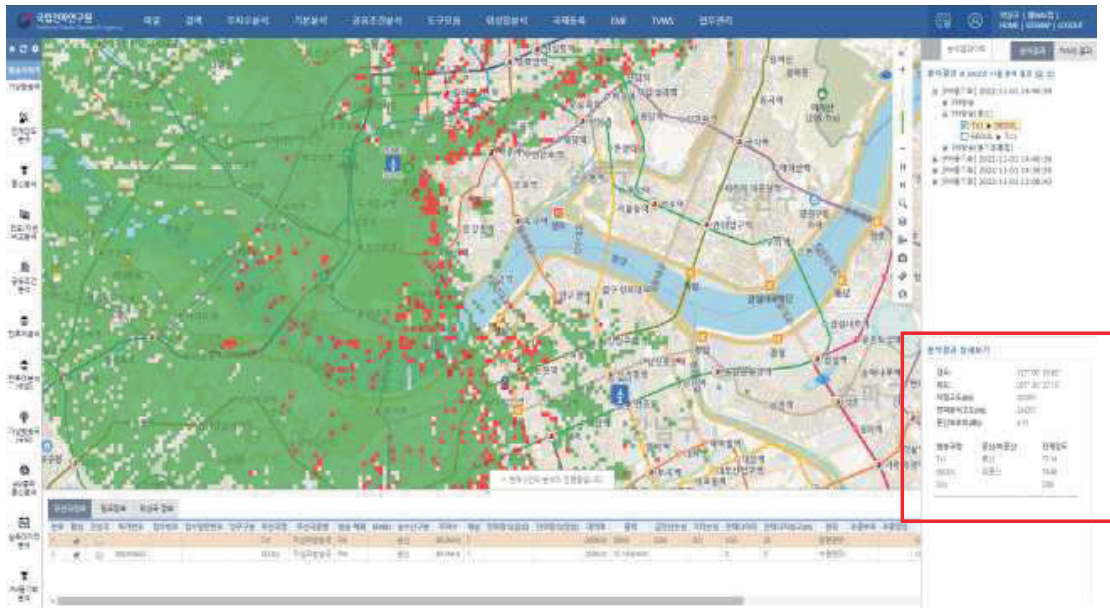
송신매개변수

주파수	89.3 MHz	대역폭	200 KHz	전파방식	
채널번호	7	SFN ID		FM 스테레오	모노 <input type="radio"/> 스테레오 <input checked="" type="radio"/>
편파	수직편파	변조방식		안테나 이득	5.50 dBi
안테나 이득	5.50 dBi	급전손실	0.84 dB	기타손실	0.0 dB
E-MAX		주간/야간	주간	혼신보호비	
FM 지연시간	50 μs	A-Type			
출력/ERP/ETRP	출력 10 kW	ERP		ERP	

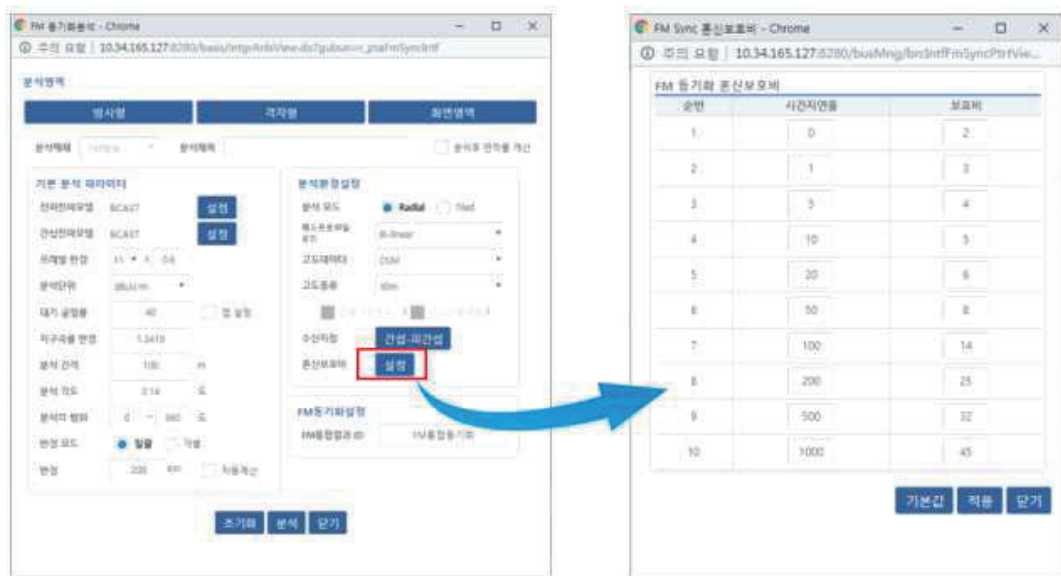
방송구역도 설정 | 안테나패턴 | 안테나패턴(신규) | 수신국재원 | 마스크

적용 | 확인 | 닫기

[그림 2-5] FM 동기방송국의 지연시간 설정 등 송신제원 입력 화면



[그림 2-6] FM 동기방송국망 혼신분석 결과 화면



[그림 2-7] FM 동기방송국망 혼신보호비 설정 화면



[그림 2-8] FM 동기방송국망 방송면적률 및 혼신면적률 계산 화면

제4절 FM 동기방송망 간섭분석 툴 적용예시 및 현장측정

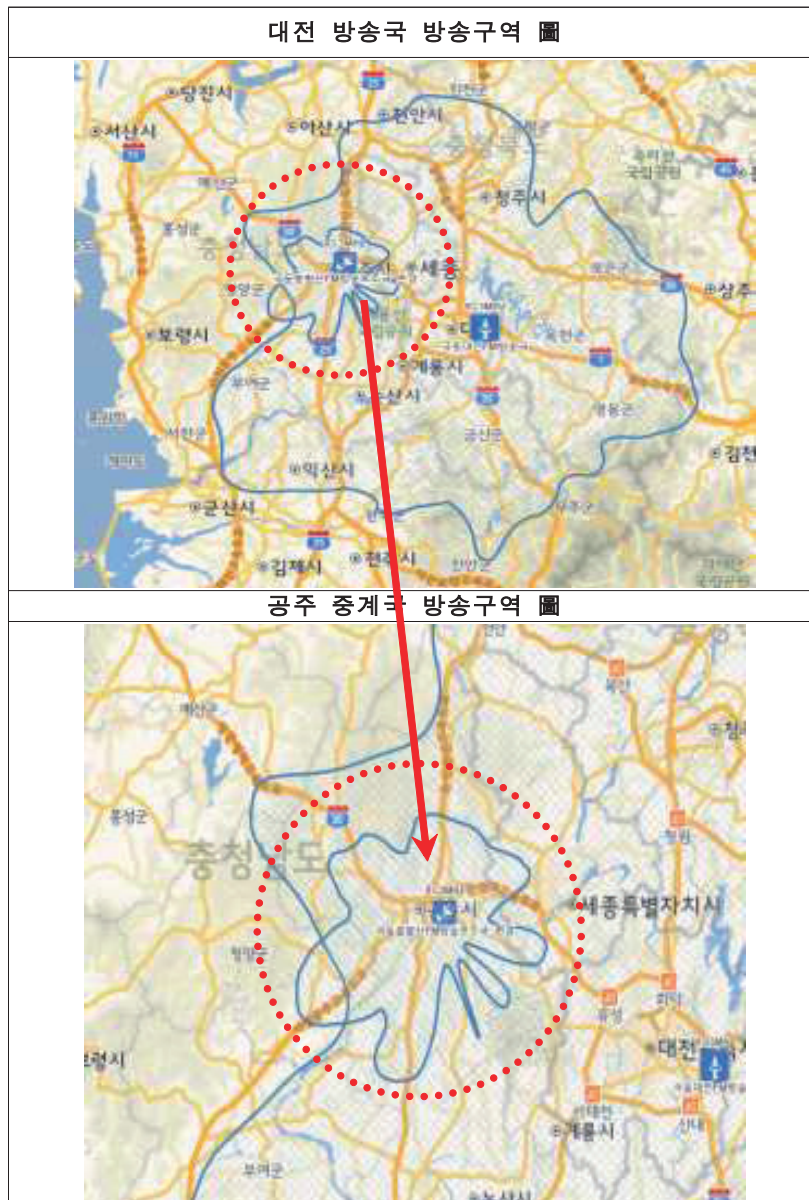
1. 극동방송 간섭분석 툴 적용예시

최근 극동방송에서는 대전 FM방송국과 공주 중계국간의 세종시 지역 혼신발생을 해소하기 위해 두 방송국간 FM 동기방송망을 구성하였으며, 본 연구를 통해 도출한 혼신보호비(안)과 FM 동기방송망 간섭분석 툴을 활용하여 간섭분석을 실시하였다.

대전 방송국의 송신출력은 5kW 이고 공주 중계국의 송신출력은 90W 이며 두 방송국의 라디오 주파수는 93.9MHz이다. 두 방송국간 거리는 약 36.8Km이며 시간단위로 환산하면 약 123usec 이다.

지연시간 설정에 따른 최적의 동기조건을 찾기 위해 공주 중계국의 방송신호 지연시간을 0~123usec 구간별로 분석을 실시하였으며, 안테나 복사패턴을 무지향성에서 지향성으로 변경하거나 송신출력을 낮추는 등 다양한 조건별로 분석을 실시하였다.

두 방송국의 컨투어 분석(방송구역도 산출) 결과 공주 중계국의 방송구역이 대전 방송국의 방송구역 안에 포함되는 형태를 나타냈으며, 이론상 많은 방송구역 중첩으로 혼신이 발생할 가능성이 큰 형태를 보였다.



[그림 2-9] 대전 방송국 및 공주 중계국 방송구역 圖

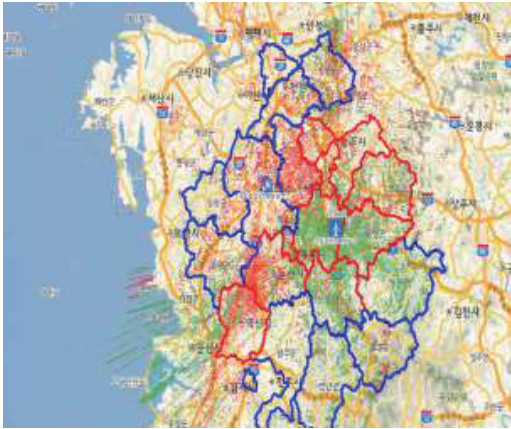
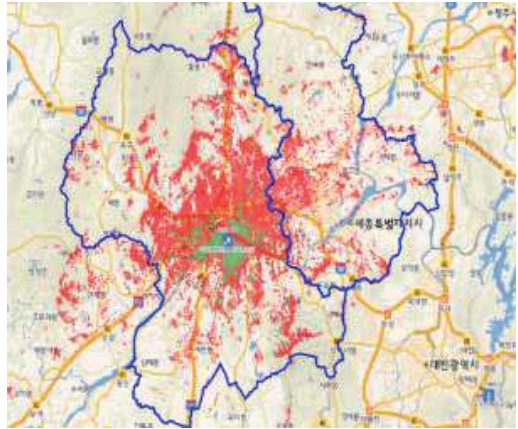
두 방송국이 동기방송망을 적용하지 않고 동일 주파수를 사용할 경우(현행 MFN 구성) 공주 중계국이 대전 방송국에 주는 간섭이 37.8% 발생하고, 대전 방송국으로부터 받는 간섭은 83.1%가 발생하는 등 매우 많은 혼신이 발생할 것으로 분석되었다.

두 방송국을 동기방송망으로 구성할 경우 동기화 조건별로 전체 혼신면적률은 0.8% ~ 4.7%까지 발생하며 혼신발생 비율이 매우 많이 감소하는 것으로 나타났다. 공주 중계국의 지연시간이 길수록(동기화 지점이 공주 중계국에 가까워 질수록) 안테나 복사패턴이 지향성일 경우, 송신출력이 낮을수록 혼신발생 비율은 감소하였다. 이는 두 방송국의 중첩 방송구역이 작아질수록 두 방송국간 혼신이 발생할 가능성이 낮아지는 것으로 볼 수 있다.


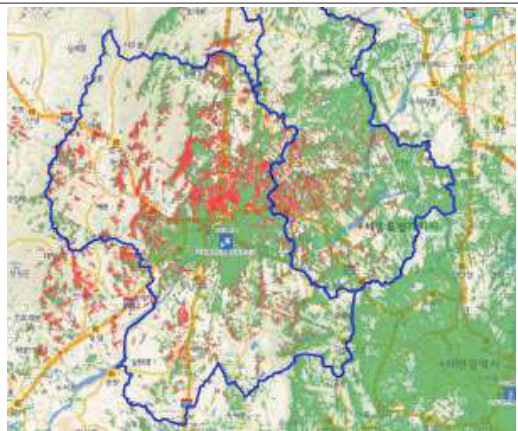


[표 2-6] 대전 방송국과 공주 중계국 간섭분석 결과

송신조건		혼신면적률(%)	
		주는 간섭 (대전, 충청 등)	받는 간섭 (공주시)
① 현행 MFN (무동기)		37.8% (세종시 : 82.9%, 공주시 : 89.4%)	83.1%
FM 동기방송 무지향성 안테나	② 지연시간 0usec (동기지점 : 중간)	4.7% (세종시 : 13.5%, 공주시 : 27.4%)	
	③ 지연시간 52usec (동기지점 : 세종시 국가보훈처)	3.0% (세종시 : 8.1%, 공주시 : 16.5%)	
	④ 지연시간 62.625usec (동기지점 : 세종시립도서관)	2.9% (세종시 : 8.4%, 공주시 : 15.0%)	
	⑤ 지연시간 113usec (동기지점 : 공주 봉황산 앞)	3.8% (세종시 : 15.6%, 공주시 : 10.9%)	
FM 동기방송 지향성 안테나	⑥ 지연시간 0usec	3.7% (세종시 : 4.9%, 공주시 : 27.5%)	
	⑦ 지연시간 52usec	2.0% (세종시 : 2.6%, 공주시 : 14.8%)	
	⑧ 지연시간 62.625usec	1.8% (세종시 : 2.5%, 공주시 : 12.8%)	
	⑨ 지연시간 103usec	1.5% (세종시 : 3.4%, 공주시 : 7.4%)	
	⑩ 지연시간 113usec	1.6% (세종시 : 4.0%, 공주시 : 7.0%)	
	⑪ 지연시간 123usec	1.9% (세종시 : 4.7%, 공주시 : 7.6%)	
FM 동기방송 지향성 및 송신출력 감소	⑫ 지연시간 103usec, 출력조정 45W	1.0% (세종시 : 2.8%, 공주시 : 6.3%) ※ 공주시 방송면적률은 38.1%로 지향성 동기식 40.5% 대비 2.4% 감소	
	⑬ 지연시간 103usec, 출력조정 10W	0.8% (세종시 : 2.2%, 공주시 : 6.8%) ※ 공주시 방송면적률은 34.7%로 지향성 동기식 40.5% 대비 5.8% 감소 → 상대적으로 공주시 혼신면적률 증가	
	⑬-① 지연시간 103 usec, 출력조정 10 W ※ 혼신보호비 0~5 usec 0 dB	0.7% (세종시 : 2.2%, 공주시 : 5.6%) ※ 공주시 방송면적률은 34.7%로 지향성 동기식 40.5% 대비 5.8% 감소 → 혼신보호비 조정으로 혼신면적률 감소	
	⑭ 지연시간 113usec, 출력조정 45W, -5dB	1.0% (세종시 : 2.8%, 공주시 : 6.1%) ※ 공주시 방송면적률은 37.7%	
	⑭-① 지연시간 113usec, 출력조정 45W, -5dB ※ 혼신보호비 0~5 usec 0 dB	0.8% (세종시 : 2.7%, 공주시 : 4.4%) ※ 공주시 방송면적률은 37.4%	


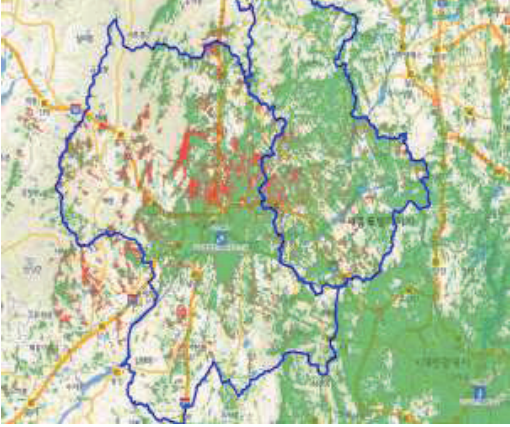
공주 중계국이 대전 방송국에 주는 혼신	공주 중계국이 대전 방송국으로부터 받는 혼신
	
전체 혼신면적률(대전, 세종시 등) : 37.8%	공주시 혼신면적률 : 83.1%

[그림 2-10] ① 현행 일반망(무동기)


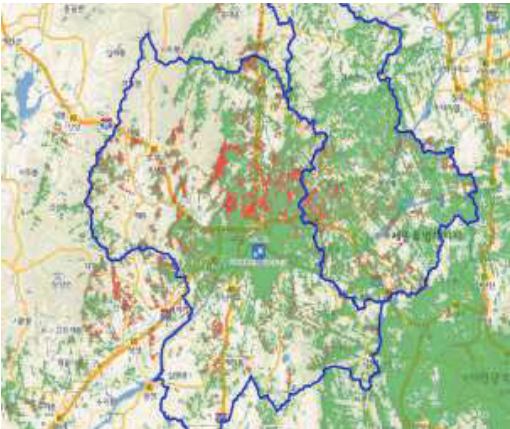
대전, 세종, 공주 등 전체 방송구역	세종시, 공주시 확대 방송구역
	
전체 혼신면적률 : 4.7%	세종시 혼신면적률 : 13.5% 공주시 혼신면적률 : 27.4%

[그림 2-11] ② 동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 0usec)

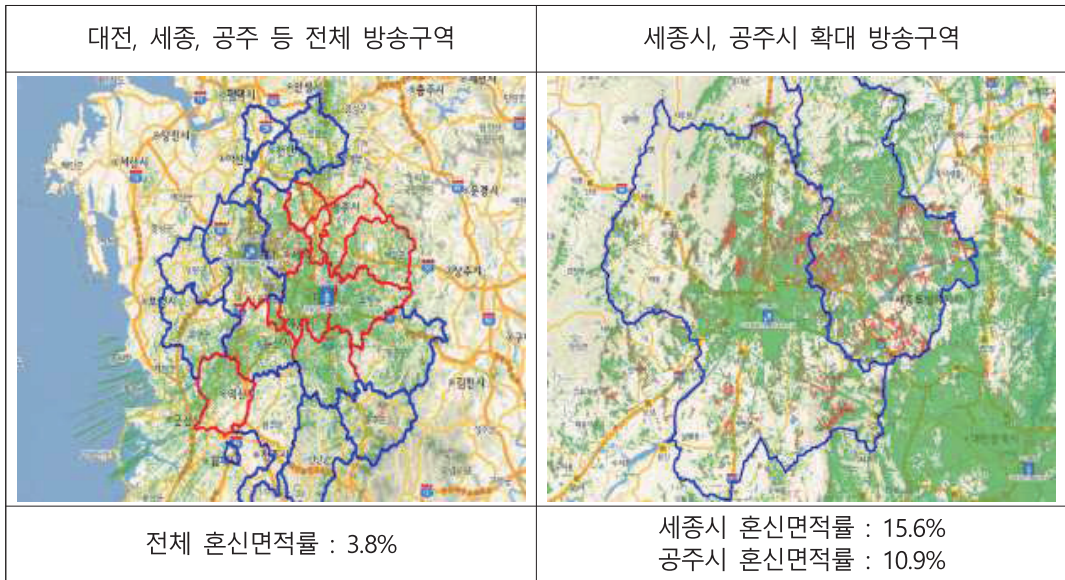


대전, 세종, 공주 등 전체 방송구역	세종시, 공주시 확대 방송구역
	
전체 혼신면적률 : 3.0%	세종시 혼신면적률 : 8.1% 공주시 혼신면적률 : 16.5%

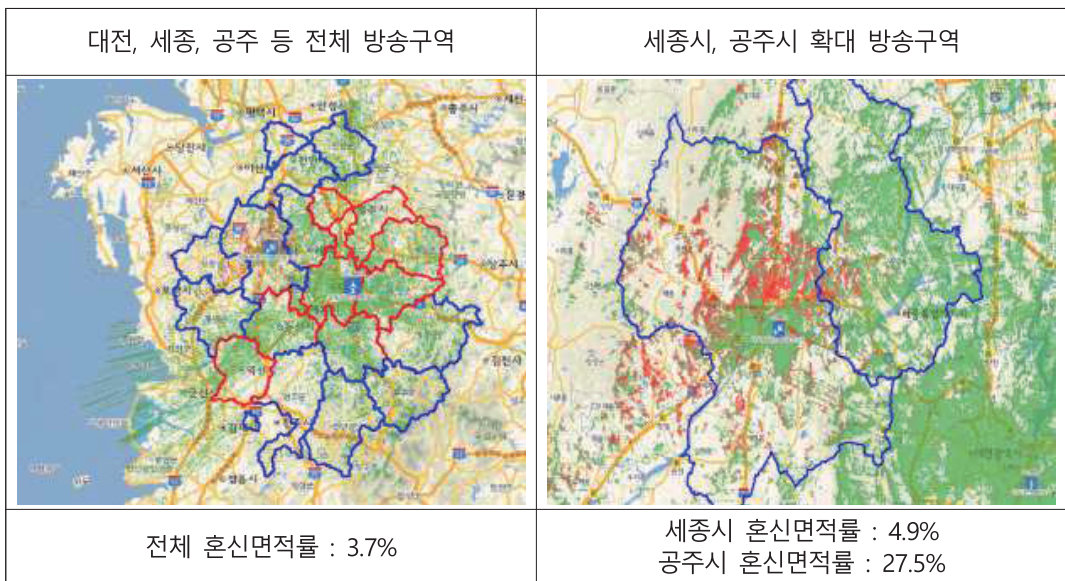
[그림 2-12] ③ 동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 52usec)

대전, 세종, 공주 등 전체 방송구역	세종시, 공주시 확대 방송구역
	
전체 혼신면적률 : 2.9%	세종시 혼신면적률 : 8.4% 공주시 혼신면적률 : 15.0%

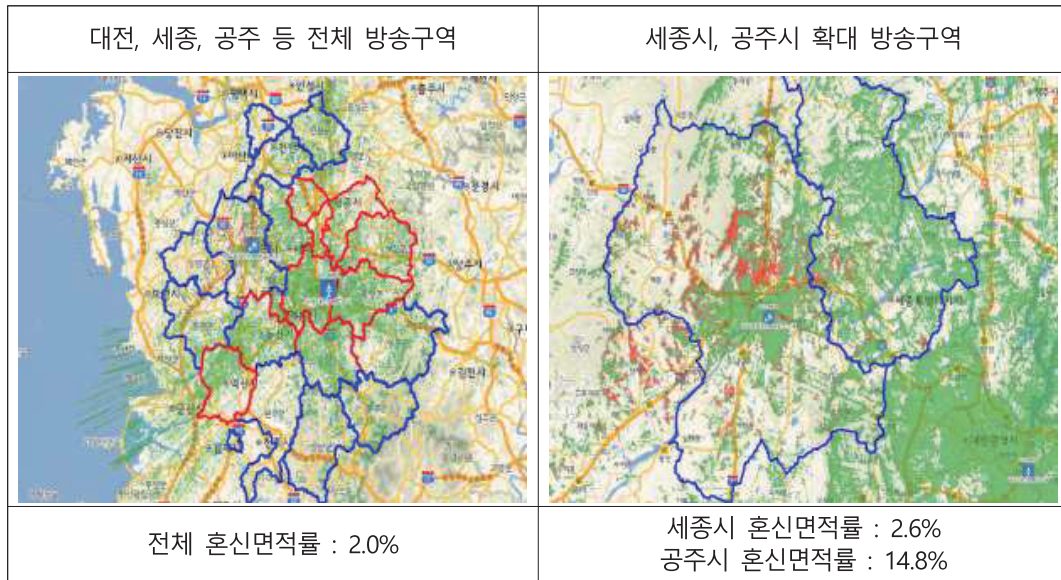
[그림 2-13] ④ 동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 62.625usec)



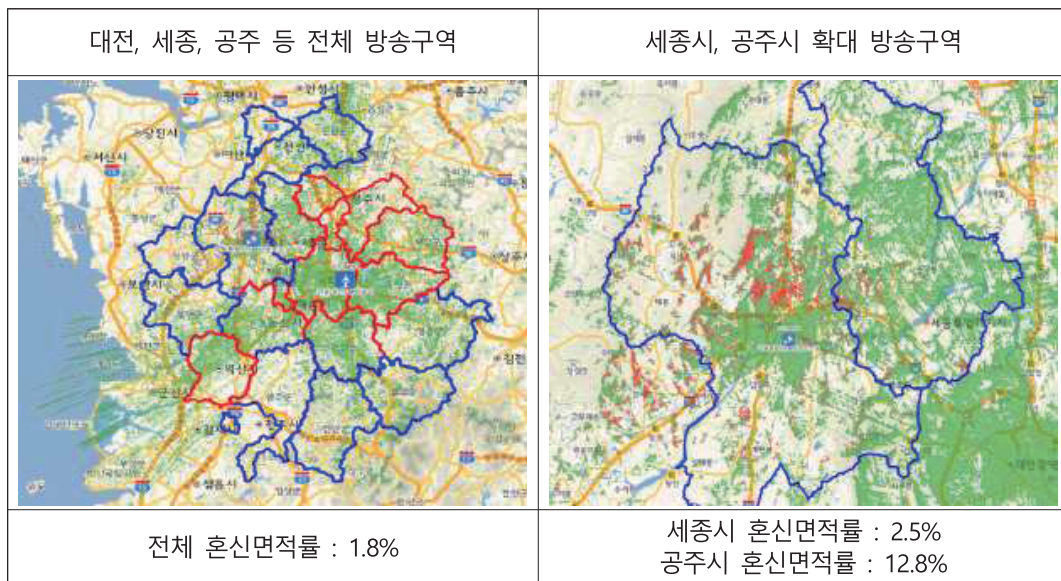
[그림 2-14] ⑤ 동기방송망(무지향성 안테나, 지연시간 113usec)



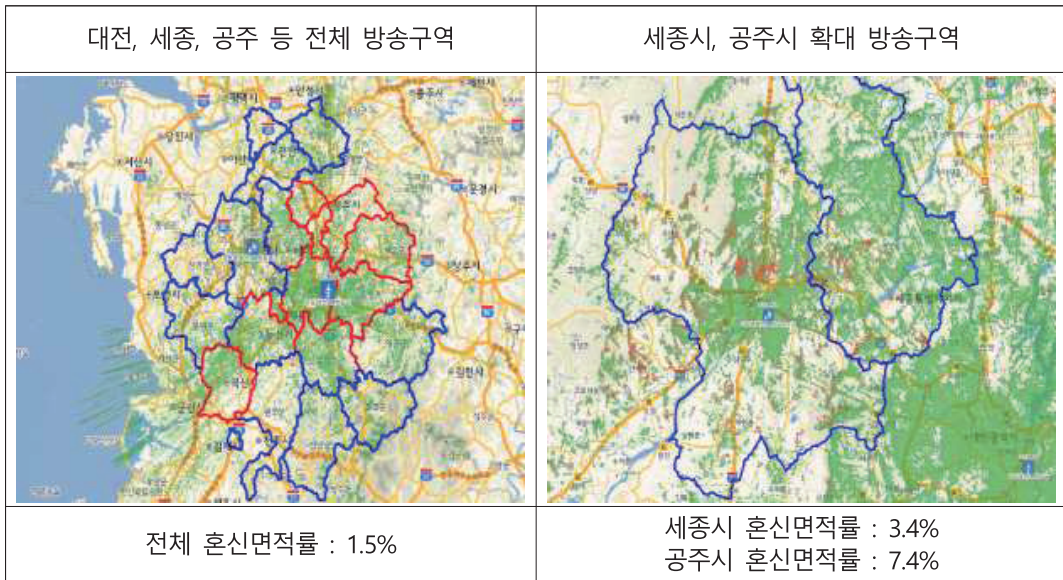
[그림 2-15] ⑥ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 0usec)



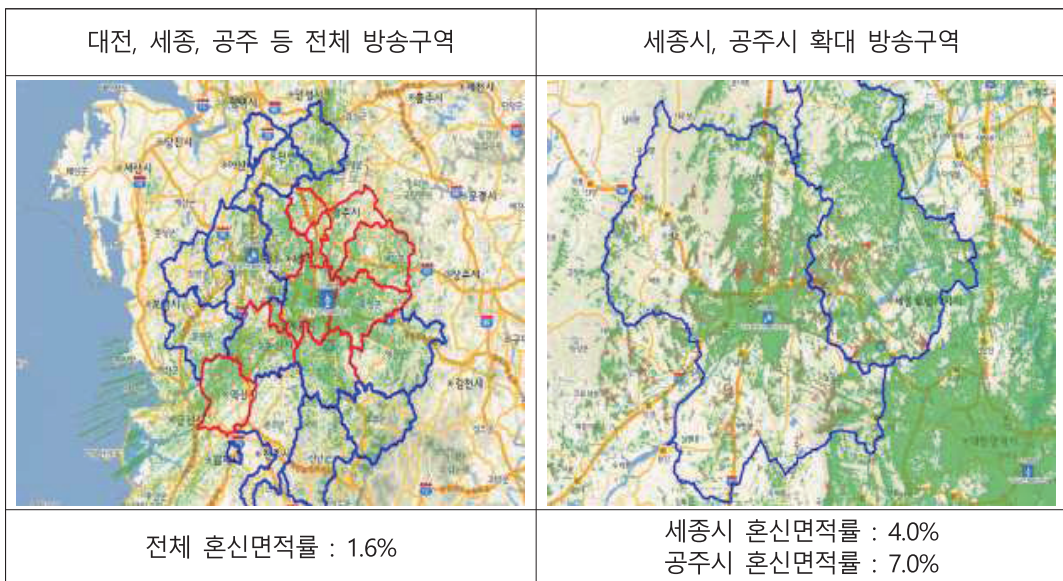
[그림 2-16] ⑦ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 52usec)



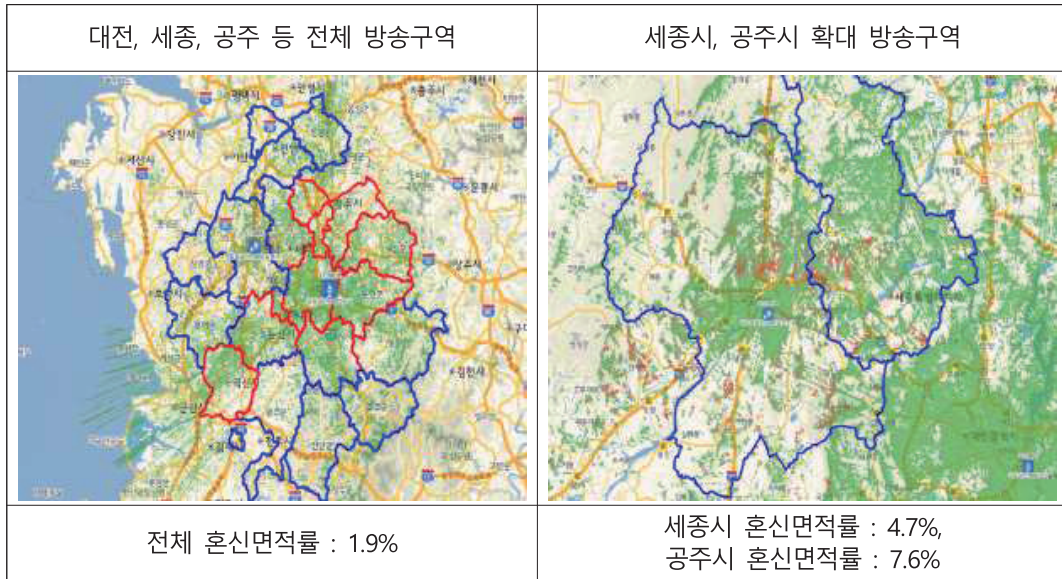
[그림 2-17] ⑧ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 62.625usec)



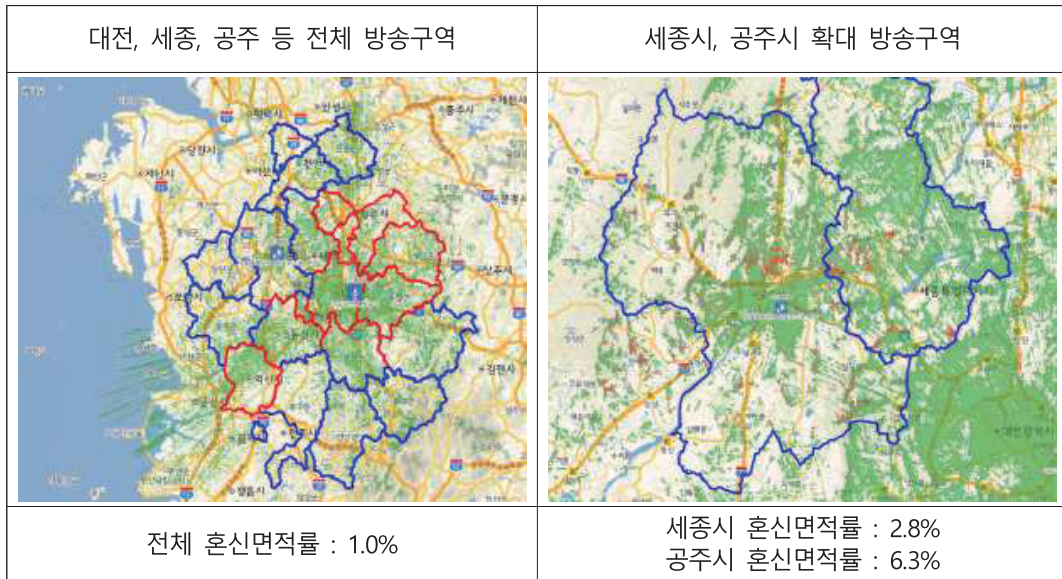
[그림 2-18] ⑨ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 103usec)



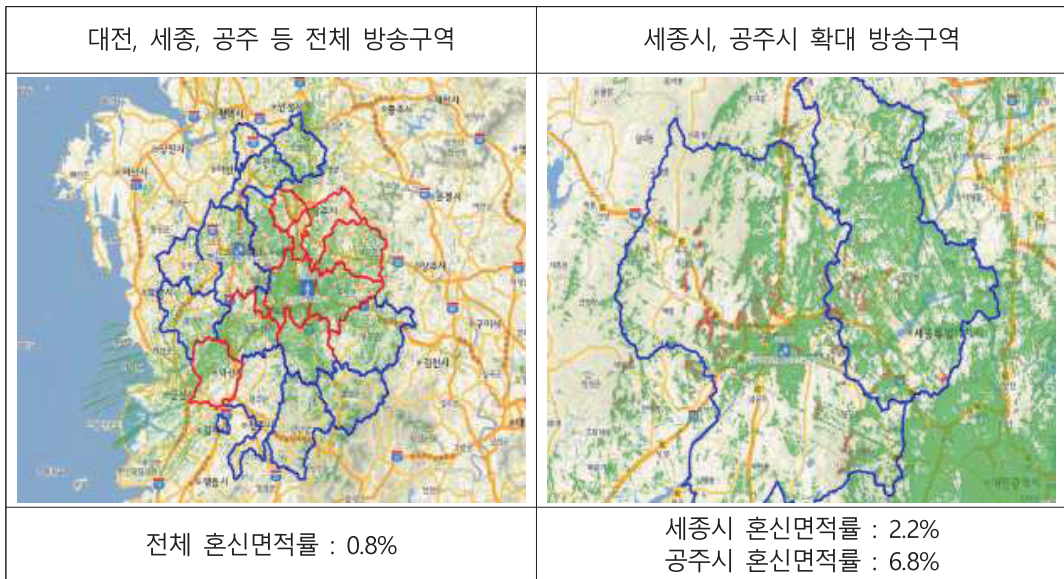
[그림 2-19] ⑩ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 113usec)



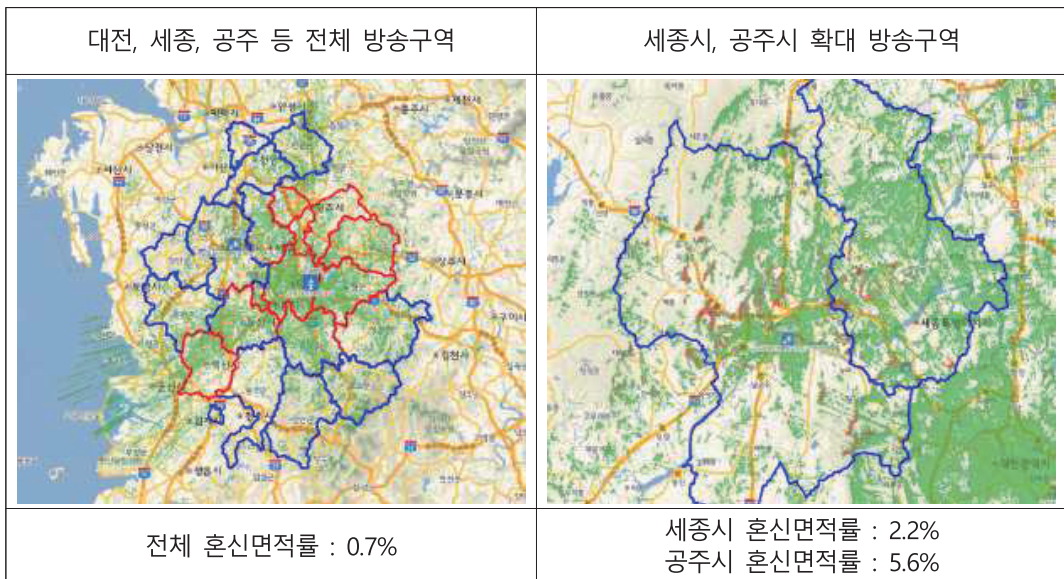
[그림 2-20] ⑪ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 123usec)



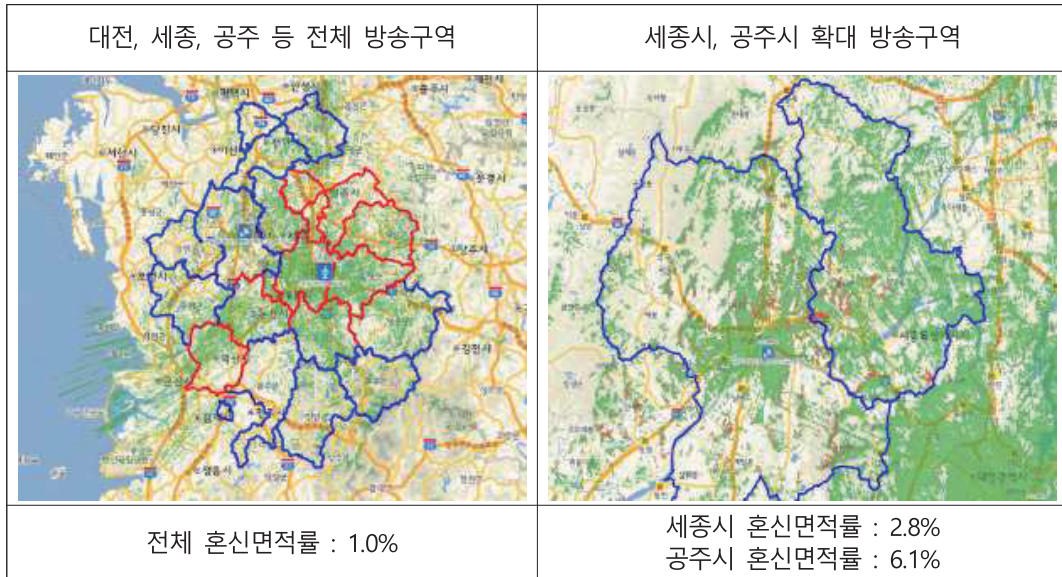
[그림 2-21] ⑫ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 103usec, 출력 45W)



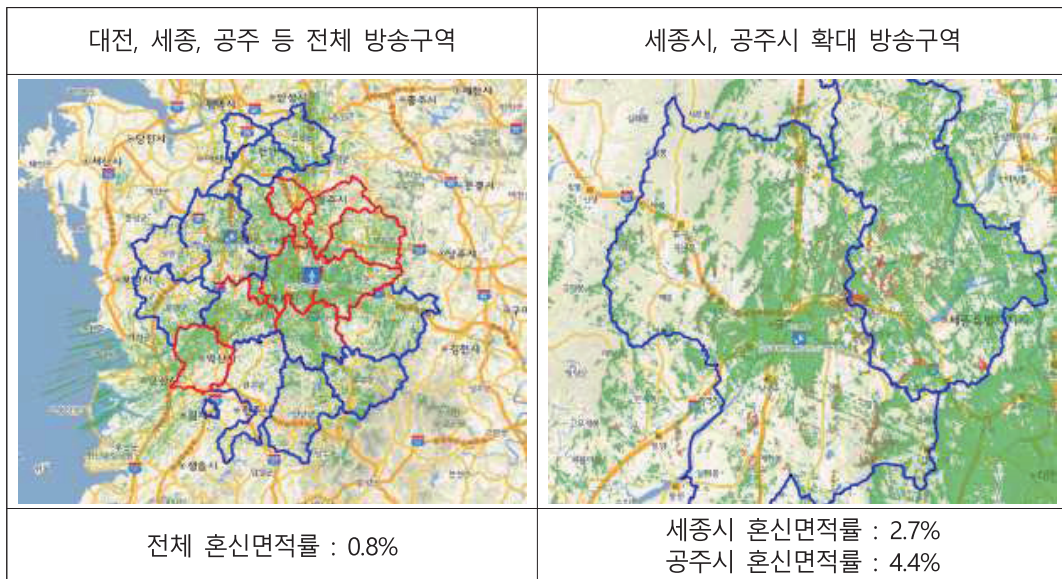
[그림 2-22] ⑬ 동기방송망(지향성 안테나, 지연시간 103usec, 출력 10W)



[그림 2-23] ⑬-① 동기방송망(지향성, 103usec, 10W, 혼신보호비 완화)



[그림 2-24] ⑭ 동기방송망(지향성, 113usec, 45W, 동쪽 -5dB 감쇠)



[그림 2-25] ⑭-① 동기방송망(지향성, 113usec, 45W, 동쪽 -5dB 감쇠, 혼신보호비 완화)

2. 광주·전남 지역 EBS 간섭분석 틀 적용 예시

광주광역시와 전라남도 지역의 EBS 라디오 방송국은 무등산, 대둔산, 망운산 등 10국이 운용 중이며, 동일한 방송프로그램을 동시 방송하고 있다.

FM 동기방송망으로 구성하진 않았으나 대둔산, 이서, 별교 등 3국은 104.1MHz 동일주파수로 허가를 받았으며, 나머지 7국은 104.9MHz에서 106.7MHz까지 8개 라디오 방송주파수를 사용하고 있다.

[표 2-7] 광주·전남지역 EBS FM 방송국 허가 현황 (10국)

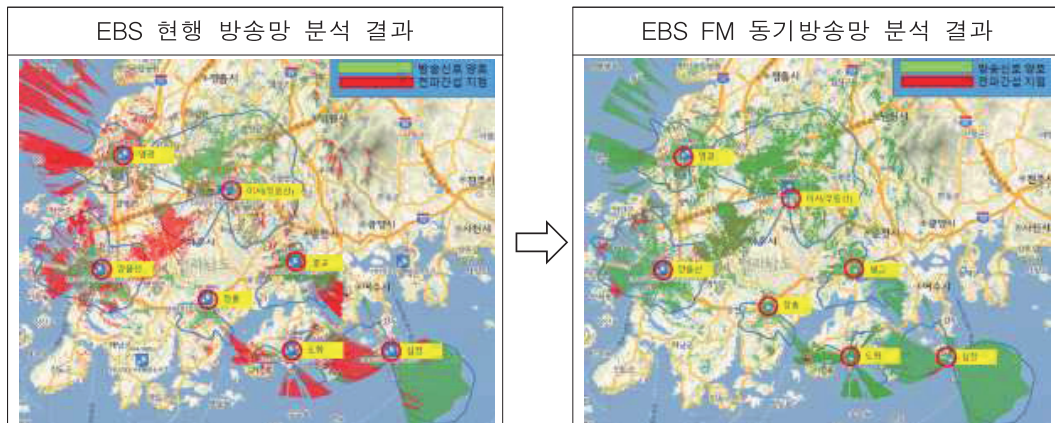
방송국명	주파수	송신출력
EBS이서FM방송보조국	104.1MHz	100W
EBS별교FM방송보조국	104.1MHz	100W
EBS대둔산FM방송보조국	104.1MHz	500W
EBS심장FM방송보조국	104.9MHz	10W
EBS무등산FM방송보조국	105.3MHz	5kW
EBS도화FM방송보조국	105.7MHz	10W
EBS망운산FM방송보조국	106.3MHz	3kW
EBS영광FM방송보조국	106.5MHz	10W
EBS장흥FM방송보조국	106.9MHz	10W
EBS양을산FM방송보조국	106.7MHz	100W

광주·전남 지역의 EBS 방송국에서 방송구역을 달리하는 영광, 이서, 양을산, 장흥, 별교, 심장 등 7개 방송국에 대해 주파수 간섭분석 틀을 활용하여 FM 동기방송망을 가상으로 구성(동일주파수로 설정)하고 간섭분석을 실시하였다.



[그림 2-26] EBS 방송국(7국)의 방송구역 圖

EBS 방송국(7국)의 현행 FM 방송망 간섭분석 결과 영광, 나주, 목포, 여수, 고흥 등 다수 지역에서 혼신이 발생하였으나 FM 동기방송망으로 구성하여 간섭분석을 실시한 결과 혼신면적이 매우 많이 감소되는 것으로 분석되었다.



[그림 2-27] EBS 방송국(7국)의 FM 동기방송 간섭분석 결과 비교

3. 극동방송의 FM 동기방송망 구성에 따른 수신품질 현장측정

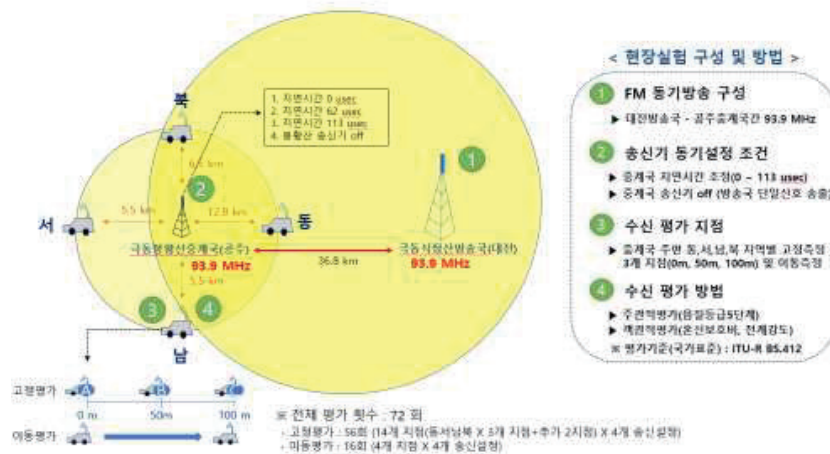
극동방송의 대전 방송국(식장산)과 공주 중계국(봉황산)간 FM 동기방송망 구성에 대해 최적의 동기방송 송신조건 도출 및 난청해소 여부 확인 등을 위해 수신품질 현장측정을 실시하였다.

동기방송국간의 지연시간 차이에 따른 수신품질 측정을 위해 지연시간별 A, B, C 3가지 타입과 공주 중계국의 방송신호 송출을 중단한 상태로 대전 방송국의 단일 방송 신호만 나오도록 송신조건을 설정하여 측정하였다.

지연시간별 3가지 타입의 조건으로 A 타입은 지연시간이 0usec 인 경우이며, 동기화 지점은 두 방송국 사이의 가운데 지점에 해당된다. B 타입은 지연시간이 62usec 인 경우이며, 동기화 지점은 혼신이 발생한 세종시이다. C 타입은 지연시간이 113 usec 인 경우이며, 동기화 지점은 공주 중계국 인근에 해당된다.

공주 중계국을 중심으로 약 5~10km 이격된 장소에 동, 서, 남, 북 4개 지역을 선정하고 한 지역에서 50m 간격의 3개 지점에서 고정평가와 측정을 실시하였으며 최초 측정장소와 마지막 측정장소까지 이동평가를 실시하였다.

수신 평가방법으로 음질등급 5단계의 주관적 평가를 실시하였으며, 전계강도 실측하여 혼신보호비 만족여부, 난청해소 기여여부 등에 대한 객관적 평가도 실시하였다.



[그림 2-28] FM 동기방송망 수신품질 현장측정 개요

음질평가 결과 A타입(지연시간 0usce)의 경우 전체 14개 음질평가 지점 중 4개 지점에서만 양호등급의 음질로 평가되었으며 양호한 지점은 전체 측정지점 대비 28%에 해당된다. B타입(지연시간 62usec)의 경우 7개 지점이 양한 등급으로 평가되었으며 50%에 해당된다. C타입(지연시간 113usec)의 경우 8개 지점에서 양호하게 평가되었고 57%로 3가지 타입 중 가장 양호한 지점이 많았다.

공주 중계국의 방송신호를 송출하지 않고 단일 대전 방송국 방송신호만 송출한 결과 8개 지점이 양호하게 평가되었다. 이는 두 방송국의 방송구역이 많이 중첩되고 다수의 지역에서 혼신보호비를 만족하지 못하고 있는 것으로 판단된다.

[표 2-8] 극동 동기방송망 송신조건에 따른 측정결과 (요약)

송신조건		고정측정 (양호품질이상, %)		이동측정 (양호품질이상, %)		간섭해소를 위한 수평복사패턴 평균감쇠(dB)	비고
		음질평가	D/U평가	음질평가	D/U평가		
동기방송 (대전방송국 대비 공주중계국 Tx 지연차)	A type인 경우 (지연차 0uSec)	29	0	25	-	18	
	B type인 경우 (지연차 62uSec)	50	21	25	-	18	
	C type인 경우 (지연차 113uSec)	57	29	25	-	11	
비동기방송	식장산 TX on, 중계기 Tx off	57	-	50	-	-	

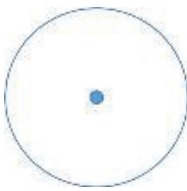

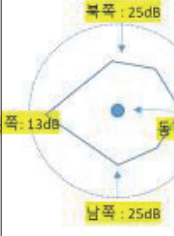

객관적 평가(방송구역 전계강도 측정) 결과 해당지역의 방송구역(저잡음 지역) 기준이 되는 48 dBu/m를 초과하는 지점이 없어 공주시 주변 측정장소는 난청 지역에 해당되었다. 다만, 공주 중계국의 설치로 공주시 서쪽 지역은 전계강도가 약 15dB 증가함에 난청해소에 기여하였으나 공주시 남쪽, 북쪽, 동쪽 지역은 전계강도 증가가 미미하거나 거의 없었다.

동기방송은 동기화 조건에 따라 간섭발생 정도가 크게 달라지므로 주변 상황

에 맞게 매우 정밀하게 설계하여야 한다. 공주시 남쪽, 북쪽, 동쪽 지역의 음질을 향상시키기 위해서는 지향성 안테나를 사용하여 남쪽, 북쪽, 동쪽 등 음질저하 지역의 복사 패턴을 감소시켜 중첩지역을 작아지게 만드는 것이 필요할 것으로 판단된다.

최적의 송신조건이 C 타입(113usec)인 경우에도 현행보다 11dB(평균) 감쇠가 필요한 것으로 나타났으며 특히, 동쪽(세종시 방향) 지역에는 27dB의 감쇠가 필요한 것으로 분석되었다.

[표 2-9] 극동 동기방송망 객관적 측정결과에 따른 복사패턴 필요 감쇠 값

중계기 (봉황산)	중계기(봉황산) 복사패턴(dB 감쇠) 제안			
	현행 (무지향 안테나)	동기방송의 송신조건		
		A type인 경우 (지연차 0uSec)	B type인 경우 (지연차 62uSec)	C type인 경우 (지연차 113uSec)
동쪽	0	34	10	27
서쪽	0	17	13	1
남쪽	0	29	25	14
북쪽	0	29	25	2
수평복사패턴 평균감쇠(dB)		18	18	11
수평 복사 패턴 (예시)				



제5절 결론 및 향후계획

FM 동기방송망의 혼신보호비 등 기술기준에 대한 선행 연구결과, 랩 실험을 통해 동기방송망의 시간지연 차이에 따른 혼신보호비를 도출할 수 있었고 이와 함께 동기방송망용 간섭분석 툴을 개발함으로써 FM 동기방송망에 대해 간섭분석이 가능하게 되었다.

랩 실험을 통해 등전계 지역에서 두 송신소간의 시간지연 차이가 10usec 이내 이면 양호한 품질로 수신된다는 것을 확인할 수 있었으며 간섭분석 적용 예시와 현장측정 결과를 통해 동기송신소간의 방송구역 중첩이 없거나 최소화(1.5km 이내)되어야 전파간섭이 거의 없다는 것을 알 수 있었다.

FM 동기방송국의 허가를 위해 무선설비의 송신설비 기술기준과 검사방법, 방송국 허가신청 양식, 혼신보호비 기술기준, 각 기관별 업무처리 절차 등 관련 고시, 지침 개정 등 제도 정비가 필요하다.

본 연구를 통해 도출한 혼신보호비, 간섭분석 툴 등 연구결과는 과기정통부, 방통위 등과 협의해 제도화할 예정이며, FM 동기방송망 구축을 희망하는 방송사에 대해 제도 정착시까지 간섭분석 툴을 활용하여 혼신 최소화를 위한 송신제원 조정 방안을 제공하는 등 최적의 동기방송망 구성을 위해 지원할 계획이다.



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제3장
무선전력전송
주파수 분배방안
및 기술기준안
마련 연구

National
Radio
Research
Agency



제3장 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구

제1절 연구배경

무선전력전송은 전파를 이용하여 전기에너지를 공간상으로 전달하는 기술로 전선으로부터 자유로움과 편리함을 가져올 차세대 전파혁신 기술로 각광받고 있다. ITU에서는 무선전력전송 주파수 권고 개발을 위해 다양한 연구를 진행하고 있으며, 특히, 원거리 전력전송이 가능한 비접촉식 무선전력전송 주파수 개발을 완료하여 국내 도입을 위한 검토가 필요하다. 또한, 전기자동차를 위한 무선전력전송 기술은 상용화 단계에 있으며, 우리나라는 주파수 분배, 기술기준 마련 등 제도마련이 시급한 실정이다.

본 연구에서는 ITU에서 논의 중인 비접촉식 무선전력전송 주파수 및 공유연구 등 동향을 살펴보고, 85kHz 전기자동차 무선전력전송 상용화를 위한 주파수 분배, 기술기준 마련 등 제도개선 방안을 제시하고자 한다.

제2절 비접촉식 무선전력전송

1. 주파수 표준화 현황

ITU에서는 주파수 공유연구를 통하여 915MHz, 2.4GHz 대역, 5.8GHz 대역, 61GHz 대역 등 총 4개 대역을 포함하고 있는 비접촉식 무선전력전송 주파수 권고 개발을 완료하였다. 이 중 915MHz 대역은 미주지역(2지역)만 ISM 대역으로 지정하고 있다.

[표 3-1] 890-960MHz 대역 주파수 분배 현황

국 제			한 국	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등
890-942 고정 이동(항공이동 제외) 5.317A 방송 5.322 <u>무선탐지</u> 5.323	890-902 고정 이동(항공이동 제외) 5.317A <u>무선탐지</u> 5.318 5.325	890-942 고정 이동 5.317A 방송 <u>무선탐지</u> 5.327	894-942 고정 이동 5.317A <u>무선탐지</u>	양방향무선호출 K70 무선데이터통신 K88A 특정소출력(음성 및 음향 신호전송용) K37D RFID/USN 등, 비상통 신보조용 K90D 이동통신 K88B 해양경비안전망용 K88C 해상조난자위치발신용 K88D
	902-928 고정 아마추어 이동(항공이동 제외) 5.325A <u>무선탐지</u> 5.150 5.325 5.326			
	928-942 고정 이동(항공이동 제외) 5.317A <u>무선탐지</u> 5.325			
942-960 고정 이동(항공이동 제외) 5.317A 방송 5.322 5.323	942-960 고정 이동 5.317A	942-960 고정 이동 5.317A 방송 5.320	942-960 고정 이동 5.317A	특정소출력(음성 및 음향 신호전송용) K37D 이동통신 K88B RFID/USN용 K90D

[표 3-2] ITU-R 보고서 SM.2505 중 900MHz 대역에서 이용 중인 무선서비스

서비스		주파수 범위
이동통신		Uplink : 888.0-915.0MHz
		Dowmlink : 925.2-960.0MHz
소출력기기	무선마이크	904.45-927.45MHz
	청각보조장치	904.65-926.85MHz
RFID		903-927MHz

[표 3-3] ITU-R 비접촉식 무선전력전송 주파수(권고 SM.2151)

주파수 범위	기술 및 응용분야
915-921MHz	이동/휴대용 기기 무선충전 센서 네트워크용 무선충전
2410-2483.5/2486MHz	
5725-5875MHz	
61.0-61.5GHz	

2. 900MHz 대역 비접촉식 무선전력전송 시스템 및 간섭영향 분석

본 연구에서는 산업체의 수요가 있는 900MHz 대역의 ITU 연구 동향을 살펴 보았다. 먼저, 900MHz 대역의 무선전력전송 시스템의 출력은 최소 1W부터 최대 50W까지 사용하는 제원을 제시하고 있다. 또한, 원거리에서 전력을 전송하기 위해 6dBi 이상의 고이득의 지향성 안테나를 사용하고 있다.

900MHz 대역의 무선전력전송기기로 인하여 간섭영향을 받을 가능성이 있는 무선서비스는 이동통신, 무선마이크, 청각보조장치, RFID 등이 있으며, ITU에서는 무선전력전송기기와 이들 피간섭원 간의 이격거리별 간섭영향을 분석하였다. 먼저, 간섭원이 되는 무선전력전송기기의 출력은 37.4dBm이며, 최대 충전거리는 30cm로 설정하였다. 또한, 간섭원과 피간섭원 간의 간섭여부에 대한 평가를 위해 이격거리를 최대 2m까지 설정하였다.

[표 3-4] 간섭영향 연구를 위한 900MHz 대역 비접촉식 무선전력전송 시스템 특성(보고서 SM.2505)

System	System 1	System 2	System 3	System 4
Frequency	915-921MHz	915-921MHz	915-921MHz	917-920MHz
Output Power	4W	15W	Up to 50W	1W
Antenna gain	7dBi	8.24dBi	Not to exceed e.i.r.p.	6dBi
e.i.r.p.	43dBm	50dBm	54.8dBm	36dBm
Modulation	CW	CW	CW	CW or Other modulation
Bandwidth	500kHz	500kHz	500kHz	200kHz
Beacon signals	Other wireless systems	Other wireless systems	Other wireless systems	Other wireless systems
Antenna	Wide-angle directional antenna	Wide-angle directional antenna	Wide-angle directional antenna	Wide-angle directional antenna
Applications	Wireless Charging of Mobile/Portable Devices Wireless Powered & Charging of Sensor Networks			

[표 3-5] 피간섭원 주파수 및 측정거리

번호	장치 유형	주파수 범위(MHz)	측정 거리(cm)
1	이동통신	업링크 : 888.0-915.0 다운링크 : 925.2-960.0	0, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100
2	이동통신	업링크 : 888.0-915.0 다운링크 : 925.2-960.0	0, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100
3	이동통신	업링크 : 888.0-915.0 다운링크 : 925.2-960.0	0, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100
4	이동통신	업링크 : 888.0-915.0 다운링크 : 925.2-960.0	0, 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100
5	무선 마이크	904.45-927.45 사용자 선택 가능	0, 10, 30, 100, 200
6	청각보조장치	863.25-864.75 사용자 선택 가능	0, 10, 30, 100, 200
7	청각보조장치	904.65-926.85 사용자 선택 가능	0, 10, 30, 100, 200
8	RFID 리더	903-927 호핑	0, 10, 30, 100, 200
9	RFID 리더	865-868 호핑	0, 10, 30, 100, 200

먼저, 이동통신에 대한 간섭영향 실험은 GSM900 대역의 콜 셋업으로 구성하고 기지국 시뮬레이터와 휴대전화의 거리는 3m로 설정하였다. 시험방법은 무선 전력전송기기와 휴대전화의 거리를 줄이면서 통화유지 또는 통화 끊김 상태를 확인하였으며, 휴대전화와 무선전력전송기기의 이격거리가 1m 이상 일 때 간섭 영향이 없는 것으로 분석되었다.



[그림 3-1] 무선전력전송기와 이동통신 간의 간섭영향 실험 구성도

무선마이크(송신기)와 기지국(수신기)에 대한 간섭영향 평가를 위해 무선마이크와 기지국을 30cm 거리에 배치하고 무선전력전송기기는 기지국으로부터 30cm 거리에 위치시키고 기지국을 무선전력전송기기에 근접시키는 방법으로 간섭여부를 확인하였다. 시험결과, 무선전력전송기기와 무선마이크 간의 주파수가 분리되어 간섭영향이 없는 것으로 나타났다.

청각보조장치에 대한 간섭영향 평가를 위해 청각보조장치와 무선전력전송기기를 30cm 거리에 배치하고 수신기를 무선전력전송기기에 접근시키며 간섭영향 여부를 확인하였다. 청각보조장치 또한 무선전력전송기기와 주파수가 분리되어 있어 간섭이 확인되지 않았다.

마지막으로 RFID 리더에 대한 간섭영향 평가를 위해 RFID 태그와 무선전력전송기기를 30cm 거리에서 배치하고 RFID 태그를 무선전력전송기기에 접근시키며 간섭영향 여부를 확인하였다. 시험결과, 무선전력전송기기와 RFID 리더/태그 사이의 거리가 1m 이상일 때 리더는 오류없이 동작하는 것으로 나타났다.

2. 900MHz 대역 비접촉식 무선전력전송 기술기준 초안

우리나라는 900MHz 대역을 이동통신, RFID/USN, 무선마이크 등 다양한 무선 서비스로 이용하고 있어 무선전력전송 도입을 위한 사전 간섭분석 등 검토가 필요하다. ITU, 미국, 일본 등 국외 동향을 참고하여 900MHz 대역 무선전력전송기에 대한 기술기준 초안을 다음과 같은 방향으로 마련하였다. 다만, 향후 기술기준 최종안 확정을 위해서는 피간섭원 무선통신 사용자, 무선전력전송 산업체 등 이해관계기관의 의견수렴 등이 필요하다.

[표 3-6] 900MHz 대역 비접촉식 무선전력전송 기술기준 초안

항목	기술기준		
주파수	920MHz 대역 2개파		
출력	EIRP 1W 이하		
전파형식	무변조(NON)		
점유주파수 대역폭	100kHz 이내		
주파수 허용편차	$\pm 20 \times 10^{-6}$		
불요발사	주파수	기준값	분해대역폭
	1GHz 미만	-36dBm	100kHz
	1GHz 이상	-30dBm	1MHz
부가조건	무선전력전송기기는 간섭영향을 최소화하기 위하여 다음과 같은 부가조건을 갖출 것 - 주파수 호핑 기능 - 송신전 신호감지(Listen Before Transmission) 기능		

제3절 85kHz 전기자동차 무선전력전송 제도 정비

1. 배경

전기자동차 무선전력전송 인프라 확산 및 국내 산업체의 글로벌 경쟁력 확보를 위해 무선전력전송용 85kHz 대역 주파수 분배 및 기술기준 마련이 요구되고 있다. 특히, 일부 산업체는 규제샌드박스를 통해 시범사업을 진행하고 있으며, 안전성 등의 평가를 통해 주파수 분배, 기술기준 등 제도마련이 필요하다.

2. 전기자동차 무선전력전송 주파수 및 산업 현황

‘19년 ITU는 85kHz 대역(79-90kHz, 22kW 이하)을 전기자동차 무선전력전송용 주파수로 권고하였다. 85kHz 대역은 무선험행, 해상이동, 고정업무로 분배되어 있으나, 이에 따라 우리나라에서 운용 중인 통신목적의 무선국은 없는 상황이다. 현재, 이 대역에서는 반도체 열처리, 용접 등 산업용 전파응용설비로만 운용이 되고 있다.

국내·외 산업 현황을 살펴보면, 미국, 일본, 중국, 독일, 이스라엘 등에서 전기자동차 무선전력전송 시범사업 및 연구개발을 진행하고 있으나 아직 상용화를 시작한 나라는 없는 것으로 파악되고 있다. 특히, 이스라엘은 도로에 코일을 매설하여 주행 중에도 충전이 가능하도록 무선충전 도록을 구축하고 있다. 우리나라는 현대자동차 등 일부 산업체에서 규제샌드박스 실증특례를 통해 전기자동차 무선충전 시범사업을 추진하고 있으며, 선도적으로 상용화를 준비하고 있다.

3. 85kHz 대역 무선전력전송 제도개선 방안

전기자동차 무선전력전송 주파수는 국제 조화가 가능한 79-90kHz 대역을 분배하여 활용 가능성을 높이는 방안이 도출되었으며, 기술기준은 기존 무선국과의 혼·간섭 방지, 국내 산업체의 국제 경쟁력 확보를 위해 국제표준인 IEC 61980

을 준용하여 기술기준안을 마련하였다.

[표 3-7] 「대한민국 주파수 분배표」 개정안 / 과학기술정보통신부 고시

현행		개정안	
<주파수 분배표>		<주파수 분배표>	
주파수대별 분배	용도 등	주파수대별 분배	용도 등
72-84 고정 해상이동	해안국용(무선전신)	72-84 고정 해상이동	해안국용(무선전신) 전파응용설비 K205
84-86 무선항행 <u>해상이동</u>	쌍곡선항행방식(데카)에 한한다 해안국용(무선전신)	84-86 무선항행 <u>해상이동</u>	쌍곡선항행방식(데카)에 한한다 해안국용(무선전신) 전파응용설비 K205
86-90 고정 해상이동 무선항행	해안국용(무선전신)	86-90 고정 해상이동 무선항행	해안국용(무선전신) 전파응용설비 K205
<주 석> K205 : 19~21 kHz, 59~61 kHz 대역은 전파응용설비용으로 사용한다. 다만, 다른 무선국에 유해한 간섭을 주지 않고 사용하여야 한다.		<주 석> K205 : 19~21 kHz, 59~61 kHz, 79~90 kHz 대역은 전파응용설비용으로 사용한다. 다만, 다른 무선국에 유해한 간섭을 주지 않고 사용하여야 한다.	

[표 3-8] 「전파응용설비의 기술기준」 개정안 / 국립전파연구원 고시

현행	개정안												
<p>제4조(<u>전계강도의 허용치</u>) ① (생략)</p> <p>② 제1항의 규정에도 불구하고 무선전력전송 기기에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 <u>전계강도의</u> 최대 허용치는 다음 각 호와 같다.</p> <p>1~3. (생략)</p> <p><신설></p>	<p>제4조(<u>전계강도 등의 허용치</u>) ① (현행과 같음)</p> <p>② 제1항의 규정에도 불구하고 무선전력전송 기기에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 <u>전계 또는 자계강도의</u> 최대 허용치는 다음 각 호와 같다.</p> <p>1~3. (현행과 같음)</p> <p>4. 79~90kHz 대역을 이용하는 무선전력전송기기의 기본파 및 불요발사에 의한 <u>전계 또는 자계강도는 다음의 기준 값 이하일 것</u></p>												
	<table><tr><th>주파수</th><th>기준 값</th><th>비 고</th></tr><tr><td>9~150kHz</td><td>9kHz에서 27dBμA/m, 150kHz에서 15dBμA/m 이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 감소</td><td rowspan="4">※ 피시험기와 측정안테나 간 측정거리는 10m 이며, 분해대역폭은 주파수 9~150kHz에서 200Hz, 150kHz~30MHz에서 9kHz, 30~1000MHz에서 120kHz를 적용하고, 검출모드는 준첨두 모드를 이용한다.</td></tr><tr><td>0.15~4MHz</td><td>0.15MHz에서 14.5dBμA/m, 4MHz에서 -7.7dBμA/m이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 감소</td></tr><tr><td>4~11MHz</td><td>4MHz에서 -7.7dBμA/m, 11MHz에서 -0.2dBμA/m이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 증가</td></tr><tr><td>11~30MHz</td><td>11MHz에서 -0.2dBμA/m, 30MHz에서 -7dBμA/m이며, 중간구간은</td></tr></table>	주파수	기준 값	비 고	9~150kHz	9kHz에서 27dB μ A/m, 150kHz에서 15dB μ A/m 이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 감소	※ 피시험기와 측정안테나 간 측정거리는 10m 이며, 분해대역폭은 주파수 9~150kHz에서 200Hz, 150kHz~30MHz에서 9kHz, 30~1000MHz에서 120kHz를 적용하고, 검출모드는 준첨두 모드를 이용한다.	0.15~4MHz	0.15MHz에서 14.5dB μ A/m, 4MHz에서 -7.7dB μ A/m이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 감소	4~11MHz	4MHz에서 -7.7dB μ A/m, 11MHz에서 -0.2dB μ A/m이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 증가	11~30MHz	11MHz에서 -0.2dB μ A/m, 30MHz에서 -7dB μ A/m이며, 중간구간은
주파수	기준 값	비 고											
9~150kHz	9kHz에서 27dB μ A/m, 150kHz에서 15dB μ A/m 이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 감소	※ 피시험기와 측정안테나 간 측정거리는 10m 이며, 분해대역폭은 주파수 9~150kHz에서 200Hz, 150kHz~30MHz에서 9kHz, 30~1000MHz에서 120kHz를 적용하고, 검출모드는 준첨두 모드를 이용한다.											
0.15~4MHz	0.15MHz에서 14.5dB μ A/m, 4MHz에서 -7.7dB μ A/m이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 감소												
4~11MHz	4MHz에서 -7.7dB μ A/m, 11MHz에서 -0.2dB μ A/m이며, 중간구간은 주파수에 따라 로그스케일로 증가												
11~30MHz	11MHz에서 -0.2dB μ A/m, 30MHz에서 -7dB μ A/m이며, 중간구간은												

		주파수에 따라 로그스케일로 감소	
	30~ 80.872MHz	30dB μ V/m	
	80.872~ 81.848MHz	50dB μ V/m	
	81.848~ 134.786MHz	30dB μ V/m	
	134.786~ 136.414MHz	50dB μ V/m	
	136.414~ 230MHz	30dB μ V/m	
	230~ 1000MHz	37dB μ V/m	

③ 제1항 및 제2항에도 불구하고 산업·과학·의료·가사 그 밖에 이와 유사한 목적으로 분배된 주파수를 이용하는 통신설비 외의 전파응용설비에서 발사되는 기본파의 전계강도 허용치는 두지 아니한다.

③ 제1항 및 제2항에도 불구하고 산업·과학·의료·가사 그 밖에 이와 유사한 목적으로 분배된 주파수를 이용하는 통신설비 외의 전파응용설비에서 발사되는 기본파의 전계 또는 자계강도 허용치는 두지 아니한다.

제4절 결론 및 향후계획

본 연구를 통해 마련된 85kHz 대역 주파수 분배 및 기술기준 등 무선전력전송 제도는 ITU 권고 범위의 22kW 이하에 적용할 수 있는 기술기준이다. 100kW 이상의 대출력 무선전력전송기기는 AM 등 기존 무선국과의 혼·간섭 등에 대한 안전성이 확보되어야 하는 문제가 있다. 이러한 문제는 국제 표준화와 기술개발을 통해 간섭영향을 해소하는 한편, 이해관계자를 중심으로 지속적인 논의를 통해 대출력 무선전력전송 서비스도 제도권으로 포용할 수 있도록 할 것이다.





국립전파연구원
National Radio Research Agency

제4장
'22년 시·군지역
지상파UHD 송신제원
사전 조정방안
마련 연구

National
Radio
Research
Agency



제4장 '22년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구

제1절 연구배경

우리나라는 지상파UHD 방송의 활성화를 위하여 '20년 12월에 시·군지역 UHD방송국 활성화 계획에 관한 정책을 발표하였으며, 이에 따라 '22년 개설 대상 방송국에 KBS·MBC·지역민방 등 10개 방송사의 19개 방송국이 포함되었다. 다만 방송국 개설에 앞서 개설허가를 위한 기술심사 항목 중 불필요한 전파발사를 억제해야 하는 조건이 있어(전파법 시행령 제57조 제1항제1호, 제1항제2호) 이를 충족하는 송신제원이 필요하였다.

본 연구에서는 상기한 조건을 충족하는 UHD방송국 송신제원 조건을 검토하여 향후 UHD 개설허가 기술심사에 참고하고자, 방송국 UHD안테나 발주에 앞서 각 방송국의 UHD 송신제원을 확보하고 이를 토대로 국내·외 전파월경을 최소화할 수 있는 송신제원 조정방안을 마련하고자 하였다.

제2절 우리나라 UHD방송 현황 및 개설 계획

1. 우리나라 UHD방송 현황

우리나라는 '16년에 ATSC 3.0 기반의 UHD 방송표준을 제정하였으며, '17년 5월에는 세계 최초로 지상파 UHD 본방송을 시작하였다. 우리나라 지상파 UHD 방송은 17년 5월에 수도권을 시작으로 2단계는 광역시 및 평창 지역으로 확대하였으며('17년 12월), 3단계 시·군지역 확대 도입은 '21~'23년을 목표로 하였다. 이에 따라 운용 중인 국내 UHD방송(보조)국은 현재('22년 12월) 기준 총 64국이다.



[그림 4-1] UHD 지상파 디지털 방송 서비스 현황

2. 향후 UHD 개설 계획



과기정통부·방통위에서 '20년 12월에 발표한 지상파 UHD 활성화를 위한 정책방안에 따라 '21년 제주도에 KBS사의 UHD 방송이 도입되었으며 금년에는 KBS, MBC(춘천·원주·전주·경남·제주), 지역 민영방송(강원·청주·전주·제주) 등 10개 방송사가 UHD 방송국을 도입하기로 정해진 바 있다.

제3절 UHD방송의 국내·외 전파월경 최소화 방법

1. 국내·외 전파월경

전파월경은 방송국 전파가 희망 방송구역을 초과하여 인접지역 또는 인접국가까지 불필요하게 도달하는 현상을 말하며, 전파 세기 및 시간율을 기준으로 표 4-1과 같이 국내·외 전파월경으로 구분한다. 구체적인 전파월경 범위는 위 기준을 만족하는 방송전파의 최대 범위를 분석하여 방송전파 컨투어를 그리면 파악할 수 있다.

[표 4-1] 국내·외 전파월경

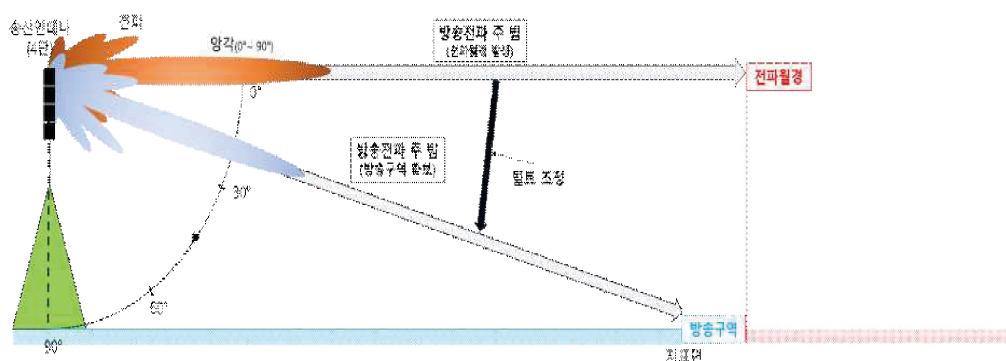
분류	국내 전파월경	국외 전파월경
설명	전파가 방송전파(전계강도 45dBuV/m, 시간율 50%) 이상의 세기로, 방송구역을 초과하여 인접 지역까지 도달하는 경우를 말함	전파가 잡음전파(전계강도 25dBuV/m, 시간율 1%) 이상의 세기로, 방송구역을 초과하여 인접 국가까지 도달하는 경우를 말함
기준 및 분석 방법	국내 기술기준 (방송구역전계강도의 기준·작성요령 및 표시방법, 과기정통부 고시 제2020-82호)	국제표준 ITU-R P.1546
예시	 <p>① 방송구역 ② 방송신호 컨투어 노고단 UHD 방송국 ③ 국내 전파월경</p>	 <p>② 잡음신호 컨투어 ③ 국외 전파월경 (잡음구역) 건월악 UHD 방송국 ① 방송구역 ⑤ 국외 전파월경 (잡음구역)</p>
	[그림] 방송전파 컨투어를 이용한 국내 전파월경 분석 예시	[그림] 잡음전파 컨투어를 이용한 국외 전파월경 분석 예시
	노고단 UHD 방송국의 방송전파 컨투어(방송 전파 도달범위)가 희망 방송구역을 초과하여 불필요하게 순천 등 인접지역까지 도달	건월악 UHD 방송국의 잡음전파 컨투어(잡음 전파 도달범위)가 불필요하게 일본 또는 중국 지역까지 도달하여 국외 전파월경 발생

2. 전파월경 최소화 방법

국내·외 전파월경을 최소화하기 위한 여러 방법이 있지만 UHD방송구역을 DTV와 동일하거나 유사하도록 확보하기 위해서, 안테나 출력/이득은 그대로 두되 안테나 수직복사패턴을 조정하는 방법을 활용할 수 있다.

이 방법은 전파월경이 발생하는 방향의 안테나 패널의 수직복사패턴을 조정하여, 지면과 수평한 방향으로 전파되는 방송전파의 세기를 감쇠시킨다. 수직복

사파턴 조정은 안테나 틸트 조정으로 이를 수 있다. 만약 전파월경이 발생하는 방향에 안테나 패널이 없는 경우, 전후방비(FBR) 조정으로 지면과 수평한 방향으로 전파되는 전파의 세기를 감쇠시킨다. 이 방법은 방송구역 내의 방송기준 전계강도는 최대한 유지하되 방송구역 외 전계강도를 줄일 수 있어, 목표한 바를 이룰 수 있다.



[그림 4-2] 안테나 수직복사파턴 틸트 조정 개요

한편, 전파월경 발생 방향으로 안테나 패널이 설치된 경우, 전파월경 최소화에 필요한 틸트값은 패널수에 따라 달라진다. UHD방송국에 주로 채택되는 2~4단 패널의 경우, 패널이 높아질수록 틸트에 따른 전파감쇠 수치가 늘어나는 경향성을 볼 수 있다. 표 4-2에서 송신안테나 패널 2~4단에 따른 수직복사파턴 양상을 볼 수 있다. 단이 높아질수록 빔폭이 좁아져, 동일한 틸트값으로 높은 전파감쇠효과가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이러한 경향성과 실제 방송국의 수직복사파턴을 참고하여 전파월경 최소화를 위한 방송국별 안테나 틸트 조정값을 도출할 수 있다.

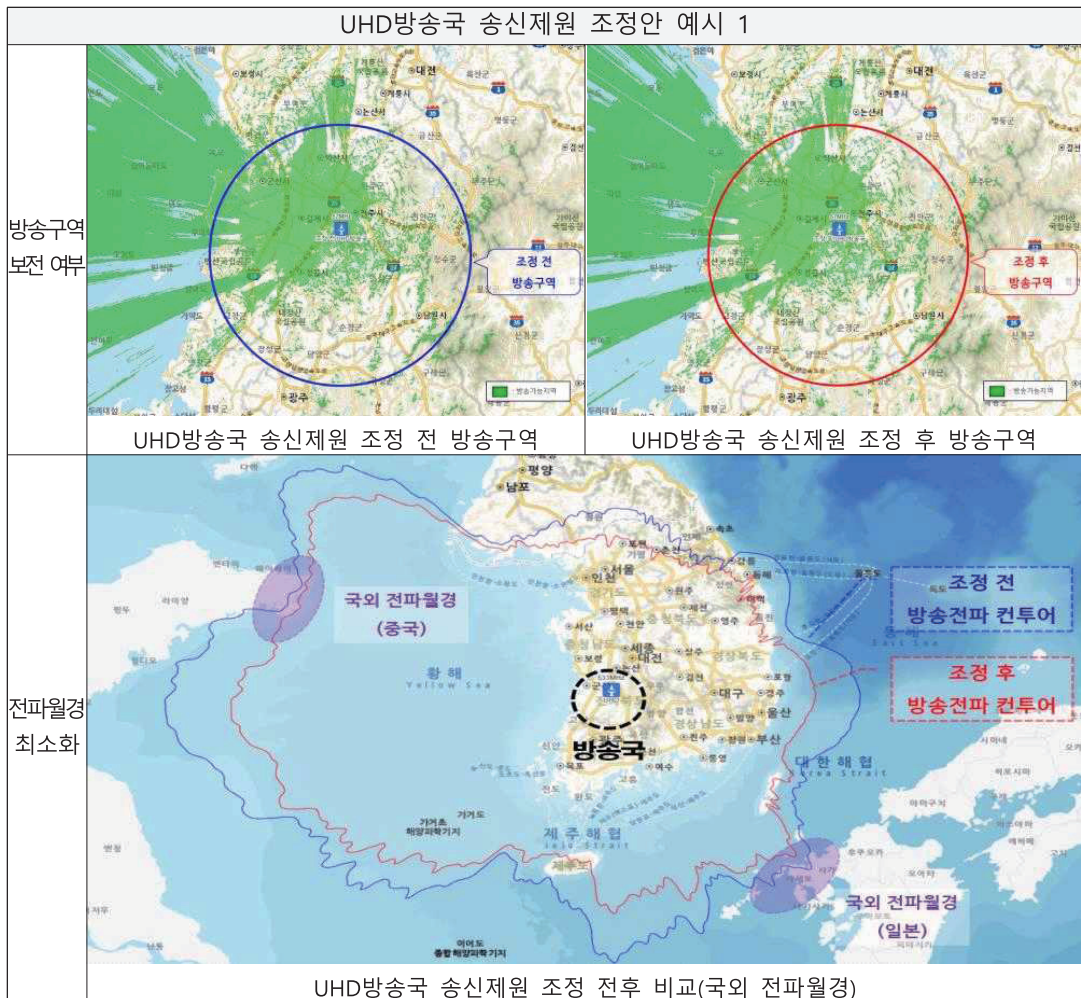
[표 4-2] 송신안테나 패널별 수직복사패턴 및 틸트에 따른 전파감쇠 예시

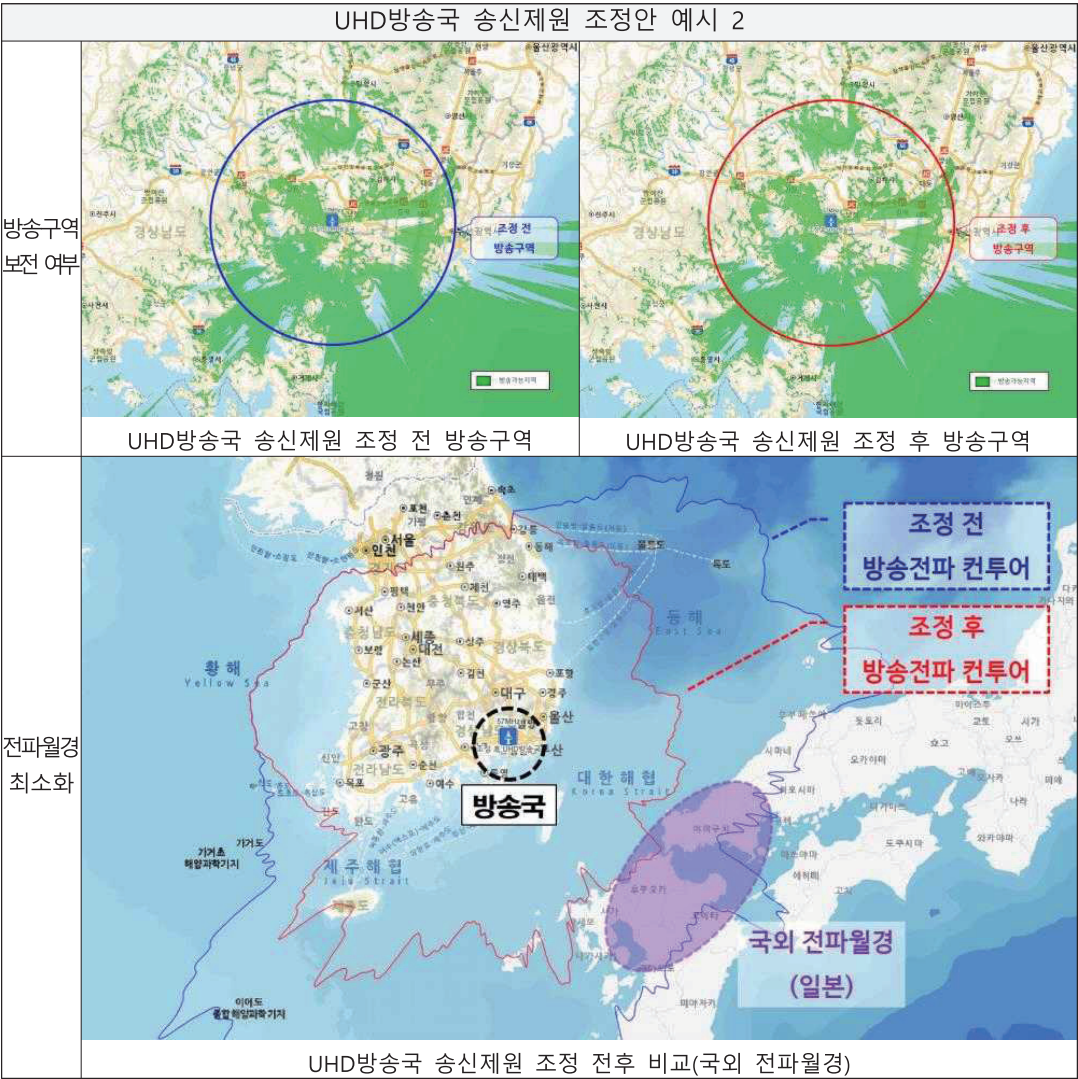
송신안테나 패널 수	수직복사패턴 (예시)																			
2단		<table><tr><th>틸트</th><th>전파감쇠</th></tr><tr><td>0°</td><td>0 dB</td></tr><tr><td>1°</td><td>0.1 dB</td></tr><tr><td>2°</td><td>0.3 dB</td></tr><tr><td>3°</td><td>0.5 dB</td></tr><tr><td>4°</td><td>1.2 dB</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr></table>	틸트	전파감쇠	0°	0 dB	1°	0.1 dB	2°	0.3 dB	3°	0.5 dB	4°	1.2 dB	·	·	·	·	·	·
		틸트	전파감쇠																	
		0°	0 dB																	
		1°	0.1 dB																	
		2°	0.3 dB																	
		3°	0.5 dB																	
		4°	1.2 dB																	
		·	·																	
		·	·																	
		·	·																	
3단		<table><tr><th>틸트</th><th>전파감쇠</th></tr><tr><td>0°</td><td>0 dB</td></tr><tr><td>1°</td><td>0.2 dB</td></tr><tr><td>2°</td><td>1 dB</td></tr><tr><td>3°</td><td>2 dB</td></tr><tr><td>4°</td><td>3 dB</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr></table>	틸트	전파감쇠	0°	0 dB	1°	0.2 dB	2°	1 dB	3°	2 dB	4°	3 dB	·	·	·	·	·	·
		틸트	전파감쇠																	
		0°	0 dB																	
		1°	0.2 dB																	
		2°	1 dB																	
		3°	2 dB																	
		4°	3 dB																	
		·	·																	
		·	·																	
		·	·																	
4단		<table><tr><th>틸트</th><th>전파감쇠</th></tr><tr><td>0°</td><td>0 dB</td></tr><tr><td>1°</td><td>0.3 dB</td></tr><tr><td>2°</td><td>1 dB</td></tr><tr><td>3°</td><td>3 dB</td></tr><tr><td>4°</td><td>5 dB</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr><tr><td>·</td><td>·</td></tr></table>	틸트	전파감쇠	0°	0 dB	1°	0.3 dB	2°	1 dB	3°	3 dB	4°	5 dB	·	·	·	·	·	·
		틸트	전파감쇠																	
		0°	0 dB																	
		1°	0.3 dB																	
		2°	1 dB																	
		3°	3 dB																	
		4°	5 dB																	
		·	·																	
		·	·																	
		·	·																	

제4절 송신제원 사전 조정방안 마련

국립전파연구원은 위 조정방법을 바탕으로 각 방송사와 사전 조정방안에 대해 협의하였고, 금년도 개설 대상 UHD방송국의 송신제원의 사전 조정방안을 마련하였다. 이에 따라 각 방송사는 중국·일본 등 해외에 발생하던 전파월경을 최소화하되, 기존 방송구역을 보전하는 송신제원을 설계할 수 있었다(표 4-3 참조). 이 자료는 추후 시군지역 UHD방송국 신규허가 기술심사에 참고할 수 있다.

[표 4-3] UHD방송국 송신제원 조정안 예시









국립전파연구원
National Radio Research Agency

제5장
방송·전파응용설비
주파수 간섭분석
및 국제등록

National
Radio
Research
Agency



제5장 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록

제1절 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석

1. 개 요

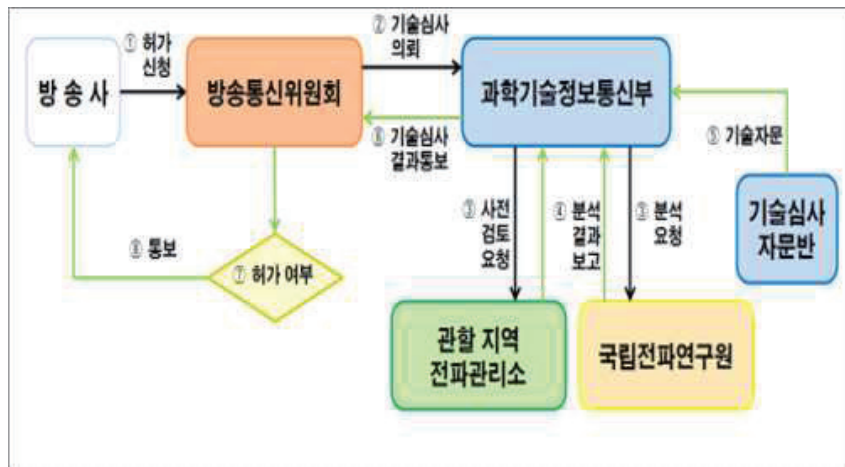
국립전파연구원은 전파법 제78조(권한의 위임·위탁) 및 같은 법 시행령 제123조(권한의 위임·위탁)에 따라 국내 지상파 방송사의 방송(보조)국 개설 및 변경허가 신청에 대한 주파수 지정을 위해 과학기술정보통신부로부터 주파수 간섭분석 업무를 위임받아 수행하고 있다. 이에 따라 연구원에서는 AM, FM, UHDTV, DTV, T-DMB 등 방송주파수에 대한 효율적이고 정확한 간섭분석을 위하여 주파수자원분석시스템(SMIs : Spectrum Management Intelligent System)을 자체 개발하여 간섭분석 업무를 시행하고 있으며, 국민들의 시청권 확보와 안정적인 방송주파수 공급을 위하여 최선을 다하고 있다.

방송국 주파수지정 절차는 방송통신위원회가 방송사로부터 개설(변경)허가 신청을 받아 과학기술정보통신부에 기술심사를 의뢰하면 과학기술정보통신부는 국립전파연구원에 해당 방송국에 대한 주파수 간섭분석을 의뢰한다. 국립전파연구원은 안테나제원, 방송구역 산정 등의 적정성과 기존 방송국과의 간섭 가능성 등을 검토하여 과학기술정보통신부에 간섭분석 결과를 제출하면 과학기술정보통신부는 간섭분석 결과와 관련법규 등을 종합적으로 검토하여 기술심사를 진행하고 그 결과를 방송통신위원회에 통보한다. 방송통신위원회는 기술심사결과를 반영하여 최종 허가 여부를 판단한다.

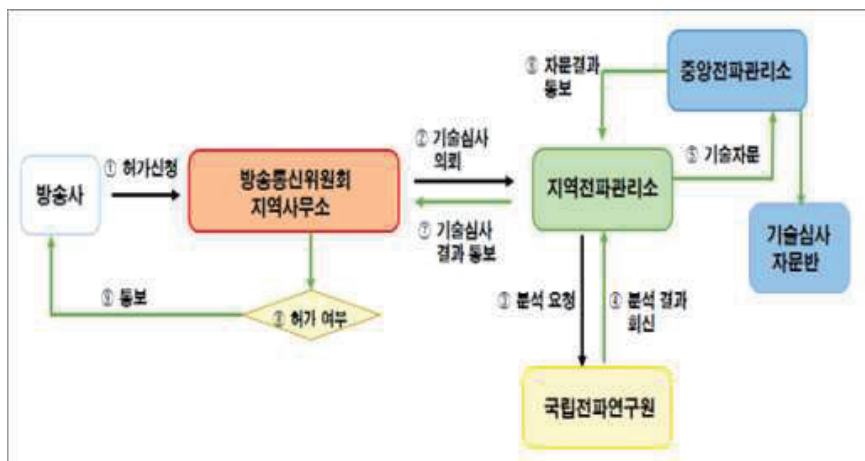
방송보조국 주파수지정은 방송통신위원회 지역사무소가 방송사로부터 개설(변경)허가 신청을 받아 각 지역전파관리소에 기술심사를 의뢰하면 지역전파관리소는 국립전파연구원에 해당 방송국에 대한 주파수 간섭분석을 의뢰한다. 방송국

과 동일하게 주파수 간섭분석 결과를 지역전파관리소에 제출하면 지역전파관리소는 주파수 간섭분석 결과와 관련법규 등을 종합적으로 검토하여 기술심사를 진행하고 그 결과를 방송통신위원회 지역사무소에 통보한다. 방송통신위원회 지역사무소는 기술심사결과를 반영하여 최종 허가 여부를 판단한다.

방송(보조)국의 개설 및 변경 허가절차는 아래와 같이 진행된다.



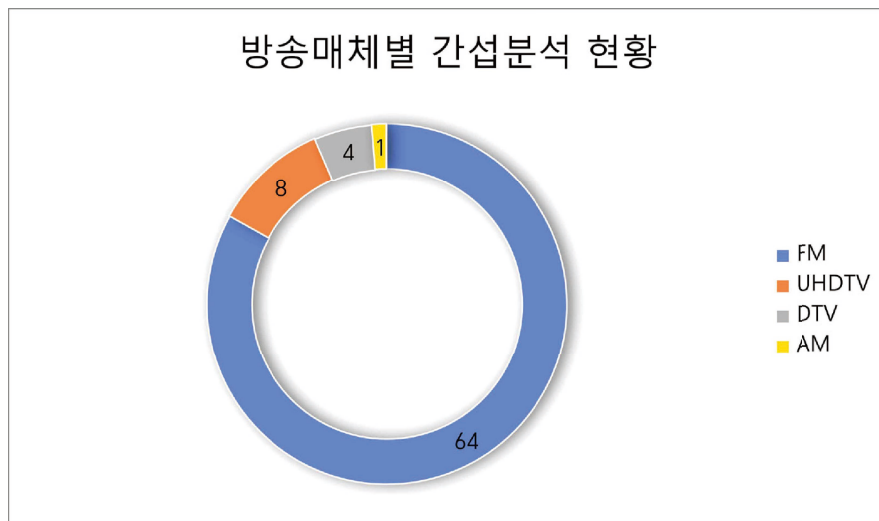
[그림 5-1] 방송국 개설허가 절차



[그림 5-2] 방송보조국 개설허가 절차

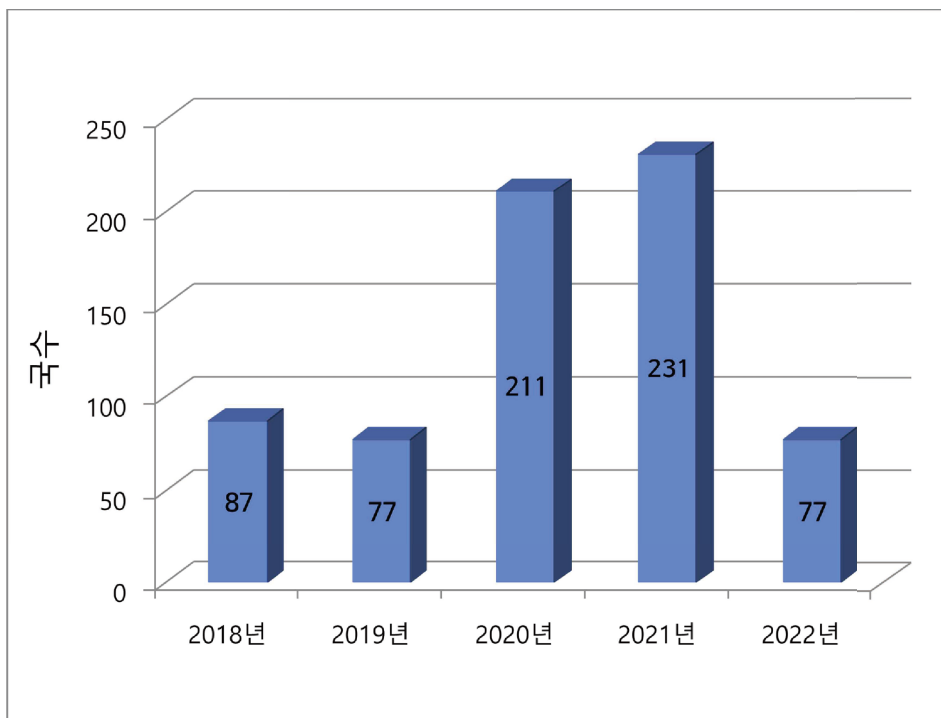
2. 방송주파수 간섭분석

코로나-19 확산으로 사회적 거리두기 지원을 위한 Drive-in 종교·문화행사용 FM실용화시험국의 허가가 2020년부터 시작되었고 현재는 사회적 거리두기 의무화 조치가 해제되었다. 다만 종교·문화행사나 자동차 극장 등 꾸준한 수요가 있어 금년에도 49국에 대한 주파수 분석을 수행하였다. 이외 UHD방송국 8국이 개설허가를 신청하여 이에 대한 분석을 진행하였다. 방송매체별 분석현황은 UDHTV 8국, DTV 4국, FM 64국, AM 1국으로, 그 비율을 그림으로 표시하면 다음과 같다.



[그림 5-3] 2022년 방송주파수 간섭분석 현황

다음 그림은 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 현황을 표시하였다. 금년도에는 사회적 거리두기 조치가 해제되며, 코로나-19 대응 소출력FM 실용화시험국 간섭분석이 작년 150국에 비해 49국으로 줄어들어 전체적인 간섭분석 수가 줄어들었다.



[그림 5-4] 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 현황

다음 표는 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 현황을 표시하였다. 전년도 대비 154국 감소하였는데, 사회적 거리두기 의무 조치가 해제됨에 따라 코로나19 대응 소출력FM 실용화시험국 개설이 작년 150국 대비 49국으로 대폭 줄어들었기 때문으로 보인다.

이외에, 작년도부터 시·군지역 UHD방송을 도입함에 따라 UHDTV 간섭분석이 늘어나는 추세를 보이며, 금년도에는 UHDTV 8국 개설허가 신청이 있었다.

[표 5-1] 최근 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 현황

(단위 : 국)

구 분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
UHDTV	16	4	3	4	8
DTV	8	10	26	10	4
FM	55	59	180	218	64*
T-DMB	-	2	2	4	0
AM	2	2	-	-	1
기 타	6	-	-	-	-
합 계	87	77	211	231	77

* 비대면 활동 소출력 FM실용화시험국 49국 포함

3. 전파응용설비 주파수 간섭분석

최근 급속한 기술개발이 이루어지고 있는 무선전력전송 실험국 22국에 대해 분석을 실시하였다. 특히, 85kHz 대역은 동일 주파수 대역에서 사용 중인 무선국이 없지만 높은 출력을 사용하기 때문에 고조파 등으로 인한 AM 등 타 무선 서비스에 대한 검토를 수행하였다.

제2절 방송주파수 국제등록

1. 개 요

방송주파수 국제등록은 인접 국가 간 방송주파수의 우선 사용 권한을 인정받기 위해 국제주파수등록원부(MIFR: Master International Frequency Register) 상에 국내 방송국으로 허가·운용되고 있는 송신제원을 등재하고 있다. 방송국 주파수를 비롯한 무선국 주파수는 당해 주관청에서 송신제원을 ITU의 전파통신국(BR)에 통고하면 지역 간 특별협정 또는 전파규칙 규정에 적합여부를 심사 후 적합 시 국제주파수등록원부(MIFR)에 등재(전파규칙 11조) 하고 있으며, 지역 간 특별협정 또는 조정절차가 전파규칙에 규정되어 있지 않을 경우에는 전파통신국(BR)에서 통고양식만 심사하여 등재하고 있다.

2. 국제등록 규정 및 절차

1) 관련규정

방송주파수의 국제등록 규정은 전파규칙(Radio Regulations) 제4조, 제7조, 제8조, 제11조 등의 규정에 의거하여 작성하고 절차에 따라 등록하고 있다. 국내에서는 전파법 제5조(전파자원의 확보) 및 같은 법 시행령 제3조(국제등록대상주파수 등)에서 인접국간 혼신해소 및 전파자원 확보를 위한 협의·조정 등 주파수 국제등록 절차를 규정하고 있다.

[표 5-2] 방송주파수 국제등록 규정

ITU 전파규칙	전파법	전파법 시행령
<ul style="list-style-type: none"> ○ 제4조 주파수의 할당 및 사용에 관한 규정 ○ 제7조 절차의 적용 ○ 제8조 국제주파수 등록원부에 등록된 주파수 할당의 법적 지위 ○ 제11조 주파수할당의 통고 및 등록 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제5조 전파자원의 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 제1항 제3호 주파수의 국제등록 - 제1항 제4호 국가간 전파의 혼신을 없애고 방지하기 위한 협의·조정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제3조 국제등록대상 주파수 등 <ul style="list-style-type: none"> - 제1항 전파법 제5조제2항에 따른 등록대상 주파수는 「국제전기통신연합 전파 규칙이 정하는 바에 따름

2) 등록절차

방송주파수의 국제등록 일반적인 절차는 다음을 고려하여 전파규칙 제11조(주파수 할당의 통고 및 등록)에 따라 전파통신국(BR)에 할당된 주파수의 통고 및 등록을 하고 있다.

- 타 주관청의 서비스에 유해 간섭을 일으킬 가능성이 있는 경우
- 국제 무선통신에 사용하는 경우
- 자체적인 통고절차가 없는 국제 또는 지역적인 협정의 경우
- 해당 주파수에 대해 국제적인 인지를 얻고자 하는 경우
- 제5조 주파수의 할당에서 주파수 분배표나 기타 규정에 적합하지 않은 주파수로서 주관청이 정보로서의 등록을 원하는 경우

3) 통고서 양식

국제등록을 위한 통고서 양식은 전파규칙 부록 4의 전파규칙 제3장의 절차 적용에 이용되는 특성들의 통합목록 및 표1(WRC-12 개정)에 규정된 특성을 작성하여 통고하고 있다. 전파통신국(BR)에 제출하는 통고 데이터의 요구사항에 표준 기호의 사용이 포함될 때가 많은데 이러한 표준 기호는 전파통신국 국제주파수정보회람(지상업무)의 서문에서 찾아볼 수 있다. 이에 따라 서문의 T01(FM),

T02(DTV, T-DMB), T03(AM) 기호를 사용하여 송신기에 대한 장소명, 지리적 구역 부호, 경·위도 좌표, 해발고 등을 표시하고 할당 주파수에 대한 지향성 및 안테나 높이 등을 표기하여 작성한 후 업무통고 절차에 준하여 국제등록을 시행하고 있다.

[표 5-3] 방송주파수 국제등록 통고서 양식

개 요	송신기 관련	방사 관련	안테나 관련	RR11관련
<ul style="list-style-type: none"> . 통고 규정 . 주관청 코드 . 통고 국가 	<ul style="list-style-type: none"> . 장소 명칭 . 지리적 구역 부호 <ul style="list-style-type: none"> · 경도 및 위도 좌표 . 해발고 	<ul style="list-style-type: none"> . 할당 주파수 . TV 시스템 . 편파 . 유효방사전력 	<ul style="list-style-type: none"> . 지향성 여부 . 안테나 높이 <ul style="list-style-type: none"> · 최대 실효고 	<ul style="list-style-type: none"> . 운용국 . 주소 . 운용시간 . 할당일자

전파통신국(BR)에서는 주관청에서 통고양식을 제출하게 되면 통고양식에 기술된 특성, 주파수 분배표 및 전파규칙의 타 규정 적합여부 등을 검토한 후 적합판정 시 등록원부(Master Register)에 등재 및 공표하고, 부적합 시 통고서를 주관청으로 반려한다. 등재사항은 전파규칙 20조(업무문서 및 온라인 정보 시스템)에 따라 주관청으로부터 등록 접수 후 2개월 이내에 등록서의 내용과 관련 도표 및 지도 등을 2주마다 국제주파수정보회람(IFIC)에 공표하고 있다.

3. 방송주파수 국제등록

방송주파수 국제등록은 중국, 일본 등 주변국의 전파유입에 의한 혼신으로부터 국내의 전파자원을 보호하기 위해 추진해 왔다. 최근 5년간 총 148국의 국제등록을 추진해 왔으며, 신규 허가된 방송주파수뿐만 아니라 송신제원의 변경사항(송신출력 증강, 송신위치 변경 등)이 있는 경우에도 변경 등록을 실시하였다.

[표 5-4] 최근 5년간 방송주파수 국제등록 실적

구분	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년
등록 실적	<ul style="list-style-type: none"> ○ FM : 14국 ○ DTV : 6국 ○ AM : 1국 	<ul style="list-style-type: none"> ○ UHDTV : 52국 ○ AM : 1국 	<ul style="list-style-type: none"> ○ UHDTV : 8국 ○ FM : 17국 	<ul style="list-style-type: none"> ○ UHDTV : 3국 ○ FM : 17국 ○ DMB : 3국 	<ul style="list-style-type: none"> ○ UHDTV : 1국 ○ DTV : 7국 ○ FM : 17국 ○ DMB : 1국
총계	21국	53국	25국	23국	26국

그동안 DTV, FM, DMB 등 국내 허가된 대부분의 방송주파수는 대부분 국제 등록을 완료하였고 신규로 개설허가 되는 방송국이 감소됨에 따라 방송주파수 국제등록도 지속적으로 감소되어 왔다. 2022년에는 FM 방송국 17국을 비롯하여 UHDTV 1국, DTV 7국, DMB 1국 등 총 26국에 대해 국제등록 절차가 완료되어 국제등록 주파수 등록원(MIFR; Master International Frequency Register)이 등록되었다.





국립전파연구원
National Radio Research Agency

제5장 결론

National
Radio
Research
Agency



제6장 결 론

본 연구를 통해 동기식 FM 도입을 위한 방송구역 전계강도 기술기준안 마련, 비접촉식 무선전력전송 기술기준안 마련과 '22년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구, 방송주파수의 간섭분석 및 국제등록 추진 등의 연구업무를 수행하였고 향후 지상파 방송서비스 및 무선전력전송 산업 활성화 등 관련 산업의 기반 마련에 기여할 것으로 기대된다.

FM 동기방송망 혼신보호비 기술기준 마련 및 간섭분석 툴 개발 연구는 FM 방송주파수의 포화상태를 일부 해소하기 복수의 송신소가 동일주파수망을 구성하여 주파수 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 동기방송망 기술 도입에 대비하여, 동기방송망의 자체 방송신호간 간섭분석을 위한 혼신보호비 기술기준을 조사와 실험 등을 통해 도출하였고 방송신호 지연시간 입력기능, 동기송신소간 시간차에 따른 혼신보호비 입력기능 및 분석 기능 등을 신설하여 동기방송망에 대한 간섭분석 툴을 개발하였다.

무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구는 무선전력전송 주파수의 동일·인접대역에서 운용 중인 무선서비스 현황, 국내·외 주파수 및 기술 표준화 동향을 살펴보고, RFID 등 타 무선서비스와의 간섭영향 분석을 통하여 기술기준 마련하였다. 기술기준안은 산업체 등 이해관계자의 의견수렴을 통하여 확정 고시할 예정이다.

'22년 시군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구는 방송서비스 지역은 유지하면서 국내·외 전파월경을 최소화하는 송신제원 조정안을 연구·검토하였고, 이는 향후 시·군지역 UHD방송국 개설허가 기술심사에 참고할 수 있다.

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석은 방송국 및 무선전력전송 실험국 허가



를 위해 UHDTV 8국, DTV 4국, FM 15국, AM 1국과 비대면 종교 및 문화행사용 FM 실용화시험국 49국, 무선전력전송 실험국 22국 등 총 99국의 주파수에 대해 간섭분석을 실시하였으며 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 FM 17국, UHDTV 1국, DTV 7국, DMB 1국 등 총 26국의 주파수에 대해 국제등록을 추진하였다.

[참고문헌]

- [1] 전파법, 법률 제18199호, 2021. 6. 8.
- [2] 전파법 시행령, 대통령령 제32274호, 2021. 12. 30.
- [3] 방송구역전계강도의 기준 · 작성요령 및 표시방법, 과학기술정보통신부고시 제2020-82호, 2020. 12. 31.
- [4] 대한민국 주파수 분배표, 과학기술정보통신부고시 제2022-74호, 2022. 12. 30.
- [5] 전파응용설비의 기술기준, 국립전파연구원고시 제2022-28호, 2022. 12. 30.
- [6] Recommendation ITU-R SM.2110, Guidance on frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles 2019. 10.
- [7] Recommendation ITU-R SM.2151, Guidance on frequency ranges for operation of wireless power transmission via radio frequency beam for mobile/portable devices and sensor networks, 2022. 9.
- [8] Report ITU-R SM.2505, Impact studies and human hazard issues for wireless power transmission via radio frequency beam, 2022. 7.
- [9] Recommendation ITU-R P.1546, Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30MHz to 4000MHz, 2019.
- [10] Radio Regulations, ITU, 2020.
- [11] International Standard IEC 61980-1, Electric vehicle wireless power transfer(WPT) systems – Part 1: General requirements, Edition 2.0, 2020. 11.
- [12] 지상파 방송 허가를 위한 기술심사 처리지침, 과학기술정보통신부 전파정책국, 2022. 5.

- [13] Recommendation ITU-R BS.1284, General methods for the subjective assessment of sound quality 2019. 1.
- [14] 방송시스템에 관한 기술적 조건 중 FM 동기방송의 기술적 조건, 일본 정보통신심의회 정보통신기술분과회 방송시스템위원회 보고 자문 제2023호, 2020. 2. 18.
- [16] 기간방송용 주파수 사용계획, 일본 우정청 고시 제661호, 2020. 7. 16.
- [17] FM 동기방송 현황, https://nitsuki.com/products/fm_radio/fm_sync_broadcasting.html,
https://nitsuki.com/products/fm_radio/fm_sales_archive.html

FM 방송 및 무선전력전송 주파수 자원의 효율적 이용방안에 관한 연구



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 2023. 3.

발행인 서 성 일

발행처 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전 화 061) 338-4414

인 쇄 다우프린팅 Tel. 062) 952-2033

ISBN : 11-1721137-000140-01

〈 비 매 품 〉

주 의

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