새로운 방송기술 및 무선전력전송 서비스 도입을 위한 제도개선 연구

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를「새로운 방송기술 및 무선전력전송 서비스 도입을 위한 제도개선 연구」과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2023. 12. 31

연구책임자 : 허 영 태(기술기준과 방송전파응용담당)
연 구 원 : 공 성 식(기술기준과 방송전파응용담당)
서 상 덕(기술기준과 방송전파응용담당)
이 상 빈(기술기준과 방송전파응용담당)

요 약 문

본 보고서는 FM 동기방송망의 지상파방송국 허가를 위한 제도개선 연구, 다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법 마련 연구, ‘23년 시・군지역 지상파 UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구, 무선전력전송 등 전파응용분야 산업활성화 및 국제표준화 대응 연구, 방송주파수의 간섭분석 및 국제등록 등에 대한 연구내용을 포함하고 있다.

FM 동기방송망의 허가를 위한 제도개선 연구를 통해 FM 동기방송국을 개설하고자 하는 방송사가 허가기관에 제출하는 지상파방송국 개설허가 신청 서식(공사설계서)의 개정(안)과 동기방송국 간의 혼신보호비 적용을 위한 기술심사 지침 개정(안)을 마련하였고 동기방송망의 체계적인 허가DB 등록・관리를 위해 무선국 전파방송통신시스템 기능개선 방안에 대해 연구를 수행하였다.

다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법 마련 연구로 FM 방송주파수의 적극 활용을 위한 미약전계 무선기기 활성화 방안을 마련하기 위해 FM 다수 안테나 무선기기 현장적용 가능성 검토 및 운용 중인 자동차극장에서 현장 검증을 통하여 신뢰성을 높이고자 하였다.

‘23년 시・군지역 UHD 도입에 대비하여 UHD 개설 대상 방송국이 안테나를 발주하기 이전에 송신제원을 확보하고, 국내・외 전파월경을 최소화할 수 있는 안테나 송신제원 조정방안을 마련하였다.

전파응용설비 제도의 미비점을 보완하기 위해 무선설비규칙 개정안을 마련하는 한편, 국내 무선전력전송 산업 활성화 방안을 마련하였다. 아울러, ITU-R SG1 산하 WP 1A에서 논의 중인 접촉(non beam) 및 비접촉(beam) 방식의 무선전력전송 주파수 권고, 공유연구, 기술 등 표준화 동향을 분석하여 향후 우리나라 입장 및 대응방안을 마련하였다.

방송국 및 무선전력전송 실험국 허가를 위해 UHDTV 9국, DTV 9국, FM 30국, 소출력FM 실용화시험국 28국, 무선전력전송 실험국 1국 등 총 77국의 주파

수에 대해 간섭분석을 실시하였으며, 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접 국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 FM 10국, UHDTV 8국, DTV 2국 등 총 20국의 주파수에 대해 국제등록을 추진하였다.

본 연구결과는 FM 동기방송망 등 방송 신기술과 무선전력전송 서비스 도입을 위한 기반조성과 활성화 정책에 활용될 것으로 기대된다. 향후 방송 신기술과 무선전력전송의 활성화를 위해 FM 동기방송망, FM 난청 해소 등 간섭분석 지원, 무선전력전송 산업체 현장측정 등 후속연구를 수행할 계획이다.

목 차

제1장 서론 ····· 13

제2장 FM 동기방송망 허가를 위한 제도개선 연구 ····· 17
제1절 연구배경 ····· 17
제2절 FM 동기방송망 기술 개요 ····· 19
제3절 FM 동기방송망 제도개선 방안 ····· 27
제4절 결론 ····· 38

제3장 다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법 마련 연구 ····· 41
제1절 연구배경 ····· 41
제2절 다수 안테나 FM 미약전계강도 무선기기 기술 개요 ····· 41
제3절 다수 안테나 FM 미약전계강도 무선기기 현장측정 및 분석 ····· 42
제4절 결론 ····· 50

제4장 '23년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구 ····· 53
제1절 연구배경 ····· 53
제2절 우리나라 UHD방송 현황 및 개설 계획 ····· 53
제3절 UHD 방송의 국내·외 전파월경 최소화 방법 ····· 54
제4절 송신제원 사전 조정방안 마련 ····· 57

제5장 전파응용설비 제도개선과 무선전력전송 활성화 방안 마련 및 국제표준화 동향 분석 ····· 61
제1절 연구배경 ····· 61
제2절 전파응용설비 제도개선 및 무선전력전송 활성화 방안 마련 ··· 61
제3절 ITU 무선전력전송 국제표준화 동향 ····· 63
제4절 결론 ····· 68

제6장 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록 ····· 71
제1절 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 ····· 71
제2절 방송주파수 국제등록 ····· 74

제7장 결 론 ····· 81

참고문헌 ····· 83

National Radio Research Agency

표 목 차

[표 1] 국내 FM 라디오 방송(보조)국 허가 현황 ····· 17
[표 2] FM 동기방송망 허가·심사를 위한 관련 규정 및 시스템 ····· 18
[표 3] FM 동기방송망 혼신보호비 도출 실험결과 ····· 23
[표 4] FM 동기방송망 혼신보호비 기술 동향 및 기준값 ····· 23
[표 5] FM 동기방송망 혼신보호비별 시뮬레이션 ····· 26
[표 6] 공사설계서 서식 개정(안) 신·구 조문 대비표 ····· 28
[표 7] 기술심사 지침 개정(안) 신·구 조문 대비표 ····· 32
[표 8] 자동차극장 음질평가 및 전계강도 현장측정 결과 요약 ····· 45
[표 9] 송신안테나 4개 사용시 음질 분포 ····· 46
[표 10] 송신안테나 5개 사용시 음질 분포 ····· 46
[표 11] 송신안테나 4개 사용시 전계강도 분포 ····· 46
[표 12] 송신안테나 높이 1m 음질 평가 ····· 47
[표 13] 송신안테나 높이 2.5m 음질 평가 ····· 47
[표 14] 자동차 수평 부하에 따른 음질 평가 ····· 49
[표 15] 자동차 수평 부하에 따른 전계강도 분포 ····· 49
[표 16] 자동차 수직 부하에 따른 음질 평가 ····· 49
[표 17] 자동차 수직 부하에 따른 전계강도 분포 ····· 49
[표 18] 국내·외 전파월경 ····· 54
[표 19] 송신안테나 패널별 수직복사패턴 및 틸트에 따른 전파감쇠 예시 ····· 56
[표 20] UHD방송국 송신제원 조정안에 따른 국내 전파월경 분석결과 ····· 57
[표 21] UHD방송국 송신제원 조정안에 따른 국외 전파월경 분석결과 ····· 57
[표 22] 무선설비규칙 개정안 신·구조문 대비표 ····· 62
[표 23] ITU-R SG1 산하 작업반 구성 및 현황 ····· 64
[표 24] 전기자동차용 non-beam 무선전력전송 주파수 권고 ····· 65
[표 25] 단말기용 non-beam 무선전력전송 주파수 권고 ····· 65
[표 26] 단말기 및 센서 네트워크용 beam 무선전력전송 주파수 권고 ····· 66
[표 27] ISM 및 무선전력전송 주파수 현황 ····· 67
[표 28] 최근 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 현황 ····· 74
[표 29] 방송주파수 국제등록 규정 ····· 75
[표 30] 방송주파수 국제등록 통고서 양식 ····· 76
[표 31] 최근 5년간 방송주파수 국제등록 실적 ····· 77

그림목차

[그림 1] FM 동기방송망의 구성 예시 ····· 19
[그림 2] FM 동기방송망의 요구조건 및 기술개발 현황 ····· 20
[그림 3] FM 동기방송망의 국외(일본) 서비스 동향 ····· 20
[그림 4] 디지털 SFN과 아날로그 FM 동기방송망의 차이 ····· 21
[그림 5] 일본 FM 동기방송망 혼신보호비 동기 평가 테이블 ····· 22
[그림 6] FM 동기방송망 혼신보호비 기술 동향 그래프 ····· 24
[그림 7] FM 동기방송망 시뮬레이션 비교 분석 ····· 25
[그림 8] FM 동기방송망 관련 공사설계서 첨부자료 작성 예시 ····· 30
[그림 9] 식별코드 부여 및 정보입력 창 추가 예시 ····· 34
[그림 10] FM 동기방송망 조회·검색 기능 추가 예시 ····· 35
[그림 11] FM 동기방송망 방송국 허가증 표시 예시 ····· 35
[그림 12] FM 동기방송망 등록을 위한 링크 입력방식 예시 ····· 36
[그림 13] 다수 안테나 미약전계 무선기기 구성 방식 ····· 42
[그림 14] 현장측정 개요 및 측정장비 구성 ····· 44
[그림 15] 송신안테나 개수 조정으로 음질 개선 ····· 45
[그림 16] 송신안테나 높이 조정으로 음질 개선 ····· 47
[그림 17] 차량 인접시 음질 개선 ····· 48
[그림 18] 안테나 수직복사패턴 틸트 조정 개요 ····· 55
[그림 19] 무선전력전송 서비스 및 응용 분야 ····· 63
[그림 20] non-beam 방식 무선전력전송 응용 분야 ····· 66
[그림 21] beam 방식 무선전력전송 응용 분야 ····· 67
[그림 22] 방송국 개설허가 절차 ····· 72
[그림 23] 방송보조국 개설허가 절차 ····· 72
[그림 24] '23년 방송매체별 간섭분석 현황 ····· 73
[그림 25] 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 현황 ····· 73

National Radio Research Agency

국립전파연구원
National Radio Research Agency

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제1장

서론

National Radio Research Agency

제1장 서 론

FM 방송주파수 포화상태를 해소하고 간섭영향을 최소화하기 위한 FM 동기방송 기술 및 다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 활용방안 검토의 필요성이 제기되고 있다. 또한, ‘23년 시・군지역 지상파 UHD 도입에 따라 송신제원을 사전에 조정하여 국내・외 전파월경을 최소화할 수 있는 안테나 송신제원 조정방안 마련이 필요하다.

무선전력전송 서비스 도입과 관련, ITU에서 논의 중인 표준화 동향을 분석하여 우리나라 입장 및 대응방안 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 제기되고 있다.

먼저, FM 동기방송망 제도개선 연구는 FM 동기방송망의 지상파방송국 허가와 기술심사를 위해 허가신청 서식 개정, 혼신보호비 관련 기술심사 지침 개정, 허가DB 기능개선 등 관련 규정 및 시스템 개선 등 제도개선 방안을 제시하였다.

두 번째, 다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법 마련 연구는 FM 방송주파수의 적극 활용을 위한 미약전계 무선기기 활성화 방안을 마련하기 위해 FM 다수 안테나 무선기기 현장적용 가능성 검토 및 운용 중인 자동차극장에서 현장 검증을 통하여 신뢰성 검증을 수행하였다.

세 번째, 우리나라는 지상파UHD 방송의 활성화를 위하여 시・군지역 UHD 방송서비스 도입에 대한 계획을 발표한 바 있다. ‘23년 시・군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구는 ‘23년 시・군지역 UHD 도입에 대비하여 UHD 개설 대상 방송국이 안테나를 발주하기 이전에 우리 원이 송신제원을 확보하여 국내・외 전파월경을 최소화할 수 있는 안테나 송신제원 조정방안을 마련하였다.

네 번째, 전파응용설비 제도개선과 무선전력전송 활성화 방안 마련 및 국제 표준화 동향 분석은 무선전력전송 산업 활성화 정책 수립을 위해 ITU에서 논의 중인 주파수 권고, 공유연구, 기술 등 표준화 동향을 분석하여 대응방안을 마련하였다.

마지막으로 방송 및 전파응용설비 주파수 간섭분석과 국제등록은 방송국 허가를 위해 주파수 지정 및 방송국 허가절차에 대한 현황분석과 UHDTV, DTV, FM, T-DMB 등의 주파수 간섭분석을 수행하였으며, 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 UHDTV, DTV, FM, T-DMB 등의 주파수에 대해 국제등록을 추진하였다.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제2장

FM 동기방송망 허가를 위한 제도개선 연구

National Radio Research Agency

제2장 FM 동기방송망 허가를 위한 제도개선 연구

제1절 연구배경

우리나라는 FM 라디오방송 주파수 대역으로 88~108㎒를 사용하며 FM 라디오방송은 UHD, DTV 등 다른 지상파방송 매체보다 높은 직접수신율을 유지하고 있다. 난청 해소와 방송망 확장을 위해 신규 방송국 개설 수요는 꾸준히 증가하고 있으나 국내 FM 라디오방송국 허가 건수는 '23년 12월말 기준으로 488국에 달하며 새로운 라디오 방송국을 허가하기 위한 주파수는 부족한 상황이다.

정부에서는 FM 라디오방송의 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위해 동일프로그램을 송출하는 복수의 송신소들이 동일주파수를 사용할 수 있는 FM 동기방송망 기술 도입을 추진하고 있다. FM 동기방송망 기술은 동일주파수로 방송구역을 확장할 수 있고 동기망으로 구성된 방송구역 내에서 끊김 없는 라디오 청취 서비스를 제공할 수 있다.

[표 1] 국내 FM 라디오 방송(보조)국 허가 현황

구 분	방송사	방송국		
		방송국	방송보조국	계
FM 라디오방송	60개사	192국	296국	488국

FM 동기방송망 기술 도입을 위해 '22년도에는 FM 동기방송망 기술 동향 조사, 혼신보호비 실험, 시뮬레이션 분석시스템 개발 등 선행 연구를 수행하였다. 선행 연구를 통해 FM 동기방송망의 기술기준(안)을 마련하였고 모의 시뮬레이션이 가능하도록 준비하였다.

'23년도에는 FM 동기방송망 기술의 제도화를 위해 방송국 허가 관련 규정 정비와 허가DB 시스템 기능개선 방안을 연구하였다. 제도개선 사항으로는 ① 무선설비 기술기준 개정, ② 허가신청 서식 고시 개정, ③ 기술심사 지침 개정,

④ 허가DB 시스템 기능개선, ⑤ 기타 검토사항 논의, ⑥ 간섭분석 시스템 개발, ⑦ 방송국 검사 고시 개정이 필요한 것으로 검토되었다.

다만, ① 무선설비 기술기준은 '23년 11월 과학기술정보통신부에서 FM 동기방송망의 기술적 조건을 신설하여 개정하였고 ⑥ 간섭분석 시스템은 '22년 10월 개발을 완료하였으며 ⑦ 방송국 검사 고시는 중앙전파관리소에서 개정을 추진 중으로 이외의 ② 허가신청 서식 고시, ③ 기술심사 지침, ④ 허가DB 시스템, ⑤ 기타 검토사항에 대해 연구를 수행하였다.

[표 2] FM 동기방송망 허가·심사를 위한 관련 규정 및 시스템

구 분	소 관	주요 내용	비고
① 무선설비 기술기준	과기정통부 전파방송관리과	동기방송 송신기간의 중심주파수 차이 및 최대주파수 편이 차이 등 기술적 조건 신설 ※ 고시명 : 방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준	개정 완료 (`23.11.1.)
② 허가신청 서식고시	방송통신위원회 지상파방송정책과	공사설계서에 FM 동기방송국 명칭, 방송구역 圖, 지연시간, 혼신보호비 등 구성 자료 작성란 추가 ※ 고시명 : 전파법 시행에 관한 방송통위원회 규칙	연구범위
③ 기술심사 지침	과기정통부 전파방송관리과	FM 동기방송국 간의 혼신보호비 관련 규정 추가 ※ 지침명 : 지상파방송 허가를 위한 기술심사 처리 지침	
④ 허가DB 시스템	방송통신위원회 지상파방송정책과	동기방송망 정보 등록, 검색, 관리 등 체계적인 허가 정보 관리를 위한 허가DB 시스템 기능개선 ※ 시스템명 : 전파방송통신시스템	
⑤ 기타 검토사항	공통	변경허가 대상 여부, 방송구역 평가방법, 실용화시험국 개설 등 연구반 의견 및 논의	
⑥ 간섭분석 시스템	국립전파연구원	FM 동기방송망 지연시간 및 혼신보호비 설정 기능, 방송구역 및 혼·간섭 분석 기능 등 개발 ※ 시스템명 : 주파수자원분석시스템	개발 완료 (`22.10월)
⑦ 방송국 검사고시	중앙전파관리소	방송국 검사항목에 FM 동기방송망 무선설비 기술기준에 대한 검사방법 신설 ※ 고시명 : 무선국 및 전파응용설비의 검사업무 처리 기준	중관소 추진중

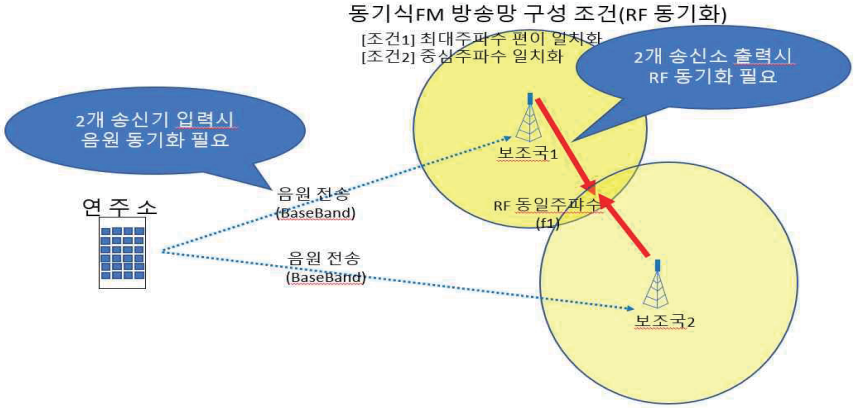
제2절 FM 동기방송망 기술 개요

1. FM 동기방송망 기술 개요

FM 동기방송이란 인접한 복수의 방송(보조)국이 동일주파수를 이용하여 동일한 프로그램을 동시 방송하는 기술로 과거에는 송신소 간의 시간 동기화 기술력 부족으로 상호간섭이 발생함에 따라 동기방송망 구성에 어려움이 있었다. 현재에는 디지털 기술의 발전으로 디지털 전송기기의 송신성능이 향상되었고 GPS를 이용한 시간 동기화 기술로 정밀한 동기방송망 구성이 가능하다.

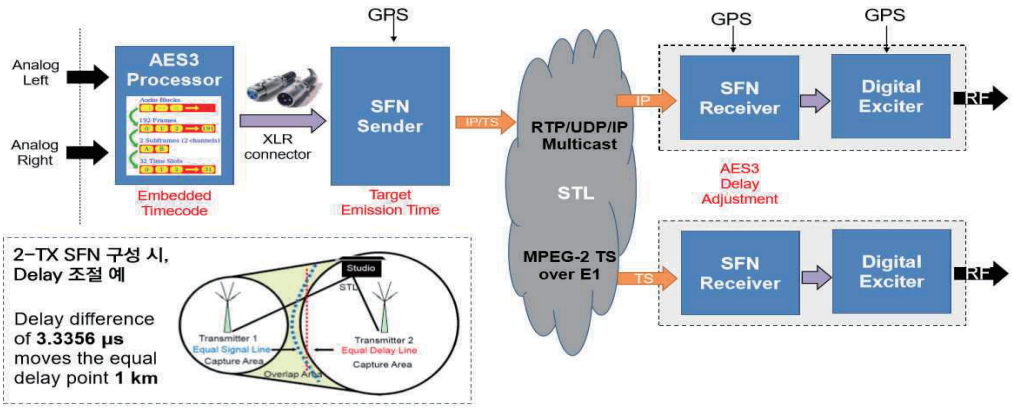
FM 일반방송망에서는 동일프로그램을 송출하는 복수의 방송(보조)국이 동일주파수를 사용할 경우 상호 혼신이 발생함에 따라 다른 주파수를 사용하여야 한다. 이로 인해 청취자는 다른 지역으로 이동시 주파수를 변경하여야 하는 불편함이 발생할 수 있으며 여러 방송주파수를 허가하기 위한 주파수 자원도 추가로 필요하게 된다.

FM 동기방송망은 복수의 방송(보조)국이 동일주파수를 사용함에 따라 청취자에게 끊김 없는 라디오 서비스를 제공할 수 있으며 아날로그 변조 방식을 활용하므로 라디오 수신기의 교체 없이 현재 라디오 수신기를 그대로 사용할 수 있다. 또한, 복수의 동기방송국이 동일주파수를 사용함에 따라 방송주파수 자원을 더욱 효율적으로 사용할 수 있다.

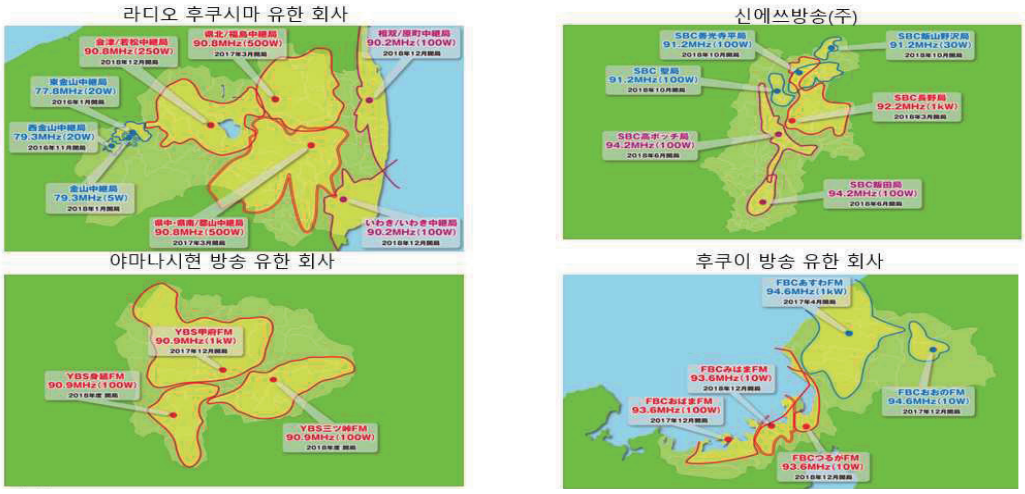


[그림 1] FM 동기방송망 구성 예시

최근 FM 동기방송망 기술은 디지털 오디오 사용하고 IP 전송망과 GPS를 이용해 정밀하게 시간을 동기화한다. 또한, 각 송신기(Exciter) 간의 중심주파수 차이와 최대주파수 편이 차이를 최소화하고 지형지물과 전계강도를 고려한 안테나 복사패턴 설계, 전파간섭 해소를 위한 시간지연 조정 등 통해 시스템 최적화 작업을 수행한다. 유럽과 캐나다 등에서는 동기방송망 상용 장비가 출시되고 있으며 일본, 중국, 미국, 스페인 등 다수 국가에서 FM 동기방송망을 구성하여 운용 중이다.



[그림 2] FM 동기방송망의 요구조건 및 기술개발 현황

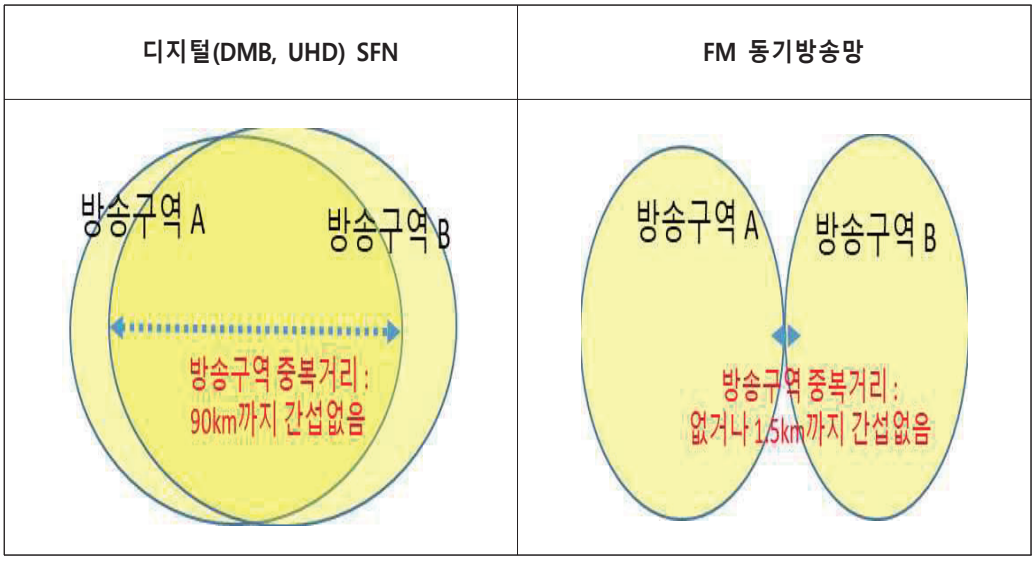


[그림 3] FM 동기방송망의 국외(일본) 서비스 동향

2. FM 동기방송망 혼신보호비 실험

혼신보호비(D/U : Desired/Undesired)는 희망신호 대비 간섭신호의 비를 말하며 국내 FM 일반방송망의 동일주파수 혼신보호비는 45dB로 규정하고 있다. 그러나 FM 동기방송망은 동기화의 기술적 조건(중심주파수 편차, 최대주파수 편이, 도달시간 등의 일치화)을 만족할 경우 혼신이 거의 발생하지 않으므로 일반방송망의 45dB 혼신보호비를 적용하는 것은 무리가 있다.

다만, DMB나 UHD 등 디지털 단일주파수망(SFN)은 246㎲까지 시간 지연과 신호 세기와 관계없이 동일채널 구성이 가능한 반면, FM 동기방송망은 동일전계에서 10㎲ 이상 차이가 있으면 전파 간섭이 발생할 수 있다. 이를 지연 거리로 환산하면 디지털 SFN의 중첩 방송구역은 약 90km지만 FM 동기방송망의 중첩 방송구역은 3km 이내로 등전계 지역이 여러 지역으로 분산되지 않도록 방송구역을 정밀하게 설계(송신소 위치, 실효복사전력, 안테나 지향특성 등)하여야 한다.

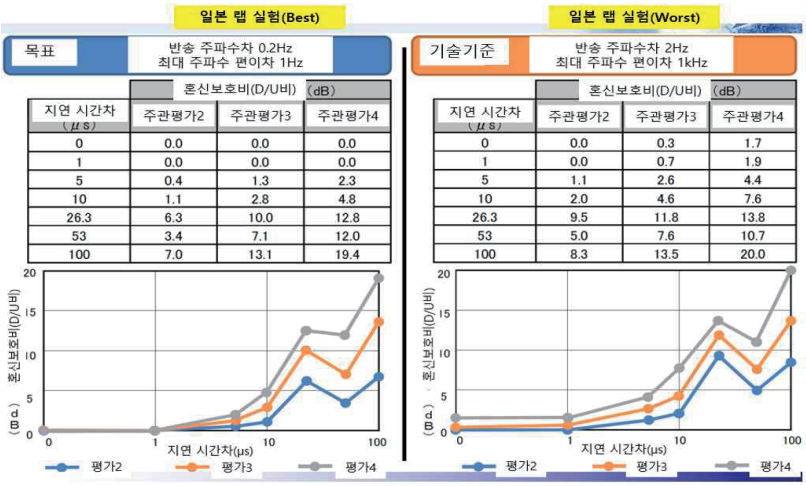


[그림 4] 디지털 SFN과 아날로그 FM 동기방송망의 차이

ITU-R 권고 BS.412에서는 FM 동일주파수의 시간 지연에 따른 혼신보호비를 권고하고 있으나, 간섭분석 기준으로 활용하기에는 명확하지 않은 점이 있다.

Bass, Speech, 피아노 등 음원에 따라 혼신보호비 권고 기준이 다르고 송신기 간의 시간 지연이 거의 없는 0~2㎲ 구간에는 혼신보호비 규정이 없다.

일본은 FM 일반방송망 동일주파수 혼신보호비 기준을 전파법에 따른 방송국 허가기술심사 기준에 36dB로 규정하고 있으며 FM 동기방송망의 경우 FM 방송의 두 국에 관한 기술적 조건에 근거해 FM 동일주파수 혼신보호비 36dB의 적용 예외로 하고 있다. 다만, 그 판단에 필요한 수신상황에 관한 자료의 제출을 해당 신청자로부터 요구할 것으로 규정하고 있다. 또한, FM 동기방송망의 송신소 간 중심주파수 차이 2Hz, 최대주파수 편이 차이 1㎑를 만족하는 기술적 조건을 규정하고 있으며 간섭영역을 추정하기 위한 지연 시간차와 혼신보호비 조건을 [그림 2-5]와 같이 동기 평가 테이블로 제시하고 있다.



[그림 5] 일본 FM 동기방송망 혼신보호비 동기 평가 테이블

FM 동기방송망의 혼신보호비 연구를 위해 '22년 국내 랩 실험을 수행하였다. 시간지연 기능이 있는 디지털 FM 송신기 2대와 감쇠기, 분배기, 계측기 등을 연결하여 유선망으로 동기방송망을 모사하고 여성대담, 여성노래, 클래식, 남성노래 등 4가지 음원에 대해 혼신보호비 실험을 수행하였다. [표 3]은 국내 랩 실험결과를 표로 나타낸 것이다. 시간 지연이 작은 구간(10㎲)에서는 신호세기 차가 5dB 이상 필요하고, 시간 지연이 큰 구간(200㎲)에서는 25dB 이상 필요한 것으로 나타났다.

[표 3] FM 동기방송망 혼신보호비 도출 실험결과

음원	(평가자)	신호지연(μs)에 따른 음질 3등급일 경우, D/U (dB)								
		0	1	5	10	20	50	100	200	500
Good case		0	0	2	3	3	4	10	18	23
Worst case		2	3	4	5	6	8	14	25	32

※ 송신성능 : 중심주파수 차이 1㎐, 최대 주파수편이 차이 101㎐

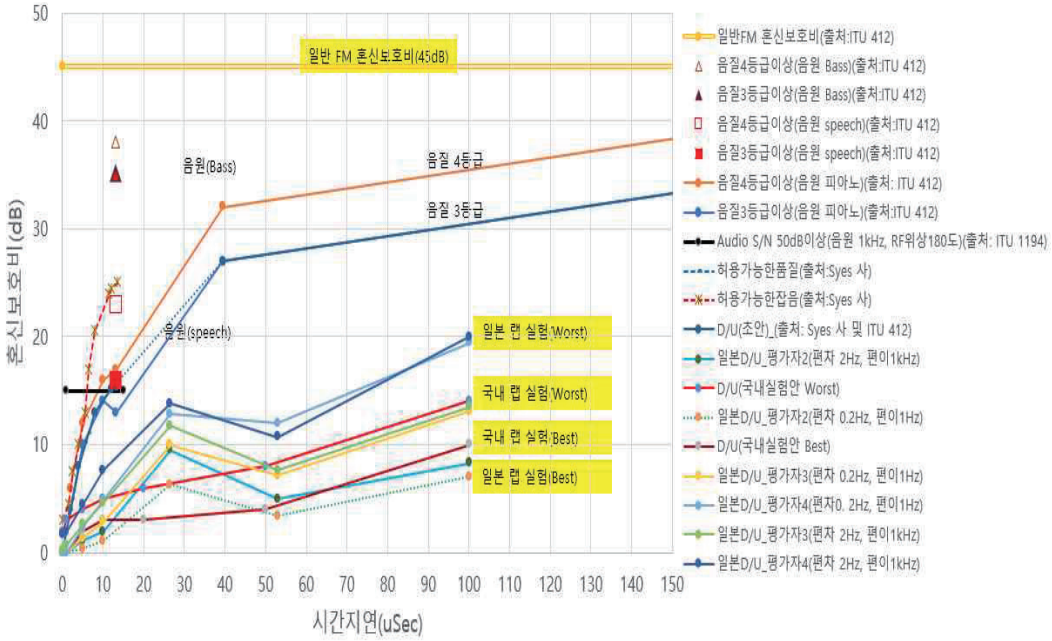
ITU 국제표준, 일본 실험, 국내 랩 실험결과를 [표 4]와 [그림 2-6]으로 나타내었다. ITU 국제표준은 다소 엄격한 편이고 국내 실험결과와 일본 실험결과는 비교적 유사하게 나타났다. 두 송신기 간의 중심주파수 차이와 최대주파수편이 차이가 작을수록 혼신보호비는 낮아지는 것으로 분석되었다.

[표 4] FM 동기방송망 혼신보호비 기술 동향 및 기준값

구분 (기술 동향)	기술기준* 대비 송신성능 (성능 값)		FM 동기방송망 동일채널 혼신보호비(dB) 기준값							비고
1. 국제표준 (ITU-R BS.412)	유사성능 (없음)	△TXd_t**	2μs	5μs	10μs	13μs	39μs	197μs	802μs	-
		D/U(dB)	4	10	14	13	26	37	39	
2. 일본 랩 실험 Worst	기술기준 성능 (2㎐/1㎑)	△TXd_t	1μs	5μs	10μs	26μs	53μs	100μs	-	주관평가4
		D/U(dB)	1.9	4.4	7.6	13.8	10.7	20.0	-	
		△TXd_t	1μs	5μs	10μs	26μs	53μs	100μs	-	주관평가3
		D/U(dB)	0.7	2.6	4.6	11.8	7.6	13.5	-	
		△TXd_t	1μs	5μs	10μs	26μs	53μs	100μs	-	주관평가2
		D/U(dB)	0	1.1	2.0	9.5	5.0	8.3	-	
3. 국내 랩 실험 Worst	중간성능 (1㎐/101㎐)	△TXd_t	1μs	5μs	10μs	20μs	50μs	100μs	200μs	-
		D/U(dB)	3	4	5	6	8	14	25	
4. 국내 랩 실험 Best	중간성능 (1㎐/101㎐)	△TXd_t	1μs	5μs	10μs	20μs	50μs	100μs	200μs	-
		D/U(dB)	0	2	3	3	4	10	18	
5. 일본 랩 실험 Best	고성능 (0.2㎐/1㎐)	△TXd_t	1μs	5μs	10μs	26μs	53μs	100μs	-	주관평가4
		D/U(dB)	0	2.3	4.8	12.8	12	19.4	-	
		△TXd_t	1μs	5μs	10μs	26μs	53μs	100μs	-	주관평가3
		D/U(dB)	0	1.3	2.8	10	7.1	13.1	-	
		△TXd_t	1μs	5μs	10μs	26μs	53μs	100μs	-	주관평가2
		D/U(dB)	0	0.4	1.1	6.3	3.4	7.0	-	

* 국내 기술기준(안) : 중심주파수 차이 2㎐ 이내, 최대 주파수편이 차이 1㎑ 이내

** △TXd_t : 동기화된 두 송신기에 따른 수신신호 간의 시간 차이

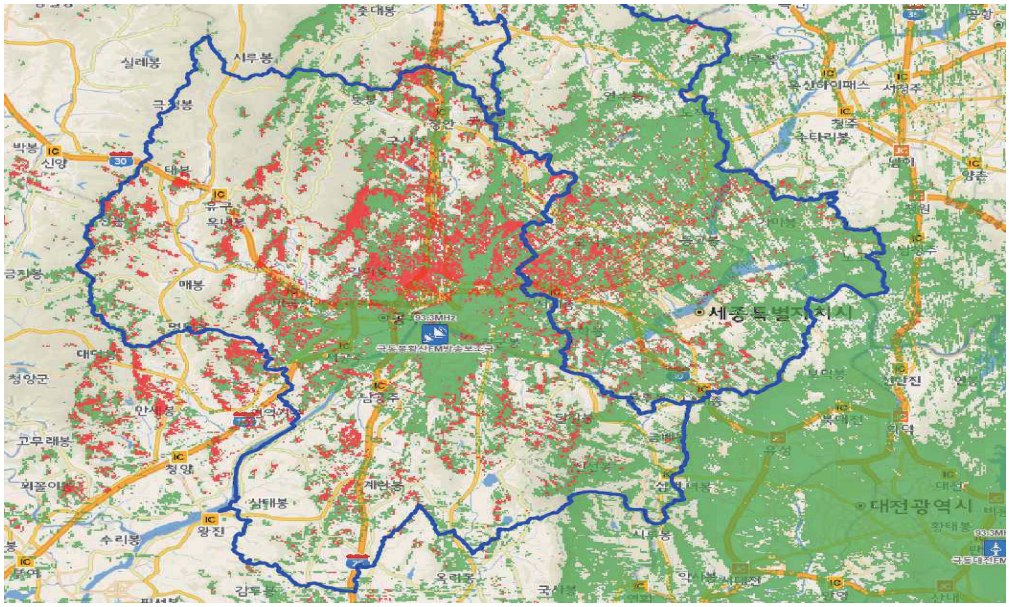


[그림 6] FM 동기방송망 혼신보호비 기술 동향 그래프

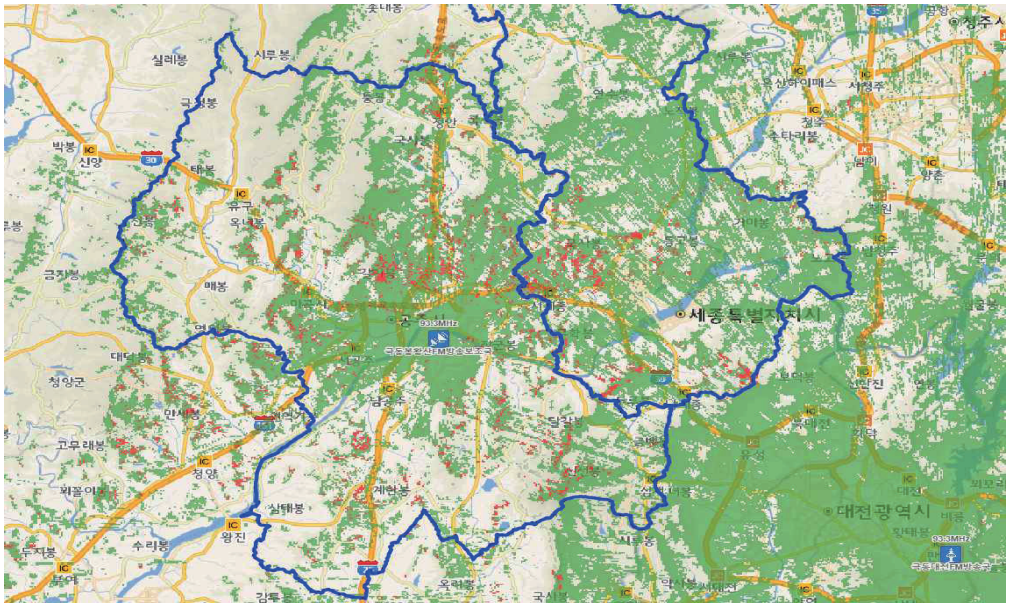
3. FM 동기방송망 혼신보호비를 적용한 시뮬레이션

FM 동기방송망의 혼신여부 시뮬레이션을 위해 주파수자원분석시스템을 기반으로 간섭분석 툴을 개발하였다. 가상 동기방송국을 치국하여 방송면적률 계산, 혼신면적률 계산, 전계강도 계산, 혼신분석 기능을 수행할 수 있으며 동기방송국별 지연시간 설정, 지연시간 구간별 혼신보호비 적용도 가능하다.

간섭분석 툴을 사용하여 공주 봉황산 송신소와 대전 식장산 송신소 간(약 37km) 가상 동기방송망을 치국하고 혼신 여부 시뮬레이션을 수행하였다. [그림 2-7]은 시뮬레이션 결과이다. 무지향성 안테나와 지연시간을 입력하지 않는 경우(0㎲) 동기방송국 간의 혼신면적률은 공주시가 27.4%, 세종시는 13.5%로 나타났다. 이를 개선하기 위해 서쪽 방향의 복사패턴을 감쇠하고 공주 송신소의 지연시간을 113㎲로 변경하였으며 그 결과 혼신면적률은 공주시 7.0%, 세종시 4.0%로 감소하였다. 또한, 송신출력을 낮추면 혼신면적률은 더 감소하는 것으로 분석되었다.



(a) 무지향성, 지연시간 0μs



(b) 지향성 안테나, 지연시간 113μs

[그림 7] FM 동기방송망 시뮬레이션 비교 분석

FM 동기방송망 시뮬레이션은 혼신보호비(4가지) 및 혼신보호비별 송신기 시간 지연(0㎲, 100㎲) 조건으로 분석하고 현장실험 결과와 비교하였다. 시뮬레이션 결과, 혼신보호비에 적용된 장비 성능이 기술기준과 유사하면 혼·간섭지역이 넓고, 기술기준보다 고성능이면 혼·간섭지역이 좁은 것으로 분석되었다. 특히, 송신기 간의 시간 지연은 특정 지역 간섭 해소에 기여하는 것으로 분석되었다. 현장실험은 대전극동방송(식장산↔봉황산, '22.10월)에서 현장적용 가능성을 확인하였으며, 세종시 지역 등 혼·간섭 해소를 위해 송신제원 변경 제시 및 반영한 바 있다. 시뮬레이션 결과와 현장실험 간의 간섭지역 유사성은 기술기준(안)보다 고성능을 적용한 국내·일본 랩 실험(Best case) 혼신보호비인 것으로 분석되었다.

[표 5] FM 동기방송망 혼신보호비별 시뮬레이션

구분 (기술 동향)	기술기준 대비 송신성능 (성능 값)	FM 동기방송망 시뮬레이션	
		시뮬레이션 조건 (간섭분석 상대비교)	현장실험과의 유사성
1. 국제표준 (ITU-R BS.412)	유사성능 (없음)	Tx 간의 지연시간 0μs, 100μs (간섭지역 많음)	불일치
2. 국내 랩 실험 Worst case	중간성능 (1Hz/101Hz)	Tx 간의 지연시간 0μs, 100μs (간섭지역 중간)	유사
3. 국내 랩 실험 Best case	중간성능 (1Hz/101Hz)	Tx 간의 지연시간 0μs, 100μs (간섭지역 중간)	유사
4. 일본 랩 실험 Best case	고성능 (0.2Hz/1Hz)	Tx 간의 지연시간 0μs, 100μs (간섭지역 적음)	-

제3절 FM 동기방송망 제도개선 방안

1. 방송사 신청 서식 개정 방안

지상파방송국 사업을 위한 방송국 개설허가를 신청하려는 자는 「전파법 시행령」 제54조에 따라 허가신청서에 무선설비의 공사설계서를 첨부하여 방송통신위원회에 제출하여야 한다. 무선설비의 공사설계서는 「전파법 시행에 따른 방송통신위원회 규칙」[서식 4]로 지상파 방송(보조)국의 송신 방식, 실효복사전력, 안테나 구성 및 형식, 이득, 편파 등 세부적인 송신사항을 기재하도록 규정되어 있다. FM 동기방송망의 허가·심사와 체계적인 정보 관리를 위해 개설하고자 하는 동기방송망의 구성정보가 필요하며 이를 위해 공사설계서 개정이 필요하다.

FM 동기방송망의 허가를 위한 기술심사를 위해 모든 동기방송국 명칭, 동기방송망의 방송구역도, 동기방송국별 지연시간 설정값, 동기방송망의 혼신보호비가 필요한 것으로 검토되었다. FM 동기방송망은 복수의 송신소로 구성되므로 동기방송을 행하는 모든 방송(보조)국의 명칭이 필요하고 대략적인 위치와 거리, 방송구역을 파악할 수 있도록 동기방송망의 방송구역도(圖)가 필요하다. 방송구역도는 「방송구역 전계강도의 기준, 작성요령 및 표시방법」에 따라 방송구역을 산출한 자료를 말하며 지도상에 동기방송망의 전체 방송구역 범위를 알 수 있다. 또한, 동기방송망간 혼신 여부를 시뮬레이션으로 분석하기 위해 동기방송국별 지연시간 설정값과 동기방송국의 혼신보호비가 필요한 것으로 검토되었다. 송신소 간 거리를 시간 단위로 환산하면 약 30km에 100㎲가 된다. 동기방송국 간 등전계 방송구역의 시간 동기화를 위해 지연시간을 조정하는 경우가 많으며 지연시간 조정에 따라 시뮬레이션 분석결과가 달라지므로 정확한 지연시간 설정 값이 필요하다. FM 동기방송망의 혼신 분석을 위해 송신기간 지연시간에 따른 혼신보호비도 필요한 것으로 검토되었다. FM 동기방송망은 방송국과 방송보조국 간 거리를 통상 50km 정도로 구성하게 되며 거리를 시간으로 환산하면 약 150㎲이나 그 이상으로 구성되는 경우를 고려하여 최소 200㎲까지의 구간별 혼신보호비가 필요할 것으로 검토되었다.

아래 표는 FM 동기방송망 방송국 개설을 위한 방송사 신청 서식 고시 개정안이다. 공사설계서 서식 개정의 최소화를 위해 (제2면 앞쪽)의 ⑫항「첨부도면 및 자료」란 (9)로 초단파(FM) 동기방송망 구성 자료 항목을 추가하고 (제2면 뒤쪽) [기재요령]에 모든 동기방송국, 동기방송망의 방송구역도, 동기방송국별 지연시간, 혼신보호비 등 구성정보를 기재하도록 개정안을 마련하였다. [그림 2-6] FM 동기방송망 관련 공사설계서 첨부 자료 작성 예시이다.

[표 6] 공사설계서 서식 개정(안) 신·구 조문 대비표

현 행	개 정 안
(제2면 앞쪽) ⑫ 첨부도면 및 자료 (1) ~ (8) (생략) <신설> (제2면 뒤쪽) [기재요령] 1. ~ 28. (생략) <신설>	(제2면 앞쪽) ⑫ 첨부도면 및 자료 (1) ~ (8) (현행과 같음) (9) 초단파(FM) 동기방송망 구성 자료 (제2면 뒤쪽) [기재요령] 1. ~ 28. (현행과 같음) 29. 제⑫란 (9) : 동기방송을 행하는 2개 이상의 초단파방송국(또는 초단파방송보조국)에 대한 모든 방송국명칭, 「방송구역전계강도의 기준. 작성요령 및 표시방법」에 따른 방송구역도(圖), 지연시간을 조정한 경우 해당 방송국명칭과 상대적인 지연시간 설정 값, 동기방송망의 혼신보호비를 기재합니다.
[별지 제4호서식 공사설계서(제2면 앞쪽)]	[별지 제4호서식 공사설계서(제2면 앞쪽)]

현 행	개 정 안

현 행

(제2면 앞쪽)

④ 수신안테나계	안테나	(1)형식과구성	(2)편파면	(3)이득 (dB)	(4)지상고 (m)	(5)해발고 (m)	(6)지향각
	급전선	(7)종별		(8)길이(m)	(9)손실(dB)		(10)기타

⑤ 연주장치	(1)종류	(2)상용(대수)	(3)예비(대수)	(4)형식 또는 명칭	(5)비고
⑥ 조정장치	(1)종류	(2)상용(대수)	(3)예비(대수)	(4)형식 또는 명칭	(5)비고

⑦ 전원설비	구분		(1)종류	(2)용량	(3)전압	(4)상수	(5)비고
	연주소	주					
		예비					
	송신소	주					
		예비					

⑧ 접지방식	(1)송신기		(2)접지저항	
	(3)안테나		(4)접지저항	
	(5)기타			

⑨ 안테나설치대 및 급전선주	구분	(1)종류	(2)높이	(3)기부 지상고	(4)공용하는 방송국	(5)주수
	안테나설치대					
	급전선주					

⑩ 부속설비	의사안테나	(1)종류	(2)용량	(3)개수
	자동경보장치 또는 자동감시장치	(4)경보를 받거나 감시하는 장소		
		(5)경보 또는 감시항목		
	자동제어장치(원격제어장치포함)	(6)제어장소		
		(7)제어항목		

⑪기타

⑫첨부도면 및 자료

(1) 연주소 및 송신소 위치표시도 (2) 부지내 시설 및 기기배치도
(3) 방송프로그램 중계망도 (4) 송신기 계통도 및 회로도
(5) 안테나계 구성약도 (6) 송신안테나 지향특성도
(7) 자동제어장치 및 자동감시장치 계통도
(8) 「방송구역전계강도의 기준,작성요령 및 표시방법」에 따른 방송구역 산출근거

[공사설계서(제2면 뒤쪽) 기재요령]

(제2면 뒤쪽)

기 재 요 령

1. 제①란 (1): 중파방송, 초단파방송 송신의 표준방식(모노포닉 또는 스테레오 포닉방송) 또는 TV방송에 관한 송신의 표준방식(TV 음성다중방송) 등으로 기재합니다.
2. 제①란 (2): 송신기가 2 이상인 경우에 한하여 "주" "예비" "영상" 또는 "음성" 과 같이 기재합니다. 이 경우에 공사설계의 내용이 동일한 장치에 대하여 일괄하여 기재(제조번호 제외)할 수 있습니다.
3. 제①란 (3): 중파방송 및 단파방송의 경우에는 반송파전력을, 초단파방송의 경우에는 평균전력을, 디지털TV방송은 평균전력을 기재합니다.
4. 제①란 (4): 초단파방송 및 TV방송의 경우에는 출력, 이득, 손실을 고려한 전력을 기재합니다.
5. 제①란 (11): 방송파 직접 수신중계방식에 한하여 기재합니다.
6. 제①란 (12): 주파수편이 억제장치의 명칭을 기재하되 송신기와 동일장소에 설치되어 있지 아니한 때에는 그 장소를 함께 기재합니다.
7. 제①란 (14), (15), (16), (20), (21), (22) 및 제②란 (4), (5), (6) : 허가신청시 제조자명 등이 결정되지 아니한 때에는 준공신고시까지 보완할 수 있습니다.
8. 제②란 (4): 다른 방송국 또는 방송보조국의 전파를 직접 수신하여 중계하는 경우에는 수신채널 및 수신사이트명을 기재합니다.
9. 제③란 (1) 내지 (7): 주장치와 예비장치를 구분 기재합니다.
10. 제③란 (3): 상대이득 또는 절대이득을 기재합니다.(지향성안테나일 때에는 최대지향방향의 이득). 다만, 표준방송의 경우에는 단소수직안테나(Short Vertical Antenna)를 기준으로 한 이득을 기재합니다.
   ※ 단소수직안테나: 완전도체면상에 설치된 1/4파장보다도 매우 짧고 손실이 없는 접지 안테나
11. 제③란 (4) 및 (5): 안테나 복사체의 중심까지의 높이를 기재. 다만, 표준방송의 경우에는 (4)에 복사체의 길이를 기재합니다.
   예) 지상고: 지상에서 안테나 중심부까지의 높이 해발고 : 해면에서 안테나 중심까지의 높이
12. 제③란 (6): 지향성안테나의 경우에는 지향성을 주는 방법을 기재합니다.
13. 제④란: 송신안테나계에 준하여 기재합니다.
14. 제⑤란: 레코드플레이어·테이프레코더·비디오레코더·스튜디오카메라·필름카메라·필름투사기 등에 대하여 기재합니다.
15. 제⑥란: 제한증폭시·조정증폭기·전치증폭기·카메라제어장치·동기신호 발생장치·혼합증폭기·안정증폭기·스테레오제네레이터 등에 대하여 기재합니다.
16. 제⑦란 (5): 전원설비를 다른 방송국과 공용하는 경우 해당 방송국명과 공용 한다는 뜻을 기재합니다.
17. 제⑧란: 라디얼스일 때에는 접지선수·길이 및 깊이를, 심굴접지일 때에는 면적·매수 및 깊이와 각각 접지저항을 기재합니다.
18. 제⑨란: 안테나설치대에 준하여 기재합니다.
19. 제⑨란 (2): 구축물(건물)의 높이를 제외한 안테나 전체높이 값을 기재합니다.
20. 제⑨란 (3): 기부지상고는 구축물(건물)이 높이를 포함한 높이를 기재합니다.
   예) 건물+안테나
21. 제⑩란 (4), (5), (6), (7)란: 경보·감시 또는 제어하는 장소가 경보감시 또는 제어대상 무선설비의 설치장소와 동일 장소에 있는 경우에는 기재를 생략합니다.
22. 제⑫란: 각 호에 해당 사항이 있는 경우에는 ( )속에 ○표를 합니다.
23. 제⑫란 (1): 5만분의 1지도에 표시하여야 합니다.
24. 제⑫란 (2): 국사·부속사·안테나 등의 개요를 기재하고, 안테나부근의 인접무선국 및 전파장애시설물을 표시합니다.
25. 제⑫란 (3): 중계망의 구성과 방식을 기재합니다.
26. 제⑫란 (4): 각단의 용도, 진공관(반도체)의 명칭주파수 및 전원전압 등을 기재합니다.
   허가신청시 제조자명 등이 결정되지 아니한 때에는 준공신고시까지 보완할 수 있습니다.
27. 제⑫란 (5)
   - 안테나설치대, 안테나공용장치 및 급전선공용장치를 포함하고, 안테나복사체의 형상및 크기와 복수의 복사체로 구성되는 경우에는 각 복사체에 공급되는 전력비 및 전류의 위상을 함께 기재합니다.
   - 안테나의 취부상황을 평면도(방위표시) 및 측면도로 작성합니다.
28. 제⑫란 (6): 수평면 및 수직면의 지향특성도를 각각 작성하고 1도 단위로 안테나 방사전력의 수직, 수평값을 제출합니다.

개 정 안

(제2면 앞쪽)

④ 수신안테나계	안테나	(1)형식과구성	(2)편파면	(3)이득 (dB)	(4)지상고 (m)	(5)해발고 (m)	(6)지향각
	급전선	(7)종별		(8)길이(m)	(9)손실(dB)		(10)기타

⑤ 연주장치	(1)종류	(2)상용(대수)	(3)예비(대수)	(4)형식 또는 명칭	(5)비고
⑥ 조정장치	(1)종류	(2)상용(대수)	(3)예비(대수)	(4)형식 또는 명칭	(5)비고

⑦ 전원설비	구분		(1)종류	(2)용량	(3)전압	(4)상수	(5)비고
	연주소	주					
		예비					
	송신소	주					
		예비					

⑧ 접지방식	(1)송신기		(2)접지저항	
	(3)안테나		(4)접지저항	
	(5)기타			

⑨ 안테나설치대 및 급전선주	구분	(1)종류	(2)높이	(3)기부 지상고	(4)공용하는 방송국	(5)주수
	안테나설치대					
	급전선주					

⑩ 부속설비	의사안테나	(1)종류	(2)용량	(3)개수
	자동경보장치 또는 자동감시장치	(4)경보를 받거나 감시하는 장소		
		(5)경보 또는 감시항목		
	자동제어장치(원격제어장치포함)	(6)제어장소		
		(7)제어항목		

⑪기타

⑫첨부도면 및 자료

(1) 연주소 및 송신소 위치표시도 (2) 부지내 시설 및 기기배치도
(3) 방송프로그램 중계망도 (4) 송신기 계통도 및 회로도
(5) 안테나계 구성약도 (6) 송신안테나 지향특성도
(7) 자동제어장치 및 자동감시장치 계통도
(8) 「방송구역전계강도의 기준,작성요령 및 표시방법」에 따른 방송구역 산출근거
(9) 초단파(FM) 동기 방송망 구성 자료

[공사설계서(제2면 뒤쪽) 기재요령]

(제2면 뒤쪽)

기 재 요 령

1. 제①란 (1): 중파방송, 초단파방송 송신의 표준방식(모노포닉 또는 스테레오 포닉방송) 또는 TV방송에 관한 송신의 표준방식(TV 음성다중방송) 등으로 기재합니다.
2. 제①란 (2): 송신기가 2 이상인 경우에 한하여 "주" "예비" "영상" 또는 "음성" 과 같이 기재합니다. 이 경우에 공사설계의 내용이 동일한 장치에 대하여 일괄하여 기재(제조번호 제외)할 수 있습니다.
3. 제①란 (3): 중파방송 및 단파방송의 경우에는 반송파전력을, 초단파방송의 경우에는 평균전력을, 디지털TV방송은 평균전력을 기재합니다.
4. 제①란 (4): 초단파방송 및 TV방송의 경우에는 출력, 이득, 손실을 고려한 전력을 기재합니다.
5. 제①란 (11): 방송파 직접 수신중계방식에 한하여 기재합니다.
6. 제①란 (12): 주파수편이 억제장치의 명칭을 기재하되 송신기와 동일장소에 설치되어 있지 아니한 때에는 그 장소를 함께 기재합니다.
7. 제①란 (14), (15), (16), (20), (21), (22) 및 제②란 (4), (5), (6) : 허가신청시 제조자명 등이 결정되지 아니한 때에는 준공신고시까지 보완할 수 있습니다.
8. 제②란 (4): 다른 방송국 또는 방송보조국의 전파를 직접 수신하여 중계하는 경우에는 수신채널 및 수신사이트명을 기재합니다.
9. 제③란 (1) 내지 (7): 주장치와 예비장치를 구분 기재합니다.
10. 제③란 (3): 상대이득 또는 절대이득을 기재합니다.(지향성안테나일 때에는 최대지향방향의 이득). 다만, 표준방송의 경우에는 단소수직안테나(Short Vertical Antenna)를 기준으로 한 이득을 기재합니다.
   ※ 단소수직안테나: 완전도체면상에 설치된 1/4파장보다도 매우 짧고 손실이 없는 접지 안테나
11. 제③란 (4) 및 (5): 안테나 복사체의 중심까지의 높이를 기재. 다만, 표준방송의 경우에는 (4)에 복사체의 길이를 기재합니다.
   예) 지상고: 지상에서 안테나 중심부까지의 높이 해발고 : 해면에서 안테나 중심까지의 높이
12. 제③란 (6): 지향성안테나의 경우에는 지향성을 주는 방법을 기재합니다.
13. 제④란: 송신안테나계에 준하여 기재합니다.
14. 제⑤란: 레코드플레이어·테이프레코더·비디오레코더·스튜디오카메라·필름카메라·필름투사기 등에 대하여 기재합니다.
15. 제⑥란: 제한증폭시·조정증폭기·전치증폭기·카메라제어장치·동기신호 발생장치·혼합증폭기·안정증폭기·스테레오제네레이터 등에 대하여 기재합니다.
16. 제⑦란 (5): 전원설비를 다른 방송국과 공용하는 경우 해당 방송국명과 공용 한다는 뜻을 기재합니다.
17. 제⑧란: 라디얼스일 때에는 접지선수·길이 및 깊이를, 심굴접지일 때에는 면적·매수 및 깊이와 각각 접지저항을 기재합니다.
18. 제⑨란: 안테나설치대에 준하여 기재합니다.
19. 제⑨란 (2): 구축물(건물)의 높이를 제외한 안테나 전체높이 값을 기재합니다.
20. 제⑨란 (3): 기부지상고는 구축물(건물)이 높이를 포함한 높이를 기재합니다.
   예) 건물+안테나
21. 제⑩란 (4), (5), (6), (7)란: 경보·감시 또는 제어하는 장소가 경보감시 또는 제어대상 무선설비의 설치장소와 동일 장소에 있는 경우에는 기재를 생략합니다.
22. 제⑫란: 각 호에 해당 사항이 있는 경우에는 ( )속에 ○표를 합니다.
23. 제⑫란 (1): 5만분의 1지도에 표시하여야 합니다.
24. 제⑫란 (2): 국사·부속사·안테나 등의 개요를 기재하고, 안테나부근의 인접무선국 및 전파장애시설물을 표시합니다.
25. 제⑫란 (3): 중계망의 구성과 방식을 기재합니다.
26. 제⑫란 (4): 각단의 용도, 진공관(반도체)의 명칭주파수 및 전원전압 등을 기재합니다.
   허가신청시 제조자명 등이 결정되지 아니한 때에는 준공신고시까지 보완할 수 있습니다.
27. 제⑫란 (5)
   - 안테나설치대, 안테나공용장치 및 급전선공용장치를 포함하고, 안테나복사체의 형상및 크기와 복수의 복사체로 구성되는 경우에는 각 복사체에 공급되는 전력비 및 전류의 위상을 함께 기재합니다.
   - 안테나의 취부상황을 평면도(방위표시) 및 측면도로 작성합니다.
28. 제⑫란 (6): 수평면 및 수직면의 지향특성도를 각각 작성하고 1도 단위로 안테나 방사전력의 수직, 수평값을 제출합니다.
29. **제⑫란 (9) : 동기 방송을 행하는 2개 이상의 초단파방송국(또는 초단파방송보조국)에 대한 모든 방송국명칭, 「방송구역전계강도의 기준,작성요령 및 표시방법」에 따른 방송구역 도(圖), 방송(보조)국 간의 상대적인 지연시간 차이, 동기방송망의 혼신보호비를 기재합니다.**

[FM 동기방송망 공사설계서 첨부 자료 작성 예시]

⑫ 첨부도면 및 자료

(9) 초단파(FM) 동기방송망 구성 자료

○ 모든 동기방송국 명칭 : ① 양을산FM방송국, ② 나주FM방송보조국

○ 동기방송망의 방송구역도(圖)

① 양을산FM방송국 ↔ ② 나주FM방송보조국

○ 동기방송국별 지연시간 설정 값

동기방송명칭	지연시간 설정 값(μs)
양을산FM방송국	0
나주FM방송보조국	60

○ 동기방송국의 혼신보호비

구 분	동기화된 두 송신소 간의 시간 차이에 따른 혼신보호비 (dB)							
	0μs	1μs	5μs	10μs	20μs	50μs	100μs	200μs
동일채널	0	0	2	3	3	4	10	18

※ ▭ : 반드시 수치를 기재할 것

[그림 8] FM 동기방송망 관련 공사설계서 첨부 자료 작성 예시

2. 혼신보호비 관련 기술심사 지침 개정

FM 동기방송망의 동기방송국 간 혼·간섭 분석 및 혼신 여부 판단 등 지상파 방송국 기술심사를 위해 혼신보호비 기준 정비가 필요하다. 우리나라는 AM, FM, DMB, DTV, UHD 등 방송 매체별 혼신보호비를 「지상파방송 허가를 위한 기술심사 처리지침」에 규정하고 있으며 ITU-R 권고에 근거하여 적용하고 있다. FM 라디오방송의 채널 간(스테레오←스테레오) 혼신보호비는 2차 인접 채널 (±400㎑)은 -20dB, 1차 인접 채널(±200㎑)은 7dB, 동일채널은 45dB로 규정하고 있다.

현행 규정에 따르면 FM 동기방송망은 동일채널을 사용하므로 45dB의 혼신보호비를 확보하여야 한다. 그러나 동기방송망의 주파수 일치화 등 기술적 조건이 충족된 경우 혼신은 거의 발생하지 않기 때문에 현행 규정을 적용할 수 없는 문제가 발생한다. 이러한 이유로 일본에서도 FM 동기방송망을 행하는 방송국은 동일채널 혼신보호비(일본의 동일채널 혼신보호비 36dB)의 적용 예외로 두는 규정을 갖추고 있다. 국내 FM 혼신보호비 관련 규정도 일반방송망의 혼신보호비 적용을 예외로 하는 규정이 필요한 것으로 검토되었다.

FM 동기방송망은 송신성능 등에 따라 시간 지연에 따른 혼신보호비가 달라질 수 있다. ITU, 일본 실험 자료와 국내 랩 실험을 통해 두 동기신호 간에 시간 지연이 작은 구간(10㎲ 이내)은 혼신이 거의 발생하지 않으나 시간 지연이 커질수록 혼신보호비가 많이 필요한 것으로 나타났다. 따라서 FM 동기방송망 혼신보호비의 기술 동향과 국내 랩 실험결과 등을 참고하여 두 신호 간의 시간 지연 차이에 따른 혼신보호비를 별도 적용하는 것이 적절한 것으로 검토되었다.

FM 동기방송망의 간섭분석을 위한 혼신보호비 적용을 위해 상용 장비 성능의 보편적인 혼신보호비를 적용하는 방안이 논의되었으나 송신성능에 따라 혼신보호비가 달라지므로 방송사가 자체 검증하여 제출하는 혼신보호비를 적용하는 것이 적절한 것으로 검토되었다. 방송사가 성능에 맞는 혼신보호비를 제출하도록 [표 5] FM 동기방송망 혼신보호비 기술 동향 및 기준값을 참고할 필요가 있다. 또한, 향후 동기방송망 기술이 보편화되면 상용 장비를 기준으로 혼신보호비 마련에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

아래 [표 7]은 FM 동기방송망 혼신보호비 적용을 위한 기술심사 지침 개정안이다. FM 동기방송망의 경우 동기방송국 간의 혼신보호비는 FM 동일채널 혼신보호비 45dB의 예외로 하고 방송사가 검증하여 제출하는 혼신보호비를 적용하도록 개정안을 마련하였다.

[표 7] 기술심사 지침 개정(안) 신·구 조문 대비표

<table>
<tr><th>현 행</th><th>개 정 안</th></tr>
<tr><td>

붙임9 전파간섭 분석 세부 처리 기준

□ 분석시 유의사항

ㅇ (혼신보호비)

– FM

<table>
<tr><th rowspan="2">채널 이격</th><th colspan="4">혼신보호비 (dB)</th></tr>
<tr><th>~~모노←모노~~</th><th>모노←스테레오</th><th>스테레오←모노</th><th>스테레오←스테레오</th></tr>
<tr><td>하위2차인접 (−400㎑)</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td></tr>
<tr><td>하위1차인접 (−200㎑)</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td></tr>
<tr><td>동일채널</td><td>36</td><td>36</td><td>45</td><td>45</td></tr>
<tr><td>상위1차인접 (+200㎑)</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td></tr>
<tr><td>상위2차인접 (+400㎑)</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td></tr>
</table>

<신설>

</td><td>

붙임9 전파간섭 분석 세부 처리 기준

□ 분석시 유의사항

ㅇ (혼신보호비)

– FM

<table>
<tr><th rowspan="2">채널 이격</th><th colspan="4">혼신보호비 (dB)</th></tr>
<tr><th>~~모노←모노~~</th><th>모노←스테레오</th><th>스테레오←모노</th><th>스테레오←스테레오</th></tr>
<tr><td>하위2차인접 (−400㎑)</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td></tr>
<tr><td>하위1차인접 (−200㎑)</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td></tr>
<tr><td>동일채널</td><td>36</td><td>36</td><td>45</td><td>45</td></tr>
<tr><td>상위1차인접 (+200㎑)</td><td>6</td><td>6</td><td>7</td><td>7</td></tr>
<tr><td>상위2차인접 (+400㎑)</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td><td>−20</td></tr>
</table>

※ 단, FM 동기방송망의 경우 동기방송국간의 동일채널 혼신보호비는 방송사가 자체 검증하여 제출하는 혼신보호비를 적용할 것

</td></tr>
</table>

3. 허가DB 시스템 적용 방안

우리나라는 지상파방송국의 허가관리를 위해 전파방송통신시스템을 사용하고 있으며 지상파방송국의 국종, 허가번호, 허가(검사)상태, 방송사명, 호출부호, 무선국명, 설치장소, 허가일자, 송신출력, 안테나 구성 및 형식 등 상세정보가 체계적으로 기록 관리되고 있다. 또한, 전파방송통신시스템의 방송국 위치, 출력, 안테나 복사패턴, 방송구역 등 허가정보가 주파수자원분석시스템에 자동연계되어 방송국 간의 혼신 분석에 활용되고 있다.

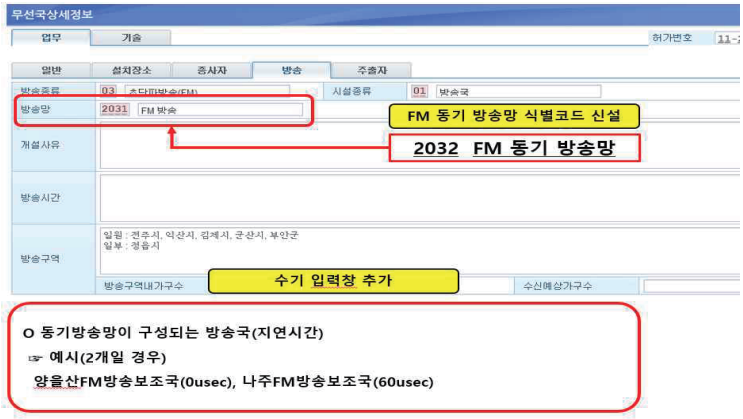
FM 동기방송망의 도입에 따라 허가상태 관리, 혼신 분석, 현황통계 관리 등을 위해 전파방송통신시스템에 관련 정보를 등록하고 관리할 필요가 있다. FM 동기방송망 간의 혼신 최소화를 위한 간섭분석 수행을 위해 동기관계 방송국 구성 현황자료가 필요하며 준공검사 시 FM 동기방송망의 기술기준 만족 여부를 확인하기 위해 동기방송국의 정보가 필요하다.

지상파방송국이 FM 동기방송망을 행하는 경우 구분하고 식별하기 위한 코드가 필요한 것으로 검토되었다. 식별코드를 이용할 경우 동기방송망 방송국을 쉽게 검색할 수 있고 현황파악에 용이하며 타 시스템과 연계 활용 등이 가능할 것으로 검토되었다. 전파방송통신시스템에서는 다양한 식별코드를 사용하고 있으며 FM 동기방송망의 식별코드로 활용할 가능성이 큰 코드를 조사하였다. 첫째로 지상파방송종류별 식별코드가 있으며 01 중파방송(AM), 02 단파방송, 03 초단파방송(FM), 04 지상파 디지털텔레비전방송(DTV) 등으로 구성되어 있고 하위 단계의 방송망 코드로 AM 방송의 경우 1011 제1라디오(표준), 1012 제2라디오(표준) 등이며 FM 방송의 코드는 경우 2031 FM 방송으로 생성되어 있다. 두 번째로 통신사항코드가 있으며 경호 및 안보에 관한 사항, 화재 예방, 광주교통FM 방송프로그램중계, 이음5G(교육・연구 자가통신용) 등 약 2000개의 코드가 생성되어 있다. 세 번째는 서비스형태코드로 01 TRS(기간통신사업자용), 02 TRS(자가용), 03 무선데이터통신 등 약 30건이 생성되어 있다. 통신사항코드와 서비스형태코드는 지상파방송국을 포함하여 다른 모든 무선국이 혼재되어 있음에 따라 혼동될 우려가 있어 방송망 코드를 활용하는 것이 가장 적절한 것으로 검토되었다.

FM 동기방송망의 구성정보 등록을 위해 시스템 기능개선 방안에 대해 검토하였다. FM 동기방송망은 2개 이상의 방송국으로 구성되므로 어떤 방송국들이 동기방송을 행하고 있는지에 대한 정보가 필요하며 방송국별 지연시간 설정값에 따라 혼신면적률 등 분석결과가 달라지므로 지연시간 설정값에 대한 정보도 필요하다. 지상파방송국 상세정보 > 업무 > 방송 화면에 동기방송망의 구성정보를 기재할 수 있는 입력창을 생성하는 것이 적절한 것으로 검토되었다.

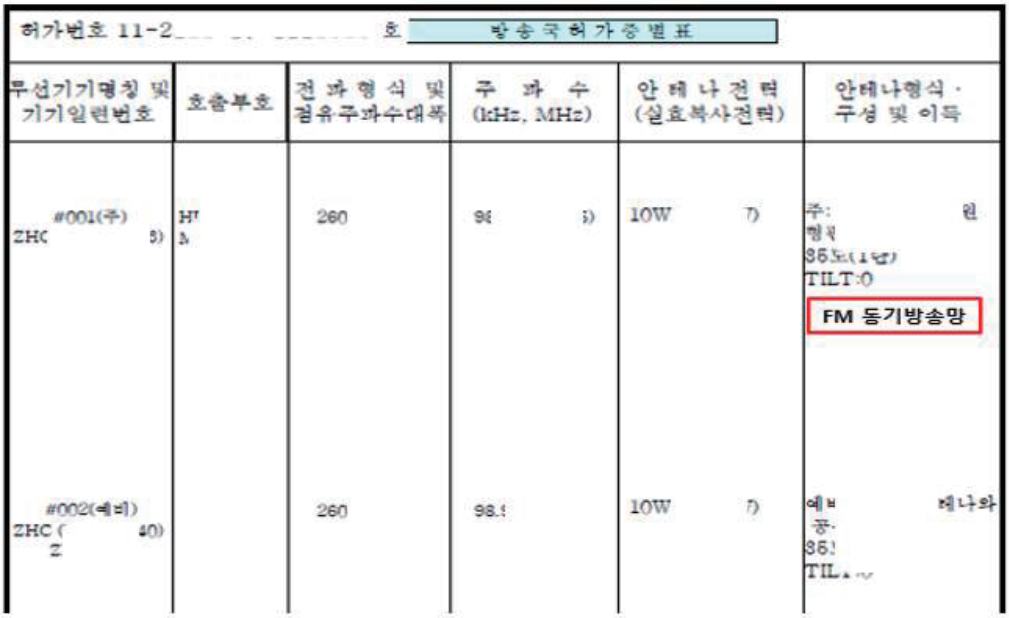
FM 동기방송망 도입 초기에는 수기입력 방식을 적용하고 향후 방송망 수가 많아질 경우 동기방송국들을 링크할 수 있는 링크방식을 적용하는 것이 적절할 것으로 검토되었다. 수기입력 방식은 허가담당자가 입력을 누락할 우려가 있음에 따라 허가신청 단계에서 FM 동기방송망을 체크할 수 있도록 메뉴를 개선하는 방안이 필요하다는 의견이 있었다. FM 동기방송망을 쉽게 검색할 수 있는 검색창에 대한 기능개선도 필요한 것으로 검토되었다. 무선국검색 화면에 방송망 검색창을 신설하는 것이 적절한 것으로 검토되었다. 향후 FM 동기방송망 허가 수가 많아질 경우 허가·관리의 편리성 향상을 위해 동기방송망 허가 DB 등록을 위한 링크 입력방식도 검토되었다.

[그림 9]는 FM 동기방송망 정보를 허가DB 시스템에 적용하기 위한 기능개선 방안이다. 식별코드 신설, 수기입력창 추가, 검색창 추가 등 기능개선 방안을 마련하였다.

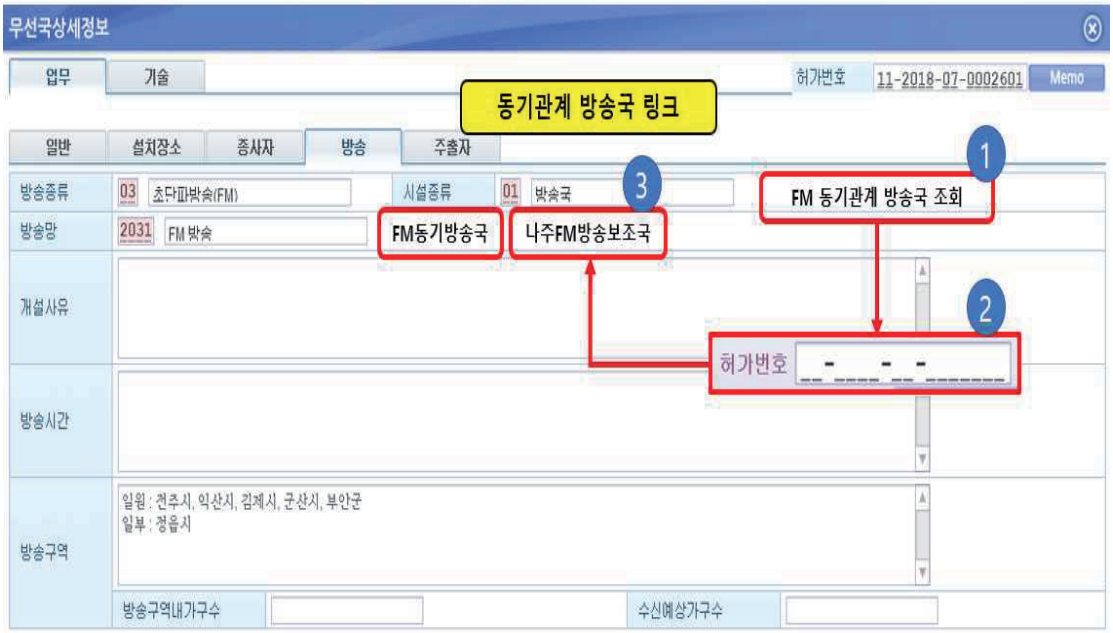


[그림 9] 식별코드 부여 및 정보입력 창 추가 예시

[그림 10] FM 동기방송망 조회·검색 기능 추가 예시



[그림 11] FM 동기방송망 방송국 허가증 표시 예시



[그림 12] FM 동기방송망 등록을 위한 링크 입력방식 예시

4. 기타 검토 사항

FM 동기방송망 기술 도입과 관련하여 시행착오를 최소화하기 위해 발생할 수 있는 다양한 상황에 대해 학계, 정부, 방송사, 연구기관이 참여하는 연구반을 운영하여 검토하였다.

첫 번째로, 방송사가 FM 동기방송망의 시간 지연 조정을 변경하는 경우 변경신고 또는 변경허가를 신청하여야 하는지에 대해 검토하였다. 동기방송국의 시간 지연 조정은 동기방송망 간의 혼·간섭을 최소화하기 위한 시스템 최적화 작업이며 상황에 따라 수시로 조정할 필요가 있는 것으로 검토되었다. 방송사에서는 품질확보를 위해 수시로 최적화 작업을 수행하며 외부환경 요인에 따라 조정이 필요한 경우가 많이 발생할 수 있는 것으로 검토되었다. 이에 따라 시간지연 조정 등 S/W 송신제원을 변경하는 경우에는 별도의 변경허가 또는 신고 절차 없이 방송사가 자율적으로 처리할 수 있게 하는 것이 적절한 것으로 논의되었다. 다만, 출력, 주파수, 복사패턴 등 H/W 송신제원의 변경을 수반하는 경우에는 현재 방식과 같이 해당 방송국은 변경허가 절차를 따르는 것이 적절한 것으로 논의되었다.

두 번째로, FM 동기방송망의 자국 간 간섭지역을 방송구역 평가 시 제외할 것인지 검토하였다. 동기방송망에서 자국 간 간섭지역은 동기신호 간의 시간 지연 조정 등 최적화 작업을 통해 양청지역으로 변동될 수 있으며 위의 검토 내용과 같이 방송사가 품질확보를 위해 수시로 시간 지연 조정을 통해 최적화 작업을 수행하므로 자국 간 간섭지역은 방송구역 평가에서 포함하는 것이 가장 적절한 것으로 논의되었다.

세 번째로, FM 동기방송망의 신규 개설 이전 실용화시험국이 필요한지 검토하였다. FM 동기방송망은 안테나 복사패턴 설계, 출력조정, 지형지물 이용, 시간 지연 조정 등 정밀한 송신설계가 필요하고 이에 따라 방송국 정식 개설 전 다양한 테스트를 수행하고 최적의 동기방송망을 구축할 수 있도록 실용화시험국을 우선 개설하는 것이 적절한 것으로 검토되었다. 다만, 실용화시험국 개설은 방송사 권고사항으로 두는 것이 적절한 것으로 논의되었다.

네 번째로, 허가신청 서식(공사설계서) 고시 개정 전 FM 동기방송망 구성정보 자료접수 방법에 대해 검토하였다. 소관 기관의 사정에 따라 관련 고시 개정이 늦어질 수 있으며 이 경우 필요한 자료를 어느 부서에서 접수하는지 등 업무처리 부서가 모호해질 수 있다. 허가신청 서식 고시 개정 전까지는 과학기술정보통신부와 중앙전파관리소에서 방송사에게 FM 동기방송망 구성 자료를 요청하고 제출받기로 논의되었다.

마지막으로, FM 동기방송국의 준공검사 항목에 대해 검토하였다. FM 동기방송망의 중심주파수 차이, 최대주파수 편이 차이 등 무선설비 기술기준은 준공검사 항목에 포함하나 송신소 간의 지연시간 설정값은 방송사가 수시로 최적화 작업을 수행하는 것으로 논의되었기에 방송사 자율로 하여 검사항목에 포함하지 않는 것이 적절할 것으로 논의되었다.

제4절 결론

FM 라디오 방송주파수 부족 및 난시청 해소를 위해 FM 동기방송망의 기술 도입이 필요하다. FM 동기방송망의 기술 도입을 위해 혼신보호비 랩 실험, 음질 평가 현장실험, 시뮬레이션 개발, 무선설비 기술기준 개정, 제도개선 방안 연구 등 기반 연구와 관련 규정 정비 등 단계적 추진이 필요하다.

FM 동기방송망 기술의 안정적인 도입을 위해 '22년 혼신보호비 실험, 현장실험, 시뮬레이션 개발 등 기반 연구를 수행하였고 '23년 방송국 허가와 업무처리를 위해 무선설비 기술기준, 허가신청 양식(고시), 혼신보호비 지침, 허가처리절차 논의, 허가DB 등 제도개선 방안을 마련하였다.

FM 동기방송망 기술을 활용한 난시청 해소를 위해 기술 정착 시까지 최적의 동기 조건(위치, 출력, 안테나 형식, 지향특성, 시간 지연 등)을 찾기 위한 모의 시뮬레이션 등 주파수 간섭분석 지원 여부 검토가 필요하고 등(等)전계 지역 최소화를 위한 복사패턴, 송신기(Tx) 간의 지연시간 조정, 지향성 안테나 적용, 송신소간 지연시간 계산방법 및 조정방법 등 FM 동기방송망 송신설계 가이드라인 마련 여부에 대해 검토가 필요하다.

또한, 효율적인 FM 라디오방송 주파수 자원 이용과 끊김 없는 라디오방송 서비스 등 국민 라디오 청취 편익 향상을 위해 난청 해소용 신규 방송(보조)국은 가급적 동기방송망으로 구성할 것을 검토할 필요가 있다.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제3장

다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법 마련 연구

National Radio Research Agency

제3장 다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법 마련 연구

제1절 연구 배경

우리나라 FM 라디오방송국의 허가 건수는 전국 약 470국에 달하며 FM 방송 주파수망은 이미 포화상태로 새로운 라디오방송국 지정을 위한 방송주파수는 부족한 상황이다. 아울러, FM 라디오방송의 디지털 전환도 어려운 실정이다. 특히, 코로나-19를 거치면서 다수의 종교·문화행사용 소출력 FM 실용화시험국이 허가·운용 중이다. 이러한 FM 방송주파수 포화상태 및 혼·간섭 문제를 해소하기 위한 미약전계 무선국의 활성화 등 새로운 접근방법을 이용한 활용 방안의 필요성이 제기되고 있다.

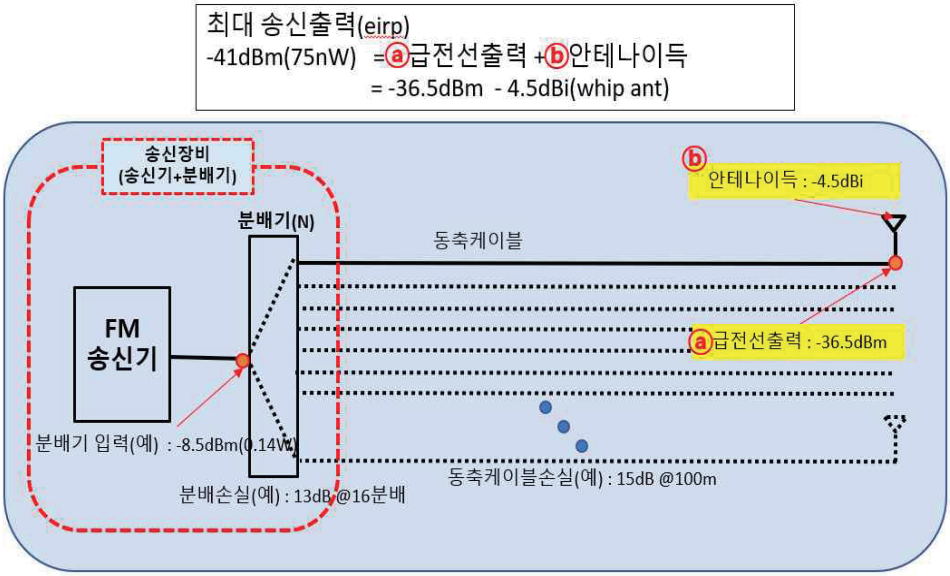
본 연구에서는 자동차극장 등에서 활용 가능한 다수 안테나 미약전계 무선기기를 이용하여 수백m까지 서비스 확대 가능성을 검토하였다.

제2절 다수 안테나 FM 미약전계강도 무선기기 기술 개요

FM 미약전계강도 무선기기는 '신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 제5조에 적용을 받는 무선기기이며, 측정거리 3m에서 500㎶/m 전계강도 기술기준을 충족해야 '방송통신기자재등의 적합성평가에 관한 고시'에 따라 지정시험기관 적합등록으로 사용할 수 있다. 이는 미약전계강도 무선기기에서 발사할 수 있는 출력이 75nW 정도이며 현행 방송구역 전계강도 기준(48dB㎶/m)으로 할 때, 미약전계강도 무선기기의 커버리지는 송신안테나로부터 약 수 m 내외로 매우 제한적이다.

이러한 FM 미약전계강도 무선기기의 단점을 보완하기 위해 FM 신호를 허가 없이 사용 가능한 미약전계로 분배하여 다수 안테나로 송출하는 것이 본 연구의 핵심기술이다. 송신출력은 미약전계강도 무선기기의 기술기준을 만족하도록

설계해야 하며, 다수 안테나 신호들의 위상차를 최소로 하기 위해 동일한 길이 특성으로 제작이 필요하다. 다수 안테나 미약전계강도 무선기기 시스템은 신호의 위상차 없이 동시 송출을 위해 동축 케이블 및 송신안테나는 동일한 길이 및 특성으로 제작하고, 송신안테나는 현장 규모에 따라 다수로 배치할 수 있다. 이때 안테나 1개당 서비스 반경은 약 5~30m가 될 것으로 판단된다.



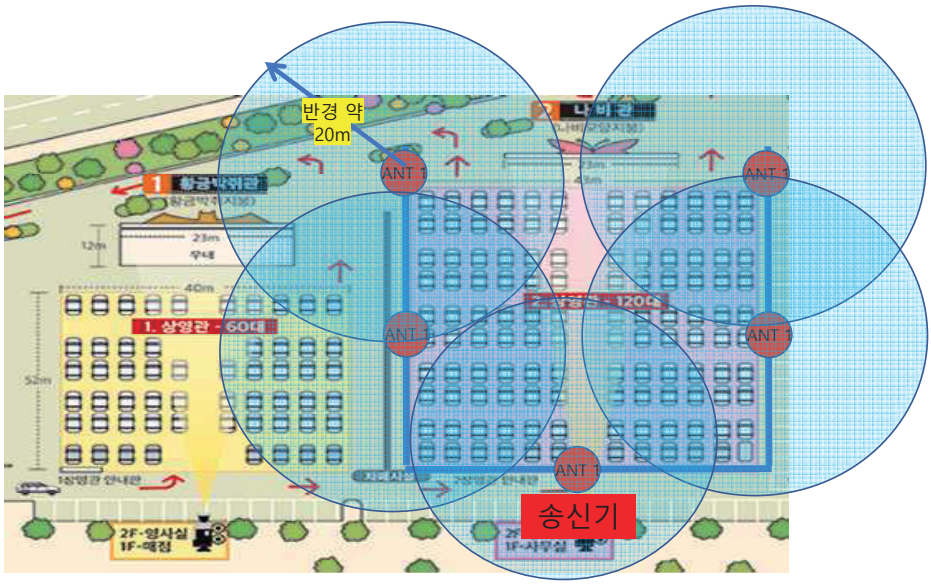
[그림 13] 다수 안테나 미약전계강도 무선기기 구성 방식

제3절 다수 안테나 FM 미약전계 무선기기 현장측정 및 분석

1. 현장측정 구성 및 개요

다수 안테나를 이용한 FM 미약전계강도 무선기기의 커버리지 확대 가능성에 대한 현장 실증을 위하여 자동차극장에서 현장실험을 진행하였다. 본 연구에서는 송신안테나의 개수, 높이 조정 등에 따른 음질 평가와 전계강도 측정을 수행하였다. 음질은 자량 라디오를 청취하여 ITU-R 권고 BS.1284 기준 중 음질 3등급 이상, 전계강도는 차량 지붕에 휩(whip) 안테나를 설치하고 전계강도 40dBμV/m를 양호한 기준으로 적용하였다.

현장측정에 사용된 송신시스템은 FM 송신기, 분배기(16port), 동축 케이블(100m), 송신안테나로 구성하였다. 송신 주파수는 측정장소에서 FM 방송 신호 유입이 없는 97.7㎒를 사용하였으며, 실험 음원은 30초 반복 남성 노래를 이용하였다.



(a) 현장측정 장소 및 개요

(b) 자동차극장 실 환경 사진

(c) 송신부

(d) 수신부

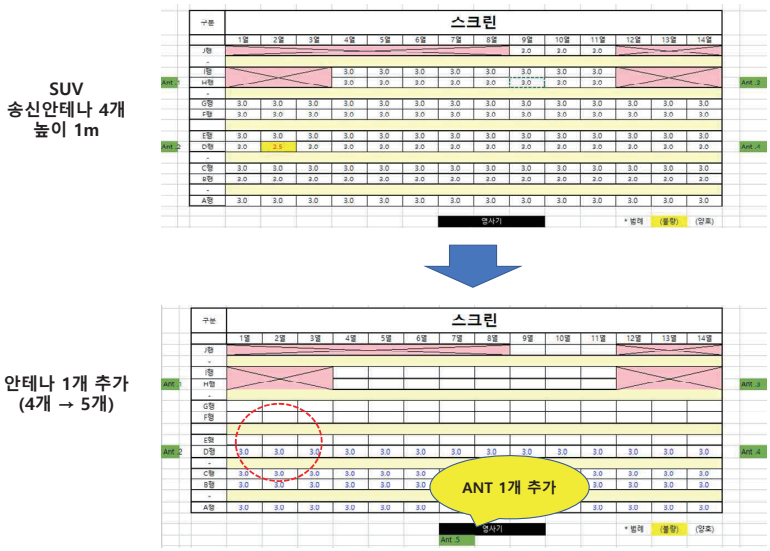
[그림 14] 현장측정 개요 및 측정장비 구성

2. 측정결과 및 분석

자동차극장 현장측정 결과는 [표 8]에 요약 정리한 바와 같이 송신안테나를 4~5개 사용하고, 안테나의 설치 높이를 2.5m로 했을 때 100m×100m 규모의 커버리지를 확보할 수 있었다. 이러한 결과를 통하여 송신안테나 개수 증가 또는 높이 상향으로 음질 및 전계강도가 개선됨을 확인할 수 있었으며, 차량이 인접한 경우 일부 지점에서 음질 저하 현상이 나타났으나 안테나 추가 설치를 통하여 이러한 문제점을 해결할 수 있었다. 또한, 송신안테나의 편파를 변경하거나 변조도를 높일 시 음질이 개선될 것으로 판단된다.

[표 8] 자동차극장 음질평가 및 전계강도 현장측정 결과 요약

실험 구분		안테나 개수	안테나 높이	음질평가 결과		전계강도 측정결과
				측정차량	음질분포	
송신안테나 개수 조정		4	1m	SUV(QM5)	99%	100%
		5	1m	SUV(QM5)	100%	
송신안테나 높이 조정		4	1m	승용(SM5)	64%	
		4	2.5m	승용(SM5)	99%	
차량 인접 배치	가로	4	2.5m	3대	90%	
	세로	4	2.5m	3대	88%	
	안테나추가	5	2.5m	3대	100%	



[그림 15] 송신안테나 개수 조정으로 음질 개선

[표 9] 송신안테나 4개 사용시 음질 분포

측정지점수	음질 평가 (%)		기타
	양호	불량	
117	67% (=78/117지점)	33% (=39/117지점)	

[표 10] 송신안테나 5개 사용시 음질 분포

측정지점수	음질 평가 (%)		기타
	양호	불량	
47	96% (=45/47지점)	4% (=2/47지점)	

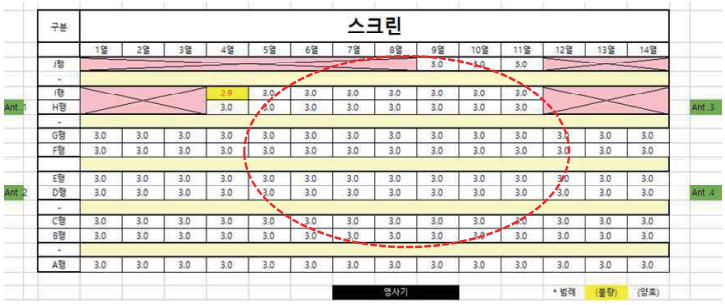
[표 9]와 [표 10]에 정리된 바와 같이, 송신안테나 4개를 사용할 경우 음질이 양호한 지점은 67%이고, 불량은 33%로 일부 지점에서 음질이 불량함을 확인할 수 있었다. 이를 개선하기 위하여 송신안테나 1개를 추가 설치할 경우 음질 양호 지점은 96%로 증가하고 불량은 4%로 감소하여 대부분 깨끗한 음질을 제공하였다. 아울러, 송신안테나 4개를 사용할 경우 전계강도 분포는 [표 11]과 같이 40dBμV/m 이상 양호한 지점은 80%이고 불량 지점은 20%로 일부 지점에서 음질이 불량한 지점의 전계강도 값을 확인할 수 있었다.

[표 11] 송신안테나 4개 사용시 전계강도 분포

측정지점수	전계강도 평가 (%)		양호 전계강도 기준
	양호	불량	
117	98% (=115/117지점)	2% (=2/117지점)	30dBμV/m 이상
	80% (=94/117지점)	20% (=23/117지점)	40dBμV/m 이상

승용차
송신안테나 4개
높이 1m
(음질저하 : 41지점)

안테나 높이 상향
(1m → 2.5m개)



[그림 16] 송신안테나 높이 조정으로 음질 개선

[표 12] 송신안테나 높이 1m 음질 평가

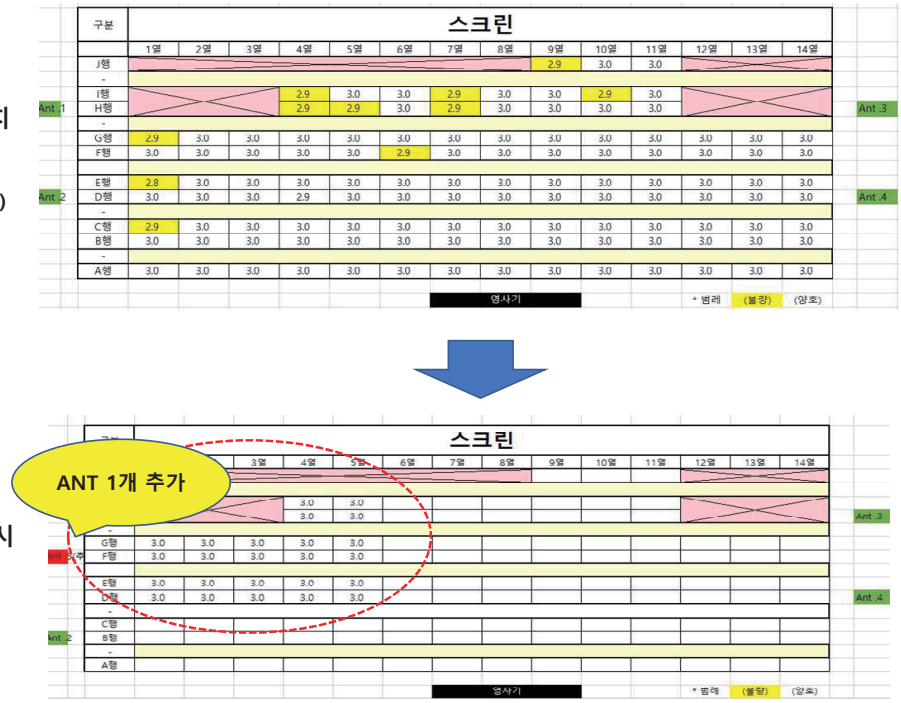
측정지점수	음질 평가 (%)		기타
	양호	불량	
114	64% (=73/114지점)	36% (=41/114지점)	송신안테나 높이 1m

[표 13] 송신안테나 높이 2.5m 음질 평가

측정지점수	음질 평가 (%)		기타
	양호	불량	
117	99% (=116/117지점)	1% (=1/117지점)	송신안테나 높이 2.5m

송신안테나의 높이에 따른 음질 평가는 [표 12]와 [표 13]에 정리된 바와 같이 송신안테나 높이가 1m일 경우, 음질 양호 지점은 64%(73지점)이고 불량은 36%(43지점)로 일부 지점에서 음질 불량을 확인할 수 있었으며, 이를 개선하기 위하여 송신안테나 높이를 2.5m로 상향할 경우, 음질 양호 지점은 99%이고 불량은 1%로 대부분 지점에서 음질 양호를 확인할 수 있었다.

[그림 17]은 자동차 3대를 가로로 배치하여 수평 부하에 따른 음질평가를 도식화한 자료이다. 자동차 수평 부하(자동차 3대 가로 배치)일 경우, 음질 양호는 90% 수준이고 불량은 10%이며 일부 지점에서 음질 불량을 확인할 수 있었다. 차량 간의 부하로 인해, 라디오 음질 불량이 증가(0% → 10%)할 것으로 추정되며, 스크린 밖의 수신불량 지역은 송신안테나 위치, 높이 조정으로 해결이 가능할 것으로 판단된다. 자동차 수평 부하 구성 시(자동차 3대 가로 배치, 좌측 차량에서 전계강도 평가), 전계강도 양호 지점은 100%(전계강도 40dBμV/m 이상)이고 모든 지점에서 양호한 전계강도를 확인할 수 있었다.



[그림 17] 차량 인접시 음질 개선

[표 14] 자동차 수평 부하에 따른 음질 평가

측정지점수	음질 평가 (%)		기타
	양호	불량	
117	90% (=105/117지점)	10% (=12/117지점)	

[표 15] 자동차 수평 부하에 따른 전계강도 분포

측정지점수	전계강도 평가 (%)		전계강도 기준
	양호	불량	
42	100% (=42/42지점)	0% (=0/42점)	40dBμV/m 이상

자동차 수직 부하 구성 시(자동차 3대 세로 배치), 음질 양호는 88% 수준이고 불량은 12%이며 일부 지점에서 음질 불량을 확인할 수 있었다. 차량 부하로 인해 라디오 음질 불량이 증가(0% → 12%)한 것으로 추정되며, 스크린 밖의 수신 불량 지역은 송신안테나 위치/높이 조정, 추가 설치 등으로 해결이 가능할 것으로 예상된다.

[표 16] 자동차 수직 부하에 따른 음질 평가

측정지점수	음질 평가 (%)		기타
	양호	불량	
114	88% (=100/114지점)	12% (=12/114지점)	

[표 17] 자동차 수직 부하에 따른 전계강도 분포

측정지점수	전계강도 평가 (%)		전계강도 기준
	양호	불량	
36	100% (=36/36지점)	0% (=0/36점)	40dBμV/m 이상

제4절 결론

다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기의 현장측정을 통하여 서비스 커버리지 확대 등의 가능성을 확인하였다. 향후 다수 안테나 FM 미약전계 무선기기 제품 인증을 위한 시험방법(표준) 마련 또는 가이드라인 정비가 필요한 것으로 판단된다. 아울러, 다수 안테나 FM 미약전계 무선기기는 종교예배, 스포츠 경기장, 실내 회의장 등 활용이 가능할 것이다. 이를 위하여 차량 밀집 상황, 안테나 형식 및 변조도 변경 등 다양한 추가 검증이 필요할 것으로 판단된다.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제4장

'23년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구

National Radio Research Agency

제4장 ‘23년 시·군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구

제1절 연구배경

우리나라는 지상파UHD 방송의 활성화를 위하여 ‘20년 12월에 시・군지역 UHD 방송국 활성화에 관한 정책을 발표하였으며, 이에 따라 KBS, MBC, 지역민방 등 10개 방송사의 18개 방송국이 ‘23년도 개설 계획에 포함되었다. 다만 방송국 개설 조건 중 불필요한 전파발사를 억제해야 하는 조건(전파법 시행령 제57조 제1항제1호, 제1항제2호)이 있어 이를 충족하는 송신제원이 필요하다. 여기서 불필요한 전파발사란 방송국이 방송하려는 지역 외 타 지역・국가로 넘어가는 전파월경 현상이라고 볼 수 있다.

본 연구에서는 UHD 도입 활성화를 위해 금년 개설 계획에 포함된 각 UHD 방송국의 송신제원을 고려하여, 상기 조건을 만족할 수 있도록 송신제원 조정안을 마련하고자 하였다.

제2절 우리나라 UHD방송 현황 및 개설 계획

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 현재(‘23년 12월) 기준 총 71국의 UHD방송(보조)국이 운용 중이며, 창원・춘천 등 시・군 지역에 추가로 개설될 예정이다.

제3절 UHD방송의 국내·외 전파월경 최소화 방법

1. 국내 · 외 전파월경

전파월경은 방송국 전파가 희망 방송구역을 초과하여 인접 지역 또는 인접 국가까지 불필요하게 도달하는 현상을 말하며, 전파 세기 및 시간율을 기준으로 [표 18]과 같이 국내 · 외 전파월경으로 구분하였다. 전파월경 유 · 무는 국내 · 외 각 경우에 따라 방송전파 도달 범위를 분석하고 이를 폐곡선으로 표현하여 판단하였다.

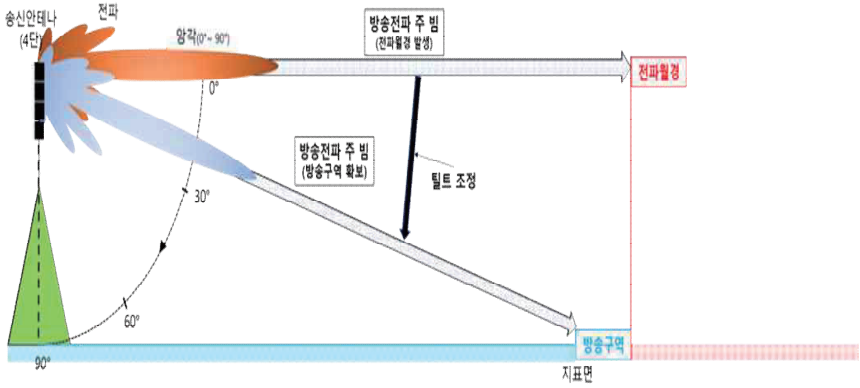
[표 18] 국내 · 외 전파월경

분류	국내 전파월경	국외 전파월경
설명	전파가 방송전파(전계강도 45dBμV/m, 시간율 50%) 이상의 세기로, 방송구역을 초과하여 인접 지역까지 도달하는 경우를 말함	전파가 잡음전파(전계강도 25dBμV/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)	ITU-R 권고 P.1546
예시	 < 방송전파 컨투어를 이용한 국내 전파월경 분석 예시 >	 < 잡음전파 컨투어를 이용한 국외 전파월경 분석 예시 >
	가상의 UHD 방송국 방송전파가 희망 방송구역을 초과하여 불필요하게 인접지역까지 도달	가상의 UHD 방송국 잡음전파가 불필요하게 일본 또는 중국 지역 등 국외로 전파되어 전파월경 발생

2. 전파월경 최소화 방법

국내·외 전파월경을 최소화하기 위한 여러 방법이 있다. 다만, UHD 방송의 방송구역이 기존 서비스하던 DTV와 달라지는 것을 피하고자, 안테나 출력/이득은 그대로 두되 안테나 수직복사패턴을 조정하는 방법을 활용할 수 있다.

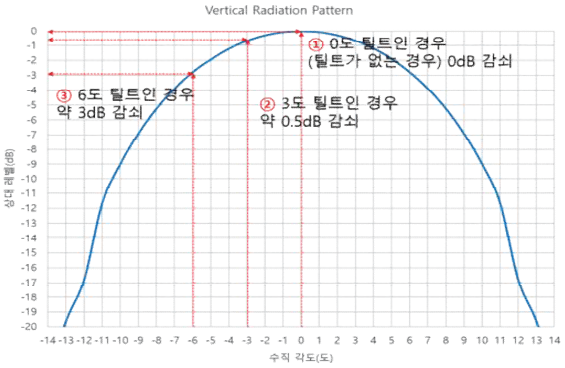
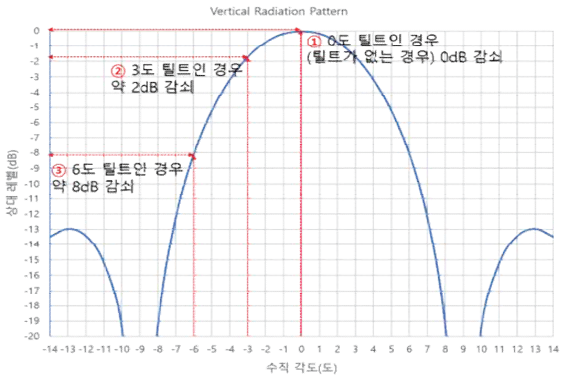
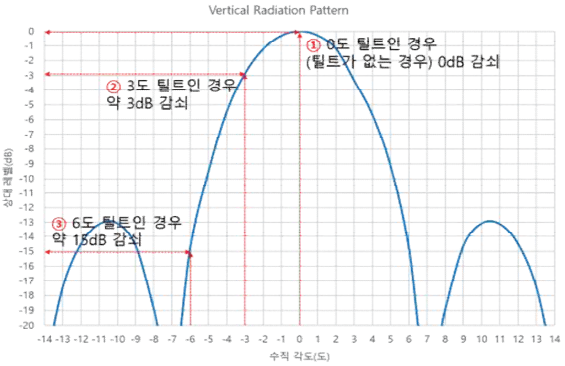
이 방법은 전파월경이 발생하는 방향의 안테나 패널의 수직복사패턴을 조정하여, 지면과 수평 방향으로 전파되는 방송전파의 세기를 감쇠시킨다. 여기서 수직복사패턴 조정은 안테나 틸트 조정으로 이룰 수 있다. 만약 전파월경이 발생하는 방향에 안테나 패널이 없는 경우, 전·후방비(Front-Back Ratio) 조정을 통해 지면에 수평 방향으로 전파되는 전파의 세기를 감쇠시킨다. 이 방법은 방송구역 내의 방송기준 전계강도는 최대한 유지하되 방송구역 외 전계강도를 줄일 수 있어, 목표한 바를 이룰 수 있다.



[그림 18] 안테나 수직복사패턴 틸트 조정 개요

한편, 전파월경 발생 방향으로 안테나 패널이 설치된 경우, 전파월경 최소화에 필요한 틸트값은 패널 수에 따라 달라진다. UHD방송국에 주로 채택되는 2~4단 패널의 경우, 패널이 높아질수록 틸트에 따른 전파감쇠 수치가 늘어나는 경향을 볼 수 있다. [표 19]에서 송신안테나 패널 2~4단에 따른 수직복사패턴 양상을 볼 수 있다. 일반적으로는 단이 많아질수록 빔폭이 좁아져 전파감쇠 효과가 높아지는 것을 확인할 수 있다.

[표 19] 송신안테나 패널별 수직복사패턴 및 틸트에 따른 전파감쇠 예시

송신안테나 단 수	수직복사패턴 (예시)	틸트	전파감쇠
2단		0°	0 dB
		1°	0.1 dB
		2°	0.3 dB
		3°	0.5 dB
		4°	1.2 dB
		· · ·	· · ·
3단		0°	0 dB
		1°	0.2 dB
		2°	1 dB
		3°	2 dB
		4°	3 dB
		· · ·	· · ·
4단		0°	0 dB
		1°	0.3 dB
		2°	1 dB
		3°	3 dB
		4°	5 dB
		· · ·	· · ·

따라서, 전파월경 최소화에 필요한 전파 감쇠 값을 분석한 후, 안테나별 특성에 따라 적절한 안테나 틸트 조정을 한다면 방송구역을 최대한 보전하면서 전파월경을 최소화할 수 있다.

제4절 송신제원 사전 조정방안 마련

국립전파연구원은 위 조정방법을 바탕으로 금년도 개설 대상 UHD방송국 송신제원에 대한 사전 조정안을 마련하였다. 이에 따라 각 방송사는 국내·외 전파월경을 최소화하되, 기존 방송구역 보전이 가능한 송신제원을 설계하는 데 참고할 수 있었다([표 20] 참조).

[표 20] UHD방송국 송신제원 조정안에 따른 국내 전파월경 분석결과

구분	예상 결과	주요 내용
방송구역 및 국내 전파월경		· 조정 전 방송구역은 희망 방송구역(부산광역시, 경상남도 일부 등)을 포함할 것으로 예상되었으며, 송신제원 조정 후에도 이는 변하지 않을 것으로 예상됨 · 조정 전/후 방송구역 모두 희망 방송구역과 비슷하여 국내 전파월경은 나타나지 않을 것으로 예상됨

[표 21] UHD방송국 송신제원 조정안에 따른 국외 전파월경 분석결과

구분	예상 결과	주요 내용
국외 전파월경		· 조정 전에는 일본 해안가 일부가 잡음구역에 포함될 것으로 예상되었으나, 조정 후 대부분 제외될 것으로 예상됨

국립전파연구원
National Radio Research Agency

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제5장

전파응용설비 제도개선과 무선전력전송 활성화 방안 마련 및 국제표준화 동향 분석

National Radio Research Agency

제5장 전파응용설비 제도개선과 무선전력전송 활성화 방안 마련 및 국제표준화 동향 분석

제1절 연구배경

무선전력전송은 전기에너지를 공간상으로 전달하는 기술로, 전선으로부터 자유로움과 편리함을 가져올 차세대 전파혁신 기술로 각광을 받고 있다. 무선전력전송 기술이 전기차, 가전, IoT 등 다양한 응용분야로 확산됨에 따라 새로운 산업 패러다임이 출현하고 다양한 기술혁신이 예상되고 있다.

이번 장에서는 우리나라 전파응용설비 제도의 미비점을 보완하기 위한 무선설비규칙 개정안과 무선전력전송 산업활성화 방안을 마련하였다. 아울러, 무선전력전송 국제표준화 특히, ITU에서 논의 중인 주파수 표준화 동향을 살펴보고 대응방안을 모색하고자 한다.

제2절 전파응용설비 제도개선 및 무선전력전송 활성화 방안 마련

1. 전파응용설비 제도개선안 마련

무선설비규칙(과학기술정보통신부령)에서 해상, 항공, 전기통신사업용 등 무선설비 세부 기술기준 고시를 우리 원에 위임하고 있으나, 세부 기술기준 중 ‘전파응용설비’ 기술기준이 누락되어 이를 보완하기 위해 개정안 마련을 추진하였다.

무선설비규칙의 주요 개정 내용은 제1조 목적 조항에 전파법 제58조를 추가하여 법의 위임 근거를 명확히 하고 제19조 세부기준 등의 고시 사항으로 전파응용설비를 추가하여 일부 미비한 사항을 보완하고자 하였다.

[표 22] 무선설비규칙 개정안 신구조문 대비표

현 행	개 정 안
제1조(목적) 이 규칙은 「전파법」 제37조, 제45조 및 제47조에 따라 방송표준방식, 무선설비의 기술기준, 무선설비의 안전시설기준등 무선설비의 기술기준을 규정함으로 한다.	**제1조(목적)** ---------- 제37조, 제45조, 제47조 및 제58조에 ----------.
제19조(세부기준 등의 고시) ① (생 략) ② 제1항의 규정에 의한 세부기준 등의 고시는 다음 각 호의 구분에 따른다. 1.~7. (생 략) <신 설>	**제19조(세부기준 등의 고시)** ① (현행과 같음) ② ----------. 1.~7. (현행과 같음) 8. 전파응용설비

2. 무선설비규칙 활성화 방안 마련

우리나라 무선전력전송 산업의 활성화를 위하여 「무선전력전송기반 디지털 산업혁신 및 활성화 전략방안」 마련을 추진하였다. 동 전략방안에서는 무선전력전송 기술·산업·제도 전반의 성장기반을 조성하여 전파 활용의 패러다임 전환 및 디지털 산업혁신을 마련하고자 하였다.

세부 내용으로 산업혁신, 서비스 혁신, 제도혁신 3개의 추진전략에 따라 먼저, 산업혁신 부분에서는 무선전력전송 소재부품 기술개발, 무선전력전송진흥센터(가칭) 설립, 산업육성 전주기 지원시스템 구축하고, 제도혁신 부분에서는 무선전력전송 주파수 공급 및 규제완화, 안전한 무선전력전송 이용환경 조성 등 세부 과제를 마련하였다. 아울러, 무선전력전송 서비스 혁신을 위하여 통신분야, 물류 및 교통분야, 의료복지분야, 공공안전분야 등 4개 분야에서 응용할 수 있는 국민체감형 무선전력전송 서비스를 발굴하였다.

[그림 19] 무선전력전송 서비스 및 응용 분야

제3절 ITU 무선전력전송 국제표준화 동향

1. 개 요

ITU-R SG1(Study Group 1)은 '97년부터 무선전력전송(WPT : Wireless Power Transmission)에 대한 과제(Question 210-4/1)를 제정하여 주파수 권고, 공유연구 보고서, 기술보고서 등에 표준화를 진행해 오고 있으며, 네 차례의 과제 개정을 통하여 IEC, WPC 등 표준화 단체와의 협력과 무선전력전송 기술발전 등 표준화 흐름을 반영하고 있다. SG1 산하 WP 1A에서 논의되고 있는 무선전력전송 주파수는 전기자동차, 이동/휴대형 단말기, 가전기기 등 다양한 응용분야에서 활용할 수 있는 주파수 대역을 표준화하고 있다.

본 장에서는 ITU-R WP 1A에서 표준화 논의 중인 무선전력전송 주파수 현황을 살펴보고 국내 도입방안 등에 대해 분석한 결과를 제시하고자 한다.

[표 23] ITU-R SG1 산하 작업반 구성 및 현황

작업반	주요임무
WP 1A	spectrum engineering techniques (WPT, PLC, EMI/EMC 등)
WP 1B	spectrum management methodologies and economic strategies
WP 1C	spectrum monitoring

2. 무선전력전송 주파수 표준화 동향

ITU-R WP 1A에서는 비접촉식(non-beam) 무선전력전송 주파수와 접촉식(beam) 무선전력전송 주파수로 구분하여 표준화를 추진하고 있다. 특히, 전기자동차에 대한 무선전력전송 주파수는 2019년 세계전파통신회의(WRC-19) 의제로 채택하여 연구를 수행한 바 있으며, 20/60㎑ 및 85㎑ 등 3개의 주파수 범위에 대한 권고를 개발하였다. 다만, 60㎑ 대역은 일부 국가에서 사용하고 있는 표준시보(Standard Frequency and Time Signal) 주파수 보호를 위하여 55-57/63-65㎑ 대역으로 분리하여 주파수 권고를 개발한 바 있다.

가장 활성화된 무선전력전송 주파수인 이동/휴대형 단말기용 접촉식(non-beam) 무선전력전송 주파수는 WPC(Wireless Power Consortium) 등 무선전력전송 산업 표준화 그룹과 협력하여 표준화를 진행하고 있다. 기 권고된 100㎑ 및 6.78㎒ 대역 외에 최근에는 40㎑, 350㎑, 1.8㎒, 2.1㎒ 및 13㎒ 등 다양한 주파수가 제안되고 있으며, 응용분야 또한 이동형 전동기기, 가전기기, 스마트 기기 등으로 확대되고 있다.

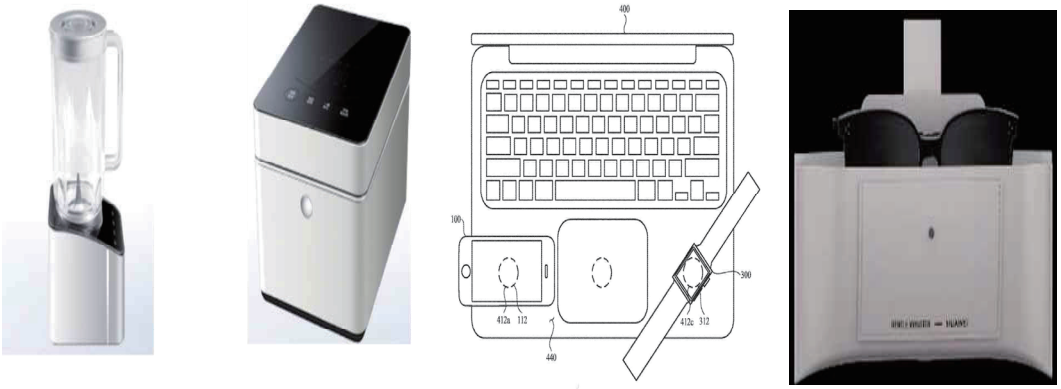
[표 24] 전기자동차용 non-beam 무선전력전송 주파수 권고
(SM.2110-1, 10/2019, Guidance on frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles)

주파수 범위	적용기술
19-21㎑	자기유도 또는 자기공진
[22-25㎑]	[자기공진]
55-57㎑	자기유도 또는 자기공진
63-65㎑	자기유도 또는 자기공진
79-90㎑	자기공진

[표 25] 단말기용 non-beam 무선전력전송 주파수 권고
(SM.2129-0, 08/2019, Guidance on frequency ranges for operation on non-beam wireless power transmission systems for mobile and portable devices)

주파수 범위	적용기술
[30-50㎑	자기유도 및 자기공진 기술]
100-148.5㎑	자기공진 기술
[315-400/405㎑	자기유도 및 자기공진 기술]
[1700-1800㎑	자기유도 및 자기공진 기술]
[2000-2170㎑	자기유도 및 자기공진 기술]
6765-6785㎑	자기공진 기술
13553-13567㎑	자기공진 기술

※ [ ] 안의 주파수, 기술 등은 WP1 A에서 검토 중인 사항임



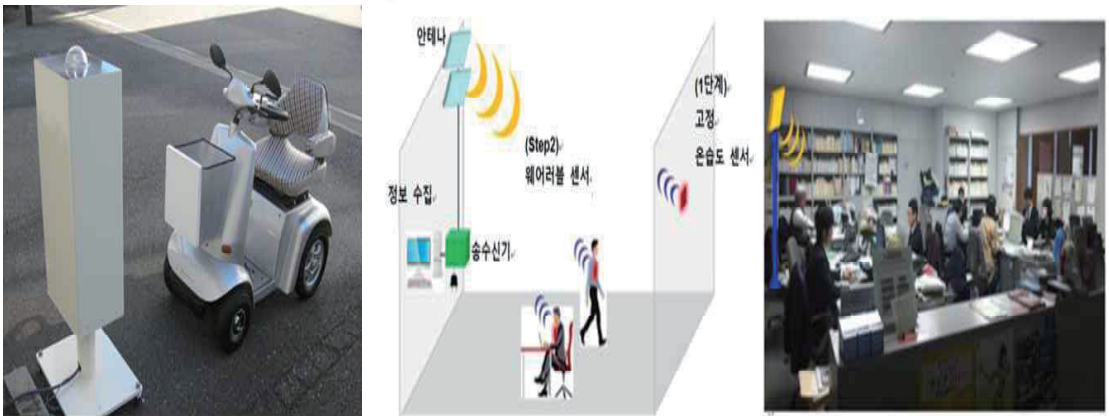
[그림 20] non-beam 방식 무선전력전송 응용 분야

최근에는 수 미터 이상의 원거리 무선전력전송이 가능하도록 915㎒, 2.4㎓, 5.8㎓ 및 61㎓ 대역이 포함된 비접촉식(beam) 무선전력전송 주파수 권고를 개발 완료하였으며, 24㎓ 대역은 추가로 검토를 진행하고 있다. 이 중 915㎒ 대역은 2지역인 미주지역에서만 ISM 주파수로 지정이 되어 있어 향후 1지역과 3지역에서 무선전력전송용 활용을 위해 전파규칙 개정이 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 [표 26]은 전파규칙에서 지정하고 있는 ISM 대역과 ITU 무선전력전송 주파수 권고 현황, 우리나라의 전파응용설비(무선전력전송) 주파수 분배 현황을 정리하였다.

[표 26] 단말기 및 센서 네트워크용 beam 무선전력전송 주파수 권고 (SM.2151-0, 09/2022, Guidance on frequency ranges for operation of wireless power transmission via radio frequency beam for mobile/portable devices and sensor networks)

주파수 범위	기술 및 응용분야
915-921㎒	이동/휴대용 기기용 무선충전 센서 네트워크용 무선충전
2,410-2,483.5/2,486㎒	
5,725-5,875㎒	
[24.1-24.15㎓]	
61.0-61.5㎓	



[그림 21] beam 방식 무선전력전송 응용 분야

[표 27] ISM 및 무선전력전송 주파수 현황

ISM 주파수 대역	ITU 주파수 권고	우리나라 주파수 분배
-	19-21㎑	19-21㎑
	[30-50㎑] – 검토 중	-
-	55-57/63-65㎑	59-61㎑
-	79-90㎑	79-90㎑
-	100-148.5㎑	100-205㎑ – 未분배
-	[315-405㎑] – 검토 중	-
-	[1700-1800㎑]– 검토 중	-
-	[2000-2170㎑]–검토 중	-
6765-6795㎑	6765-6795㎑	6765-6795㎑
13553-13567㎑	[13553-13567㎑] – 검토 중	-
26975-27283㎑	-	-
40.66-40.70㎒	-	-
433.05-434.79㎒	-	-
902-928㎒ (2지역)	915-921㎒	검토 중
2400-2500㎒	2410-2483.5/2486㎒	-
5725-5875㎒	5725-5875㎒	-
24-24.25㎓	[24.1-24.15㎓] – 검토 중	-
61-61.5㎓	61-61.5㎓	-
122-123㎓	-	-
244-246㎓	-	-

제4절 결론

이번 장에서는 전파응용설비 관련 일부 제도의 미비점을 보완하고 국내 무선전력전송 산업활성화 방안 마련과 ITU에서 추진 중인 무선전력전송 국제표준화 동향을 분석하고자 하였다.

우리나라는 접촉식 무선전력전송 주파수로 20/60㎑, 85㎑ 및 6.78㎒ 대역을 분배하였으며, 100㎑ 대역은 분배하지 않았지만 미약전계강도 기술기준으로 활용할 수 있도록 허용하고 있다. 최근 활발히 논의되고 있는 40㎑, 350㎑, 1.8㎒, 2.1㎒ 등은 ISM 대역으로 지정되어 있지 않아 동일 및 인접대역에서 이용 중인 무선서비스 현황을 살펴보고 간섭영향에 대한 검토가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 원거리 무선전력전송 주파수 대역은 RFID, 무선랜 등 다양한 무선서비스가 사용되고 있어 충분한 연구를 통해 도입 여부를 검토할 필요가 있다.

무선전력전송 기술 및 주파수 표준화는 미국, 일본 등 일부 기술 선진국의 주도로 진행이 되고 있다. 특히, beam 방식의 무선전력전송은 아직 상용화에 시기상조라는 일부 산업체의 입장이 있음에도 불구하고 일본은 주파수 분배와 기술기준을 고시한 바 있다. 우리나라는 non beam 방식의 기술은 성숙기에 올라와 있은 반면, beam 방식 무선전력전송에 대한 기술과 정책이 아직 부족한 실정이다. 규제샌드박스 등 정부의 산업활성화 정책에 발맞추어 주파수 분배, 기술기준 마련 등 무선전력전송 제도 정비가 필요할 것으로 판단된다.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제6장

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록

National Radio Research Agency

제6장 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록

제1절 방송・전파응용설비 주파수 간섭분석

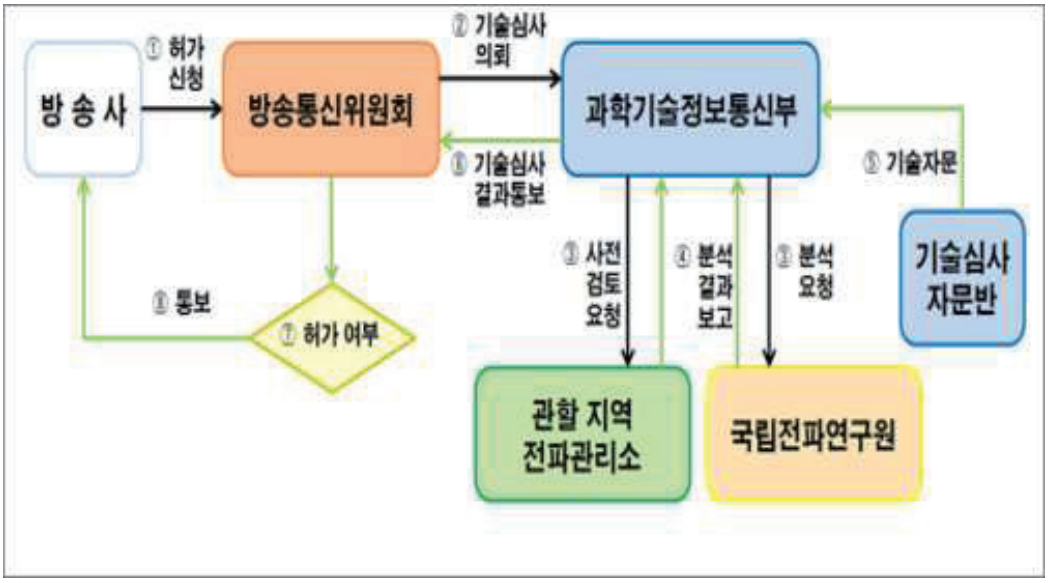
1. 개요

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 우리 원에서는 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.

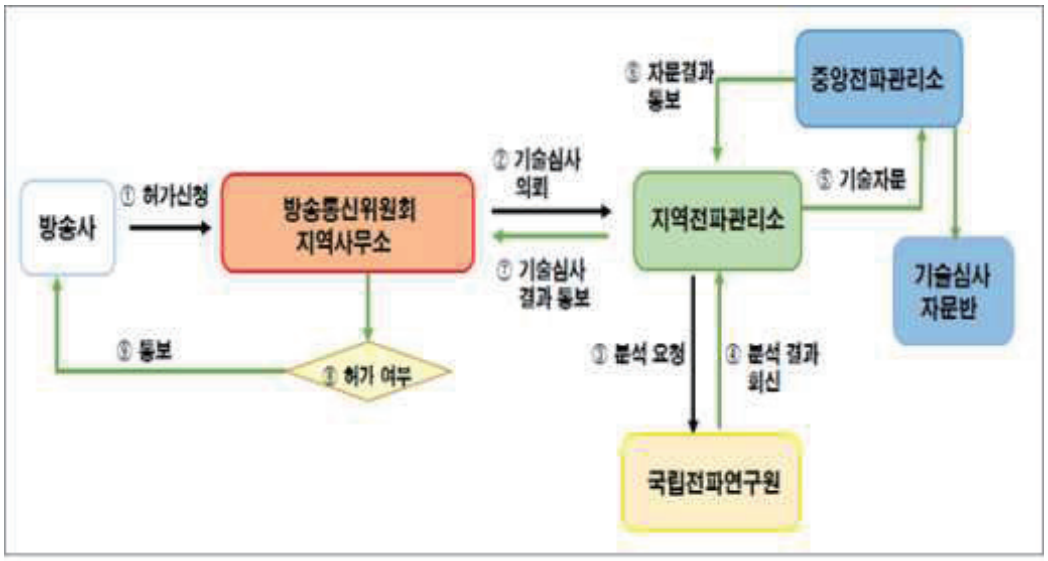
방송국 주파수 지정 절차는 다음과 같다. 방송통신위원회가 방송사로부터 개설(변경)허가 신청을 받아 과학기술정보통신부에 기술심사를 의뢰하면 과학기술정보통신부는 국립전파연구원에 해당 방송국에 대한 주파수 간섭분석을 의뢰한다. 국립전파연구원은 안테나 제원, 방송구역 산정 등의 적정성과 기존 방송국과의 간섭 가능성 등을 검토하여 과학기술정보통신부에 간섭분석 결과를 제출한다. 과학기술정보통신부는 간섭분석 결과와 관련 법령 등을 종합적으로 검토하여 기술심사를 진행하고 그 결과를 방송통신위원회에 통보한다. 방송통신위원회는 기술심사결과를 반영하여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

방송보조국 주파수 지정 절차는 다음과 같다. 방송통신위원회 지역사무소가 방송사로부터 개설(변경)허가 신청을 받아 각 지역전파관리소에 기술심사를 의뢰하면 지역전파관리소는 국립전파연구원에 해당 방송국에 대한 주파수 간섭분석을 의뢰한다. 방송국과 동일하게 주파수 간섭분석 결과를 지역전파관리소에 제출하면 지역전파관리소는 주파수 간섭분석 결과와 관련 법령 등을 종합적으로 검토하여 기술심사를 진행하고 그 결과를 방송통신위원회 지역사무소에 통보한다. 방송통신위원회 지역사무소는 기술심사결과를 반영하여 최종 허가 여부를 판단한다.

방송국 및 방송보조국의 개설·변경 허가절차를 도식화하면 아래 [그림 22] 및 [그림 23]과 같다.



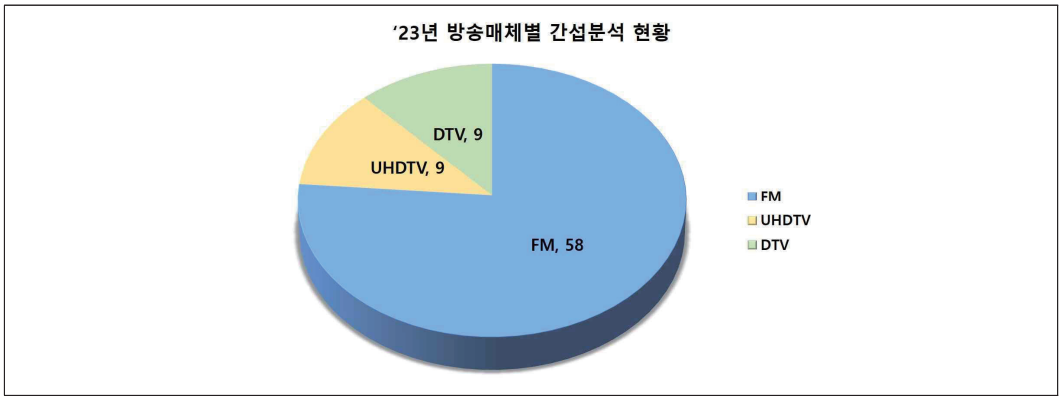
[그림 22] 방송국 개설허가 절차



[그림 23] 방송보조국 개설허가 절차

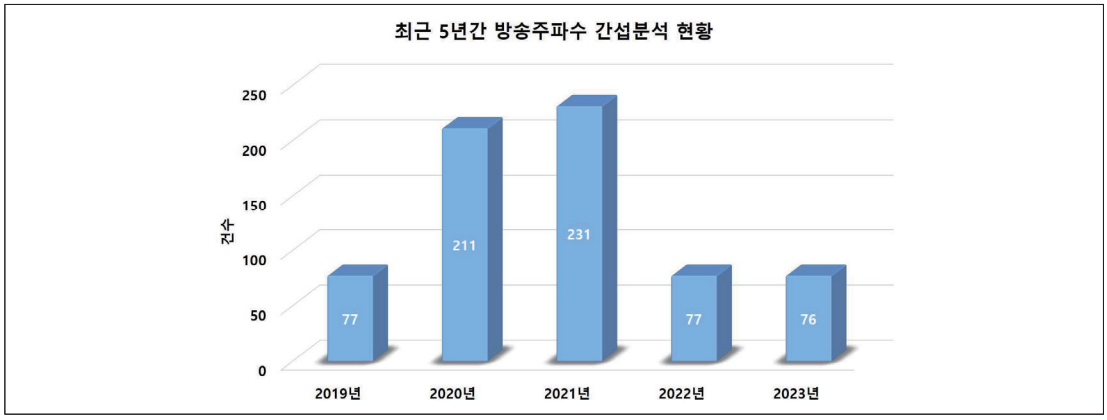
2. 방송주파수 간섭분석

우리나라에서 서비스하는 방송매체는 FM, AM, DMB, DTV, UHDTV가 있으며, ‘23년에는 매체별로 FM 58국, DTV 9국, UHDTV 9국으로 총 76국에 대해 간섭분석을 실시하였다. 이 중 FM 방송주파수 간섭분석이 전체의 76%에 해당하는 것을 확인할 수 있었다.



[그림 24] ‘23년 방송매체별 간섭분석 현황

다음 [그림 25]는 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 현황을 표시하였다. ‘20~‘21년 코로나-19 대응을 위한 소출력FM 실용화시험국 개설의 영향으로 전체 간섭분석 건수가 많았으나, ‘22년 사회적 거리두기 해제 이후 이전과 비슷한 수준으로 돌아온 것을 확인할 수 있었다.



[그림 25] 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 현황

다음 [표 28]은 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 현황을 표시하였다. UHDTV의 경우 시·군지역의 단계적 도입에 따라 점차적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. FM의 경우 소출력FM 개설허가가 줄어 전체 현황은 감소하였으나, FM동기방송망 도입에 대비한 간섭분석을 실시하였다.

[표 28] 최근 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 현황

(단위 : 건)

구 분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
UHDTV	4	3	4	8	9
DTV	10	26	10	4	9
FM	59	180	218	64	58*
T-DMB	2	2	4	-	-
AM	2	-	-	1	-
기 타	-	-	-	-	-
합 계	**77**	**211**	**231**	**77**	**76**

* 소출력 FM실용화시험국 28건 포함

3. 전파응용설비 주파수 간섭분석

최근 급속한 기술개발이 이루어지고 있는 무선전력전송 실험국 1국에 대해 분석을 실시하였다. 특히, 85㎑ 대역은 동일 주파수 대역에서 사용 중인 무선국이 없지만 높은 출력을 사용하기 때문에 고조파 등으로 인한 AM 등 타 무선서비스에 대한 검토를 수행하였다.

제2절 방송주파수 국제등록

1. 개요

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 국제주파수등록원부에 등재(전파규칙 11조)하고 있으며, 지역

간 특별협정 또는 조정절차가 전파규칙에 규정되어 있지 않을 경우에는 전파통신국에서 통고양식만 심사하여 등재하고 있다.

2. 국제등록 규정 및 절차

가. 관련 규정

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

[표 29] 방송주파수 국제등록 규정

ITU 전파규칙	전파법	전파법 시행령
o 제4조 주파수의 할당 및 사용에 관한 규정 o 제7조 절차의 적용 o 제8조 국제주파수 등록원부에 등록된 주파수 할당의 법적 지위 o 제11조 주파수할당의 통고 및 등록	o 제5조 전파자원의 확보 - 제1항 제3호 주파수의 국제등록 - 제1항 제4호 국가간 전파의 혼신을 없애고 방지하기 위한 협의·조정	o 제3조 국제등록대상 주파수 등 - 제1항 전파법 제5조제2항에 따른 등록대상 주파수는「국제전기통신연합 전파 규칙이 정하는 바에 따름

나. 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

다. 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 따라 국제등록을 시행하고 있다.

[표 30] 방송주파수 국제등록 통고서 양식

개 요	송신기 관련	방사 관련	안테나 관련	RR11 관련
. 통고 규정 . 주관청 코드 . 통고 국가	. 장소 명칭 . 지리적 구역 부호 - 경도 및 위도 좌표 - 해발고	. 할당 주파수 . TV 시스템 . 편파 . 유효방사전력	. 지향성 여부 . 안테나 높이 - 최대 실효고	. 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 147국의 국제등록을 추진해 왔으며, 신규 허가된 방송주파수뿐만 아니라 송신제원의 변경사항(송신출력 증강, 송신위치 변경 등)이 있는 경우에도 변경 등록을 실시하였다.

[표 31] 최근 5년간 방송주파수 국제등록 실적

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년
등록 실적	o UHDTV : 52국 o AM : 1국	o UHDTV : 8국 o FM : 17국	o UHDTV : 3국 o FM : 17국 o DMB : 3국	o UHDTV : 1국 o DTV : 7국 o FM : 17국 o DMB : 1국	o UHDTV : 8국 o DTV : 2국 o FM : 10국
총계	53국	25국	23국	26국	20국

그동안 DTV, FM, DMB 등 국내 허가된 대부분의 방송주파수는 대부분 국제등록을 완료하였고 신규로 개설허가 되는 방송국이 감소됨에 따라 방송주파수 국제등록도 지속적으로 감소되어 왔다. 2023년에는 FM 방송국 10국을 비롯하여 UHDTV 8국, DTV 2국 등 총 20국에 대해 국제등록 절차가 완료되어 국제주파수등록원부(MIFR : Master International Frequency Register)이 등록되었다.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

국립전파연구원
National Radio Research Agency

제7장

결론

National Radio Research Agency

제7장 결 론

본 연구를 통해 FM 동기방송망 허가를 위한 제도개선 방안 마련 및 다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법을 마련하였으며, ‘23년 시・군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구 및 무선전력전송 국제표준화 대응다. 또한, 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 허가를 위한 제도개선 방안 마련 연구는 FM 동기방송망 라디오 방송국 개설허가를 위해 허가절차에 따른 관련 법령과 시스템에 대해 조사하고 방송사 신청서식 개정(안), 혼신보호비 관련 기술심사 지침 개정(안), 허가DB 적용을 위한 기능개선에 대해 검토하고 제도개선 방안을 마련하였다. FM 동기방송망 제도개선 방안은 과학기술정보통신부, 방송통신위원회 등 소관 기관에 제안하고 지속적으로 논의할 예정이다.

다수 안테나 기반 FM 미약전계 무선기기 시험방법 마련 연구는 FM 방송주파수의 적극 활용을 위한 미약전계 무선기기 활성화 방안을 마련하기 위해 FM 다수 안테나 무선기기 현장 적용 가능성 검토 및 운용 중인 자동차극장에서 현장 검증을 통하여 신뢰성을 높이고자 하였다.

‘23년 시・군지역 지상파UHD 송신제원 사전 조정방안 마련 연구는 금년 시・군지역 UHD 도입에 대비하여 UHD 개설 대상 방송국이 안테나를 발주하기 이전에 우리 원이 송신제원을 확보하여, 국내・외 전파월경을 최소화할 수 있는 안테나 송신제원 조정방안을 마련하였다.

전파응용설비 제도개선과 무선전력전송 활성화 방안 마련 및 국제표준화 동향 분석은 전파응용설비 제도의 미비점을 보완하기 위해 무선설비규칙 개정안을 마련하고, 국내 무선전력전송 산업활성화 방안을 마련하였다. 아울러, ITU-R SG1 산하 WP 1A에서 논의 중인 접촉(non beam) 및 비접촉(beam) 방식의 무선전력전송 주파수 권고, 공유연구, 기술 등 표준화 동향을 분석하여 향

후 우리나라 입장 및 대응방안을 마련하였다.

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석은 방송국 및 무선전력전송 실험국 허가를 위해 UHDTV 9국, DTV 9국, FM 30국, 소출력FM 실용화시험국 28국, 무선전력전송 실험국 1국 등 총 77국의 주파수에 대해 간섭분석을 실시하였으며, 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 FM 10국, UHDTV 8국, DTV 2국 등 총 20국의 주파수에 대해 국제등록을 추진하였다.

[참고문헌]

[1] 방송표준방식 및 방송업무용 무선설비의 기술기준, 과학기술정보통신부 고시, 2023. 11. 1.

[2] 전파법 시행에 관한 방송통신위원회 규칙, 방송통신위원회 고시, 2019. 1. 8.

[3] 지상파 방송 허가를 위한 기술심사 처리지침, 과학기술정보통신부 (전파정책국) 지침, 2023. 6.

[4] Recommendation ITU-R BS.1284, 2019. 1.

[5] 방송시스템에 관한 기술적 조건 중 FM 동기방송의 기술적 조건, 일본 정보통신심의회 정보통신기술분과회 방송시스템위원회 보고 자문 제2023호, 2020. 2. 18.

[6] 기간방송용 주파수 사용계획, 일본 우정청 고시 제661호, 2020. 7. 16.

[7] FM 동기방송 현황, https://nitsuki.com/products/fm_radio/fm_sync_broadcasting.html, https://nitsuki.com/products/fm_radio/fm_sales_archive.html

[8] Synchronous FM 기술개발 동향 (연구반 발표 자료), KBS, 2022. 4. 19.

[9] Question ITU-R 210-4/1, 2022.09.

[10] Recommendation ITU-R SM.2110-1, 2019.10.

[11] Recommendation ITU-R SM.2129-0, 2019.08.

[12] Recommendation ITU-R SM.2151-0, 2022.09.

[13] ITU, Radio Regulations, 2020.

[14] 대한민국 주파수 분배표, 과학기술정보통신부 고시 제2022-74호, 2022.12.

새로운 방송기술 및 무선전력전송 서비스 도입을 위한 제도개선 연구

국립전파연구원
National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767
발 행 일 2023. 12.
발 행 인 서성일
발 행 처 과학기술정보통신부 국립전파연구원
전　　화 061) 338-4414
인　　쇄 다우프린팅 Tel. 062) 952-2033

ISBN : 979-11-5820-253-8 〈 비 매 품 〉

주　의

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