

ATSC3.0 이동HD 서비스 및 무선전력전송 기술기준 연구



국립전파연구원
National Radio Research Agency

제 출 문

본 보고서를「ATSC3.0 이동HD 서비스 및 무선전력전송
기술기준 연구」과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2021. 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 지상파 UHD 방송의 활성화를 위한 ATSC3.0 이동HD 서비스 방송구역 전계강도 기술기준안 마련 연구, 85kHz 전기자동차 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구, 방송·전파응용설비 주파수의 간섭분석 및 국제등록 등에 대한 연구내용을 포함하고 있다. ATSC3.0 이동HD 방송구역 전계강도와 무선전력전송 간섭분석 현장실험을 수행하여 신뢰성을 확보하도록 하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

ATSC3.0 이동HD 서비스 방송구역 전계강도 기술기준안 마련 연구는 금년 이동HD 시범서비스 실시 등 ATSC3.0 이동HD 서비스 도입에 대비하여 ITU 등 국제표준 현황과 미국, 유럽 등 주요국에서 규정하고 있는 이동서비스 방송구역 최소 전계강도를 조사·분석하고, 최소 전계강도 기준값, 수신 안테나 지상 높이 등 송·수신 제원 및 장소율을 고려하여 우리나라에 적합한 기술기준을 도출하여 전계강도 개정안을 마련하였다.

85kHz 전기자동차 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구는 최근 규제샌드박스 등 무선전력전송 산업체의 수요제기가 예상됨에 따라 산업 활성화 및 선제적 제도 정비를 위하여 85kHz 대역에서 사용할 수 있는 전기자동차용 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련하였다. 본 연구에서는 85kHz 무선전력전송 주파수의 동일·인접대역에서 운용 중인 무선서비스 현황, ITU, 유럽, 미국, 일본 등 국내·외 주파수 및 기술 표준화 동향, AM방송 등 타 무선서비스와의 간섭영향 분석 등을 통하여 주파수 분배 및 기술기준의 신뢰성을 높이고자 하였다.

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석은 방송국 및 무선전력전송 실험국 허가를 위해 UHDTV 4국, DTV 10국, FM 23국, DMB 4국 뿐만 아니라 코로나-19 대응 비대면 종교 및 문화행사를 지원하기 위한 FM 실용화시험국 150국, 공동체라디오 24국, 경기지역 FM 신규허가를 위해 21국, 무선전력전송 실험국 3국 등 총 234국의 주파수에 대해 간섭분석을 실시하였으며 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 FM 17국, UHDTV 3국, DMB 3국 등 총 23국의 주파수에 대해 국제등록을 추진하였다.

목 차

제1장 서 론	1
제2장 ATSC3.0 이동HD 서비스 방송구역 전계강도 기술기준안 마련 연구	5
제1절 연구배경	5
제2절 지상파 UHD 방송 현황	5
제3절 ATSC3.0 고정/이동 서비스 전계강도 측정 및 분석	9
제4절 ATSC3.0 이동HD 방송구역 전계강도 기술기준(안)	55
제5절 결론 및 향후계획	57
제3장 85kHz 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구	61
제1절 연구배경	63
제2절 국내·외 규제 현황	63
제3절 타 무선서비스와의 간섭영향 검토	65
제4절 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련	67
제4장 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록	69
제1절 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석	71
제2절 방송주파수 국제등록	79
제5장 결 론	83
참고문헌	86

표 목 차

[표 2-1] ATSC3.0 이동HDTV 시범방송 송신파라미터	8
[표 2-2] 측정 시스템 사진	11
[표 2-3] 수신용 측정안테나 이득 제원	12
[표 2-4] 고정UHD/HD 실측결과	16
[표 2-5] 이동경로 1번 분석결과	26
[표 2-6] 이동경로 2번 분석결과	28
[표 2-7] 이동경로 3번 분석결과	29
[표 2-8] 이동경로 4번 분석결과	31
[표 2-9] 이동경로 5번 분석결과	33
[표 2-10] 이동경로 6번 분석결과	35
[표 2-11] 이동경로 7번 분석결과	37
[표 2-12] 이동경로 8번 분석결과	39
[표 2-13] 이동경로 9번 분석결과	41
[표 2-14] 이동경로 10번 분석결과	43
[표 2-15] 이동경로별 평가결과	45
[표 2-16] 전계강도 실측 결과	46
[표 2-17] 수신기의 최소신호 도출	48
[표 2-18] 최소 전계강도 계산	48

표 목 차

[표 2-19] 장소울에 따른 보정계수	51
[표 2-20] KBS, ATSC3.0 이동HDTV 방송구역 전계강도 제안	52
[표 2-21] 장소울에 따른 방송구역 전계강도 기준	53
[표 2-22] ATSC3.0 이동HD 방송구역 전계강도 기준 산정을 위한 주요 파라미터 ...	55
[표 2-23] 방송구역 전계강도의 기준 · 작성요령 및 표시방법	56
[표 2-24] ATSC3.0 이동HDTV 방송구역 전계강도 기준 초안 신규 조문 대비표	57
[표 3-1] 국내·외 전기자동차 85kHz 주파수 사용·검토 현황	63
[표 3-2] 85kHz 무선전력전송 국내·외 규제 현황	64
[표 3-3] 85kHz 동일 및 인접대역 무선서비스 현황	65
[표 3-4] 84~86kHz 고조파와 AM 방송 운용현황	66
[표 4-1] 최근 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 실적	74
[표 4-2] 방송주파수 국제등록 규정	76
[표 4-3] 공동체라디오 지역/FM주파수별 간섭분석 통계	79
[표 4-4] 방송주파수 국제등록 규정	80
[표 4-5] 최근 5년간 방송주파수 국제등록 실적	81

그림 목 차

[그림 2-1] 지상파 UHD 디지털 방송 서비스	6
[그림 2-2] 지상파 UHD 도입 현황 및 계획	6
[그림 2-3] KBS ATSC3.0 이동HD 서비스 시범방송 현황	7
[그림 2-4] KBS1, ATSC 3.0 기반 수도권 시범방송 채널 구성	8
[그림 2-5] 방송구역 전계강도 측정 시스템 구성도	10
[그림 2-6] 전계강도 측정지점 및 이동경로	14
[그림 2-7] 송·수신 지점간 패스프로 파일	15
[그림 2-8] 스펙트럼 및 영상 수신여부 측정결과	18
[그림 2-9] 현장측정 지점의 지형 프로파일 및 사진	22
[그림 2-10] 이동경로 1번 분석결과.....	27
[그림 2-11] 이동경로 2번 분석결과.....	29
[그림 2-12] 이동경로 3번 분석결과.....	31
[그림 2-13] 이동경로 4번 분석결과.....	33
[그림 2-14] 이동경로 5번 분석결과.....	35
[그림 2-15] 이동경로 6번 분석결과.....	37
[그림 2-16] 이동경로 7번 분석결과.....	39
[그림 2-17] 이동경로 8번 분석결과.....	41
[그림 2-18] 이동경로 9번 분석결과.....	43

그림 목 차

[그림 2-19] 이동경로 10번 분석결과	45
[그림 2-20] 이동경로에 따른 방송면적율	46
[그림 2-21] 측정지점별 전계강도 분석결과	52
[그림 4-1] 방송국 개설허가 절차	72
[그림 4-2] 방송보조국 개설허가 절차	72
[그림 4-3] 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 실적	73
[그림 4-4] 2021년 방송주파수 간섭분석 실적	74
[그림 4-5] 월별 FM실용화시험국 간섭분석 실적	75
[그림 4-6] 지역전파관리소 신청별 간섭분석 실적	75
[그림 4-7] 전국 공동체라디오 허가 현황	77



제1장 서론

제1장 서론

본 연구에서는 지상파 UHD 방송 활성화를 위한 ATSC3.0 이동HD 서비스 도입, 85kHz 전기자동차용 무선전력전송 서비스 도입을 위해 기술기준 마련과 우리나라의 방송·전파응용설비 주파수 허가 및 보호를 위해 간섭분석과 국제등록 추진 등 지상파 방송서비스 등 관련 산업 활성화 및 기반 마련을 위한 연구의 필요성이 제기되었다.

ATSC3.0 이동HD 서비스 방송구역 전계강도 기술기준안 마련 연구는 지상파 UHD 방송 활성화를 위한 ATSC3.0 이동HD 서비스 도입에 대비하여 ITU 등 국제표준 및 미국, 유럽 등 주요국의 기술동향 분석과 최소 전계강도 기준값, 수신 안테나 지상 높이 등 우리나라에 적합한 기술기준 마련이 필요하다.

85kHz 전기자동차 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구는 85kHz 전기자동차 무선전력전송 주파수의 동일·인접대역에서 운용 중인 무선 서비스 현황, ITU, 미국, 일본, 중국 등 국내·외 주파수 및 기술 표준화 동향, AM방송 등 타 무선서비스와의 간섭영향 분석을 통하여 기술기준 마련이 필요하다.

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석은 방송국 및 전파응용설비의 허가를 위해 UHD TV, DTV, FM, T-DMB, 무선전력전송 실험국 등의 주파수 간섭분석이 필요하고 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 UHD TV, DTV, FM, T-DMB 등의 주파수에 대해 국제등록이 필요하다.



제2장

ATSC3.0 이동HD 서비스 방송구역 전계강도 기술기준안 마련 연구

제2장 ATSC3.0 이동HD 서비스 방송구역 전계강도 기술기준안 마련 연구

제1절 연구배경

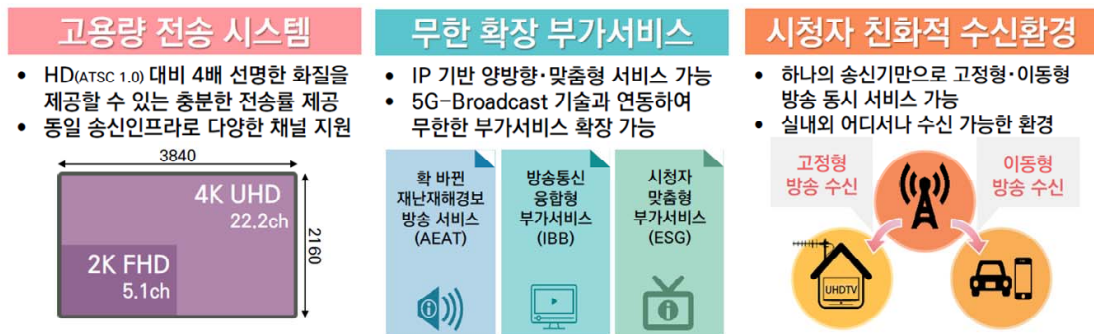
우리나라는 ‘20년 12월, 지상파 UHD 방송의 활성화를 위하여 다채널 방송 확대, 이동형 서비스 도입 등을 주요 내용으로 하는 정책방안을 발표 한 바 있다. 또한, KBS는 금년 7월 ATSC 3.0 기반 이동HD 시범방송을 실시하였다.

ATSC3.0 이동HD 서비스 도입에 대비한 방송구역 전계강도 기술기준 마련의 필요성이 제기되어 왔으며, 본 연구에서는 ITU 등 국제표준 및 ATSC3.0 방송 시스템에 대한 고정UHD/HD 및 이동HD 현장 전계강도 측정결과를 바탕으로 기술 기준안을 마련하고자 하였다.

제2절 지상파 UHD 방송 현황

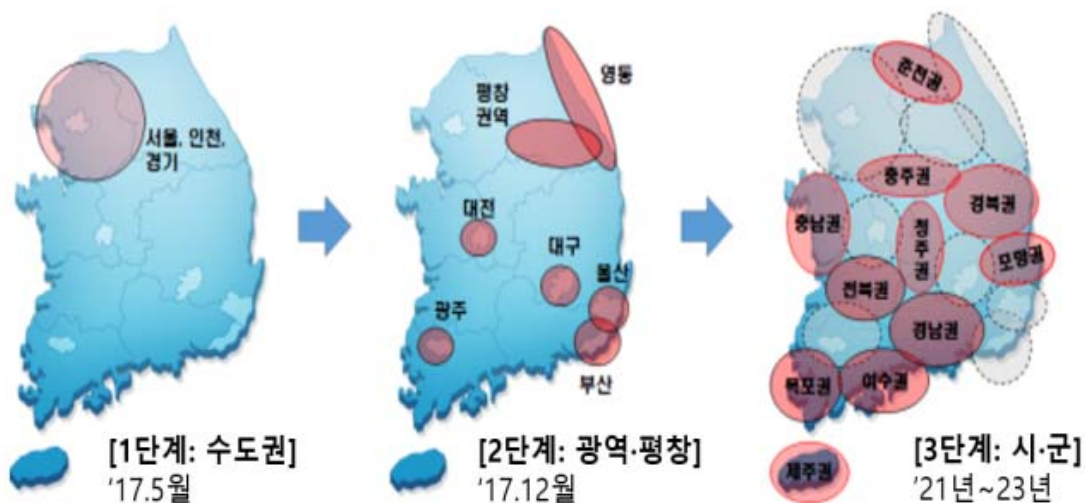
1. 지상파 UHD 디지털 방송

지상파 UHD 방송은 초고화질 영상과 다채널 음향 등을 통해 사실감과 현장감을 제공한다. 이러한 지상파 UHD 방송은 기존 디지털 방송에 비해 4배 선명한 화질을 제공하며, IP 기반 서비스로 재난·재해경보 방송 서비스(AEAT : Advanced Emergency Alert Table), 방송통신 융합형 부가서비스(IBB : Integrated Broadcast Broadband), 시청자 맞춤형 부가서비스(ESG : Electronic Service Guide) 등 무한한 부가 서비스 확장이 가능하다. 또한, 고정 및 이동형 방송 동시 서비스가 가능하여 실내·실외 어디서나 수신 가능한 신청자 친화적 수신 환경을 제공할 수 있다.



출처 : 보도자료('20.12.9.), 방통위·과기정통부, 지상파 UHD방송 활성화 계획 마련
[그림 2-1] 지상파 UHD 방송 서비스

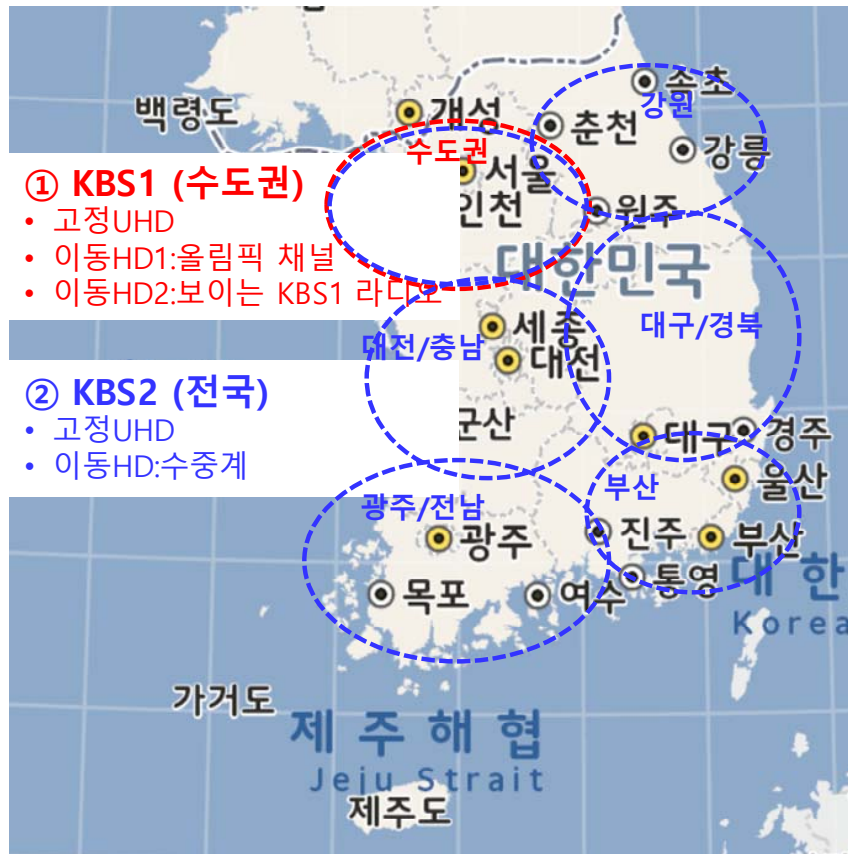
우리나라는 2016년 ATSC3.0 기반의 지상파 UHD 방송표준을 제정한 바 있으며, 2017년 5월에 세계 최초로 지상파 UHD 본 방송을 시작하였다. 우리나라의 지상파 UHD 서비스 도입은 2017년 5월에 수도권을 시작으로 2단계는 광역시 및 평창 지역으로 확대하였다. 마지막 3단계는 금년 제주KBS가 구축을 시작하여 2023년까지 시·군지역으로 확대할 것으로 예상된다.



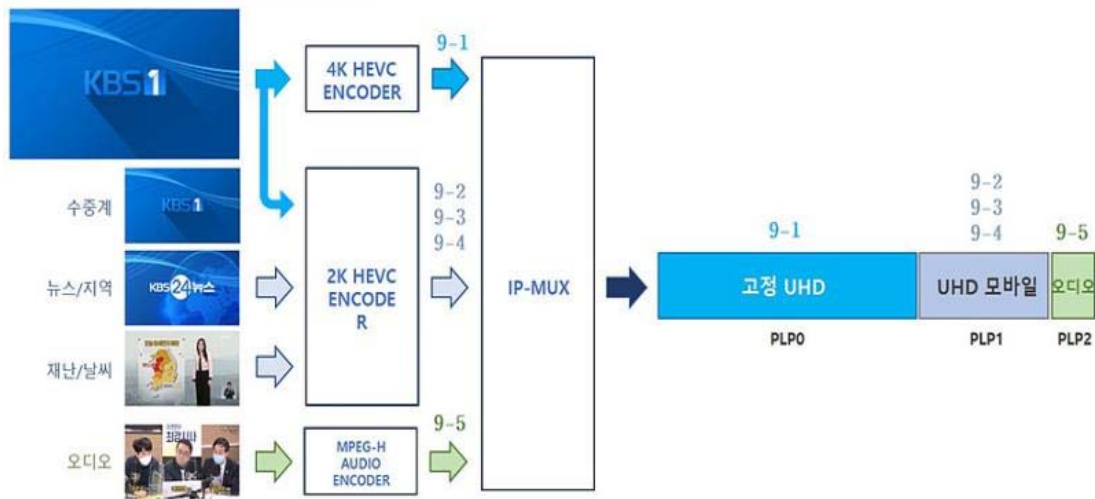
출처 : 보도자료('20.12.9.), 방통위·과기정통부, 지상파 UHD방송 활성화 계획 마련
[그림 2-2] 지상파 UHD 도입 현황 및 계획

연구배경에서 기술한 바와 같이 KBS는 금년 7월부터 9월까지 ATSC 3.0 이동

HD 시범방송을 실시하였다. 다음 그림에 나타난 바와 같이, KBS는 KBS1 채널을 이용하여 수도권에 고정UHD 1개, 이동HD 2개 채널(올림픽 채널, 보이는 KBS1 라디오)을 서비스하였으며, KBS2 채널을 이용하여 광역시권에 고정UHD, 이동HD 1개 채널(수중계)을 각각 서비스하였다. 향후 채널 구성은 고정 UHD 1개 채널과 이동HD 3개 채널(수중계, 뉴스/지역, 재난/날씨), 라디오 1개 채널로 확대할 예정이다.



[그림 2-3] KBS ATSC3.0 이동HD 서비스 시범방송 현황



출처 : 보도자료('21.7.19.), 과기정통부-방통위, KBS 다채널·이동형 시범방송 추진
[그림 2-4] KBS1, ATSC 3.0 기반 수도권 시범방송 채널 구성

KBS의 이동HD 시범서비스는 KBS1(701MHz)과 KBS2(768MHz) 채널을 이용하고 있다. 또한 이동HD 서비스는 64 QAM 변조방식을 사용하고 있으며, 전송속도는 3Mbps이다.

[표 2-1] ATSC3.0 이동HDTV 시범방송 송신파라미터

구분		701MHz (KBS1)	707MHz (SBS)	762MHz (MBC)	768MHz (KBS2)
PLP 0 Parameters	Modulation	64 QAM	16 QAM	16 QAM	64 QAM
	Code rate	6/15	7/15	8/15	6/15
	FEC Type	BCH+16K	BCH+16K	BCH+16K	BCH+16K
PLP 1 Parameters	Modulation	256 QAM	256 QAM	256 QAM	256 QAM
	Code rate	10/15	9/15	9/15	10/15
	FEC Type	BCH+64K	BCH+64K	BCH+64K	BCH+64K
	LLS	True	True	True	True
	Layer	Core	Core	Core	Core
	Frame Duration	229 ms	259 ms	246 ms	228 ms

	PLP0 Bitrate	5.008 Mbps	2.280 Mbps	2.556 Mbps	3.678 Mbps
	PLP1 Bitrate	12.936 Mbps	15.051 Mbps	17.288 Mbps	16.583 Mbps
Subframe 1 Parameters	FFT	32K	32K	32K	32K
	GI	1536	1536	2048	1536
	Pilot Pattern	SP8_2	SP8_2	SP12_2	SP8_2
ATSC ModCod Statistics	PLP0 AWGN	7.93 dB	5.51 dB	6.51 dB	7.93 dB
	PLP0 Rayleigh	10.05 dB	7.58 dB	8.96 dB	10.05 dB
	PLP1 AWGN	17.13 dB	15.55 dB	15.55 dB	17.13 dB
	PLP1 Rayleigh	20.06 dB	18.23 dB	18.23 dB	20.06 dB
채널구성	PLP0	9-2 KBS1 HD : 3.0Mbps 9-3KBS1Radio : 1.5Mbps AEAT재난메시지			7-2 KBS2 HD 3 Mbps
	PLP1	9-1 KBS1 UHD 12.0Mbps	6-1 SBS UHD	11-1 MBC UHD	7-1 KB2 UHD 15.5Mbps

※ PLP0 : 이동HD 방송서비스, PLP1 : 고정UHD 방송서비스

제3절 ATSC3.0 고정/이동 서비스 전계강도 측정 및 분석

1. 배경

ATSC3.0 이동HD 시범방송(KBS, '21.7월~9월, 차량 단말기 등에서 TV, 라디오 등을 수신)송출에 따라, 이동HD 방송구역 전계강도 기술기준(안) 마련을 위한 현장측정을 수행하였다.

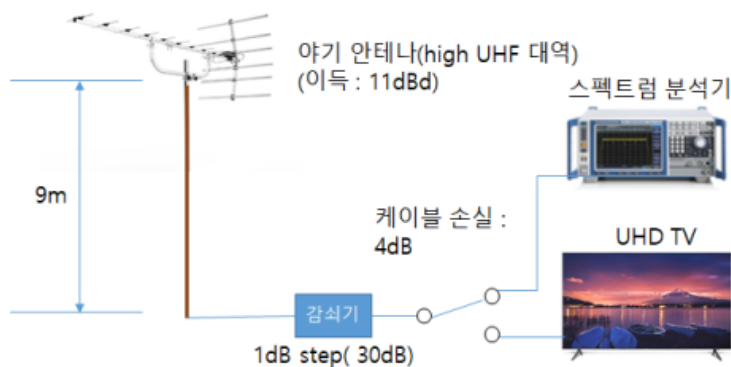
2. 측정방법

본 연구에서 수행한 측정은 무등산 송신소에 설치된 KBS2 UHD 56번 채널을 이용 하였으며, 무등산 송신소의 KBS 56번 채널은 768MHz 주파수와 5kW의 출력을

사용하고 있다. 측정방법은 ATSC3.0 고정UHD 및 고정/이동HD 시청환경을 가정하여 신호세기 및 영상수신 여부를 측정하였다.

측정시스템은 고정UHD 방송에 대한 전계강도 측정을 위해 고이득의 야기(yagi) 안테나를 9m 높이로 설치하였으며, 이동HD 방송은 휩(whip) 안테나를 2m로 설치하여 측정에 이용하였다. 감쇠기는 방송의 수신 한계레벨을 측정하기 위하여 이용하였다.

측정지점은 무등산 송신소에서 진도 방향 10km 간격으로 11개 지점을 선정하였으며, 각 측정지점 간 이동구간에서의 수신여부를 평가하였다. 측정지점은 일부 구간에서 지형의 영향으로 가시거리(line of sight)가 확보되지 않는 구간이 있었다.



(1) 고정UHD 측정시스템



(2) 이동HD 측정시스템

[그림 2-5] 방송구역 전계강도 측정 시스템 구성도

[표 2-2] 측정 시스템 사진

구분	고정UHD 측정시스템	이동HD 측정시스템
수신안테나	<p>지향성 안테나 (이득 9.96dBi, 채널56/768MHz 기준)</p> 	<p>무지향성 안테나 (이득 -2.2dBi, 채널56/768MHz 기준)</p> 
수신안테나 지상고	<p>11m (측정차량 최소 높이 고려)</p> 	<p>3m (측정차량 최소 높이)</p> 
동축케이블	<p>손실: 0dB (LNA로 동축케이블 손실 보상)</p>	<p>손실: 0dB (LNA로 동축케이블 손실 보상)</p>
측정/ 수신시스템		

수신용 측정안테나는 KBS2 56번 채널을 기준으로 고정UHD 측정용 지향 안테나의 이득은 9.96dBi, 이동HD 측정용 무지향 안테나의 이득은 -2.2dBi 이다.

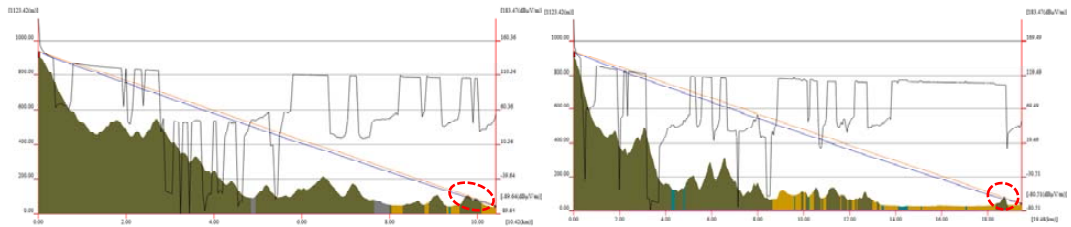
[표 2-3] 수신용 측정안테나 이득 제원

NO	주파수 [MHz]	지향안테나 이득 [dB]	무지향안테나 이득 [dB]
1	473	9.37	0.3
2	479	9.09	0.5
3	485	8.64	0.6
4	491	8.63	0.5
5	497	8.94	0.4
6	503	9.2	0.4
7	509	9.23	0.3
8	515	9.06	0.2
9	521	8.91	-0.1
10	527	9	-0.3
11	533	9.1	0.5
12	539	8.99	0.5
13	545	8.75	0.6
14	551	8.52	0.8
15	557	8.51	1.2
16	563	8.85	1.5
17	569	9.06	1.5
18	575	9.01	1.1
19	581	8.82	0.6
20	587	8.75	0.2
21	593	8.95	0.1
22	599	9.41	0.1
23	605	9.82	0.2
24	611	10.01	0.2
25	617	9.95	0.1
26	623	9.71	0
27	629	9.65	-0.3
28	635	9.69	-0.3

29	641	9.64	-0.2
30	647	9.61	0.1
31	653	9.61	0.2
32	659	9.6	0.2
33	665	9.5	0.2
34	671	9.35	0.3
35	677	9.26	0
36	683	9.19	-0.2
37	689	9.17	-0.1
38	695	9.32	-0.2
39	701	9.57	0.1
40	707	9.79	-0.7
41	713	9.93	-1.1
42	719	10.17	-1.3
43	725	10.35	-1.7
44	731	10.33	-1.7
45	737	10.22	-1.6
46	743	10.07	-1.5
47	749	9.9	-1.6
48	755	9.76	-1.7
49	761	9.73	-1.8
50	762	9.81	-1.9
51	767	9.89	-2.1
52	768	9.96	-2.2
53	773	10.01	-2.4
54	779	10.02	-2.7
55	785	9.93	-2.8
56	791	9.82	-2.9

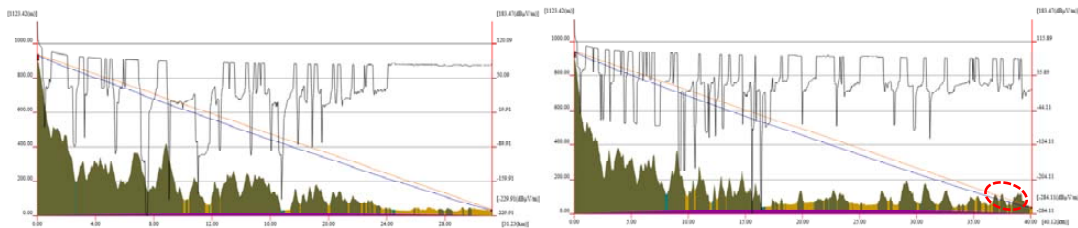


[그림 2-6] 전계강도 측정지점 및 이동경로



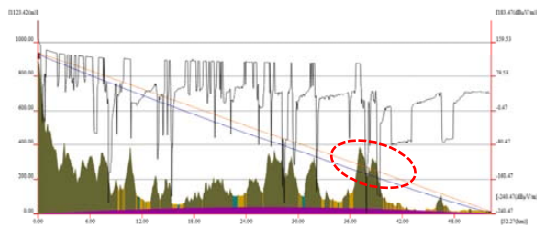
(1) 측정지점 1

(2) 측정지점 2

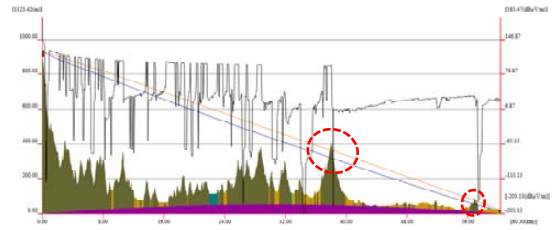


(3) 측정지점 3 >

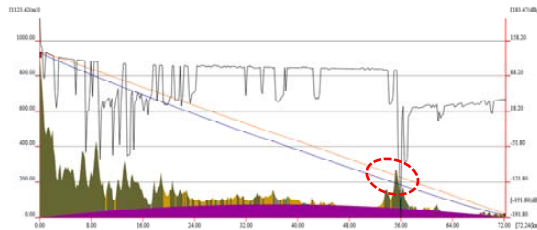
(4) 측정지점 4



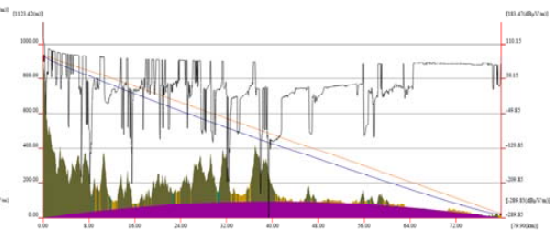
(5) 측정지점 5



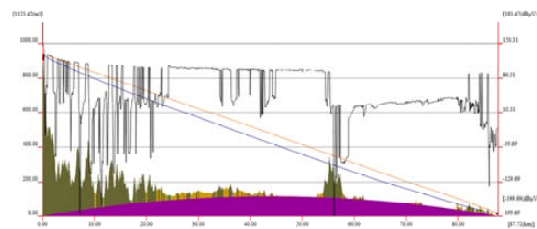
(6) 측정지점 6



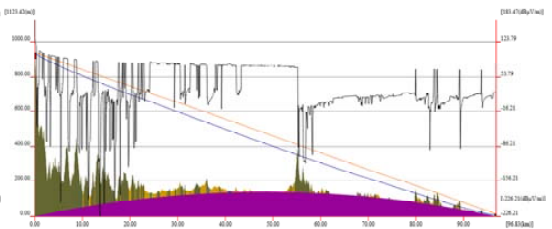
(7) 측정지점 7



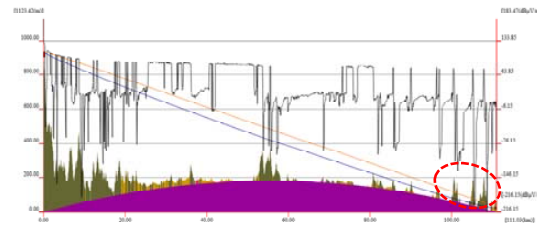
(8) 측정지점 8



(9) 측정지점 9



(10) 측정지점 10



(11) 측정지점 11

[그림 2-7] 송·수신 지점 간 패스 프로파일

3. 전계강도 측정 및 분석

가. 고정UHD/고정HD 측정결과 및 분석

고정UHD 및 고정HD 평가는 측정차량 고정 후, UHD/HD 영상화면을 육안으로

화면 깨짐 현상을 확인하였으며, 11개 측정지점 중 UHD는 9개 양호, 2개 불량하였고, HD는 8개 양호, 3개 불량하였다. 다만, 측정지점 5번은 고정HD 전계강도가 양호함에도 불구하고 영상 불량이었으며, 이는 고압 전선 등 주변환경 때문인 것으로 추정되었다.

고정UHD/고정HD 간의 커버리지는 화면깨짐 측면에서 유사하였고, 커버리지 이내는 기술기준(안)을 만족하는 것으로 분석되었다.

고정UHD/고정HD 간의 방송구역 커버리지는 화면 깨짐(주관적 평가)에서 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 고정UHD/고정HD 커버리지는 송신소에서 0~40km, 70~100km 확보가 가능하였다. 따라서, 고정UHD/고정HD 전계강도 기술기준(안)은 45/43dB μ V/m으로 도출이 가능할 것으로 판단된다.

[표 2-4] 고정UHD/HD 실측결과

측정 지점	고정UHD			고정HD			거리 (무등산에서 거리)
	수신전력 (dBm)	전계강도 (dB μ V/m)	화질 평가	수신전력 (dBm)	전계강도 (dB μ V/m)	화질 평가	
1	-58.3	66.7	양호	-58.7	74.1	양호	10km
2	-52.6	72.4	양호	-56.5	79.7	양호	20km
3	-40.2	84.8	양호	-51.6	71.7	양호	30km
4	-67.8	57.2	양호	-71.3	58.4	양호	40km
5	-81.7	43.3	불량	-84.4	48.3	불량	50km
6	-78.6	46.4	양호	-90.3	41.6	불량	60km
7	-67.8	57.2	양호	-67.7	51.6	양호	70km
8	-58.0	67.0	양호	-65.6	66.5	양호	80km
9	-66.5	58.5	양호	-69.7	53.7	양호	90km
10	-69.3	55.7	양호	-66.0	60.5	양호	100km
11	-89.9	35.1	불량	-98.3	38.3	불량	110km
소계 11개	9개 양호, 2개 불량			8개 양호, 3개 불량			

아래 그림은 11개 지점에서의 측정된 스펙트럼과 영상 화면을 정리한 자료이다.

50km 지점과 60km 지점을 제외하고는 대부분 영상 수신은 양호하였다.

측정지점		스펙트럼	수신여부	측정지점		스펙트럼	수신여부
10 km	UHD			30 km	UHD		
	HD				HD		
20 km	UHD			40 km	UHD		
	HD				HD		
측정지점		스펙트럼	수신여부	측정지점		스펙트럼	수신여부
50 km	UHD		NO Signal	70 km	UHD		
	HD		NO Signal		HD		
60 km	UHD			80 km	UHD		
	HD		NO Signal		HD		



[그림 2-8] 스펙트럼 및 영상 수신여부 측정결과



< #1: 10km 지점: 화순읍 주도리 713 (길가) >



< #2: 20km 지점: 나주시 남평읍 우산리 1922-11 (길가) >





< #3: 30km 지점: 나주시 세지면 오봉리 727-4 (천변 주차장) >



< #4: 40km 지점: 영암군 신북면 장산리 산 272 (매점 주차장) >



< #5: 50km 지점: 영암군 군서면 서구림리 340-3 (도기박물관 옆 주차장) >





< #6: 60km 지점: 영암군 미암면 춘동리 20-4 (미암면사무소) >



< #7: 70km 지점: 해남군 산이면 초송리 527-3 (산이면사무소 옆 전기자동차 충전소 주차장) >



< #8: 80km 지점: 전남 해남군 황산면 남리리 583-3 (덕암삼거리 공터) >





< #9: 90km 지점: 전남 진도군 군내면 진도대로 8459-13
(울돌목해양에너지공원) >



< #10: 100km 지점: 전남 진도군 진도읍 서부해안로 783 (서촌마을민박) >



< #11: 전남 진도군 지산면 가학리 산 34(세방낙조전망대 인근 카페주차장) >
[그림 2-9] 현장측정 지점의 지형 프로파일 및 사진

나. 이동HD 측정결과 및 분석

이동경로 구간에서 평가는 전계강도, 프레임에러(FEC), 수신전력으로 측정 및 분석하였으며, 이론적으로 도출된 전계강도 $43\text{dB}\mu\text{V/m}$ 와 본 연구를 통해 제안되는 이동HD 방송의 전계강도 $56\text{dB}\mu\text{V/m}$ 로 비교하였다.

총 10개 구간에 대해 측정하였으며, 각 측정 포인트는 10초 간격으로 측정된 결과를 분석하였다.

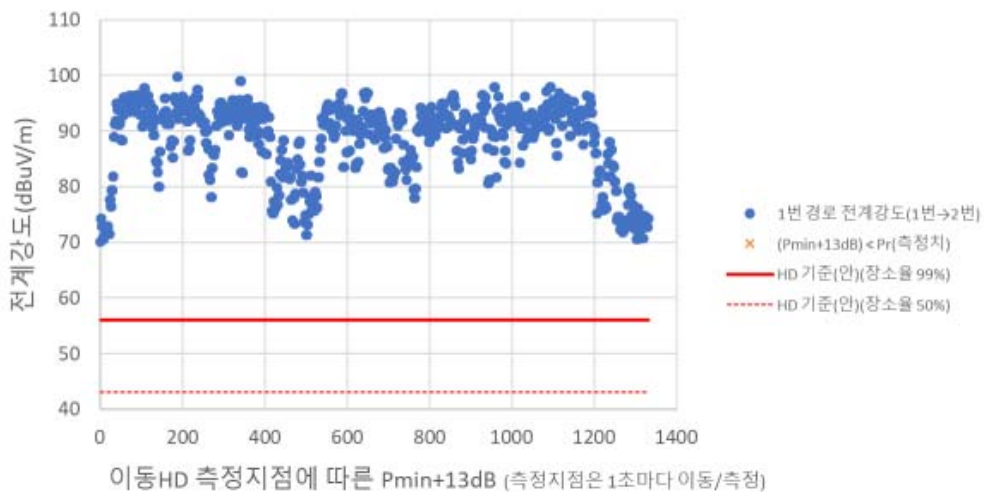
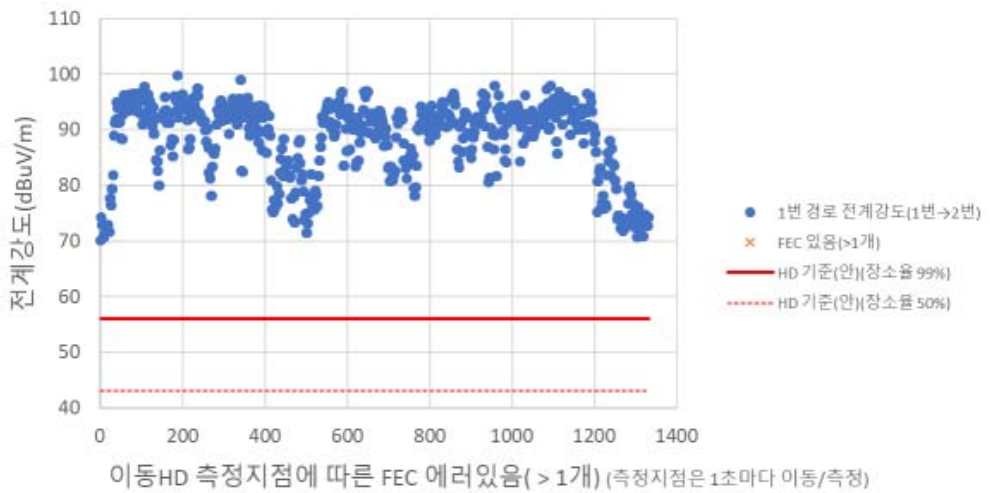
(1) 이동경로 #1

첫 번째 이동경로 구간에서는 1,331개의 측정지점에 대한 데이터를 수집하였으며, 평균 전계강도가 88dB μ V/m로 송신소와 수신지점 간 가시거리가 확보되고 근거리 구간이라 영상수신과 최소 전계강도 레벨 이상으로 측정되었다.

[표 2-5] 이동경로 1번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	$E \geq 43\text{dB}$	$E \geq 56\text{ dB}$	FEC 에러있음 ($\geq 1\text{개}$)	$\text{Pr}(\text{측정값}) \geq \text{P}_{\text{min}} + 13\text{dB}$
1번	88 dB μ V/m	1,331	1,331	1,331	0	1,331
		(%)	100	100	0	100





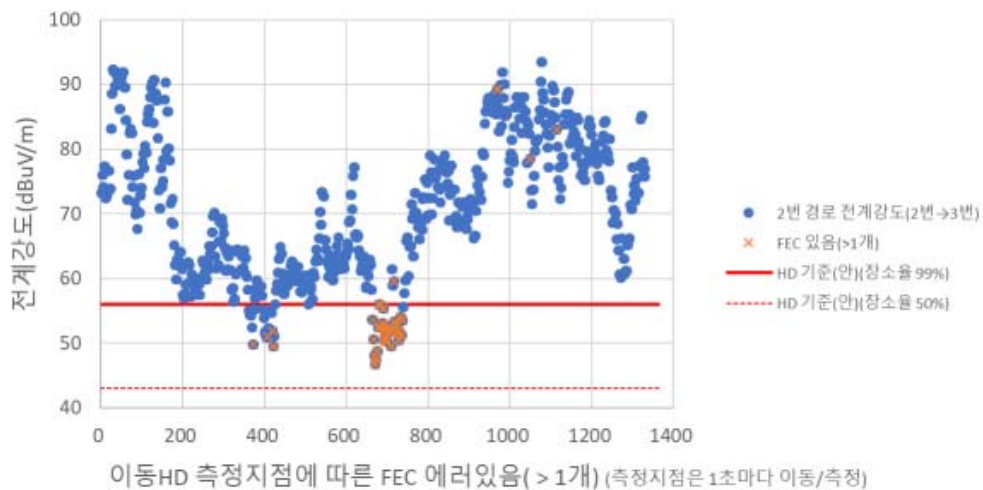
[그림 2-10] 이동경로 1번 분석결과

(2) 이동경로 #2

두 번째 이동경로 구간에서는 1,364개의 지점에 대한 측정데이터를 수집하였으며, 평균 전계강도가 $71\text{dB}\mu\text{V/m}$ 로 송신소와 수신지점 간 가시거리가 확보되고 근거리 구간이라 전계강도 $436\text{dB}\mu\text{V/m}$ 기준으로 100%, 전계강도 $56\text{dB}\mu\text{V/m}$ 기준으로 91% 충족하는 것으로 확인되었다.

[표 2-6] 이동경로 2번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	$E \geq 43\text{dB}$	$E \geq 56\text{ dB}$	FEC 에러있음 (≥ 1 개)	$\text{Pr}(\text{측정값}) \geq \text{P}_{\text{smin}} + 13\text{dB}$
2번	71 $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$	1,364	1,364	1,241	75	1,229
		(%)	100	91	5	90





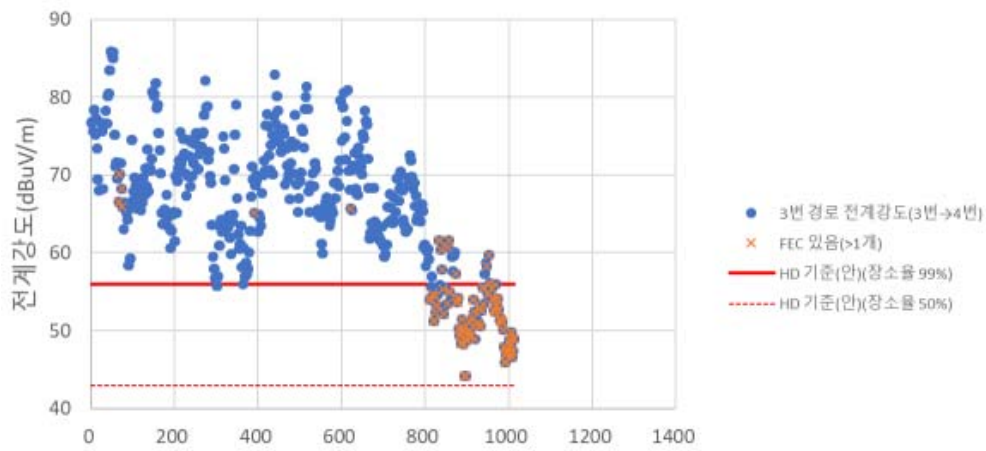
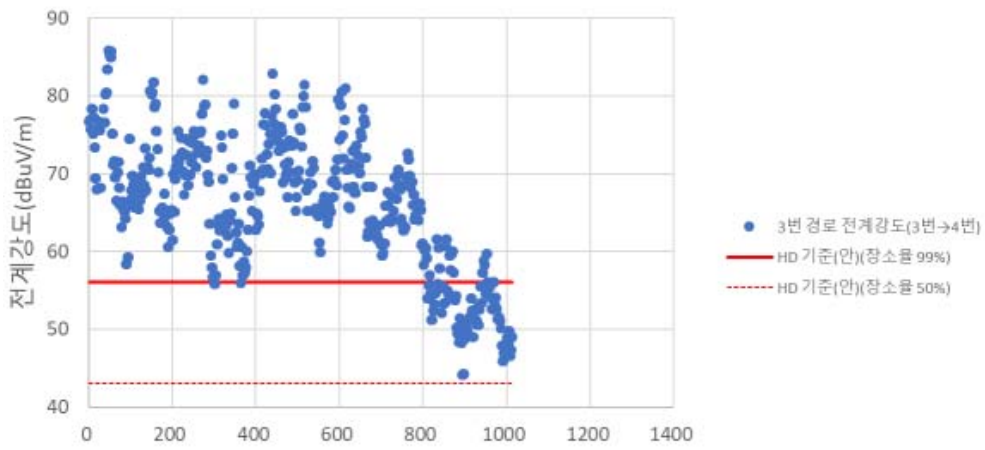
[그림 2-11] 이동경로 2번 분석결과

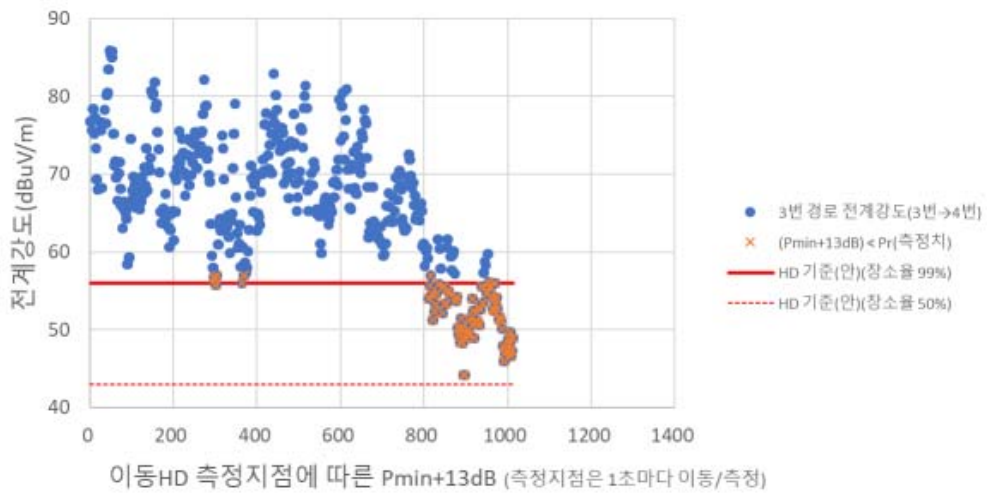
(3) 이동경로 #3

세 번째 이동경로 구간의 측정 포인트 수는 1,014개이며, 평균 전계강도 66dB μ V/m로 43dB μ V/m 전계강도 기준으로는 측정 포인트 모두 기준에 충족하였지만, 56dB μ V/m로 적용할 경우 840개 포인트 약 84% 정도 기준에 충족하였다. 이는 프레임에러(FEC)와 수신한계레벨을 적용할 경우 비슷한 경향을 보였다.

[표 2-7] 이동경로 3번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	E ≥ 43dB	E ≥ 56 dB	FEC 에러있음 (≥1개)	Pr(측정값) ≥ P _{smin} +13dB
3번	66 dB μ V/m	1,014	1,014	840	144	831
		(%)	100	83	14	82





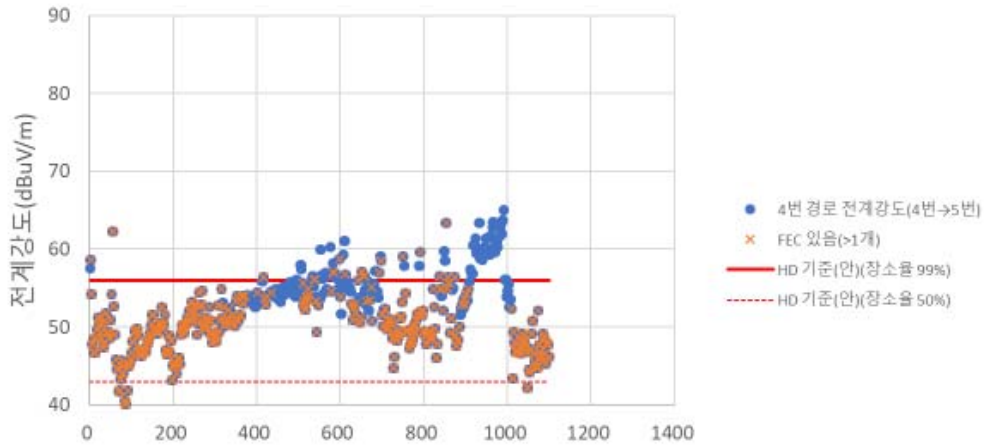
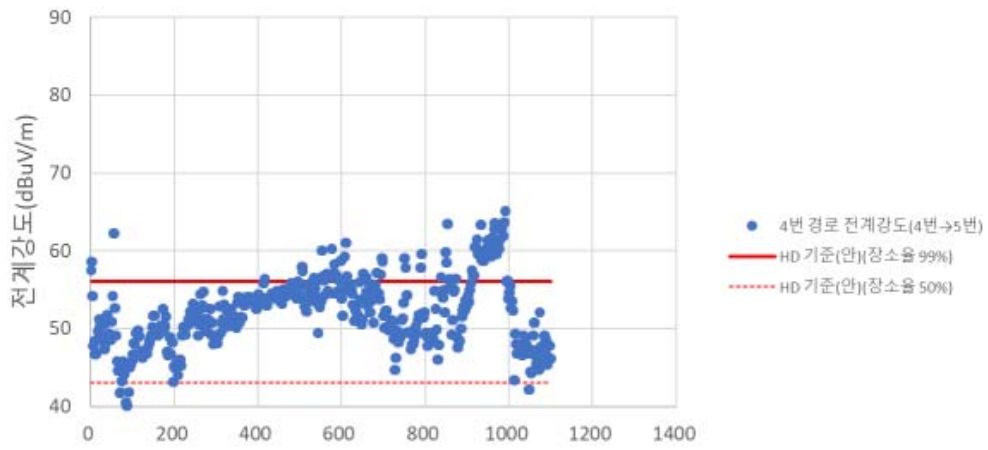
[그림 2-12] 이동경로 3번 분석결과

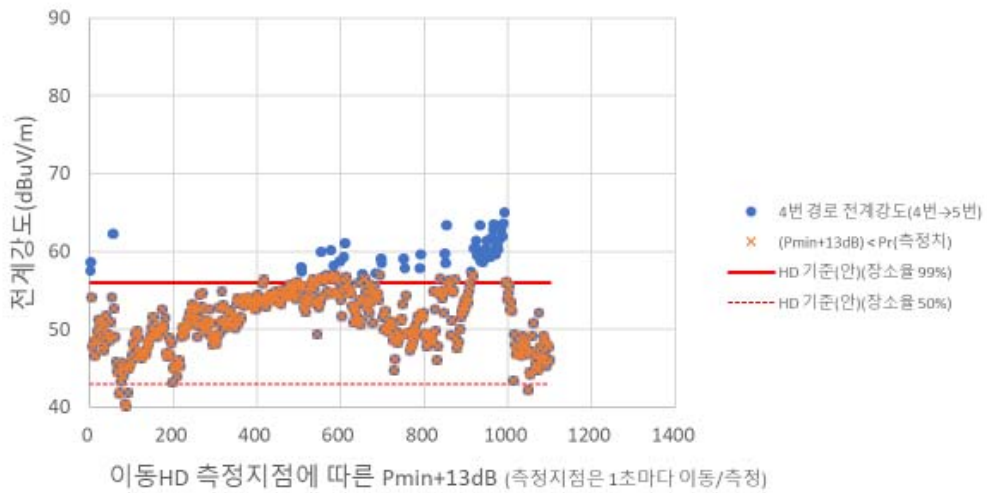
(4) 이동경로 #4

네 번째 이동경로 구간에서는 1,101개의 측정지점에 대한 데이터를 확보하였으며, 평균 전계강도가 $52dB\mu V/m$ 로, 전계강도 $43dB\mu V/m$ 기준을 적용할 경우 98% 충족하지만, $56dB\mu V/m$ 기준으로는 17%만 충족하는 것으로 확인되었다.

[표 2-8] 이동경로 4번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	$E \geq 43dB$	$E \geq 56 dB$	FEC 에러있음 (≥ 1 개)	$Pr(\text{측정값}) \geq P_{smin}+13dB$
4번	$52 dB\mu V/m$	1,101	1,084	185	633	135
		(%)	98	17	57	12





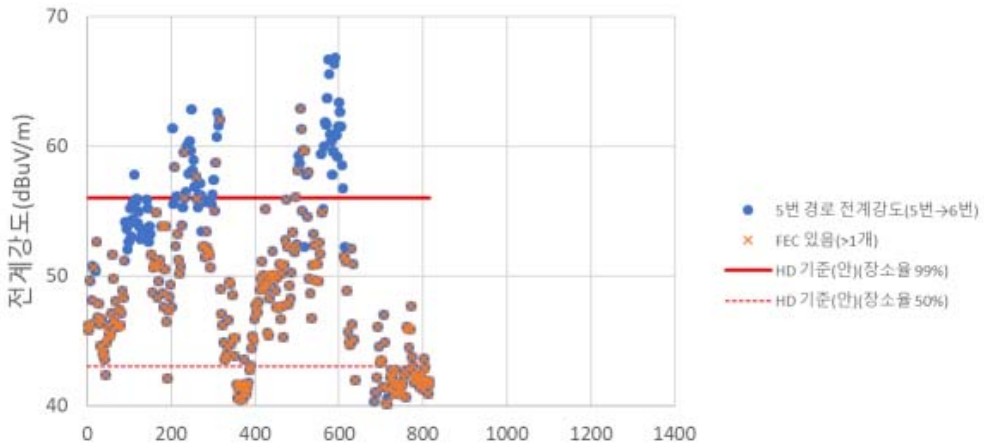
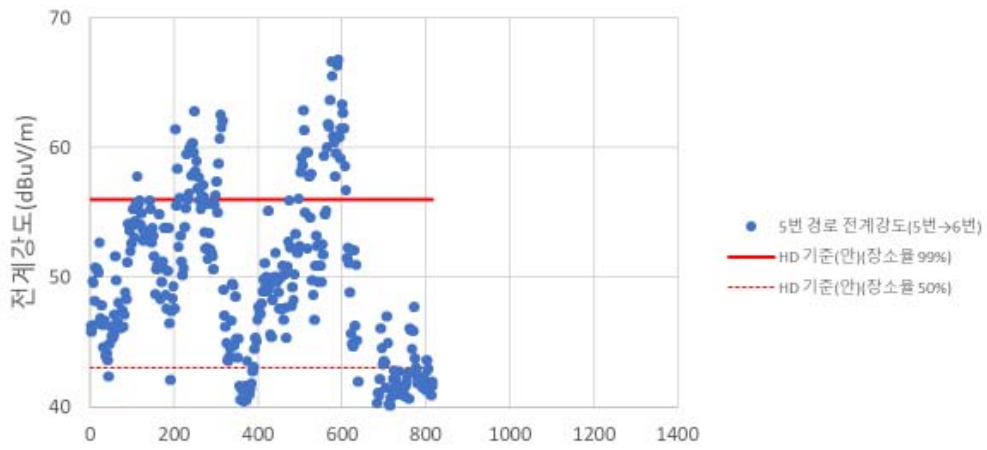
[그림 2-13] 이동경로 4번 분석결과

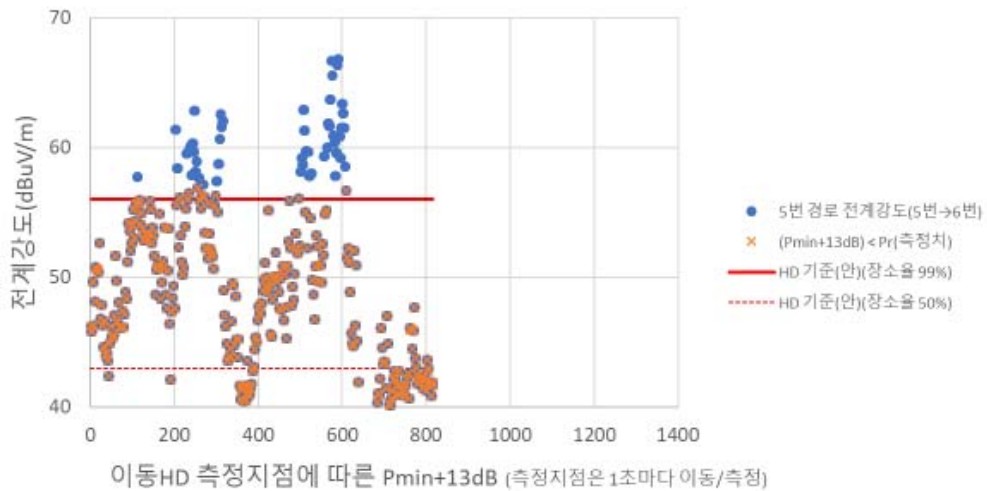
(5) 이동경로 #5

다섯 번째 이동경로 구간은 816개의 측정데이터를 확보하였다. 이 구간은 이동경로상 월출산 등의 지형 영향을 많이 받은 구간이다. 전계강도 $43\text{dB}\mu\text{V/m}$ 와 $56\text{dB}\mu\text{V/m}$ 를 각각 적용하였을 경우 60% 이상 수신 차이가 발생하였다.

[표 2-9] 이동경로 5번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	$E \geq 43\text{dB}$	$E \geq 56\text{dB}$	FEC 에러있음 (≥ 1 개)	$\text{Pr}(\text{측정값}) \geq \text{P}_{\text{min}}+13\text{dB}$
5번	49 dB μ V/m	816	633	133	543	114
		(%)	78	16	67	14





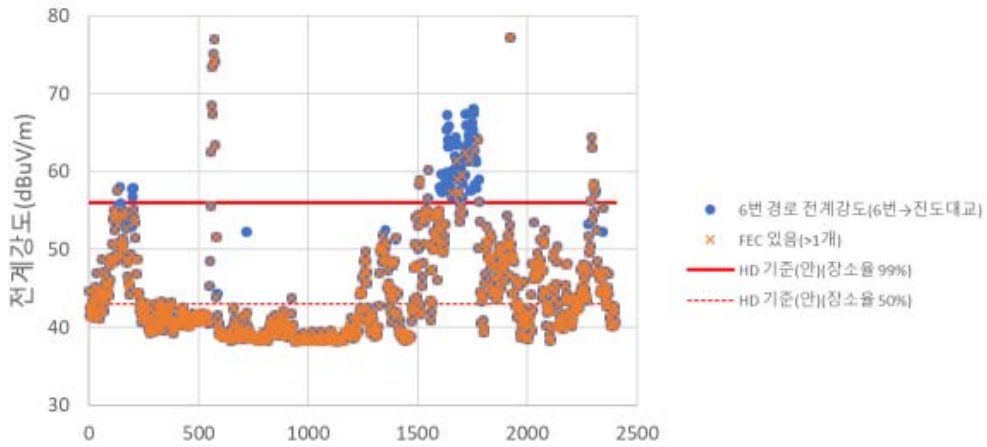
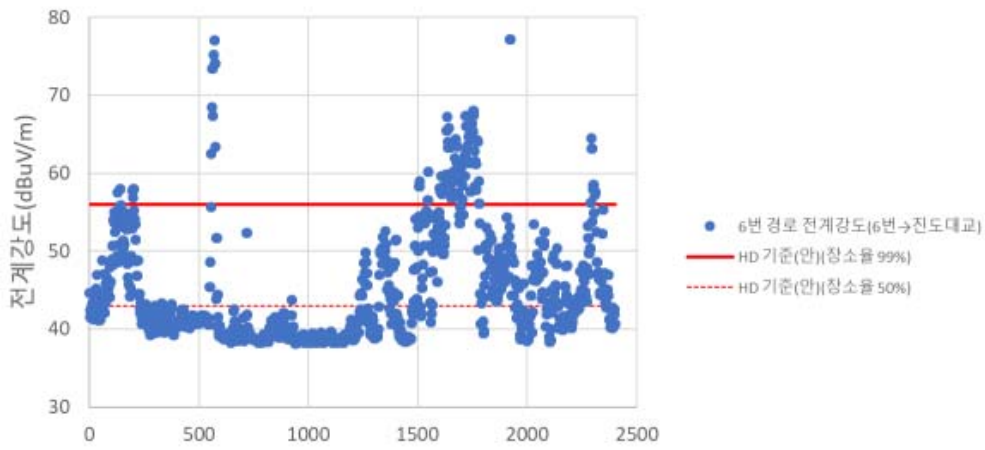
[그림 2-14] 이동경로 5번 분석결과

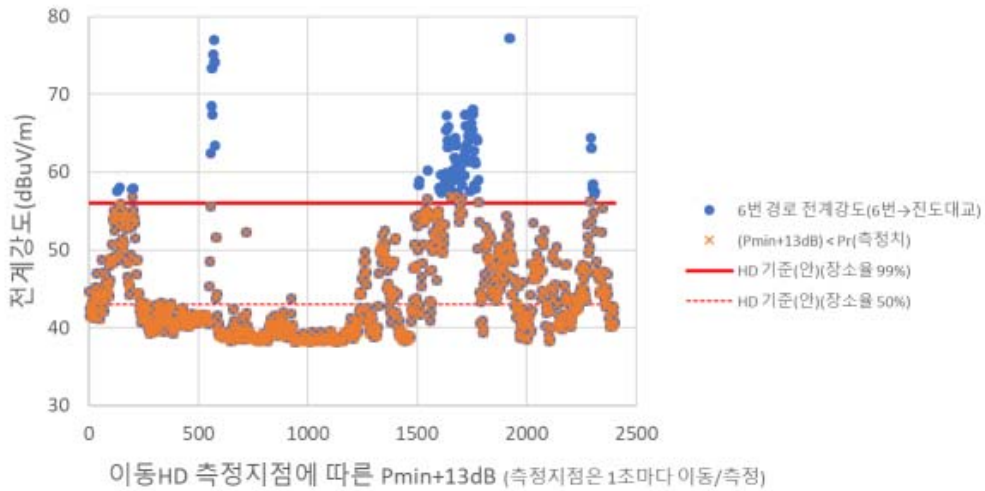
(6) 이동경로 #6

여섯 번째 이동경로 구간에서는 2,402개의 측정지점에 대한 측정값을 확보하였으며, 평균 전계강도가 $45dB\mu V/m$ 로 전계강도 $43dB\mu V/m$ 기준을 적용할 경우 44% 충족하지만, $56dB\mu V/m$ 기준으로는 9%만 충족하는 것으로 확인되었다.

[표 2-10] 이동경로 6번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정치점 수(개)	$E \geq 43dB$	$E \geq 56 dB$	FEC 에러있음 (≥1개)	$Pr(\text{측정치}) \geq P_{smin}+13dB$
6번	45 $dB\mu V/m$	2,402	1,049	221	1,962	204
		(%)	44	9	82	8





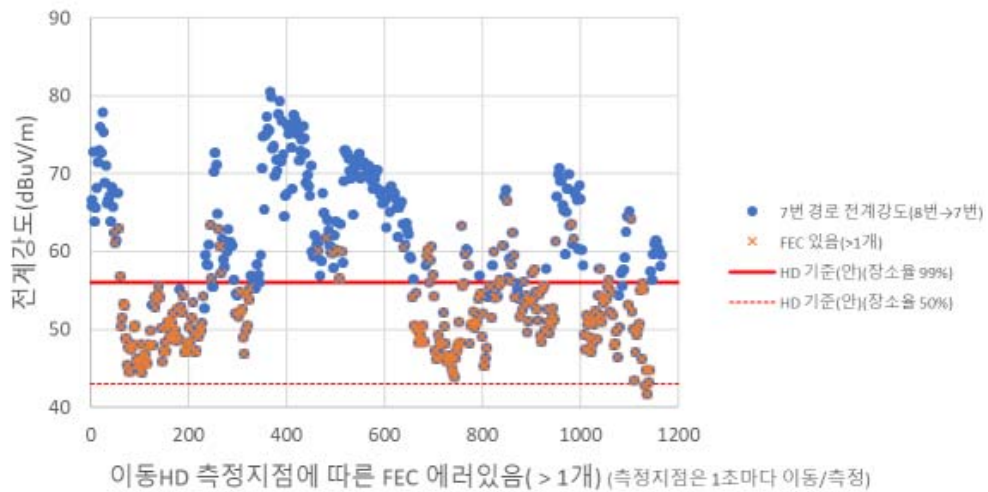
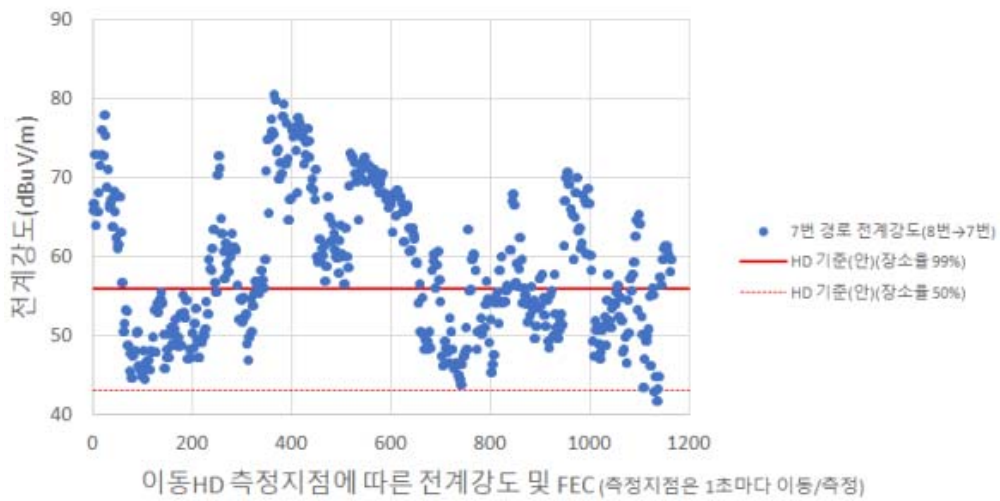
[그림 2-15] 이동경로 6번 분석결과

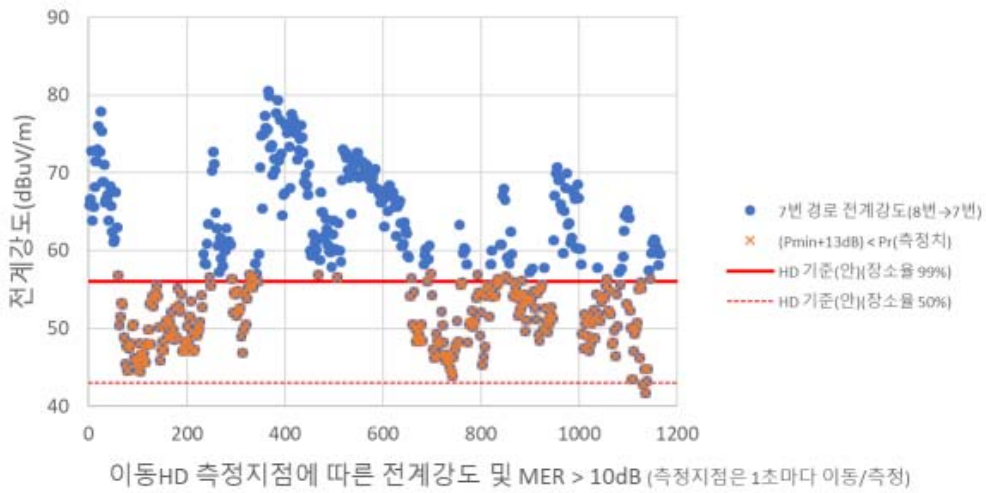
(7) 이동경로 #7

다섯 번째 이동경로 구간은 1,170개의 측정데이터를 확보하였으며, 전계강도 $43\text{dB}\mu\text{V/m}$ 를 적용할 경우 거의 모든 지점에서 기준에 충족하였으나 $56\text{dB}\mu\text{V/m}$ 를 적용할 경우 50% 만 기준에 충족하는 것으로 분석되었다.

[표 2-11] 이동경로 7번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	$E \geq 43\text{dB}$	$E \geq 56\text{ dB}$	FEC 에러있음 (≥ 1 개)	Pr(측정값) \geq P _{smin} +13dB
7번	58 dB μ V/m	1,170	1,164	622	506	585
		(%)	99	53	43	50





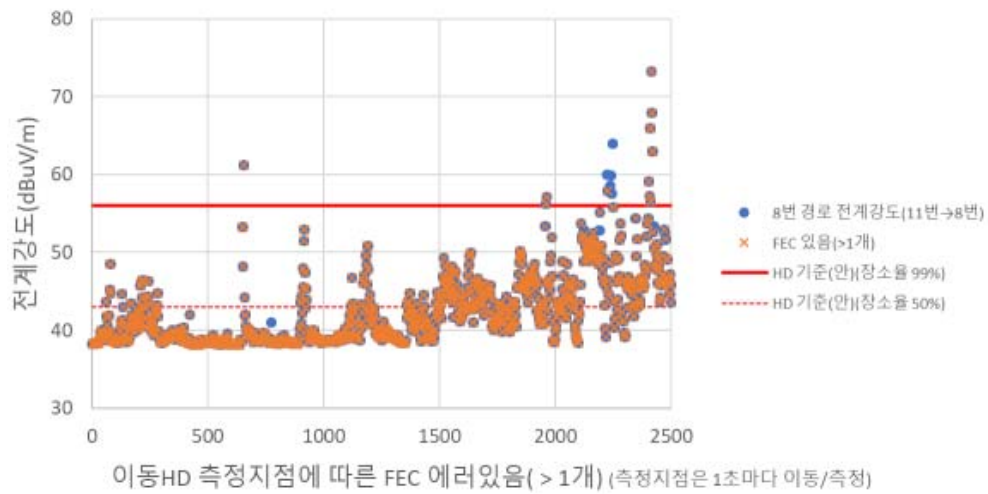
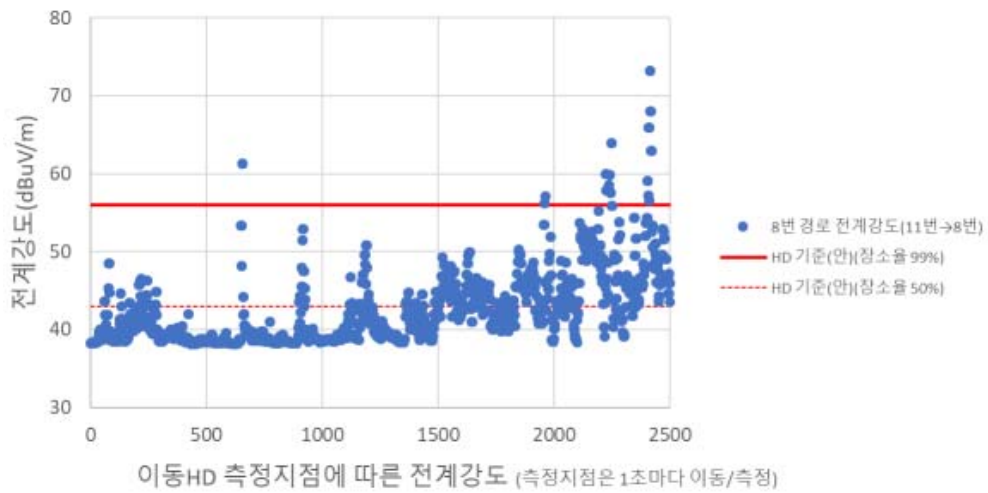
[그림 2-16] 이동경로 7번 분석결과

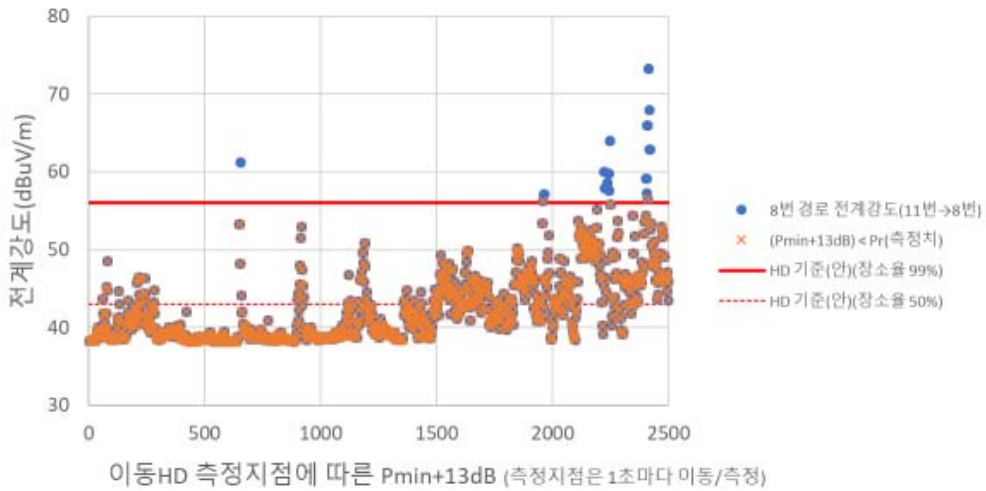
(8) 이동경로 #8

네 번째 이동경로 구간에서는 총 3,045개의 측정 데이터를 확보하였으며, 평균 전계강도가 $43\text{dB}\mu\text{V/m}$ 로, 전계강도 $43\text{dB}\mu\text{V/m}$ 기준을 적용할 경우 42% 충족하지만, $56\text{dB}\mu\text{V/m}$ 기준으로는 3%만 충족하는 것으로 확인되었다.

[표 2-12] 이동경로 8번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	$E \geq 43\text{dB}$	$E \geq 56\text{dB}$	FEC 에러있음 (≥ 1 개)	$\text{Pr}(\text{측정값}) \geq \text{P}_{\text{min}} + 13\text{dB}$
8번	$43\text{ dB}\mu\text{V/m}$	3,045	1,277	106	2,528	98
		(%)	42	3	83	3





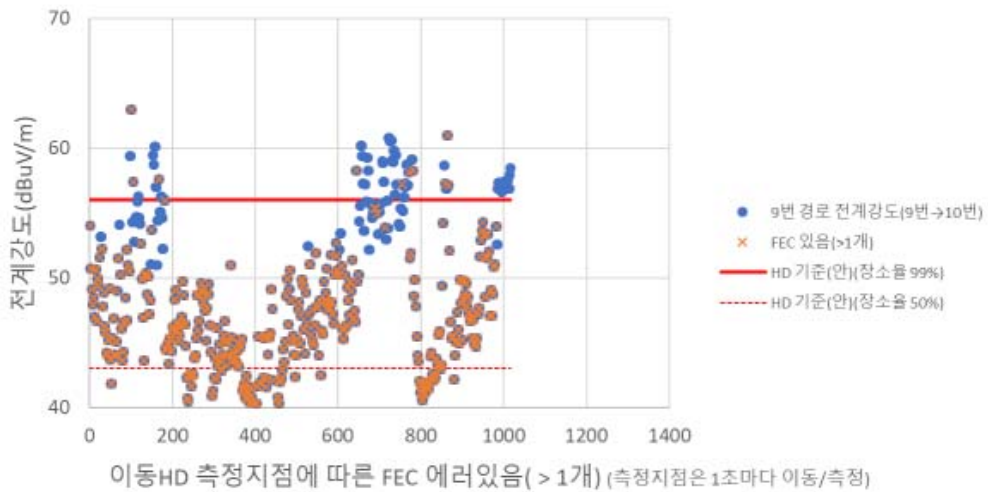
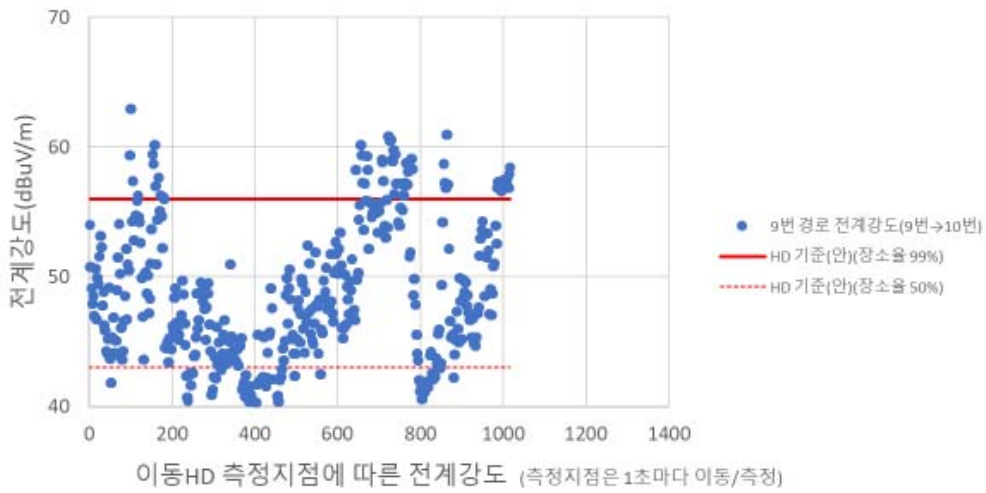
[그림 2-17] 이동경로 8번 분석결과

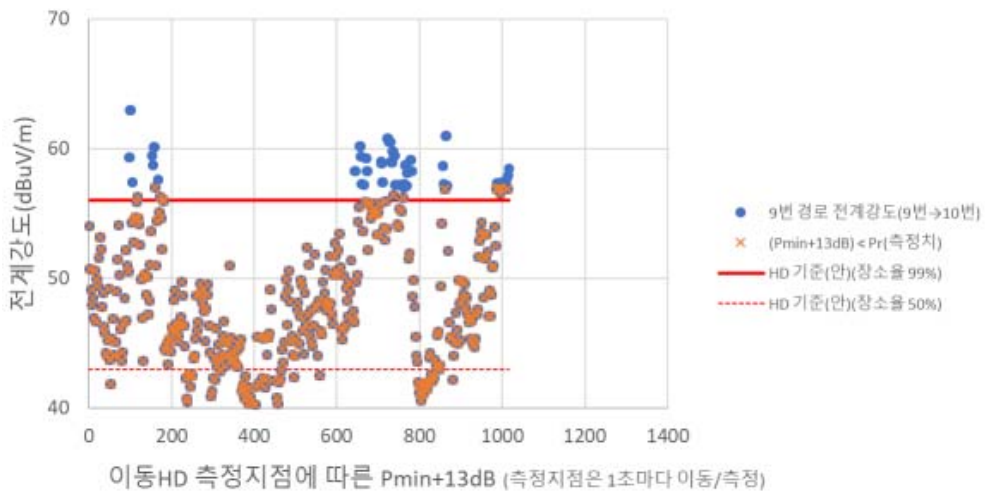
(9) 이동경로 #9

아홉 번째 이동경로 구간 역시 지형을 영향을 많이 받은 구간이다. 총 1,016개의 측정데이터를 확보하였으며, $56dB\mu V/m$ 전계강도 기준을 적용할 경우 약 13% 지점만 기준에 충족하는 것으로 분석되었다.

[표 2-13] 이동경로 9번 분석결과

이동경로	평균 전계강도	측정지점 수(개)	$E \geq 43dB$	$E \geq 56 dB$	FEC 에러있음 (≥1개)	$Pr(\text{측정값}) \geq P_{min}+13dB$
9번	49 dB μ V/m	1,016	856	136	744	111
		(%)	84	13	73	11





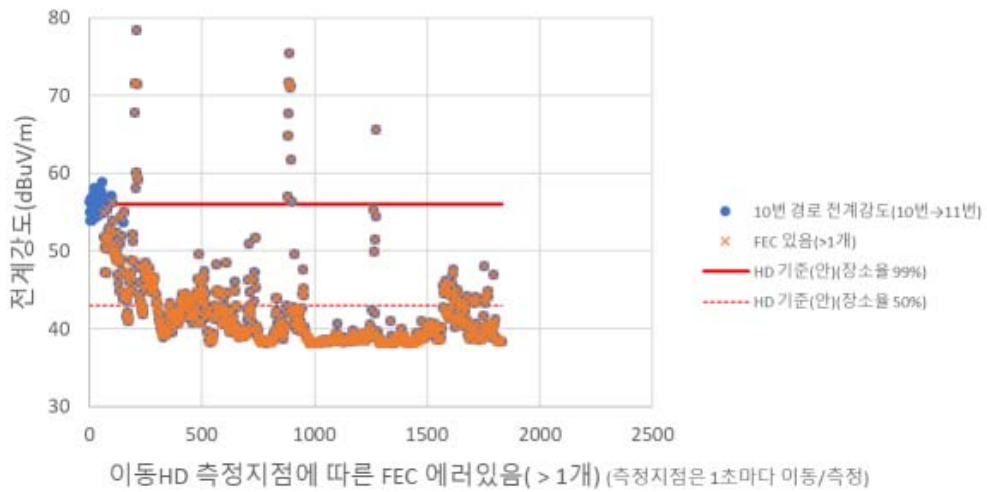
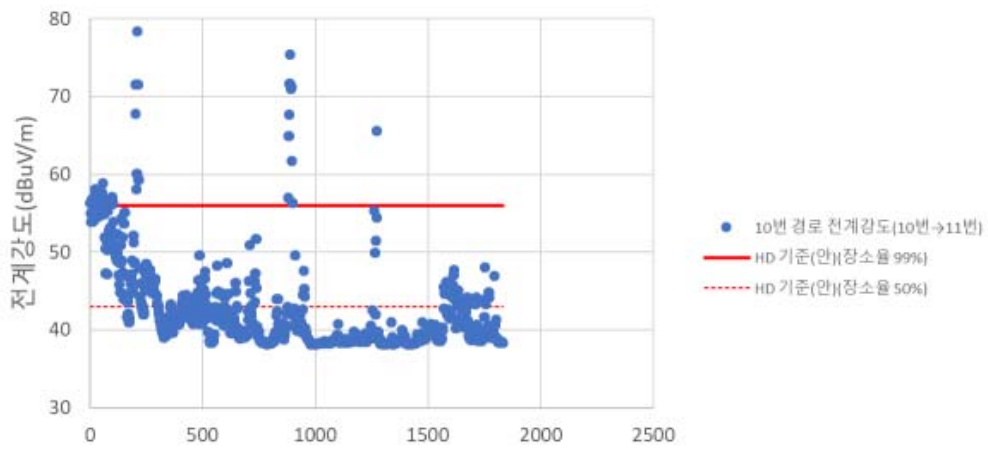
[그림 2-18] 이동경로 9번 분석결과

(10) 이동경로 #10

열 번째 이동경로 구간에서는 1,832개의 측정데이터를 확보하였으며, 평균 전계 강도가 42dB μ V/m로, 전계강도 43dB μ V/m 기준을 적용할 경우 29% 충족하지만, 56dB μ V/m 기준으로는 4%만 충족하는 것으로 확인되었다.

[표 2-14] 이동경로 10번 분석결과

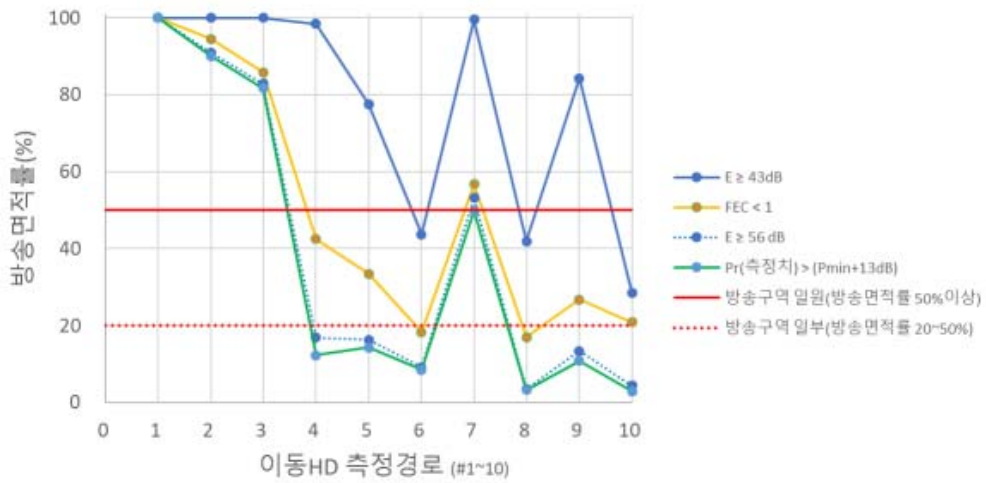
이동경로	평균 전계강도	측정 지점(개)	E \geq 43dB	E \geq 56 dB	FEC 에러있음 (\geq 1개)	Pr(측정값) \geq P _{smin} +13dB
10번	42 dB μ V/m	1,832	523	81	1,450	54
		(%)	29	4	79	3





[그림 2-19] 이동경로 10번 분석결과

고정HD 전계강도는 10개 경로 중 7개(방송서비스 반경 60km 이내)이나, 이동HD는 10개 경로 중 4개(방송서비스 반경 40km 이내)로 좁아지는 특성을 얻을 수 있었다. 프레임에러(FEC) 등 기타 측정자료는 전계강도 비율과 유사한 경향을 보였으며, 방송구역 전계강도 기준 산정 시 참고자료로 활용하였다. 측정결과를 바탕으로 방송구역 면적율을 적용해 보면, 50% 이상의 방송구역 일원인 경우는 43dB μ V/m를 적용할 경우 7개 경로, 56dB μ V/m의 경우는 4개 경로만 가능할 것으로 분석되었다.



[그림 2-20] 이동경로에 따른 방송면적율

[표 2-15] 이동경로별 평가결과

이동 경로	객관적 평가 (계측기 평가)						주관적평가 (육안평가, 개인차량)
	평균 전계강도 (dB μ V/m)	측정지점 (개)	전계강도 비율(%)		에러 비율 (%)	수신레벨 비율(%)	
			E \geq 43dB (고정HD기준)	E \geq 56dB (이동HD기준)			
1	88	1,331	100	100	100	100	양호
2	71	1,364	100	91	95	90	보통 (가끔 깨짐)
3	66	1,014	100	83	86	82	보통 (가끔 깨짐)
4	52	1,101	98	17	43	12	불량
5	49	816	78	16	33	14	불량
6	45	2,402	44	9	18	8	불량
7	58	1,170	99	53	57	50	보통 (가끔 깨짐)
8	43	3,045	42	3	17	3	불량
9	49	1,016	84	13	27	11	불량
10	42	1,832	29	4	21	3	불량
※ 참고: 방송구역 적용 시		일원 (50%이상)	7개 경로	4개 경로	(방송구역) - 방송구역 일원: 방송면적률 50%이상 - 방송구역 일부: 방송면적률 20~50%		
		일부 (20%이상)	3개 경로	없음			
		기타 (20%미만)	없음	6개 경로			

다. 수신 한계레벨 분석

TV 수신 한계레벨은 TV 영상화면이 깨지는 시점에서의 수신세기를 말하며, 단위는 dBm을 사용하고 낮을수록 장비성능이 우수하다고 할 수 있다. 또한, 수신 한계레벨은 수신시스템 성능을 표시하는 기본 정보로 사용된다. 이번 측정에서 도출된 수신 한계레벨은 고정 측정지점에서 UHD 경우 약 -84.1dBm, HD의 경우 -91.6dBm으로 분석되었다.

(1) 측정결과

[표 2-16] 전계강도 실측 결과

측정지점	지향성 수신안테나			무지향성 수신안테나
	UHD 지향 11m	HD 지향 11m	UHD 지향 3m	HD 무지향3m
1	-83.6	-92.1	-84.5	-91.6
2	-85.2	-92.4	-84.5	-92.1
3	-84.2	-92.8	-85.6	-90.9
4	-83.3	-92.6	-85.1	-91.6
5	-	-91.9	-	-
6	-81.4	-92.1	-	-
7	-84.9	-91.7	-84.9	-89.2
8	-85.4	-92.7	-84.7	-91.6
9	-85.1	-92.1	-85.2	-92.4
10	-84.2	-91.5	-86.2	-93.1
11	-	-	-	-
평균 수신 한계레벨(dBm)	-84.1 (-85.4 ~ -81.4)	-92.2	-85.1	-91.6 (-93.1 ~ -89.2)

(2) 수신 한계레벨의 이론적 계산

이론적 수신 한계레벨(UHD -79.2dBm, HD -89.2dBm)이 실측치보다 2~5dB 더 높았으며, 이는 이론적으로 적용되는 수신기의 C/N와 잡음지수보다 실제로 사용되는 수신기의 더 성능이 우수하기 때문인 것으로 판단된다. 잡음채널은 고정수신의

경우 Rician 및 이동수신의 경우 Rayleigh 모델을 적용하고 있으며, 수신기 잡음 지수는 일반적으로 3~7dB 성능을 가지고 있다.

[표 2-17] 수신기의 최소신호 도출

주요 파라미터			이론적 배경		실측결과	
항목	기호	단위	고정UHD	고정HD	고정UHD	고정HD
최소 C/N	C/N	dB	20 (Rician)	10 (Rayleigh)	17.13	7.93
시스템	-	-	256QAM	64QAM	256QAM	64QAM
채널대역폭	Freq	MHz	6	6	6	6
수신기 잡음지수	F	dB	7	7	5	7
수신기 최소신호	Psmin	dBm	-79.2	-89.2	-84.1 (평균)	-91.6 (평균)

[표 2-18] 최소 전계강도 계산

구 분		지향성 수신안테나		무지향성 수신안테나	
		UHD 지향 11m	HD 지향11m	UHD 지향 3m	HD 무지향 3m
평균	수신 한계레벨 (dBm)	-84.1	-92.2	-85.1	-91.6
	최소 전계강도 (dBμV/m)	40.9	32.8	39.9	45.5

측정시스템에서 동축케이블 손실이 없으나, 동축케이블 손실(11m 4dB, 3m 0.6dB)을 고려한 전계강도는 UHD 44.9dB μ V/m(\leftarrow 40.9dB μ V/m), HD 46.1dB μ V/m(\leftarrow 45.5dB μ V/m) 추정된다.

최소 전계강도는 측정된 수신한계레벨에서 안테나 팩터를 적용하여 계산할 수 있으며, 여기서는 ITU-R 권고 P.1546에 기반하여 장소율에 대한 적용을 검토하

였다. 장소율은 수신 가능한 지점을 백분율로 표시한 것으로, ITU 권고에서 적용하고 있는 장소율별 보정계수는 고정 50%일 경우 0dB, 이동수신 95%, 99%일 경우 각각 9.2dB와 12.9dB를 적용하고 있다.

시간율/장소율이 50%에 대한 최소 전계강도 기준값 산정을 위한 계산절차는 다음과 같다.

1) 수신기 잡음전력 P_n

$$P_n(\text{dBW}) = F(\text{dB}) + 10 \log_{10}(k \cdot T_0 \cdot B) \quad (1)$$

여기에서 :

F : 수신기 잡음지수 (dB)

k : 볼츠만상수, $k = 1.38 \times 10^{-23}(\text{J/K})$

T_0 : 절대온도 (K)

B : 수신기 잡음대역폭 (Hz)

2) 최소 수신기 입력전력 $P_{s,\min}$

$$P_{s,\min}(\text{dBW}) = C/N_{\min}(\text{dB}) + P_n(\text{dBW}) \quad (2)$$

$(C/N)_{\min}$ 는 수신기 입력단에서 최소 $C/N(\text{dB})$ 를 말한다.

3) 수신 장소에 대한 최소 전력속밀도 ϕ_{\min}

$$\phi_{\min} (\text{dBW/m}^2) = P_{s,\min}(\text{dBW}) - A_a(\text{dBm}^2) + L_f(\text{dB}) \quad (3)$$

여기에서

L_f : 급전선 손실 (dB)

A_a : 안테나실효고 (dBm^2)

$$A_a \text{ (dBm}^2\text{)} = 10 \cdot \log \left(\frac{1.64}{4\pi} \left(\frac{300}{f \text{ (MHz)}} \right)^2 \right) + G_D \text{ (dB)} \quad (4)$$

4) 수신 장소에서 표준 전계강도 E_{\min}

$$E_{\min} \text{ (dB } \mu\text{V/m)} = \phi_{\min} \text{ (dB W/m}^2\text{)} + 10 \log_{10} (Z_{F0}) \text{ (dB } \Omega) + 20 \log_{10} \left(\frac{1V}{1\mu V} \right) \quad (5)$$

자유공간의 특성임피던스를 고려하면 다음과 같다.

$$Z_{F0} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \approx 120\pi \text{ (}\Omega\text{)} \quad (6)$$

E_{\min} 을 간략화하면 다음과 같다.

$$E_{\min} \text{ (dB } \mu\text{V/m)} = \phi_{\min} \text{ (dBW/m}^2\text{)} + 145.8 \text{ (dB } \Omega) \quad (7)$$

5) 최소 전계강도 기준, E_{med}

수신 시나리오별로 최소 전계강도(minimum median)는 다음과 같다.

$$\text{고정수신용 : } E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 \quad (8)$$

$$\text{휴대 실외 및 이동수신 : } E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h \quad (9)$$

$$\text{휴대 실내수신 : } E_{\text{med}} = E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h + L_b \quad (10)$$

여기에서 :

P_{mmn} : 인공잡음

C_1 : 장소율 보정계수($= \mu \times \sigma_c$)

μ : 분산팩터(예 : 70%→0.52, 95%→1.64, 99%→2.33)

σ_c : 결합표준 편차($= \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2}$)

(예: 빌딩감쇠 $\sigma_b=10.1$, 매크로지역 $\sigma_m=5.5$)

L_h : 수신안테나 높이이득

L_b : 건물감쇠

[표 2-19] 장소율에 따른 보정계수

구분	장소율에 따른 수신형태			
	고정수신	휴대수신	이동수신	이동수신
장소율	50%	70%	95%	99%
보정계수	0dB	2.9dB	9.2dB	12.9dB

고정HD 방송구역은 무등산 송신소로부터 110km까지 대부분의 지역이 포함된다. 차량 이동 중 화질평가 시, 무등산 근거리 지역은 시청이 가능하였으나, 원거리 지역은 대부분 시청이 불가능하였다. 이는 고정HD 방송구역 전계강도(안)은 자동차로 이동하면서 시청이 가능하도록 국제표준에 따른 보정계수 적용이 필요할 것으로 판단된다.

고정HD에서 이동HD로의 방송구역 전계강도 보정계수(장소율 50% → 99%, 보정계수 13dB)를 검토가 필요하며, 차량 이동수신은 국제표준(장소율 99%)를 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이 경우 기준(안)은 $56\text{dB } \mu\text{V/m}$ 를 제안한다.

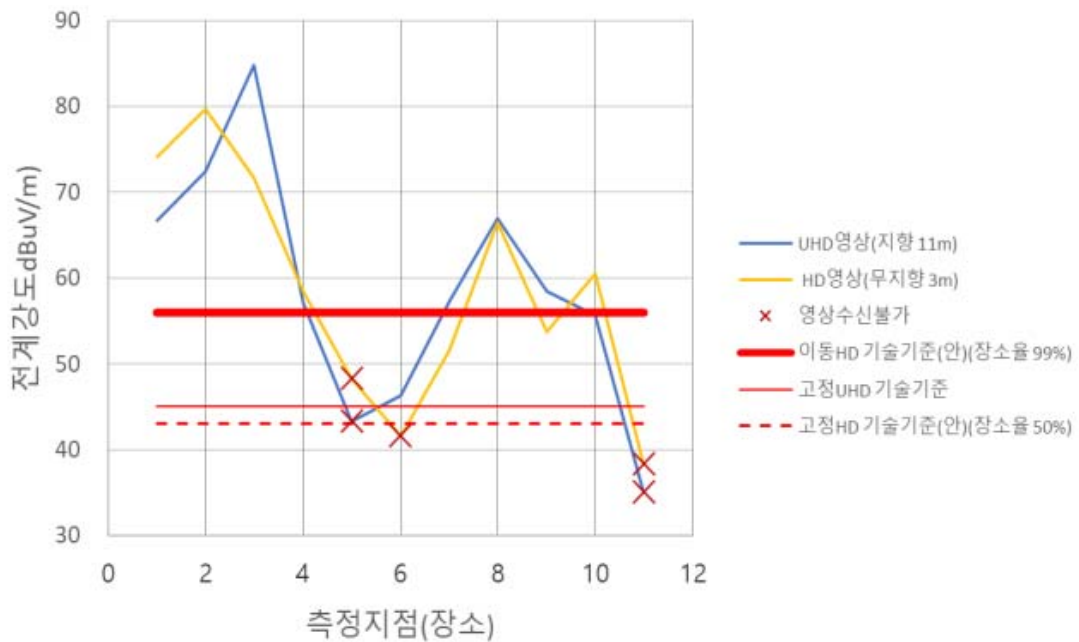
이동HD 기술기준(안) = 고정HD 기술기준(안) + 13dB(장소율 50% → 99%)

(3) 고정UHD 및 이동HD 기술기준(안)

측정결과와 이론적 분석결과를 이용한 전계강도 기준은 그림에서 나타난 바와 같이 고정 UHD와 고정 HD의 측정된 전계강도는 비슷한 경향을 얻을 수 있었다. 붉은 빨간색 라인이 이번 연구에서 측정과 이론적인 분석을 통해 도출된 전계강도 기준이다.

고정UHD/고정HD 전계강도 기술기준(안) : $45/43\text{dB}\mu\text{V/m}$

이동HD 기술기준(안) : $56\text{dB}\mu\text{V/m}$ = 고정HD 기술기준(안) + 13dB(장소율 50% → 99%)



[그림 2-21] 측정지점별 전계강도 분석결과

[표 2-20] KBS, ATSC3.0 이동HDTV 방송구역 전계강도 제안

구분		고정UHD	이동HD
Channel Center Frequency	MHz	605	605
Channel Bandwidth	MHz	6	6
Antenna Gain	dB	11	0
Downlead Loss	dB	4	0.6
Receiver Noise Figure	dB	7	7
Sky Noise	dBm	-106.2	-106.2
Channel Model		Rice	Rayleigh
Minimum C/N	dB	20.06	10.05
Minimum Antenna Input Power	dBm	-86.14	-88.55
Dipole Factor	dB	130.8	130.8
Minimum Required Field Strength at Antenna	dBuV/m	44.66	42.25

지상파 TV 방송서비스는 VHF 및 UHF 대역을 활용하여 서비스 제공이 가능함에 따라 동 대역에 대한 기술기준 마련이 필요하다. 현재 DTV 및 UHD 방송은 UHF 대역을 활용하여 서비스 제공을 고려하고 있다.

ATSC3.0 이동HD 방송구역 전계강도는 차량이동, 신호대잡음비, 안테나이득, 케이블손실, 인공잡음 등 변수를 고려하였으며, 인공잡음 등 파라미터는 ITU 등 국제표준을 이용하였다.

[표 2-21] 장소율에 따른 방송구역 전계강도 기준

주요 파라미터			주파수대역		
			L-VHF	H-VHF	UHF
항목	기호	단위	69MHz	200MHz	600MHz
채널대역폭	Freq	MHz	6	6	6
최소 C/N	C/N	dB	10	10	10
수신기 잡음지수	F	dB	6	6	7
안테나이득	G _d	dB	-2	-2	0
케이블손실	L _f	dB	0.6	0.6	0.6
인공잡음	P _{mmn}	dB	15	5	0
방송구역 전계강도의 기준(장소율 50%)	E _{min}	dBμV/m	40	39	43
장소율 (50% → 99%)		dB	12.9	12.9	12.9
방송구역 전계강도의 기준(장소율 99%)	E _{min}	dBμV/m	53	52	56

※ 참조 : ITU-R Rec. BT.2033, ITU-R Rep. BS.1203, RRC-006

TV 전계강도는 주파수 대역별로 구분하고 있어 주파수 대역별로 ATSC3.0 이동HDTV 방송구역 전계강도 신설이 필요하다.

< 장소율에 따른 고정/이동HD 방송구역 전계강도 >

- (고정HDTV 방송구역 전계강도) UHF 대역에서 $43\text{B}\mu\text{V/m}$, H-VHF 대역에서 $40\text{dB}\mu\text{V/m}$, L-VHF 대역에서 $40\text{dB}\mu\text{V/m}$ 산출 (장소율 50%)
- (이동HDTV 방송구역 전계강도) UHF 대역에서 $56\text{B}\mu\text{V/m}$, H-VHF 대역에서 $52\text{dB}\mu\text{V/m}$, L-VHF 대역에서 $53\text{dB}\mu\text{V/m}$ 산출 (장소율 99%)

제4절 ATSC3.0 이동HD 방송구역 전계강도 기술기준(안)

1. 배경 및 필요성

다음 표와 같이 ITU 국제표준 계산식에 따른 ATSC3.0 이동HD 방송구역 전계강도 기준값 도출할 수 있다.

[표 2-22] ATSC3.0 이동HD 방송구역 전계강도기준 산정을 위한 주요 파라미터

단 위			이동수신		
중심주파수	Freq	MHz	69 (L-VHF)	194(H-VHF)	615 (UHF)
최소 C/N	C/N	dB	10	10	10
시스템 변수			64 QAM, FEC 6/15	64 QAM, FEC 6/15	64 QAM, FEC 6/15
비트율		Mbit/s	-	-	-
수신기 잡음지수	F	dB	6	6	7
등가 잡음대역폭	B	MHz	6	6	6
수신기 잡음전력	P _n	dBW	-130	-130	-129
수신기 최소신호	P _{smin}	dBW	-120	-120	-119
수신기 최소 등가전압 (75 Ω)	U _{min}	dBμV	19	19	20
케이블손실	L _f	dB	0.6	0.6	0.6
안테나이득	G _d	dB	-2	-2	0
안테나 등가개구율	A _a	dBm ²	2	-8	-15
수신지역에서 최소 전력밀도	F _{min}	dB(W)/m ²	-121	-112	-103
수신지역에서 최소 전계강도	E _{min}	dBμV/m	25	34	43
인공잡음	P _{mmn}	dB	15	5	0
투과손실 (빌딩 또는 차량)	L _b , L _h	dB	0	0	0
표준편차		dB	0	0	0
다이버시티 이득	Div	dB	0	0	0
장소율		%	50	50	50
최소 표준 전력밀도 (장소율50%)	F _{med}	dBm/m ²	-79.0	-79.0	-79.0
최소 표준 전계강도(장소율 50%)	E _{med}	dBμV/m	40	39	43
장소율		%	99	99	99
장소율 보정계수		dB	12.9	12.9	12.9
최소 표준 전계강도(장소율 99%)	E _{med}	dBμV/m	53	52	56

다음 표는 고시에 적용된 이동HD 전계강도 기준이다. 고정수신과 같이 low VHF, high VHF, UHF 대역으로 구분하여 전계강도를 적용하는 방안으로 기술기준을 마련하였으며, 이동 수신의 경우 실제 사용환경을 고려하여 안테나 높이를 2m로 적용하였다.

[표 2-23] 방송구역 전계강도의 기준·작성요령 및 표시방법

방송국		방송구역 전계강도(dBμV/m)			비고
		고잡음 지역	중잡음 지역	저잡음 지역	
중파방송을 하는 방송국		77	74	71	초단파 방송을 하는 방송국의 전계강도 측정은 지상 4m 높이를 기준으로 한다.
초단파방송을 하는 방송국		70	60	48	
지상파 디지털 텔레비전방송을 하는 방송국		LOW VHF	28		안테나 높이는 지상 9m 높이를 기준으로 한다.
		HIGH VHF	36		
		UHF	41		
지상파 초고화질텔레 비전방송을 하는 방송국	고정 수신 (주1)	LOW VHF	38		안테나 높이는 지상 9m 높이를 기준으로 한다.
		HIGH VHF	40		
		UHF	45		
지상파 이동HDTV 방송을 하는 방송국	이동 수신 (주2)	LOW VHF	53		안테나 높이는 지상 2m 높이를 기준으로 한다.
		HIGH VHF	52		
		UHF	56		
지상파이동멀티미디어 방송을 하는 방송국		45			안테나 높이가 지상 2m 높이를 기준으로 한다.

< 기술기준 개정 주요내용 >

- 고시명 : 방송구역 전계강도의 기준·작성요령 및 표시방법
- 주요내용 : ATSC3.0 방송구역 전계강도 관련, 고정수신용 UHDTV 기준은 현행과 같이 유지하고, 이동수신용 HDTV 기준은 신설
 - (고정수신용 UHDTV) 방송구역 전계강도 기준값은 현행대로 유지하되, 주석내용 일부를 간략화
 - (이동수신용 HDTV) 방송구역 전계강도 기준값은 신설하고, 관련 주석 내용 신설
 - 신설되는 주석조항에 ATSC3.0의 1개 채널(6MHz)에서 고정UHDTV 이외에 이동수신용 HDTV 추가 제공할 경우에 적용한다를 추가

[표 2-24] ATSC3.0 이동HDTV 방송구역 전계강도 기준 초안 신규 조문 대비표

현행

1. 방송구역 전계강도의 기준

방송국	방송구역전계강도(dBμV/m)			비고
	고압음지역	중압음지역	저압음지역	
중파방송을 하는 방송국	77	74	71	초단파 방송을 하는 방송국의 전계강도 측정은 지상 4m 높이를 기준으로 한다.
초단파방송을 하는 방송국	70	60	48	
지상파 디지털 텔레비전방송을 하는 방송국	LOW VHF	28		안테나 높이는 지상 9m 높이를 기준으로 한다.
	HIGH VHF	36		
	UHF	41		
지상파 초고화질 텔레비전방송을 하는 방송국 (주)	LOW VHF	38		안테나 높이는 지상 9m 높이를 기준으로 한다.
	HIGH VHF	40		
	UHF	45		
지상파이동멀티미디어 방송을 하는 방송국	45			안테나 높이가 지상 2m 높이를 기준으로 한다.

개정(안)

1. 방송구역 전계강도의 기준

방송국	방송구역전계강도(dBμV/m)			비고
	고압음지역	중압음지역	저압음지역	
중파방송을 하는 방송국	77	74	71	초단파 방송을 하는 방송국의 전계강도 측정은 지상 4m 높이를 기준으로 한다.
초단파방송을 하는 방송국	70	60	48	
지상파 디지털 텔레비전방송을 하는 방송국	LOW VHF	28		안테나 높이는 지상 9m 높이를 기준으로 한다.
	HIGH VHF	36		
	UHF	41		
지상파 초고화질 텔레비전방송을 하는 방송국	LOW VHF	38		안테나 높이는 지상 9m 높이를 기준으로 한다.
	HIGH VHF	40		
	UHF	45		
지상파 이동HDTV 방송을 행하는 방송국	LOW VHF	53		안테나 높이는 지상 2m 높이를 기준으로 한다.
	HIGH VHF	52		
	UHF	56		
지상파이동멀티미디어 방송을 하는 방송국	45			안테나 높이가 지상 2m 높이를 기준으로 한다.

(주)

1. 지상파 초고화질 텔레비전방송을 하는 방송국의 방송구역 전계강도 기준 송신조건은 변조방식 256QAM, FEC 부호율 10/15 (64K LDPC), FFT 크기 32K, 심벌간 보호구간 1/16(GI7 2048), 파일럿패턴

(주1) 방송구역 전계강도 기준 송신조건은 변조방식 256QAM, FEC 부호율 10/15, FFT 크기 32K, 심벌간 보호구간 1/16, 파일럿패턴 SP8.2, 최소 신호대잡음비 20dB(라이선 채널) 등 표준방

현행	개정(안)
<p>SP12.2(Dx, Dy = 12, 2), 최소 신호대잡음비 20dB(라이시안 채널), 유효 데이터전송률 27 Mbps 등 표준방식에 따른다.</p> <p>2 지상파 초고화질 텔레비전방송을 하는 방송국의 방송구역 전계강도 기준은 6 MHz 주파수 대역폭에서 유효 데이터전송률 27 Mbps 이하인 경우에 적용한다.</p> <p>3. 다만, 위의 경우에서 유효 데이터전송률이 27 Mbps를 초과할 경우에는 위 표의 전계강도에 제1호의 기준 송신조건 중 최소 신호대잡음비 20 dB(라이시안 채널)와의 차이만큼 증가한 기준 값을 방송구역 전계강도로 적용한다.</p>	<p>식에 따른다. 다만, 최소 신호대잡음비 20dB를 초과할 경우에는 최소 신호대잡음비 20 dB와의 차이만큼 증가한 기준 값을 방송구역 전계강도로 적용한다.</p> <p>(주2) 방송구역 전계강도 기준 송신조건은 변조방식 64QAM, FEC 부호율 6/15, FFT 크기 8K, 심벌간 보호구간 1/16, 파일럿패턴 SP4.2, 최소 신호대잡음비 10dB(레이리 채널), 잡소음 99% 등 표준방식에 따른다. 이 경우 방송국이 1개 채널(6MHz)에서 초고화질 텔레비전 방송서비스 이외에 이동수신용 HDTV 방송서비스를 추가 제공할 경우에 적용한다.</p>
<p>2. 방송구역 전계강도의 계산기준</p> <p>나. 초단파방송, 텔레비전방송을 하는 방송국</p> <p>(마) 지상파방송 수신 안테나의 높이는 지상으로부터 초단파방송은 4m, 디지털 텔레비전방송은 9m, 이동멀티미디어방송은 2m로 한다.</p>	<p>2. (좌동)</p> <p>나. (좌동)</p> <p>(마) 지상파방송 수신 안테나의 높이는 지상으로부터 초단파방송은 4m, 디지털 텔레비전방송은 9m, 이동멀티미디어방송 및 이동텔레비전방송(ATSC3.0)은 2m로 한다.</p>

제5절 결론 및 향후계획

고정UHD/HD 측정결과, 고정UHD/고정HD 간의 방송구역 커버리지는 화면 깨짐(주관적 평가)에서 유사한 결과를 얻었으며, 고정HD 방송구역 전계강도기술기준(안)이 측정결과와 유사함을 확인할 수 있었다. 이동HD 측정결과, 고정HD 방송구역은 무등산 송신소로부터 110km까지 대부분의 지역이 포함되었으나, 차량이동 중 화질평가시, 무등산 근거리 지역은 시청이 가능하였으나 원거리지역은 대부분 시청이 불가능하였다.

이동HD 방송구역 전계강도 기술기준($56\text{dB } \mu\text{V/m}$ (UHF 대역))은 고정HD 기술 기준($43\text{dB } \mu\text{V/m}$)에 장소율 99% 보정계수(13dB)를 적용하여 도출하였다.

본 연구를 통하여 도출된 방송구역 전계강도 기술기준안은 과기정통부 전파방송관리과와 협의 및 의견수렴을 진행할 예정이다. 또한, 방송구역 전계강도 분석 프로그램 개선할 계획이다.



제3장

85kHz 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구

제3장 85kHz 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. 이러한 무선전력전송은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 최근에는 전기자동차용 무선충전기술 도입이 검토되고 있다. 전기자동차 무선충전을 위해 20/60kHz 주파수뿐만 아니라 85kHz 주파수에 대한 검토를 진행하고 있다.

본 연구에서는 85kHz 주파수를 이용하는 전기자동차 무선충전 관련 국내·외 규제 현황 조사 분석을 통하여 기술기준안 마련을 추진하고자 한다.

제2절 국내·외 규제 현황

1. 주파수 사용 현황

전기자동차 무선전력전송 주파수는 ITU를 비롯하여 유럽, 중국 등 대부분의 국가들에서 79-90kHz를 사용하고 있거나 사용을 검토하고 있다. 미국은 85kHz를 ISM 대역으로 지정하지 않았으나 non-ISM 대역으로 허용하고 있다.

[표 3-1] 국내·외 전기자동차 85kHz 주파수 사용·검토 현황

국 가	주파수	비 고
ITU	79-90kHz	ITU-R 권고 SM.2110
유럽	79-90kHz	ETSI EN 303 417
중국	79-90kHz	검토 중
일본	79-90kHz	검토 중
우리나라	79-90kHz	검토 중

2. 기술기준 현황

대부분의 국가들은 무선전력전송설비의 기본파와 불요파를 전계강도(자계강도)로 규제하고 있거나 검토를 진행하고 있다. 우리나라는 전파응용설비로 분배된 주파수를 사용하는 무선전력전송 설비의 기본파에 제한을 규정하고 있지 않고 불요발사만 규제하고 있다. 전기자동차 무선전력전송설비는 고출력을 사용하고 있어 AM 방송 등 타 무선서비스를 보호하기 위한 별도의 전계강도를 규정하기 위한 검증이 필요할 것으로 판단된다.

[표 3-2] 85kHz 무선전력전송 국내·외 규제 현황

국가	관련 규정	전계강도 허용기준		비고
		기본파	불요파	
ITU	SM.[WPT-EMISSIONS] 30MHz 이하의 허용기준	검토 중	검토 중	
유럽	ETSI EN 303 417 (2017년)	119.3dB μ V/m@10m (for 79kHz, decrease 10dB per tenth octave)	· 9kHz ~ 10MHz : 78.5dB μ V/m@10m (for 9kHz, decrease 10dB per tenth octave) · 10 ~ 30MHz : 48dB μ V/m@10m	
미국	FCC CFR Part 18	79-90kHz : 134.3dB μ V/m@10m (검토중)	· 500W 미만 : 15 μ V/m@300m (23.5dB μ V/m@300m / 53dB μ V/m@10m) · 500W 이상 : 15 \times SQRT(Power/500) μ V/m@300m 10kW 출력의 경우, 67.1 μ V/m@300m (36.5dB μ V/m@300m / 66dB μ V/m@10m)	non-ISM 주파수 (79-90kHz 는 ISM으로 미분배)
중국	무선 충전(전력전송) 기기 무선관리 규정(안) (2021년)	119.3dB μ V/m@10m (for 79kHz, decrease 10dB per tenth octave)	· 9kHz ~ 10MHz : 78.5dB μ V/m@10m (for 9kHz, decrease 10dB per tenth octave) · 10 ~ 30MHz : 48dB μ V/m@10m	의견수렴 중 (EN 규정과 동일)
일본	총무성 보고서 (2015년)	· 3kW 출력 : 91.3dB μ V/m@30m (119.9dB μ V/m@10m) · 7.7kW 출력 : 95.3dB μ V/m@30m (124dB μ V/m@10m)	· 9kHz ~ 30MHz : 46dB μ V/m@30m (55.5dB μ V/m@10m) · 525.6 ~ 1606.5kHz : 29.5dB μ V/m@30m (39.0dB μ V/m@10m)	
우리 나라	전파응용설비의 기술기준	제한없음 (분배 주파수)	100uV/m@100m (40dB μ V/m@100m / 60dB μ V/m@10m)	20/60kHz 기술기준

제3절 타 무선서비스와의 간섭영향 검토

1. 동일·인접대역 무선서비스 및 주파수 현황

85kHz 대역은 우리나라 주파수 분배표에서 무선헤행, 해상이동 등으로 분배되어 있으나 실제 허가된 무선국이 없어 사용되지 않고 있는 것으로 판단된다. 다만, 무선전력전송 서비스 특성상 고출력을 사용하여 고조파로 인한 인접대역의 무선 서비스 간섭영향 검토가 필요하다.

[표 3-3] 85kHz 동일 및 인접대역 무선서비스 현황

ITU에서 검토 중인 무선서비스 현황		우리나라 무선서비스 현황	
업무	주파수	업무	주파수
AM 방송	148.5-283.5/525-1,705kHz	AM 방송	526.5-1,606.5kHz
아마추어	136/475/1,900kHz	아마추어	1,812.5/3,525/3,795kHz
표준시보	157.5-166.5kHz	표준시보	5,000kHz

2. 간섭영향 검토

본 연구에서는 85kHz의 고조파로 인한 AM 방송에 간섭영향을 검토하였다. 우리나라는 52국의 AM방송국이 운용되고 있으며, 최저 AM방송 주파수는 558kHz를 사용하고 있는 KBS대구 제2AM방송이다. 특히, 85kHz의 고조파로 인하여 영향을 미칠 수 있는 AM방송은 9차 고조파와 대전MBC AM방송은 주파수가 중복되어 간섭영향이 있었다. 따라서 해당 지역에서는 송출 주파수 조정 등의 제원 변경이 필요하다.

[표 3-4] 84~86kHz 고조파와 AM 방송 운용현황

고조파	AM방송		고조파	AM		고조파	AM	
	주파수	방송명		주파수	방송명		주파수	방송명
84			85			86		
168			170			172		
252			255			258		
336			340			344		
420			425			430		
504			510			516		
588	585		595	594		602	603	KBS제2AM
672	675	KBS군산 사랑의소리	680	684		688	684	
756	756		765	765	대전MBC	774	774	춘천MBC 제주MBC
840	837	CBS	850	846	울산MBC	860	864	KBS강릉
924	927		935	936	KBS창원 사랑의소리	946	945	
1,008	1,008		1,020	1,017	안동MBC	1,032	1,035	KBS포항
1,092	1,089		1,105	1,107	포항MBC	1,118	1,118	
1,176	1,179		1,190	1,188	극동	1,204	1,206	
1,260	1,260		1,275	1,278		1,290	1,287	강원영동 강릉MBC 충북청주 MBC
1,344	1,341		1,360	1,359		1,376	1,377	
1,428	1,431		1,445	1,449	울산KBS	1,462	1,467	KBS목포
1,512	1,512		1,530	1,530		1,548	1,548	
1,596	1,593		1,615			1,634		

제4절 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련

1. 주파수 분배방안

현재 85kHz 대역 무선전력전송 주파수는 전기자동차 무선전력전송용으로 사용되고 있지만 향후 다양한 서비스로 사용될 가능성이 있으므로 79-90kHz 전체를 무선 전력전송용으로 분배하는 방안이 적절할 것으로 판단된다. 다만, 주파수 분배표 고시는 과학기술정보통신부(주파수정책과) 권한이므로 향후 과기정통부 주파수 정책과와 협의가 필요하다.

< 85kHz 무선전력전송 주파수 분배안 >

K205 : 19~21 kHz, 59~61 kHz, 79~90 kHz대역은 전파응용설비용으로 사용한다. 다만, 다른 무선국에 유해한 간섭을 주지 않고 사용하여야 한다.

2. 기술기준안

다음과 같이 3개의 기술기준안을 마련하였으며, 향후 간섭실험 등 검증을 통해 기술기준 확정 및 고시 추진하고자 한다.

1안) 20/60kHz 기술기준과 동일하게 적용

< 전파응용설비의 기술기준 개정안 >

제4조(전계강도의허용치)① 영 제74조에 따른 통신설비외의 전파응용설비에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대 허용치는 다음과 같다.

② 제1항의 규정에도 불구하고 무선전력전송 기기에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대 허용치는 다음 각 호와 같다.

1. 19~21kHz, 59~61kHz, 79~90kHz 대역을 이용하는 무선전력전송기기의 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도는 제1항의 산업용 전파응용설비 기준에 적합할 것.

2안) 20/60kHz 기술기준과 동일하게 적용하되, AM 방송에 대한 전계강도를 규정

< 전파응용설비의 기술기준 개정안 >

제4조(전계강도의허용치)① 영 제74조에 따른 통신설비외의 전파응용설비에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대 허용치는 다음과 같다.

② 제1항의 규정에도 불구하고 무선전력전송 기기에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대 허용치는 다음 각 호와 같다.

1. 19~21kHz, 59~61kHz, 79~90kHz 대역을 이용하는 무선전력전송기기의 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도는 제1항의 산업용 전파응용설비 기준에 적합할 것. 다만, 525.6~1606.5kHz 대역에서는 전계강도의 최대 허용치는 10m 거리에서 39.0dBμV/m* 이하 일 것.

* 전계강도 값(일본 적용기준 인용)에 대한 검증 필요

3안) 중국/유럽의 ETSI EN 303 417 규정 적용

20/60kHz의 전계강도 허용치는 산업용 전파응용설비를 준용하고 있어 무선전력전송설비에 대한 전계강도 허용기준을 적용할 필요가 있다.

< 전파응용설비의 기술기준 개정안 >

제4조(전계강도의허용치)① 영 제74조에 따른 통신설비외의 전파응용설비에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대 허용치는 다음과 같다.

② 제1항의 규정에도 불구하고 무선전력전송 기기에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대 허용치는 다음 각 호와 같다.

1. 19~21kHz, 59~61kHz, 79~90kHz 대역을 이용하는 무선전력전송기기의 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도는 아래 표의 기준에 적합할 것.

주파수 대역	전계강도 허용치	비고
9kHz ~ 10MHz	10m 거리에서 78.5dBμV/m*	* 78.5dBμV/m는 9kHz 주파수에 대한 전계강도 허용치이며, 주파수에 따라 10옥타브당 10dB 감소
10 ~ 30MHz	10m 거리에서 48dBμV/m 이하	-



제4장

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록

제4장 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석 및 국제등록

제1절 방송·전파응용설비 주파수 간섭분석

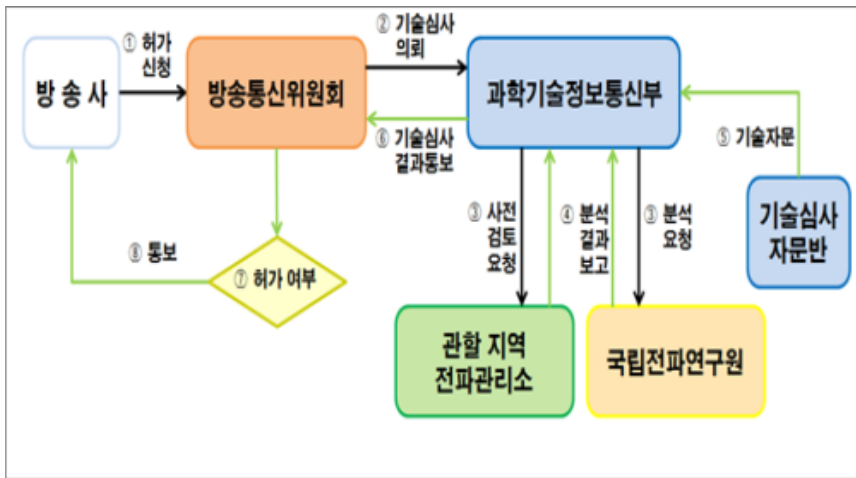
1. 개 요

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 주파수 자원분석시스템(SMIs : Spectrum Management Intelligent System)을 자체 개발하여 간섭분석 업무를 시행하고 있으며, 국민들의 시청권 확보와 안정적인 방송주파수 공급을 위하여 최선을 다하고 있다.

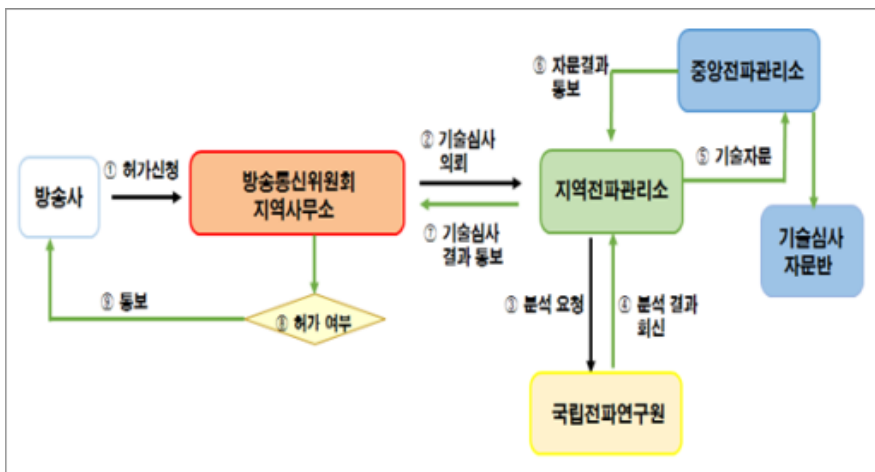
방송국 주파수 지정 절차는 방송통신위원회가 방송사로부터 개설(변경)허가 신청을 받아 과학기술정보통신부에 기술심사를 의뢰하면 과학기술정보통신부는 국립전파연구원에 해당 방송국에 대한 주파수 간섭분석을 의뢰한다. 국립전파연구원은 안테나 제원, 방송구역 산정 등의 적정성과 기존 방송국과의 간섭 가능성 등을 검토하여 과학기술정보통신부에 간섭분석 결과를 제출하면 과학기술정보통신부는 간섭분석 결과와 관련법규 등을 종합적으로 검토하여 기술심사를 진행하고 그 결과를 방송통신위원회에 통보한다. 방송통신위원회는 기술심사결과를 반영하여 최종 허가 여부를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

방송보조국 주파수 지정은 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 법규 등을 종합적으로 검토하여 기술심사를 진행하고 그 결과를 방송통신위원회 지역사무소에 통보한다. 방송통신위원회 지역사무소는 기술심사결과를 반영하여 최종 허가 여부를 판단한다.

방송(보조)국의 개설 및 변경 허가절차를 도식화하면 아래와 같다.



[그림 4-1] 방송국 개설허가 절차



[그림 4-2] 방송보조국 개설허가 절차

2. 방송주파수 간섭분석

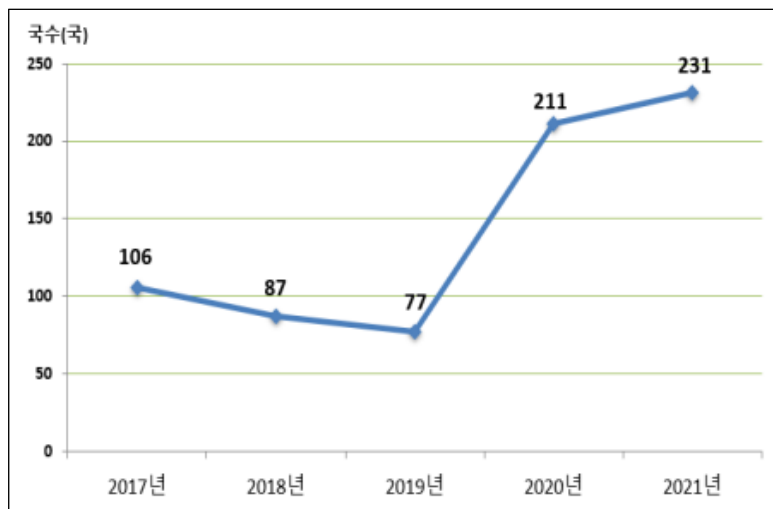
1) 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 통계

코로나-19 확산에 따라 2020년부터 사회적 거리두기 지원을 위한 Drive-in 비대면

종교·문화행사용 FM실용화시험국에 대한 개설허가가 한시적으로 허용되고 있다. 2020년부터 현재까지 총 310국의 개설허가 신청이 있었으며, 2020년도에는 160국이 2021년도에는 150국이 신청되었다. 이러한 영향으로 방송주파수 간섭분석 국수는 2020년부터 급격히 증가하였고 5년 전 대비 2배 이상에 달하고 있다.

2021년도에는 비영리 지역방송인 공동체라디오 24국에 대한 신규 개설허가가 2009년 이후 최초로 신청되었으며, 경기·인천 지역에 대한 신규 FM라디오(99.9 MHz) 방송사업자 공모도 진행되었고 총 7개 법인이 공모에 참여하였다.

이러한 FM방송국 개설허가 신청이 증가하여, 2021년 방송주파수 간섭분석은 231국(전년도 대비 20국 증가)이 진행되었다.



[그림 4-3] 최근 5년간 방송주파수 간섭분석 실적

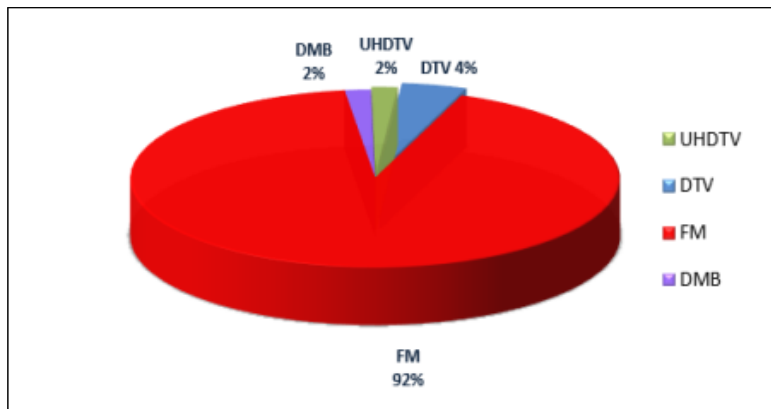
2) 방송매체별 주파수 간섭분석 통계

다음 표와 그림은 방송매체별 주파수 간섭분석 실적을 표시하였다. UHD TV 4건, DTV 10건, FM방송 213건, DMB 4건에 대한 간섭분석이 수행되었으며, FM방송에 대한 간섭분석 국수는 전체의 92%에 달하였다.

[표 4-1] 최근 5년간 방송매체별 주파수 간섭분석 실적

(단위 : 국)

구 분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
UHD TV	31	16	4	3	4
DTV	13	8	10	26	10
FM	56	55	59	180	213
T-DMB	5	-	2	2	4
AM	1	2	2	-	-
기 타	-	6	-	-	-
합 계	106	87	77	211	231



[그림 4-4] 2021년 방송주파수 간섭분석 실적

3) 2021년 FM 실용화시험국 방송주파수 간섭분석 통계

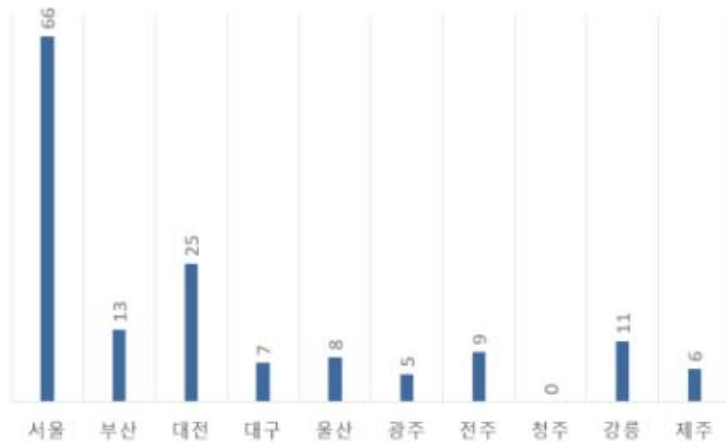
코로나-19 대응 사회적 거리두기 지원을 위한 FM 실용화시험국 주파수 분석 국수는 총 150국으로 전체 231국 중 65%에 해당하였다.

다음 그림은 FM 실용화시험국의 월별 주파수 간섭분석 현황을 나타내었다. 1월, 4월, 9월, 10월, 11월이 다른 월 대비 약 2배에서 4배 정도 많았으며 특히, 행사가 많은 9월에서 11월 사이에 집중되었다.



[그림 4-5] 월별 FM 실용화시험국 간섭분석 실적

다음 그림은 FM 실용화시험국의 지역전파관리소 신청별 주파수 간섭분석 신청 현황을 조사한 결과이다. 서울전파관리소와 대전전파관리소에서 개설허가 신청이 많았으며, 특히 서울전파관리소의 경우 총 66건으로 전체의 44%를 차지하였다.



[그림 4-6] 지역전파관리소 신청별 간섭분석 실적

4) 신규 공동체라디오 주파수 간섭분석

2021년 3월 방송통신위원회(‘이하 방통위’)에서 공동체라디오 방송 사업 신규 허가를 결정함에 따라, 과학기술정보통신부(‘이하 과기부’)는 방통위와 협력하여 허가신청 사업자에 대해 방송주파수 혼간섭 분석 등 기술심사를 진행하고 방송 시설 설립과 전파사용 등을 지원하기로 하였다. 이에 국립전파연구원은 과기부로부터 혼간섭 분석을 위임받아 총 24개 신청사업자에 대한 간섭분석을 진행하였다.

공동체라디오는 FM주파수(88~108MHz) 대역에서 운영된다. 아래 표는 개설허가 신청이 들어온 공동체라디오 방송국에 대한 지역/FM주파수별 간섭분석 통계를 표시하였다.

[표 4-2] 공동체라디오 지역/FM주파수별 간섭분석 통계

(주파수 단위: MHz)

(단위: 국 수)

구분	수도권	강원도	충청도	경상도	전라도	제주도	합 계
88.7	2	0	0	0	0	0	2
91.3	1	0	0	0	0	0	1
91.9	0	0	0	1	0	0	1
92.5	0	0	0	0	1	0	1
92.7	0	0	0	1	0	0	1
93.5	0	0	0	0	2	0	2
93.7	0	0	1	0	0	0	1
93.9	0	0	0	1	0	0	1
95.7	0	0	0	1	0	0	1
96.3	1	0	0	0	0	0	1
98.5	1	0	0	0	0	0	1
98.7	2	0	0	0	0	0	2
98.9	0	0	2	0	0	0	2
99.1	0	1	0	0	0	0	1
100.5	0	1	0	0	0	0	1
104.5	0	0	0	1	0	0	1
104.9	0	0	1	0	0	0	1

(주파수 단위: MHz)

(단위: 국 수)

구분	수도권	강원도	충청도	경상도	전라도	제주도	합 계
105.7	1	0	0	0	0	0	1
106.3	0	0	0	1	0	0	1
106.5	0	0	0	0	1	0	1
합 계	8	2	4	6	4	0	24

총 20개 주파수에서 24국의 간섭분석을 실시하였다. 지역별로는 수도권이 8국으로 가장 많았고, 주파수별로는 88.7, 93.5, 98.7, 98.9 MHz 대역에서 2국으로 가장 많았다.

최종적으로 신청국 24개 중 20개 방송국이 아래와 같이 허가되었다.



출처 : 보도자료('21.7.21.), 방통위, 공동체라디오방송 전국 20개 신규허가 사업자 선정
[그림 4-7] 전국 공동체라디오 허가 현황

3. 전파응용설비 주파수 간섭분석

최근 급속한 기술개발이 이루어지고 있는 무선전력전송 실험국 3국에 대해 분석을 실시하였다. 85kHz 근거리 무선전력전송뿐만 아니라 5GHz 대역의 장거리 무선 전력전송 실증을 위한 실험국 주파수에 대한 간섭분석을 수행하였다. 85kHz 대역은 동일 주파수 대역에서 사용 중인 무선국이 없지만 높은 출력을 사용하기 때문에 고조파 등으로 인한 AM 등 타 무선서비스에 대한 검토를 수행하였다. 5GHz 대역의 무선전력전송 실험국은 비면허 무선기기가 다수 사용하고 있어 간섭의 가능성이 크지만, 비면허 무선기기는 대부분 간섭회피 기술을 사용하고 있어 주파수 공유는 가능할 것으로 분석하였다.

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 인접국 간 혼신해소 및 전파자원 확보를 위한 협의·조정 등 주파수 국제등록 절차를 규정하고 있다.

[표 4-3] 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 전파규칙이 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 국제주파수 정보회람(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 4-4] 방송주파수 국제등록 규정

개 요	송신기 관련	방사 관련	안테나 관련	RR11관련
· 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 149국의 국제등록을 추진해 왔으며, 신규 허가된 방송주파수뿐만 아니라 송신제원의 변경사항(송신 출력 증강, 송신위치 변경 등)이 있는 경우에도 변경 등록을 실시하였다.

[표 4-5] 최근 5년간 방송주파수 국제등록 실적

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년
등록 실적	<ul style="list-style-type: none"> ○ FM : 12국 ○ DMB : 1국 ○ DTV : 14국 (IFIC2862,'18.01.23) (IFIC2863,'18.02.10)	<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
총계	27국	21국	53국	25국	23국

그동안 DTV, FM, DMB 등 국내 허가된 대부분의 방송주파수는 대부분 국제등록을 완료하였고 신규로 개설허가 되는 방송국이 감소됨에 따라 방송주파수 국제등록도 지속적으로 감소되어 왔다. 2021년에는 FM 방송국 17국을 비롯하여 UHDTV 3국, DMB 3국 등 총 23국에 대해 국제등록 절차가 완료되어 국제등록 주파수 등록원(MIFR : Master International Frequency Register)이 등록되었다.



제5장

결론

제5장 결 론

본 연구를 통해 ATSC3.0 이동HD 서비스 도입을 위한 방송구역 전계강도 기술기준안 마련, 85kHz 전기자동차 무선전력전송 주파수 분배 및 기술기준안 마련과 방송 주파수의 간섭분석 및 국제등록 추진 등의 연구업무를 수행하였고 향후 지상파 방송 서비스 및 무선전력전송 산업 활성화 등 관련 산업의 기반 마련에 기여할 것으로 기대된다.

ATSC3.0 이동HD 방송구역 기술기준안 마련 연구는 우리나라 전파환경에 적합한 기술기준 도출을 위하여 ITU 권고 및 보고서와 주요국의 기술기준 현황을 분석하고 현장측정을 통하여 장소율에 따른 전계강도 기준값을 도출하여 기술기준안을 마련 하였다.

85kHz 전기자동차 무선전력전송 주파수 분배방안 및 기술기준안 마련 연구는 ITU 등 국제표준화 현황 및 우리나라 무선서비스 현황을 분석하고 타 무선서비스 영향 등을 고려하여 주파수 분배방안과 기술기준안을 마련하였다. 주파수 분배안과 기술기준안은 산업체 등 이해관계자의 의견수렴을 통하여 확정 고시할 예정이다.

방송·전파응용설비 주파수 간섭분석은 방송국 및 무선전력전송 실험국 허가를 위해 UHDTV 4국, DTV 10국, FM 23국, DMB 4국과 비대면 종교 및 문화행사용 FM 실용화시험국 150국, 공동체라디오 24국, 경기지역 FM 신규허가를 위해 21국, 무선전력전송 실험국 3국 등 총 234국의 주파수에 대해 간섭분석을 실시하였으며, 방송주파수 국제등록은 일본, 중국 등 인접국가로부터 우리나라 주파수를 보호하기 위해 FM 17국, UHDTV 3국, DMB 3국 등 총 23국의 주파수에 대해 국제등록을 추진 하였다.

[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] Recommendation ITU-R P.1546, Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz, 2013.
- [5] Recommendation ITU-R BT.2033, Planning criteria, including protection ratios for second generation of digital terrestrial television broadcasting systems in the VHF/UHF bands, 2015.
- [6] Report ITU-R BS.1203, Digital sound broadcasting to vehicular, portable and fixed receivers using terrestrial transmitters in the VHF/UHF bands, 1994.
- [7] Final Acts of the Regional Radiocommunication Conference for planning of the digital terrestrial broadcasting service in parts of Regions 1 and 3, in the frequency bands 174-230 MHz and 470-862MHz (RRC-06), Geneva, 15 May - 16 June 2006.
- [8] 대한민국 주파수 분배표, 과학기술정보통신부고시 제2021-76호, 2021. 10. 8.
- [9] 전파응용설비의 기술기준, 국립전파연구원고시 제2016-20호, 2016. 9. 27.
- [10] Recommendation ITU-R SM.2110, Guidance on frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles, 2019.
- [11] ETSI EN 303 417, Wireless power transmission systems, using technologies other than radio frequency beam in the 19 - 21 kHz, 59 - 61 kHz, 79 - 90 kHz, 100 - 300 kHz, 6 765 - 6 795 kHz ranges; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU, 2017.

- [12] Report ITU-R SM.2451, Assessment of impact of wireless power transmission for electric vehicle charging on radiocommunication services, 2019.
- [13] Radio Regulations, ITU, 2020.

ATSC3.0이동HD서비스 및 무선전력전송 기술기준 연구



국립전파연구원

National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767

발행일 2022. 4.

발행인 서 성 일

발행처 과학기술정보통신부 국립전파연구원

전 화 061) 338-4414

인 쇄 다우프린팅

Tel. 062) 952-2033

ISBN : 979-11-5820-204-0

<비 매 품>

주 의

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