

전자파적합성 기술기준 및 시험방법 연구

2010. 12.

제 출 문

본 보고서를 「전자파적합성 기술기준 및 시험방법 연구」 과제의
최종 보고서로 제출합니다.

2010. 12. 31.

연구책임자 : 조성태(전파환경안전과 전자파적합성담당)

연 구 원 : 최기갑(전파환경안전과 전자파적합성담당)

양준규(전파환경안전과 전자파적합성담당)

문순정(전파환경안전과 전자파적합성담당)

요 약 문

전기철도에서 발생하는 전자파가 방송 및 무선통신 서비스에 영향을 줄 수 있다는 우려가 제기되어 검증·측정을 통해 해결방안을 모색하고 관련 기술기준 및 시험방법 개정을 추진하였다. 또한 무선기기의 비의도적 전자파로부터 기가헤르쯔대역의 주파수 자원을 보호하기 위해 관련 기술기준 및 시험방법 개정을 추진하였으며 통신포트에 대한 전도기준 시행방안을 마련하여 전자파 장애방지 기준에 반영하였다.

전파연구소는 철도기관, 제조업체, 연구소 등 이해관계자로 전기철도 연구반을 구성·운영하고 전기철도에서 발생하는 전자파를 측정·분석하여 기술기준 및 시험방법 개정안을 마련하였다. 전기철도에서 발생하는 전자파는 30MHz 이하대역의 경우 전원변환장치(AC-DC, DC-AC 변환기)에서 주로 발생하여 급전선을 통해 방출되었다. 30MHz 이상대역의 전자파는 급전선과 급전장치의 불연속 접속에 의한 아크방전으로 임펄스성 전자파가 주로 발생하였다. 전기철도 기술기준 주요 개정 내용은 현재의 철도 EMC 기준을 모든 전기철도에 적용되도록 명칭을 변경하였다. 또한 국제표준을 수용하여 정지상태 기준을 개정하고 저속운행 상태 기준을 신설하였으며, 9kHz ~ 150kHz 대역에 대한 기준 적용 예외 규정을 신설하였다. 저속운행 상태에 시험조건을 명확히 규정하였으며, 측정시간을 줄이기 위해 CISPR에서 표준화된 FFT 측정모드를 사용할 수 있도록 시험방법을 개정하였다.

이동통신, WiBro 무선서비스 등이 이용하는 기가헤르쯔대역의 주파수 자원을 보호하기 위하여 무선기기 EMC 기준을 개정하였다. 주요개정 내용은 기가헤르쯔대역 EMI 기준을 6GHz 이하대역까지 확장하고 내성기준을 2.7GHz 까지 확장하였으며 EMI 방사성 장애 적용범위를 보조기기 함체에서 무선기기 본체 및 보조기기 함체로 확대하였다.

1997년 기준이 마련되었으나 현재까지 시행을 보류하고 있는 통신포트 전도기준 시행일을 국제준화 동향, 주요국의 동향, 제조업체 및 시험기관의 준비현황을 종합하여 2012년 1월 1일부터 시행토록 확정하였다.

이번에 마련된 전기철도 EMC 기준 및 시험방법, 기가헤르쯔대역 무선기기 EMC 기준 및 시험방법, 통신포트 전도기준 시행방안은 주파수 자원을 보호하고 안전한 전자파 환경조성에 기여할 것으로 판단된다.

SUMMARY

An issue has been raised recently with regard to interference due to emissions from electric railway which could affect broadcasting and wireless communication services. Accordingly, verification procedures, as well as measurements have been carried out in search of the solutions for this problem, and then pertinent technical standards and testing methods have been revised. These changes in technical standards and testing methods also include those to protect spectrum resource within giga-hertz band against unintentional emissions from wireless equipment. In addition, conduction standard applied to communication ports has been set to be reflected in standards to limit electromagnetic interferences.

A study group consisting of professionals from railway authorities, manufacturers, and research institutions has been formed in order to measure and analyze emissions emanated from electric railway, and then to arrange technical standards and to revise existing testing methods. Emissions below 30 MHz are mostly generated from converters(AC-DC, and DC-AC converters) and conducted through conductor rail where they are emitted to the outside world. On the other hand, emissions above 30MHz are mostly impulses from arcing events due to discontinuous contact between conductor rail and infeed points. Outlines for the revision of electric railway technical standards are mainly focused on adopting international standards. More specifically, the revision includes changes in testing method with stationary mode trains, addition of new standard for testing low speed trains and a provision to make an exception for emissions of 9kHz to 150kHz. More detailed testing method in conducting a test with low speed trains have been stipulated, and this revision allows use of FTT mode which is standardized by CISPR in a way to reduce measurement time.

EMC standards for wireless devices also have been revised to protect spectrum resources within giga-hertz band allocated to mobile telecommunication and wireless communication services such as WiBro. Major changes in this standards include extended frequency range to be covered by EMI standards within giga-hertz band, which is up to 6GHz. And for the immunity standard, it is required to cover up to 2.7GHz in for immunity testing. Also, under revised standard, radiated EMI limits will be applied not only to the enclosure of associated equipment but also to that of wireless device itself and its associated equipment.

Effective date for applying conducted disturbance limits to telecommunication port has been set. Since the limits were defined in 1997, enforcement has been delayed so far. Taking several factors into account, such as international standardization trend, major nations' regulations, manufacturers, and testing body's readiness, conducted disturbance limits on telecommunication port will be effective as of January 1, 2012.

A series of revision in connection with EMC standard and testing method for electric railway and wireless devices with operation frequency of giga-hertz, and conducted disturbance limits for telecommunication port will contribute to create safer electromagnetic environment by protecting spectrum resources.

목 차

제1장 서론	9
제2장 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 연구	11
제1절 연구 배경	11
제2절 국내·외 전기철도 기술기준 및 시험방법	12
제3절 우리나라 전기철도 EMC 측정·분석	29
제4절 전기철도 기술기준 및 시험방법 개정(안) 마련	54
제3장 무선기기 EMC 기준 및 시험방법 연구	62
제1절 연구 배경	62
제2절 국내·외 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법	63
제3절 무선기기 EMC 시험방법 개선	78
제4장 통신포트 전도기준	89
제1절 연구 배경	89
제2절 통신포트 전도기준 및 시험방법	90
제3절 통신포트 전도기준 시행방안 마련	94
제5장 결론	100
참고문헌	102

표 목 차

표 1. 차량내의 기기 주요 포트의 전도기준	18
표 2. 차량내의 기기 표면 포트의 방사기준	18
표 3. 신호 및 전기통신기기 장애방지 기준	18
표 4. 전기철도 신호 및 전기통신기기 합체포트 내성기준	19
표 5. 전기철도 신호 및 전기통신기기 입출력 포트 내성기준	20
표 6. 전기철도 국제표준(IEC 62236) 구성	22
표 7. 무선설비의 기기류의 장애방지 시험 항목	64
표 8. 무선설비 기기류의 방사성 장애기준	65
표 9. 무선기기류 직류(DC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준 ·	66
표 10. 무선기기류 교류(AC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준	67
표 11. A급기기 통신포트 전도기준	68
표 12. B급기기 통신포트 전도기준	68
표 13. 무선기기 내성기준	70
표 14. ITU-T K.80 통신국사에 설치된 기기의 전자파 방사기준(3m 측정)	72
표 15. ITU-T K.80 통신국사 외에 설치된 기기의 전자파 방사기준(3m 측정)	72
표 16. ITU-T K.80방사성 전자기장 시험조건 및 성능기준	73
표 17. 측정거리 3m 일 때 A급 정보기기의 전자파 방사기준(CISPR 22)	73
표 18. 측정 거리 3m 일 때 B급 정보기기의 전자파 방사기준(CISPR 22) ·	73
표 19. 미국 무선설비 기기류 전도기준	75
표 20. 미국 무선기기 EMI 기준	76
표 21. 전자파장애방지기준 및 시험방법 개정(안) 의견수렴 결과 ·	82
표 22. 전자파보호기준 및 시험방법 개정(안) 의견수렴 결과	83
표 23. 1GHz 이상 기준	84
표 24. 자동차 환경에서 전기적 빠른 과도현상/버스트 및 서지 ...	87
표 25. A급 장비 통신포트 전도기준	90
표 26. B급 장비 통신포트 전도기준	90
표 27 전화용설비의 종전압 기준	93

그 립 목 차

그림 1. 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법	13
그림 2. 현행 개활지 철도노선으로부터의 방사기준	14
그림 3. 현행 열차 및 완성차량의 장애방지 기준	17
그림 4. 차량내 기기의 포트 범례	18
그림 5. IEC 62236 변전소로부터의 방사기준	24
그림 6. IEC 62236 열차 및 완성차량 정지상태 방사기준	25
그림 7. IEC 62236 열차 및 완성차량 저속운행상태 방사기준 ..	26
그림 8. 유럽의 전기철도 EMC 체계	28
그림 9. 도심 고속운행 상태에서 전기철도 EMI 측정 구성도	30
그림 10. 9kHz ~150kHz 자기장의 세기 측정결과	31
그림 11. 안테나 방향에 따른 자기장의 세기 변화	32
그림 12. 거리별 자기장의 세기 변화	33
그림 13. 150kHz ~ 15MHz 대역 자기장의 세기 측정결과	34
그림 14. 150kHz ~ 15MHz 대역 거리별 자기장의 세기 변화 ·	34
그림 15. 15MHz ~ 30MHz대역 자기장의 세기 측정결과	35
그림 16. 15MHz ~ 30MHz 대역 수평방향 전기장의 세기 측정결과	36
그림 17. 15MHz ~ 30MHz 대역 수평방향 전기장의 세기	36
그림 18. 15MHz ~ 30MHz 10m, 30m 거리변화별 전기장의 세기	37
그림 19. 300MHz ~ 600MHz 대역 전기장의 세기(수평)	38
그림 20. 300MHz ~ 600MHz 대역 전기장의 세기(수직)	38
그림 21. 362.4MHz 스펙 0에서의 전기장의 세기 변화	39
그림 22. 300MHz ~ 600MHz 대역 거리변화별 전기장의 세기	40
그림 23. 600MHz ~ 1GHz 전기장의 세기 측정결과	41
그림 24. 저속운행 9kHz ~ 150kHz 대역 자기장의 세기(수평)	42
그림 25. 저속운행 9kHz ~ 150kHz 대역 자기장의 세기(수직)	43
그림 26. 저속 도심철도 9kHz ~ 150kHz 안테나 방향에 따른 자기장의 세기 변화 ·	44
그림 27. 저속운행 도심 열차 150kHz ~ 15MHz 자기장의 세기	45

그림 28. 저속운행 도심 열차 15MHz ~ 30MHz 자기장의 세기	45
그림 29. 저속운행 도심 열차 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수평)	46
그림 30. 저속운행 도심 열차 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수직)	47
그림 31. 저속운행 도심 철도 300MHz ~ 600MHz 전기장의 세기(수평)	47
그림 32. 저속운행 도심 철도 600MHz ~ 1GHz 전기장의 세기(수평)	48
그림 33. 9kHz ~ 150kHz 자계강도 측정결과(오송역부근)	49
그림 34. 9kHz ~ 150kHz 자계강도 측정결과(화성부근)	50
그림 35. KTX 150kHz ~ 15MHz 자기장의 세기	51
그림 36. KTX 15MHz ~ 30MHz 자기장의 세기	51
그림 37. KTX 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수평)	52
그림 38. KTX 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수직)	52
그림 39 KTX 30MHz ~ 300MHz 거리별 전기장의 세기 변화	53
그림 40 KTX 고속운행 300MHz ~ 600MHz 전기장의 세기	53
그림 41 KTX 고속운행 600MHz ~ 1GHz 전기장의 세기	54
그림 42. 전기철도 변전소 기준 개정	57
그림 43. 정지상태 허용기준	59
그림 44. 열차 및 완성차량 저속운행상태 방사기준	61
그림 45. 방송통신 기술기준 체계	64
그림 46. 미국 EMC 기술기준 체계	75
그림 47. 유럽 EMC 기술기준 체계	78
그림 48. 기가헤르쯔대역 방사내성 시험장 구성도	80
그림 49. 비차폐 단일 평형선로 ISN	91
그림 50. 통신포트 측정을 위한 구성도	92
그림 51 ADSL 및 VDSL 종전압 측정회로	93
그림 52. LAN에 대한 통신포트 측정 구성도	95
그림 53. 4포트 ISN를 이용한 LAN 전도 측정결과	96
그림 54. 8포트 ISN를 이용한 LAN 전도 측정결과	96
그림 55. 8포트 ISN를 이용한 기가급 LAN 전도 측정결과	97
그림 56. 2포트 ISN를 이용한 전화기에 대한 전도 측정결과	97

제1장 서론

방송통신 산업의 발전으로 우리생활은 시간과 공간의 제약 없이 일상생활에서 방송통신 서비스를 편리하게 이용할 수 있는 시대가 실현되어 가고 있다. 방송통신 기술과 다양한 산업의 융합은 기존 기기 및 서비스의 부가가치를 향상시키고 새로운 경제적 수익모델을 창출하고 있다. 방송통신 및 융합 산업은 방송통신 기술, 무선통신 기술, 제어기술, 네트워크 기술 등의 발전으로부터 시작되었다. 향상된 기술이 내장된 기기들은 신호처리를 위한 프로세서를 내장하여 정보를 처리하고, 유·무선 네트워크와 연결되어 통신을 하며, 방송통신 서비스를 제공하고 제어되는 과정을 거쳐 우리들이 원하는 서비스를 제공하게 된다. 그러나 방송통신 기술, 네트워크 기술, 정보처리 기술 등을 포함한 기기들은 불요 전자파를 발생시켜 무선주파수에 영향을 주는 전파 잡음으로 작용할 수 있다. 또한 강한 전자파로부터 영향을 받아 기기들이 오동작하거나 품질저하 등이 발생하는 등 전자파 역기능에 취약해 질 수 있다. 이에 따라 전자파 역기능에 따른 피해를 줄이기 위해 전자파 적합성(EMC, ElectroMagnetic Compatibility)에 대한 제도적·기술적 대책이 점점 더 많이 요구되는 추세이다. 전자파적합성 기술기준은 모든 방송통신기기, 전기·전자기기 등으로부터 전파자원을 보호하고, 강한 전자파로부터 기기 자체의 오동작 및 성능저하를 방지하기 위하여 국가 차원에서 강제화하여 적용하는 기술규제이다.

우리나라를 비롯한 각국의 정부는 전자파적합성 기술기준 및 시험방법을 마련하여 전자파 적합등록 인증에 활용·규제함으로써 전자파로 인한 피해를 최소화하도록 노력하고 있다. 국제적으로는 전자파 역기능 방지를 위해 세계전기통신연합(International Telecommunication Union), 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission)에서 국제표준화를 추진하고 있으며 우리나라, 미국, 유럽, 일본 등은 자국의 실정에 맞게 관련된 국제 EMC 표준을 수용하여 기술기준을 제·개정하고 있으며 전자파적합 인증에 적용하고 있다.

본 연구에서는 전기철도에서 발생하는 전자파가 방송 및 무선통신 서비스에 영향을 줄 수 있다는 우려가 제기되고 있으므로 전기철도에 의해 발생하는 전자파를 측정·분석하고 방송 및 무선통신 서비스 간섭을 최소화 할 수 있는

기술기준 및 시험방법 개정(안)을 마련토록 하였다. 또한 무선기기의 비의도적 전자파로부터 기가헤르쯔대역 주파수 자원을 보호하기 위하여 기가헤르쯔대역 무선기기 기준 및 시험방법 개정(안) 마련토록 하였다. 그리고 현재 까지 시행되지 않고 있는 통신포트 전도기준에 대해 국제동향, 우리나라 현황을 살펴보고 통신포트 전도기준 시행방안을 마련토록 하였다.

제2장 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 연구

제1절 연구 배경

전기철도는 전기를 공급받아 모터를 동작시켜 움직이게 하고 차량에 설치된 신호·제어장치, 방송통신 기기, 전기·전자 기기 등을 구동시킨다. 비의도적으로 발생하는 전기철도 전자파는 방송통신 서비스에 간섭 영향을 줄 수 있으며 전기철도에서 사용하는 통신 및 제어신호의 오동작을 일으켜 철도 안전에 심각한 영향을 줄 우려가 있다. 이에 따라 국제적으로 전기철도 전자파 기준을 정하여 규제하고 있는 실정이다.

전기철도에서 발생하는 전자파는 30MHz 이하의 주파수 대역과 30MHz 이상 대역으로 구분하여 그 특성을 분석할 수 있다. 30MHz 이하 대역은 주로 자기장 성분의 전자파가 방출되며, 전원 변환기(AC-DC 컨버터와 DC-AC 인버터) 동작에 의한 고주파 성분이 공간으로 방출되어 발생하게 된다. 30MHz 이상의 대역에서는 주로 전기장 성분의 전자파가 방출되며 차량에 전력을 공급하기 위한 급전장치(Trolley Pantograph)가 급전선과 접촉하면서 접촉저항 변화로 인한 아크 방전이 주요 전자파 발생 원인이다.

현재 전기철도는 기후변화에 대응하기 위한 저탄소 녹색성장의 일환으로 활발하게 구축되어 지고 있다. 이에 따라 전기철도 전자파는 전기철도가 설치되는 인접지역의 방송통신 서비스에 영향을 줄 우려가 증가하고 있다. 특히 전기철도 전자파에 의한 방송서비스의 간섭은 국민들의 보편적 시청권에 영향을 줄 수 있다. 또한 전기철도 전자파는 무선통신 서비스에 영향을 주어 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하는데 어려움을 줄 수 있다. 전기철도 전자파에 의한 방송통신 서비스 영향은 우려에 그치지 않고 생활 환경에서 발생하고 있다. 실질적으로 전기철도에 의한 전자파로 인하여 방송수신 장애가 중앙전파관리소에 접수되는 일이 발생하였으며, 경부고속전철 건설 당시에는 KTX 운행에 따라 TV 수신에 영향을 주어 공동시청안테나 시설 등을 설치한 사례가 있다.

이에 따라 본 연구는 전기철도에 의한 방송통신 서비스 영향을 최소화시키기 위하여 추진하게 되었다. 본 연구에서는 전기철도 전자파 규제에 대한 국내·외 동향을 살펴보고 실측을 통해 전자파 발생원인 및 방송통신 서비

스 영향을 분석하였다. 또한 우리나라 실정에 적합한 전기철도 기술기준 및 시험방법을 제안하였다.

제2절 국내·외 전기철도 기술기준 및 시험방법

1. 국내

가. 전기철도 EMC 기술기준 체계

우리나라 전기철도에 대한 전자파 규제는 국가기간교통망건설계획에 따라 경부고속철도가 건설되어 2004년 4월에 KTX가 운행하면서 시작되었다. 2004년 당시 정보통신부에서는 전기철도의 전자파로부터 방송 및 통신 서비스를 보호하고 전자파로부터 전기철도 기기를 보호하기 위하여 전파법령에 근거하여 전자파 장애방지 기준과 전자파 보호 기준에 전기철도 전자파 적합성 기준을 신설·고시하였다.

전기철도에 대한 성능시험은 철도안전법령과 도시철도법령에 근거하여 시행되고 있으며 전자파적합성은 유도장애시험으로 확인토록 하고 있다. 철도차량 성능시험을 받지 않은 제품은 원칙적으로 운행될 수 없다. 철도안전법 제35조(철도차량의 성능시험)에서는 철도차량 제작사가 철도차량을 판매하고자하는 경우 국토해양부의 성능시험을 받도록 의무화 하였다. 또한 국토해양부는 성능시험에 관한 성능시험기관을 지정할 수 있도록 하였으며, 성능시험의 대상 및 기준은 철도안전법 시행령에서 규정하며 세부기준은 철도차량 성능시험 지침(국토해양부고시)에서 정하도록 하였다. 철도차량 성능시험 지침에서는 성능시험 기준 및 방법을 성능시험기관이 시험신청자가 제출한 기술자료 등을 토대로 시험신청자 및 차량발주자와 협의하여 정하도록 하였다. 전기철도 전자파적합성에 대한 성능시험을 위한 구체적인 기준도 제시하지 않고 성능시험기관이 협의하여 정하도록 하고 있다.

이에 따라 전파법령에 의해 의무적으로 준수토록 고시한 전자파 장애방지 기준과 전자파 보호기준(고속철도 전자파적합성 기준)은 철도안전법령과 도시철도법령에 의한 성능시험 기준으로 활용될 수 있다.

전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 체계도는 그림 1과 같다.

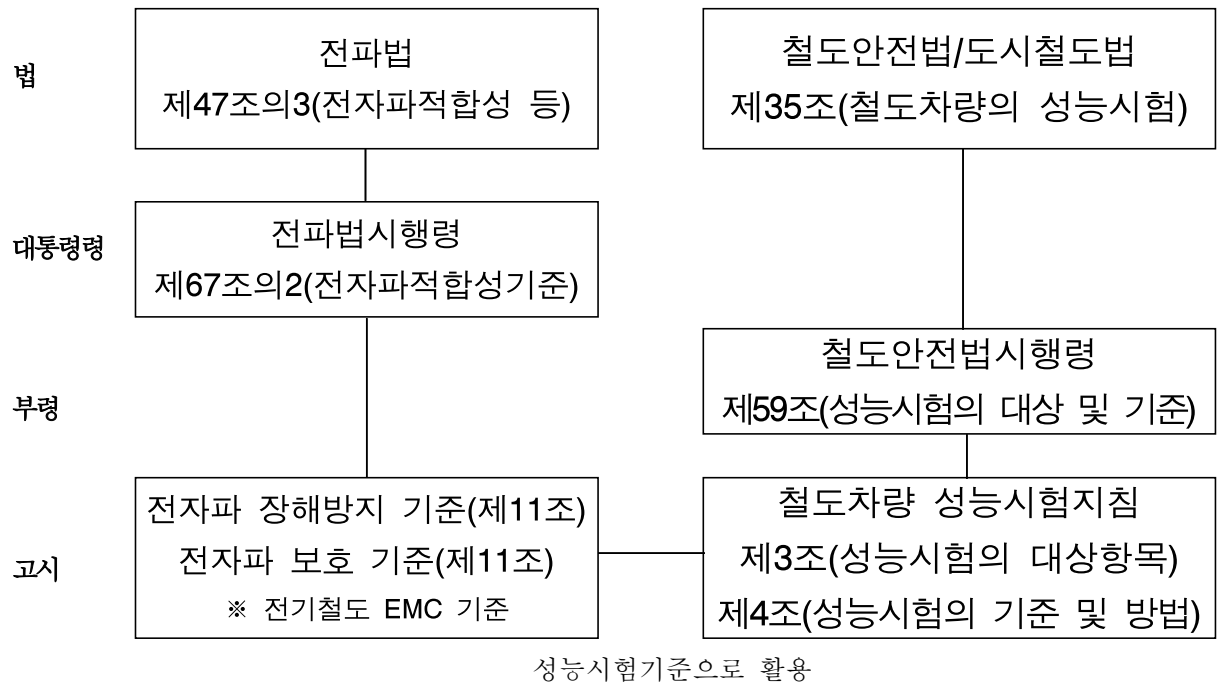


그림 2. 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법

철도안전법 제26조(철도차량의 안전기준)에서는 철도차량이 「철도차량 안전기준에 관한 규칙」(국토해양부령)에서 정하는 안전기준에 적합하지 아니하면 운행하지 못하도록 하고 있다. 그리고 철도운영자등은 안전기준에 적합하도록 철도차량을 유지관리 하도록 하였다. 철도차량 안전기준에 관한 규칙 제19조(전자기유도자애의 억제)에서는 철도차량의 전자파적합성에 대한 일반 원칙을 규정하고 있다. 이는 철도운영자등에게 운용중인 철도차량에 대한 전자파적합성 유지·관리 의무를 부과한 규정으로 해석할 수 있다.

나. 전파법령에 의한 전기철도 전자파적합성 기술기준 및 시험방법

전자파적합성 기준은 전자파 장애방지(EMI)와 전자파 보호(내성)(EMS)로 구분할 수 있다. 방송통신위원회에서는 전자파 장애방지 기준과 전자파 보호 기준 고시에 전기철도 EMI 기준과 EMS 기준을 각각 규정하고 있다. 전기철도 전자파적합성 측정을 위한 시험방법은 전파연구소 공고인 전자파 장애방지 시험방법과 전자파 보호 시험방법에서 각각 규정하고 있다. 우리나라는 경부고속철도 시스템을 프랑스에서 기술을 이전받아 설치하였다. 이

에 따라 전자파적합성에 대한 기준 및 시험방법을 유럽표준을 참조하여 마련하고, 전기철도에 대한 전자파를 실측·분석 및 이해당사자의 협의를 통해 확정하여 2004년부터 시행하고 있다.

전자파 장애방지 기준 제11조(고속철도기기류)에서는 고속철도 기기류의 장애방지구준을 별표 10에서 규정토록 하였다. 고속철도 기기류의 장애방지구준은 전기철도 전체 시스템의 장애방지 기준, 열차 및 완성차량의 장애방지 기준, 철도차량내의 기기에 대한 장애 방지기준, 이동중인 차량에 대한 기준, 전기철도 차량에 대한 기준, 신호 및 전기통신기기의 장애방지 기준, 고정전원설비 및 기기의 장애방지구준으로 나누어 각각 규정하고 있다.

철도 전체 시스템의 장애방지 기준에는 개활지 철도노선으로부터의 방사기준, 고속철도 변전소로부터의 방사기준, 고속철도 급전선으로부터의 무선주파수 방사기준으로 구분하여 규정하고 있다. 개활지 철도노선으로부터의 방사기준은 그림 2와 같다.

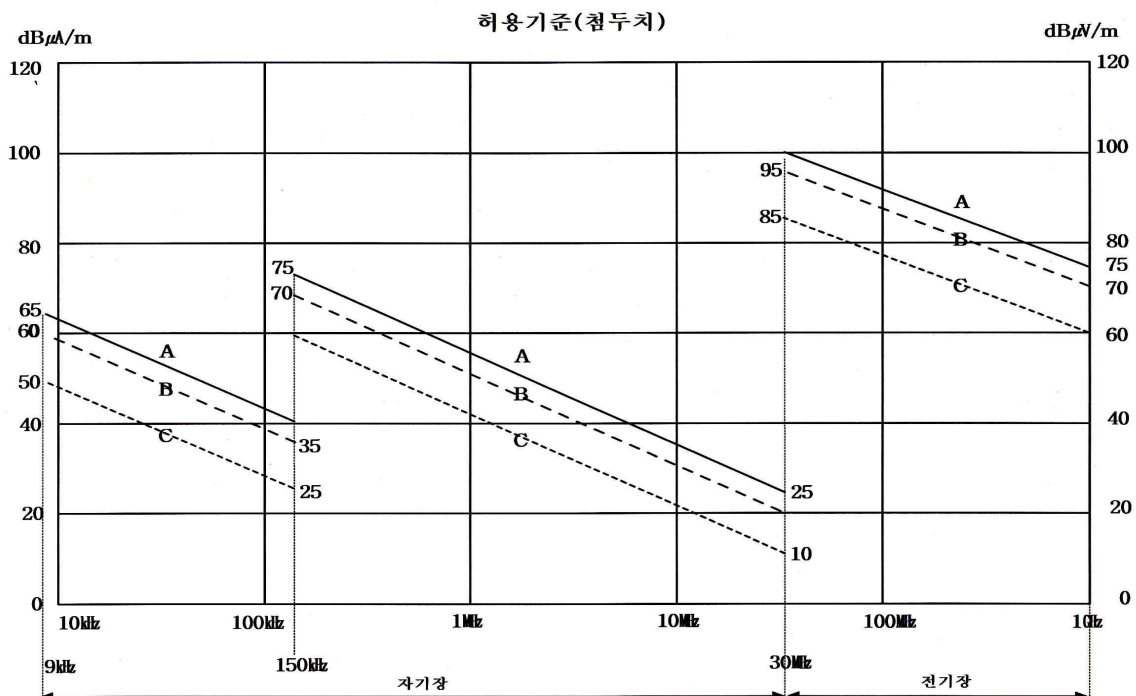


그림 3. 현행 개활지 철도노선으로부터의 방사기준

개활지 철도노선으로부터의 방사는 전기철도가 실제로 운행하는 현장에서 측정토록 하고 있다. 측정주파수는 9kHz에서부터 1GHz까지이며 9kHz부터 30MHz 미만은 자기장을 측정하고, 30MHz부터 1GHz 미만은 전기장

을 측정하여야 한다. 측정 위치는 시험대상 차량이 주행하는 궤도의 중심선에서 10m 떨어진 곳에서 측정토록 하였다. 개활지에서 주로 이용하는 전기철도는 25kV 교류 전력을 사용하고 있다. 25kV 교류 전철에 대한 주파수별 전자파 방해방지 기준은 9kHz ~ 150kHz 대역에서 65dB μ A/m ~ 40dB μ A/m(분해능대역폭 200Hz), 150kHz ~ 30MHz 대역에서 75dB μ A/m ~ 25dB μ A/m(분해능대역폭 9kHz), 30MHz ~ 1GHz 대역에서 100dB μ V/m ~ 75dB μ V/m(분해능대역폭 120kHz)로 규정하고 있다. 이때 스펙트럼분석기의 검파모드는 첨두치로 한다. 9kHz ~ 30MHz 대역에서는 자기장 측정을 위하여 루프 또는 프레임 안테나를 이용하고, 30MHz ~ 300MHz의 범위에서는 전기장 측정을 위하여 바이코니컬 안테나를 사용하며, 300MHz ~ 1000MHz의 범위에서는 전기장 측정에 대수주기 안테나를 사용한다. 측정값에 대한 기후의 영향을 최소화하기 위해 측정은 온도 최소 5℃, 풍속은 10m/s 미만의 건조한 기후(0.1 mm 미만의 강우가 발생한 후로부터 24시간 지났을 때)에서 실시되는 것을 권장한다. 개활지에서 전기철도 전동차는 최대 속도의 90% 이상의 속도와 그 속도에서 공급 가능한 최대 전력을 유지토록 하고 전자파를 측정토록 하고 있다. 또한 차량에 전기식 제동기능이 있는 경우에는 최소한 최대 정격 제동전력의 80%의 제동 전력 상태에서 방출되는 전자파를 측정토록 하고 있다. 30MHz 이하에서 측정용 안테나의 방향은 수평으로 하고, 30MHz 이상에서는 수직방향으로 측정토록 하였다. 개활지 노선에서 30MHz 이상의 전자파 측정을 하는 경우 수직방향의 전기장 값이 수평방향보다 작은 경우도 발생할 수 있기 때문에 유럽 및 국제표준에서는 이를 개정하여 수직, 수평 방향 모두에 대해 측정토록 하고 있어 우리나라 기술기준 및 시험방법의 개정이 필요한 실정이다.

고속철도 변전소로부터의 방사기준은 9kHz ~ 150kHz 대역에서 65dB μ A/m ~ 40dB μ A/m(분해능대역폭 200Hz), 150kHz ~ 30MHz 대역에서 75dB μ A/m ~ 25dB μ A/m(분해능대역폭 9kHz), 30MHz ~ 1GHz 대역에서 100dB μ V/m ~ 75dB μ V/m(분해능대역폭 120kHz)로 규정하고 있으며, 첨두치로 측정토록 하고 있다. 측정거리는 변전소 울타리가 있는 경우 울타리로부터 3m, 울타리가 없는 경우 변전소로부터 10m로 규정하고 있다. 고속철도 변전소는 고정된 시설이므로 측정의 정확도를 확보하기 위하여

유럽 및 국제표준에서는 침투치 측정을 준침투치 측정으로 개정되었다. 또한 변전소로부터의 방사기준을 별도의 기준을 정하고 있다. 이에 따라 우리나라 기술기준 및 시험방법의 개정이 필요한 실정이다.

고속철도 급전선으로부터의 무선주파수 방사기준은 방송통신위원회가 고시한 방송구역전계강도의기준에서 국제전파장해특별위원회 권고 규정인 CISPR 18-2의 SNR 값을 고려한 값으로 규정하고 있다. 방송통신위원회에서는 방송구역전계강도의 기준·작성요령 및 표시방법(방송통신위원회고시 제2009-27호)을 규정하면서 방송구역 전계강도의 기준을 규정하고 있다. 방송구역은 전파법 시행령 제2조(정의) 13호에 정의되어 있으며 방송을 양호하게 수신할 수 있는 구역으로서 전계강도가 방송통신위원회가 정하여 고시하는 기준 이상의 구역을 의미한다. 따라서 위 방송구역 전계강도 이상의 전자파가 수신되면 방송수신에 큰 어려움이 없다는 것을 의미한다. 현재 방송구역 전계강도는 디지털 지상파 TV방송(UHF 주파수 대역)의 경우 $41\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$, 아날로그 TV(VHF 대역)는 고잡음지역 $74\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$, 중잡음지역 $68\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$, 저잡음지역 $54\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 이며, 지상파 이동멀티미디어 방송은 $45\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 로 규정되어 있다. CISPR 18-2에서는 송·배전 전기설비의 전자파에 의해 방송서비스가 영향을 받지 않을 S/N비를 표준화 하였다. 아날로그 TV의 경우 S/N비는 40dB로 규정하고 있다. 지상파 아날로그 TV에 대한 고속철도 급전선으로부터의 무선주파수 방사기준을 계산하여 보면 방송구역 전계강도 $68\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 를 기준으로 CISPR 18-1에서 규정한 중잡음지역 S/N(40dB)를 고려하여 $28\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 를 얻을 수 있다. 이에 따라 고속철도 급전선에서 방사되는 아날로그 지상파 TV 대역 전자파는 $28\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 미만이 방출되도록 설치하고 유지·보수 하여야 한다.

열차 및 완성차량의 장애방지 기준은 그림 3과 같으며 정지상태에서 측정토록 되어있다.

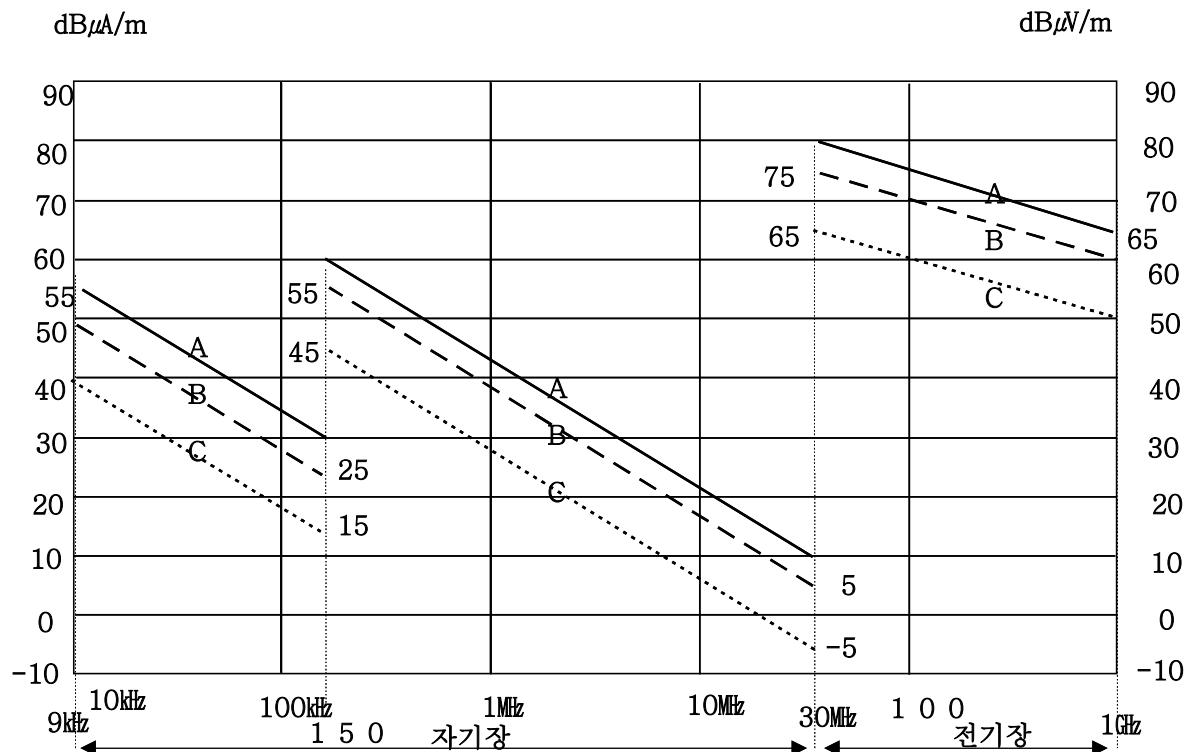


그림 4 현행 열차 및 완성차량의 장애방지 기준

교류 전철에 대한 주파수별 전자파 장애방지 기준은 9kHz ~ 150kHz 대역에서 55dBμA/m ~ 30dBμA/m, 150kHz ~ 30MHz 대역에서 60dBμA/m ~ 10dBμA/m, 30MHz ~ 1GHz 대역에서 80dBμV/m ~ 65dBμV/m로 규정하고 있다. 측정주파수, 측정거리, 측정조건 등은 개활지 철도노선으로부터의 방사기준과 같다. 유럽 및 국제표준에서는 열차 및 철도차량에 대한 기준을 저속운행상태와 고속운행 상태로 구분하여 개정하였다. 저속운행상태에서는 개활지 노선의 측정과 유사하게 실시하며 침투치를 측정토록 하고 있다. 정지상태는 고정시설에 대한 전자파를 측정하므로 준침투치 측정모드를 사용토록 하고 있다.

차량내 기기의 기준은 그림 4와 같이 전인 교류 및 직류전원 포트의 전도기준, 보조교류 및 직류전원 포트의 전도기준, 건전지 기준 포트의 전도기준, 프로세스 측정 및 제어포트의 전도기준, 표면 포트의 방사기준으로

구분하여 규정하고 있으며 주요 기기의 전도기준은 표 1, 표2, 표3과 같다.

건인 AC또는 DC 전원포트	합체 포트	접지 포트
보조 AC또는 DC 전원 포트	철도차량 기기	신호 및 통신 포트
건전지 기준 포트		프로세스 측정 및 제어 포트

그림 5. 차량내 기기의 포트 범례

표 1. 차량내의 기기 주요 포트의 전도기준

적용포트	주파수 범위	허용기준[dB μ V]
보조공급 정현 교류 또는 직류전원포트 건전지 기준 포트 프로세스 측정 및 제어포트	9 kHz ~ 150 kHz	-
	150 kHz ~ 500 kHz	99 (준첨두치)
	0.5 MHz ~ 30 MHz	93 (준첨두치)

표 2. 차량내의 기기 표면 포트의 방사기준

적용포트	주파수 범위[MHz]	허용기준[dB μ V/m]
합체포트	30 ~ 230	40 (준첨두치)
	230 ~ 1,000	47 (준첨두치)

신호 및 전기통신기기의 장해방지 기준은 표 3과 같다.

표 3. 신호 및 전기통신기기 장해방지 기준

적용포트	주파수 범위[MHz]	허용 기준
합체포트	30 ~ 230	30 dB μ V/m(준첨두치)
	230 ~ 1,000	37 dB μ V/m(준첨두치)
교류전원 단 자	0.15 ~ 0.5	79 dB μ V(준첨두치) 66 dB μ V(평균치)
	0.5 ~ 5	73 dB μ V(준첨두치)

		60 dB μ V(평균치)
	5 ~ 30	73 dB μ V(준첨두치) 60 dB μ V(평균치)

고정전원설비 및 기기의 장해방지기준은 변전소 외부에서는 전기철도 전체 시스템에서의 장해 방기기준과 동일하며, 교류 1kV 미만에서 작동하는 기기는 신호 및 전기통신기기에서의 장해방지기준과 동일하다.

전기철도 전자파 내성은 전자파 보호 기준 제11조(고속철도기기류의 내성 기준)에 의한 별표 7에 규정되어 있으며 차량내 기기의 내성기준, 신호 및 전기통신기기의 내성기준, 고정 전원설비 및 기기의 내성기준으로 분류하여 정하고 있다. 전자파 내성시험은 전자파 방사, 전원주파수 자계, 정전기 방전, 전기적 빠른 과도현상/버스트, 전자파 전도, 서지, 전압변동, 순간 정전 등의 신호를 기기에 인가하였을 경우 오동작하거나 성능저하 현상이 발생하지 않도록 하는 시험이다.

함체 포트에 대해서는 전자파 방사, 전원주파수 자계, 정전기 방전 시험을 내성 기본규격인 전자파 보호 시험방법 별표(KN 61000-4 시리즈)에 의해 시험을 실시토록 하고 있다. 신호 및 통신, 프로세스 측정 및 제어포트는 전기적 빠른 과도현상/버스트, 전자파 전도 내성 시험을 실시토록 하고 있으며, 건전기 기준 포트, 보조교류 전력 입력 포트에서는 전기적빠른 과도현상/버스트, 서지, 전자파 전도, 전압변동, 순간 정전 내성시험을 하여야 한다. 전기철도의 신호 및 전기통신기기의 내성 기준 중에서 함체포트에 대한 기준은 다음 표 4와 같으며 입/출력 포트 기준은 표 5와 같다.

표 4. 전기철도 신호 및 전기통신기기 함체포트 내성기준

내성 시험명	시험 조건	단위	시험 기준	성능 평가 기준	비고
전자파방사	80 ~ 1000 10 80	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반환경 MHz V/m (무변조,실효치) % AM (1 kHz) ○ 디지털무선전화 	KN 61000-4-3	A	

	800 ~ 960 1400 ~ 2000 20 80	사용 환경 MHz MHz V/m (무변조, 실효치) % AM (1 kHz)			
전원 주파수 자계	60 16.7 0 100	Hz Hz Hz (d.c.) A/m (실효치)	KN 61000-4-8	A	CRT 표시간 섭 현상은 3 A/m 실효치 이상에서 허 용 모든 주파 수를 시험
정전기방전	± 6 ± 8	kV (접촉방전) kV (기중방전)	KN 61000-4-2	B	
펄스자기장	300	A/m	IEC 61000-4-9	B	

표 5. 전기철도 신호 및 전기통신기기 입출력 포트 내성기준

내성 시험명	시험 조건	단위	시험 기준	성능 평가 기준	비고
전자파전도	0.15 ~ 80 10 80 150	MHz V/m (실효치, 무변조) % AM (1 kHz) Ω (소스임피던스)	KN 61000-4-6	A	변조 전 레벨
전기적 빠른 과도현상 /버스트	± 2 5/50 5	kV(침투치) Tr/Th ns kHz (반복주파수)	KN 61000-4-4	A	용량성 결합
서지	1.2/50(8/20) ± 2 ± 1 ± 2	Tr/Th μs kV (선-접지) kV (선-선) kV (불평형 시스템의 선-선)	KN 61000-4-5	B	

다. 철도안전법령 및 도시철도법령 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법

철도안전법 제35조 관련 규정에 의해 고시된 철도차량 성능시험 시행지침 제4조(성능시험의 기준 및 방법)에서는 철도차량의 성능시험 기준을 명확히 규정하지 않고 다음과 같이 규정하고 있다.

- 규칙 제59조제2항에 따른 기술검토·부품시험·구성품시험·완성차시험 및 철도차량 운행선로 시운전의 기준 및 방법은 성능시험기관이 성능시험을 받고자 하는 자(이하 “시험신청자”라 한다)가 제출한 기술자료 등을 토대로 시험신청자 및 차량발주자와 협의하여 정한다.
- 제1항의 규정에도 불구하고 시험품등의 안전성 및 호환성을 고려하여 시험항목의 세부기준 및 방법을 국토해양부장관이 따로 정한 경우에는 이에 따른다.

이에 따라 성능시험기관, 시험신청자, 차량발주자는 방송통신위원회에서 의무 적으로 준수토록 규정하고 있는 전자파 장애방지 기준 및 전자파 보호 기준 고시를 성능시험 기준으로 활용할 수 있을 것이다.

도시철도법령에 의한 도시철도차량의 성능시험에 관한 기준(국토해양부고시)에서는 도시철도차량 부품중 보조전원장치, 신호보안, 종합제어 장치에 대해서 서지, 버스트, 무선주파수 간섭시험을 폐지된 한국산업표준 EMC 표준(KSC 0263, 0264, 0265, 0267)에 적합함을 확인토록 하고 있다. 또한 시험선 구간에서 유도, 전도, 복사상 유도장해시험을 별도로 실시토록 하고 있으며 측정하기 위한 열차의 속도, 동작조건, 측정주파수 등 측정방법을 제시하고 있으나 전자파적합성 기준을 제시하고 있지는 않다. 제5조(본선시운전) 제1항 7호에 의하여 전도성 간섭시험, 유도성 간섭시험, 복사성 간섭 시험을 실시토록 하고 있으며 전자파적합성과 밀접한 관련이 있는 복사성 간섭 시험은 다음과 같이 규정하고 있다.

- 차량에 의해 발생하는 전자계는 90KHz ~ 1GHz의 주파수를 트랙의 중앙으로부터 10m 거리에서 추정한다.

- 하나의 열차 통과시 측정에 필요한 짧은 시간을 고려해서 PEAK-HOLD 회로를 갖는 소인 주파수 측정기술을 이용하여 열차와 주위 환경으로 생긴 노이즈를 측정한다.
- 최대방사를 찾기 위해 안테나로 다른 극성을 측정한다.
- 상측정 결과가 설계치를 초과하지 않아야 한다.

철도안전법 제26조 규정에 의한 철도차량 안전기준에 관한 규칙 제19조(전자기유도자해의 억제)와 도시철도법령에 의한 도시철도차량 안전기준에 관한 규칙 제17조(유도장애의 억제)에서는 철도차량 기기에서 발생하는 전자파를 억제하고 전자파로부터 철도차량을 보호토록 철도차량 운행자등이 유지·보수 관리토록 하고 있으며 주요내용은 다음과 같다.

- 철도차량에 설치된 기기 또는 장치로부터 발생할 수 있는 전자기유도 장애는 철도차량내의 다른 장치·지상설비 및 다른 노선의 설비의 안전에 영향을 미치지 아니하도록 최대한 억제되어야 한다.
- 철도차량에 설치된 전기장치는 운행중 외부로부터의 전자기 유도장애의 영향을 받지 아니하고 철도차량의 정상기능을 확보할 수 있어야 한다.
- 전압 및 전류의 순시변화율이 높은 전선이나 전기부품은 다른 부품이나 전선과 이격 또는 차폐시키거나 필터 등을 사용함으로써 전자기유도장애가 최대한 억제되어야 한다.

2. 국제표준화 동향

국제전기위원회(IEC)에서는 유럽표준인 EN50121을 기반으로 2003년 4월에 전기철도 전자파적합성 국제표준(IEC 62236)을 제정하였으며, 2008년 12월에 일부 미비점을 개정하여 현재에 이르고 있다. IEC 62236의 구성은 표 6과 같으며 철도차량 내의 기기, 철도차량, 전기철도 시스템등 6개 부분으로 나누어 표준을 마련하였으며 각각의 전자파적합성 기준과 측정방법을 규정하고 있다.

표 6. 전기철도 국제표준(IEC 62236) 구성

표준번호	제목	적용 기기	EMI	EMS
IEC 62236-1	General	모든 기기	-	-
IEC 62236-2	Emission of the whole railway system to the outside world	철도시스템, 변전소, 급전선	있음	-
IEC 62236-3-1	Rolling stock - Train and complete vehicle	철도차량	있음	-
IEC 62236-3-2	Rolling stock - Apparatus	차량내의 기기	있음	있음
IEC 62236-4	Emission and immunity of the signalling and telecommunications apparatus	철도 신호 및 전기통신 기기	있음	있음
IEC 62236-5	Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus	급전장치 및 기기	있음	있음

IEC 62236-1은 철도시스템에 대한 설명, 본 표준의 구성, 철도기기 들의 전자파 내성에 대한 성능평가 기준(A, B, C) 등에 대한 일반적인 요구사항을 규정하고 있으며 기술적인 사항에 대해서는 정하고 있지 않다.

IEC 62236-2에서는 옥외 환경에서 전체 철도 시스템의 방사기준 및 측정 방법을 개활지 노선 운행, 변전소, 급전선로 구분하여 규정하고 있다. 특히 개활지 노선에서 열차 운행에 대한 전자파 방사기준은 열차 최고 속도의 90% 이상의 상태에서 9kHz에서 1GHz 까지 주파수 대역별로 기준을 규정하고 있으며 우리나라 기술기준인 그림 1과 같이 규정하고 있다. 또한 전자파 방사를 측정하기 위한 열차 운행조건, 측정기 설정방법, 날씨 등의 측정 조건 등을 자세히 규정하고 있다. IEC 62236-2와 우리나라 기술기준 및 시험방법을 비교하면 다음과 같은 주요 차이점이 있다.

- o 9kHz ~ 150kHz 대역에 대한 무선통신서비스 간섭영향이 없는 조건에서 개활지 노선 및 변전소 기준 적용을 유예할 수 있는 예외 규정이 국제표준에만 규정되어 있음
- o 국제표준에는 변전소 울타리로부터 전자파 측정거리를 10m로 하고 있으며 우리나라 기술기준에는 3m로 하고 있음

- 국제표준은 30MHz 이상에서의 측정용 안테나 방향을 수직, 수평으로 배치하여 측정토록 하고 있으나 우리나라는 수직 방향에 대해서만 실시토록 하고 있음
- 변전소에 우리나라 기술기준은 개활지 노선의 25kV 시스템 기준으로 하고 첩두치를 측정토록 하고 있으나 국제표준에서는 그림 5와 같이 별도의 기준을 정하고 있으며 준첩두치로 측정토록 하고 있음

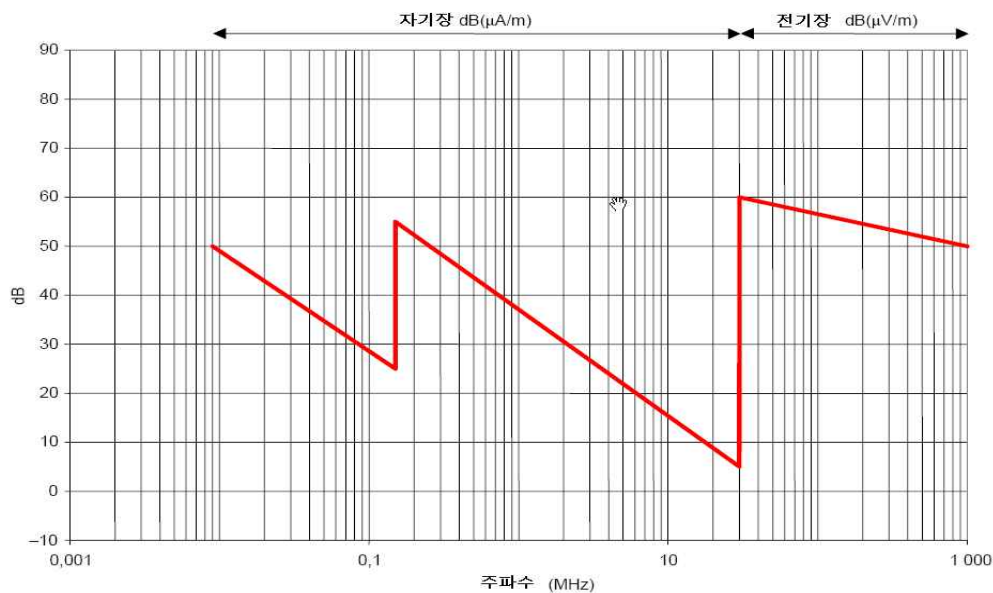


그림 6. IEC 62236 변전소로부터의 방사기준

IEC 62236-3-1은 열차 및 완성차량에 대한 전자파적합성 기준을 규정하고 있다. 본 표준에서는 열차 및 완성차량을 정지 및 저속 운행하는 상태로 하고 철도차량에서 발생하는 전자파를 측정토록 하고 있다. 그리고 전자파 방사를 측정하기 위한 시험장 조건, 열차 속도 등 시험조건, 정지상태 및 저속 운행 상태의 방사허용 기준 등을 규정하고 있다. 열차 및 완성차량과 우리나라 기준과의 차이점은 다음과 같다.

- 국제표준은 정지상태와 저속운행 상태 기준이 그림 6, 그림 7과 같이 마련되어 있으나 우리나라는 국제표준과 다른 정지상태 기준만 규정되어 있음
- 국제표준은 저속 운행상태 기준이 규정되어 있음에 따라 저속운행 상태 조건, 측정방법 등이 규정되어 있음

- o 9kHz ~ 150kHz 대역에 대한 무선통신서비스 간섭영향이 없는 조건에서 정지상태 및 저속운행 상태 기준 적용을 유예할 수 있는 예외 규정이 국제표준에만 규정되어 있음
- o 국제표준은 30MHz 이상에서의 측정용 안테나 방향을 수직, 수평으로 배치하여 측정토록 하고 있으나 우리나라는 수직 방향에 대해서만 실시토록 하고 있음

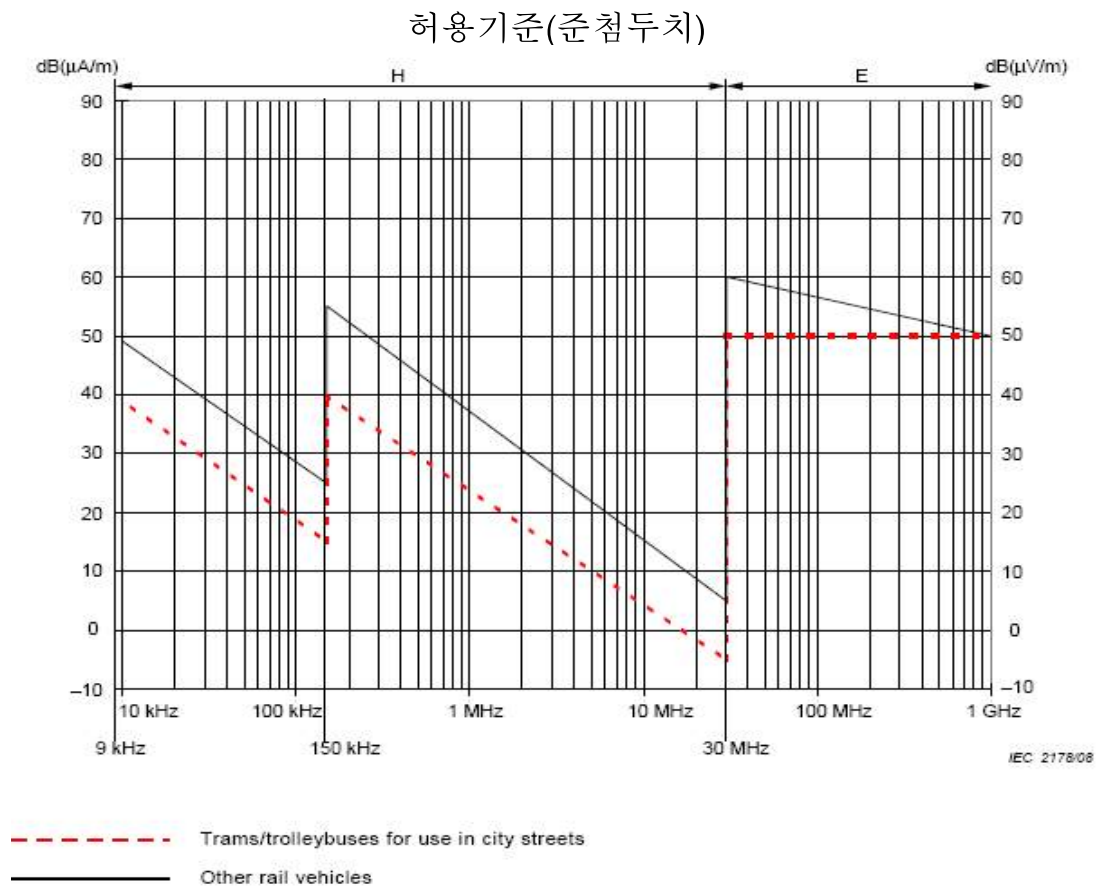


그림 7. IEC 62236 열차 및 완성차량 정지상태 방사기준

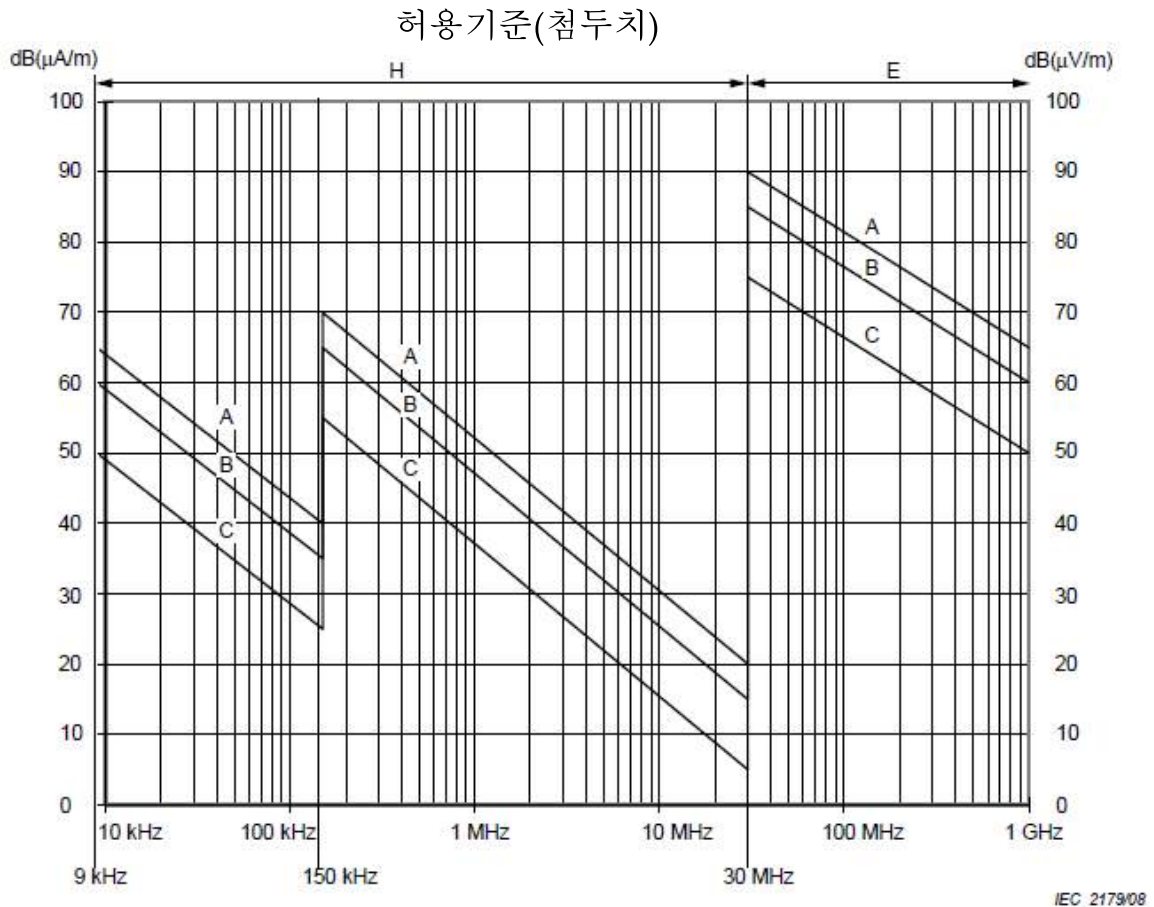


그림 8. IEC 62236 열차 및 완성차량 저속운행상태 방사기준

IEC 62235-3-2는 차량내 기기에 대한 전자파 장해방지와 내성에 대한 기준 및 시험방법을 규정하고 있다. 전자파 장해방지 기준은 우리나라 전기철도 기준 및 시험방법과 같이 견인 교류 및 직류전원 포트의 전도기준, 보조 교류 및 직류전원 포트의 전도기준, 건전지 기준 포트의 전도기준, 프로세스 측정 및 제어포트의 전도기준, 표면 포트의 방사기준으로 구분하여 규정하고 있다. 전자파 내성 기준은 우리나라 기준과 비교할 때 다음과 같은 차이점이 있다.

- 건전기 기준 포트에 대해서 전도방사, 빠른 과도현상, 서지가 규정되어 있으며 전자파 전도 기준은 10V/m를 인가토록 하고 있다.(우리나라는 전자파전도, 빠른 과도현상, 서지, 전압변동, 순간정전을 규정하고 전자파 전도 기준은 3V/m임)

- 신호 및 통신, 프로세스 측정 및 제어포트에서 전도방사 기준이 10V/m로 규정되어 있음
- 합체포트의 전자파 방사 기준은 진폭변조되는 환경에서는 80MHz ~ 1GHz까지 20V/m를 인가하고, 디지털 전화기 사용환경에서는 80MHz ~ 1GHz는 20V/m, 1.4GHz ~ 2.1GHz는 10V/m, 2.1GHz ~ 2.5GHz는 5V/m를 인가토록 하고 있음.(국내 기준은 일반환경 10V/m, 2GHz까지 디지털 무선전화기 환경 20V/m 인가)

IEC 62235-4는 신호 및 전기통신기기의 정해방지 및 내성에 대한 기준과 시험방법을 규정하고 있다. 전자파 장해방지 기준은 IEC 61000-6-4에서 규정하는 최대방사 기준에 적합토록 규정하고 있으며 전자파 전도 기준은 교류 및 직류 전원포트에 적용토록 규정하고 있다. 내성기준은 합체포트, 입출력포트, 직류 및 교류 전원포트, 접지포트에 대해서 규정하고 있으며 국내 기준과의 차이점은 합체포트전자파 방사 기준의 주파수와 인가전압이 다르다는 것이다.(차량내 기기 합체포트 전자파 방사 기준과 같은 차이점이 있음)

IEC 62235-5는 고정전원설비 및 기기의 장해방지 기준 및 시험방법과 내성에 기준 및 시험방법을 규정하고 있다.

3. 유럽

가. 전기철도 EMC 기술기준 체계

유럽의 전기철도 EMC 기술기준은 EMC 지침에 의해 규정하고 있다. 본 지침들은 우리나라의 전파법, 전파법시행령에 해당하는 것으로 세부 기술기준은 CENELC에서 제정한 EN 50121 표준을 조화(harmonized) 표준으로 지정하여 운용하고 있다. 이에 따라 유럽지역에 철도관련 제품을 판매하고자하는 경우는 EN 50121 표준에 적합함을 확인하는 CE 인증을 받아야 한다. 유럽의 전기철도 EMC 기술기준 체계는 그림 8과 같다.

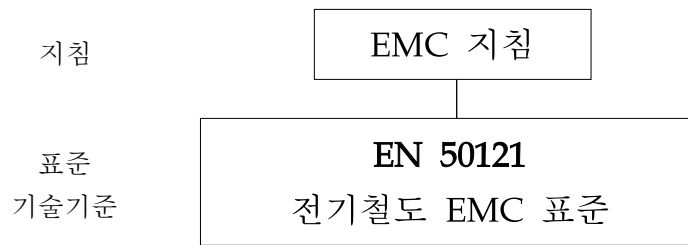


그림 9. 유럽의 전기철도 EMC 체계

유럽의 EMC 기술기준은 유럽연합의 표준화기관에서 제정한 표준을 기술 기준화함으로서 표준과 기술기준을 상호 조화롭게 운영하고 있다. 이에 따라 표준의 권고 성격과 기술기준의 강제 성격을 상호보완하고, 표준의 신속 성과 기술기준의 보수성을 조화시키고 있다.

나. 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법

유럽에서는 전기철도 EMC 기준을 마련하기 위하여 유럽전기기술표준위원회(CENELEC)에서 1993년 CISPR에서 논의된 기준을 기초로 유럽에서 운행 중인 직·교류 전기철도에 대한 전체 시스템, 급전설비, 신호 및 통신장치 등에 대한 전자파 장애방지 및 내성에 대한 초안을 작성하였으며 2000년 4월 EN 50121으로 최종 확정하였다. EN 50121이 국제규격에 앞서 제정된 배경에는, 유럽통합에 따른 유럽 내 철도망의 상호운용성 확보를 위해 필요하였다. 지금까지 유럽 내의 각 국가마다 가지각색이었던 철도관계의 규격을 통일하는 것으로 철도 시스템에서 사용되는 기기나 차량의 성능을 일정한 레벨로 정리할 수 있다. 당연히 EMC규격에 대해서도, 타국의 철도 차량이 자국 내를 달려도 상호간의 기기나 시스템에 장애가 발생하지 않도록 제정된 것이다.

유럽 국가간 전기철도의 발달로 인하여 '00년 4월에 제정된 EN 50121은 '06년 8월에 현재의 기준으로 개정되어 시행되고 있다. 우리나라는 '00년 개발된 유럽의 전기철도 EMC 표준을 수용하여 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법을 제정하였다. 그러나 유럽 표준이 '06년에 대폭 개정됨에 따라 국내 기준을 개정할 필요가 제기되었다.

'06년에는 개정된 주요내용은 정지상태 기준 개정, 저속운행 기준 추가, 안테나 방향, 변전소 측정거리 등이다.

유럽에서 IEC 표준화를 주도하기 때문에 국제표준과 같이 구성되어 있으며 내용상 차이가 없다.

제3절 우리나라 전기철도 EMC 측정·분석

전기철도는 기차를 이동시키기 위하여 전기를 변전소에서 선로에 공급하고 전동차는 선로의 전기를 펜터그래프를 통해 받아 전동차의 모터를 구동하여 움직이게 하는 원리를 가지고 있다. 전기철도의 전자파는 주로 전기철도 시스템의 전력변환(AC-DC, DC-AC), 전기 모터 구동과 제어, 급전선과 급전장치의 불연속적인 접촉의 빈번히 발생으로 고주파 성분이 누설되어 발생하게 된다. 전기철도 시스템에 의해 발생하는 전자파는 무선통신 시스템의 전파간섭 원인이 될 수 있으며, 방송서비스의 수신장해로 작용할 수 있다. 또한 철도 내에서 사용하는 통신 및 제어기기에 영향을 주어 철도 안전에도 심각한 영향을 줄 수 있다.

전기철도 시스템 시장은 공공기관인 철도시설기관, 철도 운행기관과 철도 차량 제조사, 성능평가 기관으로 구분되어 관리되고 있다. 그러나 철도시설의 설치 및 운영이 대부분이 국책사업의 일환으로 추진됨에 따라 전기철도의 전자파적합성 특성을 측정·분석하기에는 어려움이 있다. 이에 따라 전기철도에서 발생하는 전자파의 영향에 대해서도 많은 정보를 가지고 있지 못한 것이 현실이다. 국제표준 및 유럽표준에서는 전자파 장애방지 기준에 대한 기준 및 시험방법 등이 규정되어 있으나 전자파 발생원인 및 무선서비스에 미치는 영향 등에 대해서는 설명되어 있지 않다.

이에 따라 본 연구에서는 우리나라에서 운영하고 있는 25kV 교류 전기철도 시스템에서 발생하는 전자파의 현상 측정을 통해 전자파 발생 원인을 찾아보고 전기철도 전자파 특성을 분석하여 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 개정에 활용하고자 한다.

1. 도심 전기철도의 고속운행에 따른 전자파 영향

전기철도에서 발생하는 전자파의 영향을 분석하기 위하여 도심에서 고속으로 운행하고 있는 전기철도에 대한 EMI를 측정·분석하였다. 측정은 '10.7

월 맑은 날씨에 실시하였으며, 대상 시설은 25kV 교류 전철을 대상으로 실제 운행환경에서 전기철도 전체시스템에서 방사되는 전자파를 측정하였다. 도심 고속운행 상태에서 전기철도 전자파 측정을 위한 구성도는 그림 9와 같다.

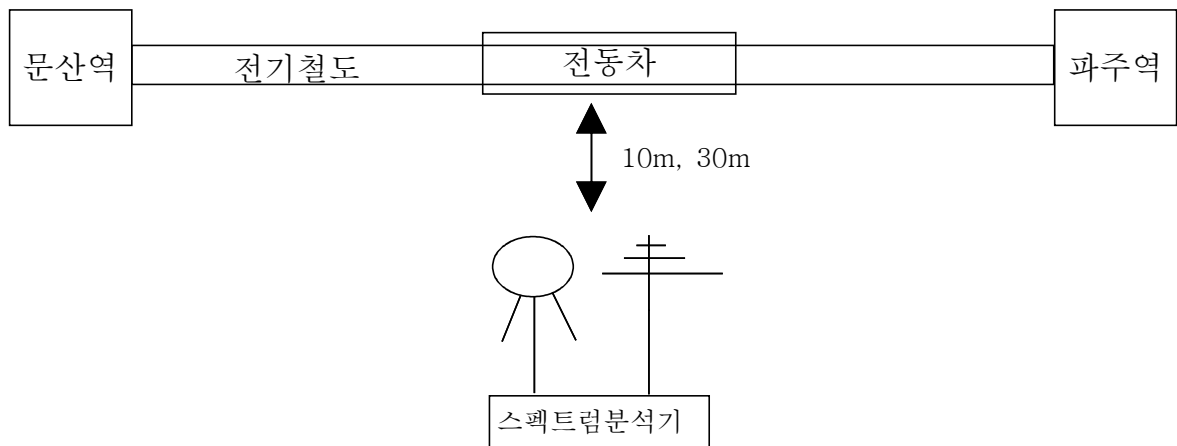


그림 10. 도심 고속운행 상태에서 전기철도 EMI 측정 구성도

도심 전기철도 전체 시스템에서 발생하는 전자파를 분석하기 위하여 주파수 대역별로 구분하여 자기장의 세기 또는 전기장의 세기, 안테나 방향에 따른 전자파의 변화, 측정거리를 10m, 30m로 하였을 때 전자파의 변화를 측정·분석하고 전자파 발생원인에 대해 검토·분석하였다.

가. 9kHz ~ 150kHz

측정을 위하여 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 300Hz(기준은 200Hz로 되어 있음)로 하였으며 FFT 검파모드로 설정하고 루프안테나를 이용하여 자기장의 세기를 측정하였다. 안테나와 전기철도 레일사이의 거리는 10m, 30m로 하였다. 9kHz ~ 150kHz 대역의 자기장의 세기 측정결과는 그림 10과 같다.

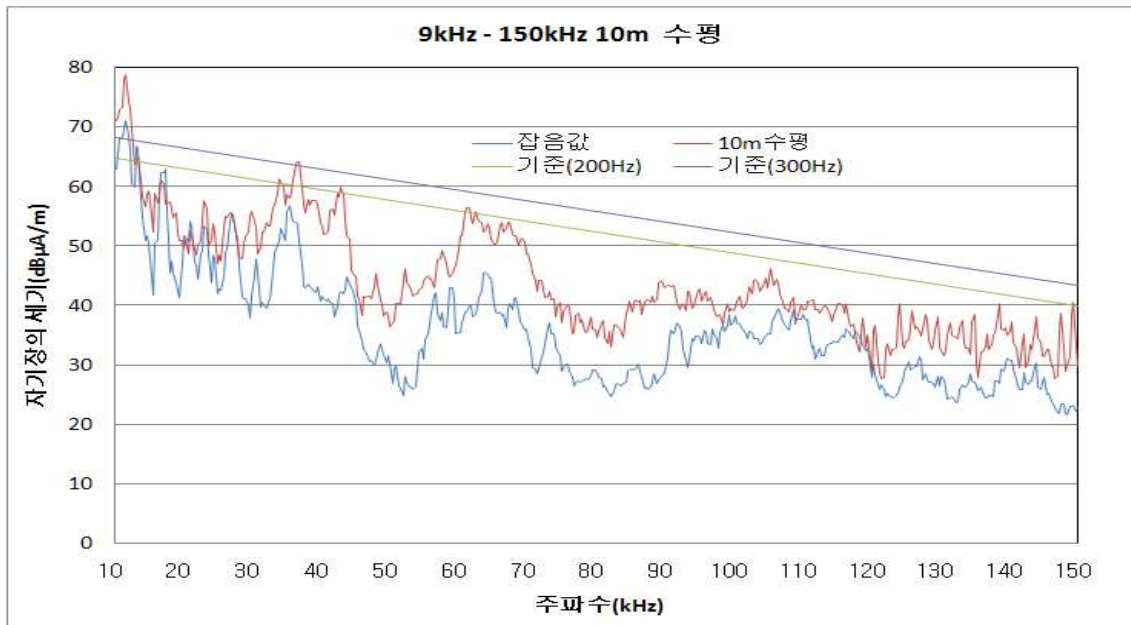


그림 11. 9kHz ~150kHz 자기장의 세기 측정결과

고속운행 상태에서 발생하는 자기장의 세기 측정결과는 11.4kHz에서 최고 77.9dB μ A/m 정도 측정되었으며, 운행하지 않는 동안에도 최고 71.2dB μ A/m 정도 측정되었다. 측정결과 10kHz ~ 13.5kHz, 36kHz ~ 37.2kHz 부근에서 기준값을 초과할 가능성이 있다. 기준값의 RBW는 200Hz이나 측정값의 RBW는 300Hz로 측정한 값으로 보정하면 3.2dB정도 크므로 측정값이 보정 기준값보다 크면 기준을 초과할 수 있다.

측정시 특이한 점은 전기철도 차량이 눈에 보이지 않아도 자기장이 측정된다. 이는 전기철도가 보이지는 않지만 한 변전구간에 전동차가 연결되어 부하를 소비하고 변전소로 되돌아가는 신호가 방사되어 측정된 것으로 사료된다. 이는 전동차는 운행하지 않고 전동차에 전력이 공급만 되어도 인버터, 컨버터 등이 동작하여 차내의 전기·전자·제어기기 등에 전력을 공급하게 되어 전자파를 발생시키는 것으로 판단된다.

안테나를 수평으로 측정할 경우 전동차가 바로 앞에 있을 때보다 조금 앞에 있거나 이미 지나간 뒤에 큰 신호가 측정되었다. 이는 전동차의 부하가 출발 및 제동 시 가장 많이 걸리므로 기차가 보이는 바로 전 또는 지나가서 정차하기 위하여 제동할 때 큰 신호가 측정될 수 있고, 전동차가 바로 앞에 있는 경우는 전동차에 의하여 전류가 수직으로 흐르게 되어 안테나 수평면에서 작게 측정되고 멀리있는 경우는 루프가 수평으로 형성되어 안테나 수평면에서 크

게 측정되는 것으로 추정할 수 있다.

안테나가 수직인 경우는 수평인 경우보다 작게 측정되지만 기차가 눈에 보일 때 가장 큰 값이 측정된다. 전동차가 바로 앞에 있는 경우는 전동차에 의하여 전류가 수직으로 흐르게 되어 안테나의 수직성분에 자계가 유도되어 상대적으로 멀리 있는 경우보다 큰 값이 측정되었다고 볼 수 있다. 안테나 방향에 따른 자기장의 세기 측정결과는 그림 11과 같다.

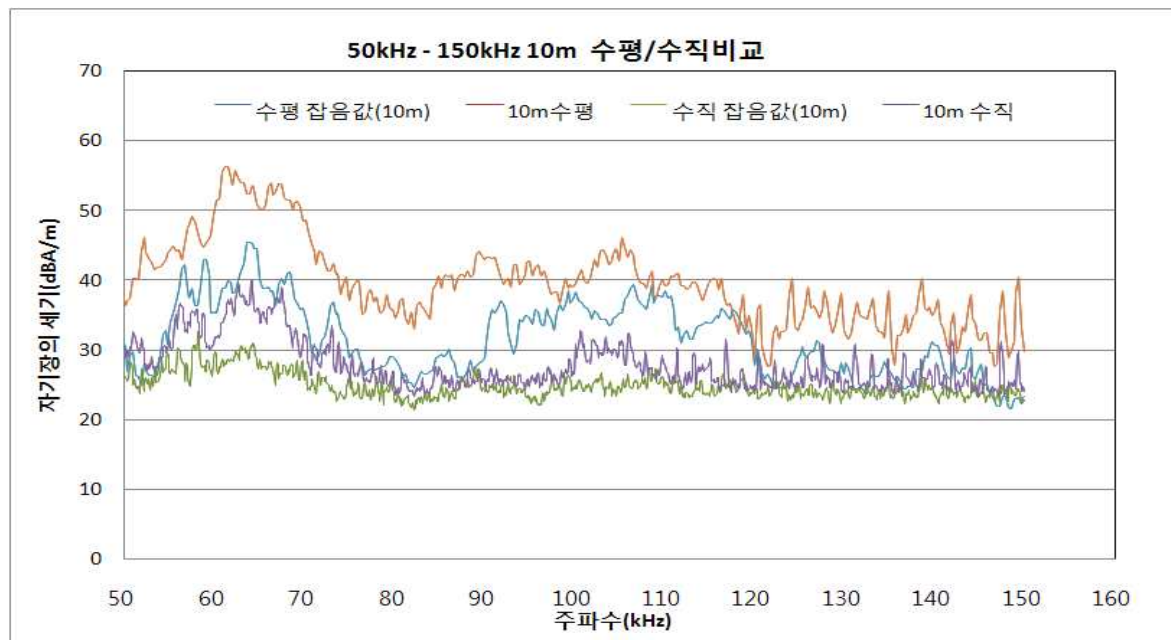


그림 12. 안테나 방향에 따른 자기장의 세기 변화

안테나의 편파에 따라서 수평방향이 수직방향보다 10dB ~ 20dB 정도 큰 자기장의 세기가 측정되었다. 전기철도 변전소에서 전력은 전동차의 상단에 있는 급전장치(편터그라프)를 통해 전류를 공급하고 전동차의 부하를 거쳐 레일을 통해 전기가 변전소로 되돌아가므로 완전한 루프형태에 전류의 흐름에 따라 전자기장이 형성된다. 이에 따라 전기철도의 루프면과 수평하게 루프안테나를 설치하면 페러데이법칙과 렌츠의 법칙에 의해 자기장의 세기는 수직으로 설치하는 것 보다 높이 측정됨을 알 수 있다.

전기철도 시스템으로부터 측정지점까지의 거리의 변화에 따른 자기장의 세기 변화는 그림 12와 같다.

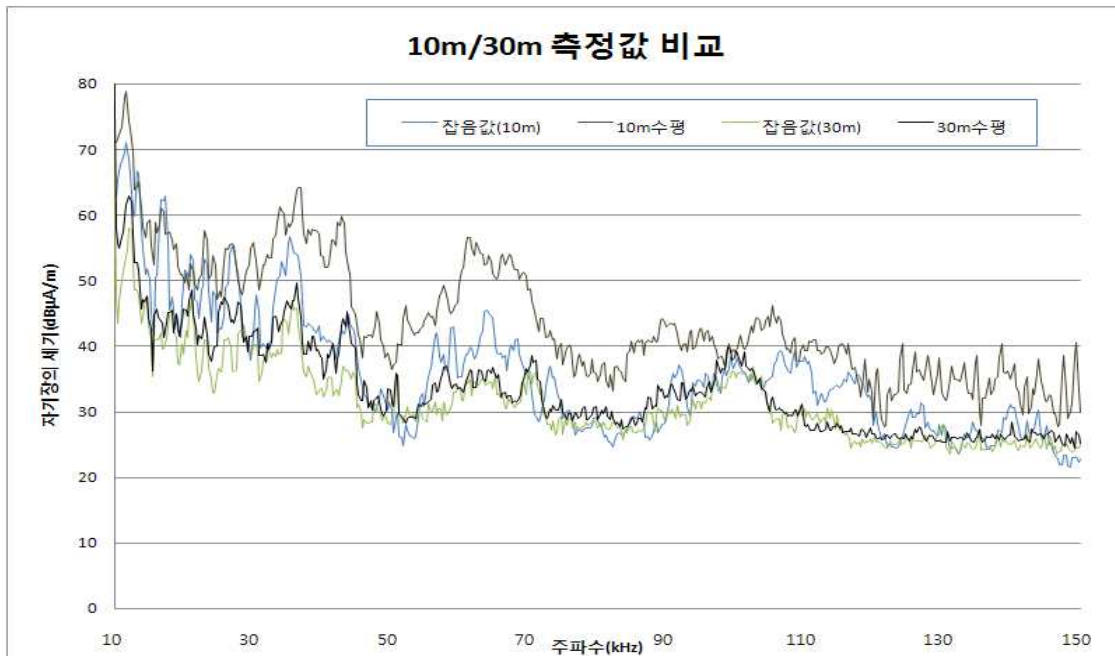


그림 13. 거리별 자기장의 세기 변화

측정거리가 10m의 경우보다 30m로 멀어짐에 따라 자기장의 세기 측정값이 10dB ~ 20dB 정도 작게 측정되었다. 잡음값도 10m 측정값이 30m 측정값보다 10dB 정도 작게 측정되었다. 잡음값이 전기철도 레일에서 멀어지면 작아지는 것은 잡음도 전기철도 시스템에서 발생하는 값이라고 생각할 수 있다. 전기철도 시스템의 변전소-전력공급-인버터-레일-변전소으로 이루어지는 전류공급은 루프를 이루게 된다. 자기장의 세기는 30MHz 이하대역에서는 거리의 제곱에 반비례한다는 것이 각 국가의 기준(FCC Part 15.34, 15.35 등) 및 표준(IEC 62236-2)에서 규정되어 보정할 수 있도록 규정되어 있다. 이에 따라 10m 측정과 30m 측정의 차이값이 10 ~ 20dB 정도 차이가 발생하는 것은 이론에 적합하다고 볼 수 있다.

나. 150kHz ~ 15MHz

측정을 위한 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 10kHz(기준은 9kHz로 되어 있음)로 하였으며, FFT 검파모드로 설정하고 루프안테나를 이용하여 자기장의 세기를 측정하였다. 150kHz ~ 15MHz 대역의 자기장의 세기 측정결과는 그림 13과 같다.

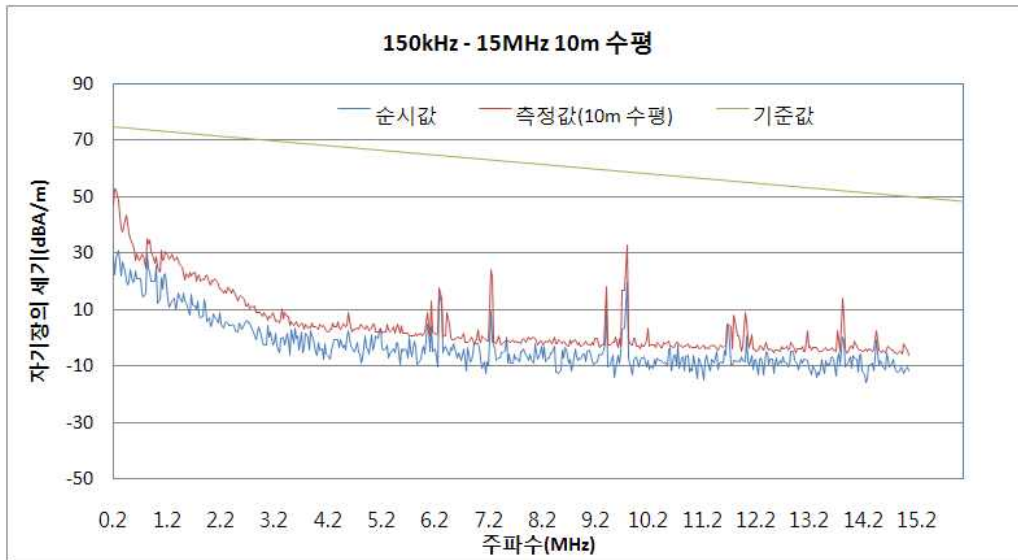


그림 14. 150kHz ~ 15MHz 대역 자기장의 세기 측정결과

고속운행중에 17.9MHz에서 최고 52.7.9dB μ A/m 정도 측정되었으며, 기준값을 만족하였다. 3MHz 이하에서 전기철도 방사신호가 검출되지만 기준값 보다는 10 ~ 20dB 이상 작게 측정됨을 알 수 있다. 150kHz ~ 15MHz 이하대역에서는 전기철도에서 발생하는 EMI 신호가 크게 존재하지 않았다. 거리별 자기장의 세기의 측정결과와는 그림 14와 같다.

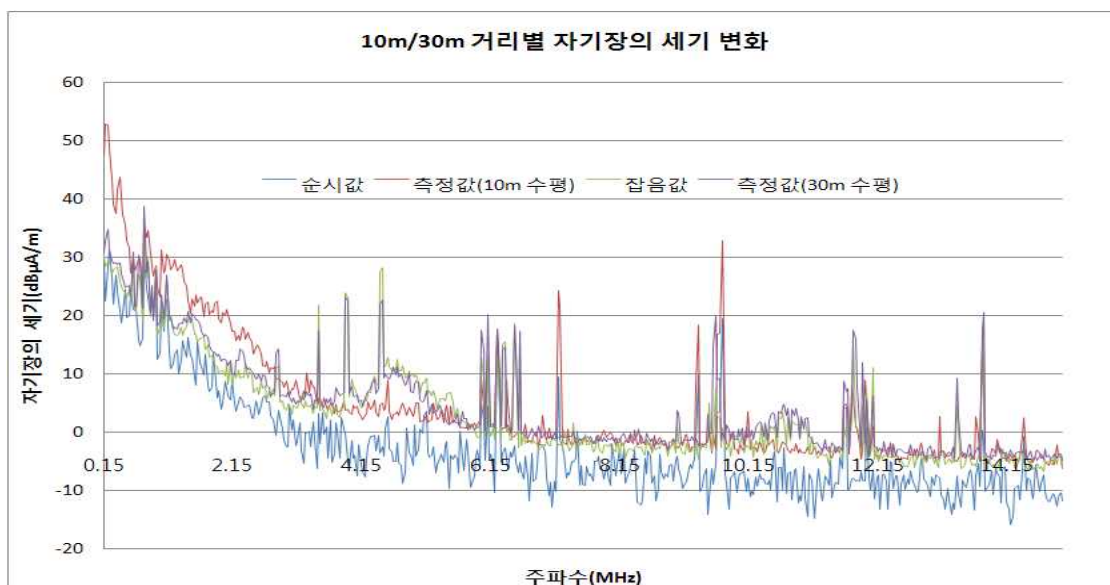


그림 15. 150kHz ~ 15MHz 대역 거리별 자기장의 세기 변화

거리별 자기장의 세기 변화는 2MHz 이하대역에서 10m 경우보다 30m의 값이 10dB ~ 20dB 정도 작게 측정된다. 2MHz 이상대역에서는 전기철도 EMI 신호가 측정되지 않아 거리별 자기장의 세기 변화를 특정할 수 없었다.

다. 15MHz ~ 30MHz

측정을 위한 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 10kHz(기준은 9kHz로 되어 있음), FFT 검파모드로 설정하고 루프안테나를 이용하여 자기장의 세기를 측정하였다. 측정용 안테나와 전기철도 레일사이의 거리는 10m, 30m로 하였다. 15MHz ~ 30MHz 대역의 자기장의 세기 측정결과는 그림 15와 같다.

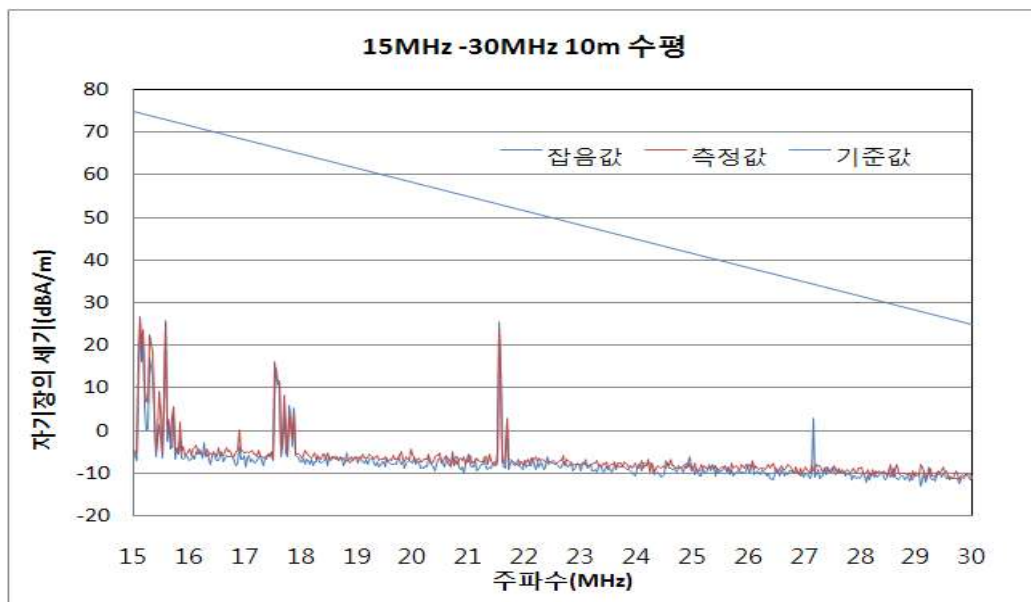


그림 16. 15MHz ~ 30MHz대역 자기장의 세기 측정결과

15MHz ~ 30MHz 대역에서 도심 전기철도 고속운행 중에 발생하는 자기장의 세기는 잡음값 이상으로 측정되지 않았다. 이는 15MHz ~ 30MHz 사이에서는 전기철도에서 발생하는 전자파 신호가 상대적으로 작은 값이 발생하는 것으로 판단된다. 또한 전기철도 내부의 전자파 신호가 고주파수로 갈수록 상대적으로 긴 선로를 타고 방사되기 어려워 측정되지 않을 수도 있을 것이다. 안테나 방향에 따른 변화, 거리별 변화는 전자파가 측정되지 않아 특정할 수 없었다.

라. 30MHz ~ 300MHz

측정을 위한 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 100kHz(기준은 120kHz로 되어 있음), FFT 검파모드로 설정하고 로그피리어드 안테나를 이용하여 전기장의 세기를 측정하였다. 안테나와 전기철도 레일사이의 거리는 10m, 30m로 하여 측정하였다. 전기장의 세기 측정결과는 그림 16, 그림 17과 같다.

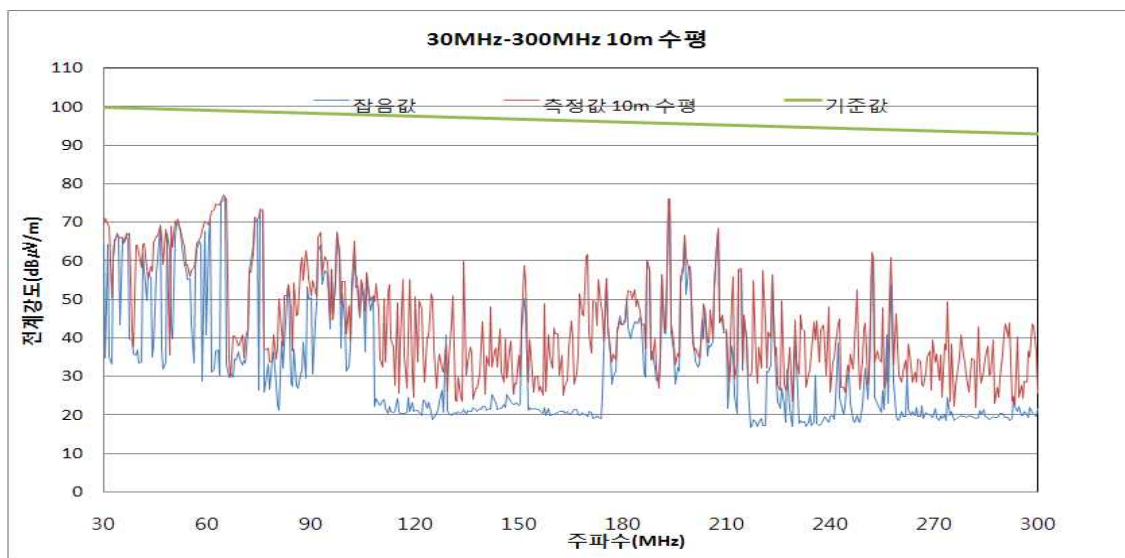


그림 17. 15MHz ~ 30MHz 대역 수평방향 전기장의 세기 측정결과

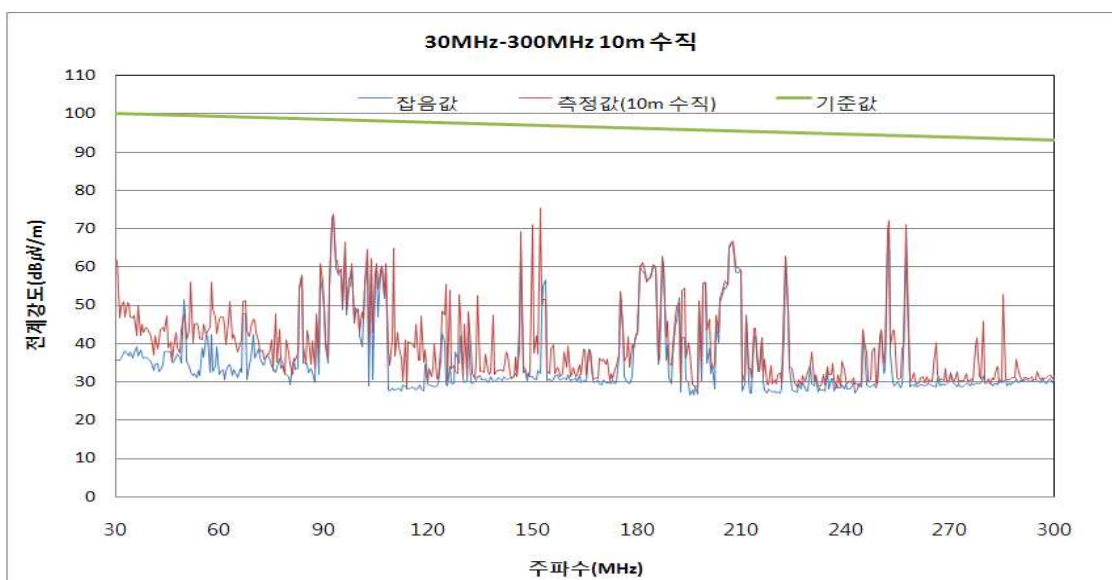


그림 18. 15MHz ~ 30MHz 대역 수평방향 전기장의 세기

120MHz에서 300MHz 부근까지 $40\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} \sim 60\text{dBdB}\mu\text{V}/\text{m}$ 정도의 전기장의 세기가 측정되었으며 기술기준 및 국제표준에서 규정하고 있는 전기철도 EMI 기준을 만족하고 있다. 전동차가 수신안테나의 정면을 지날 때 전기장의 세기가 측정되며, 전동차 진입 전후에는 큰 변화가 없었다. 또한 측정된 전기철도 전자파는 특정한 주파수에 한정되지 않고 임펄스성으로 나타나는 신호가 대부분의 대역에서 발생하고 있었다. 수신안테나 수평방향이 수직방향 보다 전체적으로 큰 전계강도가 측정되었으나, 주파수에 따라서는 수직방향이 큰 전계강도가 측정되는 곳도 있으므로 안테나 방향에 따라 전기장의 세기를 예측하기는 어려움이 있다.

거리의 변화에 따른 전기장의 세기 특성을 분석하기 위하여 전기철도로부터 수신안테나를 10m에서 30m 변화시키면 전기장의 세기는 $10\text{dB} \sim 20\text{dB}$ 정도 감소하였으며 그림 18과 같다.

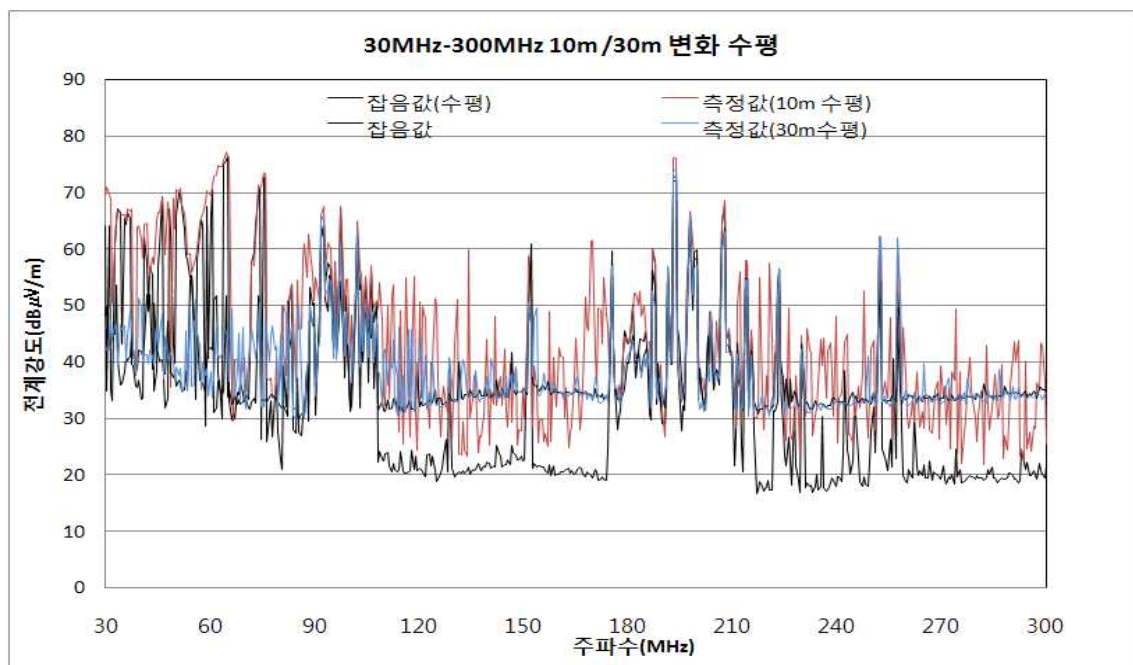


그림 19. 15MHz ~ 30MHz 10m, 30m 거리변화별 전기장의 세기

마. 300MHz ~ 600MHz

측정을 위한 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 100kHz (기준은 120kHz 로 되어 있음), FFT 검파모드로 설정하고 로그피리어드 안테나를 이용하여 전기장

의 세기를 측정하였다. 안테나와 전기철도 레일사이의 거리는 10m, 30m로 하여 측정하였다. 전기장의 세기 측정결과는 그림 19, 그림 20과 같다.

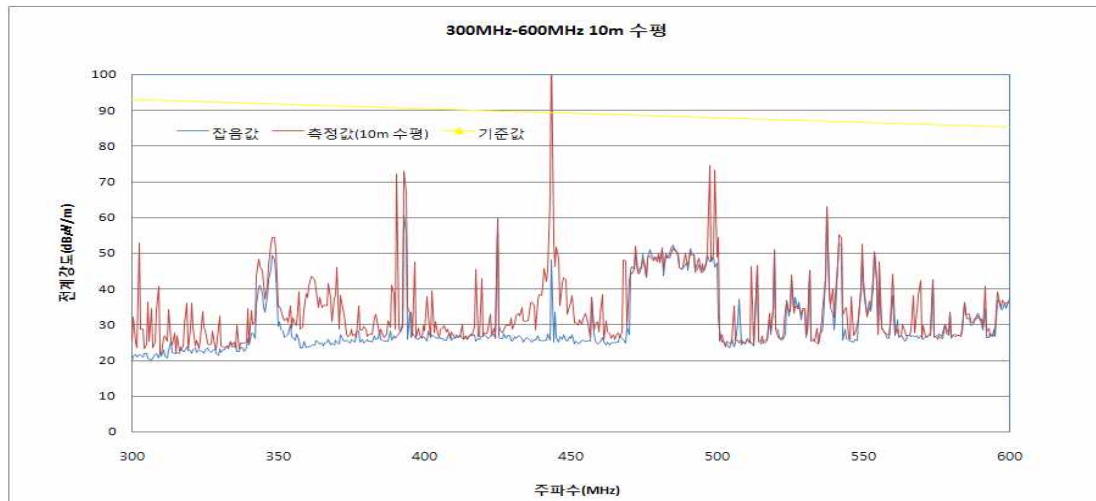


그림 20. 300MHz ~ 600MHz 대역 전기장의 세기(수평)

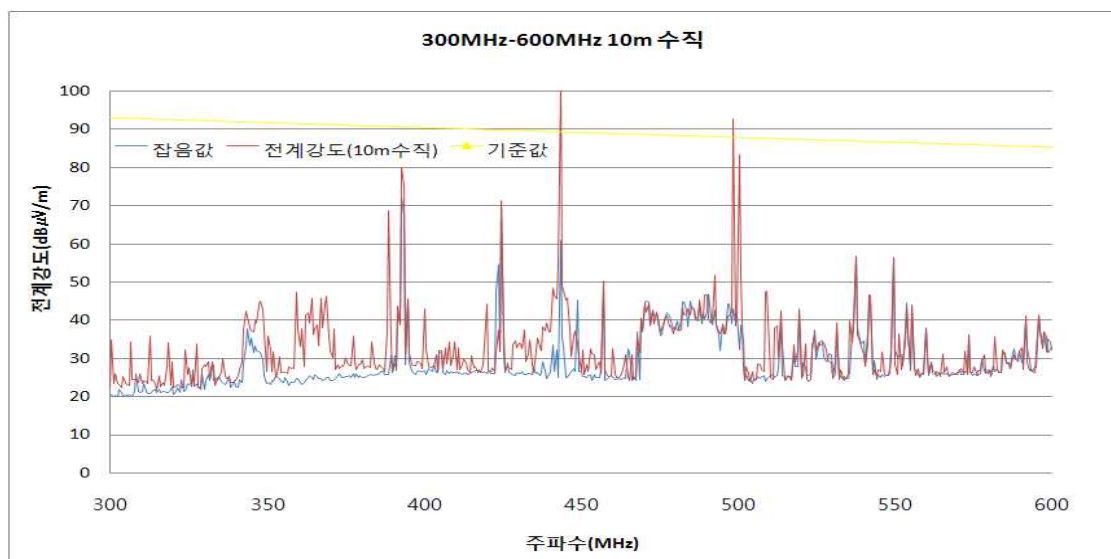
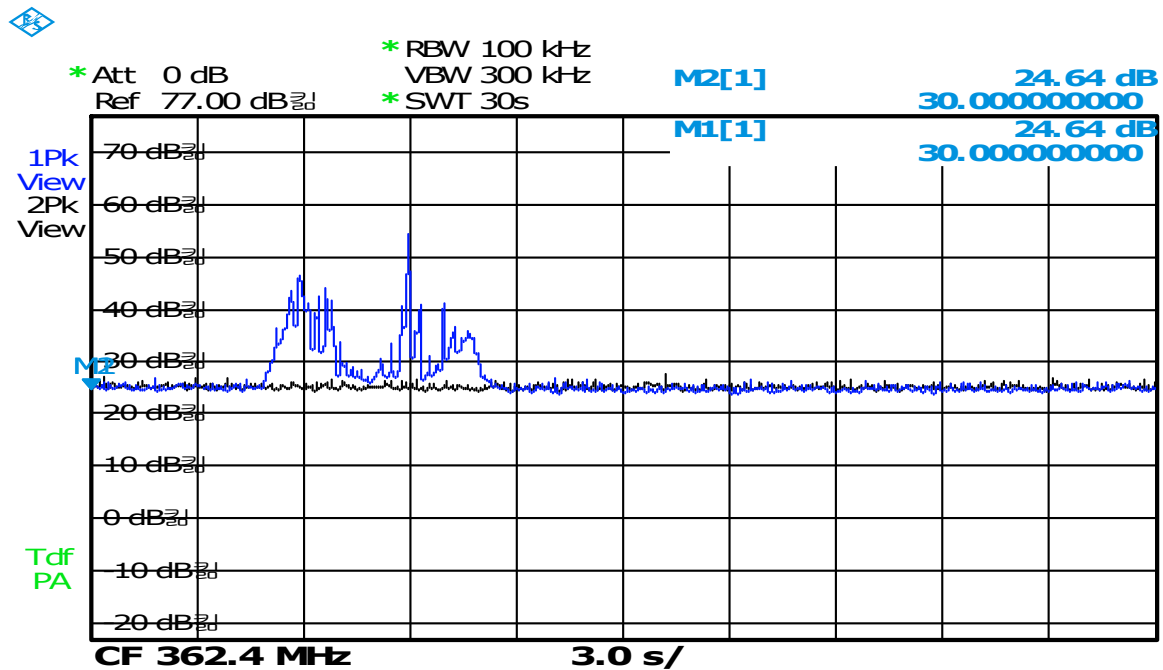


그림 21. 300MHz ~ 600MHz 대역 전기장의 세기(수직)

측정 안테나를 수평으로 하는 경우 전기철도에 의한 전계강도는 $42\text{dB}\mu\text{V/m} \sim 53\text{dB}\mu\text{V/m}$ 정도의 전기장의 세기가 측정되어 전기철도 EMI 기준을 만족하고 있다. 전동차가 수신안테나의 정면을 지날 때 전기장의 세기

가 측정되며, 전동차 진입 전후에는 큰 변화가 없었다. 300.6MHz 부근부터 6MHz 간격 고조파 성분과 임펄스성 성분이 3,024MHz에서 53dB μ V/m 정도를 최고값을 발생시키고 있다. 수신안테나 수평방향이 수직방향보다 전체적으로 큰 전계강도가 측정되었으나, 주파수에 따라서는 수직방향이 큰 전계강도가 측정되는 곳도 있으므로 안테나 방향에 따른 전기장의 세기를 예측하기 어렵다.

전기철도가 지나갈 때 350MHz ~ 380MHz 부근에서는 10m에서 42~47dB μ V/m 정도의 일정한 전계강도가 측정되었다. 신호를 분석하기 위하여 362.4MHz 부근에서 스펙트럼분석기의 스펙을 0로 하고 30초 동안 측정한 결과는 그림 21과 같다.



Date: 14.JUL.2010 19:20:43

그림 22. 362.4MHz 스펙 0에서의 전기장의 세기 변화

362.4MHz 부근에서 측정된 신호는 기차가 수신안테나를 지날 때 집중적으로 나타났다. 본 신호는 전기철도의 원동기 모터에서 발생하는 것으로 판단된다.

전기철도로부터 수신안테나를 10m에서 30m 변화시키면 전계강도는 10dB 정도 감소하며 그림 22와 같다. 전기철도가 지나갈 때 350MHz ~ 380MHz

주파수대역 30m에서는 36 ~ 40dB μ V/m 정도의 일정한 전계강도가 측정되고 있다. 이는 30MHz 이상에서 발생하는 아크성 잡음이 아닌 열차의 원동기 모터에서 일정하게 발생하고 있다는 것을 보여주는 것이다.

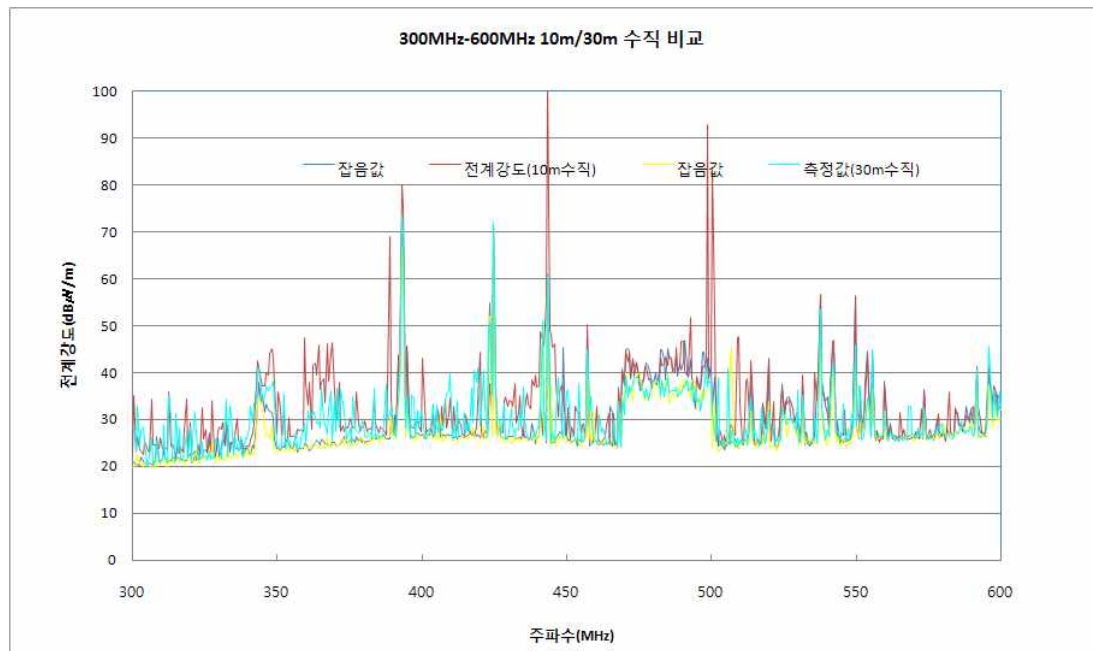


그림 23. 300MHz ~ 600MHz 대역 거리변화별 전기장의 세기

바. 600MHz ~ 1,000MHz

측정을 위한 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 100kHz(기준은 120kHz로 되어 있음), FFT 검파모드로 설정하고 로그피리어드 안테나를 이용하여 전기장의 세기를 측정하였다. 안테나와 전기철도 레일사이의 거리는 10m, 30m로 하여 측정하였다. 전기장의 세기 측정결과는 그림 23과 같다.

안테나 수평에서 전기철도에 의한 전계강도는 42dB μ V/m ~ 53dBdB μ V/m 정도의 전기장의 세기가 측정되어 전기철도 EMI 기준을 만족하고 있다. 열차가 수신안테나의 정면을 지날 때 전기장의 세기가 측정되며, 열차 진입 전후에는 큰 변화가 없었다. 전기철도가 지나갈 때 650MHz ~ 750MHz 부근에서는 10m에서 40dB μ V/m 정도의 일정한 전계강도가 측정되었다. 수신안테나 수평방향이 수직방향 보다 전체적으로 큰 전계강도가 측정되었다. 전기철도로부터 수신안테나를 10m에서 30m 변화시키면 전계강도는 10dB 정도 감소하였다.

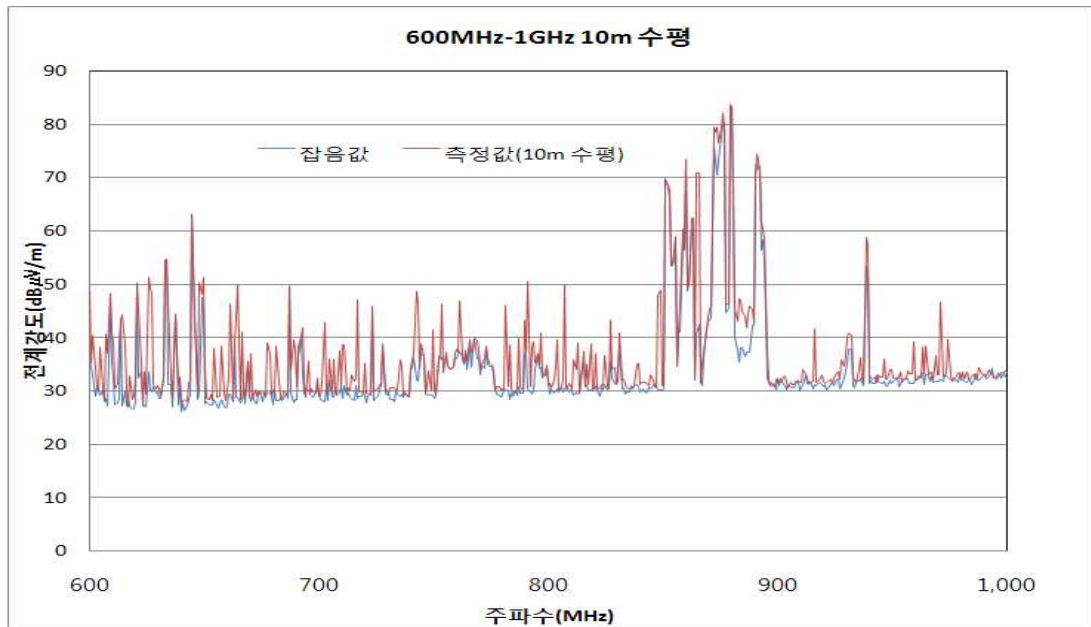


그림 24. 600MHz ~ 1GHz 전기장의 세기 측정결과

2. 저속운행 도심 전기철도의 전자파 영향

전기철도에서 발생하는 전자파의 영향을 분석하기 위하여 저속운행 중인 전기철도에 대한 EMI 영향을 조사 분석하여 기술기준 및 시험방법 개정에 활용하기 위하여 실시하였다. 측정은 '10.7월 많은 비가 내리는 상태에서 실시하였으며, 대상 시설은 25kV 교류 전철을 대상으로 철도 기지창에서 국제표준에서 규정하고 있는 저속 운행상태에서 차량 및 완성차량의 전자파를 측정하였다.

도심 전기철도의 저속 운행상태에서 차량 및 완성차량의 전자파를 분석하기 위하여 주파수 대역별로 구분하여 자기장의 세기 또는 전기장의 세기, 안테나 방향에 따른 전자파의 변화에 따른 전자파의 변화를 측정·분석하고 전자파 발생원인에 대해 검토·분석하였다.

측정을 위하여 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 9kHz ~ 150kHz는 300Hz(기준은 200Hz로 되어 있음), 150kHz ~ 30MHz는 10kHz(기준은 9kHz), 30MHz ~ 1GHz는 100kHz(기준은 120kHz)로 설정하였다. 전자파 측정은 FFT 검파모드로 설정하였고 30MHz 이하는 루프안테나를 이용하여 자기장의 세기를 측정하였으며, 30MHz 이상은 로그피리어드 안테나를 이용하여 전기장의 세기를 측정하였다.

가. 9kHz ~ 150kHz

저속운행중에 발생하는 자기장의 세기 측정결과는 그림 24, 그림 25와 같다. 저속운행중에 34kHz에서 최고 72dB μ A/m 정도 측정되었으며, 운행하지 않는 동안에도 최고 61.2dB μ A/m정도 측정되었다. 이에 따라 32kHz ~ 41kHz 부근에서 기준값을 초과할 가능성이 있다. 기준값의 RBW는 200Hz 이나 측정값의 RBW는 300Hz로 측정한 값으로 보정하면 3.2dB정도 크므로 측정값이 보정 기준값보다 크면 기준을 초과할 수 있다.

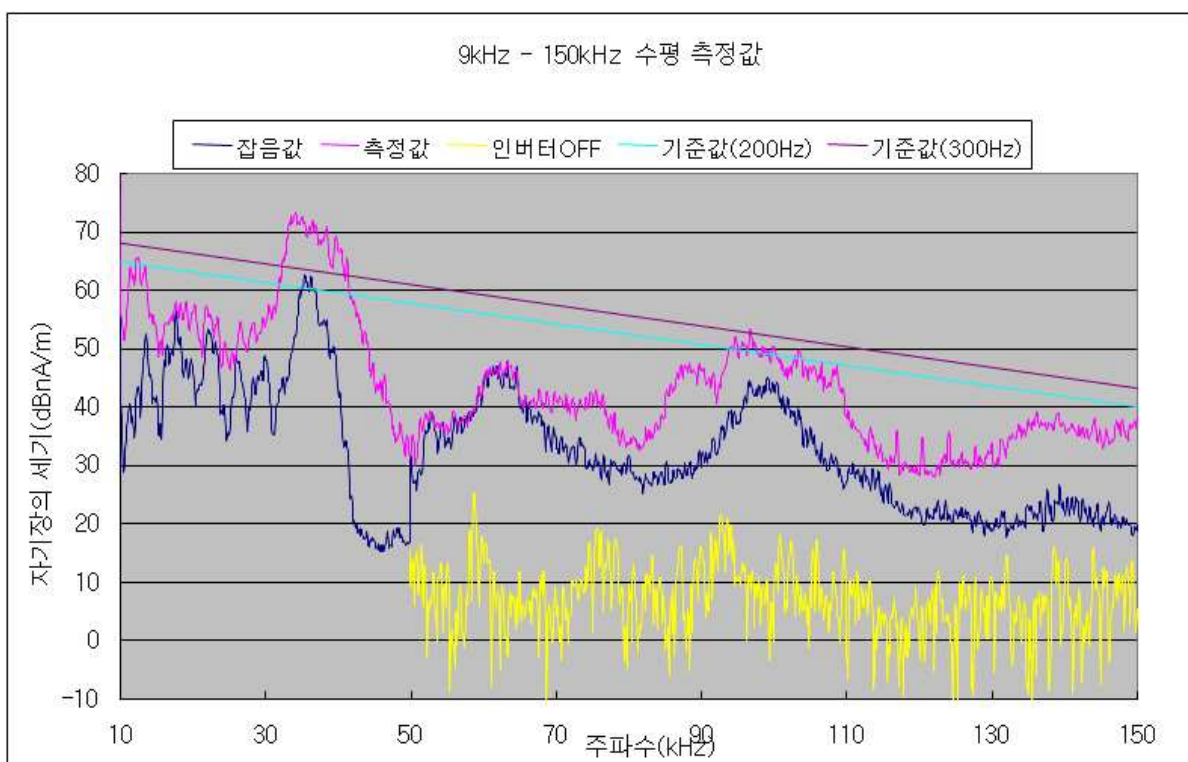


그림 25. 저속운행 9kHz ~ 150kHz 대역 자기장의 세기(수평)

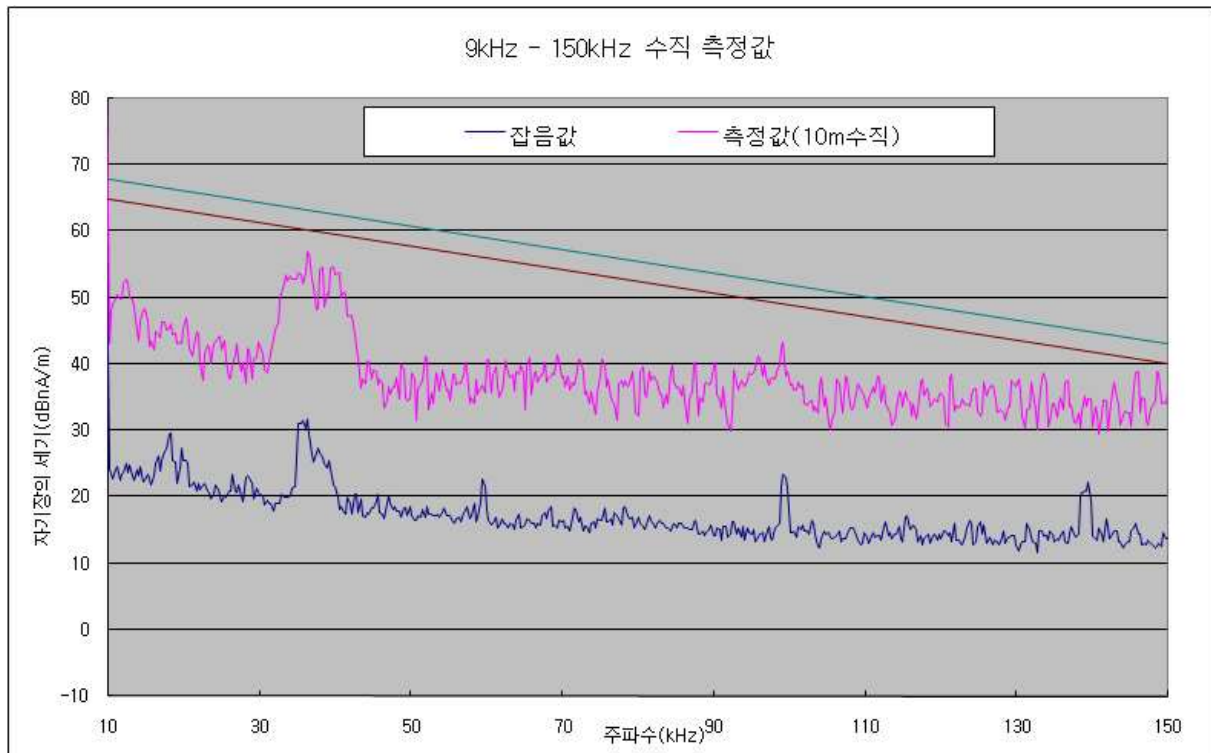


그림 26. 저속운행 9kHz ~ 150kHz 대역 자기장의 세기(수직)

전기철도에 부하를 전혀 주지않고 전원만 공급되고 있으면 신호가 검출되지 않으나, 전동차에 전원부하를 연결하면 높은 자계의 세기가 측정되며, 전동차가 견인하면 자계는 더 높이 측정된다. 전동차는 운행하지 않고 전동차에 전력이 공급만 되어도 인버터, 컨버터 등이 동작하여 차내의 전기·전자·제어기기 등에 전력을 공급하게 되어 전자파를 발생시키는 것으로 추정된다. 안테나 수평으로 측정할 경우 전동차가 바로 앞에 있을 때보다 조금 앞에 있거나 이미 지나간 뒤에 가장 큰 신호가 측정되었다. 전동차의 부하가 출발 및 제동 시 가장 많이 걸리므로 기차가 보이는 바로 전 또는 지나가서 정차하기 위하여 제동할 때 큰 신호가 측정될 수 있고 전동차가 바로 앞에 있는 경우는 전동차에 의하여 전류가 수직으로 흐르게 되어 안테나 수평면에서 작게 측정되고 멀리있는 경우는 루프가 수평으로 형성되어 안테나 수평면에서 크게 측정되는 것으로 추정할 수 있다.

안테나가 수직인 경우는 수평인 경우보다 대부분 작게 측정되지만 일부 구간에서는 높이 측정되는 부분이 있으며 기차가 눈에 보일 때 가장 큰 값이 측정된다. 열차가 바로 앞에 있는 경우는 전동차에 의하여 전류가 수직으로 흐르게 되어 안테나의 수직성분에 자계가 유도되어 상대적으로 멀리

있는 경우보다 큰 값이 측정되었다고 볼 수 있다.

안테나의 방향에 따라서 수평방향이 수직방향보다 110kHz까지는 10dB ~ 20dB 정도 큰 자기장의 세기가 측정되었다. 120kHz ~ 130kHz 대역에서는 수직 방향이 수평 방향보다 큰 값이 측정되었으나 전체적으로 수평 방향이 수직 방향 큰 값이 측정됨을 알 수 있다. 안테나 방향에 따른 자기장의 세기 변화는 그림 26과 같다.



그림 27. 저속 도심철도 9kHz ~ 150kHz 안테나 방향에 따른 자기장의 세기 변화

열차 및 완성차량에서 발생하는 자기장이 급전선과 레일을 타고 변전소로 돌아가는 루프면에 의해 방사된다고 볼 수 있다. 이에 따라 전기철도의 루프면과 수평하게 루프안테나를 설치하면 자기장의 세기는 수직으로 설치하는 것 보다 높이 측정됨을 알 수 있다.

나. 150kHz ~ 30MHz

저속운행중에 150kHz에서 최고 51.70dBμA/m 정도 측정되었으며, 전체적으로 전기철도 기술기준을 만족하고 있다. 수평방향에 대한 자기장의 세기 측정결과는 그림 27, 그림 28과 같다.

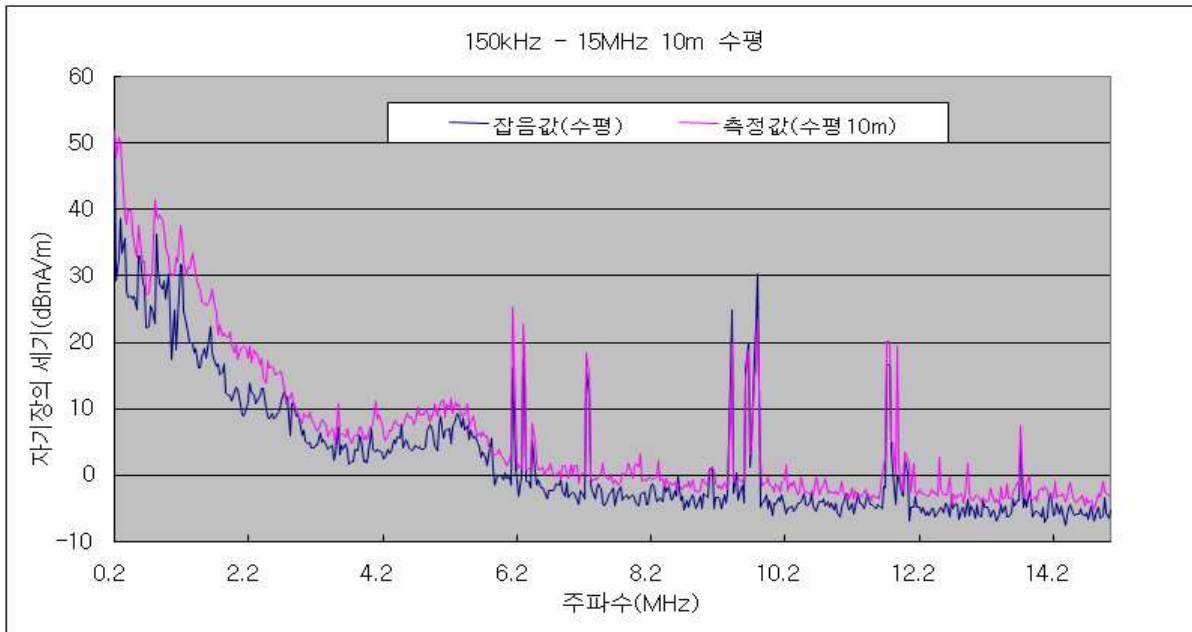


그림 28. 저속운행 도심 열차 150kHz ~ 15MHz 자기장의 세기

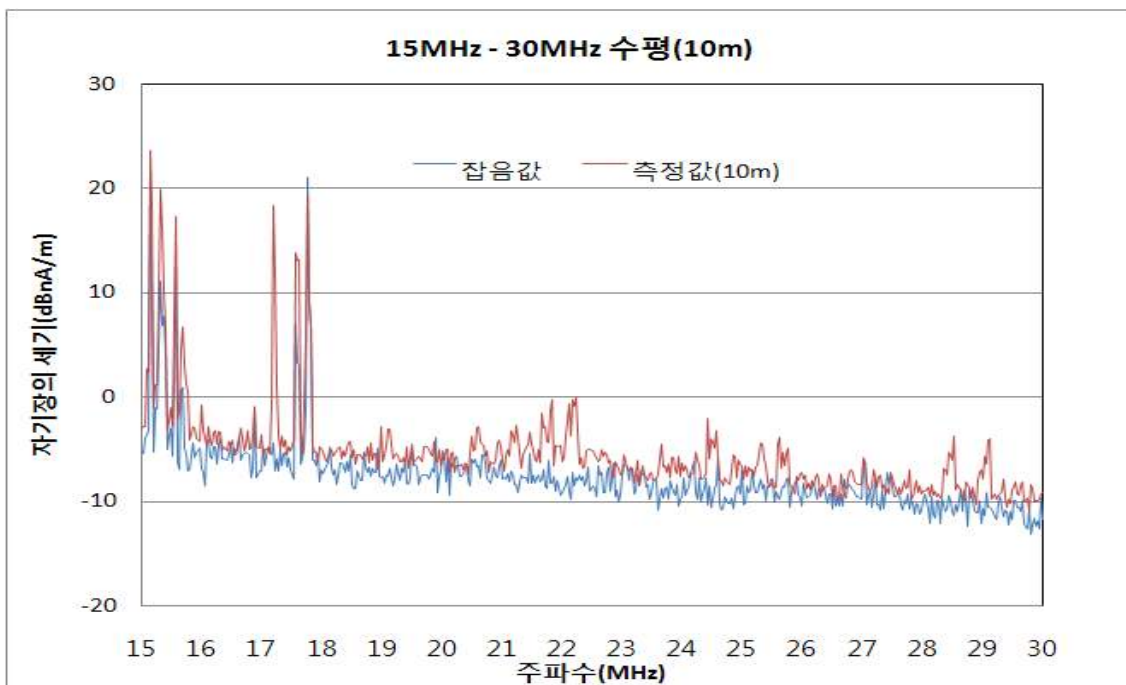


그림 29. 저속운행 도심 열차 15MHz ~ 30MHz 자기장의 세기

3MHz 이하에서 전기철도 방사신호가 검출되지만 기준값 보다는 10 ~ 20dB 이상 작게 측정됨을 알 수 있다. 150kHz ~ 30MHz 대역에서는 전기철도에서 발생하는 EMI 신호가 크게 존재하지 않았다.

다. 30MHz ~ 300MHz

본 주파수 대역에서 측정결과는 그림 29, 그림 30과 같으며 전기장의 세기는 40dB μ V/m ~ 60dB μ V/m 정도 측정되었다. 측정결과는 기술기준 및 국제표준에서 규정하고 있는 전기철도 EMI 기준을 만족하고 있다.

전동차가 수신안테나의 정면을 지날 때 전기장의 세기가 측정되며, 전동차 진입 전후에는 큰 변화가 없었다. 또한 측정된 전기철도 전자파는 특정한 주파수에 한정되지 않고 임펄스성으로 나타나는 신호가 대부분의 대역에서 발생하고 있었다. 수평 방향과 수직 방향에 따라서 주파수 대역별로 전기장의 세기가 다르게 측정되어 정확한 측정을 위해서는 모든 방향의 측정이 필요함을 알 수 있다.

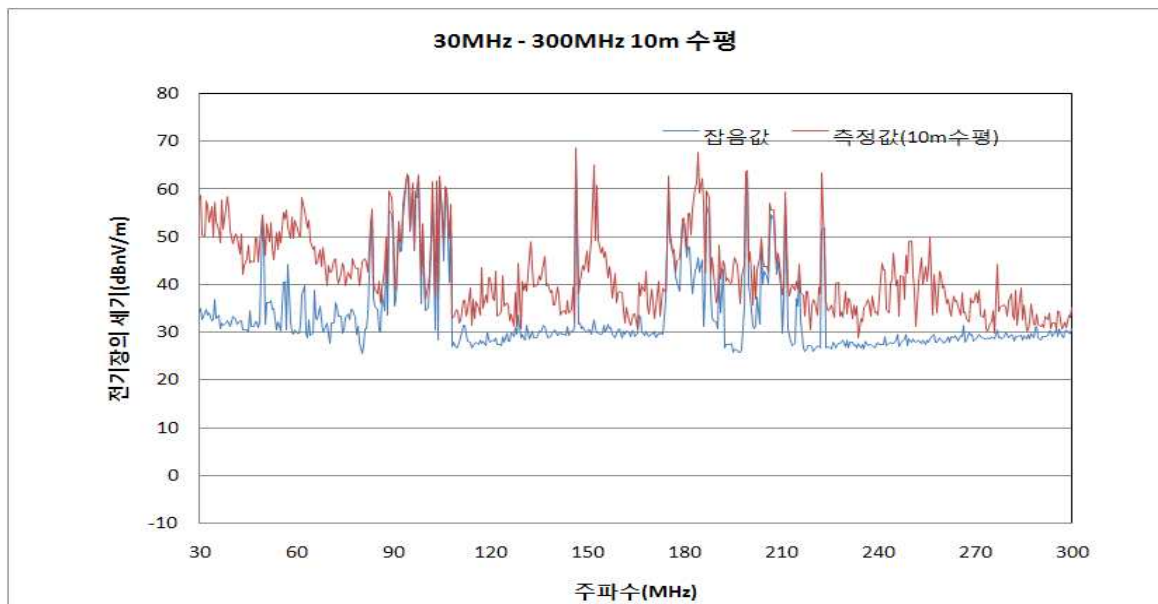


그림 30. 저속운행 도심 열차 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수평)

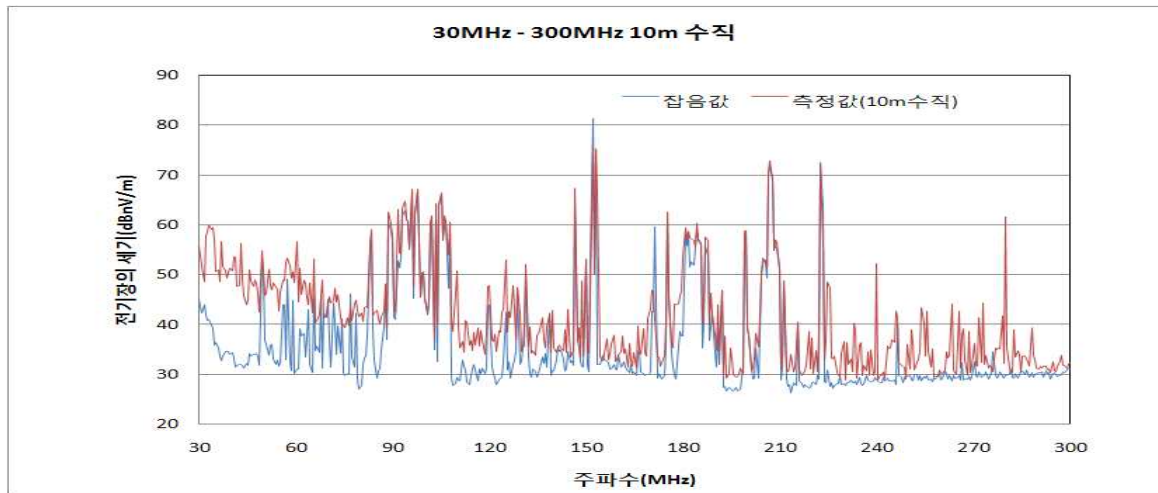


그림 31. 저속운행 도심 열차 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수직)

라. 300MHz ~ 1GHz

본 주파수 대역에서 측정결과는 그림 31, 그림 32와 같다. 측정결과는 기술기준 및 국제표준에서 규정하고 있는 전기철도 EMI 기준을 만족하고 있다. 전기장의 세기가 명확히 측정되는 부분은 360MHz 부근으로써 임펄스성 신호가 아닌 연속된 신호가 측정되어 전동차의 모터에 의해 발생하는 것으로 판단된다. 나머지 대역에서 전기철도 전자파가 크게 측정되지 않은 이유는 측정당시 많은 비가 내려 급전선과 열차의 급전장치의 접촉에 의해 발생하는 아킹이 적게 발생함에 따른 것으로 판단된다.

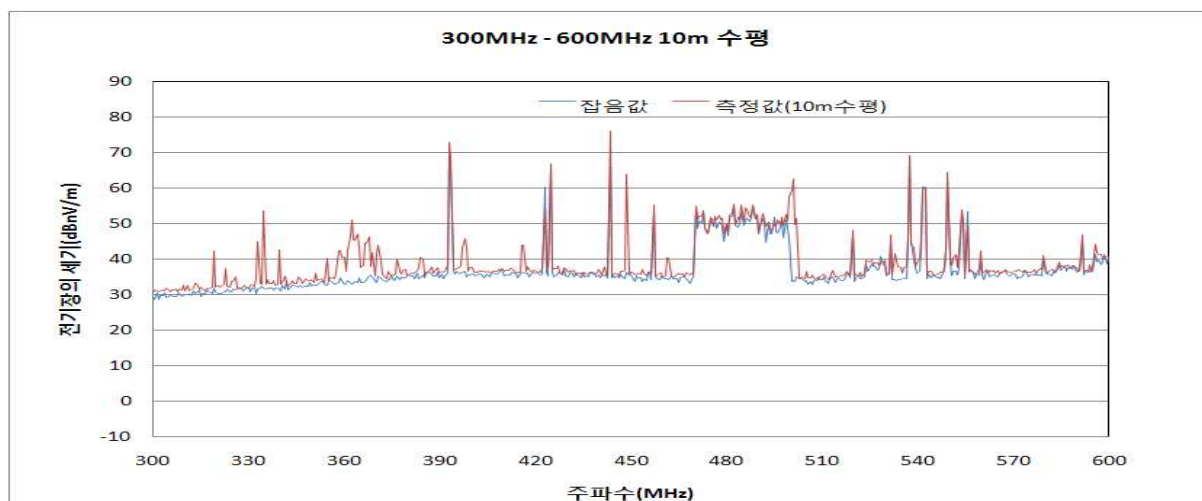


그림 32. 저속운행 도심 철도 300MHz ~ 600MHz 전기장의 세기(수평)

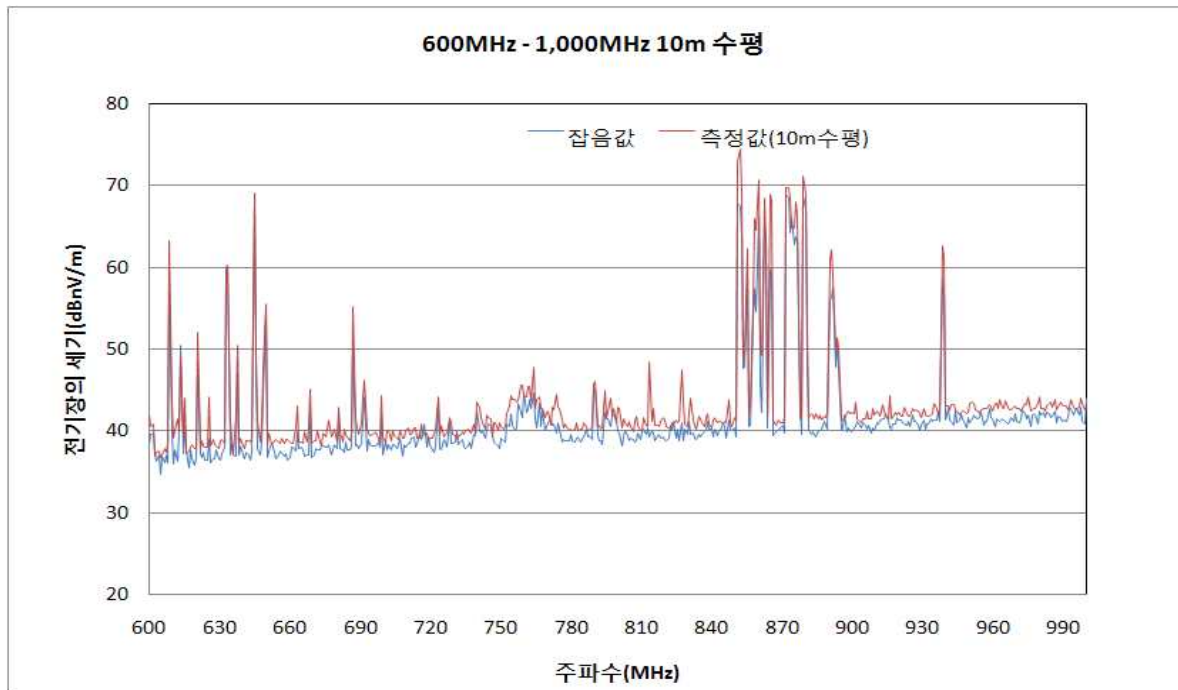


그림 33. 저속운행 도심 철도 600MHz ~ 1GHz 전기장의 세기(수평)

3. KTX 고속운행 전자파 영향

KTX에서 발생하는 전자파의 영향을 분석하기 위하여 저속운행 중인 전기철도에 대한 EMI 영향을 조사 분석하여 기술기준 및 시험방법 개정에 활용하기 위하여 실시하였다. 측정은 '10.9월에 오송역과 화성 선로보수창 부근에서 실시하였으며, 대상 시설은 KTX, 산천 고속전철을 대상으로 실제 운행 환경에서 전자파를 측정하였다.

KTX 등 전기철도의 전체시스템에서의 전자파 방사를 분석하기 위하여 주파수 대역별로 구분하여 자기장의 세기 또는 전기장의 세기, 안테나 방향에 따른 전자파의 변화에 따른 전자파의 변화를 측정·분석하고 전자파 발생 원인에 대해 검토·분석하였다.

측정을 위하여 계측기의 분해능대역폭(RBW)은 9kHz ~ 150kHz는 300Hz(기준은 200Hz로 되어 있음), 150kHz ~ 30MHz는 10kHz(기준은 9kHz), 30MHz ~ 1GHz는 100kHz(기준은 120kHz)로 설정하였다. 전자파 측정은 FFT 검파모드로 설정하였고 30MHz 이하는 루프안테나를 이용하여 자기장의 세기를 측정하였으며, 30MHz 이상은 로그피리어드 안테나를 이용하여 전기장의 세기를 측정하였다.

가. 9kHz ~ 150kHz

본 대역에서 자기장의 세기는 오송역 부근에서는 고속운행중에 17kHz에서 최고 71.52dB μ A/m 정도 측정되었으며, 17kHz 부근, 125kHz ~ 145kHz 부근에서 기준값을 초과할 가능성이 있음을 보여 준다. 화성 부근에서는 고속운행중에 11.4kHz에서 최고 87.34dB μ A/m 정도 측정되었으며, 대부분의 대역에서 기준값을 초과할 가능성이 있음을 보여 주고 있다. 측정결과는 그림 33, 그림 34와 같다.

열차가 안테나 앞에 있지 않은 상태에서도 값이 측정되었으며 이는 보이는 않지만 한 변전구간에 전동차가 연결되어 부하를 소비하고 변전소로 되돌아가는 신호가 방사되어 측정된 것으로 사료된다. 안테나 수평으로 측정할 경우 전동차가 바로 앞에 있을 때보다 조금 앞에 있거나 이미 지나간 뒤에 가장 큰 신호가 측정되었다. 화성 부근 측정값이 오송역 부근 측정값 크게 측정되는 이유는 화성 부근이 오르막이어서 오송역 부근 보다 부하를 크게 소비하게 되므로 전자파가 많이 발생하였다고 볼 수 있다. 또한 오송역 측정시는 많은 날씨를 유지하였지만, 화성부근 측정시는 비가 내리는 날씨였으므로 자기장이 비에 의해 영향을 받아 많이 방사되었다고 생각된다. 안테나의 편파에 따라서 수평방향이 수직방향보다 10dB ~ 20dB 정도 큰 자기장이 측정되었다.

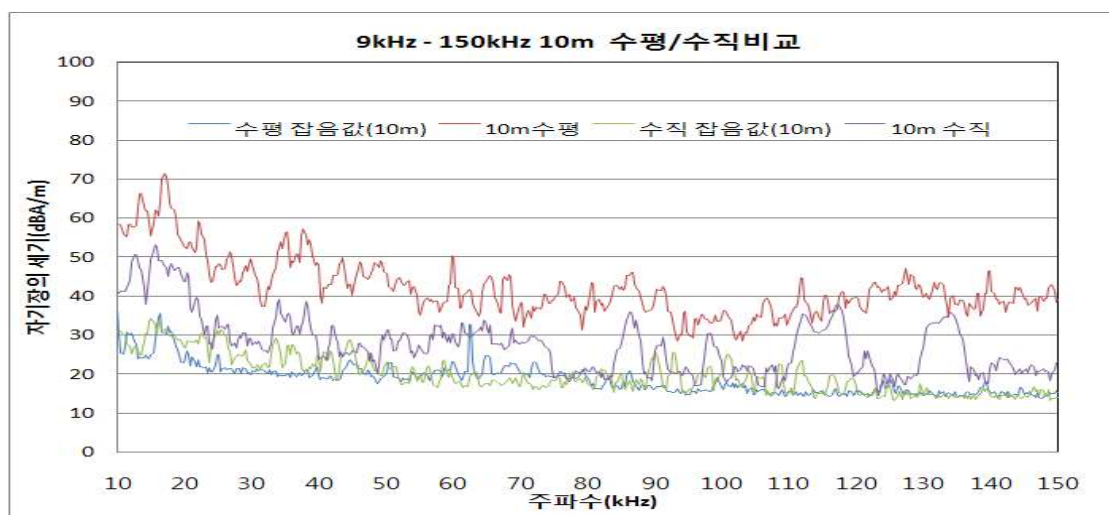


그림 34. 9kHz ~150kHz 자기장도 측정결과(오송역부근)

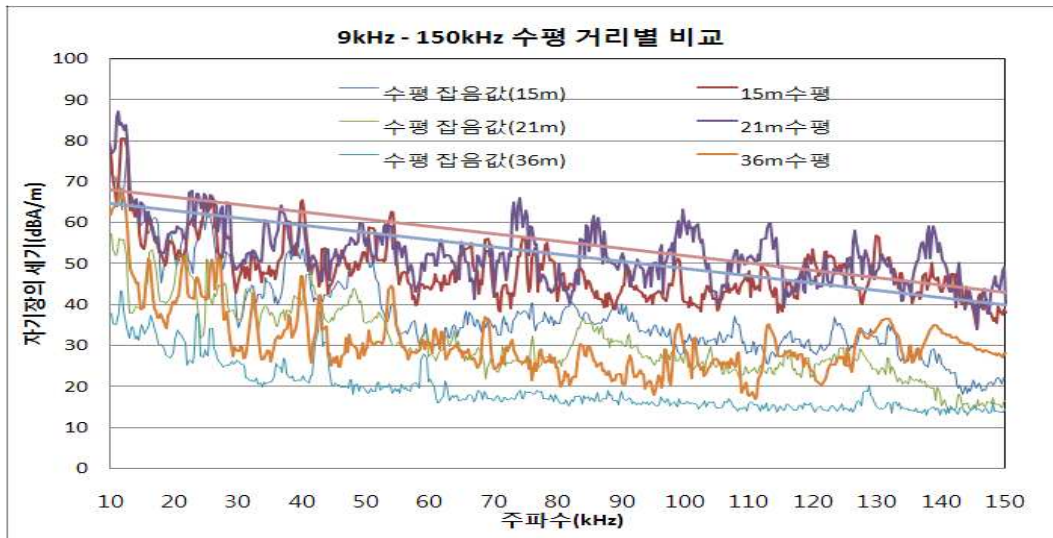


그림 35. 9kHz ~150kHz 자기장도 측정결과(화성부근)

화성 부근 측정에서 10m정도(15m, 21m)의 경우보다 30m(36m)의 값이 20dB 정도 작게 측정되었다. 21m(상행) 측정값이 15m(하행) 측정값보다 높 이 측정되는 이유는 상행방향으로 오르막이 있어 하행보다 부하를 더 크게 사용하기 때문에 전자파가 많이 방출된 것으로 생각되며, 잡음값이 전기철도 레일에서 멀어지면 작아지는 것은 잡음도 전기철도 시스템에서 발생하는 값이라고 생각할 수 있다.

나. 150kHz ~ 30MHz

고속운행중에 150kHz 부근에서 최고 59.3dB μ A/m 정도 측정되었으며, 기준값을 만족하고 있다. 측정결과는 그림 35, 그림 36과 같다.

kHz 대역을 제외하고는 대부분 배경잡음 이하의 전자파가 측정되었음으 며 기준값과는 큰 편차두고 만족하였다. 150kHz ~ 15MHz 이하대역에서는 전기철도에서 발생하는 EMI 신호가 크게 존재하지 않았다. 15MHz ~ 30MHz 대역에서는 자기장의 세기가 잡음값 이상으로 측정되지 않았다. 측 정결과를 분석해 보면 1MHz 또는 3MHz ~ 30MHz 대역에서는 전기철도 에서 발생하는 전자파 신호가 상대적으로 작은 값이 발생하는 것으로 사료 된다. 또한 전기철도 내부의 전자파 신호가 고주파수로 올라 갈수록 상대적 으로 긴 선로를 타고 방사되기 어려워 측정되지 않을 수도 있다.

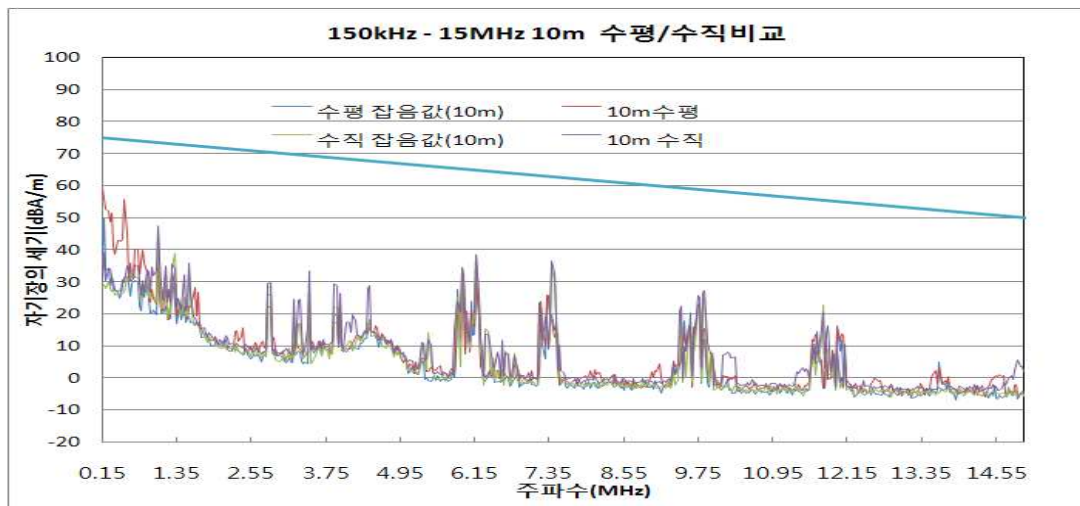


그림 36. KTX 150kHz ~ 15MHz 자기장의 세기

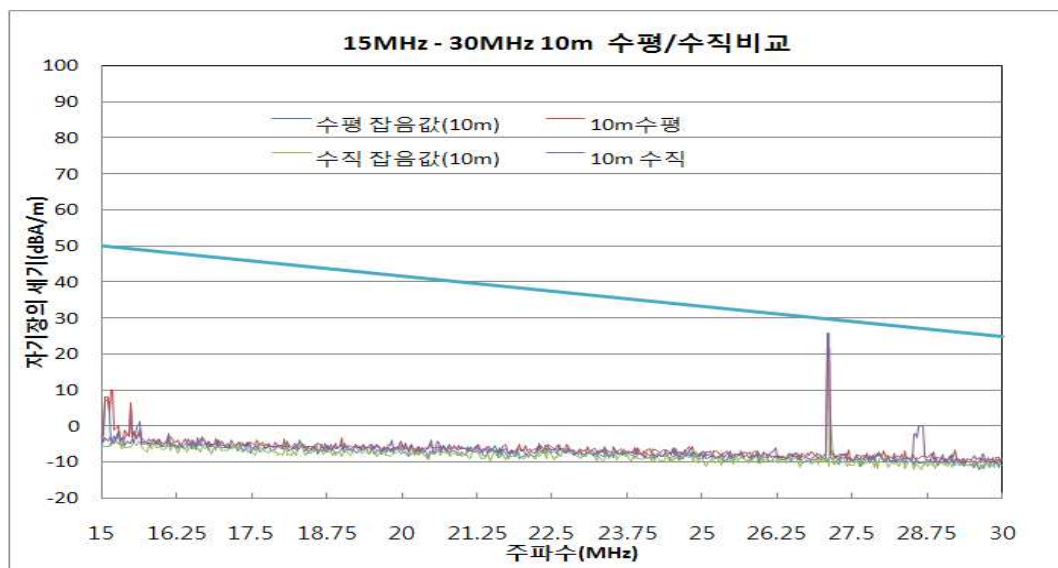


그림 37. KTX 15MHz ~ 30MHz 자기장의 세기

다. 30MHz ~ 300MHz

오송역 부근에서는 300MHz 대역까지 $50\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ ~ $70\text{dBd}\mu\text{V}/\text{m}$ 정도의 전기장의 세기가 측정되며, 최고값은 31.08MHz에서 $89.5\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 이었으며 그림 37, 그림 38과 같다.

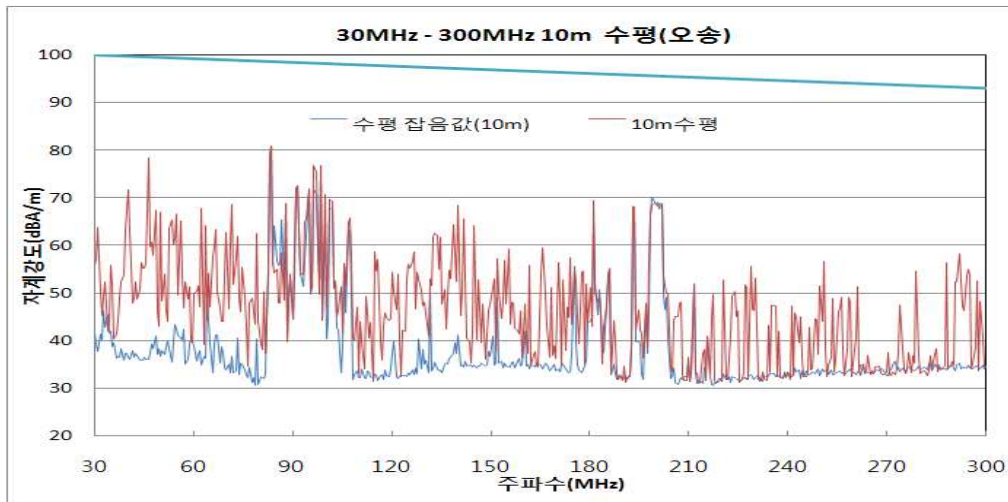


그림 38. KTX 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수평)

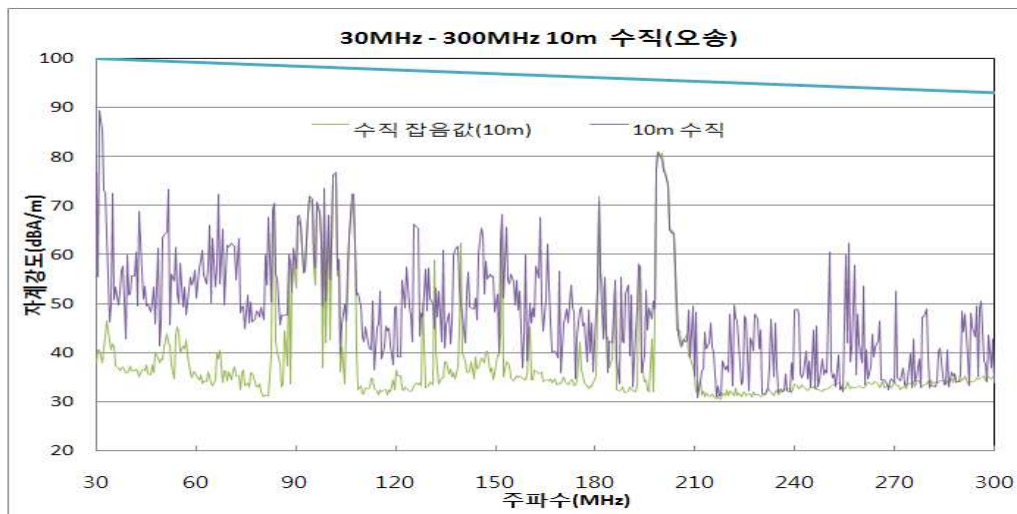


그림 39. KTX 30MHz ~ 300MHz 전기장의 세기(수직)

전동차가 수신안테나의 정면을 지날 때 전기장의 세기가 측정되며, 전동차 진입 전후에는 큰 변화가 없었다. 측정된 전기철도 전자파는 대부분의 대역에서 특정한 주파수에 한정되지 않고 임펄스성으로 발생하고 있다. 수신안테나 방향에 따른 변화는 수직 또는 수평에 방향에 따라 주파수별로 다르므로 정확한 측정을 위해서는 안테나 방향을 수직/수평 방향 모두에서 측정하여야 한다.

전기철도로부터 수신안테나를 10m에서 30m 변화시키면 전계강도는 10dB ~ 15dB 정도 감소하였다. 거리별 변화는 그림 39와 같다.

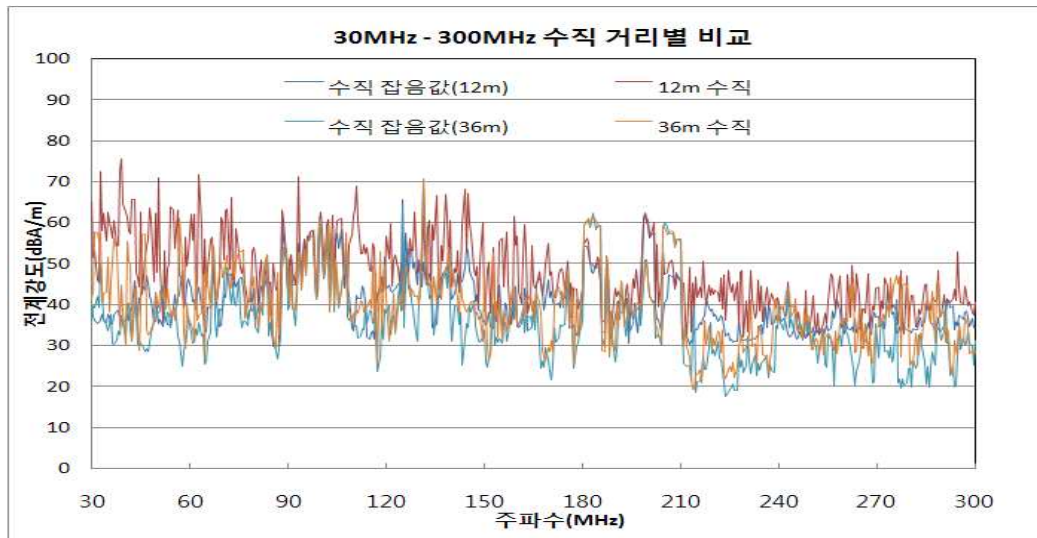


그림 40 KTX 30MHz ~ 300MHz 거리별 전기장의 세기 변화
라. 300MHz ~ 1GHz

본 대역에서 전기장의 세기는 $40\text{dB}\mu\text{V/m} \sim 60\text{dB}\mu\text{V/m}$ 정도로 급전선과 급전장치간의 불연속 접속에 따른 아킹에 의해 임펄스 성으로 전자파가 방출되는 것으로 판단되며 그림 40, 41과 같다.

도심 전철과 같이 KTX에서도 360MHz 부근에서 일정한 값이 측정되는데 이는 전기철도 원동기에 의한 전자파 잡음으로 판단된다.

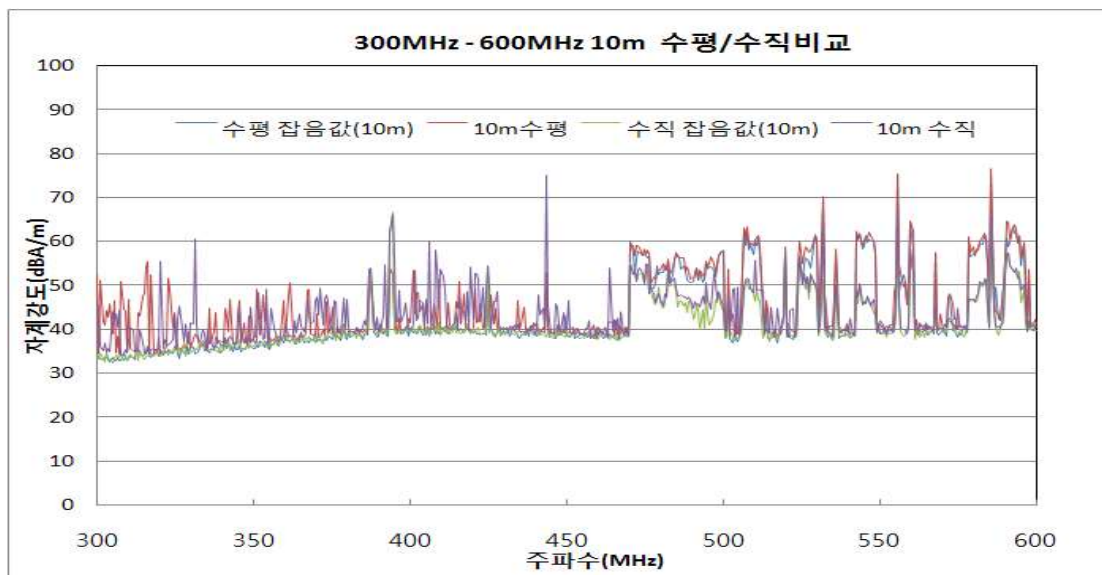


그림 41 KTX 고속운행 300MHz ~ 600MHz 전기장의 세기

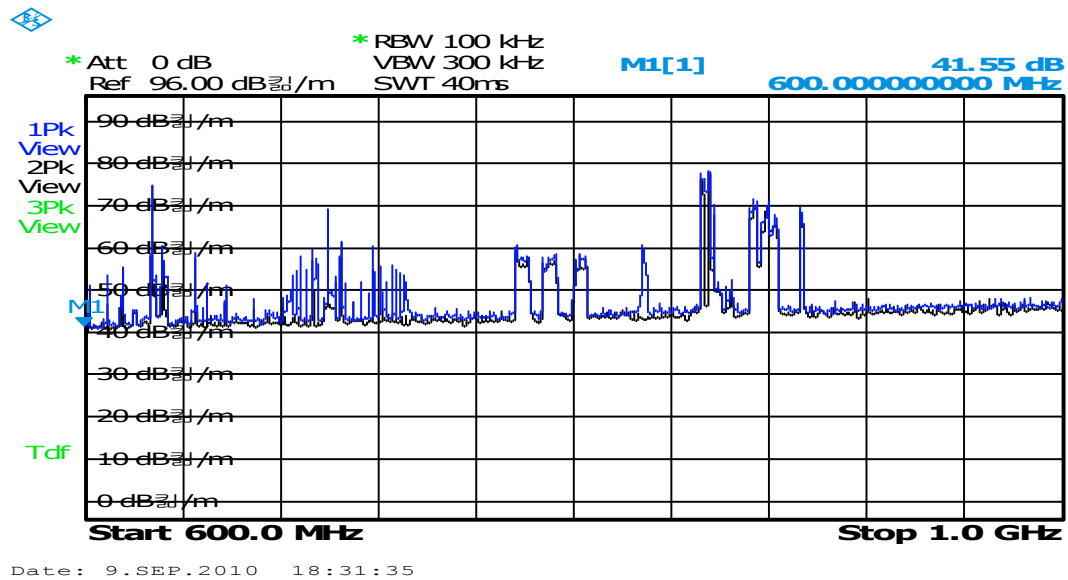


그림 42 KTX 고속운행 600MHz ~ 1GHz 전기장의 세기

제4절 전기철도 기술기준 및 시험방법 개정(안) 마련

1. 추진경위

본 연구에서는 전기철도에서 발생하는 전자파가 방송 및 무선통신 서비스에 영향을 줄 수 있다는 우려가 제기 되어 검증·측정을 통해 해결방안을 모색하고 관련 기술기준 및 시험방법 개정을 추진하게 되었다.

2010년 3월 EMC 기준전문위원회 산하에 전기철도 EMC 연구반을 구성하였다. 연구반은 정부, 철도시설 설치 및 운전자, 방송국, 산업체, 학계, 연구기관 등 관련 전문가 및 이해당사자로 구성하였다.

2010년 3월부터는 전기철도 관련 국내외 현황 및 국제표준화 동향 분석을 실시하였다. 특히 IEC 62236 국제표준과 유럽 전기철도 표준인 EN 50126를 조사하였으며 우리나라 기술기준 및 시험방법과 차이점을 분석하였다.

2010년 4월부터 6월까지의 전기철도에서 발생하는 전자파에 의한 방송서비스 영향을 분석하였다. 그리고 방송 서비스에 간섭을 주는 요인을 찾아 그 해결책을 제시하였다.

2010년 6월에는 국제표준 및 유럽표준을 참조하여 전기철도 기술기준 및 시험방법 개정 초안을 마련하여 연구반에 제출하였다. 연구반에서는 제출된

초안에 대한 각 기관의 의견을 조율하고 개선방안을 협의하였다.

2010년 6월부터 9월까지는 우리나라 전기철도에서 발생하는 전자파에 대한 측정·분석을 실시하였다. 교류를 이용하는 도심 전기철도와 KTX를 대상으로 하였으며 고속운행 및 저속운행 중에 발생하는 전자파를 측정하였다. 본 측정결과를 분석하여 기술기준 및 시험방법 초안의 적정성을 검증하였다.

2010년 10월 전기철도 EMC 연구반회의에서는 국내·외 전기철도 관련 기준 및 표준 분석, 국내 전기철도 측정·분석 결과를 토대로 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)에 대한 합의를 도출하였다.

전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)에 대한 주요기관 의견은 다음과 같았다.

○ 철도시설 설치자 및 운전자

- 전기철도 기술기준은 국제표준에 부합하게 개정토록 요청하고, 시험방법은 우리나라 현실을 감안하여 줄 것을 요청

○ 철도차량 제조자

- 국제표준에 부합하게 기술기준 및 시험방법을 개정하여 줄 것을 요청하고, 2010년도에 CISPR에서 채택된 FFT 검파모드 측정방법을 전기철도 기술기준 시험방법에 반영하여 줄 것을 요청함
- 고속 및 저속 전기철도 측정은 순간적인 열차운행 중에 시행되어야 하므로 빠른 측정을 위해 FFT 검파모드 측정방법이 필요

○ 방송사업자

- 국제표준을 수용하여 전기철도 기술기준 및 시험방법을 개정하는 것에 대해서는 이견이 없으며, 지상파 방송에 간섭을 일으키는 부분에 대해서는 별도 논의가 필요함

○ 연구기관

- 국제표준을 수용하여 전기철도 기술기준 및 시험방법을 개정하는 것에 대해서는 이견이 없음
- 다만, 전기철도에서 발생하는 전자파가 무선서비스에 미치는 영향을 최소화 하기 위하여 전기철도 EMC 기술개발이 필요함 특히 150kHz이하의 EMC 대책을 위한 연구개발은 시급히 추진되어야 할 사안임

2010년 10월부터 11월 1일까지는 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)에 대한 의견수렴 및 전자공청회를 실시하였다. 의견수렴 결과 큰 이견은 없었으며 전기철도 성능평가기관에서 본 기술기준 및 시험방법을 성능평가기준으로 활용할 수 있도록 협의되었다

2010년 11월 12일 EMC 기준전문위원회를 개최하여 개정(안)을 심의하였으며 심의결과 국제표준을 수용하여 우리나라 실정에 맞도록 이해당사자 협의를 통해 마련된 개정(안)임을 감안하여 원안대로 의결하였다.

2. 기술기준 및 시험방법 주요 내용

전자파 장해방지 기준 제11조 및 시험방법 제4조제8항에서 규정하고 있는 전기철도 EMC 기준 명칭 중 “고속철도기기류”를 “전기철도기기류”로 변경하고 조문 및 별표 명칭도 “고속철도”를 “전기철도”로 변경하였다. 전기철도 기기류로의 변경 사유는 현재의 기술기준 및 시험방법 적용이 KTX, 산천과 같은 고속철도에 한정되지 않고 모든 철도기기류에 적용되고 있으며, 철도안전법 및 도시철도법에 따라 성능검사를 받아야 하는 철도차량은 모든 철도차량에 해당되고, 국제표준 및 유럽표준에서도 모든 철도기기에 철도 EMC 표준이 적용되므로 관련 명칭을 현행화 하였다. 전기철도기기류로의 명칭 변경에 대해서 전기철도 EMC 연구반에 참여한 철도관련 기관 및 산업체, 방송사, 연구기관, 학계 등은 이견이 없었다.

전기철도 전체시스템 기준 및 시험방법 개정

개활지에서 철도노선으로부터의 방사기준은 현행대로 유지하고 측정조건에 대해 명확히 규정하였다. 측정기의 조건 중 검파모드를 침투치로 정의하였고, 주파수 대역별 분해능대역폭을 명확히 정의하였다. 또한 전기철도 측정·분석 결과와 국제표준, 유럽표준을 참조하여 9kHz ~ 150kHz에 대한 예외기준을 신설하였다. 전기철도 EMC 측정·분석결과 본 대역에서는 운행의 부하, 날씨 등에 따라 규정하고 있는 기술기준을 초과할 우려가 있었다. 이에 따라 국제표준 및 유럽표준에서는 동 대역을 이용하는 무선통신 서비스를 많지 않다는 점을 고려하여 무선통신 서비스에 영향을 주지 않는다면 주어진 허용

기준치 초과를 허용할 수 있도록 규정하였다. 전기철도 EMC 기술기준 연구 반에서는 9kHz ~ 150kHz 예외규정에 대해 검토하여 현재의 전기철도 기술 수준, 국제표준 기준, 외국의 기준 등을 종합 검토한 결과 국제표준을 수용하기로 결정하였다. 이에 따라 다음과 같은 세세목을 신설하였다.

- (5) 9kHz ~ 150kHz 범위에서 이용 중인 무선 서비스에 영향을 주지 않는 경우에는 주어진 허용기준치를 초과하는 것을 허용할 수 있다.

우리나라 기준은 2000년에 제정한 유럽표준을 참조하여 2004년에 제정하였지만 2006년에 유럽표준 관련 기준의 개정이 이루어 졌으며, 2003년에 IEC 국제표준이 제정되어 차이가 존재한다. 우리나라 기준은 교류 25kV의 교류전철 시설 기준을 준용하고 있으나 현재 국제표준 및 유럽표준은 변전소에 대한 자체 기준을 마련하고 우리나라 기준보다는 엄격히 규정하고 있다. 이에 따라 국제표준을 참조하여 변전소로부터의 방사기준을 그림 42와 같이 개정(안)을 마련하였다

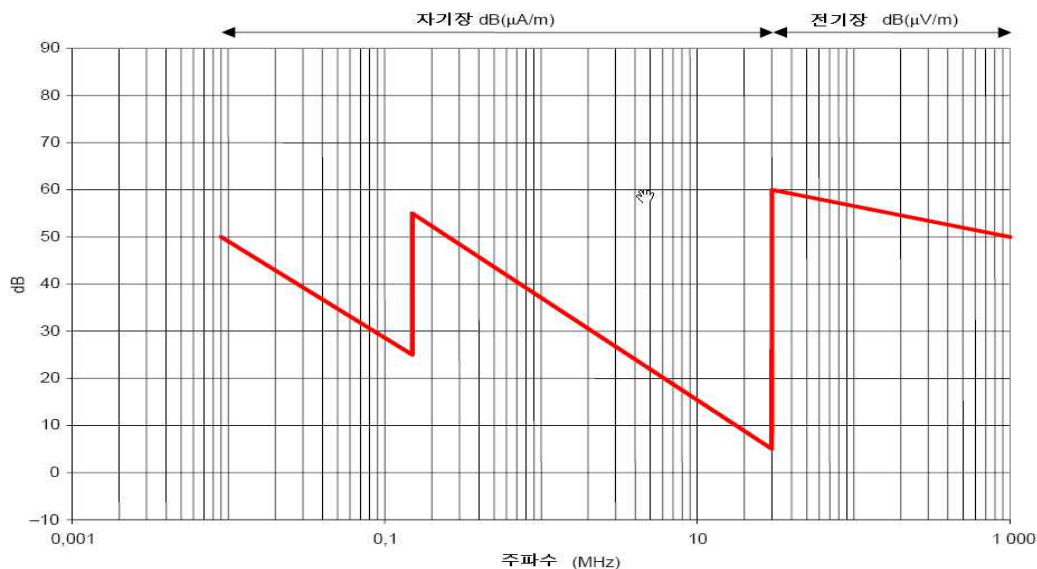


그림 43. 전기철도 변전소 기준 개정

변전소로부터 전자파 측정거리는 국제표준을 수용하여 현재 울타리로부터 “3m”를 “10m”로 개정하였다. 개정 이유는 변전소 울타리 존재 여부에 따라 3m(울타리가 존재하는 경우), 10m(울타리가 없는 경우)로 규정되어 있어 울

타리가 존재하면 실질적으로 측정거리가 짧아져 실질적인 기준이 강화되는 현상을 방지하기 위함이다. 이에 따라 측정거리는 변전소와 변전소 윗타라로부터 10m로 통일하였다.

9kHz ~ 150kHz 대역에 대한 변전소로부터의 방사 예외 기준은 국제표준을 수용하여 신설하였다. 개정이유는 개활지에 대한 철도노선의 예외기준 신설 사유와 같다.

이동하는 열차에 대한 측정방법에서는 CISPR 16-1-1에서 규정하고 있는 FFT 수신모드 측정을 허용하였다. 철도는 빠르게 움직이므로 주파수별 전자파 측정은 위해서는 짧은 시간에 이루어 져야 한다. 이에 따라 전자파 장애방지 시험방법에서는 스캔 시간을 50ms로 권장하고 있다. 스펙트럼분석기 및 EMI 수신기 등 계측기에서는 주파수별로 분해능대역폭을 설정하고 50ms 정도의 짧은 스캔 시간을 설정하기 위해서는 한번에 측정할 수 있는 대역폭을 줄여야 한다. 이에 따라 9kHz부터 1GHz까지 전 주파수 대역을 측정하기 위해서는 한번에 측정하는 대역폭을 세분화 하여 나누어야 한다. 또한 열차는 순식간에 측정지점을 지나가므로 전 주파수 대역 측정을 위해서는 세분화된 대역폭에 따라 반복 운영을 해야 하므로 많은 시간과 비용이 소요되는 문제점을 가지고 있었다. 이와 같이 순간적으로 발생하는 전자파 측정 시간을 줄이기 위해서 CISPR에서는 FFT 측정모드 표준화를 2010년 완료하였다. FFT 측정모드는 시간영역 측정결과를 역 FFT 변환하여 주파수 영역에서 표시함으로써 스캔시간을 줄일 수 있다는 장점이 있다. FFT 측정모드는 순간적으로 발생하는 전자파를 측정하는데 장점이 있으므로 자동차, 전기철도 전자파 측정을 효과적이라는 CISPR의 설명이 있었다. 이에 따라 전자파 장애방지 시험방법 개정에 전기철도 시험방법에 FFT 측정모드를 추가하여 측정 시간 및 비용을 줄일 수 있도록 하였다.

측정 안테나 방향은 시험방법에 있는 내용(30MHz 미만은 수평방향, 30MHz 이상은 수직방향)을 개정하였으며 기술기준에서도 관련 규정을 포함토록 신설하였다. 9kHz ~ 30MHz 대역에서는 자기장을 측정하기 위하여 철도궤도 방향으로 수평으로 하여 측정토록 하였으며, 30MHz ~ 1GHz는 전기장을 측정하기 위하여 철도궤도 방향으로 수직, 수평으로 향하도록 하였다. 우리나라 전기철도 EMI 측정결과 30MHz 이하에서는 수평방향이 수직방향보다 많은 전자파가 측정되었으며, 국제표준 및 유럽표준에서도 수평방향 측

정을 규정하고 있어 현행 측정방법을 유지토록 하였다. 그러나 30MHz 이상 대역에서는 수직 방향보다 수평 방향에서 많은 전자파가 측정되는 결과가 발생하였으며 유럽표준에서도 수직, 수평 방향 모두에 대해서 측정토록 관련 규정을 개정함에 따라 우리나라 측정방법도 개정하게 되었다.

기타 9kHz ~ 150kHz 대역에서 거리에 따른 측정값 보상방법, 편집 오류, 세부적인 측정방법 등은 2008년 개정된 IEC 국제표준을 수용하여 기술기준 및 시험방법을 개정하였으며, 전기철도 시험방법에서 인용되고 있는 국내 시험방법 관련 조항 및 별표 등을 현행화 하였다.

열차 및 완성 차량 정지상태 장애방지 기준 및 시험방법

정지상태 기준을 국제표준 및 유럽표준을 수용하여 그림 43과 같이 개정하였다.

허용기준(준침두치)

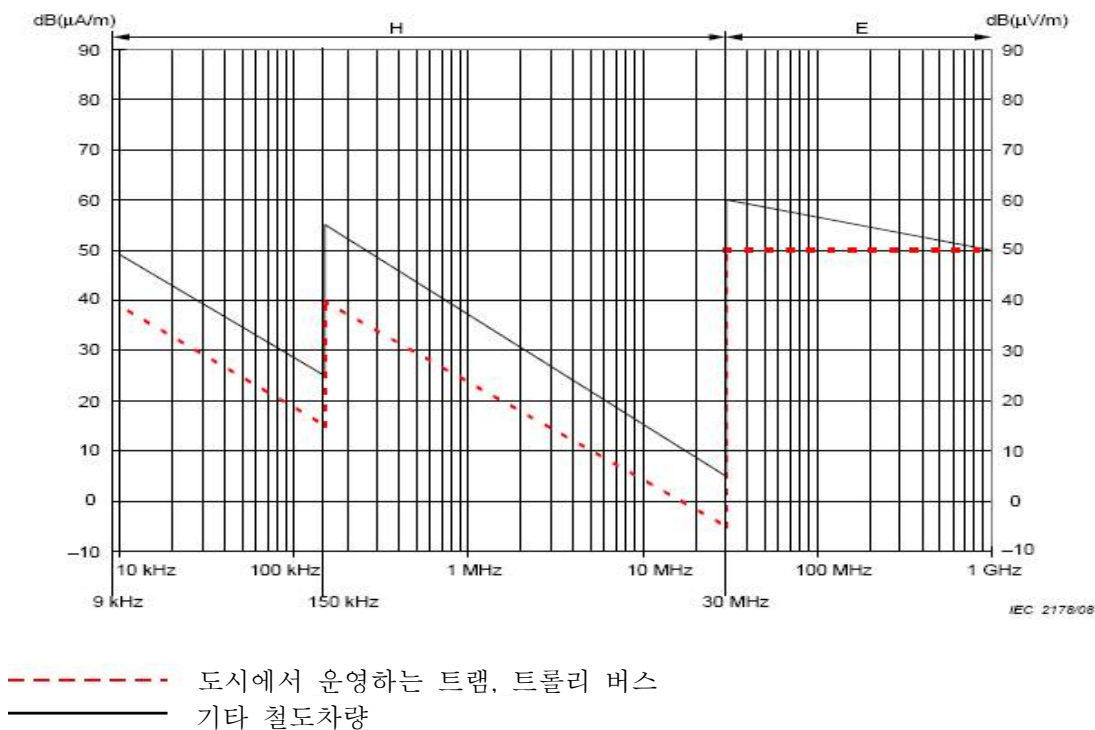


그림 44. 정지상태 허용기준

전기철도 정지상태 기준은 현행 기준보다는 엄격하게 정하게 되었다. 전기철도 정지상태 기준은 2000년 유럽의 표준을 참조하여 제정하였으나 2006년 유럽표준이 전면 개정되어 우리나라 기준의 개정이 필요한 실정이었

다. 열차의 정지상태는 고정되어 이용되는 제품으로 이해할 수 있다. 30MHz ~ 1GHz 대역 정보기기 기준은 40dB μ V/m ~ 47dB μ V/m(A급)으로 규정되어 있으며 다른 기기들도 50dB μ V/m 정도의 전기장의 세기를 규정하고 있다. 이에 따라 유럽 및 국제표준에서도 도심 열차 및 KTX에 대한 열차 및 완성차량의 정지상태 기준을 50dB μ V/m로 제·개정한 것으로 사료되며 이를 수용하여 우리나라 기준도 개정하게 되었다. 시내에서 운행하는 트램 및 트롤리버스 기준은 일반 열차보다는 조금 완화하여 규정하였으며 9kHz ~ 30MHz 이하대역에 대한 기준은 국제표준을 수용하게 개정하였다.

측정모드를 “침두치”에서 “준침두치”로 개정하였다. 정지상태에 있는 열차는 침두치, 준침두치 모두의 측정이 가능하다. CISPR에서는 측정의 정확도와 재연성을 확보하기 위해 대부분 제품규격에서 준침두치 측정방법을 권장하고 있으며 전기철도 국제표준에서도 준침두치 방법을 규정하고 있다.

9kHz ~ 150kHz 대역에 대한 정지상태의 방사 예외 기준은 국제표준을 수용하여 신설하였다. 개정이유는 개활지에 대한 철도노선의 예외기준 신설 사유와 같다. 기타 주파수 대역별 측정 안테나 방향, 세부적인 측정방법 등도 국제표준을 참조하여 개정하였다.

열차 및 완성 차량 저속이동상태 장애방지 기준 및 시험방법

전자파 장애방지 기준 별표 10 제2호 나목 및 전자파 장애방지 시험방법 별표 7 제2장 4.3.3.2에 저속이동상태 기준 및 시험방법을 그림 44와 같이 신설하였다. 저속 이동상태 기준은 2000년 유럽표준에는 없었던 기준이었으나 2006년 개정 당시 도입되었고 국제표준에서도 규정하고 있는 규정이다.

저속운행 상태의 기준을 신설함에 따라 시험방법에 측정조건을 명확히 하였다. 저속 시험을 위한 열차의 권장속도는 도시 철도차량의 경우에는 (20 \pm 5) km/h이고 간선 차량의 경우에는 (50 \pm 10) km/h 이다. 여기서 간선 차량은 무궁화호, KTX 등이 해당한다. 열차는 안테나를 통과할 때 주어진 속도 범위 내에서 최대 견인력의 약 1/3로 가속하거나 감속해야 한다.

9kHz ~ 150kHz 대역에 대한 저속이동상태 방사 예외 기준은 국제표준을 수용하여 신설하였다. 개정이유는 개활지에 대한 철도노선의 예외기준 신설 사유와 같다. 또한 측정시간의 단축과 비용의 절감을 위하여 CISPR 16-1-1에서 규정하고 있는 FFT 측정모드로 측정할 수 있도록 하였다.

허용기준(첨두치)

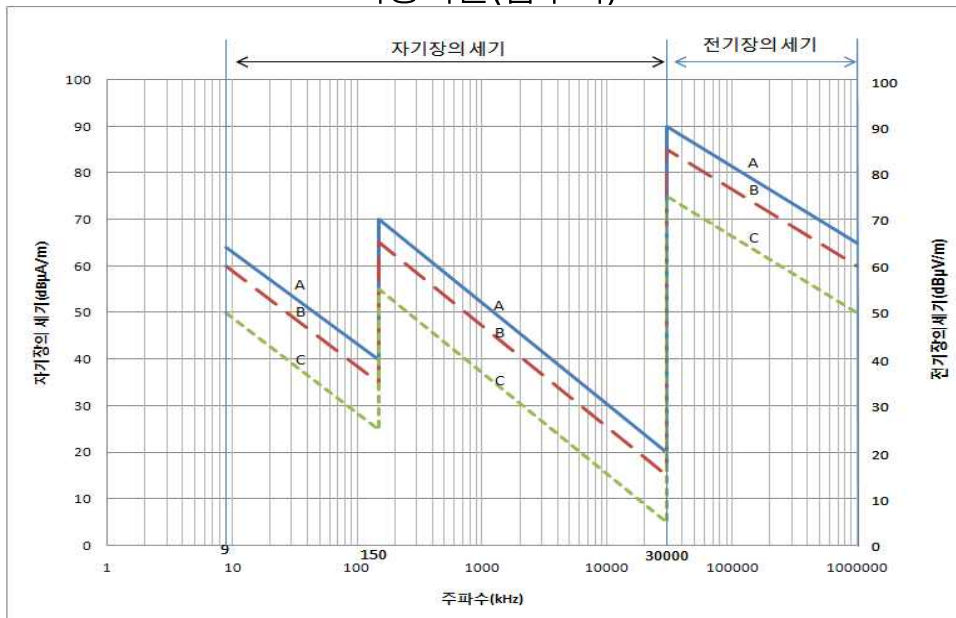


그림 45. 열차 및 완성차량 저속운행상태 방사기준

전자파 장애방지 시험방법 제2장 4.2 및 부록 A에 규정된 전기통신 선로상의 장애에 대한 규정은 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정 제9조(전력유도의 방지)에서 규정하는 바에 따르도록 개정하였다. 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정에서는 전기통신 선로설비가 전력유도로 인한 피해가 없도록 건설·보전 토록하고 있으며, 이상시 유도위험전압, 상시유도 위험 종전압, 기기 오동작 유도종전압, 잡음전압으로 구분하여 규정하고 있다. 또한 전력유도전압의 구체적 산출방법에 대한 세부기술기준은 방송통신위원회(전파연구소)가 정하여 고시토록 하고 있다. 이에 따라 전기철도 EMC 시험방법에서는 전기통신 선로상의 장애에 관하여 따로 규정하지 않고 방송통신설비의 관련 규정에 적합하게 설치하도록 하였다. 기타 주파수 대역별 측정 안테나 방향, 세부적인 측정방법 등도 국제표준을 참조하여 개정하였다.

차량내 기기, 신호 및 전기통신기기, 고정 전원설비 및 기기

본 기준 및 시험방법은 국제표준을 참조하여 인용 표준 및 기준을 현실화 하였으며 일부 편집적 오류 등을 수정하였으며 기준 및 시험방법의 근본적인 변화는 없었다.

제3장 무선기기 EMC 기준 및 시험방법 연구

제1절 연구 배경

무선기기는 지정된 전파를 의도적으로 발사하고 있으므로 전파법령에 의한 무선설비 기술기준 차원에서 출력, 스프리어스, 주파수 대역 등을 규정하고 있다. 이에 따라 무선설비 기술기준에 관한 사항은 무선기기 전자파적합성을 적용하지 않았다. 그러나, 무선기기가 전파를 발사하고 있지 않은 상태에서는 그 자체가 컴퓨터, 방송수신기와 같은 일반적인 방송통신기기의 역할을 수행하게 되므로 주파수 간섭 및 전자파로부터 보호를 위하여 전자파적합성 기준이 필요한 실정이다.

방송통신위원회에서는 무선기기의 비의도적 전자파로부터 기기간의 오동작 방지와 전파간섭을 최소화하는 무선기기 EMC 기술기준을 2007년 전자파장해방지기준 제12조의2(무선설비의 기기류 장해방지기준)과 전자파보호기준 제13조의2(무선설비의 기기류 내성기준)에 무선기기류를 신설하여 개정하였다. 또한, 방송통신위원회 전파연구소에서는 우리 생활에서 광범위하게 사용하고 있는 휴대폰, 블루투스, 무선랜 등에 대한 시험방법을 2007년에 마련하였다. 2008년에는 디지털 코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국, 특정소출력 무선기기 등에 대한 5건의 시험방법을 마련하여 전자파 장해방지 시험방법 및 전자파 보호시험방법을 개정하였다. 2009년 연구에서는 아직까지 마련되어 있지 않은 형식검정 및 형식등록 대상기기에 대한 EMC 시험방법을 마련하고 관련 기술기준 개정(안)을 방송통신위원회에 건의하였으며, 관련 시험방법을 개정하여 공고 완료하였다.

2007년부터 2009년에 마련된 국내 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법은 유럽의 표준을 참조하여 마련하였다. 현재 규정된 무선기기 EMC 기준은 EMI의 경우 1GHz 이하대역 까지 규정하고, EMS 대역은 2GHz 이하대역 까지 기준을 정하고 있다. 그러나 유럽의 경우 기가헤르쯔대역 방송 및 무선통신 서비스를 보호하기 위하여 6GHz 이하 대역까지 EMI 기준을 신설하는 등 관련 표준을 개정하여 2008년 시행하고 있다. 이에 따라 국내 기가헤르쯔대역에 대한 방송 및 무선통신 서비스를 보호하고 국내 규제 현실에 맞도록 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법을 개정할 필요성이 발생하였다.

제2절 국내·외 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법

1. 국내

가. EMC 기술기준 체계

현재 우리나라 EMC 기술기준은 전파법령에 근거하고 있으며 방송통신위원회 고시로써 제·개정되고 있다. 전기를 이용하는 정보통신기기, 전기전자기기, 자동차, 의료기기 등의 활성화는 국민들의 편리한 삶을 영위토록 하였으나 이들 기기로부터 발생하는 불요 전자파는 한정된 주파수 자원에 영향을 주어 전파이용에 혼란을 발생시키는 원인으로써 작용하게 되었다.

우리나라는 전기를 이용하는 기기들의 전자파 역기능을 해소하기 위하여 EMC 기술기준을 1989년 12월 30일 전파법의 전신인 전파관리법에 전자파 관련 규정을 마련함으로써 처음 도입하게 되었다. 전파관리법(법률 제4193호, 1989.12.30.)에서는 제29조의4(전자파장해방지기준등)의 규정에 전자파장해를 일으키는 기기의 전자파장해방지기준 및 전자파장해로부터의 보호기준을 체신부령으로 정하도록 하였다. 이에 따라 전자파장해검정규칙(체신부령 제825호, 1990.9.3.) 제3조에서는 전자파장해방지기준을 정하였으며, 제4조에서는 전자파장해로부터 보호기준을 정하고 세부기준은 체신부장관이 정하도록 하였다.

전파법 및 전자파장해검정규칙에서 정하였던 관련 규정들은 현재는 전파법, 전파법시행령, 방송통신위원회 및 전파연구소 고시 및 공고로써 규정하고 있다. 전파법 제56조(전자파장해 방지기준 등)에서는 전자파장해기기의 전자파장해 방지기준 및 전자파로부터 영향을 받는 기기의 전자파로부터의 보호기준은 대통령령으로 정하도록 하고 있다. 전파법 시행령 제73조(전자파장해 방지기준 및 전자파보호기준)에서는 전자파장해기기의 전자파장해방지기준 및 전자파로부터 영향을 받는 기기의 전자파보호기준은 전자파장해기기로부터 방사되는 전자파가 다른 기기의 성능 등에 장애를 주지 아니할 것과 전자파장해가 존재하는 환경에서 기기·장치 또는 시스템이 성능의 저하 없이 작동할 수 있을 것으로 정하고 세부적인 기준은 방송통신위원회가 정하여 고시토록 하였다. 이에 따라 방송통신위원회에서는 전자파 장해방지

기준과 전자파보호 기준을 정하여 고시하였으며, 이에 대한 전자파적합성관련 시험방법은 전파연구소에서 전자파장해방지 시험방법과 전자파보호 시험방법으로 공고하였다.

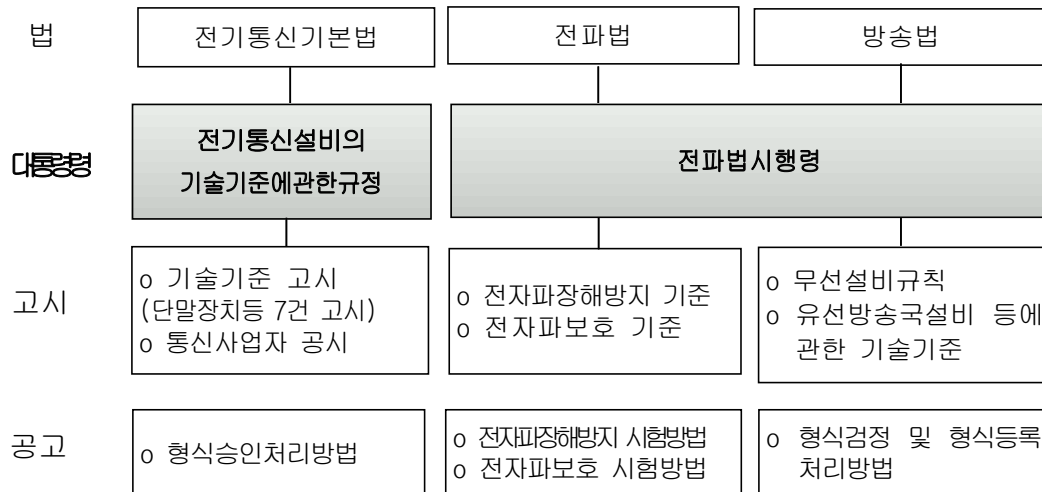


그림 46. 방송통신 기술기준 체계

나. 전자파 장해방지 기술기준 및 시험방법

전자파 장해방지 기준(방송통신위원회고시 제2009-27호, 2009.11.5)에서는 전자파장해기기의 전자파장해방지기준에 관하여 대상기기별로 장해방지기준을 규정하고 있다. 전자파장해방지 기준 제5조는 산업·과학·의료용 등 고주파 이용기기류의 장해방지기준, 제6조는 자동차 및 불꽃점화 엔진구동 기기류의 장해방지기준, 제7조는 방송수신기기류의 장해방지기준, 제8조는 가정용 전기기기 및 전동기기류의 장해방지기준, 제9조는 형광등 등 및 조명 기기류의 장해방지기준, 제10조는 정보기기류의 장해방지기준, 제11조는 고속철도 기기류, 제12조는 전력선통신기기류의 장해방지기준, 제12조의2에서는 무선설비 기기류의 장해방지기준을 정하고 있다.

무선설비의 기기류 장해방지기준에서는 장해방지 시험항목과 방사성 장해기준으로 나누어져 있다. 먼저 장해방지 시험항목은 방사성장해, 전도성장해, 고조파 전류장해, 전압변동 및 플리커, 통신포트 전도성 장해로 구분하고 있다. 무선설비의 기기류의 장해방지 시험항목은 표 7과 같다.

표 7. 무선설비의 기기류의 장해방지 시험 항목

시험항목	적용	시험 요구조건			KN301 489-1의 참고 절
		고정용 무선기기 및 보조기기 (예: 기지국 기기)	차량용 무선기기 및 보조기기 (예: 차량용 기기)	휴대용 무선기기 및 보조기기 (예: 휴대용 기기)	
방사성 장해	보조기기의 합체	단독형 기기에만 적용	단독형 기기에만 적용	단독형 기기에만 적용	8.2
전도성 장해	DC 전원 입/출력 포트	적용	적용	해당사항 없음	8.3
	AC 전원 입/출력 포트	적용	해당사항 없음	해당사항 없음	8.4
고조파 전류 장해	AC 입력 포트	미적용	해당사항 없음	해당사항 없음	8.5
전압 변동 및 플리커	AC 입력 포트	미적용	해당사항 없음	해당사항 없음	8.6
전도성 장해	통신 포트	적용	해당사항 없음	해당사항 없음	8.7

무선설비의 기기류의 장해방지 시험은 실질적으로 방사성 장해, 전원포트 전도성 장해, 통신포트 전도성 장해만을 실시토록 하고 있다. 고조파 전류 장해, 전압 변동 및 플리커에 대한 시험은 정보기기 등에서도 시험하고 있지 않아 적용하지 않고 있다. 현재의 방사성 장해의 시험은 유럽의 표준을 그대로 수용하여 보조기기의 합체에 한정하여 적용하고 있다. 유럽에서 방사성 장해 시험을 본체에 적용하지 않는 이유는 전파관련 시험시 송신, 수신, 대기 상태에서 방사성 장해에 대한 확인을 하기 때문인 것으로 사료된다. 우리나라의 경우 전파관련 시험인 형식등록 및 형식검정 확인 과정에서는 송신, 수신, 대기 상태에서 방사성 장해 시험을 하는 경우는 많지 않으므로 기준 및 시험 적용에 차이가 발생하고 있다.

무선설비 기기류의 방사성 장해 기준은 표 8과 같다.

표 8. 무선설비 기기류의 방사성 장해기준

주파수 범위[MHz]	준 침투치 허용기준[dBμV/m]	
	A급기기(10 m) ^{주1)}	B급기기(10 m)
30 ~ 230	40	30
230 ~ 1000	47	37
주1) 독립적으로 측정 가능한 통신센터 전용 보조장비에 적용한다.		

방사성 장애 기준 주파수 범위는 30MHz ~ 1GHz 대역까지 규정하고 있어 1GHz 이상에 대한 기준이 규정되어 있지 않다. 그러나 스마트폰 등의 내부 프로세서 속도가 1GHz 이상에서 동작하고 있으므로 여기에서 발생하는 전자파가 이동통신, WiBro, 무선랜 등에 전파간섭을 일으킬 우려가 증가하고 있는 실정이다.

무선설비 기기류는 주파수를 송출하는 대역 부분을 제외하고는 정보기기류와 같으며 특히 수신상태, 대기상태의 경우는 정보기기와 같이 음성, 영상, 데이터를 전송, 재생, 처리하는 기능을 가지고 있다. 이에 따라 방사성 장애 기준은 무선주파수 송출관련 주파수 대역을 제외하고 정보기기류 기준을 동일하게 적용하는 것이 타당하다 할 수 있다.

주파수 0.15 ~ 30MHz 주파수 범위는 주전원포트와 통신포트에서 전자파 전도기준을 규정하고 있다. 30MHz 이하대역에서 전자파전도기준으로 규정하는 것은 대부분의 전자파 장애원이 전원포트 또는 통신포트를 통해 방사되므로 전원선 또는 통신선에서 전도되는 고주파 잡음을 규제함으로써 방사되는 전자파장해를 방지할 수 있다는 생각에서 출발하였다.

전원포트에 대한 전도 기준은 표 9, 표 10과 같다.

표 9. 무선기기류 직류(DC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준

구분	주파수 범위 [MHz]	허용기준[dB μ V]	
		준첨두치	평균치
A급 기기 ^{주1)}	0.15 ~ 0.5	79	66
	0.5 ~ 30	73	60
B급 기기	0.15 ~ 0.5	66 ~ 56 ^{주2)}	56 ~ 46 ^{주2)}
	0.5 ~ 5	56	46
	5 ~ 30	60	50

주1) 독립적으로 측정 가능한 통신센터 전용 보조장비에 적용한다.

주2) 0.15 MHz ~ 0.5 MHz 주파수에서 허용기준은 주파수의 대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다.

표 10. 무선기기류 교류(AC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준

구분	주파수 범위 [MHz]	허용기준[dBμV]	
		준침두치	평균치
A급 기기 ^{주1)}	0.15 ~ 0.5	79	66
	0.5 ~ 30	73	60
B급 기기	0.15 ~ 0.5	66 ~ 56 ^{주2)}	56 ~ 46 ^{주2)}
	0.5 ~ 5	56	46
	5 ~ 30	60	50

주1) 독립적으로 측정 가능한 통신센터 전용 보조장비에 적용한다.
주2) 0.15 MHz ~ 0.5 MHz 주파수에서 허용기준은 주파수의 대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다.

직류(DC) 전원포트에 대한 전도 시험은 3m 보다 긴 직류(DC) 케이블을 갖는 고정형 무선 및 보조장비에 적용토록하였다. 이에 따라 일반적으로 가정 및 사무실에서 사용하는 아답터(AC-DC 변환기)을 이용하는 무선기기는 본 시험을 적용하지 않아도 된다. 교류(AC) 전원포트를 가지는 고정형 무선기기는 통신센터 설치기기와 그 외 기기로 분류하여 규정하고 있다. 통신센터 설치기기는 정보기기류의 가정용 기기 외의 기준을 적용하고 있으며 그 외 기기는 가정용 기기 기준을 적용하고 있다.

통신센터에서 사용하는 기기는 일반적으로 높은 전력과 고출력 무선설비 이어서 상대적으로 높은 방사와 전도를 발생시키므로 완화된 기준을 적용하는 것으로 사료된다. 또한 통신센터는 외부와의 차폐가 잘 이루어져 통신센터 무선기기에서 발생하는 비의도적 전자파가 건물밖으로 전달되기 어려워 완화된 기준을 적용하고 있다고 사료된다.

무선설비 기기류의 통신포트에서의 전도기준은 표 11, 표12와 같다.

통신포트는 무선설비 기기류가 유선으로 외부와 통신을 하기 위해 연결되는 포트이다. 예를 들어 LAN 포트, 전화포트, VDSL 포트 등을 의미한다. 통신포트의 공통모드 임피던스는 150옴으로 하여 임피던스 안정화 회로망(ISN)를 이용하여 측정토록 하고 있다.

표 11. A급기기 통신포트 전도기준

주파수 범위[MHz]	전압 허용기준[dB μ V]		전류 허용기준[dB μ A]	
	준침두치	평균치	준침두치	평균치
0.15 ~ 0.5	97 ~ 87	84 ~ 74	53 ~ 43	40 ~ 30
0.5 ~ 30	87	74	43	30

(비고)
 1) 0.15 MHz ~ 0.5 MHz 주파수에서 허용기준은 주파수의 대수주기 변화에 따라 선형적으로 감소한다.
 2) 전류 및 전압 장애 허용기준은 피시험 통신 포트에서 (비대칭 모드) 공통모드 임피던스가 150 Ω 이 나타나는 임피던스 안정화 회로망(ISN)를 사용하였을 경우에 대하여 유도된다(변환 인자는 $20 \log_{10} 150/I = 44$ dB).

표 12. B급기기 통신포트 전도기준

주파수 범위(MHz)	전압 허용기준[dB μ V]		전류 허용기준[dB μ A]	
	준침두치	평균치	준침두치	평균치
0.15 ~ 0.5	84 ~ 74	74 ~ 64	40 ~ 30	30 ~ 20
0.5 ~ 30	74	64	30	20

(비고)
 1) 0.15 MHz ~ 0.5 MHz 주파수에서 허용기준은 주파수의 대수주기 변화에 따라 선형적으로 감소한다.
 2) 전류 및 전압 장애 허용기준은 피시험 통신 포트에서 (비대칭 모드) 공통모드 임피던스가 150 Ω 이 나타나는 임피던스 안정화 회로망(ISN)를 사용하였을 경우에 대하여 유도된다(변환 인자는 $20 \log_{10} 150/I = 44$ dB).
 3) 방출 요구조건은 KN22에 규정된 통신 포트에만 적용한다. 10 dB 완화 조항은 이 유예기간 동안 발견된 결과 및 간섭에 기초하여 철회날짜 이후 3년내에 검토될 것이다. 가능하다면 완화조항 없이 허용기준에 적합할 것을 권고한다.

전자파 장애방지 기준에 대한 시험방법은 전파연구소에서 전자파 장애방지 시험방법(전파연구소공고 제2009-9호, 2009.12.21.)으로 공고하고 있다. 무선설비 기기류의 장애방지 시험방법은 무선설비 기기류의 공통 장애방지 시험방법, 이동전화용 및 개인휴대전화용 무선설비, 무선데이터통신시스템용 특정소출력 무선기기, 이동통신용 무선설비의 기기, 디지털코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국, 특정소출력 무선기기, 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기에 대한 장애방지 시험방법, 이동통신용 기지국,

주파수공용 무선전화장치, 아마추어무선국용 무선설비, 무선통신용 무선설비, 체내이식 무선의료기기, 지반 탐사 및 벽면 탐사 레이더, 위성휴대통신용 무선설비, 해상항해용 무선설비 장애방지시험 방법 제정되어 있다.

무선설비 기기류의 공통 장애방지 시험방법은 모든 무선기기에 적용되는 공통 장애방지 시험방법으로 다른 무선기기 시험방법에서 특별히 규정되어 있지 않으면 본 시험방법을 적용하게 된다. 세부적인 시험방법은 측정을 위한 무선기기의 시험조건, 성능평가, 성능평가 기준, 전자파적합성 장애방지 시험방법 및 전자파적합성 내성 기준, 전자파적합성 장애방지 측정 방법 및 허용기준, 내성시험 방법 및 기준으로 규정되어 있다.

다. 전자파 보호 기술기준 및 시험방법

전자파보호 기준(방송통신위원회고시 제2009-27호, 2009.11.5)에서는 전자파 내성에 대한 기술기준을 정하고 있다. 제4조에서는 내성 시험시 성능평가 기준을 정하고 있다. 성능평가기준 A는 시험 중이거나 시험 종료 후에도 당해 기기의 사용에서 정한 성능을 유지하는 상태를 의미하며, 성능평가기준 B는 시험 중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험 종료 후 정상적으로 동작하는 상태, 성능평가기준 C는 시험 중에는 성능이 떨어지고 시험 종료 후 전원 개폐 또는 재시동 등에 의해 정상적으로 복원되는 상태로 정의하고 있다. 제5조 및 제6조에서는 일반내성기준을 정하고 있으며 주거·상업 및 경공업 환경, 산업 환경으로 구분하여 세부기준을 정하고 있다. 대상기기별 내성기준은 자동차 및 불꽃점화 엔진구동기기류, 방송수신기기류, 가정용 전기기기 및 전동기기류, 정보기기류, 고속철도기기류, 전력선통신기기류, 의료용 전기기기류, 무선설비 기기류로 구분하여 세부 기술기준을 정하고 있다.

무선설비 기기류의 내성시험 항목은 주파수 80MHz ~ 2GHz까지 방사성 RF 전자기장, 정전기방전, 전기적 빠른 과도현상/버스트 공통모드, 0.15 ~ 80MHz까지 전도성 RF 전자기장, 공통모드, 자동차 환경에서의 전기적 빠른 과도현상/버스트 및 서지, 전압 강하 및 순간 정전, 서지로 구분하고 있다. 세부 기준은 다음 표 13과 같다.

표 13. 무선기기 내성기준

시험 항목	적용		시험 조건	단위	시험 기준	성능 평가기준	비고
방사성 RF 전자기장	합체		80~2,000 3 80	MHz V/m(무변조, rms) % AM (1kHz)	KN 61000-4-3 KN 301 489-1 KN 301 489-7 KN 301 489-17 KN 301 489-24	A	주1)
정전기방전	합체		±4 (기중 방전) ±4 (접촉 방전)	kV kV	KN 61000-4-2	B	
전기적 빠른 과도현상/버스트, 공통모드	신호,통신,제어 포트		±0.5 5/50 5	kV(침두치) Tr/Th ns kHz(반복 주파수)	KN 61000-4-4	B	주2)
	직류(DC) 전원 포트		±0.5 5/50 5	kV(침두치) Tr/Th ns kHz(반복 주파수)		B	
	교류(AC) 전원 포트		±1 5/50 5	kV(침두치) Tr/Th ns kHz(반복 주파수)		B	
전도성 RF 전자기장, 공통모드	신호,통신,제어 포트		0.15~80 3 80	MHz V(무변조, rms) % AM(1 kHz)	KN 61000-4-6 KN 301 489-1 KN 301 489-7 KN 301 489-17 KN 301 489-24	A	주1) 주2)
	직류(DC) 전원 포트		0.15~80 3 80	MHz V(무변조, rms) % AM(1 kHz)		A	주1)
	교류(AC) 전원 포트		0.15~80 3 80	MHz V(무변조, rms) % AM(1 kHz)		A	주1)
자동차 환경에서의 전기적 빠른 과도현상/버스트 및 서지	직류(DC) 12 전원 포트		펄스 3a, 3b, 4	레벨 II	ISO 7637-1 (1990)	A	주4) 주5)
			펄스 1, 2, 7	레벨II		B	주5)
	직류(DC) 24 전원 포트		펄스 3a, 3b, 4	레벨 II	ISO 7637-2 (1990)	A	주4) 주5)
			펄스 1a, 1b, 2	레벨II		B	주4)
전압 강하 및 순간 정전	교류(AC) 전원 포트		30 0.5	% 감소 주기	KN 61000-4-11	B	주6)
			60 5	% 감소 주기		C	
			>95 300	% 감소 주기		C	
서지	통신포트	일반	1.2/50 ±1(선-접지간)	Tr/Th μs kV(침두치)	KN 61000-4-5	B	주3)
		통신센터	1.2/50 ±0.5(선-접지간)	Tr/Th μs kV(침두치)	KN 61000-4-5	B	
	교류(AC)	일반	1.2/50	Tr/Th μs	KN 61000-4-5	B	

시험 항목	적용		시험 조건	단위	시험 기준	성능 평가기준	비고
	전원포트		±2(선-접지간) ±1(선-선간)	kV(침두치) kV(침두치)			
		통신센터	1.2/50 ±1(선-접지간) ±0.5(선-선간)	Tr/Th μs kV(침두치) kV(침두치)	KN 61000-4-5	B	

주1) 제품별 시험기준에 언급된 성능평가 기준에 적합하여야 한다.(예, 오디오 측정, FER, BER 등)
주2) 케이블의 길이가 3 m 이상인 경우만 적용
주3) 사용자 설명서에 따라 외부케이블에 직접적으로 연결되는 포트에만 적용한다.
주4) 이 항의 성능 평가 기준 중 펄스4는 "B"로 적용함
주5) 차량용 주 배터리에 직접 연결어야 한다고 언급된 경우 펄스 3a, 3b, 4 만 적용하고 그 외에는 펄스 1, 1a, 1b, 2, 7 도 적용함
주6) 제품이 백업용 배터리를 내장하고 있으면 성능 평가 기준"B"를 그렇지 않은 경우는 "C"를 적용함

무선설비 기기류의 시험방법은 무선설비 기기류의 공통 내성시험, 이동전화용 및 개인휴대전화용 무선설비, 무선데이터통신시스템용 특정소출력 무선기기, 이동통신용 무선설비의 기기, 디지털코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국, 특정소출력 무선기기, 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기, 이동통신용 기지국, 주파수공용 무선전화장치, 아마추어무선국용 무선설비, 무선통신용 무선설비, 체내이식 무선의료기기, 지반 탐사 및 벽면 탐사 레이더, 위성휴대통신용 무선설비, 해상항해용 무선설비 장애방지시험이 규정되어 있다.

2. 국제표준화 동향

ITU-T SG5에서는 기가헤르쯔대역의 전자파적합성을 위하여 2009년 K.80 표준을 제정하였다. 본 권고안은 IMT-2000 무선전화, 무선랜, 광대역 무선기기 접속 등 무선기기들이 이용하는 주파수가 기가헤르쯔대역으로 확장됨에 따라 전기통신기기에서 발생하는 전자파 방사기준을 정하고, 6GHz 이하의 전자파로부터 기기를 보호하기 위한 내성 기준을 규정한 기준이다.

주요내용을 살펴보면 1GHz 이하에 대한 EMC 전자파 방사기준은 이미 제정되어 있는 K.48(EMC requirements for telecommunication equipment Product family Recommendation.)과 K.76(EMC requirements for telecommunication network equipment)에서 규정하는 기준을 따르도록 하였

다. 2GHz 이하의 EMC 내성기준도 K.48과 K.76을 준용하였다. 1GHz에서 6GHz 까지 전자파 방사기준은 표 14, 표 15와 같이 정하고 있다.

전자파 방사기준은 기기에서 발생하는 최고주파수에 따라 측정하는 주파수를 다음과 같이 구분하고 있다.

- 피시험기기가 이용하는 최고주파수가 108MHz에서 500MHz이면 방사는 1GHz에서 2GHz 까지 측정된다
- 피시험기기가 이용하는 최고주파수가 500MHz에서 1GHz이면 방사는 1GHz에서 5GHz 까지 측정된다
- 피시험기기가 이용하는 최고주파수가 1GHz이면 방사는 1GHz에서 6GHz 까지 측정되거나 최고주파수의 5배까지 측정할 수 있다.(낮은 주파수 적용)

표 14. ITU-T K.80 통신국사에 설치된 기기의 전자파 방사기준(3m 측정)

주파수(GHz)	평균값(dB μ V/m)	첨두값(dB μ V/m)
1 ~ 3	56	76
3 ~ 6	60	80
주) 중첩되는 주파수에서는 낮은 기준을 적용한다.		

표 15. ITU-T K.80 통신국사 외에 설치된 기기의 전자파 방사기준(3m 측정)

주파수(GHz)	평균값(dB μ V/m)	첨두값(dB μ V/m)
1 ~ 3	50	70
3 ~ 6	54	74
주) 중첩되는 주파수에서는 낮은 기준을 적용한다.		

1GHz에서 6GHz까지 전자파 방사기준 측정방법은 CISPR 22 제10장과 CISPR 16-2-3 제7.3장에 따르도록 하고 있다. 2GHz에서 6GHz까지의 전자파 방사내성 기준은 표 16과 같다. 여기서 성능기준 A는 방사성 전자기장을 시험하는 동안 오동작 및 성능저하 현상이 발생하지 않아야 한다는 의미이다.

표 16. ITU-T K.80방사성 전자기장 시험조건 및 성능기준

적용	시험레벨	기본 표준	성능기준	주파수 범위
함체포트에 적용				
방사성 전자기장	10 V/m	IEC 61000-4-3	A	2,000~2,700 MHz
	3 V/m	IEC 61000-4-3	A	2,700~6,000MHz

IEC CISPR에서는 방송통신기기인 정보기기류에 대한 EMI 기준(CISPR 22)의 측정 상한 주파수가 2005년에 기존 1GHz에서 6GHz로 상향 조정하고 시험방법을 새롭게 규정하였다. CISPR 22에서 규정한 1GHz 이상 대역에 대한 정보기기 전자파 방사기준은 표 17, 표 18과 같다.

표 17. 측정거리 3m 일 때 A급 정보기기의 전자파 방사기준(CISPR 22)

주파수 범위 [GHz]	평균치 허용 기준 [dB(μV/m)]	첨두치 허용 기준 [dB(μV/m)]
1 ~ 3	56	76
3 ~ 6	60	80
(비고) 천이 주파수에서는 낮은 쪽의 허용기준을 적용 한다.		

표 18. 측정 거리 3m 일 때 B급 정보기기의 전자파 방사기준(CISPR 22)

주파수 범위 [GHz]	평균치 허용 기준 [dB(μV/m)]	첨두치 허용 기준 [dB(μV/m)]
1 ~ 3	50	70
3 ~ 6	54	74
(비고) 천이 주파수에서는 낮은 쪽의 허용기준을 적용 한다.		

여기서 A급은 산업용기기, B급은 가정용기기를 의미한다. 또한 주파수에 따라 측정하여야 하는 주파수 대역을 ITU-T K.80과 같이 규정하였다. CISPR 22의 전자파방사 기준은 ITU-T K.80와 비교해보면 산업용기기를 통신국사, 가정용기기를 통신국사외로 수정하면 같음을 알 수 있다.

1GHz 이상 대역에서 방사성 장애 측정방법은 다음과 같이 규정하고 있다.

- o 측정기구는 CISPR 16-1-1의 8.2항에서 정의된 것과 같아야 한다.
- o 측정안테나는 CISPR 16-1-4의 4.6항에서 정의된 것과 같아야 한다.
- o 측정 시험장은 CISPR 16-1-4의 8절에서 정의된 것과 같아야 한다.
- o 측정방법은 CISPR 16-2-3의 7.3에서 정의된 것과 같이 수행되어야 한다.

CISPR에서는 전자파 방사기준은 6GHz 까지 확장하였지만 방사성 내성 기준에 대해서는 아직까지 정해지지 않고 있다. 그러나 방송통신 융합에 따라 새롭게 마련되고 있는 멀티미디어 기기에 대한 내성 표준(CISPR 35)에서는 6GHz 이하의 방사기준을 무선통신 서비스가 발생시키는 전계강도를 고려하여 규정을 마련하고 있다.

3. 미국

가. EMC 기술기준 체계

미국 EMC 기술기준은 미국 전기통신법 1996에 의하여 FCC가 정하는 CFR(Code of Federal Resister) Part 15에서 규정하고 있다. Part 15는 무선 주파수 장치에 대한 준수하여야 할 규칙으로 해석된다. 우리나라와 미국 법률 체계를 직접적으로 비교하기는 어렵지만 보편적으로 전기통신법 1996은 우리나라 전파법에 해당되고, CFR Part 15는 전파법시행령, 전자파장해방지 기준 등 고시에 해당될 수 있다.

CFR Part 15의 구성을 살펴보면 제A장에서는 총론으로 일반적인 운영조건, 측정표준, 측정 검출기 기능 및 대역폭 등이 규정되어 있다. EMC 기술 기준 차원에서는 시험방법을 정의한다고 볼 수 있다. 제B장에서는 비의도적 방사에 대한 규정으로 컴퓨터, TV 시스템, 정보기기 등에 대한 전도기준과 방사기준에 대해 규정하고 있다. 제C장에서는 의도적 방사에 대한 기준으로 안테나에 의해 방사되는 신호의 크기를 제한하는 규정으로 무선시스템의 EMC 기준 전자파장해방지 기준을 정하고 있다. 제D장에서는 비허가 개인용 통신서비스 장치에 대한 기술적 요구사항을 규정하고 있으며, 제E장에

서는 비허가 국가정보기기 장치에 대한 기준을 정하며, 제F장에서는 초광대역 무선기기(UWB) 요구사항을 규정하고 있다. 또한, 제G장에서는 전력선통신에 대한 국선접속 설비 기준(Access BPL) 기준을 규정하고 있다.

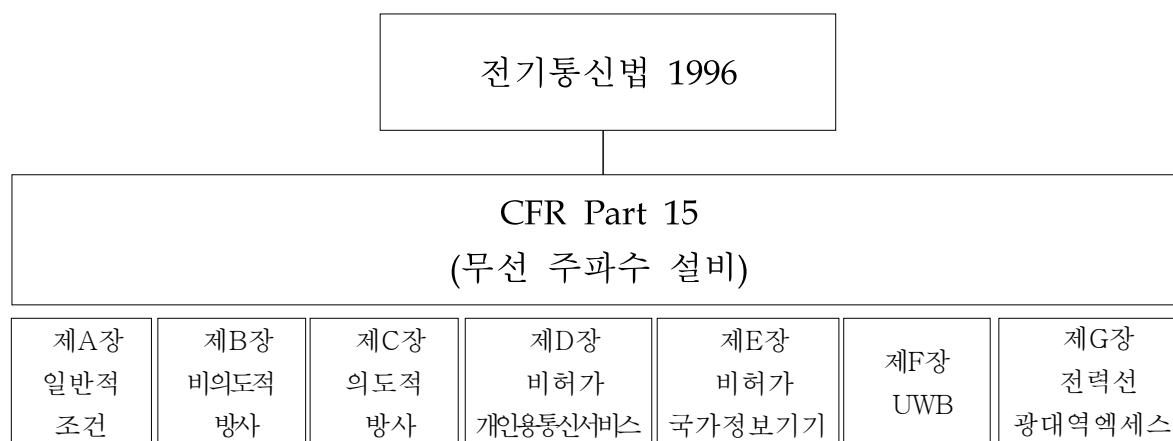


그림 47. 미국 EMC 기술기준 체계

나. 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법

전자파장해방지 기술기준은 크게 비의도적 방사 특성을 가지는 정보기기 및 방송통신기기와 의도적 방사특성을 가지는 무선기기로 분류하여 세부 기술기준을 정하고 있다. 미국의 CFR Part 15의 제B장 비의도적 방사기기는 우리나라 정보기기, 방송수신기 등에 해당한다. 제C장 의도적 방사기기는 우리나라 무선기기에 해당하며 미국의 무선기기 EMC 기준으로 고려될 수 있다.

의도적 무선기기에 대한 EMC 기준은 전도와 방사 기준값으로 나누어 규정하고 있다. 무선기기에 대한 EMC 전도기준은 비의도적 방사기기의 B급 기준에 해당한다. Part 15.207에 규정된 무선기기 EMC 전도기준은 다음 표 19와 같다.

표 19. 미국 무선설비 기기류 전도기준

주파수(MHz)	전도 한계치(dBμV)	
	준피크치	평균
0.15 ~ 0.5	66 ~ 56	56 ~ 46
0.5 ~ 5	56	46
5 ~ 30	60	50

무선기기의 전도기준은 CFR Part 15.207에서 규정하고 있으며 기기의 전원포트에서 50 μ H/50 Ω LISN을 이용하여 30MHz 이하의 전원주파수 잡음을 측정하게 된다.

무선기기에 대한 EMC 방사기준은 CFR Part 15.209에서 9kHz 이상부터 960MHz 이상까지 전기장의 세기를 규정하고 있다. 무선기기에 대한 방사 기준 값은 비의도적 방사기기 B급 기준과 유사하다. 다만, 비의도적 방사기기와 달리 30MHz 이하 대역에서도 방사 기준값을 규정하는 차이점이 있다. 또한 기가헤르쯔대역에서도 기준을 정하여 시험토록 하고 있다.

표 20. 미국 무선기기 EMI 기준

주파수(MHz)	전계강도(μ V/m)	측정거리(m)
0.009 ~ 0.490	2400/F(kHz)	300
0.490 ~ 1.705	2400/F(kHz)	30
1.705 ~ 30	30	30
30 ~ 88	100	3
88 ~ 216	150	3
216 ~ 960	200	3
960 초과	500	3

미국의 기가헤르쯔대역 EMI 기준은 오래전부터 960MHz 초과 주파수 기준을 적용하였다. 미국에서는 우리나라와 달리 전자파보호에 대한 기술기준은 특별히 규정하고 있지는 않다.

미국의 EMC 시험방법은 Part 15.31 측정표준에서 규정하고 있으며, 15.33(송출된 측정치의 주파수 범위), 15.35(측정 검출기 기능 및 대역폭) 등에서 규정하고 있다.

측정주파수 대역은 FCC Part 15.33(b)(1)에 규정되어 있으며 다음과 같이 규정되어 있다.

- o 108MHz 클럭주파수를 가진 기기는 1GHz 까지 적용
- o 108MHz에서 500MHz까지는 2GHz 까지 적용
- o 500MHz ~ 1GHz 클럭주파수는 5GHz까지 적용

- o 1GHz 이상의 클럭주파수는 5차 고조파 또는 40GHz 까지중 낮은 주파수까지 적용
- 시험방법은 ANSI C63.4(2009년)에 규정하고 있다. 주요내용은 다음과 같다.
- o 턴테이블을 회전하고 안테나를 4m높이로 이동하면서 최고의 방사값을 찾도록 한다.
- o 안테나를 높이면서 EUT가 안테나 빔페턴의 3dB 이내로 들어오도록 안테나 방향을 조정함(C63.4 8.3.2.2 참조)
- o 시험장에대한 조건은 C63.4의 5.5에서 아직까지 명확히 규정하지 않고 있으나 CISPR 16-1-4를 만족하면 되고, 바닥에 흡수체를 설치하도록 하고 있음
- o 3m 시험장의 경우 최소 2.4m×2.4m의 흡수체를 안테나와 EUT 사이에 설치
- o 흡수체는 18GHz까지 20dB 이상의 감쇠를 가지도록 하여야 함

미국 ANCI C63.4 2003년판에서는 30MHz에서 1GHz 까지의 시험장 조건을 규정하면서 접지판을 설치하도록 규정하였고 2009년판에서는 1GHz 이상의 시험장 조건을 제시하였다. 또한 2003년도 판에서 1GHz 이하의 안테나는 로그 피리어드 다이폴 어레이 안테나를 사용할 수 있도록 하였으나 (4.1.5.4) 충분한 이득을 가지지 못하고 넓은 빔폭은 바닥 반사파를 허용토록 하였다. 이에 따라 2009년판에서는 1GHz 이상에서 로그 피리어드 어레이 안테나를 사용하지 못하도록 하였다.

4. 유럽

가. EMC 기술기준 체계

유럽의 EMC 기술기준은 EMC 지침 및 유무선 지침에 의해 규정하고 있다. 동 지침들은 우리나라의 전파법, 전파법시행령에 해당하는 것으로 세부 기술기준은 ETSI나 CENELC 등 유럽표준화기관에서 제정한 표준들 중에 필요한 부분을 정하여 조화(harmonized) 표준으로 지정하여 운용하고 있다.

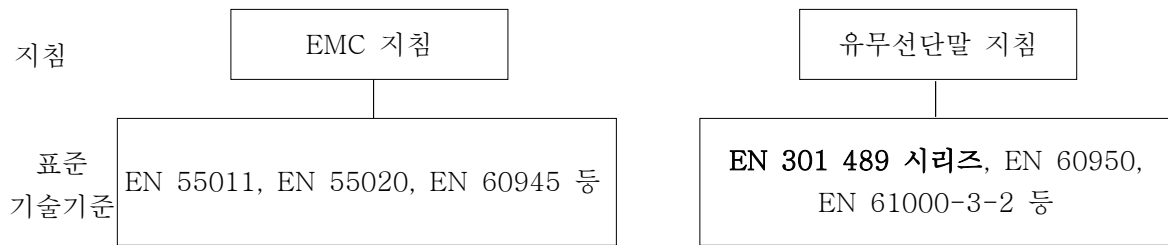


그림 48. 유럽 EMC 기술기준 체계

유럽의 EMC 기술기준은 유럽연합의 표준화기관에서 제정한 표준을 기술 기준화함으로서 표준과 기술기준을 상호 조화롭게 운영하고 있다. 이에 따라 표준의 권고성과 기술기준의 강제성을 보완하고, 표준의 신속성과 기술 기준의 보수성을 조화시키고 있다.

나. 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법

무선기기에 대한 EMC 기준은 유무선 단말지침에 의해 조화 표준으로 EN 301 489 시리즈로 제정되어 있다. 또한 형식검정 대상기기인 선박에 대한 EMC 기준은 EMC 지침에 의해 EN 60945로써 규정되어 실제 CE 인증에 적용되고 있다. EMC 기술기준 시험방법은 따로 정하지 않고 기술기준에 포함된 표준에서 규정하고 있다.

우리나라 무선기기 EMC 기준은 유럽의 EN 301 489-1의 무선기기 EMC 공통표준을 국내 실정에 적합하게 수용하여 규정하였으며 세부 EMC 제품 기준 또한 EN 301 489 시리즈의 제품규격을 참조하고 있다.

제3절 무선기기 EMC 시험방법 개선

1. 추진경과

방송통신위원회 전파연구소는 '07.9월에 휴대폰, 무선데이터통신용 특정소 출력 무선기기 등을 추가하는 EMC 기술기준 및 시험방법을 마련하였다.

'10년 3월에 EMC 기준전문위원회 산하 제5소위원회에서는 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법 검토를 시작하였다. '10년 6월에는 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법 개정초안을 마련하였다. '10년 6월부터 9월까지

무선기기 EMC 측정을 측정하여 초안 검증을 실시 하였다. '10년 10월까지 소위원회에서는 5번의 회의를 통해 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)을 마련 하였다. '10년 10월에는 무선기기 EMC 시험방법(안)에 대한 일반 국민, 제조업체, 이해당사자들을 대상으로 공식 의견수렴과 전자공청회를 실시하였다. 의견수렴결과 시험기관 등에서 관련 제조업체에서 휴대폰에 대한 장해방지 시험항목 적용 방법, 내성 시험적용 방법 등에 대한 건의가 있어 수용하였다. 2010년 11월 12일 EMC 기준전문위원회를 개최하여 개정(안)을 심의하였으며 심의결과 국제표준을 수용하여 우리나라 실정에 맞도록 이해당사자 협의를 통해 마련된 개정(안)임을 감안하여 원안대로 의결하였다.

전파연구소는 2010.12.24일에 전자파 장해방지 시험방법(전파연구소공고 제2010-5호)과 전자파보호 시험방법(전파연구소공고 제2010-6호)을 개정하여 관보에 게재하였다.

2. 기가헤르쯔대역 무선기기 EMC 측정 및 분석

무선기기 EMC 시험은 한국전파진흥협회, 제조업체 등과 공동으로 7월에 실시하였다. 대상설비는 국내 산업체에서 생산하는 휴대폰, 디지털코드없는 전화기, 생활무선기로 하였으며 기가헤르쯔대역에 대한 EMC 시험과 본체에 대한 EMI 시험을 병행하여 추진하였다.

기가헤르쯔대역 EMI 시험은 전자파무반사실에 무선기기를 위치시키고 송신, 수신, 대기 상태로 하여 전자파를 측정하였다.

기가헤르쯔대역 방사내성 시험은 무선기기 정상운용 상태에서 1 ~ 2.7GHz, 3V/m 정도의 전자파를 인가하여 무선기기가 정상동작 또는 품질 저하 현상이 발생하지 않는지 여부를 평가하였다. 시험장 구성도는 그림 48과 같다.

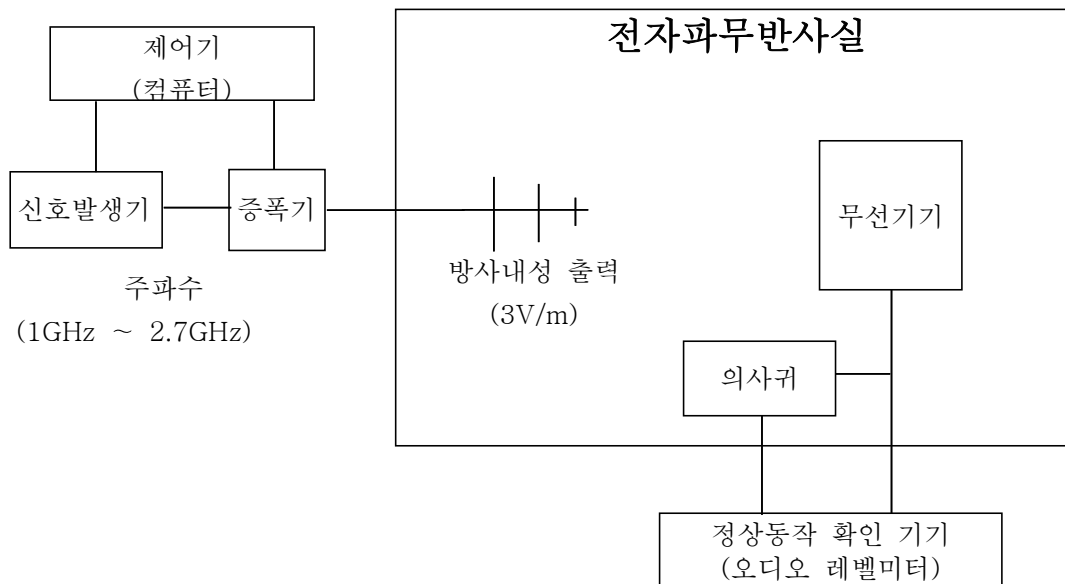


그림 49. 기가헤르쯔대역 방사내성 시험장 구성도

휴대폰에 대한 기가헤르쯔대역 EMC 측정

휴대전화기의 전자파 적합성을 평가하기 위하여 전자파내성 시험을 위해 제조업체를 방문하여 공동으로 측정·조사를 하였다. 제조업체에서는 기가헤르쯔대역 방사내성 시험을 위하여 1GHz ~ 2.7GHz 대역까지 간섭신호를 인가한 후 제품의 오동작 및 품질저하 현상을 평가하였다. 제조업체에서는 자체적으로 유럽 등 외국 기준에 적합여부를 평가하기 위하여 기가헤르쯔대역 방사내성 시험을 이미 적용하고 있었다. 방사내성 시험장, 측정구성도, 시험레벨, 평가방법은 기술기준 및 시험방법 초안과 같았다. 측정결과 기가헤르쯔대역 방사내성 신호를 인가하였을 경우 품질저하 또는 오동작이 발생하지 않아 기술기준 초안을 만족하였다.

제조업체 기가헤르쯔대역 EMI 시험은 휴대전화시스템을 정상적으로 송수신 하는 상태에서 전자파를 측정하고 송수신 주파수 등을 배제하고 그 외 대역에서 발생하는 전자파가 기준치를 만족하는지 여부를 평가하고 있었다. 기가헤르쯔대역 EMI 시험장은 전파연구소 공고 및 국제표준에 적합한 전자파무반사실에서 실시하고 있었다. 유럽에서는 보조기기에 대해서만 의무적으로 EMI를 실시토록 하고 있으며 무선기기에 대해서는 의무화 하지는 않았고 있다. 그러나 제조업체에서는 국가 또는 인증기관 마다 요구하는 수준이 다르므로 무선기기를 실제 동작시키는 가장 엄격한 상태에서 시험을 실시하고 있었다. 측정결과 본체에 대해서 기가헤르쯔대역 및 30MHz ~

1GHz 대역에서도 EMI 기준을 만족하고 있었다.

디지털코드없는 전화기

기가헤르쯔대역에 대한 방사내성 시험을 위하여 디지털코드없는 전화기를 실제 운영상태로 설정하여 3V/m의 전자파를 인가하여 음성신호의 변화 등을 평가하였다. 시험결과 2GHz ~ 2.7GHz 대역에서 음성 수신 신호가 왜곡되는 현상이 측정되었다. 다만 본 시료는 EMC 대책을 하지 않은 우리소에서 보관중인 제품이므로 무선기기 EMC 대책을 추진한 제품과는 다를 수 있다. 기가헤르쯔대역 EMI 측정은 기술기준을 만족하였다.

기가헤르쯔대역 방사내성 시험방법은 적정하게 마련되어 있음을 검증하였고 제품이 기가헤르쯔대역 전자파 대책이 이루어지지 않으면 기술기준에 만족하기 어렵다는 결과를 얻었다.

생활무선기

기가헤르쯔대역에 대한 방사내성 시험을 실시한 결과 송신, 수신 상태에서 정상동작 하였다. 또한 송·수신 및 대기상태에서 EMI를 측정한 결과 기술기준 초안을 만족하였다.

3. 무선기기 EMC 기술기준(안)에 대한 의견수렴

무선기기에 대한 기술기준 및 시험방법 개정을 위하여 제조업체, 시험기관 등을 대상으로 9월에 주요 쟁점 사항에 대한 의견을 수렴하였다. 주요 의견수렴 내용 및 결과는 다음과 같다.

방사성 장애 기준적용을 본체로 확대

유럽의 경우 무선기기 관련 전파시험에서 스프리어스 방사기준을 적용하여 모든 주파수대역에 대한 전자파를 측정하여 인증하고 있다. 이에 따라 EMC 시험시 본체 시험을 실시하면 이중 측정이 되므로 보조기기에만 적용하고 있다. 그러나 우리나라 전파 인증인 형식등록 및 형식검정시 스프리어스 방사기준을 적용하지 않고 송출 주파수 대역에 관련된 부분만을 측정하여 인증하고 있다. 따라서 송출 주파수 관련 대역외에서 발생하는 전자파에 대한 규제

가 없는 실정이므로 EMC 측정시 확인할 필요가 있다는 의견이 시험기관에서 제출되었다. 제조업체에서는 EMC 측정시 본체의 송신상태, 수신상태, 대기상태에서 전 주파수대역의 전자파를 측정하고 있으므로 본체에 대한 방사성 장애를 측정하여도 문제가 없다는 의견이 제출되었다.

EMI 기준을 1GHz에서 6GHz로 확대 및 내성 시험을 2.7GHz 까지 확대

제조업체, 시험기관 모두 EMI 기준을 6GHz 까지 확대하고 내성 시험을 2.7GHz 까지 확대하는 하는 것에 대해서는 큰 이견이 없었다. 이미 유럽 등 수출을 위해서는 기가헤르쯔대역 EMC 기준을 적용해야 하므로 큰 부담이 되지 않는 다는 의견이었다.

자동차 환경에서 전기적빠른 과도현상/버스트 및 서지

본 시험항목은 무선기기가 차량에 탑재하여 운영할 때 자동차 환경에서 발생할 수 있는 과도현상 및 서지로부터 오동작 및 품질저하를 방지하기 위하여 규정하는 것으로 CISPR 25에서 규정하고 있는 의사전원회로망 관련 측정기기를 구비하여야 한다. 그러나 CISPR 25에 의한 측정기기를 보유하고 있는 시험기관이 적어 유예 또는 외주 시험 허용등이 필요하다는 의견을 제출하였다.

무선기기에 대한 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)에 대해서 2010년 10월에 공식 의견수렴 및 전자공청회를 실시하였다. 의견수렴 결과는 표 21, 표 22와 같다.

표 21. 전자파장해방지기준 및 시험방법 개정(안) 의견수렴 결과

제출기관	의견	검토결과
LG 전자	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무선기기 기가헤르쯔대역 적용을 2012년부터 신규모델에 대해 적용해줄 것을 요청 ○ 휴대폰에 대한 내성시험 적용시 휴대폰 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수용 <ul style="list-style-type: none"> - 2012년부터 시행하고 소급적용하지 않음 ○ 수용

	기기로 분류하여 방사내성 시험만 적용하여야 함	- 휴대폰은 휴대용 기기로 분류되며 방사내성 시험만 적용함
지정시험 기관 협회	o 정보기기 GHz 대역 기술기준 추가 요청	o 수용 - 2009년에 추진한 업무로써 기술기준 개정시 반영될 예정임
ETRI	o 방사성 장애 기준을 본체 및 보조기기에 적용되므로 관련 문구 수정 o 기타 표기부분 수정 요청	o 수용 - 보조기기를 기기로 수정 o 수용
RAPA	o 표현상 명확하지 않은 문구에 대한 수정	o 수용

표 22. 전자파보호기준 및 시험방법 개정(안) 의견수렴 결과

제출기관	의견	검토결과
지정시험 기관 협회	o 내성기준 항목 중 “자동차환경에 적용되는 전기적빠른 과도현상/버스트 및 서지”에 대한 시험레벨을 명확히 규정 o 고조파 전류 방사, 전압변동 및 플리커 시험방법 삭제 요청 o 성능평가 기준 내용이 모호하여 이해할 수 있는 문구로 수정 요청 o 전압강하 시험방법에서 우리나라 60Hz에 적합한 주기로 수정 o 전압강하 성능평가 기준에서 초로 규정된 것을 주기로 수정	o 수용 - 국제표준에서 규정하고 있는 시험레벨 추가 o 부분 수용 - 현재 적용하지 않고 있음 o 수용 - 문구 수정 o 수용 - 60Hz에 맞도록 주기 수정 o 수용 - 다른 기준과 통일성을 맞추도록 주기로 수정

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정전기방전 시험조건 $\pm 4\text{kV}$를 $\pm 8\text{kV}$로 수정 ○ 서지 시험에 대한 기준을 ITU-T 기준을 참조토록 수정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수용 <ul style="list-style-type: none"> - 오타 수정 ○ 향후 논의 <ul style="list-style-type: none"> - 기준이 강화되는 기준이므로 향후 검토하기로 함
ETRI	○ 편집오류 수정	○ 수용
RAPA	○ 표현상 명확하지 않은 문구에 대한 수정	○ 수용

4. 기술기준 및 시험방법 주요 내용

전자파 장애방지 기준 개정

전자파 장애방지 기준 별표 12의 2호 방사성 장애기준을 1GHz 이하 기준과 1GHz 이상 기준으로 나누고 1GHz 이상 기준을 표 23과 같이 신설하였다.

표 23. 1GHz 이상 기준

주파수 범위[MHz]	허용기준[dB μ V/m]			
	A급기기(3m) ^{주1)}		B급기기(3m) ^{주1)}	
	평균치	첨두치	평균치	첨두치
1 000 ~ 3 000	56	76	50	70
3 000 ~ 6 000	60	80	54	74

주1) 독립적으로 측정 가능한 통신센터 전용 기기에 적용한다.

주2) 허용기준 적용 주파수대역 설정방법

- 피시험기기 최대주파수가 108 MHz 이하이면 1 GHz 까지 측정
- 피시험기기 최대주파수가 108~500 MHz 이하이면 2 GHz 까지 측정
- 피시험기기 최대주파수가 500 MHz~1 GHz 이하이면 5 GHz 까지 측정
- 피시험기기 최대주파수가 1 GHz 이상이면 5배 주파수 또는 6 GHz 중 적은 것으로 측정

주3) 천이 주파수에서는 낮은 쪽의 허용기준을 적용 한다.

기가헤르쯔대역에 대한 무선기기 EMI 기술기준은 6GHz 이하대역까지 규정하였다. 현재 보급되고 있는 태블릿 컴퓨터, 스마트폰 등의 내장 프로세서

속도는 기가헤르쯔대역으로 확대되어 있다. 휴대용 무선기기에서 발생하는 비의도적 전자파는 프로세서와 메모리 및 그래픽카드 등 내부 신호전달을 위해 구성하는 회로기판을 통해 발생할 수 있다. 결과적으로 고속의 프로세서를 탑재한 무선기기들이 비의도적 전자파를 발생시킬 수 있는 주파수 대역은 기가헤르쯔대역이 기본주파수로 구성된다고 볼 수 있다. 기가헤르쯔대역 이상에서 우리생활과 밀접하게 이용되는 무선통신서비스는 이동통신, WiBro, 무선랜, 블루투스 등이 있다. 이러한 무선통신서비스는 대부분 6GHz 대역까지 이용하고 있다. 무선통신 기기들은 다른 무선기기들과 인접하여 사용하고 있기 때문에 각각의 기기에서 발생하는 전자파로부터 상호 독립적이어야 각각의 서비스에 영향을 주지 않고 편리한 이용이 가능할 것이다. 따라서 6GHz 대역까지 기술기준을 제정한 이유는 일상생활에서 사용하는 이동통신, WiBro, 무선랜 등 무선통신서비스의 주파수대역까지 규정함으로써 전자파의 영향을 최소화하기 위해서 이다.

허용기준은 국제표준인 ITU-T K.80, 유럽의 EN 301-489-1 표준을 참조하여 마련하였다. 국제표준을 수용하여 기술기준을 마련하게 된 이유는 유럽, 일본, 미국 등의 경우도 허용기준을 국제표준을 따르거나 유사하게 규정하고 있어 우리나라 기술기준을 만족하면 해외시장 진출에 도움 주기 위함이다.

본 기술기준에 대하여 제조업체, 지정시험기관 등에서는 국제표준을 수용하여 기준을 정하게 되므로 기술적인 측면에서 이견은 없었다. 다만, 기가헤르쯔대역 EMI 기술기준의 시행시기에 대해서는 외국에서 시행하는 시기보다 일찍 규제하는 것에 대하여 신중히 검토하여 줄 것을 EMC 페스트 발표, 지정시험기관 기술기준 개정(안) 설명회, EMC 기준전문위원회 회의 등을 통해 요청되었다. 시행시기의 신중한 검토요청 이유는 우리나라 산업체는 국내 시장뿐만 아니라 해외시장 진출도 함께 고려되어야 하고, 무선기기의 생산 및 제조하는 국가들이 우리나라를 포함한 몇 국가에 한정되어 있어 우리나라 산업육성 차원에서 기술기준을 다른 나라 보다 엄격히 규제하는 것에 대한 고려가 필요하다는 것이었다. 동 건의에 대해서 EMC 기준전문위원회 의견과 전문가 자문 및 국민들을 대상으로 하는 의견수렴 결과를 종합적으로 분석한 결과 기술기준 시행시기를 유럽의 시행시기와 보조를 맞추는 방향으로 개정(안)을 마련하였다.

장해방지 시험 항목중 방사성 장애 시험을 보조기기에서 본체 및 보조기기

의 함체로 확대하여 적용하였다. 유럽의 경우는 전파 시험에서 모든 주파수대역에 대한 스프리어스 방사기준을 규정하고 측정토록 있다. 즉 모든 주파수에 대한 기준치가 규정되어 있어 전파 인증시 측정하게 되므로 EMC 시험에서는 본체에 대한 EMI를 실시할 필요성이 없다. 그러나 우리나라의 경우에는 전파 인증시 송출 관련 주파수 대역에 대한 기준을 규정하고 있어 모든 주파수에 대한 측정을 하지 않는 실정이다. 우리나라와 유럽의 규제 형평성을 맞추기 위해서는 본체에 대한 모든 주파수 대역의 EMI 시험이 필요하다. 본 의견은 EMC 기준전문위원회 I소위에서 합의되었으며 제조업체, 시험기관들도 동의하여 기술기준에 반영하게 되었다. 다만 전파관련 시험과의 중복을 피하기 위하여 전파 측정을 하는 경우 본체의 송신상태에서 방사성 장애 측정을 면제토록 하였다.

전자파 장애방지 시험방법

기가헤르쯔대역 전자파적합성 장애방지 시험방법은 별도로 규정하지 않고 전자파 장애방지 시험방법 별표 5(KN 22)을 따르도록 하였다. KN 22는 정보기기에 대한 전자파 장애방지 시험방법으로 1GHz 이하 대역 및 1GHz 이상 대역에 대한 구체적인 시험방법이 규정되어 있다. 무선기기도 전파를 송출하는 부분을 제외하고는 정보기기와 같으므로 정보기기의 시험방법을 적용하는데 큰 문제는 없을 것이다. 1GHz 이상 대역에서 정보기기 시험방법은 다음과 같다.

- 측정기구는 CISPR 16-1-1의 8.2항에서 정의된 것과 같아야 한다.
- 측정안테나는 CISPR 16-1-4의 4.6항에서 정의된 것과 같아야 한다.
- 측정 시험장은 CISPR 16-1-4의 8절에서 정의된 것과 같아야 한다.
- 측정방법은 CISPR 16-2-3의 7.3에서 정의된 것과 같이 수행되어야 한다.
- 침두치 허용기준은 고전압 방전으로 일어난 아크(arcs) 또는 스파크(sparks)에 의해 생성된 방사성 장애에 적용해서는 안 된다. 인덕터에서 전류를 제어하는 기계적 스위치, 또는 정전기를 발생시키는 부시스템(종이 처리 기기) 등을 포함하거나 제어하는 정보기술기기가 그러한 방사성 장애를 일으킨다. 평균치 허용기준은 아크 또는 스파크에 의한 방사성 장애에 적용하며, 이외 기타 정보기술기기로 인한 방사성 장애는 침두치와 평균치 허용기준이 모두 적용할 수 있다.

1GHz 이상 정보기기 측정을 위해서는 1GHz 이상에서의 측정기구, 안테나, 시험장, 시험방법이 명확히 규정되어야 한다. 전파연구소에서는 2008년 12월에 기가헤르쯔대역 시험을 위한 측정기구, 안테나, 시험장, 시험방법을 이미 개정하여 공고하였다. 이에 따라 정보기기에 대한 기가헤르쯔대역 시험은 이미 개정 공고한 전자파 장애방지 시험방법을 준용토록 한 것이다.

전자파 보호 기준

전자파 보호 기준 별표 9에서 규정하고 있는 방사성 RF 전자기장 시험항목을 2.7GHz 대역까지 확대하였다. 그리고 시험시간의 단축을 위하여 민간 상업용으로 분배되지 않은 1GHz ~ 1.4GHz 대역의 시험을 면제하였다. 본 기준 개정으로 방사 내성 시험이 무선랜 주파수 대역까지 확대되어 생활속에서 많이 사용하는 전자파에 의해 무선기기가 보호될 수 있을 것이다.

자동차 환경에서의 전기적 빠른 과도현상/버스트 및 서지 기준을 표 24와 같이 개정하였다.

표 24. 자동차 환경에서 전기적 빠른 과도현상/버스트 및 서지

자동차 환경에서의 전기적 빠른 과도현상/버스트 및 서지	직류(DC) 12 및 24 전원 포트	펄스 1,2a, 2b, 4 ISO 7637-2에서 규정하는 시험레벨 III	각 10회
		펄스 3a, 3b ISO 7637-2에서 규정하는 시험레벨 III	각 20분

본 기준은 자동차에서 발생하는 전기적 변화 및 서지로부터 무선기기를 보호하기 위하여 마련된 기준이다. 자동차에서 이용하는 무선기기는 자동차의 전장품으로 생각할 수 있다. 자동차 전장품에 대한 EMC 국제표준은 CISPR 25와 ISO 7637, ISO 11451, ISO 11452에 규정되어 있다. 특히 ISO 7637에서는 전기적 빠른 과도현상에 대한 국제표준을 규정하고 있어 이를 우리나라 기술 기준 및 시험방법으로 수용하게 되었다.

전자파 보호 기준 시험방법

전자파 보호 시험방법에서는 전압강하 및 정전 기준을 60Hz 전원 주파수

를 사용하는 우리나라 현실에 적합하게 개정하였다. 전압강하 시험레벨은 다음과 같다.

- 0.5주기 동안 100% 감소에 상응하는 전압강하
- 1주기 동안 100% 감소에 상응하는 전압강하
- 30 주기동안 70% 감소에 상응하는 전압강하(60 Hz에서)
- 300 주기 동안 100% 이상의 감소에 상응하는 정전(60 Hz에서)

전압강하 성능평가는 0.5주기, 1주기 동안 공급 전압의 100 % 감소에 상응하는 전압강하(voltage dips)의 경우 과도현상에 대한 기준을 적용한다. 30 주기 동안 공급 전압의 70 % 감소에 상응하는 전압강하(voltage dips)나 300 주기 동안 공급 전압의 100% 이상 감소되는 정전(voltage interruptions)의 경우 다음의 성능 평가 기준을 적용한다.

- 제품이 백업용 배터리를 내장하고 있거나 이러한 배터리에 연결된 경우, 과도현상에 대한 성능 평가 기준을 수신기 또는 송신기에 적용한다. (특정 형식의 무선기기를 다루는 KN 301 489의 관련 규격의 6절 참조)
- AC 전원으로부터 단독으로 전력이 공급되는 제품(백업용 배터리가 병렬로 사용되지 않은)의 경우에는 사용자의 휘발성 데이터는 손실될 수도 있다. 그리고 적용 가능한 경우 통신 링크는 유지될 필요는 없으나 손실된 기능은 사용자 또는 조작자에 의해 회복될 수 있어야 한다.
- 어떠한 비의도적인 응답도 시험이 끝날 때까지 발생하지 않아야 한다.
- 기능의 손실이나 사용자 저장 데이터의 손실이 발생한 경우에는 이 시험 결과를 시험성적서에 기록하여야 한다.
- 위에서 제시한 성능 평가 기준에 따르도록 보조기기가 수신기나 송신기에 연결되어 시험되지 않는 경우, 내성 시험에 대한 보조기기의 합격/불합격 판정 기준은 제조자가 제공한 것을 적용한다.

제4장 통신포트 전도기준

제1절 연구 배경

통신포트의 전도기준은 통신선에서 발생하는 전자파가 방사되어 방송통신 서비스에 영향을 주는 것을 방지하기 위하여 기술기준으로 정하고 있다. 우리나라 통신포트의 전도기준은 전자파 장해방지 기준 제10조에 의한 별표 9에 규정되어 있으며, '98년 정보기기에 대한 EMI 국제표준(CISPR 22)을 수용하여 신설하였다. 그러나 CISPR에서는 통신포트 전도기준 측정방법에 대한 논란이 있어 국제적으로 적용하는 국가가 없었다. 우리나라에서도 국제표준에서 시험방법의 정확성이 입증될 때까지 시행을 유보하였다.

CISPR에서는 통신포트 시험방법에 대한 표준화를 추진하여 2006년 완료하여 CISPR 22 표준에 신설하였다. 유럽, 일본 등에서는 통신포트 전도기준 및 시험방법 국제표준이 마련됨에 따라 자국의 기술기준에 반영하고 강제 적용을 추진하고 있다. 이에 따라 우리나라는 국제표준이 완료되었으므로 통신포트 전도기준 시행일을 명확히 정할 필요가 있다.

전자파 장해방지 기준에서 규정하는 통신포트 전도기준은 평형케이블에 접속하는 포트의 공통모드 전압을 측정토록 되어 있다. 전기통신설비의 기술기준에 관한 규정에 의해 고시된 단말장치 기술기준은 전화기, VDSL 모뎀 등이 사업용 전기통신설비에 위해를 주지 않고 인접회선으로의 누화를 방지하기 위한 전력 및 전압 등을 규정하고 있다. 단말장치 기술기준에서는 종전압을 규정하고 있으며 단말장치 평형케이블 접속단자의 중성점과 접지 사이의 전압을 측정토록 하고 있다. 결국 전자파 장해방지 기준에서 규정하고 있는 통신포트의 전도기준과 단말장치 기술기준에서 규정하고 있는 종전압은 선대 대지간의 전압을 측정한다는 부분에서 공통점을 가지고 있다.

본 연구에서는 통신포트 전도기준의 국제표준 동향을 살펴보고 종전압 기준과의 차이점을 분석하여 우리나라 통신포트 전도기준 시행일을 정하고자 한다.

제2절 통신포트 전도기준 및 시험방법

1. 국내

가. 전자파 장애방지 기준의 통신포트 전도

전자파 장애방지 기준 제10조 규정에 의한 별표 9에서 통신포트 전도기준을 표 25, 표 26과 같이 규정하고 있다.

표 25. A급 장비 통신포트 전도기준

주파수 범위[MHz]	전압 허용기준[dB μ V]		전류 허용기준[dB μ A]	
	준침두치	평균치	준침두치	평균치
0.15 ~ 0.5	97 ~ 87	84 ~ 74	53 ~ 43	40 ~ 30
0.5 ~ 30	87	74	43	30

(비고)

1) 허용 기준은 0.15MHz ~ 0.5MHz의 범위에서 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 감소

2) 전류 및 전압 허용기준은 시험 중인 통신포트에 대해 150옴의 공통 모드(비 대칭 모드) 임피던스를 갖는 임피던스 안정화 회로를 사용하여 구한다.
 전환 인자 : $20 \log_{10} 150/I = 44 \text{ dB}$
 ※ 통신포트에서 전도방해에 대한 허용기준은 국제기준이 제정되었으나 시험방법의 정확성이 입증될 때까지 유보한다.

표 26. B급 장비 통신포트 전도기준

주파수 범위(MHz)	전압 허용기준[dB μ V]		전류 허용기준[dB μ A]	
	준침두치	평균치	준침두치	평균치
0.15 ~ 0.50	84 ~ 74	74 ~ 64	40 ~ 30	30 ~ 20
0.50 ~ 30	74	64	30	20

(비고)

3) 조건적으로 6 MHz ~ 30 MHz의 주파수 대역에서 상당한 스펙트럼 밀도를 갖는 고속 서비스의 경우 10 dB정도의 여유가 허용된다. 이 완화는 원하는 신호의 케이블에 의해 변환된 공통 모드 방해만으로 한정한다

통신포트 전도기준은 150kHz ~ 30MHz 주파수 대역에 대하여 A급 기기와 B급기기로 나누어 규정되어 있다. 30MHz 이하 대역의 신호가 공간으로 방사되기 위해서는 긴 안테나가 필요하게 되는데 통신선로가 안테나 역할을 할 수 있기 때문에 통신포트에서 발생하는 전도기준을 제한하고 있다.

측정은 150옴 공통 모드 임피던스를 갖는 안정화 회로(ISN)를 이용하여 측정토록 하고 있으며 비차폐 단일 평형선로에 대한 ISN은 그림 49와 같다.

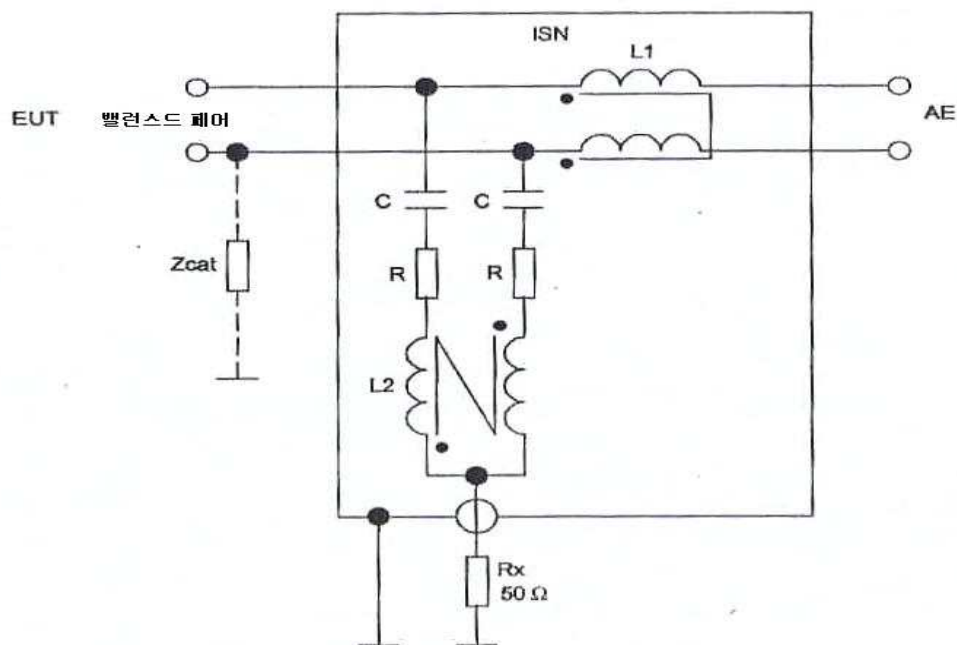


그림 50. 비차폐 단일 평형선로 ISN

$C = 4.7 \text{ nF}$, $R = 200 \text{ } \Omega$, $L1 = 2 \times 38 \text{ mH}$, $L2 = 2 \times 38 \text{ mH}$, $AE =$ 관련기기, $EUT =$ 피시험기기, $Rx =$ 수신기 입력, 변환인자 9.5dB

ISN 회로는 1쌍 포트, 2쌍 포트, 4쌍 포트에 대해 시험방법에 규정되어 있다. 통신포트의 측정은 실제 환경과 유사하게 맞추기 위해 케이블의 특성에 따라 ISN의 종전압평형도를 규정하고 있으며 카테고리 6급, 5급, 3급으로 구분하고 있다. 카테고리 3급은 16MHz 전송대역을 가지고 신호를 전송하는 특성을 가지며 주로 우리나라 구내통신 기술기준에서 규정한 전화급 선로에 해당한다. 카테고리 5급은 100MHz 전송대역을 가지는 것으로 주로

LAN 구성에 이용하게 된다. 카테고리 6급은 1GHz 전송대역을 가지는 것으로 주로 광통신 신호 전송 등에 이용된다. 케이블의 특성으로 ISN를 분리하는 이유는 통신 전송속도에 따라 이용하는 기기가 다르므로 실제 환경과 유사하게 시험장을 구성하고자 하는 의미로 해석된다. 즉 전화기 통신포트 시험을 위해서는 카테고리 3급 ISN를 이용하고, LAN 시험을 위해서는 카테고리 5급 이상의 ISN를 이용하여 측정하라는 것이다.

그림 49에서 변환인자 9.5dB는 공통모드 임피던스 150옴에서 신호를 측정토록하였으나 실제 스펙트럼분석기의 임피던스가 50옴이므로 150옴과 50옴 사이에서 발생하는 전압의 차이를 보상해 주기 위한 값이다.

통신포트에 대한 측정은 그림 50과 같이 설치하여 측정한다.

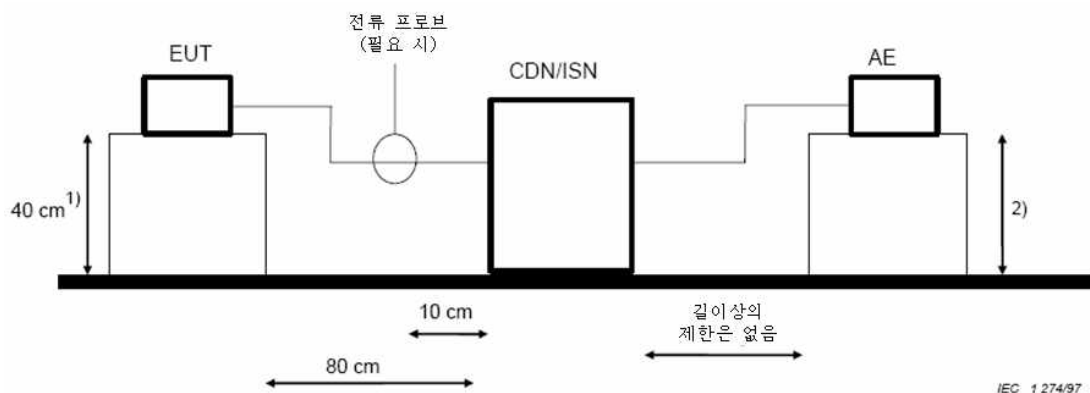


그림 51. 통신포트 측정을 위한 구성도

통신포트는 시료를 접지로부터 40cm 정도되는 테이블위에 올려놓고 ISN을 연결하고 다른 기기와 실제 통신을 하도록 한다. 통신포트에 대한 측정의 대표적인 기기는 LAN 일 것이다. LAN의 경우 신뢰성있는 장애 측정을 하기 위해서는 대표적인 LAN 이용 상태에서의 적어도 10% 초과된 LAN 이용 상태 조건을 만들고 최소 250ms 동안 이 레벨을 유지하도록 해야 한다. 시험 트래픽의 내용은 실제적인 형태의 데이터 전송을 에뮬레이트 하기 위해서 주기적인 의사 랜덤 메시지로 구성된다. LAN이 대기 기간(idle periods)에 전송을 유지한다면, 측정은 대기 기간(idle periods) 동안 또한 측정되어야 한다.

나. 단말장치 기술기준 종전압

단말장치 기술기준 제8조(신호전력)에 의해 전화용설비에 접속되는 단말 장치는 표 27의 종전압 기준을 만족하여야 한다.

표 27 전화용설비의 종전압 기준

주파수 범위	종전압	종 종단 임피던스
100Hz ~ 4,000Hz	-30dBV(총실효전압)	500 Ω
8kHz ~ 12kHz	$-(18.4 + 20 \log f)\text{dBV}$ (8kHz 전압)	500 Ω
12kHz ~ 42kHz	$(3 - 40 \log f)\text{dBV}$ (8kHz 전압)	90 Ω
42kHz ~ 266kHz	-62dBV(8kHz 전압)	90 Ω
270kHz ~ 6MHz	-30dBV(총실효전압)	90 Ω

또한 17조의4(비대칭디지털가입자회선 접속)과 제17조의5(초고속디지털 가입자회선 접속) 기준에는 ADSL과 VDSL에 대한 송신신호 종전압이 규정 되어 있다. 송신신호 종전압은 송신신호 대역의 경우 -50dBV 이하, 송신신 호 대역외는 -80dBV 이하로 규정되어 있다. ADSL과 VDSL 모뎀에 대한 종 전압신호는 그림 51과 같다.

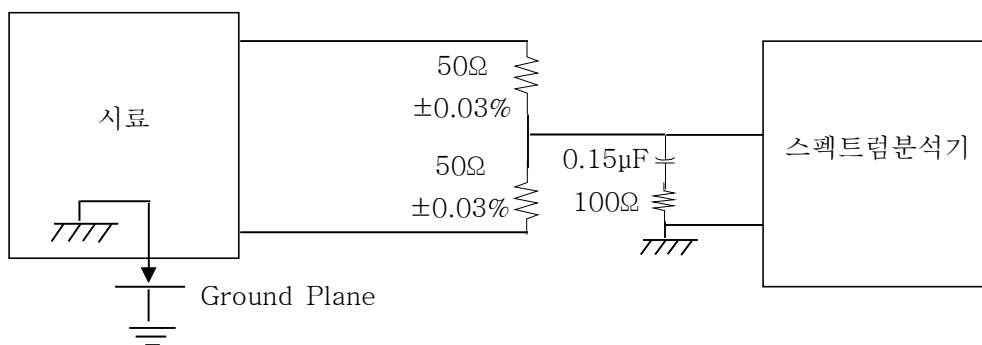


그림 52 ADSL 및 VDSL 종전압 측정회로

종전압은 규정한 주파수 범위내의 모든 4kHz 대역에서 1초간 평균한 실효전압을 측정한다.

2. 국제표준

통신포트에 대한 전도기준 국제표준은 CISPR 22에 규정되어 있다. 통신포트에 대한 전도기준 및 시험방법은 2006년 최종 완료하였으며 우리나라 기술기준도 CISPR 22 기준을 수용하여 제정하였다.

3. 유럽

EN 55022에서는 CISPR 22표준을 수용하여 통신포트 전도기준 및 시험방법을 규정하고 있다. 유럽에서는 통신포트 전도기준 시행을 2차례에 연기하였으며 현재는 2011년 10월부터 강제적으로 적용토록 규정하고 있다.

4. 일본

일본의 경우도 CISPR 22 표준을 수용하여 VCCI 표준에 통신포트 전도기준을 규정하였다. 일본은 2010년 4월부터 통신포트 전도기준을 강제로 적용하고 있다.

5. 미국

FCC Part 15에서는 통신포트에 대한 전도기준을 규정하지 않고 있다. 미국은 전원포트에 대한 전도기준만을 규정하고 있다.

FCC Part 68에 의해 제정된 ANSI/TIA-968-A에서는 전화급회선에 접속되는 종전압과 ADSL 및 VDSL 종전압이 우리나라와 단말장치 기술기준과 같이 규정되어 있다.

제3절 통신포트 전도기준 시행방안 마련

1. 추진경과

‘10년 3월에 EMC 기준전문위원회 산하 제5소위원회에서는 통신포트 전도기준 시행방안 마련을 시작하였다. ‘10년 6월에는 통신포트 전도기준 시행초안을 제시하여 제조업체 및 시험기관으로 의견을 수렴하였다. ‘10년 6월부터 9월까지 통신포트 전도기준을 측정하여 기술기준 및 시험방법의 적정성을 분석하였다. ‘10년 10월까지 소위원회에서는 5번의 회의를 통해 통신

포트 전도기준 시행일을 확정하였다. '10년 10월에는 통신포트 시행에 관련하여 일반 국민, 제조업체, 이해당사자들을 대상으로 공식 의견수렴과 전자공청회를 실시하였다. 의견수렴결과 이견은 제출되지 않았다.

2010년 11월 12일 EMC 기준전문위원회를 개최하여 통신포트 시행일에 관한 심의를 하였으며 심의결과 국제표준을 수용하여 우리나라 실정에 맞도록 이해당사자 협의를 통해 마련된 시행일임을 감안하여 원안대로 의결하였다.

전파연구소는 2010.12.24일에 전자파 장애방지 시험방법(전파연구소공고 제2010-5호)을 개정하여 관보에 게재하였다.

2. 통신포트 전도기준 측정

통신포트 전도를 측정하기 위하여 LAN를 대상으로 그림 52와 같이 설치하고 측정을 실시하였다.

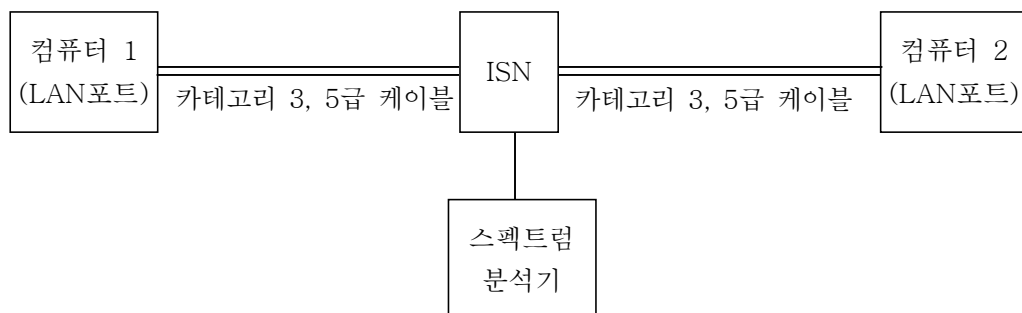


그림 53. LAN에 대한 통신포트 측정 구성도

컴퓨터 LAN 포트를 ISN에 연결하고 ISN에서 다시 다른 컴퓨터의 LAN 포트에 카테고리 5급 케이블을 연결하였다. LAN은 10Mbps급과 100Mbps급으로 나눌 수 있는데 100MHz 전송대역폭을 가지므로 카테고리 5급의 ISN를 사용하였다. 그리고 컴퓨터와 컴퓨터를 파일전송(FTP)이 가능한 상태로 설정하고 컴퓨터 1에서 컴퓨터 2로 파일전송을 하도록 하였다. 컴퓨터와 컴퓨터를 직접 접속하여 FTP를 실행시키면 통신포트 시험방법에서 규정하는 대표적인 LAN 이용 상태에서의 적어도 10% 초과된 LAN 이

용 상태 조건을 만들 수 있고 최소 250ms 동안 이 레벨을 유지할 수 있다. 예를들어 100Mbps급 LAN의 경우 10% LAN 이용 상태는 10Mbps 이므로 컴퓨터간 직접연결로 파일을 전송하면 10Mbps급 이상은 확보될 수 있으며, 파일 용량에 따라 측정할 수 있는 시간을 충분히 확보할 수 있다.

4포트 및 8포트 ISN를 통해 LAN 통신포트 전도를 측정한 결과는 그림 53, 그림 54, 그림 55와 같다.

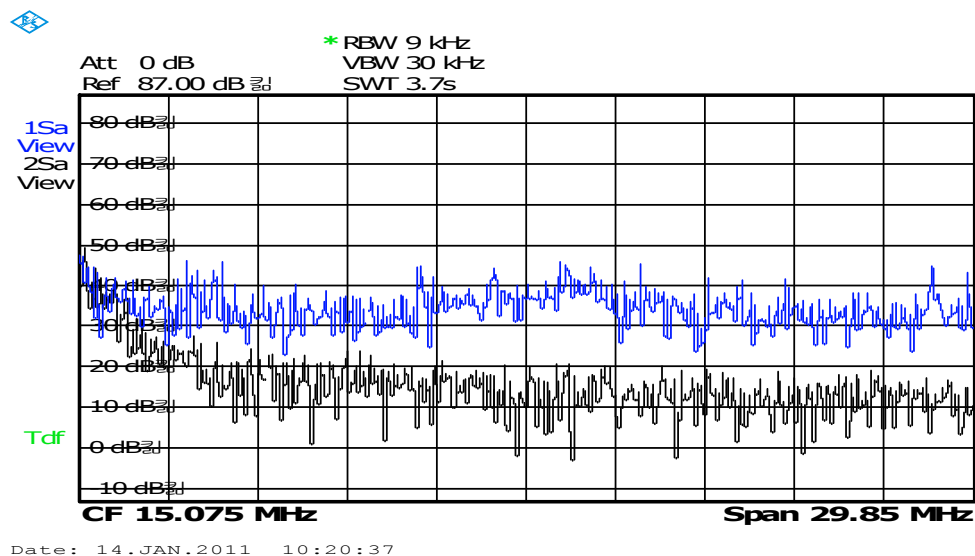


그림 54. 4포트 ISN를 이용한 LAN 전도 측정결과

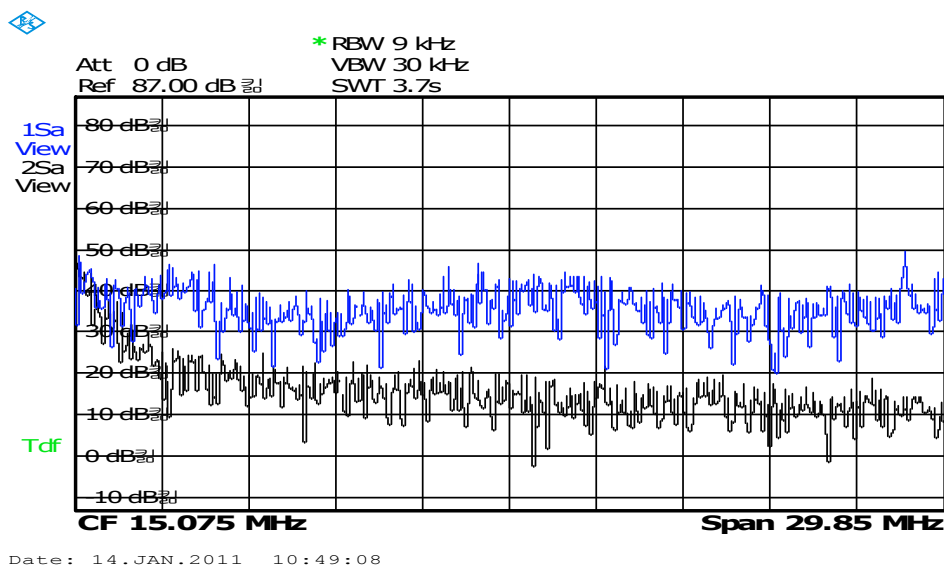


그림 55. 8포트 ISN를 이용한 LAN 전도 측정결과

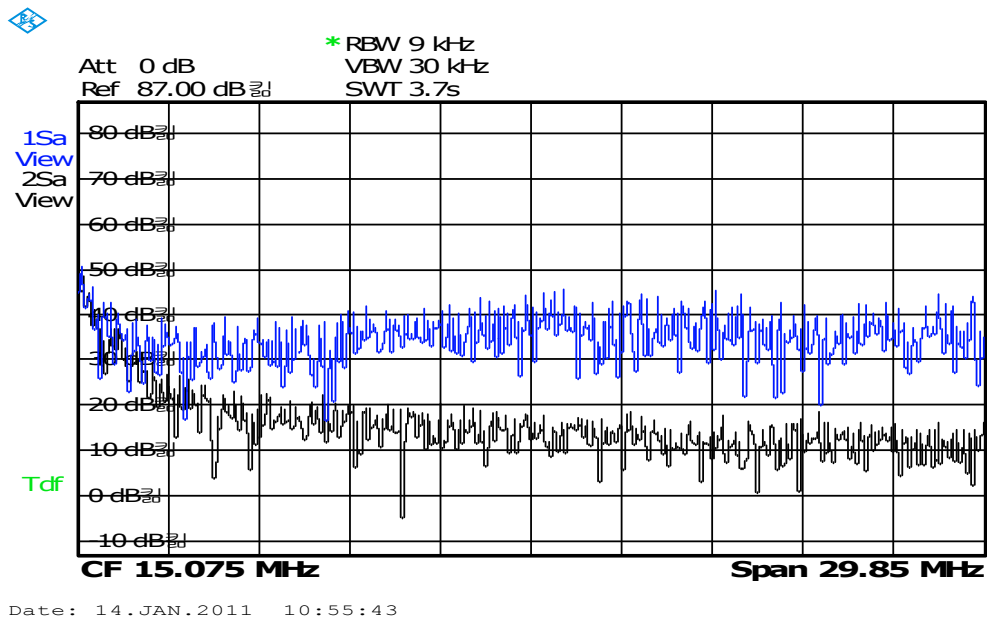


그림 56. 8포트 ISN를 이용한 기가급 LAN 전도 측정결과

측정은 평균값 모드에서 실시하였다. 4포트 ISN 및 8포트 ISN에서 측정한 결과는 통신포트 B급 전도기준(64dB μ V/m) 이하의 값이 측정되어 기술기준을 만족하고 있었다.

2포트를 이용한 전화기에 대한 통신포트 측정결과는 그림 56과 같다.

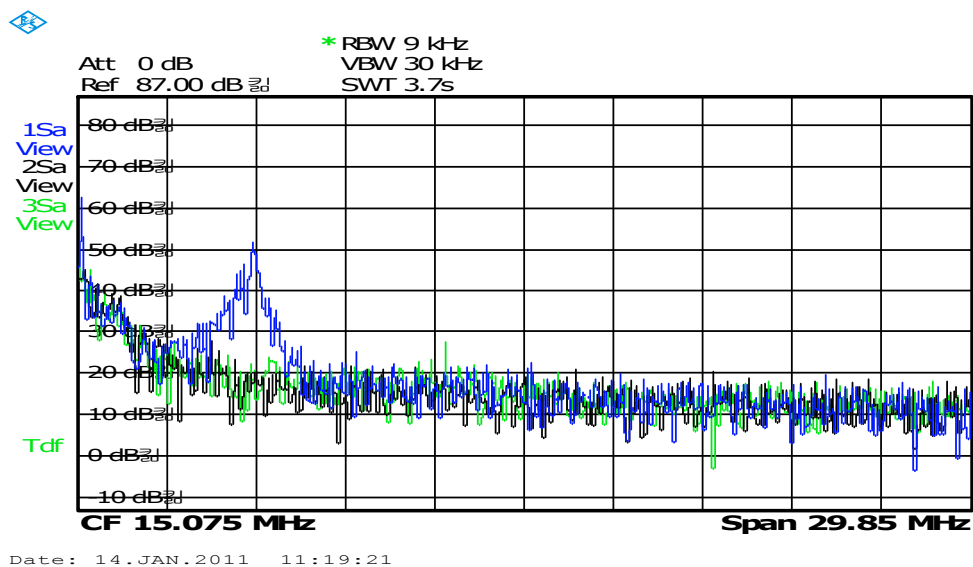


그림 57. 2포트 ISN를 이용한 전화기에 대한 전도 측정결과

전화기의 통신포트 측정결과 전원이 인가되지 않고 통화상태에서는 잡음 수준의 전압이 측정되었다. 보조동작을 위해 전화기에 전원을 인가하면 50dB μ V/m 정도의 전도 전압이 측정됨을 알 수 있었다.

이번 전화기 및 LAN에 대한 측정을 통해 제조업체의 제품이 통신포트 전도기준을 만족하는데 큰 어려움이 없다는 판단이 되었으며 현재의 시험 방법으로 통신포트 전도기준을 충분히 측정할 수 있음을 검증하였다.

3. 통신포트 전도기준 시행에 대한 의견수렴

통신포트에 대한 시행을 위하여 제조업체, 시험기관 등을 대상으로 9월에 주요 쟁점 사항에 대한 의견을 수렴하였다. 주요 의견수렴 내용 및 결과는 다음과 같다.

통신포트 전도장해 시험시 어려운 점

통신포트 시험방법에는 대표적인 LAN 이용 상태에서의 적어도 10% 초과된 LAN 이용 상태 조건을 만들어야 하며 최소 250ms 동안 이 레벨을 유지할 수 있도록 하고 있다. 이에 대해 시험기관들은 본 조건을 만들기 어렵다는 의견이 다수 제출되었다. 그리고 ISN과 시료간의 케이블 길이만 명시하고 ISN과 주변기기의 케이블길이가 명시되지 않아 측정의 재현성이 떨어진다는 지적이 있었다.

통신포트 전도기준 적용시기

일본은 '10.4월부터 시행하고, 유럽은 '11년 10월부터 시행하므로 국제적인 추세에 맞추어 2011년 또는 2012년부터 적용을 선호하였다.

단말장치 기술기준의 종전압과 통신포트 전도기준의 차이점

단말장치는 종전압은 송신신호에 의해 발생하는 종전압을 측정하는 것이고 전도기준은 통신포트에서 발생하는 잡음을 측정하는 것이므로 목적이 다르고, 측정회로와 임피던스 등이 상이하여 중복 시험으로 보기 어렵다는 의견이 다수를 차지하였다. 그러나 주파수 대역이 겹치는 부분은 중복성이 있다는 의견도 있었다.

4. 통신포트 전도기준 시행일

통신포트에 대한 시행일은 우리나라 제조업체 및 시험기관 현황, 국제동향 등을 종합고려 할 때 2012년 1월 1일부터 시행하는 것이 적절하다는 EMC 기준전문위원회의 판단이 있었다. 이에 따라 전자파 방해방지 기준 부칙에 통신포트에 대한 시행일을 2012년 1월 1일부터 시행토록 개정(안)을 마련하였다.

통신포트에 적용되는 기기는 전화기, ADSL 및 VDSL 등 모뎀, LAN 등이 있다. 단말장치 기술기준은 전화기에 대해서는 6MHz 대역까지만 종전압을 측정하고 있으며, ADSL 및 VDSL은 30MHz 대역까지 종전압을 측정한다. 그러나 정보기기류의 대부분을 차지하는 LAN은 단말장치 기술기준에서 일부 제품과 적용되고 있으며 종전압 기준이 마련되어 있지 않다. 통신포트 전도기준은 모든 통신용 기기 및 정보기기류에 적용되며 주파수 범위도 30MHz 이하대역까지 적용되므로 단말장치 기술기준의 종전압보다는 적용폭이 넓다고 할 수 있다. 또한 단말장치 종전압은 송신신호에 대한 종전압을 측정하고 통신포트 전도기준은 기기에서 발생하는 잡음을 측정한다는 의미에서 규정 목적이 다르다. 이에 따라 통신포트 전도기준과 종전압은 규정목적, 측정회로, 주파수 등이 상이하여 중복성이 적다고 할 수 있다. 다만, ADSL 및 VDSL 기기류와 같이 30MHz 이하대역에 대한 종전압을 측정하는 경우 중복 측정이 될 수 있으므로 이에 대한 검토는 필요하며 향후 개선방안을 마련토록 하겠다.

제5장 결론

전기철도에서 발생하는 전자파가 방송 및 무선통신 서비스에 영향을 줄 수 있다는 우려가 제기되어 검증·측정을 통해 해결방안을 모색하고 관련 기술기준 및 시험방법 개정을 추진하였다. 또한 무선기기의 비의도적 전자파로부터 기가헤르쯔 대역의 주파수 자원을 보호하기 위해 관련 기술기준 및 시험방법 개정을 추진하였다. 그리고 통신포트에 대한 전도기준 시행방안을 마련하여 전자파 장애방지 기준에 반영하였다.

우리나라 전기철도 기술기준은 2004년 유럽 표준을 참조하여 제정되었으나 2006년 유럽표준이 개정되고 IEC 국제표준이 새롭게 제정됨에 따라 개정의 필요성이 증가하였다. 이에 따라 전파연구소에서는 철도기관, 제조업체, 연구소 등 이해관계자로 전기철도 연구반을 구성·운영하고 전기철도에서 발생하는 전자파를 측정 분석하여 기술기준 및 시험방법 개정안을 마련하였다. 전기철도에서 발생하는 전자파는 30MHz 이하대역의 경우 전기철도 구동을 위한 전원변환장치(AC-DC, DC-AC 변환기)에서 주로 발생하여 급전선을 통해 방출되었다. 30MHz 이상대역의 전자파는 급전선과 급전장치의 불연속 접속에 의한 아크방전으로 임펄스성 전자파가 주로 발생하였다. 전기철도 기술기준 주요 개정 내용은 현재의 철도 EMC 기준은 KTX, 지하철 등 전기철도에 공통적으로 적용할 수 있으므로 혼란 방지를 위하여 “고속전철기기류”로 되어 있는 명칭을 “전기철도기기류”로 변경하였다. 또한 국제표준을 수용하여 정지상태 기준을 개정하고 저속운행 상태 기준을 신설하였으며, 9kHz ~ 150kHz 대역에 대한 기준 적용 예외 규정을 신설하였다. 저속운행 상태에 시험조건을 명확히 규정하였으며, 측정시간을 줄이기 위해 CISPR에서 표준화된 FFT 측정모드를 사용할 수 있도록 시험방법을 개정하였다.

이동통신, WiBro 무선서비스 등이 이용하는 기가헤르쯔대역의 주파수 자원을 보호하기 위하여 무선기기 EMC 기준을 개정하였다. 주요개정 내용은 기가헤르쯔대역 EMI 기준을 6GHz 이하대역까지 확장하고 내성기준을 2.7GHz 까지 확장하였다. 그리고 EMI 방사성 장애 적용범위를 보조기기 합체에서 무선기기 본체 및 보조기기 합체로 확대하였다.

‘97년 기준이 마련되었으나 현재까지 시행을 보류하고 있는 통신포트 전

도기준 시행일을 확정하였다. 국제준화 동향, 주요국의 동향, 제조업체 및 시험기관의 준비현황을 종합하여 2012년 1월 1일부터 시행토록 하였다.

이번에 마련된 전기철도 EMC 기준 및 시험방법, 기가헤르쯔대역 무선기기 EMC 기준 및 시험방법, 통신포트 전도기준 시행방안은 주파수 자원을 보호하고 안전한 전자파 환경조성에 기여할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 육재림, 윤현보, “고속철도 전자파장해 기준 연구”, 한국전자과학회지 제15권 제1호, 2004.1
- [2] 이태형, 한인수, “한국형 고속열차 전자파 시험 종합 결과”, 한국전기학회 전력기술부문회 추계학술대회 논문집, 2008.11.
- [3] 한문섭, “전기철도 EMC 규격의 동향”, 한국철도기술, 2004.5.
- [4] 정동욱, 한문섭, “철도 EMC 기술 동향”, 뉴스레터 통권 제12호, EMC 기술지원센터, 2008.7.
- [5] IEC 62236 시리즈 표준, “Railway applications - Electromagnetic compatibility, IEC, 2008.
- [6] EN 50121 시리즈 표준, “Railway applications - Electromagnetic compatibility, CELENEC, 2006.
- [7] ITU-T K.80, "EMC requirements for telecommunication network equipment (1GHz 6GHz)", 2009.
- [8] EN 301 489 series, "Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters(ERM); Electromagnetic compatibility(EMC) standard for radio equipment and services;"
- [9] CISPR 16-1-1, "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-measuring apparatus", 2007-10.
- [10] EN 55016-1-1 "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-measuring apparatus," 2008-02.
- [11] CISPR 16-1-4, "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-Ancillary equipment-Radiated disturbance," 2007-02.
- [12] EN 55016-1-4, "Specification for radio disturbance and

- immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-Ancillary equipment-Radiated disturbance," 2007-06.
- [13] CISPR 20, "sound and television broadcast receivers and associated equipment - Immunity characteristics - Limits and methods of measurement", 2006-11.
- [14] CISPR 22, "Information technology equipment-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement," 2005-07.
- [15] EN 55022, "Information technology equipment-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement," 2007-10.
- [16] 전파연구소 연구보고서, “전자파 표준 측정기술 및 적합성 연구,” 2005년.
- [17] 전파연구소 연구보고서, “EMC 국제표준화 대응연구,” 2006년.
- [18] 이일용 외 3인, “1GHz 이상 대역 EMI 시험장평가방법 연구,” 추계마이크로파 및 전파전파 학술대회, 2008년.
- [19] 전파연구소 연구보고서, “전자파적합성 기술기준 연구”, 2009년.
- [20] 이일용외 5인, “정보기기류의 1GHz 대역 이상 EMI 기준에 관한 연구”, 한국통신학회 하계학술발표회 논문집, 2009년.
- [21] 전파연구소 정책연구 보고서, “EMC(전자파적합성) 표준화 연구, 2009년.
- [22] <http://www.fcc.gov>
- [23] http://ec.europa.eu/enterprise/standards_policy/index_en.htm
- [24] <http://www.rra.go.kr>
- [25] <http://www.kcc.go.kr>
- [26] <http://www.iec.ch>
- [27] <http://www.itu.int>
- [28] CFR Part 15, 미국 무선 주파수 설비
- [29] CFR Part 68
- [30] ANSI TIA-968-A

- [29] 유럽 EMC 지침 및 조화 표준
- [30] 전파법령
- [31] 무선설비 규칙
- [32] 전자파 장애방지 기준
- [33] 전자파 보호 기준
- [34] 전자파 장애방지 시험방법
- [35] 전자파 보호 시험방법
- [36] 전기통신기본법령
- [37] 전기통신설비의 기술기준에 관한 규정
- [38] 단말장치 기술기준
- [39] 전력유도전압의 구체적 산출방법
- [40] 철도안전법령 및 고시
- [41] 도시철도법령 및 고시