# 신기술 융합기기 전자파적합성 기준 연구

2017. 12.

국립전파연구원
National Radio Research Agency

# 제 출 문

본 보고서를 「신기술 융합기기 전자파적합성 기준 연구」과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2017. 12. 31.

**연구책임자** : 박문철(전파환경안전과 전자파적합담당)
**연 구 원** : 양준규(전파환경안전과 전자파적합담당)
이환상(전파환경안전과 전자파적합담당)
차기남(전파환경안전과 전자파적합담당)

# 요 약 문

정보통신기술과 융합된 새로운 기기들이 출현하고 국제표준 개정에 따라 안전한 전자파 환경조성을 위하여 전자파적합성 기준 제·개정이 필요하다. 또한 새로운 이동통신 서비스와 자율주행자동차, 로봇 등의 제어를 위한 설비들은 6 GHz 이하 전자파를 생활환경에 발생시키고 있어 전기·전자 기기들이 관련 전자파에 내성을 갖도록 하여야 한다. 본 연구에서는 신기술 융합 기기에 대한 전자파적합성 기준과 시험방법을 마련하고 우리나라 전자파적합성 기술의 국제표준화 추진과 안전한 전자파 이용환경을 위한 신기술 융합기기 전자파적합성 기준 연구를 추진하였다.

전기자전거는 모터를 구동하는 전기기기로써 가정용 전기기기 및 전동기기류로 분류하고 적합성평가(KC 인증)를 받고 있으나 국제표준에서는 전기자전거 운용 환경을 고려하여 별도의 전자파적합성 표준을 규정하고 있다. 행안부는 자전거법을 개정하고 전기자전거 안전을 위한 다른 법령 등을 개정토록 하였다. 본 연구에서는 전자파에 의한 전기자전거의 안전을 확보하고 이용 활성화를 위하여 국제표준을 수용하여 전자파적합성 기준과 시험방법을 마련하였다.

ICT와 융합된 자동차 전장품이 차량에 부착하여 운용하는 경우 자동차내의 방송통신 서비스에 장해를 주거나 스마트키 등이 오동작하는 사례가 발생하고 있다. 본 연구에서는 자동차 전장품이 다른 기기에 전자파 영향을 주는지 여부를 확인하기 국내·외 기준 비교, 방송통신 전자파에 의한 자동차 내에 형성되는 전자기장을 측정 분석하였다. 본 연구 결과는 자동차 전장품에 대한 전자파 장해방지 기준과 전자파 내성 조건을 정하는데 활용될 수 있을 것이다.

아크용접기는 반도체 인버터 기술이 융합되어 소형화 되어 보급이 활성화 되고 있다. 아크용접기에 반도체 기술이 도입됨에 따라 이동통신 등의 기가 헤르쯔대역의 전자파에 영향을 받을 수 있다. 또한 출력 포트에서 전자파를 발생시켜 방송통신 서비스에 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 아크용접기의 안전한 이용을 위해 1 GHz 이하대역에서 2.7 GHz 대역으로 전자파 내성 인가 주파수를 확장하였으며 출력포트의 전류 리플 허용기준을 새롭게 마련하였다.

새로운 이동통신, 자율주행자동차 및 지능형 로봇 제어를 위한 주파수는 6 GHz 이하 대역으로 확장되고 있다. 이에 따라 전자파를 이용하는 기기들은 일상 생활에서 6 GHz 이하대역 전자파에 노가다출되고 있어 내성 측면에서의

대책이 필요하다. 이동통신, 특정소출력 무선기기의 영향에 따라 주거용, 산업용, 무선기기들이 오동작 및 품질저하를 최소화하기 위해 관련 전자파 내성 인가 주파수를 종전 2.7 GHz에서 6 GHz 대역으로 확장하는 전자파적합성 기준을 개정하였다.

전파법 제47조의3 제3항에따라 과학기술정보통신부는 전자파 장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재에서 발생하는 전자파가 전자파적합성 기준을 초과할 가능성이 있다고 판단할 경우에는 해당 기자재에 대하여 전자파적합성 여부를 측정하거나 조사할 수 있다. 2017년에는 방송국과 통신국사에 대한 전자파 측정조사를 실시하였다.

시험기관은 전자파적합성 기준 및 시험방법에 따라 시험을 실시 하지만 기기의 분류와 적용, 시험방법의 해석에 따라 기관 마다 상이할 수 있다. 2017년에는 기술협의회 전자파적합성 분과를 활용하여 기준과 시험방법 적용 해석을 협의를 통해 통일화 시키고 시험에 활용토록 배포하였다.

지능정보사회에서 전자파는 기기들을 네트워크로 연결하여 동작시키므로 전자파 영향에 의해 인명과 재산의 피해가 발생할 수 있어 전자파 안전관리가 필요하다. 전자파 안전관리는 기기들이 복합적으로 특정한 위치에 설치하는 경우 다른 기기와 서비스에 영향을 주거나 받지 않고 안전을 고려하여 설계, 설치·시공, 검사, 관리하는 절차를 의미한다. 본 연구에서는 전자파 안전관리 추진 체계를 규정하고 전자파 안전관리 절차 가이드라인을 마련하였다.

전자파적합성 국제표준은 각 국가에서 기술기준으로 수용하여 활용될 수 있으므로 산업체의 산업 경쟁력 강화를 지원하기 위해 국제표준화 추진 및 대응이 필요하다. 2017년에 국립전파연구원은 전자파적합성 분야 전문위원회를 운영하여 86건의 국제표준 회람문서에 대한 의견을 제출하고 국제표준 투표를 하였다. 또한 국제전기기술위원회 산하 국제무선장해특별위원회와 전자파적합성위원회 소위원회 회의에 참석하여 우리나라 산업체 등에서 개발한 국제표준안을 기고하여 반영하는 성과를 이루었다.

# 목 차

제1장 서론 ····· 1

제2장 ICT 융합기기의 전자파적합성 기준 마련 ····· 3
제1절 전기자전거 전자파적합성 기준 및 시험방법 ····· 3
제2절 자동차 전장품 기준 개선방안 연구 ····· 24
제3절 가전 및 ISM 기기 전자파적합성 기준 및 시험방법 개정 ····· 35

제3장 6 GHz 이하대역 전자파 내성 기준 마련 ····· 44
제1절 연구 배경 ····· 44
제2절 국내·외 현황 분석 및 시사점 ····· 44
제3절 전자파 내성 측정 분석 ····· 46
제4절 6 GHz 이하대역 전자파 내성 기준 및 시험방법 ····· 50

제4장 전자파적합성 측정·조사 및 기준 적용 방안 마련 ····· 54
제1절 전자파적합성 측정·조사 추진 ····· 54
제2절 전자파적합성 기준 및 시험방법 적용 방안 마련 ····· 56

제5장 전자파 안전관리 가이드라인 마련 ····· 63
제1절 연구 배경 ····· 63
제2절 전자파 안전관리 가이드라인 ····· 64

제6장 전자파적합성 국제표준 대응 연구 ····· 70
제1절 연구 배경 ····· 70
제2절 국제표준화 회람 문서 대응 ····· 70

제3절 30 MHz 이하 시험장 평가 방법 연구 ····· 78
제4절 국제표준화 회의 기고서 제출 및 대응 ····· 80

제7장 결론 ····· 83

참고문헌 ····· 86

# 표 목 차

[표 1] 국가별 전기자전거 기준 비교 ····· 5
[표 2] 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파 장해방지 기준 ····· 7
[표 3] 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파 내성 기준 ····· 8
[표 4] 전기자전거 방사성 방해 측정결과(A사) ····· 14
[표 5] 전기자전거 방사성 방해 측정결과(B사) ····· 15
[표 6] 전기자전거 충전 상태 전도성 방해 측정결과(A사) ····· 17
[표 7] 전기자전거 충전 상태 전도성 방해 측정결과(B사) ····· 17
[표 8] 전기자전거 동작 상태, 대기 상태 전자파 장해방지 기준 ····· 20
[표 9] 전기자전거 충전 모드 전자파 장해방지 기준 ····· 21
[표 10] 전기자전거 방사 내성 기준 및 성능평가 기준 ····· 22
[표 11] 시장유통 전장품에 대한 전자파 장해 측정결과 ····· 27
[표 12] WCDMA 시스템에 의한 자동차 전자기장 측정 결과 ····· 31
[표 13] LTE 시스템에 의한 자동차 전자기장 측정 결과 ····· 31
[표 14] TV, FM 방송국 송신소 신호에 의한 자동차 전자기장 측정 결과 ····· 32
[표 15] 자동차 내 무선기기 송신에 의한 내부 전자기장 측정 결과 ····· 32
[표 16] 자동차 밖에서 무전기 동작에 다른 자동차 내 전자기장 측정 결과 ····· 33
[표 17] 아크용접기에 대한 전자파 방사성 방해 허용기준 ····· 36
[표 18] 가정용 전기기기의 전자파 전도기준 ····· 41
[표 19] 아크용접기에 대한 불연속 방해 기준 ····· 42
[표 20] B급 아크용접기에 대한 출력 전류 리플 ····· 42
[표 21] 아크용접기 방사성 RF 전자기장 내성 기준 ····· 43
[표 22] 무선기기 방사성 RF 전자기장 내성 ····· 51
[표 23] 주거용, 산업용 방사성 RF 전자기장 내성 ····· 52

[표 24] 전자파 안전관리 체계 ····· 64
[표 25] 국내 적합성평가와 안전관리 현황 비교 ····· 65
[표 26] 국내·외 전자파 안전관리 비교 ····· 66
[표 27] 전자파적합성 국제표준화 대응 전문위원회 ····· 71
[표 28] 국제표준 회람 문서 대응 현황 ····· 72
[표 29] 2017년도 우리나라 전자파적합성 기고서 주요내용 결과 ····· 80

# 그 림 목 차

[그림 1] 전자파적합성 기준 체계 ····· 6
[그림 2] 유럽 전기자전거 방사성 방해 표준 ····· 10
[그림 3] 전기자전거 시험장 구성도 ····· 13
[그림 4] 전기자전거 구동 및 충전 상태 방사성 방해 측정결과 비교(A사) ····· 15
[그림 5] 전기자전거 구동 및 충전 상태 방사성 방해 측정결과 비교(B사) ····· 16
[그림 6] 전기자전거 전자파 내성 성능 평가 ····· 18
[그림 7] 자동차에 형성되는 전자기장 환경 측정 구성도 ····· 30
[그림 8] 아크용접기 전류 리플 측정을 위한 시험장 구성도 ····· 38
[그림 9] 아크용접기 전류 리플 측정결과 ····· 39
[그림 10] 6 GHz 이하대역 방사성 RF 전자기장 내성 측정 구성도 ····· 46
[그림 11] 무선기기 방사성 RF 전자기장 시험 ····· 48
[그림 12] 전자파 안전관리 절차 ····· 67
[그림 13] 야외시험장 30 MHz 이하 평가 결과 ····· 78
[그림 14] 10 m 반전자파 무반사실 30 MHz 이하 평가 결과 ····· 79

# 제1장 서론

전파법 제47조의3(전자파적합성 등)에서는 전자파 장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재에 대한 전자파 장해방지 기준과 전자파 보호 기준을 마련토록 하고 있다. 또한, 전자파 장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재를 제작하거나 수입하려는 자는 전자파적합성 기준을 초과하지 아니하도록 규정하고 있다. 국립전파연구원은 전파법 제47조의3과 동법 시행령 제67조의2에 의해 전자파적합성 기준과 전자파적합성 시험방법을 제·개정하고 있다. 전자파적합성 기준과 시험방법은 국제적으로 통용되는 국제표준을 수용하여 기기의 전자파로부터 방송통신 서비스를 보호하고 기기에 인입되는 전자파로부터 내성을 갖도록 규정하고 있다. 대부분 국가들은 국제표준을 수용하여 자국의 전자파적합성 기술기준을 정하고 있음에 따라 산업체의 원활한 시장 진출을 위해서는 국제표준을 선점하고 중요 표준화 안건에 적극 대응할 필요가 있다. 국립전파연구원은 전자파적합성 기준과 시험방법을 제·개정하고 국제표준화를 주도적으로 추진·대응하기 위하여 EMC 기준 전문위원회와 전자파적합성 전문위원회를 운영하고 있다. EMC 기준전문위원회와 전문위원회는 산학연 전문가 100여명이 참여하여 이해당사자들의 의견을 조율하여 국제수준의 전자파적합성 기준을 마련하고 있으며 국제표준화 대응 활동을 추진하고 있다.

정보통신기술과 융합된 새로운 기기들이 출현하고 국제표준 개정에 따라 안전한 전자파 환경조성을 위한 전자파적합성 기준 마련이 필요하다. 또한 새로운 이동통신과 자율주행자동차, 로봇 등의 제어를 위한 설비들은 6 GHz 이하 전자파를 생활환경에 발생시키고 있어 전기·전자 기기들이 관련 전자파에 내성을 갖도록 하여야 한다. 본 연구에서는 신기술 융합 기기에 대한 전자파적합성 기준과 시험방법을 마련하고 우리나라 전자파적합성 기술의 국제표준화와 안전한 전자파 이용환경을 위한 신기술 융합기기 전자파적합성 기준 연구를 추진하고자 한다.

제2장에서는 전기자전거의 전자파적합성 관련 국내·외 제도와 표준 현황을 살펴보고 현재 운행되고 있는 기기에 대한 전자파 장해와 내성 정도를 평가토록 하겠다. 이를 통해 전기자전거의 전자파 안전을 확보하고 국제적으로 통용될 수 있는 전자파적합성 기준을 제시하고자 한다.

정보통신 기술과 융합된 자동차 전장품과 반도체 이용 아크용접기 출현에 따라 전자파 장해방지 기준과 내성 기준 연구를 통해 전자파적합성 기준 개선방안을 제시토록 하겠다.

제3장에서는 6 GHz 이하대역을 이용하는 새로운 이동통신과 특정소출력 무선기기 이용 활성화에 따라 관련 주파수대역의 전자파 내성에 의해 주거용, 산업용, 무선기기들이 오동작 또는 품질저하가 발생하지 않도록 하는 전자파 내성 기준을 마련토록 하겠다.

제4장에서는 전파법 제47조의3에 따라 통신국사와 방송국에 대한 전자파 측정조사를 실시한 결과를 제시토록 하겠다. 그리고 전자파적합성 기준 및 시험방법 적용을 위해 논의한 기술협의회 운영 결과를 정리토록 하겠다.

제5장에서는 복합적으로 설치되는 설비와 시스템이 전자파 안전을 확보토록 하는 전자파 안전관리를 원활히 추진할 수 있도록 전자파 안전관리 절차 가이드라인을 제시토록 하겠다.

제6장에서는 2017년도에 우리나라가 추진한 전자파적합성 국제표준화 활동을 종합하여 정리하고 결론을 내리도록 하겠다.

# 제2장 ICT 융합기기의 전자파적합성 기준 마련

## 제1절 전기자전거 전자파적합성 기준 및 시험방법

### 1. 연구배경

전기자전거는 내장된 배터리의 전력을 이용하거나 제어하여 모터와 부속기기들이 동작한다. 전기자전전거의 전자파는 전력을 이용·제어, 모터의 구동, 부속기기 등의 동작, 배터리를 충전하는 상태에서 발생한다. 또한 전기자전거는 운용 상태에서 이동통신, 방송국 등의 전자파에 의해 오동작 또는 품질저하 현상이 발생할 수 있다. 전파법령에서는 전기자전거가 전자파로부터 영향을 주거나 받을 수 있으므로 전자파 안전을 확보하기 위해 전자파적합성 기준을 적용하여 적합성평가(인증)를 받도록 하고 있다. 2016년에 개정되어 시행되고 있는 전자파적합성 기준(국립전파연구원고시 제2016-26호)에서는 전기자전거 운용 환경을 고려한 별도의 기준은 마련되어 있지 않고 가전기기 및 전동기기류 기준을 적용하고 있다. 유럽에서는 전기자전거의 운행상태와 충전상태를 고려하여 별도의 전자파적합성 기준을 규정하고 있다. 국제표준에서는 유럽의 전기자전거 전자파적합성 기준을 준용하고 있다. 이에 따라 전기자전거 운용 환경에서의 전자파 평가를 위해서는 국제적으로 통용되는 기준과 산업체의 의견을 수렴하여 전자파적합성 기준을 개선할 필요가 있다.

행정안전부에서는 2017년 3월에 전기자전거에 대한 규제완화와 안전성 확보를 위해 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」을 개정하여 2018년 3월부터 시행토록 하였다. 개정 법률에서는 전기자전거를 정의하고 안전을 위한 조건을 규정하고 있으며 구조와 성능 등의 안전요건은 행정안전부령으로 정하도록 하였다. 또한 경찰청과 산업통상자원부(국가기술표준원)에서는 관련 법령 개정에 따라 전기자전거 안전 확보를 위한 도로교통법과 자율안전확인기준 개정을 추진하여 2017년 내에 개정을 완료할 예정이다. 전기자전거 이용 활성화와 안전을 고려한 관련 법령 및 고시 등의 정비를 범정부차원에서 추진하고 있음에 따라 전자파적합성 기준도 검토·분석하여 필요시 개선할 필요가 있다.

이 절에서는 전기자전거의 국내·외 현황과 전자파 측정·분석 등을 통해 이용 활성화와 안전을 위한 전자파적합성 기준과 시험방법(안)을 제시하고자 한다.

## 2. 국내·외 현황 분석 및 시사점

### 가. 국내 현황

**<자전거 이용 활성화에 관한 법령>**

2017년 3월에 전기자전거에 대한 규제완화와 안전성 확보방안 마련을 위해 「자전거 이용 활성화에 관한 법률(이하 자전거법)」 일부 개정 법률안이 국회 본회의를 통과하였으며 2018년 3월부터 시행한다. 행정안전부 생활공간정책과의 보도 자료에 따르면 현행법상 전기자전거는 자전거가 아닌 원동기 장치 자전거로 분류되어 운행을 위해서는 면허를 취득하여야 하며, 자전거도로 통행이 금지되고 자동차도로만 통행할 수 있다. 이러한 규제로 인해 우리나라에서는 전기자전거 이용자의 불편과 안전 문제로 전기자전거 이용이 활성화되지 못하였다. 또한 유럽, 일본, 중국 등 세계 자전거 시장이 전기자전거를 중심으로 성장하는데 반해 국내 자전거 산업은 상대적으로 침체되는 등 많은 어려움이 있었다[1].

개정된 자전거법에서 전기자전거는 사람이 페달을 돌릴 때만 전동기가 작동해 사용자의 힘을 보충해 주는 페달보조방식으로 속도가 시속 25 km 이상일 경우 전동기 작동이 차단되며, 전체 중량이 30 kg 미만 등의 요건을 모두 충족한 것을 의미한다. 전기자전거 관련 안전 확보를 위하여 안전의식이 취약하고 기기 조작이 미숙하여 교통사고의 위험이 큰 13세 미만의 어린이는 전기자전거를 운전할 수 없도록 보호자 의무를 규정하였다. 또한 안전 요건에 적합하지 않도록 전기자전거를 개조하거나 안전요건에 적합하지 않은 전기자전거를 자전거도로에서 운행하는 행위를 금지토록 하였다. 전기자전거 안전요건 등 관련 세부기준은 자전거법 시행규칙(행정안전부령)에서 규정토록 하였다. 아울러 경찰청과 산업통상자원부(국가기술표준원)도 자전거법 개정에 따라 도로교통법 및 전기자전거 자율안전확인기준을 2017년도 내에 개정을 완료할 예정이다. 국가별 전기자전거 기준은 표 1과 같다[1].

[표 1] 국가별 전기자전거 기준 비교

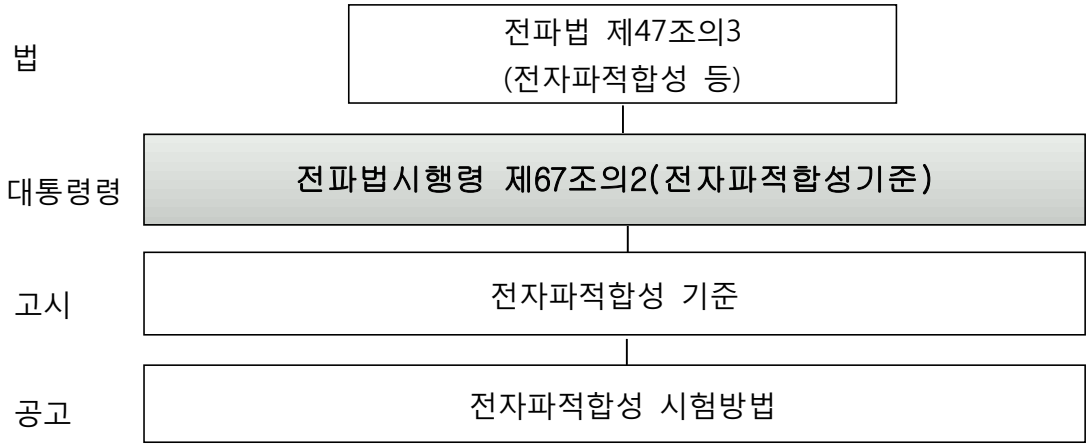
| 항 목 | 우리나라 자전거법 | 유 럽 | 일 본 | 중 국 | 미 국 | 캐나다 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 구동방식 | 페달보조 | 페달보조 | 페달보조 | 페달보조 또는 가속기조작 | 페달보조 또는 가속기조작 | 페달보조 또는 가속기조작 |
| 최고속도 | 25km/h | 25km/h | 24km/h | 20km/h | 32km/h | 32km/h |
| 중 량 | 30kg미만 | 제한없음 | 제한없음 | 40kg미만 | 제한없음 | 제한없음 |
| 운전면허 | 불필요 | 불필요 | 불필요 | 불필요 | 불필요 | 불필요 |
| 나이제한 | 13세 이상 | 없음 (국가별 규정) | 없음 | 16세 이상 | 16세 이상 | 16세 이상 |
| 자전거도로 통행 | 가능 | (국가별 위임) | 가능 | 가능 | 가능 | (주별 위임) |
| 보도통행 | 불가 | 불가 | 불가 | 불가 | 대부분 주 불가 | 대부분 주 불가 |
| 차도통행 | 가능 | 가능 | 가능 | 가능 | 가능 | 가능 |

전기자전거의 안전을 위해 자전거법령(행정안전부), 도로교통법령(경찰청), 자율안전확인기준(산업부 국가기술표준원)이 개정되고 있다. 이에 따라 국립전파연구원이 고시한 전자파적합성 기준도 전기자전거의 이용환경을 고려하여 전자파 안전이 고려될 수 있도록 개선 방안 마련이 필요하다. 전기자전거 전자파적합성 기준 개선 방안은 행정의 일관성과 이용자 혼란을 방지하기 위하여 자전거법령과 유관 법령에서 규정하고 있는 범위 내에서 검토되어야 한다.

**<전파법령에 의한 전기자전거 전자파적합성 기준 적용 현황>**

전파법 제47조의3(전자파적합성 등)에서는 전자파장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재에 대한 전자파 장해방지 기준 및 보호 기준을 대통령령으로 정하도록 하고 있다. 또한 전자파 장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재를 제작하거나 수입하려는 자는 전자파적합성 기준을

초과하지 않도록 규정하고 있다. 전파법 제47조의3 제1항에 따라 대통령령인 전파법 시행령에서는 제67조의2에서 전자파적합성 기준을 전자파 장해를 주는 기자재와 전자파로부터 영향을 받는 기자재로 나누어 전자파 장해방지 기준과 전자파 보호 기준의 원칙을 규정하고 있다. 전자파적합성 기준 체계는 그림 1과 같다[2].




[그림 1] 전자파적합성 기준 체계

전기자전거는 배터리 전력으로 모터 제어·구동하거나 배터리 충전 중에 전자파를 발생시켜 방송통신 서비스에 간섭 영향을 일으킬 수 있다. 전기자전거 제어, 구동 기기들은 이용 환경의 이동통신, 방송국 등의 전자파에 의해 오동작 또는 품질저하 현상이 발생할 수 있다. 이에 따라 전기자전거는 전파법 제47조의3에 따른 전자파적합성 기준을 준수하여야 하다.

2016년에 개정된 전자파적합성 기준(국립전파연구원고시)에서는 전기자전거에 별도로 적용되는 기준이 마련되어 있지 않다. 다만, 전기자전거가 모터의 구동을 제어하여 운용 되므로 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파적합성 기준을 적용하고 있으며 표 2와 표 3과 같다.

[표 2] 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파 장해방지 기준

□ 연속방해 전자파 전도 기준(가정용 전기기기 및 유사기기와 반도체 결합 제어기)

| 주파수 범위 (MHz) | 전원포트 | | 부하 및 부가포트 | |
|---|---|---|---|---|
| | 준첨두값(dB(μV)) | 평균값(dB(μV)) | 준첨두값(dB(μV)) | 평균값(dB(μV)) |
| 0.15 ~ 0.5 | 66 ~ 56 | 59 ~ 46 | 80 | 70 |
| 0.5 ~ 5 | 56 | 46 | 74 | 64 |
| 5 ~ 30 | 60 | 50 | 74 | 64 |

□ 불연속성 방해

| 클릭률 (N) | 보정값 (dB) | 준첨두값 허용기준 (dB(μV)) |
|---|---|---|
| 0.2 미만 | 44 | 연속성 방해 허용기준에 보정치를 더한 값 |
| 0.2이상 ~ 30미만 | 20log(30/N) | |
| 30이상 | - | |

□ 방해전력 기준

| 주파수 범위 (MHz) | 가정용 및 유사 기기 잡음전력 허용기준 | |
|---|---|---|
| | 준첨두값 | 평균값 |
| 30 ~ 300 | 45 ~ 55 | 35 ~ 45 |
| 200 ~ 300 | 잡음전력 여유값 (dB) (주3) | |
| | 0 ~ 10 | - |

(주3) 기기의 잡음전력 측정값이 허용기준에서 잡음전력 여유값을 뺀 값보다 작고, 기기에서 사용하는 최대 클럭주파수가 30 MHz 미만이면, 300 MHz ~ 1 GHz 대역까지의 기준을 만족하는 것으로 본다.

□ 함체포트에서의 방사성 방해 허용기준

| 주파수 범위(MHz) | 허용기준 (dB(μV/m)) | 측정거리 |
|---|---|---|
| 30 ~ 230 | 30 (준첨두값) | 10 m |
| 230 ~ 300 | 37 (준첨두값) | |
| 300 ~ 1 000 | 37 (준첨두값) | |

[표 3] 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파 내성 기준

□ 정전기 방전

| 적용 포트 | 가정용 시험조건 | 산업용 시험조건 | 단위 | 성능평가 기준 |
|---|---|---|---|---|
| 함체 포트 | ±8(기중방전)<br>±4(접촉방전) | ±8 (기중방전)<br>±4 (접촉방전) | kV | B |

□ 전자파 전도성 RF 전자기장

| 적용 포트 | 시험조건 | 단위 | 성능평가 기준 |
|---|---|---|---|
| 신호 및 제어 포트 | 0.15 ~ 80<br>1<br>80 | MHz<br>V<br>% AM (1 kHz) | A |
| 입.출력 직류 전원 포트 | 0.15 ~ 80<br>1<br>80 | MHz<br>V<br>% AM (1 kHz) | A |
| 입.출력 교류 전원 포트 | 0.15 ~ 80<br>3<br>80 | MHz<br>V<br>% AM (1 kHz) | A |

□ 방사성 RF 전자기장

| 적용 포트 | 시험조건 | 단위 | 성능평가 기준 |
|---|---|---|---|
| 함체 포트 | 80 ~ 1 000<br>3<br>80 | MHz<br>V/m<br>% AM (1 kHz) | A |

□ 서지

| 적용 포트 | 시험조건 | 단위 | 성능평가 기준 |
|---|---|---|---|
| 교류 입력<br>전원 포트 | 1.2/50, (8/20)<br>±2 (선-접지간)<br>±1 (선-선간) | Tr/Th μs<br>kV<br>kV | B |

□ 전압강하 및 순시정전

| 적용 포트 | 시험조건 | 단 위 | 성능평가 기준 |
|---|---|---|---|
| 교류 입력 전원포트<br>(전압 강하) | 60<br>12 | % 감소<br>주기 | C |
| | 30<br>30 | % 감소<br>주기 | |
| 교류 입력 전원포트<br>(순간 정전) | 100<br>0.5 | % 감소<br>주기 | C |

전기자전거는 모터를 내장한 에어컨, 냉장고 등과 같이 가전기기의 전자파 장해방지 기준과 전자파 내성 기준을 적용하였다. 전기자전거의 동작 상태는 운행상태와 충전상태로 구분할 수 있다.

운행상태의 전자파 전자파적합성 기준은 정전기와 방사성 방해 기준이 적용된다. 운행상태에서는 전원선, 신호선이 연결되어 있지 않으므로 다른 기준을 적용할 필요는 없다. 충전상태는 전원선이 연결되어 배터리에 전력을 충전하므로 전원선과 공간에 전자파 발생량을 모두 측정할 필요가 있다. 이에 따라 충전상태에서는 전자파 전도기준, 불연속성 방해(클릭) 기준, 방해전력 기준, 방사성 방해 기준이 적용된다. 방사성 방해 기준은 방해전력을 측정하여 측정값이 잡음전력 기준의 여유값보다 크면 의무적으로 적용해야 된다.

전자파 내성 기준도 운행상태와 충전상태에서 각각 실시한다. 운행상태에서는 전기자전거의 배터리 전력을 이용하여 바퀴를 회전토록 하고 방사성 RF 전자기장(80 MHz ~ 1 GHz 대역)과 정전기를 인가하여 오동작 또는 품질저하가 일어나는지 여부를 평가한다. 충전상태에서는 전원선이 연결되어 있으므로 전도성 RF 전자기장, 서지, 버스트, 순간정전, 전압 강하 시험을 실시한다. 또한 공간의 전자파를 모의한 방사성 RF 전자기장과 정전기도 함께 적용된다. 성능평가 기준 A는 내성 신호 인가 중 또는 인가 후에도 성능저하가 발생하지 않는 것을 의미한다. 성능평가 기준 B는 내성 신호 인가 중에는 성능저하가 허용되나 인가 후에는 정상적으로 동작하는 것을 의미한다. 성능평가 기준 C는 내성 신호 인가 중 또는 후에 성능저하는 허용되나 전원을 다시 켜는 경우 정상적으로 동작하는 것을 의미한다.

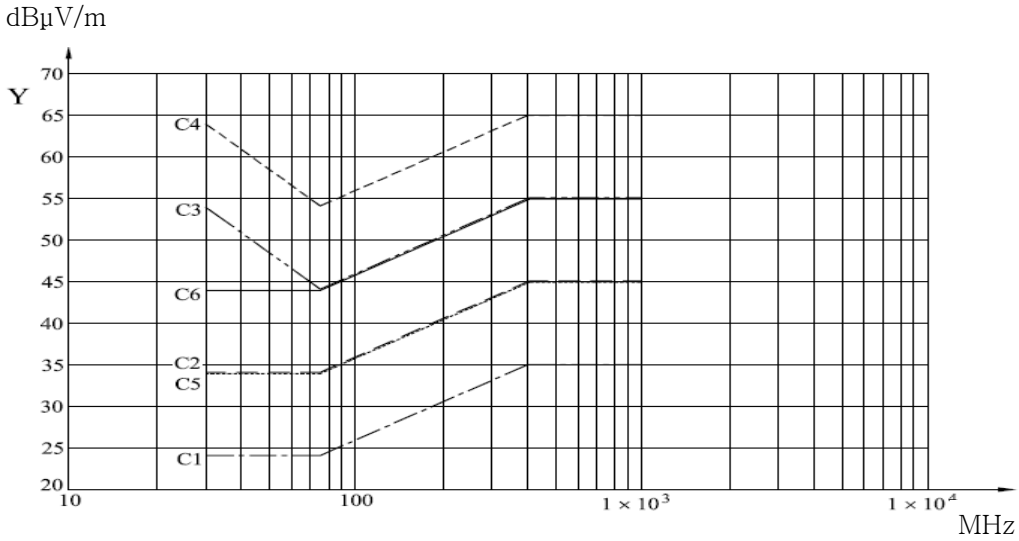
## 나. 외국 및 국제표준

**<국제표준>**

전기자전거의 안전 요구 표준은 국제표준화기구(ISO) TC 149/SC1(자전거 및 부속기기)에서 개발 중에 있다. 현재는 표준 초안 단계로 ISO/CD 4210 (자전거에 대한 안전요구사항) Part 10(전기동력에 대한 안전요구사항)이 발행되어 있다. 이 표준 초안에서는 전자파적합성을 별도로 규정하지 않고 유럽의 전기자전거 안전요구사항 표준을 수용하고 있다.

<유럽>

전기자전거 관련 유럽의 표준은 EN 15194(전기자전거)에서 규정하고 있다. EN 15194에서는 전기 회로 안전조건, 배터리 조건, 전기 케이블과 접속, 전력 제어, 최대 전력과 속도에 대한 조건과 함께 전자파적합성 요구사항을 규정하고 있다. 전자파적합성 요구조건은 전기자전거 본체와 전기전자 장치 단위 부품에 대한 전자파 장해방지와 전자파 내성으로 구분하여 규정하고 있다. 유럽의 전기자전거에 적용되는 방사성 방해 적용 표준은 그림 2와 같다.




C1 : 본체 협대역 방사(측정거리 10 m), C2 : 본체 광대역 방사(측정거리 10 m),
C3 : 부품 단위 협대역 방사(측정거리 1 m), C4 : 부품 광대역 방사(측정거리 1 m),
C5 : 본체 협대역 방사(측정거리 3 m), C6 : 본체 광대역 방사(측정거리 3 m)

| Characteristic | Value | Band-width | Antenna distance [m] | Equation for L [dB(µV/m)] within f [MHz] | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 30…75 | 75…400 | 400…1000 |
| C 1 | mean value | narrow-band | 10 ± 0,2 | 24=const. | 24+15,13·log(f/75) | 35=const. |
| C 2 | quasi-peak | broad-band | 10 ± 0,2 | 34=const. | 34+15,13·log(f/75) | 45=const. |
| C 3 | mean value | narrow-band | 1,0 ± 0,05 | 54-25,13·log(f/30) | 44+15,13·log(f/75) | 55=const. |
| C 4 | quasi-peak | broad-band | 1,0 ± 0,05 | 64-25,13·log(f/30) | 54+15,13·log(f/75) | 65=const. |
| C 5 | mean value | narrow-band | 3 ± 0,05 | 34=const. | 34+15,13·log(f/75) | 45=const. |
| C 6 | quasi-peak | broad-band | 3 ± 0,05 | 44=const. | 44+15,13·log(f/75) | 55=const. |

[그림 2] 유럽 전기자전거 방사성 방해 표준

방사성 방해는 전기자전거와 전기·전자 단위부품에 대해 별도의 기준을 정하고 있다. 또한 모터 등이 동작하는 경우의 광대역 방사와 전기·전자

기기들만 동작하는 협대역 방사로 구분하여 규정하고 있다. 세부 기준은 CISPR 12(자동차 방사 표준), UN/ECE/R10(국제자동차 전자파적합성 기준), CISPR 25(자동차 전장품 방사 표준)규정을 수용하여 규정하고 있다. 전기자전거와 자동차 운용 환경이 같은 도로이고, 동작 상태와 전자파 장해를 주는 방송통신 서비스도 같으므로 이미 검증된 자동차 전자파적합성 표준을 수용한 것으로 볼 수 있다.

전기자전거의 본체 전자파 내성은 20 MHz ~ 2 GHz 주파수 대역에서 24 V/m의 전기장의 세기를 인가하여 본체의 조향장치에 영향을 주는지 여부를 평가한다. 24 V/m의 전기장의 세기는 인가되는 주파수 영역에서 90 % 이상이어야 하며, 인가되는 모든 주파수에서 최소 전기장의 세기는 20 V/m 보다 커야 한다. 전기자전거와 자동차 운용 환경이 같으므로 자동차에 인가될 수 있는 동일한 전기장의 세기를 인가하여 전자파 내성을 평가한다고 볼 수 있다. 전기자전거 전기·전자 단위부품의 전자파 내성은 24V/m의 전기장을 인가하여 전기자전거의 조향장치에 영향을 줄 수 있는 오동작도 발생여부를 평가한다. 전기자전거의 단위 부품에 대한 전자파 내성은 전기장의 세기 외에도 스트립라인, TEM 셀, 벌크 전류 인가를 통해 확인할 수 있도록 하고 있다.

광대역과 협대역 방사에 대한 시험방법과 조건 등은 CISPR 12를 참조토록 하고 있다. 시험하는 동안 부하는 제조자가 선언한 전력의 75% ± 10% 상태로 한다. 부하는 제동장치, 자전거 훈련용 장비를 이용하여 유지할 수 있다. 방사 내성은 정지모드, 최대 설계 속도의 90%, start up 보조 모드의 90 %에서 실시한다.

정전기는 EN 61000-4-2에 따라 접촉 방전은 ±4 kV, 기중 방전은 ±9 kV를 인가하여 내성 평가기준 B(내성 인가 후 정상동작)의 만족 여부를 시험한다.

충전상태에 대한 전기자전거 전자파적합성 표준은 EN 55014-1(가정용 전기기기 및 전동기기류 장해방지 표준), EN 55014-2(가정용 전기기기 및 전동기기류 내성 표준), EN 61000-3-2(60 Hz 고조파 한계 표준), EN 61000-3-3 (저주파수 플리커 표준)을 준용토록 하였다. 전기자전거의 충전은 주거용 환경에서 실시될 수 있어 가전기기에 적용되는 표준을 준용한 것으로 볼 수 있다.

유럽의 전기자전거는 전자파적합성 표준이 포함된 EN 15194 만족여부를 확인하는 CE 인증을 받아 시장에 출시 할 수 있다.

<미국>

전기자전거에 별도로 적용되는 전자파적합성 기준을 규정하지 않고 있다. 미국은 전기자전거에 대한 전자파적합성 인증을 별도로 요구하고 있지 않으나 대부분의 제조업체는 책임 소재를 명확히 하기위해 자발적 인증(verification)을 받고 있다. 전자파 장해방지 기준은 방송통신 서비스 보호를 위해 규정한 미국연방통신위원회(FCC) Part 15(정보・디지털 기기) 이다.

### 다. 시사점 분석

행정안전부는 전기자전거 활성화를 위한 자전거법을 개정하고 유관 부처에서도 전기자전거 안전 등을 위한 관련 법령의 개정을 추진하고 있다. 이에 따라 국립전파연구원이 고시하는 전자파적합성 기준도 전자파 안전을 고려하여 관련 기준을 정비할 필요가 있다.

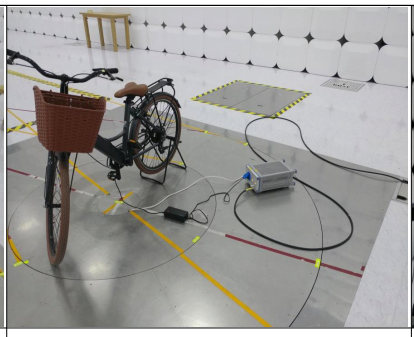
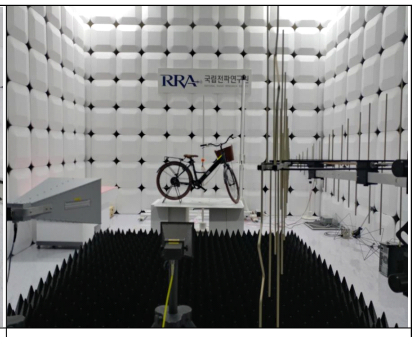
국제표준과 유럽에서는 전기자전거의 운용 환경을 고려하여 별도의 전기자전거 전자파적합성 표준을 마련하였다. 전기자전거가 운행되는 도로 환경과 충전 환경을 고려하여 전기자전거에 전용으로 적용되는 표준을 마련하고 시장 출시 전에 확인토록 하고 있다. 우리나라의 경우 가정용 환경만을 고려한 전자파적합성 기준을 적용하고 있음에 따라 유럽의 표준을 참조하여 전기자전거에 전용으로 적용 가능한 별도 기준 마련이 필요하다.

전기자전거 산업체는 해외 진출을 위해 국제적으로 통용되는 전자파적합성 기준 마련을 요구하고 있다. 제조업체에서는 우리나라와 유럽의 전기자전거 전자파적합성 기준이 상이하여 내수와 해외 진출을 위해 별도의 시험을 실시하여야 하므로 경제적, 시간적으로 부담된다는 의견을 제시하였다. 이에 따라 국제적으로 통용되는 전기자전거 국제표준을 수용하여 우리나라 전자파적합성 기준을 개선할 필요가 있다.

## 3. 전기자전거 전자파적합성 측정 분석

국립전파연구원에서 전자파적합성 기준 제・개정(안) 마련을 위해 구성한 EMC 기준전문위원회 산하 F(가전・조명기기)소위에서는 시장에 유통되고 있는 전기자전거의 전자파 발생량과 내성에 대한 데이터를 확보하기 위하여 위원들이 공동으로 참여하는 측정분석을 실시하였다. 전기자전거 전자파적

합성 측정·분석을 위한 시료는 전기자전거 제조업체가 협조하여 주었다. 전기자전거 전자파적합성 측정은 2017년 4월에 국립전파연구원, 한국전파진흥협회 등이 실시하였다. 측정결과는 EMC 기준전문위원회 F소위에서 발표하고 공유하여 기준 및 시험방법 마련에 참조토록 하였다. 시험에 이용된 전기자전거는 제조업체 2곳에서 제공한 2개의 시료에 대해 실시하였다. 전기자전거 측정 구성은 그림 3과 같다.

| |  |  |
|---|---|---|
| 방사성 방해 측정 | 전도성 방해 측정 | 방사성 RF 전자기장 내성 |
| 측정 거리 10m<br>(반전자파무반사실)<br>구동바퀴 공회전상태 유지 | 측정 거리 10m<br>(반전자파무반사실)<br>전기자전거 충전상태 | 방사성 RF 전자기장 내성 시험장<br>(전자파무반사실)<br>구동바퀴 공회전 상태 유지 |

[그림 3] 전기자전거 시험장 구성도

□ 시험방법 및 조건

○ 방사성 방해 측정 : 방사성 장해 측정방법(KN 16-2-3)을 적용
- 턴테이블위에 전기자전거를 거치하고 구동바퀴를 거치대로 부양시킴
- 구동 상태와 충전 상태에서 측정
- 구동속도에 따른 차이 비교

○ 충전 상태 전도성 방해 측정 : 전도성 장해 측정방법(KN 16-2-1)을 적용
- 배터리 충전 상태에서 측정

○ 방사성 RF 전자기장 내성 시험 : 방사성 내성 시험방법(KN 61000-4-3)을 적용
- 시험주파수 : 80 MHz ~ 2 GHz
- 시험레벨 : 24 V/m

□ 측정 결과

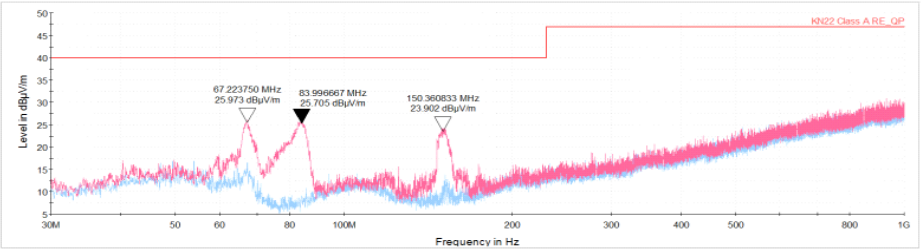
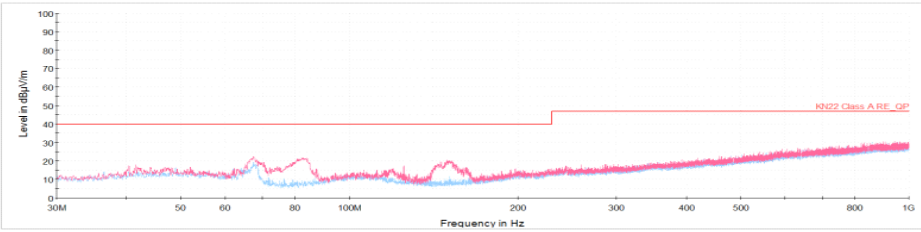
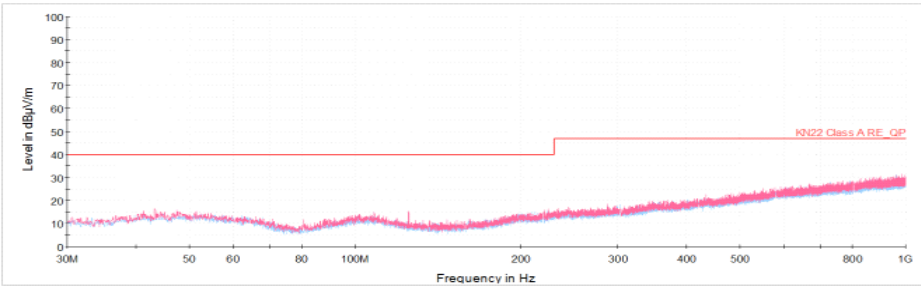
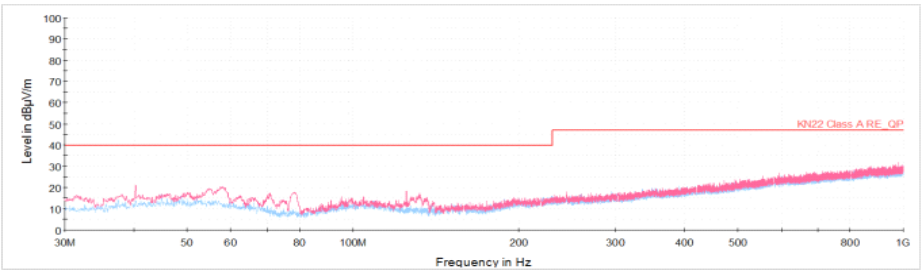
① 방사성 방해 측정결과(A사)

○ 동작 상태에서는 67.2 MHz, 84 MHz, 150.4 MHz에서 최고 26 dBμV/m 전자파가 방출되며, 수평 보다는 수직 안테나에 인입되는 전자파 량이 높음

○ 충전 상태에서는 40.3 MHz에서 최고 21.1 dB(μV/m) 방출됨

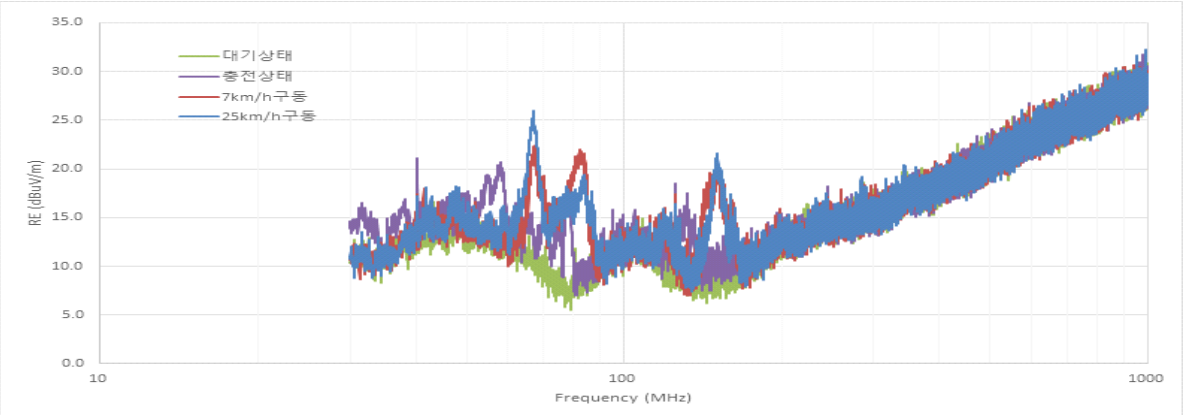
○ 유럽의 전기자전거와 멀티미디어 기기의 방사성 방해 기준을 만족하고 있음

[표 4] 전기자전거 방사성 방해 측정결과(A사)

| 동작상태 | 측정결과 |
|---|---|
| 최대 구동 상태 (25 km/h 공회전) |  |
| 최저 구동 상태 (6.6 km/h 공회전) |  |
| 대기상태 (전원on, 구동x) |  |
| 충전상태 (전원on, 충전중) |  |

○ 대기 상태, 운행 상태와 충전 상태 결과 비교(수직편파)

- 대기 상태에서는 방출이 미미 하며, 속도에 따른 전자파 방출 주파수와 방출량의 차이는 미미함(약 3 dB 이내)
- 동작 상태와 충전 상태의 전자파 발생 형태가 상이하므로 각각의 시험이 필요함을 알 수 있음




[그림 4] 전기자전거 구동 및 충전 상태 방사성 방해 측정결과 비교(A사)

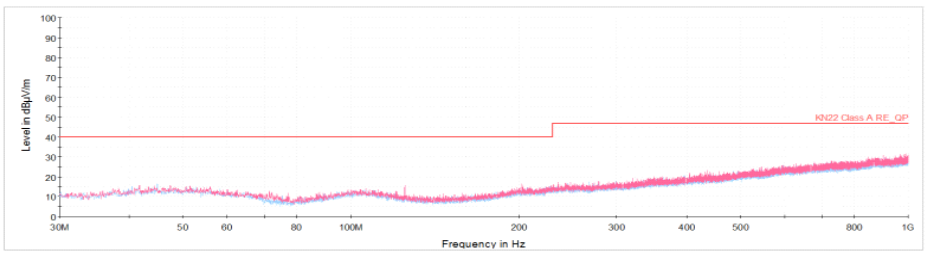
② 방사성 방해 측정결과(B사)

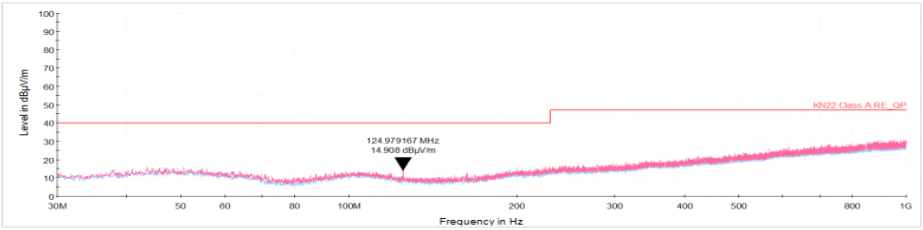
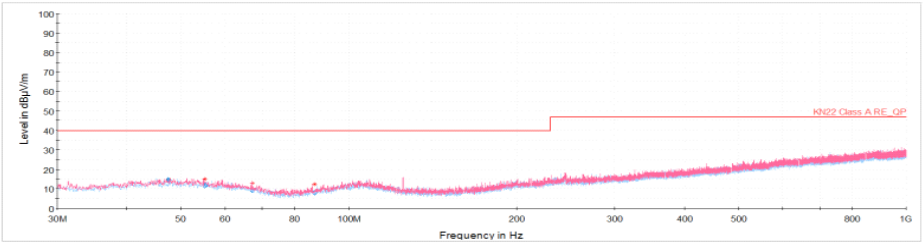
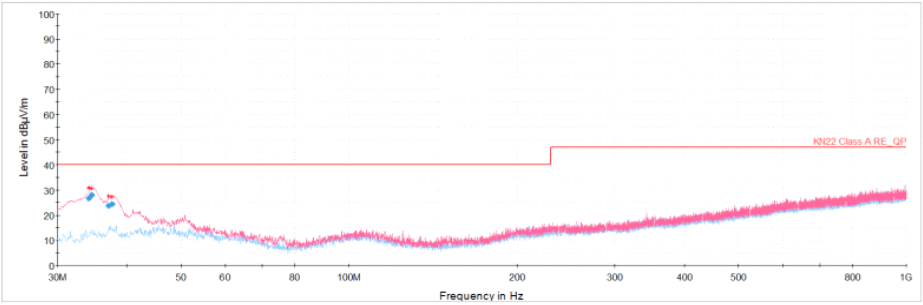
○ 구동 상태에서는 환경 잡음과 같은 레벨의 전자파가 방출됨

○ 충전 상태에서는 34.6 MHz에서 최고 첨두값 30.8 dB(μV/m), 준첨두값 28 dB(μV/m)의 전자파가 방출됨

○ 유럽의 전기자전거와 멀티미디어 기기의 방사성 방해 기준을 만족하고 있음

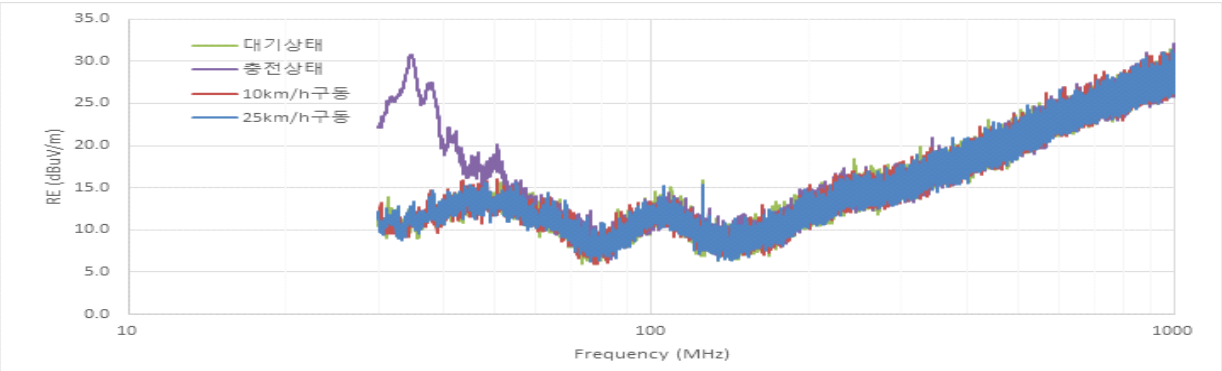
[표 5] 전기자전거 방사성 방해 측정결과(B사)

| 동작상태 | 측정결과 |
|---|---|
| 최대 구동 상태<br>(25 km/h<br>공회전) |  |

| 동작상태 | 측정결과 |
|---|---|
| 최저 구동 상태<br>(10 km/h<br>공회전) |  |
| 대기상태<br>(전원on, 구동x) |  |
| 충전상태<br>(전원on, 충전중) |  |

○ 측정결과 비교

- 속도별 구동 상태에 따른 전자파 발생량 차이는 확인하지 못하였음(전자파 발생량이 환경 잡음 정도로 측정되어 확인하기 어려움)
- 구동 상태와 충전 상태의 전자파 방출 형태가 다르며 충전 상태의 전자파 방출량이 많이 측정됨

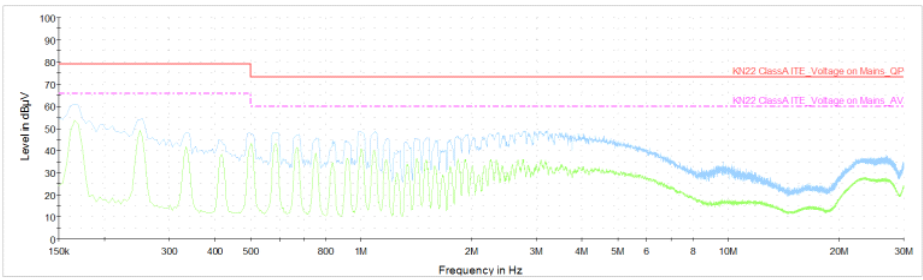
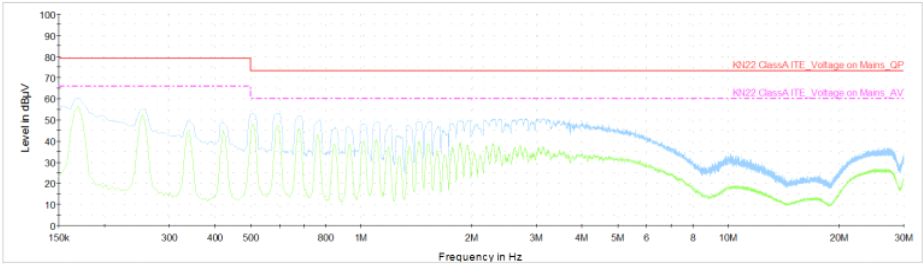



[그림 5] 전기자전거 구동 및 충전 상태 방사성 방해 측정결과 비교(B사)

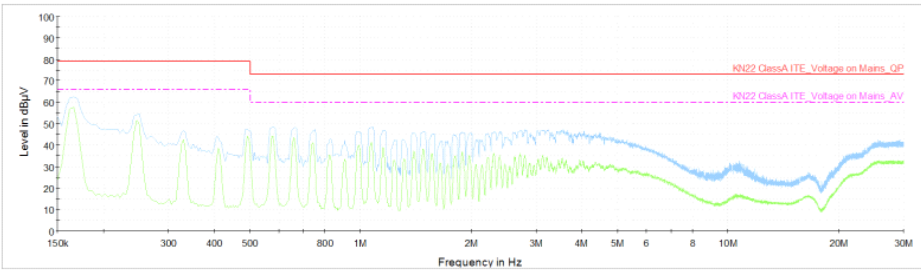
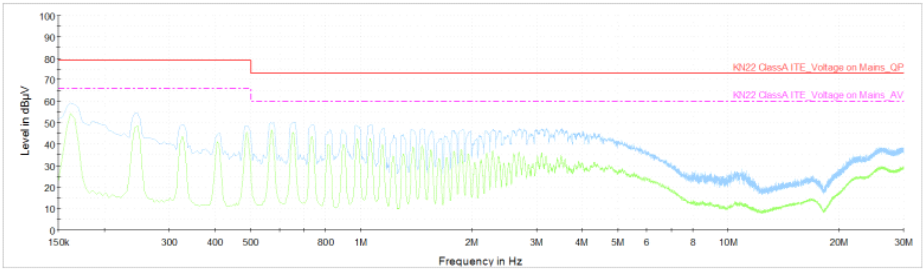
③ 충전 상태에 따른 전도성 방해 측정결과

○ A사 및 B사의 충전 상태에서 전도성 방해는 유럽의 전기자전거와 우리나라 가정용 전기기기 기준을 만족

[표 6] 전기자전거 충전상태 전도성 방해 측정결과(A사)

| 동작상태 | 측정결과 |
|---|---|
| 충전상태 L상<br>(전원on, 충전중) |  |
| 충전상태 N상<br>(전원on, 충전중) |  |

[표 7] 전기자전거 충전상태 전도성 방해 측정결과(B사)

| 동작상태 | 측정결과 |
|---|---|
| 충전상태 L상<br>(전원on, 충전중) |  |
| 충전상태 N상<br>(전원on, 충전 중) |  |

④ 방사성 RF 전자기장 내성 측정 결과

○ A사와 B사의 전기자전거를 구동 상태(25km/h 공회전)로 하고 24 V/m의 전자기장을 인가하여 속도 변화, 속도 표시기 오류 등 오동작 및 품질저하 여부를 측정

○ A사와 B사 전기자전거는 방사성 RF 전자기장이 인가된 상태에서 정상적으로 동작하여 유럽의 전기자전거 기준을 만족하고 있음

[그림 6] 전기자전거 전자파 내성 성능 평가

## 4. 전기자전거 전자파적합성 기준 및 시험방법

### 가. 추진내용 및 경위

전기자전거 전자파적합성 기준을 마련하기 위해서 국립전파연구원이 운영하는 EMC 기준전문위원회를 통해 추진하였다. 주요 추진경과는 다음과 같다.

○ ‘17.1월, 2월 국내·외 전기자전거 전자파적합성 제도와 표준 분석

○ ‘17.2월 ~ 8월 전기자전거 전자파적합성 기준 연구반 구성·운영(4회)

- EMC 기준전문위원회 연구반(F소위)에서 추진하고 국립전파연구원, 한국전파진흥협회, 전기자전거 제조업체(3곳), 시험기관 등 22명 참여
- 전기자전거 전자파적합성 공동 측정 논의 및 분석 실시
- 전기자전거 전자파적합성 기준 초안 마련 및 이해당사자 의견 조율

○ ‘17.4월 전기자전거 측정 분석 실시

- 전기자전거 운행 및 대기 상태와 충전 모드에 대한 장해방지 측정 분석

- 운행 상태에서의 방사성 RF 전자기장 측정 분석 등 실시

○ ‘17.8월 전기자전거 전자파적합성 기준 초안 확정

EMC 기준전문위원회 F소위에서 마련한 전기자전거 전자파적합성 기준(안)은 2017.8.24. ~ 10.24.(60일 이상) 기간 동안 산업체, 시험기관 등 이해당사자 및 일반 국민을 대상으로 행정예고와 국립전파연구원 홈페이지에서 전자 공청회를 실시하였다. 행정예고 기간에 세계무역기구 무역 기술장벽 협정(WTO/TBT)에 따라 WTO/TBT 사무국에 통보하여 다른 국가의 의견을 들었다. 또한 한·미 FTA, 한·EU FTA에 따라 상대국에 관련 기준 개정(안)을 통보하고 의견을 들었다. 행정예고, 전자공청회, 국제적 통보 절차에 따라 의견을 수렴한 결과 전기자전거 전자파적합성 기준에 대해서는 이견이 없었다.

국립전파연구원은 ‘17년 10월에 EMC 기준전문위원회 심의를 실시하였으며 원안이 통과되었다. ‘17년 10월에는 과학기술정보통신부 자체규제심사를 실시하여 원안이 통과되었으며 12월에는 규제개혁위원회 규제심사를 실시하여 비중요로 분류하고 원안이 통과되었다. ’17년 12월에는 국립전파연구원 고시 심의회를 개최하여 원안이 통과되었으며 ‘17.12.28일 관보에 게재되어 전기자전거 전자파적합성 기준이 공포되었다. 전기자전거 전자파적합성 기준과 시험방법은 국제표준을 수용하고 산업체 의견을 충분히 반영하였으므로 산업 활성화와 산업체 해외 진출에 기여할 것으로 기대한다.

전기자전거 전자파적합성 기준은 국립전파연구원 고시 제2017-19호(2017.12.28., 전자파적합성 기준) 제22조(전기자전거 전자파적합성 기준)와 별표 19(전기자전거 전자파적합성 기준)에 규정되어 있다.

전자파적합성 시험방법(국립전파연구원 공고 제2017-71호, 2017.12.28.) 제4조 제30항에 전기자전거에 대한 전자파적합성 시험방법을 규정하고 별표 22의 KN 15194에 세부 시험방법을 정하였다.

## 나. 전기자전거 장해방지 기준

전자파 장해방지 기준은 전기자전거 동작 상태(광대역 모드 : 전원공급과 엔진, 모터 동작), 대기 상태(협대역 모드 : 전원은 공급되나 엔진, 모터는 동작하지 않음), 충전 모드에 대해 각각 규정하였다.

동작 상태는 전기자전거가 도로에서 운행되는 것을 묘사하였고 대기 상태는 전기자전거가 정차되어 있는 모습을 고려하였다. 동작 상태와 대기 상태는 도로의 환경에서 전자파를 발생시키므로 유럽의 전기자전거 표준과 같이 자동차 전자파 장해방지 기준을 수용하여 규정하였다. 동작 상태와 대기 상태의 전자파 장해방지 기준은 표 8과 같다.

[표 8] 전기자전거 동작 상태, 대기 상태 전자파 장해방지 기준

□ 전기자전거 동작 상태(광대역 모드 : 전원공급과 엔진, 모터 동작)

| 구 분 | 시험 주파수 (MHz) | | |
|---|---|---|---|
| | 30 ~ 75 | 75 ~ 400 | 400 ~ 1 000 |
| 10 m 측정거리에서 허용기준 (dB(μV/m)) (준첨두값) | 34 | 34 ~ 45 | 45 |
| 3 m 측정거리에서 허용기준 (dB(μV/m)) (준첨두값) | 44 | 44 ~ 55 | 55 |
| 전기·전자장치 단위부품(주2)에 대한 1 m 측정거리에서 허용기준 (dB(μV/m)) (준첨두값) | 64 ~ 54) | 54 ~ 65 | 65 |

□ 전기자전거 대기 상태(협대역 모드 : 전원은 공급되나 엔진, 모터는 동작하지 않음)

| 구 분 | 시험 주파수 (MHz) | | |
|---|---|---|---|
| | 30 ~ 75 | 75 ~ 400 | 400 ~ 1 000 |
| 10 m 측정거리에서 허용기준 (dB(μV/m)) (평균값) | 24 | 24 ~ 35 | 35 |
| 3 m 측정거리에서 허용기준 (dB(μV/m)) (평균값) | 34 | 34 ~ 45 | 45 |
| 전기·전자장치 단위부품(주2)에 대한 1 m 측정거리에서 허용기준 (dB(μV/m)) (평균값) | 54 ~ 44 | 44 ~ 55 | 55 |

전기자전거의 동작 및 대기 상태에서 측정거리 10 m(안테나 높이 3 m 고정) 또는 3 m(안테나 높이 1.8 m 고정) 거리에서 30 MHz ~ 1 GHz 주파수 대역의 전기장의 세기를 측정토록 하고 있다. 동작 상태는 모터와 전기·전자 기기 들의 동작할 때 나오는 전자파를 측정토록 하고 있으며 산업용 환경과 멀티미디어의 가정용 외(A급) 기준과 유사점이 있다. 대기 상태는 전기·전자 기기들 만이 동작하는 상태에서 전자파의 세기를 측정토록 하고 있으며 가정용 환경(B급) 기준과 유사점이 있다. 전기자전거에 장착하는 속도계, 내비게이션 등 전기·전자 기기들은 자동차 전기·전자 단위부품의 기준을 수용하여 별도의 전기장의 세기를 규정하였다. 측정거리는 1 m에서 실시하며 측정방법은 CISPR 25(자동차 전기·전자 단위부품 장해방지 기준), UN/ECE/R10 기준, 자동차 전자파적합성 시험방법을 참조하여 마련하였다.

충전 모드는 전기자전거 운행을 위해 주거 환경에서 충전을 실시하므로 가전기기와 같은 전자파 환경을 갖는다. 이에 따라 충전상태에 대한 전자파 장해방지 기준은 유럽의 전기자전거 표준과 같이 현행 가정용 전기기기 및 전동기기류 기준을 수용하여 적용하였다. 전기자전거 충전모드에 대한 전자파 장해방지 기준은 표 9와 같다.

[표 9] 전기자전거 충전 모드 전자파 장해방지 기준

□ 전자파 전도기준

| 주파수 범위 (MHz) | 전원포트 | | 부하 및 부가포트 | |
|---|---|---|---|---|
| | 준첨두값(dB(μV)) | 평균값(dB(μV)) | 준첨두값(dB(μV)) | 평균값(dB(μV)) |
| 0.15 ~ 0.5 | 66 ~ 56 | 59 ~ 46 | 80 | 70 |
| 0.5 ~ 5 | 56 | 46 | 74 | 64 |
| 5 ~ 30 | 60 | 50 | 74 | 64 |

□ 방해전력 기준

| 주파수 범위 (MHz) | 방해전력 허용기준 | |
|---|---|---|
| | 준첨두값 (dB(pW)) | 평균값 (주1) (dB(pW)) |
| 30 ~ 300 | 45 ~ 55 | 35 ~ 45 |
| 200 ~ 300 | 방해전력 여유값 (dB) | |
| | 0 ~ 10 | - |

□ 방사성 방해 허용기준

| 주파수 범위(MHz) | 허용기준(dB(μV/m)) | 시험방법 | 측정거리 |
|---|---|---|---|
| 30 ~ 230 | 30 (준첨두값) | KN 16-2-3 | 10 m |
| 230 ~ 300 | 37 (준첨두값) | | |
| 300 ~ 1 000 | 37 (준첨두값) | | |

가정용 전원이 연결되어 충전을 하므로 150 kHz ~ 30 MHz 대역에서 전원포트에 대한 전자파 전도기준을 규정하였다. 또한 전기자전거 충전을 위한 부가 및 부하 포트가 존재하는 경우를 대비하여 관련 기준을 규정하였다. 방해전력은 30 ~ 300 MHz 대역에 우선 적용한다. 방해전력 측정값이 허용기준의 여유값보다 작은 경우는 방사성 방해(30 MHz ~ 1 GHz) 시험을 하지 않아도 된다. 방해전력 측정값이 허용기준의 여유값보다 큰 경우는 방사성 방해 시험을 실시하여야 한다.

## 다. 전기자전거 전자파 내성 기준

전자파 내성은 동작 모드와 충전 모드로 구분하여 규정하였다. 동작 모드는 도로의 전자파 환경을 고려하여 유럽의 표준과 같이 자동차 방사 내성 기준을 수용하였으며 정전기 방전 시험을 추가로 실시토록 규정 하였다. 전기자전거 본체와 전기·전자 장치 단위부품에 대한 방사 내성 기준은 표 10과 같다.

[표 10] 전기자전거 방사 내성 기준 및 성능평가 기준

| 시험 대상 | 주파수범위 (MHz) | 내성 시험명 | 시험조건 | 성능평가 기준 |
|---|---|---|---|---|
| 전기자전거의 본체 | 20 ~ 2 000 | 방사성 RF 전자기장 | 24 V/m | 전기자전거는 시험하는 동안 운전자와 다른 이용자들이 인지할 수 있는 주행과 관련된 제어 성능이 저하되지 않을 것 |
| 전기자전거의 전기·전자 장치 단위 부품 | 20 ~ 2 000 | 가. 방사성 RF 전자기장<br>나. 150㎜스트립선로<br>다. 800㎜스트립선로<br>라. TEM cell<br>마. BCI(벌크전류인가) | 24 V/m<br>48 V/m<br>12 V/m<br>60 V/m<br>48 mA | A(시험하는 동안과 시험 후 정상 동작할 것) |

전기자전거 본체시험의 경우, 인가한 전파의 세기는 시험 주파수 범위의 90% 이상에서 24 V/m이어야 하고, 최소 세기는 20 V/m 이상이어야 한다. 전기자전거 전기·전자장치 단위부품 시험의 경우, 주파수 범위의 90 % 이상에 대한 전파의 세기는 표 항목의 전파의 세기와 같으며, 주파수 범위에서 최소 전파의 세기는 전자파 방사는 20 V/m, 150 mm 스트립라인은 40 V/m, 800 mm 스트립라인은 10 V/m, TEM 셀은 50 V/m, 벌크전류인가(BCI)는 40 mA 이상이어야 한다. 전기자전거의 전기·전자장치 단위부품은 내성 시험명의 가목에서부터 마목까지 중 1가지 이상의 방법을 선택하여 시험할 수 있다.

동작 상태에서 정전기는 기중 방전 ±8 kV, 접촉방전 ±4 kV를 인가하여 성능평가 기준 B(시험 중 품질저하 등이 발생할 수 있으나 시험 후 정상적으로 동작)에 적합한지를 시험토록 하였다.

충전 모드 내성 시험은 가정용 전기기기 및 전동기기 기준을 수용하여 규정하였다. 전기자전거는 충전을 위해 상용 전원에 연결되므로 전원포트에 전기적 빠른 과도현상, 전도성 RF 전자기장(150 kHz ~ 30 MHz), 서지, 전압강하 및 순시정전 내성 신호를 인가하여 내성을 평가토록 하였다. 또한 충전 상태에서 방사성 RF 전자기장(80 MHz ~ 1 GHz)과 정전기 내성 신호를 인가하여 성능평가 기준에 적합한지를 시험토록 하였다.

### 라. 전기자전거 전자파적합성 기준에 대한 이해당사자 의견

EMC 기준전문위원회 F소위에서는 전기자전거 전자파적합성 기준 마련을 위해 제조업체, 시험기관 등 이해당사자 들이 참여하여 기준 및 시험방법 개정안을 마련하였다.

제조업체는 F소위 회의 과정에서 전기자전거 전자파적합성 기준을 국제적으로 통용되는 기준을 참조하여 마련하여 줄 것을 요청하였다. 이에 따라 유럽의 표준을 수용한 전기자전거 전자파적합성 기준에 찬성이었다. 제조업체는 국제적으로 통용되는 기준을 수용하는 경우 국내·외 시장에 동일한 기준을 적용하여 시험할 수 있으므로 적합성평가(인증)를 위한 시간을 절약할 수 있고 시험 비용도 절약이 가능하여 시장 경쟁력 강화에 도움이 된다는 의견이다.

적합성평가 시험을 실시하는 시험기관들은 국제표준을 수용하여 시험하는 경우 현행 보유 설비들을 이용하여 전기자전거 전자파적합성 시험이 가능하므로 이견이 없었다.

## 제2절 자동차 전장품 기준 개선방안 연구

### 1. 연구배경

자동차에 장착하는 전기·전자 단위부품(전장품)은 차량 배터리 전원을 받아 반도체, 모터 등의 전자회로를 동작시킨다. 전장품이 동작하면 의도하지 않은 전자파가 발생하여 인접한 방송통신 기기와 다른 전장품에 영향을 줄 수 있다. 또한 전장품들은 자동차 운용 환경에 존재하는 전자파에 의해 영향을 받을 수 있다. 자동차 전자파적합성 기준에서는 자동차 전장품이 방송통신 서비스에 영향을 주지 않고 전자파에 대한 내성을 갖도록 별도의 기준을 마련하고 있다. 그러나 자동차와 ICT 기술이 융합되어 새로운 개념의 전장품이 출현하고 있어 전자파적합성 기준 적용에 혼란이 발생하고 있다. 또한  현행 자동차 전장품 전자파적합성 기준을 만족함에도 불구하고 방송통신 기기와 다른 기기에 간섭 영향을 주는 경우도 발생하고 있다. 이에 따라 자동차 전장품의 전자파로부터 방송통신 서비스를 보호하고 전자파에 의한 오동작을 방지하기 위하여 EMC 기준전문위원회 D소위에 「시장유통 자동차 전장품 EMC 연구반」을 구성하여 자동차 전장품 기준 개선방안 연구를 추진하였다.

### 2. 국내·외 현황

<국내 현황>

전자파적합성 기준 제7조에서는 자동차 및 내연기관 구동기기류 등의 전자파적합성 기준을 별표 4에서 정하도록 하고 있다. 별표 4에서는 자동차 전장품에 대한 전자파 장해방지 기준과 전자파 내성 기준을 각각 규정하고 있다. 우리나라 자동차 및 전장품 전자파 적합성 기준은 국제기준(UN/ECE/R10)을 수용하여 규정하였다.

전장품 전자파 장해방지 기준은 모터 등에 적용되는 광대역 상태 방사성 방해 허용기준과 반도체 내장 전자기기에 적용되는 협대역 상태 방사성 방해 기준을 정하고 있다. 또한 전장품의 켜짐과 꺼짐에 의해 급격히 발생하는 전자파 발생량을 최소화하기 위한 전도성 과도 전압 허용기준을 규정한다.

전장품에 대한 전자파 내성은 방사성 RF 전자기장(20 ~ 2 000 MHz)을 30

V/m로 인가토록 하여 내성을 평가토록 하고 있다. 방사성 RF 전자기장 대신에 스트립선로, TEM 셀, 벌크전류 인가 등을 활용하여 30 V/m와 등가인 값을 규정하고 선택적으로 인가할 수 있도록 하였다. 그리고 다른 전장품의 켜짐과 꺼짐에 의해 발생하는 전도성 과도 전압에 의해 내성을 갖도록 하고 있다.

자동차의 전장품은 배터리로부터 전원을 공급받기 때문에 전원선의 길이가 짧아 전원포트에서 발생하는 전자파 영향이 미미하다는 점을 고려하여 전도성 방해 기준은 마련되어 있지 않다. 그러나 블랙박스, 내비게이션 등의 전장품을 차량 배터리 전원에 연결하는 경우 FM 라디오에 잡음이 발생하거나 스마트키가 오동작하는 등의 전자파 영향이 발생하고 있다. 이에 따라 자동차 전장품에 의한 방송통신 및 다른 기기에 영향을 최소화하기 위한 전자파적합성 차원의 대책 마련이 필요하다.

자동차 내에서 이용되는 무선기기는 자동차 기준을 적용하지 않고 무선기기 전자파적합성 기준을 적용한다. 자동차 무선기기 전장품의 경우는 방사성방해, 직류 포트에 대한 전도성 방해 기준이 적용되고 방사성 RF 전자기장, 전도성 RF 전자기장, 정전기, 버스트 등의 내성 기준도 함께 적용된다. 자동차 무선기기의 경우 전도성 방해 기준이 적용됨에 따라 무선기기의 직류 전원포트에서 발생하는 전자파에 의해 방송통신 및 다른 기기에 미치는 전자파 영향을 최소화 할 수 있다. 우리나라 무선기기 전자파적합성 기준은 유럽의 무선기기 표준(EN 301-489 시리즈)을 수용하였다.

자동차에 장착되는 기기가 가정용 및 산업용에서 멀티미디어 기기로 사용될 수 있는 경우는 자동차와 멀티미디어 전자파적합성 기준이 함께 적용될 수 있다. 특히 자동차와 멀티미디어 전자파적합성 기준은 허용기준, 시험장 구성과 내성 기준 등이 상이하여 별도의 시험을 각각 적용해야 한다.

<국제기준>

국제연합(UN)의 자동차 분과에서는 유럽의 자동차 기준(ECE/R10)을 수용하여 국제기준으로 정하고 있다. 자동차 국제기준에서는 자동차와 전장품에 대한 전자파적합성 기준을 규정하고 있으며 우리나라도 관련 기준을 수용하여 기준을 제・개정 하고 있다.

<유럽 표준>

자동차와 자동차에 장착되어 출시되는 전장품에 대해서는 국제 자동차 전자파적합성 기준(UN/ECE/R10)을 적용하고 있다. 그러나 자동차에 원래 장착되지 않고 시장에 별도로 유통되는 전장품에 대해서는 시장유통(애프터마켓) 전장품에 대한 전자파적합성 표준(EN 50498)을 규정하고 적합성평가(CE)를 받아 시장에 출시토록 하고 있다.

EN 50498의 전자파 장해방지 기준은 광대역 방사성 방해, 협대역 방사성 방해, 전도성 과도 전압 기준을 규정하고 있다. 관련 기준은 국제 자동차 전자파적합성 기준과 같다. 전자파 내성에 대해서는 과도 전도 전압에 대한 내성 기준만을 규정하고 있다. 과도 전도 내성은 ISO 7637-2에서 규정한 과도 펄스 Ⅲ를 인가하였을 경우 D(내성 신호가 인가 중 또는 후에도 기능이 정상적으로 동작하지 않고 내성 신호 인가가 종료된 후에 이용자의 간단한 조작에 의해 정상 동작하는 상태)로 평가토록 하고 있다.

시장유통 자동차 전장품 표준을 살펴보면 자동차 전자파적합성 기준에서 규정하고 있는 방사성 RF 전자기장 내성 기준이 규정하고 있지 않아 전장품이 전자파에 의해 오동작 위험이 상존한다. 또한 전장품의 전도성 전자파에 의해 다른 기기의 영향을 주는 것을 최소화하기 위한 전도성 방해 기준도 규정되어 있지도 않다. 과도 전도 전압 내성은 실질적으로 전장품의 오동작 또는 품질저하를 평가하고 있지 않고 않아 무의미한 시험이 될 수 있다.

유럽의 무선기기 전자파적합성 표준(EN 301-489 시리즈)에서는 시장유통 자동차 전장품 표준과는 다르게 자동차에 장착되는 무선기기는 방사성 방해와 직류 포트 전도성 방해를 시험토록 하고 있다. 또한 방사성 RF 전자기장, 전도성 RF 전자기장, 버스트, 정전기 등의 내성 신호를 인가하여 오동작 및 품질저하 여부를 평가토록 규정하고 있다.

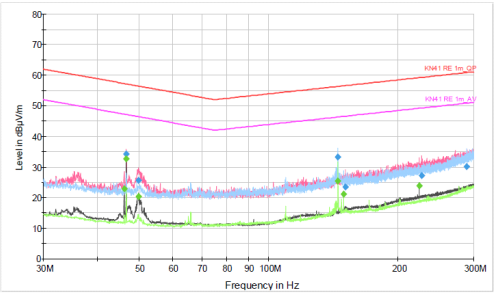
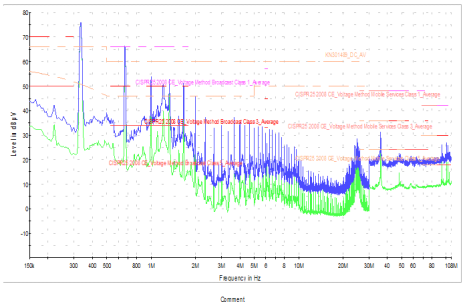
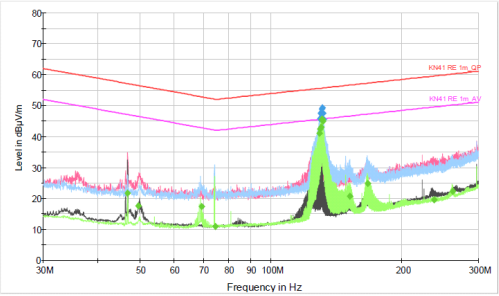
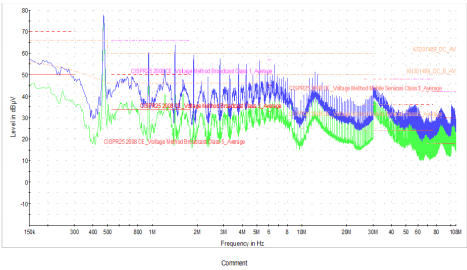
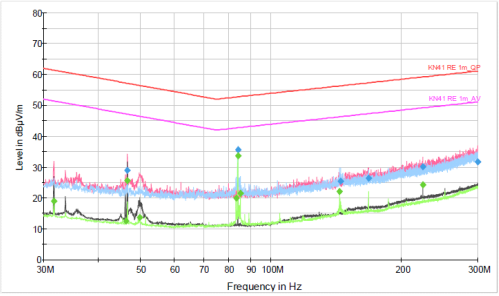
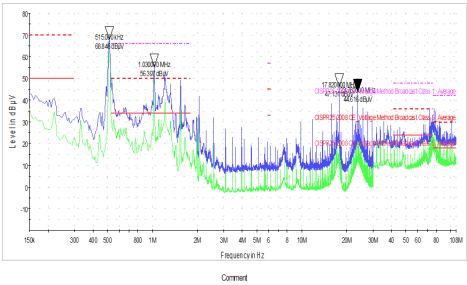
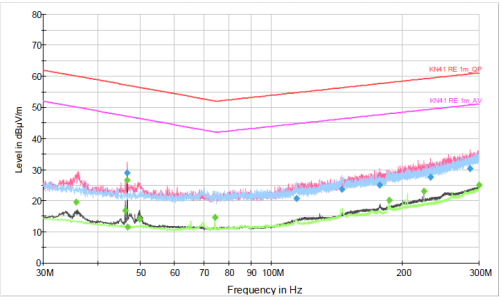
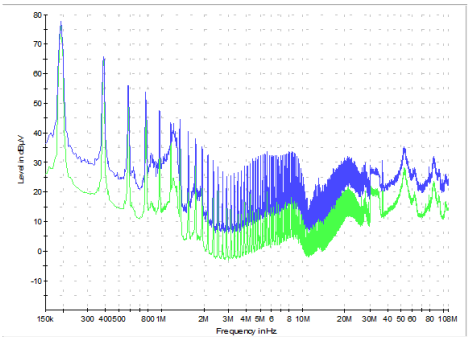
## 3. 측정 분석 결과

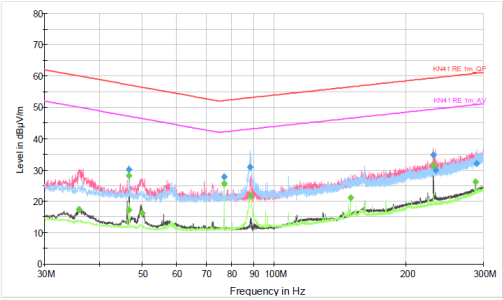
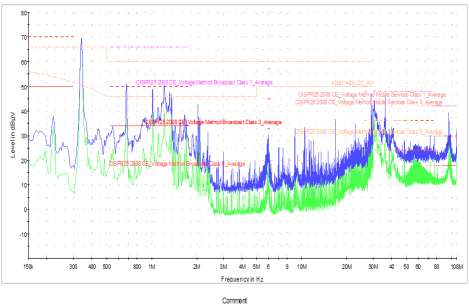
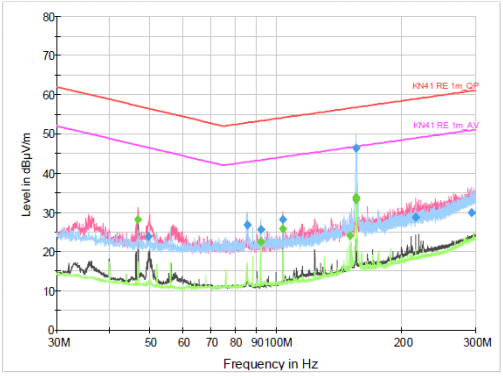
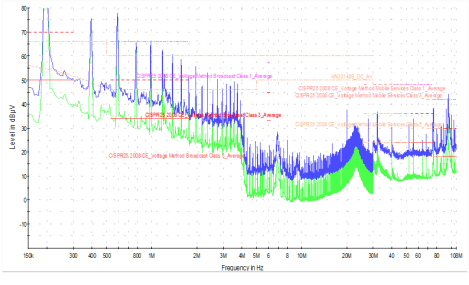
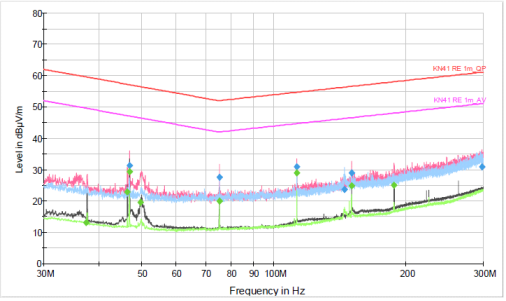
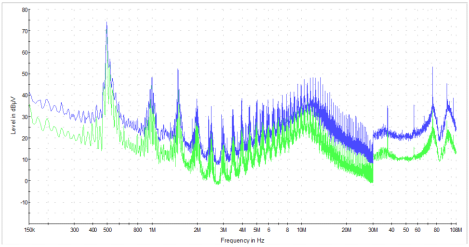
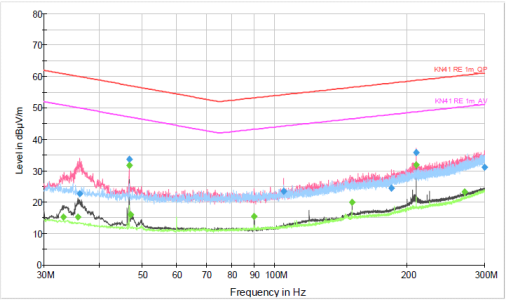
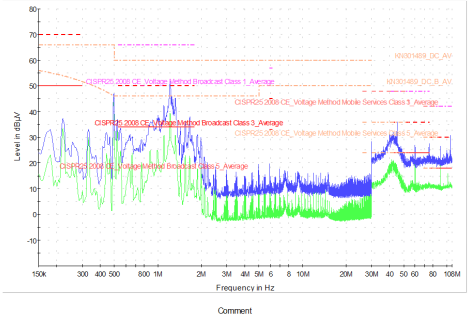
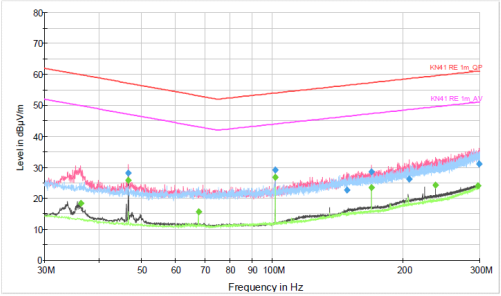
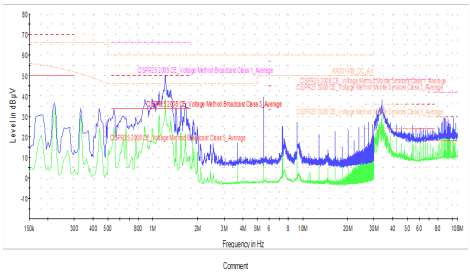
### 가. 자동차 전장품 측정 결과

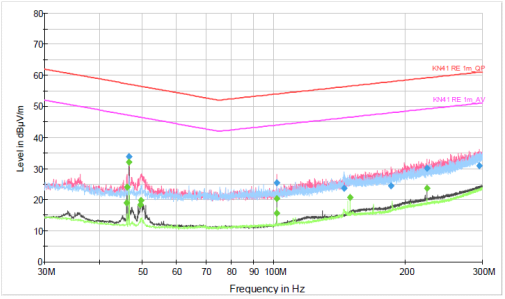
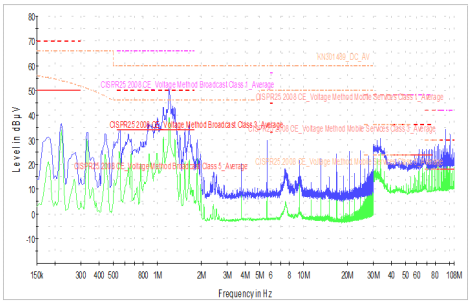
시장에서 유통되고 있는 자동차 전장품의 전자파 현상을 분석하기 위해 블랙박스, 내비게이션의 전자파 발생량을 측정하였다. 방사성 방해 측정은

전자파적합성 시험방법 KN 41을 적용하였으며 전도성 방해 측정은 CISPR 25에서 규정하고 있는 방법을 적용하였다. 측정결과는 표 과 같다.

[표 11] 시장유통 전장품에 대한 전자파 장해 측정결과

| 기기 | 방사성 방해 측정결과 | 전도성 방해 측정결과 |
|---|---|---|
| 블랙 박스(1) |   |  |
| 블랙 박스(2) |   |  |
| 블랙 박스(3) |   |  |
| 블랙 박스(4) |   |  |

| | | |
|---|---|---|
| 블랙 박스(5) |  |  |
| 블랙 박스(6) |  |  |
| 내 비 게 이션(1) |  |  |
| 내 비 게 이션(2) |  |  |
| 내 비 게 이션(3) |  |  |

| | | |
|---|---|---|
| 내 비 게 이션(4) |  |  |

블랙박스 6개 모델과 내비게이션 4개 모델에 대한 방사성 방해 측정결과 모두 전자파적합성 기준에서 규정하고 있는 전장품에 대한 허용기준을 만족하였다. 전도성 전자파 측정 결과를 무선기기의 자동차 DC 전원포트 기준을 적용한 결과 블랙박스 6개 모델 모두 기준을 만족하지 못하였다. 내비게이션 3개 모델은 무선기기의 자동차 DC 전원포트 기준을 만족하였으나 1개 모델은 허용기준을 초과하였다.

자동차 전장품 전자파적합성 기준에서는 방사성 방해 기준이 규정되어 있어 기기가 시장에 출시하기 전에 적합성평가를 받는다. 시험에 이용된 기기들은 이미 적합성평가(KC 인증)를 받았으므로 방사성 방해 기준을 만족하고 있었다. 전도성 전자파에 대해서는 자동차 전장품 전자파적합성 기준에서는 규정되어 있지 않아 전도성 전자파 대책이 이루어지지 않고 시장에 유통되므로 무선기기의 자동차 DC 전원포트 허용기준을 만족하지 못한 것으로 사료된다. 전도성 전자파가 상대적으로 많이 발생한 기기들이 자동차에 설치되는 경우 자동차 내의 방송통신 및 다른 기기에 전파 간섭 등을 일으켜 잡음을 증가시키거나 오동작 등을 발생 시킬 수 있다. 이에 따라 전장품의 전도성 전자파가 의한 방송통신 및 다른 기기의 영향을 분석하여 적정한 기준이 마련될 필요가 있다.

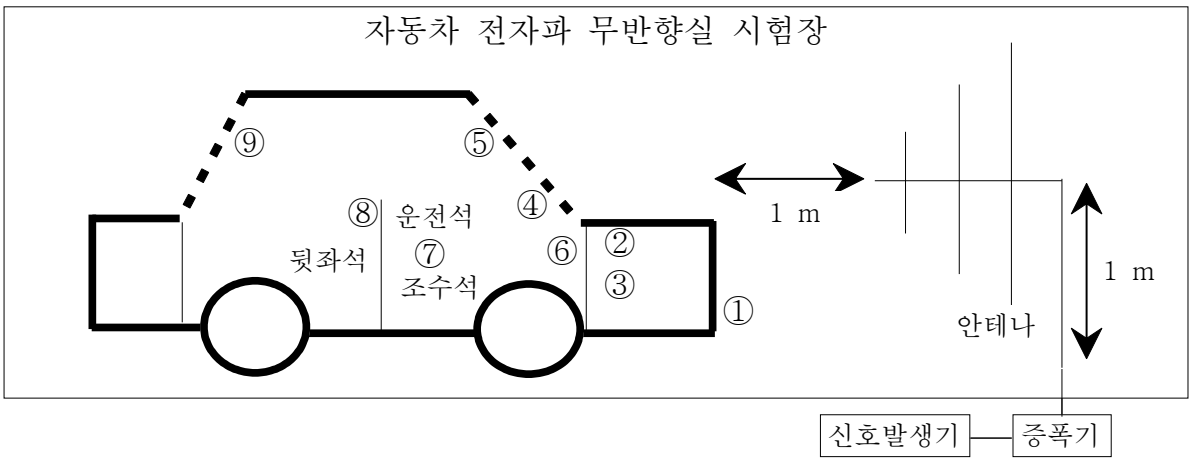
### 나. 자동차에 형성되는 전자기장 환경 측정

EMC 기준전문위원회 D소위 자동차 전장품 EMC 연구반에서는 이동통신, 방송국 등의 신호들이 자동차에 인가되었을 경우와 자동차에서 무선기기를 이용하는 경우에 자동차 내부의 전자기장 환경을 측정 분석하였다. 이번 측정은 무선기기에 의해 자동차 내에서 전자기장이 어느 정도 형성되는 지를 분석하기 위해 실시하였다. 측정 대상은 현재 운행 중인 중형 승용차를 대상으로 하였다.

□ 측정방법 및 시험장 구성

○ 외부의 전자파에 의해 자동차 내부에서 형성되는 전자기장 세기 측정
- 이동통신, 방송국 전자파를 자동차에 인가
- 자동차 번호판 부근(① 레이더), 본네트(②ECU, ③제동장치 부근), 앞유리(⑤블랙박스, ④내비게이션), 앞좌석(⑥콘솔), ⑦운전석과 조수석 사이, ⑧조수석 뒤, ⑨후방블랙박스 부근 9지점

○ 자동차 내부에서 무선기기 이용 시 전자기장 세기 측정
- 핸드폰, 무선랜, 블루투스, 생활무전기 등이 자동차 내부 운전석에 위치하여 송신 상태로 하고 9개 지점의 전기장의 세기 측정




[그림 7] 자동차에 형성되는 전자기장 환경 측정 구성도

<측정 결과>

□ WCDMA 시스템에 의한 자동차 전자기장 측정 결과

○ 40 W 급 기지국 전자파에 의해 자동차 앞유리 부근에서 최대 122 V/m 정도 측정되며 2.1 GHz 대역이 866 MHz 대역보다 높은 전기장이 형성됨

○ 250 mW 단말은 앞유리 부근에서 최대 10 V/m 정도 측정되며 자동차 내부에서는 3.4 V/m 정도 전기장이 측정됨

단위 : 전기장의 세기(V/m)

[표 12] WCDMA 시스템에 의한 자동차 전자기장 측정 결과

| 기기 | 주파수 | 앞 번호판 (레이더) | 앞 유리 (블랙박스 , 네비) | 번네트 안쪽 (ECU, 제동장치) | 실내 앞뒤 좌석 | 균일장 측정값 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 W 기지국 | 2.1GHz | 67.5 | 94.2 ~ 122 | 21 ~ 25 | 26 ~ 31 | 96.2 |
| | 866 MHz | 47.3 | 40 ~ 48 | 19 ~ 23 | 12 ~ 17 | 46.5 |
| 4 W 단말 | 2.1GHz | 20.8 | 40 ~ 29 | 7 ~ 8 | 9 ~ 13 | 31.8 |
| | 866 MHz | 14.6 | 12 ~ 15 | 5 ~ 8 | 4 ~ 9 | 14.5 |
| 2 W 단말 | 2.1GHz | 15.7 | 20 ~ 27 | 5 ~ 6 | 6 ~ 9 | 23.9 |
| | 866 MHz | 10.5 | 9 ~ 11 | 4 ~ 6 | 3 ~ 6.4 | 10.1 |
| 250 mW 단말 | 2.1GHz | 5.5 | 7 ~ 10 | 2 ~ 2.2 | 2.2 ~ 3.4 | 8.48 |
| | 866 MHz | 4 | 3.4 ~ 4 | 1.6 ~2.1 | 1.3 ~ 2.4 | 3.9 |
| ※ 자동차 내성 균일장은 안테나에서 2 m 거리에 있는 위치의 전기장의 세기를 측정 | | | | | | |

□ LTE 시스템에 의한 자동차 전자기장 측정 결과

○ LTE 기지국에 의해 최대 233 V/m, 단말에 의해 최대 11.1 V/m 정도의 전기장의 형성되었음

[표 13] LTE 시스템에 의한 자동차 전자기장 측정 결과

| 기기 | 주파수 | 앞 번호판 (레이더) | 앞 유리 (블랙박스 , 네비) | 번네트 안쪽 (ECU, 제동장치) | 실내 앞뒤 좌석 | 균일장 측정값 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 160 W급 기지국 | 866.5MHz | 102.5 | 87 ~ 97 | 40 ~ 47 | 28 ~ 65 | 93.5 |
| 100 W급 기지국 | 2.1GHz | 170 | 120 ~ 233 | 47.3 ~ 60 | 44 ~ 52 | 268 |
| 73 W 기지국 | 2.1GHz | 155 | 92 ~ 214 | 41 ~ 43 | 40 ~ 47 | 189 |
| 40 W 기지국 | 866.5MHz | 49.6 | 43 ~ 47 | 36 ~ 47 | 14 ~ 32 | 46 |
| 340 mW 단말 | 2.1GHz | 6.2 | 8.3 ~ 11.1 | 2.2 ~ 2.5 | 2.5 ~ 3.8 | 9.52 |
| | 866 MHz | 4.2 | 3.5 ~ 4.2 | 1.7 ~ 2.2 | 1.3 ~ 2.5 | 4.2 |

□ TV, FM 방송국 송신소 신호에 의한 자동차 전자기장 측정 결과

○ TV 송신소에 의해 최대 101 V/m, FM 송신소에 의해 최대 352 V/m 정도의 전기장의 세기가 측정됨

[표 14] TV, FM 방송국 송신소 신호에 의한 자동차 전자기장 측정 결과

| 기기 / 주파수 | | 앞 번호판 (레이더) | 앞 유리 (블랙박스 , 네비) | 번네트 안쪽 (ECU, 제동장치) | 실내 앞뒤 좌석 |
|---|---|---|---|---|---|
| TV 방송 | 500 MHz | 89 | 73 ~ 101 | 30 ~ 71 | 22 ~ 59 |
| FM 방송 | 100 MHz | 45.3 | 70.1 ~ 352 | 27.7 ~ 145 | 14.2 ~ 56.2 |
| ※ 방송국 송신소로부터 1 km 정도 이격된 위치에 자동차가 위치한다는 가정하고 90 V/m의 TV 신호(대역폭 5.3 MHz, QAM)와 FM 신호(FM 변조) 신호를 자동차에 인가하여 자동차 내부 전기장을 측정 | | | | | |

□ 자동차 내 무선기기 송신에 의한 내부 전자기장 측정 결과

○ 운전석에서 무선기기 운용 시 4 W급 무전기는 최대 31.6 V/m, WCDMA 휴대전화는 최대 9.2 V/m 정도의 전기장이 측정됨

○ 0.5 W급 무전기는 최대 8.6 V/m의 전기장이 측정되며, 무선랜과 블루투스로부터는 특별한 전기장 측정되지 않음

[표 15] 자동차 내 무선기기 송신에 의한 내부 전자기장 측정 결과

| 기기 / 주파수 | | 앞 번호판 (레이더) | 앞 유리 (블랙박스 , 네비) | 번네트 안쪽 (ECU, 제동장치) | 실내 앞뒤 좌석 |
|---|---|---|---|---|---|
| WCDMA 휴대전화 | 1 950MHz | - | 1.9 ~ 4.6 | - | 1.8 ~ 9.2 |
| 0.5W급 무전기 | 400 MHz | 0.6 | 3.7 ~ 4.9 | 0.8 ~ 1.5 | 1.1 ~ 8.6 |
| 4W 급 무전기 | 400 MHz | 0.8 | 14 ~ 11.9 | 2.4 ~ 4 | 4.1 ~ 31.6 |
| 무선랜 | 2.4 GHz | 특별한 전기장이 측정되지 않음(0.6 정도의 전기장의 세기 측정) | | | |
| 블루투스 | 2.4 GHz | 특별한 전기장이 측정되지 않음(0.6 정도의 전기장의 세기 측정) | | | |

□ 자동차 밖에서 무전기 동작에 다른 자동차 내 전자기장 측정 결과

○ 자동차 앞 1 m 거리에서 4 W 무전기 전자파에 의해 내부에서는 최대 4.7 V/m, 레이더 장착위치는 15.1 V/m 정도 측정됨

[표 16] 자동차 밖에서 무전기 동작에 다른 자동차 내 전자기장 측정 결과

| 기기 / 주파수 | | 앞 번호판 (레이더) | 앞 유리 (블랙박스, 네비) | 번네트 안쪽 (ECU, 제동장치) | 실내 앞뒤 좌석 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.5W급 무전기 | 400 MHz | 3.8 | 0.8 ~ 0.9 | 0.7 ~ 1.3 | 0.6 ~ 0.7 |
| 4W 급 무전기 | 400 MHz | 15.1 | 2.2 ~ 3.8 | 3.9 ~ 4.7 | 0.6 ~ 1.8 |

□ 측정 결과 분석

○ 이동통신, 방송 등 외부 전자파에 의해 앞유리 부근이 강한 영향을 받으며, 본네트 안쪽과 좌석은 금속 차폐 등으로 상대적으로 작음
- 앞유리 부근은 내성 신호의 직접파와 본네트에 의한 반사파가 합성되어 큰 전기장이 형성되는 것으로 사료됨
- 앞 번호판 위치(레이더)는 안테나 중심에서 벗어나 있어 외부에 노출되고 안테나와 가장 근접하나 상대적으로 작은 값이 측정됨

○ 자동차 내부에서 무선기기를 운용하는 경우 9 ~ 31.6 V/m가 형성되므로 전장품 내성 평가와 설계 등에 반영할 필요가 있음
- 무선랜, 블루투스 등의 영향은 미미함

○ 이동통신 기지국, 방송국 송신소는 강한 조건을 고려한 결과이므로 자동차 운행조건과의 이격 거리 등을 고려하여 전기장의 세기 고려 필요

## 4. 자동차 전장품 개선방안

자율주행자동차 출현에 따라 ICT와 결합된 자동차 전장품은 급속히 증가하고 있다. ICT 결합 전장품은 초창기 편의시설로 이용되었으나 앞으로는 자동차 안전과 관련된 기능에 적용되므로 전자파적합성 관점에서 엄격히 관리될 필요가 있다. 이에 따라 향후 ICT 결합 전장품에서 발생한 전자파가 자동차 내·외의

방송통신 및 다른 기기에 영향을 주지 않도록 하고 자동차에 존재하는 전자파 영향으로부터 오동작 및 품질저하가 발생하지 않도록 자동차 전장품 기준을 개선할 필요가 있다.

전자파 장해방지 기준 측면에서는 현행 광대역 상태 방사성 방해와, 협대역 상태 방사성 방해 기준, 전도성 과도 전압 허용기준을 유지할 필요가 있다. 이 기준 들은 국제기준을 수용한 것으로 자동차 환경을 고려하여 오랜 기간 적용되어 큰 이견이 없다.

현재는 전장품에 대한 전도성 방해 전자파에 대한 기준이 마련되어 있지 않다. 전장품이 자동차 내부 배터리에 연결되어 사용되는 경우 자동차의 방송통신 서비스에 영향을 주고 스마트키 등의 오동작이 발생하고 있음에 따라 전도성 방해 측면에서는 다른 관점에서 검토할 필요가 있다. 무선기기의 경우 자동차 배터리 전원에 연결되면 무선기기 전자파적합성 기준에 의해 전도성 방해 기준이 적용된다. 자동차 내에서 이용되는 무선기기와 블랙박스 등 멀티미디어 기기들은 배터리 전원을 모두 이용하지만 멀티미디어 기기는 전도성 방해 기준이 적용되지 않는 모순이 발생하고 있다. 이에 따라 ICT와 결합된 자동차 전장품의 전도성 전자파에 의한 다른 기기와 서비스 간섭을 최소화하기 위한 기준을 도입이 필요하다. 전도성 방해 기준은 무선기기 전자파적합성 기준과 CISPR 25 기준을 참조하고 산업체 의견을 수렴하여 추진할 필요가 있다.

전장품에 대한 전자파 내성 기준은 현행 방사성 RF 전자기장과 과도 전도전압 내성 신호를 인가하여 성능을 평가할 필요가 있다. 현행 자동차 전장품 내성 평가기준은 자동차 조향장치에 대한 영향과 운전자 등의 혼란 방지, 법정데이터 영향 등을 고려토록 하고 있다. 블랙박스가 멀티미디어 기기로 분류되면 방사성 RF 전자기장 내성 시 오동작 또는 품질이 저하될 경우 기준을 만족하지 못한다. 그러나 자동차 전장품으로 분류되면 방사성 RF 전자기장에 의해 오동작하여도 조향장치 영향, 이용자 혼란, 법정데이터 오류가 아니므로 성능평가 기준을 만족한다. ICT와 결합된 전장품에 대해서도 현재의 내성 평가기준을 계속 적용해야 되는지는 검토가 필요하다.

## 제3절 가전 및 ISM 기기 전자파적합성 기준 및 시험방법 개정

### 1. 연구배경

유도조리기구는 전자파를 이용하여 가열하는 기능을 수행하므로 산업·과학·의료용 고주파 이용기기(ISM)기기로 분류된다. 이에 따라 국제전기위원회(IEC) 산하 국제무선장해특별위원회(CISPR)에서는 유도조리기구를 ISM 기기로 분류하고 CISPR 11(ISM 기기 전자파 장해방지 표준)에서 관련 기준과 시험방법을 정하고 있었다. 그러나 일반 국민들은 가정에서 유도조리기구는 밥솥, 전기렌지 등으로 이용되므로 가정용 전기기기로 이해한다. 기술적으로는 전자파를 이용하여 가열 등의 작용을 하므로 ISM 기능을 하지만 이용적인 측면에서는 가정 내 전기밥솥, 전기가열렌지와 차별성을 갖기 어렵다. 이에 따라 IEC/CISPR에서는 유도조리기구를 ISM 기기로 분류하지 않고 가정용 전기기기로 분류하기로 하고 관련 국제표준을 정비를 완료하였다. 우리나라는 가전기기와 ISM 기기의 전자파적합성 기준을 IEC/CISPR 국제표준을 수용하여 정하고 있으므로 관련 표준 개정에 따라 기준 개정이 필요한 실정이다.

전기용접기로 알려진 아크용접기는 고전류를 이용하여 금속을 용접한다. 종전의 아크용접기 동작은 상용 전원을 입력받아 권선 결합을 통해 고전류를 출력토록 하였다. 현재는 ICT 기술과 아크용접기가 융합되어 반도체가 고전류를 출력토록 하는 기술의 진보를 이루었다. 반도체 이용 아크용접기는 크기와 무게가 대폭 감소하여 이용에 편리성을 증가시키고 있으며 가격도 저렴하여 경제성도 함께 갖추었다. 그러나 반도체를 이용하기 때문에 아크용접기를 동작시키면 비의도적 전자파가 높은 주파수 대역까지 발생하게 된다. 또한 입출력 전원단에 전도성 전자파를 발생시켜 방송통신 서비스 등에 영향을 줄 수 있다. 이에 따라 2015년 IEC에서는 아크용접기 전자파적합성 표준을 개정하여 2.7 GHz 대역까지 전자파 장해를 측정토록 하였다. 또한 아크용접기 출력단의 전류 리플 기준을 신설하여 다른 서비스의 간섭영향을 최소화 하도록 규정하였다. 이에 따라 우리나라는 아크용접기 전자파적합성 국제표준을 수용하고 있으므로 관련 기준 개정이 필요하다.

## 2. 국내·외 현황

<국내 현황>

전자파적합성 기준 제6조(산업·과학·의료용등 고주파 이용기기류(ISM)의 전자파적합성 기준 등)에서는 유도조리기구의 기준을 규정하고 있다. 전원포트의 유도조리기구 전도성 방해 전압은 9 kHz ~ 30 MHz 대역에 대해 준첨두값과 평균값을 규정하고 있다. 유도조리기구의 9 kHz ~ 30 MHz 대역에 대한 방사성 방해 기준은 2 m 루프안테나에서 자기장 전류 측정과 60 cm 루프안테나를 이용하여 자기장의 세기를 측정하는 방법으로 구분하여 규정하고 있다. 유도조리기구가 가열을 위해 의도적으로 전자파를 방출하는 9 kHz ~ 70 kHz 대역은 상대적으로 높은 자기장의 세기(69 dB(μA/m))를 규정하고 있다. 70 kHz ~ 30 MHz 대역은 유도조리기구 의도적 방사에 의한 스퓨리어스와 고조파 전자파 값을 규정하고 있어 상대적으로 낮은 자기장의 세기(3 dB(μA/m))를 규정하고 있다. 30 MHz 이상의 방사성 방해는 다른 ISM 기기와 같은 기준을 적용하고 있다.

전자파적합성 기준 제6조에서는 아크용접기의 전자파 장해방지 기준을 규정하고 있다. 아크용접기는 유휴 상태에서는 1종(전자파를 전도적으로 이용하는 방식)기기, 부하 상태에서는 2종(전자파를 공간에서 이용하는 방식)기기로 분류한다. 아크용접기의 전자파 장해방지 기준은 일반 ISM 기기의 전도성 방해 허용기준을 적용한다. 방사성 방해 기준은 고전류 이용에 따라 일반 ISM 기기보다 상대적으로 높은 전기장의 세기 허용기준을 규정하고 있으며 표 17과 같다.

[표 17] 아크용접기에 대한 전자파 방사성 방해 허용기준

| 주파수 범위 (MHz) | 측정거리 10 m에서 준첨두값 (dB(μV/m)) |
|---|---|
| 30 ~ 230 | 80 ~ 60 |
| 230 ~ 1 000 | 60 |

전자파적합성 기준 제6조 제3항과 별표 3의3에서는 아크용접기의 전자파 내성 기준은 규정하고 있다. 이 기준에는 아크용접기의 내성 시험에 적용하는 성능평가 기준을 별도로 규정하고 있다. 함체포트에는 80 MHz ~ 1 GHz

대역의 방사성 RF 전자기장(인가신호 : 10V/m)과 정전기 방전(인가신호 : 접촉방전 ±4 kV, 기중방전 ±8 kV ) 시험을 실시한다. 교류 입력 전원포트에는 전기적 빠른 과도현상, 전도성 RF 전자기장, 서지, 전압강하 내성을 인가하여 성능평가 기준에 적합한지를 확인한다. 프로세서 측정 및 제어라인에 대한 포트는 전기적 빠른 과도현상과 전도성 RF 전자기장 내성 신호를 인가하여 평가한다.

<국제표준>

2015년 국제전기기술위원회 산하 전자파위원회(IEC/CISPR)는 유도조리기구 전자파 장해방지 표준을 CISPR 11(ISM 기기 전자파 장해방지 표준)에서 CISPR 14-1(가정용 전기기기 및 전동기기류의 전자파 장해방지 표준)로 이동하여 규정하였다. 유도조리기구가 전자파를 이용하여 가열 등에 이용되므로 ISM 기기이나 대부분 가정에서 조리용(밥솥, 인덕션 레인지 등)으로 이용되므로 가전기기로 분류하는 것이 타당하다고 판단한 것이다. 다만 유도조리기구에 적용되는 전자파 장해방지 표준은 변경 없이 종전 CISPR 11을 수용하여 CISPR 14-1에서 규정하였다.

아크용접기 전자파적합성 국제표준은 IEC 60974-10에서 규정하고 있다. IEC에서는 2015년 6월에 인버터(반도체 이용) 기술이 아크용접기에 적용되어 보급이 활성화됨에 따라 방송통신 서비스 장해와 기가헤르쯔대역 무선서비스 영향 최소화를 위한 전자파적합성 국제표준을 개정하였다. 주요 개정내용은 30 MHz 이하 대역 전자파 발생 최소화를 위해 전류 리플과 불연속 방해 기준을 신설하였다. 또한 기가헤르쯔대역 이동통신 등 전파로부터 오동작 방지를 위해 종전 1 GHz 이하대역에서 2.7 GHz 대역으로 방사성 방해 내성 인가 주파수 대역을 확장하였다.

<유럽 표준>

유럽은 국제표준을 수용하여 유도조리기구에 적용되던 전자파 장해방지 기준을 ISM에서 가정용 전기기기 및 전동기기류로 이동하여 규정하고 있다.

아크용접기에 대한 국제표준을 수용하여 전류 리플과 불연속 방해 기준을 신설하고 기가헤르쯔대역(2.7 GHz 이하)으로 확장하여 기준을 규정하고 있다.

## 3. 아크용접기 전류 리플 측정결과

EMC 기준전문위원회 B소위에서는 아크용접기에서 발생하는 전류 리플의 전자파를 분석하고 제조업체가 국제표준에서 제시한 기준을 준수할 수 있는지 여부를 확인하기 위해 측정 분석을 실시하였다. 아크용접기의 전자파 장해 측정은 '17년 7월에 실시하였으며 국립전파연구원, 한국전파진흥협회, 한국산업기술시험원, 한국철도기술연구원, 한국정보통신기술협회, 시험기관 등이 참여하여 한국산업기술시험원에서 실시하였다. 측정을 위한 시료는 시중에 유통 중인 3개 모델을 선택하였다. 아크용접기 전류 리플 등 전도성 전자파 측정을 위한 등을 시험장 구성도는 그림 8과 같다.

| 전도 측정 | 전류 리플 측정(CP) | 전류 리플 측정(OSC) |
|---|---|---|
| | | |
| @전도 차폐실<br>@AC선에 AMN 연결 | @전도 차폐실<br>@출력선에 CP 연결 | @전도 차폐실<br>@출력선에 오실로스코프 연결 |

[그림 8] 아크용접기 전류 리플 측정을 위한 시험장 구성도

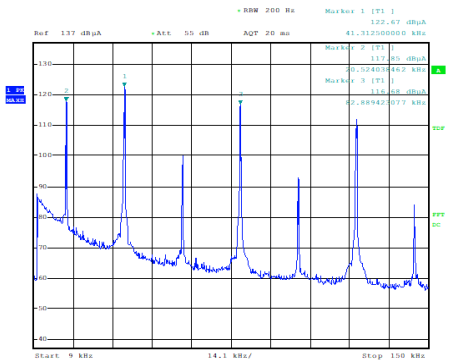
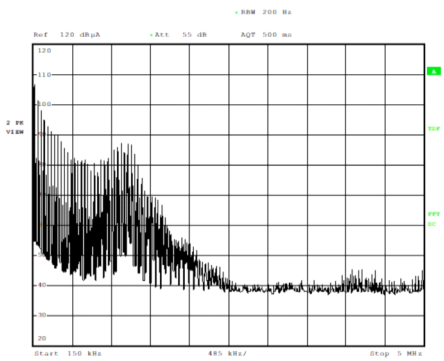
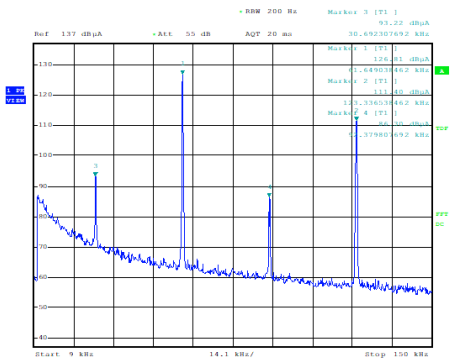
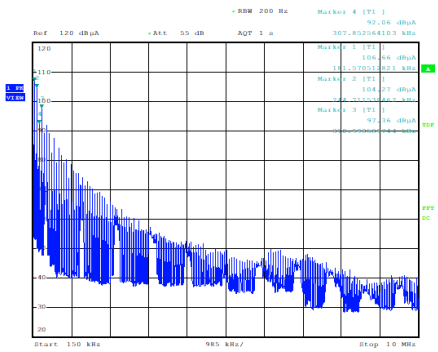
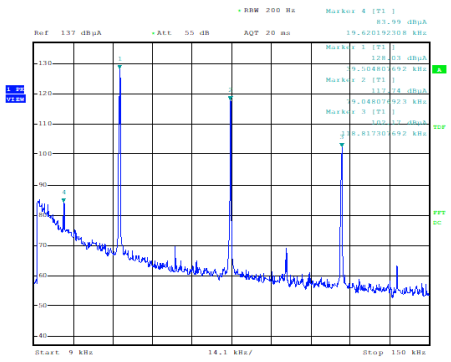
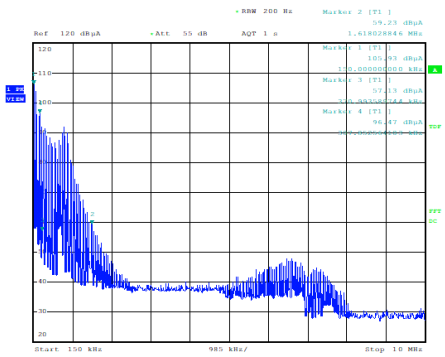
□ 시험방법 및 조건

o 전도측정 : 전도성 장해 측정방법(KN 16-2-1)에 따름
- 무유도 부하기 연결하고 50A, 120A 부하상태에서 측정

o 전류 리플 시험 : 아크용접기 시험방법(IEC 60974-10)에 따름
- IEC 60974-10의 6.2.1.4 출력전류 리플시험 조건 : 규정된 100% 듀티사이클 정격 전류 및 전압, 또는 최대전류의 50% 조건에서 실시
- IEC 60974-10의 6.3.5 허용기준(100 kHz ~ 150 kHz : 55.6 ~ 8.6(dBA), 150 kHz ~ 30 MHz : 8.6 ~ -27.4 (dBA))

※ 허용기준을 dB(μA)로 환산시(100 kHz ~ 150 kHz : 175.6 ~ 1288.6(dB(μA)), 150 kHz ~ 30 MHz : 128.6 ~ 92.6 (dB(μA))

□ 시험결과

| 동작상태 | 측정결과 | |
|---|---|---|
| A사 50A 부하 |  |  |
| B사 50A 부하 |  |  |
| C사 50A 부하 |  |  |

[그림 9] 아크용접기 전류 리플 측정결과

A사의 전류 리플은 20.5 kHz 고조파인 41.3 kHz에서 최대 122.67 dB(μA)로 측정되었다. B사의 전류 리플은 30.69 kHz 고조파인 61.65 kHz에서 최대 126.81

dBμA, C사는 19.6 kHz 고조파인 39.5 kHz에서 최대 128.03 dB(μA)로 측정되었다. 3개 모델 모두 국제표준에서 규정하고 있는 전류 리플 기준을 모두 만족하고 있어 국제표준을 수용하여 관련 기준을 적용하는 경우에 산업체 부담이 크지 않을 것으로 예상된다.

## 4. 가전기기 및 ISM 기기 전자파적합성 기준 개정

### 가. 가전기기 및 ISM 기기 전자파적합성 개정

전자파적합성 기준(국립전파연구원고시 제2016-26호)을 개정하여 ISM 전자파 장해방지 기준에서 유도조리기구의 전자파 장해방지 기준을 삭제하고 가정용 전기기기 및 전동기기류 기준에서 관련 기준을 새롭게 규정하였다. 전자파적합성 기준(국립전파연구원고시 제2017-19호, 2017.12.28.) 제8조에 의한 별표 5에서는 유도조리기구에 대한 전도성 방해 허용기준, 30 MHz 이하 대역 방사성 방해 허용기준을 각각 규정하였다. 전도성 방해 허용기준은 종전 ISM 기준과 같다. 30 MHz 이하 방사성 방해 허용기준은 유도조리기구에만 적용되며 유도전류 허용기준과 자기장 세기 허용 기준 중 하나만 만족하면 되도록 하였다. CISPR에서는 유도전류와 자기장 세기의 상관관계를 분석한 결과 비례하는 팩터를 정의하고 유도조리기구 기준에 반영하였다. 유도전류 허용 기준은 2 m 루프안테나에 가운데에 피시험기기를 놓고 3축 안테나에서 수신되는 전류를 측정하여 평가한다. 자기장의 세기 측정방법은 60 cm 루프안테나와 피시험기기의 측정거리를 3 m로 하고 안테나에 유기되는 자기장의 세기를 측정한다.

유도조리기구는 가정용 전기기기 전자파 장해방지 기준을 적용하므로 방해전력 기준을 적용할 수 있다. 유도조리기구의 방해전력 측정값이 허용기준에서 방해전력 여유값을 뺀 값보다 작고, 기기에서 사용하는 최대 클럭주파수가 30 MHz 미만이면 30 MHz 이상의 방사성 방해 기준을 의무적으로 적용할 필요는 없다. 그러나 방해전력 허용기준과 여유값을 만족하지 못하고 최대 클럭주파수가 30 MHz 이상이면 방사성 방해 기준을 만족해야 한다. 30 MHz 이상의 방사성 방해 시험을 만족하는 경우는 방해전력 시험을 할 필요가 없다. 방해전력과 방사성 방해 시험은 모두 유도조리기구가 30 MHz 이상의 전자파를 공간에 방출하여 방송통신 서비스 장해를 일으키는지 여부를 평가하기 위한 기준으로 하나만 만족하면 된다.

가전기기의 부하 및 부가포트(에어컨과 실외기를 연결하는 포트 등) 측정 재현성 향상을 위하여 표 18과 같이 방해전류 기준을 새롭게 신설하였다.

[표 18] 가정용 전기기기의 전자파 전도기준

| 주파수 범위 (MHz) | 전원포트 | | 부하 및 부가포트 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 방해전압 | | 방해전류 | |
| | 준첨두값 (dB(μV)) | 평균값 (dB(μV)) | 준첨두값 (dB(μV)) | 평균값 (dB(μV)) | 준첨두값 (dB(μA)) | 평균값 (dB(μA)) |
| 0.15 ~ 0.5 | 66 ~ 56 | 59 ~ 46 | 80 | 70 | 40 - 30 | 30 - 20 |
| 0.5 ~ 5 | 56 | 46 | 74 | 64 | 30 | 20 |
| 5 ~ 30 | 60 | 50 | 74 | 64 | | |

부하 및 부가포트는 방해전압 또는 방해전류 기준 중 하나를 만족하면 된다. 부하 및 부가 포트의 방해 전압 측정은 전선의 피복을 벗기고 전압 측정용 프로브를 접촉시키고 유지하게 된다. 측정 과정에서 접촉면이 일정하게 유지하지 못하거나 전원포트의 위치가 변경되는 경우 측정값의 변화가 생겨 재현성을 유지하기 어려움이 있었다. 방해전류는 전선을 전류 프로브(클램프)로 관통 시켜 측정하므로 접촉면의 변화나 움직임 등이 적어 측정의 재현성이 높다.

정보통신 기술과 가전기기들의 융합에 의해 가전기기들에 공중통신망, 근거리통신망(LAN) 등이 부착되어 운영되는 경우가 있다. 냉장고, 에어컨 등 가전기기의 외부 제어를 위해 유선통신망을 사용하게 된다. 전자파적합성 기준은 가전기기와 멀티미디어 기능이 둘 다 가지고 있는 경우는 두 가지 기능에 대한 전자파적합성 시험을 별도로 진행토록 하고 있다. 이에 따라 가전기기에 유선통신망 포트가 설치되어 있으면 가전기기와 멀티미디어 전자파적합성 시험을 각각 하여야 하는 어려움이 있었다. 국제표준에서는 이중으로 시험해야 하는 어려움을 해결하고자 가전기기에 별도의 유선통신망 포트가 있는 경우 멀티미디어의 전도성 전자파 방해 기준을 적용토록 기준을 개정하였다. 우리나라도 국제표준을 수용하여 가전기기에 유선통신망 포트가 있는 경우 두 번의 시험이 이루어지지 않고 필요한 유선통신망 포트에 대한 시험만 추가로 실시토록 유선통신망 포트에 대한 전도성 전자파 방해 기준을 추가하였다. 가전기기의 유선통신망 포트의 전도성 방해 기준은 멀티미디어 기준을 수용하여 규정하였다.

## 나. 아크용접기 전자파적합성 기준 개정

전자파적합성 기준 제6조 제1항에 의한 별표 3 ISM 전자파 장해방지 기준에서는 아크용접기에 대한 불연속 방해 기준과 B급 아크용접기에 대한 출력 전류 리플 기준을 신설하였다. 불연속 방해 기준은 간헐적으로 신호가 튀는 클릭 신호가 발생하는 경우 전도성 방해 허용기준을 만족하지 못하는 경우 방송통신 서비스 간섭 영향을 고려하여 전도성 방해 허용기준보다 완화된 값을 적용토록 하는 기준이다. 새롭게 추가된 아크용접기에 대한 불연속 방해 기준은 표 19와 같다.

[표 19] 아크용접기에 대한 불연속 방해 기준

| |
|---|
| (가) A급기기의 부하상태에서 분당 5회 이내로 발생하는 임펄스 잡음(클릭)은 불연속 방해를 적용하지 않는다.<br>(나) 부하상태에서 B 급기기는 분당 0.2회 이내로 발생하는 임펄스 잡음(클릭)은 제1호 다목(시험장에서 측정하는 1종 및 2종 B 급기기에 대한 주전원포트 전도성 방해 전압 허용기준)의 허용기준에서 44 dB 완화된 값을 적용한다.<br>(다) 부하상태에서 분당 0.2회 ~ 30회 발생하는 클릭에 대해서는 제1호 가목과 다목의 해당(A급 또는 B급) 허용기준에서 20 log(30/N) dB(N은 분당 클릭수)의 완화된 값을 적용한다. |

아크용접기의 출력포트에서 발생하는 전자파에 의해 30 MHz 이하의 방송통신 서비스의 간섭을 최소화하기 위해 출력 전류 리플 기준을 표 20과 같이 신설하였다.

[표 20] B급 아크용접기에 대한 출력 전류 리플

| 주파수 범위(MHz) | 시간 영역에서의 전류 리플 진폭(첨두-첨두)<br>(전류 리플 허용기준) |
|---|---|
| 0.01 ~ 0.150 | (55.6 ~ 8.6) dB(A)(주1)<br>(175.6 ~ 128.6) dB(μA)(주1) |
| 0.150 ~ 30 | (8.6 ~ -27.4) dB(A)(주1)<br>(128.6 ~ 92.6) dB(μA)(주1) |
| (비고)<br>dB(A)는 0 dB(A)가 1 A의 전류를 나타내는 대수 단위다. dB(μA) 단위로 환산하는 경우, 120 dB를 더한다.<br>(주1) 주파수의 대수적 증가에 따라 선형적으로 감소한다. | |

아크용접기의 동작상태에서는 2종기기(공간의 전자파를 이용하여 가열 등을 하는 기기)로 분류되어 30 MHz 이하의 방사성 방해 기준이 적용될 수 있다. 제조업체와 시험기관은 방사성 방해 시험이 적용되는 경우 시험장과 측정기기 등이 전도성 시험과 차이가 있어 경제적, 시간적으로 부담이 될 수 있다. 아크용접기의 전원 입력단에는 전도성 방해 허용기준이 적용되고 있으므로 출력단에도 전도성 방해 시험장과 측정기기를 이용할 수 있으면 간편히 30 MHz 이하의 전자파에 대한 영향을 측정할 수 있다. 이에 따라 ISM 전자파 장해방지 기준에 전도성 방해 시험장에서 출력단의 전류 리플을 측정할 수 있도록 기준을 개정하였다. 제조업체, 시험기관은 30 MHz 이하 전자파 장해 측정을 위해 전도성 방해 시험장 변경 없이 일부 보조기기들을 변경하여 전류 리플을 측정할 수 있으므로 경제적인 시험을 할 수 있다.

아크용접기의 방사성 방해 내성기준은 1 GHz 이하대역까지 규정되어 있으나 이동통신과 무선랜 등의 주파수가 기가헤르쯔대역으로 확장되어 운영되고 있어 오동작 및 품질저하가 발생할 수 있다. 이에 따라 현재 활발하게 운용중이 이통통신과 특정소출력 기기 등의 전자파로부터 아크용접기의 오동작 및 품질저하 방지를 위해 방사성 RF 전자기장의 내성 기준을 다음 표와 같이 개정하였다.

[표 21] 아크용접기 방사성 RF 전자기장 내성 기준

| 내성시험명 | 시험조건 | 단위 | 시험방법 | 성능평가 기준 |
|---|---|---|---|---|
| 방사성 RF 전자기장 | 80 ~ 1000<br>10<br>80 | MHz<br>V/m<br>% AM (1 kHz) | KN 61000-4-3 | A |
| | 1.4 ~ 2.0<br>3<br>80 | GHz<br>V/m<br>% AM (1 kHz) | KN 61000-4-3 | A |
| | 2.0 ~ 2.7<br>1<br>80 | GHz<br>V/m<br>% AM (1 kHz) | KN 61000-4-3 | A |

# 제3장 6 GHz 이하대역 전자파 내성 기준 마련

## 제1절 연구 배경

4차 산업혁명을 지원하기 위해 5G 이동통신, 자율주행자동차, 지능형 로봇 등의 서비스들이 개발되고 있다. 정부에서는 새롭게 출현하는 서비스를 지원하기 위해 6 GHz 이하대역의 주파수를 분배·할당하여 기기들이 무선 전파를 이용하여 서로를 연결하고 제어토록 하고 있다. 이동통신은 종전 2.7 GHz 이하대역에서 3.5 GHz 대역으로 확장되고 있다. 자율주행자동차와 드론 로봇을 위해서는 5.9 GHz 대역의 전자파를 이용토록 하고 있다. 새로운 이동통신, 자동차, 로봇 등은 일상 생활 속에 항상 존재하므로 관련 기기에서 발생하는 의도적 전자파에 의한 방송통신과 다른 서비스의 영향을 고려할 필요가 있다.

2016년부터 2017년에 국제표준(주거용, 산업용 환경에서 이용하는 기기 전자파 내성 표준)과 무선기기 유럽 표준에서는 6 GHz 이하대역의 의도적 전자파에 의해 관련 기기들이 내성을 갖도록 하기 위하여 전자파 내성 기준을 개정하였다. 우리나라는 국제표준과 유럽 표준을 수용하여 주거용, 산업용 환경과 무선기기 전자파 내성 기준을 수용하여 규정하고 있어 국제표준 등의 개정에 따른 국내 기준의 개정이 필요한 실정이다.

## 제2절 국내·외 현황 분석 및 시사점

### 1. 전파법령에 따른 전자파적합성 기준

전자파적합성 기준 제5조(일반 전자파적합성 기준)에서는 대상기기별로 별도의 전자파적합성 기준이 없는 기기는 일반 전자파적합성 기준을 적용토록 하고 있다. 세부적으로 주거, 산업 및 경공업 환경에서 사용하는 기기의 전자파적합성 기준은 별표 1로 정하고 있으며 산업 환경에서 사용하는 기기의 전자파적합성 기준은 별표 2로 규정하고 있다. 무선설비 기기류의 전자파적합성 기준은 별표 9로 규정하고 있다. 주거용, 산업용, 무선설비 기기류의 방사성 RF 전자기장

전자파 내성 기준은 2.7 GHz 이하대역 까지 규정하고 있다. 이에 따라 2.7 GHz 이상 6 GHz 이하대역의 의도적 전자파에 의해 주거용, 산업용, 무선기기들은 오동작 또는 품질저하 현상에 대한 평가가 이루어지지 않고 있다. 반면, 주거용, 산업용, 무선기기와 같은 환경에서 이용되는 컴퓨터, 방송수신기 등의 멀티미디어 기기의 방사성 RF 전자기장 기준은 6 GHz 이하대역으로 확장되어 있다. 이에 따라 주거용, 산업용, 무선기기 등이 6 GHz 이하 대역의 전자파로부터 내성을 갖도록 하기 위한 전자파적합성 기준 개정이 필요하다.

## 3. 외국 및 국제표준

<국제표준>

국제전기기술위원회(IEC) 전자파적합성 위원회(TC 77)에서는 2016년에 주거, 산업, 경공업 환경에서 이용되는 기기의 전자파 내성 표준(IEC 61000-6-1)과 산업용 환경에서 이용되는 기기의 전자파 내성 표준(IEC 61000-6-2)을 개정하여 방사성 RF 전자기장 내성 인가 주파수를 2.7 GHz 이하대역에서 6 GHz 이하로 확장하였다. IEC/TC 77에서는 3.5 GHz 주파수 대역을 이용하는 이동통신과 5 GHz 대역의 무선랜 등 특정소출력 무선기기의 의도적 전자파로부터 관련 기기들이 내성을 갖도록 하기 위해 관련 표준을 개정하였다.

<유럽>

2016년 무선기기에 대한 전자파적합성 표준(EN 301-489-1)을 개정하여 방사성 RF 전자기장 내성 인가 주파수를 2.7 GHz에서 6 GHz로 확장하였다. 개정 사유는 특히 3.5 GHz 대역 새로운 이동통신과 6 GHz 이하 무선서비스로부터 전자파 내성을 갖도록 하기 위함이다.

## 4. 국내・외 기준 비교 및 시사점 분석

우리나라는 주거용과 산업용 환경에서 이용하는 기기의 전자파적합성 표준을 IEC 61000-6-1과 IEC 61000-6-2를 수용하여 규정하고 있다. 무선기기의 전자파적합성 기준은 유럽의 EN 301-489-1을 수용하여 규정하였다. 국제표준과 유럽의 표준이 6 GHz 이하의 의도적 무선 전파의 영향으로부터 내성을 갖도록

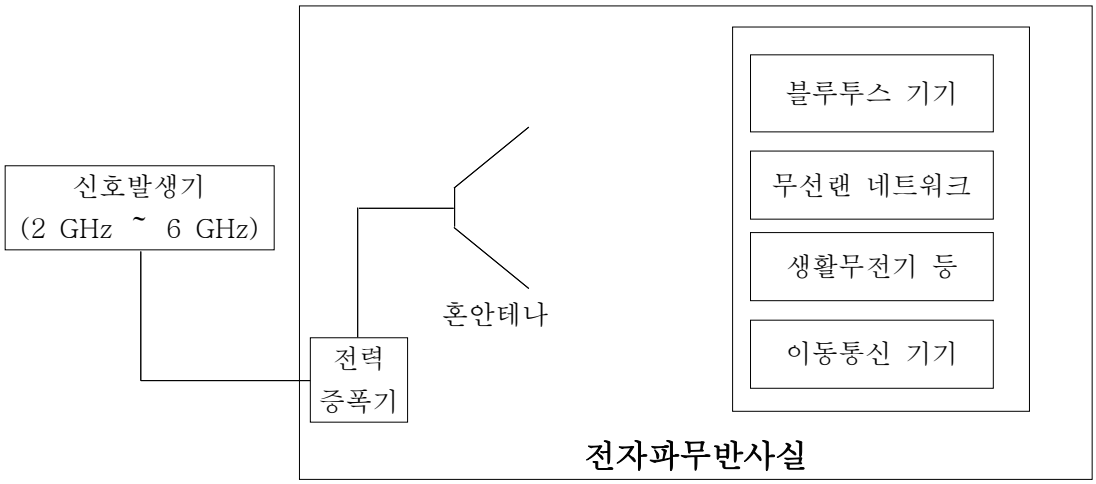
관련 표준이 개정됨에 따라 이를 수용한 우리나라 전자파 내성 기준의 개정이 필요하다. 우리나라는 새로운 무선통신 서비스를 빠르게 적용하고 있다. 이에 따라 6 GHz 이하대역의 의도적 무선 전파에 의해 다른 기기들이 오동작 또는 품질저하가 발생하지 않도록 국제수준에 맞는 전자파 내성 기준을 시급히 정비할 필요가 있다.

## 제3절 전자파 내성 측정 분석

### 1. 시험장의 구성 및 측정방법

무선기기, 주거와 산업 환경 전자파 내성 기준을 국제표준 개정내용을 반영하여 6 GHz 대역으로 확대를 검토하기 위해 추진하였다. 이 분석을 통해 현행 방사성 내성 주파수를 현행 2.7 GHz에서 6 GHz로 확대에 따른 적정성 검증하고 산업체와 시험기관 대비 현황을 분석하고자 한다.

피시험기기는 블루투스 기기(2 Set), 무선랜(3Set), 무전기(3 Set), 이동통신(2 Set)에 대해 실시한다. 시험장 구성도는 그림 10과 같다.




[그림 10] 6 GHz 이하대역 방사성 RF 전자기장 내성 측정 구성도

측정방법은 전자파적합성 시험방법 KN 61000-4-3(방사성 RF 전자기장 시험방법)을 적용하여 실시하였다. 세부 시험방법은 다음과 같다.

○ 무선기기들을 정상 동작이 되도록 설정
- 음성, 영상, 데이터 등이 정상적으로 동작되도록 설정
- 음성은 정상 동작상태에서 S/N비, SINAD 등을 측정
- 영상은 칼라바가 동작되도록 함
- 데이터는 에러율, 속도 등을 측정

○ 신호발생기에서 기가헤르쯔대역 주파수에서 무선기기들이 3 V/m 전기장이 인가되도록 출력을 조정

※ 처음 주파수는 2 GHz로 하고 다음 주파수는 1 % 대수 간격으로 증가시키면서 6 GHz까지 증가시킴

○ 신호발생기에서 발생한 신호는 전자파 무반사실에 위치한 증폭기를 통해 안테나로 연결되어 공간으로 방사되도록 조정

○ 방사성 RF 전자기장(3 V/m)이 인가되었을 때 무선기기들이 정상적으로 동작하는지 여부를 측정
- 음성, 영상, 데이터 전송이 정상적으로 이루어지는지를 평가

## 2. 측정 결과 및 분석

가. 전자파 방사성 RF 전자기장 내성 시험장 균일장 평가

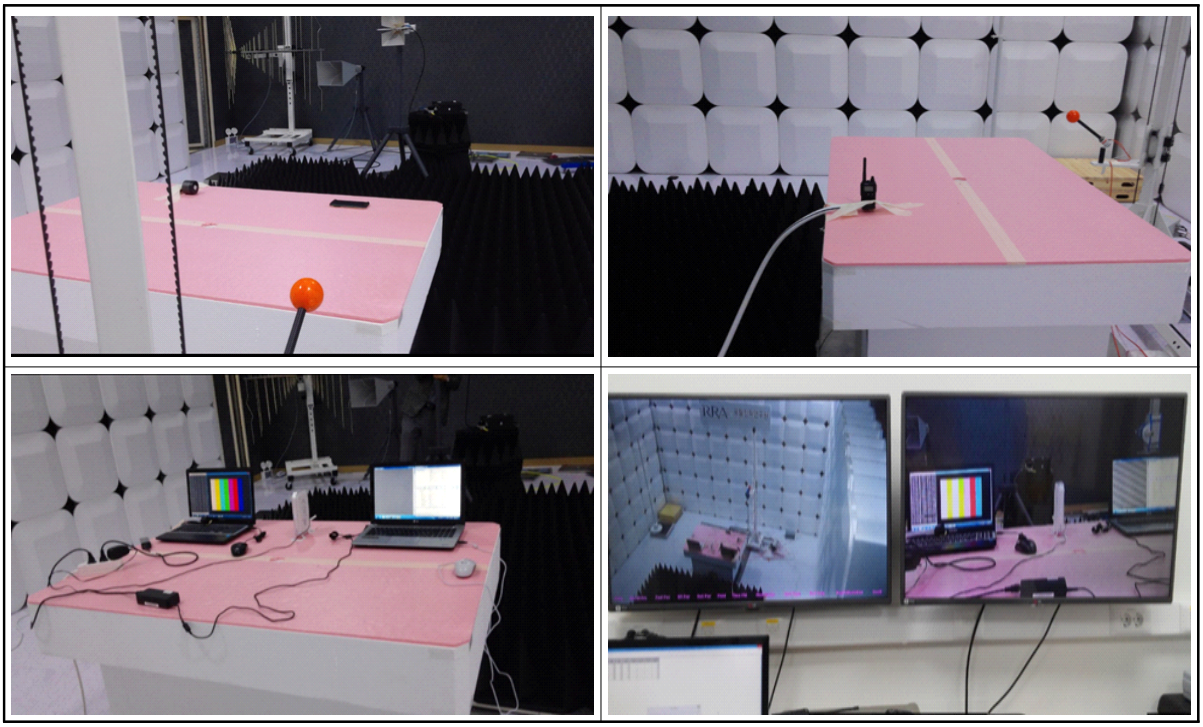
6 GHz 대역으로 주파수를 확장을 추진하고 있음에 따라 시험기관들이 대부분 보유하고 있는 소출력 앰프(3W)를 통해 전자파 방사성 RF 전자기장 시험장이 균일장 기준을 만족할 수 있는지를 평가하였다. 대출력 앰프는 시험장 평가 시 이미 6 GHz 이하대역 균일장 기준을 만족하고 있으므로 별도로 실시하지 않았다. 시험장 구성은 KN 61000-4-3과 같이 하였다. 다만, 소출력 앰프는 챔버 안에 위치시켜 케이블로 인한 감쇠를 최소화 하였다.

균일장 평가 결과 접지면으로부터 0.8 m 이상 높이에서 정해진 1.5 m × 1.5 m의 가상 수직면에 대한 전자기장의 강도가 0 dB ~ 6 dB 이내의 균일장이 형성되었다(KN 61000-4-3 만족). 시험 거리 3 m에서는 앰프 출력이 작아 2.7 m 정도에서 실시하였다.

지정시험기관은 6 GHz 이하대역 멀티미디어 방사성 RF 전자기장 시험을 위한 앰프와 시험장을 구비하였다. 이 측정을 통해 시험기관들은 대부분 6 GHz 이하대역의 방사성 RF 전자기장 내성 시험이 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.

나. 방사성 RF 전자기장 내성 측정결과

무선기기 측정은 그림 11과 같이 실시하였다.



[그림 11] 무선기기 방사성 RF 전자기장 시험

블루투스(2 Set), 무전기(3Set), 휴대폰(2Set)은 6 GHz 대역까지 내성 신호 인가 후 정상 동작하여 유럽의 무선기기 전자파 내성 표준을 만족하였다. 노트북 무선랜(2 Set)은 6 GHz 대역까지 내성 기준 초안을 만족하였으나 무선 AP는 2.1 GHz 대역에서 오류를 발생하여 내성기준을 만족하지 못하였다. 측정결과 무선기기들은 대부분 6 GHz 대역까지 전자파 내성에 정상동작할 것으로 판단되나 일부 기기들은 만족하지 못한 부분이 있으므로 제조업체에서 대책 마련이 필요하다. 시험기관들은 기존 보유한 내성 시험 기기들로 6 GHz 대역까지 내성시험을 진행 할 수 있을 것으로 사료된다.

세부 측정결과는 다음과 같다.

○ 블루투스 기기

- 2 Set의 블루투스 기기 연결 상태에서 내성 신호 인가 전후 음성신호 변화(신호 대 잡음비(S/N) 등)가 없이 정상동작 하였음

| |
|---|
| ○ 블루투스 스피커와 핸드폰을 블루투스로 페어링하고 1 kHz 음성 신호를 인가한 상태에서 음성레벨을 측정 |

| |
|---|
| ㅇ 블루투스 스피커 기기들에 전기장의 세기 3 V/m를 인가하고 무음성 신호를 전송한 상태와 1 kHz 음성 신호를 전송한 상태를 만듦<br>ㅇ 내성 신호 인가 전 블루투스 스피커 1 kHz 음성 신호레벨과 내성 신호 인가 후 무음성 상태에서 신호레벨 변화는 20 dB(35 dB) 이상 차이가 발생하여 정상동작<br>ㅇ 내성 신호 인가 전 블루투스 스피커 1 kHz 음성 SINAD와 내성 신호 인가 후 1 kHz 음성 SINAD 값은 변화가 없어 정상 동작하였음 |

○ 무전기(3 Set)

- 생활무전기 등 3 Set의 무전기들이 각각 음성통신 상태에서 내성 신호를 인가한 결과 음성신호 변화(S/N 등)가 없이 정상동작 하였음

| |
|---|
| ㅇ 무전기와 무전기를 같은 채널로 연결하고 1 kHz 음성 신호를 인가한 상태에서 음성레벨을 측정(무전기 1은 전자파 무반사실에 위치하고 무전기 2는 전자파 무반사실 밖에 위치시켜 통신 상태로 유지)<br>ㅇ 전자파 무반사실 내부 기기에 전기장의 세기 3V/m를 인가하고 무음성 신호를 전송한 상태와 1 kHz 음성 신호를 전송한 상태를 만듦<br>ㅇ 내성 신호 인가 전 무선기기에서 1 kHz 음성 신호레벨과 내성 신호 인가 후 무음성 상태에서 신호레벨 변화는 20 dB(35 dB) 이상 차이가 발생하여 정상동작<br>ㅇ 내성 신호 인가 전 무선기기 1 kHz 음성 SINAD와 내성 신호 인가 후 1 kHz 음성 SINAD 값은 변화가 없어 정상동작 하였음 |

○ 무선랜 네트워크(3 Set)

- 노트북 무선랜(2개)을 무선 AP를 통해 네트워크로 연결하고 파일전송(FTP)과 Ping 테스트를 실시한 결과 무선랜은 정상동작 하였으나 무선 AP는 2.1 GHz 대역에서 전송이 정지되어 오류 발생

| |
|---|
| ㅇ 노트북 2개와 무선 AP를 네트워크로 구성하고 FTP, Ping을 실시하여 파일을 정송하고 파일 전송속도와 Ping 정상동작 여부를 측정<br>ㅇ 노트북 2개와 무선 AP 모두를 전자파 무반사실에 위치시키고 전기장의 세기 3V/m를 인가하여 파일 전송속도와 Ping 동작을 측정<br>ㅇ 2.1 GHz 대역에서 파일 속도가 떨어지고, Ping 접속 차단이 발생<br>ㅇ 무선 AP를 차폐시키고 네트워크를 연결한 상태에서 전기장의 세기를 인가하면 파일 전송속도와 Ping은 정상동작 하였으므로 무선 AP가 내성을 받은 것으로 판단됨 |

○ 휴대폰 (2 Set)
- 휴대폰을 기지국 시뮬레이터에 연결시키고 내성신호 전후 에러율(BER)을 측정한 결과 변화가 없어 정상동작 하였음

| |
|---|
| ○ 휴대폰과 기지국 시뮬레이터를 연결하여 망을 구성하고 에러율(BER)을 측정<br>○ 휴대폰을 전자파 무반사실에 위치시키고 전기장의 세기 3V/m를 인가하고 기지국 시뮬레이터는 챔버 밖에 위치하여 BER를 측정<br>○ 측정결과 내성 인가 전후 에러율 변화가 없이 정상동작 하였음 |

## 제4절 6 GHz 이하대역 전자파 내성 기준 및 시험방법

### 1. 추진내용 및 경위

6 GHz 이하대역 전자파 내성 기준 마련은 국립전파연구원이 운영하는 EMC 기준전문위원회를 통해 추진하였다. 주요 추진경과는 다음과 같다.

○ '17.1월, 2월 국내·외 무선기기, 주거·산업용 환경 기기 전자파적합성 제도와 표준 분석

○ '17.2월 ~ 8월 전자파적합성 기준 연구반 구성·운영
- 무선기기 연구반(EMC 기준전문위원회 I소위), 주거·산업용 환경 기기 연구반(TB소위)에서 추진하고 국립전파연구원, 한국전파진흥협회, 제조업체, 시험기관 등이 참여
- 무선기기 등 전자파적합성 공동 측정 논의 및 분석 실시
- 전자파적합성 기준 초안 마련 및 이해당사자 의견 조율

○ '17.5월 ~ 7월 6 GHz 대역 전자파 내성 측정 분석 실시
- 블루투스, 생활 및 업무용 무전기, 휴대폰, 무선랜 등에 대한 6 GHz 이하대역 방사성 방해 측정 분석
- 주거·산업용 환경 기기에 대한 제조업체 측정 결과 제출 및 분석 실시

○ '17.8월 무선기기, 주거·산업 환경 기기 전자파적합성 기준 초안 확정

6 GHz 이하대역 전자파적합성 기준(안)은 2017.8.24. ~ 10.24.(60일 이상) 기간 동안 산업체, 시험기관 등 이해당사자 및 일반 국민을 대상으로 행정예고와 국립전파연구원 홈페이지에서 전자공청회를 실시하였다. 행정예고 기간에 세계무역기구 무역기술장벽협정(WTO/TBT)에 따라 WTO/TBT 사무국에 통보하여 다른 국가의 의견을 들었다. 또한 한·미 FTA, 한·EU FTA에 따라 상대국에 관련 기준 개정(안)을 통보하고 의견을 들었다. 행정예고, 전자공청회, 국제적 통보 절차에 따라 의견을 수렴한 결과 전기자전거 전자파적합성 기준에 대해서는 이견이 없었다.

국립전파연구원은 '17년 10월에 EMC 기준전문위원회 심의를 실시하였으며 원안이 통과되었다. '17년 10월에는 과학기술정보통신부 자체규제심사를 실시하여 원안이 통과되었으며 12월에는 규제개혁위원회 규제심사를 실시하여 비중요로 분류하고 원안이 통과되었다. '17년 12월에는 국립전파연구원 고시 심의회를 개최하여 원안이 통과되었으며 '17.12.28일 관보에 게재되어 주거용, 산업용, 무선기기의 6 GHz 이하대역 전자파 내성 기준이 공포되었다.

## 2. 무선기기 전자파 내성 기준 개정

전자파적합성 기준 제12조에 의한 별표 9(무선설비 기기류 전자파적합성 기준) 제2호 가목과 나목을 개정하여 방사성 RF 전자기장 내성 기준을 2.7 GHz 이하 대역에서 6 GHz 대역으로 표 22와 같이 확장하였다.

[표 22] 무선기기 방사성 RF 전자기장 내성

| 시험 항목 | 적용 | 시험조건 | 단위 | 성능 평가 기준 |
|---|---|---|---|---|
| 방사성 RF 전자기장 | 함체 | 80 ~ 6 000<br>3<br>80 | MHz<br>V/m<br>% AM (1kHz) | A |

방사성 RF 전자기장 시험은 80 MHz부터 6 GHz 대역까지 3 V/m 전기장의 세기를 주파수 간격 1%로 스캔하면서 실시한다. 이 기준 개정에 따라 무선기기들은 6 GHz 이하대역 이동통신, 특정소출력 무선기기 전자파로부터 오동작, 품질저하가 최소화 될 것으로 사료된다.

무선기기 전자파적합성 기준을 개정하면서 유럽의 표준을 수용하여 직류 전원포트에 적용되는 전도성 방해 기준 적용을 명확히 하였다. 직류 전원포트의 전도성 방해 기준은 DC 배전망에 연결되는 기기와 차량에 직접 접속되는 기기로 한정하였다. 관련 기준 개정으로 USB와 같이 선로의 길이가 짧은 직류 전원 포트에 대해서는 전도성 방해 기준을 적용하지 않도록 하였다.

무선기기 전자파 장해방지 기준에서 적용되는 A급기기는 통신센터에서 이용하는 기기를 의미하였다. 이에 따라 통신센터 외에서 사용하는 모든 기기들은 B급기기 기준을 적용 할 우려가 있었다. 유럽 표준에서는 A급 기준 적용의 혼란을 방지하기 위해 A급기기 적용은 산업환경과 통신센터에서 사용하는 기기로 규정하였다. 멀티미디어 기준에서는 A급기기를 가정용 외에서 사용하는 기기로 B급기기는 가정용 기기로 규정하고 있다. 우리나라는 산업체, 시험기관 들과 협의를 통해 유럽의 무선기기 전자파적합성 표준과 멀티미디어 기준을 수용하여 무선기기 전자파 장해방지 기준에서 적용하는 A급기기를 가정외 환경과 통신센터에서 사용하는 기기로 규정하였다.

### 3. 주거용, 산업용 전자파 내성 기준 개정

전자파적합성 기준 제5조 제1호에 의한 주거, 상업 및 경공업 환경에서의 전자파적합성 기준과 제5조 제2호에 의한 산업 환경에서의 전자파적합성 기준을 개정하여 방사성 RF 전자기장 내성을 표 23과 같이 개정하였다.

[표 23] 주거용, 산업용 방사성 RF 전자기장 내성

| 환경 | 시험조건 | 단위 | 성능 평가 기준 |
|---|---|---|---|
| 주거, 상업, 경공업 환경 | 80 ~ 1 000<br>3<br>80 | MHz<br>V/m<br>% AM (1 kHz) | A |
| | 1.4 ~ 6.0<br>3<br>80 | GHz<br>V/m<br>% AM (1 kHz) | |
| 산업 환경 | 80 ~ 1 000<br>10<br>80 | MHz<br>V/m<br>% AM(1kHz) | A |
| | 1.4 ~ 6.0<br>3<br>80 | GHz<br>V/m<br>% AM (1kHz) | |

주거, 상업, 경공업 환경은 주파수 80 MHz ~ 1GHz, 1.4 GHz ~ 6 GHz 대역에서 전기장의 세기 3 V/m를 인가하여 오동작이나 품질저하가 없도록 하였다. 산업용 환경은 80 MHz ~ 1GHz 대역에서는 10 V/m를 인가하고 1.4 GHz ~ 6 GHz 대역에서는 3 V/m를 인가하여 내성을 평가한다. 1 GHz ~ 1.4 GHz 대역은 상업용 무선 전파가 분배되지 않아 일상 생활에서 내성을 받을 확률이 적어 내성 신호를 인가하지 않고 있다. 내성 신호는 주파수 간격 1 %로 스캔하며 인가한다.

주거용 전자파 내성 기준 개정하면서 신호 포트의 서지 내성 기준을 신설하였다. 주거용 환경에서 사용하는 기기들 중 옥외로 신호포트가 연결되는 기기들이 서지가 인가되었을 때 내성을 갖도록 하기 위하여 개정하였다.

# 제4장 전자파적합성 측정·조사 및 기준 적용 방안 마련

## 제1절 전자파적합성 측정·조사 추진

### 1. 추진 배경

전파법 제47조의3 제1항에 의한 전자파적합성 기준은 전파법 제58조의2에 따른 방송통신 기자재등의 적합성평가(인증제도)를 통해 확인하고 있다. 방송통신기자재 등의 적합성 평가는 기본적으로 제품이 시장에 출시되기 전에 제조자, 판매자, 수입하려는 자에 의해 기술기준에 적합함을 확인(인증)받는 제도 이다. 또한, 기기가 시장에서 유통될 때 인증 받은 기기가 기술기준에 적합한지 여부를 사후관리를 통해 확인받는다.

기기들은 이용에 따라 설치환경의 변화, 기기 노후화 등으로 인하여 적합성평가(인증) 받을 당시의 전자파 성능이 발휘되지 않을 수 있다. 만약 설치 상태에서 전자파가 과도하게 방출되는 경우에는 인접 방송통신 서비스에 장해를 일으킬 우려가 있으나 기기가 이용자에게 판매되어 사용하는 경우 전자파적합성 기준에 적합한지 여부를 평가할 수 있는 제도가 규정되어 있지 않았다.

이에 따라 설치 운영 중인 기기에 대해서도 전자파적합성 기준에 적합한지 여부를 평가하기 위하여 '2010년 7월 전파법을 개정하여 전자파적합성 측정·조사 근거를 마련하였다. 전파법 제47조의3 제3항에서는 과학기술정보통신부는 전자파장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재에서 발생하는 전자파가 전자파적합성기준을 초과할 가능성이 있다고 판단할 경우에는 해당 기자재에 대하여 전자파적적합성 여부를 측정하거나 조사할 수 있도록 하였다. 또한 전파법 제47조의3 제5항에서는 과학기술정보통신부는 제3항 전자파적합성 측정·조사에 따라 측정·조사된 전자파가 전자파적합성기준을 초과하는 경우에는 해당 기자재의 전자파 저감 및 차폐를 위하여 필요한 조치를 권고할 수 있도록 하였다. 설치 운영 중인 기기가 전자파적합성 기준을 초과하는 경우에는 강제적인 조치는 아니지만 권고적인 저감 및 차폐 조치를 권고할 수 있는 권한을 부여하였다. 그리고 측정이나 조사의 절차와 방법은 제71조의2 조사 및 조치를 준용토록 하였다. 조사 및 초치에서는 과학기술정보통신부는 필요한 경우 관련 자료 또는 해당 기자재를 제출을 요구할 수 있으며 필요한 경우 소속공무원으로 하여금 해당

기자재의 설치 장소, 사무실, 사업장 등 그밖에 필요한 장소에 출입하여 설비를 조사 또는 시험하게 할 수 있다. 전파법 시행령 제123조의 권한의 위임·위탁에서는 전파법 제47조의3 제3항 및 제5항에 규정된 전자파적합성 여부에 관한 측정·조사 및 전자파 저감·차폐를 위한 조치 권고에 관한 권한을 국립전파연구원장에게 위임하였다.

국립전파연구원에서는 '11년부터 전자파적합성 측정·조사를 실시하여 왔다. '17년도에는 방송국과 통신국사에 대한 전자파 측정조사를 실시하였다.

## 2. 전자파 측정 조사 결과

국립전파연구원은 2017년 7월에 기기들이 복합적으로 설치되어 운영 중인 방송국과 통신국사에 대한 전자파 측정조사를 실시하였다. 이번 전자파 측정조사는 통신국사와 방송국 시설이 전자파적합성 기준과 전자파 인체보호 기준을 준수하고 있는지 여부를 확인하였다. 또한 통신국사와 방송국 시설의 전자파 안전관리 적용 방안을 검토하기 위해 실시하였다.

통신국사에 대한 전자파 측정조사 결과는 다음과 같다.

□ 전자파적합성 측정결과

○ 전송실, 교환실은 멀티미디어 전자파적합성 기준을 만족하고 있으며 상황실은 전자파 안전관리를 적용할 필요가 있음

- 전송실, 교환실은 전자파적합성 기준에 적합한 제품을 구매하여 설치하고 있어 기준을 만족하고 있다고 사료되며, 상황실은 제어시스템, 정보기기 구매·설치 시 관련 기준 적합(KC 인증) 여부 확인 필요
- 30 MHz ~ 1 GHz은 모든 대역에서는 누적 효과에 의한 안전관리 검토 필요
- 멀티미디어 기준에서는 30 MHz 이하대역은 규정하고 있지 않으나 전원선 설치, 전원 포트, 조명 등에 의한 안전관리 대책 필요

○ 전송·교환실 내부에 수신되는 이동통신 등의 전자파는 멀티미디어 기기 내성기준보다 30 dB 이상 작아 안전하게 관리되고 있음

□ 전자파 인체보호 기준 측정결과

○ 통신국사의 전자파는 주로 60 Hz 주파수 대역에서 발생이 되며 기준 대비 자기장은 0.16 %(1.3 mG), 전기장은 0.32 %(13.827 V/m)로 미비함

- 다만, 상황실 조명기기(LED 등)에서 30 kHz ~ 50 kHz 대역 전기장이 기준 대비 약 24.14 %(21 V/m)로 상대적으로 높게 나타남
- 조명기기에서 발생되는 전자파가 상대적으로 높게 발생되는 자료들이 제시되고 있어 전자파 안전관리 관점에서 향후 검토 필요

방송국에 대한 전자파적합성 측정조사 결과는 다음과 같다.

□ 전자파적합성 측정결과

○ 주조정실, 부조정실, 공연장에서 1 m, 3 m 이격하여 전기장의 세기를 측정한 결과 멀티미디어 전자파적합성 기준을 만족하고 있음

- 다만, 30 MHz ~ 1 GHz은 모든 대역에서 허용기준 근접까지 전자파가 발생되어 누적 효과에 의한 안전관리 검토 필요

○ 방송국 내부에 수신되는 이동통신 등의 전자파는 멀티미디어 기기 내성기준보다 30 dB 이상 작아 안전하게 관리되고 있음

□ 전자파 인체보호 기준 측정결과

○ 송전소(제어실, 송전소 철탑옥상, 탐방로) 주변에서 송신 주파수(FM, 100 MHz)에 의하여 기준 대비 최대 25 %가 측정됨

- 송신소 철탑 주변은 기준 대비 16 %, 탐방로는 기준 대비 25 %

## 제2절 전자파적합성 기준 및 시험방법 적용 방안 마련

### 1. 추진 배경

방송통신기자재등의 적합성평가를 위한 전자파적합성 시험은 40여 곳의 지정 시험기관들을 통해 이루어지고 있다. 지정시험기관들은 국제표준을 수용한 전자파적합성 기준 및 시험방법에 따라 측정하여 시험성적서를 발행한다. 지정 시험기관은 대부분 가전, 전기, 멀티미디어 등 전자파적합성 시험방법의 기기별

분류에 따른 제품들로 시험을 실시한다. 그러나 특정 기기로 분류가 어렵거나 융합된 기기 들은 지정시험기관마다 기기별 시험방법 적용이 상이할 수 있다. 또한 전자파적합성 시험방법이 광범위하고 일반적인 사항을 규정하고 있음에 따라 특정한 기능 등에 대해서는 시험항목 적용과 해석이 지정시험기관마다 상이할 수 있다.

미국은 지정시험기관마다 상이하게 적용될 수 있는 시험방법을 통일되게 적용하고 기술기준 정책에 대한 의견을 수렴하기 위해 TCB를 구성하여 운영하고 있다. 유럽의 경우는 인증기관 협의회 및 NB(국가기관) 협의회를 운영하고 기술기준 시험방법 적용을 일관되게 운영하려하고 있다.

우리나라는 전자파적합성 기준 및 시험방법의 일관성 있는 적용과 기술기준에 대한 의견을 수렴하기 위하여 2012년 4월 20일 한국정보통신시험기관협회 산하에 기술협의회를 구성하고 전자파적합성 분과를 운영하고 있다. 기술협의회 전자파적합성 분과에서는 지정시험기관 또는 산업체들이 전자파적합성 기준 및 시험방법을 적용에 대한 의견을 검토서로 제출토록 하고 있다. 제출된 검토서는 기기별 전문가들의 분석을 통해 전자파적합성 분과 전체회의 안건으로 상정한다. 전자파적합성 분과 회의에서는 검토서와 분석 의견 등에 대한 분과회 참여자들의 의견을 듣고 미국, 유럽 등의 적용현황을 분석하며, 전파법령과 전자파적합성 기준 입법 취지 적합 여부 등을 검토하고 검토서에 대한 추진 방향을 결정한다. 기술협의회 전자파적합성 분과에서 결정된 내용은 국립전파연구원의 행정절차를 거쳐 한국정보통신시험기관협회와 지정시험기관에 통보하여 전자파적합성 적합성평가 시험에 일관되게 적용토록 하고 있다.

2017년에도 2번의 기술협의회 전자파적합성 분과 회의가 있었다. 이 장에서는 2017년에 논의되어 결정된 회의결과를 정리하도록 하겠다.

## 2. 추진 결과

2017년 제1차 기술협의회 전자파적합성 분과 회의는 2017년 7월 7일 한국정보통신기술협회 회의실에서 국립전파연구원, 한국정보통신시험기관협회, 지정시험기관, 제조업체, 기술협의회 EMC 분과 위원 등 50여명이 참석하였다. 논의 결과는 다음과 같다.

○ 러닝머신(주 기능, 전동기기 기준)에 텔레비전, 모니터(보조 기능, 멀티미디어 기준) 등이 결합된 복합기기 입니다. 이와 같은 복합기기는 주 기능인 전동기기만 기준을 적용해도 되는지?

☞ (검토) 전자파적합성 기준(국립전파연구원 고시 제2016-26호) 제4조 제1항에 따라서 두 가지 기능에 대한 시험을 모두 해야 함

※ 전자파적합성 기준(국립전파연구원 고시 제2016-26호) 제4조제1항

제4조(기준의 적용) ① 2가지 이상의 기능이 복합된 기기는 각 기능별 전자파적합성 기준이 별도로 규정되어 있는 경우에는 각각의 기준을 적용한다.

· 유럽(CE)도 복합기기의 경우 국내와 같이 두 가지 기능에 대한 시험을 모두 적용함

☞ 두 가지 이상의 기능(러닝머신, 텔레비전 및 모니터)이 복합된 기기는 각 기능별 기준이 별도로 규정되어 있는 경우에 각각의 기준을 적용함

○ GPS 수신기만 있는 단독기기의 경우 전자파적합성 적용규격은 무엇으로 하는지?

☞ 2011년 기술협의회에서 무선 수신기능으로 판단하여 무선기기 전자파적합성 공통기준(KN 301 489-1)을 적용하기로 하였으며, 다른 기기에 장착될 때에는 GPS 수신기가 수신기능만 있어 전자파가 적게 발생하므로 장착된 제품의 전자파적합성 기준을 적용함

○ 조명기기의 방사성 방해 시험 시 주파수 9 kHz ~ 30 MHz 대역은 조명기기의 크기에 따라 루프 안테나의 직경이 정의되어 있다. 능동소자가 아닌 수동소자가 길게 나열되어 있을 경우 안테나 크기는 어떻게 할 것인지?

※ 전자파 장해방지 기준(조명기기 크기에 따른 자기장 유도전류의 기준)
크기가 1.6 m 미만인 조명등은 2 m 루프 안테나(LLA)의 허용기준 적용
크기가 1.6 m 이상 2.6 m 미만인 조명등은 3 m 루프 안테나(LLA)의 허용기준 적용
크기가 2.6 m 이상 3.6 m 미만인 조명등은 4 m 루프 안테나(LLA)의 허용기준 적용
LLA(Large Loop Antenna, 대형 루프 안테나)

☞ LED 모듈 같은 수동 소자의 경우 대형 루프 안테나 크기에 맞게 변경하여 시험하고 변경이 불가능할 경우에는 60 Cm 루프 안테나를 이용하여 측정함

※ 대형 루프 안테나와 60 Cm 루프 안테나의 변환인자 적용은 전자파 장해 기본 규격인 KN 16-1-4의 부록 C(규격, 주파수 9 kHz ~ 30 MHz 범위의 자기장 유도전류 측정용 루프 안테나 시스템) 참조

KN 16-1-4 : 전자파 장해 및 내성 측정기구의 방사성 장해 측정용 보조 장비

○ 다기능 프린터에 대한 시험 세부사항에 대한 동작모드(USB/ LAN/IEEE 1394/RS232 등)별 세부 시험방법이 없어 각 시험기관에서 각기 다른 방법의 시험이 적용되고 있어 통일이 필요함

☞ (검토) 멀티미디어 시험방법에서 "동작모드별(특히 디스플레이 – HDMI/ D-Sub, DVI 등) 시험 시 안테나 높이 1m에서 턴테이블 1회 회전하여 각 모드별 사전시험을 간략히 한 후 최고 방사 조건에서 시험을 진행한다."와 비슷한 개념임

※ 사전시험 : 시간을 절약하기 위하여 안테나 높이 1m에서 턴테이블 1회 회전하여 최대치로 측정

☞ (결론) 동작모드(USB/LAN/IEEE 1394/RS232 등)가 다수인 경우에는 동작모드별 사전시험을 간략히 한 후 최대 방사 조건에서 최종 평가를 수행

2017년 제2차 기술협의회 전자파적합성 분과 회의는 2017년 12월 13일 한국화학융합시험연구원 회의실에서 개최되었으며 국립전파연구원, 한국정보 통신시험기관협회, 지정시험기관, 제조업체, 기술협의회 EMC 분과 위원 등 100여명이 참석하였다. 논의 결과는 다음과 같다.

○ 차량용 전장품의 전자파 장해방지 기준(EMI)의 전도성 과도전압 시험의 측정 방법은 “10회 실시하여 최대 절대값으로” 기록함. 전원 켜짐(ON)과 꺼짐(OFF) 간 유지되어야 하는 시간은 얼마로 설정해야 하는지?

☞ (배경) 전도성 과도전압 시험에서 전원 켜짐(ON)과 꺼짐(OFF) 시의 측정값이 전원의 안정화를 시키고 측정한 값과 안정화 전의 측정값이 다르므로 전원의 켜짐(ON)과 꺼짐(OFF)의 명확한 정의가 필요함
국제표준인 ISO 7637-2에 아래의 내용이 있으며, 이에 따라 제조사 등은 전원 켜짐(ON) 후 안정화를 갖은 후 측정토록 하고 있음.
“DUT의 정확한 동작 조건은 시험 계획에 명시” 내용은 제조사와 시험기관 간의 약속에 따라 시험을 하라는 내용임.

※ ISO 7637-2 Ed 3.0(2011.3.1.)
DUT operating conditions of particular inerest in the measurements are the switch-off and the exercising of the various operationg modes of the DUT. Exact operating conditions of the DUT shall be specifield in the plan.(특히 측정에서 중요한 DUT 동작 조건은 스위치 오프와 DUT의 다양한 동작모드의 실행이다. **DUT의 정확한 동작 조건은 시험 계획에 명시**되어야 한다.)

☞ (결과) 차량용 전장품의 전도성 과도전압 시험 시 전원 안정화가 될 수 있는 충분한 시간이 경과된 후 시험을 실시함

○ 가정용 전기기기 및 전동기기류 전자파 내성 기준에서 기기에 따라 제품을 제품군 1, 2, 3, 4로 분류하고 있는데, 제품군 2와 4의 분류기준은 내부 클럭주파수가 15 MHz 미만인지 이상인지에 따라 분류함.

※ 제품군 2 (클럭주파수 15 MHz 이하) : 전도내성 시험 시 150 kHz ~ 230 MHz, 방사내성 시험 생략

※ 제품군 4 (클럭주파수 15 MHz 초과) : 전도내성 시험 시 150 kHz ~ 80 MHz

제품에 WiFi 기능이 있는 경우에 WiFi 동작 주파수를 내부 클럭 주파수로 간주해서 제품군을 분류해도 되는지?

☞ (검토) WiFi 동작은 제품 본래의 기능에 관련이 없으며, WiFi 모듈은 무선기기 전자파적합성 기준을 별도로 적용하고 있음

☞ (결과) WiFi 주파수는 제품 내부의 클럭 주파수에 해당되지 않음

○ 디지털 도어록에 통신포트가 있는 경우 전자파적합성 기준 적용은?

☞ (검토) 전자파적합성 기준(국립전파연구원 고시 제2016-26호)에서 디지털 도어록의 통신포트에 대한 전자파적합성 기준은 규정하고 있으나 명확한 시험방법에 대한 검토가 요구됨.

☞ (결과) 디지털 도어록은 가정용 전기기기 및 전동기기류의 기준에 따라 KN 14-1(EMI)과 KN 14-2(EMS)의 시험방법을 기본적으로 적용하며, 통신포트는 전자파적합성 기준 제4조(기준의 적용) 규정에 따라 멀티미디어 시험방법을 적용함

※ 전자파적합성 기준(국립전파연구원 고시 제2016-26호) 제4조제1항
제4조(기준의 적용) ① 2가지 이상의 기능이 복합된 기기는 각 기능별 전자파적합성 기준이 별도로 규정되어 있는 경우에는 각각의 기준을 적용한다.

○ 고정용 기기(노트북, 태블릿 PC 등)에 동작모드(건전지 사용) 및 유선충전모드, 무선충전모드가 모두 있는 경우, 전자파적합성 시험방법 적용은?
(다만, 무선충전패드는 적합성평가를 받은 제품임)

☞ (결과) 무선충전을 실시하면서 동작모드에서 시험(방사성 방해, 방사성 RF 전자기장, 정전기 방전)하고 유선충전모드에서 기기를 동작시킨 상태에서 각각 시험을 적용

○ 휴대폰과 무선충전패드의 조합(무선충전 동작 상태)에서 전자파 장해방지(EMI) 기준의 전도장해 시험이 필요한지?

☞ (결과) 휴대폰은 별도의 전원 입력 포트가 없으므로 무선충전모드에서의 전도성 장해 시험은 생략함

○ 휴대폰과 무선충전패드의 조합(무선충전 동작 상태)에서 전자파 장해방지(EMI) 기준의 전도장해 시험이 필요한지?
(무선충전패드는 별매품이며, 별도로 적합성평가를 받았음)

☞ (결과) 휴대폰은 별도의 전원 입력 포트가 없으므로 무선충전모드에서의 전도성 장해 시험은 생략함

○ 무선기기 전자파적합성 시험 시 각 기능이 동시동작이 가능할 경우, 한 번에 동시측정을 해도 되는지?

☞ (배경) 기기에 2.4 GHz WiFi, 5 GHz WiFi 및 블루투스가 있는 경우 각 기능이 동시동작이 가능하면 한 번에 측정하고자 함

☞ (결과) 각 기능이 동시동작이 가능하고 모니터링이 가능하다면 동시 측정이 가능함

# 제5장 전자파 안전관리 가이드라인 마련

## 제1절 연구 배경

지능정보사회에서 전자파는 기기들을 네트워크로 연결하여 동작시키는 역할을 하므로 전자파 문제에 의해 인명과 재산의 피해가 발생할 수 있어 안전의 관점에서 관리하는 전자파 안전관리 추진 필요하다. 전자파 안전관리는 기기들이 복합적으로 특정한(고정된) 위치에 설치하는 경우 전자파로부터 다른 기기와 서비스에 영향을 주거나 받지 않고 인체 안전을 고려하여 설계, 설치(시공), 검사, 관리하는 절차를 의미한다.

전파법령에서는 기기의 전자파가 다른 기기의 동작을 방해하는지 여부(전자파 장해방지 기준)와 기기들이 외부 전자파의 영향을 받을 때에도 기기가 정상 작동하는지 여부(전자파 내성 기준)를 평가토록 하고 있다. 현재의 전파법령은 기기 단위로 적합성평가(인증)를 실시하고 기술기준에 적합한 제품을 시장에 유통되도록 하여 소비자를 보호하고 있다. 인증제도 기반의 전자파적합성 제도는 제조·판매자의 책임 하에 개별적으로 인증을 받아 판매한다. 이에 따라 다른 기기들이 복합적으로 설치되는 환경에서의 전자파 영향을 평가할 수는 없다. 또한 제조·판매자들은 기기 단위로 시장 출시단계에서 책임을 지지만 복합적으로 설치되는 환경을 고려하지 않는다.

유럽은 '07년부터 복합적으로 설치되는 고정설비에 대해서 전자파적합성 평가를 의무화하고 있다. 전자파적합성 지침에 기기 단위의 전자파적합성 기준, 인증제도와 고정적으로 설치되는 복합설비에 대한 전자파 엔지니어링을 의무화 하였다. 복합설비에 대한 전자파적합성을 규제하게 되면 그 설비를 설치·운용하는 자가 대상이 된다. 설치·운용자를 관리한다는 측면에서 복합 설비의 관리는 허가·검사 제도와 유사한 성격을 가지게 된다. 4차 산업혁명 시대에는 기기들이 복합적으로 설치되어 운영됨에 따라 전자파에 의한 영향이 기기 단위에서 시스템 오류로 확대될 수 있다. 우리나라에서도 일부 철도분야 등 민간 분야에서 복합설비의 전자파 안전을 확보하기 위한 안전관리를 추진하고 있는 실정이다.

이 연구에서는 전자파 안전관리 제도 도입에 대비하기 위하여 전자파 안전 관리 추진을 원활히 할 수 있는 가이드라인을 마련하여 제시하고자 한다.

## 제2절 전자파 안전관리 가이드라인

### 1. 전자파 안전관리 추진 체계

전자파 안전관리는 법령, 제도에 의해 규정되어야 시장에서 체계적으로 추진될 수 있다. 민간 영역에서도 복합시설의 발주자가 요청하는 경우 전자파 안전관리를 실시할 수 있지만 경제적 부담과 책임의 영역이 명확하지 않아 추진에 어려움을 겪을 수 있다. 전자파 안전관리가 법령에 의해 체계적으로 추진되는 경우 추진 체계는 표 24와 같다.

[표 24] 전자파 안전관리 체계

| 전자파 안전관리 제도 | 안전관리 설비 설치, 공사·감리 | | |
|---|---|---|---|
| | 공사·감리 제도 | | 설비 설치자 역할 |
| <전자파 안전관리 원칙 및 평가><br>○ 안전관리 기준 원칙 및 위임<br>○ 안전관리 대상 시설 규정<br>○ 책임자에 의한 기록관리<br>○ 안전관리 평가 의뢰 등<br>○ 사후 적합조사·시험 근거<br><br><전자파 안전관리 기준><br>○ 분계점, 전자파 관리구역 설정<br>○ 전도·방사성 전자파 차감 기준<br>○ 선로설비, 접지 등 설치 기준<br>○ 내·외부 전자파적합성 기준 등 | <설계도서 작성><br>○ 기준에 따른 설계도서 작성 규정 | ⇒ | <전자파 안전관리 설계><br>○ 전자파 안전관리 기준에 적합하게 설계<br>○ 안전관리 책임자 지정 |
| | ↓ | | ↓ |
| | <공사업 근거 규정><br>○ 공사 업자, 기술자 등 | ⇒ | <안전관리 대상 설비의 설치·시공><br>○ 기준에 따른 복합설비와 건물·시설물의 설치·시공 |
| | ↓ | | ↓ |
| | <감리 근거 규정><br>○ 감리근거, 감리원 등 | ⇒ | <전자파 안전관리를 실시 결과 기록·관리, 보관> |
| | | | ↓ |
| <전자파 안전관리 사후관리><br>○ 전자파 간섭 등 영향 발생 시 또는 피해 우려시 적합·조사 시험 | ⇒ | | <적합조사 실시 결과 자료 제출, 적합조사·시험 응대> |

전자파 안전관리를 체계적으로 추진하기 위해서는 법령에 안전관리 기준의 원칙과 대상시설, 안전관리 책임자, 기록관리, 사후 관리에 관한 근거가 규정되어야 한다. 복합설비 설치자는 본인 또는 안전관리 책임자에게 전자파 안전관리 기준에 적합토록 설계 도서를 작성하여 시공하고 공사의 감리를 실시해야 한다. 전자파 안전관리 책임자는 전자파 안전관리를 실시한 결과를 기록 관리해야 한다. 정부에서는 전자파 간섭 등 영향 발생 또는 피해 우려가 있는 경우 적합·조사 시험을 실시 할 수 있다.

## 2. 국내·외 전자파 안전관리 현황

우리나라 전자파 분야 안전관리는 초보적인 단계지만 다른 산업 분야는 이미 제도화 되어 정착되어 있다. 건축 분야에서 처음 안전관리가 도입되어 전기, 방송통신 분야로 확대되어 왔다. 안전관리는 기기들이 복합적으로 설치되는 단계에서 안전관리를 실시하게 되므로 안전관리에 이용되는 기기들은 원칙적으로 적합성평가(인증)를 받은 것을 이용한다. 안전관리를 받지 않은 기기에 대해서는 설치하는 과정에서 관련 기준에 적합함을 확인하게 된다. 우리나라 산업 분야에서 적합성평가와 안전관리 제도를 표 25와 같이 비교 하였다.

[표 25] 국내 적합성평가와 안전관리 현황 비교

| 제도 | 전자파 | 방송통신 | 전기 | 건축, 수도, 가스 |
|---|---|---|---|---|
| 적합성평가 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 안전관리 | × | ○ | ○ | ○ |

기기단위에 대한 적합성 평가는 전자파분야와 같이 건축, 전기, 방송통신에도 법령에 의해 제도화 되어 시행되고 있다. 방송통신, 전기 분야 등의 안전관리는 관련 법령에 의해 설계, 시공, 사용 전 검사, 적합조사 등을 실시토록 제도화 되어 있다. 현재까지 전자파 분야는 안전관리 제도가 마련되어 있지 않으나 4차 산업혁명 시대에는 전자파 영향이 안전의 문제로 이어 질 수 있으므로 대책 마련이 필요하다.

국내・외 전자파 안전관리 제도 현황은 표 26과 같다.

[표 26] 국내.외 전자파 안전관리 비교

| 제도 | 우리나라 | 유럽(영국, 독일 등) | 미국 | 일본 |
|---|---|---|---|---|
| 적합성평가 | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 안전관리 | × | ○ | ○<br>(원자력 등 특별기기) | × |

우리나라, 유럽, 미국, 일본 등은 대부분의 국가들은 전자파 영향 최소화를 위하여 기기 단위에 적용되는 적합성평가 제도를 운영하고 있다.

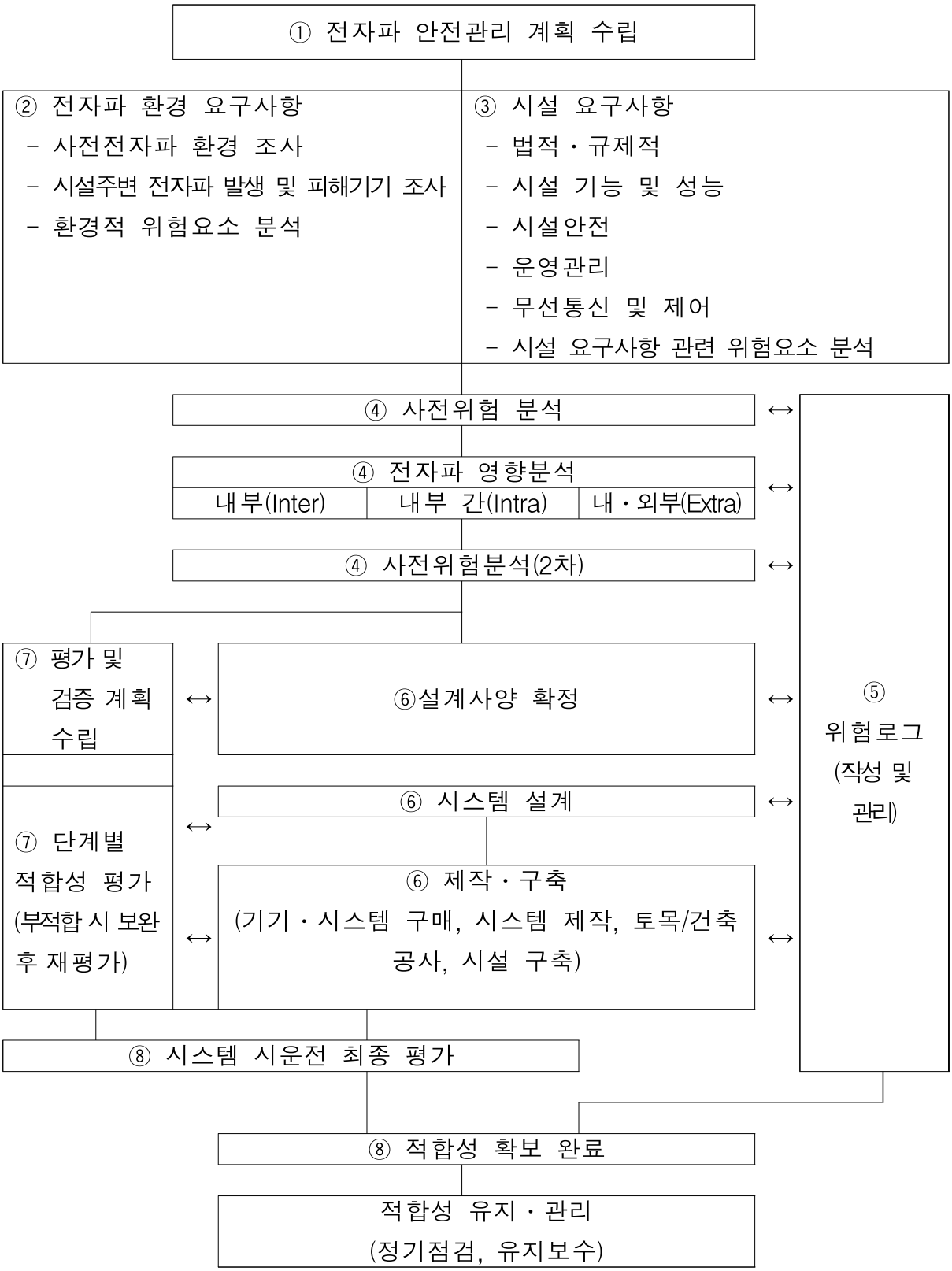
유럽은 2007년부터 고정된 장소에서 복합적으로 설치되는 설비에 대해 전자파 엔지니어링을 의무화 하고 안전적이 측면에서 관리토록 하고 있다. 특히 철도분야에서 활발히 진행되고 있다. 다만, 전자파 엔지니어링의 대상 시설이 전자파를 발생시키거나 영향을 받는 고정설비로 폭넓게 규정하고 있어 제도 적용의 실효성에 한계가 있을 수 있다.

미국은 원자력 분야에 대한 전자파 안전관리는 유럽 전자파 엔지니어링 수준 이상으로 실시토록 원자력 법령에 규정 하고 있다. 일반적인 시설에 대해서는 전자파 안전관리가 의무화 되어 있지 않다.

현재 국내 전자파 안전관리는 민간에서 일부 추진하고 있다. 경부 고속철도(KTX) 건설에 따른 철도분야 전자파 안전관리를 프랑스 기술에 의해 실시하였다. 이후 김해 경전철, 신림선 전철에 대하여 한국전파 진흥협회에서 전자파 안전관리를 실시하고 있다. 일부 자동차 공장, 통신국사, 병원 등은 체계적이지는 않지만 사후 안전관리 점검 등으로 전자파 안전관리를 실시하고 있다. 우리나라는 현재 유럽 기술을 도입한 철도 산업 분야에서 일부 전자파 안전관리를 자체 실시하고 있으며 현재는 필요성 인식 단계에 있다.

## 3. 전자파 안전관리 절차 가이드라인

전자파 안전관리는 계획의 수립, 환경요구 사항, 시설요구 사항, 사전 위험분석, 설계・시공, 평가, 유지・보수 등의 절차를 수행하는 것을 의미한다. 전자파 안전관리 추진을 위한 절차는 그림 12와 같다.




[그림 12] 전자파 안전관리 절차

안전관리란 해당 사업의 전체 시스템에 대한 요구사항 관리, 성능, 기능 및 안전 확보, 형상관리, 인터페이스, 신뢰성·가용성·유지보수 관리(RAM), EMI/EMC, 설계 및 시운전에 대한 시스템 엔지니어링 계획을 수립하여 제작 및 시공, 시험 및 시운전, 개통까지 체계적으로 관리하는 활동을 말한다. 이에 따라 안전관리는 고객의 요구사항을 충족시키기 위해 사업 전체 시스템에 대한 성능 및 기능을 통합하고 안전을 확보하여 완벽한 시스템을 구현하기 위한 엔지니어링 활동으로 볼 수 있다.

전자파 안전관리를 추진하는 것은 전자파 안전관리 일반 절차도에서 요구하는 사항을 실현하고 문서화 하는 과정이다. 시설물을 설치하고자 하는 경우 그림 17의 전자파 안전관리 절차에 의해 수행되어야 하며 세부 적인 내용은 다음과 같다.

① 전자파 안전관리 계획 수립 단계

시설물을 설치하기 위하여 전자파 안전관리 관점에서 준수해야하는 절차 및 요구조건을 규정한다. 전자파 관리 절차와 조직, 시스템과 부시스템 구분 및 상관관계, 요구조건 정의와 설계 및 통합을 위한 주요 시행, 시스템 적정성에 대한 검증 활동 등에 대한 계획을 수립한다. 세부적인 내용은 전자파 안전관리 계획 수립에서 자세히 다룬다.

② 전자파 환경 요구사항 검토 단계

시설물이 구축할 위치에 사전에 전자파 환경을 조사하여 주변 전자파 발생 및 피해기기가 있는 지 여부와 환경적 위험요소를 분석하는 단계이다. 세부적인 내용은 전자파 환경 요구사항에서 자세히 다룬다.

③ 시설 요구사항 검토 단계

법령 등에 의해 의무적으로 준수해야 하는 전자파 기준과 시설안전, 운영관리에 필요한 기준 등을 규정한다. 또한 전자파 관련 국제표준, 국가표준, 단체표준과 시설자 요구 사항 등을 명확히 규정한다. 세부적인 내용은 시설 요구사항에서 자세히 다룬다.

④ 사전위험분석 및 전자파 영향분석

시설물에 설치되는 전기, 통신, 제어, 건축 설비 등을 분석하여 전자파적 관점에서 위험요소를 사전에 분석하는 단계이다. 시설물 구축에 참여하는 각 주체간 전문가들과 협의하여 시스템 내부, 시스템과 시스템간, 시설물과 외부

시스템간의 전자파 영향을 분석하여 위험요소를 찾고 이에 대한 대책을 수립한다. 세부적인 내용은 사전위험 분석 및 전자파 영향분석에서 자세히 다룬다.

⑤ 위험로그 작성 및 관리

사전위험분석 및 전자파 영향 분석 단계에서 나온 위험요소를 로그로 관리하여 해결되도록 하는 단계이다. 위험로그는 시스템 구축하는 모든 단계에서 계속 생성되고 해결되는 과정을 거치게 된다. 세부적인 내용은 위험로그 작성 및 관리에서 자세히 다룬다.

⑥ 평가 및 검증 계획수립과 단계별 적합성 평가

시설 요구사항 검토 단계에서 규정된 전자파 관련 법령, 표준, 별도 요구사항을 평가하기 위한 계획을 수립하여 시행하는 단계이다. 전자파 안전관리 책임자는 단계별로 이론적 검증, 직접 측정 평가 등을 수행하고 미흡한 점이 발견되는 경우 대책을 제시하고 재평가 실시한다. 세부적인 내용은 평가 및 검증 계획수립과 단계별 적합성 평가에서 자세히 다룬다.

⑦ 설계사양 확정, 시스템 설계, 제작·구축 단계

사전위험분석, 전자파 영향분석, 위험로그를 통해 도출된 전자파 영향을 고려하여 시설 설치, 배치 등을 설계에 반영토록 하는 단계이다. 또한 전자파 영향을 고려하여 시스템을 설치토록 하는 단계이다. 붙임 7에서 자세히 다룬다.

⑧ 시스템 시운전 최종 평가, 적합성 확보 완료 단계

시설물의 사용전검사, 준공검사, 허가 등을 받거나 받을 수 있도록 전자파 관점에서 평가하는 단계이다. 세부적인 사항은 시운전 최종 평가 및 완료 단계에서 자세히 다룬다.

# 제6장 전자파적합성 국제표준 대응 연구

## 제1절 연구 배경

세계 주요국가에서는 전자파적합성 기술기준은 IEC/CISPR, TC 77 국제표준을 수용하여 제정하고 있다. 세계무역기구 무역상기술장벽협정(WTO/TBT)에서는 기술규제로 인한 무역장벽 해소를 위해 회원국들이 자국의 기술기준을 마련하는 경우 국제표준 또는 제정이 임박한 국제표준(안)을 수용토록 하고 있다. 이에 따라 국제표준은 실질적인 국제기준으로써 역할을 수행하게 된다.

우리나라 전자파적합성 제도는 '89년부터 도입을 추진하였다. 제도 도입이후 전자파적합성 기준을 IEC/CISPR, TC77을 수용하여 체계를 정비하였다. 국립전파연구원은 국제표준화 제·개정 내용을 전자파적합성 기준 및 시험방법에 반영하여 왔다. 또한 우리나라 산업체 기술이 국제표준에 반영될 수 있도록 국제표준화 활동을 추진하고 있다.

국립전파연구원은 2017년 7월 범부처 참여형 국가표준 추진 정책에 따라 IEC/CISPR, TC77에 대한 주관기관으로써 국제표준화 대응을 추진하고 있다. 주관기관으로서 국립전파연구원은 IEC/CISPR, TC77에서 발행하는 표준(안) 등 회람문서에 대한 국가 의견을 제출하고 투표권을 행사하며 국제회의 참석을 위한 국가대표단 구성과 기고서 승인 등을 추진하고 있다.

이 장에서는 2017년도에 추진한 전자파적합성 국제표준화 대응 활동을 정리하고자 한다.

## 제2절 국제표준화 회람 문서 대응

과학기술정보통신부 국립전파연구원은 전자파적합성 국제표준화기구 IEC CISPR/TC 77 활동에 대응을 위하여 국제표준 대응 전문위원회를 구성하고 IEC 회람 문서를 검토하였다. 전자파적합성 전문위원회는 다음 표와 같다.

[표 27] 전자파적합성 국제표준화 대응 전문위원회

| 국제표준화 대응 전문위원회 | 대응분야 | |
|---|---|---|
| 전자파적합성 A(IEC/CISPR F) 전문위원회 | CISPR | CISPR A (기본규격) |
| 전자파적합성 B(IEC/CISPR B) 전문위원회 | | CISPR B (ISM/전기) |
| 전자파적합성 D(IEC/CISPR D) 전문위원회 | | CISPR D (자동차/전장품) |
| 전자파적합성 F(IEC/CISPR F) 전문위원회 | | CISPR F (가전/조명) |
| 전자파적합성 H(IEC/CISPR H) 전문위원회 | | CISPR H (무선장해) |
| 전자파적합성 I(IEC/CISPR I)전문위원회 | | CISPR I (멀티미디어) |
| 전자파적합성 저주파수현상(IEC/SC 77 A) 전문위원회 | TC 77 | SC 77A (전자파 저주파수 현상) |
| 전자파적합성 고주파수현상(IEC/SC 77B) 전문위원회 | | SC 77B (전자파 고주파수 현상) |
| 총 8개의 전문위원회 구성・운영 | TC 77/SC 77C(고출력전자파) 대응은 별도 전문위원회에서 추진 | |

각 전문위원회는 산학연 전문가 20명 내로 구성하였다. 전문위원회에서는 국제표준 회람 문서를 검토하여 우리나라 의견을 제시하고 국제표준화 기고서에 대한 검토, 국제회의 참가 대표단 구성 등의 임무를 수행한다. 국제표준화 대응을 위한 전문위원회와 전자파적합성 기준 제・개정을 위한 EMC 기준 전문위원회는 참여자들이 대부분 중복되고 국제표준 대응도 유사하여 합동 회의 등을 개최하여 운영의 효율성을 높였다. 국제표준 문서 회람 및 제출 절차는 다음 그림과 같다.

① IEC에서 회원(국)에게 국제표준 문서 회람

② 간사기관인 TTA는 각 전문위원회에 제시

③ 각 소위원회는 회람문서에 대해 검토 및 의견 제시

④ TTA는 소위원회의 의견을 취합·정리

⑤ 국립전파연구원은 취합·정리된 결과를 반영하여 회람 문서 의견 제출 및 투표

2017년도 국제전기기술위원회(IEC)는 전자파적합성 국제표준화 추진 관련으로 총 86건의 회람이 이루어졌다. 위원회안(CD) 23건, 위원회 투표안(CDV) 10건, 회람문서(DC) 29건, 최종국제표준안(FDIS) 10건, 국가 회람문서(AC) 2건, 질의문서(Q) 12건 등에 대한 대응을 추진하였다. 2017년 전자파적합성 전문위원회에서 검토한 국제표준 회람 문서 현황은 다음과 같다.

[표 28] 국제표준 회람 문서 대응 현황

| 대응 기관 | 안건 | 내용 | 우리나라 의견 |
|---|---|---|---|
| CISPR (8건) | CIS/1363/Q | CISPR in ACEC(투표) | 동의 |
| | CISPR/1366/Q | 신기술 내용 출판 제안 | 찬성 |
| | CISPR/1368/DC | 부품 단위의 표준화 추진(중국) | 추가 의견 제출 |
| | CISPR/1371/AC | CISPR 부의장 임명 절차에 대한 의견 | 찬성 |
| | CISPR/1374/Q | 전자파 방사성 허용기준을 40GHz의 주파수대역 까지 확대하자는 설문 | 찬성 (추가 의견 제출) |
| | CISPR/1378/Q | CISPR 부의장 지명(중국인)에 대한 설문 제출 | 찬성 |
| | CIS/0/1390/Q | CISPR 32 측정불확도 변경 안건 이사회 상정 | 동의 |
| | CIS/0/1391/Q | ACEC 멤버 추천 동의 | 동의 |
| CISPR A (12건) | CIS/A/1191/CDV | 전자파 장해 시험 시 피시험기기의 크기에 따른 불확도 관련 문서 | 동의 |
| | CIS/A/1199/CDV | 측정불확도관련문서 (내용개정 및 추가) | 동의 |
| | CIS/A/1212/DC | LLAS(Large Loop Antenna System) 검증 및 변환 인자 수정, 표값 추가제안 | 추가의견 제출 (편집적 의견) |
| | CIS/A/1208/CDV | 전자파 장해 및 내성측정 기구의 방사성 방해 측정용 보조 장비 개정(안) | 추가 의견 제출 |
| | CIS/A/1217/Q | 전자파 장해방지(CISPR A) WG1 의장 선출 찬반 투표(핀란드인) | 찬성 |
| | CIS/A/1218/Q | 전자파 장해방지(CISPR A) WG2 의장 선출 찬반 투표(독일인) | 찬성 |

| 대응 기관 | 안건 | 내용 | 우리나라 의견 |
|---|---|---|---|
| | CIS/A/1219/DC | 전자파 장해 시험장에서 외부와 연결되는 전원선 전자파 영향을 최소화하기 위해 CISPR I와 CISPR A 연합으로 임시 연구반 구성을 제안 | 동의 |
| | CIS/A/1213/CDV | 피시험기기 크기에 따른 전자파 장해방지 측정거리 의견 | 추가의견 제출 |
| | CIS/A/1215A/CD | 전자파 장해 및 내성 측정기구 (CISPR 16-1-1)의 개정안 | 추가의견 제출 |
| | CIS/A/1216A/CD | 교차 편파 안테나를 이용한 전자파 방사 측정방법 개정안(CISPR 16-1-4) | 추가의견 제출 |
| | CIS/A/1222/FDIS | 전도성 장해 측정용 보조장비(CISPR 16-1-2) 개정 사항 (용어 정의 및 시험방법 추가) | 동의 |
| | CIS/A/1221/CD | CISPR 16-1-6 AMD2 ED1 (안테나교정 개정 제안) | 동의 |
| CISPR B (8건) | CIS/B/672/DC | 자동차 무선전력전송 현장 측정방법 적용제안(한국) | 추가 의견 제출 |
| | CIS/B/673/DC | 자동차 무선전력전송 전자파 방사 허용기준의 상향 요청(독일)에 대해 간섭분석 필요 | **추가 의견 제출** |
| | CIS/B/677/CD | 에너지 저장장치, 태양광 발전시스템의 반도체 전력변환기 의견 | 동의 |
| | CIS/B/678/CD | 산업 환경의 무선전력전송기기 기준 및 시험방법에 대한 의견 | 추가 의견 제출 |
| | CIS/B/684/DC | WG 2(가공전선, 고전압 기기, 전기철도로부터의 전자파 간섭) 작업반을 해체할 것인지 또는 존치할 것인지에 대한 의견 | 유지 |
| | CIS/B/682A/CD | ISM 기기의 1 ~ 18 GHz 주파수에서 2종기기에 대한 전자파 방사 측정방법 개정안 | 동의 |
| | CIS/B/687/CDV | CISPR 11(전기자동차 무선전력전송설비(WPT)에 대한 개정안) : 전자파 장해방지 허용기준 및 시험방법 등) | 동의 |

| 대응 기관 | 안건 | 내용 | 우리나라 의견 |
|---|---|---|---|
| | CIS/B/688/CDV | CISPR11 (산업,과학,의료용 전파응용기기) : SPC 직류전원포트 개정안 등 | 추가의견 제출 |
| CISPR F (12건) | CIS/F/697/DC | CISPR 15 조명기기 관련 | 동의 |
| | CIS/F/698/DC | IPT(인덕션무선전력전송)등 전자파 장해 시험방법 개정사항 | 동의 |
| | CIS/F/699/DC | PoE(Power over Ethernet)네트워크 등 전자파 내성 시험방법 개정사항 | 동의 |
| | CIS/F/702/FDIS | 스팀 다리미 시험방법에서 스팀기능 설정 개정안(스팀을 연속적으로 동작) | 동의 |
| | CIS/F/703/FDIS | 클릭(불연속잡음)시험평가시 상위 4분위법 제안 개정안 | 동의 |
| | CIS/F/701/CDV | 조명기기 장해방지 시험방법 개정안 9판 투표문서 | 찬성 |
| | CIS/F/710/CD | 가전기기 자기유도방식의 전력전송기술 (IPT)에 대한 요구사항 및 의견 | 동의 |
| | CIS/F/712/CD | 가정용 방해기준(CISPR14-1) 개정사항 (통계적평가부분) | 동의 |
| | CIS/F/713/CD | 가정용 내성기준(CISPR14-2) 개정사항 (통계적평가부분) | 동의 |
| | CIS/F/715/CD | 가정용 방해기준(CISPR14-1) 개정사항 (클릭 시험방법 분석 등) | 추가의견 제출 |
| | CIS/F/716/CD | 가정용 방해기준(CISPR14-1) 개정사항 (1 GHz 이상 방사성 방해 허용기준 확대 등) | 추가의견 제출 |
| | CIS/F/717/CD | 가정용 내성기준(CISPR14-2) 개정사항 (유무선 네트워크 포트 시험방법 등) | 추가의견 제출 |
| CISPR H (8건) | CIS/H/322/DC | 태양광 발전용 직류전원 포트 시험방법 | 동의 |
| | CIS/H/331/DC | 주거, 상업, 경공업 환경에서의 전자파 장해방지 일반기준 개정사항 (IEC 61000-6-3)<br>(기존 B급에서 A급과 B급 구분 내용) | 추가의견 제출 |

| 대응 기관 | 안건 | 내용 | 우리나라 의견 |
|---|---|---|---|
| | CIS/H/332/DC | IEC61000-6-3 (직류 전원선에 대한 전도시험 요구사항 및 조건의 명확화 내용) | 동의 |
| | CIS/H/333/DC | IEC61000-6-3 (직류 전원 포트 전도측정을 위한 150 옴의 의사회로망(AN) 소개) | 동의 |
| | CIS/H/334/DC | IEC61000-6-3 (비대칭 전도성 방해 시험방법 명확화) | 동의 |
| | CIS/H/335/DC | IEC61000-6-3 (1GHz이상의 주파수대역 전자파 방사 기준내용) | 동의 |
| | CIS/H/336/DC | IEC61000-6-3과IEC61000-6-4 (150 kHz ~ 30 MHz 대역의 자기장 방사 기준 추가 제안) | 동의 |
| | CIS/H/339A/FDIS | IEC61000-6-4(산업용공통시험) :직류전원포트 전도시험 추가 등 | 동의 |
| CISPR I (16건) | CIS/I/539/DC | CISPR 35 멀티미디어기기 내성 개정(안) | 추가의견제출 (PDPTV단종됨) |
| | CIS/I/540/DC | CISPR 35 멀티미디어기기 내성 개정(안) | 동의 |
| | CIS/I/541/DC | 멀티미디어기기 전자파 장해방지 시험방법 개정안 | 추가 의견 제출 |
| | CIS/I/542/DC | WPT (Wireless Power Transfer)의 측정방법 개정사항 | 추가 의견 제출 |
| | CIS/I/543/DC | 유선통신 네트워크의 장해방지 측정방법의 변경 제안 | 추가 의견 제출 |
| | CIS/I/545/DC | 디스플레이에 사용되는 컬러바 이미지에 대한 부속서 개정 제안 | 동의 |
| | CIS/I/546/DC | 전자파 장해방지 측정 시의 측정불확도 관련 제안 내용 | 추가 의견 제출 |
| | CIS/I/547/DC | 멀티미디어기기 전자파 장해방지 허용 기준에 실효-평균값(RMS-Average) 추가 | 동의 |
| | CIS/I/548/DC | 가정용 위성수신기의 실외기 (LNB와 | 동의 |

| 대응 기관 | 안건 | 내용 | 우리나라 의견 |
|---|---|---|---|
| | | Antenna)에 대한 부속서 개정 제안 | |
| | CIS/I/549/DC | ANSI C63 표준 삭제 및 ANSI C63.5 표준(안테나교정) 대신 CISPR 16-1-6을 참조하자는 제안 | 동의 |
| | CIS/A/1209/CDV | 전자파장해 및 내성측정 기구의 방사성 방해 측정용 보조 장비 개정(안) | 추가 의견 제출 |
| | CIS/I/565/CD | CISPR 32(멀티미디어기기 장해방지 시험방법) 개정 초안에 대한 내용<br>: 측정방법 중 1 GHz 이상에 대한 제한 사항, RSM, OATS 및 SAC 시험장에 대한 비교 등 | 동의 |
| | CIS/I/566/CD | CISPR 32(멀티미디어기기 장해방지 시험방법) 개정 초안에 대한 내용<br>: 유선 네트워크 포트에 대한 요구사항, 가정용 위성 수신기의 실외 유닛 문제 등 | 동의 |
| | CIS/I/567/CD | CISPR 32(멀티미디어기기 장해방지 시험방법) 개정 초안에 대한 내용<br>: 무선전력전송(WPT)의 시험방법 요구 사항, 주파수 및 30 MHz 이하 방사 특성 등 | 동의 |
| | CIS/I/568/CD | CISPR 32(멀티미디어기기 장해방지 시험방법) 개정 초안에 대한 내용<br>: RMS-average detector 추가 건 | 추가의견제출 (필요없음의견) |
| | CIS/I/564A/CD | CISPR 32(멀티미디어기기 장해방지 시험방법) 개정 초안에 대한 내용<br>: 안테나와 피시험 측정거리, 컬러 바 테스트 패턴 등 | 동의 |
| TC 77A (14건) | 77A/936/CDV | 변전소에 대한 전자파내성 요구사항 중 오류부분에 대한 수정제안 | 동의 |
| | 77A/945/AC | WG 8 의장 선출(Mr. Xavier Yang) | 동의 |
| | 77A/944/Q | 60 Hz 전원 고조파 방출에 대한 의견 제출 | 동의 |
| | 77A/951/FDIS | 전압강하 및 순시정전 파형의 변경 제안 | 반대(추가 비용 발생) |

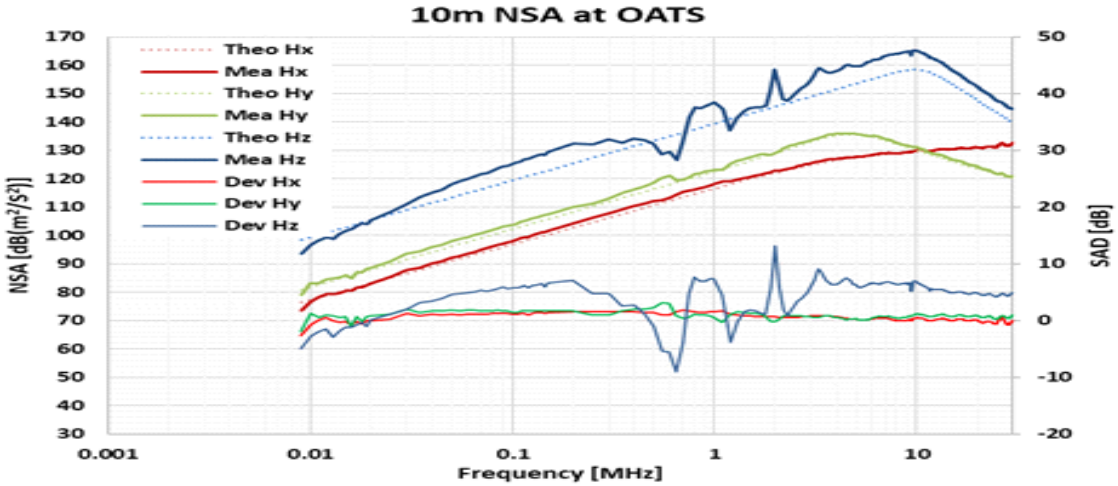
| 대응 기관 | 안건 | 내용 | 우리나라 의견 |
|---|---|---|---|
| | 77A/952/FDIS | 공공저전압공급장치에서의 전압변동, 플리커는 조건부연결대상이아님 | 동의 |
| | 77A/957/Q | WG1(공공저전압배전망에서의 고조파 방출측정)프로젝터리더 2명선출투표 | 찬성(2명 선출) |
| | 77A/958/FDIS | 공공저전압배전망에서의 저주파 내성 시험방법 개정안 | 찬성 |
| | 77A/956/DC | 전압변동 및 순시정전 의회람문서에 대한 의견 제출 | 찬성 |
| | 77A/959/CD | 공공저전압전원시스템에서 저주파수 전도전압방해기준에 대한 개정안 | 찬성 |
| | 77A/996/FDIS | 플리커 미터의 기능 및 설계규격 개정안 | 찬성 |
| | 77/530/DC | 변전소에 대한 전자파내성 요구사항 중 오류부분에 대한 수정제안 | 동의 |
| | 77A/968/DC | 전력 품질 측정방법에 대한 개정안 제안(IEC 61000-4-30 Ed 3.0) | 추가의견 제출 |
| | 77A/891/Q | 전력품질 설문지 작성 (안희성, 전영수 위원) | 추가의견 제출 |
| | 77A/986/FDIS | IEC61000-3-2(고조파전류의한계값, 16A이하)전문개정안 | 동의 |
| TC 77B (8건) | 766B/CD | IEC 61000-4-20 관련, 문구 수정 | 동의 |
| | 77B/762/CDV | IEC 61000-4-5(서지) 관련, 문구 수정 | 동의 |
| | 77B/764/CDV | IEC 61000-4-12에 대한 편집, 기술 3건 | 추가 의견 제출 |
| | 77B/769/FDIS | IEC 61000-4-39, 근접한 지역에서의 전자파 방사내성 시험방법 | 동의 |
| | 77B/771/CD | IEC 61000-4-3(방사내성) 개정안 의견 | 추가 의견 제출 광대역내성 (OFDM) |
| | 77B/776/CD | 감쇠 진동파 내성 시험방법 개정(안) | 추가 의견 제출 |
| | 77B/782/DC | IEC 61000-4-6 Ed 4.0(전도 내성)의 유지보수에 대해 고려해야 할 항목 작성 요청 | 동의 |
| | 77B/781A/CD | IEC 61000-4-3 Ed 4.0(방사 내성)의 개정안에 대한 의견 요청(멀티 톤 시험 | 추가 의견 제출 |

| 대응 기관 | 안건 | 내용 | 우리나라 의견 |
|---|---|---|---|
| | | 방법 추가 등) | |

## 제3절 30 MHz 이하 시험장 평가 방법 연구

CISPR A에서는 무선전력전송, 전력선통신 등 30 MHz 이하 대역을 이용하는 기기의 전자파 장해 평가를 위한 시험장 평가방법을 마련하고 있다. 우리나라는 국제표준에서 30 MHz 이하 시험장 평가 방법이 원활히 추진할 수 있도록 측정방법을 기고하여 왔다. 2017년도에는 10 m 거리에서의 시험장 평가 방법과 100 kHz 이하 이론값 오류 해결방안을 기고하였다.

야외시험장에서 국제표준 초안에 의한 30 MHz 이하 시험장 평가 결과는 그림 13과 같다.

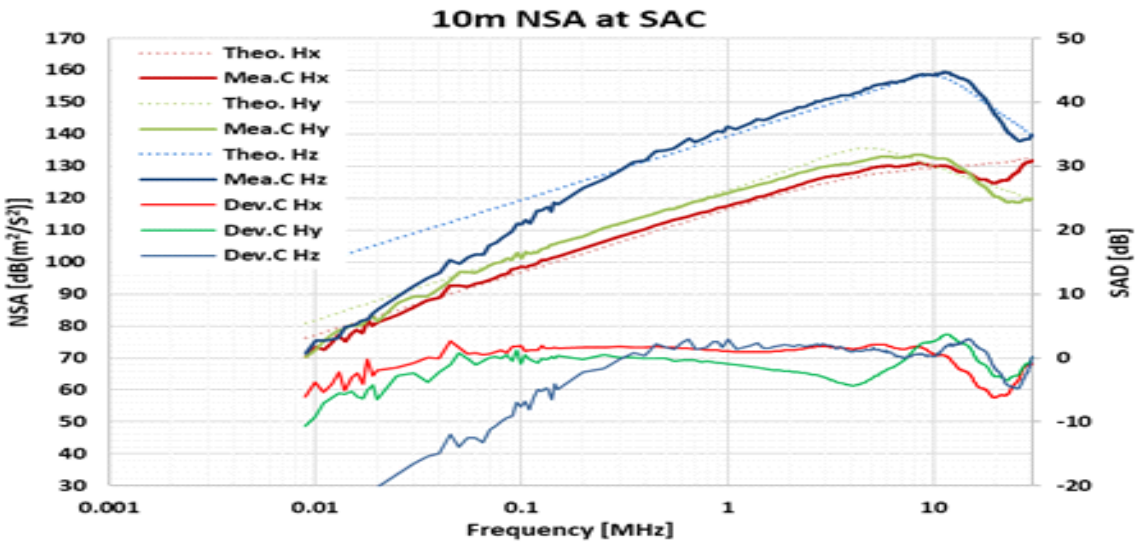



[그림 13] 야외시험장 30 MHz 이하 평가 결과

야외시험장에서는 루프안테나의 Hx와 Hy 면의 이론값과 측정값의 오차는 ±4 dB 이내로 수렴하고 있다. Hz 방향은 인근에 쉘터(비와 눈을 피하기 위한 구조물)의 영향과 케이블 표피 유도의 영향에 의해 이론값과 측정값의 오차가 크게 발생하였다. Hz의 오차는 표피 유도가 발생하지 않도록 하거나 쉘터가 없는 곳에서 측정하면 해결될 수 있을 것이다. 이에 따라 야외시험장에서는

국제표준 초안에서 제시한 30 MHz 이하 시험장 평가를 적용해도 어려움이 없을 것으로 판단된다.

10 m 챔버에서의 30 MHz 이하 시험장 평가 결과는 그림 14와 같다.




[그림 14] 10 m 반전자파 무반사실 30 MHz 이하 평가 결과

300 kHz 이하대역은 송신신호 세기가 작아 오차가 크게 발생하고 있다. 송수신 신호가 일정 레벨 이상으로 나오는 범위에서는 이론값과 측정값의 차이가 ±6 dB 정도 차이가 발생하고 있다. 30 MHz 이상에서 전자파 장해 시험장 적합 조건은 이론값과 측정값의 차이를 ±4 dB 이내로 규정하고 있다. 30 MHz 이상의 시험장 조건(±4 dB 이내)을 30 MHz 이하에 적용하면 10 m 반전자파 무반사실은 전자파 장해 측정에 이용할 수 없다. 이론값과 측정값의 범위가 크게 나는 이유는 흡수체를 포함한 챔버의 벽과 안테나가 가까이에 위치하여 발생하는 것으로 사료된다. 우리나라에서는 대부분의 전자파 장해 측정이 10 m 반 전자파 무반사실에서 이루어지고 있는 현실을 반영하여 시험장 적합 조건을 완화해야 한다는 기고서를 제출하였다. CISPR A 회의에서는 우리나라, 중국, 일본 등의 측정 결과 10 m 반전자파 무반사실에서 ±4 dB를 만족하지 못하고 있음에 따라 시험장 적합 조건을 완화하거나 불확도 등을 이용하여 오차 범위를 인정하자는 의견 등이 논의되었다. 향후 10 m 반전자파 무반사실을 30 MHz 이하 시험장으로 이용할 수 있는 대안을 공동으로 마련하기로 하였다.

우리나라는 30 MHz 이하대역의 감쇠량 시뮬레이션을 하는 경우 100 kHz

이하대역에서 오류가 발생하고 있음을 확인하였다. 우리나라는 이론값 시뮬레이션 오류를 줄이기 위한 방법을 제안하였다. 현재 시험장 감쇠량을 구하는 시뮬레이션 시 루프안테나를 36개의 조각으로 나누도록 설정한다. 우리나라는 루프안테나의 조각을 감소시키면서 이론값을 계산한 결과 조각 수를 줄이면 이론값 오류가 감소함을 확인하였다. 이론값 오류가 발생하지 않는 루프안테나 조각은 3 m 거리에서는 24 이하이고, 10 m 거리에서는 12 이하임을 확인하였다. 우리나라는 이론값 시뮬레이션 시 루프안테나 조각을 작게 하여 이론값을 구하도록 국제표준에 제안하고 반영하였다.

## 제4절 국제표준화 회의 기고서 제출 및 대응

2017년에는 우리나라 전자파적합성 기술을 국제표준에 반영하고자 30 MHz 이하 전자파 장해 측정방법, 안테나 교정방법, 자동차와 전장품 측정방법 등을 국제표준에 제안하고 반영되도록 하였다. 특히 CISPR에 로봇에 대한 전자파적합성 연구 추진을 제안하여 작업반이 구성 되도록 하였다. 우리나라는 로봇 작업반에 주도적으로 참여하여 산업체 기술이 국제표준에 반영될 수 있도록 추진할 예정이다. 2017년 전자파적합성 분야 국제표준화 관련 기고서와 반영 결과는 표 29와 같다.

[표 29] 2017년도 우리나라 전자파적합성 기고서 주요내용 결과

| 제출 회의 | 기고문 제목 | 결과 |
|---|---|---|
| CISPR/A (10월, 러시아) | ■ 10m NSA시험에 대한 요청사항<br>야외시험장(OATS)과 챔버(SAC)에서 10m 시험결과와 이슈를 소개하고, 허용기준 확대를 제안 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 |
| CISPR/A (10월, 러시아) | ■ 100 kHz 이하 대역의 NSA 외삽법 대안방법<br>NSA 시뮬레이션 할 때 루프안테나 모델링의 세그먼트(segment) 수를 줄여 오류 없이 NSA 값 관련 이론값을 얻는 방법을 제안 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 |
| CISPR/A (10월, | ■ 간편한 표준안테나법의 제안<br>1㎓ ~ 40 ㎓대역에서 수행한 새로운 표준안테나 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 |

| 제출 회의 | 기고문 제목 | 결과 |
|---|---|---|
| 러시아) | 교정 방법에 대한 유효성검증 연구 결과를 바탕으로 안테나 교정법 국제표준인 CISPR 16-1-6의 문구 개정안을 제안 | |
| CISPR/A (10월, 러시아) | ■ GTEM 셀을 사용한 루프 안테나 교정방법 연구<br>GTEM 내에서 동일지름 루프 안테나와 지름이 다른 루프 안테나를 각각 측정하여 지름 차이에 대한 측정편차에 대한 결과를 도출하여 CISPR 16-1-6 개정 CD(안)에 Bibliograph 제안 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 |
| CISPR (10월, 러시아) | ■ 이동 서비스 로봇 EMC 평가 기술 표준화 개발 제안<br>이동로봇에 대한 EMC 표준화 필요성을 제기하고, CISPR 내 관련 표준화를 전담할 WG 신설 제안 | 신규 WG그룹 신설 |
| CISPR/B (10월, 러시아) | ■ 새로운 EMC 현장 측정방법의 필요성<br>대형기기(무선충전 전기버스, 대형 의료기기 등)에 대한 EMC 현장측정방법의 필요성 제안 | 신규 WG그룹 신설 |
| CISPR/I (10월, 러시아) | ■ 전원주파수 자계내성 시험 평가 연구 제안<br>현행 자계 내성 평가를 기존 방법보다 편리하고 효율성 있게 실시할 수 있는 방안을 CRT 디스플레이를 예를 들어 설명하고 세부적인 연구를 추진하여 국제표준을 개정하자고 제안 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 |
| SC77B (9월, 일본) | ■ 잔향실에서의 전자파 장해 측정방법 제안<br>반전자파무반사실과 잔향실의 측정 결과가 상호 상관성을 갖도록 잔향실 전자파 장해 측정방법 제안 | JWG 회의 안건으로 이관 |
| SC77B (9월, 일본) | ■ 잔향실에서의 전자파내성 측정방법 제안<br>전전자파 무반사실과 잔향실 챔버의 측정 결과가 상호 상관성을 갖도록 잔향실 챔버에 적용할 수 있는 내성 측정방법 제안 | JWG 회의 안건으로 이관 |
| SC77C (9월, 일본) | ■ RF 안테나 포트용 EMP 보호필터 시험방법 제안<br>안테나 포트에 적용되는 EMP 보호필터의 시험방법(안)을 제안하고 국제표준에 반영토록 요청 | 표준 개정(안)에 포함되어 진행 |

| 제출 회의 | 기고문 제목 | 결과 |
|---|---|---|
| CISPR/D (6월, 스위스) | ■ 로드 안테나 카운터포이즈 플로팅에 대한 연구<br>Rod 안테나의 출력과 EMI Receiver의 연결 방법에 대한 우리나라 연구결과 발표 | 중국 측 제안자료 검증·시험발표<br>국내결과 반영하여, 연구 종료 |
| CISPR/D (6월, 스위스) | ■ 부품/모듈 전도 전압방출 시험의 측정 장비 불확도에 대한 한국 제안<br>EMC 측정 장비 불확도에 대한 내용이 CISPR 16-4-2에 기술되어 있으나 자동차 전장품 EMI 측정과 불일치하여 CISPR 25에 적합한 불확도 제안 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 (프랑스, 일본등과 협업 연구 진행) |
| ISO/TC22/SC32 (6월, 스위스) | ■ ISO11452-9 규격 평가용 신규 안테나 제안<br>우리나라 개발 안테나 표준개정(안)에 제안<br>Annex A,B 수정 및 추가 | 국제표준개정(안) 반영 |
| CISPR/D (6월, 스위스) | ■ CISPR 12 AMN 본딩 영향성<br>CISPR 12의 충전모드 평가 시, AMN 본딩 및 생략 시 영향성 평가 결과 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 |
| CISPR/D (6월, 스위스) | ■ CISPR 25 커플링 감쇠량<br>커플링 감쇠량 개념 혼선방지 방안 제안 | 국내결과 반영하여, 추가연구 진행 |

# 제7장 결론

정보통신기술(ICT)과 융합된 기기들이 출현에 따라 전자파적합성 국제표준이 제·개정되고 있다. 국제무역기구(WTO)에서는 무역기술장벽협정(TBT)에 따라 국제표준이 있는 경우 또는 국제표준이 임박한 경우 각 국가에서는 기술기준 및 표준을 제·개정하는 경우 국제표준을 수용토록 하고 있다. 전자파적합성 국제표준은 국제전기기술위원회(IEC) 산하의 국제무선장해특별위원회(CISPR)와 전자파적합성 위원회(TC 77)에서 주도적으로 추진하고 있다. 우리나라 전자파적합성 기준은 IEC/CISPR, TC 77의 국제표준을 수용하여 제·개정 하고 있다. 2017년 국립전파연구원은 ICT 기술과 융합된 기기에 대한 전자파 안전을 보장하고 산업체 시장진출을 지원하기 위해 국제적으로 통용되는 표준을 수용하여 전자파적합성 기준과 시험방법을 제·개정 하였다.

2016년 전자파적합성 기준에서 전기자전거는 모터를 구동하는 전기기기로써 가정용 전기기기 및 전동기기류로 분류하고 적합성평가(KC 인증)를 받아 시장에 출시하도록 하고 있다. 자전거 국제표준에서는 전자파적합성 관련 규정을 유럽의 전기자전거 표준을 적용토록 하고 있다. 유럽에서는 전기자전거에 전자파적합성 기준을 별도로 규정하고 있다. 2017년 3월 행정안전부에서는 전기자전거의 규제완화와 안전성 확보를 위한 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」을 개정하고 2018년 3월 22일부터 시행토록 하였다. 그리고 전기자전거 안전을 위한 시행령 등과 타 법령 등의 개정을 추진토록 하였다. 국립전파연구원은 전자파에 의한 전기자전거의 안전을 확보하고 이용 활성화를 위하여 유럽의 전기자전거 표준을 수용하여 전자파적합성 기준과 시험방법을 마련하여 2017.12.28일 고시 및 공고 하였다.

ICT와 융합된 자동차 전장품은 이용자에게 편안한 운전을 지원하고 자동차 기능을 보다 향상시키고 있다. 우리나라 자동차 전장품에 대한 기준은 자동차 국제표준(UN ECE/R10)을 수용하여 규정하고 있다. 현재 시중에서 유통 중인 ICT와 융합된 자동차 전장품이 차량에 부착하여 운용하는 경우 자동차내의 방송통신 서비스에 장해를 주거나 스마트키 등이 오동작하는 사례가 발생하고 있다. 본 연구에서는 자동차 전장품이 다른 기기에 전자파 영향을 주는지 여부를 확인하기 위하여 국내·외 기준을 비교 분석하였다. 그리고 자동차 전장품에 대한 방사성 방해와 전도성 방해를 측정하여 전도성 방해에 대한

영향으로 다른 기기에 오동작을 일으킬 수 있음을 확인하였다. 또한 무선 및 방송 전자파에 의한 자동차 안에서 형성되는 전자기장을 측정 분석하였다. 본 연구는 자동차 전장품에 대한 전자파 장해방지 기준과 전자파 내성 조건을 정하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

유도조리기구는 전자파를 이용하여 가열하는 기능을 수행하므로 ISM 기기로 분류될 수 있다. 그러나 유도조리기구는 IH 밥솥, 인덕션 렌지 등으로 응용되어 가정에서 사용하는 기기로 인식되고 있다. 본 연구에서는 국민들의 일반적인 인식을 반영하여 국제표준을 수용 유도조리기구 기준을 ISM 기기에서 가정용 전기기기 전자파 장해방지 기준으로 이동하여 규정하였다.

아크용접기는 반도체 인버터 기술이 융합되어 소형화 되어 보급이 활성화 되고 있다. 아크용접기에 반도체 기술이 도입됨에 따라 이동통신 등의 기가헤르쯔대역의 전자파에 영향을 받을 수 있다. 또한 출력 포트에서 전자파를 발생시켜 방송통신 서비스에 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 아크용접기의 안전한 이용을 위해 1 GHz 이하대역에서 2.7 GHz 대역으로 전자파 내성 인가 주파수를 확장하였으며 출력포트의 전류 리플 허용기준을 새롭게 마련하였다.

새로운 이동통신, 자율주행자동차 및 지능형 로봇 제어를 위한 주파수는 6 GHz 이하 대역으로 확장되고 있다. 이에 따라 전자파를 이용하는 기기들은 일상생활에서 6 GHz 이하대역 전자파에 노출되고 있어 내성 측면에서의 대책이 필요하다. 멀티미디어 기기의 전자파 내성은 이미 6 GHz 까지 확장되어 있다. 국립전파연구원은 이동통신, 특정소출력 무선기기의 영향에 따라 주거용, 산업용, 무선기기들이 오동작 및 품질저하 현상의 발생을 최소화하기 위해 관련 전자파 내성 인가 주파수를 종전 2.7 GHz에서 6 GHz 대역으로 확장하는 전자파적합성 기준을 개정하였다.

전파법 제47조의3 제3항에서는 과학기술정보통신부는 전자파 장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재에서 발생하는 전자파가 전자파적합성 기준을 초과할 가능성이 있다고 판단할 경우에는 해당 기자재에 대하여 전자파적합성 여부를 측정하거나 조사할 수 있도록 하였다. 2017년에는 방송국과 통신국사에 대한 전자파 측정조사를 실시하였다.

방송통신기자재 등의 적합성 평가를 지정시험기관은 40여 곳이 지정되어 있다. 시험기관은 전자파적합성 기준 및 시험방법에 따라 시험을 실시 하지만 기기의 분류와 적용, 시험방법의 해석에 따라 기관 마다 상이할 수 있다.

국립전파연구원은 한국정보통신시험기관협회 산하에 기술협의회 전자파적합성 분과를 활용하여 기준과 시험방법 적용 해석을 협의를 통해 통일화 시키고 전자파적합성 제도 운영에 따른 의견 등을 수렴하고 있다. ‘17년에는 2번의 기술협의회 회의를 통해 시험방법 적용에 대한 합의안을 도출하여 지정시험기관 시험에 활용토록 배포하였다.

지능정보사회에서 전자파는 기기들을 네트워크로 연결하여 동작시키므로 전자파 영향에 의해 인명과 재산의 피해가 발생할 수 있어 전자파 안전의 관점에서 관리하는 전자파 안전관리가 필요하다. 전자파 안전관리는 기기들이 복합적으로 특정한 위치에 설치하는 경우 다른 기기와 서비스에 영향을 주거나 받지 않고 안전을 고려하여 설계, 설치·시공, 검사, 관리하는 절차를 의미한다. 본 연구에서는 전자파 안전관리 추진 체계를 규정하고 전자파 안전관리 절차 가이드라인을 마련하였다.

전자파적합성 국제표준은 각 국가에서 기술기준으로 수용하여 활용될 수 있으므로 산업체의 산업 경쟁력 강화를 지원하기 위해 국제표준화 추진 및 대응이 필요하다. 2017년에 국립전파연구원은 전자파적합성 분야 전문위원회를 운영하여 86건의 국제표준 회람문서에 대한 의견을 제출하고 국제표준 투표를 하였다. 또한 국제전기기술위원회 산하 국제무선장해특별위원회와 전자파적합성위원회 소위원회 회의에 참석하여 우리나라 산업체 등에서 개발한 국제 표준안을 기고하여 반영하는 성과를 이루었다.

# [참고문헌]

[1] 행정자치부 보도자료, 안전요건을 갖춘 전기자전거 자전거도로 달린다, 2017.3월
[2] 전파법, 전파법 시행령
[2] 전자파적합성 기준(국립전파연구원 고시)
[3] 전자파적합성 시험방법(국립전파연구원 공고)
[4] ISO/CD 4210(자전거 안전 요구사항) Part 10(전기동력에 대한 안전요구사항)
[5] 유럽의 표준 EN 15194(전기자전거)
[6] 유럽 EMC 지침 및 가이드
[7] 전파연구소 연구보고서, “전자파 적합성 기술기준 연구”, 2008
[8] 전파연구소 연구보고서, “전자파적합성 기준 연구”, 2009
[9] 전파연구소 연구보고서, “전자파적합성 기술기준 및 시험방법 연구”, 2010
[10] 국립전파연구원 연구보고서, “전자파적합성 기준 연구”, 2011
[11] 국립전파연구원 연구보고서, “전자파적합성 기술기준 및 시험방법 연구”, 2012
[12] 국립전파연구원 연구보고서, “30MHz 이하 대역의 EMC 기술기준 및 안전관리 제도 연구”, 2013
[13] 국립전파연구원 연구보고서, “전자파적합성 기준 및 제도 개선 연구”, 2014
[14] 국립전파연구원 연구보고서, “산업친화적 전자파적합성 제도 연구”, 2015
[15] 국립전파연구원 연구보고서, “국민 친화적 전자파적합성 제도 연구”, 2016
[16] 2013년, 2014년, 2015년, 2016년, 2017년 CISPR 회의 자료
[17] 국립전파연구원(http://www.rra.go.kr)
[18] 과학기술정보통신부(http://www.msit.go.kr)
[19] 국가법령정보센터(http://www.law.go.kr)
[20] 국제전기기술위원회(http://www.iec.ch)

# 신기술 융합기기 전자파적합성 기준 연구

국립전파연구원
National Radio Research Agency

(58323) 전남 나주시 빛가람로 767
발 행 일 : 2018. 3.
발 행 인 : 유 대 선
발 행 처 : 과학기술정보통신부 국립전파연구원
전　　화 : 061) 338-4414
인　　쇄 : (사)한국척수장애인협회 광주·전남인쇄사업소
062) 222-2788

ISBN : 979-11-5820-094-7 〈 비 매 품 〉

주　의

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