

전자파적합성 기술기준 연구

2008.

전파연구소

제 출 문

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

2008. 12. 31.

연구 책임자 : 이 대 용(전파환경연구과 측정기술담당)
연구 원 : 강 선 숙(전파환경연구과 측정기술담당)
양 준 규(전파환경연구과 측정기술담당)
이 일 용(전파환경연구과 측정기술담당)
김 대 일(전파환경연구과 측정기술담당)

요 약 문

방통통신위원회에서는 무선기기 EMC 기술기준을 2009년부터 단계적으로 적용하여 2010년 이후에는 모든 무선설비로 확대하는 정책을 추진하고 있다. 또한, 방송통신위원회 전파연구소에서는 우리 생활에서 광범위하게 사용하고 있는 휴대폰, 블루투스, 무선랜 등에 대한 시험방법을 2007년에 이미 마련한 바 있다. 일반 생활 속에서 많이 쓰이는 무선기기를 추가적으로 선택하여 관련 EMC 시험방법을 마련할 계획이다.

본 보고서에서는 무선기기 EMC와 관련하여 우리나라를 비롯한 미국, 유럽의 EMC 기술기준 체계, 전자파 장해방지 및 전자파 보호 시험방법 현황에 대해 분석하였고 디지털코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국 등에 대한 전자파 장해방지 시험방법과 전자파 보호 시험방법을 설명하였다.

이러한 시험방법을 마련하기 위해 전파연구소의 추진 경과에 대한 설명과 함께, 각 해당 무선기기에 맞는 시험방법의 일반적 조건, 송수신 신호의 설정상태, 배제대역 및 협대역 응답, 정상상태의 변조특성, 평가절차, 성능평가 기준 등을 설명하였다.

방송통신기술의 발달로 1GHz 이상의 무선주파수 사용이 증가함에 따라 무선통신서비스를 보호하기 위하여 EMI 시험방법이 1GHz에서 최대 18 GHz 까지 확대 적용할 수 있도록 기준 및 시험방법 국제규격이 개정되었다. 유럽 및 일본 등이 이를 도입할 예정이어서 우리나라도 이러한 국제 추세에 맞추어 기가헤르츠 대역의 EMI 시험방법을 연구할 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 기가헤르츠 대역 전자파장해방지 측정기구와 시험장 평가방법에 대해 분석하였다.

관련 국제규격을 참조하여 기가 헤르츠 대역 이상에서의 EMI 시험장 평가방법 및 관련 절차를 수행 검증해 보았고, 평가 결과에 대해 분석하였다. 분석결과를 통해 시험장 평가방법 제도 도입시에 생길 수 있는 문제점 및 해결방안에 대해 설명하였다. 시험장 평가방법 수행할 시 시험방법에서 요구되는 조건을 충분히 만족하도록 준비하여야 하며 적극적인 시험장 구성 변경을 통해 허용기준을 맞춰야 함을 알 수 있었다.

SUMMARY

In this report, with regard to EMC for radio equipment in Korea, USA, and European Union, we analysed the policy system related with EMC technical requirements, the limits and methods of measurement for radio disturbance and immunity. In addition, this report contains the explanation of measurement methods of radio disturbance and immunity for digital cordless phone, citizen band radio and private mobile radio devices.

All details of this report related with radio devices are general test conditions, arrangement for test signals, exclusion bands, narrow band responses on receivers, normal test modulation, performance assessment and performance criteria, including explanation for the development of affairs to make these methods of measurements.

To protect the radiocommunication service due to increase in use of radio frequency above 1GHz and development of broadcasting and communication technologies, a international standards for the limits and method of measurement has been revised to extensively apply EMI technical requirements for 1~18GHz. As other countries such Japan and EU plan to introduce these standards, it is necessary to study on gigahertz band EMI test methods, taking account of international tendency. Therefore, in this study, we reviewed radio disturbance -measuring apparatus and EMI test site validation procedure in GHz bands.

Referring to related international standards, we executed and verified 1~18 GHz EMI test site validation procedure in GHz band and analysed the result of site validation(acceptance criteria, site voltage-standing wave ratio). From measurement results, the trouble and troubleshooting in importing this validation procedure were described.

목 차

제1장 서론	11
제2장 무선기기 EMC 시험방법 마련	12
제1절 연구 배경	12
제2절 EMC 기술기준 현황	13
1. 국내	13
2. 미국	19
3. 유럽	23
제3절 무선기기 EMC 시험방법 마련	24
1. 추진경과	24
2. 디지털코드없는 전화기 EMC 시험방법	25
3. 생활무전기 EMC 시험방법	33
4. 간이무선국 EMC 시험방법	38
제3장 기가헤르츠 대역 EMI 시험방법 연구	43
제1절 연구 배경	43
제2절 기가헤르츠 대역 전자과장해방지 측정기구	44
1. 1~18 GHz 대역 전자과장해 측정용 수신기 요구 성능 규정	44
2. 광대역 방사성 장애 측정을 위한 새로운 측정수신기 도입	44
3. 1~18GHz 진폭확률분포(APD) 측정기능을 구비한 측정수신기 도입	45
4. 기타 변경 사항	45
제3절 기가헤르츠 대역 EMI 시험장 규격 및 평가방법	46
1. 기가헤르츠 대역 EMI 시험장 규격	46
2. 기가헤르츠대역 EMI 시험장의 검증에 관한 일반사항	47
3. 1~18GHz 대역 EMI 시험장 평가 절차에 필요한 요구조건	49
4. 1~18GHz 대역 EMI 시험장 평가 절차	55

제4절 Site VSWR 측정	60
1. 측정시스템 특성	60
2. 적용시험조건 및 측정환경	73
3. 측정결과	73
4. 고찰	81
제4장 결론 및 향후계획	83
참고문헌	84

표 목 차

[표 2-1] 주전원 포트에서의 전도기준	15
[표 2-2] 정보기기류 전자파 방사기준	15
[표 2-3] 무선기기류 직류(DC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준	16
[표 2-4] 무선기기류 교류(AC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준	16
[표 2-5] 내성기준	17
[표 2-6] 비의도적 방사기기의 전도기준	21
[표 2-7] 비의도적 방사기기의 누설전자파 기준	21
[표 2-8] 무선기기 전도기준2	1
[표 2-9] 무선기기 EMI 기준	22
[표 2-10] 비일체형 안테나 생활무전기의 성능 평가 기준	35
[표 2-11] 일체형 안테나 생활무선 대역 기기를 위한 성능 평가 기준	36
[표 3-1] 시험장 평가용 송신안테나 표준방사패턴(H면) 상세 조건	51
[표 3-2] S_{VSWR} 계산위치	60
[표 3-3] 전파흡수체 감쇠 특성(수직 입사)-단위 dB	62

그 립 목 차

[그림 2-1] 방송통신 기술기준 체계	13
[그림 2-2] 미국 EMC 기술기준 체계	20
[그림 2-3] 유럽 EMC 기술기준 체계	23
[그림 2-4] 테스트 시스템에 의한 돌출 음성 측정방법, 테스트 설정	28
[그림 2-5] 테스트 시스템에 의한 돌출 음성 측정, 교정 설정	29
[그림 2-6] 의사회로 또는 공중통신망에 의한 돌출 음성 측정방법, 테스트 설정	30
[그림 2-7] 의사회로 또는 공중통신망에 의한 돌출 음성 측정, 교정 설정	31
[그림 3-1] 시험장 평가용 송신안테나 표준방사패턴(E면) 조건	50
[그림 3-2] 시험장 평가용 송신안테나 표준방사패턴(H면) 조건	51
[그림 3-3] S_{VSWR} 을 구하기 위한 시험신호(M') 측정위치	53
[그림 3-4] S_{VSWR} 측정위치(추가 측정 위치 및 높이 요구 규격)	54
[그림 3-5] 측정절차에 따른 흐름도	54
[그림 3-6] SBA9113(1-3GHz 대역)	61
[그림 3-7] SBA9112(3-18GHz 대역)	61
[그림 3-8] 수신안테나(HRN-0118)	61
[그림 3-9] IP-045E(단위: mm)	62
[그림 3-10] IS-030FL(단위: mm)	62
[그림 3-11] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9113) 표준방사패턴 - 제조사 정보	63
[그림 3-12] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(E면) - 제조사 정보(1)	64
[그림 3-13] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(E면) - 제조사 정보(2)	65
[그림 3-14] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(E면) - 제조사 정보(3)	66

[그림 3-15] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(H면) - 제조사 정보(1)	67
[그림 3-16] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(H면) - 제조사 정보(2)	68
[그림 3-17] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(H면) - 제조사 정보(3)	69
[그림 3-18] EMI 측정용 수신안테나(HRN-0118) 방사패턴-측정결과(1)	70
[그림 3-19] EMI 측정용 수신안테나(HRN-0118) 방사패턴-측정결과(2)	71
[그림 3-20] EMI 측정용 수신안테나(HRN-0118) 방사패턴-측정결과(3)	72
[그림 3-21] 적용 시험체적조건 및 측정환경	74
[그림 3-22] Site VSWR 측정 시험장 구성	74
[그림 3-23] 앞쪽(Front) 영역에서 수평편파에 대한 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	75
[그림 3-24] 왼쪽(Left) 영역에서 수평편파에 대한 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	75
[그림 3-25] 오른쪽(Right) 영역에서 수평편파에 대한 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	76
[그림 3-26] Site VSWR을 만족하기 위해 시험장 구성 변경	77
[그림 3-27] 시험장 구성변경에 따른 앞쪽(Front) 영역의 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	78
[그림 3-28] 시험장 구성변경에 따른 왼쪽(Left) 영역의 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	78
[그림 3-29] 시험장 구성변경에 따른 오른쪽(Right) 영역의 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	79
[그림 3-30] 시험장 구성변경에 따른 중심(Center) 영역의 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	79
[그림 3-31] 시험장 구성변경에 따른 앞쪽(Front) 영역(높이 2.15m)의 $S_{VSWR}(1\sim 18GHz)$	80

제1장 서론

IPTV, DMB 등의 방송통신융합기기의 사용이 활성화 되어 방송통신산업 기술의 급속한 발전이 이루어지고 있고, 이러한 산업발전 환경 속에서 시간과 공간의 제약없이 방송통신을 이용할 수 있는 유비쿼터스 사회가 실현되어가고 있다. 하지만, 유비쿼터스 사회가 방송통신에 있어 신속·편리·다양성을 제공하는 이면에는, 일반 생활 환경 속에 널리 사용되는 각종 전기전자기기 및 방송통신기기 등에서 발생하는 불필요한 전자파가 제품간의 상호간의 오작동을 일으키거나 무선통신기기에 혼신간섭을 발생시킬 수 있는 등의 전자파 역기능에 취약해 질 수 있다. 전자파 역기능에 따른 피해를 줄이기 위해 전자파 적합성(EMC, ElectroMagnetic Compatibility)에 대한 제도적·기술적 대책이 점점 더 많이 요구되는 추세이다.

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

본 연구에서는 디지털 코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국 등에 대한 무선기기 EMC 시험방법에 대해 다루었다. 전파법령상 무선기기는 무선설비규칙에서 주파수 대역, 출력, 스푸리어스 발사 등을 규정하고 있으나, 무선기기가 전파를 발사하고 있지 않은 상태에서는 그 자체가 컴퓨터, 방송수신기와 같은 일반적인 방송통신기기의 역할을 수행하게 되므로 주파수 간섭 및 전자파로부터 보호를 위하여 전자파적합성 기준이 필요할 것으로 판단된다.

방송통신기술의 발달로 1GHz 이상의 무선주파수 사용이 증가함에 따라 무선통신서비스를 보호하기 위하여 EMI 시험방법이 1GHz에서 최대 18 GHz 까지 확대 적용할 수 있도록 기준 및 시험방법 국제규격이 개정되었다. 우리나라도 이러한 국제 추세에 맞추어 기가헤르츠 대역의 EMI 시험방법을 연구할 필요가 있으므로 본 연구에서는 기가헤르츠 대역 전자파장해방지 측정기구와 시험장 평가방법에 대해 분석하였다.

제2장 무선기기 EMC 시험방법 마련

제1절 연구 배경

전자파적합성(EMC)은 방송통신기기, 전기·전자기기, 자동차, 산업·가정용 기기 등의 누설전자파 발생을 최소화 시키고, 전자파로부터 그 기기 자체를 보호하도록 하는 것을 말한다. 전자파적합성에 관한 기술기준은 전자파로부터 한정된 자원인 주파수를 보호하고 전자파로부터 기기 자체를 보호하기 위하여 전과정책 차원에서 엄격히 규제하고 있다. 무선기기는 지정된 전파를 의도적으로 발사하고 있으므로 전과법령에 의한 무선설비 기술기준 차원에서 출력, 스프리어스, 주파수 대역 등을 규정하고 있다. 이에 따라 무선설비 기술기준에 관한 사항은 무선기기 전자파적합성을 적용하지 않는다. 그러나, 무선기기가 전파를 발사하고 있지 않은 상태에서는 그 자체가 컴퓨터, 방송수신기와 같은 일반적인 방송통신기기의 역할을 수행하게 되므로 주파수 간섭 및 전자파로부터 보호를 위하여 전자파적합성 기준이 필요한 실정이다.

방송통신위원회에서는 무선기기의 비의도적 전자파로부터 기기간의 오동작 방지와 전파간섭을 최소화하는 무선기기 EMC 기술기준을 2007년 전자파장해방지기준(방통위 고시 제2008-39호) 제12조의2(무선설비의 기기류 장해방지기준)과 전자파보호기준(방통위 고시 제2008-37호) 제13조의2(무선설비의 기기류 내성기준)으로 이미 개정하였다. 또한 방통통신위원회에서는 무선기기 EMC 기술기준을 2009년부터 단계적으로 적용하여 2010년 이후에는 모든 무선설비로 확대하는 정책을 추진하고 있다. 또한, 방송통신위원회 전파연구소에서는 우리 생활에서 광범위하게 사용하고 있는 휴대폰, 블루투스, 무선랜 등에 대한 시험방법을 2007년에 이미 마련하였다. 그러나, 디지털 코드없는 전화기, 생활무전기 등에 대한 시험방법은 마련되지 않은 상태이다. 이에 따라, 전자파 장해방지 시험방법 및 전자파 보호시험방법에 디지털 코드없는 전화기 등 5건의 EMC 시험방법을 추가하여 개정하게 되었다.

또한, 1GHz 이상의 무선 주파수 사용이 증가함에 따라 이를 보호하기 위하여 기가 헤르츠 대역 이상에서의 전자파 장해방지 시험장 등의 측정기준을 국제표준과 연계하여 개정하게 되었다.

제2절 EMC 기술기준 현황

1. 국내

가. EMC 기술기준 체계

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

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

전파법 및 전자파장해검정규칙에서 정하였던 관련 규정들은 현재는 전파법, 전파법시행령, 방송통신위원회 및 전파연구소 고시 및 공고로써 규정하고 있다.

법	전기통신기본법	전파법	방송법
다량규정	전기통신설비의 기술기준에관한규정	전파법시행령	
고시	○ 기술기준 고시 (단말장치등 7건 고시) ○ 통신사업자 공시	○ 전자파장해방지 기준 ○ 전자파보호 기준	○ 무선설비규칙 ○ 유선방송국설비 등에 관한 기술기준
공고	○ 형식승인처리방법	○ 전자파장해방지 시험방법 ○ 전자파보호 시험방법	○ 형식검정 및 형식등록 처리방법

[그림 2-1] 방송통신 기술기준 체계

전파법 제56조(전자파장해 방지기준 등)에서는 전자파장해기기의 전자파장해 방지기준 및 전자파로부터 영향을 받는 기기의 전자파로부터의 보호 기준은 대통령령으로 정하도록 하고 있다. 전파법 시행령 제73조(전자파장해 방지기준 및 전자파보호기준)에서는 전자파장해기기의 전자파장해방지기준 및 전자파로부터 영향을 받는 기기의 전자파보호기준은 전자파장해기기로부터 발생하는 전자파가 다른 기기의 성능 등에 장애를 주지 아니할 것과 전자파장해가 존재하는 환경에서 기기·장치 또는 시스템이 성능의 저하 없이 작동할 수 있을 것으로 정하고 세부적인 기준은 방송통신위원회가 정하여 고시토록 하였다. 이에 따라 방송통신위원회에서는 전자파 장해방지 기준과 전자파보호 기준을 정하여 고시하였으며, 이에 대한 전자파적합성관련 시험방법은 전파연구소에서 전자파장해방지 시험방법과 전자파보호 시험방법으로 공고하였다.

나. 전자파 장해방지 기술기준 및 시험방법

전자파장해방지 기준(방송통신위원회고시 제2008-39호, 2008.5.19.)에서는 전자파장해기기의 전자파장해방지기준에 관하여 대상기기별로 장해방지기준을 규정하고 있다. 전자파장해방지 기준 제5조는 산업·과학·의료용 등 고주파 이용기기류의 장해방지기준, 제6조는 자동차 및 불꽃점화 엔진구동기기류의 장해방지기준, 제7조는 방송수신기기류의 장해방지기준, 제8조는 가정용 전기기기 및 전동기기류의 장해방지기준, 제9조는 형광등 등 및 조명기기류의 장해방지기준, 제10조는 정보기기류의 장해방지기준, 제11조는 고속철도 기기류, 제12조는 전력선통신기기류의 장해방지기준, 제12조의2에서는 무선설비류의 기기류의 장해방지기준을 정하고 있다.

제10조에 의한 정보기기류의 장해방지기준을 살펴보면 다음과 같다. 주파수 0.15 ~ 30MHz 주파수 범위는 주전원포트와 통신포트에서 전자파 전도기준을 규정하고 있다. 30MHz 이하대역에서 전자파전도기준으로 규정하는 것은 대부분의 전자파 장해원이 전원포트 또는 통신포트를 통해 방사되므로 전원선 또는 통신선에서 전도되는 고주파 잡음을 규제함으로써 방사되는 전자파장해를 방지할 수 있다는 생각에서 출발하였다. 다만, 통신포트에 대한 전도기준은 통신포트에서 전도방해에 대한 시험방법의 정확성이 입증될 때까지

유보하고 있는 실정이다. 주파수 30MHz ~ 1GHz까지는 전자파 방사기준으로써 규정하고 있다. 즉 정보기기에서 비의도적으로 방사되는 전계강도를 정함으로써 무선서비스의 간섭을 최소화 시키고 있다. 주파수 30 ~ 230MHz까지 가정용기기의 방사기준은 10m에서 측정할 경우 전계강도 허용치는 $30\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 로 규정하고 있으며, 230MHz ~ 1GHz까지의 전계강도 허용치는 $37\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 로 규정하고 있다. 즉 전자파 방사기준까지는 무선주파수 간섭을 허용하겠다는 의미로 고려할 수 있다.

[표 2-1] 주전원 포트에서의 전도기준

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

주1) 준첨두치로 측정한 값이 평균치의 허용기준이내이면 평균치의 허용기준에 만족하는 것으로 봄
주2) 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 감소

[표 2-2] 정보기기류 전자파 방사기준

주파수 범위[MHz]	준 첨두치 허용기준[dB μ V/m]	
	A급기기(10 m)	B급기기(10 m) ^{주1)}
30 ~ 230	40	30
230 ~ 1,000	47	37

주1) 주위잡음등에 의하여 측정이 곤란 할 때에는 제품의 크기가 $1\times 1\times 1\text{ m}^3$ 이하인 기기에 한하여 3 m 거리에서 측정하고, 허용기준을 +10.5 dB 보정 하여 적용할 수 있으나 분쟁이 있는 경우 10 m에서의 기준과 측정결과로 판정한다.

무선설비의 기기류의 장애방지기준은 제12조의2조에서 기준을 정하고 있으며 장애방지 시험항목과 방사성 장애기준으로 나누어져 있다. 먼저 장애방지 시험항목은 방사성장애, 전도성 장애, 고조파 전류장애, 전압변동 및 플리커, 통신포트 전도성 장애로 구분하고 있으나, 실질적으로 무선기기류에 적용되는 전자파 장애방지 기준은 방사성 장애와 전도성 장애 기준이다. 방사성 장애 방지 기준은 표2-2의 정보기기류 전자파 방사기준과 동일하며, 가정용 기기 방사기준으로 10m에서 측정할 경우, 주파수 30 ~ 230MHz까지 전계강도 허용치를 $30\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 로 규정하고 있으며, 230MHz ~ 1GHz까지의

전계강도 허용치는 37dB μ V/m로 규정하고 있다. 전도 기준도 정보기기류의 EMI 기준과 같이 규정하고 있다.

[표 2-3] 무선기기류 직류(DC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준

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

주1) 독립적으로 측정 가능한 통신센터 전용 보조장비에 적용한다.

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

[표 2-4] 무선기기류 교류(AC) 전원 포트에서의 전도성 장애기준

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

주1) 독립적으로 측정 가능한 통신센터 전용 보조장비에 적용한다.

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

전자파 장애방지 기준에 대한 시험방법은 전파연구소에서 전자파 장애방지 시험방법(전파연구소공고 제2008-11호, 2008.12.16.)으로 공고하고 있다. 주요내용은 일반사항으로써 측정기구, 측정용 보조장비, 안테나 교정시험장, 전도성장해 측정, 장애전력 측정, 방사성장해 측정 등을 규정하고 있다. 또한 대상기기별로 산업, 과학, 의료용기기류의 장애방지시험방법, 방송수신기 및 관련 기기류의 장애방지 시험방법, 가정용 전기기기 및 전동기기류의 장애방지시험방법, 전자렌지로부터 방사되는 주파수 1GHz 이상의 장애방지시험방법, 자동차 불꽃점화 엔진 구동기기류의 장애방지시험방법, 조명기기류, 정보기기류, 고속철도기기류, 전력선통신기기류, 무선설비기기류 장애방지시험방법이 규정되어 있다. 무선설비기기류의 장애방지 시험방법은 무선설비기기류의 공통 장애방지 시험방법, 이동전화용 및 개인휴대전화용 무선설비, 무선데이터통신시스템용 특정소출력 무선기기, 이동통신용 무선설비의

기기에 대한 장애방지 시험방법이 규정되어 있다. 또한 동 연구의 일환으로 추진하였던 시험방법은 디지털코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국, 특정소출력 무선기기, 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기에 대한 장애방지사험이 새로이 추가되어 개정 완료되었다.

다. 전자파보호 기술기준 및 시험방법

전자파보호 기준(방송통신위원회고시 제2008-38호, 2008.5.19.)에서는 전자파 내성에 대한 기술기준을 정하고 있다. 제4조에서는 내성 시험시 성능평가 기준을 정하고 있다. 성능평가기준 A는 시험중이거나 시험종료 후에도 당해 기기의 사용에서 정한 성능을 유지하는 상태를 의미하며, 성능평가기준 B는 시험 중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험종료후 정상적으로 동작하는 상태, 성능평가기준 C는 시험 중에는 성능이 떨어지나 시험종료 후 전원 개폐 또는 재시동 등에 의해 정상적으로 복원되는 상태로 정의하고 있다. 제5조 및 제6조에서는 일반내성기준을 정하고 있으며 주거·상업 및 경공업 환경, 산업 환경으로 구분하여 세부기준을 정하고 있다. 대상기기별 내성기준은 자동차 및 불꽃점화 엔진구동기기류, 방송수신기기류, 가정용 전기기기 및 전동기기류, 정보기기류, 고속철도기기류, 전력선통신기기류, 의료용 전기기기류, 무선설비 기기류로 구분하여 세부 기술기준을 정하고 있다.

무선설비 기기류의 내성시험 항목은 주파수 80MHz ~ 2GHz까지 방사성 RF 전자기장, 정전기방전, 전기적 빠른 과도현상/버스트 공통모드, 0.15 ~ 80MHz까지 전도성 RF 전자기장, 공통모드, 자동차 환경에서의 전기적 빠른 과도현상/버스트 및 서지, 전압 강하 및 순간 정전, 서지로 구분하고 있다. 세부 기준은 다음 표2-5와 같다.

[표 2-5] 내성기준

시험 항목	적용	시험 조건	단위	시험 기준	성능 평가기준	비고
방사성 RF 전자기장	합체	80~2,000 3 80	MHz V/m (무변조, rms) % AM (1kHz)	KN 61000-4-3 KN 301 489-1 KN 301 489-7 KN 301 489-17 KN 301 489-24	A	주1)
정전기방전	합체	±4 (기중 방전) ±4 (접촉 방전)	kV kV	KN 61000-4-2	B	

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

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

전자파보호 기준에 대한 시험방법은 전파연구소에서 전자파보호 시험방법 (전파연구소공고 제2008-12호, 2008.12.16.)으로 공고하고 있다. 주요내용을 살펴보면 일반적인 사항으로 정전기 방전, 방사성 RF 전자기장, 전기적 빠른 과도현상/버스트, 서지, 전도성 RF 전자기장, 전원주파수, 전압강하 및 순시정전 내성시험방법을 세부적으로 정하고 있다. 또한 대상기기별로 각각의 시험방법을 정하고 있으며 무선설비기기류의 시험방법은 무선설비기기류의 공통 내성시험, 이동전화용 및 개인휴대전화용 무선설비, 무선데이터 통신시스템용 특정소출력 무선기기, 이동통신용 무선설비의 기기에 대한 장애방지 시험방법이 규정되어 있다. 또한 동 연구의 일환으로 추진하였던 시험방법은 디지털코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국, 특정소출력 무선기기, 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기에 대한 장애방지시험이 새로운 추가되어 개정 완료되었다.

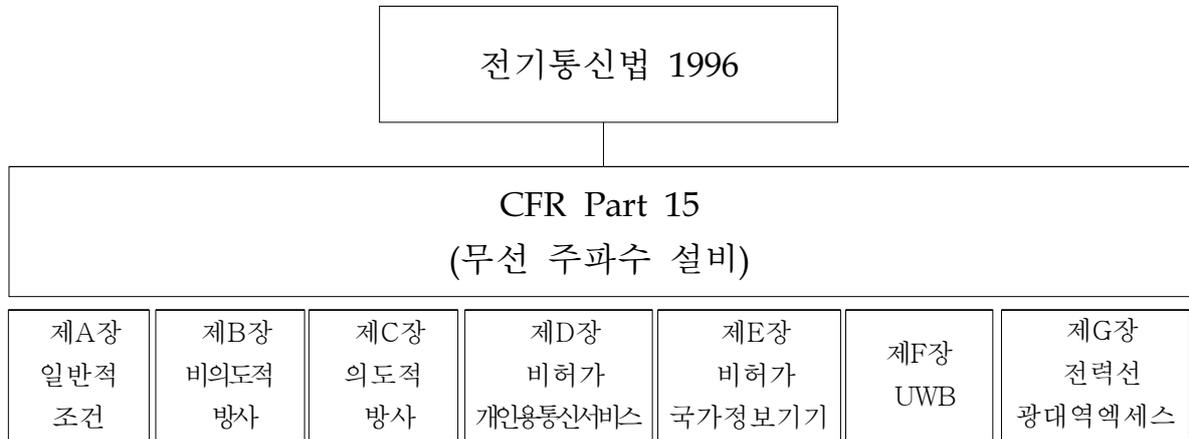
2. 미국

가. EMC 기술기준 체계

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

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

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



[그림 2-2] 미국 EMC 기술기준 체계

나. 미국 EMC 기술기준 및 시험방법

전자파장해방지 기술기준은 크게 비의도적 방사 특성을 가지는 정보기기 및 방송통신기기와 의도적 방사특성을 가지는 무선기기로 분류하여 세부 기술기준을 정하고 있다.

비의도적 방사특성에 대한 기술기준은 CFR Part 15의 제B장에서 세부 기준을 정하고 있다. 미국에서도 30MHz 이하에서는 전도기준을 정하고 있으며, 30MHz 이상에서는 방사기준으로 전자파장해방지 기준을 정하고 있다. 미국의 비의도적으로 전파를 방사하는 정보기기 및 방송통신기기에 대한 전자파장해방지 기준은 다음 표 2-6와 같다.

[표 2-6] 비의도적 방사기기의 전도기준

주파수(MHz)	전도 한계치(dB μ V)			
	준피크치		평균	
	A급	B급	A급	B급
0.15 ~ 0.5	79	66 ~ 56	66	56 ~ 46
0.5 ~ 5	73	56	60	46
5 ~ 30		60		50

비의도적 방사기기의 전도기준은 15.107에서 규정하고 있으며 기기의 전원포트에서 50 μ H/50 Ω LISN을 이용하여 30MHz 이하의 전원주파수 잡음을 측정하게 된다.

비의도적 방사기기의 송출되는 방사 한계치는 15.109에서 규정하고 있으며 30MHz 이상에서의 누설전자파를 규정하고 있다.

[표 2-7] 비의도적 방사기기의 누설전자파 기준

주파수(MHz)	전계강도(μ V/m)	
	A급기기	B급 기기
30 ~ 88	90	100
88 ~ 216	150	150
216 ~ 960	210	200
960 초과	300	500

의도적 무선기기에 대한 EMC 기준은 전도와 방사기준값으로 나누어 규정하고 있다. 무선기기에 대한 EMC 전도기준은 비의도적 방사기기의 B급 기준에 해당한다. Part 15.207에 규정된 무선기기 EMC 전도기준은 다음 표2-8과 같다.

[표 2-8] 무선기기 전도기준

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

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

무선기기에 대한 EMC 방사기준은 CFR Part 15.209에서 9kHz 이상부터 960MHz 이상까지 초과하지 않아야 하는 전계강도를 규정하고 있다. 무선기기에 대한 방사기준값은 비의도적 방사기기 B급 기준과 유사하다. 다만, 비의도적 방사기기와 달리 30MHz 이하 대역에서도 방사 기준값을 규정하는 차이점이 있다.

[표 2-9] 무선기기 EMI 기준

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

미국의 CFR Part 15의 제B장 비의도적 방사기기는 우리나라 정보기기, 방송수신기 등에 해당한다. 제C장 의도적 방사기기는 우리나라 무선기기에 해당하며 미국의 무선기기 EMC 기준으로 고려될 수 있다.

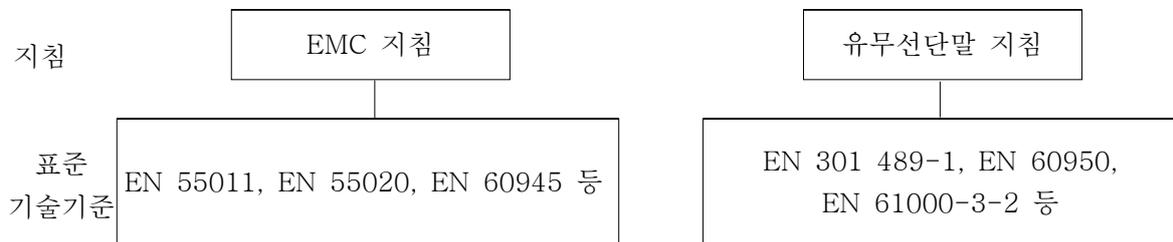
미국의 EMC 시험방법은 Part 15.31 측정표준에서 규정하고 있으며, 15.33(송출된 측정치의 주파수 범위), 15.35(측정 검출기 기능 및 대역폭) 등에서 규정하고 있다.

미국에서는 우리나라와 달리 전자파보호에 대한 기술기준은 특별히 규정하고 있지는 않다.

3. 유럽

가. EMC 기술기준 체계

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



[그림 2-3] 유럽 EMC 기술기준 체계

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

나. EMC 기술기준 및 시험방법

유럽연합의 EMC 기술기준은 대부분 국제표준인 CISPR 기준을 유럽표준화하여 준용하고 있다. 이에 따라 우리나라 EMC 기술기준과 큰 차이는 없으며 세부 제품들에 대한 EMC 표준이 상세히 규정되어 있다. EMC 주요 표준은 방송수신기에 대한 EMC 기준, 철도시설, 정보기기, ISM기기 등에 대한 전자파장해방지 기준과 전자파보호 기준을 정하고 있다.

무선기기에 대한 EMC 기준은 유무선 단말지침에 의해 조화 표준으로 EN 301 489 시리즈[1]로 제정되어 있다. 또한 형식검정 대상기기인 선박에 대한 EMC 기준은 EMC 지침에 의해 EN 60945[2]로써 규정되어 실제 CE 인증에 적용되고 있다.

EMC 기술기준 시험방법은 따로 정하지 않고 기술기준에 포함된 표준에서 규정하고 있다.

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

제3절 무선기기 EMC 시험방법 마련

1. 추진경과

방송통신위원회 전파연구소는 '07.9월에 휴대폰, 무선데이터통신용 특정소출력 무선기기 등을 추가하는 EMC 기술기준 및 시험방법을 마련하였다. '08.1월부터 '08.9월까지의 디지털코드없는 전화기 등 3건의 무선기기 EMC 시험방법 초안 및 기가 헤르츠 대역 시험장에 대한 시험방법 초안을 외국의 기준, 국제표준 등을 참조하여 마련하였다. '08.9월부터 '08.11월까지의 EMC 기준전문위원회 산하에 관련 연구반을 구성·운영하여 제조업체, 지정시험기관 등 이해당사자를 참여시켜 초안에 대한 이견조율 및 검증시험 등을 실시하였다. '08. 11월에는 학식과 경험이 풍부한 EMC 관련 산·학·연 전문가들로 구성된 EMC 기준전문위원회를 통해 전자파장해방지시험방법 및 전자파보호시험방법 개정(안) 심의를 진행하였다. 심의결과, 무선 EMC 시험방법과 기가 헤르츠 대역 시험장 평가방법에 대해서는 원안대로 통과되었다. 다만, 기가 헤르츠 대역 시험장에 대한 적용 시기는 지정시험기관에 시설투자를 요구하는 결과를 초래하므로 지정시험기관과 협의한 후 재검토하기로 하였다. 이에 따라 전파연구소는 '08. 11월 말에 EMC 분야 지정시험기관 책임자 회의를 개최하였으며, 검토결과, 기가 헤르츠 대역 시험장 적용 시기는 유럽, 일본 등의 도입 시기에 맞추어 2011.1.1일부터 적용하기로 합의되었다. 지정시험기관 협의결과를 EMC 기준전문위원회에 보고하고 기가 헤르츠 대역 시험장 적용 시기를 2011년부터 적용하기로 서면 의결하였다. '08. 11월부터 12월까지 EMC 시험방법 개정(안)에 대한 의견수렴 실시하였다. 의견수렴은 일반국민, 제조업체, 지정시험기관, 협회 등 이해당사자 등을 대상으로 실시하였으며, 동시에 전파연구소 홈페이지를 통해

전자공청회도 실시하였다. 의견수렴결과, 이견은 없었다. 전자공청회를 통해서 1건의 개인 의견이 제출되었다. 주요내용은 무선기기에 대한 전자파적합등록 적용 유예기간을 요청한 내용으로 이번 의견 수렴한 무선기기의 실제 적용 시기는 방송통신위원회 정책에 의해 6개월 이상 유예될 예정이므로 이미 반영되었다.

전파연구소는 2008.12.16일에 전자파장해방지 시험방법(전파연구소공고 제 2008-11호)과 전자파보호 시험방법(전파연구소공고 제2008-12호)을 개정하여 관보에 게재하였다.

2. 디지털코드없는 전화기 EMC 시험방법

가. 일반적 조건

디지털코드없는 전화기는 무선설비규칙 제100조제2항 및 제3항에 의해 1786.750 ~ 1791.950MHz과 2400 ~ 2483.5MHz 주파수 대역의 전파를 사용하는 디지털방식의 코드없는 전화기를 의미한다. 이번 연구를 통해 디지털코드없는 전화기에 대한 EMC 시험방법은 전자파 장해방지 시험방법 및 전자파보호 시험방법 별표 8-5로 각각 정하였다. 시험방법의 주요내용은 전자파 장해방지 시험과 전자파 내성시험으로 구분하여 규정된다. 무선기기 EMC 시험방법에서는 전파법령에 의한 무선설비규칙에서 정하고 있는 전력, 스퓨리어스, 대역폭 등 형식등록을 위해 측정하는 시험은 중복 측정이 될 우려가 있으므로 EMC 시험에서는 제외하였다.

나. EMC 시험을 위한 디지털코드없는 전화기 송수신 신호의 설정

시험 신호를 위한 송신기 입력부의 조건은 디지털코드없는 전화기에 일반적으로 입력되는 변조신호를 입력토록 하였다. 음성은 입력신호는 비금속 음향관을 이용하거나 전기적인 접속을 통해 피시험기기에 음성 신호를 입력한다. 비 음성인 경우 디지털 입력신호를 입력포트 또는 테스트 장치 등을 통해 공급한다. 송신기 시험을 위한 출력은 최대 정격 RF 전력으로 설정한다.

수신기 입력신호는 성능평가 기준을 만족하는 수신기 성능을 얻기 위하여 필요한 최소 RF 레벨보다 약 40dB 정도 높게 설정되어야 한다. 여기서 성능평가 기준은 내성 시험시 요구되는 성능평가 기준 또는 제조사가 보장하는 성능기준 등이 적용될 수 있다. 따라서 수신기에 입력되는 전력은 수신기의 최소성능을 검출하기 위하여 필요한 송신 입력전력보다 40dB 정도 높게 설정하라는 의미이다. 또한 최소성능을 검출하기 위한 수신기에 입력되는 전력은 전자기 방해를 발생시키는 전력증폭기의 스위치를 켜져 있는 상태에서 방해 신호를 여기 시키지 않은 전단계에서 측정되어야 한다. 즉, 내성시험장의 방해신호 발생기의 스위치를 켜고 안테나에 방해신호를 발사하지 않은 바로 전 단계에서 최소 수신 임계레벨을 측정하고 이때의 수신 전력을 최소성능 전력 기준으로 설정한다. 그리고 EMC 시험을 하기 위한 수신기에 입력되는 RF 전력 신호는 최소성능 전력보다 40dB 정도 높은 값으로 설정토록 하라는 의미이다. 이는 EMC 측정에 영향을 미치는 전자기 방해를 발생하는 전력 증폭기의 광대역 잡음으로부터 수신기의 최소성능에 영향을 받는 것을 피하기 위한 것이다.

송신기 및 수신기 일체형인 경우나 기기가 동시 시험이 가능한 크기일 경우에 하나의 시스템으로 보고 송수신기를 시험방 내부에 설치하여 동시에 내성시험을 진행할 수 있다. 이때 송신기의 희망 출력신호는 적절한 감쇠기를 통해 수신기의 입력단에 희망 입력 신호로써 공급될 수 있다. 디지털코드없는 전화기에 대한 입력신호는 무선설비규칙 및 관련 표준에서 규정하고 있는 변조신호를 테스트 시스템을 통해 공급하여 무선기기로 전달하여 송수신 통신환경을 만들 수 있다. 테스트 시스템을 사용하지 않은 방법으로는 실제 전기통신 운용회선 및 전기통신 의사회로(단말장치 기술기준 제3조에서 규정한 의사회로) 등을 호스트 기기에 연결하고 호스트 기기는 무선기기와 접속토록 하여 송수신 통신환경을 만들어 시험할 수 있다.

다. 배제대역 및 협대역 응답

디지털코드없는 전화기의 배제대역은 방사성 무선주파수를 이용한 내성시험이 실시되지 않는 주파수 대역을 의미한다. 배제대역은 무선설비규칙 제100조제2항의 주파수 대역을 사용하는 경우 1,686.750MHz에서 1,891.950MHz

(양측에 대해 100 MHz)로 하고, 「무선설비 규칙」 제100조제3항의 주파수 대역을 사용하는 경우는 2300MHz에서 2583.5MHz(양측에 대해 100MHz)까지로 하였다. 무선주파수를 송수신하는 대역은 의도적인 전파를 발사하는 대역이므로 누설전자파 또는 비의도적 전자파의 영향을 시험하는 EMC 기술기준에 적합하지 않아 EMC 시험에서 배제토록 하였다.

또한, 스프리어스 응답과 같이 알려진 협대역 응답 주파수에 대한 내성 시험은 실시하지 않는다.

라. 정상시험 변조

무선주파수 반송파는 무선설비규칙 제100조제2항과 제3항에 의한 변조형식을 이용하여 디지털코드없는 전화기 주파수 채널 가운데 하나의 공칭 중심 주파수로 설정하고 송수신기 상호간의 통신이 가능한 비트열로 변조하여야 한다.

마. 평가절차

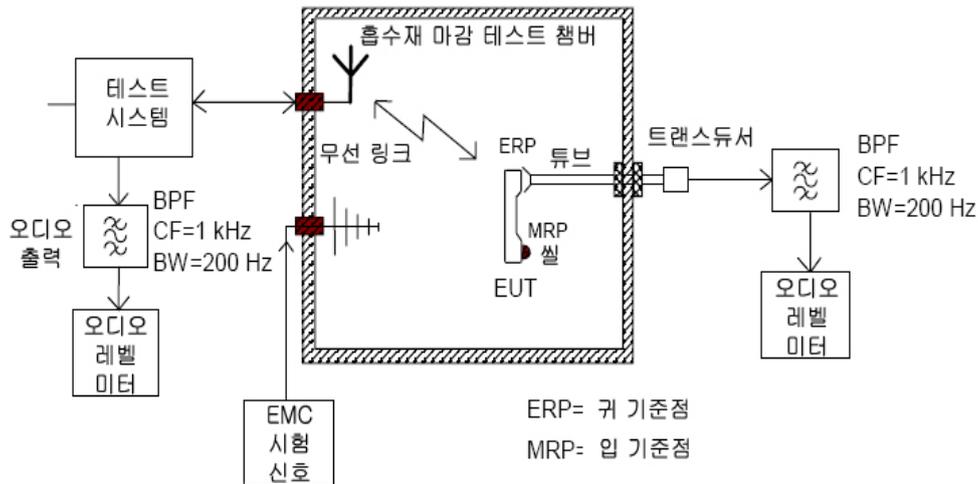
디지털코드없는 전화기의 전자파적합성 여부의 평가는 테스트 시스템을 이용하여 통신링크를 설정하는 방법과 실제 전기통신 운용회선 또는 전기통신 의사회로를 통해 통신링크를 설정하도록 하는 방법 중에 하나 또는 그 이상을 선택하여 시험을 진행토록 하였다.

사용자제어 기능 및 저장 데이터 손실 여부에 대한 평가는 일반적인 통신링크가 설정되도록 하여야 한다. 그리고 피시험기기의 저장 공간이나 메모리의 부분은 통상적인 사용 조건을 고려하여 이용되도록 하고, 통신링크가 유지되는지, 제어기능이 유지되는지, 저장된 사용자 정의 데이터가 손실되는지를 확인하여야 한다.

돌출음성은 아날로그 음성 회로를 갖춘 제품에 적용되며 연속적인 전자파 장애가 발생할 경우 아날로그 음성회로에 미치는 영향을 평가하는 것이다.

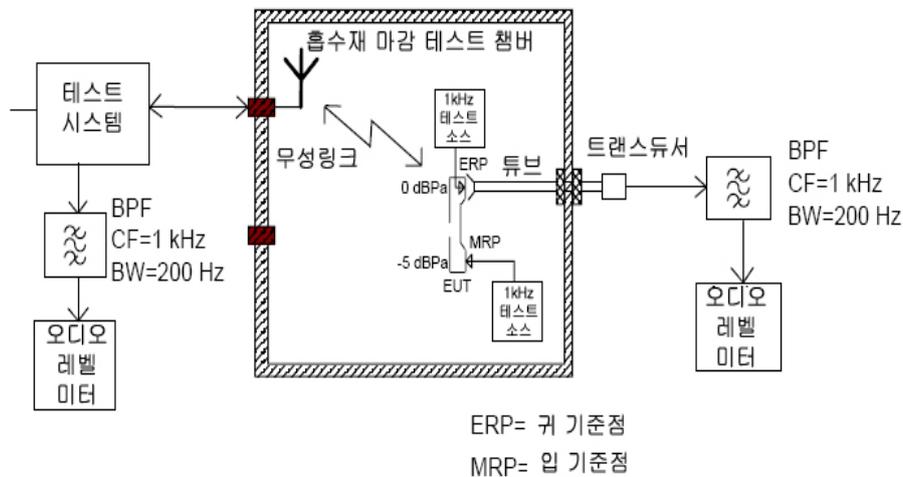
(1) 테스트 시스템을 이용한 돌출음성 평가절차

테스트 시스템을 이용하는 방법은 그림 2-4와 같이 테스트 시스템과 피시험기를 연결하고 음성 채널의 출력 신호의 레벨을 기록한다.



[그림 2-4] 테스트 시스템에 의한 돌출 음성 측정방법, 테스트 설정

휴대기기의 음성수신 특성은 스피커 및 수화 유닛 등에서 발생하는 음향을 변환기에 연결하고 음압레벨 측정기를 이용하여 음성 출력신호의 레벨을 측정한다. 이때 음성수신 및 송신 특성은 인위적인 음향이 입력되지 않은 상태에서 시험되도록 주의하여야 한다. 그림 2-4의 돌출 음성을 측정하기 전에 기준 레벨은 그림 2-5와 같이 시험되어야 한다.



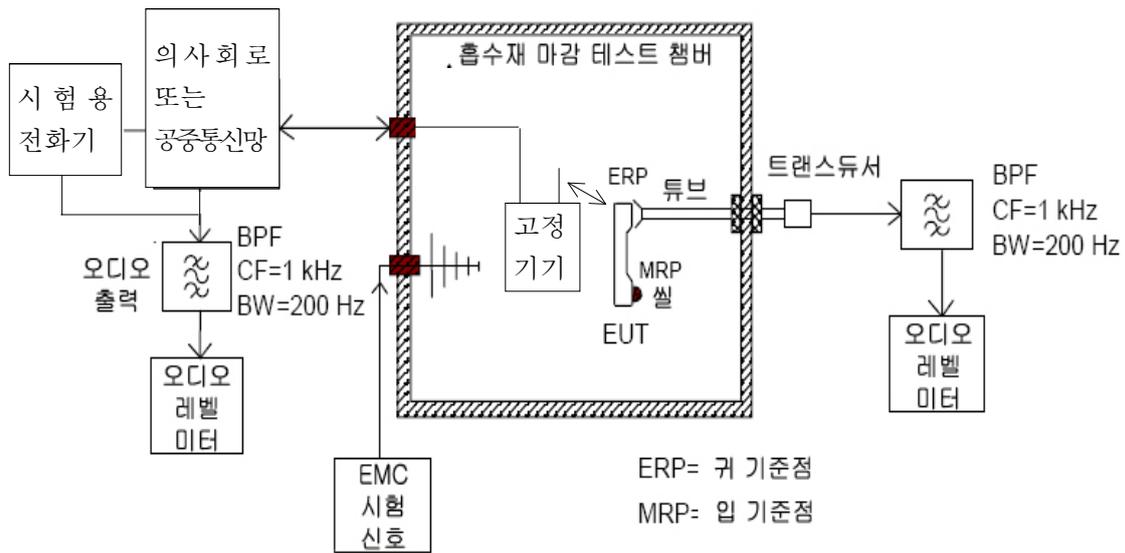
[그림 2-5] 테스트 시스템에 의한 돌출 음성 측정, 교정 설정

음성 수신부분 무선 휴대기기의 경우 음성 출력 신호의 기준 레벨은 수신기의 귀 기준점에 주파수 1kHz에서 0dBPa 또는 동등 수준의 신호를 입력하여 측정한 값이다. 음성 송신부분 무선 휴대기기의 경우 음성 출력 신호의 기준 레벨은 입 기준점에서 1kHz에서 -5dBPa와 동등 수준의 신호를 입력하여 측정한 값으로 한다.

무선고정기기가 아날로그 음성회로를 포함하는 경우에도 휴대기기와 같은 방법으로 기준레벨과 신호레벨을 측정하여야 한다.

(2) 실제 전기통신 운용회선 및 의사회로를 이용하는 방법

휴대기기와 무선 고정기기가 하나의 시스템으로 구성되는 경우에는 휴대기기와 고정기기를 그림 2-6과 같이 배치하여 시험할 수 있으며, 휴대기기와 고정기기의 음성 채널의 출력 신호의 레벨은 다음과 같은 방법에 의해 확인하고 기록한다.

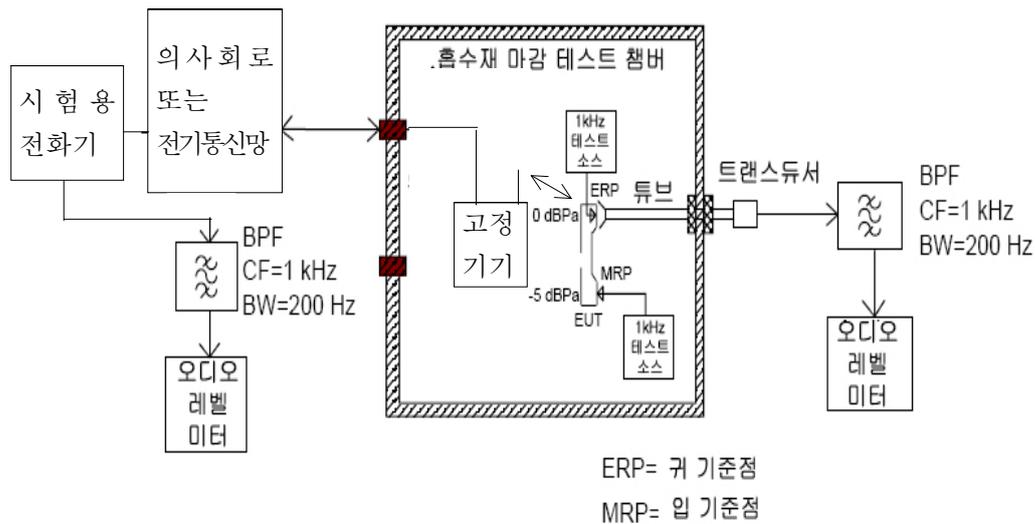


[그림 2-6] 의사회로 또는 공중통신망에 의한 돌출 음성 측정방법, 테스트 설정

- 휴대기와 무선 고정기는 실제 전기통신 운용회선, 의사회로 등을 통해 외부의 실제 전기통신 운용회선 또는 의사회로와 통신링크가 연결되도록 한다.
- 무선 휴대기 음성수신 특성은 스피커 및 수화 유니트 등에서 발생하는 음향을 변환기(Transducer)에 연결하고 음압레벨(SPL, Sound Pressure Level) 측정기를 이용하여 음성 출력신호의 레벨을 측정한다. 이 경우 변환기는 외부 잡음의 영향이 최소화 될 수 있도록 필요한 조치를 하여야 한다.
- 무선 휴대기의 음성송신 특성은 휴대기가 고정기를 통해 외부의 실제 전기통신망 또는 의사회로 종단에 시험용 전화기를 연결하거나 음성 신호를 검출할 수 있는 회로를 연결하여 통신링크가 유지되도록 하고 다음 중 하나 이상의 방법으로 음성 출력신호의 레벨을 측정한다. 이때 사용되는 시험용 전화기 및 음성 신호 검출회로는 잡음 특성 및 성능이 양호하여 시료의 전자파적합 시험에 영향을 주지 않도록 하여야 한다.
 - 시험용 전화기의 스피커 및 수화 유니트 등에서 발생하는 음향을 변환기에 연결하고 음압레벨 측정기를 이용하여 음성 출력신호의 레벨을 측정한다. 이 경우 변환기는 외부 잡음의 영향이 최소화 될 수

- 있도록 필요한 조치를 하여야 한다.
- 시험용 전화기의 스피커 및 수화 유니트의 단자를 직접 음압레벨 측정기에 연결하고 음성 출력신호의 레벨을 측정한다.
 - 실제 전기통신망 또는 모의 의사회로에 부가적으로 시험용 전화기를 대신할 수 있는 음성 출력단자를 연결하는 경우는 음성 출력단자에서 음압레벨 측정기에 연결하고 음성 출력신호의 레벨을 측정한다.
- 음성수신 및 송신 특성은 인위적인 음향이 입력되지 않은 상태에서 시험하여야 한다.

시험을 진행하기 전에 음성 출력 신호의 기준 레벨은 시험설비를 이용하여 그림 2-7과 같이 배치하여 기록한다.



[그림 2-7] 의사회로 또는 공중통신망에 의한 돌출 음성 측정, 교정 설정

음성 수신부분이 있는 무선 휴대기기의 경우 음성 출력 신호의 기준 레벨은 수신기의 귀 기준점에 1 kHz 에서 0 dBPa 또는 동등 수준의 신호를 입력하여 측정하여야 한다. 음성 송신부분이 있는 무선 휴대기기의 경우 음성 출력 신호의 기준 레벨은 입 기준점에서 1 kHz에서 -5 dBPa와 동등 수준의 신호를 입력한다. 그리고 시험용 전화기의 스피커 및 수화 유니트 등에서 발생하는 음향을 변환기에 연결하고 음압레벨 측정기를 이용하는 방법, 스피커 및 수화 유니트의 단자를 직접 음압레벨 측정기에 연결하는 방법,

시험용 전화기를 대신할 수 있는 음성 출력단자를 직접 음압레벨 측정기에 연결하는 방법 중 하나 이상을 선택하여 음성 출력 신호의 기준 레벨을 측정한다.

아날로그 음성 회로가 포함된 무선 고정기기(CFP : Cordless Fixed Part)의 경우와 아날로그 음성 회로를 포함하는 다른 장치의 응용인 경우에도 기준 레벨은 휴대기기와 같은 방법으로 배치하고 기준레벨과 신호 레벨을 측정하여야 한다.

바. 성능평가 기준

o 송수신기의 연속현상에 대한 성능평가 기준

아날로그 음성회로가 포함된 장치에 대해서는 음성출력 신호의 레벨이 시험전에 기록한 기준레벨보다 최소 35dB 이상 낮은지 여부를 시험한다. 데이터 신호를 송수신하는 것은 비트에러 비율이 1×10^{-3} 혹은 그 이상인지 확인한다.

정전기방전 시험에 대한 성능평가는 정전기방전 신호 인가시 순간적으로 발생하는 음성 신호의 왜곡, 비트에러의 저하는 평가에서 제외한다. 이는 정전기 방전시 순간적으로 발생하는 성능저하는 인정한다는 의미이다. 그러나, 통신링크는 유지되고 오동작 등은 발생하지 않아야 한다.

내성 시험이 종료된 후에는 사용자 제어기능, 저장된 데이터, 통신링크 등이 정상적으로 동작하여야 한다.

o 송수신기에 인가된 과도현상에 대한 성능 평가 기준

개별적인 노출 시험이 종료된 후 피시험기기는 사용자가 인지할 만한 통신링크의 손실없이 연속적으로 작동하여야 한다. 피시험기기가 개별 기기로 이루어져 있는 시스템의 경우 개별 기기에 대한 개별 노출을 각각에 대해 진행하고, 전체시험이 종료되었을 때 피시험기기는 제작사가 제시한 사용자 제어 기능이나 저장 데이터가 손실되는 일이 없이 연속 작동하여야 하며 통신 링크도 유지되어야 한다.

피시험기기가 송신 기능을 갖춘 경우에는 대기 모드 상태로 시험을 반복 진행하여 원하지 않는 송신 동작이 발생하지 않음을 보여야 한다.

3. 생활무전기 EMC 시험방법

가. 일반적 조건

생활무전기는 무선설비규칙 제96조 제1항과 제2항에 의한 27MHz과 400MHz 주파수 대역의 전파를 사용하는 생활무선국용 무선설비를 의미하며 이에 대한 EMC 시험방법을 규정하는 것을 목적으로 한다. 이번 연구를 통해 생활무전기에 대한 EMC 시험방법은 전자파 장애방지 시험방법 및 전자파보호 시험방법 별표 8-6으로 각각 정하였다. 시험방법의 주요내용은 전자파 장애방지사험과 전자파 내성시험으로 구분하여 규정된다. 무선기기 EMC 시험방법에서는 전파법령에 의한 무선설비규칙에서 정하고 있는 전력, 스프리어스, 대역폭 등 형식등록을 위해 측정하는 시험은 중복 측정이 될 우려가 있으므로 EMC 시험에서는 제외하였다.

나. EMC 시험을 위한 송수신 신호의 설정

전자파 적합성(EMC) 시험의 경우 생활무전기는 하나의 주파수에서 작동하여야 하며, 이는 제조자가 제공한 스위칭 범위의 중간정도의 채널 주파수에서 이루어져야 한다. 송신모드에서 생활무선 대역 무선 송신기의 전자파 적합성(EMC) 방사 측정에 대해서는 수신기가 최대 송신 출력조건이 되도록 운용되어야 한다. 생활무선 대역 무선 송신기의 내성 시험시 송신기는 최대 무선 주파수 출력에서 운용되거나, 제시된 열적인 한계(thermal limitations) 전력레벨보다 -6 dB 이내에서 운용되어야 한다. 송신기는 일반 시험용 변조 신호로 변조하여야 한다. 수신기의 내성 시험의 경우, 수신기에 연결되는 입력신호는 일반 시험용 신호 변조 방식으로 변조한다.

일체형 안테나 생활무전기의 입력 신호는 통신 링크를 설정하고 성능 평가 기준을 만족하여 정상적으로 동작시키기 위해 필요한 최소레벨보다 40dB를 초과한 값이어야 한다.

다. 배제대역 및 협대역 응답

생활무전기 수신기의 배제대역은 방사성 무선주파수를 이용한 내성시험이 실시되지 않는 주파수 대역을 의미한다. 배제대역은 무선설비규칙 제96조 제1항 및 제2항의 주파수 대역에 상한 및 하한 주파수대역에서 중심주파수의 5%를 더하거나 빼 대역까지로 설정하였다. 송신기의 배제대역은 송신기의 공칭 동작 주파수에서 ± 25 kHz로 하였다.

스프리어스 응답과 같이 알려진 협대역 응답 주파수에 대한 내성 시험은 실시하지 않는다.

라. 정상시험 변조

각도 변조 생활무선 대역 무선기기는 아날로그 음성이 수신기에 수신되는 신호가 공칭 주파수에서 1kHz 정현파 주파수로 변조되어야 한다. 송신기도 1kHz 정현파 주파수로 변조되어야 한다. 또한 무선설비규칙 제96조 규정에 적합한 송신장치 조건에 적합하여야 한다. 비음성의 경우에는 수신기 희망 RF 입력 신호를 수신기의 공칭주파수로 맞추어져야 하며 정상 변조하여야 한다. 변조 신호 생성기는 연속 데이터 스트림 또는 반복 메시지를 생성할 수 있어야 하고 비트에러비율 또는 메시지 허용의 반복 판독 측정이 가능하여야 한다.

DBS 또는 SSB 변조된 생활무선 대역 무선기기의 아날로그 음성은 1kHz의 정현파 음성 주파수로 변조하여야 한다. 송신기는 최대 침투 RF 출력전력의 60%로 설정되어야 한다. 비음성의 경우에는 수신기의 공칭주파수로 맞추어져야 하며 정상운용신호 연속 데이터 스트림 또는 반복 메시지를 생성하고 수신기는 연속 데이터 스트림의 비트 에러 비율 또는 메시지 허용의 반복 판독 측정이 가능하여야 한다.

마. 성능평가 기준

생활무전기는 일체형 안테나 생활무선기와 비일체형 안테나 생활무선기로 나누어 성능평가 기준을 정하였으며 평가기준은 표 2-10과 2-11과 같다.

[표 2-10] 비일체형 안테나 생활무전기의 성능 평가 기준

시험중	시험후	기준
<p>의도된 작동 성능 저하(주1 참조). 1차 사용자 기능 또는 저장 데이터의 손실 없음. 비의도된 RF 송신 없음.</p>	<p>의도된 작동 성능 저하 없음 (주2 참조). 기능 손실 없음. 저장 데이터 손실 없음.</p>	A
<p>기능 손실(한 개 이상) 비의도된 RF 송신 없음. 1차 사용자 기능 또는 저장 데이터의 손실 없음</p>	<p>의도된 작동 성능 저하 없음(주2 참조). 손실된 기능의 자가 회복 가능</p>	B
<p>기능 (한 개 이상) 또는 사용자 데 이터 손실. 비의도된 RF 송신 없음.</p>	<p>의도된 작동. 성능 저하 없음(주2 참조). 조작기에 의한 손실된 기능의 회복, 자동적으로나 사용자 제 어 작동에 의한 기능 회복 (제조사 선언에 따름).</p>	C
<p>주1 : 외장형 안테나 생활무전기의 경우, 시험 동안의 성능 저하는 허용 가능한 성능 저하로 규정되어 있다(6.1.2 항 참조). 허용 가능한 성능 저하는 제조 자에 의해 규정되어 있지 않다면, 제품 설명서와 문서(전단지나 광고지 포 함) 및 사용자가 합리적으로 정상 사용할 때 기대할 수 있는 것들로부터 유추할 수 있다.</p> <p>주2 : 이 시험 후 성능 저하가 일어나지 않았다는 것은 본래 목적대로 사용할 때 는 제조자가 명시한 최소 성능 레벨 이하로 성능이 저하되지 않는다는 것 을 의미한다. 일부의 경우 명시된 최소 성능 레벨은 허용 가능한 성능 저 하 수준으로 대체 될 수도 있다. 시험 후, 실제 운용 데이터나 사용자 회수 가능 데이터의 변경은 허용되지 않는다. 만약 제조자가 최소 성능 레벨 또 는 허용 가능한 성능 저하를 규정하지 않는다면, 제품 설명서와 문서(전단 지나 광고지 포함) 및 사용자가 합리적으로 정상 사용할 때 기대할 수 있 는 것들로부터 유추할 수 있다.</p>		

[표 2-11] 일체형 안테나 생활무선 대역 기기를 위한 성능 평가 기준

시험중	시험후	기준
기능 손실(한 개 이상). 비의도된 RF 송신 없음. 비의도된 기능 없음.	의도된 작동 손실된 기능의 자가 회복 가능 (주 참조).	A, B
기능 손실(한 개 이상). 비의도된 RF 송신 없음. 비의도된 기능 없음.	정상작동 성능 저하 없음(주 참조). 조작기에 의한 손실된 기능의 회복, 자동적으로나 사용자 제어 작동에 의한 기능 회복 (제조사 선언에 따름).	C
<p>주: 일체형안테나 생활무선 대역 기기의 경우, 시험 후 성능 저하가 일어나지 않았다는 것은 본래 목적대로 사용할 때는 제조자가 명시한 최소 성능 레벨 이하로 성능이 저하되지 않는다는 것을 의미한다. 일부의 경우 제시된 최소 성능 레벨은 허용 가능한 성능 저하 수준으로 대체 될 수도 있다. 시험 후, 실제 운용 데이터나 사용자 회수 가능 데이터의 변경은 허용되지 않는다. 만약 제조자가 최소 성능 레벨 또는 허용 가능한 성능 저하를 규정하지 않는다면, 제품 설명서와 문서(전단지나 광고지 포함) 및 사용자가 합리적으로 정상 사용할 때 기대할 수 있는 것들로부터 유추할 수 있다.</p>		

표 2-10과 2-11에서 의미하는 성능평가 기준은 다음과 같다.

- 성능 평가 기준 A : 연속 현상에 대한 내성 시험 기준
- 성능 평가 기준 B : 과도 현상과 순간 전압강하에 대한 내성 시험 기준
- 성능 평가 기준 C : 전원 차단 및 특정 시간을 초과하는 전압강하(장시간 전압강하)에 대한 내성 시험 기준

○ 연속 현상을 위한 성능평가 기준 A

비일체형 안테나의 생활무선기는 전자파적합성 노출중 음성기기의 경우 SINAD 비가 12dB보다 낮지 않아야 한다. 비음성의 경우는 메시지 5개중 4개 또는 송신된 기호의 80%가 정확히 수신되어야 한다. 피시험기기는 1차 및 2차 사용자 기능의 손실 또는 저장된 데이터 손실 없이 정상 작동하여야 하며, 시험동안 통신링크가 유지되어야 한다. 정전기방전 시험이 진행되는 동안

통신링크는 유지되어야 하나, 정전기방전 시험시 순간적으로 발생하는 음성 왜곡, 비트 에러 등 성능저하는 평가에서 제외하였다.

일체형 안테나의 생활무전기는 전자파적합성 노출중 통신링크의 손실이 없는지 여부로 평가한다. 전자파적합성 노출후에는 의도된 작동이 되어야 하며 손실된 기능의 자가 회복 가능성이 작동하여야 한다.

○ 과도현상과 순간 전압강하에 대한 성능평가기준 B

성능 평가 기준 B는 과도현상 및 0.5주기 동안 공급 전압의 30 % 감소에 상응하는 순간 전압강하에 적용해야 한다.

비일체형 안테나 생활무전기는 전자파 적합성(EMC) 노출 이후 각각의 전자파 적합성(EMC) 노출한 후에 생활무선 대역 기기는 통신 링크의 사용자 인식이 불가능한 손실 없이 작동해야 한다. 일련의 개별 노출을 포함하는 전체 시험을 종료한 후에, 피시험기기는 제조자가 제시한 1차 및 2차 사용자 기능과 저장된 데이터의 손실 등이 없이 정상 작동하여야 하며, 통신 링크는 유지되어 있어야 한다.

일체형안테나 생활무전기는 전자파 적합성(EMC) 노출 이후 시험 동안 통신 링크가 손실되었다면, 시험 동안 손실되었던 1차 및 2차 사용자 기능은 사용자 제어 및 리셋 기능을 작동하여 회복이 가능하여야 한다.

○ 장시간 전압강하나 정전에 적용되는 생활무선 대역 무선기기 성능 평가 기준 C

성능 평가 기준 C는 전압 차단 및 6주기 동안 공급 전압의 60 % 감소에 상응하는 장시간의 전압강하에 적용해야 한다.

모든 범주의 생활무전기는 전자파 적합성(EMC) 노출중에 통신 링크를 손실될 수 있으며 한 개 이상의 기능 및 저장된 사용자 데이터가 손실될 수 있다. 또한 시험 중과 후에 비정상적인 송신이 발생하지 않아야 한다.

전자파 적합성(EMC) 노출 이후는 통신 링크는 자동적으로나 제조자가 제시한 사용자 제어 작동에 의해 회복할 수 있어야 한다. 또한 음성 품질 레벨은 제조자가 규정한 수준 이하로 떨어지지 않아야 하며 디지털 처리량은 공칭 값이 되어야 한다.

4. 간이무선국 EMC 시험방법

가. 일반적 조건

간이무선국은 무선설비규칙 제95조 제1항 및 제2항에 의한 146MHz 주파수 대역, 222MHz 주파수대역, 423MHz 주파수대역 및 444MHz 주파수대역의 주파수 지정 방식 간이무선국과 422MHz 주파수대역 및 423MHz 주파수대역의 주파수 공용방식을 사용하는 무선국을 의미하며 이에 대한 EMC 시험방법을 규정하는 것을 목적으로 한다. 이번 연구를 통해 간이무선국에 대한 EMC 시험방법은 전자파 장해방지 시험방법 및 전자파보호 시험방법 별표 8-7으로 각각 정하였다. 시험방법의 주요내용은 전자파 장해방지 시험과 전자파 내성 시험으로 구분하여 규정된다. 무선기기 EMC 시험방법에서는 전파법령에 의한 무선설비규칙에서 정하고 있는 전력, 스프리어스, 대역폭 등 형식등록을 위해 측정하는 시험은 중복 측정이 될 우려가 있으므로 EMC 시험에서는 제외하였다.

나. EMC 시험을 위한 송수신 신호의 설정

송신기 시험을 위한 출력은 최대 정격 RF 전력으로 설정한다. 송신기는 중심주파수 및 정격 출력으로 작동하고 일반 시험용 변조신호로 변조하여야 한다.

수신기 입력신호는 성능평가 기준을 만족하는 수신기 성능을 얻기 위하여 필요한 최소 RF 레벨보다 약 40dB 정도 높게 설정되어야 한다. 여기서 성능평가 기준은 내성 시험시 요구되는 성능평가 기준 또는 제조사가 보장하는 성능기준 등이 적용될 수 있다.

다. 배제대역 및 협대역 응답

수신기와 송수신기의 수신기의 배제대역은 제작사 제시한 운용범위 (스위칭 범위)를 다음과 같이 확장하여 결정한다.

- 배제 대역의 하한 주파수는 스위칭 범위 하한 주파수로서 운용범위 (스위칭 범위)의 중심 주파수의 -5 % 또는 중심 주파수에서 -10 MHz 주파수 중에 낮은 주파수를 사용한다.
- 배제 대역의 상한은 운용범위의 상한에서 운용범위(스위칭 범위)의 중심 주파수에서 +5 % 또는 중심 주파수에서 10 MHz를 더하여 얻은 값들 중 높은 주파수를 사용한다.

송신기의 배제 대역은 송신기의 공칭 동작 주파수에서 ± 25 kHz로 한다. 스프리어스 응답과 같이 알려진 협대역 응답 주파수에 대한 내성 시험은 실시하지 않는다.

라. 정상시험 변조

- 아날로그 음성을 송수신하는 각도 변조기기
 - 수신기에 입력되는 신호발생기의 주파수를 시험주파수로 설정하고 1 000 Hz의 정현파로 최대주파수 편이의 70 % 변조상태로 한다.
 - 송신기에의 경우는 피측정기기를 1 000 Hz의 정현파 신호에 의해 70% 변조상태에서 작동시킨다.
- 아날로그 음성을 송수신하는 각도변조가 아닌 변조기기
 - 수신기에 입력되는 신호는 음성 주파수 1 000 Hz 정현파를 정상 작동하는 적절한 방법으로 변조하여 수신기의 공칭주파수로 설정한다.
 - 피시험기기의 송신기는 정상 작동을 대표하는 음성 주파수 1 000 Hz 정현파형으로 적절히 변조한 공칭 주파수로 설정하여야 한다.
- 디지털 음성기기
 - 수신기에 입력되는 신호는 제작사에서 해당 무선기기 제품의 지정 표준에 따라 일반 작동 상태를 대표하는 것으로 규정한 시험 신호로 변조한 공칭주파수로 설정하여야 한다.
 - 송신기는 제작사에서 해당 무선기기 제품의 지정 표준에 따라 일반 작동 상태를 대표하는 것으로 규정한 시험 신호로 변조한 공칭 주파수로 변조하여야 한다.

○ 비음성 기기의 경우(데이터, 특정 응답, 등)

- 수신기의 입력 신호는 제조사에서 해당 무선기기 제품의 지정 표준에 따라 일반 작동 상태를 대표하는 것으로 규정한 시험 신호로 변조한 공칭 주파수로 설정하여야 한다.
- 송신기는 제조사에서 해당 무선기기 제품의 지정 표준에 따라 일반 작동 상태를 대표하는 것으로 규정한 시험 신호로 변조한 공칭 주파수로 설정하여야 한다.
- 시험 신호 발생기(변조)는 연속 데이터 흐름이나 반복 메시지를 생성할 수 있어야 한다.
- 시험 신호 수신기(복조기)는 연속 데이터 흐름의 비트 에러 비율의 측정과 메시지 수신 내용의 반복 판독이 가능하여야 한다.

마. 성능평가 기준

○ 송신기에 인가된 연속적 현상(CT)에 대한 성능 평가기준

음성기기에 대한 오디오 신호의 왜곡은 시험 신호에 각각이 노출된 상태에서 측정하여야 하고, 300 Hz부터 3 kHz 까지 3dB 대역폭의 특성을 가지는 1차 대역통과 필터에 의해 결정되는 후단 검파 대역폭으로 측정했을 때 25%를 초과하지 않아야 한다. 이때 오디오 신호는 가중필터(소포메틱 필터 등)를 사용하지 않고 측정한다.

연속 비트 스트림으로 측정할 수 있는 장치에서는 비트 에러 비율이 1×10^{-2} 를 초과하지 않아야 한다. 기타 비음성 기기의 경우에는 메시지 5개중 4개가 수신되거나 전송된 기호(symbol)의 80%가 정확히 수신되어야 한다.

피시험기기는 시험을 종료할 때에도 사용자 기능이나 저장 데이터가 손실되는 일이 없이 설계된 대로 작동하여야 하고 시험 중에는 통신 링크가 유지되어야 한다.

피시험기기가 송신기 기능만을 가지고 있고 대기 모드에서 동작 될 수 있다면, 의도하지 않은 전송이 발생되지 않는 것을 확실히 하기 위하여 대기 모드에서 피시험기기를 반복 시험해야 한다.

○ 송신기에 인가된 과도현상에 대한 성능 평가기준(TT)

각 시험조건에 노출된 이후 피시험기기는 사용자가 인지할 수 있는 통신

링크의 손실이 없이 작동하여야 한다. 피시험기기에 대한 각개 노출 시험 전체가 종료된 이후 피시험기기는 어떠한 1차적, 2차적인 사용자 기능이나 저장된 데이터의 손실 없이 제조사에서 제시한 대로 정상 작동해야 하며, 통신링크가 유지되어야 한다.

피시험기기가 송신기 기능만을 가지고 있고 대기모드에서 동작 될 수 있다면, 의도하지 않은 전송이 발생되지 않는 것을 확실히 하기 위하여 대기 모드에서 피시험기기를 반복 시험하여야 한다.

○ 수신기에 인가된 연속적 현상(CR)에 대한 성능평가 기준

음성기기에 대한 오디오 신호의 왜곡은 시험 신호에 각각이 노출된 상태에서 측정하여야 하고, 300 Hz부터 3 kHz까지 3dB대역폭의 특성을 가지는 1차 대역통과 필터에 의해 결정되는 후단 검파 대역폭으로 측정했을 때 25%를 초과하지 않아야 한다. 이때 오디오 신호는 가중필터(소포메틱 필터 등)를 사용하지 않고 측정한다.

연속 비트 스트림으로 측정할 수 있는 장치에서는 비트 에러 비율이 1×10^{-2} 를 초과하지 않아야 한다. 기타 비음성 기기의 경우에는 메시지 5개중 4개가 수신되거나 전송된 기호의 80%가 정확히 수신되어야 한다.

피시험기기는 시험을 종료할 때에도 사용자 기능이나 저장 데이터가 손실되는 일이 없이 제작된 대로 작동하여야 하고 시험 중에는 통신 링크가 유지되어야 한다.

피시험기기가 송신기뿐인 기기인 경우, 피시험기기는 시험 도중의 어떠한 상황에서도 의도하지 않은 송신이 발생하지 않아야 한다.

○ 수신기에 인가된 과도현상(TR)에 대한 성능평가 기준

각 시험조건에 노출된 이후 피시험기기는 사용자가 인지할 수 있는 통신 링크의 손실이 없이 작동하여야 한다.

피시험기기에 대한 각개 노출 시험 전체가 종료된 이후 피시험기기는 어떠한 1차적, 2차적인 사용자기능이나 저장된 데이터의 손실 없이 제조사에서 제시한 대로 정상 작동해야 하며, 통신링크가 유지되어야 한다.

피시험기기가 송수신기인 경우, 피시험기기는 시험 도중의 어떤 상황에서도 의도하지 않은 송신이 발생하지 않아야 한다.

○ 정전기방전 시험에 대한 성능평가 기준

정전기방전 시험이 진행되는 동안 무선기기는 통신링크가 유지되어야 하고 오동작 등이 발생하여서는 아니 된다. 다만, 정전기방전 신호 인가시 순간적으로 발생하는 음성 신호의 왜곡, 비트 에러의 저하는 평가에서 제외한다. 피시험기기는 시험 도중의 어떤 상황에서도 의도하지 않은 송신이 발생하지 않아야 한다.

제3장 기가헤르츠 대역 EMI 시험방법 연구

제1절 연구 배경

정보통신기술의 발달로 1GHz 이상의 무선주파수 사용이 증가함에 따라 무선통신서비스를 보호하기 위하여 EMI 시험방법이 1GHz에서 최대 18 GHz까지 확대 적용할 수 있도록 국제표준이 2007년에 주로 개정되었다. 국내 EMI 시험방법은 9개의 공통규격과 13개의 제품규격으로 구성되어 있으며, 기기시험에 대한 적용 주파수 범위는 30MHz ~ 1GHz 이하까지만 정해져 있어 GHz 이상의 EMI 시험방법은 미제정한 상태였다.

각 나라에서는 개정된 국제표준에 대하여 연구를 수행하고 있고 특히 유럽에서는 개정된 국제표준을 강제적용할 예정이다. 1~18 GHz 대역에서 적용할 수 있는 측정기기 국제 규격(CISPR 16-1-1[3])이 2007년 10월에 개정되었으며 유럽은 국제규격과 동일한 EN 55016-1-1[4]를 2011년 2월부터 강제 적용할 예정이며, 또한 1~18 GHz EMI 시험장 평가방법(CISPR 16-1-4[5]) 규격은 2007년 2월에 개정되었으며 유럽(EN 55016-1-4[6])은 2010년 6월부터 강제 적용될 것이다.

특히 방송통신기기인 정보기기류에 대한 EMI 기준(CISPR 22[7])의 측정상한 주파수가 2005년에 기존 1GHz에서 6GHz로 상향 조정되었다. 유럽의 경우 동일한 규격(EN 55022[8])은 2010년 10월부터 강제 적용할 예정이며, 일본 VCCI는 동 규격을 2010년 4월부터 적용할 계획이며 1~18 GHz EMI 시험장 평가방법도 함께 적용할 것으로 보인다[9].

우리나라도 이러한 국제 추세에 맞추어 기가헤르츠 대역의 EMI 시험방법을 연구할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 기가헤르츠 대역 전자파장해방지 측정기구와 시험장 평가방법에 대해 검토하였고 기가헤르츠 대역 EMI 시험장 평가방법에 대한 검증 측정을 실시하여 측정결과를 분석하였다.

분석결과를 토대로 하여 기가헤르츠 대역에서 적용할 수 있는 공통시험방법 초안을 작성하였고 『전자파장해방지 시험방법』 별표1-1(KN16-1-1)과 별표1-4(KN16-1-4)의 개정안을 마련하였다. EMC 기준전문위원회 심의 및 전자공청회 의견수렴을 거쳐 개정안을 해당 시험방법에 포함시키고 최종적으로 공고하였다.

제2절 기가헤르츠 대역 전자파장해방지 측정기구

전자파장해방지 및 내성 측정기구에 대한 규정은 전파연구소공고 『전자파장해방지 시험방법』 제3조제1항의 별표1-1[KN 16-1-1: 전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-1 : 전자파장해 및 내성 측정기구-측정기구]에서 정의되었다. 기존 KN 16-1-1은 CISPR 16-1-1의 2003년 11월을 참조하였고 1GHz이하에서 운용되는 전자파장해방지 및 내성 측정기구에 대한 규격만을 정의하였다. 향후 정보기기류 등 EMC 기준 및 시험방법 도입에 따른 1 GHz 이상 기가헤르츠 대역에서 운용되는 EMI 수신기 등의 EMC 측정기구에 대한 규격이 필요함에 따라 CISPR 16-1-1 2007년 10월판을 참조하여 기가헤르츠 대역 EMC 측정기구 규격을 도입하였다. 이를 통해 KN 16-1-1을 개정안을 마련 공고(2008.12.16.)하였고, 주요개정사항은 다음과 같다.

1. 1~18 GHz 대역 전자파장해 측정용 수신기 요구 성능 규정

준침두치 측정수신기는 기존 KN 16-1-1(2008.5.21. 공고)과 마찬가지로 9kHz~1GHz에서만 적용할 수 있다. 임펄스성 장애 또는 펄스 변조 장애 측정에 사용되는 침두치 측정수신기 및 평균치 측정수신기에 대해서는 1~18GHz 대역의 수신기 조건(입력 임피던스, 요구 대역폭, 충전/방전시정수비, 정현파 전압의 정확도, 펄스에 대한 응답, 선택도 등)이 추가 규정되었다.

2. 광대역 방사성 장애 측정을 위한 새로운 측정수신기 도입

9kHz~18GHz 대역에서 광대역 방사성 장애 측정을 용이하기 위해 기존 실효치(RMS) 측정 수신기를 삭제하고 실효-평균치(RMS_Average) 측정수신기를 도입하였고 이에 대한 수신기 조건이 명시되었다. 현재 EMI 국제기준은 주로 준침두치, 침두치, 평균치를 적용하고 있으나 향후 CISPR에서 제정 논의되고 있는 멀티미디어 기기 EMI 기준에서는 실효평균치를 사용하려고 있으므로 이에 대비할 필요성이 있다.

실효평균치 수신기는 실효치 검파기(코너 주파수 f_c 이상의 펄스 반복 주파수에 대한 것)와 평균치 검파기(코너 주파수 f_c 이하의 펄스 반복 주파수에

대한 것)를 조합한 가중 검파기를 사용하므로, 코너 주파수 이상에서 10 dB/decade 및 코너 주파수 이하에서 20 dB/decade의 특성을 갖는 펄스 응답 곡선을 얻는다. 가중 특성은 특정한 전파 통신 장치에 장애가 일정한 영향을 미치는 동안에, 즉 장애가 전파통신장치 자체에 의해 가중되는 동안 침투 전압 레벨을 펄스반복 주파수 함수로 나타낸 것을 말한다. “코너 주파수”는 펄스반복 주파수로, 그 위에서는 실효평균치 검파기가 실효치 검파기처럼 작동하며 그 아래에서는 선형 평균 검파기의 기울기를 갖는다.

3. 1-18GHz 진폭확률분포(APD) 측정기능을 구비한 측정수신기 도입

장애에 대한 진폭 확률 분포(Amplitude Probability Density)는 “장애 진폭이 규정 레벨을 초과하는 시간 확률”의 누적 분포로 정의한다.

APD는 RF 측정 수신기 또는 스펙트럼 분석기 회로의 포락선 검파기 출력에서 측정할 수 있다. 장애 진폭은 수신기 입력에서 전자기장 강도나 전압으로 표현되어야 한다. APD 측정은 고정된 주파수에서 실시하는 것이 일반적이다. APD 측정 기능은 측정기기의 별도 기능이 되며, 측정기에 부착되거나 내장될 수 있다. APD 측정 기능은 비교기와 계수기를 사용하는 방식을 구현할 수 있다. 이 장비는 미리 정해진 일련의 진폭(즉, 전압) 레벨을 초과하는 확률을 결정한다. 레벨 수는 비교기 수와 같다. 또 다른 방법은 아날로그-디지털 변환기, 논리 회로, 메모리를 사용하는 것이다. 이 장비들은 미리 정해진 일련의 진폭 레벨에 대한 APD 수치를 제공할 수도 있다. 레벨 수는 아날로그-디지털 변환기의 분해능에 따라 달라진다.

디지털 통신 시스템에 장애를 일으킬 수 있는 가능성을 측정해야 할 경우에 앞서 기술한 기능을 이용하는 APD 측정은 제품 또는 제품군에 적용할 수 있으나 현재 적용하는 EMI 기준은 없다.

4. 기타 변경 사항

기존의 스펙트럼 분석기 및 스캐닝 수신기, 가청주파수 전압계 등에 대한 규격이 삭제되었다. 단, 스펙트럼 분석기를 전자파 적합여부 판정에 사용할 경우, 각각 EMI 수신기 요구 조건을 충족한다면, 이를 사용할 수 있다.

제3절 기가헤르츠 대역 EMI 시험장 규격 및 평가방법

EMI 시험장에 대한 규정은 전파연구소공고 『전자파장해방지 시험방법』 제3조제1항의 별표1-4[KN 16-1-4: 전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정 1-4 : 전자파장해 및 내성 측정기구-방사성 장해측정용 보조장비]에서 정의하였다. 기존 KN 16-1-4은 CISPR 16-1-4의 2003년 11월판을 참조하였고 1GHz이하에서 운용되는 EMI 시험장 규격 및 평가방법에 대해서만 기술하였다. 1GHz 이하 EMI 시험장은 NSA(Normalized Site Attenuation)법에 의해 평가되며, 주로 야외시험장(Open Area Test Site)을 적격한 시험장으로 간주한다. 다만, 주어진 NSA값을 만족한다면 접지면을 가진 반무반사실(Semi-Anechoic Chamber or Room)도 대응 시험장으로 쓰일 수 있다.

정보기기류를 비롯한 일부 EMC 제품규격에서는 1GHz 이상에서의 EMI 방사기준을 정하였고, CISPR 16-2-3[9] 국제규격(KN 16-2-3과 동일)에서는 1GHz 이상 대역의 표준 시험절차를 정하여 놓았다. 다만, 이를 시험할 수 있는 시험장 규격이나 시험장으로써 적격함을 판단하는 유효성 확인 절차는 규정되지 않았었다. 이에 CISPR는 각국의 EMC 전문가의 실험 검증 및 논의를 통해 1GHz 이상 시험장 평가방법을 정하였고 CISPR 16-1-4의 2007년 2월판의 제8장에서 이를 설명하고 있다.

본 연구에서는 CISPR 16-1-4 내용을 중심으로 기가헤르츠 대역 시험장 평가방법을 분석하였고 EMC 챔버에서 실제로 CISPR 16-1-4 시험장 평가방법을 수행 및 검증함으로써 시험장 규격 도입에 앞서 검토가 필요한 사항들을 파악하고자 하였다. 관련 시험방법 개정안은 2008년 12월 16일 공고되었다.

1. 기가헤르츠 대역 EMI 시험장 규격

기존 시험장은 자유공간 야외시험장(Free Space OATS)이어야 한다. 이때 반사파가 측정에 영향을 미치지 않도록 주의하여야 한다. 즉, 시험장은 무반사 조건을 갖추어야 한다. 자유공간 조건을 만들기 위해 전파흡수체를 사용하거나 피시험기기 높이를 올려야 한다. 완전무반사실이나 반무반사실이 시험장을 쓰일 수 있으나, 주파수 1~18 GHz 범위에서 측정에 사용하는 시험장(예: 완전무반사실)은 반사가 수신 신호에 미치는 영향을 최소화하도록

설계 하여야 한다. 시험장(예: 반무반사실)이 완전 무반사 조건을 갖도록 설계하지 않는다면, 금속성 접지면의 일부를 덮는 전파 흡수 재료를 사용해야 한다.

1-18 GHz 대역 전자파 장애 세기를 측정할 수 있는 EMI 시험장 평가방법으로써 시험장내에서 반사된 신호의 영향을 평가하기 위해 시험장 정재파비(Site VSWR, Site Voltage Standing Wave Ratio) 개념을 도입하였고 허용 기준은 아래 식(3.1)을 만족하여야 한다.

$$S_{VSWR} = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \leq \frac{1}{2} (\leq 6\text{dB}) \quad (3.1)$$

위 식(3.1)의 S_{VSWR} 은 아래 2~4항의 검증절차에 따라 측정한다.

2. 기가헤르츠대역 EMI 시험장의 검증에 관한 일반사항

시험장이 식(3.1)에 명시한 기준을 충족한다면 이 시험장은 1~18 GHz에서 방사성(복사성) 전자기장 측정에 적합한 것으로 본다. 다음의 4항에서는 이러한 시험장 유효성 확인 절차를 설명한다. EMI 시험을 하기 위하여 1 GHz에서부터 시험하고자 하는 목적의 최대 주파수까지의 범위에서 시험장 유효성 측정을 실시하여야 한다.

주파수 1~18 GHz 범위에서 측정에 사용하는 완전무반사실과 같은 시험장은 반사가 수신 신호에 미치는 영향을 최소화하도록 설계하여야 한다. 또한 완전무반사 조건을 갖도록 설계하지 않은 반무반사실과 같은 시험장은 아래에서 설명한 바와 같이 금속성 접지면의 일부를 덮는 흡수 재료를 사용해야 한다.

시험 체적의 범위가 설비의 도전성 바닥에서부터 피시험기기 위까지인 경우에는 주로 바닥 설치형 피시험기기의 설비사용이 일반적일 수 있으며, 필요에 따라서는 유효성 확인을 위해 시험 체적에 흡수체를 놓을 수도 있다. 접지면 위에 놓을 수 없는 바닥 설치형 장비의 시험을 실시하기 위해, 아래 30 cm 이하 시험 체적은 접지면에 놓은 흡수체에 의해 가려질 수 있다.

바닥 설치형 피시험기기의 방사 시험 중에는 피시험기기 인접 영역(밀면적)에서 즉, 피시험기기 밀면적을 10 cm 이하 둘러싼 영역에서 시험장 유효성 확인에 사용한 바닥 흡수체를 제거한다. 단, 바닥 설치형 장비를 시험하는 경우에는 지면에 가까이에서는 무반사 조건을 얻지 못할 수도 있다.

시험 체적이 흡수체 높이 위에 있는 설비에서는 탁상용 기기를 시험하는데 사용하는 설비에서처럼, 유효성 확인 및 장비 시험을 위하여 시험 체적 밑에 흡수체를 놓을 수 있다. 이때는 시험장 흡수체 구성과 송신/수신 안테나 위치를 나타낸 사진을 시험장 유효성 확인 보고서에 포함시켜야 한다.

시험장 유효성 확인은 시험장, 수신 안테나, 시험 거리(KN 16-2-3의 7.3.6.1항에서 설명), 접지면에 놓인 흡수 재료의 특정한 조합에 대하여 주어진 시험 체적을 평가하는 것이다. KN 16-2-3은 주파수 1~18 GHz 범위에서 시험할 때 적용하는 피시험기기(제품 규격) 측정 방법을 설명한다. S_{VSWR} 절차의 목적은 이 절차에 따라 평가할 때 시험 체적 내에 놓이는 임의 크기와 모양을 가진 피시험기기에서 일어날 수 있는 반사의 영향을 확인하는 것이다.

S_{VSWR} 은 직접(의도된) 신호와 반사 신호 간의 장애로 인해 발생된 최대 수신 신호 대 최소 수신 신호의 비로서 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$S_{VSWR} = \frac{E_{\max}}{E_{\min}} = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad (3.2)$$

여기에서 E_{\max} 와 E_{\min} 은 최대 수신 신호와 최소 수신 신호이며, V_{\max} 와 V_{\min} 은 수신을 위해 수신기나 스펙트럼 분석기를 사용할 때 측정된 해당 전압이다. dB을 사용할 때, $S_{VSWR,dB}$ 는 최대 수신 신호와 최소 수신 신호의 차로 간주할 수 있으며, 단위는 dBm, dB μ V, dB μ V/m이다. 이 경우에 S_{VSWR} 은 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} S_{VSWR,dB} &= 20 \log \left(\frac{V_{\max}}{V_{\min}} \right) = 20 \log \left(\frac{E_{\max}}{E_{\min}} \right) \\ &= V_{\max,dB} - V_{\min,dB} = E_{\max,dB} - E_{\min,dB} \end{aligned} \quad (3.3)$$

S_{VSWR} 또는 $S_{VSWR,dB}$ 값은 다음의 3~4항에서 설명한 일련의 6개점 측정에

대하여 각 주파수와 편파에서 얻은 최대 신호와 최소 신호로 개별적으로 산출된다.

3. 1~18GHz 대역 EMI 시험장 평가 절차에 필요한 요구조건

가. 안테나 요구조건

실제 피시험기에서 나오는 저지향성 안테나 이득 특성을 시뮬레이션할 수 있어야 하므로 다음의 특성을 필요로 한다. 제조자가 제공한 데이터를 사용하여 안테나 장비 요구조건이 충족되는지를 평가할 수도 있다.

수신 안테나는 선형 편파된 것이어야 하며, 피시험기기 전자파 장해 측정에 사용한 것과 유형이 동일해야 한다. 송신 안테나의 패턴 사양에 대한 0도 기준각은 안테나가 수신 안테나와 마주보는 각(개구부 평면 평행)이다. “기준방향”, B라고도 한다.

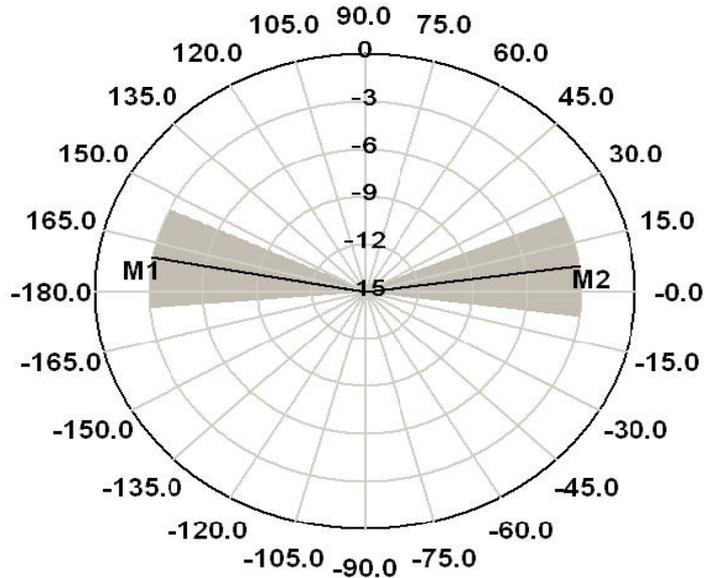
송신 안테나는 선형 편파된 것이어야 하며, 아래의 상세 특성을 지니며 다이폴과 유사한 복사 패턴을 가져야 한다. 주파수 스텝(step) 크기가 1 GHz 이하인 방사패턴 데이터를 이용할 수 있어야 한다.

(1) 송신 안테나의 E평면 방사 패턴

간단한 선형 편파를 갖는 E평면 방사 패턴은 가능한 많은 절단면(방위각 일정) 중 하나에서 측정할 수 있으나 패턴 측정에 필요한 절단면은 안테나 제조자가 선정하여 안테나 특성 보고서에 기재해야 한다. 대체적으로 커넥터와 케이블 부설을 포함한 평면을 선정한다. 방사패턴 특성은 그림 3-1의 요구조건 및 다음과 같은 사항을 만족하여야 한다.

- (a) 각 패턴의 오른쪽과 왼쪽에 대하여 주엽 방향을 선정한다. 이를 M이라 한다. M은 각각 $0^{\circ} \pm 15^{\circ}$ ~ $180^{\circ} \pm 15^{\circ}$ 사이에 있어야 한다.
- (b) 진폭이 $\pm 15^{\circ}$ 에 대하여 -3 dB 이하인 패턴의 양쪽에서 주엽 방향과 대칭인 “금지 영역”을 그린다.

(c) E평면 패턴이 금지 영역에 들어가서는 안된다.



E-plane "Forbidden Area"

[그림 3-1] 시험장 평가용 송신안테나 표준방사패턴(E면) 조건

(2) 송신 안테나의 H평면 복사 패턴

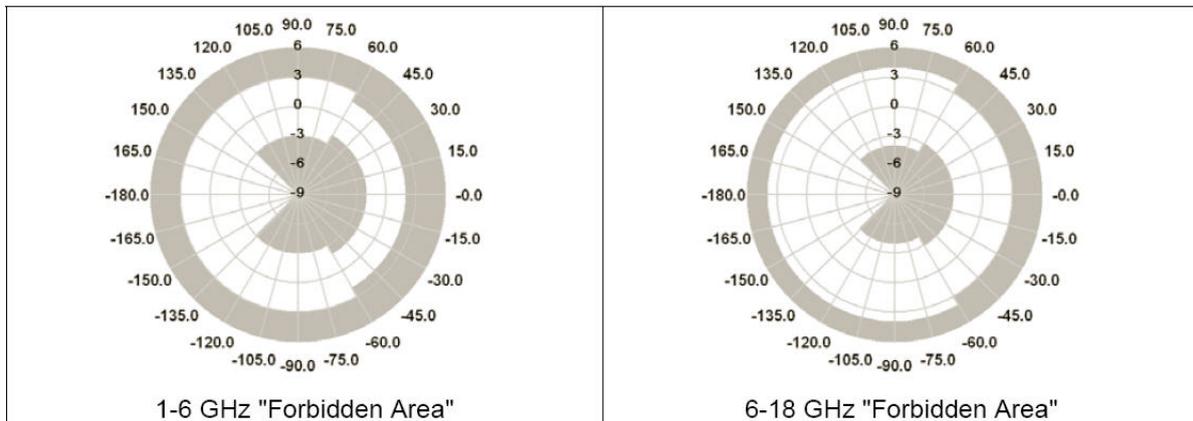
다이폴 안테나의 H면은 다이폴 중심을 가로지르는 다이폴 축과 직각을 이루는 평면이다. 이 평면에는 금속이나 광섬유 사용 여부에 따라 발룬, 입력 커넥터, 입력 케이블을 포함할 수 있다. 안테나 제조자는 안테나 시험 보고서에 급전 케이블과 커넥터 위치 등 방사 패턴을 측정하는데 사용한 시험 장치를 기재해야 한다.

- (a) $\pm 135^\circ$ 범위에서 방사 패턴 데이터(dB)의 평균을 구한다(0° 는 기준 방향각이다). 이 패턴 데이터의 최대 step 크기는 주파수 1~6 GHz 범위에서는 5° 이고, 6~18 GHz 범위에서는 1° 이다.
- (b) 이 패턴은 $\pm 135^\circ$ 의 평균치에서 다음 표3-1의 편차를 초과하지 않아야 한다.($\pm 135^\circ$ 사이의 평균값이 0dB기준으로 표3-1과 같은 값을 가져야 한다.)

H평면 패턴에 대한 하위 한계가 $\pm 135^\circ$ 밖에서 규정되지 않았지만, H평면 패턴은 $\pm 180^\circ$ 에서 0을 보이지 않고 전방향성을 보이는 것을 권고한다. $\pm 135^\circ$ 밖에서 H평면 패턴에 미치는 영향을 최소화하려면 급전 케이블과 안테나 기둥의 포설에 대하여 안테나 제조자가 제공한 지침을 따르는 것을 권고한다. 그림3-2는 H평면의 1-6GHz 대역과 6-18GHz 대역의 금지영역으로 방사패턴이 해당 금지영역에서 들어가서는 안된다.

[표 3-1] 시험장 평가용 송신안테나 표준방사패턴(H면) 상세 조건

각도 범위(H면)	1-6GHz	6-18GHz
$-60^\circ \dots \sim +60^\circ$	± 2 dB	± 3 dB
$-60^\circ \dots -135^\circ, +60^\circ \dots +135^\circ$	± 3 dB	± 4 dB
$-135^\circ \dots -180^\circ, +135^\circ \dots +180^\circ$	$< +3$ dB	$< +4$ dB



[그림 3-2] 시험장 평가용 송신안테나 표준방사패턴(H면) 조건

나. 시험장 평가 절차에 필요한 측정위치

시험장 유효성 확인 시험은 실린더(cylinder) 모양의 체적에서 실시하여야 한다. 실린더의 밑면은 피시험기기를 지지하는데 사용한 표면으로 정한다. 실린더의 윗면은 피시험기와 그것의 수직으로 뻗은 가공 케이블이 점유할 최대 높이로 정한다. 실린더 지름은 케이블을 포함하여 피시험기기를 수용하는데 필요한 최대 지름이다. 지지 표면 위에 세울 수 없는 바닥

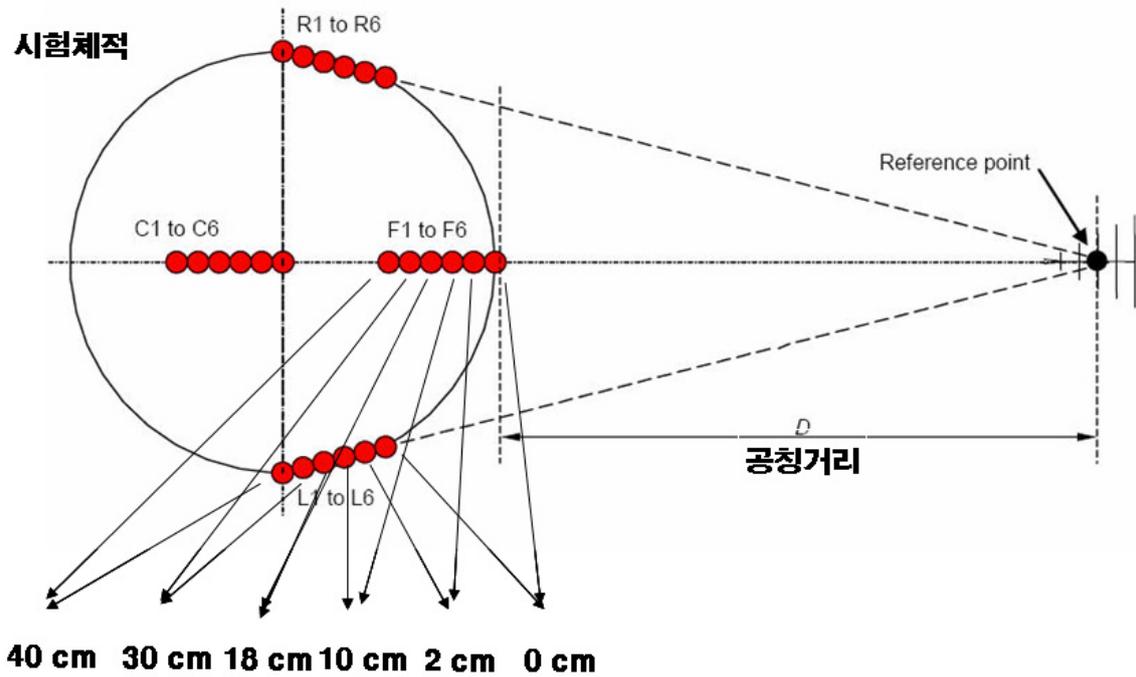
설치형 피시험기기의 측정이 가능하기 위해서, 시험 체적은 시험 체적 밑면에서부터 30cm 이하 높이까지 접지면 위에 놓인 흡수체에 의해 가려질 수 있다. S_{VSWR} 은 그림 3-3에서처럼 시험장 평가 절차에 따라 수신 안테나의 기준점 선을 따라 6개 연속 측정에 의해 필요한 각각의 위치(앞쪽(F), 중앙(C), 왼쪽(L), 오른쪽(R) 등)와 편파에 대해 평가된다.

F5(R5 또는 L5 또는 C5)~F1(R1 또는 L1 또는 C1)은 다음과 같이 F6(R6 또는 L6 또는 C6)를 중심으로 수신 안테나로부터 멀어진다.

- (a) F5(R5 또는 L5 또는 C5) = F6(R6 또는 L6 또는 C6) + 수신 안테나로부터 2 cm 떨어진 곳
- (b) F4(R4 또는 L4 또는 C4) = F6(R6 또는 L6 또는 C6) + 수신 안테나로부터 10 cm 떨어진 곳
- (c) F3(R3 또는 L3 또는 C3) = F6(R6 또는 L6 또는 C6) + 수신 안테나로부터 18 cm 떨어진 곳
- (d) F2(R2 또는 L2 또는 C2) = F6(R6 또는 L6 또는 C6) + 수신 안테나로부터 30 cm 떨어진 곳
- (e) F1(R1 또는 L1 또는 C1) = F6(R6 또는 L6 또는 C6)+ 수신 안테나로부터 40 cm 떨어진 곳

S_{VSWR} 측정에 필요한 위치는 시험 체적의 치수에 따라 달라진다. 조건부 시험 위치 요구조건에 관한 세부사항을 다음의 다항에서 설명한다. S_{VSWR} 은 수신 안테나의 기준점 선을 따라 6회 연속 측정으로 필요한 각각의 위치와 편파를 평가한다. 다음의 다항에서 설명한 조건부 위치를 포함하여 가능한 위치는 그림 3-3과 그림 3-4를 참고한다. 수신 안테나 선을 따라 놓인 6회 연속 측정은 이 그림 3-3에서는 점으로 표시된다.

그림 3-3에서 볼 수 있듯이 왼쪽 영역과 오른쪽 영역에서 기준점인 여섯 번째 지점은 시험체적의 중심선에 있지 않음을 유념해야 한다. 측정시에 6번째~2번째 지점의 위치를 잘 잡도록 자동화된 이동설비 이용을 권한다.



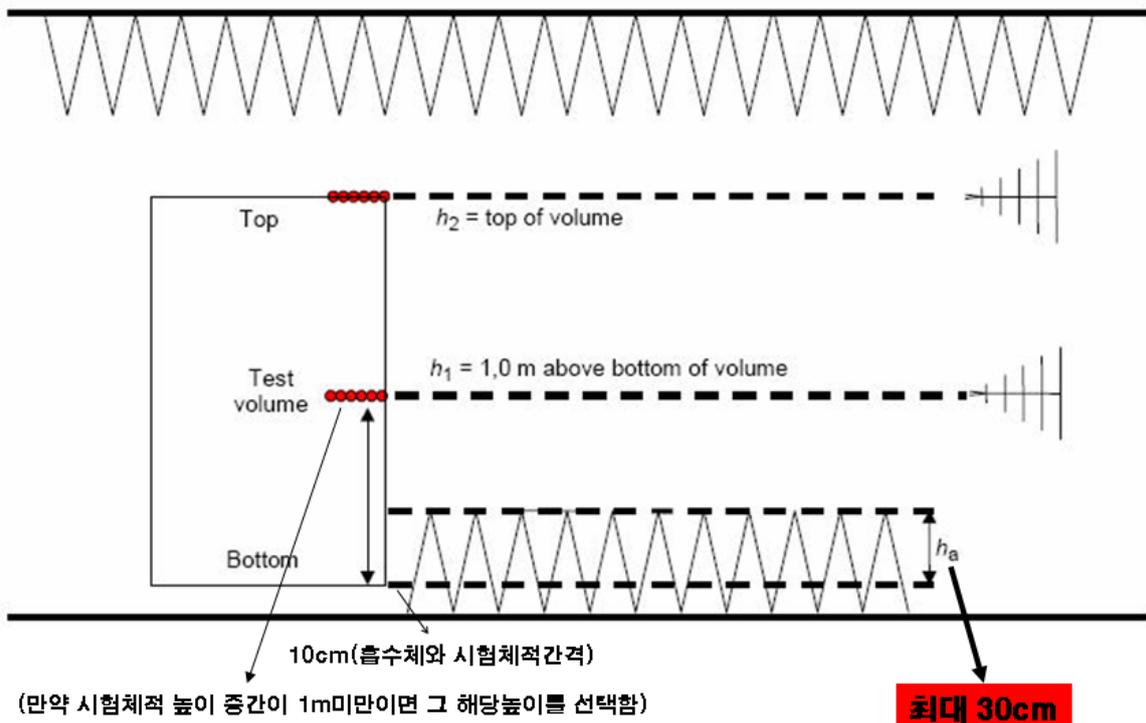
[그림 3-3] S_{VSWR} 을 구하기 위한 시험신호(M') 측정위치

다. S_{VSWR} 추가 측정 위치

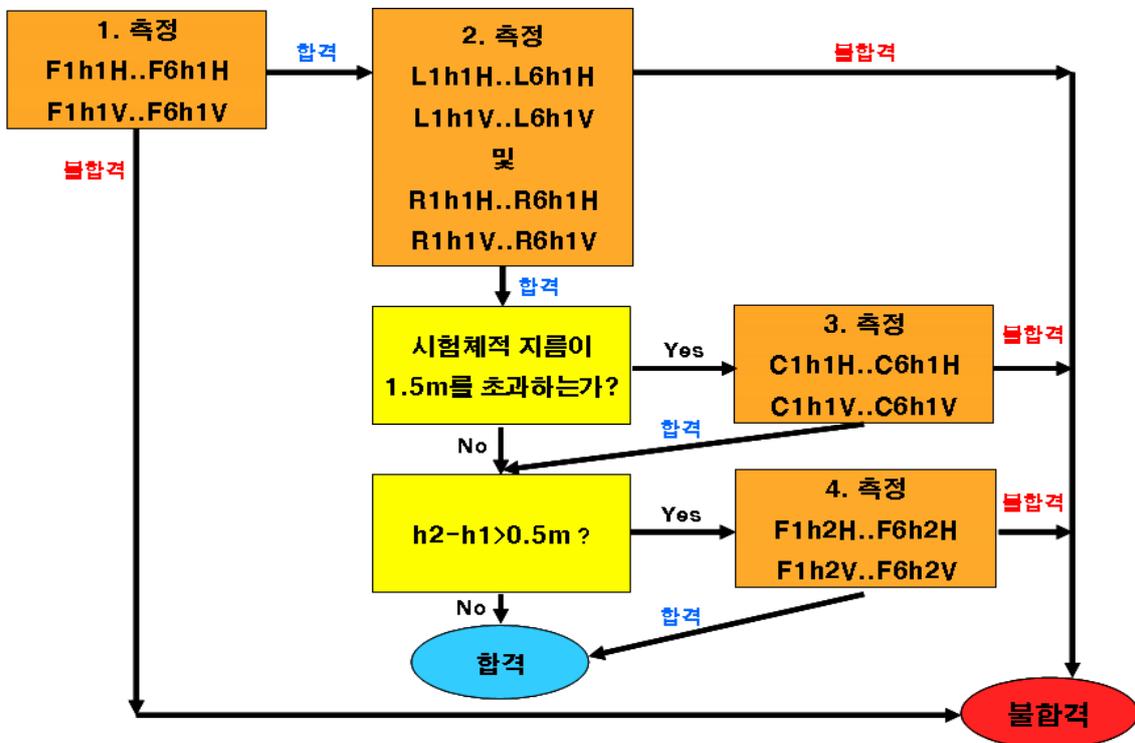
그림 3-3에 표시한 위치 외에, 시험 체적 윗면에 별도의 S_{VSWR} 시험 평면이 시험 체적 높이에 따라 필요할 수 있다. 그림 3-4는 S_{VSWR} 측정에 대한 추가 측정 높이와 기타 요구조건을 나타낸 것이다. 두 번째 높이(h_2)에서의 시험은 앞면 위치에서만 실시하여야 한다.

그림 3-4에서 바닥에 높인 흡수체가 시험체적을 가리는 최대 높이(h_a)는 최대 30cm이어야 한다. h_1 은 시험체적의 중앙에서의 높이 또는 시험체적 밑면에서 1m 높이 중 더 낮은 것을 선택한다. h_2 는 시험체적의 높이이지만 h_2 가 h_1 에서부터 적어도 0.5m 떨어져 있을 때 시험해야 한다.

그림 3-5는 그림 3-3 및 그림 3-4에서 나타낸 바와 같이 시험 체적의 크기에 따라서 추가 시험 절차를 수행해야 할 경우 이러한 추가 측정이 필요한 경우를 지정한 흐름도이다. 단, 이 측정은 필요한 모든 데이터(S_{VSWR})를 얻을 수 있다면 임의 순서대로 진행할 수 있다.



[그림 3-4] S_{VSWR} 측정위치(추가 측정 위치 및 높이 요구 규격)



[그림 3-5] 측정절차에 따른 흐름도

추가 시험 위치가 필요한 경우에는 시험장 평가 절차에 따라, 수직 편파와 수평 편파에 대해 각 5개 측정 그룹(앞쪽(h_1), 오른쪽, 왼쪽, 중심, 앞쪽(h_2))으로부터 각 시험 주파수에서 S_{VSWR} 을 측정하여야 한다.

4. 1~18GHz 대역 EMI 시험장 평가 절차

EMI 시험장 평가 절차에 따라 S_{VSWR} 은 시험 체적의 유효성을 확인해야 할 위치에 수신 안테나를 놓거나, 정의된 위치 양단에 송신원 위치를 변화시켜 평가한다. 다른 방법으로, 다음의 나항에서 설명한 역방향 S_{VSWR} 절차를 이용하여, 앞선 3항에서 설명한 시험 체적 위치에서 등방성 전계 수신 프로브를 배치하여 측정 절차를 수행한다.

가. 표준 시험(Standard test) 절차

표준시험 절차에서는 위치를 P_{mnpq} 로 지정한다. 여기에서 아래첨자는 위치명에 해당한다. 측정된 신호 M 은 각 위치에서 수신된 전기장 또는 전압 측정값이며, 위치와 비슷하게 아래첨자 M_{mnpq} 로 나타낸다. 가령, P_{F1h1H} 는 수평 위치에서의 위치 F1, 높이 1, 수평편파 H에 대한 것이며, 그 측정 신호(dB)는 M_{F1h1H} 로 나타낸다.

- a) 기준점이 수평 편파에서 앞면 위치 6, 높이 1(P_{F6h1H})에 있을 때 송신원의 위치를 정한다. 수평 편파에서 송신원으로부터 수신 안테나의 기준점까지 측정한 시험 거리 D에서 수신 안테나의 위치를 정한다. 수신 안테나 높이는 모든 측정에서 송신원과 동일한 높이에 놓여야 한다는 것에 주의한다.
- b) 표시된 수신 신호가 주변보다 적어도 20 dB 높으며, 측정하고자 하는 전체 주파수 범위에서 측정 수신기 또는 스펙트럼 분석기에 표시된 잡음보다 위에 있다는 것을 검증한다. 그렇지 않은 경우에는 각기 다른 장비(안테나, 케이블, 신호 발생기, 전치증폭기)를 사용하거나 표시된 잡음 바닥보다 20 dB 높은 레벨을 유지하기에 적합한 부분 주파수 범위를 사용해야 한다.

- c) 각 주파수에서 측정 신호 레벨 M_{F6h1H} 를 기록한다. 소인 측정 또는 계단식 주파수 증감을 사용할 수 있다. 계단식 증감을 사용한다면 주파수 증감은 50 MHz 이하이어야 한다.
- d) 송신원이 앞면, 높이 1, 수평 편파에 대하여 나머지 다른 다섯 위치에 있을 때 단계 a)와 b)를 반복한다. 거리 증감에 따른 수신 안테나로부터의 이격거리를 변화시키면 앞면, 높이 1, 수평 편파(M_{F1h1H} 에서 M_{F6h1h} 까지)에 대하여 통틀어 여섯 개의 측정값이 생긴다.
- e) 송신원과 수신 안테나의 편파를 수직으로 바꾸고, 위치 P_{F1h1V} 에서 P_{F1h6V} 까지 위의 절차를 반복하여 M_{F1h1V} 에서 M_{F6h1V} 까지 얻는다.
- f) 모든 측정에 대하여 측정된 전기장이나 전압 데이터를 식(3.4)을 이용하여 그림 3-3에 표시된 기준점 거리에 대해 정규화한다.

$$M'_{mno pq} = M_{mno pq} + 20 \log \left(\frac{D_{mno pq}}{D_{ref}} \right) (dB) \quad (3.4)$$

여기에서 $D_{mno pq}$ 는 측정 위치에 대한 실제 이격거리이며, D_{ref} 는 기준점에 대하여 측정된 이격거리이고, $M_{mno pq}$ 는 측정된 신호(전기장 또는 수신기 전압)(dB)이다. 각 측정 위치는 $P_{mno pq}$ 에 대하여 위치 6에 해당하는 각기 다른 기준 위치를 갖는다.

- g) 식 (3.2) 또는 식 (3.3)를 이용하여 수평 편파에 대한 S_{VSWR} 을 산출한다. 식 (3.4)을 이용하여, 여섯 위치에 대하여 거리 보정을 적용한 후[단계 f)], 최대 수신 신호 $M_{max, dB}$ 에서 최소 수신 신호 $M_{min, dB}$ 를 빼서 $S_{VSWR, dB}$ 를 얻는다. 수직 편파를 이용하여 얻은 판독값에 이 산출을 반복한다.
- h) 각 편파에 대한 S_{VSWR} 은 식(3.1)의 허용 기준을 충족해야 한다.

- I) 시험 체적의 왼쪽 위치와 오른쪽 위치에 대하여 단계 a) - h)를 반복한다. 송신원 안테나를 왼쪽이나 오른쪽으로 옮길 경우에는 그 기준방향이 수신 안테나 쪽을 향해야 한다는 것에 주의한다. 그러나 수신 안테나는 중심을 향하여야 한다(측면 위치를 향하는 것이 아님). 이 방향은 나중에 피시험기기에 대하여 실시한 측정 중에 향하게 될 방향과 동일하다.
- j) 그림 3-4/그림 3-5와 같이 추가측정이 요구된 경우, 중심(Center) 위치에서의 측정 절차, 그리고 두 번째 높이에서 요구한 측정 절차를 반복한다. 두 번째 높이에서 측정을 실시할 때 수신 안테나 높이는 송신 안테나 높이와 동일하여야 한다.

나. 등방성장 프로브를 이용한 역방향 시험 절차

차폐된 설비(즉, 완전 무반사실 또는 반무반사실)의 경우에는 시험체적의 각 위치에 놓인 등방성장 프로브를 사용하고 방사성 장애 시험에서 쓰이는 수신 안테나와 동일한 안테나로 시험 체적을 조명하여 S_{VSWR} 를 평가할 수 있다. 이 방법을 S_{VSWR} 측정의 “역방향” 방법이라 지칭한다. 이 S_{VSWR} 역방향 절차에서, 피시험기기 방사성 장애 시험에서 나중에 수신 안테나로 사용할 안테나를 “송신” 안테나라 하는데, 이는 시험 체적에 놓인 프로브에 송신하는데 사용되기 때문이다. 등방성장 프로브는 앞선 3항의 송신안테나 방사 패턴 사양을 충족하여야 한다. 이 프로브는 송신 안테나의 편파와 중심을 맞출 수 있어야 한다. 즉, 프로브 내에서 감지(sensing) 소자의 위치와 방향이 알려져 있어야 한다.

등방성장 프로브를 사용하는 역방향 S_{VSWR} 시험장 유효성 확인 절차는 다음과 같다.

- a) 등방성장 프로브를 수평 편파에서 앞면 위치 6, 높이 1(P_{F6H1H})에 놓는다. 시험 체적의 원주에서부터 안테나의 기준점까지 측정하였을 때 시험 거리 D에 송신 안테나를 놓는다. 송신 안테나 높이는 모든 위치에서 프로브와 동일한 높이에 있어야 한다.

- b) 프로브가 올바르게 기능할 수 있을 정도로 전기장 세기 크기가 충분한지 확인한다. 적절한 전기장 세기를 정하는데 필요한 장비와 절차에 대한 지침(적절한 감도와 측정 불확도)은 프로브 제조자의 조작 설명서를 참조한다. 아울러 송신 계통과 프로브 계통에 대한 선형성을 검사하는 것을 권장하며, 고조파는 원래 신호보다 적어도 15 dB 아래 레벨까지 억제해야 한다. 시험 중에 순방향 전력을 감시하려면 방향성 결합기를 사용하는 것이 권장된다. 출력 전력 레벨의 변화율이 시험 결과를 변동시킬 수 있기 때문이다. 안정적인 출력 신호를 공급하는 것도 중요한데, 신호원의 불안전성(예: 케이블 연결 불량, 전치증폭기의 예열 시간 변동 등)으로 인해 신호가 변하면 시험 결과(즉, 인위적으로 높은 S_{VSWR} 결과)도 변하기 때문이다.
- c) 각 주파수에서 측정 신호 레벨 M_{F6h1H} 를 기록한다. 소인 측정 또는 계단식 주파수 증감을 사용할 수 있다. 계단식 증감을 사용한다면 주파수 증감은 50 MHz 이하여야 한다.
- d) 프로브가 앞면(front), 높이 1, 수평 편파에 대하여 그림 3-3에 나타낸 다른 다섯 위치에 있을 때 단계 c)를 반복한다. 그림 3-3에 나타낸 증감에 의해 수신 안테나로부터의 이격거리를 변화시키면 앞면, 높이 1, 수평 편파(M_{F1h1H} 에서 M_{F6h1h} 까지)에 대하여 모두 여섯 개의 측정값을 구한다.
- e) 프로브와 수신 안테나의 편파를 수직으로 바꾸고, 위치 P_{F1h1V} 에서 P_{F1h6V} 까지 위의 절차를 반복하여 M_{F1h1V} 에서 M_{F6h1V} 까지 얻는다.
- f) 모든 측정에 대하여 식 (3-4)을 이용하여 얻은 데이터를 정규화한다.
- g) 식 (3-2) 또는 식 (3-3)를 이용하여 수평 편파에 대한 S_{VSWR} 을 산출한다. 식 (3-4)를 이용하여, 여섯 위치에 대하여 거리 보정을 적용[단계 f)]한 후 최대 수신 신호 $M_{max,dB}$ 에서 최소 수신 신호 $M_{min,dB}$ 를 빼서 $S_{VSWR,dB}$ 를 얻는다. 수직 편파를 이용하여 구한 값에 이 산출을 반복한다.

- h) 각 편파에 대한 S_{VSWR} 은 식(3.1)의 허용 기준을 충족해야 한다.
- i) 시험 체적의 왼쪽 위치와 오른쪽 위치에 대하여 위의 절차를 반복한다. 이 역방향 S_{VSWR} 절차에서 프로브는 송신 안테나의 기준점을 향하면서 일정한 방향을 유지하도록 주의한다. 그러나 송신 안테나는 시험 체적의 중심을 향하여야 한다(측면 위치를 향하는 것이 아님). 이 방향은 나중에 피시험기기 측정 중에 향하게 될 방향과 동일하다.
- j) 그림 3-4/그림 3-5와 같이 요구된 경우, 중심(Center) 위치에서의 측정 절차와 두번째 높이(h_2)에서 요구한 측정 절차를 반복한다. 두번째 높이에서 측정을 실시할 때 프로브 높이는 송신 안테나 높이와 동일하여야 한다.

다. 측정시 고려사항

선택된 측정점들은 주파수 1~18 GHz 범위에서 시험장의 S_{VSWR} 종합적인 성능을 제공한다. 그러나 침투치 S_{VSWR} 은 어떤 특정 주파수 f 에서 측정절차를 이용하여 항상 포착될 수는 없으므로 어떤 단일 주파수에서의 측정을 토대로 S_{VSWR} 적합성을 표현하는 것은 적합하지 않다. 단, 인접한 옥타브 ($0.5f \sim 2f$) 내에서 위의 평가절차로 찾은 침투치는 대개 이 대역에 포함된 모든 주파수에 대하여 최악의 S_{VSWR} 를 나타낸다.

단일 주파수에서 더 정확한 S_{VSWR} 결과를 원하는 경우 그림 3-3과 그림 3-4에 나타난 선을 따라서 6개 이상의 위치를 측정하면 위의 측정 방법을 개선할 수 있다. 추가 데이터 수집점은 불균일하게 분포하는 것이 좋으며, 해당 주파수에서 1/4 파장 단계를 이용하여 신호원 송신 안테나의 거리 변화(또는 역방향 S_{VSWR} 방법에서의 등방성장 프로브)를 토대로 선택하는 것이 바람직하다. 사실상 기준 시험장은 반사가 측정에 영향을 미치지 않을 것을 보장할 대비책이 마련된 자유공간 야외시험장이어야 한다.

라. S_{VSWR} 시험장 유효성 확인 시험 결과 보고서

표 3-2은 필요한 위치에서 얻은 결과 및 그림3-3 또는 그림 3-4의 조건부 위치를 포함하여, 필요한 모든 S_{VSWR} 측정 및 산출을 요약한 목록이다.

[표 3-2] S_{VSWR} 계산위치

위치	높이	편파	조건	$S_{VSWR}(dB)$
앞쪽(F)	h1	수평	필수	$=\text{Max}(M'_{F1h1H}\dots M'_{F6h1H})-\text{Min}(M'_{F1h1H}\dots M'_{F6h1H})$
앞쪽(F)	h1	수직	필수	$=\text{Max}(M'_{F1h1V}\dots M'_{F6h1V})-\text{Min}(M'_{F1h1V}\dots M'_{F6h1V})$
오른쪽(R)	h1	수평	필수	$=\text{Max}(M'_{R1h1H}\dots M'_{R6h1H})-\text{Min}(M'_{R1h1H}\dots M'_{R6h1H})$
오른쪽(R)	h1	수직	필수	$=\text{Max}(M'_{R1h1V}\dots M'_{R6h1V})-\text{Min}(M'_{R1h1V}\dots M'_{R6h1V})$
왼쪽(L)	h1	수평	필수	$=\text{Max}(M'_{L1h1H}\dots M'_{L6h1H})-\text{Min}(M'_{L1h1H}\dots M'_{L6h1H})$
왼쪽(L)	h1	수직	필수	$=\text{Max}(M'_{L1h1V}\dots M'_{L6h1V})-\text{Min}(M'_{L1h1V}\dots M'_{L6h1V})$
중간(C)	h1	수평	조건부	$=\text{Max}(M'_{C1h1H}\dots M'_{C6h1H})-\text{Min}(M'_{C1h1H}\dots M'_{C6h1H})$
중간(C)	h1	수직	조건부	$=\text{Max}(M'_{C1h1V}\dots M'_{C6h1V})-\text{Min}(M'_{C1h1V}\dots M'_{C6h1V})$
앞쪽(F)	h2	수평	조건부	$=\text{Max}(M'_{F1h2H}\dots M'_{F6h2H})-\text{Min}(M'_{F1h2H}\dots M'_{F6h2H})$
앞쪽(F)	h2	수직	조건부	$=\text{Max}(M'_{F1h2V}\dots M'_{F6h2V})-\text{Min}(M'_{F1h2V}\dots M'_{F6h2V})$

제4절 Site VSWR 측정

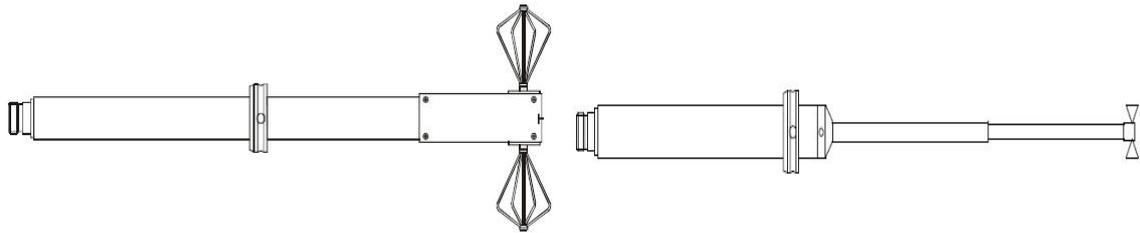
앞선 3절의 표준시험절차에 따라 S_{VSWR} 을 측정하기 위해 전파연구소내 전자파측정센터(서울 소재)의 EMC 챔버를 이용하였다. 이 챔버는 접지면이 있는 반무반사실로서 크기는 8.8m(L)×6.2m(W)×5.3m(H)이고 EMI와 EMS 시험 측정이 가능하다.

1. 측정시스템 특성

가. 표준 송신안테나[11]

시험장 평가용 표준 송신안테나로 Schwarzbeck사 모델을 이용하였다. 1~3GHz 대역에서는 SBA 9113 모델(그림 3-6 참조)을 적용하였고, 3~18GHz 대역에서는 SBA 9112 모델(그림 3-7 참조)을 적용하였다. 그림 3-11은 SBA 9113 모델의 1~3GHz 대역 E와 H면 각각의 방사패턴을 나타낸 것으로 표준 방사패턴을 가지고 있음을 알 수 있다. 그림 3-12내지 그림 3-14는 SBA 9112 모델의 1~18GHz 대역에서 각 GHz당 E면의 안테나 방사패턴을 나타낸 것이고, 그림 3-15내지 그림 3-17은 SBA 9112 모델의 1~18GHz 대역에서 각 GHz당 H면의 안테나 방사패턴을 나타낸 것이다. 이 송신안테나 또한 국제규격에서 제시한 표준 방사패턴을 만족함을 알 수 있다.

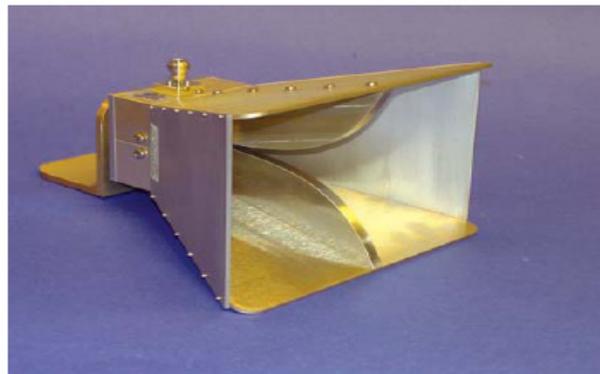
SBA 9112 모델은 1-3 GHz 대역 표준 방사패턴을 만족하나 1~3 GHz 대역에서는 전송선상에 신호전송시 반사전력 영향(정재파비 증가)을 제거하여야 하므로 적절한 신호세기를 구하기 위해 있어 대역별로 나누어 2개 안테나를 모두 사용하였다. 이 안테나 모델도 표준송신안테나 방사패턴 요구조건을 만족하고 있음을 알 수 있다. 그림 3-11 내지 그림 3-17의 안테나 방사패턴은 제조자가 제공한 정보이다.



[그림 3-6] SBA9113(1-3GHz 대역) [그림 3-7] SBA9112(3-18GHz 대역)

나. 수신안테나[12]

기가헤르츠 EMI 측정용 수신 안테나로 TDK사의 HRN-0118 모델을 이용하였다. HRN-0118 모델은 Double Ridged Horn형 안테나로 1~18 GHz 대역에서 사용할 수 있다. 그림 3-18내지 그림 3-21은 HRN-0118의 1~18GHz 대역 E와 H면 각각의 방사패턴을 나타낸 것이다.



[그림 3-8] 수신안테나(HRN-0118)

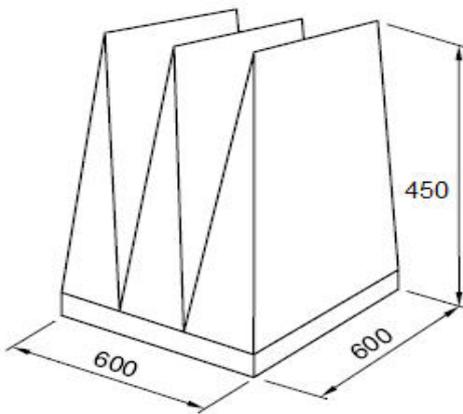
각각의 안테나 방사패턴은 전자파측정센터의 중대형 안테나 측정시스템에서 측정된 결과들이다. 그림 3-19내지 그림 3-20에서 보다시피 10GHz 이상 대역에서 안테나 방사패턴이 점점 찌그러짐을 볼 수 있다.

다. 전파흡수체[13]

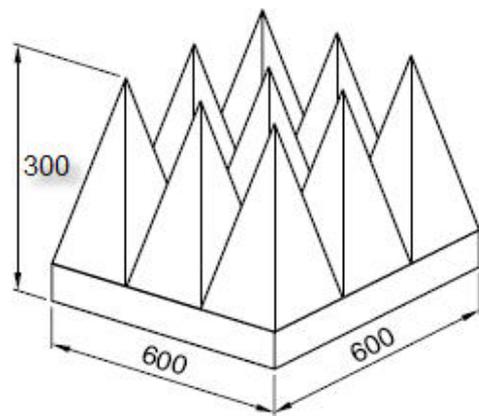
시험장의 접지 바닥면에 설치하는 전파흡수체는 TDK사의 2개 제품을 설치 적용하였다. 표 3-3에서 전파흡수체의 감쇠 특성을 정리하였다. IP-045E는 최대높이가 45cm이며 1GHz에서 30dB 흡수 성능을 가진다. IS-030FL는 최대높이가 30cm이며 1GHz에서 35dB 흡수 성능을 가진다. 챔버의 천장, 벽면은 IP-045E를 사용하였고 Site VSWR을 만족하기 위해 바닥에는 IP-045E와 IS-030FL을 함께 설치하였다. 그림 3-9는 IP-045E의 형태를 보여 주며 주로 EMC 챔버에서 쓰인다. 그림 3-10은 IS-030FL의 형태이며 주로 마이크로파 및 밀리미터파 챔버에서 쓰일 수 있다.

[표 3-3] 전파흡수체 감쇠 특성(수직 입사)-단위 dB

주파수 흡수체	30MHz	50MHz	100MHz	500MHz	1GHz	5GHz	18GHz	40GHz
IP-045E	14	14	14	20	30	40	40	40
주파수 흡수체	800MHz	1GHz	3GHz	5GHz	10GHz	30GHz	50GHz	110GHz
IS-030FL	30	35	45	50	55	55	55	50



[그림 3-9] IP-045E(단위: mm)

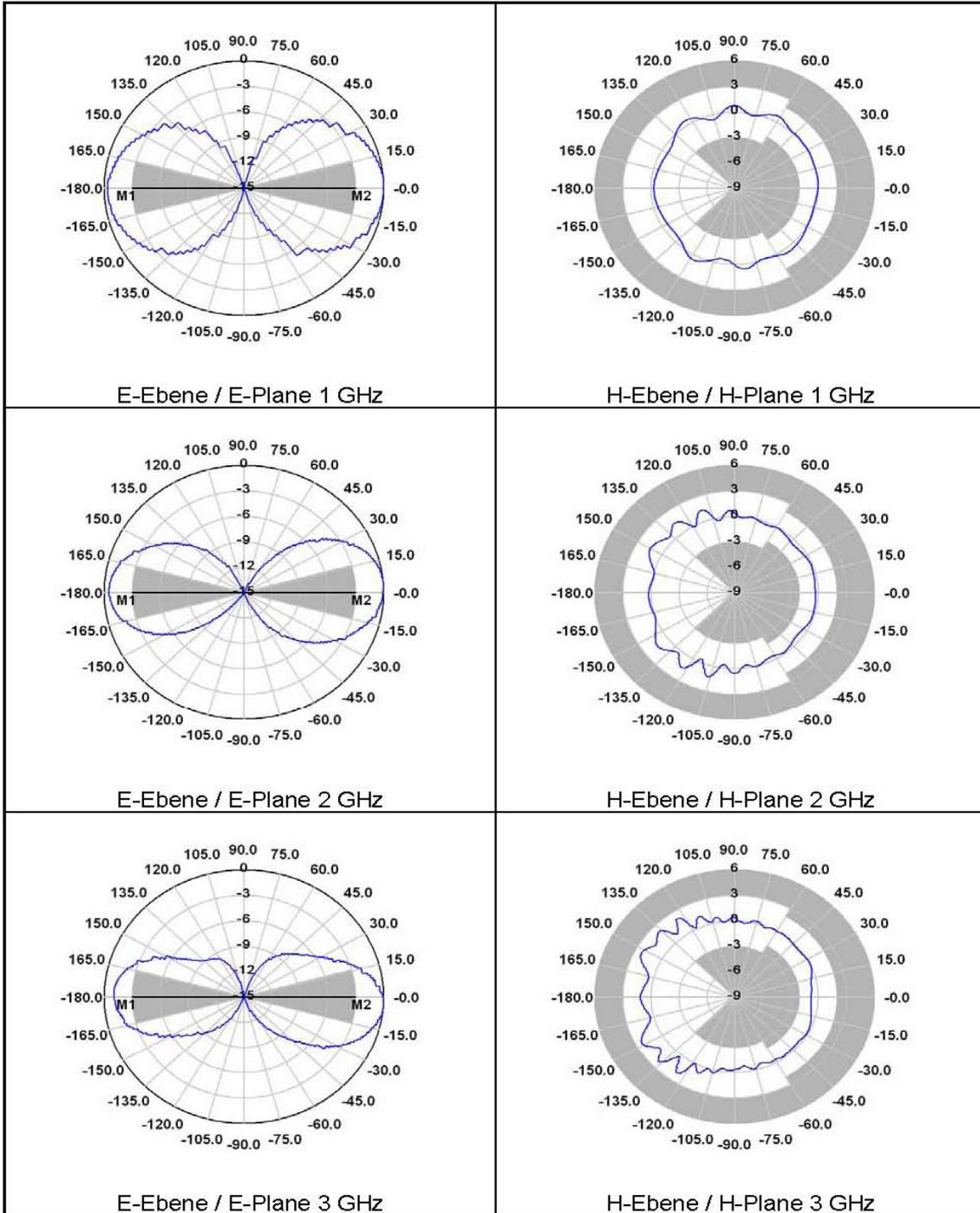


[그림 3-10] IS-030FL(단위: mm)

SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Mikrowellen Bikonus-Breitband-Antenne SBA 9113
Microwave Biconical Broadband Antenna SBA 9113

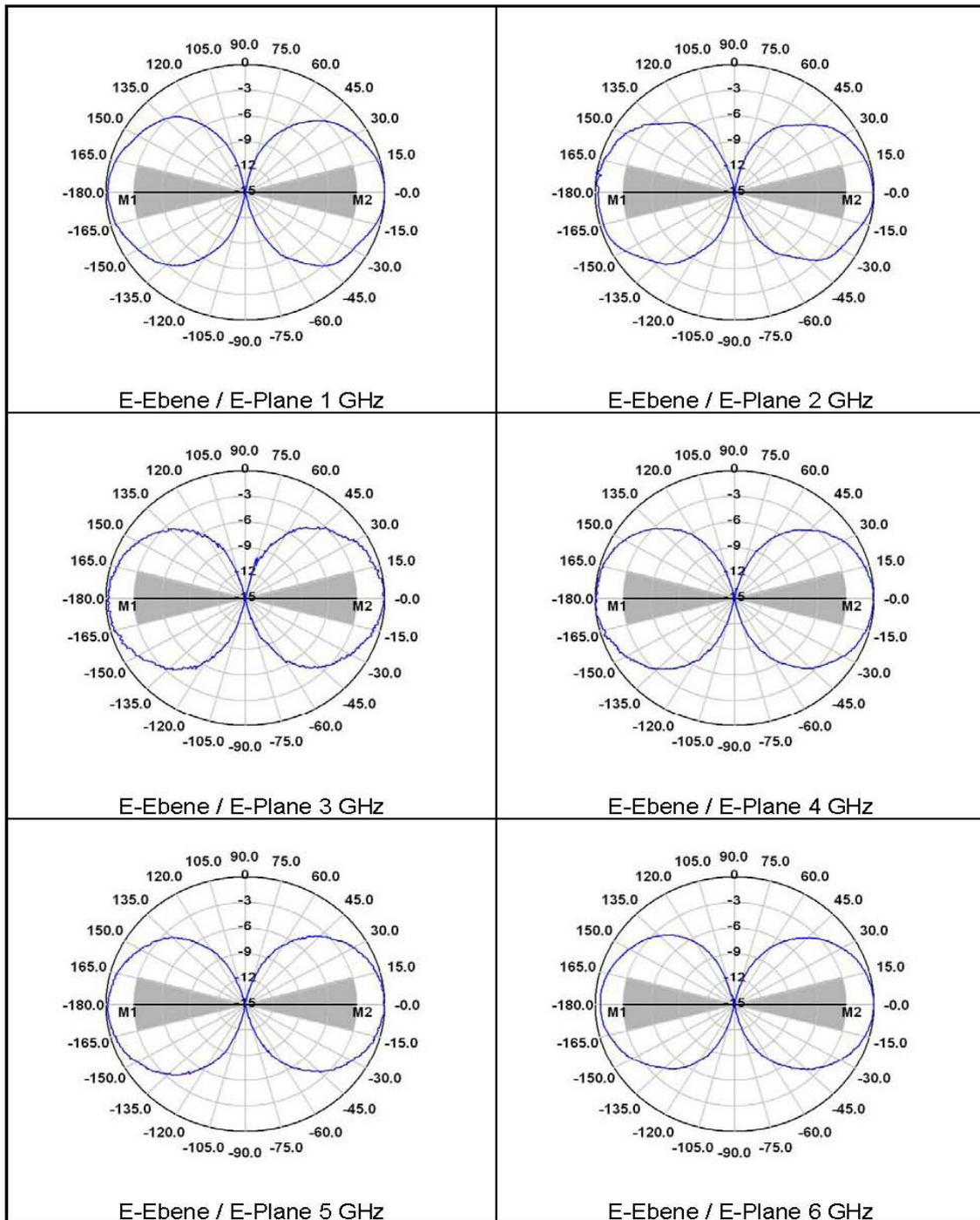


[그림 3-11] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9113) 표준방사패턴-제조사 정보

SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Mikrowellen Bikonus-Breitband-Antenne SBA 9112
Microwave Biconical Broadband Antenna SBA 9112

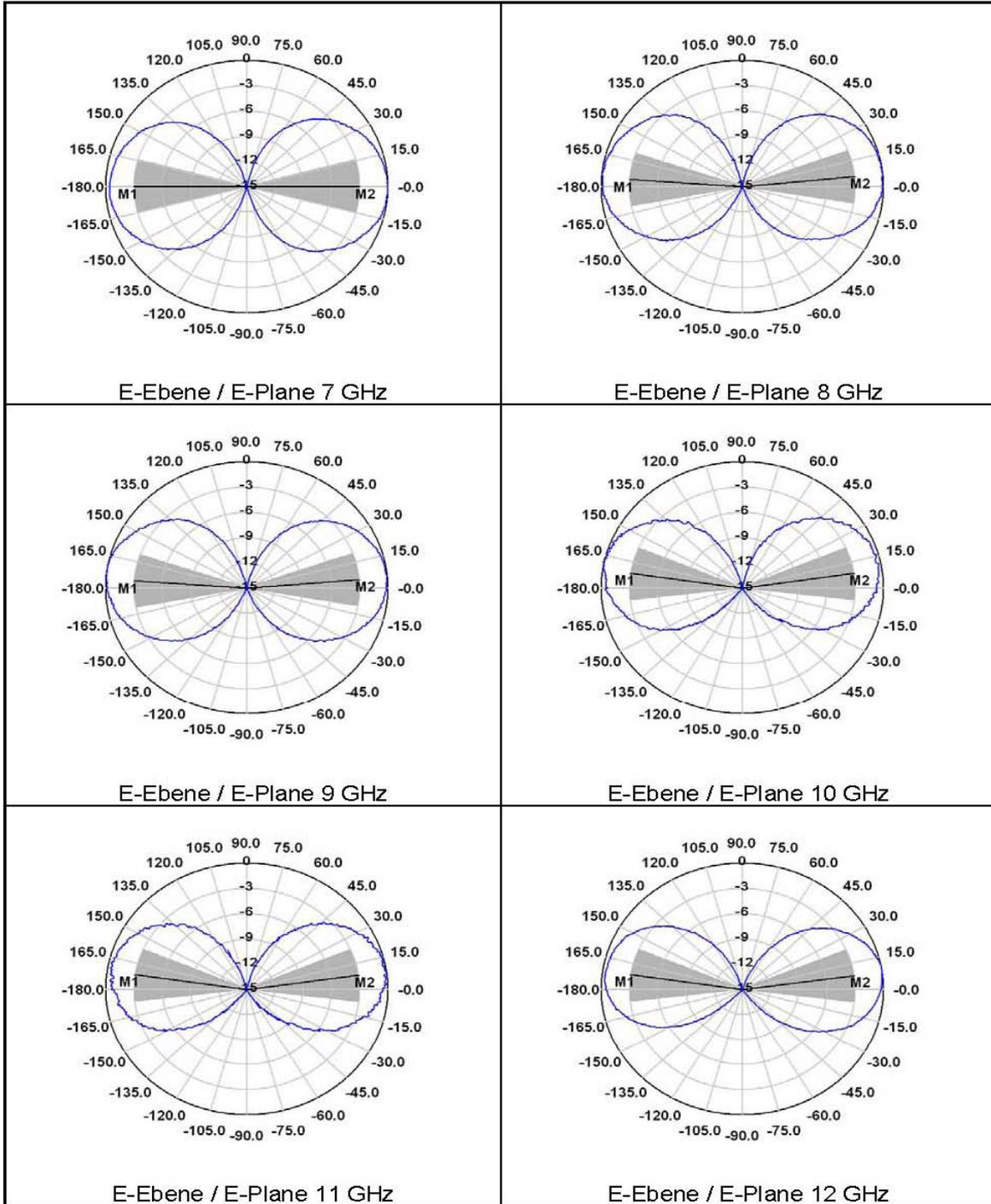


[그림 3-12] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(E면)-제조사 정보(1)

SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Mikrowellen Bikonus-Breitband-Antenne SBA 9112
Microwave Biconical Broadband Antenna SBA 9112

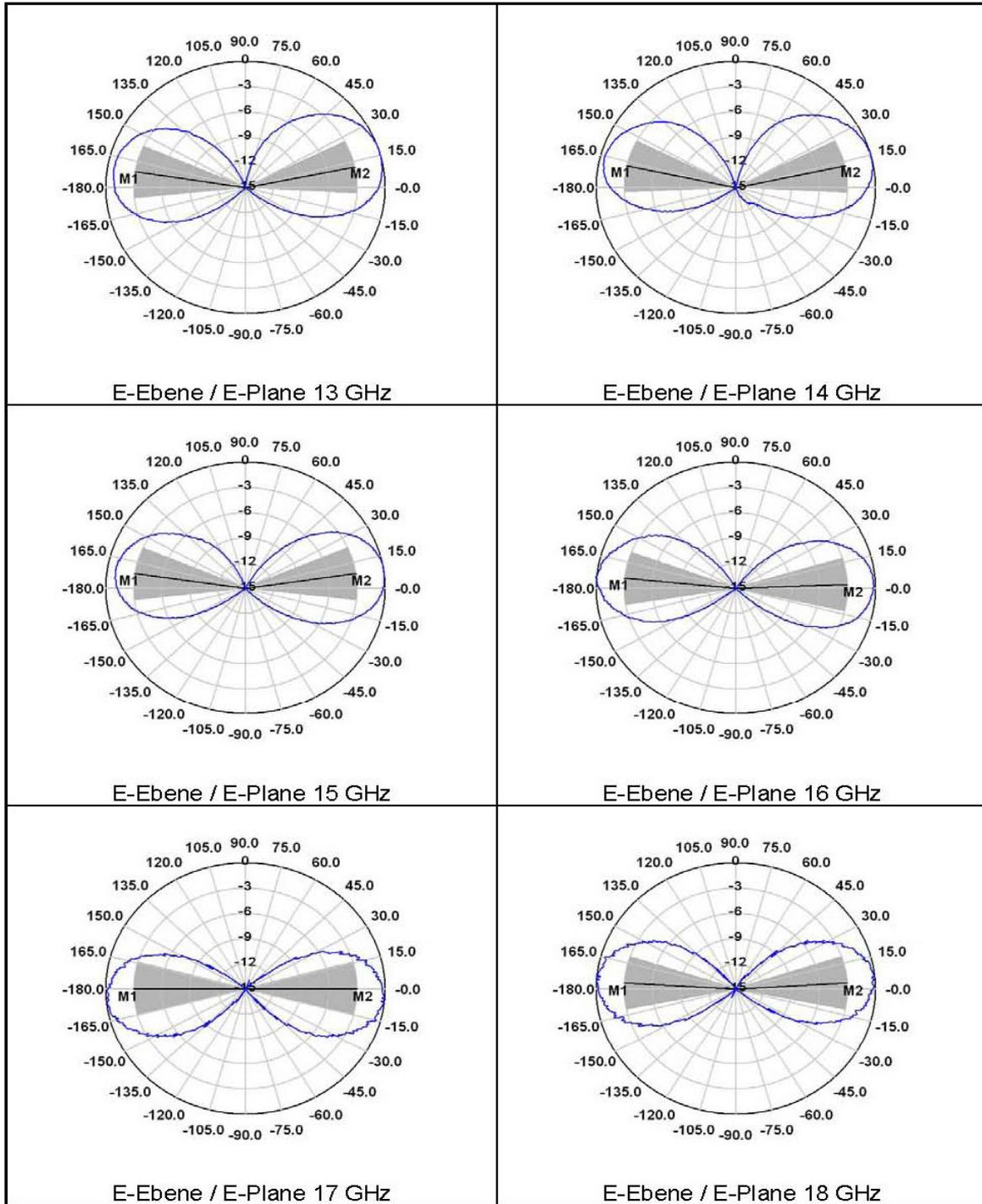


[그림 3-13] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(E면)-제조사 정보(2)

SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Mikrowellen Bikonus-Breitband-Antenne SBA 9112
Microwave Biconical Broadband Antenna SBA 9112

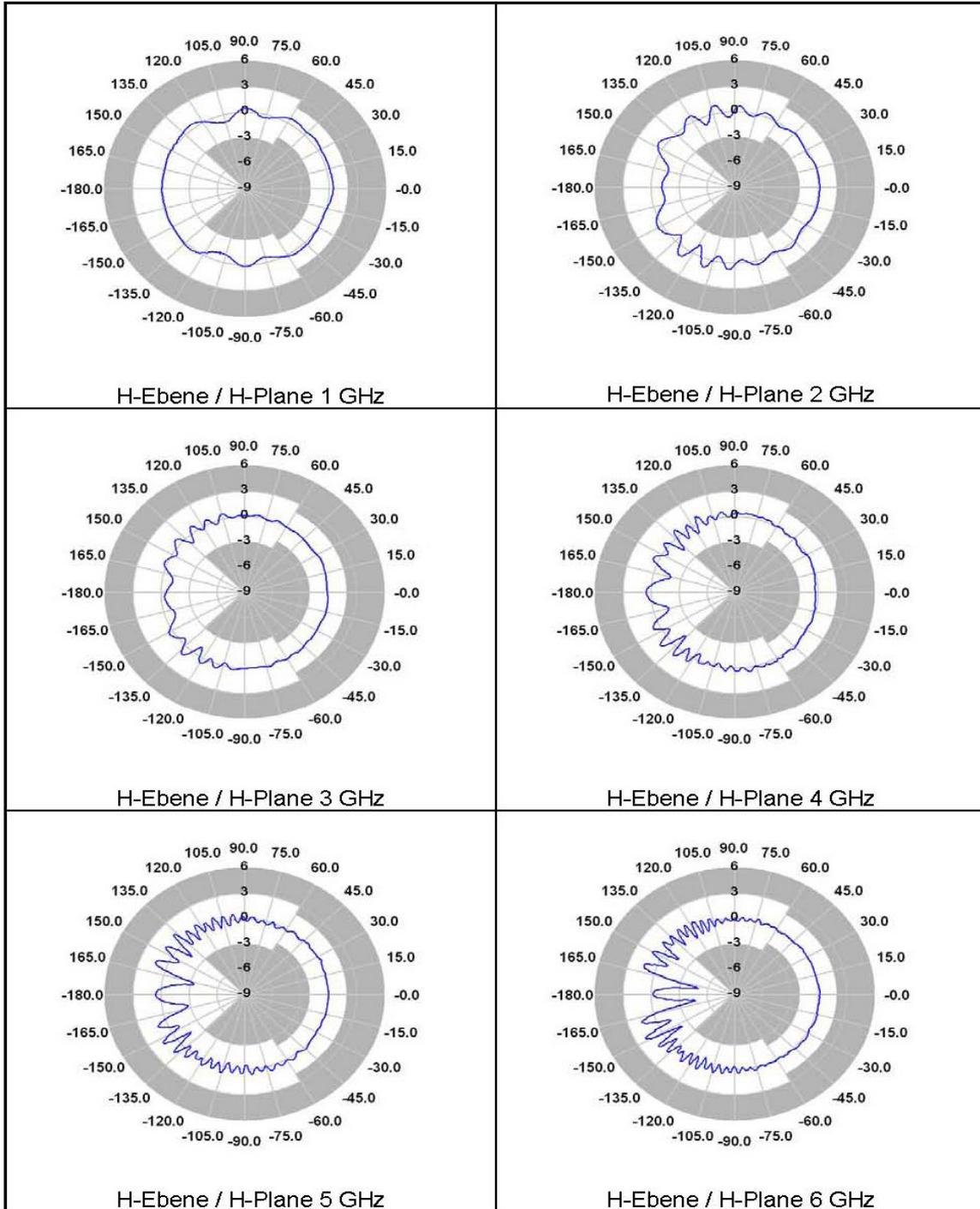


[그림 3-14] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(E면)-제조사 정보(3)

SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Mikrowellen Bikonus-Breitband-Antenne SBA 9112
Microwave Biconical Broadband Antenna SBA 9112

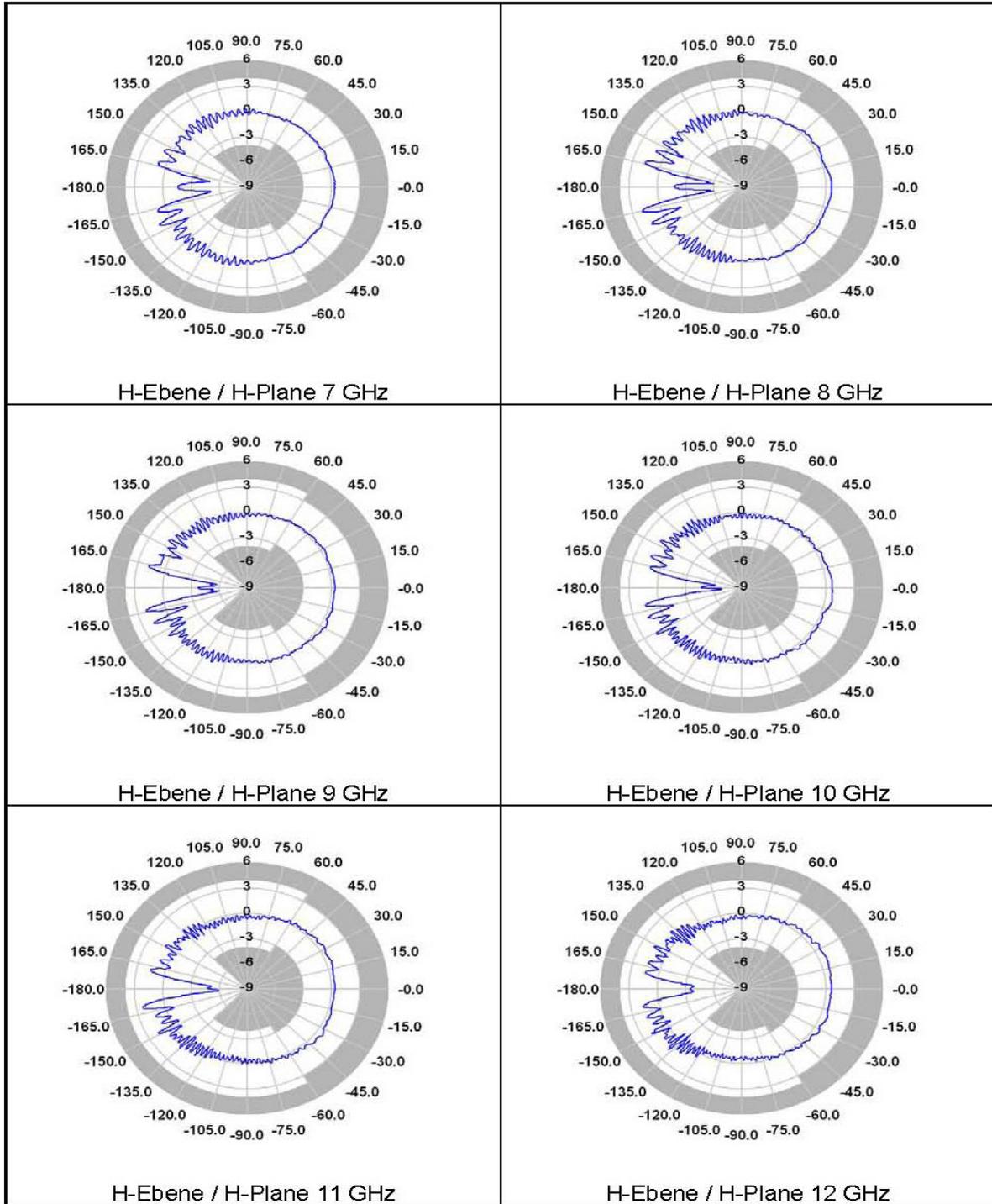


[그림 3-15] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(H면)-제조사 정보(1)

SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

Mikrowellen Bikonus-Breitband-Antenne SBA 9112
Microwave Biconical Broadband Antenna SBA 9112

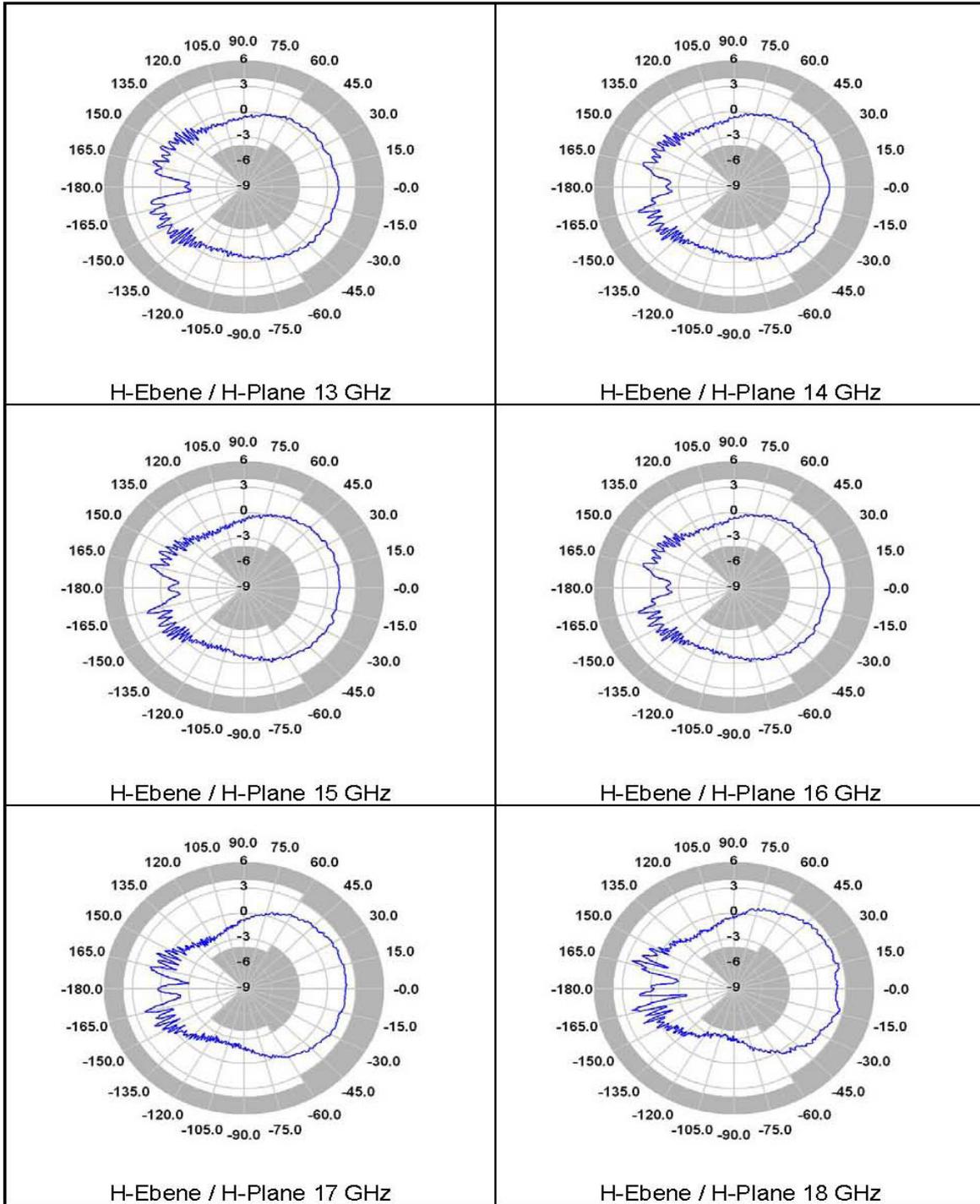


[그림 3-16] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(H면)-제조사 정보(2)

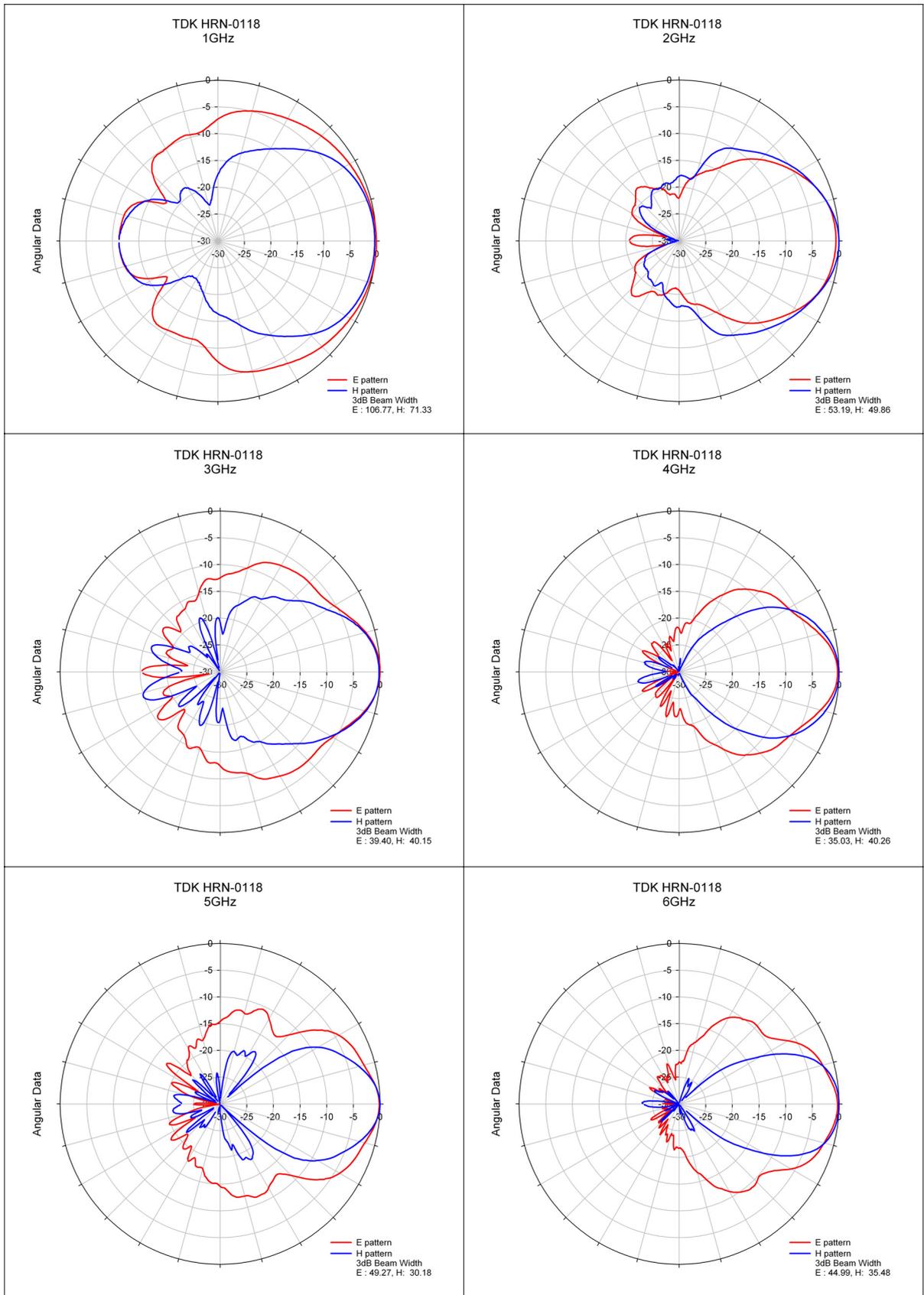
SCHWARZBECK MESS - ELEKTRONIK

An der Klinge 29 D-69250 Schönau Tel.: 06228/1001 Fax.: (49)6228/1003

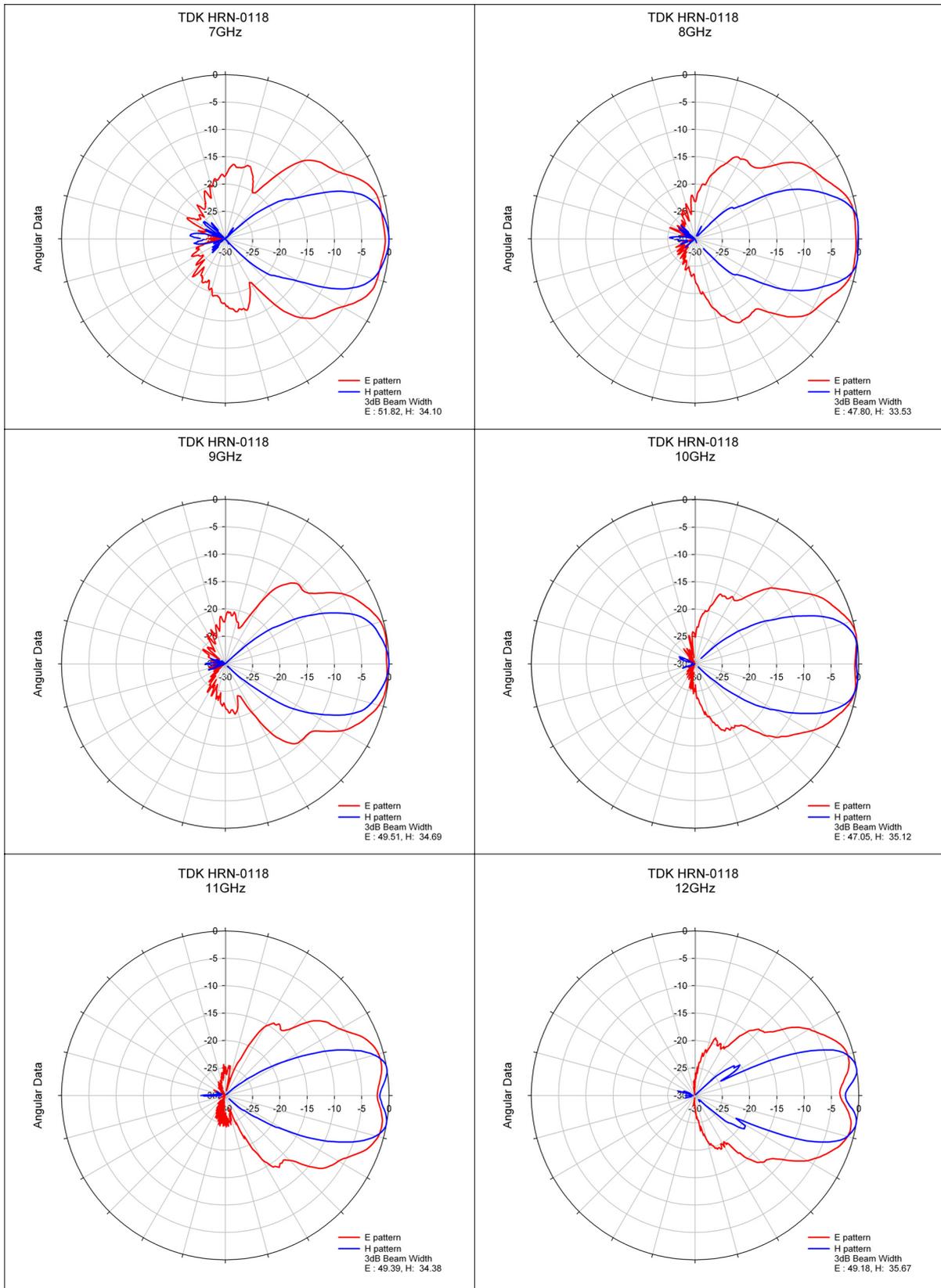
Mikrowellen Bikonus-Breitband-Antenne SBA 9112
Microwave Biconical Broadband Antenna SBA 9112



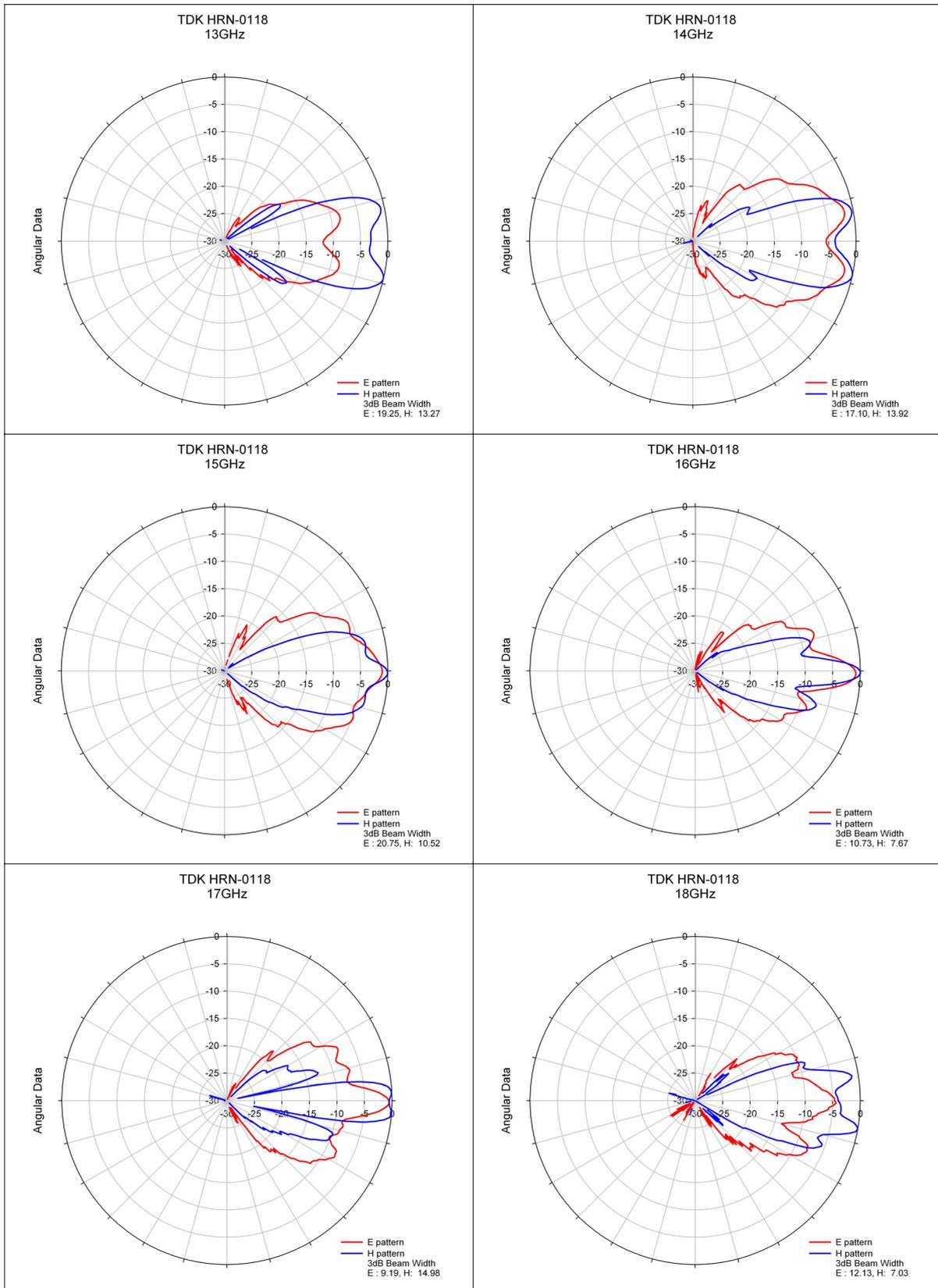
[그림 3-17] 시험장 평가용 송신안테나(SBA9112) 표준방사패턴(H면)-제조사 정보(3)



[그림 3-18] EMI 측정용 수신안테나(HRN-0118) 방사패턴-측정결과(1)



[그림 3-19] EMI 측정용 수신안테나(HRN-0118) 방사패턴-측정결과(2)



[그림 3-20] EMI 측정용 수신안테나(HRN-0118) 방사패턴-측정결과(3)

2. 적용시험조건 및 측정환경

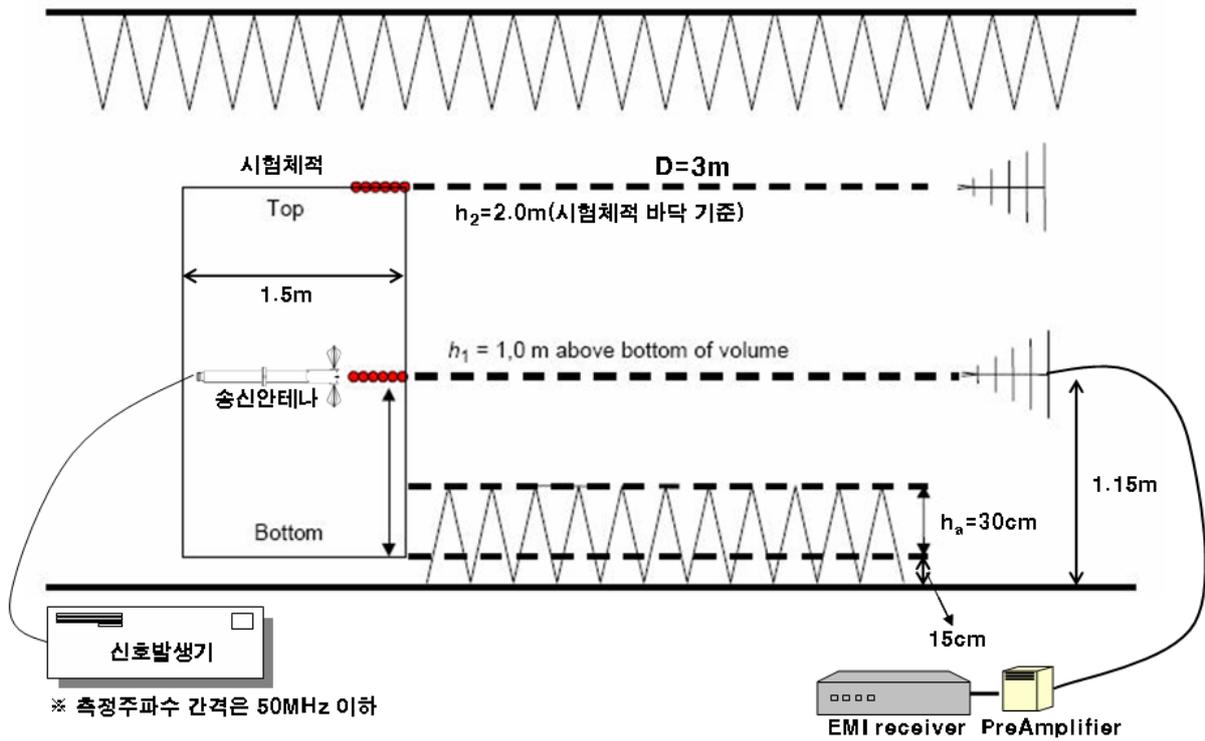
2007년에 CISPR 16-1-4에서 확정된 1~18GHz 이상 대역의 EMI 시험장 평가방법에 따라 Site VSWR을 측정하기 위해 그림 3-21와 같이 전자파 측정센터 EMC 챔버에서 측정장비를 구성하였다. 측정장비 중 주요 계측장비는 다음과 같다.

- 신호발생기(Signal generator) : SMR-20(Rohde-schwarz사, 10MHz~20GHz)
- EMI receiver : ESIB26(Rohde-schwarz사, 9kHz~26.5GHz)
- 프리앰프(PreAmplifier) : PA-02(TDK사, 1~18GHz)
- 기타 저손실 RF Cable

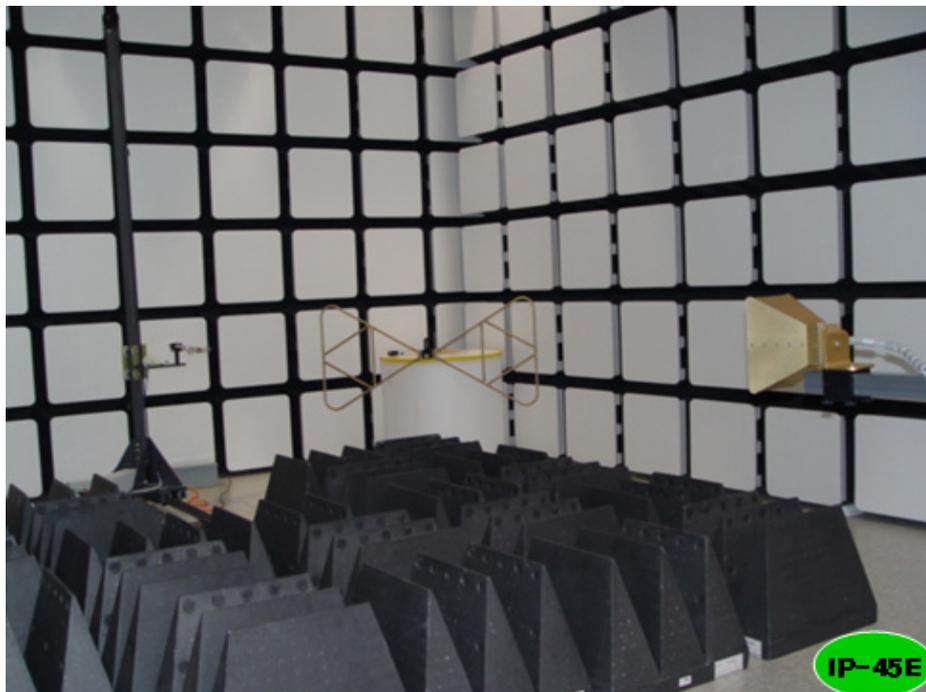
수신신호가 EMC 챔버 시험장내 잡음보다 적어도 20dB 이상 유지되도록 모니터링이 필요하며, 이를 위해 주요 계측장비들은 적절히 셋업되어야 한다. 유효한 시험체적은 지름 1.5m와 높이 2m로 가정하였다. 공칭측정거리는 3m로 정하였다. 기가헤르츠 대역에서는 측정거리를 주로 3m로 두고 있으며 정보기기류 1~6GHz EMI 기준도 3m에서 측정하도록 하고 있다. 바닥면에 흡수체 설치는 그림 3-21과 그림 3-22와 같이 송신안테나 끝점과 수신 혼 안테나 개구면 끝점 사이에 놓았고 흡수체 도포 면적 3m×3m이 되도록 하였다. 흡수체는 TDK사의 IP-045E 모델만을 이용하였고, 흡수체 높이 (0.45m)를 고려하여 시험체적이 흡수체에 30cm 초과하여 가려지면 안되므로 측정높이는 1.15m로 맞춰 고정하였다.

3. 측정결과

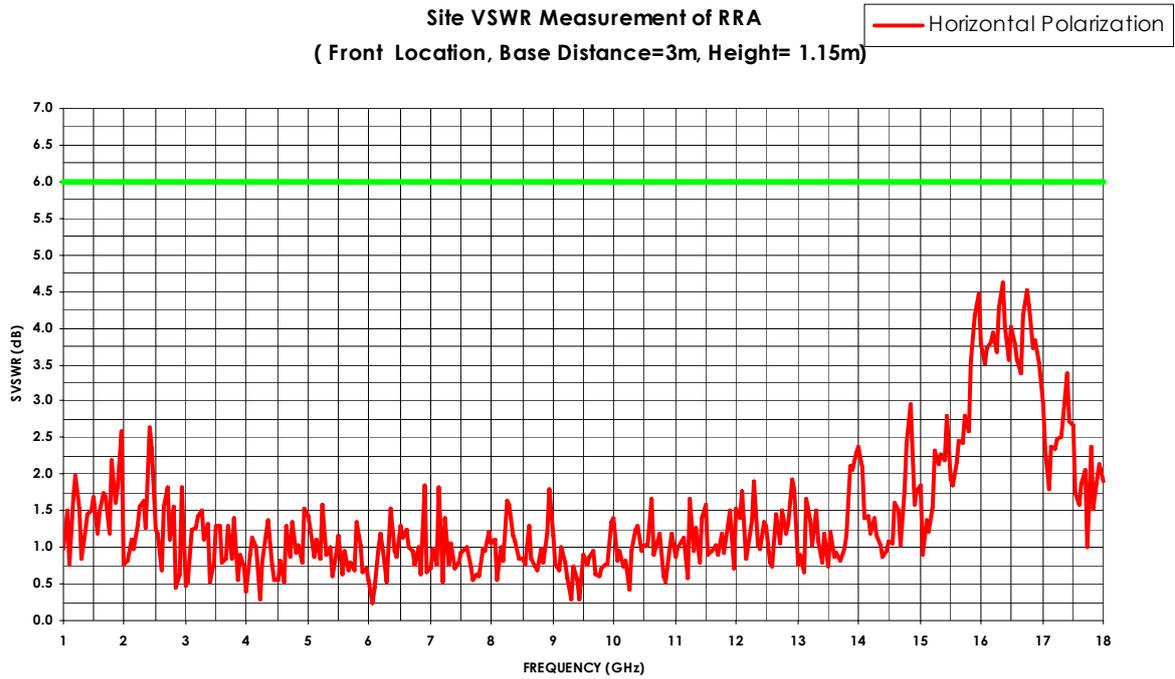
보통의 시험장내에서는 수직편파보다 수평편파 신호가 바닥면에서의 반사파 영향이 크므로 수평편파에 대해 Site VSWR를 측정해 보았다. 그림 3-23는 앞쪽(Front) 영역에서 수평편파에 대한 1~18GHz 대역 S_{VSWR} 를 측정한 것이다. 그림 3-24는 유효시험체적의 왼쪽(Left) 영역에서 수평편파에 대한 1~18GHz 대역 S_{VSWR} 를 측정한 것이다. 앞쪽 영역과 왼쪽 영역에서 각각의 최대 S_{VSWR} 는 4.61dB와 5.24dB를 가지며 허용기준 6dB 이하를 만족하고 있다.



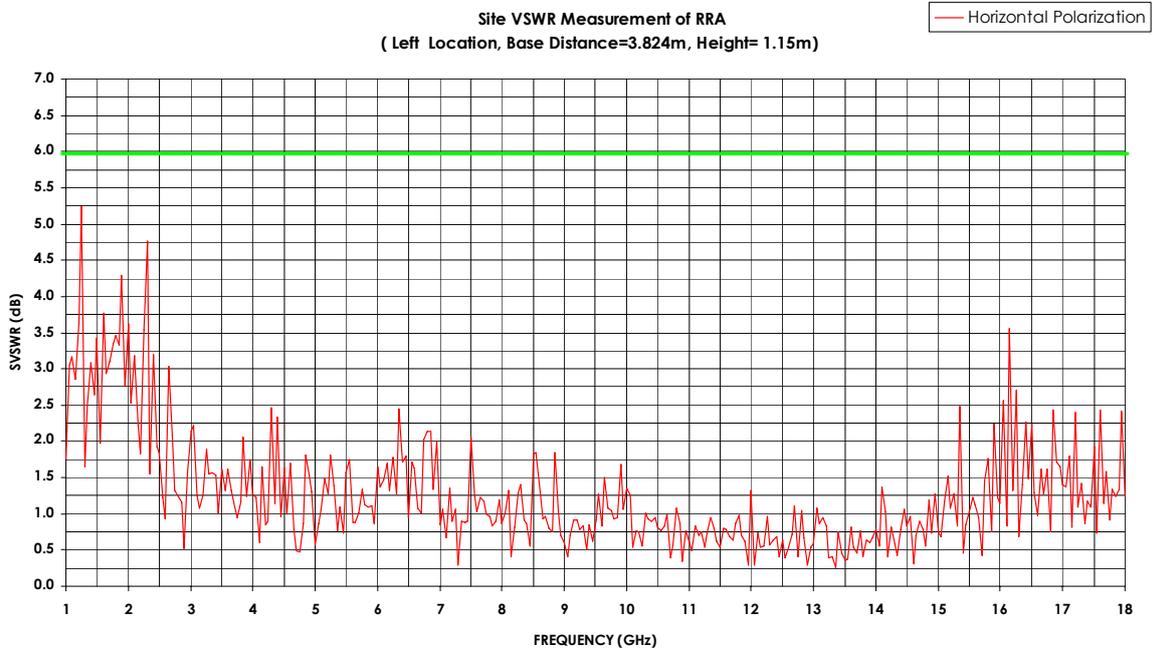
[그림 3-21] 적용 시험체적조건 및 측정환경



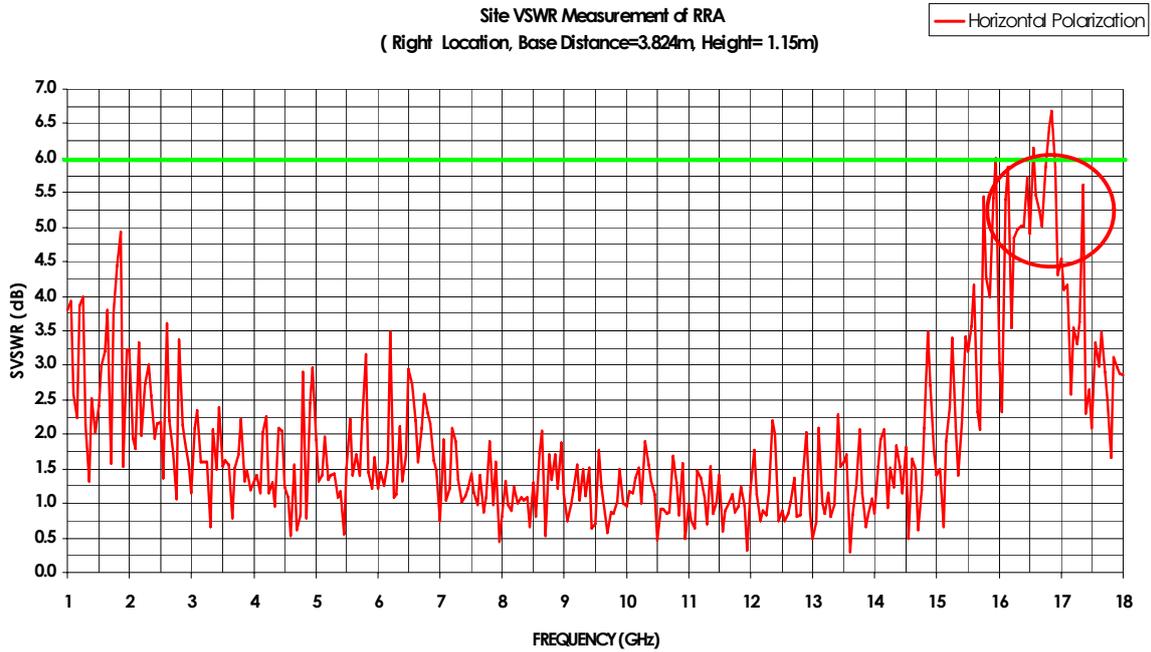
[그림 3-22] Site VSWR 측정 시험장 구성



[그림 3-23] 앞쪽(Front) 영역에서 수평편파에 대한 $S_{VSWR}(1 \sim 18\text{GHz})$



[그림 3-24] 왼쪽(Left) 영역에서 수평편파에 대한 $S_{VSWR}(1 \sim 18\text{GHz})$



[그림 3-25] 오른쪽(Right) 영역에서 수평편파에 대한 $S_{VSWR}(1 \sim 18\text{GHz})$

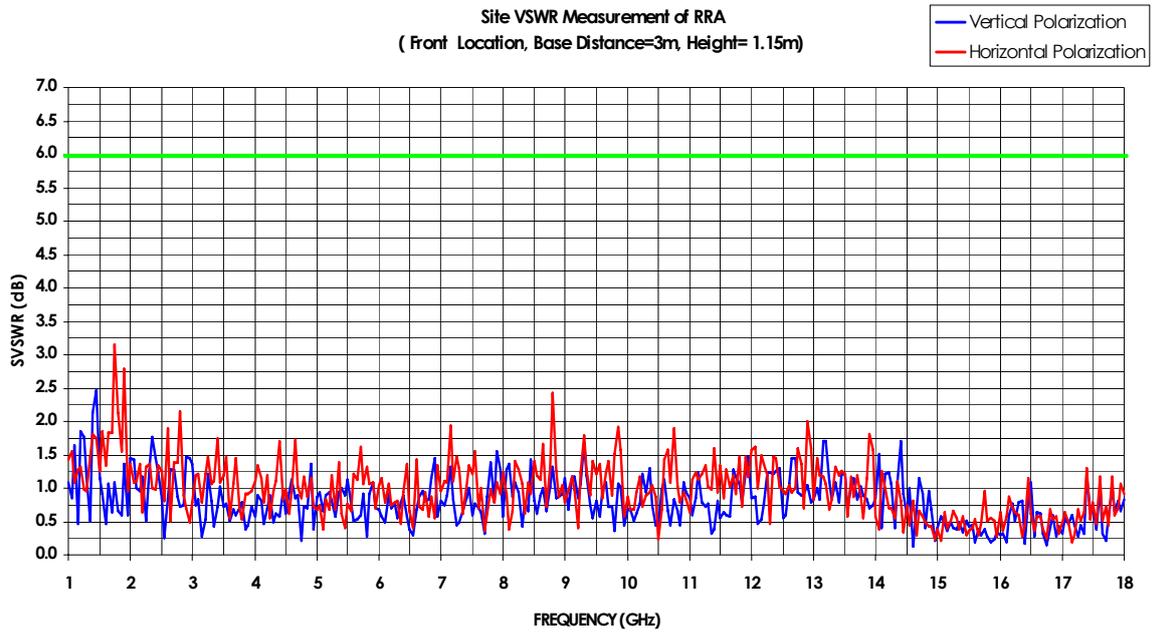
그러나, 그림 3-25에서 보듯이 유효시험체적의 오른쪽(Right) 영역에서 측정된 수평편파에 대한 1~18GHz 대역 S_{VSWR} 는 6.67dB로 허용기준을 초과하고 있어 그림 3-22의 시험장 구성에서는 1~18 GHz 대역 EMI 시험장으로써 부적합할 수 있다. 과도한 Site VSWR값은 챔버내에 반사파의 영향이 존재함을 나타내는 것이므로 이러한 허용된 Site VSWR값에 맞게 측정값을 낮추기 위해 모든 전기물리적 방안을 강구해야 한다고 사료된다. 문제점이 발생한 특정대역에서 시험장내 주변잡음과 수신신호간 차이를 상세확인하여 인입전력을 높이거나, 케이블 손실을 줄이기 위해 성능이 좋은 케이블을 사용하는 것을 권고한다. 또한, 시스템의 주변환경 또는 측정시간에 출력이득이 변할 수 있는 프리앰프의 성능도 확인해 볼 필요가 있다. 그림 3-20을 보면, 기가헤르츠 대역에서 주파수가 높아질수록 수신 혼안테나의 주엽방향의 방사패턴이 찌그러짐이 볼 수 있는데, 가령 송신안테나가 수신안테나를 정확하게 바라보지 않을 경우 Site VSWR값에 영향을 미칠 수 있을 것으로 보인다. 특히, 반무반사실(Semi-Anechoic chamber)은 금속도체 접지면을 가지고



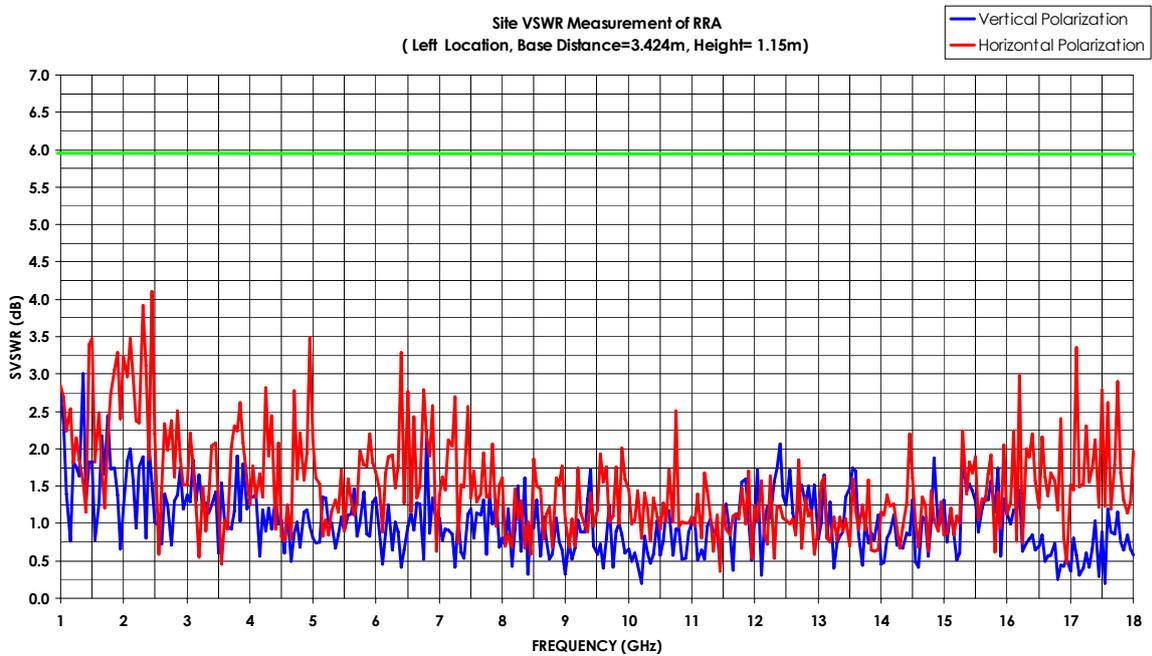
[그림 3-26] Site VSWR을 만족하기 위해 시험장 구성 변경

있어 이로 인한 반사파 영향을 더 있을 수 있으므로 접지면 바닥에 흡수체를 보다 넓게 설치하거나, 전파흡수성이 좋은 흡수체를 사용하는 것도 좋은 방안이다. 그림 3-25과 같이 시험체적 오른쪽 영역에서 허용 기준을 초과함에 따라 시험장 구성을 그림 3-26과 같이 변경하였다. 기존 IP-045E 전파흡수체를 설치한 면적 이외에도 IS-030FL를 수신안테나 주변에 설치하였다. 전자파측정센터의 EMC 챔버는 수신안테나에 가까운 벽면에 기가헤르츠 대역에 적합한 전파흡수체가 부착되지 않아 해당 벽면에서 일어나는 반사파 영향을 수신안테나 쪽에서 받을 수 있을 것으로 판단되어 수신안테나 주변에 마이크로파 전용 전파흡수체를 설치한 것이다. 측정시 안테나 정렬에 보다 더 신중을 기하였으며, 전파흡수체 설치 변경 이외에는 시험장 구성은 그림 3-21와 그림 3-22에서 구성한 것과 같다.

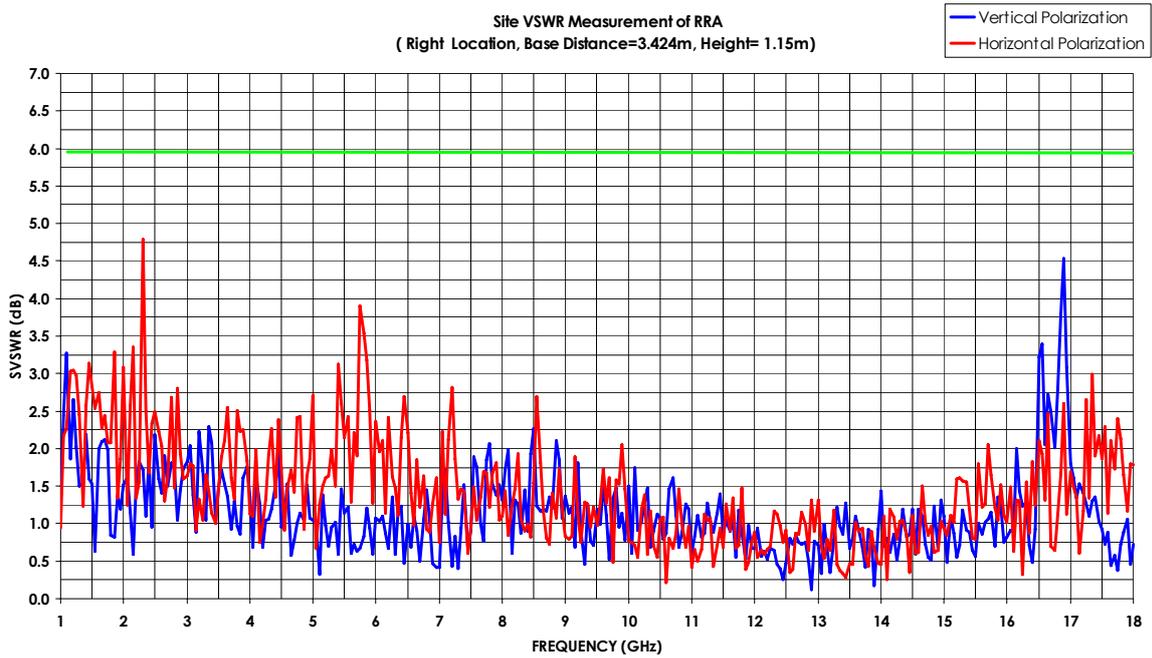
그림 3-26과 같이 구성변경된 시험장에서 5개 영역(Front, Left, Right, Center, Front_2.15m)의 Site VSWR을 수평·수직 편파로 나누어 측정하였다. 그림 3-27은 1~18GHz 대역에서 시험장 구성변경에 따른 앞쪽(Front) 영역의 S_{VSWR} 을 수평·수평편파에 대해 측정한 결과이다. 1.75GHz 대역 수평편파에서 최대 3.14dB 이내의 Site VSWR을 가지므로 허용기준 6dB 이하를



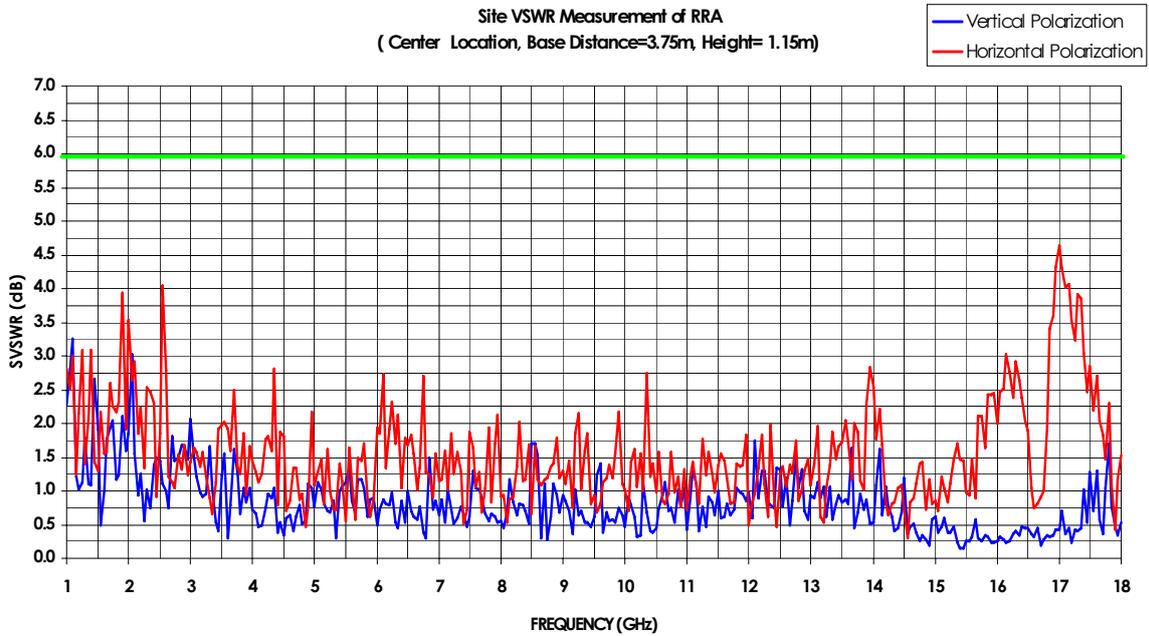
[그림 3-27] 시험장 구성변경에 따른 앞쪽(Front) 영역의 $S_{VSWR}(1 \sim 18\text{GHz})$



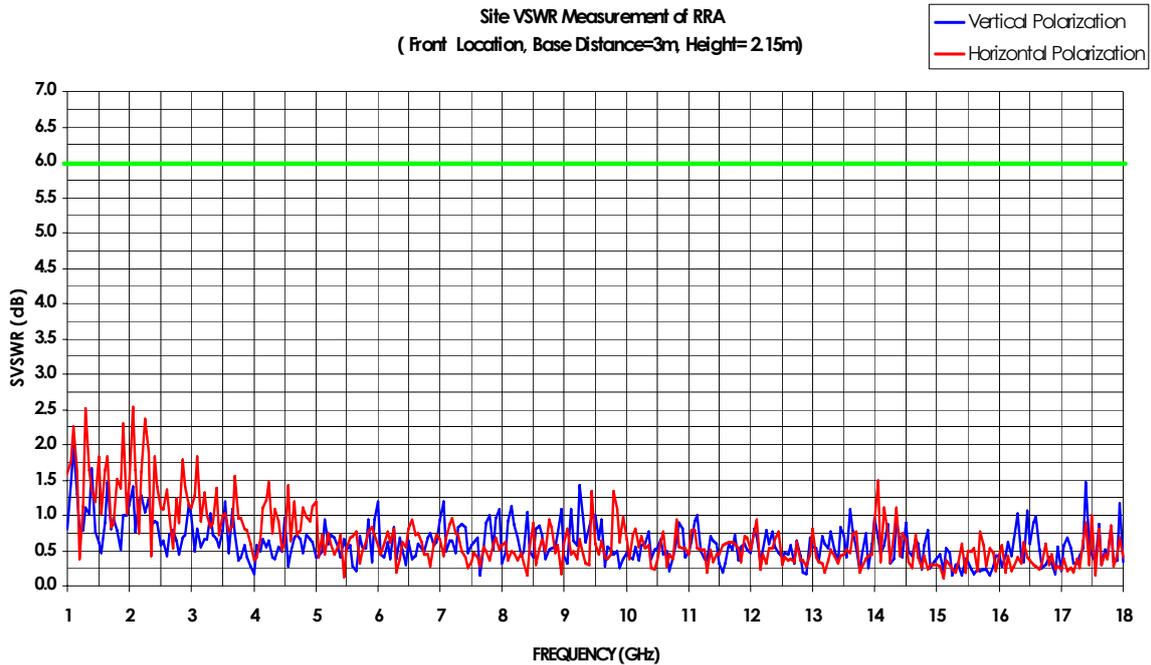
[그림 3-28] 시험장 구성변경에 따른 왼쪽(Left) 영역의 $S_{VSWR}(1 \sim 18\text{GHz})$



[그림 3-29] 시험장 구성변경에 따른 오른쪽(Right) 영역의 $S_{VSWR}(1 \sim 18\text{GHz})$



[그림 3-30] 시험장 구성변경에 따른 중심(Center) 영역의 $S_{VSWR}(1 \sim 18\text{GHz})$



[그림 3-31] 시험장 구성변경에 따른 앞쪽(Front) 영역(높이 2.15m)의 $S_{VSWR}(1\sim 18\text{GHz})$

만족하고 있음을 볼 수 있다. 그림 3-28는 1~18GHz 대역에서 시험장 구성 변경에 따른 왼쪽(Left) 영역의 S_{VSWR} 을 측정된 결과이다. 수평편파와 수직편파에서 측정된 결과 2.45GHz 대역 수평편파에서 4.1dB의 최대 Site VSWR 값을 가진다. 그림 3-24와 비교하여 볼 때 수평편파 Site VSWR값이 1~18 GHz 전 대역에서 감소하였음을 알 수 있다. 앞쪽 영역과 마찬가지로 두 가지 편파에서 Site VSWR 허용 기준을 만족하고 있다. 그림 3-29은 1~18GHz 대역에서 시험장 구성변경에 따른 오른쪽(Right) 영역의 S_{VSWR} 을 수평·수평편파에 대해 측정된 결과이다. 2.3GHz 대역 수평편파에서 최대 4.78dB의 측정값을 가지고 있다. 16.5~17GHz 대역에서는 다른 측정영역과 달리 수직편파 부분에서 현저히 높은 Site VSWR값을 갖는 양상을 보이고 있으나 그림 3-26과 비교하여 볼 때 Site VSWR값이 1~18 GHz 전 대역에서 다소 감소하였음을 알 수 있다. 두 편파 모두에서 Site VSWR값을 만족한다. 유효 시험체적의 지름을 1.5m로 가정하였기 때문에 그림 3-30과 같이 1~18GHz 대역에서 시험장 구성변경에 따른 중심(Center) 영역의 S_{VSWR} 을 수평·수평편파에 대해 측정하였다. 다른 영역과 같이 수평편파 측정에서

Site VSWR이 수평편파 측정값보다 높음을 보이고 있으나, 앞쪽 영역의 16~18GHz 주파수 대역 측정 결과와 비교하여 높은 Site VSWR값을 가지고 있다. 이는 측정거리 증가의 영향을 받았거나 해당 대역의 안테나 방사패턴의 영향으로 인한 안테나 정렬에 문제가 있을 수 있다고 판단된다. 수평편파에서 최대 4.63dB의 Site VSWR을 가지나 허용 기준을 만족하고 있다. 그림 3-31은 시험유효체적의 높이가 2m으로 가정하고 그에 따른 앞쪽(Front) 영역의 시험체적 최고 높이(실제 높이=2.15m)에서 1~18GHz 대역 시험장 구성변경에 따른 S_{VSWR} 을 수평·수평편파에 대해 추가적으로 측정한 결과이다. 그림 3-27의 앞쪽 영역에서 측정한 결과와 비교하여 Site VSWR이 다소 감소하였다. 그 이유는 측정높이(1.15m)보다 1m 높이가 상승하였으므로 시험장 바닥면에서 발생하는 반사파의 영향을 덜 받기 때문이라 생각된다. 시험장 구성 변경을 통해 1~18GHz 대역 시험장 평가기준(Site VSWR)은 6dB 이하를 최종적으로 만족하였다.

4. 고찰

CISPR에서는 기가헤르츠 대역 EMI 시험장 평가를 위한 측정인자로서 Site VSWR을 정하였다. 본 연구에서는 유효시험 체적조건을 실린더 지름 1.5m 및 높이 2m로 가정하여, 피시험기기의 최대체적 조건에 따라 앞쪽 영역, 왼쪽 영역, 오른쪽 영역 등 3개 측정영역과 중심 영역, 앞쪽영역의 시험체적 높이 등 2개 추가 측정영역에서 1~18GHz 대역 시험장 평가기준 Site VSWR을 측정하였다. 허용기준(6dB 이하)을 벗어난 일부 측정영역을 가짐에 따라 EMI 시험장 최초구성을 변경하여 허용기준을 만족하도록 하였다. 구성변경된 시험장에서 측정한 결과 오른쪽 및 중심 영역에서 최고 4.63~4.78dB 정도의 값을 가진다.

검증 수행된 시험장 평가절차에서 Site VSWR 기준을 만족하기 위해 시험장내 구성변경을 통한 디버깅 셋팅 작업이 필요할 수도 있다. 적정한 Site VSWR을 얻기 위해 전파흡수체의 도포(spread) 특성을 조절할 필요가 있으며 이를 시험장 평가 보고서에 흡수체 도포특성이 포함되어야 할 것이다. 수평편파에서 측정할 경우 반사파 영향이 좀더 강하므로 측정수행시 이를 고려해야 한다. 또한, 안테나 정렬(alignment)에도 주의해야 하므로 시험장

평가 방법에 사용되는 수신안테나 방사패턴에 대한 영향 고려가 필요할 것으로 보인다.

향후에는 측정결과에서 Site VSWR의 급격한 변동(fluctuation)을 없애도록 시험장내 특성 조정할 필요가 있으며 제품 EMC 규격 적용시 시험장 Site VSWR이 미치는 영향을 평가하는 연구가 필요하다.

제4장 결론 및 향후계획

전자과장해방지(EMI) 시험방법 개정 공고 내용에서 디지털코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국, 특정소출력무선기기, 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기 등 5건의 전자과장해방지 시험방법을 추가하였다. 특정소출력무선기기, 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기는 2007년에 이미 의견수렴까지 완료하였으므로 특별한 절차를 추진하지는 않았다.

전자과보호(EMS) 시험방법 개정 공고 내용은 디지털코드없는 전화기, 생활무전기, 간이무선국, 특정소출력무선기기, 음성 및 음향신호 전송용 특정소출력무선기기 등 5건의 내성 시험방법을 추가한 것이다. 이번 고시된 무선기기 EMC 시험방법의 실질적인 시행일은 기기가 전자과적합등록 대상기기에 포함되는 시기부터이다. 따라서, 방송통신위원회가 고시하는 방송통신기기 형식검정·형식등록 및 전자과적합등록에 관한 고시가 개정되면 시행되게 된다. 이번 개정으로 무선기기 EMC 시험방법은 형식등록·검정 대상기기 총 42건 중 6건의 시험방법이 마련되었다. 방송통신위원회 전파연구소는 2009년에 나머지 36건의 대상기기에 대한 무선기기 EMC 시험방법을 마련할 예정이다.

또한, 기가헤르츠 대역 이상에서 전자과 장해방지 시험장 및 측정기구 등의 요구규격을 전자과장해방지 시험방법 개정 공고 내용에 추가하였다. 이외에도 1GHz 이하 대역 EMI시험장으로써 완전무반사실을 도입하였고 및 그에 대한 시험장 평가 방법이 추가되었다. 1GHz 이하 대역 EMI 측정에서 셋업 테이블의 영향을 평가하는 절차도 포함하였다.

추가된 기가헤르츠 대역 EMI 공통 시험방법은 지정시험기관 의견수렴 및 전자공청회 등을 통해 2011년 1월에 시행하기로 결정하였다. 유럽, 일본 등의 도입예정 시기도 함께 고려한 것이므로, 이들 외국의 시행시기 변경 및 기타 제반사항을 관찰해야 할 것으로 보인다.

기가헤르츠 대역 EMI 공통 시험방법이 국제적으로 거의 완료됨에 따라 우리나라도 정보기기류의 기가헤르츠 대역 EMI 기준 및 시험방법에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다. 유럽 일본 등의 외국도 해당 EMI 기준 도입을 2011년 이전에 할 계획이므로 이에 대한 대응차원에서 관련 연구가 요구된다.

참고문헌

- [1] EN 301 489 series, "Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters(ERM); Electromagnetic compatibility(EMC) standard for radio equipment and services;"
- [2] EN 60945, "Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems-General requirements-Methods of testing and required test results," 2002-10.
- [3] CISPR 16-1-1, "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-measuring apparatus", 2007-10.
- [4] EN 55016-1-1 "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-measuring apparatus," 2008-02.
- [5] CISPR 16-1-4, "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-Ancillary equipment-Radiated disturbance," 2007-02.
- [6] EN 55016-1-4, "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Radio disturbance immunity measuring apparatus-Ancillary equipment-Radiated disturbance," 2007-06.
- [7] CISPR 22, "Information technology equipment-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement," 2005-07.
- [8] EN 55022, "Information technology equipment-Radio disturbance characteristics-Limits and methods of measurement," 2007-10.
- [9] "Proposed revision of VCCI Agreement to be implemented from April 2008," Technical Sub-Committee Revision WG, 25. Feb. 2008.

- [10] CISPR 16-2-3, "Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity - Radiated disturbance measurements," 2006-07.
- [11] <http://www.schwarzbeck.de>
- [12] <http://www.tdkrfsolutions.com>
- [13] <http://www.tdk.com>
- [14] 전파연구소 연구보고서, "전자파 표준 측정기술 및 적합성 연구," 2005년.
- [15] 전파연구소 연구보고서, "EMC 국제표준화 대응연구," 2006년.
- [16] 이일용 외 3인, "1GHz 이상 대역 EMI 시험장평가방법 연구," 추계마이크로파 및 전파전파 학술대회, 2008년.
- [17] <http://www.fcc.gov>
- [18] http://ec.europa.eu/enterprise/standards_policy/index_en.htm
- [19] <http://www.rra.go.kr>
- [20] <http://www.kcc.go.kr>
- [21] CFR Part 15, 미국 무선 주파수 설비
- [22] 유럽 EMC 지침 및 조화 표준
- [23] 전파법령
- [24] 무선설비 규칙
- [25] 전기통신기본법령
- [26] 단말장치 기술기준

전자파적합성 기술기준 연구



140-848 서울시 용산구 원효로 군자감길 46

발행일 : 2009. 2

발행인 : 김 춘 희

발행처 : 방송통신위원회 전파연구소

전화 : 02) 710-6452

인쇄 : 한국장애인이워크협회

Tel. 02) 2272-0307

ISBN-978-89-93720-03-7

비매품

주 의

1. 이 연구보고서는 전파연구소에서 수행한 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 전파연구소 연구결과임을 밝혀야 한다.