

발 간 등 록 번 호

11-1570180-00073-01

RRA2010-1-2-01

전자파적 합성 (EMC) 국제표준화 대응 연구

2010. 11. 19

전파연구소
한국전자파학회

전자파적합성(EMC)국제표준화 대응 연구

2010 ·

11

전파연구소

제 출 문

본 보고서를 「전자파적합성(EMC) 국제표준화 대응 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2010. 11. 19.

연구책임자 : 김 남(충북대학교)

공동연구원 : 김인석(경희대학교)

김정호(KAIST)

조원서(KTL)

임계재(관동대학교)

박요한(ETL)

최상호(한국전자진흥협회)

요 약 문

1. 과 제 명 : 전자파적합성(EMC) 국제표준화 대응 연구

2. 연 구 기 간 : 2010. 4. 6 ~ 2010. 11. 19

3. 연구책임자 : 김 남

4. 계획 대 진도

가. 월별 추진내용

세부내용	연구 자	월별 추진일정												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
o NSA 방법과 RSM을 비교 분석하기 위하여 기 준시험장에서 측정 및 결 과 분석														
o 측정결과를 바탕으로 국제표준화 회의에 기고 서를 제출														
o 지정시험기관의 EMI 시험장에서 기가헤르쯔 대 역의 시험장 적합성 여부 에 대한 평가 지원														
o 측정결과를 바탕으로 국제표준화 회의에 기고 서 제출														
o 안테나의 높이에 따른 EMI 변화를 측정 및 분석														

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

나. 세부 과제별 추진사항

- 1) 1 GHz 이하 RSM 연구
- 2) 기가헤르쯔 대역의 site VSWR 연구
- 3) 안테나 높이에 따른 EMI 변화 분석
- 4) RMS Average 측정법의 CISPR 14-1로의 도입에 대한 검증 연구를 와인냉장고와 두 종류의 전기드릴에 대해 Conducted Emission과 Radiated Emission 측정후 각각에 대해 QP측정과 AV측정 결과사의 가중치 인수 차이를 CISPR에서 제시한 가중치간의 차이점을 비교 연구
- 5) LED조명시스템이 범용화되면서 LED조명시스템에 포함되어있는 AC-DC 컨버터시스템의 EMI문제를 검토하고 이에 대한 대처기술 및 규격을 준비하기 위한 관련 문제 검토 및 국내 및 국제 규격 제정에 관한 동향을 조사 연구
- 6) 시애틀에서 거행되었던 2010 CISPR B/F분과회의에 참석

하여 CISPR B/F분야의 규격변화 동향을 조사/분석하는 연구를 수행

- 7) 2010 CISPR F WG1회의에서 국내에서 수행했던 RMS-AV 측정 결과에 대한 보고서 제출 및 발표
- 8) CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석
- 9) 자동차 EMC 국제표준화 조사 분석
- 10) IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준 및 시험방법 분석
- 11) 외국 EMC 기준의 국내 적용 가능성 검토
- 12) 자동차 및 내부 연소 엔진 표준화 동향 조사 분석 연구
- 13) 일반자동차 및 전기자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교 분석
- 14) 자동차 EMI 주파수 특성 분석
- 15) 자동차 전자파 적합성 분석 결과 정리
- 16) 국내에서 사용되는 휴대통신기기의 변조방식 조사
- 17) 전자파 내성시험을 위한 피시험기기 제작 및 변조 방식별 전자파내성 영향이 있는지를 판단하기 위한 시험실시
- 18) 무선으로 전원충전이 가능한 휴대전화기 용 무선충전기 구입 및 전자파방출 대역 조사 실시
- 19) DMB에 대한 유형 및 기술 사양 분석 및 EMC 국제기준 현황 분석
- 20) DMB 유형별로 해당 채널 및 시험 조건별, Pattern별 EMI 방출 상태 분석
- 21) DMB 기기에 대한 AV 제품의 전자기파 내성 시험항목과 ITE 제품의 전자기파 내성 시험항목 평가 및 분석
 - ※ AV 제품 : 방송수신기기류 및 관련기기
 - ※ ITE 제품 : 정보처리기기 및 관련기기
- 22) DMB 기기에 대한 각 유형별, 제품군별 적용되는 시험

항목별 결과를 분석하여 시험기준을 정립하고 국제 표준
및 국내 기준으로 제안

- 23) 계통연계형 인버터의 종류와 특성을 분석
- 24) 계통연계형 인버터의 EMC 국제규격 조사
- 25) 계통연계형 인버터 샘플의 RE, CE 시험자료 분석
- 26) 계통연계형 인버터 샘플의 하모닉스 측정 및 분석
- 27) EMC 기준전문위원회 및 소위원회 정비·운영
- 28) 전기철도 EMC 등 측정 및 시험을 통한 기준 검증
- 29) 전기철도 EMC 등 기술기준 및 시험방법 개정안 마련
- 30) 2010 CISPR 국제표준화 회의 대응 및 동향발표회 개최
- 31) EMC 국제표준화 연구 결과보고서 및 동향보고서 발간

5. 연구 결과

- 1) 소규모 시험장의 기준시험장 가능성 여부를 확인하고 기
준시험장 조건을 분석
- 2) 기가헤르쯔 대역의 site VSWR의 적합성 분석
- 3) 안테나 높이에 따른 EMI 변화 가능성 분석
- 4) RMS Average 측정법의 CISPR F분과 도입에 대한 검증
연구를 와인 냉장고와 두 종류의 전기드릴에 대해
RMS-AV 측정법, QP측정법, AV측정법사이의 가중치인수
를 Conducted Emission과 Radiated Emission측정 연구를
통해 CISPR A와 I에서 도입했던 가중치 인수와 비교
- 5) LED조명시스템이 범용화되면서 LED조명시스템에 포함되
어 있는 AC-DC 컨버터시스템의 EMI문제를 검토하고 이
에 대한 대처기술 및 규격을 준비하기 위한 관련 문제 검
토 및 측정 연구를 수행
- 6) 시애틀에서 거행되었던 2010 CISPR B/F분과회의에 참석

하여 CISPR B/F분야의 규격변화 동향을 조사/분석하는 연구를 수행

- 7) 시애틀에서 거행되었던 2010 CISPR F WG1회의에 국내에서 수행했던 RMS-AV 측정 결과 보고서를 제출하고 발표
- 8) CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석 결과
- 9) 자동차 EMC 국제표준화와 자동차 및 내부 연소엔진 표준화 동향 조사 분석 결과
- 10) IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준의 시험방법 분석 결과
- 11) 일반자동차 및 전기자동차 EMI 비교 분석
- 12) 국내에서 많이 사용되고 있는 휴대통신기기의 디지털 변조방식 조사
- 13) 국제표준에서의 표준 내성인가신호 조사
- 14) 각 디지털 변조신호에 대응하는 표준 시험신호를 피시험기기에 인가하였을 때 무변조신호보다 영향을 더 받고 있다는 것을 확인하였음
- 15) 시중에서 판매되고 있는 휴대전화기용 무선충전기로부터 전자파 방출 실태를 시험한 결과 340 ~ 360 kHz의 자기장 결합을 통해 전원공급이 이루어지고 있으며, 전자파 방출 레벨을 제한하기 위한 규격 적용을 다양하게 시도하여 적합한 적용규격 및 시험조건을 분석하였음
- 16) DMB 제품에 대한 각국의 기술 사양 및 국내의 기술 사양과 방식에 대한 조사 실시
- 17) DMB 제품에 대하여 국내외 EMC 기술 기준 분석 및 시험방법 분석
- 18) DMB 제품의 EMC 항목별 시험 및 DMB 제품의 시험방법 도입 방안 마련

- 19) DMB 제품의 규격 적용 방안 마련(AV 시험 방법 및 ITE 시험 방법 적용하여 평가한 결과를 근거로 함)
- 20) DMB 신호 규격을 국제 규격(CISPR 32)에 반영하기로 함
- 21) DMB 방송 수신기능 내성 시험에 대한 검토 요청에 대하여 TF팀을 구성하기로 하였으며 TF팀에 참여하기로 함
- 22) 계통연계형 인버터의 종류와 특성을 분석
- 23) 계통연계형 인버터의 EMC 국제규격 조사
- 24) 계통연계형 인버터의 전력품질 국제규격 조사
- 25) 계통연계형 인버터 샘플의 RE, CE 시험자료 분석
- 26) 계통연계형 인버터 샘플의 하모닉스 측정 및 분석
- 27) 전기철도 EMC 기준 및 시험방법 개정안
- 28) 무선기기 EMC 기준 및 시험방법 개정안
- 29) 정보기기 통신포트 전도기준 시행방안
- 30) EMC 국제표준화 연구 결과보고서 및 동향보고서
- 31) CISPR 국제회의 RSM관련 기고서 발표
- 32) CISPR 국제회의 SVSWR관련 기고서 발표
- 33) CISPR 국제회의 RMS-AV관련 기고서 발표
- 34) CISPR 국제회의 DMB관련 기고서 발표

6. 기대효과

- 1) RSM을 국내 시험장에 적용 가능성 확보
- 2) S-VSWR의 국내 시험장에 적용 가능성을 확보하였으며, 셀터의 영향 분석으로 추후 기가헤르쯔 대역 이상 측정에 대한 대처방안 마련
- 3) 안테나의 높이에 따른 EMI 변화 분석안 마련
- 4) LED 조명시스템에 관한 전자파 장애문제를 파악하여 국

내 관련 산업계에 기초자료 제공하여 LED조명 시스템의 국제규격제정에 대응할 수 있는 역량강화를 시도

- 5) RMS Average 측정방식의 CISPR 14-1에 도입하는 문제의 타당성 조사 및 검증 연구 결과에 대해 2010 CISPR F WG1에 발표하여 우리나라의 기술력을 국제적으로 인정을 받음
- 6) 시애틀에서 거행되었던 2010 CISPR B/F분과회의에 참석하여 CISPR B/F분야의 규격변화 동향을 파악하여 국내 산업계에 국제적인 규격변화 동향에 대응할 수 있는 자료를 제공
- 7) 국내 자동차 EMC 규격 개선방안 확보
- 8) 전기 자동차 EMC 표준화방안 확보
- 9) 전기 자동차 EMC 연구방안 확보
- 10) 전기 자동차 EMC 규격 관련 기술보고서 확보
- 11) 전기 자동차 EMC 규격 평가결과 확보
- 12) 각 변조방식별 영향을 분석할 수 있는 피시험기기의 조사·구입 또는 설계 제작
- 13) 실제 사용하고 있는 휴대 단말기를 이용한 직접 접근방식과 각 변조신호의 표준화된 인가신호를 이용한 간접 접근방식을 통한 시험실시 및 영향 분석
- 14) 자기장 방출 시험규격을 세분화하고 비교 시험을 통해 무선 충전기에 적합한 시험규격 결정
- 15) DMB 제품의 시험 방법 및 시험 결과 분석으로 인하여 정보기기의 시험 방법이 적절하다는 것을 확인 하였고, 국제 멀티미디어 규격인 CISPR 32 및 CISPR 35 규격에 DMB에 대한 내용이 추가 되어, 향후 DMB 제품에 대한 시험의 일관성을 가질 수 있어 관련 업계 및 시험소에서

의 공통적인 기준 적용으로 혼선을 방지 할 수 있을 것임

- 16) 2012년부터 건축되는 모든 건축물은 소요 전력량의 일정 부분을 신재생에너지로 생산하여야 하기 때문에 태양광 및 풍력의 이용이 급속히 증가하게 되고, 이에 따라 전력용 인버터의 수요가 시스템 차원에서 단품화되는 추세로 발전해 갈 것이다. 따라서 각종 방식의 인버터 기기의 생산과 품질 평가가 중요한 문제로 대두될 것이며, 기기의 방식에 따른, 업체별 제작 방식에 따른 측정방법 및 측정시스템의 구축도 심도 있게 고려하여야 할 것임
- 17) 계통연계형 인버터의 측정을 통해 발생할 수 있는 문제점들을 분석하였으며, 이는 앞으로 이루어질 시험 시스템의 구축에 도움이 될 수 있을 것임
- 18) 전자파 장애방지 및 보호 기준과 시험방법 개정안 확보
- 19) 국내 EMC 규격 개선방안 및 연구방안 확보

7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
EMI test receiver	20 Hz ~ 40 GHz	15	전자파 세기 측정	KTL	기 확보	
Network analyzer	30 kHz ~ 6 GHz	4	RF 특성 분석	KTL	기 확보	
Antenna	30 Hz ~ 18 GHz	50	복사 전자파 측정	KTL	기 확보	
Spectrum Analyzer	20 Hz ~ 26.5 GHz	10	스펙트럼 분석	KTL	기 확보	

Anechoic chamber	3/10 m급	2	전자파 특성 분석	KTL	기 확보	
Oscilloscope	Max 500 MHz	5	파형 분석	KTL	기 확보	
Shielded room	-	11	RF기기 측정용	KTL	기 확보	
방사 전기장 내성 시험기	IEC6100 0-4-3	8	방사 전기장 내성 시험	KTL	기 확보	
Compact chamber	3 m 급	3	내성 측정용	KTL	기 확보	
CMU200	-	5	휴대통신 단말기 특성 분석	KTL	기 확보	
EMC 챔버	8.8m(L) x 6.2m(W) x 5.3m(H)	1	EMC 측정	O	보유	
EMI 측정수신기	9kHz~40 GHz	1	전도 및 복사 방출 측정	O	보유	
RF Amplifier	100kHz~3GHz	1	신호 증폭	O	보유	
Horn Antenna	1GHz~18 GHz	1	복사 전자파 측정	O	보유	
Bilog Antenna	25MHz~3GHz	1	복사 전자파 측정	O	보유	
Antenna Mast	1-4m 가변	1	복사 전자파 측정	O	보유	
E-field Probe	100kHz~6GHz	1	방사 전자파 측정	O	보유	

Signal Generator	9kHz~20 GHz	1	신호 발생	O	보유	
Oscilloscope	Max. 500MHz	1	신호파형 분석	O	보유	
Attenuator	10 dB	1	신호 감쇄	O	보유	
루프 안테나	150kHz~30MHz	1	복사성 방출 측정	O	보유	
LISN	150kHz~30MHz	1	전도성 방출 측정	O	보유	
audio analyzer	20Hz~100kHz	1	음성왜곡 측정	O	보유	
의사귀 · 입	-	1	음성신호 발생 수집	O	보유	
Bi-conical Antenna	30kHz~300MHz	1	복사 전자파 측정	O	보유	
Log Periodic Antenna	300kHz~1GHz	1	복사 전자파 측정	O	보유	
Spectrum Analyzer	150KHz~3GHz	1	스펙트럼 분석	O	보유	
Antenna Kit	Loop/Dipole	1	Near Field 측정	O	보유	
Digital Oscilloscope	Max. 2.5GHz	1	Noise 파형 분석	O	보유	
Function Generator	Max 250MHz	1	Source 생성	O	보유	
DMB Generator	DMB-T 패턴 신호	1	DMB 신호 공급용	O	임대	
EMC 챔버	7m(L)x4m(W)x4m(H)	1	EMC 측정	O	임차	

EMI 측정수신기	9kHz~3000 MHz	1	전도 및 복사 방출 측정	O	보유	
Bilog Antenna	25MHz~300 0MHz	1	복사 전자파 측정	O	보유	
Antenna Mast	1~4m 가변	1	복사 전자파 측정	O	보유	
Attenuator	(6, 10) dB	1	신호 감쇄	O	보유	
LISN	150kHz~30 MHz	1	전동성 방출 측정	O	보유	
의사손	R500Ω, C200pF	1	전도성 방출 측정	O	보유	
AV Immunity Test System	S1, S2a, S2b, S3, S4	1 Sys	AV 제품 전자기파 내성	O	보유	
Conducted Immunity Sys	150kHz~80 MHz, 3V	1 Sys	전도성 전자기파 내성	O	보유	
Radiated Immunity Sys	80MHz~100 0MHz, 3 V/m	1 Sys	방사성 전자기파 내성	O	보유	
ESD	4kV 8kV	1	정전기	O	보유	
EFT/B	1kV	1	전기적빠른 과도현상	O	보유	
Surge	2kV	1	서어지	O	보유	
전원 Dip	dip	1	전원 Dip	O	보유	

8. 기타사항

최종보고서 초록

국문 초록

EMC 시험장 평가 표준화 연구를 위하여 1 GHz 이하에서는 기준시험장측정방법(RSM)의 적용 가능성을 시험하였고, 1 ~ 18 GHz에서는 site VSWR의 적용 가능성을 연구하였다. RSM의 경우 시험장 접지면의 편평도, 시험장 주변 환경 등으로 인한 영향이 크게 작용하였으며, S-VSWR 시험의 경우 측정을 통해 셀터의 영향이 큰 것으로 분석되었다. 또한, 안테나 높이에 따라 EMI가 변화할 수 있다는 결론을 얻었다.

CISPR F분과의 WG1에서 도입하려는 RMS-AV측정법을 검증하기 위해 CISPR에서 제시한 RMS-AV측정법, QP측정법, 그리고 AV측정법사이의 가중치를 확인하기 위해 와인냉장고와 두 종류의 전기드릴에 대해 Conducted Emission과 Radiated Emission을 방송송출시, 방송비송출시, 차폐실 내의 세종류의 조건하에서 측정하여 비교하였다.

LED조명시스템이 범용화되면서 LED조명시스템에 포함되어있는 AC-DC 컨버터시스템의 EMI문제를 검토하고 이에 대한대처기술 및 규격을 준비하기 위한 관련 문제 검토 및 측정 연구를 수행하였다.

‘국제표준화에 대응하기 위한 자동차 시험장 평가 연구’와 ‘일반 자동차 및 전기자동차의 EMI 특성 비교 분석’을 실시하였다. 국제표준화에 대응하기 위한 자동차 시험장 평가 연구를 위하여, CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석하였으며, 자동차 EMC 국제표준화를 조사 분석하였다. 또한 IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준 및 시험방법 분석하였으며, 이를 통하여 외국 EMC 기준의 국내 적용 가능성을 검토하였다. ‘일반 자동차 및 전기자동차의 EMI 비교 분석’을 위하여 일반 자동차 구동 조건

에 따른 EMI 측정 및 비교분석을, 전기 자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교분석을, 일반 자동차와 전기 자동차 EMI의 주파수 특성 분석을 진행하였다.

한국에서 이동형 TV로서 사용하고 있는 DMB는 2010년 현재 1000 만명 이상의 사용자가 Mobile phone, Navigation, PMP 제품 등에 내장되어 사용되고 있다. 하지만 현재의 방송수신기기(AV) 및 관련 기기류 규격인 CISPR 13 및 CISPR 20 그리고 정보기기(ITE) 및 관련 기기류 규격인 CISPR 22 및 CISPR 24 규격에는 DMB 제품에 대한 시험방법 및 시험조건이 없는 상태이다. 향후 Multimedia 규격인 CISPR 32 및 CISPR 35 규격에서는 기능별 시험 방법으로 기술되어 있어 시험이 가능한 부분도 있지만 세부적인 시험방법 및 시험조건이 포함되어 있어야 하기 때문에 이에 대한 사항을 제안하였다.

태양광 및 풍력 등의 신재생에너지 발전시스템의 보급과 확산에 따라 여기에 사용되는 각종 인버터기기로부터의 EMI 문제점을 분석하고 기술기준 및 측정방법을 제안하였다.

EMC 기술기준 및 시험방법을 투명하고 효율적으로 개정하기 위하여 산·학·연·관이 참여하는 EMC 기준전문위원회를 구성·운영하였고, 국제표준화 연구·대응과 기술기준 및 시험방법 개정안 마련을 수행하였다.

영문 초록

For the research of the standard of the EMC site evaluation, the reference site method under 1 GHz and site VSWR over 1 GHz are studied. In case of the RSM, the site flatness and environment are very important factors. For the S-VSWR, the shelter(weather protection) is significantly effect to the results. Also the EMI will be changed by the antenna height in the measurement.

To verify weighting factors (suggested by CISPR) between

the RMS-AV measurement method and other methods such as QP and AV measurement methods, CISPR F WG1 has tried to adopt, the weighting factors were tested in Korea, measurements of conducted emission and radiated emission were performed with a wine refrigerator and two different electric drills.

As the usages of various LED lighting systems have been widely spread without considering EMI problems, we have studied EMI problems on the AC-DC converter system which is the main cause of the problems and have investigated international regulation trends of LED systems to meet possible problems to be come.

In South Korea, 2010 present time, there are more than 10 million users of DMB(Digital Multimedia Broadcasting) which is embedded in devices such as Mobile phone, Navigation and PMP(Personal Multimedia Player), and etc., and utilize it as a portable TV. However, there are no specific test methods and conditions stipulated for now with regard to DMB devices under CISPR 13 and 20, which provides for standard in sound and television broadcast receivers (AV), neither in CISPR 22 and 24, which provides for standard in information technology equipment (ITE). CISPR 32 and 35, which provides for standards regarding multimedia equipment, are written in accordance with each functional test method allowing DMB devices to be tested accordingly. In the coming years, however, they should be amended so that they would include detailed test methods and test conditions for the multimedia devices. In this respect, this report is aimed to propose the

issues regarding test methods and conditions of DMB equipment to be considered in order to supplement and improve current standards.

Depending on the worldwide spread of renewable energy such as solar and wind energy, EMI specifications and measurement methods of various inverters for photovoltaic and wind energy systems are analyzed.

색 인 어	한글	기준시험장측정방법, S-VSWR, RMS-AV측정, 준침두치, 평균치, 가중치, LED 조명시스템, 전기 자동차, EMC 규격, 전기자동차 표준, DMB, CISPR13/20/32/35, 방송수신기, 정보기기, 인버터, 태양광 에너지, 풍력 에너지
	영문	RSM, S-VSWR, RMS-AV, QP, AV, Weighting factor, LED lighting, Electric vehicle, EMC regulations, Standard, DMB, CISPR13/20/32/35, AV, ITE, inverter, photovoltaic energy, wind energy

SUMMARY

For the research of the standard of the EMC site evaluation, the reference site method under 1 GHz and site VSWR over 1 GHz are studied. In case of the RSM, the site flatness and environment are very important factors. For the S-VSWR, the shelter(weather protection) is significantly effect to the results. Also the EMI will be changed by the antenna height in the measurement.

To verify weighting factors (suggested by CISPR) between the RMS-AV measurement method and other methods such as QP and AV measurement methods, CISPR F WG1 has tried to adopt, the weighting factors were tested in Korea, measurements of conducted emission and radiated emission were performed with a wine refrigerator and two different electric drills.

As the usages of various LED lighting systems have been widely spread without considering EMI problems, we have studied EMI problems on the AC-DC converter system which is the main cause of the problems and have investigated international regulation trends of LED systems to meet possible problems to be come.

We have participated in the 2010 CISPR B/F meetings and investigated changes in trends of the related international regulation

The measurement results for the weighting factors related the RMS-AV measurement method were submitted and presented at the 2010 CISPR F WG1 meeting in Seattle.

We performed 'the research on the evaluation of vehicles test

site for international standardization' and 'the comparison of EMI characteristic for non-electric vehicle and electric vehicle.' We investigated and analyzed the evaluation criteria and methodology of CISPR standard test site, and investigated the international standard of the vehicle's EMC, to cope with the international standardization. Also, from the result of the investigation on the criteria and methodology of IEC and european vehicle EMC standard, we reviewed the possibility that the foreign EMC standard may be applied to domestic standard. For 'comparison and analysis of non-electric vehicle and electric vehicle,' we performed the EMI measurement and analysis for non-electric vehicle and electric vehicle according to the different driving conditions, and analysis of EMI frequency characteristic of non-electric vehicle and electric vehicle. As a result, we came to the conclusion as follows.

After we performed 'the evaluation criteria and methodology of CISPR standard test site,' we had the grasp of vehicle test method for OTS, ALSE, OATS, NSA, and checked the differences. Also, we verified that ALSE test site, which is recommend in CISPR12, is difficult to apply to domestic test site for evaluation of domestic vehicle's EMC characteristic because no domestic test site adopts it.

Even though IEC and ISO constructed the standard of charging system on the connectors in electric vehicle, position of charging cables, protection from physical damage, communication protocol, on/off board charging, additional services, and so on, we have confirmed that there still remains the problem and issues on the standard of battery, the standard

of inlet structure and dimension for compatibility of connectors, the standard of communication protocol for charging system, the plan for opening of BMS technology, the plan for visitor's charging in apartment house, and so on. And we confirmed that the standard compensations and internationalization are required because electric vehicle including on-line electric vehicle which charges the battery while the vehicle is moving. Among the standards currently being discussed in IEC/TC 69, we summarized the data on the standard of charging system which can seriously affect the generation of EMI such as REV. IEC 61851-1 (Electrical vehicle conductive charging system – Patr1: General requirement), IEC 61851_23 (Electrical vehicle conductive charging system – Patr2-3: D.C Electric vehicle charging station), and IEC 61980_1 (Electrical vehicle inductive charging system – Patr1: General requirement).

As an analysis of investigation on the criteria and methodology of IEC and european vehicle EMC standard, we summarized main contents on the criteria of specification for vehicle EMC. We summarized CISPR/D/WG1/N384, CISPR/D/WG1/N386, CISPR/D/WG1/N387, CISPR/D/WG2/N234, and CISPR/D/WG2/N243 which is discussed at CISPR/D Working Group in 2010.

For 'comparison and analysis of EMI from non-electric vehicle and electric vehicle,' we introduced the on-line electric vehicle and its contact power transfer mechanism and successful satisfaction of electromagnetic field reduction from power lines and pickup modules by using leakage magnetic flux suppression technique.

We measured EMI from engine-driven vehicle at key on mode and driving mode and measured EMF from motor-driven vehicle at key off mode, key on mode, charging off mode, charging on mode, and driving mode. As a result, we verified that the narrow band noise evaluation at key on mode and the broad band noise evaluation at driving mode can be carried out for engine-driven vehicle. For motor-driven vehicle, we verified that the narrow band noise evaluation at key on mode and the broad band noise evaluation at driving mode should be carried out. We also verified that the necessity of the EMI noise evaluation of motor-driven vehicle at charge on mode.

For engine-driven vehicle, the measurement is performed when the antenna is positioned at the front, side near engine, center, and rear of the vehicle. So, it is reasonable to place the center of antenna at the position of engine in the peak mode measurement for engine-driven vehicle. However, in average mode measurement, the result is significantly affected by the position of the antenna. Also, for motor-driven vehicle, the results are significantly affected by the antenna position both in peak mode measurement and in average mode measurement. So, we verified that the re-investigation of the standard for selecting the proper position of the antenna for the measurement of EMI from the engine-driven vehicle and the motor-driven vehicle should be carried out.

From the measurement of EMI for different velocity of engine-driven vehicle and motor-driven vehicle, we verified that the average mode measurement is not affected at engine-driven vehicle but effected at motor-driven vehicle by

the change of the vehicle velocity. However, we verified that the increase of the velocity of the vehicles affects the result of the peak mode measurement.

In South Korea, 2010 present time, there are more than 10 million users of DMB(Digital Multimedia Broadcasting) which is embedded in devices such as Mobile phone, Navigation and PMP(Personal Multimedia Player), and etc., and utilize it as a portable TV. However, there are no specific test methods and conditions stipulated for now with regard to DMB devices under CISPR 13 and 20, which provides for standard in sound and television broadcast receivers (AV), neither in CISPR 22 and 24, which provides for standard in information technology equipment (ITE). CISPR 32 and 35, which provides for standards regarding multimedia equipment, are written in accordance with each functional test method allowing DMB devices to be tested accordingly. In the coming years, however, they should be amended so that they would include detailed test methods and test conditions for the multimedia devices. In this respect, this report is aimed to propose the issues regarding test methods and conditions of DMB equipment to be considered in order to supplement and improve current standards.

The measurement results for DMB device were submitted and presented, will be add korea DMB specification in CDV document of CISPR 32/35 at the 2010 CISPR I WG4 meeting in Seattle.

We have participated in the 2010 CISPR I WG4 meetings and investigated changes in trends of the related international regulation

Mobile Terrestrial TV	T-DMB
Standard	System-A (DAB/Eureka-147)
Level	60 dBuV
Channel	
Frequency	174 MHz ~ 216 MHz
Modulation	DQPSK, 전송 : OFDM
Mode	
Modulation Scheme	
Guard Interval	496 kHz, 208 kHz, 192 kHz
Code Rate	
Useful bit rate	
Information bit rate: Max	

Depending on the worldwide spread of renewable energy such as solar and wind energy, EMI specifications and measurement methods of various inverters for photovoltaic and wind energy systems are analyzed.

- o Survey of International EMI Standards of Inverters
- o Analysis of EMI characteristics of Inverters
 - Inverter of photovoltaic energy system
 - Verification of technical specification by measurement
- o Survey of International EMI Standards of Grid tied inverters
- o Propose of EMI measurement method of Inverters

목 차

표 목 차	XXVII
그림목차	XXXII
제 1 장 서 론	1
제 2 장 EMC 시험장 평가 표준화 연구	5
제 1 절 1 GHz 이하 RSM 국제표준화 대응 연구	5
제 2 절 1 GHz이상 EMI 시험장 적용 가능성 연구	26
제 3 절 안테나 높이에 따른 EMI 변화 연구	56
제 3 장 AC-DC 컨버터 응용제품에 대한 EMI 연구 및 가정용기기 RMS 평균검출모드 측정 분석	59
제 1 절 연구의 목적 및 필요성	59
제 2 절 AC-DC 응용제품별 전도 및 방사레벨 측정 분석 및 규격 동향 연구	60
제 3 절 RMS-AV측정방식 타당성 검증 및 국제 동향 조사 연구	84
제 4 절 소 결	98
제 4 장 자동차 EMC 국제표준화 분석 및 대응 연구	99
제 1 절 서 론	99
제 2 절 연구 및 조사 결과	101
제 3 절 소 결	170

제 5 장 변조방식별 전자파에 의한 기기에 미치는 영향 연구	173
제 1 절 디지털 변조신호와 전자파 내성 표준 인가신호 ·	173
제 2 절 변조방식에 따른 전자파 내성영향 시험	184
제 3 절 무선 전원공급장치의 전자파 방출 측정 및 분석	203
제 6 장 DMB에 대한 EMC 국제표준화 연구	213
제 1 절 DMB 개 요	213
제 2 절 평가 및 분석	221
제 7 장 DC-AC 인버터 응용 제품에 대한 EMI 연구	249
제 1 절 서 론	249
제 2 절 신재생에너지의 전력망연계형 인버터의 종류와 특성	251
제 3 절 인버터 기기의 EMC 인증 규격	256
제 4 절 측정 및 분석	262
제 5 절 소 결	270
제 8 장 전문가 풀 운영 및 EMC 기술기준 개정안 마련 지원	271
제 1 절 전문가 풀 운영	271
제 2 절 EMC 기술기준 개정안 마련 지원	276
제 9 장 결 론	283
부록. CISPR 2010 분과별 기고서	290

표 목 차

표 2-1 SVSWR 시험 위치	30
표 3-1 삽입손실의 최소값	69
표 3-2a 전원단자에서의 방해전압 한계값	69
표 3-2b 부하단자에서의 방해전압 한계값	70
표 3-2c 제어 단자에서의 방해전압 한계값	70
표 3-3a 방사되는 전기자기방해 한계값	70
표 3-3b 10 m의 측정거리에서 30 MHz ~ 300 MHz 대역의 방사 방해 한계값	71
표 3-3c CDN 방법에 의한 공통모드 단자전압 한계치	71
표 3-4 정전기 방전-함체에서의 시험레벨	73
표 3-5 전자파방사내성-함체에서의 시험레벨	74
표 3-6 전원 주파수 자기장 - 함체의 시험레벨	74
표 3-7 전기적 빠른 과도현상 - 신호선과 제어선을 위한 단자에서의 시험레벨	74
표 3-8 전기적 빠른 과도현상-입 · 출력 직류전원 단자에서의 시험레벨	74
표 3-9 전기적 빠른 과도현상-입 · 출력 교류전원 단자에서의 시험레벨	75
표 3-10 전자파전도내성-신호선과 제어선을 위한 단자에서의 시험레벨	75
표 3-11 전자파전도내성 - 입 · 출력 직류 전원단자에서의 시험레벨	75

표 3-12 전자파전도내성 - 입 · 출력 교류 전원단자에서의 시험레벨	76
표 3-13 서지 - 입력 교류 전원 단자에서의 시험레벨	76
표 3-14 전압강하 및 순시정전 - 입력 교류 전원 단자에서의 시험 레벨	76
표 3-15 전압강하 및 순시정전 - 입력 교류 전원 단자에서의 시험 레벨	77
표 3-16 안정기 내장형 램프에 대한 시험의 적용	77
표 3-17 개별 부속품에 대한 시험의 적용	77
표 3-18 조명기기에 대한 시험의 적용	78
표 4-1 Site Attenuation in null frequency band	107
표 4-2 Site Attenuation Data (Recommended geometries for tuned half-wave dipoles with horizontal polarization)	108
표 4-3 Site Attenuation Data (Recommended geometries for tuned half-wave dipoles with vertical polarization)	109
표 4-4 Touch currents	121
표 5-1 각 변조방식 별 통신기술 및 사용 주파수 대역	178
표 5-2 휴대무선기기의 실제 특성 및 대응되는 시험 변조신호	183
표 5-3 직접 접근방식의 인가신호 및 시험결과	186
표 5-4 간접 접근방식의 인가신호 및 시험결과	188
표 5-5 피시험기기의 종류	195
표 5-6 아날로그 TV에 대한 방사 내성의 시험조건	196

표 5-7	아날로그 TV의 방사내성 시험결과	196
표 5-8	유무선 전화기에 대한 방사 내성의 시험조건	197
표 5-9	방사내성시험의 음성응답 (DECT 전화기)	199
표 5-10	해상용 무전기에 대한 방사 내성의 시험조건	200
표 5-11	방사내성시험의 음성응답 (VHF 무전기)	202
표 5-12	B급기기에 대한 주전원 단자 방해전압의 한계값	204
표 5-13	유도 조리 기구에 대한 주 전원 단자 방해 전압의 한계값	205
표 5-14	시험품 주위의 2 m 루프 안테나 내의 자기장 유도전류 한계값	205
표 5-15	자기장 세기의 한계값	206
표 5-16	시험장에서 그룹 2 B급 기기에 대한 복사성 방해 한계값	206
표 5-17	평가조건 및 적용항목	207
표 5-18	전도성 방출 시험결과	210
표 5-19	복사성 방출 시험결과	211
표 6-1	지상파 DMB 주파수의 세부 채널	215
표 6-2	모바일 TV의 기술별 특징	216
표 6-3	DMB 국제 기준 현황	217
표 6-4	국내 DMB 현황 (2006년도 기준)	219
표 6-5	시험 제품	220
표 6-6	시험 규격별 시험 항목 비교	222
표 6-7	주파수별 방사 시험 결과(Navigation)	223
표 6-8	주파수별 방사 시험 결과(PMP)	224
표 6-9	Pattern별 방사 시험 결과	225

표 6-10 주파수별 전도성 장애 시험 결과	226
표 6-11 Pattern별 전도성 장애 시험 결과	227
표 6-12 전도성 장애 시험 결과 - Navigation	228
표 6-13 전도성 장애 시험 결과-PMP	229
표 6-14 전도성 장애 시험 결과-휴대폰	230
표 6-15 EMI 시험 결과	231
표 6-16 CISPR 20 규격에서의 기기 분류	232
표 6-17 CISPR 20 규격에서의 시험 적용 구분	233
표 6-18 AV 내성 시험 Input Immunity(S1) 시험결과 (Navigation)	234
표 6-19 AV 내성 시험 Input Immunity(S1) 시험결과 (PMP)	236
표 6-20 AV 내성 RFI Voltage Immunity(S2a) 시험결과 (음성)	237
표 6-21 AV 내성 시험 RF voltage(S2b) 시험결과(PMP)	238
표 6-22 Radiated Immunity(S3) 시험 결과	240
표 6-23 CISPR 20 시험 결과	242
표 6-24 방사 내성(Radiated Susceptibility) 시험 결과	245
표 6-25 ITE 전도 내성(Conducted Susceptibility) 시험결과	246
표 6-26 EMS 시험 결과-1	247
표 6-27 EMS 시험결과-2	248
표 7-1 전력전자의 응용분야	250
표 7-2 결과보고서 상의 목차	250
표 7-3 그리드 망 연계형 인버터의 특성	252

표 7-4 리드 망 연계형 태양광 발전 인버터의 규격 내용	· 253
표 7-5 범용 인버터 기기의 EMC 국제규격	 257
표 7-6 인버터 기기의 계통연계를 위해 요구되는 국제규격	 258

그 립 목 차

그림 2-1 A site의 개략도	6
그림 2-2 A site의 내부 사진	7
그림 2-3 RSM을 위하여 선정된 측정점	8
그림 2-4 A site의 Standard Deviation	10
그림 2-5 기존의 측정점에서의 측정	11
그림 2-6 A site의 기존 측정점에서의 Standard Deviation	12
그림 2-7 A site에서의 Site Attenuation Deviation	13
그림 2-8 A site의 기존 측정점에서의 Site Attenuation Deviation	14
그림 2-9 B site의 개략도	15
그림 2-10 B site의 외부 전경 사진	16
그림 2-11 B site의 측정점	17
그림 2-12 B site의 Standard Deviation	18
그림 2-13 B site의 Site Attenuation Deviation	19
그림 2-14 B site의 기존 측정점에서의 측정	20
그림 2-15 B site의 기존 측정점에서의 Site Attenuation Deviation	21
그림 2-16 C site의 개략도	22
그림 2-17 C site의 외부 전경 사진	23
그림 2-18 C site의 측정점	23
그림 2-19 C site의 Standard Deviation	24
그림 2-20 C site의 Site Attenuation Deviation	25
그림 2-21 S-VSWR 측정 위치	27

그림 2-22 S-VSWR 측정의 측면도	29
그림 2-23 S-VSWR 측정을 위한 A 시험장의 측정조건	48
그림 2-24 S-VSWR 측정을 위한 B 시험장 측정조건	52
그림 2-25 안테나 높이에 따른 측정 셋업	56
그림 2-26 안테나 고정 후 측정과 안테나 스캔 방법에 의한 전기장 세기 비교	57
그림 2-27 안테나 높이에 따른 수신전력의 변화(1~6 GHz)	58
그림 2-28 안테나 높이에 따른 수신전력의 변화(6~18 GHz)	58
그림 3-1 기존의 Two-stage LED 구동 회로	61
그림 3-2 최근 추세인 Two-stage LED 구동 회로	62
그림 3-3 2004년 한국표준과학연구원서 발표한 여러 종류의 EMI 문제점 보고 사례	63
그림 3-4 현 QP측정 방법	85
그림 3-5 RMS-AV측정방법의 Block 도	85
그림 3-6 현 평균값, 준침두치 허용기준과 RMS-AV 허용기준 비교	86
그림 3-7 와인냉장고의 전도노이즈 시험 결과	91
그림 3-8 드릴 #1의 전도노이즈 시험 결과	92
그림 3-9 드릴 #2의 전도노이즈 시험 결과	93
그림 3-10 와인냉장고의 잡음전력 시험 결과	94
그림 3-11 드릴 #1의 잡음전력 시험 결과	95
그림 3-12 드릴 #2의 잡음전력 시험 결과	96

그림 3-13 영국측과 일본 측의 RMS-AV와 기타 측청치들 간의 가중치 차이를 보이는 시험 결과	97
그림 4-1 Measuring site(OTS)	101
그림 4-2 Antenna position to measure emission (Vertical polarization)	102
그림 4-3 Antenna position to measure emission (Horizontal polarization)	103
그림 4-4 Site attenuation measurement method	104
그림 4-5 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements(3m Method, Horizontal Polarization)	105
그림 4-6 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements(10m Method, Horizontal Polarization)	105
그림 4-7 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements(3m Method, Vertical Polarization)	106
그림 4-8 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements(10m Method, Vertical Polarization)	106
그림 4-9 A형 연결-전원 케이블과 플러그로 EV와 교류 전원을 연결	113
그림 4-10 B형 연결-커넥터를 갖는 분리형 케이블로 EV와 교류 전원 장치를 연결	113

그림 4-11 C형 연결－전원 케이블과 전원 장치에 고착된 커넥터로 EV와 교류 전원을 연결	114
그림 4-12 모드1 B형 연결	115
그림 4-13 모드2 C형 연결	115
그림 4-14 모드3 B형 연결	115
그림 4-15 모드3 C형 연결	116
그림 4-16 Inductive charging system	118
그림 4-17 Inductive charging system dielectric withstand test point	120
그림 4-18 Inductive charging system insulation resistance	120
그림 4-19 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements(3m Method, Horizontal Polarization)	125
그림 4-20 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements(10m Method, Horizontal Polarization)	126
그림 4-21 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements(3m Method, Vertical Polarization)	126
그림 4-22 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements(10m Method, Vertical Polarization)	127
그림 4-23 시료 테이블 접지 라인을 아래로 내린 경우의 측정 사진	131

그림 4-24	시료 테이블 접지 라인의 갯수를 1, 2, 4, 6개로 증가시켜 30MHz ~ 200MHz 대역의 RE 측정 결과	131
그림 4-25	온라인 전기자동차와 급/집전장치 개념도	133
그림 4-26	온라인 전기자동차의 전력 전달 시스템	134
그림 4-27	수직 자속 급/집전장치 (a)입체도 (b)정면에서 본 단면도	135
그림 4-28	수평 자속 급/집전장치 (a)입체도 (b)정면에서 본 단면도	136
그림 4-29	수직 자속 급/집전장치 (a)입체도 (b)정면에서 본 단면도	136
그림 4-30	차량의 하부 차폐판 설치 구조	137
그림 4-31	차량 측면 수직 차폐판을 이용한 자기장 감소 (a)적용 전 단면구조 (b)적용 후 단면구조 (c)측정위치의 높이에 따른 자기장 세기	139
그림 4-32	지하 수직 차폐판과 금속 브러시 연결을 이용한 자기장 감소 (a)적용 후 단면 구조 (b)적용 후 자기장 세기 분포 (c)측정위치의 높이에 따른 자기장 세기 (d)지하 수직 차폐판 설치 구조	141
그림 4-33	차량 측면 차폐판과 지하 차폐판을 연결을 통한 자기장 차폐 적용 후 측면 구조	141
그림 4-34	금속 브러시 접촉에 의한 자기장 차폐 (a)사전 측정 검증을 위해 테스트 차량에 적용하여 된 금속 브러시 (b) 브러시 연결 개수에 따른 자기장 감소 측정 결과	142

그림 4-35	침두값 모드 (청색: Full 동작, 적색: 엔진 Off, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)	146
그림 4-36	평균값 모드 (청색: Full 동작, 적색: 엔진 Off, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)	146
그림 4-37	침두값 모드 (감색: Key off, 노란색: Charge off, 하늘색: Key on, 주황색: Charge on, 청색: Motor on, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)	148
그림 4-38	평균값 모드 (감색: Key off, 노란색: Charge off, 하늘색: Key on, 주황색: Charge on, 청색: Motor on, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)	148
그림 4-39	Horizontal 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	150
그림 4-40	Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	150
그림 4-41	Vertical 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	151

그림 4-42 Vertical 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	151
그림 4-43 Horizontal 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	153
그림 4-44 Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	153
그림 4-45 Vertical 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	154
그림 4-46 Vertical 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)	154
그림 4-47 Horizontal 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과	156
그림 4-48 Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과	156
그림 4-49 Vatical 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과	157
그림 4-50 Vatical 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과	157
그림 4-51 Horizontal 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과 ...	158
그림 4-52 Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 ...	158
그림 4-53 Vatical 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과	159
그림 4-54 Vatical 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과	159

그림 4-55 30kHz-200MHz-Horizontal-첨두값	160
그림 4-56 30kHz-200MHz-Horizontal-평균값	160
그림 4-57 30kHz-200MHz-Vertical-첨두값	161
그림 4-58 30kHz-200MHz-Vertical-평균값	161
그림 4-59 30kHz-200MHz-Horizontal-첨두값	162
그림 4-60 200MHz-1GHz-Horizontal-평균값	162
그림 4-61 200MHz-1GHz-Vertical-첨두값	163
그림 4-62 200MHz-1GHz-Vertical-평균값	163
그림 4-63 30MHz-200MHz-Horizontal-첨두값	165
그림 4-64 30MHz-200MHz-Horizontal-평균값	165
그림 4-65 30MHz-200MHz-Vertical-첨두값	166
그림 4-66 30MHz-200MHz-Vertical-평균값	166
그림 4-67 200MHz-1GHz-Horizontal-첨두값	167
그림 4-68 200MHz-1GHz-Horizontal-평균값	167
그림 4-69 200MHz-1GHz-Vertical-첨두값	168
그림 4-70 200MHz-1GHz-Vertical-평균값	168
그림 5-1 디지털 변조방식	173
그림 5-2 2진 ASK (BASK) 개념도	174
그림 5-3 2진 FSK (BFSK) 개념도	175
그림 5-4 2진 PSK (BPSK) 개념도	175
그림 5-5 QPSK의 개념도	176
그림 5-6 QAM방식의 개념도	177
그림 5-7 절전 자동 스위치 시스템 구성도	185
그림 5-8 직접 접근방식의 시험장면	186
그림 5-9 정상신호와 시험 중 영향을 받는 신호	187

그림 5-10 간접 접근방식의 시험장면	187
그림 5-11 최대치 보존방법의 개요도	192
그림 5-12 연속파와 AM 신호의 파형과 시험레벨의 정의	192
그림 5-13 변조방식별 신호의 스펙트럼 분석기 측정화면	193
그림 5-14 변조방식별 신호의 Amplitude 비교	193
그림 5-15 CW, AM신호, PM신호의 시간영역 측정화면 ..	195
그림 5-16 아날로그 TV의 전자파 내성 시험장면	196
그림 5-17 유무선 전화기의 전자파 내성 시험장면	198
그림 5-18 방사내성시험의 음성응답 그래프 (DECT 전화기) ..	199
그림 5-19 방사내성시험의 음성응답 그래프(VHF 무전기)	201
그림 5-20 무선 전원충전기 구성	203
그림 5-21 I를 H로 변환하는 변환인자	207
그림 5-22 전도성 방출시험을 위한 시험배치	208
그림 5-23 복사성 방출시험을 위한 시험배치	209
그림 6-1 지상파 DMB 서비스 개요	213
그림 6-2 DMB 채널 구성	214
그림 6-3 Radiated Immunity(S3) 시험 구성	239
그림 6-4 정전기 시험 구성	243
그림 6-5 방사 내성(Radiated Susceptibility) 시험 구성 ..	244
그림 7-1 그리드 망 연계형 태양광 발전 시스템 구성도 ..	251
그림 7-2 그리드 망 연계형 태양광 발전 인버터의 기능 ..	252
그림 7-3 저주파 변압기 방식	254
그림 7-4 고주파 링크 방식	254
그림 7-5 트랜스리스 방식	255
그림 8-1 전기철도 EMC 측정 결과	278

그림 8-2 기가헤르쯔대역 무선기기 방사내성 시험 구성도	279
그림 8-3 통신포트 전도잡음 측정결과	280

제 1 장 서 론

EMC 시험장 평가 표준화 연구를 위하여 1 GHz 이하의 새로운 시험장 평가방법으로 기준시험장평가방법(Reference Site Method)이 최근 국제적으로 이슈화 되고 있으며, 측정 방법 및 표준화에 대한 연구가 수행 중에 있다. 이에 따라 기존의 NSA 방법과 RSM의 평가 방법 비교 분석 및 국제표준화에 대응하기 위한 방안을 마련할 필요성이 있으며, 1 GHz 이하의 새로운 시험장 평가 방법 분석 연구를 통하여 기준시험장을 평가 비교하여 분석하였다. 또한, 평가 및 분석 결과를 토대로 국제표준화 대응을 추진하기 위하여 CISPR meeting에서 연구결과를 발표하였다. 무선통신기기, 전기·전자기기 등의 발달과 주파수 자원의 고갈로 기가헤르쯔 대역 이상에서 사용하는 기기들이 급증하고 있으며, 이에 대해 EMI 시험을 위한 시험장 평가가 필요한 실정이며, 1 GHz 이상에서 시험장 평가 적용 연구를 통하여 지정시험기관의 EMI 시험장이 기가헤르쯔 대역 시험장으로 사용 가능한지에 대한 평가를 지원하였다. 그리고 EMI 시험에서 안테나 높이에 따른 변화가 있을 것으로 예상되며, 이에 대한 측정 분석이 필요하여, 안테나의 높이에 따른 EMI 변화 분석하였다.

LED 조명 제품은 기존의 조명제품에 비해 전력 소모 효율 등의 장점으로 날로 제품의 다양화가 이루어져서 그 이용 범위가 넓어지고 있는 상황이다. 이것은 LED 조명제품의 장점만이 부각되어 그동안 EMI/C문제가 내재 되어 있었다는 것이 이번 연구로 파악이 되어 보다 심층적인 연구가 이루어져야 될 것으로 파악되었다. 그리고 LED관련 산업은 세계적으로 우리가 상대적으로 앞서가고 있어 EMC 규격관련 분야에서도 우리가 앞서 갈 수 있는

상황으로 판단되었다. 그래서 본 연구진은 계속 다양한 제품군과 국내 및 국제적인 규격 동향을 조사하고, 대처 방안을 준비하기 위해 금년도에 관련 연구를 처음 시도하였다. 그 관련 내용을 3.2 절에서 서술한다.

디지털 통신과 같은 광대역 잡음 측정을 위해 제안된 RMS-AVG 검파기술을 CISPR F분과의 가전제품에도 적용하자는 독일 측의 제안을 평가하기 위해 연구가 필요하여 본 연구가 수행되었다. 광대역 잡음 측정을 위해 제안된 것에 대해 작년도 독일 측에서 발표한 AM 방송이 송출되는 경우와 같은 협대역 잡음환경 조건하에서, 그리고 방송이 없을 경우(광대역 잡음환경 조건하에서), 차폐실 내에서와 같이 세 종류의 조건하에서 와인 냉장고, 두 종류의 전기드릴에 대하여 평가하여, 기존 QP검파기 대비 -6 dB, AV 검파기 대비 +4 dB의 가중치 레벨 유지의 상관성을 분석하는 것이 필요하여 본 연구가 수행되었다. 결과적으로 CISPR에서 제시된 가중치보다 크게 차이가 나서 이 문제를 2010 CISPR F WG1(시애틀)에 보고서를 제출하고 그 내용을 발표하였다.

현재 많은 종류의 이동통신 단말기는 가정, 사무실, 일반 공공장소에서 뿐만 아니라 병원, 공항 등 특수한 환경 속에서 다른 전자기기와 매우 근접한 상태에서 사용되고 있으나, 현재 규격에서 요구하는 전자기기의 전자파내성 시험은 주로 아날로그 통신과 유럽 이동통신에 근간을 둔 진폭변조와 펄스변조를 통해 이루어지고 있어 우리나라 이동통신의 변조방식에 의한 영향을 고찰해야할 필요가 있다. 최근 편리성으로 많이 개발되고 있는 무선으로 전기를 공급하여 사용되는 전기기기는 필연적으로 전자파를 방출하고 있어 타 전자기기에 영향을 미칠 수 있기 때문에 이에 대한 조사도 필요한 실정이다.

최근에 출시되는 제품에 DMB 기능이 많이 적용되어 상용화 되어 있는데 반해 현재 국내 및 국제적 규격에서 보면 DMB 제품에 대한 EMC 규제치나 시험방법 및 시험조건에 대한 기준이 정립이 되지 않고 있는 상황이다. 또한 그러한 이유로 인해 DMB 제품이 어떠한 제품군으로써 포함이 되지 않고 있는 상황이 발생하여 관련된 EMC 평가를 받지 못하고 제품이 시장에 계속 출시되고 있는 상황에 처해 있어서, DMB 제품에 대한 국내 및 국제 EMC 기준이 되는 시험방법 및 시험조건 및 적용되어야 할 관련 규격을 정립할 필요성이 발생하게 되었다.

국제 표준화 작업으로 기술 기준 및 동향 기술을 산업체에 보급 함으로써, 국내 산업체의 기술경쟁력 확보에 기여하고 안전한 전자파 환경 구현하기 위하여 연구 과제로서, DMB에 대한 EMC 국내 및 국제 표준을 통하여 국내 제조업체의 해외경쟁력 제고, 국내 DMB 산업체의 EMC 기술이 국제표준에 반영될 수 있도록 하여 산업경쟁력 강화를 통한 해외진출 지원 및 EMC 기술기준의 국제화를 통하여 국내 제조업체의 해외경쟁력 제고 및 국내 산업체의 EMC 기술이 국제표준에 반영될 수 있도록 하여 산업경쟁력 강화를 통한 해외진출 지원하기 위한 목적이 있다.

2012년부터 건축되는 모든 건축물은 소요 전력량의 일정부분을 신재생에너지로 생산하여야 하기 때문에 태양광 및 풍력의 이용이 급속히 증가하게 되고, 이에 따라 전력용 인버터의 수요가 시스템 차원에서 단품화되는 추세로 발전해 갈 것이다. 따라서 각종 방식의 인버터 기기의 생산과 품질 평가가 중요한 문제로 대두될 것이며, 기기의 방식에 따른, 업체별 제작 방식에 따른 측정방법 및 측정 시스템의 구축도 심도 있게 고려하여야 할 것이다.

멀티미디어기기, 무선기기, 전기철도, 자동차 등 사회 각 분야에 대한 전자파 관련 표준이 CISPR 등 국제기구를 중심으로 제·개

정되고 있다. 이에, 우리나라도 국제표준에 대한 대응활동을 적극적으로 체계적으로 진행하여 국내 기술기준 및 시험방법에 반영할 필요가 있다.

EMC 기술기준 및 시험방법을 투명하고 효율적으로 제·개정하기 위하여 산·학·연·관이 참여하는 EMC 기준전문위원회를 구성하고 산업분야별로 6개의 소위원회를 설치·운영하며, 국제표준화 연구·대응 과 기술기준 및 시험방법 개정안 마련을 수행하였으며, 이에 대한 상세한 내용은 제 8장에서 기술한다.

제 2 장 EMC 시험장 평가 표준화 연구

EMC 시험장 평가 표준화 연구에서는 1 GHz 이하와 1 GHz 이상의 대역에 대한 측정 및 시험장 표준화에 대한 연구를 수행한다. 따라서, 1 GHz 이하의 표준화 연구에서는 새로운 시험장 평가방법으로 기준시험장평가방법(Reference Site Method)이 최근 국제적으로 이슈화 되고 있으며, 측정 방법 및 표준화에 대한 연구가 수행 중에 있다. 매년 CISPR 총회에서 RSM에 대한 Round Robin Test에 대한 내용이나, RSM 측정 결과, 측정 방법, 문서(Document)에 대한 내용을 지속적으로 건의하고 토론하고 있다. 이에 따라 국내에서도 기존의 NSA 방법과 RSM의 평가 방법을 비교 및 분석하여 국제표준화에 대응하기 위한 방안을 마련 필요가 있다. 1 GHz 이상의 대역에서는 무선통신기기, 전기·전자기기 등의 발달과 주파수 자원의 고갈로 기가헤르쯔 대역 이상에서 사용하는 기기들이 급증하고 있으며, 이에 대하여 EMI 시험을 위한 시험장 평가가 필요한 실정이다. 따라서 기존의 시험장을 기가헤르쯔 이상의 대역에서 사용 가능한지에 대한 평가를 수행한다. 또한 무선기기에 대한 EMI 측정시 안테나의 높이에 따른 측정값의 변화를 분석하기 위하여 국내외에서 선 연구된 내용을 조사하여 분석하였다.

제 1 절 1 GHz 이하 RSM 국제표준화 대응 연구

1. A Site 측정

A site는 10 m full-anechoic chamber이다. 챔버의 총 크기는 12 m × 22 m이며, 흡수체를 제외한 실제 면적은 8.55 m × 18.55 m 정도 되었다. NSA 측정에 대해 2.8 dB 특정을 만족하는 챔버이다. 다음의 그림은 챔버의 대략적인 개략도를 보여주고 있다.

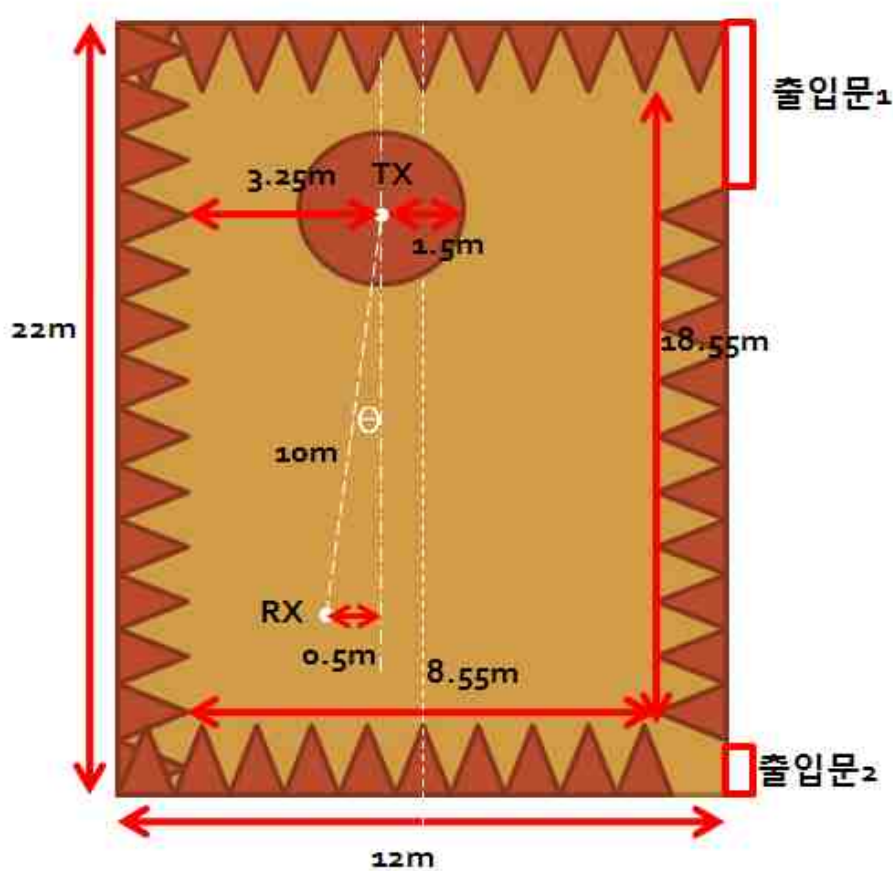


그림 2-1. A site의 개략도

출입문이 2개가 있으며, 출입문 1은 피시험기기를 이동할 수 있도록 충분히 큰 실드(shield)된 문이었으며, 출입문 2는 사람들이 측정을 위하여 드나들 수 있는 실드된 문이었다. 출입문 1과 출입문 2에는 편의상 흡수체가 설치되어 있지 않았으며, 특히 출입문 1로부터 발생할 수 있는 영향을 없애기 위하여 턴테이블을 챔버의 중심이 아닌 출입문 1의 반대방향 쪽으로 약 1 m 가량 이동하여 설치되어 있었다. 턴테이블의 반경은 1.5 m 였으며, 턴테이블의 중심으로부터 챔버 벽면의 흡수체까지 거리는 3.25 m 정도 이격되어 있었다. 또한, 시험시 후방반사에 의한 영향을 최소화하기 위하여 송신안테나의 위치를 턴테이블과 일직선에 놓지 않고, 측정 거리인 10 m 지점에서 중심으로부터 약 0.5 m 이

격하였다. 이는 계산에 의하면 θ 가 약 2.87° 정도 된다. 다음의 그림에서 실제 챔버의 실내 사진을 보여주고 있다.



그림 2-2. A site의 내부 사진

문서에 따르면, RSM을 측정하기 위한 측정점은 5개 이상의 지점을 선

정하여 측정하면 되도록 명시되어 있다. 본 연구에서는 챔버내에 6개의 측정점을 선정하였으며, 송수신 안테나간 거리는 10 m이고, 측정 지점간의 거리는 3 m 이다. 시험에 사용된 안테나는 30 MHz ~ 250 MHz 는 바이코니컬 안테나(biconical antenna)를 사용하였고, 250 MHz ~ 1 GHz는 LPDA 안테나(log periodic dipole array antenna)를 사용하였다. 다음의 그림은 RSM 측정을 위하여 챔버 내에서 선정된 측정점을 보여주고 있다.

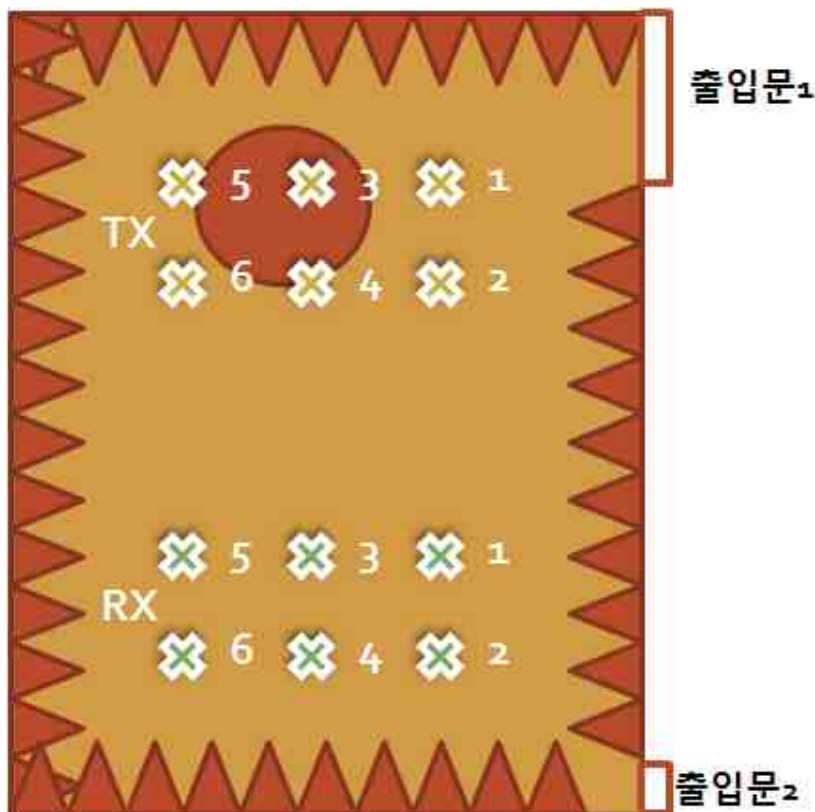


그림 2-3. RSM을 위하여 선정된 측정점

측정은 송수신 안테나를 연결하는 케이블을 직접 연결하여 수신 전력을 구하는 V_{direct} 와 안테나를 통하여 수신 전력을 구하는 V_{site} 를 측정하면 된다. 우선 V_{direct} 는 다음의 순서대로 획득한다.

- ① 송신기의 주파수 대역을 30 MHz ~ 1 GHz까지 순차적으로 방생

하는지 확인한다.

- ② 수신기를 최대치 검출모드로 설정한다.
- ③ 송신기에서 송신안테나까지 연결하는 케이블, 커넥터, 감쇄기를 송신기에 연결한다.
- ④ 수신기에서 수신안테나까지 연결하는 케이블, 커넥터, 감쇄기를 송신기에 연결한다.
- ⑤ 수신안테나에 연결하는 커넥터와 송신안테나에 연결하는 커넥터를 접속시킨다.
- ⑥ 송신기를 30 MHz ~ 1 GHz까지 계속해서 한꺼번에 신호를 발생시킨다.
- ⑦ 수신기에서 최대치 검출모드로 신호를 수신한다.
- ⑧ 수신기에 측정된 값을 제어 컴퓨터에서 일정한 주파수 간격으로 수신 전력을 읽어 들인다.

V_{site} 를 측정하기 위해서 우선 송수신 안테나를 측정점 1에 놓고 측정을 수행한다. 측정은 송수신 안테나가 수평으로 있을 경우에는 1 m와 2 m에서 측정을 실시하고, 안테나가 수직으로 있을 경우에는 1 m와 1.5 m에서 측정을 실시한다. 측정 방법은 다음과 같다.

- ① 30 MHz ~ 250 MHz 주파수에서 측정할 안테나를 선택한다.
- ② 송신기에서 30 MHz ~ 250 MHz까지 신호를 발생시킨다.
- ③ 수신기를 최대값 검출모드로 하여 수신신호를 읽어 들인다.
- ④ 수신안테나를 1 m ~ 4 m까지 상승시킨다.
- ⑤ 수신기의 최대값 검출모드를 계속해서 유지한다.
- ⑥ 수신안테나가 4 m 위치에 있으면 송신, 수신을 중지하고 수신기에 최대값으로 읽은 전력을 제어컴퓨터에 읽어 들인다.

지점별 측정 결과인 V_{direct} 와 V_{site} 를 이용하여 두 값의 차를 구한다. 그런 다음 측정한 지점에 대하여 주파수별로 안테나의 편파와 높이에

따른 평균값을 구한다. 다음의 그림은 6개의 지점에서 수평 1 m, 수평 2 m, 수직 1 m, 수직 1.5 m에 대한 표준편차를 보여주고 있다.

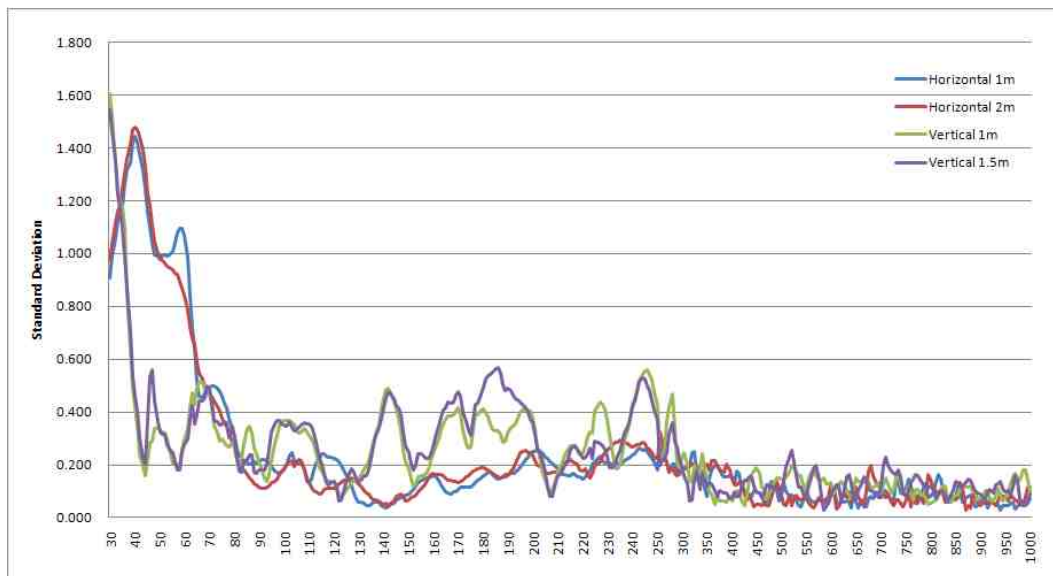


그림 2-4. A site의 Standard Deviation

그림을 통하여 알 수 있듯이, 기준시험장 조건은 표준편차가 0.6 dB 이 내를 만족해야 하는데, 약 70 MHz 이하의 대역에서 기준 이상의 값이 측정된 것을 확인할 수 있었다. 따라서 해당 시험장은 기준시험장으로 는 다소 적합하지 않다고 볼 수 있으며, 이는 시험 환경이나 측정 지점 등의 영향으로 해석되었다. 앞에서 언급하였듯이 챔버는 특성상 일정한 측정 지점을 선정하여 설계되므로 이를 확인해 보기 위하여 실제 시험 이 이루어지는 지점에서 측정을 다시 실시하였다. 측정 지점은 다음의 그림과 같으며, 턴테이블을 중심으로 좌, 우, 앞, 뒤, 5개의 지점에서 측 정을 실시하였다. 이때 송신 안테나의 위치는 각 지점에서 10 m의 위 치하여 측정을 실시하였고, 턴테이블의 반경이 1.5 m 이므로 송신 안테 나도 수신 안테나와 함께 이동하였다.

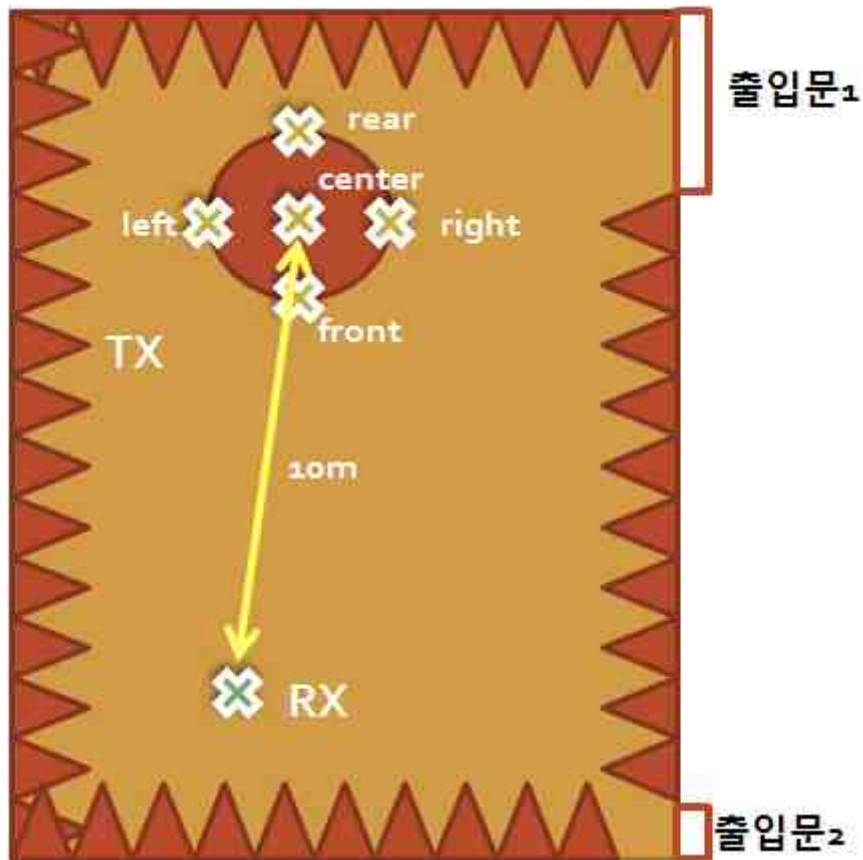


그림 2-5. 기존의 측정점에서의 측정

측정 결과 6개의 지점을 선정한 결과보다 다소 결과값이 좋아진 것을 확인할 수 있었으나, 마찬가지로 0.6 dB 이상이 되는 값이 존재하였다. 턴테이블의 중심에서 측정된 값을 기준으로 보면, 수평편파의 경우 우측(right)과 뒤쪽(rear) 지점에서 값이 좋지 않게 측정되었으며, 이는 출입문 1과 뒷면의 흡수체가 영향을 줄 것으로 분석되었다. 수직편파의 경우 수직편파보다 더욱 안좋은 결과를 보였는데, 이는 챔버 내의 환경적인 영향이 많이 받은 것으로 분석되었다. 따라서 종합적으로 볼 때 해당 시험장은 기준시험장으로는 다소 적합하지 않을 것으로 판단되었다.

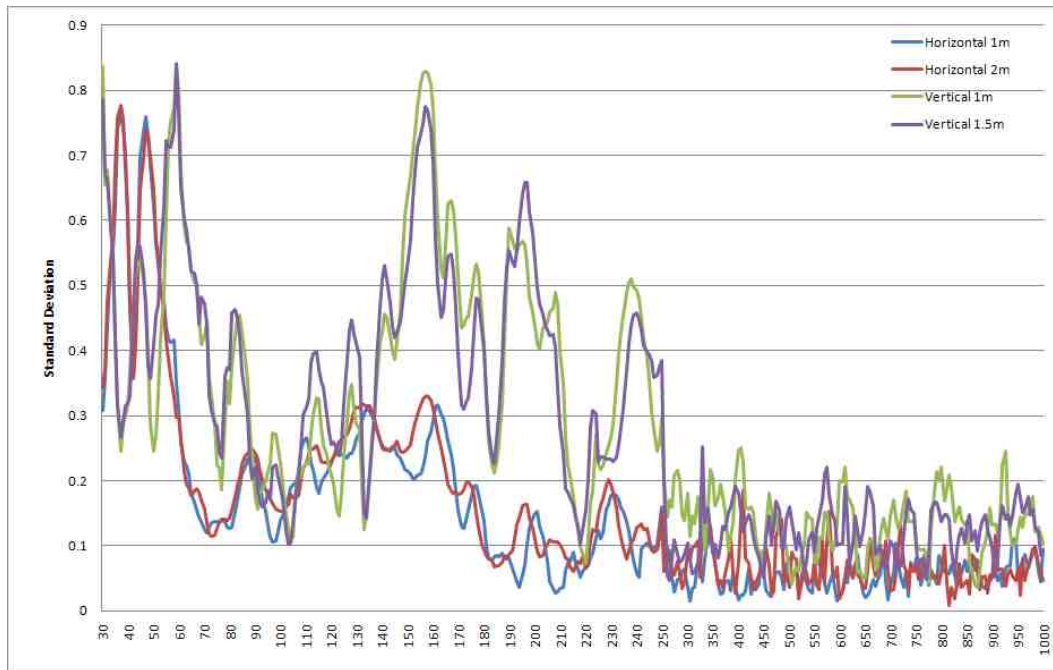


그림 2-6. A site의 기존 측정점에서의 Standard Deviation

지금까지는 기준시험장에 대한 평가를 시행하였고, 과년도에 전파연구소 이천분소에서 측정한 표준편차와 비교하여 RSM으로 시험장을 평가할 경우 적합성에 대해, 즉 A site에 대해 compliance test를 시행하고 분석하여 보았다. 챔버에서 측정된 표준편차와 기준시험장에서 측정된 표준편차의 차이인 site attenuation deviation이 ± 4 dB 이내를 만족하면 시험장으로써 적합하다고 평가할 수 있다. 다음의 그림은 site attenuation deviation을 보여주고 있다.

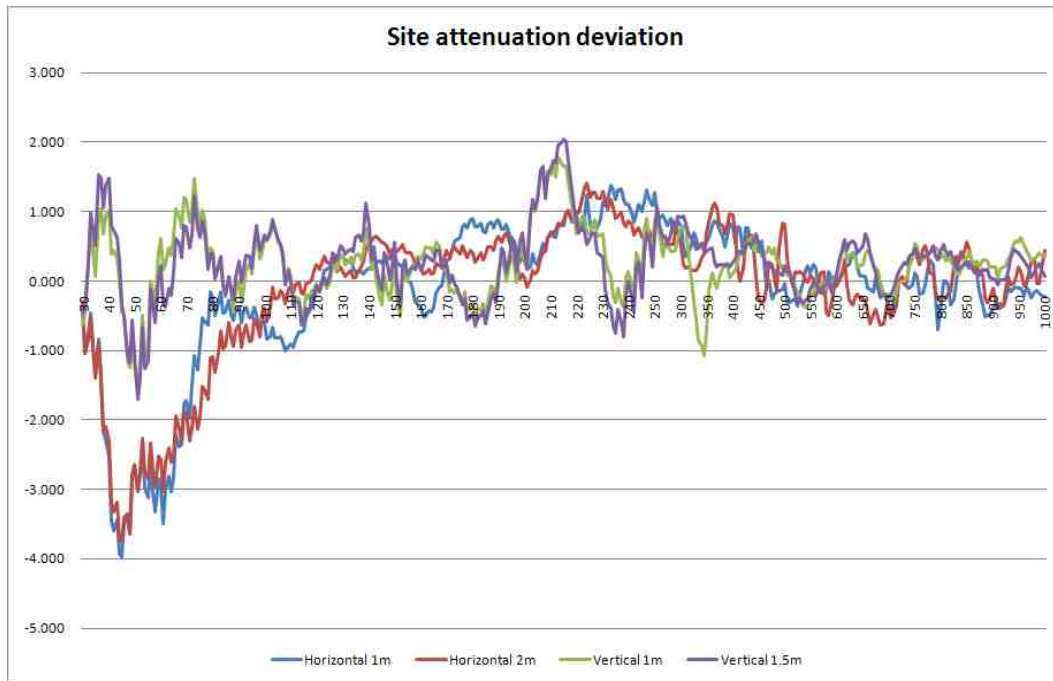


그림 2-7. A site에서의 Site Attenuation Deviation

그림을 통하여 알 수 있듯이 특정 주파수 대역에서 수평편파의 경우가 다소 문제가 되어 4 dB 근처로 값이 계산되긴 하였지만, 모든 값이 ± 4 dB 이내로 만족하였다. 이는 시험장으로써 적합하다고 평가될 수 있다. 턴테이블 주위에서 측정하여 계산한 값은 다음의 그림과 같다. 모든 값이 ± 4 dB 기준을 만족하고 있으며, 기존의 턴테이블을 중심으로 하는 측정점이 보다 안정적이라는 것을 확인할 수 있었다.

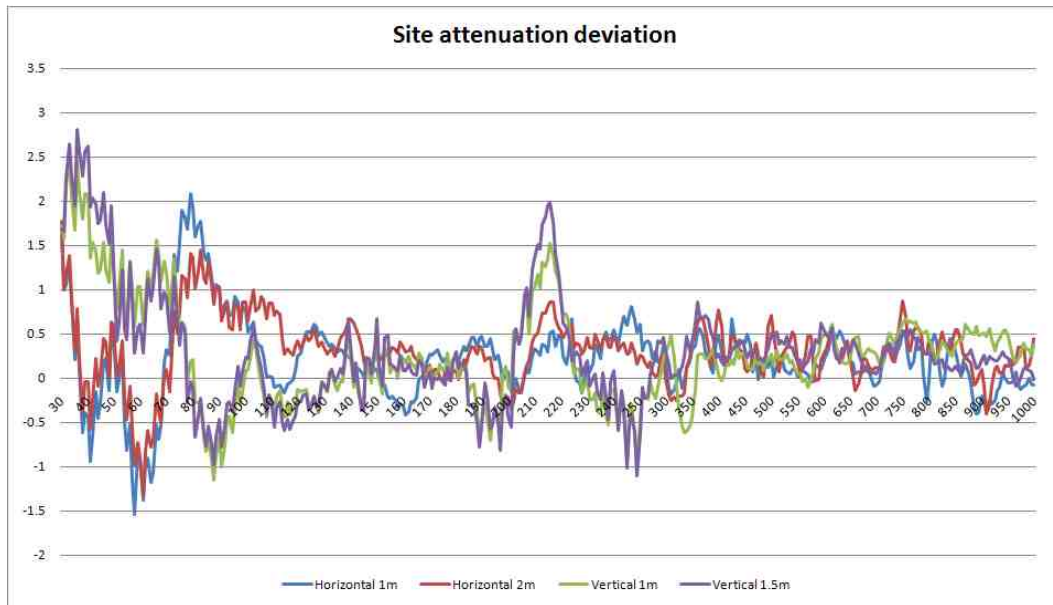


그림 2-8. A site의 기존 측정점에서의 Site Attenuation Deviation

결론적으로 챔버는 설계시 3 dB 이내를 만족하는 특성을 얻어야 하므로, 특정한 측정 지점을 선정하여 측정을 실시하게 된다. 이는 임의대로 RSM을 적용하여 시험장 평가를 하기에 다소 문제가 있다는 것으로 분석되며, 챔버의 시험장 평가시 측정 지점에 대해 고찰할 필요성이 있다고 본다. 즉, 가능하면 기존의 측정 지점을 위주로 측정을 실시해야 하며, 그렇게 된다면 측정 지점간의 거리도 기존의 3 m에서 1.5 m 이내로 줄여야 한다는 결론을 얻을 수 있다.

2. B Site 측정

B site는 야외시험장으로써 접지면의 크기는 18 m × 20 m이며, 기후 보호를 위한 쉘터(shelter)가 설치되어 있었다. 다음의 그림에서와 같이 쉘터의 크기는 8.2 m × 10.5 m 이었고, 접지면의 하단부에 위치하고 있었다. 쉘터 내에 직경 1.83 m 정도 되는 턴테이블이 있었으며, 쉘터의 문으로부터 턴테이블까지는 약 5.7 m 정도 되었다. 쉘터의 모서리부터

좌우측 접지면 끝까지의 거리는 약 4.9 m였으며, 전방으로는 약 9.5 m 이격되어 있었다. 시험장 주위로 잔디밭과 운동장이 있었으며, 주변의 전파환경에서 방해 전파는 다소 존재하나 시험에 직접적으로 크게 영향을 주지는 않는 것으로 확인되었다.

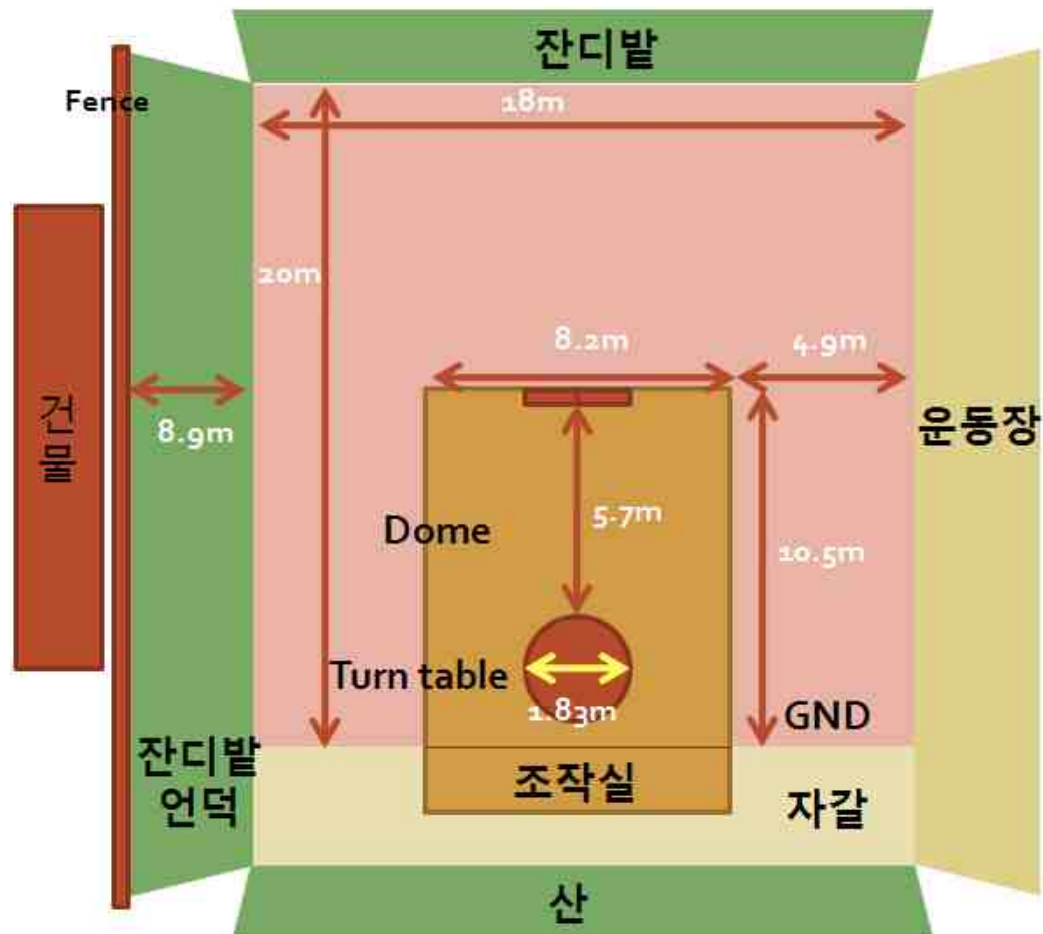


그림 2-9. B site의 개략도

셸터의 좌측으로 건물이 있었으나, 20 m 정도 이격되어 있어 시험에 크게 영향을 주지는 않는 것으로 확인되었고, 셸터가 매우 커서 이로 인한 영향은 없는 것으로 판단되었다. 시험장의 실제 사진을 다음의 그림에서 보여주고 있다.



그림 2-10. B site의 외부 전경 사진

A site와 마찬가지로 시험의 일관성을 유지하기 위하여 6개의 측정점을 선정하였다. 쉼터 내부에서 측정을 실시하기에는 다소 문제가 있어, 모든 측정점은 쉼터 외부에서 선정하였으며, 다음의 그림과 같이 송수신 안테나의 위치를 선정하였다.

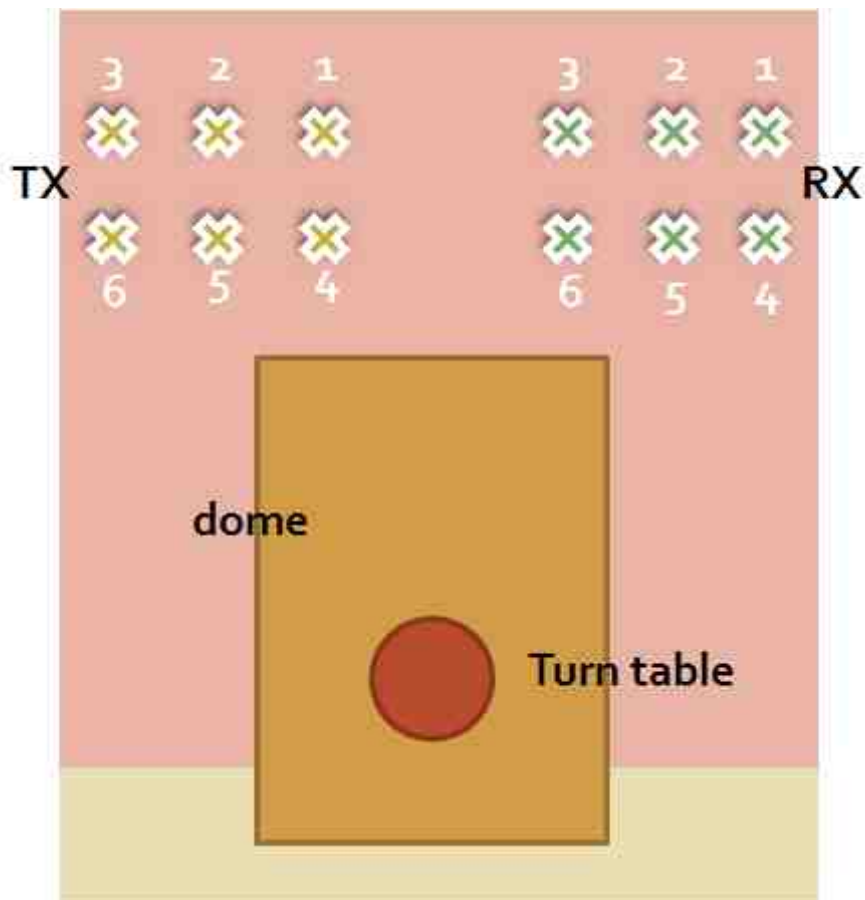


그림 2-11. B site의 측정점

시험장의 크기로 인하여 수신 안테나의 1번과 4번 측정점에서 접지면까지 약 1 m 정도 이격되었고, 1번 ~ 3번 점으로부터 접지면까지의 거리는 약 3 m 정도 이격되었다.

우선 기준시험장으로 적합한지 여부를 판단하기 위하여 6개의 측정점에 대한 표준편차를 계산하였으며, 다음의 그림에서 결과값을 보여주고 있다.

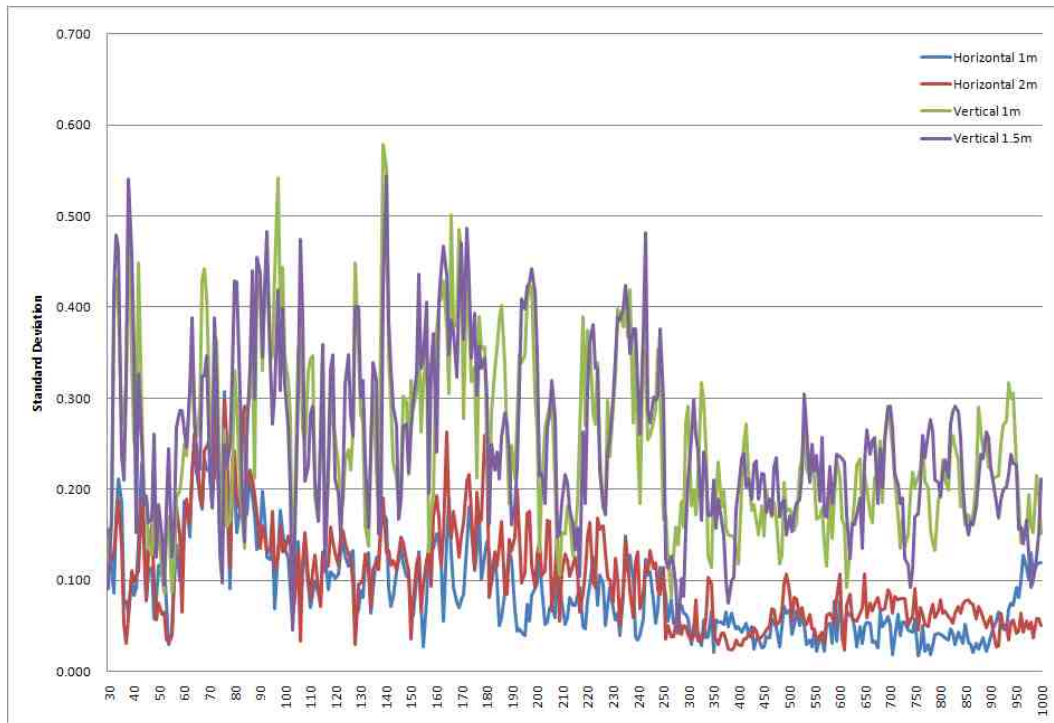


그림 2-12. B site의 Standard Deviation

결과값으로부터 알 수 있듯이 표준편차는 기준인 0.6 dB 이내로 만족하고 있으며, 기준시험장으로 사용할 수 있다는 결론을 내릴 수 있다. A site인 챔버와 비교하여 야외시험장인 B site가 기준시험장에 적합하며, 주변의 환경적인 영향이 크게 작용하지 않는 경우라면 야외시험장의 성능이 더 우수하다는 것을 알 수 있었다. 시험장으로 적합한지 여부를 알아보기 위하여 이천분소에서 측정한 표준편차를 이용하여 site attenuation deviation을 계산하여 보았다. 다음의 그림은 그 결과를 보여주고 있다.

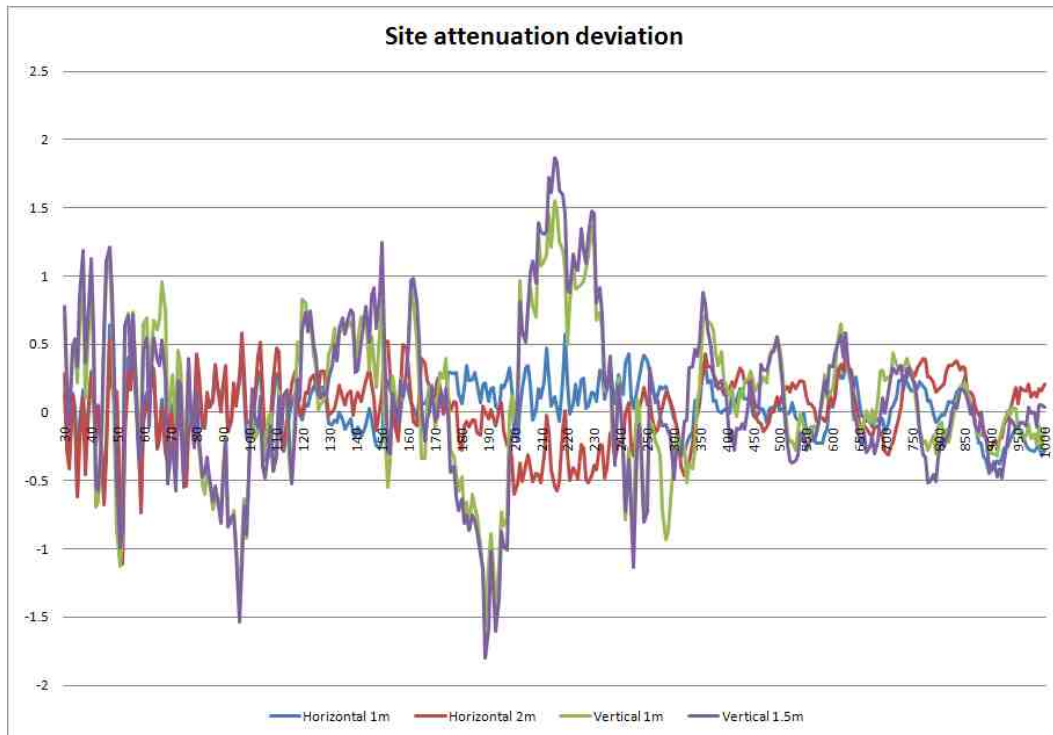


그림 2-13. B site의 Site Attenuation Deviation

이미 언급하였듯이 ± 4 dB를 만족하면 되는데, ± 2 dB 이내로 매우 만족스러운 결과가 나왔다. 이는 시험장으로도 매우 적합하다는 결론을 얻을 수 있다. 또한, 기존의 측정점에서도 측정을 실시하여, 셀터로 인한 영향을 확인해 보았다. 측정점은 다음의 그림과 같으며, 셀터로 인한 영향 측정이기 때문에 턴테이블의 중심을 기준으로 좌우로 1.5 m 이격하여 측정을 실시하였다.

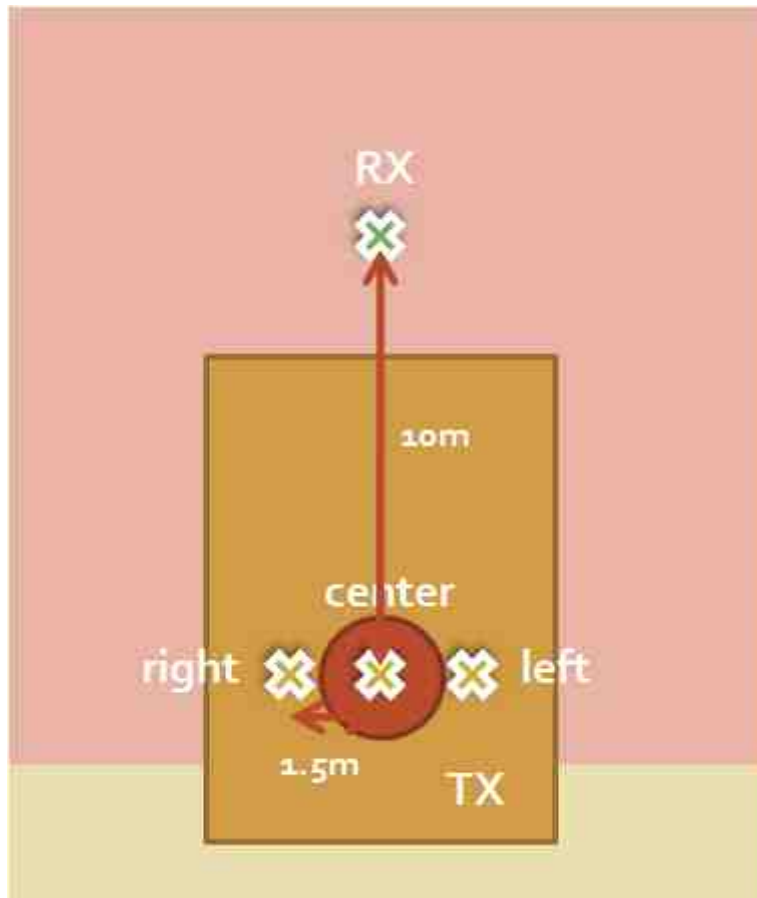


그림 2-14. B site의 기존 측정점에서의 측정

측정결과는 다음의 그림에서 보여주고 있으며, 마찬가지로 ± 4 dB 기준을 만족하였다. 다만 특정 주파수 대역에서 편차가 크게 발생하는 결과를 볼 수 있는데, 이는 셀터의 영향이 약간 발생할 수 있다고 분석될 수 있다.

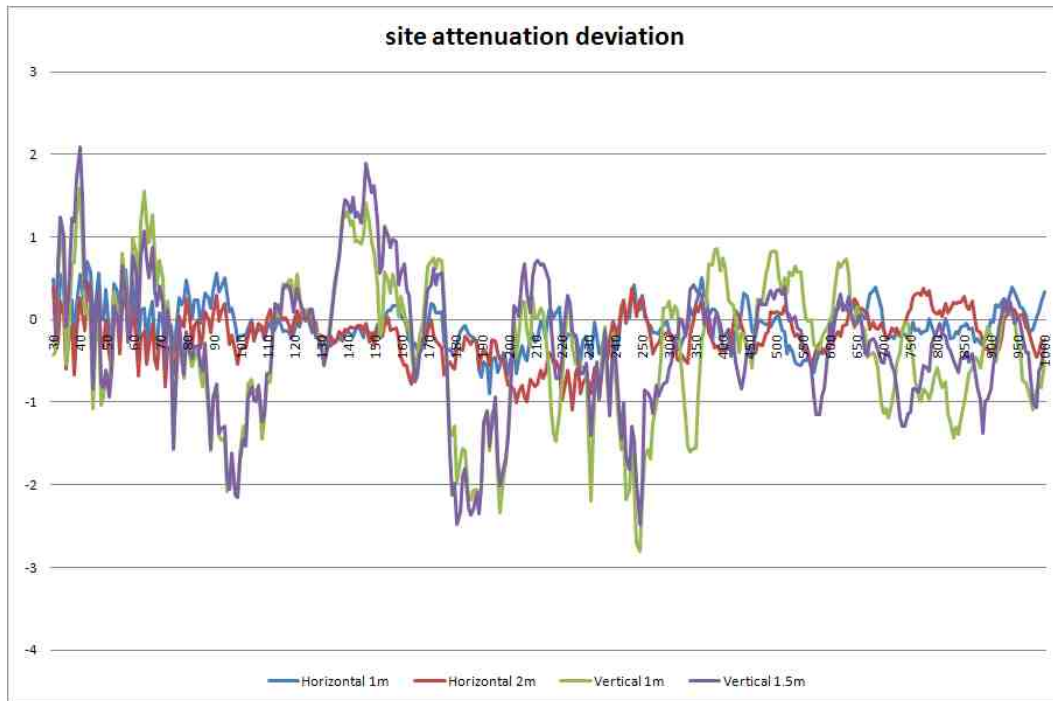


그림 2-15. B site의 기존 측정점에서의 Site Attenuation Deviation

결론적으로 야외시험장과 챔버를 비교하여 보았을 때 챔버는 송수신 안테나와 벽면 또는 흡수체간의 일정 거리가 확보되지 못하면, 기준시험장 또는 시험장으로써 다소 문제가 될 수 있으며, 이를 해결하기 위한 방안으로는 챔버 설계시 선정된 송수신 지점을 기준으로 시험을 적용해야 한다. 또한, 챔버의 특성상 측정점은 5개(중심, 전, 후, 좌, 우)가 적당하다고 보며, 지점간의 거리는 1.5 m 정도가 적당하다고 사료된다. 반면 야외시험장은 시험장 주변의 환경이 좋아야하며, 이는 시험장 주위로 방해물이 없고, 방해 전파가 크게 영향이 없는 경우 기준시험장 또는 시험장으로 매우 적합하다고 분석되었다. 또한 쉘터로 인한 영향이 있긴 하지만, 매우 작아 큰 문제는 없었다. 하지만, 쉘터가 없는 시험장이 보다 효율적이고, 신뢰성이 높은 시험장 조건을 만족할 것이라고 사료된다.

3. C Site 측정

C site는 B site와 동일한 야외시험장으로써 접지면의 크기는 28 m × 20 m이며, 기후 보호를 위한 셸터(shelter)가 설치되어 있었다. 다음의 그림에서와 같이 셸터의 크기는 5 m × 3.6 m 이었고, 접지면의 일부분에 위치하고 있었다. 접지면은 철판으로 된 부분과 자갈 위에 철판(mesh)이 깔려져 있는 형태였다. 철판의 편평도는 다소 좋지 않았으며, 몇 곳은 훼손되었다. 또한 철판과 철판을 이어주는 부분의 상태가 양호하지 않았으며, 철판에는 단자함이 설치되어 있었고 뚜껑으로 덮여져 있었다. 시험장 바로 옆에 사무실로 사용하는 건물이 있었으며, 건물은 조립식이었으며, 처마에 금속으로 된 물받이 등이 설치되어 있었다.

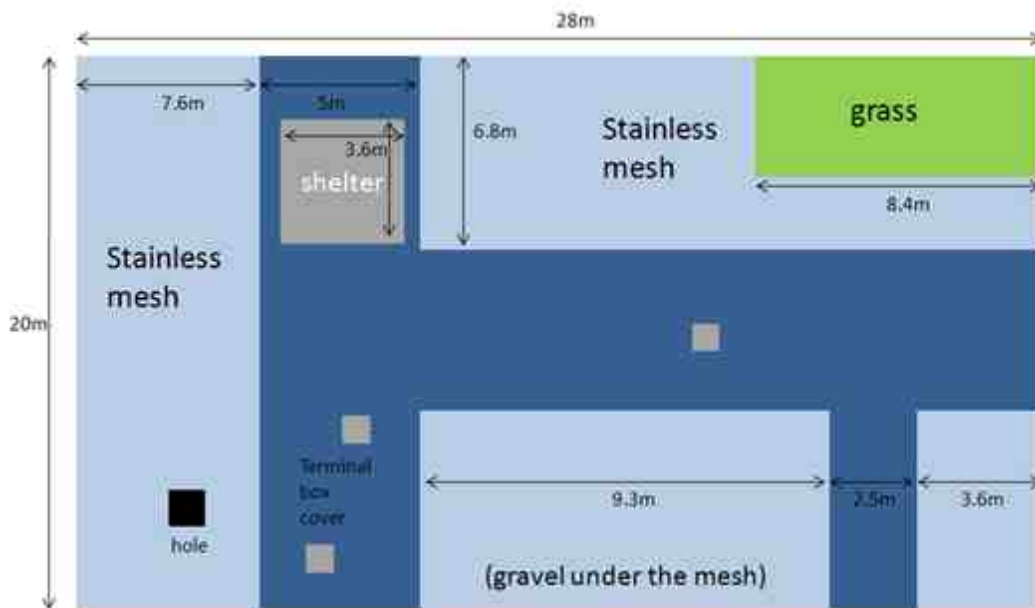


그림 2-16. C site의 개략도

다음의 그림에서 실제 시험장의 전경을 보여주고 있다. 주변은 산과 밭 등이 있었으며, 주택이 있었으나 거리가 100m 이상 이격된 것으로 파악되었다.



그림 2-17. C site의 외부 전경 사진

C site는 총 9개의 지점을 선정하였으며, 쉼터의 영향을 적게 받도록 하기 위하여 송수신 지점을 선정하였다. 또한, C site는 철판과 철망으로 이루어져 있어, 이음새 부분에서 좋지 않은 결과를 가져올 것을 예상하여, 적절한 지점을 선정하였다. 다음의 그림은 C site의 선정된 측정점을 보여주고 있다.

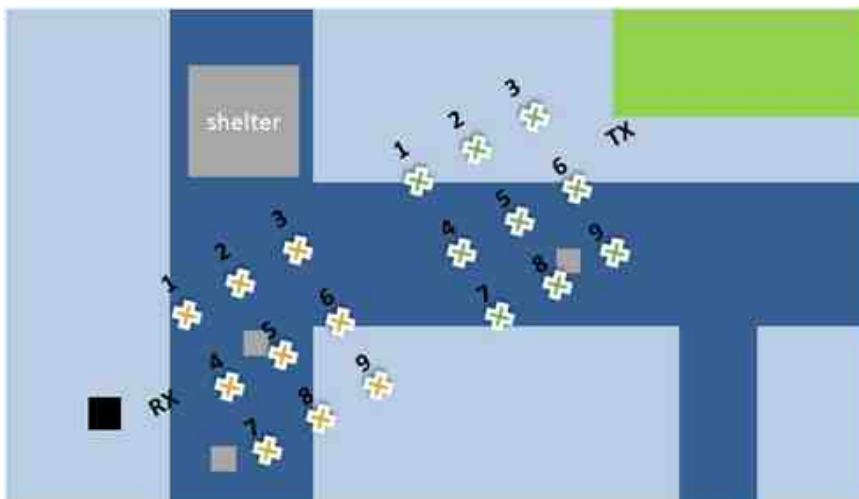


그림 2-18. C site의 측정점

우선 기준시험장으로 적합한지 여부를 판단하기 위하여 6개의 측정점에 대한 표준편차를 계산하였으며, 다음의 그림에서 결과값을 보여주고 있다.

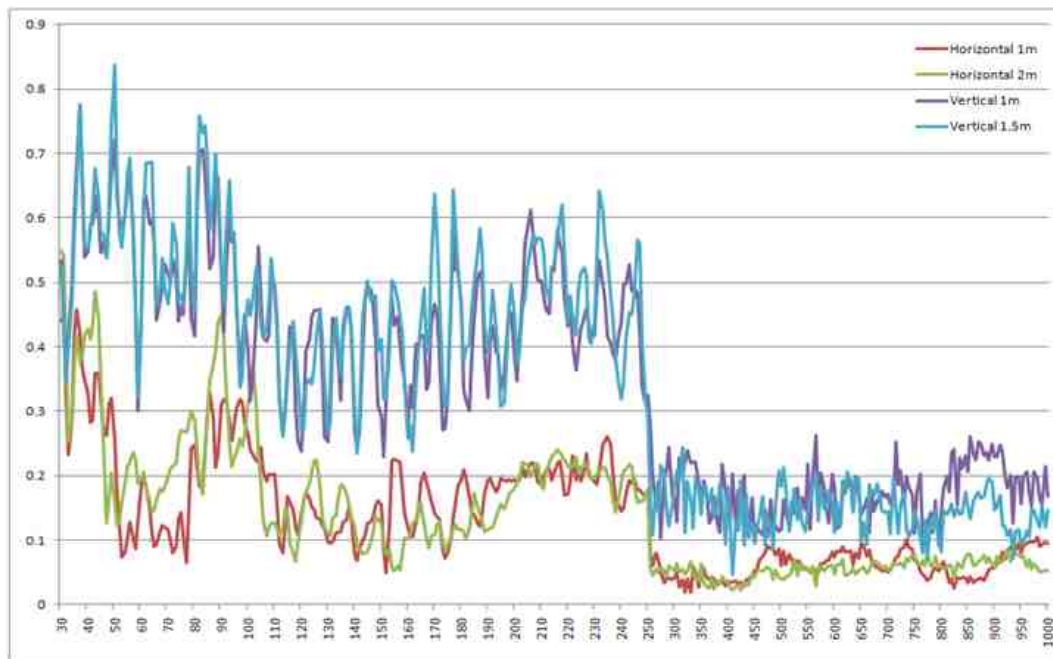


그림 2-19. C site의 Standard Deviation

결과값으로부터 알 수 있듯이 표준편차는 기준인 0.6 dB 이내를 만족하지 못하고 있으며, 이는 기준시험장으로 사용할 수 없음을 나타내고 있다. 야외시험장인 B site보다 시험장의 크기는 컸으나, 기준시험장 조건을 만족하지 못한 이유는 시험장 환경의 문제점으로 파악되었다. 앞서도 언급하였듯이, C site는 시험장이 철망과 철판으로 구성되어 있는데, 이음새 부분에서 전파의 난반사 등이 발생한 것으로 분석되었으며, 또한 일부 철망이 훼손되어 있었는데 이러한 것이 영향을 미쳤을 것으로 분석되었다. 즉, 문서에서 제시한 편평도 조건을 만족하지 못한 것으로 평가되었다. 시험장으로 적합한지 여부를 알아보기 위하여 이천분소에서 측정한 표준편차를 이용하여 site attenuation deviation을 계산하

여 보았다. 다음의 그림은 그 결과를 보여주고 있다.

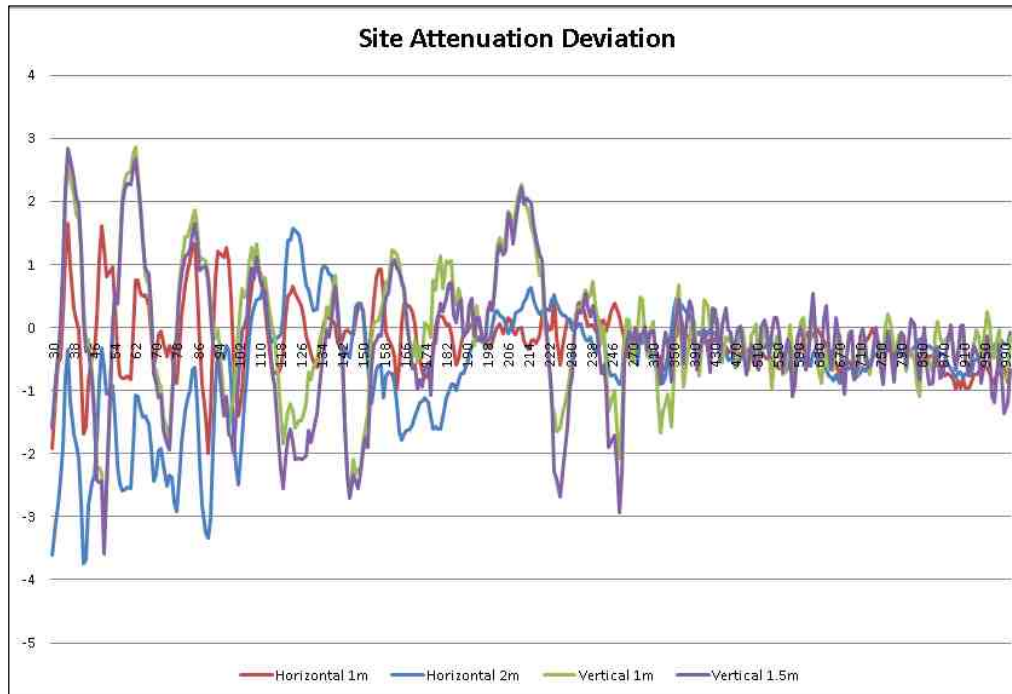


그림 2-20. C site의 Site Attenuation Deviation

C site의 standard deviation은 기준을 초과하여 기준시험장으로 사용할 수 없었지만, site attenuation deviation은 ± 4 dB를 만족하였다. 따라서 시험장으로 사용할 수 있는 조건을 만족하고 있다.

야외시험장인 B와 C site를 비교하여 보았을 때, C site가 B site보다 더 컸지만, 시험장의 환경적인 조건이 열악하여 좋지 못한 결과가 나온 것으로 분석되었다. 따라서 시험장의 크기의 중요성 보다는, 시험장의 접지면 종류 및 편평도, 주변 환경 등의 조건이 기준시험장을 조건을 만족할 수 있는 더욱 중요한 요인으로 평가되었다.

제 2 절 1 GHz 이상 EMI 시험장 적용 가능성 연구

시험장에 대한 규정은 전파연구소 공고로 전자파장해방지 시험방법 제3조제1항의 별표1-4에서 정의하고 있으며, KN 16-1-4는 전자파 장애 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정과 1-4 전자파 장애 및 내성 측정 기구-방사성 장애 측정용 보조 장비에서 정의한다. 1 ~ 18 GHz 대역의 기준 시험장은 자유공간 야외시험장(free space OATS)이어야 하며, 반사파가 측정 결과에 영향을 미치지 않도록 무반사와 유사한 조건을 갖추어야 한다. 자유 공간 조건을 만족하기 위하여 흡수체를 사용하거나 피시험기기의 위치를 높이 올릴 수 있다. 야외시험장뿐만 아니라 FAR(full anechoic room) 또는 SAC(semi anechoic chamber)를 시험장으로 사용할 수 있다. FAR에서는 반사파가 수신 신호에 영향이 없도록 설계해야 하며, SAC에서는 금속성 접지면의 일부를 흡수체를 사용해서 덮어주어야 한다. 기가헤르쯔 대역 이상에서 시험을 위해서 반사 신호의 영향을 최소화하기 위하여 시험장 정재파비(Site VSWR) 개념을 도입하였으며, 허용기준은 S-VSWR이 6 dB 이내를 만족하면 된다. 허용기준을 만족한다면, 해당 시험장은 1 ~ 18 GHz에서 복사성 전자기장 측정에 적합한 시험장으로 평가된다.

1. Site VSWR 측정을 위한 시험 셋업

시험장은 무반사 조건을 반드시 갖추어야 한다. 따라서 자유공간 조건을 만들기 위해 전파흡수체를 사용하거나 피시험기기 높이를 올려야 한다. 또한 사용되는 안테나는 보정된 선형 편파 안테나를 사용하여야 한다. 이런 종류의 안테나로는 더블리지 가이드 혼안테나와 직사각형 도파관 혼 안테나, 피라미드형 혼 안테나, 최적 이득 혼 안테나, 표준 이득 혼 안테나가 있다. 사용되는 안테나 패턴의 주 로브나 “빔”은 측정거리에 놓았을 때 피시험기기를 둘러쌀 만큼 충분히 커야 한다. 그렇지 않으면 방사원이나 방향을 지정하기 위해서 피시험기기를 스캔 할

수 있는 설비가 마련되어야 한다. 시험에서 측정 지점은 다음의 그림과 같이 선정한다.

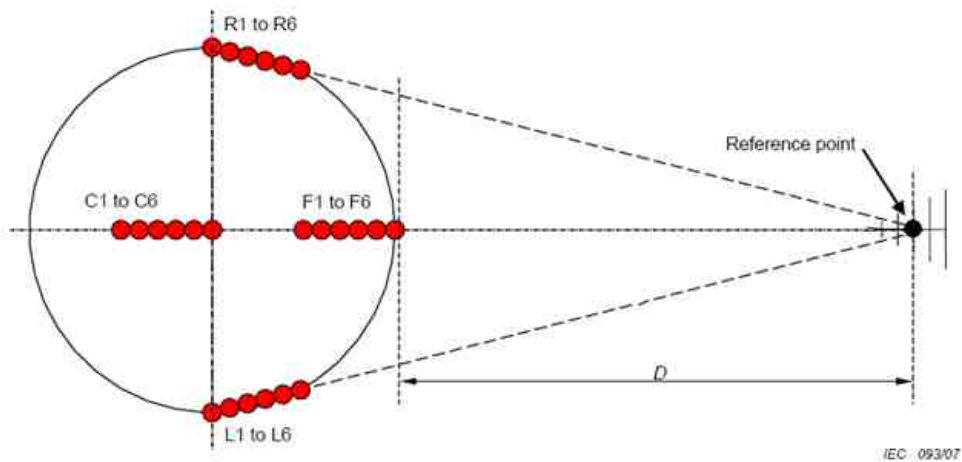


그림 2-21. S-VSWR 측정 위치

Site VSWR(S_{VSWR}) 측정에 필요한 위치는 시험 체적의 크기에 따라 달라지며, 수신 안테나의 기준점 선을 따라 6회 연속 측정으로 필요한 각각의 위치와 편파를 평가한다. 수신 안테나 선을 따라 놓인 6회 연속 측정은 이 그림에서 점으로 표시하였다. 수평면상에 있는 S_{VSWR} 의 측정위치는 앞면, 좌/우측면, 중심으로 총 4곳이다. 우선 앞면 위치(F1 ~ F6)는 시험 체적 중심에서부터 수신 안테나 기준점까지를 잇는 선 위에 있으며, 위치를 지정하기 위해서는 먼저 시험 체적 앞면 범위 중에서, 수신 안테나의 기준점에서부터 시험 거리 D에 떨어져 놓인 측정 축 위에 F6의 위치를 정한다. 나머지 F5 ~ F1은 다음과 같이 F6을 중심으로 수신 안테나로부터 멀어진다.

- ① F5 = F6 + 수신 안테나로부터 2 cm 떨어진 곳
- ② F4 = F6 + 수신 안테나로부터 10 cm 떨어진 곳
- ③ F3 = F6 + 수신 안테나로부터 18 cm 떨어진 곳
- ④ F2 = F6 + 수신 안테나로부터 30 cm 떨어진 곳

⑤ $F1 = F6 +$ 수신 안테나로부터 40 cm 떨어진 곳

오른쪽 위치(R1 ~ R6)는 위치 R6을 중심으로 정해지며, R6은 시험 체적의 오른쪽을 정하여 결정하는데, 수신 안테나 기준점 40 cm를 향하는 선 위에서 움직인다. R5 ~ R1은 다음과 같이 R6을 중심으로 수신 안테나로부터 떨어진 곳이다.

① $R5 = R6 +$ 수신 안테나로부터 2 cm 떨어진 곳

② $R4 = R6 +$ 수신 안테나로부터 10 cm 떨어진 곳

③ $R3 = R6 +$ 수신 안테나로부터 18 cm 떨어진 곳

④ $R2 = R6 +$ 수신 안테나로부터 30 cm 떨어진 곳

⑤ $R1 = R6 +$ 수신 안테나로부터 40 cm 떨어진 곳

왼쪽 위치(L1 ~ L6)는 오른쪽 위치와 동일한 방법으로 측정 지점이 결정된다. 따라서 L6을 중심으로 정해지며, L6은 시험 체적의 왼쪽을 정하여 결정하는데, 수신 안테나 기준점 40 cm를 향하는 선 위에서 움직인다. L5 ~ L1은 다음과 같이 L6를 중심으로 수신 안테나로부터 떨어진 곳이다.

① $L5 = L6 +$ 수신 안테나로부터 2 cm 떨어진 곳

② $L4 = L6 +$ 수신 안테나로부터 10 cm 떨어진 곳

③ $L3 = L6 +$ 수신 안테나로부터 18 cm 떨어진 곳

④ $L2 = L6 +$ 수신 안테나로부터 30 cm 떨어진 곳

⑤ $L1 = L6 +$ 수신 안테나로부터 40 cm 떨어진 곳

중심 위치(C1 ~ C6)는 위치 C6를 중심으로 정해지며, C6는 시험 체적의 중심에 있다. C1 ~ C6은 시험 체적 지름이 1.5 m를 초과할 때 시험한다. C5 ~ C1은 다음과 같이 C6를 중심으로 수신 안테나로부터 떨어진 곳이다.

- ① $C5 = C6 +$ 수신 안테나로부터 2 cm 떨어진 곳
- ② $C4 = C6 +$ 수신 안테나로부터 10 cm 떨어진 곳
- ③ $C3 = C6 +$ 수신 안테나로부터 18 cm 떨어진 곳
- ④ $C2 = C6 +$ 수신 안테나로부터 30 cm 떨어진 곳
- ⑤ $C1 = C6 +$ 수신 안테나로부터 40 cm 떨어진 곳

다음의 그림은 SVSWR 측정의 측면도를 보여주고 있다. 수평면상에 표시한 위치 외에, 시험 체적 윗면에 별도의 S_{VSWR} 시험 평면이 시험 체적 높이에 따라 필요할 수 있기 때문이다. 따라서 S_{VSWR} 측정에 대한 추가 높이 요구조건을 나타낸 것이며, 두 번째 높이에서의 시험은 앞면 위치에서만 실시하여야 한다.

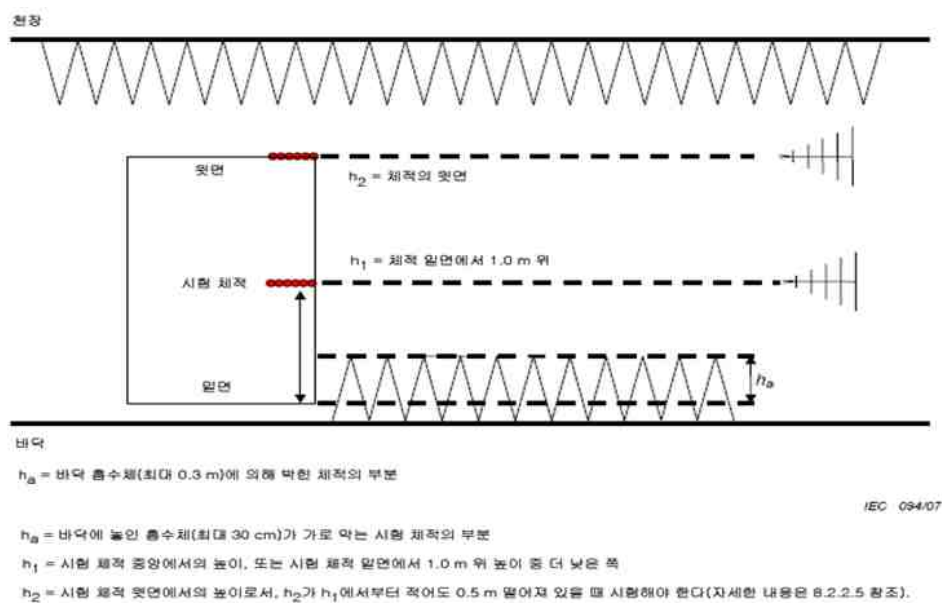


그림 2-22. S-VSWR 측정의 측면도

다음의 표는 시험 위치를 요약한 것이며, 높이(h_1 , h_2)와 위치(앞면, 왼쪽, 오른쪽, 중심)에 따라서 분류한 것이다.

표 2-1. S_{VSWR} 시험 위치

위치명	위치	높이	편파	기준 위치에 대한 위치
첫 번째 높이에서의 앞면 위치(앞면, h_1)				
F1h1H	앞면	h_1	수평	수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
F1h1V	앞면	h_1	수직	수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
F2h1H	앞면	h_1	수평	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
F2h1V	앞면	h_1	수직	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
F3h1H	앞면	h_1	수평	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
F3h1V	앞면	h_1	수직	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
F4h1H	앞면	h_1	수평	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
F4h1V	앞면	h_1	수직	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
F5h1H	앞면	h_1	수평	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
F5h1V	앞면	h_1	수직	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
F6h1H	앞면	h_1	수평	= 기준 위치 (앞면, h_1)
F6h1V	앞면	h_1	수직	= 기준 위치 (앞면, h_1)
첫 번째 높이에서의 중심 위치(중심, h_1)				
C1h1H	중심	h_1	수평	수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
C1h1V	중심	h_1	수직	수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
C2h1H	중심	h_1	수평	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
C2h1V	중심	h_1	수직	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
C3h1H	중심	h_1	수평	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
C3h1V	중심	h_1	수직	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
C4h1H	중심	h_1	수평	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
C4h1V	중심	h_1	수직	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
C5h1H	중심	h_1	수평	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
C5h1V	중심	h_1	수직	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
C6h1H	중심	h_1	수평	= 기준 위치 (중심, h_1)
C6h1V	중심	h_1	수직	= 기준 위치 (중심, h_1)

위치명	위치	높이	편파	기준 위치에 대한 위치
첫 번째 높이에서의 앞면 위치(앞면, h_1)				
R1h1H	오른쪽	h_1	수평	시험 체적 오른쪽에서 수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
R1h1V	오른쪽	h_1	수직	시험 체적 오른쪽에서 수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
R2h1H	오른쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
R2h1V	오른쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
R3h1H	오른쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
R3h1V	오른쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
R4h1H	오른쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
R4h1V	오른쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
R5h1H	오른쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
R5h1V	오른쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
R6h1H	오른쪽	h_1	수평	= 기준 위치 (오른쪽, h_1)
R6h1V	오른쪽	h_1	수직	= 기준 위치 (오른쪽, h_1)
첫 번째 높이에서의 왼쪽 위치				
L1h1H	왼쪽	h_1	수평	시험 체적 왼쪽에서 수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
L1h1V	왼쪽	h_1	수직	시험 체적 왼쪽에서 수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
L2h1H	왼쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
L2h1V	왼쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
L3h1H	왼쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
L3h1V	왼쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
L4h1H	왼쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
L4h1V	왼쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
L5h1H	왼쪽	h_1	수평	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
L5h1V	왼쪽	h_1	수직	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
L6h1H	왼쪽	h_1	수평	= 기준 위치 (왼쪽, h_1)
L6h1V	왼쪽	h_1	수직	= 기준 위치 (왼쪽, h_1)

위치명	위치	높이	편파	기준 위치에 대한 위치
두 번째 높이에서의 앞면 위치				
F1h2H	앞면	h_2	수평	수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
F1h2V	앞면	h_2	수직	수신 안테나로부터 +40 cm 떨어진 곳
F2h2H	앞면	h_2	수평	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
F2h2V	앞면	h_2	수직	수신 안테나로부터 +30 cm 떨어진 곳
F3h2H	앞면	h_2	수평	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
F3h2V	앞면	h_2	수직	수신 안테나로부터 +18 cm 떨어진 곳
F4h2H	앞면	h_2	수평	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
F4h2V	앞면	h_2	수직	수신 안테나로부터 +10 cm 떨어진 곳
F5h2H	앞면	h_2	수평	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
F5h2V	앞면	h_2	수직	수신 안테나로부터 +2 cm 떨어진 곳
F6h2H	앞면	h_2	수평	= 기준 위치 (앞면, h_2)
F6h2V	앞면	h_2	수직	= 기준 위치 (앞면, h_2)
주 - 이 S_{VSWR} 은 임의 순서로 측정할 수 있다.				

SVSWR 시험장의 유효성을 확인하기 위한 KN 16-1-4에서 제시한 표준 시험 절차를 따르게 된다. 시험 절차에서 시험 위치는 P_{mnopq} 로 지정하는데, mnopq는 앞의 표에서 열거된 위치명에 해당한다. 측정된 신호 M 은 각 위치에서 수신된 전기장 또는 전압 측정값이며, 위치와 비슷하게 아래첨자 M_{mnopq} 로 나타낸다. 예를들어, P_{F1h1H} 는 높이 1, 수평 위치에서의 위치 F1이며, 그 측정 신호(dB)는 M_{F1h1H} 로 나타낸다. 시험 절차는 다음과 같다.

- ① 기준점이 수평 편파에서 앞면 위치 6, 높이 1에 있을 때, 즉

P_{F6h1H} 지점일 때 송신원의 위치를 정하고, 수평 편파에서 송신원에서부터 수신 안테나의 기준점까지 측정한 시험 거리 D 에서 수신 안테나의 위치를 정한다.

- ② 수신 신호가 주변보다 적어도 20 dB 이상 높으며, 측정하고자 하는 전체 주파수 범위에서 측정 수신기 또는 스펙트럼 분석기에 표시된 잡음보다 위에 있어야 한다. 만약, 그렇지 않은 경우에는 안테나, 케이블, 신호 발생기, 전치증폭기 등을 사용하거나 표시된 잡음 바닥보다 20 dB 높은 레벨을 유지하기에 적합한 부분 주파수 범위를 사용한다.
- ③ 소인 측정이나 계단식 주파수 증감을 사용하여, 각 주파수에서 측정 신호 레벨 M_{F6h1H} 를 기록한다.
- ④ 다른 다섯 위치에 있을 때도 측정을 반복한다.
- ⑤ 안테나의 편파를 수직으로 바꾸고, 시험을 반복 한다.
- ⑥ 모든 측정에 대하여 측정된 전기장이나 전압 데이터를 정규화 한다.
- ⑦ KN 16-1-4에서 제시한 식을 사용하여 수평 편파에 대한 S_{VSWR} 을 산출하고, 여섯 위치에 대하여 거리 보정을 적용한 후 최대 수신 신호에서 최소 수신 신호를 빼서 $S_{VSWR,dB}$ 를 얻는다. 수직 편파도 동일한 방법으로 산출한다.
- ⑧ 각 편파에 대한 S_{VSWR} 은 2:1 기준 또는 6 dB 이하의 허용 기준을 충족해야 한다.
- ⑨ 시험 체적의 왼쪽 위치와 오른쪽 위치에 대하여 시험을 반복한다. 송신원 안테나를 왼쪽이나 오른쪽으로 옮길 경우에는 그 기준방향이 수신 안테나 쪽을 향해야 한다는 것에 주의하고, 하지만 수신 안테나는 반드시 중심을 향하여야 한다.
- ⑩ 중심 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.

측정용 안테나의 성능을 확인하기 위하여 안테나의 방사패턴 및 이득을 고려해야 할 것이다.

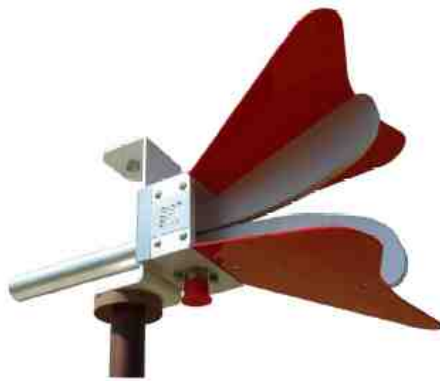
가. 수신안테나

a) 안테나 종류 : Double-Ridged Waveguide Horn Antenna
(Model 3117)

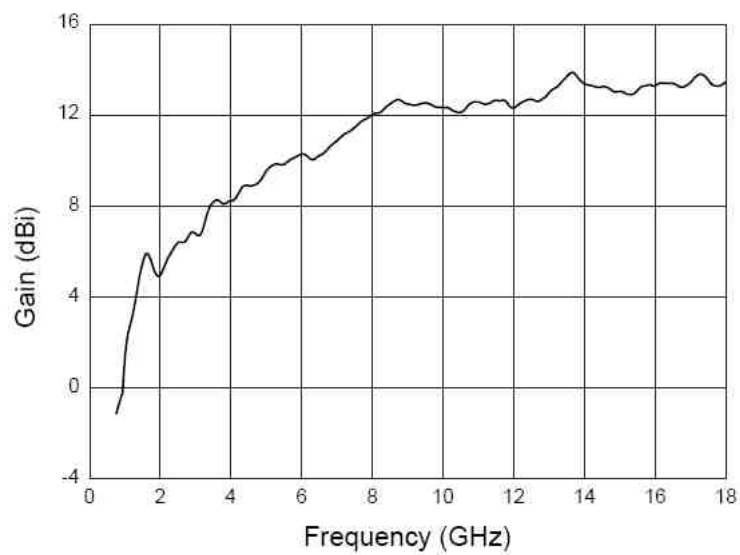
b) 제조자 : ETS-LINDGREN

c) 주파수 : 1 - 18 GHz

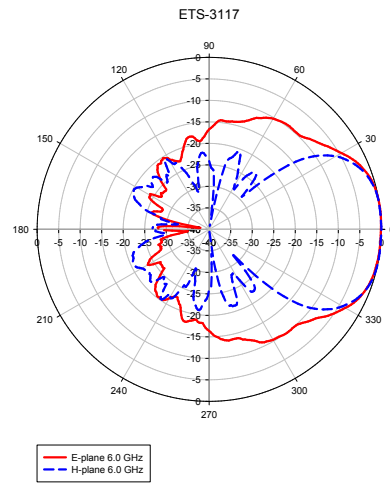
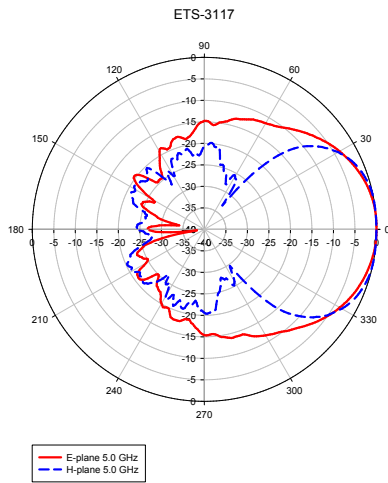
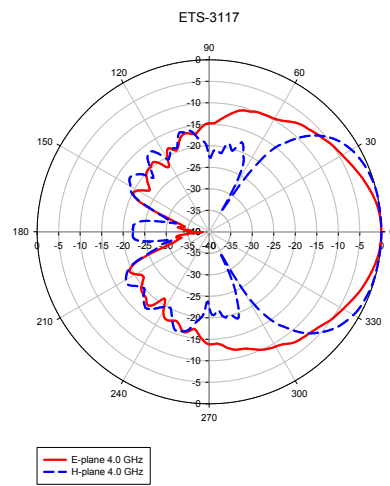
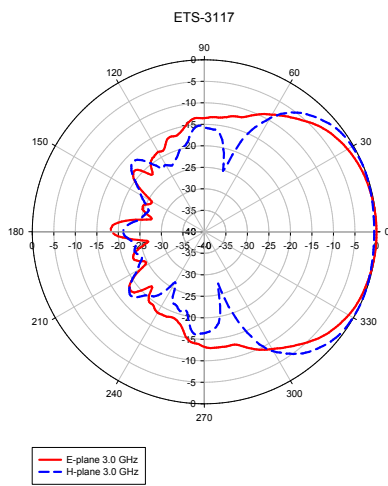
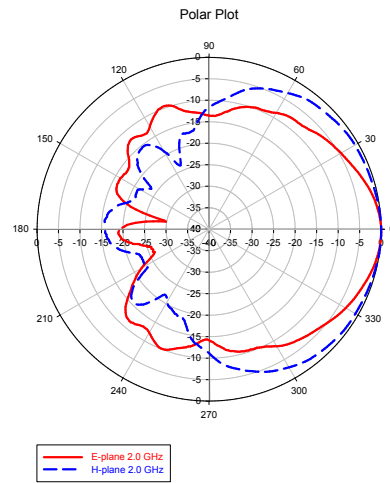
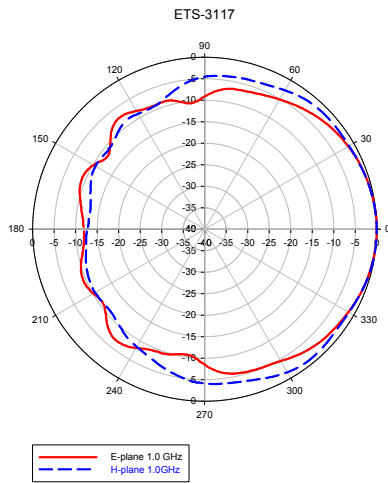
d) 외형크기 : 17.5 cm (width) × 17.5 cm (depth) × 15.5 cm (height)

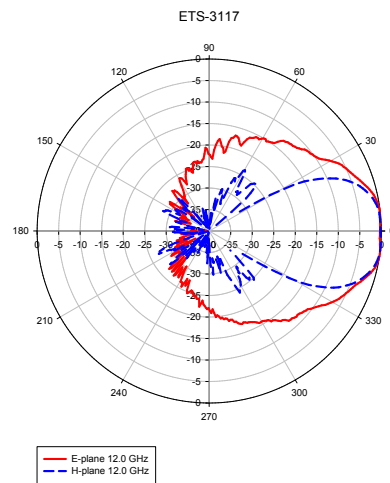
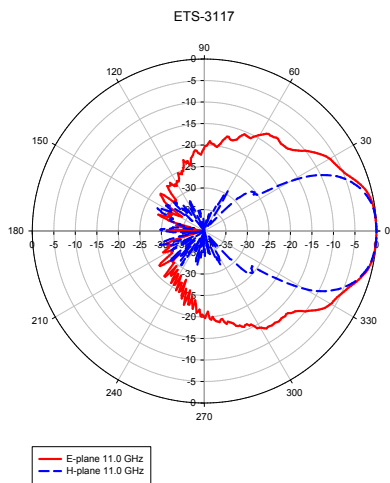
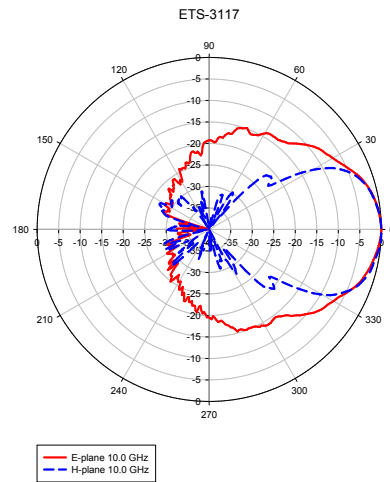
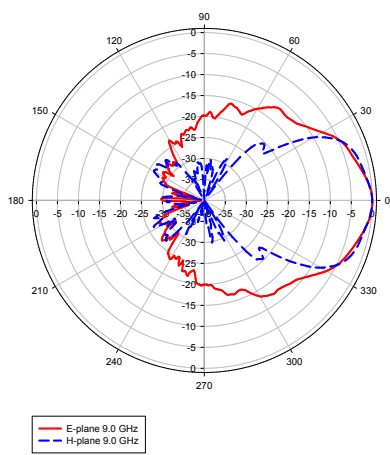
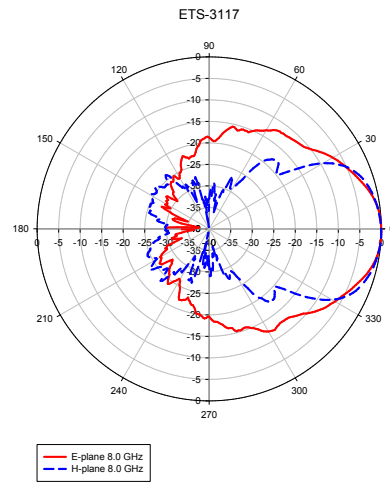
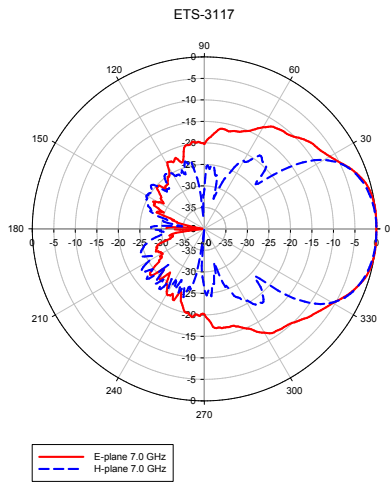


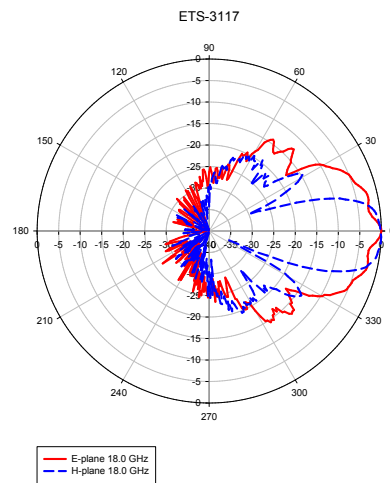
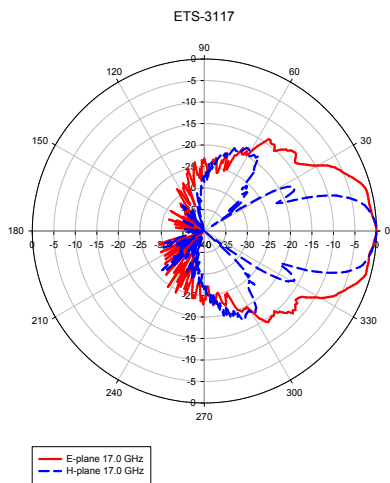
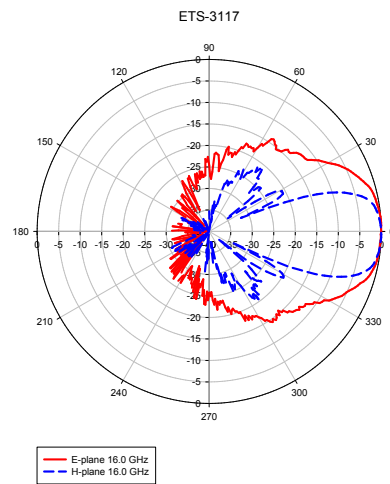
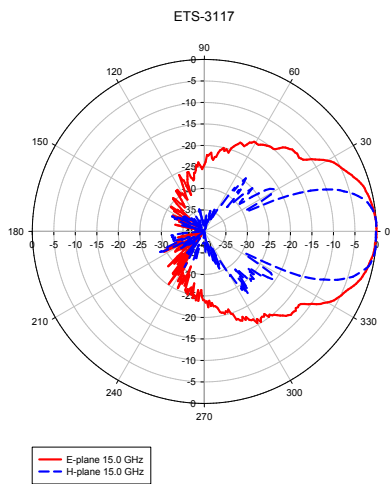
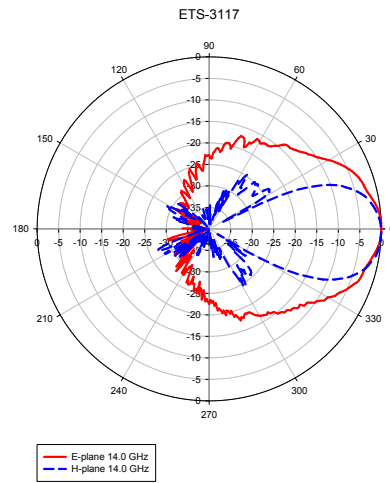
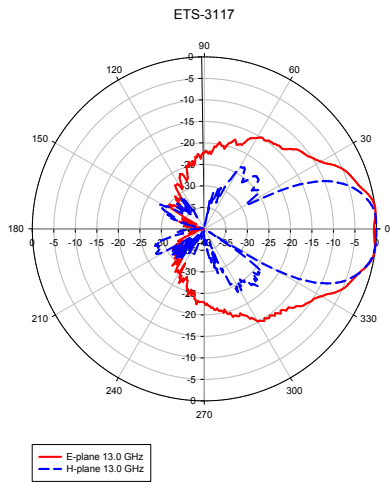
e) Gain



f) 방사패턴







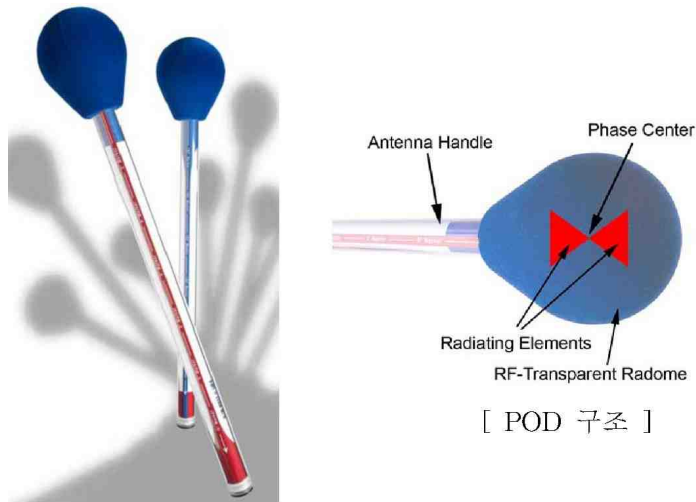
나. 송신안테나

a) 안테나 종류 : Precision Omnidirectional Dipole Antenna
(POD 16, POD 618)

b) 제조자 : AUSTRIAN RESEARCH CENTER

c) 주파수 : 1~6GHz(POD 16), 6~18GHz(POD 618)

d) 외형



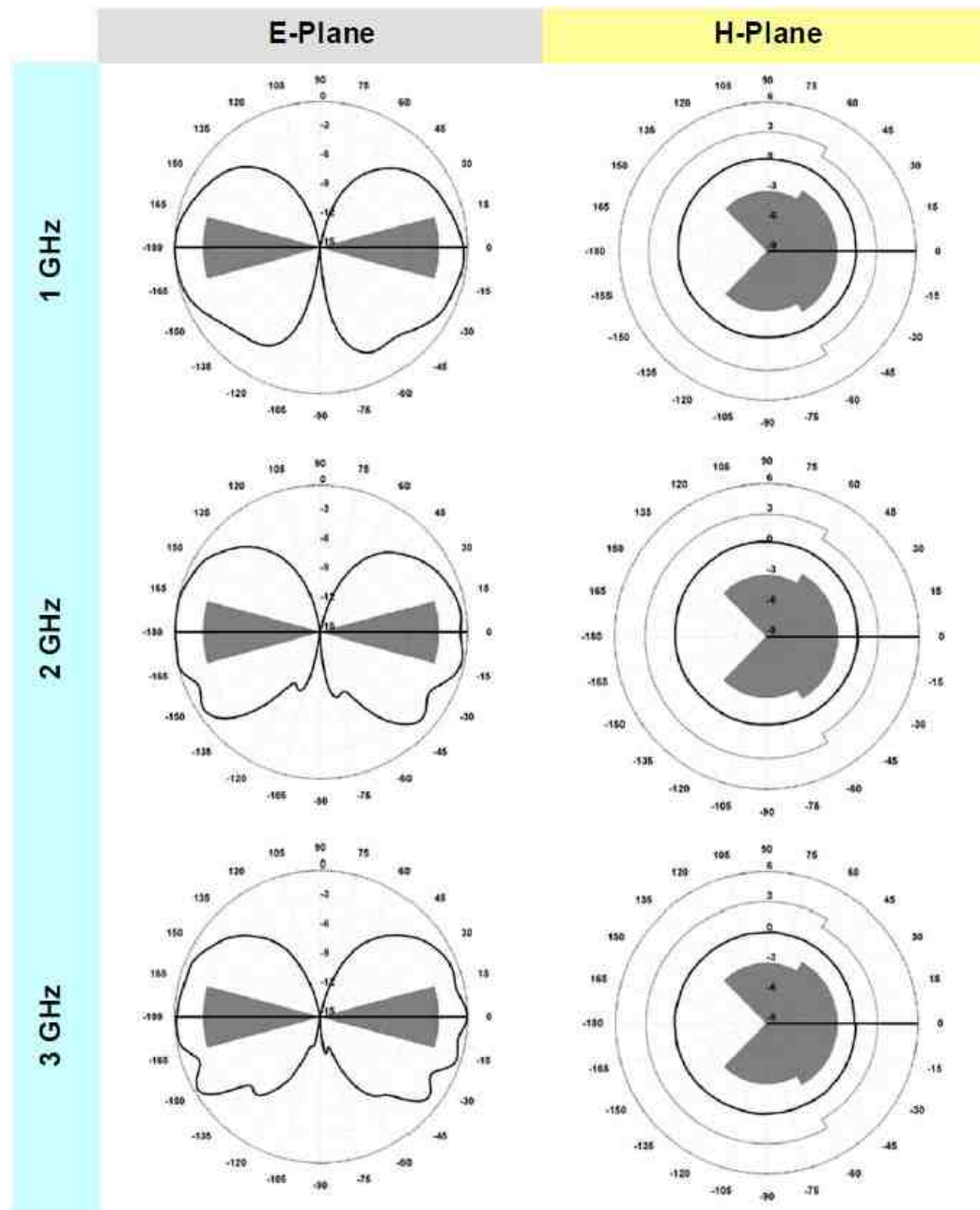
[POD 구조]

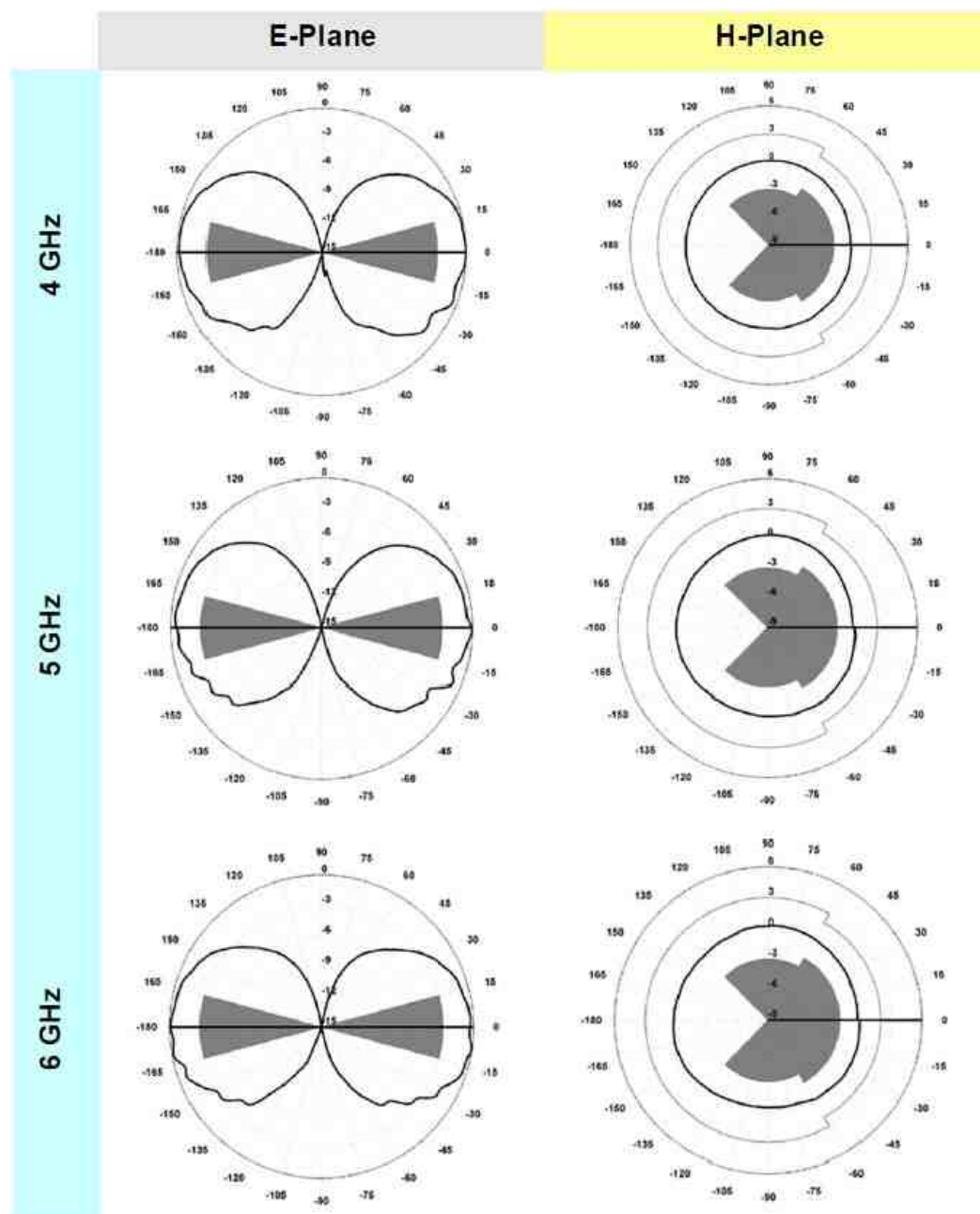
	Ideal Dipole	Biconical Antenna	POD Antenna
E-Plane			
H-Plane			

[안테나 패턴 비교]

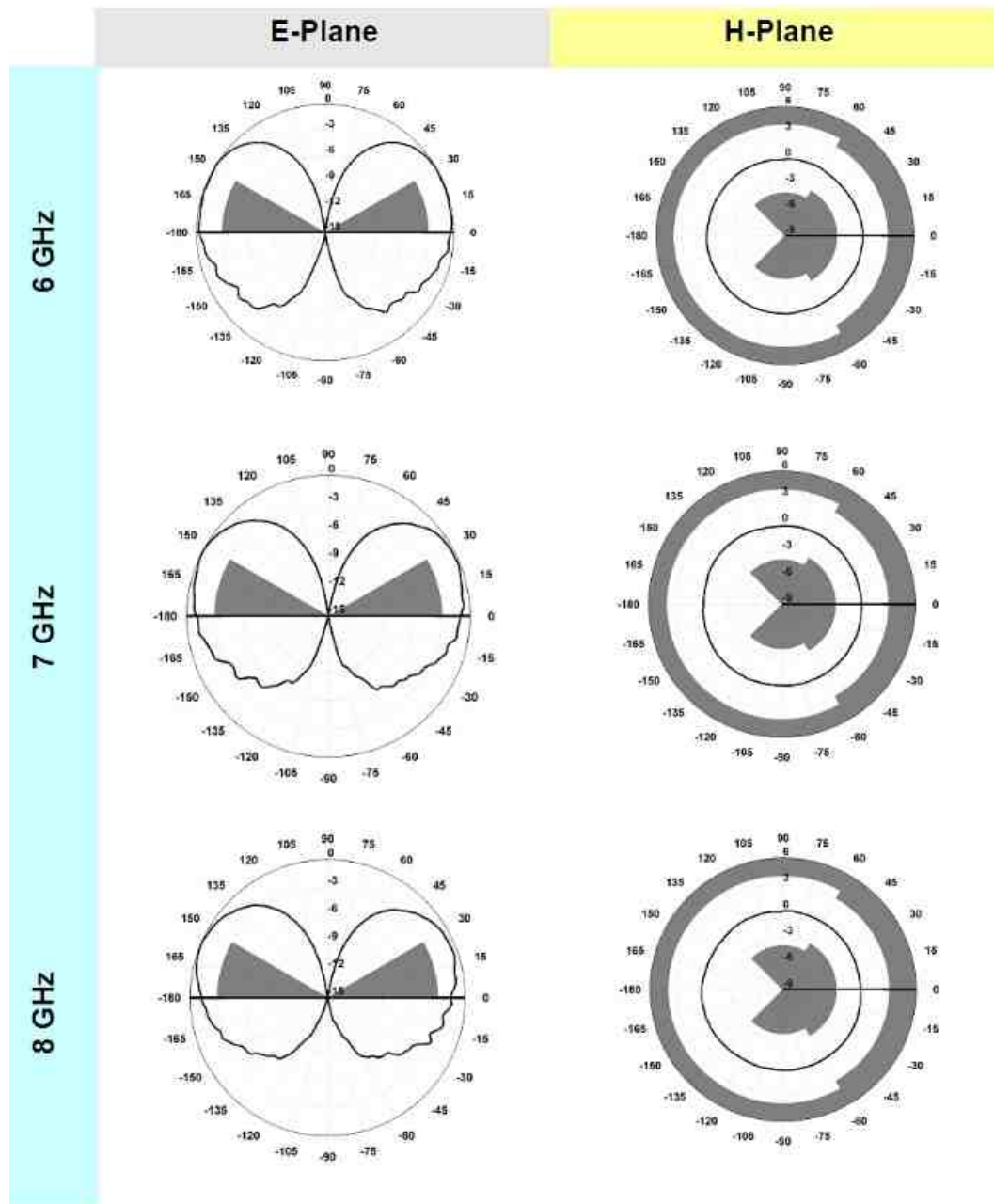
e) 방사패턴

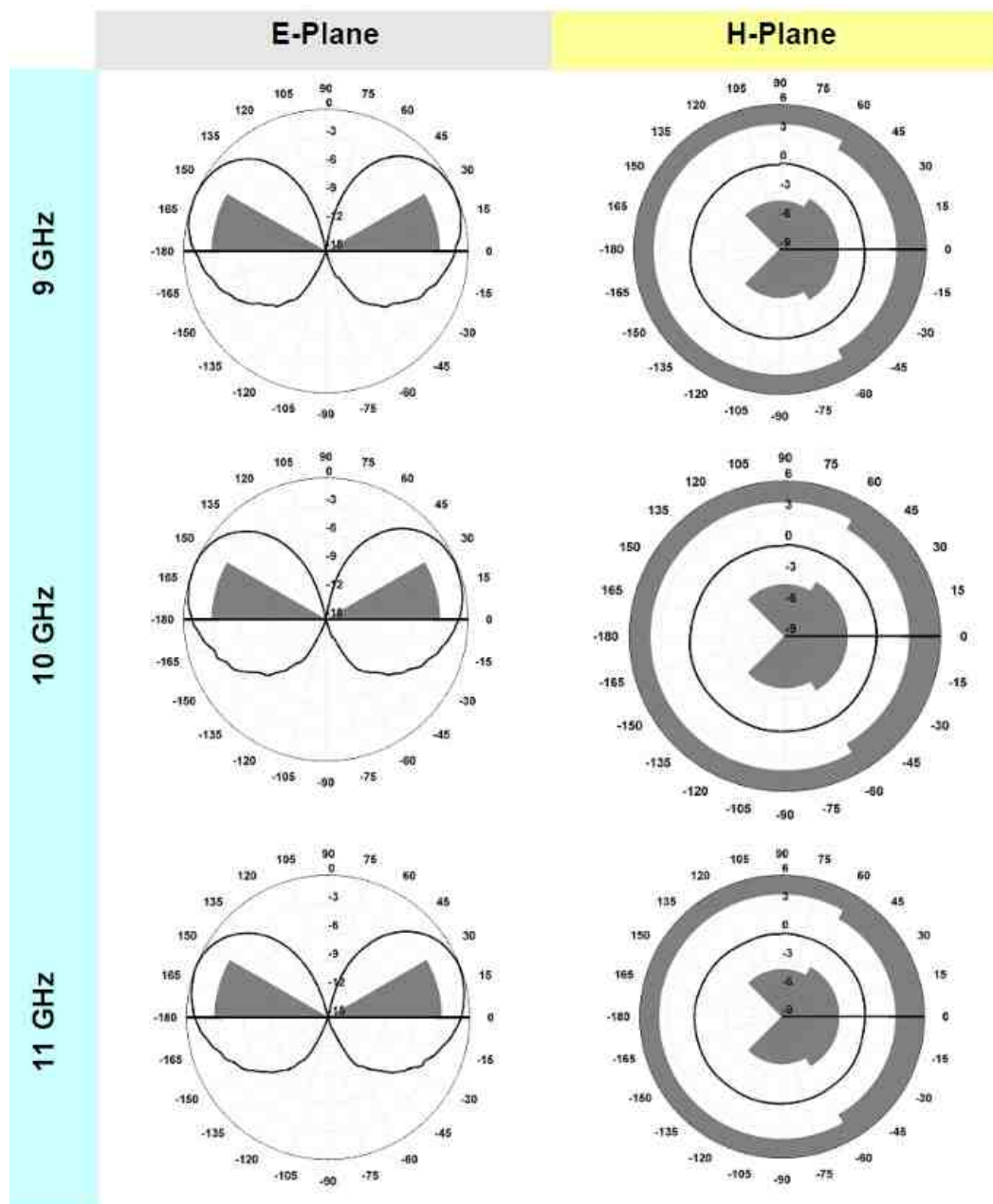
- POD 16 (1~6GHz)

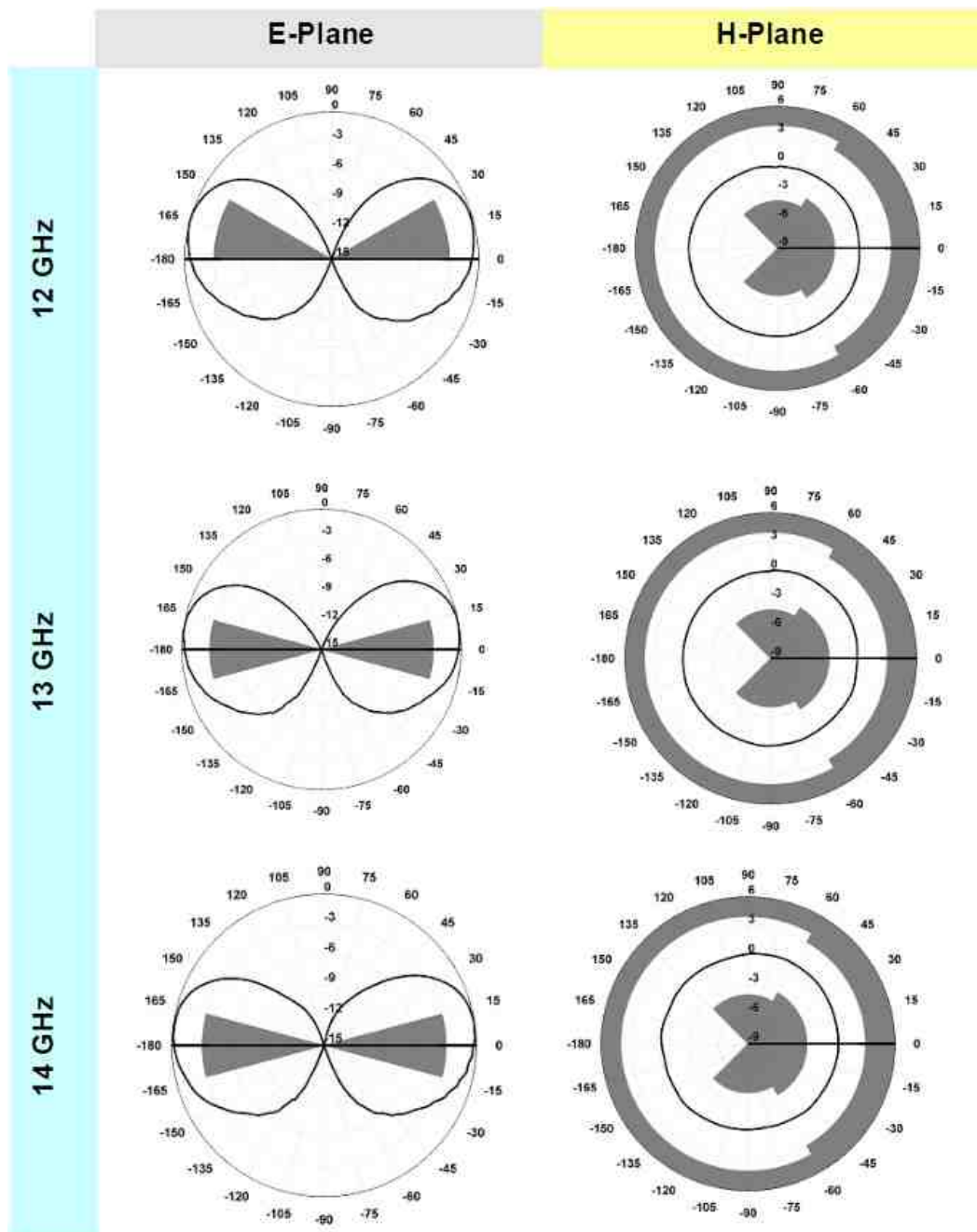


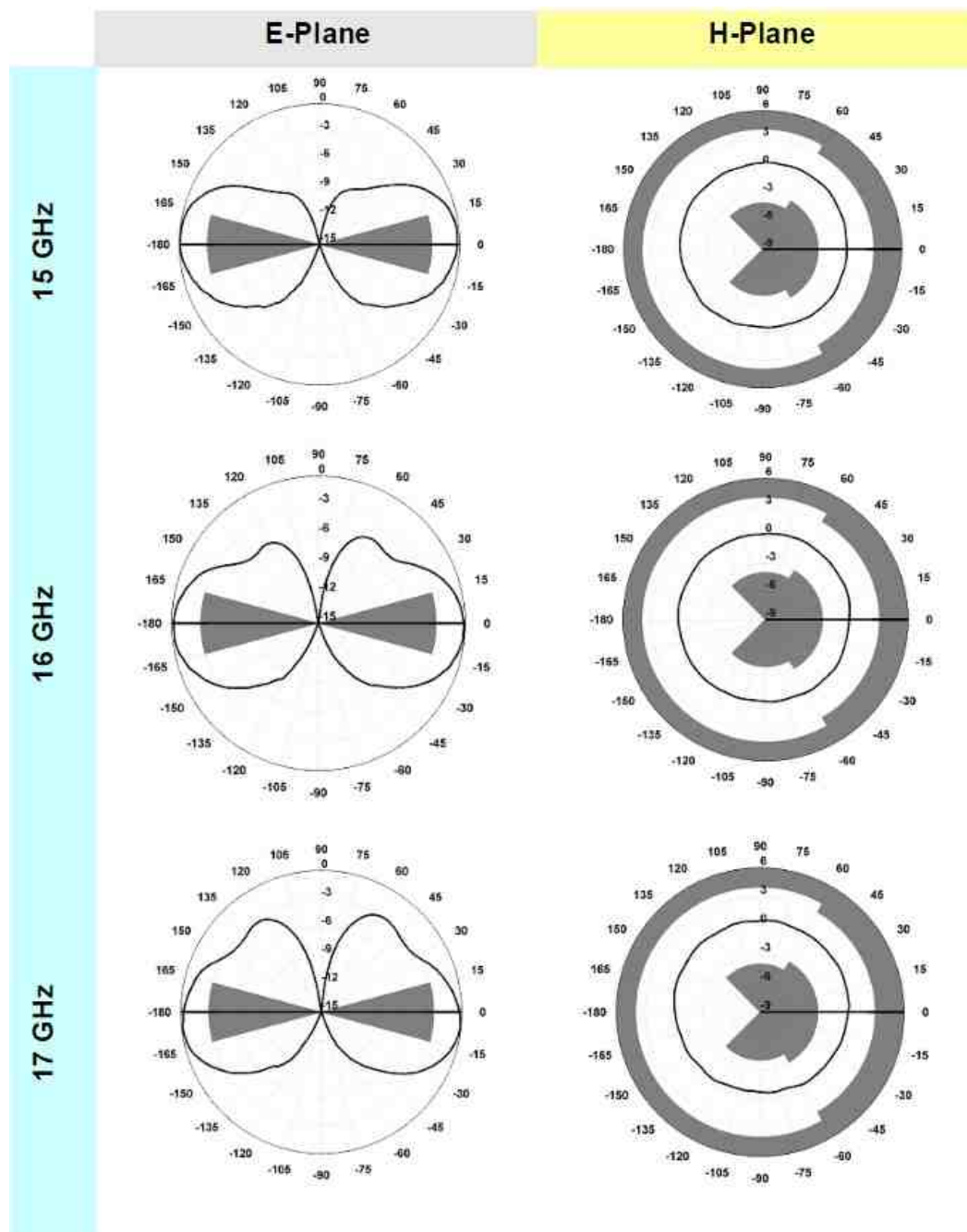


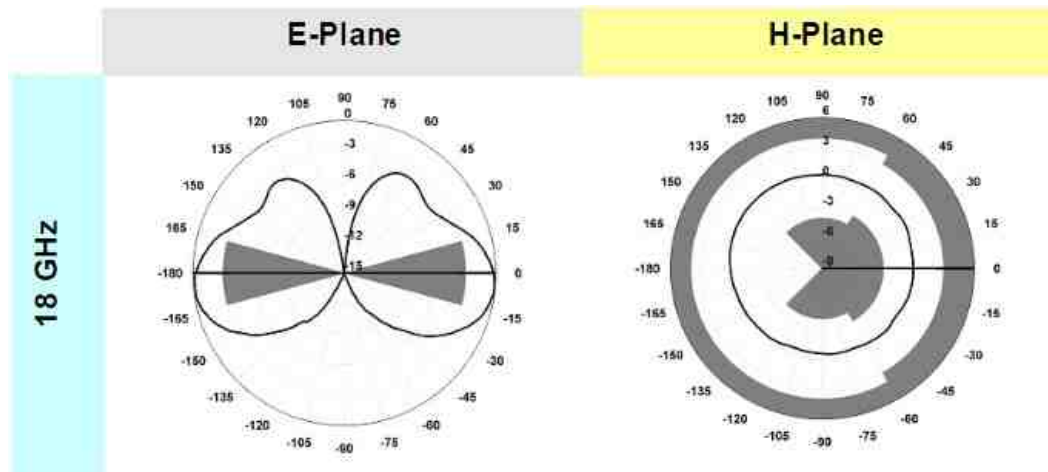
- POD 618 (6~18GHz)











Frequency [GHz]	1	2	3	4	5	6
Antenna Factor [dB/m]	38.9	40.1	43.6	45.7	47.5	49.0
VSWR [1]	1.7	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4

[POD 16 AF & VSWR]

Frequency [GHz]	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Antenna Factor [dB/m]	49.8	50.8	51.7	52.6	53.1	53.9	54.4	55.2	56.2	56.6	57.3	57.9	58.8
VSWR [1]	1.2	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.1	1.2	1.4

[POD 618 AF & VSWR]

2. A Site 측정

다음은 A site의 측정을 위한 셋업을 한 사진을 보여주고 있다. 야외 시험장에서 시험이 진행되었으며, 셀터의 영향을 받지 않기 위하여 셀터 외부에서 시험이 진행되었고, 바닥면에 흡수체를 깔아주었다.

a) 시험장

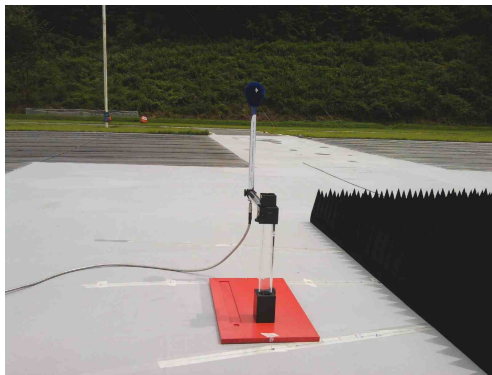
- 크기 : 10 m 야외시험장
- 흡수체(바닥면) : IS 030A(바닥)

- 바닥 흡수체 설치 크기 : 3m×3m (가로×세로)
흡수체 6×6장 (1장=60 cm)

b) 측정장비

- 네트워크 분석기(Network analyzer) : 10.0 MHz - 20.0 GHz
- 안테나
 - 수신용 : ETS 3117(ETS-LINDGREN)
 - 송신용 : POD16, POD618(Austrian Research Center)
- 측정 프로그램 : CALSTAN 10.0 (Seibersdorf Laboratorie)
- 신호의 세기가 주변잡음에 비해 20dB이상 확보되므로 별도의 증폭기(Amplifier)는 사용하지 않았다.

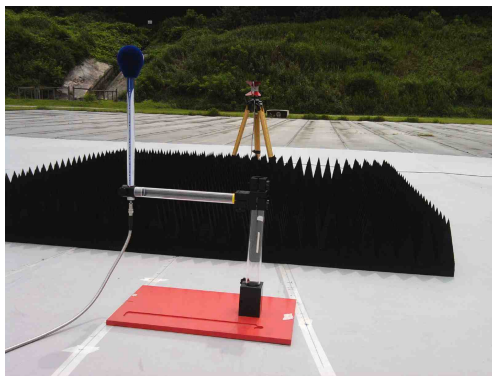
c) 측정사진



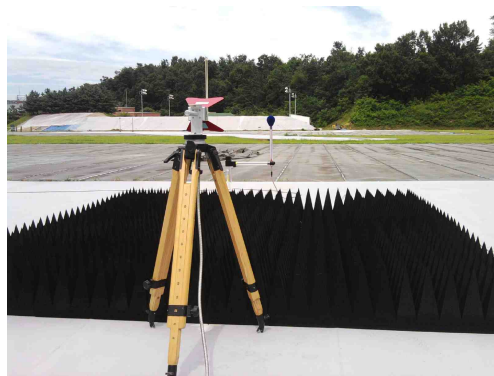
[송신안테나(POD16/618)]



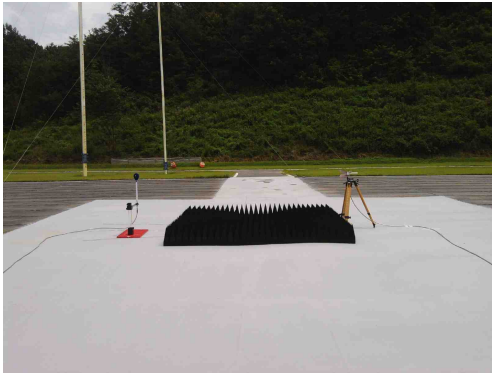
[수신안테나(ETS3117)]



[송신안테나 측]



[수신안테나 측]



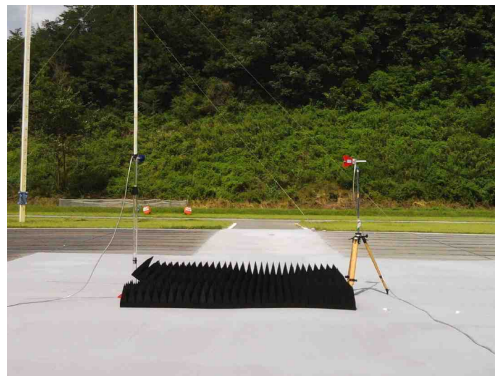
[Center Vertical 측정]



[Center Horizontal 측정]



[Front_2m Vertical 측정]



[Front_2m Horizontal 측정]

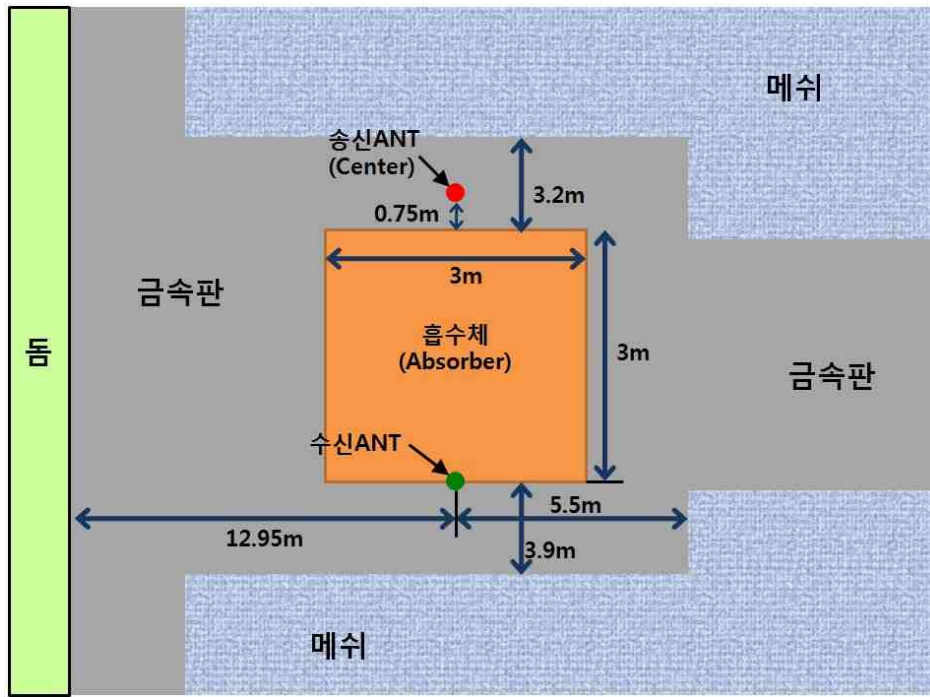
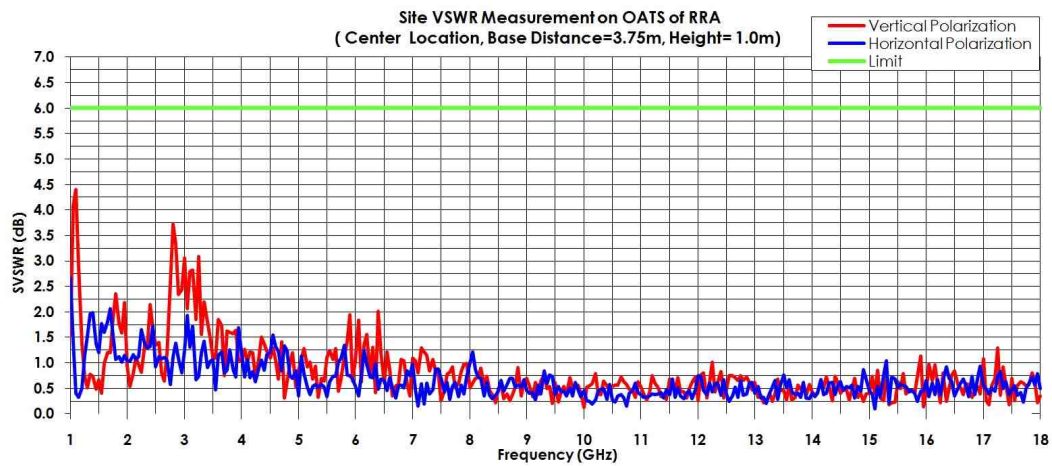


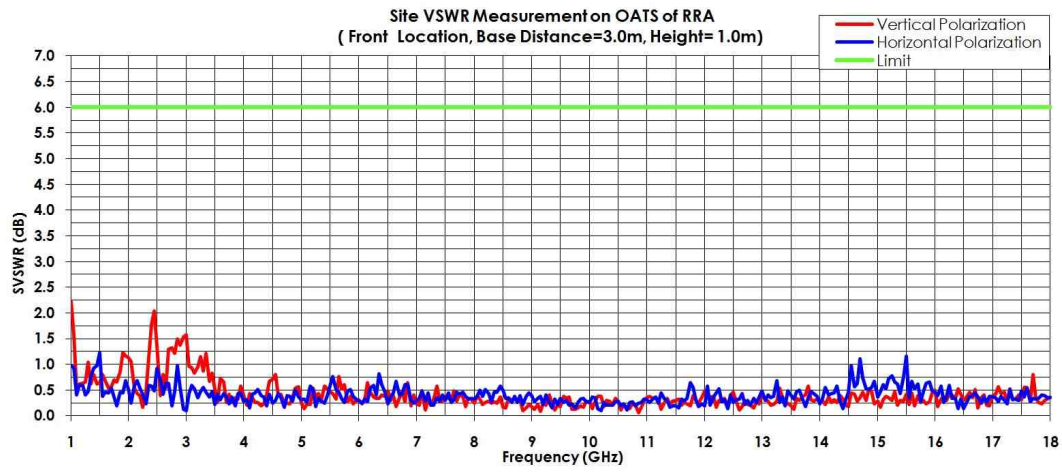
그림 2-23. S-VSWR 측정위 위한 A 시험장의 측정조건

d) 측정결과

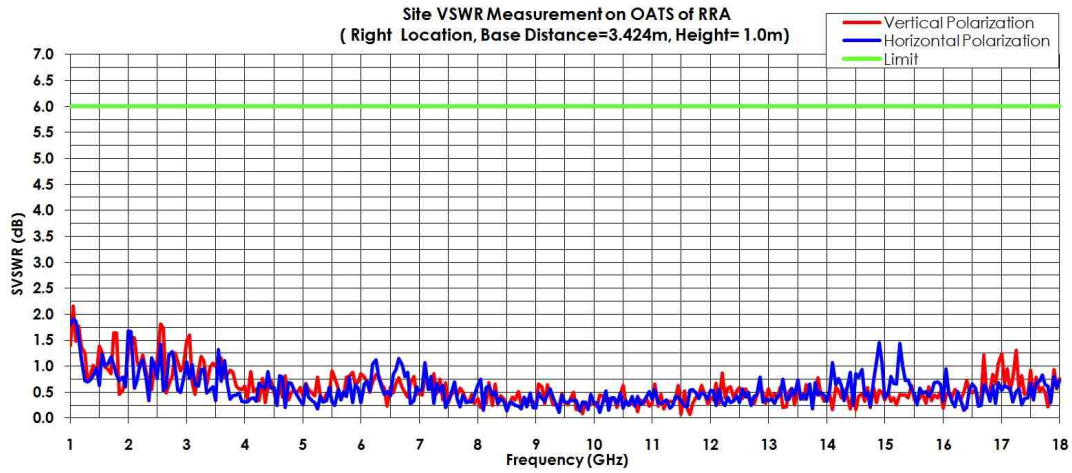
- Center



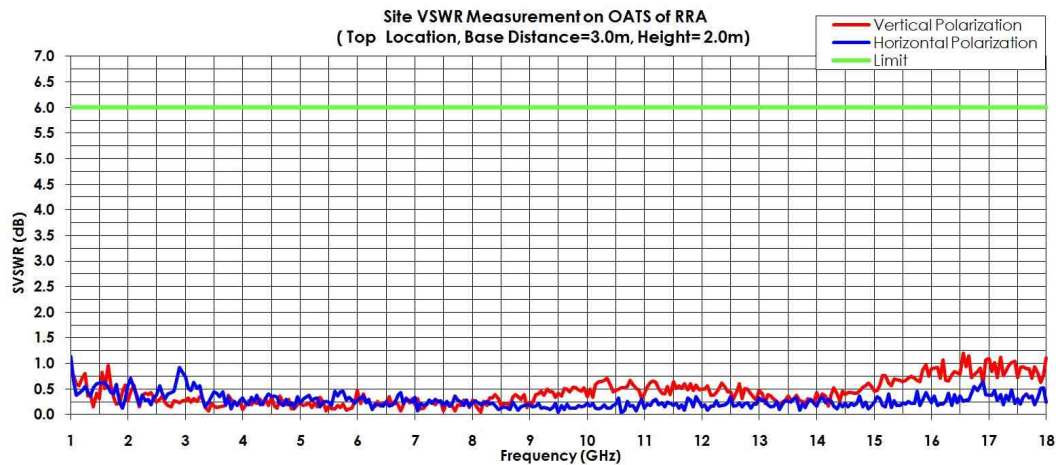
- Front



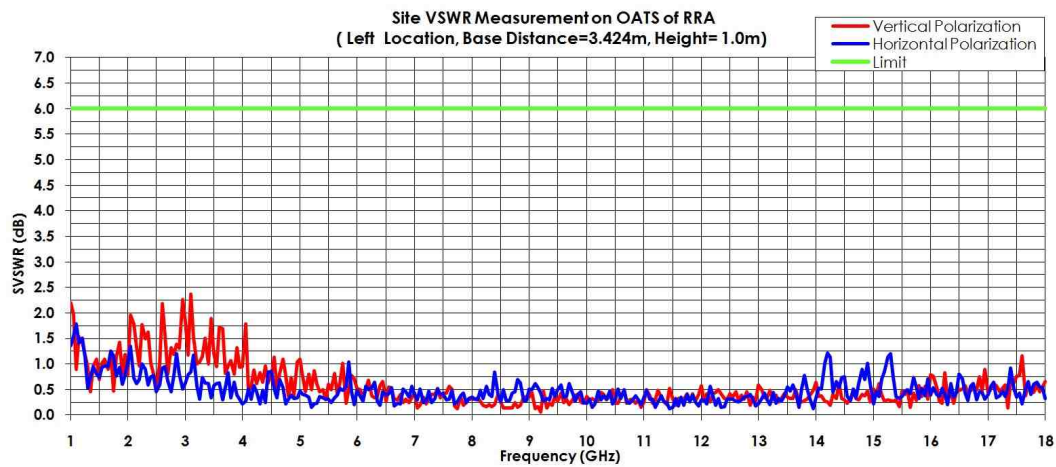
- Right



- Left



- Front_2m(Top)



측정결과 모든 위치에서 Site VSWR 측정값이 ± 6 dB 이내를 만족해야 한다는 조건을 만족하였다. 1차 측정의 결과보다 훨씬 좋은 것을 알 수 있다. 이는 셀터의 영향이 크다는 것을 의미하며, 기존의 야외시험장에 설치된 셀터는 1 ~ 18 GHz 대역의 S-VSWR 측정에 대해 막대한 영향을 준다는 것으로 분석될 수 있다.

3. B Site 측정

A site와 동일한 조건으로 B site에서도 시험이 진행되었다. A site와 B site의 차이점은 시험장의 크기도 달랐지만, 시험장의 기후 보호를 위한 쉘터의 크기도 상당한 차이를 보였다.

a) 시험장

- 크기 : 10 m 야외시험장
- 흡수체(바닥면) : IS 030A(바닥)
- 바닥 흡수체 설치 크기 : 3m×3m (가로×세로)
흡수체 6×6장 (1장=60 cm)

b) 측정장비

- 네트워크 분석기 : 10.0 MHz - 20.0 GHz
- 안테나
 - 수신용 : ETS 3117(ETS-LINDGREN)
 - 송신용 : POD16, POD618(Austrian Research Center)
- 측정 프로그램
 - CALSTAN 10.0 (Seibersdorf Laboratorie)
- 신호의 세기가 주변잡음에 비해 20dB이상 확보되므로 별도의 증폭기(Amplifier)는 사용하지 않음.

c) 측정사진





[Left Vertical 측정]

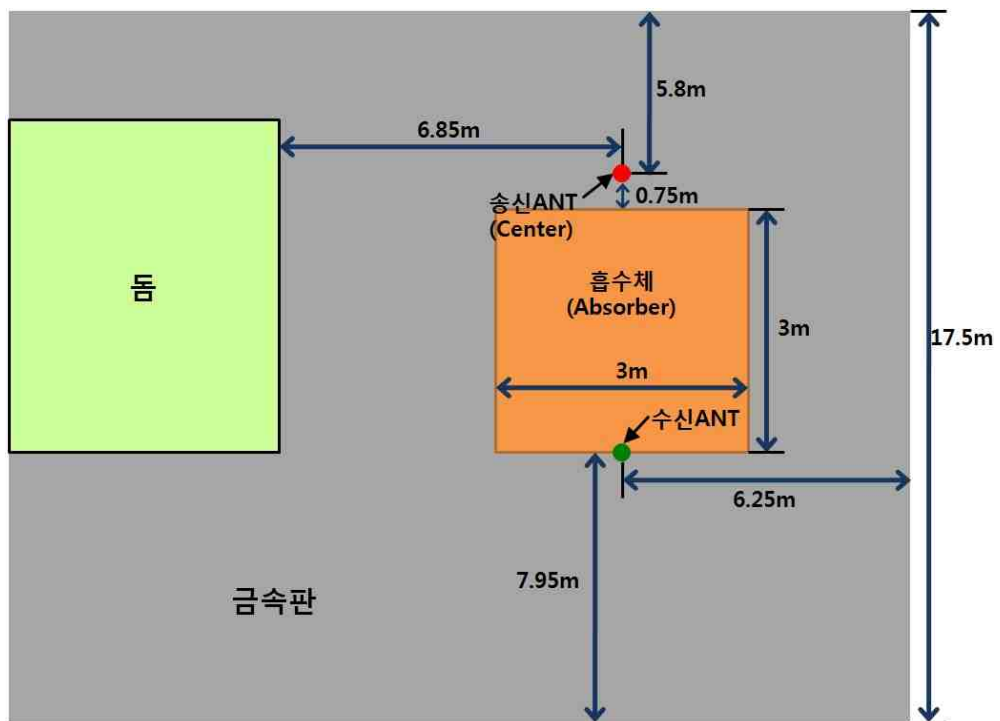
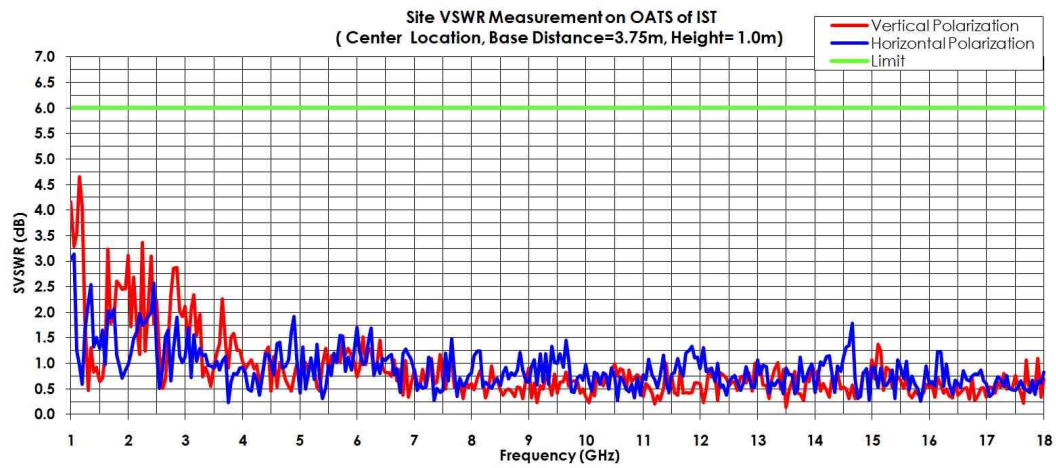


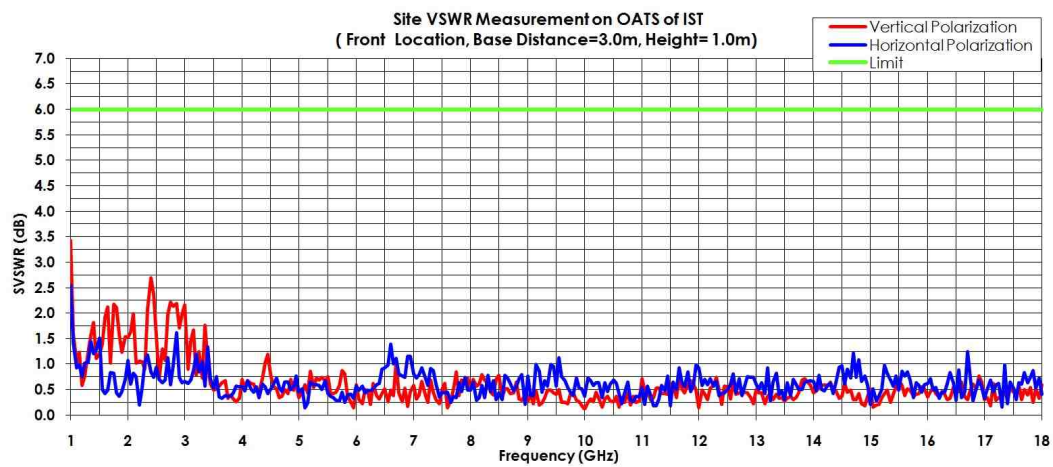
그림 2-24. S-VSWR 측정을 위한 B 시험장 측정조건

d) 측정결과

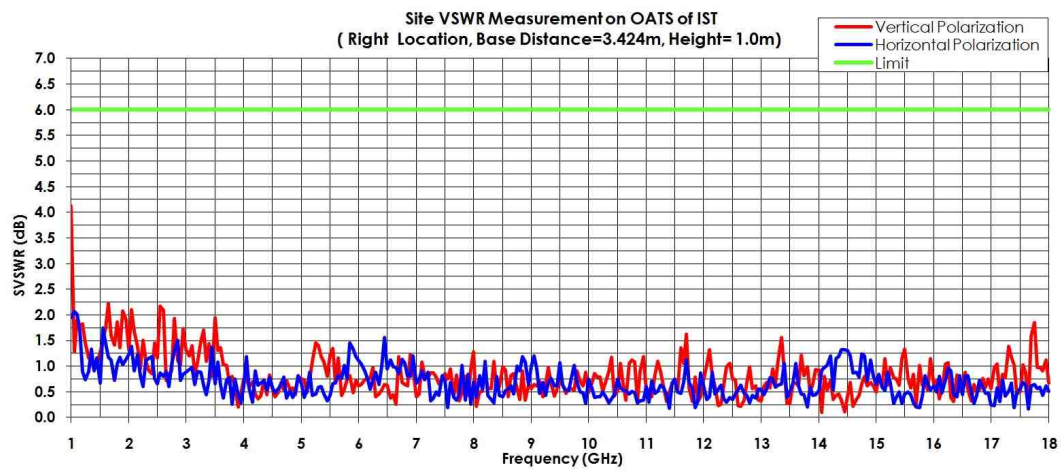
- Center



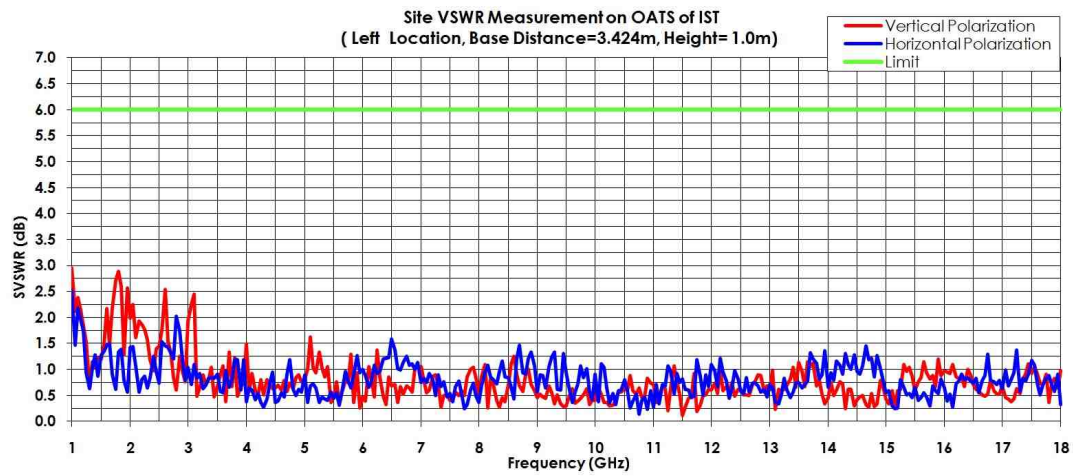
- Front



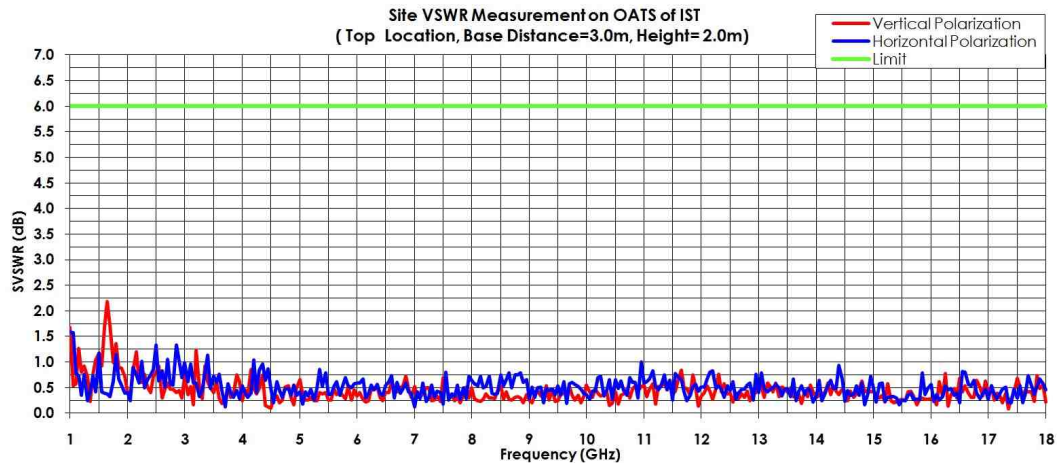
- Right



- Left



- Front_2m(Top)



측정결과 A site와 마찬가지로 모든 위치에서 Site VSWR 측정값이 ± 6 dB이내 조건을 만족하고 있었다. B site 역시 1차 측정과 결과의 차이가 크게 나타나고 있었으며, 이는 확연한 셀터의 영향으로 분석되었다.

A site와 B site는 1차 측정에서 셀터 내에서 측정이 진행되었으며, 측정 결과 기준값을 만족하지 못하였다. 따라서 2차 측정에서는 측정에서 문제가 되었던 셀터의 반사와 영향을 제거하기 위하여 셀터 외부에서 측정이 진행되었으며, 측정 중심점의 위치는 기준 측정점과 약 13m 거리에 위치하여 셀터의 영향을 최소화하도록 해주었다. 전체 5개 지점에 대한 측정 결과 Site VSWR 최고값이 약 4.4dB로 기준값인 ± 6 dB 이내에 존재 하므로, GHz대역의 시험장 조건을 만족하는 것으로 판단되었다.

B site도 A site의 경우와 마찬가지로 셀터의 영향 제거를 위해 셀터 외부에서 측정하였으며, 셀터와의 이격 거리는 약 6.85m(Center 위치 기준)이며, OATS 외부에 건물이 있었다. 주변 건물과 셀터의 영향으로 인해 측정 결과값이 A site보다 다소 높게 측정(측정 최대값 4.65 dB)되었으나, 기준값(± 6 dB)을 만족하여, 시험장 조건을 만족하였다.

본 측정을 통해 셀터의 구성 재질에 의해 발생하는 반사파로 인해 GHz 대역에서의 EMI 측정에 큰 영향이 있음을 확인하였으며, 국내 지

정시험기관의 경우 야외시험장의 돔 및 주변 환경 등을 고려한 측정위치 선정과 흡수체 선정 및 배치, 시험 장 관리 등의 방법이 마련된다면 GHz 대역의 EMI 측정에 는 큰 무리가 없을 것으로 판단되었다.

제 3 절 안테나의 높이에 따른 EMI 변화 연구

안테나의 높이에 따라 EMI 측정시 측정값의 변화에 대하여 기존에 연구된 내용을 조사 및 분석하여 보았다. 첫 번째 연구로는 안테나 높이를 고정시킨 후 최대 전계값을 측정하는 경우 다음의 그림에서 보는 것과 같이 함체의 슬롯에 의해 주파수에 따른 함체의 방사패턴 주엽이 0° 가 아닐 수 있으므로, 안테나를 1 ~ 4 m까지 50 cm 간격으로 스캐닝하여 최대값을 취하도록 하였다.

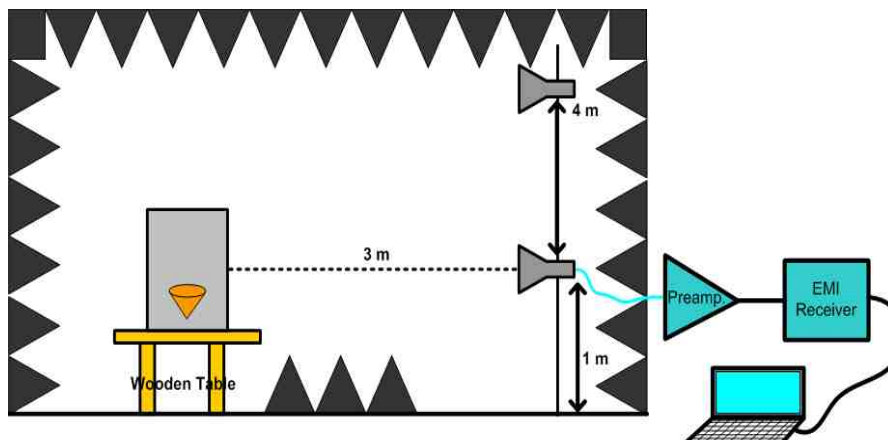


그림 2-25 안테나 높이에 따른 측정 셋업

다음의 그림은 안테나를 고정한 후 측정한 전계 강도와 1 ~ 4 m 스캐닝하는 시험 방법에 의한 전계 강도를 보여주고 있다. 측정 결과를 통해 알 수 있듯이 슬롯 구조가 있는 피시험체 혹은 방사패턴이 멀티로브

의 형태를 갖는 피시험체의 경우 큰 오차가 발생 할 수 있음을 확인 하였다. 이러한 오차를 줄이기 위해서는 안테나를 높이에 따라 스캔하여 최대값으로 측정하여야 하며, 피시험체의 방사패턴을 정확하게 예측할 수 있다면, 주엽의 최대값의 각도를 계산하여 수신 안테나의 높이와 주엽의 방향과 일치 하도록 안테나를 기울여 측정 하여야 피시험체의 복사 특성에 기인하는 EMI 측정 오차를 줄일 수 있다고 결론을 내렸다.

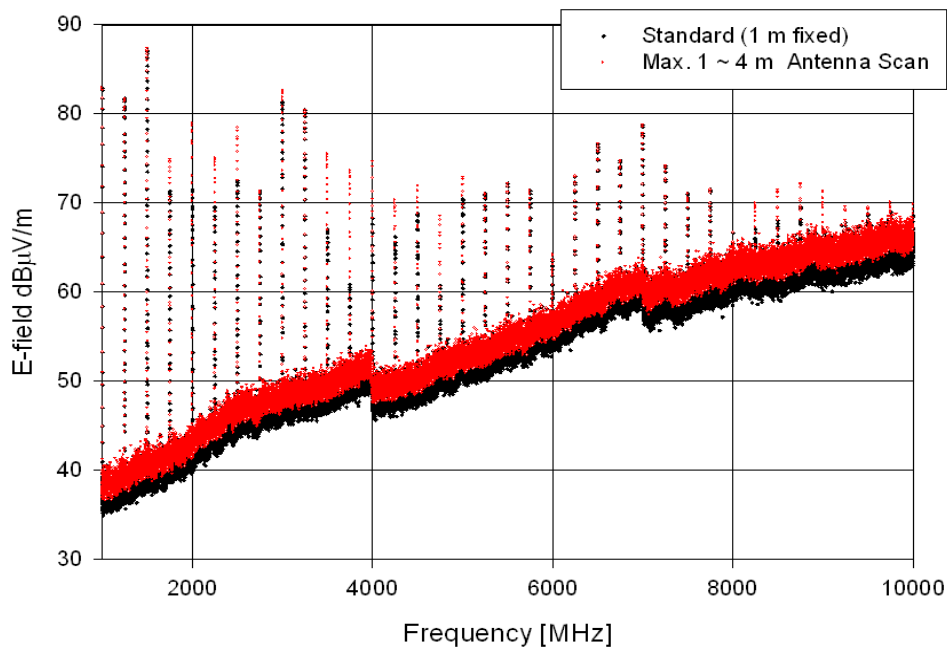


그림 2-26 안테나 고정 후 측정과 안테나 스캔 방법에 의한 전기장 세기 비교

두 번째 연구는 1 ~ 18 GHz 대역의 EMI 시험시 안테나의 높이에 따라 결과에 영향을 미칠 수 있다는 내용이었다. 다음의 그림은 수신 안테나의 높이가 변할 경우 수신 전력이 변화하는 것을 보여주고 있다.

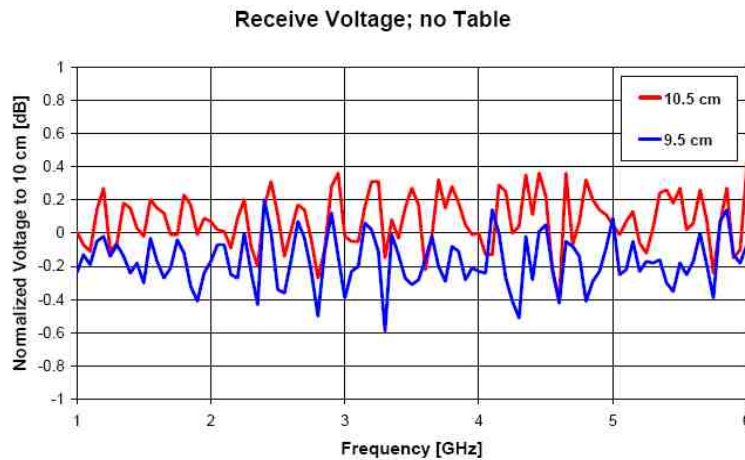


그림 2-27. 안테나 높이에 따른 수신 전력의 변화(1 ~ 6 GHz)

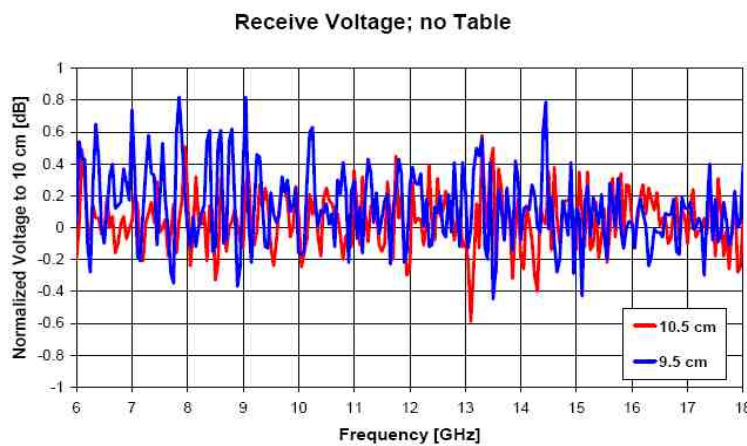


그림 2-28. 안테나 높이에 따른 수신 전력의 변화(6 ~ 18 GHz)

그림에서 보여주는 값은 10 cm 높이에서 수신 전력을 표준화한 것이다. 1 ~ 6 GHz 사이에서는 크기가 ± 0.5 dB 이내에 있지만, 6 ~ 18 GHz 사이에서는 ± 0.8 dB 이내에 있는 것을 확인할 수 있다.

이러한 결과로 알 수 있듯이 안테나에 높이에 따라 전계강도 및 수신 전력의 크기의 차이가 발생하며, EMI 측정시 여러 가지 조건이 고려되어야 하며 측정 안테나의 위치에 대한 영향 분석을 하여 영향을 최소화할 수 있는 위치 선정이 중요할 것으로 본다. 추후 이 분야에 대하여 체계적으로 연구가 필요하며, 측정에 대한 기준이 필요할 것으로 본다.

제 3 장 AC-DC 컨버터 응용제품에 대한 EMI 연구 및 가정용기기 RMS 평균검출모드 측정 분석

제 1 절 연구의 목적 및 필요성

제 3 장에서는 CISPR B/F 소위에서 관장하는 제품군에 관한 국제 EMC 규격관련 Issue들을 연구하였다. LED 조명시스템의 EMI 문제와 국내외 규격동향 조사 그리고 CISPR 14-1(F분과)으로 RMS-AV측정방법의 도입문제를 주로 검토하였다. 상기 문제들에 대한 연구 목적과 필요성을 본 절에서 간략하게 서술한다.

LED 조명 제품은 기존의 조명제품에 비해 전력 소모 효율 등의 장점으로 날로 제품의 다양화가 이루어져서 그 이용 범위가 넓어지고 있고 수출 또한 점진적으로 증가되고 있는 상황이다. LED조명시스템은 장점만을 가지지 않고 EMI문제를 내재하고 있는 것이 이번 연구를 통해 조사되어 그동안 LED 조명제품의 장점만이 부각되어온 점을 재검토하여 심층적인 연구가 이루어져야 될 것으로 판단되었다. 그리고 LED 조명관련 산업은 세계적으로 우리가 상대적으로 앞서가고 있는 분야이다. 이에 따라 국내 관련 산업을 보호 육성 그리고 수출 증대를 위하는 관점에서 국내외적으로 EMC 규격 제정 등에 민감하여야 할 것으로 생각되었다. 그리고 특히 우리의 LED 조명시스템 산업의 발전상황을 볼 때 국제적인 EMC규격제정에서도 우리가 앞서 나아갈 수 있을 것으로 판단되었다. 그래서 본 연구진은 계속 다양한 LED 조명 제품군과 국제적인 기준 등을 조사하고, 대처 방안 준비가 필요하다고 생각하여 일차적 관련 연구를 수행하였다.

RMS-AV 검파기술은 현재 이용범위가 넓어지고 있는 다양한 디지털 통신에 대한 광대역 잡음 측정을 위해 제안되어 CISPR A와 I에서 도입된 측정방법이다. 이러한 RMS-AV 검파기술을 CISPR F분과의 가전

제품에도 적용하자는 독일 측의 제안에 대한 평가가 필요하여 본 연구가 수행되었다. 그래서 본 연구진은 작년도 독일 측에서 발표한 AM 방송 수신기에 대한 평가와는 달리 AM방송 신호가 존재할 경우(협대역)의 잡음환경, 그리고 방송이 없을 경우(광대역), 차폐실 환경조건의 경우와 같이 세 종류의 조건하에서 와인 냉장고, 두 종류의 전기드릴에 대하여 Conducted Emission과 Radiation Emission을 평가하여, 기존 QP검파기 대비 -6 dB, AV 검파기 대비 약 +1 dB의 가중치 레벨 유지의 상관성을 분석하였다. 결과적으로 CISPR에서 제시된 가중치보다 크게 차이가 나서 이 문제를 2010 CISPR F WG1(시애틀)에 보고서를 제출하고 그 내용을 발표하였다. 시애틀 CISPR F WG1회의에서는 CISPR에서 제시한 가중치보다 많이 차이가 나므로 허용기준치이하로 판단되어 기기별로 다른 허용기준치를 정하자는 의견을 중시하였지만 좀 더 확실한 판단을 위하여 그동안 각국(독일, 영국, 일본, 한국)에서 측정한 가중치 데이터를 좀 더 세밀하게 분석하여 2011년 2월28일과 3월1일에 프랑크푸르트에서 중간회의에서 다시 확인하자고 의견을 모았다.

제 2 절 AC-DC 응용제품별 전도 및 방사레벨 측정 분석 및 규격 동향 연구

1. LED 조명의 구동회로와 EMI 현상

가. LED 구동 회로

LED 구동 회로는 크게 Single-stage LED 구동 회로와 Two-stage LED 구동 회로로 나눌 수 있다.

Single-stage LED 구동 회로와 같은 경우는 간단한 회로구조를 갖고 있기 때문에 저 가격화에 유리한 장점을 갖는다. 하지만 디밍 시 역률 보정을 하지 못하여 25[W] 이상의 조명기구에 요구되는 IEC 61000 - 3 - 2 Class C 고조파 규제를 만족하지 못하는 단점이 있다. 여기서 디밍

이런 LED 출력 세기를 조절하는 것을 의미한다. 그래서 보통 Two - stage LED 구동 회로를 이용한다.

그림 3-1은 PFC (Power Factor Correction) 플라이백컨버터와 부스트 컨버터를 결합한 기존의 Two-stage LED 구동 회로의 회로도를 나타낸다. PFC 플라이백 컨버터는 역률 보정 기능을 수행하고 부스트 컨버터는 LED의 정전류 제어와 PWM (Pulse Width Modulation) 디밍 기능을 수행한다.

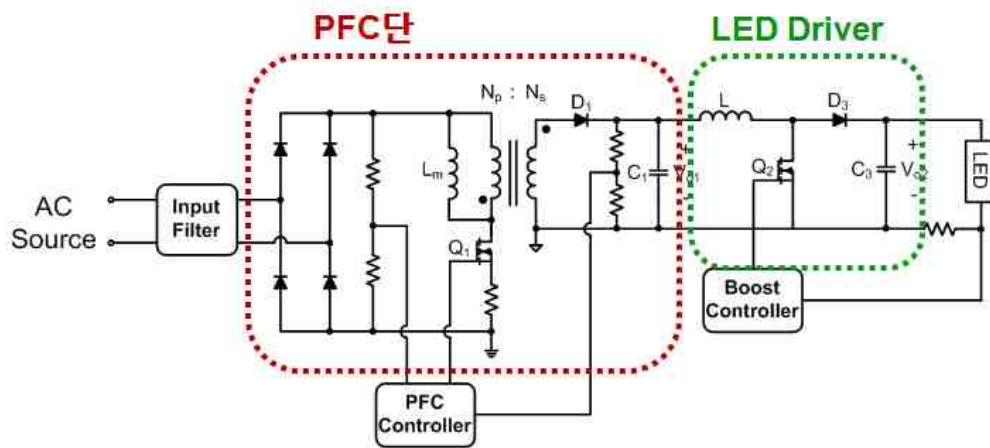


그림 3-1 기존의 Two-stage LED 구동 회로.

LED를 가로등과 같이 밝은 빛을 내는 조명 기구에 적용할 경우 광량을 크게 하기 위해 LED의 개수를 늘리게 된다. 이런 경우 LED 양단 전압은 상승하게 되고, 기존 Two-stage LED 구동 회로의 경우 부스트 컨버터에 사용되는 반도체 소자의 전압 스트레스가 LED의 양단 전압과 같으므로 고 내압의 반도체 소자를 사용해야 하는 단점이 있다. 반도체 소자의 가격은 소자의 전압 스트레스에 비례하므로 기존의 Two - stage LED 구동 회로는 저 가격화를 달성하기에 어려운 문제점을 가지고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서 그림 3-2와 같은 전압 스트레스 저감을 위한 새로운 조명용 LED 구동 회로와 같은 방향으로 설계되는 추세이다. 이 회로는 디밍 시 IEC 61000-3-2 class C 고조파

규제를 만족하는 기존의 Two-stage LED 구동 회로의 장점을 그대로 계승하며 PFC 플라이백 컨버터의 다중 출력을 이용해 LED의 양단 전압을 인가하므로 LED 구동 회로인 부스트 컨버터의 반도체 소자의 전압 스트레스를 획기적으로 저감하여 LED 구동 회로의 가격 저감에 기여를 한다.

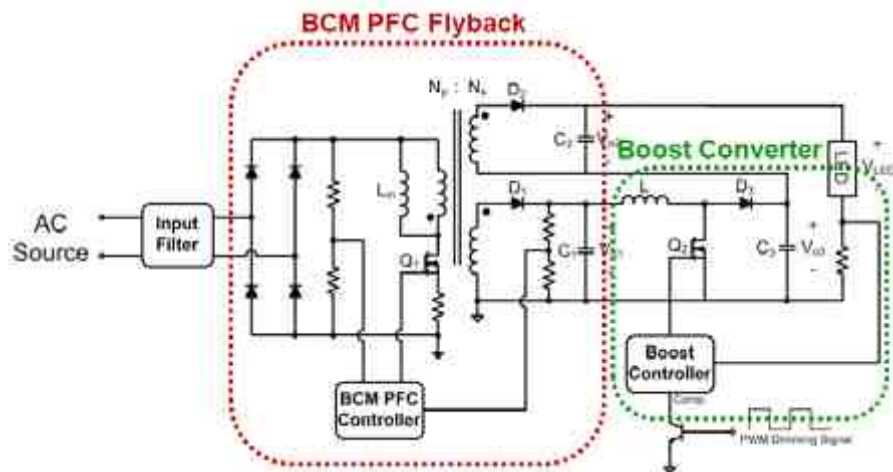


그림 3-2 최근 추세의 Two-stage LED 구동 회로.

나. LED 조명의 EMI 현상

보청기를 착용한 학생의 새로운 조명시스템(LED)이 장치된 새로워진 강의실에 들어가자 턱이 떨리는 불편함을 느낌을 받았다는 문제가 보고되어 조사해본 결과, 착용하고 있던 보청기가 LED조명장치로부터 방사되는 27 kHz 신호를 증폭시켜서 발생되었음이 그림 3-3에서와 같이 보고되었다. (한국표준과학연구원 자료/2004년).

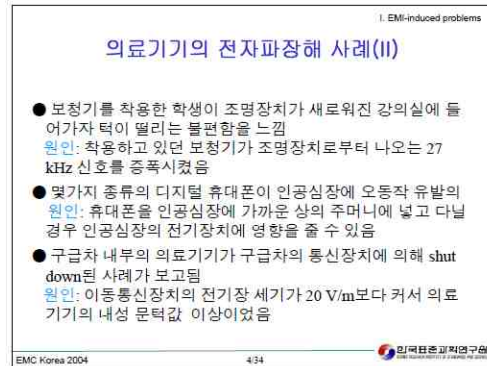


그림 3-3 2004년 한국표준과학연구원에서 발표한 여러종류의 EMI 문제점 보고 사례.

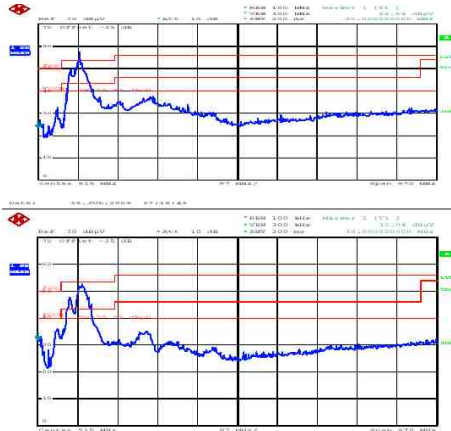
그리고 익명의 제조사에 따르면 LED 조명환경에서 MIC Bell (식당에서 사용하는 RF이용 호출기 : MIC Bell 동작 주파수 $\leq 320\text{MHz}$)이 동작하지 않았던 문제, LED 조명환경에서 라디오 방송 수신이 어려웠던 문제, 집어등 사용 시 선박용 무선통신 기기가 동작하지 않았다는 문제, LED 조명환경에서 휴대전화 사용 시 잡음이 발생하였다는 문제 등을 만난 경우가 있었다고 언급하였다.

2. LED 조명기구의 EMI 측정

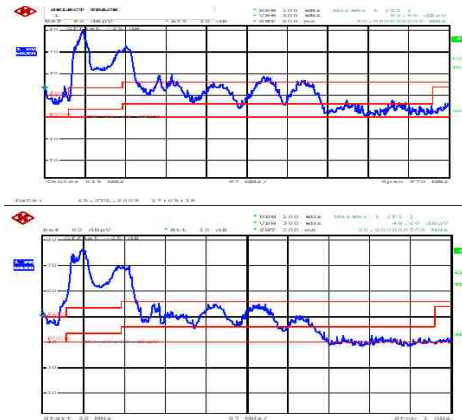
LED Lamp Type에 대한 EMI 현상을 비교 시험하였다. 그 결과와 분석 내용을 아래에 포함하였다.

Test 조건	
Input Voltage	220Vac
Input Frequency	60Hz
EUT	A회사 PAR Type LED Lamp & B회사 PAR Type LED Lamp
측정거리	3.0 m Chamber

• PAR 형 초기 시험 결과
A회사제품



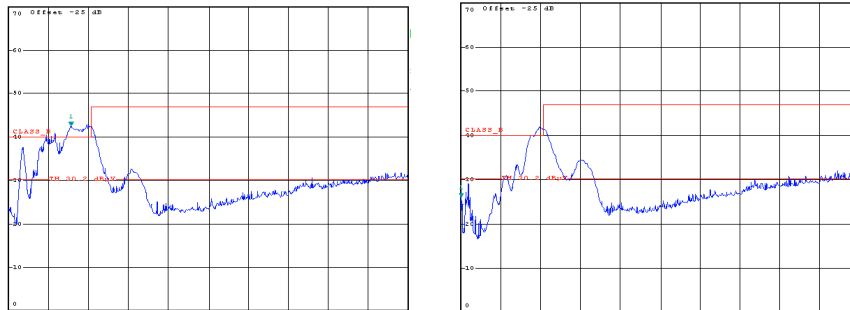
B회사 제품



시험 결과: PAR Type LED Lamp의 경우 Power Supply Unit에서 발생 하는 Switching Noise가 AC Power Cable을 통하여 방사되고 있음을 알 수 있다. 특히 50MHz~300MHz에서 FCC 허용기준치를 초과하고 있다. 상기에서 언급된 LED조명시스템의 EMI현상과 PAR Type Lamp에서 발생하는 50MHz~ 300MHz에 대한 상호관계에 대한 연구가 필요하다.

Test 조건	
Input Voltage	220Vac
Input Frequency	60Hz
EUT	A회사MR Type LED Lamp & B회사 MR Type LED Lamp
측정거리	3.0 m Chamber

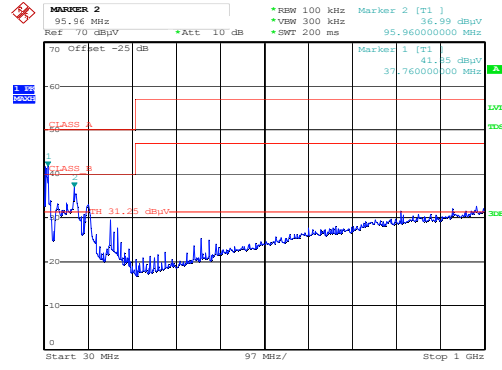
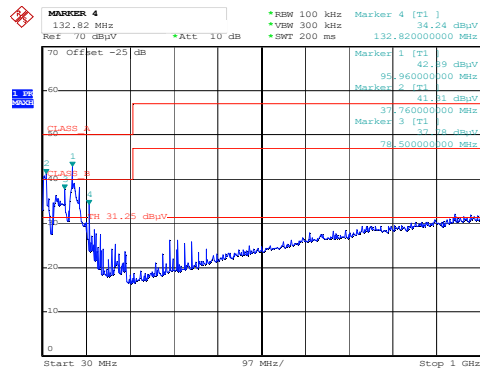
- MR 형 초기 시험결과



시험 결과: MR 형 LED Lamp의 경우 Power Supply Unit에서 발생하는 Switching Noise가 AC Power Cable을 통하여 방사되고 있다. 특히 100MHz 대역에서 FCC Limit을 초과함. 상기에서 언급된 조명시스템의 EMI현상 과 MR 형 Lamp에서 발생하는 100 MHz에 대한 상호관계에 대한 논의가 필요하다. 상대적으로 PAR형에 비해서 낮은 출력의 LED Lamp의 경우 PAR형에 비해서 잡음 방출 레벨의 차이가 보인다. (추가 비교 대상기기 확대 필요)

Test 조건	
Input Voltage	220Vac
Input Frequency	60Hz
EUT	A회사 면판 형 LED Lamp
측정거리	3.0 m Chamber

• 면 판 형 LED Lamp 초기 시험결과



시험 결과: 면판형 LED Lamp의 경우 Power Supply Unit에서 발생 하는 Switching Noise 와 내부 사용 주파수 성분이 관측되고 있다. 현 방 사 규정은 30MHz~300MHz로 규정 하고 있으나 면판 조명등의 경우 Network System (중앙관리 시스템)을 위해서 사용 되는 클럭 주파수 가 높아지고 있어 향후 측정대역 증가 여부에 대한 연구가 필요하다.

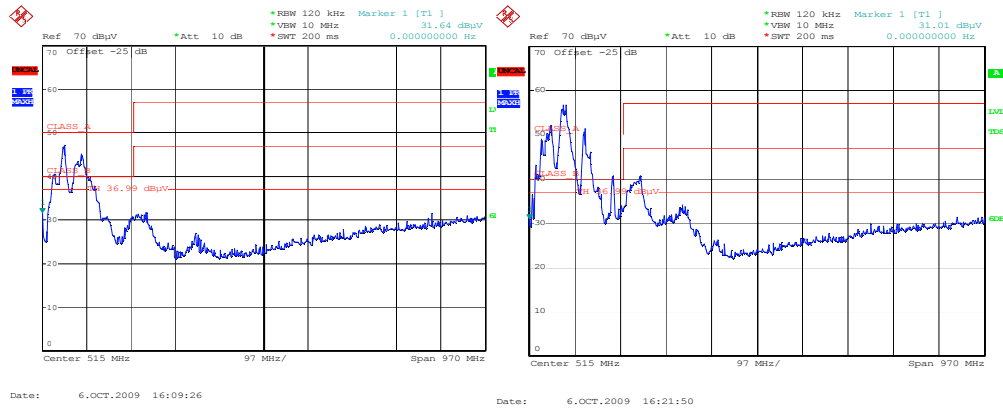
• Cable 길이에 따른 LED Lamp 방사 초기 시험결과

A



B





Type	A	B
Input Voltage/Frequency	220Vac/60Hz	220Vac/60Hz
Transformer와 MR 형 Lamp A.C. 12V Cable 길이	1.0m	2.0m
주변기기	Transformer	
시험조건	외부 환경영향 최소화를 위해서 CVCF를 통해서 Linear Type Transformer 사용	
EUT	A회사 면판형 MR LED Lamp	
측정거리	3.0 m Chamber	

시험 결과: A.C Cable 길이에 따른 시험 결과 상기 제품의 경우 10 dB 편차가 나타나고 있다. LED Lamp에 대한 시험방법과 Test Configuration관련 논의가 요구된다. 자가 안정 등을 제외한 기타 조명용 전원장치 또는 기타 조명 기기에 대한 시험 방법에 대해서 논의가 필요하다.

3. LED 조명기기의 문제점과 관련 의견 요약

- ① LED 조명기기관련 EMI 문제는 Power Supply Unit에서 발생 하는 Switching 잡음의 EMI 간섭 현상으로 규정됨.
- ② CISPR F 주요 동향에 따른 대응이 요구됨 (CISPR F의 주요 동향 - 시애틀 총회 결과 참조)
- ③ 초기 소위원회에서 문제되었던 LED Lamp의 Emission적용 여부는 적용 방향으로 진행될 것으로 예상됨.

- ④ Self-ballasted LED Lamps¹⁾에 대한 용어 정리가 요구되고 있다.
다양한 형태의 LED 조명에 대한 EMI 적용 여부에 대한 추가
논의가 필요하다.

4. LED 조명기구의 EMC 규격 동향

가. 조명기구 관련 전자파 방해 규격

(1) 국내 규격

(가) KN 15 : 조명기기류 장애방지 시험방법

LED에 관한 특별한 언급이 없으며 일반 조명 기구에서 발생되는 전자파 방해 (방사성 또는 전도성)를 다루며 전자기장해 측정 방법 및 한계값은 K 00015/CISPR 15/EN 55015 등과 동일하다.

(나) 전기용품안전기준 (K 00015)

전자자기적합성(EMC) Electromagnetic compatibility(EMC)

조명기기·유사기기의 전자기장해 측정방법 및 한계값

Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment

LED에 관한 내용을 추가하여 LED와 일반 조명 기구에서 발생하는 전자파 방해 (방사성 또는 전도성)를 다루고 있으나 규격에 적용되는 전자기장해 측정방법 및 한계값 K 00015/CISPR 15/EN 55015 등과 동일하다.

(2) 국제 및 해외 규격

(가) 국제규격 : CISPR 15 Electromagnetic compatibility(EMC)-Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment

(나) EU규격 : EN 55015 Electromagnetic compatibility(EMC)-Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment

1) Self-ballasted Lamp (자가안정램프)_ KS C IEC 61000-3-2: 2005

완전히 손상되지 않는 한 분해할 수 없는 장치이고, 광원의 안정된 시동과 안정된 동작을 위해 필요한 모든 추가적인 요소와 광원을 결합하고 램프 베이스 갖는다.

(다) LED에 관한 특별한 언급이 없으며 일반 조명 기구에서 발생하는 전자파 방해(방사성 또는 전도성)를 다룸. KN 15와 K 00015 등과 전자기장해 측정방법 및 한계값은 같다.

(3) 규격내용 검토결과

- KN 15/K 00015/CISPR 15/EN 55015 등의 규격에서 다루는 전자기장해 측정방법 및 한계값은 모두 동일하나 K 00015의 경우 본문에 LED에도 적용된다는 문구들을 삽입하여 LED를 이용한 조명 기구를 다른 조명기구와 구분하여 다루고 있다.

(4) K 00015의 시험기준

(가) 삽입 손실

표 3-1 삽입손실의 최소값.

주파수 대역 (kHz)	최소값 (dB)
150 ~ 160	28
160 ~ 1 400	28 ~ 20 ^a
1 400 ~ 1 605	20
^a 대수적주파수에 따라 직선적으로 감소	

(나) 방해전압

① 전원단자

표 3-2a - 전원단자에서의 방해전압 한계값.

주파수 대역	한계값 dB(μV) ^a	
	준첨두값	평균값
9 kHz ~ 50 kHz	110	—
50 kHz ~ 150 kHz	90 ~ 80 ^b	—
150 kHz ~ 0.5 MHz	66 ~ 56 ^b	56 ~ 46 ^b
0.5 MHz ~ 5.0 MHz	56 ^c	46 ^c
5 MHz ~ 30 MHz	60	50

^a 경계 주파수(transition frequency)에서는 낮은 한계값이 적용된다.

^b 50 kHz ~ 150 kHz와 150 kHz ~ 0.5 MHz의 주파수 범위에서 한계값은 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 감소한다.

^c 무전극램프 및 무전극조명기에 있어서, 주파수 대역 2.51 MHz ~ 3.0 MHz에서의 한계값은 준첨두값 73 dB(μV)와 평균값 63 dB(μV)이다.

② 부하단자

표 3-2b - 부하단자에서의 방해전압 한계값.

주파수 대역 MHz	한계값 dB(μV) ^a	
	준첨두값	평균값
0.15 ~ 0.50	80	70
0.50 ~ 30	74	64

^a 경계 주파수에서는 낮은 한계값이 적용된다.

③ 제어 단자

표 3-2c 제어 단자에서의 방해전압 한계값.

주파수 대역 MHz	한계값 dB(μV)	
	준첨두값	평균값
0.15 ~ 0.50	84 ~ 74	74 ~ 64
0.50 ~ 30	74	64

주1) 0.15 MHz ~ 0.5 MHz의 주파수 대역에서의 한계값은 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 감소한다.
주2) 제어 단자에서 공통모드(비대칭 모드) 임피던스 150 Ω 인 임피던스 안정화 회로망 (ISN)을 사용하여 전압 방해 한계값을 유도한다.

(다) 방사되는 전기자기 장애

① 9 kHz ~ 30 MHz 주파수 범위

표 3-3a 방사되는 전기자기방해 한계값.

주파수 대역 MHz	루프 직경에 대한 한계값 dB(μA) ^a		
	2 m	3 m	4 m
9 kHz ~ 70 kHz	88	81	75
70 kHz ~ 150 kHz	88 ~ 58 ^b	81 ~ 51 ^b	75 ~ 45 ^b
150 kHz ~ 3.0 MHz	58 ~ 26 ^b	51 ~ 22 ^b	45 ~ 16 ^b
3.0 MHz ~ 30 MHz	22	15 ~ 16 ^c	9 ~ 12 ^c

^a 경계 주파수에서는 허용기준 중에서 낮은 한계값을 적용한다.
^b 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 감소한다. 무전극램프 및 무전극조명기기에 있어서, 주파수 대역 2.2 MHz ~ 3.0 MHz에서의 한계값은 2 m의 경우 58 dB(μA), 3 m의 경우 51 dB(μA), 4 m의 경우 45 dB(μA)이다.
^c 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 증가한다.

② 30 MHz ~ 300 MHz 주파수 범위

- K 00022 (CISPR 22)의 10 절에 명시된 방법에 따라 측정되는 방사방해 전계강도의 준침투 한계값 적용
- 반복성의 이유로 주전원 공급 케이블은 접지판 위에 위치한 CDN 과 50 Ω의 임피던스로 종단을 권고

표 3-3b 10 m의 측정거리에서 30 MHz ~ 300 MHz 대역의 방사방해 한계값.

주파수 범위 MHz	준-침투치 한계값 dB(μV/m)
30 ~ 230	30
230 ~ 300	37
* 경계 주파수에서는 낮은 쪽의 한계값이 적용된다.	

- 30 MHz ~ 300 MHz의 주파수 대역에서 K 61000-4-6 (IEC 61000-4-6)에 명시된 CDN을 이용하여 발생하는 잡음이 표 3 c 한계치를 만족하는 경우 표 3b를 만족 한 것으로 한다.

표 3-3c - CDN 방법에 의한 공통모드 단자전압 한계치.

주파수 범위 MHz	준-침투치 한계값 dB(μV) ^{주1)}
30 ~ 100	64 - 54 ^{주2)}
100 ~ 230	54
230 ~ 300	61
주1) 경계 주파수에서는 낮은 쪽의 한계값이 적용된다. 주2) 한계값은 주파수의 대수적 증가에 따라 직선적으로 감소한다.	

(라) 한계값 적용

① LED 램프로 동작되는 조명기기

LED 램프로 동작되는 조명기기는 표 3-3a에 주어진 전원 단자 전압 한계값을 따라야 한다.

100 Hz 이상의 동작 주파수를 갖는 램프를 사용하는 조명기기는 표 3a 및 3b에 주어진 전계 강도 한계값을 따라야 한다.

② 안정기 내장형 램프 (LED 램프용 안정기 내장형 램프 포함)

안정기 내장형 램프에서 안정기와 스타터의 배치는 램프와 같이 하나의 단일 유니트에 넣어진다. 안정기 내장형 램프는 에디슨 나사와 베이어넛 캡으로 맞춰지고, 적당한 고정기 안으로 직접 삽입될 수 있다.

안정기 내장형 램프는 표 3-3a의 단자 전압 한계값을 따라야 한다.

100 Hz 이상의 주파수에서 동작하는 광원에 대해서, 유니트는 표 3a 및 3b의 전계강도 한계값을 따라야 한다.

나. 조명기구 관련 전자파 내성 규격

(1) 국내규격

o K 61547

일반 조명 기기 - 전기자기적합성 내성 요구사항

(2) 국제 및 해외 규격

o 국제규격 : IEC 61547 Equipment for general lighting purposes - EMC immunity requirements

o EU규격 : EN 61547 Equipment for general lighting purposes - EMC immunity requirements

(3) 규격내용 검토결과

o K 61547, IEC 61547 및 EN 61547 등의 규격에서 다루는 내성 규격 모두 동일하나 K 61547의 경우 본문에 LED에도 적용된다는 문구들을 삽입하여 LED를 이용한 조명 기구를 다른 조명기

구와 구분하여 다루고 있다.

(4) K 61547/IEC 61547/EN 61547의 성능 기준

(가) 성능기준 A

시험하는 동안에 광도가 변하지 않아야 하고, 제어장치는 시험 중에 의도된 대로 동작해야 한다.

(나) 성능기준 B

시험하는 동안에 광도가 다른 값으로 변할 수도 있다. 그러나 시험 후에는 광도가 1분 내에 초기값으로 회복되어야 한다.

제어장치는 시험중 제어동작이 필요 없다. 그러나 시험전, 시험후의 제어 동작 모드는 같아야 한다. 그 이유는 시험중 주어진 제어동작모드가 변화 없다면 시험전과 시험후의 동작모드는 같기 때문이다.

(다) 성능기준 C

시험 중과 시험 후에 어떠한 광도변화는 허락되고, 램프가 꺼질 수도 있다. 시험 후 30분 이내에 모든 기능이 정상적으로 돌아와야 하며 만일 필요하다면 시험품을 재동작 시키거나 제어장치를 재동작 시킬 수 있다.

(5) K 61547의 시험 기준

(가) 정전기 방전 (K 61000-4-2/IEC 61000-4-2/EN 61000-4-2)

표 3-4 정전기 방전-함체에서의 시험레벨.

특 성	시험 레벨
기중방전	$\pm 8 \text{ kV}$
접촉방전	$\pm 4 \text{ kV}$

(나) 전자파 방사내성 (K 61000-4-3/IEC 61000-4-3/EN 61000-4-3)

표 3-5 전자파방사내성-합체에서의 시험레벨.

특 성	시 험 레 벨
주파수 범위	80 MHz ~ 1 000 MHz
시 험 레 벨	3 V/m(무변조)
변 조 도	1 kHz, 80 % AM, 정현파

(다) 전원주파수자기장 (K 61000-4-8/IEC 61000-4-8/EN 61000-4-8)

표 3-6 전원 주파수 자기장 - 합체의 시험레벨.

특 성	시 험 레 벨
자기장 주파수	50/60 Hz
시 험 레 벨	3 A/m

(라) 전기적 빠른 과도현상 (K 61000-4-4/IEC 61000-4-4/EN 61000-4-4)

표 3-7 전기적 빠른 과도현상

- 신호선과 제어선을 위한 단자에서의 시험레벨.

특 성	시 험 레 벨
시 험 레 벨	± 0.5 kV(peak)
상승시간/유지시간	5/50 ns
반 복 주 파 수	5 kHz
주 - 1. 제조자의 사양에 따른 전체길이가 3 m를 초과하는 케이블을 갖고 접속하는 단자에만 적용한다. 2. 시험중에는 시험 set-up을 변경하지 않는다.	

표 3-8 전기적 빠른 과도현상

- 입·출력 직류 전원단자에서의 시험레벨.

특 성	시 험 레 벨
시 험 레 벨	± 0.5 kV(peak)
상승시간/유지시간	5/50 ns
반복 주파수	5 kHz
주 - 사용하는 동안 전원에 연결되지 않은 기기에 대해서는 적용하지 않는다.	

표 3-9 전기적 빠른 과도현상
- 입·출력 교류 전원단자에서의 시험레벨.

특 성	시험 레벨
시험 레벨	$\pm 1 \text{ kV(peak)}$
상승시간/유지시간	5/50 ns
반복 주파수	5 kHz

(마) 전자파 전도내성 (K 61000-4-6/IEC 61000-4-6/EN 61000-4-6)

- AC 전 원 : CDN 801-M1/-M2/-M3
- 차폐된 신호 케이블 : 직접 주입(CDN 801-S)
- 비차폐된 신호 케이블 : 클램프 주입

표 3-10 전자파전도내성
- 신호선과 제어선을 위한 단자에서의 시험레벨.

특 성	시험 레벨
주파수범위	0.15 MHz에서 80 MHz
시험레벨	3 Vr.m.s(무변조)
변조	1 kHz, 80 % AM, 정현파
소스(Source) 임피던스	150 Ω
주 - 제조자의 사양에 따른 전체길이가 1 m를 초과하는 케이블을 가지고 접속하는 단자에만 적용한다.	

표 3-11 전자파전도내성 - 입·출력 직류 전원단자에서의 시험레벨.

특 성	시험 레벨
주파수 범위	0.15 MHz에서 80 MHz
시험 레벨	3 Vr.m.s(무변조)
변조	1 kHz, 80 % AM, 정현파
소스 임피던스	150 Ω
주 - 사용하는 동안 주전원에 연결되지 않는 기기에 대해서는 적용하지 않는다.	

표 3-12 전자파전도내성 - 입·출력 교류 전원단자에서의 시험레벨.

특 성	시험 레벨
주파수 범위	0.15 MHz에서 80 MHz
시험 레벨	3 Vr.m.s(무변조)
변조	1 kHz, 80 % AM, 정현파
소스 임피던스	150 Ω
주 - 제조자의 사양에 따른 전체길이가 1 m를 초과하는 케이블을 가지고 접속하는 단자에만 적용한다.	

(바) 서지 (K 61000-4-5/IEC 61000-4-5/EN 61000-4-5)

- 5회 정(+)펄스와 5회 부(-)펄스가 AC전압파형의 피크값(90° 와 270°)와 제로 교차점(0°)에 인가되어야 한다.

표 3-13 서지 - 입력 교류 전원 단자에서의 시험레벨.

특 성	시험 레벨		
	제 품		
	안정기내장형 램프와 반-조명기기	조명기기와 독립적인 보조기기	
		입력 전력	
		≤ 25 W	> 25 W
파형 데이터	1.2/50 μs	1.2/50 μs	1.2/50 μs
시험레벨			
- 라인간	0.5 kV	0.5 kV	1.0 kV
- 라인과 접지간	1.0 kV	1.0 kV	2.0 kV

(사) 전압 강하 및 순시정전 (K 61000-4-11/IEC 61000-4-11/EN 61000-4-11)

표 3-14 전압강하 및 순시정전 - 입력 교류 전원단자에서의 시험 레벨.

특 성	시험 레벨
전압 감소	30 %
주기	10

표 3-15 전압강하 및 순시정전 - 입력 교류 전원단자에서의 시험 레벨.

특 성	시험 레벨
전압 감소	100 %
주기	0.5

(아) 전압변동

전압변동에 관한 시험은 조명기기 제품 규격에 따른다.

(6) K 61547의 시험기준 적용

LED 조명기기의 경우 전자식 조명기기로 다룸.

(가) 6.3.1 안정기내장형램프 (LED 램프용 안정기내장형램프 포함)

표 3-16 안정기 내장형 램프에 대한 시험의 적용.

시험(절)	K 61000- 4-2	K 61000- 4-3	K 61000- 4-8	K 61000- 4-4	K 61000- 4-6	K 61000- 4-5	K 61000- 4-11	K 61000- 4-11
성능기준	B	A	A	B	A	C	C	B

(나) 개별 부속품

표 3-17 개별 부속품에 대한 시험의 적용.

개별 전자식 부속품의 형태	시험(절)과 성능기준							
	K 61000- 4-2	K 61000- 4-3	K 61000- 4-8	K 61000- 4-4	K 61000- 4-6	K 61000- 4-5	K 61000- 4-11	K 61000- 4-11
LED램프용 컨버터	B	A	A	B	A	C	C	B

(다) 조명기기

표 3-18 조명기기에 대한 시험의 적용.

조명기기의 형태	시험(절)과 성능기준							
	K 61000- 4-2	K 61000- 4-3	K 61000- 4-8	K 61000- 4-4	K 61000- 4-6	K 61000- 4-5	K 61000- 4-11 표11	K 61000- 4-11 표12
LED 램프로 동작되는 조명기기	B	A	A	B	A	C	C	B

다. LED 조명기구의 KS 인증에 필요한 EMC 규격 - LED 가이드북 (한국표준협회)

(1) KS C 7651(컨버터 내장형 LED 램프)

(가) 적용범위

AC 220V, 60Hz에서 사용하는 60W 이하의 일반 조명용 컨버터 내장형 LED램프에 대한 안전과 성능에 관한 요구사항에 대한 규정.

컨버터와 LED 램프가 일체형으로 통합된 구조로 조립되어 있어, 손상 없이 분리할 수 없는 형태를 말하고, 형상에 따라 빛 지향형과 빛 확산형으로 구분한다.

(나) EMC 표준

- ① KS C IEC 61000-3-2 전기자기적합성 (EMC) - 제 3 부 : 한계값
- 제2절 : 고조파 전류의 한계값(기기의 입력전류 상당 16A 이하)
- ② KS C CISPR 15 전기자기적합성(EMC)-조명기기/유사기기의 전
기자기 장애 측정방법 및 측정의 한계값
: 잡음 단자전압과 자기장 유도전류
- ③ KS C IEC 61547 - □전자파내성
: 정전기방전 내성, 전자파 방사 내성, 서지 내성 시험, 전기적 빠
른 과도현상 내성(EFT), 전자파 전도 내성, 전압강하·순간단락 전
압변동 내성 시험

(2) KS C 7653 (매입형 및 고정형 LED 등기구)

(가) 적용범위

AC 220 V, 60 Hz에서 일체형 또는 내장형 LED 모듈 및 LED 소자를 광원으로 사용하는 일반 조명용 매입형 및 고정형 LED 등기구의 안전과 성능에 관한 요구사항에 대한 규정.

(나) EMC 표준

- ① KS C IEC 61000-3-2 전기자기적합성(EMC) - 제 3 부 : 한계값
- 제2절 : 고조파 전류의 한계값(기기의 입력전류 상당 16A 이하)
- ② KS C CISPR 15 전기자기적합성(EMC) - 조명기기/유사기기의
전기자기 장애 측정방법 및 측정의 한계값
: 잡음 단자전압과 자기장 유도전류
- ③ KS C IEC 61547 - □전자파내성
: 정전기방전 내성, 전자파 방사 내성, 서지 내성 시험, 전기적 빠른 과도현상 내성(EFT), 전자파 전도 내성, 전압강하·순간단락 전압변동 내성 시험

(3) KS C 7655(LED 모듈 전원 공급용 컨버터)

(가) 적용범위

입력전압 AC 220 V, 60 Hz 와 출력전압 DC 250 V 이하의, LED 모듈과 램프에 적용되는 전자 구동장치(이하 '컨버터')의 안전과 성능에 관한 요구 사항에 대한 규정.

(나) EMC 표준

- ① KS C IEC 61000-3-2 전기자기적합성 (EMC) - 제 3 부 : 한계값 -
제2절 : 고조파 전류의 한계값(기기의 입력전류 상당 16A 이하)
- ② KS C IEC 61000-3-6 전기자기적합성(EMC) -제3부 : 한계값-제6
절 : MV 및 HV 전원 시스템 왜곡부하의 방사 한계값의 평가
- ③ KS C CISPR 15 전기자기적합성(EMC)-조명기기/유사기기의 전
기자기 장애 측정방법 및 측정의 한계값 : 잡음 단자전압과 자기장

유도전류

④ KS C IEC 61547 - □전자파내성

: 정전기방전 내성, 전자파 방사 내성, 서지 내성 시험, 전기적 빠른 과도현상 내성(EFT), 전자파 전도 내성, 전압강하·순간단락 전압변동 내성 시험

(4) KS C 7658(LED 가로등 및 보안등기구)

(가) 적용범위

AC 220 V, 60 Hz에서 일체형 또는 내장형 LED 모듈 및 LED 소자를 광원으로 사용하는 LED 가로등기구와 LED 보안등기구의 안전과 성능에 관한 요구 사항에 대한 규정

(나) EMC 표준

① KS C IEC 61000-3-2 전기자기적합성 (EMC) - 제 3부 : 한계값
- 제2절 : 고조파 전류의 한계값(기기의 입력전류 상당 16A 이하)

② KS C CISPR 15 전기자기적합성(EMC)-조명기기/유사기기의 전자기기 방해 측정방법 및 측정의 한계값
: 잡음 단자전압과 자기장 유도전류

③ KS C IEC 61547 - □전자파내성

: 정전기방전 내성, 전자파 방사 내성, 서지 내성 시험, 전기적 빠른 과도현상 내성(EFT), 전자파 전도 내성, 전압강하·순간단락 전압변동 내성 시험

(5) LED 조명기구의 KS 인증에 필요한 EMC 규격 검토결과

(가) 전기자기 방해 시험 : KS C CISPR 15에 의하여 수행

- 현재는 잡음 단자 전압(9 kHz ~ 30 MHz)과 자기장 유도 전류 (9 kHz ~ 30 MHz)만을 시험하고 있음
- 30 MHz ~ 300 MHz 범위의 방사방해는 2011년 1월 1일부터 적용하기로 정하고 있음.

(나) 전기자기 내성 시험 : KS C IEC 61547에 의하여 수행

- 정전기방전 내성, 전자파 방사 내성, 서지 내성 시험, 전기적 빠

른 과도현상 내성(EFT), 전자파 전도 내성, 전압강하·순간단락 전압변동 내성 시험 등을 수행함

라. CISPR F의 동향 - 시애틀 총회 결과

(1) Modular approach for LED lighting systems in CISPR 15

LED 조명 시스템에서 모듈에 대한 규격 검증 방법 또는 시험은 VDE(독일 규격 기관)의 Dr. Kloska가 Black box시험 방법으로 접근하여 2010년 11월에 시험을 할 예정으로 2011년 독일에서 거행될 중간 미팅이나 CISPR 한국 총회에서 시험내용을 공유할 것이고 이 결과를 2011년도 규격으로 제안을 하고자 하고 있다.

(2) Additional requirements for self-ballasted LED lamp

현재의 Self-ballasted LED lamps에 관련 내용을 추가하자고 일본 NC에서 제안하였고, 회의에서 이 보다는 현 CISPR 15의 5.4 절의 Self-ballasted fluorescent lamp를 모든 종류의 Self-ballasted fluorescent lamp로 변경하기로 하였다. 조명 규격에서 LED 문구가 빠져 있는 제품에 대해서는 상기 Self-ballasted Lamp처럼 적용범위에 들도록 문구작업을 개정하고 있다.

(3) 최근 CISPR F WG1에서도 방사성 장애 시험주파수를 현재의 30 MHz ~ 300 MHz를 1 GHz 까지 확장하는 내용은 스페인 NC (AENOR)에서 제안 하였으나 참석을 하지 않아 논의 되지 못함. 지난 리옹에서도 이슈가 되었는데 CISPR F Secretary 인 Mr. Ton Almering (필립스)에서 300 MHz 이상에서 간섭의 영향이 있는지 모르고 산업이 이것을 대응하기에는 비용 상승의 문제가 있어 어렵다고 의견을 피력하여 2014년까지는 FDIS가 나오기 힘들 것으로 생각한다.

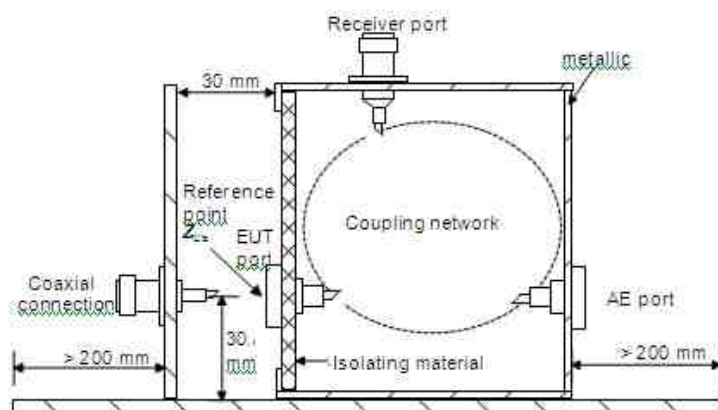
(4) 현재의 IEC 61000-4-6 의 CDN은 최대 230 MHz까지 잡음을 인가 할 수 있다. 그러나 CISPR 15에서는 방사잡음의 대체 방법으로

CDN에 의한 측정을 명시하고 있는데 이는 현재 사용하는 CDN으로는 한계가 있다. 따라서 CISPR A 분과와 협력으로 CDN을 이용한 주파수 30 ~ 300 MHz의 주파수에 대해 조명 기구의 무선 주파수 간섭 측정방법 제안하기 위해 JTF가 만들어 졌고 지난 리옹에서는 CDNE (Coupling Decoupling Network for Emission)-M3을 초안을 발표 하였고 주요 파라미터는 아래 표와 같다.

CDNE의 주요파라미터.

Parameter	Value
Asymmetrical impedance Z_{EUT} at the EUT port	$150 \Omega \pm 10 \Omega$ Phase angle: $\pm 25^\circ$
Symmetrical impedance Z_{EUT} at the EUT port	$100 \Omega \pm 20 \Omega$
Tolerance of the transducer factor including S_{max}	$\pm 1.5 \text{ dB}$
Decoupling attenuation	$> 30 \text{ dB}$

상기 언급된 Asymmetrical impedance는 Common-mode Termination Impedance이고 Symmetrical Impedance는 Differential Mode Impedance이다.



CDNE의 구조.

상기 CDNE는 Teseq (유럽 전자파 측정기 업체)에서 제안한 것이

다. LCL(Longitudinal Conversion Loss)을 고려해야 되는지 아닌지에 대해 일본 전문가 Amemiya가 이의 제기를 하였고 여기에 대해 CISPR B 의장이 LCL과 임피던스를 분리해서 논의하자고 제안하여 이 안을 받아들이기로 하고 추가 필요한 부분을 리옹 & 시애틀 미팅에서 제안된 CD를 업데이트 하여 TASK 멤버에게 문서를 돌리고 4주후 최종 완료하여 크리스마스 전에 최종 CD 문서를 낼 예정이고 CDV는 5개월 후인 2011년 5월에 결정할 예정이다. 이를 위해 올 12월 15일 Teseq사의 베를린 빌딩에서 중간 미팅 및 Round Robin Test 결과를 논의할 예정이다.

마. 표준 규격 제정 및 인증시험 시 고려할 사항

- (1) CISPR 15나 EN 55015에서 방사성 장애 시험 주파수를 30MHz~300MHz로 하고 있으나 FCC 인증 시험 시 방사성 장애 시험을 30MHz~1GHz까지 수행하고 있으므로 이에 대하여 고려하여야 함.
- (2) K 61547의 시험 조건에서 "개별 부속품에 대해서, 조명기기와 램프 사이의 케이블의 길이는 제조자가 다른 길이를 서술하지 않았다면 3 m 이어야 한다."라고 서술되어 있는데 실제 시험 결과 케이블의 길이가 방사성 장애 시험결과에 크게 영향을 주기 때문에 이에 대하여 심도 있는 검토가 필요함.
- (3) 전원공급 배선에 등 실험 set-up에 대한 검토도 필요함(2.2절 시험 결과 참조)
- (4) 전자파 장애 측정시 Dimmer의 영향이 크므로 이에 대한 검토도 필요함.

제 3 절 RMS-AV측정방식 타당성 검증 및 국제 동향 조사 연구

1. 연구 배경

기존에 CISPR에서 사용되는 검파기는 1939년부터 적용되는 준첨두치(QP)와 평균치(AV) 검파기로서 아날로그 잡음에 대하여 평가가 정확하게 이루어지는 검파기이지만 최근에 다양하게 대두되고 있는 다양한 디지털 통신기기에 대한 디지털 잡음의 평가에서는 RMS-AV검파기술이 적합하다는 판단으로 CISPR A와 I에서 RMS-AV검파기를 QP와 AV검파기와 같이 표준 측정방법의 하나로 추가하였다. 이러한 추세에 CISPR F에도 RMS-AV검파기를 도입하자는 독일 측의 의견이 2008년 오사카회의부터 제의되었었다.

디지털 통신과 같은 광대역 잡음 측정을 위해 제안된 RMS-AV 검파기술을 CISPR F분과의 가전제품과 전동공구에도 적용하자는 독일 측의 제안을 평가하기 위한 연구가 필요하여 본 연구가 수행되었다. 즉, 기존 QP검파기 대비 -6 dB, AV 검파기 대비 약 +1 dB(가우시안 잡음) 또는 RMS-AV측정치가 AV와 QP사이 (임펄스성 잡음)에 가중치 레벨이 유지되는 상관성을 분석하는 것이 필요하여 본 연구가 수행되었다. 그래서 본 연구에서는 AM 방송과 같은 협대역 잡음환경, 그리고 방송이 없을 때와 같은 광대역 잡음환경하, 차폐실내에서와 같은 측정환경하의 세 종류의 조건하에서 와인 냉장고, 두 종류의 전기드릴에 대하여 Conducted Emission 과 Radiated Emission을 평가하였다. 결과적으로 CISPR에서 제시된 가중치보다 크게 차이가 나서 이 문제를 2010 CISPR F WG1(시애틀)에 보고서를 제출하고 그 내용을 발표하였다.

2. RMS-AV 검파기술

기존 KN00014 제품인 가정용 기기의 측정 판단 방법은 아래 그림 처

럼 두가지 측정 방법인 준첨두치 (QP: Quasi-Peak)와 평균치 (AV: Average) 측정방법을 이용하여 규격을 만족하는지 불만족하는지에 대해 측정하여 왔다. 이러한 방법은 위에서도 언급하였지만 기존 아날로그 신호를 발생하는 기기에 적합하지만 현재 많이 사용되고 있는 디지털 기기에 대해서는 만족스럽지 못해 새로운 측정방법이 제안되어 졌고 현재 이 측정 방법을 RMS-AV (Root Mean Square-Average) 또는 CISPR RMS라고 부른다. 이 측정 방법은 아래 그림처럼 먼저 신호 또는 노이즈의 RMS 값 측정한 후 이를 선형 평균값을 구하는 인수로 사용하고 이러한 평균값 중에 가장 높은 값을 표시하도록 한 것이다. 또는 f_c 이상의 주파수에서는 AV값을 이용하여 측정결과를 얻는 방법이다. 그러나 이들 QP나 AV 측정치와 RMS-AV값 사이에는 가중치 차이가 존재한다고 제시된 방법이다.

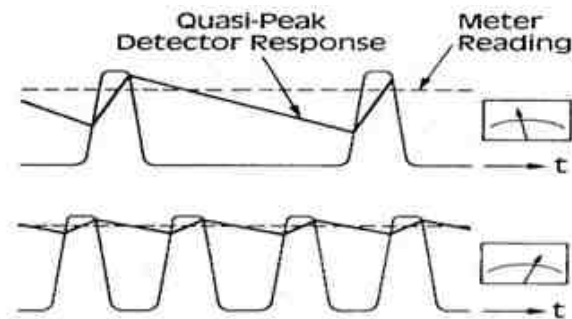


그림 3-4 현 QP측정 방법.

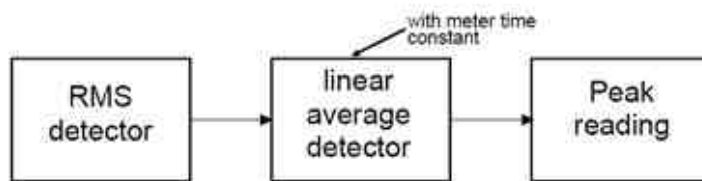


그림 3-5 RMS-AV측정방법의 Block 도.

CISPR 16-1-1에서는 상기와 같은 측정 방법을 정의 하고 기존 측정 방법과의 허용기준치를 따로 정의 하였다.

이러한 RMS_AV의 허용기준은 아래 표와 그림에서 알 수 있듯이 기존 평균값 (AV)보다는 4 dB 높게 그리고 준첨두치값 (QP)보다는 6 dB 낮게 설정하였다.

주파수 영역	주 부하단자 dB (uV)			부하 및 추가 단자 dB (uV)		
	2	3	4	5	6	7
MHz	준첨두치 (Q,P)	RMS-AV	평균값 (Average)	준첨두치 (Q,P)	RMS AV	평균값 (Average)
0.15 ~ 0.5	66 ~ 56*	63~50*	59~46*	80	74	70
0.5 ~ 5	56	50	46	74	68	64
5 ~ 30	60	54	50	74	68	64

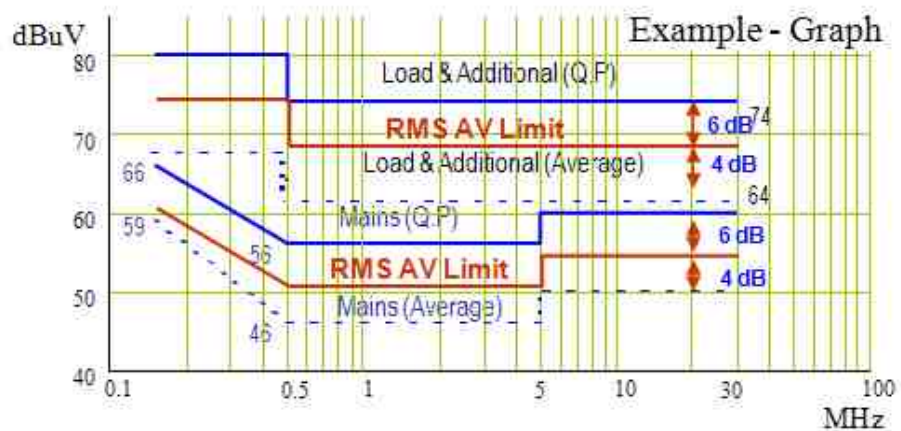


그림 3-6 현 평균값, 준첨두치 허용기준과 RMS-AV 허용기준 비교.

방해신호에 대한 평가 작업을 할 때 QP (Quasi Peak : 준첨두치), AV(Average : 평균치), P (Peak : 첨두치) 검파방식과 같은 측정방법이 존재하고 있지만, 새롭게 제시되는 RMS-AV 검파방법을 이용하면 아

래와 같은 다양한 장점이 있다고 독일측에서 주장하고 있다.

첫째로 일반적으로 모든 종류의 연속적인 방해신호에 대해 RMS-AV 검파방법을 적용할 수 있다고 인식되었다.

두 번째로 IT 장비에 대한 EMI측정에 RMS-AV 검파방법을 적용할 수 있다고 주장하고 있다.

세 번째로 RMS-AV 검파방법을 최종 측정시에 QP검파기대신 이용하면 보다 신속한 측정이 가능하다고 주장하고 있다.

네 번째로 1 GHz이상에 대한 측정시에 검파기를 교체할 필요가 없다고 한다.

상기와 같은 장점으로 CISPR F분과의 WG1에서 RMS-AV 검파방법의 도입에 많은 관심을 가지고 있다. 아래의 각주²⁾ ³⁾와 같이 AM방송 서비스 하에서 RMS-AV 검파방법에 대한 가중치 특성이 2009년 CISPR F WG1 회의시 채택을 하기위해 발표되었었다. 이 발표에서는 AM방송서비스하에서 AM방송 주파수와 비슷한 주파수의 잡음을 발생하는 가전기기과 전기 공구들에 대해 AM방송을 보호하기위해 RMS-AV 검파방법의 적합성을 고려할 필요에 시도되었었다. 그리고 2009년 Lyon CISPR F WG1 회의시 RMS-AV 검파방법에 대한 의문 사항이 많이 도출되어 좀 더 RMS-AV 검파방법을 확인하고자, 이견이 모아졌었고, RRT가 제의되었었다. 이후 2009년 12월에 일본 측에서 첫 번째 RRT 측정결과⁴⁾를 회원국에 배포하였었는데, CISPR에서 제시한 가중치와는 차이가 많이 있는 측정 결과(데이터)를 보여주고 있어서 우리도 RRT의 일환으로 RMS-AV측정방법을 확인하기로 의견이 조율되었었다.

2) Deter Frank, "Proposal for an amendment to CISPR 14-1, regarding the introduction of the RMS-AV detector as an alternative to the QP and AV detector", CISPR/F/WG1 (Deter) 08/01, June 2008.

3) Jens Medler, "The RMS-Average Detector - A new CISPR weighting detector for radio disturbances Weighting Characteristic AM Radio Service", Jan. 2009 and Presented by Deter Frank in 2009 CISPR SC F WG1 Meeting.

4) A RRT Test result for the differences between 1) QP and MRS-AV values and between 2) AV and RMS-AV values, Japan, Dec. 2009.

3. RMS-AV방법과 타 방법간의 국제 가중치 표준

RMS-AV 검파방법에 따른 가중치와 측정방법을 CISPR A와 I에서 도입하여 표준화가 이루어졌다. 즉, 여러 다른 종류의 잡음원에 대하여 RMS-AV 검파방법과 QP, AV, Peak 검출방식과 같은 검출방식과의 사이에 가중치는 아래와 같은 특성을 가진다고 최근에 표준화^{5) 6)}가 이루어졌었는데 그 내용은

- 1) 비변조된 싸인과 잡음신호의 경우 : 모든 검파기가 동일한 결과를 보여준다. 이유는 가중치가 이론적으로 명확하게 차이가 있기 때문이다.
- 2) 가우시안 잡음신호의 경우 : RMS-AV 검파기는 아래와 같은 가중치 차이에서 출력을 보인다.
 - AV 검파기보다는 약 +1dB
 - QP 검파기보다는 +6dB
 - P(첨두치) 검파기보다는 -10dB
- 3) 임펄스성 잡음신호의 경우 : AV 검파기와 QP (또는 P) 검파기 사이에 측정치 결과를 보인다.

2010년 표준이 정해지기전인 2008년에 독일측⁷⁾에서 제의된 RMS-AV방식과 타 검출방식간의 가중치 비교는 다음과 같다.

- 1) 전원단자에서의 방해전압과 방해전력(광대역 잡음신호에 대하여)은
 - AV 검파기보다는 약 +4dB
 - QP 검파기보다는 +6dB
 - P(첨두치) 검파기보다는 -10dB
- 2) 안테나 단자에서 방해 전압과 복사전력 .
 - QP 검파기와 동일한 값. 단지 QP허용기준만을 제시했을 때에는 허용기준 불변.
- 3) 협대역 방해신호와 광대역 방해신호 두종류 모두에 대한 기존의 QP의 허용기준치는 RMS-AV검파에 대한 하나의 허용기준치로 대체될 수

5) CISPR 16-1-1 Ed.3.0 2010-01/CISPR 16-2-3.

6) CISPR 13 Ed.5.0 2009-06.

7) Jens Medler, "Experience with the RMS-Average Detector", IEEE EMC Society Newsletters, Issue No. 219, pp.72-76, July 2008.

있다.

따라서 본 연구는 이러한 CISPR에서 정한 RMS AV검파방법이 실제 가전 제품과 전동공구에서 적용하고 있는 평균값과 준첨두치값을 대체할 수 있는 지 알아보고 그 결과를 바탕으로 차기 KN 규격 개정시 참조하도록 하고자 한다.

4. 측정 방법

본 연구목적을 달성하기 위해 하기와 같은 AM 라디오 방송 환경과 차폐시험실에서 측정을 실시하였다. 측정 대상기기는 CISPR 14의 적용 범위에 들어가는 와인냉장고와 두 종류의 전기 드릴로 선택하였다.

측정항목은 RMS-AV가 적용되는 전도노이즈 측정과 잡음 전력을 측정하였으며 주요 측정 장치로는 EMI Receiver, LISN, Absorbing Clamp가 사용되었다.



Open Site에서의 전도 노이즈 측정 환경.



Open Site에서의 잡음 전력 측정 환경.



와인 냉장고



드릴 #1



드릴 #2

시험에 사용된 제품.

5. 측정 결과

가. 전도 노이즈

아래에 나열된 측정 데이터를 보면 AM 방송국에서 방송신호를 송출할 경우 (협대역 잡음시)를 제외하고는 와인냉장고와 두 개의 드릴 대부분의 주파수에서는 모두 CISPR에서 제안하는 평균값 보다 높고 준침두치 값 보다는 6dB 이상 낮음을 알 수 있다. 방송 주파수 ON 상태에서는 방송기기 장비들의 고조파 영역들이 주전원선을 통해 피시험기의 전원선에 영향을 주었을 것으로 예상된다. 이 부분은 방송장비 ON 시의 주위 잡음에 대한 추가 검증을 통해 알아봐야 할 것이다. 참고로 각 표의 빨간색은 각 항목(열)의 최대 최소값을 의미한다.

단위[db]

Freq [MHz]	AM Broadcasting ON		AM Broadcasting OFF		Shield Room in Lab	
	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV
0.972	-4.5	1	-13.3	7.6	-11.2	0.1
2.916	-3.2	0.5	-2.5	3.2	-6.7	0.8
4.860	-4.6	0.3	-2.5	3.0	-8.6	0.8
6.804	-8.2	4.9	-8.1	2.7	-11.8	1.6
8.748	-10	5.1	-8.2	1.4	-7.6	1.6
10.692	-2	0.5	-7.1	0.7	-4.5	1.5
12.636	-2.6	1.3	-7.3	1.9	-6.1	1.8
14.580	-1.9	1.1	-8.6	3.3	-7.1	2.2
16.524	-1.8	0.2	-4.8	1.9	-8.0	1.4
18.468	-4.8	1.6	-4.9	1.2	-7.2	1.5
20.412	-4.6	0.6	-6.7	2.2	-7.4	1.2
22.356	-3.6	1.1	-5.6	2.2	-6.5	1.1
24.300	-2.4	0.5	-5.3	2.6	-3.9	1.7
26.244	1.1	1	-6.4	1.5	-4.6	2.8
28.188	-0.8	0.5	-7.6	2.2	-6.3	

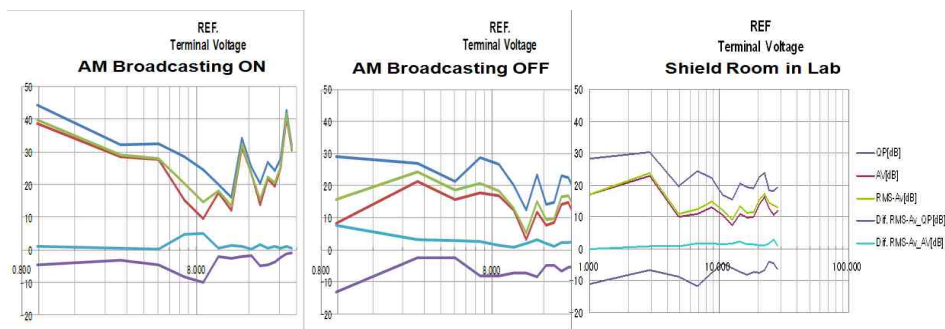


그림 3-7 와인냉장고의 전도노이즈 시험 결과.

단위[dB]

Freq [MHz]	AM Broadcasting ON		AM Broadcasting OFF		Shield Room in Lab	
	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV
0.972	-2.5	0.1	-9.5	3.9	-14.0	0.2
2.916	-6.8	1.7	-5.9	1.7	-10.4	0.6
4.860	-6.8	0.9	-6.8	3.2	-9.8	0.1
6.804	-5.9	1.1	-6.7	2.0	-12.2	0.2
8.748	-7.1	2.1	-7.2	1.8	-12.2	0.1
10.692	-5.8	1.1	-6.3	1.8	-9.8	0.1
12.636	-7.3	1.2	-7.0	3.3	-10.1	0.3
14.580	-2.4	0.8	-6.9	3.6	-9.5	0.2
16.524	-6.7	0.9	-7.7	2.2	-10.1	0.3
18.468	-7.4	3.0	-8.7	3.4	-11.6	0.1
20.412	-6.4	1.2	-9.6	3.1	-11.1	0.1
22.356	-4.9	1.2	-8.6	3.5	-11.8	0.5
24.300	-1.5	0.1	-9.9	3.2	-12.1	0.3
26.244	-1.0	0.2	-9.9	3.1	-12.6	0.3
28.188	-0.9	0.4	-9.8	5.5	-11.8	0.1

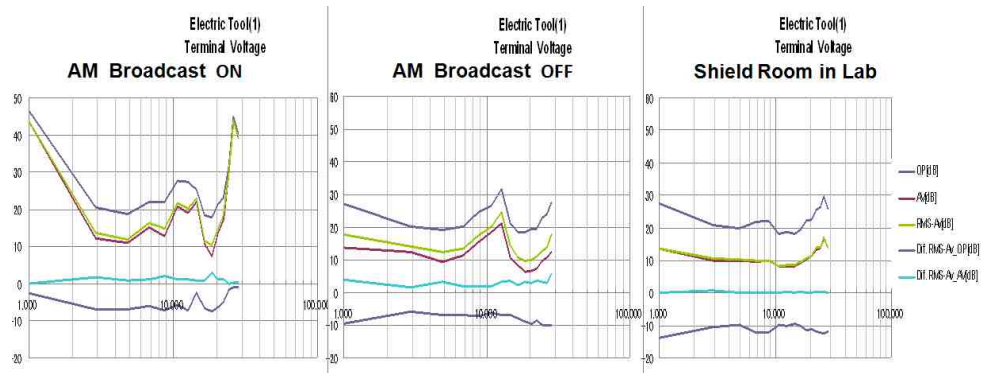


그림 3-8 드릴 #1의 전도노이즈 시험 결과.

단위[dB]

Freq [MHz]	AM Broadcasting ON		AM Broadcasting OFF		Shield Room in Lab	
	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV
0.972	-2.1	0.2	-9.6	5.1	-18.7	0.6
2.916	-8.8	3.6	-8.5	5.2	-19.3	0.2
4.860	-8.3	3.5	-8.3	4.5	-13.6	0.3
6.804	-8.7	1.3	-8.8	4.3	-13.1	0.2
8.748	-11.2	5.4	-9.6	5.3	-12.4	0.2
10.692	-5	0.7	-7.8	4.1	-12.9	0.3
12.636	-8.2	0.9	-8.3	4.8	-15.2	0.2
14.580	-3.9	0.5	-7.1	3.8	-15.2	0.2
16.524	-7.2	2.5	-8.7	3.2	-13.5	0.3
18.468	-7.2	4.7	-7.8	3.4	-13.9	0.3
20.412	-6.6	1.8	-7.8	5.1	-13.0	0.5
22.356	-6.2	1.2	-7.5	4.2	-11.8	0.1
24.300	-3.3	0.7	-9.1	3.4	-11.1	0.2
26.244	-0.8	0.2	-7.5	4.3	-11.1	0.3
28.188	-1.3	0.1	-9.7	3.6	-10.3	0.3

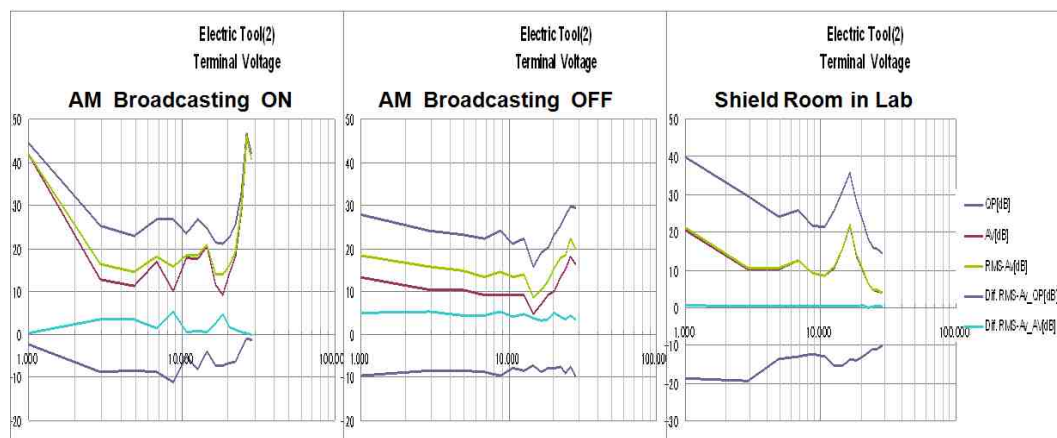


그림 3-9 드릴 #2의 전도노이즈 시험 결과.

나. 잡음전력

아래에 나열한 30 ~ 300 MHz 의 잡음 전력 시험 결과에서도 전도노이즈의 시험결과와 같이 AM 방송국에서 방송을 송출할 경우를

제외하고는 와인냉장고와 두 개의 드릴 대부분의 주파수에서는 모두 CISPR에서 제안하는 평균값보다 높고, 준첨두치 값 보다는 6dB 이상 낮음을 알수 있다. 전도 노이즈 시험결과에서도 언급하였듯이 방송 신호가 송출될 경우의 RMS-AV 와 준첨두치와의 차이 결과값은 방송 장비에서 나온 노이즈에 의한 영향일 것으로 예상 된다. 이 부분은 향후 잡음전력 측정시 방송장비 On 일때의 노이즈 성분인지 분석을 할 예정이다.

단위[dB]

Freq. [MHz]	AM Broadcasting ON		AM Broadcasting OFF		Shield Room in Lab	
	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV
32.08	-2.1	0.2	-5.4	1.2	-8.1	0.2
48.60	-3.7	0.2	-5.9	1.7	-7.6	0.3
57.35	-3	0.5	-6.0	1.3	-6.8	0.2
66.10	-1.2	0.3	-6.2	1.2	-7.3	0.2
78.73	-1.9	0.4	-5.5	1.4	-6.5	0.3
98.17	-2.3	0.2	-4.6	1.3	-6.4	0.2

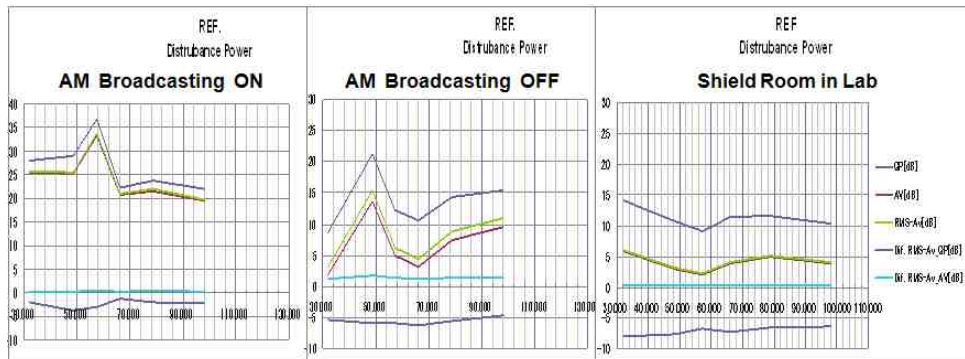


그림 3-10 와인냉장고의 잡음전력 시험 결과.

단위[dB]

Freq. [MHz]	AM Broadcasting ON		AM Broadcasting OFF		Shield Room in Lab	
	Dif. RMS- AV_QP	Dif. RMS- AV_AV	Dif. RMS- AV_QP	Dif. RMS- AV_AV	Dif. RMS- AV_QP	Dif. RMS- AV_AV
56.38	-3.6	1.9	-14.5	3.9	-16.3	2.6
67.07	-14.8	0	-14.8	4.4	-18.4	1.4

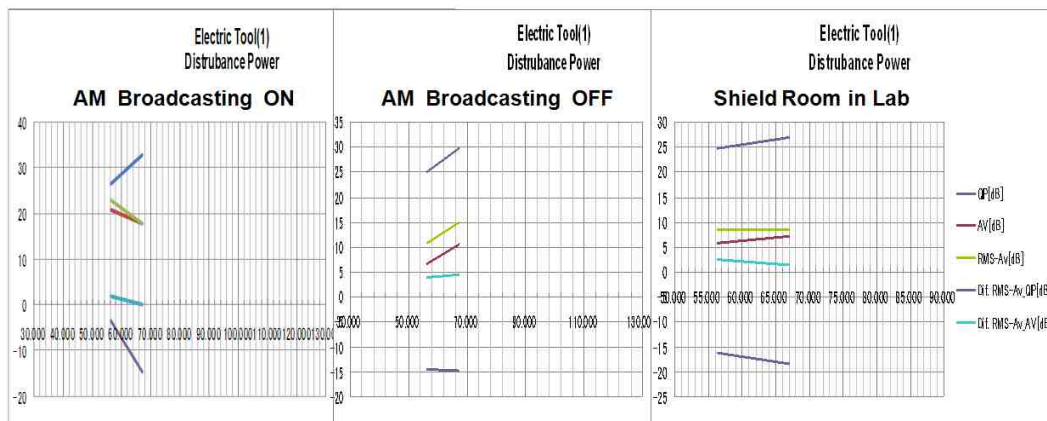


그림 3-11 드릴 #1의 잡음전력 시험 결과.

단위[dB]

Freq. [MHz]	AM Broadcasting ON		AM Broadcasting OFF		Shield Room in Lab	
	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV	Dif. RMS-AV_QP	Dif. RMS-AV_AV
32.08	-4.9	0.1	-15.0	6.0	-9.8	2.7
48.60	-4.7	0.2	-13.5	5.4	-14.5	1.8
56.38	-2.6	0.2	-13.5	5.6	-12.2	1.7
68.04	-3.7	0.8	-14.0	6.3	-12.3	2.1
78.73	-5.3	0.3	-14.1	4.5	-15.3	1.2
98.17	-4.4	0.2	-13.9	4.0	-20.2	1.2

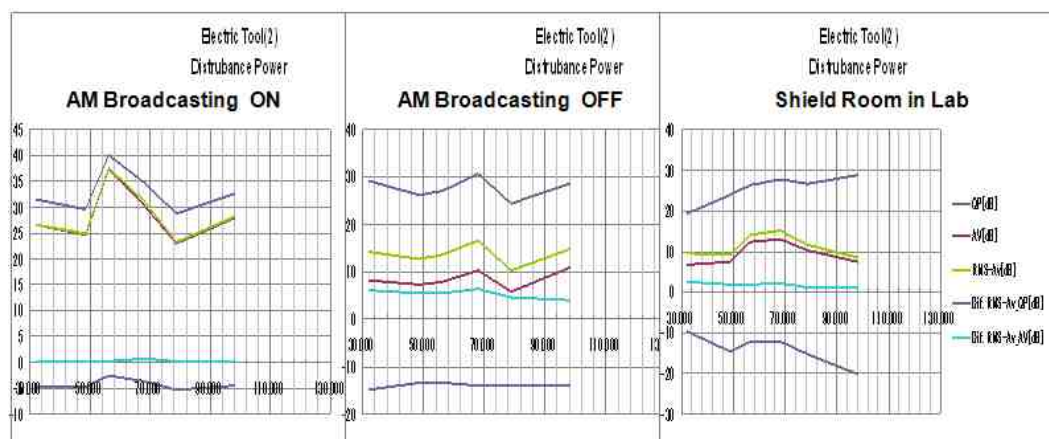


그림 3-12 드릴 #2의 잡음전력 시험 결과.

그림 3-13의 그래프는 영국의 시험 결과와 일본의 시험결과이다. 이들 측정 결과를 보면 한국의 시험결과와 비슷하게 RMS-AV 값이 평균값 보다 높고 준첨두치 값 보다는 6dB 이상 낮음을 알 수 있다. 영국은 청소기 두 대와 의류건조기의 시험 결과이고 일본은 한국과 같이 냉장고와 전동 공구를 피시험기로 사용하였다.

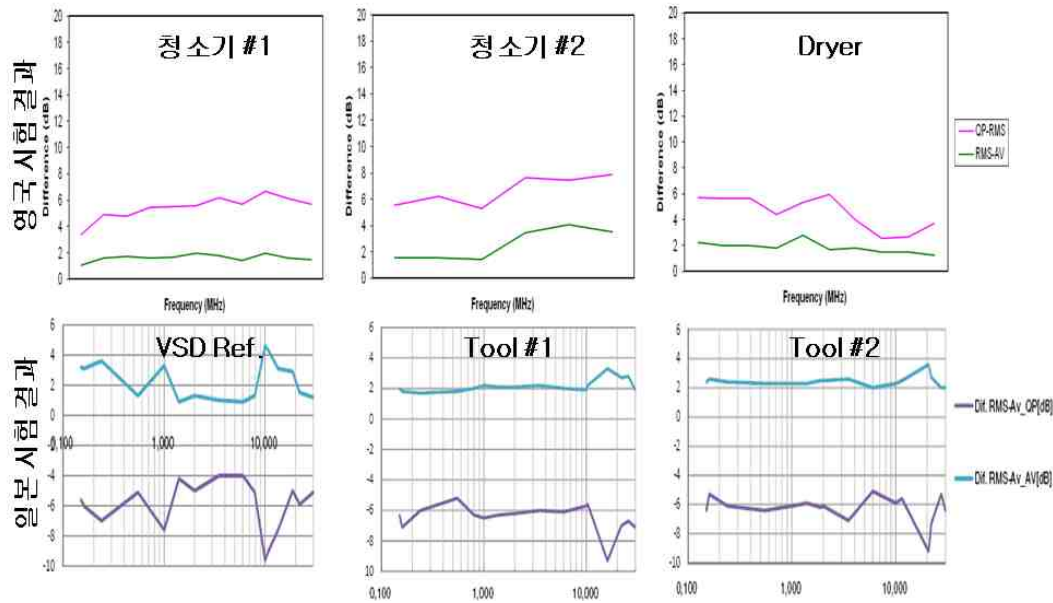


그림 3-13 영국측과 일본 측의 RMS-AV와 기타 측정치들간의 가중치 차이를 보이는 시험 결과.

6. RMS-AV측정법 도입에 관한 국제 동향

2008년 오사카회의부터 RMS-AV측정치를 CISPR 14-1으로의 도입을 시도하였다. 그다음해인 2009년 리용에서는 독일 측의 발표가 있었고, 2010년 시애틀 회의에서는 일본, 영국, 한국의 측정결과가 제출되었다. 모두 RMS-AV 값이 준첨두값 대비 6 dB보다 적게 측정되었고, 평균값 대비 4 dB보다는 높게 측정되었다. 그렇지만 측정치들이 다르게 나타나 Deter Frank, Fabio Scanlon 과 김인석 등이 측정치와 가중치와의 관계를 다시 한번 검토하여, 그 차이에 대한 경향이 일정하다고 판단이 되면 기기별 가중치를 다르게 고려하여 허용기준치를 다르게 정할 수 있을 것으로 판단되어 이들 측정 데이터들에 대한 분석을 상기 발표자들이 세밀하게 검토하여 RR (Report Review) 문서 또는 CD문서로 작성/검토 후, CDV 문서로 추진될 예정이며, 2011년 2월28일과 3월1일 양일간에 독일 프랑크푸르트에서 중간 회의를 하여 향후 방향을 결정기로 하였다.

제 4 절 소 결

B/F 소위원회에서는 국내 LED 조명시스템 산업의 보호와 수출장려를 위해 기본적으로 LED 조명시스템의 EMI문제와 관련 국내 규격과 국제 규격 동향을 조사하였다. 국내의 LED 조명시스템 기술이 외국에 비해 상대적으로 앞서 나가고 있기 때문에 수출 장벽으로 등장할 수도 있는 LED 조명제품들의 국내 및 국제 EMC규격 동향을 조사하였다. 그 결과 우리가 눈여겨 볼 정도의 국제적인 규격변화가 눈에 띄이지 않았다. 그래서 우리가 좀 더 집중적으로 외국 보다 먼저 LED 조명시스템의 EMI문제를 연구하고 문제점들을 해결하면 관련 규격 제정을 국제적으로 선도할 수 있을 것으로 생각된다. 금년도의 연구가 관련 연구의 출발선으로 판단하고 앞으로 질주를 한다면 결승선에 먼저 도착할 가능성이 많을 것을 생각한다.

RMS-AV측정기술의 CISPR 14-1로의 도입문제에 대해, 먼저 측정 결과를 제시한 선진국, 독일, 영국, 일본과 함께 우리의 의견을 제출할 수 있었던 것을 매우 고무적인 일이었다. 그렇지만 관련 측정 기술은 시험장비의 내용을 파악하고 있어야 정확한 의견을 제출할 수 있다. 독일측의 시험장비제조회사에서 어떤 식으로 시험 장비를 제작하는 지(시험장비의 회로 와 시스템기술)를 파악되어야 정확한 관련 의견을 제시할 수 있으므로 우리도 최소한 시험 장비를 제조하는 기술만은 가지고 있어야 적극적으로 국제 회의에서 정확한 의견을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

제 4 장 자동차 EMC 국제표준화 분석 및 대응 연구

제 1 절 서 론

1. 연구의 목표

- 세계적으로 전기자동차의 보급이 확산되고 있는 현재, 일반자동차와 전기자동차에서 발생하는 EMI의 세부적인 측정을 통해 일반 자동차와 전기자동차의 EMI 주파수 특성 및 구동 조건에 따른 EMI 특성에 대한 분석 자료를 확보하고, 향후 자동차 EMC 규격을 확립하는데 근거가 될 수 있는 결과물을 확보한다.
- 자동차 EMC의 국제표준화에 대응하기 위해 CISPR 표준 초안에 따른 시험장 평가를 수행한다. 또한, IEC, 유럽 등 외국의 자동차 EMC 평가 기준 및 시험방법, 내부 연소 엔진 표준화 동향 등의 조사와 분석을 통해 평가 방법 및 기준의 국내 적용 가능성을 검토하는데 기여한다.

2. 연구의 필요성

- 자동차 EMC 국제 표준화 분석 및 측정 분석 연구는 산업체에 EMC 국제 기술 동향을 신속하게 전파하여 산업 경쟁력을 강화하고, 우리나라의 자동차 EMC 분석 및 평가 기술을 국제표준화 하기 위해서 반드시 필요한 연구이다.
- 일반자동차와 전기자동차의 EMI 측정 및 비교 분석은 향후 많은 수요가 예상되는 전기자동차 생산관련 분야 뿐 아니라, 평가 및 규격 인증과 관련된 모든 분야에서 필요로 하는 연구이다.

3. 연구내용 및 범위

- 가. 국제 표준화 대응을 위한 자동차 시험장 평가 연구
 - CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석
 - 자동차 EMC 국제표준화 조사 분석
 - IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준 및 시험방법 분석
 - 외국 EMC 기준의 국내 적용 가능성 검토
 - 자동차 및 내부 연소엔진 표준화 동향 조사 분석 연구
- 나. 일반자동차 및 전기자동차 EMI 비교 분석
 - 일반자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교 분석
 - 전기자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교 분석
 - 일반자동차와 전기자동차 EMI의 주파수 특성 분석

4. 연구추진 전략 및 방법

- 가. 일반자동차와 전기자동차 EMI 측정 및 비교 분석
 - 산업체와 협력하여 일반자동차와 전기자동차에서 발생하는 EMI를 측정하고, 구동 조건에 따른 변화에 대해 비교 분석하고, 이를 토대로 EMI를 발생시키는 전장품을 검토할 수 있는 기술을 확보한다.
- 나. 국제 표준 및 자동차 시험장 평가 연구 및
 - CISPR 등 국제 표준관련 문헌의 조사 분석을 통해 국내 적용 가능성을 검토하며, 자동차 시험장을 평가한다.

제 2 절 연구 및 조사 결과

1. CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석

가. OTS 상관관계 측정 방법 연구 목적

CISPR12 5.2.2항에 ALSE (Absorber Lined Shielded Enclosure) 시험 방법이 명기되어져 있다. ALSE Test를 실행하기 위하여서는 OTS (Outdoor Test Site) 시험방법과 상관관계를 가질 것을 요구하고 있다. 타 제품군을 위한 OATS, NSA 시험 방법은 CISPR16-1-4에 Reference Data가 정의 되어져 있는 것에 반하여, CISPR12에는 ALSE 시험을 위한 Reference Data는 정의되어져 있지 않다.

이에, 2009년 9월에 프랑스 리옹에서 진행된 CISPR 총회에서 N380 문건으로 제안된 ‘OTS Correlation Test Method’의 평가 방법을 소개하고자 한다.

나. OTS 상관관계 측정 방법 연구 배경

(1) Outdoor Test Site의 조건

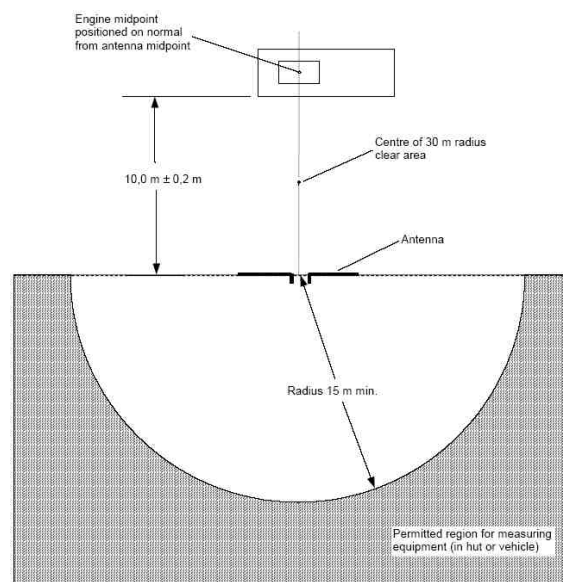


그림 4-1 Measuring site (OTS)

CISPR12 5.2.1.1항에 제안된 OTS 시험을 위한 조건은 그림 4-1과 같이 시험장은 자동차와 공중선 사이의 중간점을 기준으로 최소 30미터 반경 이내에 전자파 반사 장애가 없는 평탄한 장소에서 실시하여야 한다. 시험장에서 사용되는 측정기기, 시험 및 측정 기기용 자동차는 그림의 빗금 부분 내에 위치할 수 있다. 시험에 영향을 줄 수 있는 불필요한 잡음과 신호가 있는지 여부를 확인하기 위하여 시험 전/후에는 주위 잡음을 측정하여야 한다. 주위 잡음 측정은 자동차가 측정 동작조건이 아닌 상태에서 실시되어야 한다. 주위 잡음은 의도적인 방사를 제외하고 광대역 및 협대역 전자파 방사 기준보다 최소 6dB 이상 작아야 한다.

(2) Absorber Lined Shielded Enclosure의 조건

ALSE 시험을 위한 조건은 CISPR 5.2.1의 OTS 시험을 이용하여 얻은 결과와 ALSE 시험장에서 얻은 결과 사이에서 상관관계를 가져야 하며, 주위 잡음은 광대역 및 협대역 전자파 방사 기준 값보다 최소 6dB 이상 작아야 한다.

(3) Antenna의 조건

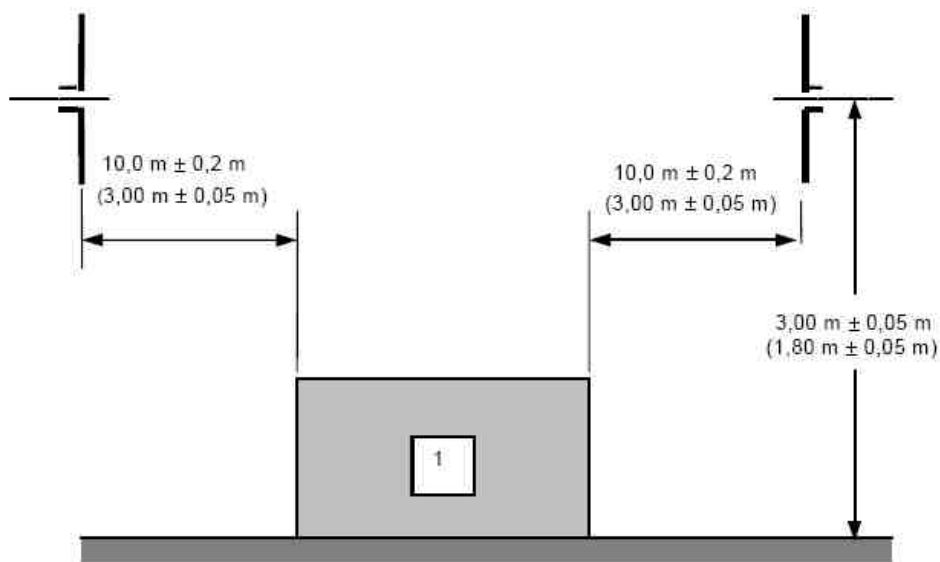


그림 4-2 Antenna position to measure emission (Vertical polarization)

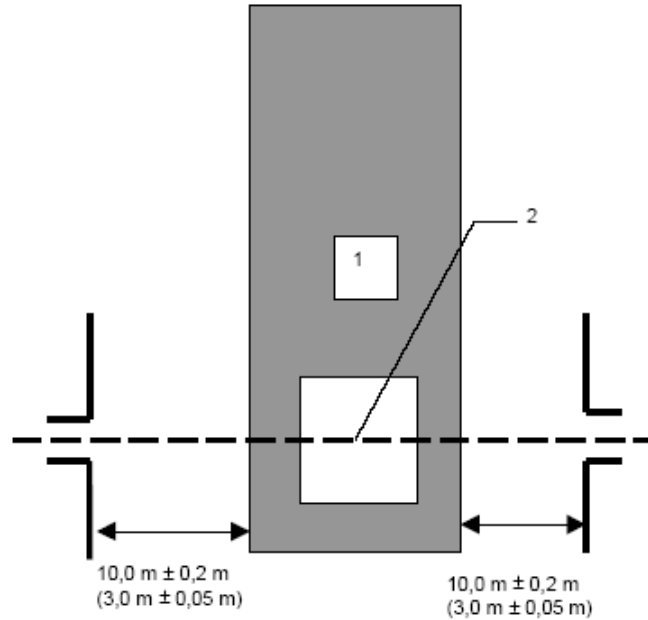


그림 4-3 Antenna position to measure emission (Horizontal polarization)

안테나는 그림 4-3과 같이 자동차 길이방향으로 원동기의 중앙을 기준으로 자동차의 왼쪽과 오른쪽에 위치하고, 각 측정 위치에서 공중선의 극성을 수평과 수직으로 변경하면서 시험을 실시하여야 한다. 10m 법 시험 시 측정 안테나 높이는 자동차가 접한 바닥면으로부터 안테나 위상 중심까지 $3.00 \pm 0.05\text{m}$ 로 하며, 3m 법 시험은 $1.80 \pm 0.05\text{m}$ 로 한다. 수평거리는 10m 법 시험 시에는 안테나의 끝 부분 또는 다른 적절한 부위로부터 자동차의 외부 차체 표면까지 $10.0 \pm 0.2\text{m}$ 유지하여야 하며, 3m 법은 $3.0 \pm 0.05\text{m}$ 로 한다.

다. OTS 상관관계 측정 방법 연구 결과

(1) Site Attenuation 측정 방법

그림 4-4는 Site Attenuation 측정을 위한 모식도를 나타내고 있다. 해당 시험장 내에 Antenna의 중심부의 높이가 1m가되는 Transmit Antenna와 Antenna의 중심부의 높이가 10m 법인 경우 3m(3m 법인 경우 1.8m)가 되는 Receive Antenna를 설치한다. 그리고 Transmit Antenna에 연결된 Cable에는 Signal Generator을 연결하고, Receive

Antenna에 연결된 Cable에는 Voltage Receive를 연결한다.

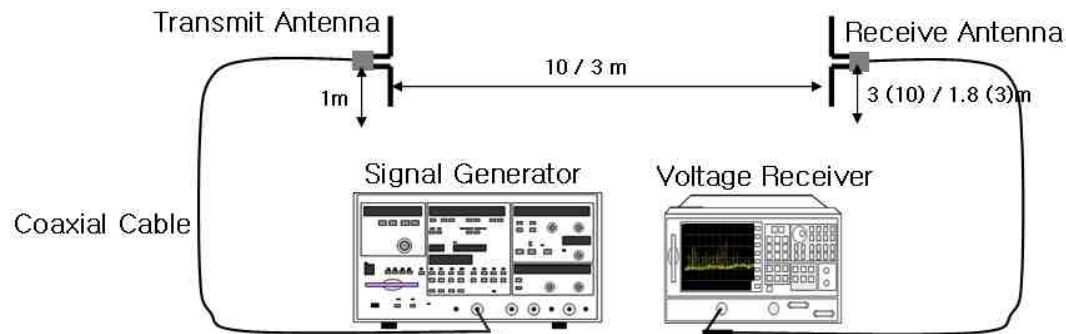


그림 4-4 Site attenuation measurement method

먼저 각각의 Antenna에 연결된 Cable을 분리하고, 분리된 Cable을 Straight Through Adapter를 사용하여 연결한 후 해당 주파수의 Signal Generator를 동작 시키고 그 반대쪽 Cable에서 연결관 Voltage Receiver의 측정된 전압 값을 읽는다. 결과 얻어진 전압 값을 V_{direct} 로 칭한다. 이어서, Straight Through Adapter에 연결된 Cable을 분리하여 해당 Antenna에 연결하고 동일하게 Signal Generator를 동작 시켜 Voltage Receiver의 전압 값을 읽는다. 이를 V_{site} 로 칭한다. 얻어진 2개의 전압 값을 이용하여, 그 차를 구하고, 이를 다시 Transmit Antenna Factor와 Receive Antenna Factor로 보정을 하여 Site Attenuation을 구한다. 측 $SA = V_{direct} - V_{site} - \text{Transmit Antenna Factor} - \text{Receive Antenna Factor}$ 의 수식으로 계산하여 구한다.

측정 시 주의 점은 Signal Generator의 출력 값을 Noise Level 보다 충분히 큰 Receiver 전압을 얻도록 설정하여야 하며, 전 주파수 대역의 입력 전압 값을 동일하게 설정하여야 한다.

(2) Recommended Site Attenuation Data 평가 결과

아래 그림 4-5는 각각 3m와 10m법을 적용한 경우의 수평 및 수직 Antenna에서의 Recommended Site Attenuation Data에 OTS 시험장과 Metal Ground 시험장을 측정하여 비교한 결과(Shinichiro Itoh, Tomonori Hasegawa, Akihiko Nojima, Hitoshi Tsukahara, JSAE

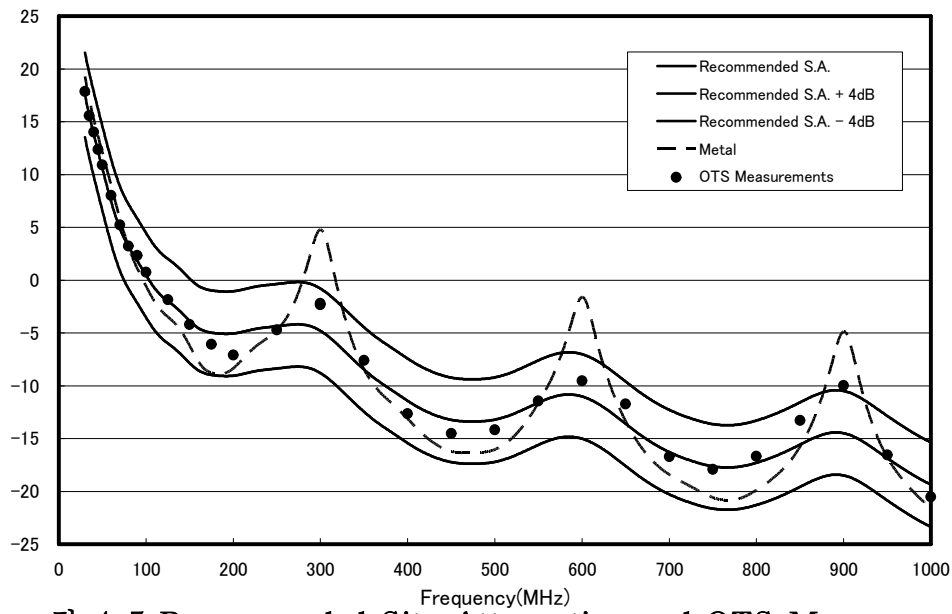


그림 4-5 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements
(3m Method , Horizontal Polarization)

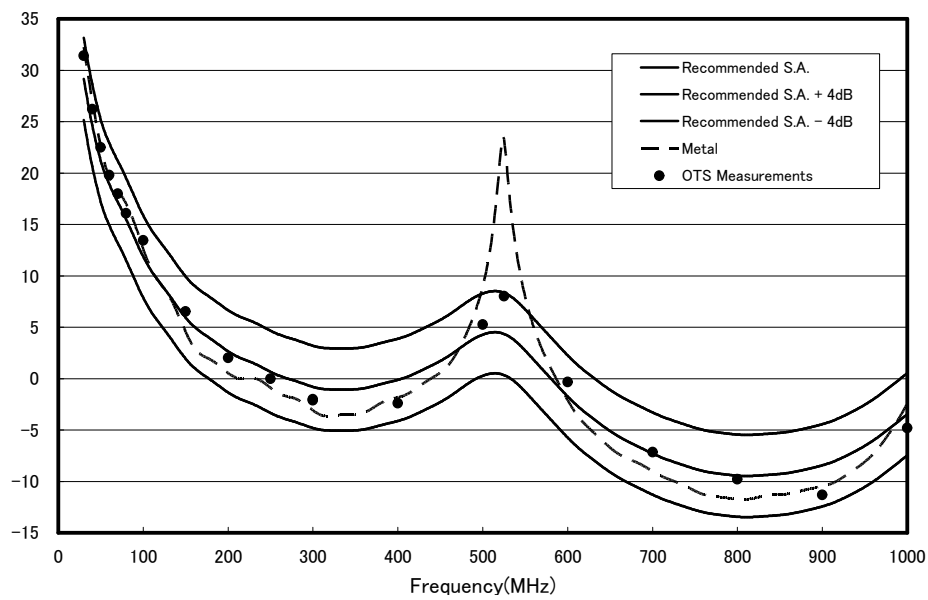


그림 4-6 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements
(10m Method , Horizontal Polarization)

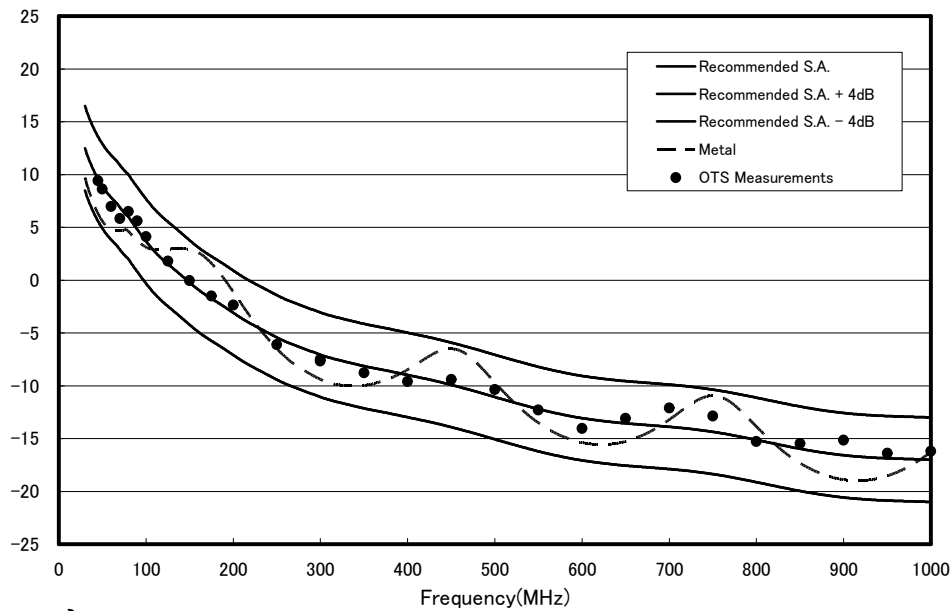


그림 4-7 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements
(3m Method , Vertical Polarization)

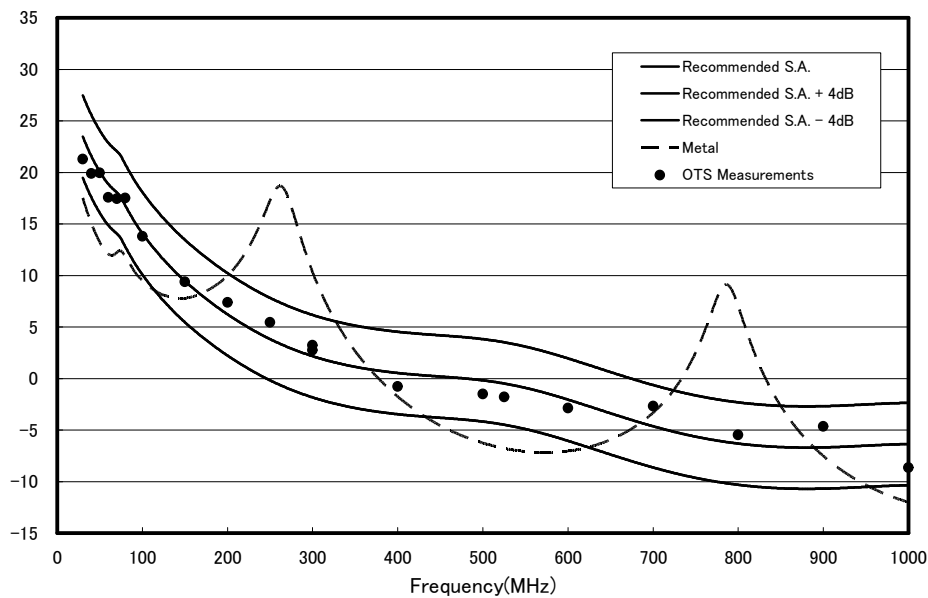


그림 4-8 Recommended Site Attenuation and OTS Measurements
(10m Method , Vertical Polarization)

CISPR committee에서 실행한 결과)이다. 제안된 방법으로 측정한 OTS 시험장의 Site Attenuation Data는 Recommended Site Attenuation

Data의 $\pm 4\text{dB}$ 이내에 분포함을 확인 할 수 있다. Metal Ground Site에 도출한 Site Attenuation Data는 제안된 Site Attenuation Data의 $\pm 4\text{dB}$ 를 벗어남을 확인 할 수 있다. 이를 통하여 제안된 Site Attenuation Data의 유용성과 그 평가 방법의 타당성을 입증하였다.

(3) Recommended Site Attenuation Data

아래 표 4-1에는 Half Wave Dipole Antenna를 사용하여 각각 수평 및 수직 Antenna에서 도출한 Recommended Site Attenuation Data를 나타내었다. Site Attenuation Data는 Moments 방법을 적용하여 평균 값을 계산하여 도출 하였다. 계산 시 적용한 상수는 일반 Ground인 경우 비유전율 3.5와 도전율 2.0×10^{-2} 를, Concrete Ground인 경우 비유전율 2.1와 도전율 1.0×10^{-2} 를, Asphalt Ground인 경우 비유전율 2.2와 도전율 6.0×10^{-3} 를 적용하였다. Receive Antenna의 높이를 고정하여 10m 법에서 측정 한 경우 515MHz에서 Null Frequency를 형성 하였으며, 3m 법에서는 275MHz, 585MHz, 890MHz에서 Null Frequency를 형성하였다. 이러한 Null Frequency에서는 측정 Error를 발생시키므로 Null Frequency 주파수의 $\pm 25\text{MHz}$ 대역에서는 Site Attenuation 측정에서 제외하였다. 표 4-2, 4-3에는 3m법과 10m법에서 수평 안테나에서 발생하는 Null Frequency와 그 주파수에서의 Site Attenuation 값을 나타내었다.

표 4-1 Site Attenuation in null frequency band

Polarization	Horizontal	Horizontal	comment
R/h1/h2	3m/1m/1.8m	10m/1m/3m	
fm (MHz)	AN (dB)		
490	-	3.89	
540	-	3.54	
560	-11.25	-	
610	-11.34	-	
865	-14.97	-	
915	-14.96	-	

⌘ 4-2 Site Attenuation Data (Recommended geometries for tuned half-wave dipoles with horizontal polarization)

Polarization	Horizontal	Horizontal	comment
R/h1/h2	3m/1m/1.8m	10m/1m/3m	
f _m (MHz)	AN (dB)		
30	17.55	29.17	
35	15.59	26.78	
40	13.85	24.64	
45	12.2	22.82	
50	10.57	21.2	
60	7.46	18.93	
70	4.91	17.2	
80	3.18	15.49	
90	1.82	13.66	
100	0.47	11.88	
120	-1.65	9.3	
140	-3.03	7.01	
160	-4.54	5.06	
180	-5.03	3.84	
200	-5.05	2.65	
250	-4.37	0.66	
300	-4.8	-0.81	
350	-8.46	-1.04	
400	-11.43	-0.12	
450	-13.23	1.72	
500**	-13.21	4.28	**10m distance null condition
550	-11.6	2.72	
600*	-11.02	-1.74	*3m distance null condition
650	-13.61	-5.1	
700	-16.28	-7.29	
750	-17.63	-8.78	
800	-17.29	-9.44	
850	-15.57	-9.28	
900*	-14.5	-8.43	*3m distance null condition
950	-16.86	-6.54	
1000	-19.36	-3.48	

표 4-3 Site Attenuation Data (Recommended geometries for tuned half-wave dipoles with vertical polarization)

Polarization	Vertical	Vertical	comment
R/h1/h2	3m/1m/1.8m	10m/1m/3m	
f _m (MHz)	AN (dB)		
30	12.48	23.49	
35	11.33	22.48	
40	10.38	21.59	
45	9.58	20.79	
50	8.89	20.07	
60	7.83	18.87	
70	6.9	18.06	
80	5.97	16.79	
90	4.8	15.33	
100	3.69	14.09	
120	1.88	12	
140	0.48	10.22	
160	-0.91	8.73	
180	-2.01	7.41	
200	-3.1	6.22	
250	-5.42	3.82	
300	-7.07	2.16	
350	-8.14	1.14	
400	-8.98	0.53	
450	-9.92	0.19	
500	-11.07	-0.18	
550	-12.21	-0.91	
600	-13.07	-2.05	
650	-13.56	-3.38	
700	-13.89	-4.63	
750	-14.37	-5.64	
800	-15.13	-6.32	
850	-15.97	-6.65	
900	-16.58	-6.69	
950	-16.87	-6.52	
1000	-17	-6.36	

라. OTS 상관관계 측정 방법 연구 결론

ALSE 시험장을 채택하고 있는 국내 시험장이 없어 국내 자동차 EMC 특성 평가를 위한 시험장으로의 적용 가능성이 없다.

2. 자동차 EMC 국제표준화와 자동차 및 내부 연소엔진 표준화 동향 조사 분석 연구

가. 자동차 표준화 배경

기후변화에 대응하기 위한 세계 환경규제 강화, 유가급변, 경기침체, 기존시장의 포화 등으로 고효율 저연비 차량의 소비자 선호 상승과 신 수요 창출을 위한 차세대 제품 개발의 필요성이 요구되어, 내연기관 차량에서 친환경 고효율의 그린카로 생각의 변화가 일어나고 있다. 정부에서도 2020년 온실가스 감축목표 달성을 위한 그린카 보급 확대 및 배터리, 전기충전소 등의 녹색산업 성장으로, 초기 그린카 시장에서 글로벌 주도권 확대를 실현하여, 2013년까지 그린카 4대 강국을 달성하겠다는 의지를 표명함으로써 그 중요성을 배가하였다.

그린카의 대표 주자인 전기자동차에 대한 개발은 미국과 일본을 중심으로 활발히 이루어져 왔으며, 일본은 미쓰비시사와 스바루사에서 2009년에 제품 출시를 이루었으며, 도요타, 닛산등에서도 2010년에 제품 출시를 발표하였다. 미국도 2010년을 기점으로 GM, 크라이슬러, 포드 등에서 전기 자동차의 출시 및 양산계획을 발표하였다. 이에 따라 유럽, 중국, 인도 등도 양산 및 판매계획을 발표하는 등 전기자동차 생산에 박차를 가하고 있다. 국내도 현대자동차, 르노삼성, GM 대우, CT&T, AD모터스, 레오모터스 등에서 2010년부터 전기 자동차 출시 계획을 발표하고 그 개발에 박차를 가하고 있다.

국내 및 외국의 국가기관에서도 그린카의 보급확대 및 기술 활성화를 위하여 세제 지원을 포함한 다양한 연구개발 지원을 실시하여 그 개발은 조속히 이루어지고 있어, 이의 보급 및 인프라 구축을 위한 국가 및 국내업체간의 안전기준 마련과 개발기술 표준화가 시급히 요구되고 있다. 안전기준 마련을 위하여 국내에서는 2010년 7월에 내연기관 차량의 전기 자동차 개조 기준을 마련하였으며, 2011년까지 전기자동차 도로주행 모니터링을 통한 안전기준 보완계획을, 2012년까지 안전평가지침설비 구축계획을 발표하였다. 기술표준화를 위하여서는 IEC, ISO 기관에

서 활발히 활동하여 전기자동차의 커넥터, 충전 케이블 위치, 물리적 보호 방법, 통신프로토콜, 온/오프보드 충전, 부가서비스 등에 관한 충전 시스템의 표준화를 구축하였으며, 국내에서도 한국스마트그리드협회가 주관한 형상 및 통신 Working Group에서 KS 표준개발 및 국제표준화 연계로 전기자동차 충전인프라 표준화를 추진하고 있다.

나. 자동차 표준화 현황

ISO/IEC 기구는 ISO/TC22 Meeting에서 자동차를 전기기술 분야에 서 취급하는 것에 동의하였으며, SC3, SC21에서 그 내용을 취급하기로 하였다. ISO TC22 SC21에서 2개의 Working Group를 운영하고 있으며, WG1에서는 차량운행조건, 차량안전 및 에너지 저장소 설치에 관하여, WG2에서는 차량성능 및 에너지소비 측정 방법에 관하여 논의하고 있다. ISO TC22 SC3 WG1에서는 14개의 Task Force를 운영하고 있으며, 2008년에는 “Vehicle to Grid Communication Interface”를 논의하기 위한 V2G CI을 구성하였다. 이러한 활동을 통하여 9개의 ISO 표준을 제정하였다. 그 중 8종은 KS (국가표준)로 채택되었다.

본 연구에서는 IEC/TC 69에서 논의되고 있는 표준 중에서, EMC 발생에 심각한 영향을 미치는 충전 시스템에 관한 표준인 REV. IEC 61851-1 (Electrical vehicle conductive charging system - Patr1: General requirement), IEC 61851_23 (Electrical vehicle conductive charging system - Patr2-3: D.C Electric vehicle charging station), IEC 61980_1 (Electrical vehicle inductive charging system - Patr1: General requirement)을 검토 분석하여, EMC 규격 제정에 참고하고자 한다.

다. 자동차 표준화 내용

(1) IEC 61851-1

IEC 61851은 690 V 이하의 표준 교류 전원 전압(IEC 60038)과 1000 V 이하의 직류 전압을 이용하여 전기 자동차를 충전하는 장치와, 전력

망 연결 시 차량에 전력공급을 위한 부가적인 기능 수행하는 장치에 적용한다. 전원 장치의 특성 및 동작 조건, 자동차 연결방법, 운영자와 제 3자의 전기적 안정성, 접지된 전기 자동차(EV)의 직/교류 전원 공급 장치(EVSE)에 관한 표준이다.

규격의 내용은 일반 요건, 정격 전원전압, 일반시스템 요구사항 및 인터페이스, 감전 보호, 전원 공급 장치와 EV와의 연결, 특별 인렛 커넥터, 플러그 및 소켓의 아웃렛 요구 사항, 충전 케이블 등을 이야기 하고 있다. 본 장에서는 EMC와 관련 있는 충전 방법 및 연결 형식에 관한 기 제정된 표준과 앞으로 보완될 내용을 정리하였다.

EV 충전 방법은 교류 전원망(주전원)을 탑재형 충전기에 연결하는 것과 별치형 충전기를 사용하여 직류 전류를 공급하는 방법을 정의하였다. 또한, 이를 위한 충전 모드는 4가지 모드로 정의하였으며, 모드 1은 충전 정격 전류가 16 A 이하인 표준화된 단상, 삼상 등의 소켓-아웃렛에 EV를 연결하는 것으로, 교류 전원망(주전원)은 중성점 및 보호 접지 도체를 갖는다. 모드 1 충전을 사용하기 위해서는 전원 공급선 측에 잔류 전류 장치(RCD)가 있어야 하므로, 전원 공급선 측에 있는 RCD는 국가 코드에 의해 보장할 수 없는 경우에는 모드 1 충전은 허용되지 않고 있다. 모드 2 충전은 EV를 표준화된 단상, 삼상 등의 소켓-아웃렛에 연결하며, 교류 전원망(주전원)은 중성점 및 보호 접지 도체를 갖는다. EV와 플러그/케이블-제어 박스 사이에 있는 제어 파일럿 도체는 함께 보호 접지 도체가 설치한다. 모드 3 충전은 제어 파일럿 도체가 교류 전원망(주전원)에 영구적으로 연결된 장치가 있는 곳에서 EVSE를 이용해 EV를 교류 전원망(주전원)에 직접 연결한다. 모드 4 충전은 제어 파일럿 도체가 교류 전원 공급 장치에 영구적으로 연결된 장치가 있는 곳에서 외장형 충전기를 이용해 EV를 교류 전원망(주전원)에 간접 연결하는 방식이다.

EV 연결 형식은 A, B 및 C 형 연결로 정의하여 수행하고 있으며, “A”형 연결은 EV에 고착된 전원 케이블과 플러그를 이용하여 그림 4-9와 같이 교류 전원 망(주전원)에 EV를 연결한 것이다. “B”형 연결은 그림 4-10과 같이 EV 커넥터와 교류 전원망 양측에 분리 가능한 케이블 어셈블리를 이용하여 EV를 교류 전원망(주전원)에 연결하는 방식

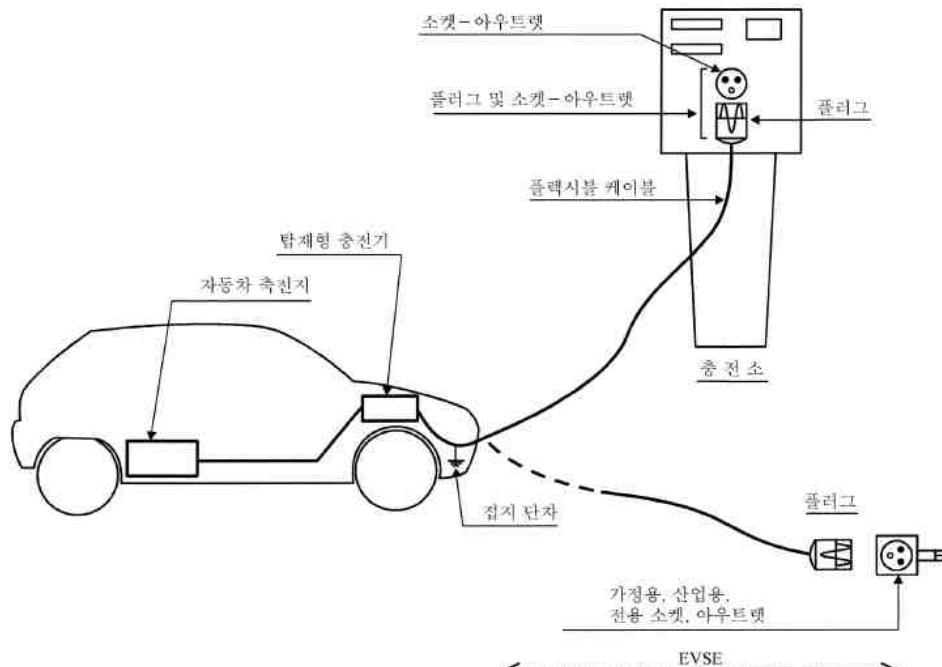


그림 4-9 A형 연결-전원 케이블과 플러그로 EV와 교류 전원을 연결

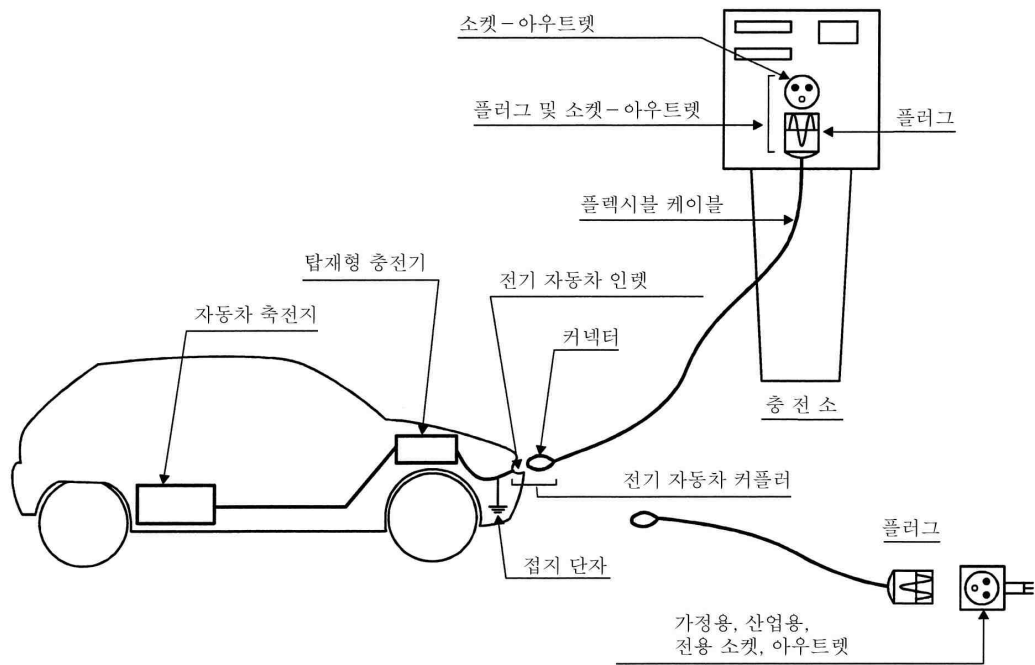


그림 4-10 B형 연결-커넥터를 갖는 분리형 케이블로 EV와 교류 전원
장치를 연결

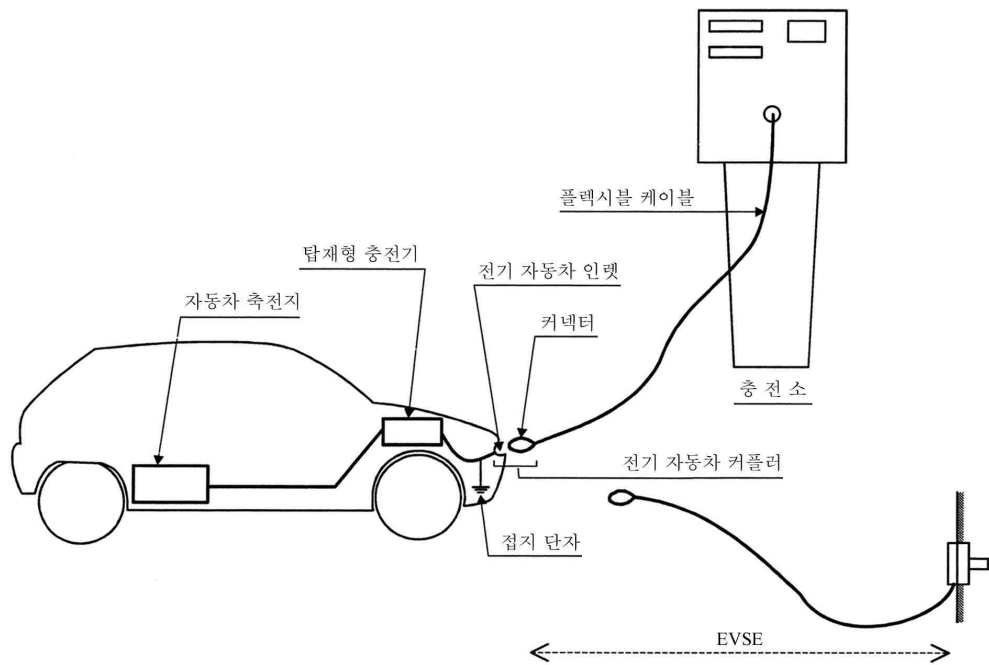


그림 4-11 C형 연결-전원 케이블과 전원 장치에 고착된 커넥터로 EV와 교류 전원을 연결

으로, 케이블 어셈블리는 자동차 커넥터와 교류 전원 공급 장치를 갖는다. “C”형은 그림 4-11과 같이 연결 전원 공급 장치에 영구적으로 부착된 전원 케이블과 플러그를 이용하여 교류 전원 망(주전원)에 EV를 연결한 방식으로, 모드 4 충전 방식에 유일하게 적용 가능하다.

IEC 61851-1 표준의 개정판을 위한 Meeting은 “TC69:Electric road vehicles and electric industrial trucks”에서 지속적으로 진행되고 있으며, 최근의 Meeting에서는 EV connector and inlet을 위한 강제 표준이 개정판에 추가 되었다. 즉, Plug/socket는 IEC 60309-1을 Vehicle connector and inlet은 IEC62196-1을 따를 것을 제안하였다. 제안된 주요 내용은 제어 파일렛 회로와 커넥터를 사용하여 제어 파일렛을 구성한 다양한 사례를 추가 하였다. 그림 4-12는 기본 단상 커넥터를 사용한 모드1의 B형 연결방식을 나타내었으며, 그림 4-13은 모드2의 C형 연결방식을 나타내었으며, 그림 4-14은 모드3의 B형 연결방식을 나타내었으며, 그림 4-15는 모드3의 C형 연결방식을 나타내었다.

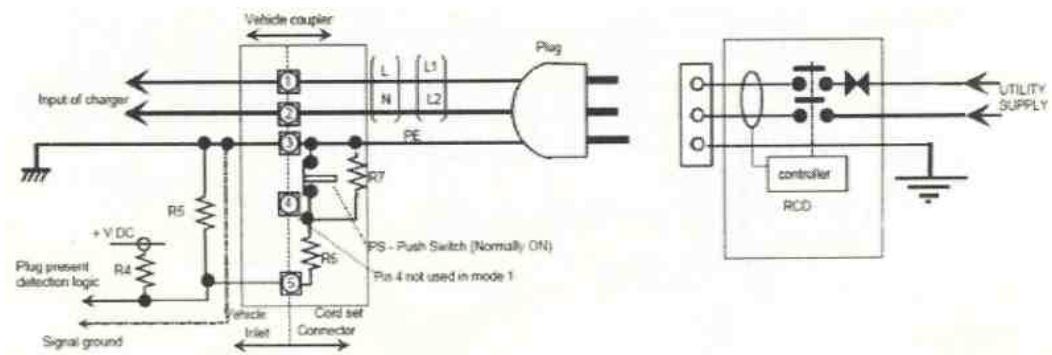


그림 4-12 모드1 B형 연결

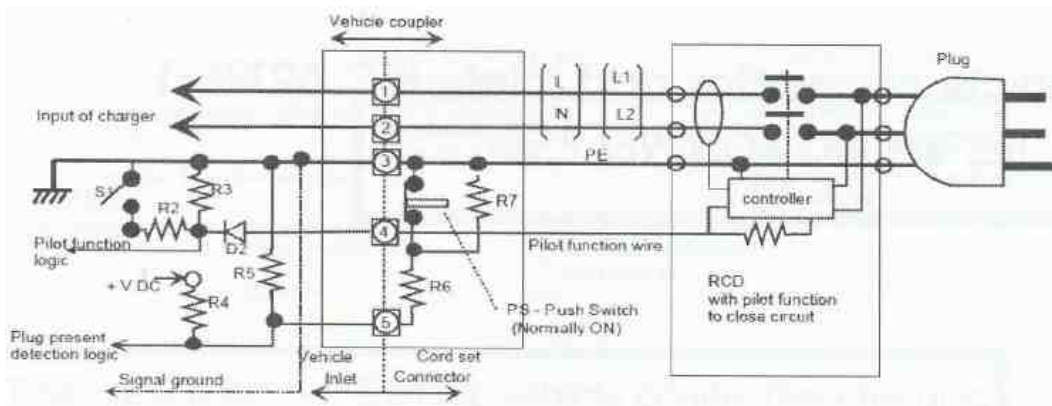


그림 4-13 모드2 C형 연결

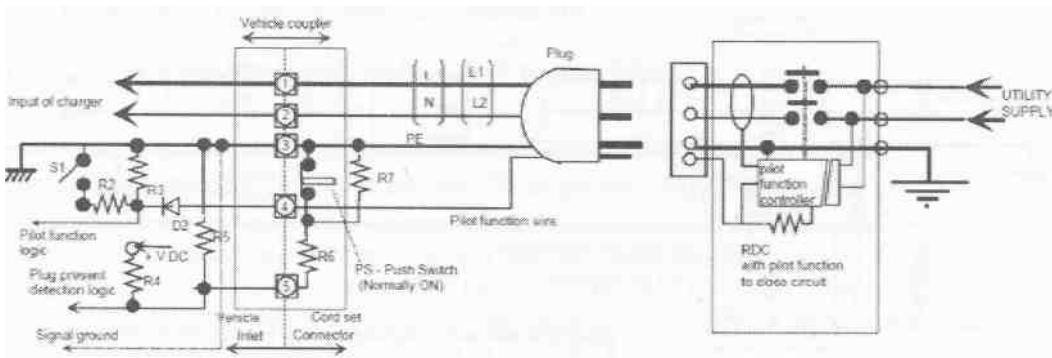


그림 4-14 모드3 B형 연결

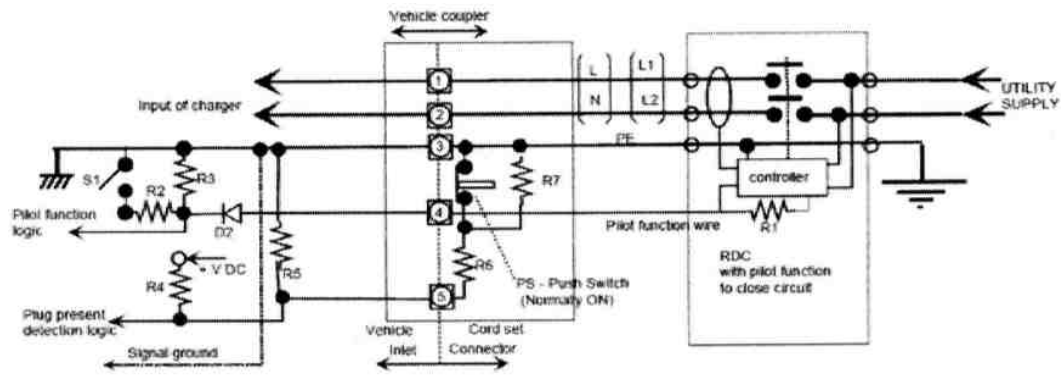


그림 4-15 모드3 C형 연결

(2) IEC 61851_23

IEC 61851_23 표준은 Part1 과 함께 EV와 도체로 연결되며, 1000V까지의 A.C. 전압과 1500V까지의 D.C. 전압을 출력하는 충전스테이션의 표준이다. EV 충전 모드는 Part1의 모드4에 해당되며, 고전압 A.C. 충전모드와 안전성을 위한 유지보수는 이 표준에 포함하고 있지 않다.

규격의 내용은 일반 요건, 서비스 환경에 관한 요구조건, 기능 및 구조에 관한 요구조건, 전기적 안전 요구조건, 절연능력 요구조건, 시험을 위한 기후 및 환경 조건과 기계적 조건을 이야기 하고 있으며, EMC (전자기적합성)에 관하여 규정하고 있다. 본 장에서는 EMC 규정을 정리하였다.

IEC 61851_23 표준은 충전 시 제어 파일럿 도체가 교류 전원 공급 장치에 영구적으로 연결된 장치가 있는 곳에서 외장형 충전기를 이용해 EV를 교류 전원 망(주전원)에 간접 연결하는 방식을 채택하고 있다. D.C. 출력을 위한 전압 및 전류 허용 범위는 정정치 기준으로 전압 1% 이내 전류 5% 이내이며, 출력 전류 변동은 Peak-to-peak 기준으로 10% 이내 이며, 돌입전류는 정격전류의 10% 이내 이며, 스위치 Off에 따른 과도 전압은 실제 동작 전압의 140% 이내 이며, 차량제어에 따른 응답시간은 50ms 이내 이며, 출력 전압 및 과전류 보호는 각각 20ms, 1s 시간 경과 후 Switch-off 하도록 기능이 요구되어져 있다. 전기적 안전을 위하여 누전차단기는 자동 복귀하지 않을 것이며, 접지에 대한

사항은 국가별 안전규정을 적용 할 것이며, 보호접지 고장 시 전기 공급을 즉시 차단하도록 하였다. 절연 성능은 절연 등급 2등급 수준으로 상용 주파수 내전압 2000V 또는 4000V의 절연을, 임펄스내전압 6000V 또는 8000V의 절연을, 절연저항 1Mohm 또는 7Mohm 이상을 요구하며, 누설전류는 0.25mA에서 최대 3.5mA 까지를 요구한다. 과전압 및 과전류 보호 수단은 IEC 60364-4-43, 443을 절연 거리 및 연면거리는 IEC 60664-1을 따르도록 하였다.

IEC 61851_23 표준의 전자기 적합성(EMC)에 관한 규정은, 전자기 내성(Immunity)과 발생(Emission) 규정을 정의 하였다. 전자기 내성 규정은 정전기 방전을 위하여 IEC 61000-4-2를, 고주파방사 내성을 위하여 IEC 61000-4-3을, 급 과도버스트 내성을 위하여 IEC 61000-4-4를, 서지 내성을 위하여 IEC 61000-4-5를, 고조파 내성을 위하여 IEC 61000-4-13을, 전압강화 및 순간정전을 위하여 IEC 61000-4-11을, 3상 교류입력 불 평형을 위하여 IEC 61000-4-27을 따를 것을 규정하였다. 전자기발생을 위하여서는 교류입력에 따른 교류고조파 방출을 위하여 IEC 61000-3-4를, 전도 장애(Conducted emission)와 방사 장애(Radiated emission)를 위하여 CISPR 11-22를 따를 것을 규정하였다.

(3) IEC 61851_2

IEC 61980_1 표준은 TC69 meeting에서 1996년도에 논의가 시작되어 2000년도에 (Electric vehicle inductive charging system)에 관한 것으로 Part1에서 일반적인 요구사항을 규정하였다. 이후 2010년 9월 Meeting에서 재논의가 시작되어 규정안의 개선을 추진하고 있다.

IEC 61980_1 표준은 그림에서 표현한 비 접촉식 (Inductive charging system)충전 장치의 일반적인 시스템의 요구사항, 전자파 적합성 (EMC), 기능 및 물리적 요구사항, 비접촉 충전 시 일반적 요구사항, 전기 충격으로부터의 보호, 유전시험 방법, 환경시험 방법 등에 관하여 기술하고 있으며, 본 장에서는 주요 전기적 내용을 기술 하였다.

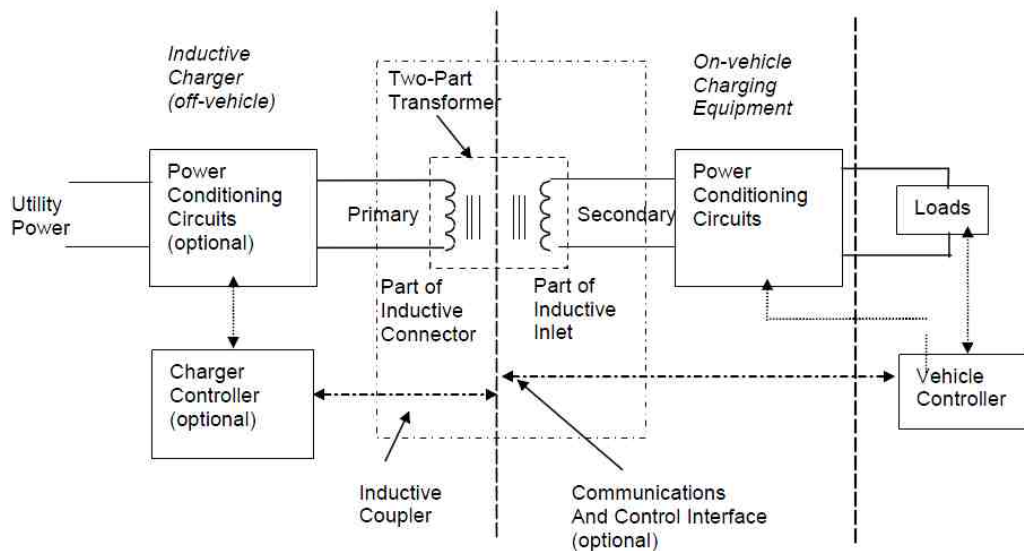


그림 4-16 Inductive charging system

일반적인 전자기내성(Immunity) 요구사항 및 시험 방법은 IEC 61000을 따르도록 한다. 시험은 제조자에 의하여 행되며, 결과에 따른 보고서는 3개의 기준으로 기술되어야 한다. 기준 A는 기능의 감소나 손실이 제조사의 사양 성능 아래로 발생하지 않는 상태를 말한다. 기준 B는 시험 중 결과는 기준 A와 동일하며, 시험 완료 후의 상태가 시험 전 상태를 유지 하며, 시험 결과에 따른 동작상태 및 Data의 변화를 수반하지 않는 상태를 말한다. 기준 C는 기능의 순간적으로 손실을 발생시키거나, 발생한 손실에 의하여 자체적으로 복귀하거나, 오동작의 결과가 저장되는 상태를 말한다.

전력망에 연결된 비접촉 충전 장비는 공급전압의 Harmonics에 내성을 가져야 하며, 최소 요구사항은 IEC 61000-2-2를 준수하여야 한다. 또한 전력망에 발생하는 전압강하(Voltage dip)와 전압차단(Voltage interruption)에 내성을 가져야한다. 10ms 동안 30%의 전압 강하 동안 충전 기능이 기준 B를 만족 하며, 100ms 동안 50%의 전압 강하 동안 충전 기능이 기준 C를 만족 하며, 5s 동안 95% 이상의 전압 강하 동안

충전 기능이 기준 C를 만족 하여야 한다. ESD (Electrostatic discharges)는 최소 $\pm 8\text{kV}$ 의 직접적인 방전과 $\pm 15\text{kV}$ 의 공기 중 방전에 기준B를 만족하여야 하며, IEC 61000-4-2에 따라 진행되어야 한다. Fest transient bursts 시험은 IEC 61000-4-4를 따라 진행하며, 최소 2kV 가 5kHz 의 반복성을 가지며, 1분 이상 인가 한 경우에 기준B를 가져야한다. Voltage surges는 IEC 61000-4-5를 따라 실행하고, 2kV 의 공통모드와 1kV 의 차동모드의 $1.2/50\mu\text{s}$ 서지에서 기준 C를 획득하여야 한다. 방사장해의 내성시험은 IEC 61000-4-3에 따라 실행하고, $30\text{MHz} \sim 1000\text{MHz}$ 대역은 1MHz 의 단계로 3V/M 를 인가하여 기준 A를 만족 하여야 하며, 10V/M 를 인가하여 기준 B를 만족하여야 한다.

전자파 방사(Emitted electromagnetic disturbances) 시험에서 낮은 주파수의 전도성에 의한 방사평가는 IEC 61000-3-2의 전도장해 시험법을 따르며, 실험을 위한 한계 값은 CISPR 14를, 시험의 판정은 CISPR 16을 따라 실행 한다. $150\text{kHz} \sim 30\text{MHz}$ 대역의 Radiation 평가는 연구 중에 있으며, $30\text{MHz} \sim 1000\text{MHz}$ 대역은 10m 에서 Quasi-peak 법으로, CISPR 14의 제안 값으로, CISPR 16을 기준으로 평가한다. Harmonic 장해는 IEC 61000-3-2에 준하여 실시한다.

비접촉식 충전 방식의 과전류는 IEC 60364-4-43을, 과전압은 IEC 60364-4-443을 따라 평가하며, 접촉에 의한 전기 충격에 대한 보호는 IEC 60364-4-41의 411항을, 비접촉에 의한 전기 충격에 대한 보호는 IEC 60364-4-41의 413항을 따를 것을 제안하였다. 외장의 도체 부분에 대한 접지는 IEC 60364-5-54의 안전규격을 따라 진행하고, 평가는 IEC 60439-1의 8.2.4항에 준하여 실행한다.

유전체의 전압에 의한 절연 파괴에 대한 실험은 IEC 61180-1에 준하여 그림 4-17에서 표현한 A와 B 지점에서, B와 C 지점에서 각각 시험한다. Class 1 부품과 장비는 2000 Vrms 의 공통과 차동모드 실험을 진행 하며, Class 2 부품과 장비는 4000 Vrms 의 공통모드와 2000Vrms 의 차동모드 시험을 진행 하며, Class 1&2 부품과 장비의 전력회로와 매우 낮은 저전압 회로 간에는 4000 Vrms 로 시험한다. $1.2/50\mu\text{s}$ 의 Impulse에

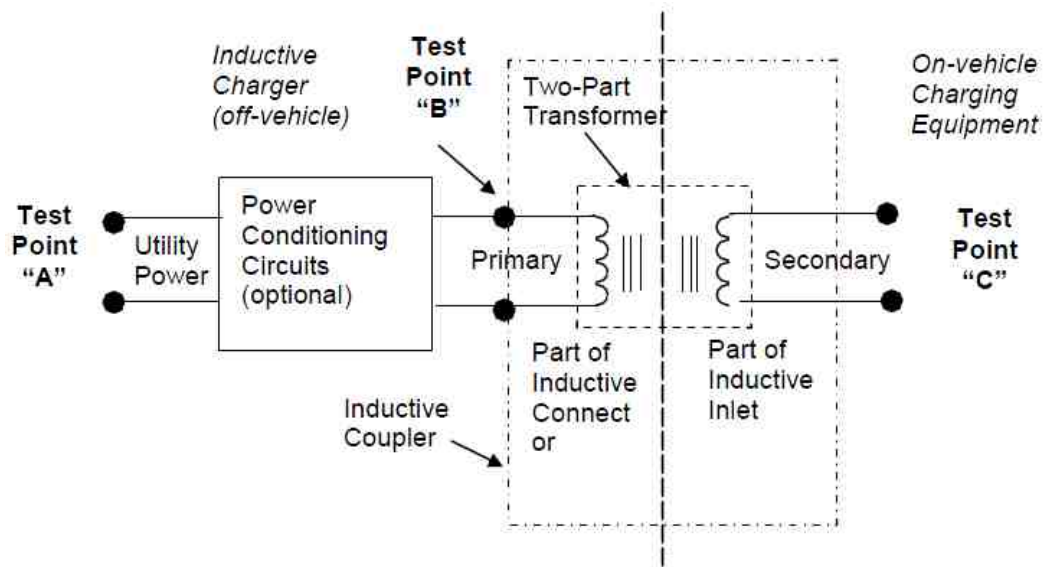


그림 4-17 Inductive charging system dielectric withstand test point

의한 실험은 IEC 60664-1을 따라 공동모드에서는 6000V 차동모드에서는 4000V를 인가하며, IEC 61180-1에 준하여 시험 한다. 절연 저항은 그림 4-18의 지점에서 500V D.C. 전압을 1분 이상 인가한 다음 측정하며, Class 1의 장비는 1Mohm 이상, Class 2 장비는 7Mohm 이상이

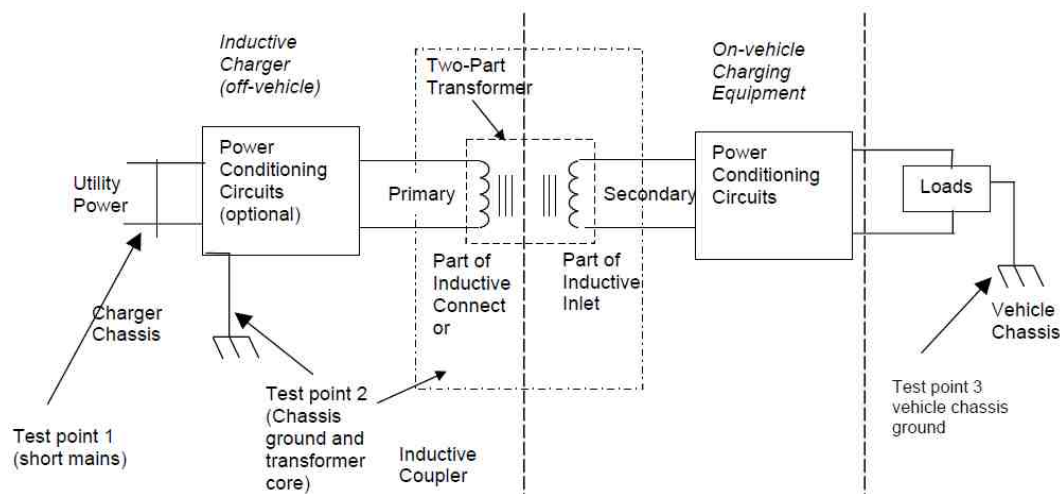


그림 4-18 Inductive charging system insulation resistance

되어야한다. 유도충전 장치는 IEC 60950의 5.1항에 따라 A.C. 전력공급 장치에 연결되어야 하며, 연결부와 IEC 60950 지시하는 측정부와의 사이에 IEC 60950 지시하는 방법으로 Touch current를 측정하여야 하며, 그 결과는 Table 4-4를 초과하지 않아야 한다.

표 4-4 Touch currents

	Class I	Class II
Between any (live) network poles and the accessible metal parts connected with each other and a metal foil covering insulated external parts.	3,5 mA	0,25 mA
Between any network poles and the secondary circuits such as communication and control circuits	3.5 mA	--
Between any (live) network poles and the inaccessible metal (dead) parts normally non activated (in the case of double insulation).	Not applicable	3,5 mA
Between secondary circuits such as communication and control circuits and accessible parts connected between them and a metal foil covering insulated external parts	3.5 mA	--
Between inaccessible and accessible dead metal parts connected with each other and a metal foil covering insulated external parts (additional insulation).	Not applicable	0,5 mA

다. 자동차 표준화 결론

기술표준화를 위하여서는 국제 IEC, ISO 기관에서 활발히 활동하여 전기자동차의 커넥터, 충전 케이블 위치, 물리적 보호 방법, 통신프로토콜, 온/오프 보드 충전, 부가서비스 등에 관한 충전 시스템의 표준화를 구축하였으나, 아직도 배터리의 표준화, 커넥터의 호환성을 위한 인렛 구조 및 치수의 표준, 충전시스템의 통신 프로토콜의 표준, BMS의 기술 공개 방안, 아파트 공동주택의 경우 방문자의 충전방안 등의 해결하여야 할 다양한 문제점과 Issue 사항이 남아있다. 국내에서도 전기 자동차를 포함하여 On Line 전기 자동차와 같은 주행 중에도 충전하는 새로운 충전 System의 개발도 이루어져 상용화를 앞두고 있다. 이를 위한 표준화의 보완 및 국제화가 요구되고 있다.

3. IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준의 시험방법 분석

가. EC 및 유럽 자동차 EMC 기준 분석 개요

UN의 자동차 EMC 법규인 ECE R.10은 불꽃점화 기관인 가솔린 자동차에서 압축착화 기관인 디젤 자동차까지 EMI(전자파 방사) 및 EMS(내성시험)을 수행하도록 법규를 강화하였다. 그러나 강화된 ECE R.10 규정 속에도 EMI 시험방법은 CISPR12, CISPR25를 준용하도록 명시되어 있다. 이는 불꽃점화 기관을 가진 자동차에 대한 시험방법 및 기준만 명확히 규정되어져 있는 CISPR12, CISPR25 규정으로는, 고 출력 전기모터, 고 전압 DC/AC Inverter, 고 전력 DC/DC Converter, 등을 가진 하이브리드 및 전기 자동차에 대하여서는 별도의 규정이 개정되어져 있지 않다. 본 절에서는 기존의 자동차 EMC 규격을 파악하고, 이어 국제적 규격 및 동향을 조사하여, 하이브리드 및 전기 자동차를 위한 강화된 규격을 파악하고자 한다.

나. 기존 자동차의 EMC 규격

EMC 규격은 장비의 동작에 따라 발생한 전자파가 외부에 있는 장치나 장비에 영향을 주지 마라는 EMI 규격과, 외부로부터 발생되어진 전자파로부터 동작하는 장비가 영향을 받지 마라는 EMS 규격으로 나누어진다. EMI 규격은 EMI 국제기구인 CISPR(국제무선장해특별 위원회)에서 규정한 CISPR12 및 CISPR25와 같은 자동차 EMI 규격이 있으며, 한국의 KN41과 같이 유럽 국가들이 규정한 EEC 72/245, 95/54, 2004/104, 2005/83, 2006/28 등의 규격이 존재하며, UN이 규정한 ECE R10.3, 외의 각 나라들이 만든 규격, 업체 및 군사용의 규격 등등의 다양한 규격들이 존재한다. 또한 EMS 규격은 국제기구인 ISO(국제표준화기구)가 규정한 ISO 11451, 11452, 7637, 10605 등의 규격과, 한국의 KN41과 같이 유럽 국가들이 규정한 EEC 95/54, 2004/104, 2005/83, 2006/28 등의 규격이 존재하며, UN이 규정한 ECE R10.3, 외의 각 나라들이 만든 규격, 업체 및 군사용의 규격 등등의 다양한 규격들이 존재

한다. 이러한 규격들은 각 나라 또는 업체마다 조금씩 내용이 상이하여, EMI 규정을 적용하기에는 나라별 또는 업체별로 그 규정을 파악하여야 하는 어려움을 주고 있다. 따라서 최근에는 이러한 규정을 통일하자는 바람이 강하게 불고 있으며, 이에 따라 EMI 규격이 세계의 협의회를 구성하고 있는 CISPR 규격으로 통일 되어져 가고 있다. 실질적으로 개정된 UN 규격도 CISPR을 적용 할 것을 명시하고 있으며, 중국을 포함하여 많은 나라들이 CISPR 규격을 따르도록 하고 있다. 이에 본 연구에서도 CISPR에서 최근에 논의되고 있는 자동차 규격을 정리 하였다.

다. 자동차의 EMC 규격 동향 분석

(1) 자동차 EMI 규격의 주요 동향

국제무선장해특별위원회(CISPR)는 2008년 3월에 차량용 방송 수신기 보호를 위하여 전자파 방사를 규정하는 CISPR25의 3차 개정을 발간하였으며, 2009년 3월에는 차량에서 발생하는 전자파에 의한 방송용 수신기 보호를 위한 전자파 방사를 규정하는 CISPR12의 6차 개정판을 발간하였다. 이후 CISPR에서는 CISPR/D/Working Group1과 CISPR/D/Working Group2를 운영하여, CISPR12의 7차 개정안과 CISPR25의 4차 개정안을 위한 작업을 진행하고 있다.

다양한 전자 장치들이 자동차에 장착되는 한편, 장착된 전자장치들 간의 신호 전송이 점점 무선화 되어가고 있는 추세와 함께, 기후변화에 대응하기 위한 세계 환경규제 강화, 유가급변, 경기침체, 기존시장의 포화 등으로 고효율 저연비 차량의 소비자 선호 상승과 신수요 창출을 위한 차세대 제품 개발의 필요성이 요구되어, 내연기관 차량에서 친환경 고효율의 그린카로 생각의 변화가 일어나고 있다. 이는 기존의 불꽃 점화에 의한 구동 장치의 자동차가 고 출력 모터를 작용한 하이브리드 및 전기 자동차로 변천하게 하고 이는 국가 시책과 맞물려 그 발전 속도가

고 급속화 되고 있다. 이에 CISPR에서도 산업의 변모에 따라 자동차 EMI 규정을 개정하고자 한다. 올해(2010년) 10월에 미국 시애틀에서 개최된 CISPR 회의에서 양일간에 걸쳐 약 11개국의 25명의 전문가들이 모여 개정안을 논의하였다. 9일에는 CISPR/D/Working Group1 회의가 열려 CISPR12의 차기 개정안을 위하여 ‘자동차의 내부연소엔진으로 구동하는 장치와 전기 및 전자 기기와 관계가 있는 전자기적 장애’, ‘전기 자동차의 EMI에 관한 문제점들’, ‘리옹 35차 WG1 미팅에서 수정 논의 사항’ 등의 제목으로 논의가 이루어졌다. 당일 CISPR/D/Working Group2 회의가 열려 CISPR25의 차기 개정안을 위하여 ‘2009년 리옹 미팅에서의 논의 사항’, ‘CISPR25의 방사시험 시 그라운드 스트랩의 위치와 수’, ‘전기 자동차의 EMI에 관한 문제점들’ 등의 제목으로 발표 및 토론이 이루어 졌다. 이 중 전기자동차에 대한 평가방법을 별도 기구를 만들어 논의하기로 하였으며, 미국, 독일, 영국, 중국이 주축이 된 연구반을 구성하였다. 아래에서는 CISPR/D/Working Group1과 CISPR/D/Working Group2에서 진행한 자동차 EMC 규격에 관한 주요 기술적 내용을 항목별로 소개하고자 한다.

(2) CISPR12의 차기 개정안을 위한 논의 사항

(가) 자동차의 내부연소엔진으로 구동하는 장치와 전기 및 전자 기기와 관계가 있는 전자기적 장애

- o 전력망에 연결된 자동차의 전도성 장애를 시험하는 방법을 CISPR14에서 채택 할 것을 제안
 - 배터리 충전 시스템으로 전력망과 연결된 자동차나 배의 시험을 5.3.2.3. 항으로 배터리 충전모드를 추가 하자는 제안
 - "Fig 1. : Method of determination of conformance"의 그림에 배터리 충전모드를 추가하자는 제안
 - 5.3.2 항으로 배터리 충전 시스템으로 전력망과 연결된 자동차나 배를 위하여 150kHz ~ 30MHz 대역을 CISPR14 전도방사 시험을 사용 할 것을 참고문헌에 추가하자는 제안

- 인위적인 지면을 가진 ALSE (Absorber lined shielded enclosure) 평가법과 NSA (Normalized site attenuation) 평가법을 비교평가 하자는 제안
 - CISPR12의 "5.2.2 Absorber lined shielded enclosure (ALSE) requirements"항에서 ALSE 평가법과 OTS (Outside Test Site) 평가법이 상관관계를 가지면 ALSE 평가법의 사용을 허락하였음
 - 일반적인 지면을 가진 OTS 평가법의 NSA 기준 값을 사용할 것을 제안
 - 일반적인 지면을 가진 OTS 평가법으로 시뮬레이션 한 Fig I.1 ~ Fig I.4를 ALSE시험장 평가 방법으로 적용 할 것을 제안

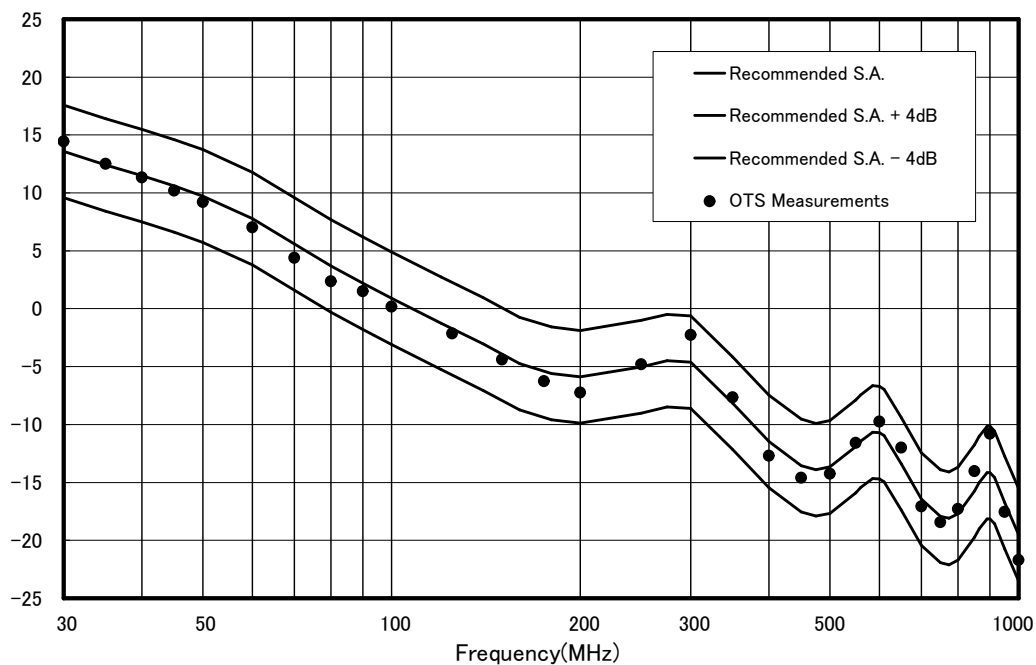


그림 4-19 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements (3m Method , Horizontal Polarization)

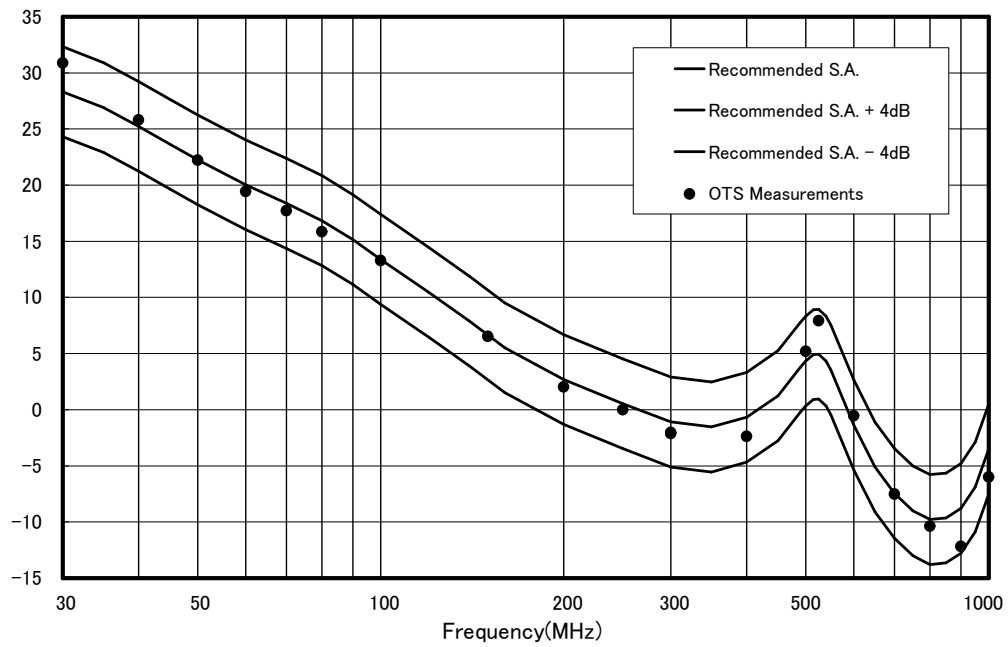


그림 4-20 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements (10m Method , Horizontal Polarization)

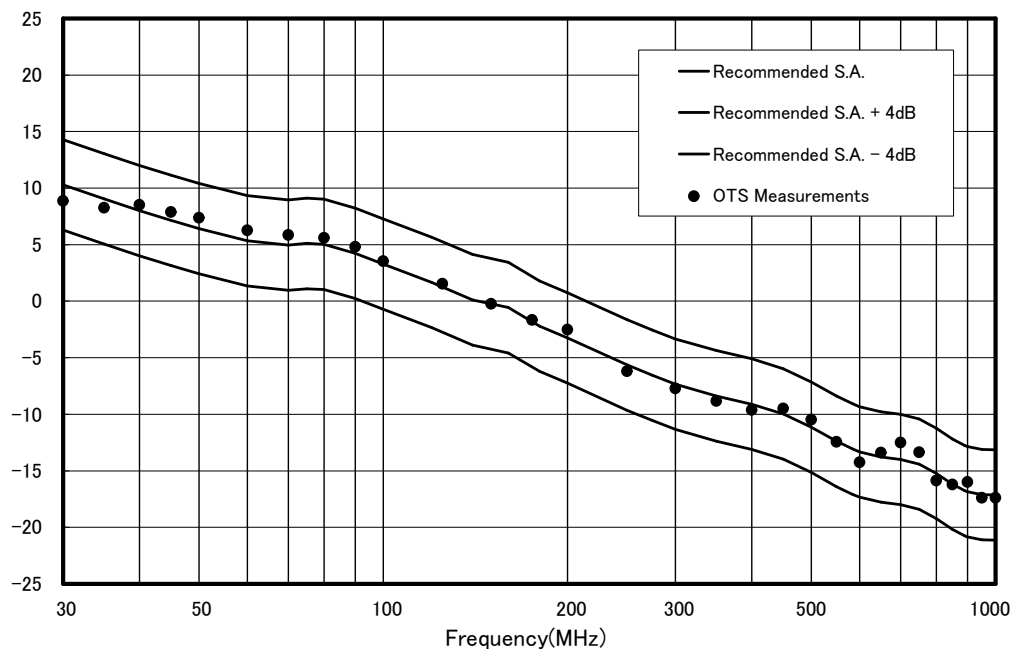


그림 4-21 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements (3m Method , Vertical Polarization)

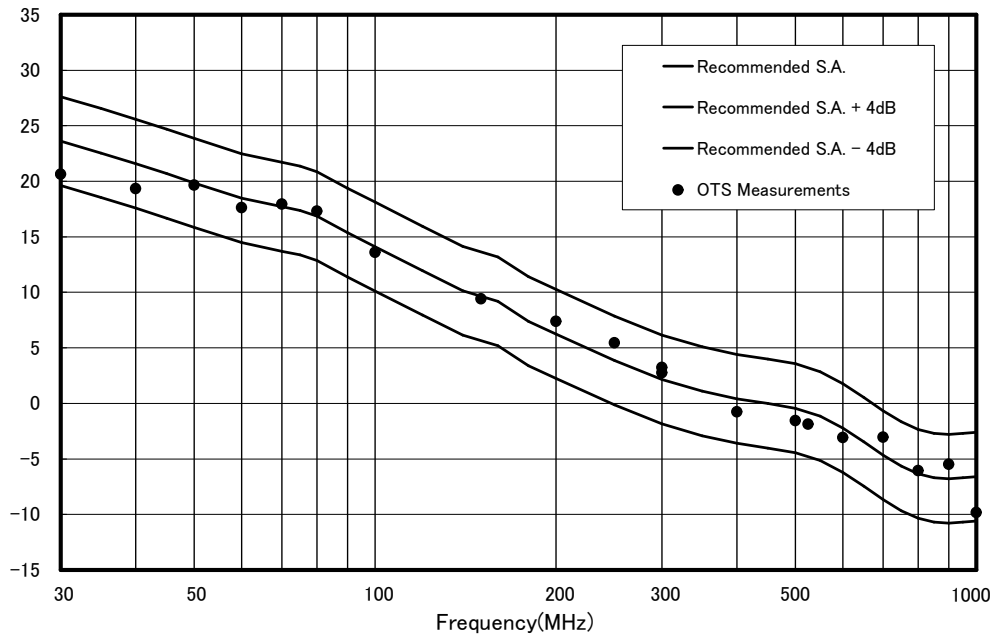


그림 4-22 Recommended Normalized Site Attenuation and OTS Measurements (10m Method , Vertical Polarization)

- 'ANNEX D(information) Construction features of motor vehicles affecting the emission of ignition noise'의 무용론에 따른 제거를 제안 함
 - 각국의 EMC 기술이 향상되어 더 이상 ANNEX D의 유지의 필요성을 느끼지 못하여 폐지를 주장함
 - Model의 다양성에 따른 다양한 횡수의 필요성을 주장하고 있으나 그 측정의 기준이 명확하지 않아 폐지를 주장함
- 제안 결과
 - ALSE (Absorber lined shielded enclosure) 평가법을 독일이 등방성을 가진 EUT와 실 차동차를 적용한 시험을 비교 평가한 결과 일본의 발표 내용과 큰 차이가 있음을 소개함
 - 인위적인 지면을 가진 ALSE (Absorber lined shielded enclosure) 평가법과 NSA (Normalized site attenuation) 평가법을 비교평가 하자는 제안은 기술적 의미는 충분히 있으므로 많은 실험을 진행하여 결론을 도출하기로 함

- 전력망에 연결된 자동차의 전도성 장애를 시험하는 방법을 CISPR14에서 채택 하자는 제안은 'Current의 변동에 따른 영향', 'E/H Field의 측정에 따른 변화', 'CISPR14-1에 대한 내용과의 비교 검토' 등이 선행되어야 함에 동의하여, 일본 이 차기 Meeting시 서류를 보완하여 제출하기로 함
- 'ANNEX D 제거에 관한 제안은 대부분의 국가가 폐지 할 것 에 찬성하였으나, 아직 일부 국가에는 유용성이 있어 현 단 계에서 유보 할 것을 결정 함

(나) 전기 자동차의 EMI에 관한 문제점들

- o CISPR12의 전기자동차 EMI 시험을 40km/h의 일정 속도에서 실행 할 것에 관한 제안에 대한 의문
 - 최근 출시되는 Hybrid 자동차의 전기모터는 일반적으로 출발 시에 최대 가속하기로 되어 있음
 - 교통제증이 심한 곳은 이와 같은 출발 도는 가속 상태가 빈번히 발생하므로, Hybrid 자동차의 경우에는 이러한 상태를 포함하는 시험이 이루어 질 것을 희망함
- o SAE J551-15에서의 시험 주파수는 9kHz ~ 30MHz이며, CISPR12에서는 30MHz ~ 1GHz이며, AM 주파수 대역은 0.15MHz ~ 6.2MHz 이다. 따라서 150kHz ~ 30MHz 주파수 대역에서 Off board receiver의 보호에 대한 의문
- o 전기 추진 모터가 증가하는 지금 이러한 모터의 시험은 어떻게 하여야 하는지에 대한 의문
 - CISPR25에서 제안하는 EMI 시험 방법은 고전류, 고전압의 모터를 위한 방법으로 부적절함
 - CISPR25에서 제안하는 모터의 EMI 시험 방법을 개선 할 것 을 제안 함
- o CISPR12의 Annex C에서 'Transmission line'과 'cable'로 표기한 단어와 5.1.3.1항에서 'feeder'로 표기한 3개의 단어를 발견하였는데, 이들의 단어가 같은 의미를 가지는지? 같다면 표준화 하는 것을 제안 함

o 제안 결과

- 150kHz ~ 30MHz 주파수 대역에서 Off board receiver의 보호에 대한 의문은 CISPR/H와의 내용 검토가 필요한 관계로 이를 진행하여 줄 것을 요청 함
- 3개의 용어 사용에 대한 의문은 측정의 미숙성에 따른 의문으로 각 용어의 의미가 각각의 의미를 내포하고 있으므로 기존의 문구를 그대로 사용하기로 함. 그렇지만 Ground에 대한 용어의 사용은 생각하여 볼 것을 의장에 의하여 논의 됨
- CISPR 25에 있는 'Component' 용어의 타당성에 의문을 제기하여, 의장이 CISPR 12에 사용되는 용어로 사용하는 것에 대하여 생각하고 차기 미팅에서 토론 할 것을 논의 함
- 고전류 고전압 모터에 관한 안전은 Motor와 Controller로 분리하여 논의하기를 희망하였으며, Working Group 3을 결성하여 논의하기로 함. 관련된 안전의 제안은 미국이 하기로 하였음
- Working Group 3은 미국, 독일, 영국, 중국으로 구축됨

(다) 리옹 35차 WG1 미팅에서 CISPR12 수정 논의 사항

- o CISPR12의 5.2.1.1항의 'The test site shall be a clear area, free from electromagnetic reflecting surfaces within a circle of minimum radius 30m measured from a point midway between the vehicle or device and the antenna.'를 'The test site shall be a clear area, free from electromagnetic reflecting surfaces with exception of ground within a circle of minimum radius 30m measured from a point midway between the vehicle or device and the antenna.'로 표현 할 것을 제안 함

o 제안 결과

- 'Ground'를 'Earth'로 수정 할 것을 논의 함
- 'The test site shall be a clear area, free from above ground electromagnetic reflecting surfaces with exception of ground within a circle of minimum radius 30m measured

from a point midway between the vehicle or device and the antenna.’로 할 것을 논의 함

(라) 2009년 리옹 미팅에서의 CISPR25 논의 사항

- o CISPR25의 4.3항의 ‘No absorber material shall be placed on the floor for vehicle or component level tests.’를 ‘RF absorber may optionally also be applied to the floor.’로 표현 할 것을 제안 함
- o CISPR25의 ‘A.1.3 Attenuation measurement results’항과 ‘A.1.4 Average measurement항을 제거 할 것을 제안 함
- o CISPR25의 4.4항의 ‘For the limits given in CISPR 25 the appropriate average detector is the linear average detector defined in CISPR 16-1-1 Edition 2.2, clause 6.4.1’을 ‘For the limits given in CISPR 25 the appropriate average detector is the linear detector defined in CISPR 16-1-1’로 표현 할 것을 제안 함
- o CISPR25의 4.4항의 ‘For the purpose of this standard either detector may be used, since the pulse repetition rate for internal combustion engines is above 10.’을 제거 할 것을 제안 함
- o 제안 결과
 - 의장은 ‘RF absorber may optionally also be applied to the floor.’로 표현하는 것을 수락 함
 - linear average detector을 linear detector로 변경하자는 제안은 대부분의 국가가 채택하자는 의견이었으나, 일부 오래된 장비를 사용하는 곳에서는 새로 장비를 구매하여야 하는 문제점이 발생할 수 있음을 지적 함
 - 의장은 차기 Meeting에서 ‘RF absorber may optionally also be applied to the floor.’로 표현하는 것을 제외한 안건은 기술적 자료로서 규제적으로 재 제안 할 것을 요구함

(마) CISPR25의 방사시험 시 그라운드 스트랩의 위치와 수

- o 한국대표단은 CISPR25의 ALSE 시험장에서 전자파 방사시험 실행 시, 그라운드 스트랩의 변화와 노이즈의 방사세기가 상관관계를 가짐을 해석함
- o 한국대표단은 CISPR25 Radiation Emission Test 시 아래 그림과 같이, 시료를 위치시키는 테이블의 접지 라인을 밑으로 내리는 경우, 테이블의 접지라인 수와 위치에 따라 동일 EUT 측정 결과가 10dB 이상 차이 남을 보였음
- o 관련 규정의 개선을 제안 함

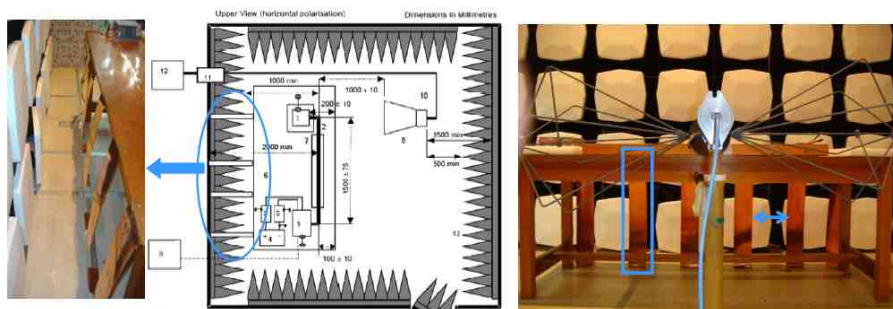


그림 4-23 시료 테이블 접지 라인을 아래로 내린 경우의 측정 사진

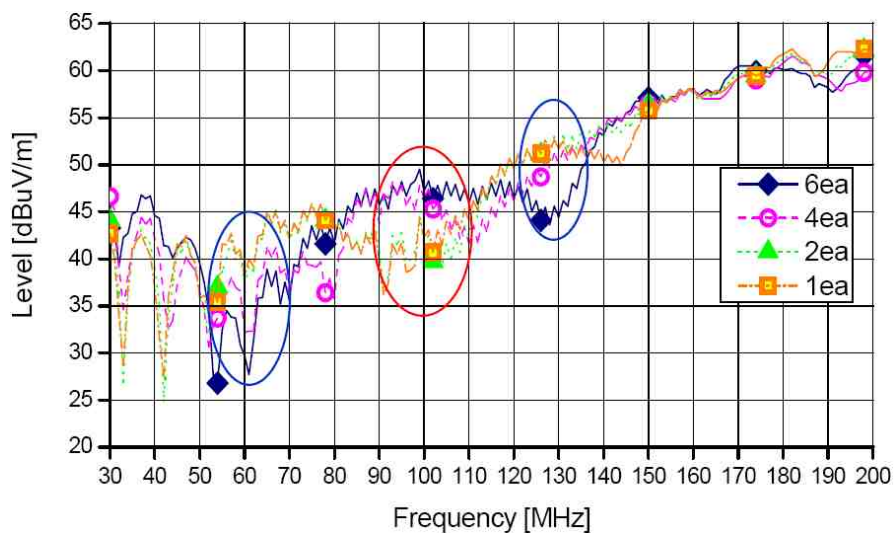


그림 4-24 시료 테이블 접지 라인의 갯수를 1, 2, 4, 6개로 증가시켜 30MHz ~ 200MHz 대역의 RE 측정 결과

o 제안 결과

- 철회하자는 제안이 있었으나 기술적 토론이 없어 의장은 Ground의 중요성을 인식하여 차기 안건으로 유지함

4. 일반자동차 및 전기자동차 EMI 비교 분석

가. 유도 충전 전기 자동차의 전자장 설계 및 대응 연구

(1) 연구 목적

최근 몇 년간 전 세계적으로 논의되는 가장 큰 이슈들 중 하나는 환경과 자원의 문제이다. 세계 각국은 오염된 환경이 더욱 악화되지 않도록 하며, 동시에 원유의 수입을 줄임으로써 경제적인 효과도 얻을 수 있는 녹색 기술을 개발하기 위한 노력을 경쟁적으로 하고 있다. 이러한 환경 문제와 자원 문제는 전기 자동차를 사용함으로써 크게 문제를 줄일 수 있을 것으로 예상해왔고, 오랜 연구 개발의 결과로 전기 자동차와 하이브리드 자동차가 개발되었으며, 현재 많은 자동차 업체에 의해 성공적으로 상용화가 되고 있다.

그러나 지금까지 개발된 전기자동차는 모든 동력원을 배터리로부터 공급받는다. 이로 인해 배터리 크기와 전력, 무게, 충전시간, 충전소의 설립 및 가용성 등 다양한 문제를 가지고 있다. 또한 전기자동차의 배터리 제조의 근본이 되는 리튬 등 매장량이 한정된 자원은 사용에 따라 가격이 상승하고, 이는 전기자동차 가격을 높이는 효과를 가져 올 것으로 예상되며, 결국 전기자동차의 상용화를 방해하는 요인으로 작용하게 될 것이다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 온라인 전기 자동차 (On-Line Electric Vehicle: OLEV) 라는 새로운 개념의 전기자동차가 개발되었다. 온라인 전기자동차는 도로의 표면 아래에 설치된 선로에 전류를 흘려 자기장을 발생시키고, 그 자기장을 차량의 집전장치로 받아들여 동력원으로 사용하는 형태로 에너지의 전달이 이루어진다. 전력을 순수하게 배터리로부터 얻어내는 것이 아니고, 지하에 매설된 급전선로로부터 전

력을 공급받아 모터 구동의 공급원으로 사용하며, 동시에 차량에 탑재된 배터리의 충전도 가능할 만큼의 충분한 전력을 공급 받을 수 있기 때문에, 비상시에만 사용하게 될 배터리만 탑재하면 된다. 현재 온라인 전기자동차의 배터리 크기는 순수하게 배터리만을 사용하는 전기자동차에 비해 1/5 수준으로 감소 될 수 있다.

온라인 전기자동차의 전원 공급 시스템은 차량 구동과 충전에 필요한 전력을 전달하기 위해 많은 양의 자속을 생성한다. 그림. 9의 급전 선로는 20 kHz 주파수 전류를 통해 자속을 생성하고, 차량 하부에 장착된 집전장치는 그 자속으로부터 생성된 유도 기전력을 직류로 정류하여 전원으로 사용하게 된다.

그러나, 수십 kW 이상의 고 전력을 무선으로 전송해야 하기 때문에 누설 자속이 차량 주위로 퍼져 나가게 되면 자기장 규격을 위반할 수 있다는 우려가 있다. 전파법 47조 2의 1항은 전자파 인체 보호기준에 대해 정의하고 있으며, 방통통신위원회 고시에 규정된 20kHz 대역의 62.5mG를 자기장 규제에 적용하고 있다. 저주파 대역의 자기장은 파장이 길고 차폐재료 적용이 쉽지 않은 것으로 알려져 있으나 수동 차폐와 능동 차폐를 통해 이와 관련한 많은 연구 사례를 확인 해 볼 수 있다.

이 연구에서는 온라인 전기자동차에서 사용되는 비 접촉 전력 전달 메커니즘을 소개하고, 급전선로와 차량에 장착된 집전장치에서 발생하는 전자장의 감소를 위한 몇 가지 기법을 제안한다. 제안한 금속 차폐판과 금속 브러시를 이용한 차폐 방법에 대해서 논하였고, 온라인 전기자동차에 적용된 기술에 대해 시뮬레이션과 측정을 통해 그 타당성과 효용성을 검증하였다.

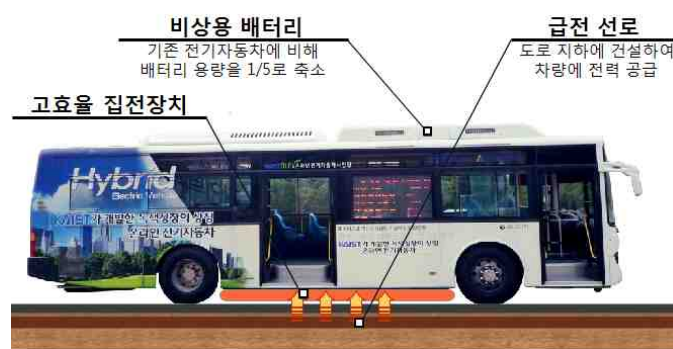


그림 4-25 온라인 전기자동차와 급/집전장치 개념도

(2) 연구 내용

(가) 전력전달 시스템

온라인 전기자동차의 동력 전달 시스템은 그림 4-26과 같이 인버터에서 발생한 전류가 급전장치로 공급되고, 급전장치의 전선을 통해 흐르는 전류가 자기장을 발생시키게 된다. 집전장치는 그 자기장으로부터 발생된 유도 전류를 정류하여 배터리로 전달하고, 이 전력을 동력원으로 사용하여 차량이 운행될 수 있게 해 준다. 다른 전기자동차와 크게 다른 점은, 이 온라인 전기자동차의 시스템을 일종의 변압기와 유사한 형태의 급전장치와 집전장치로 볼 수 있는데, 둘 사이의 자기장을 통한 전력 전달은 온라인 전기자동차의 핵심 기술이다. 일반 자동차나 배터리만을 사용하는 전기자동차에 비해 효율이 떨어지지 않도록 하기 위해, 급전장치와 집전장치 사이의 간격, 자기장 경로 설계 등 자기장의 효율적인 전달경로 설계가 매우 중요한 요인이다. 특히, 자동차 운행에 필요한 수십 kW에 달하는 전력 전달로 인해 발생하는 자기장은 그 크기가 매우 크기 때문에, 자기장이 전력 전달 장치 밖으로 나오지 않도록 설계하고, 일부 누설된 자기장을 차폐해야 한다.

이러한 주요사항들을 고려하여 지금까지 제안된 방법은 아래와 같이 수평 자속 급/집전장치와 수직 자속 급/집전장치로 나누어 볼 수 있고, 그 용도에 따라 적절한 방법을 적용할 수 있다.

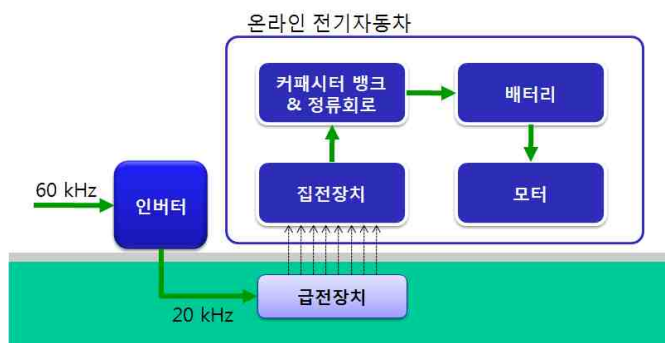
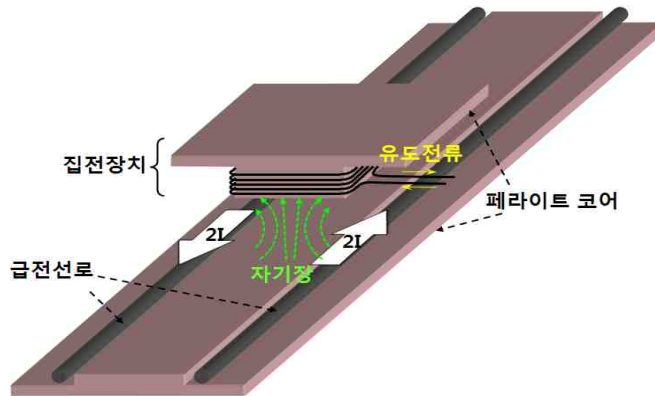


그림 4-26 온라인 전기자동차의 전력 전달 시스템

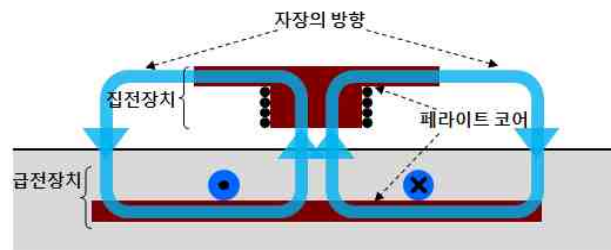
1) 수직 자속 급/집전장치

그림 4-27은 수직 자속 급/집전장치의 입체도와 정면에서 본 단면도

이다. 도로 아래에 반대 방향으로 전류가 흐르는 두 개의 전선이 있고, 이 전선들에 의해 발생하는 자기장은 도로 중심에서는 더해지게 되며, 그 방향은 지면에 수직인 방향이다. 이 자기장은 집전장치의 페라이트 코어에 감겨있는 코일에 전압을 유기하게 되고, 그 코일이 정류되어 부하에서 에너지를 소모하게 된다. 페라이트 코어는 자속을 증가시켜서 최대 전력 전달에 도움을 준다.



(a)

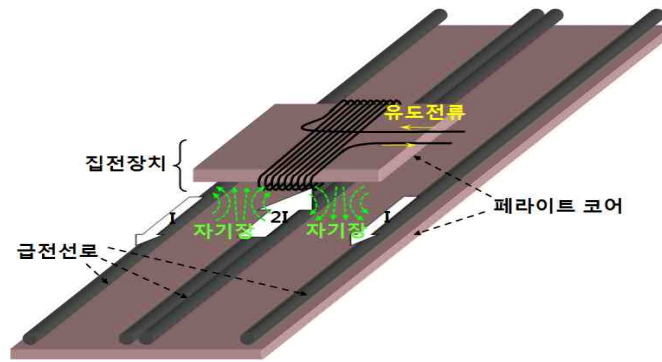


(b)

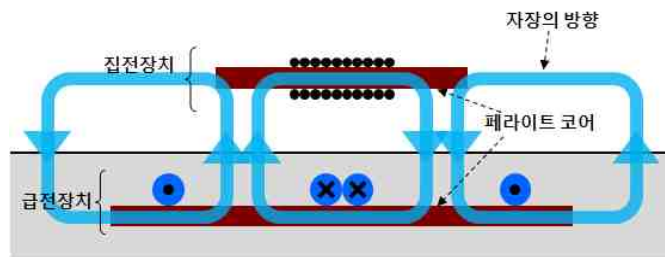
그림 4-27 수직 자속 급/집전장치 (a) 입체도 (b) 정면에서 본 단면도

2) 수평 자속 급/집전장치

그림 4-28은 수평 자속 급/집전장치를 보여준다. 도로 아래 지하에 매설된 급전선로에는 수직 자속 급/집전장치와 달리 총 4 개의 전선이 있고, 각각의 전선에 흐르는 전류는 그림과 같이 중앙 2 개와 바깥쪽 2 개가 방향이 반대이다. 단면도에서 보듯이, 급전장치에 의해 발생된 자기장이 집전장치의 코일을 지면과 수평방향으로 통과할 때 코일에 유기된 전압을 이용하여 전력을 정류기로 전달한다.



(a)



(b)

그림 4-28 수평 자속 급/집전장치 (a) 입체도 (b) 정면에서 본 단면도

급/집전장치에서 전력 전달을 위한 자속 이외에 양 옆으로 퍼져 나가는 자속이 존재할 수밖에 없는데, 이 자속이 차량에 탑승한 승객위치나 차량 주변에서 자기장으로 측정이 될 수 있다. 그림 13.는 차폐가 적용되지 않은 수직 자속 급/집전장치에서 발생한 자속밀도의 분포도이다. 그림과 같이 최 외곽 경계지점이 62.5mG이므로, 측정 위치인 차량 좌우에서 전파법 규격을 넘어서게 된다.

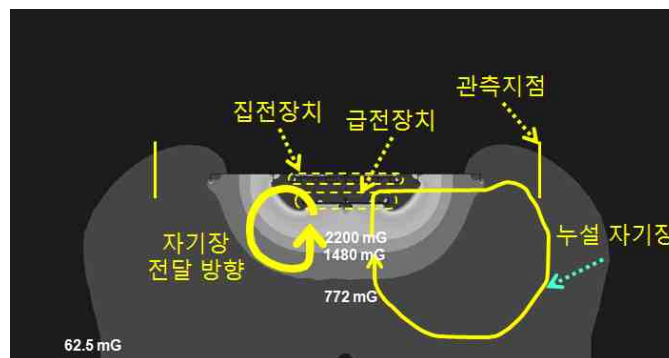


그림 4-29 수직 자속 급/집전장치 (a) 입체도 (b) 정면에서 본 단면도

(나) 수동 차폐

누설 자기장 감소를 위한 방법은 오랜 시간 동안 많은 사람들에 의해 연구되어 왔다. 전자장 차폐에 사용되는 가장 일반적인 방법은 금속 차폐 판을 이용한 수동 차폐로서, 소형 실리콘 칩의 전자장 차폐에서부터 대형 구조물의 차폐까지 널리 이용되고 있다. 온라인 전기자동차의 급/집전장치와 같은 저주파 신호의 차폐에도 금속 판 또는 그물형태의 금속을 이용한 차폐가 적용될 수 있다.

1) 차량 측면 수직 금속판 차폐판 적용

집전장치가 차량 하부에 설치되기 때문에, 집전장치의 윗부분인 차량 하부에는 반드시 그림 4-30과 같이 차량의 폭만큼 금속판으로 차폐가 되어 있어야 한다. 여기서는 차량 바닥면의 금속판 끝에 추가로 수직방향의 금속판을 설치하는 방법의 효용성을 고려한다. 온라인 전기자동차는 도로 위를 이동하면서도 충전을 할 수 있도록 설계되어 있기 때문에, 차량 이동에 필요한 차량 하부와 지면 사이의 간격이 유지되어야 한다. 따라서 주행 중에는 이 간격 사이에 고정된 기구 물로 인한 차량 운행 방해가 있어서는 안 된다. 일반적으로 20cm 정도의 간격이 필요하나, 여기서는 특수 차량을 대상으로 설계하는 것이므로 간격을 13cm로 하였다.

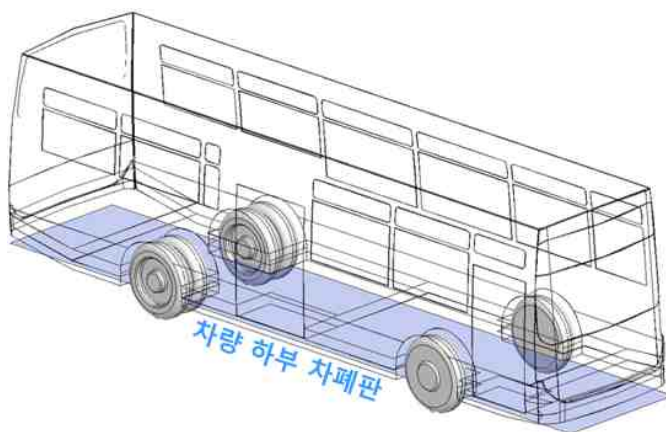


그림 4-30 차량의 하부 차폐판 설치 구조

아래의 시뮬레이션에서는 차량 측면 수직 금속판 차폐 판의 효과를 검증하기 위해 그림 4-31과 같은 시뮬레이션을 진행하였고, 차폐 판의 차폐 특성을 확인하기 위해 차량 하부와 지면 사이의 간격을 침범하여 차폐 판을 설치하였을 자기장의 세기를 확인하였다. 그림 4-31과 같이 차량 끝 부분에서 아래로 내려오는 차폐 판이 있을 때 그 길이에 따른 자기장의 분포가 변화한다. 이는 차폐 판에 수직으로 입사하는 자기장이 차폐 판에 발생하는 Eddy 전류로 인해 상쇄되기 때문에 감소 효과가 나타나는 것으로 분석된다. 차폐 판의 길이가 길어질수록 그 효과가 커지게 되고, 차폐 판을 차량하부와 지면 사이의 간격을 무시하고 지면까지 내릴 경우, 지면 높이에서의 자기장은 128 mG에서 97 mG로 감소하는 효과를 나타낸다.

또한 차폐 판의 두께도 중요한 요소이다. 급/집전장치에서 발생하는 자기장은 차폐 판에 수직으로 입사하는 성분 이외에도 차폐 판에 평행하게 존재하는 부분도 있다. 이 성분은 차폐 판에 전류를 만드는데, 차폐 판의 두께가 매우 얇은 경우 차폐 판의 반대쪽 면에 큰 전류가 흐르게 되어 차폐의 효과가 크게 감소한다. 차폐 판에 흐르는 전류는 표피 효과에 의해 전류가 차폐 판 내부로 침투할 수 있는 깊이가 제한되고 깊이 들어갈수록 전류의 양이 급격하게 감소하게 되는데, 전류의 침투량이 약 0.37배로 감소되는 표면 깊이 (skin depth)는 아래와 같이 계산된다

온라인 전기자동차의 전력전달에 사용하는 20 kHz에서 알루미늄 차폐판 적용 시 표면 깊이는 약 0.56mm이고, 실제로 적용한 2mm 두께의 차폐 판을 침투하여 반대편까지 전달되는 전류의 양은 약 1/35 정도로 감소하기 때문에, 2mm 두께의 알루미늄 판은 차폐에 충분한 두께를 가진다고 볼 수 있다.

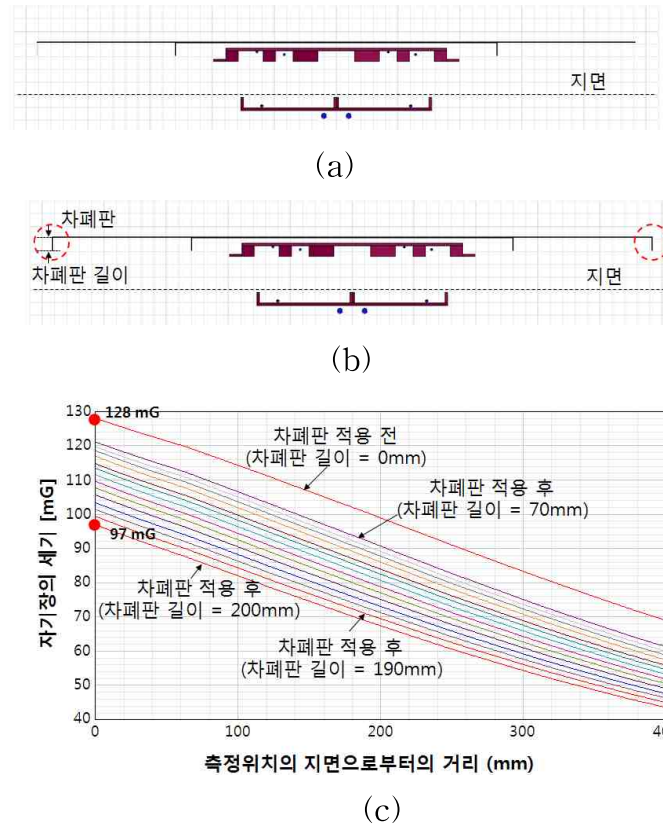
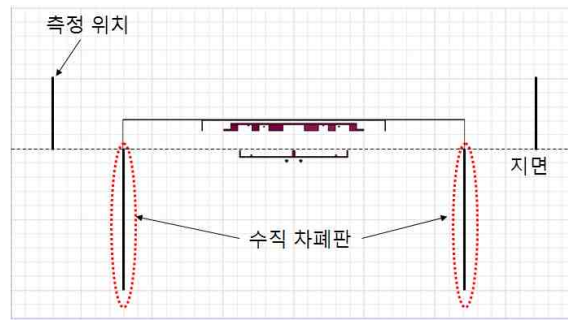


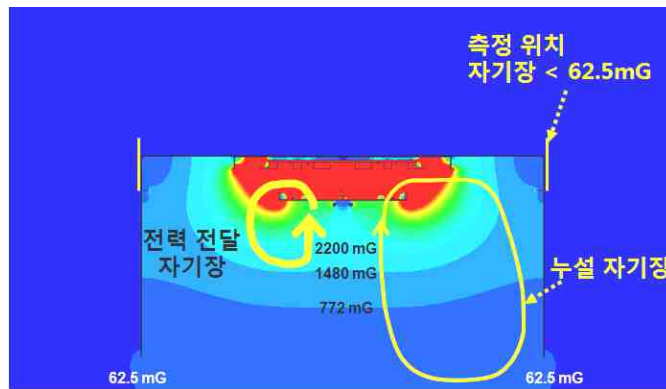
그림 4-31 차량 측면 수직 차폐판을 이용한 자기장 감소 (a) 적용 전 단면 구조 (b) 적용 후 단면구조 (c) 측정위치의 높이에 따른 자기장 세기

2) 지하 수직 차폐판과 금속 브러시를 이용한 차폐

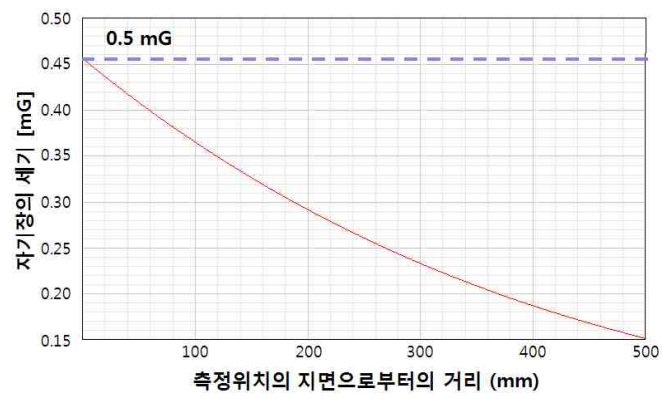
차폐 효과를 극대화하기 위하여, 그림 4-32와 같이 지면에 수직인 차폐판을 지하에 매설하여 차폐하는 방법을 고려하였다. 앞에서 보여 준 차량 측면 수직 차폐판을 지면까지 내린 후, 지하의 수직 차폐판에 연결하였다. 이로써 차량하부 차폐판, 차량 측면 수직 차폐판, 그리고 지하의 수직 차폐판으로 연결되는 완전한 차폐 구조를 만들게 된다. 결국 전체적으로 급/집전장치를 중심으로 하나의 폐 루프 구조를 형성토록 함으로써 급/집전부에서 발생하는 누설 자기장이 일정한 거리 공간에서 벗어나지 못하도록 하는 구조를 형성하게 된다. 즉, 차량 측면과 도로 급전부의 차폐용 금속판이 맞닿아 누설 자기장은 이 구조 속에 갇히게 하는 원리이다. 그림 8과 같이 누설되는 자기장이 0.5mG 이하로 줄어들게 된다.



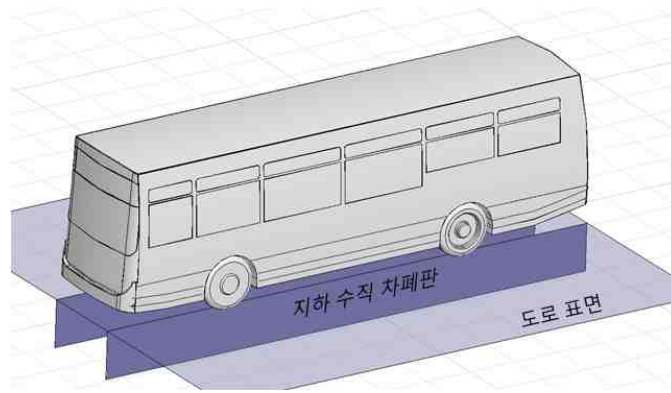
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 4-32 지하 수직 차폐판과 금속 브러시 연결을 이용한 자기장 감소
(a) 적용 후 단면 구조 (b) 적용 후 자기장 세기 분포 (c) 측정위치의 높이에 따른 자기장 세기 (d) 지하 수직 차폐판 설치 구조

그러나 이러한 구조를 실제 차량에 적용하게 되면 차량의 측면이 지하에 매설된 수직 금속판과 고정되어 있기 때문에 차량의 운행이 불가능하다. 따라서 이 구조와 유사한 차폐 효과를 가지면서 차량 운행은 가능한 구조를 제안하였다. 차량 측면 수직 차폐판과 지하 수직 차폐판과의 연결을 금속판으로 구현하지 않고, 여러 개의 가는 금속선을 묶어 브러시 형태로 만들고 이 금속 브러시는 차량 측면 수직 차폐 판에 연결하여, 지면에 노출된 지하 수직 차폐 판의 윗부분과 접촉할 수 있게 하였다. 이 금속 브러시는 차량 진행방향으로 일정 간격을 두고 지하의 수직 차폐 판에 접촉되므로 차폐 효과는 높고 차량의 운행은 가능하도록 하였다.

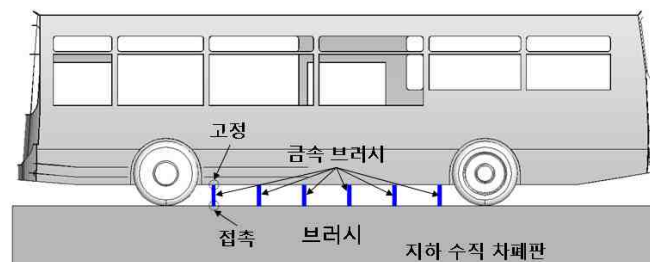


그림 4-33 차량 측면 차폐판과 지하 차폐판을 연결을 통한 자기장 차폐 적용 후 측면 구조

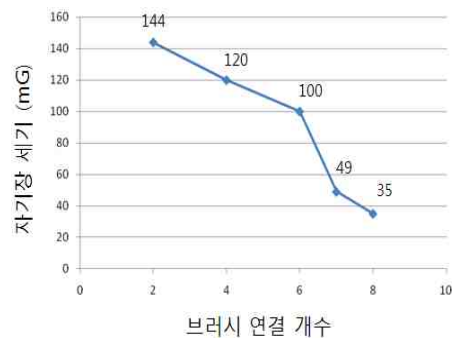
(다) 측정 검증

실제 차량에 적용 전에 그림 4-34의 차폐 판을 이용한 자기장 감소 방안에 대해서 테스트 차량의 측정을 통해 사전 검증을 진행하였다. 그림 4-38은 제안한 브러시를 이용한 차폐 기술이 적용된 실제 구조물이다. 그림 4-38 (a)는 지하 수직 차폐 판과 금속 브러시를 이용한 차폐 기구물이 테스트 차량에 적용된 모습이다. 여기서는 차량 운행보다는 차폐 성능 확인을 위해 금속 브러시와 지하 수직 차폐 판 사이의 연결을 접촉이 아닌 고정방식으로 적용하였다. 그리고 가능성을 확인하는 단계에서는 지하 수직 차폐 판 대신 지하 수평 차폐 망을 적용하였다. 측정에는 Narda EFA300 자기장 측정기를 이용하였고, X, Y, Z 세 축 방향으로 다양하게 측정하여 가장 큰 값을 취하였다.

자기장 측정결과, 금속 브러시 연결에 의한 자기장 감소가 확연히 나타났다. 브러시의 연결 개수가 늘어날수록 자기장은 감소하였고, 35mG 까지 자기장이 감소할 수 있음을 보여주었다. 급/집전장치로부터 일부의 자기장이 차량 주변으로 누설되기 위해서는 브러시연결에 의해 생성된 루프를 통과하여야 한다. 그러나 차량 측면 차폐판과 지하 수평 차폐 판, 그리고 브러시에 의한 완전한 도전성 루프에 의해 누설 자기장의 주성분인 루프에 수직성분이 루프에 역 기전력을 만들고 이로 인한 역 자기장에 의해 누설 자기장의 상당부분을 상쇄시키는 것으로 볼 수 있다.



(a)



(b)

그림 4-34 금속 브러시 접촉에 의한 자기장 차폐 (a) 사전 측정 검증을 위해 테스트 차량에 적용하여 된 금속 브러시 (b) 브러시 연결 개수에 따른 자기장 감소 측정 결과

(3) 연구 결론

본 연구에서는, 온라인 전기자동차와 비접촉식 전력 전달 원리를 소개하였고, 급전장치와 집전장치에서 발생하는 누설 자기장을 최소화 하는 방법을 제안하였다. 금속 브러시를 이용한 자기장 차폐 방법은 자기장 시뮬레이션 해석과 테스트 차량의 측정으로 검증하였고, 누설 자기장을 62.4 mG 이하로 낮추어 전파법의 자기장 규격을 만족시키는 데 성공하였다.

나. 일반 자동차 및 전기자동차의 EMC 규격의 적합성 연구

(1) 연구개요 및 목적

2009년 9월에 프랑스 리옹에서 개최된 CISPR and IEC TC77 회의에서 하이브리드 및 전기 자동차를 위하여 논의된 자동차 EMI 규격은 ‘하이브리드 및 전기 자동차와 전력망 간의 연결에 따른 전도성 방사’에 관한 것과, ‘하이브리드 및 전기 자동차 시험 시 안테나 위치’에 관한 것, ‘하이브리드 및 전기 자동차 시험 시 자동차의 속도’에 관한 것으로 정리 할 수 있다.

여기에서 ‘하이브리드 및 전기 자동차와 전력망 간의 연결에 따른 전도성 방사’에 관한 규격을 규명하기 위한 기술적인 연구는 이미 2009년도 완료 보고서 2장 2절 ‘하이브리드 자동차 EMC 발생 기구 연구’에서 설명하였다. 본 절에서는 엔진구동 자동차 및 모터 구동 자동차의 EMI 규격의 적합성 연구를 위하여 ‘자동차 시험 시 동작 모드’ 및 ‘자동차 시험 시 안테나 위치’에 관한 연구와 ‘자동차 시험 시 자동차의 속도’에 관한 연구를 진행하고자 한다.

(2) 연구 방법

‘자동차 시험 시 동작 모드’에 관한 규격은 자동차 EMC 규격 동향에서 언급한 것과 같이 전기 및 하이브리드 자동차의 충전을 위하여 전력망 간의 연결이 이루어지며, 이에 따른 EMI 방사가 예상되어진다. 따라서 기존의 Key on 모드와 Engine on 모드의 측정에 Charge on 모드를 추가 하자는 제안이다.

이를 위하여 본 연구에서는 전기자동차를 Key off, Key on, Charge off, Charge on, 주행모드 등으로 변경하면서 측정하였고, 그 결과를 비교 검토함으로써 규격의 필요성 여부를 평가 하였다. 30MHz ~ 200MHz의 측정을 위하여 Biconical Antenna와 200MHz ~ 1GHz의 측정을 위하여 Log Periodic Antenna를 선정 하였다. 측정을 진행한 EMC Chamber는 10m 이상의 거리에서 자동차 측정이 가능한 설비를 갖춘 Semi-Anechoic Chamber를 채택하였다. 측정에 사용한 자동차는 4.81m의 일반 자동차와 4.44m, 3.5m의 전기 자동차를 사용하였다. 안테나와 자동차 간의 거리를 10m로 설정 하였다. 안테나의 측정 위치는 자동차의 측면 부 엔진 위치에서 측정 하였다.

‘자동차 시험 시 안테나 위치’에 관한 규격은 자동차 EMC 규격 동향에서 언급한 것과 같이 모터 구동 자동차 등과 같이 EMI Source가 차량 전체에 분포 하는 경우, 측정 정확도의 향상을 위하여 기존의 엔진 중앙에 안테나 위치를 일치시켜 측정하는 방식에서, 안테나의 반치각을 고려하여 차량 전체를 측정 할 수 있게 안테나 위치를 중심으로 선정하거나, 다중으로 선정하는 측정방식을 말한다.

이를 위하여 본 연구에서는 안테나의 반치각에 의하여 형성 되어지는 길이보다 긴 자동차를 선정하여 그 측정 위치를 변화하면서 진행하였으며, 측정 결과의 세기를 비교 검토함으로써 규격의 타당성 여부를 평가 하였다. 30MHz ~ 200MHz의 측정을 위하여 Biconical Antenna와 200MHz ~ 1GHz의 측정을 위하여 Log Periodic Antenna를 선정 하였다. 측정을 진행한 EMC Chamber는 자동차 측정이 가능한 설비를 갖춘 Semi-Anechoic Chamber를 채택하였다. 측정에 사용한 자동차는 4.81m의 일반 자동차와 4.44m, 3.5m의 전기 자동차를 사용하였으며, 안테나의 반치각이 60도인 것을 고려하여 안테나와 자동차 간의 거리를 3m로 설정하였다. 즉 안테나 3m 거리에서는 3dB 이내의 오차를 가지는 반치각의 길이가 3m 이므로, 이 길이를 초과하는 길이의 자동차와 비슷한 크기의 자동차를 선정하였다. 안테나의 측정 위치는 자동차의 앞면 중앙, 엔진위치(앞면에서 약 0.7m) 측면, 차량 중앙 측면, 차량 뒤(차량 뒤에서 약 0.7 이동 지점)측면으로 이동하여 측정 하였다.

‘자동차의 속도’에 관한 규격은 자동차 EMC 규격 동향에서 언급한

것과 같이 전기 자동차 등의 출현으로 측정조건을 명확히 하기 위하여 프랑스 대표단이 관련 규정의 개정을 요청하였으며, 구체적으로 속도는 모두 40km/h+10%로, 불꽃점화 엔진의 엔진조건은 1500rpm으로, 전기자동차의 엔진조건은 1500rpm $\pm$ 150으로 규정할 것을 제안하였다.

이를 위하여 본 연구에서는 자동차의 RPM을 900, 1200, 1500, 1800으로 변화시켜 측정하여, 그 세기를 비교 검토함으로서 규격의 타당성 여부를 평가하였다. 30MHz ~ 200MHz의 측정을 위하여 Biconical Antenna와 200MHz ~ 1GHz의 측정을 위하여 Log Periodic Antenna를 채택 하였으며, 안테나와 자동차 간의 거리는 10m로 위치하였다. 안테나의 위치는 자동차의 엔진 위치와 일치시켰다.

(3) 연구 결과

(가) 엔진 구동 자동차 및 모터 구동 자동차 측정 결과 1

아래의 그림 4-35, 4-36은 엔진 구동 자동차의 엔진 구동 시 발생하는 Noise 특성과 기타 소형 모터, 전장품 및 라이트 등에서 발생하는 Noise의 특성을 파악하기 위하여, 엔진을 가동한 상태에서 자동차의 와이퍼, 장착된 모든 전장류, 그리고 라이트 등을 켜고서 복사성 방사를 측정한 결과와 불꽃 점화 장치만 정지 시킨 상태에서의 복사성 방사를 측정한 결과를 비교 하였다.

아래 측정 결과에서와 같이 대부분의 자동차 노이즈는 200MHz 이하의 대역에서 주로 분포함을 확인 할 수 있으며, 엔진의 동작 유무에 따른 노이즈 특성이 Vertical 방향의 측정 결과에서 더욱 뚜렷하게 볼 수 있다.

그림 4-35에서 침두값 모드에서 측정한 경우에는 엔진의 동작 유무에 따라서 노이즈 특성 차이를 명확한 확인 할 수 있다. 그림 4-36의 평균값 모드로 측정한 경우는 대부분의 주파수 대역에서 엔진의 동작 유무와 관계없이 동일한 세기를 나타내나, 일부 주파수 대역에서만 세기의 차이를 가진 피크성 노이즈를 확인 할 수 있다. 이는 측정의 특성에 기인 한 것으로 침두값 측정법에서는 주기성 비주기성 노이즈가 모두 강하게 측정되는 반면, 평균값 측정법에서는 주기성 노이즈만 강하게 측정 되어 나타나는 현상이다. 결국 엔진 동작 시 발생하는 노이즈

는 대부분이 비 주기성 노이즈임을 의미한다. 또한 평균값 측정법에서

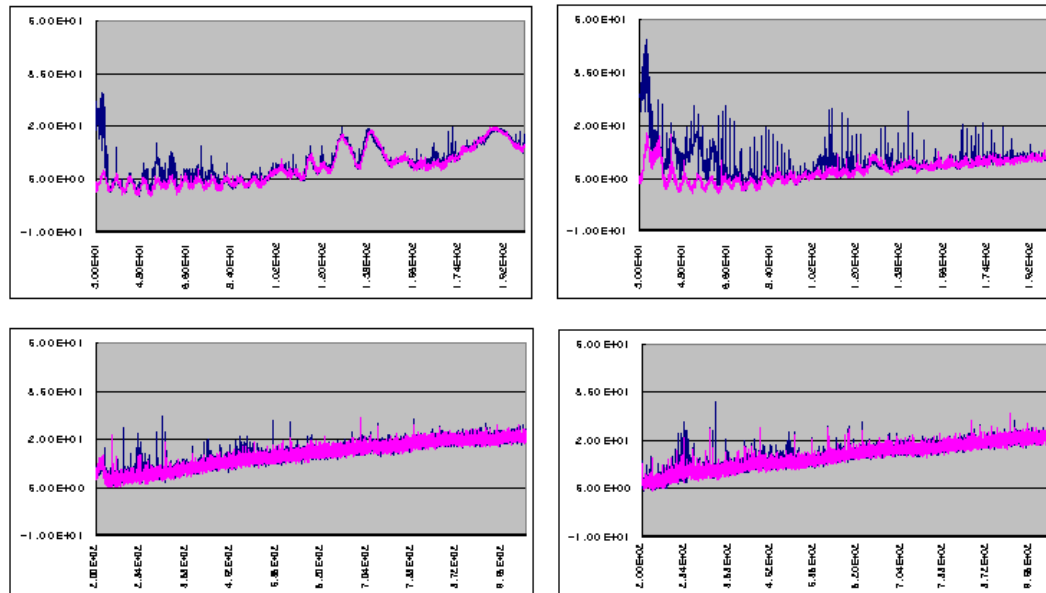


그림 4-35 침두값 모드 (청색: Full 동작, 적색: 엔진 Off, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)

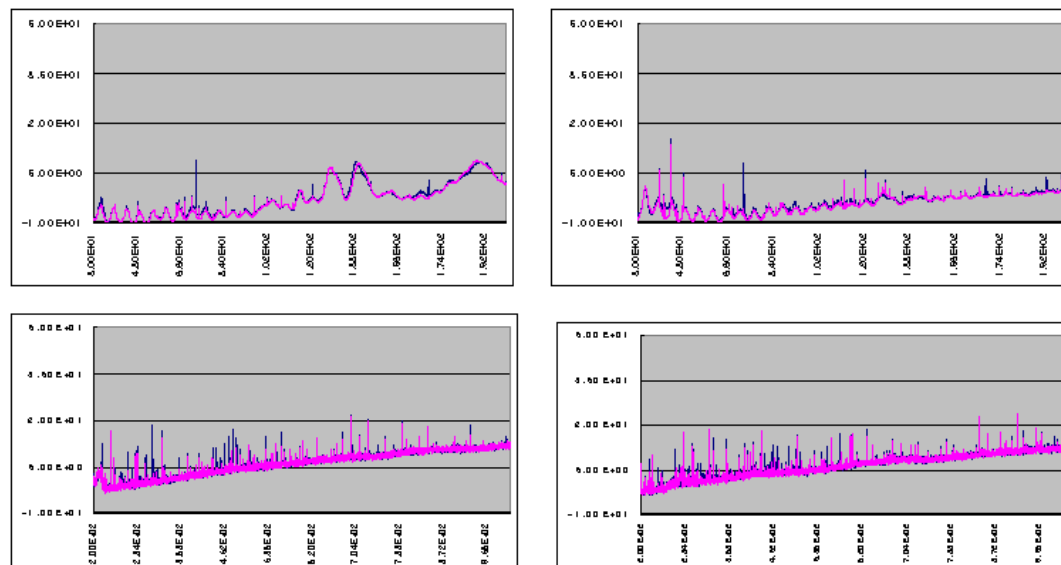


그림 4-36 평균값 모드 (청색: Full 동작, 적색: 엔진 Off, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)

도 엔진 동작 시 광대역의 노이즈가 강하게 나타나고, 엔진 정지 시는 전 주파수 대역에서 협대역 노이즈가 강하게 나타남을 확인 할 수 있다.

이상으로 엔진 동작 시 노이즈는 비주기성으로 광대역 노이즈 특성을 가짐을 확인 하였다. 이러한 특성은 Alternator와 Ignition Device가 발생시킨 노이즈와 유사한 특성을 가져 이에 의한 결과임을 유추하여 볼 수 있다. 엔진 정지 시 노이즈가 주기성이며, 협대역 특성을 가지는 것은 전장품이 가지는 Clock 같은 주기성 신호와 동일한 특성을 나타내어 이에 의한 결과임을 유추 할 수 있다.

그림 4-37, 4-38은 전기자동차의 모터 구동 시 발생하는 Noise 특성과 기타 소형 모터, 전장품 및 라이트 등에서 발생하는 Noise의 특성을 파악하기 위하여, Key off 상태 (BMS 만 동작하는 상태), Key on 상태 (Control에 제어 전원이 들어간 상태), 구동 모터 동작 상태 (자동차의 와이퍼, 장착된 모든 전장류, 그리고 라이트 등을 켜 상태), Charge off 상태 (전력 망 연결 후 미 충전 상태), Charge on 상태 (전력 망 연결 후 충전 상태) 등에서의 복사성 방사를 측정한 결과를 비교하였다.

측정 결과에서와 같이 전기 자동차 노이즈는 1000MHz 대역까지 넓고 강하게 분포함을 확인 할 수 있으며, 또한 동작 모드에 따라 노이즈 특성이 뚜렷하게 구분됨을 확인 할 수 있다. 침두값 모드에 의한 측정에서, Key off 상태 또는 Charge off 상태에서도 저주파 대역에서 Noise가 존재함을 확인 할 수 있으나, 그 크기가 Key on 상태 또는 Charge on 상태 보다 미약함을 확인 할 수 있다. 또한 Key on 상태와 주행상태와 비교 시, 그 세기의 차가 비슷한 한편 Noise의 주파수에 따른 특성이 일부 주파수 대역에서 다름을 확인 할 수 있다. 평균값 모드에 의한 측정에서도, Key off 상태 또는 Charge off 상태에서도 Noise가 존재함을 확인 할 수 있으며, 그 크기는 Key on 상태 또는 Charge on 상태 보다 미약함을 확인 할 수 있다. Key on 상태와 구동 모터 동작 상태를 비교 시, 대부분의 주파수 대역에서 그 세기의 차가 일치 하며, 일부 주파수 대역(100MHz 이하)에서 차이를 나타내는 것을 확인

할 수 있다. Charge on 상태는 구동 모터 동작 상태 보다 200MHz 이

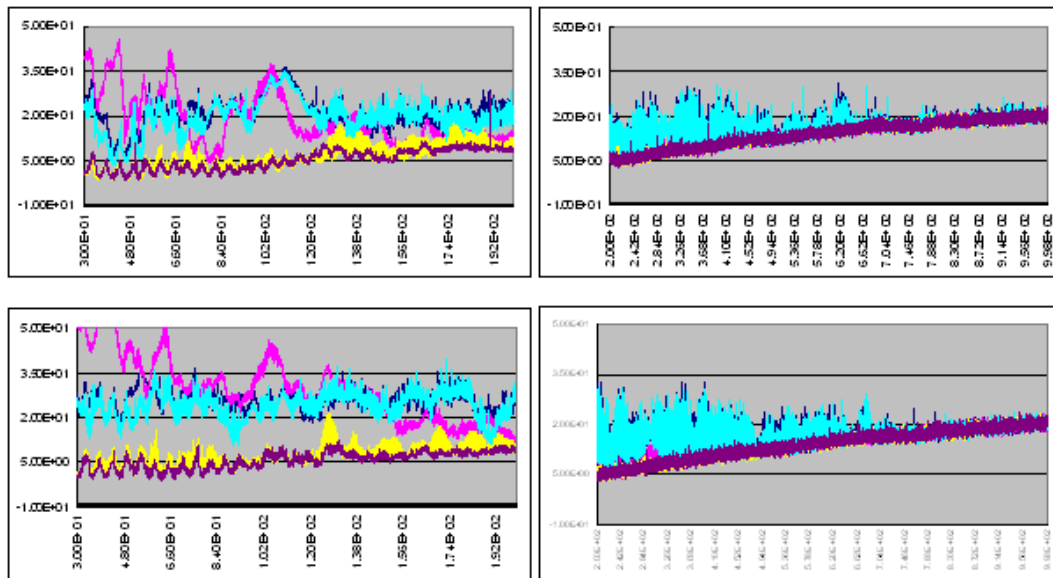


그림 4-37 침투값 모드 (검색: Key off, 노란색: Charge off, 하늘색: Key on, 주황색: Charge on, 청색: Motor on, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)

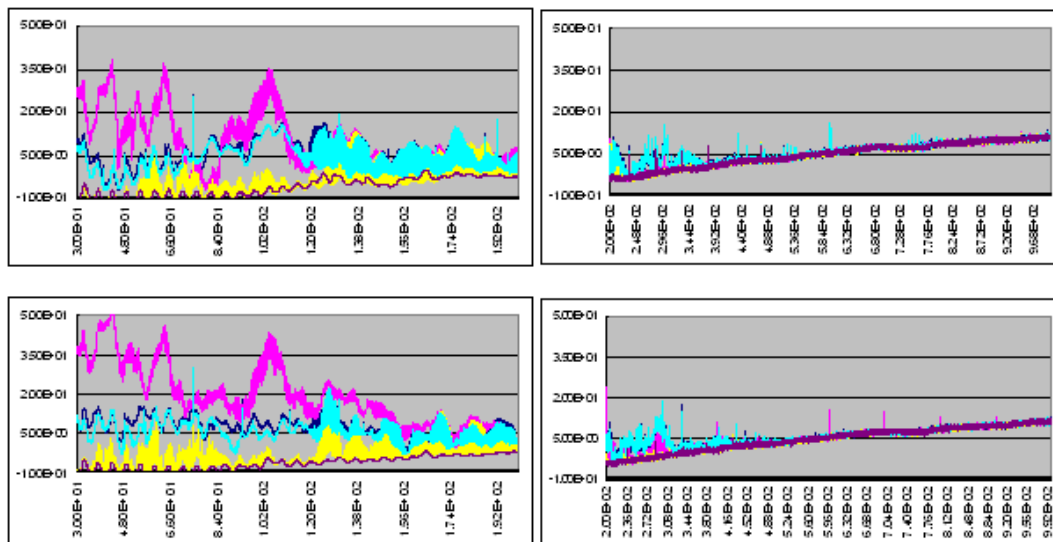


그림 4-38 평균값 모드 (검색: Key off, 노란색: Charge off, 하늘색: Key on, 주황색: Charge on, 청색: Motor on, 좌; Horizontal 방향의 Antenna, 우; Vertical 방향의 Antenna, 상; 30~200MHz, 하: 200~1GHz)

하의 주파수 대역에서 매우 높은 세기를 나타냄을 확인 할 수 있다.

침두치와 평균값 모드에서 측정 한 경우, Key off 상태와 Charge off 상태에서 Noise가 발생하는 것은 전기 자동차가 정지 상태에서도 배터리의 상태를 파악하여야 하는 관계로 상시 BMS (Battery Management System)가 동작함에 따른 결과이다. Charge off 상태가 Key off 상태보다 높게 나타나는 것은 충전을 위하여 Cable이 연결된 결과로 유추 할 수 있다. Key on 상태는 BMS를 포함하여 자동차 내 모든 전기 장치에 전력을 공급하는 상태로, 내장된 다양한 전자 Device가 동작하는 상태이다. 따라서 Key on 상태가 Key off 상태보다 전 주파수 대역에서 높은 세기를 나타낸다. Charge on 상태는 전력망의 Cable이 연결되고 전력 공급 및 충전을 위한 관련 Device들이 동작하는 상태로 Charge off 상태 보다 전 주파수 대역이 높은 세기를 가진다. Key on 상태와 모터 구동 상태에서는 대부분의 주파수 대역에서 동일한 세기를 나타내나, 일부 주파수 대역에서 큰 차를 나타내는 것은 구동 모터의 동작에 따른 결과로 예측되어진다.

이상의 결과를 종합하여 보면, 엔진 구동 자동차의 경우에는 Key on 상태의 측정을 통하여 협대역 Noise의 평가를, 엔진 구동 상태의 측정을 통하여 광대역 Noise의 평가를 실시하였음을 확인하였다. 전기 자동차(모터 구동 자동차)의 경우도 Key on 상태의 측정을 통하여 협대역 Noise의 평가를, 모터 구동 상태의 측정을 통하여 광대역 Noise 평가를 실시 할 수 있음을 확인하였다. 또한 Charge on 상태에서 측정의 필요성도 확인 하였다.

(나) 엔진구동 자동차 및 전기 자동차 측정 결과 2

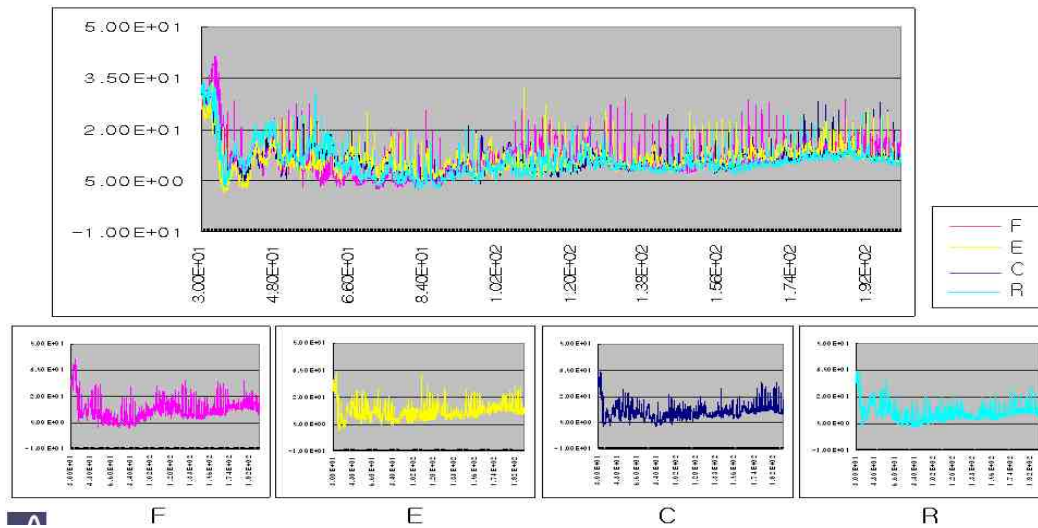


그림 4-39 Horizontal 안테나 방향의 첨두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

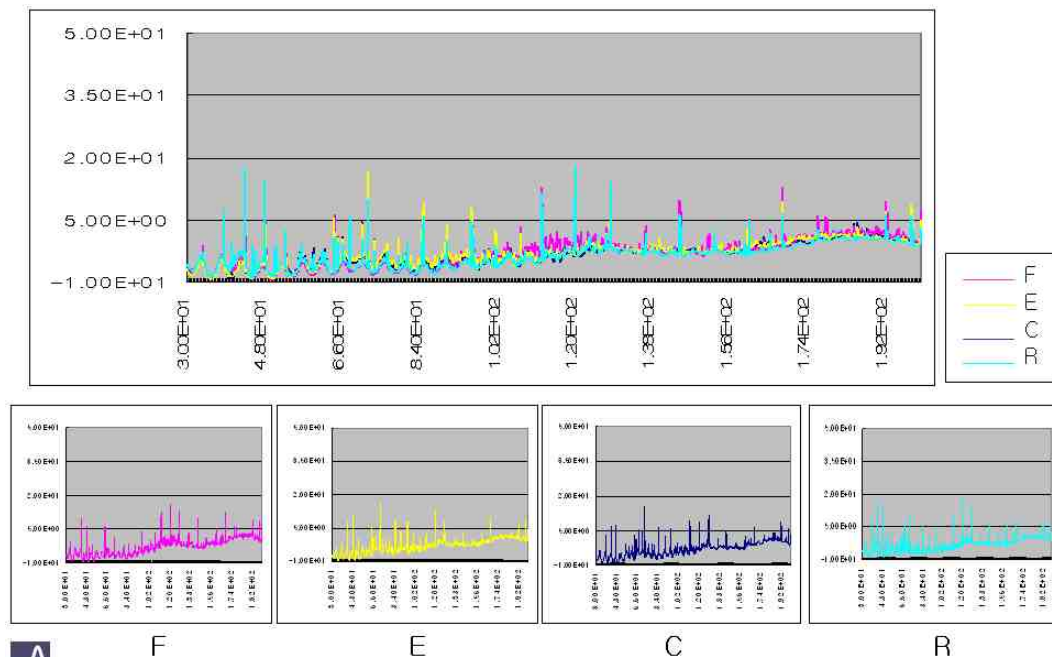


그림 4-40 Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

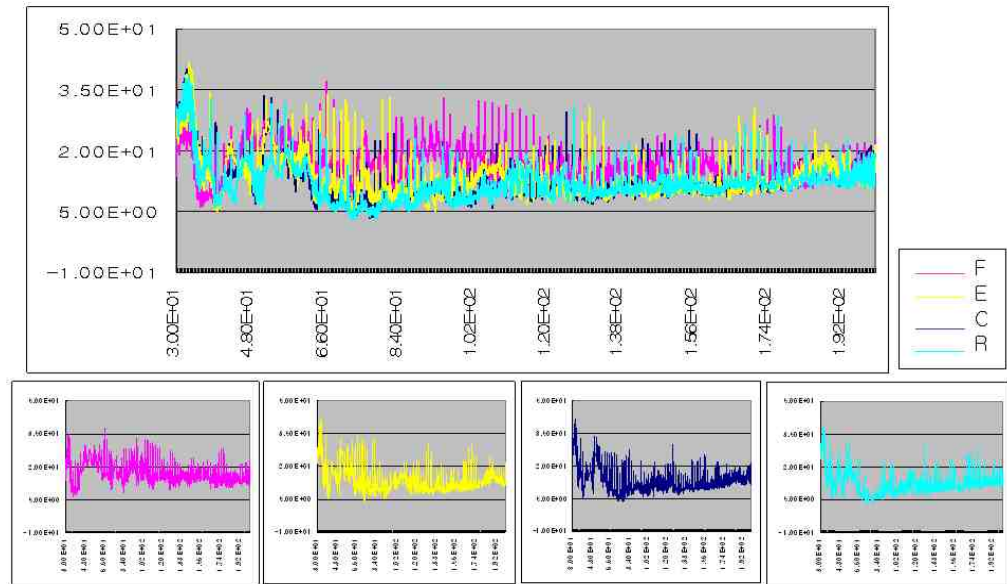


그림 4-41 Vertical 안테나 E 방향의 첨두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

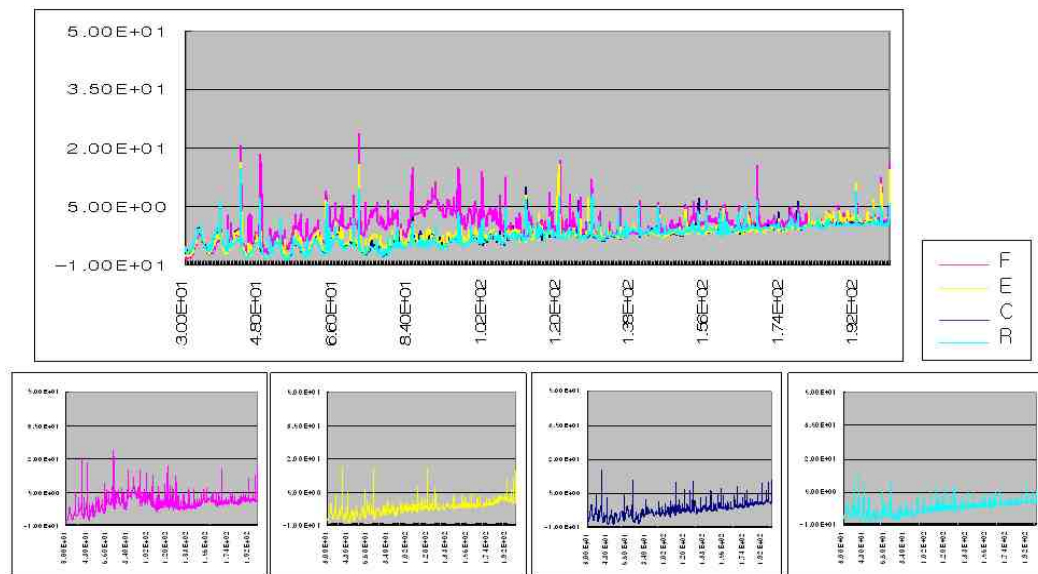


그림 4-42 Vertical 안테나 E 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

그림 4-39, 4-40, 4-41, 4-42는 엔진 구동 자동차의 복사성 방사를 측정 한 것으로 3m 안테나 거리에서 자동차 앞면 중앙(F), 측면 엔진(E), 측면 중앙(C), 측면 후위(R) 등에서 측정한 결과이다.

그림 4-39와 같이 수평방향의 안테나로 침두치 모드로 측정한 결과, 자동차의 앞면부에서 전반적으로 노이즈가 강하게 나타났다. 자동차 측면부에서는 일부 주파수 대역을 제외한 대부분의 주파수 대역에서 엔진 위치에서 강하게 측정 되었다. 그림 4-41와 같이 수평방향의 안테나로 평균값 모드로 측정한 결과 안테나 위치에 따라 강하게 나타나는 주파수 대역이 달라짐을 확인 할 수 있으며, 일부 주파수 대역에서는 자동차 후위에서도 강하게 측정됨을 확인 할 수 있다.

이는 ‘가. 엔진구동 자동차 및 전기 자동차 측정 결과 1’에서 유추하여 본 것과 같이 침두치 모드 측정에서는 앞면부에 위치한 Alternator와 Ignition Device 노이즈가 강하게 측정 되어 Alternator와 Ignition Device가 위치한 자동차 앞면에서 강하게 발생한 결과임을 추론 할 수 있다. 평균값 모드에 강하게 측정되는 주기성 노이즈는 자동차 전역에 존재하므로 주파수 대역에 따라 발생하는 노이즈의 위치가 상이하여, 측정 위치에 따라 결과가 상이하게 발생함을 추론 할 수 있다.

그림 4-40과 같이 수직방향의 안테나로 침두치 모드로 측정한 결과, 자동차 앞면부에서 대부분의 주파수 대역에서 강하게 발생함을 확인 할 수 있으며, 자동차 측면부에서는 엔진 부위에 안테나기 위치 할 경우 강하게 발생함을 확인 할 수 있다. 또한 그림 4-42와 같이 평균값 모드로 측정한 경우도 자동차 앞면부에서 강하게 발생함을 확인 할 수 있다.

이상의 결과에서 엔진 구동 자동차의 경우 침두치 측정 방법에서 확인 한 것과 같이, 기존의 Engine 중심의 자동차에서 복사성 방사 평가를 위하여 자동차 엔진 부위를 안테나 중심점으로 선정하는 측정법은 큰 무리가 없는 방법임을 확인하였다. 그러나 전자 장치 및 장비의 장착이 늘어나는 현재의 자동차에서는 평균값 측정 결과에서 나타난 것과 같이, 안테나의 위치에 따른 복사성 방사 측정 결과 값의 차이가 안테나 위치에 크게 의존함을 확인 하였다.

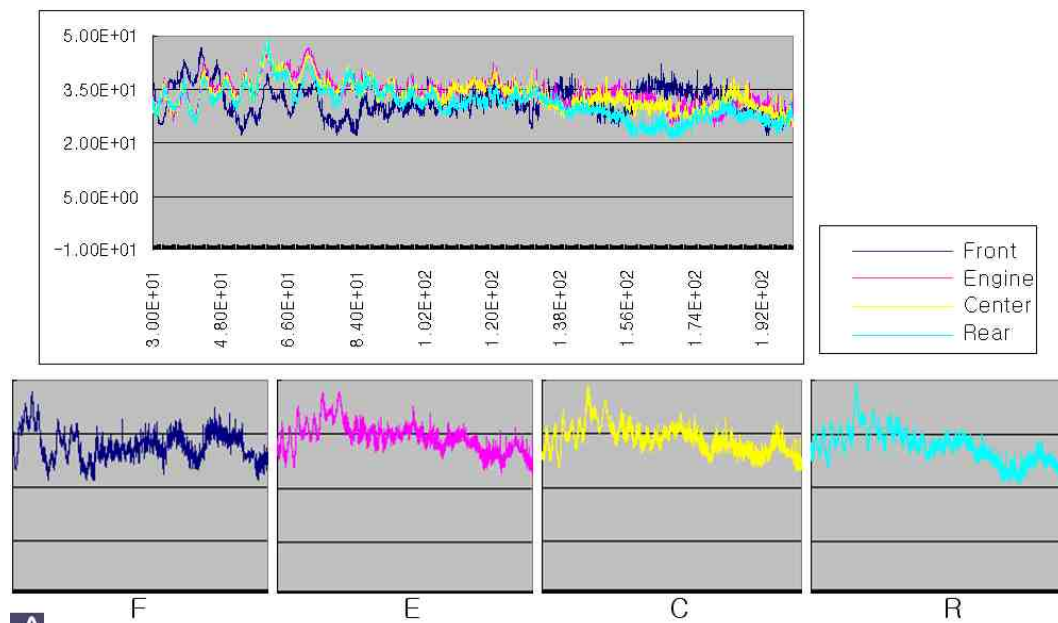


그림 4-43 Horizontal 안테나 방향의 첨두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

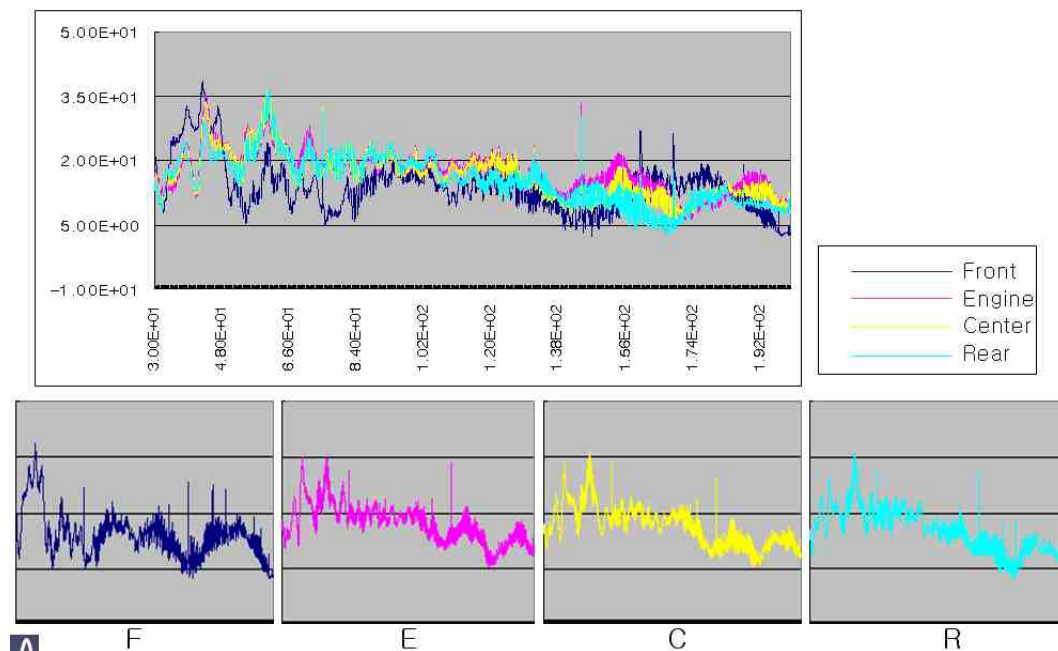


그림 4-44 Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

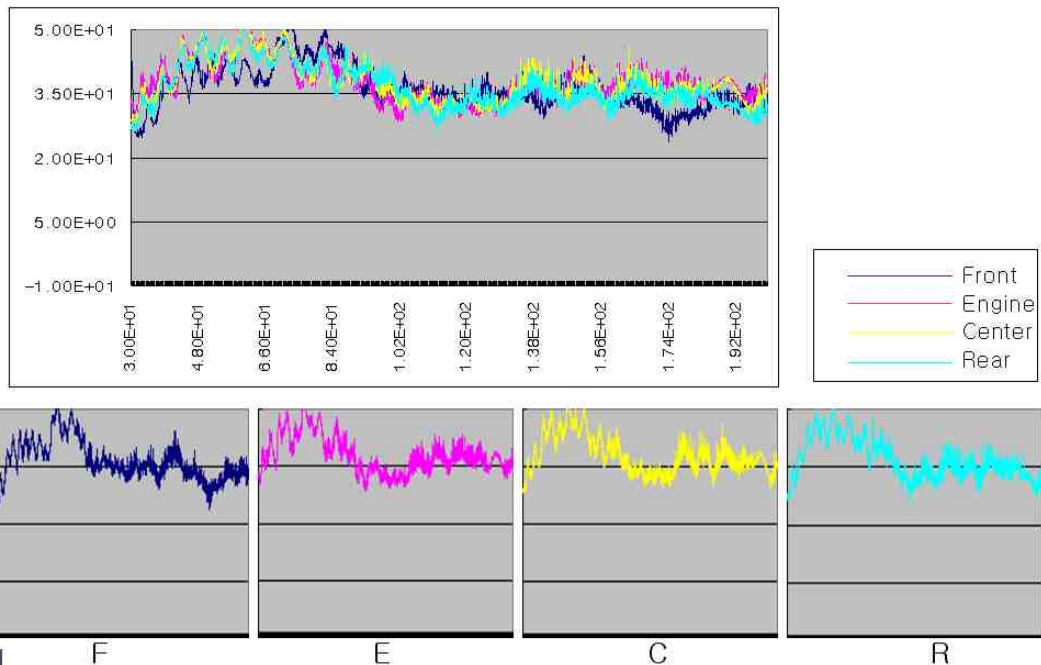


그림 4-45 Vertical 안테나 방향의 첨두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

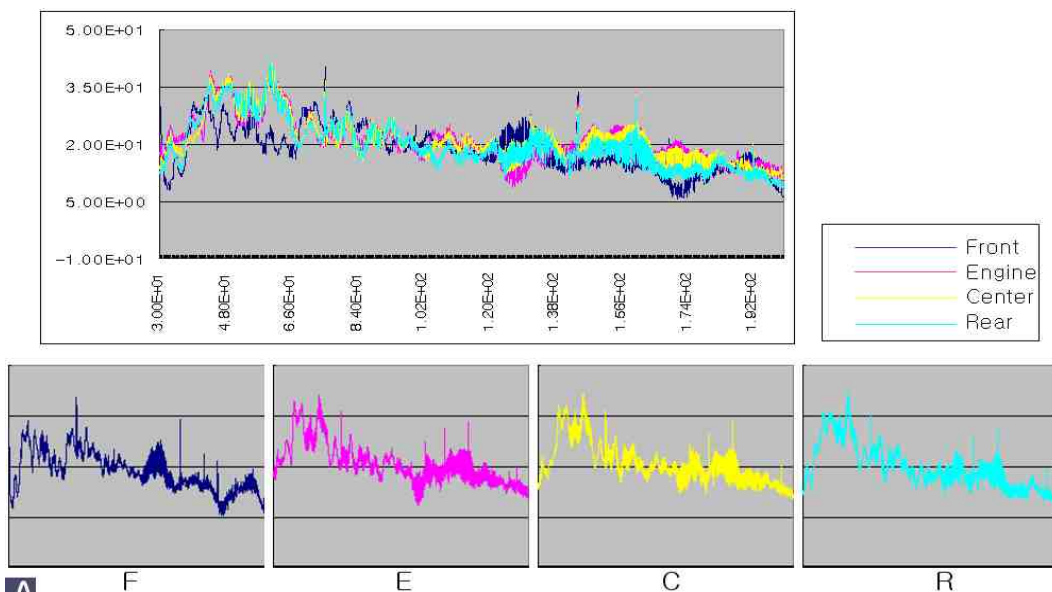


그림 4-46 Vertical 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

그림 4-43, 4-44, 4-45, 4-46은 모터 구동 자동차의 복사성 방사를 측정
 한 것으로 3m 거리에서 안테나 위치를 모터 구동 자동차의 앞면 중
 앙(F), 측면 엔진(E), 측면 중앙(C), 측면 후위(R) 등으로 이동하면서 측
 정한 결과를 나타내었다. 그림 4-43과 같이 수평방향의 안테나로 침두
 치 모드로 측정한 경우, 엔진 구동 자동차와 상이하게 앞면부가 특별히
 강하게 나타나는 현상은 발생하지 않았다. 주파수 대역에 따라 최대 세
 기를 나타내는 안테나의 위치가 다르게 나타났다. 그림 4-44의 수평방
 향의 안테나로 평균값 모드로 측정한 경우도 주파수 대역에 따라 최대
 세기를 나타내는 안테나의 위치가 다르게 나타났다. 그림 4-45, 4-46의
 수직 방향의 안테나로 침두치 및 평균값 모드로 측정 한 경우에도 동일
 한 결과를 나타냄을 확인 할 수 있었다. 이상의 결과에서 모터 구동 자
 동차의 경우가 엔진 구동 자동차와 경우보다 복사성 방사 평가 시 안테
 나의 측정 위치에 크게 의존함을 확인 할 수 있었다.

그림 4-47, 4-48, 4-49, 4-50은 200MHz ~ 1GHz 주파수 대역에서
 수평 및 수직 방향의 안테나로 침두치 및 평균값 모드로 측정한 엔진
 구동 자동차의 결과이다. 그림 4-51, 4-52, 4-53, 4-54는 200MHz ~
 1GHz 주파수 대역에서 수평 및 수직 방향의 안테나로 침두치 및 평균
 값 모드로 측정한 모터 구동 자동차의 결과이다. 앞면부 중앙에서 큰
 세기를 나타내는 그림 4-49를 제외하면, 모든 경우에서 주파수 대역에
 따라 최대 세기를 나타내는 안테나의 위치가 다름을 확인할 수 있다.

이상으로, 엔진 구동 자동차의 경우에는 침두치 모드 측정에서는
 기존의 규격에 준하여 자동차 측면 엔진 부위를 안테나 중심으로 선
 정하여도 큰 무리가 없음을 확인 할 수 있었다. 그러나 평균값 모드 측
 정 결과에서는 최대값을 나타내는 주파수 대역이 안테나의 위치에 따라
 다르게 나타나, 측정 위치의 중요성을 확인 할 수 있었다. 특히 모터 구
 동 자동차의 경우에는 침두치 및 평균값 모드의 구별 없이 최대값을 나
 타내는 주파수 대역이 안테나의 위치에 의존하였다. 현재와 같이 전자
 화 되는 엔진 구동 자동차를 포함하여 하이브리드 자동차 및 전기 자동
 차는 EMI Radiation 평가 시 측정 안테나의 위치선택이 중요함을 확인
 하였다. 즉 기존의 EMI Radiation 평가 방법이 개선되어야 함을 인식
 하게 되었다.

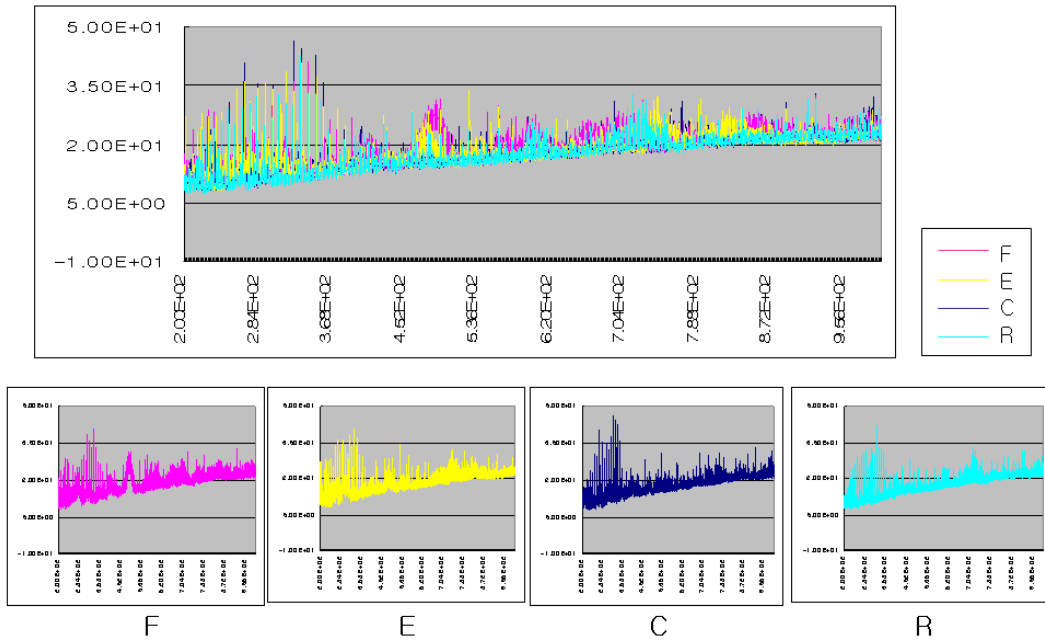


그림 4-47 Horizontal 안테나 방향의 침두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

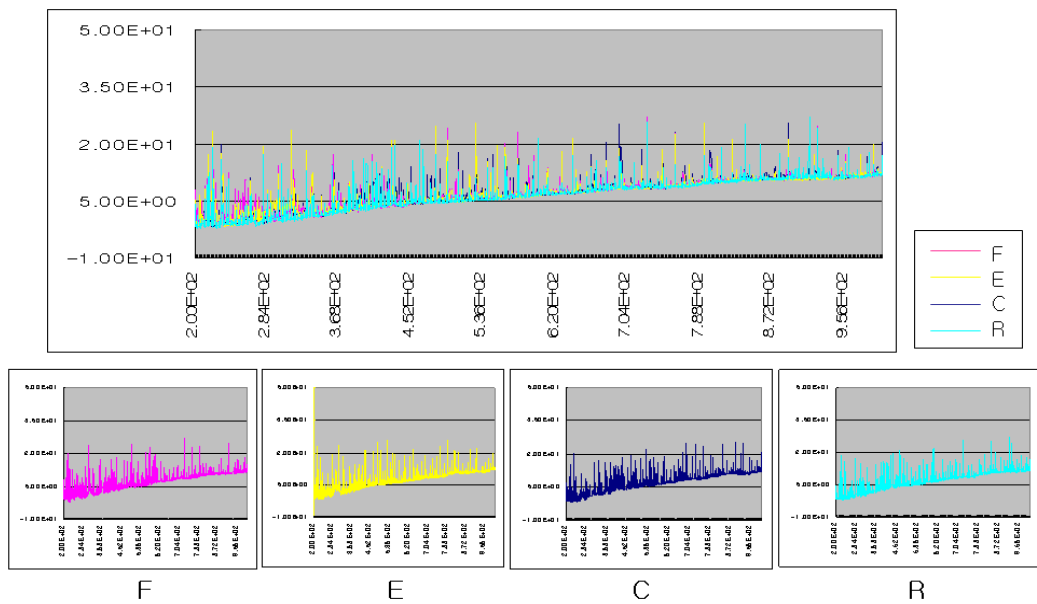


그림 4-48 Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

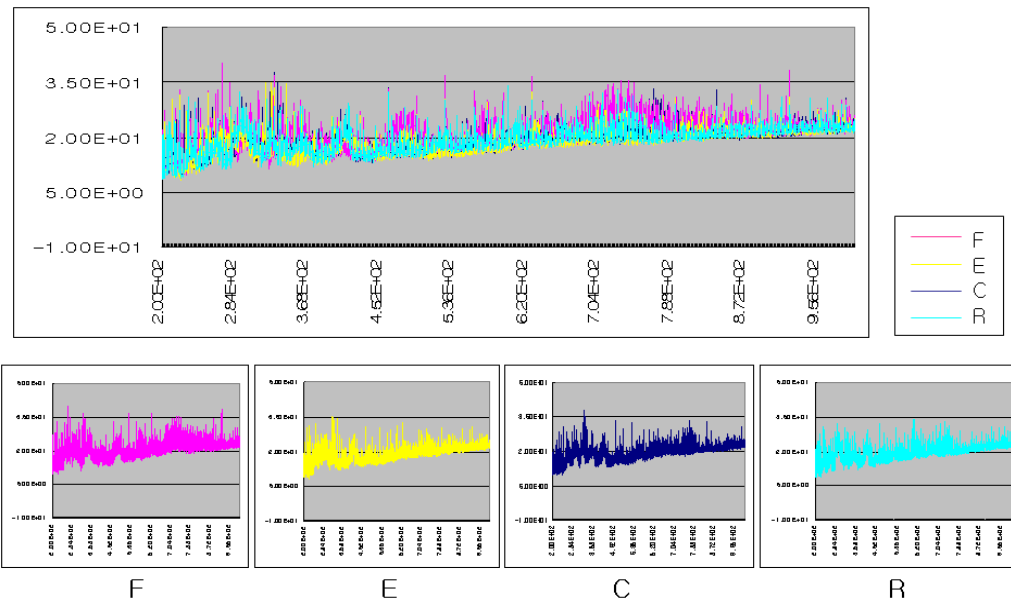


그림 4-49 Vatical 안테나 방향의 첨두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

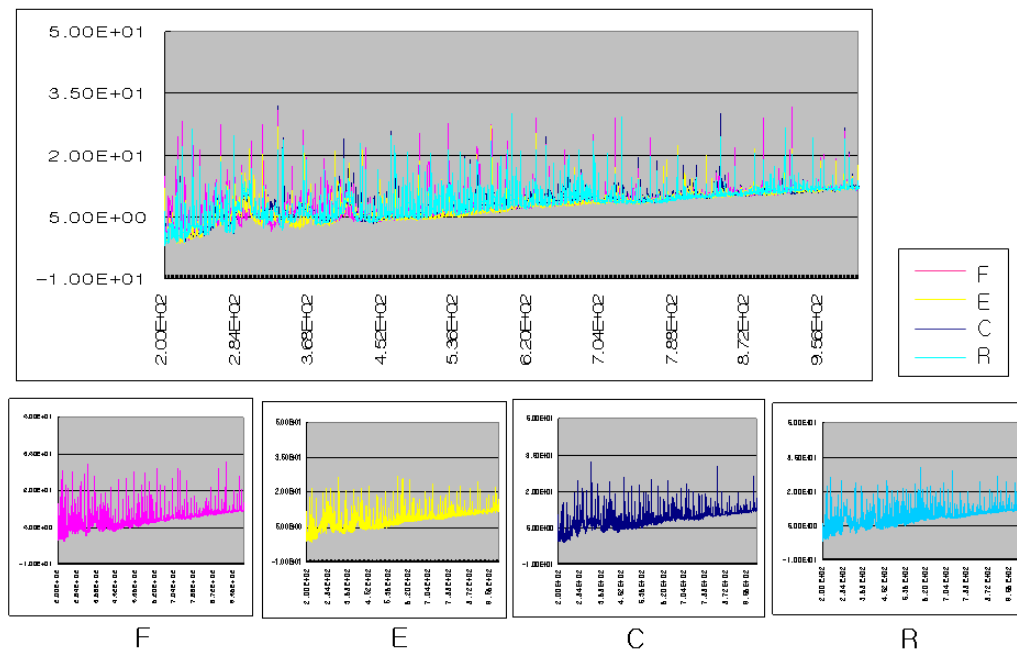


그림 4-50 Vatical 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

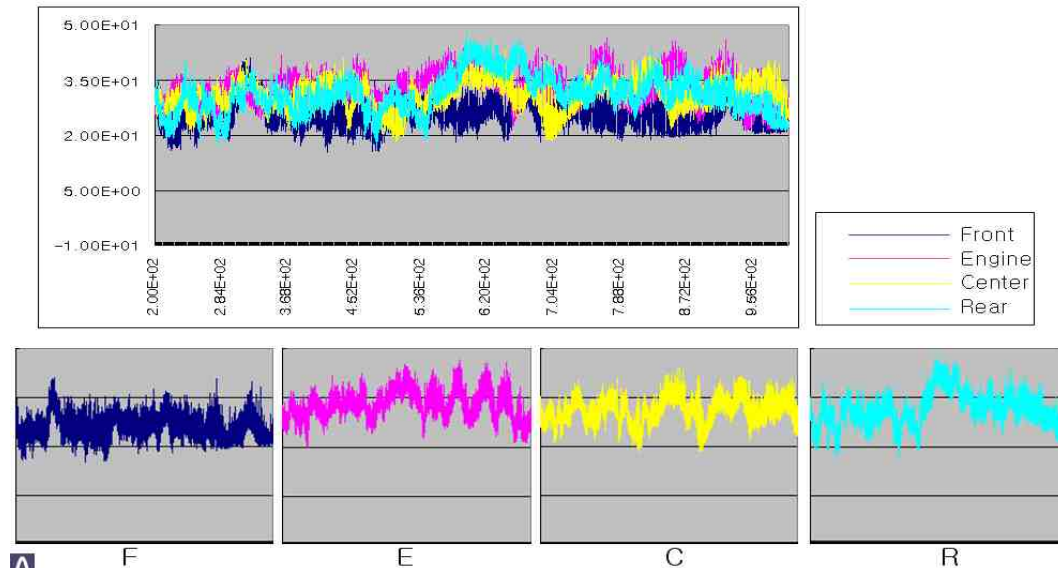


그림 4-51 Horizontal 안테나 방향의 첨두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

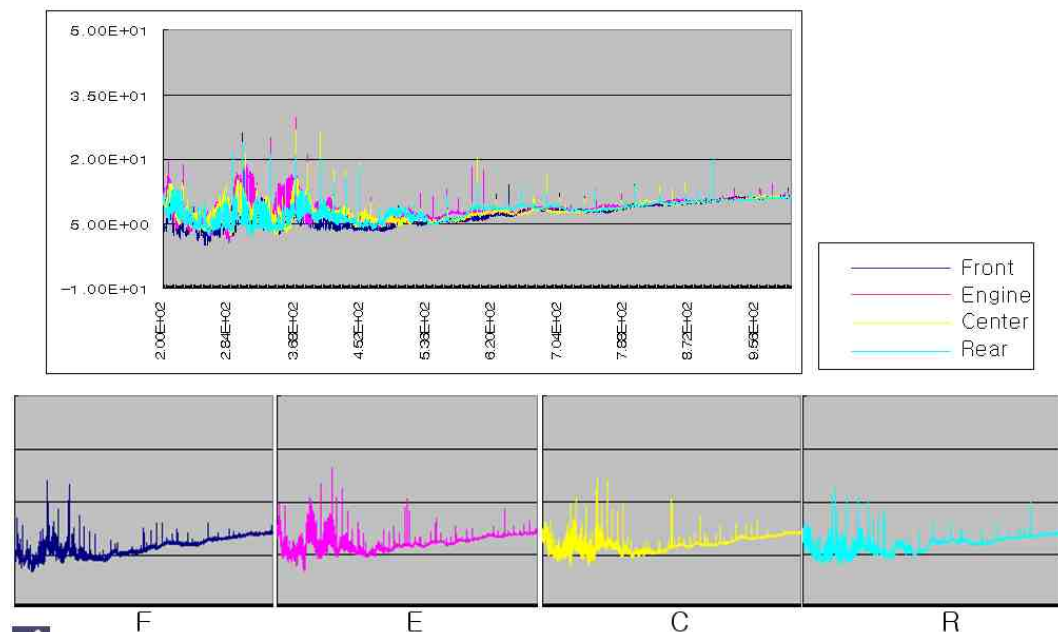


그림 4-52 Horizontal 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

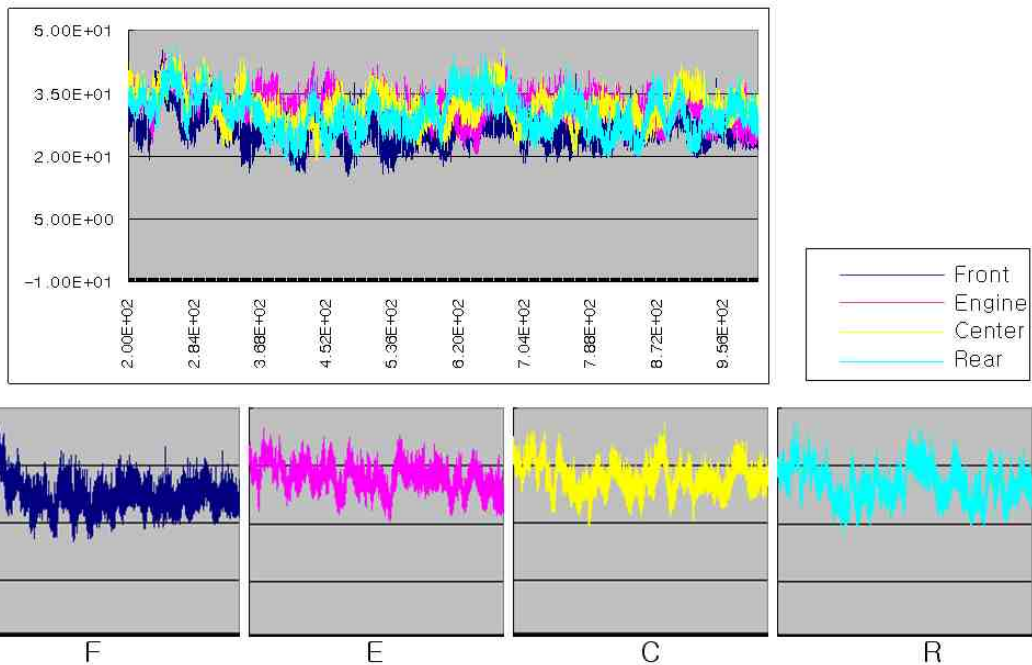


그림 4-53 Vatical 안테나 방향의 첨두값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

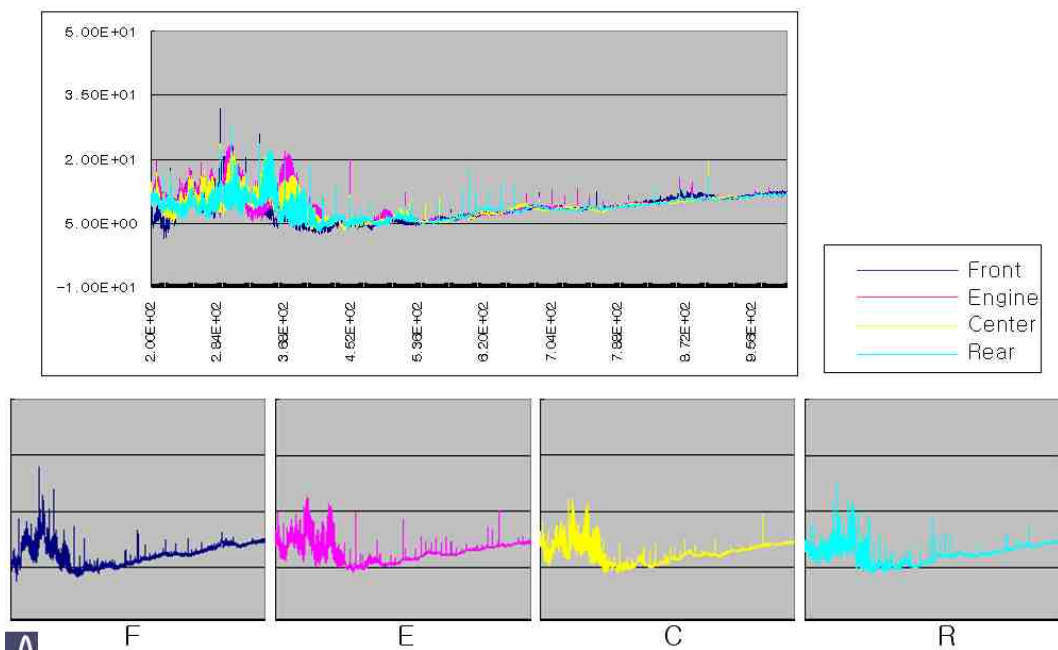


그림 4-54 Vatical 안테나 방향의 평균값 모드 측정 결과 (F: 앞면 중앙, E: 측면 엔진, C: 측면 중앙, R: 측면 후위)

(다) 엔진구동 자동차 및 전기 자동차 측정 결과 3

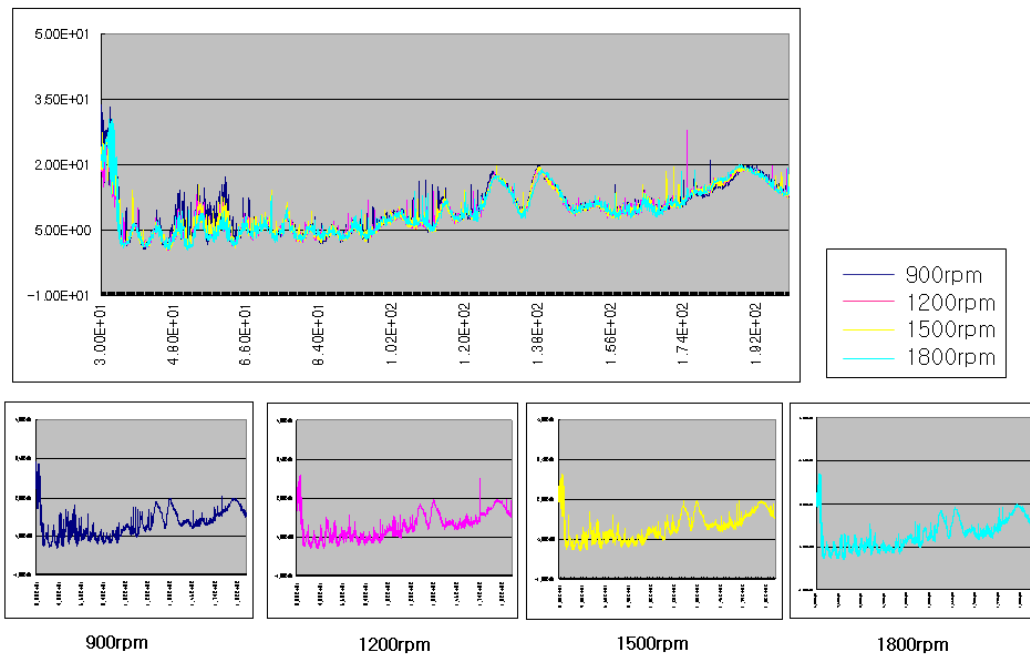


그림 4-55 30MHz-200MHz-Horizontal-침두값-엔진구동 자동차

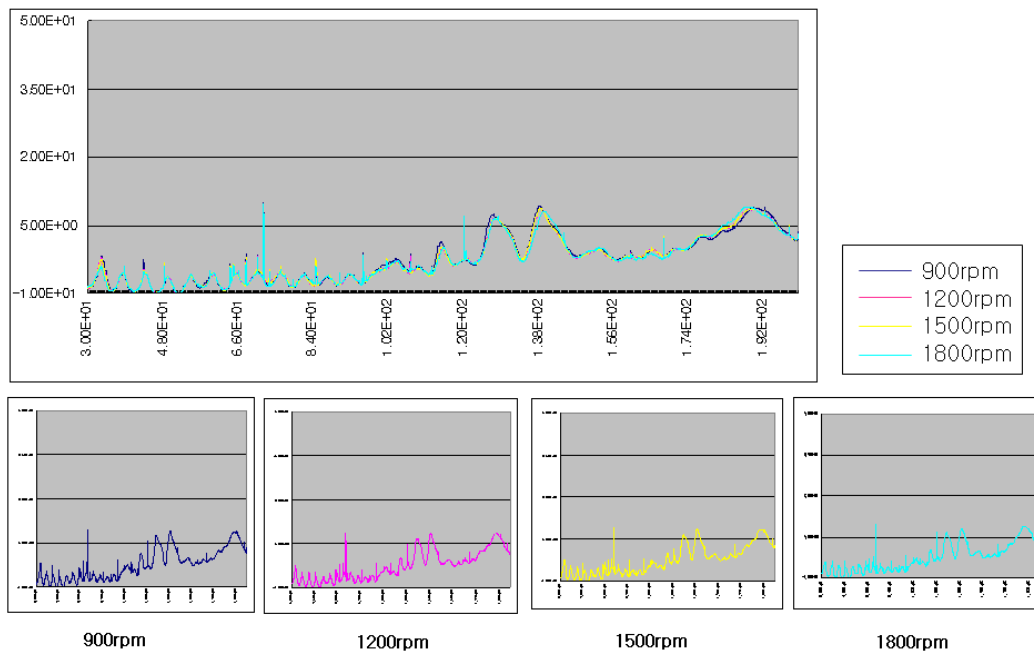


그림 4-56 30MHz-200MHz-Horizontal-평균값-엔진구동 자동차

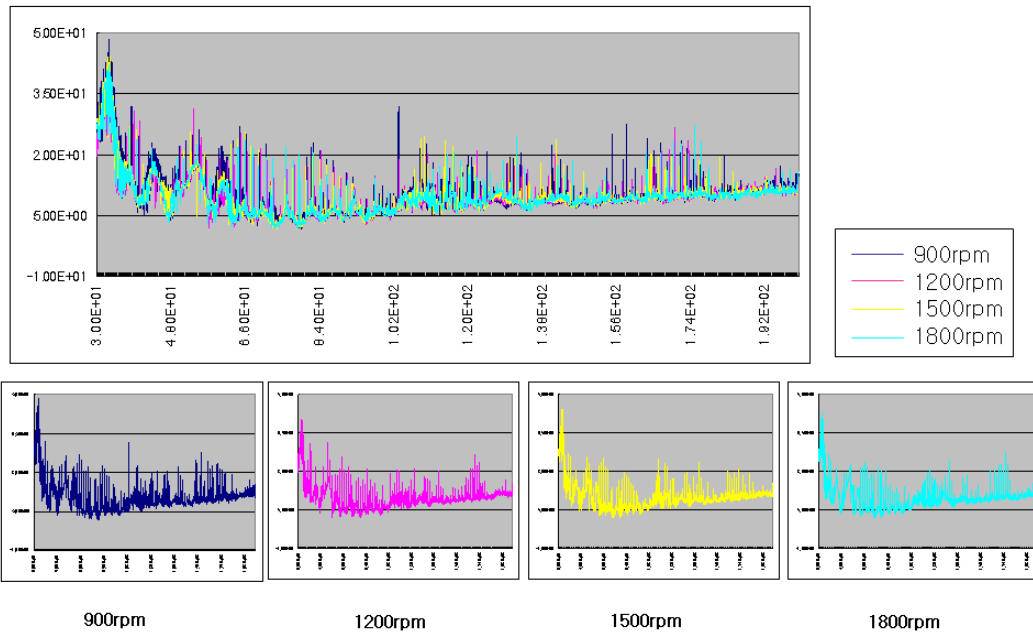


그림 4-57 30MHz-200MHz-Vertical-첨두값-엔진구동 자동차

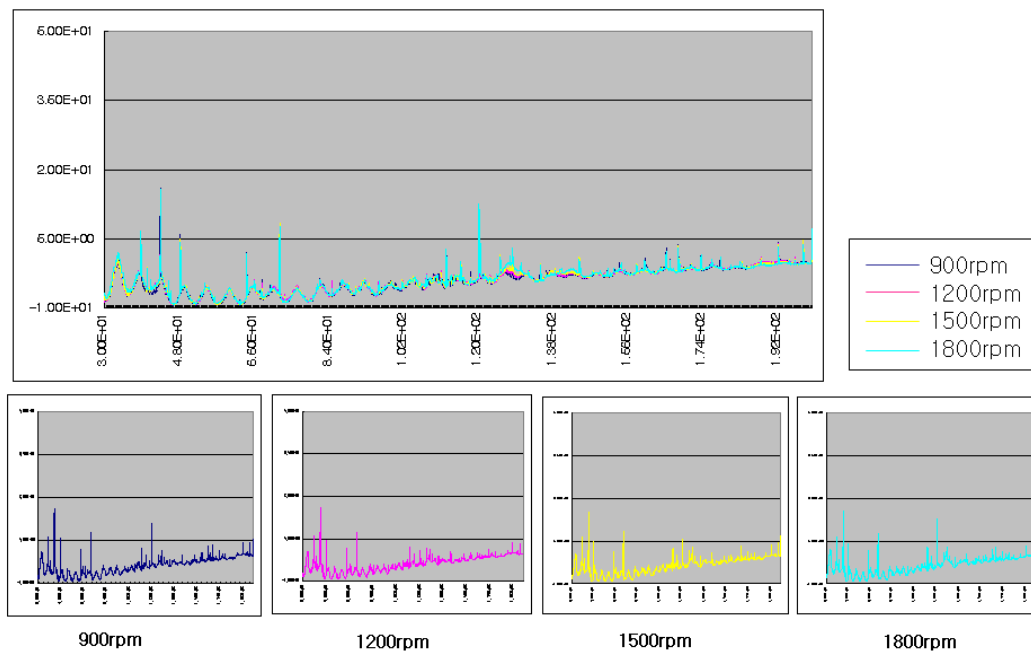


그림 4-58 30MHz-200MHz-Vertical-평균값-엔진구동 자동차

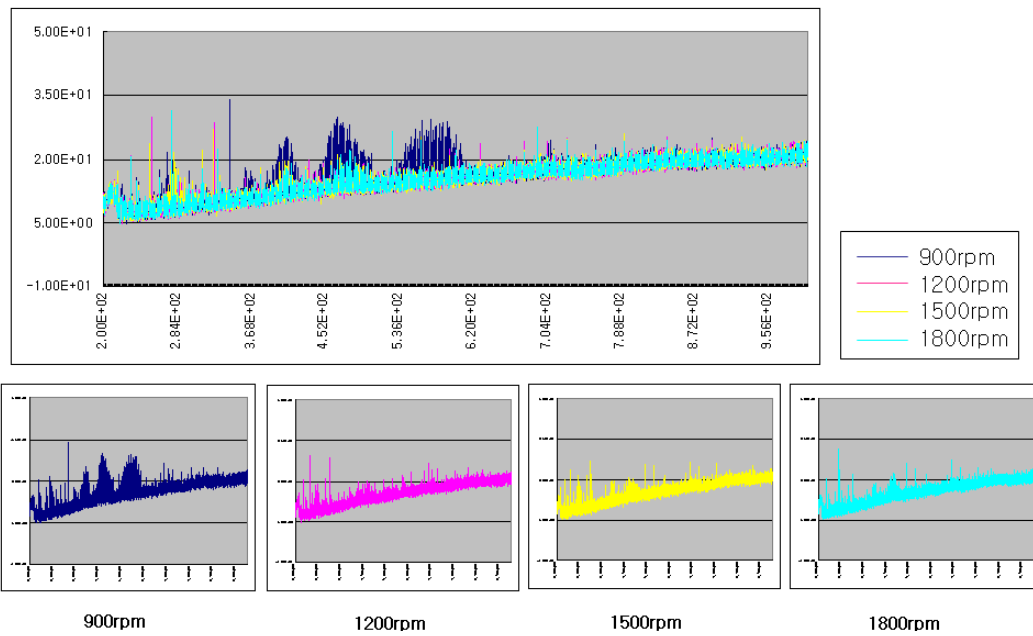


그림 4-59 200MHz-1GHz-Horizontal-첨두값-엔진구동 자동차

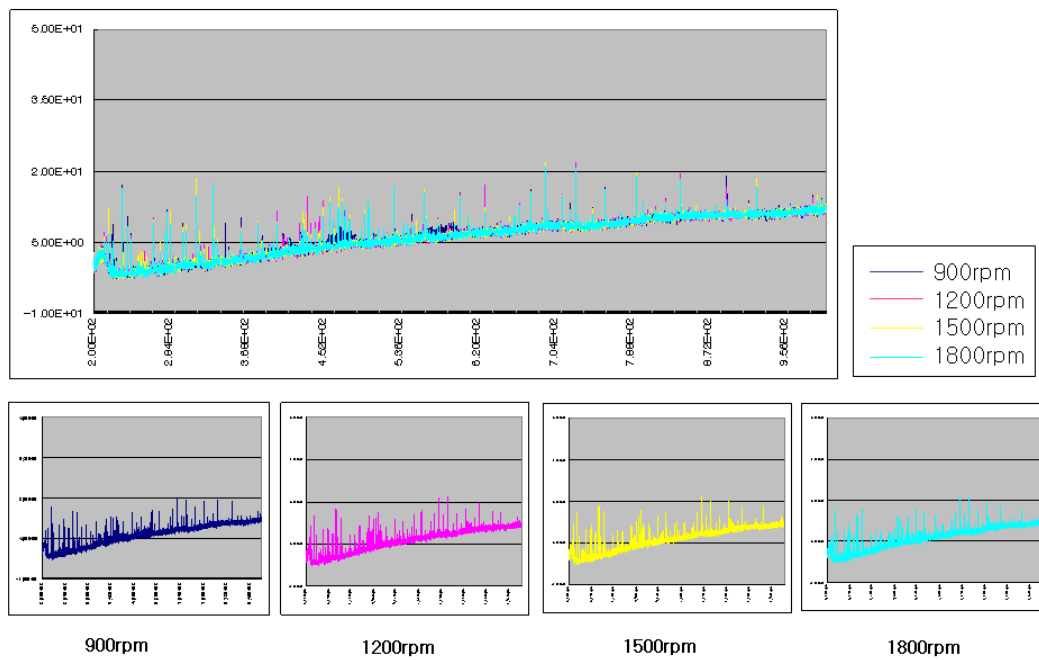


그림 4-60 200MHz-1GHz-Horizontal-평균값-엔진구동 자동차

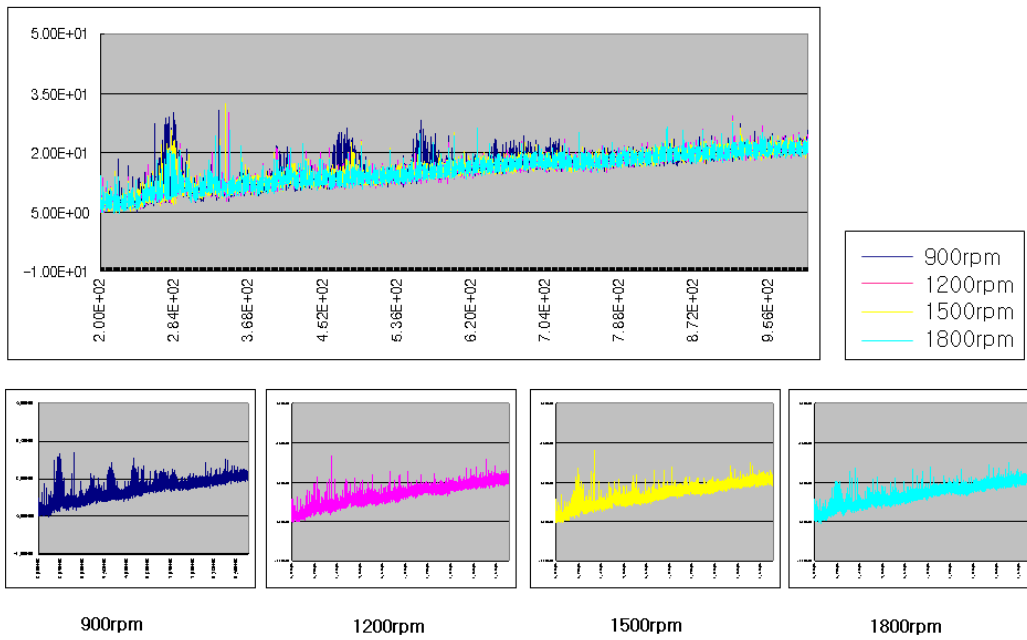


그림 4-61 200MHz-1GHz-Vertical-첨두값-엔진구동 자동차

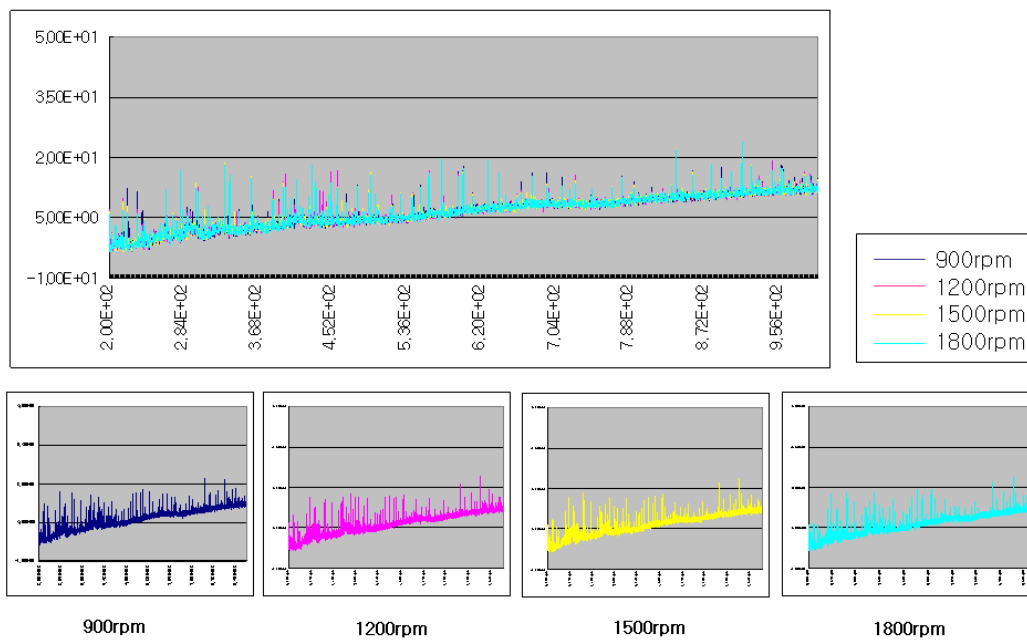


그림 4-62 200MHz-1GHz-Vertical-평균값-엔진구동 자동차

그림 4-55, 4-56, 4-57, 4-58, 4-59, 4-60, 4-61, 4-62는 복사성 방사 측정 시 엔진의 속도가 EMI Radiation 세기에 미치는 영향을 평가하기 위하여, 엔진 구동 자동차의 RPM을 900, 1200, 1500, 1800rpm으로 증가시켜 측정한 결과 이다.

그림 4-55, 4-57, 4-59, 4-61과 같이 침두치 모드로 측정한 경우는 안테나의 방위에 무관하게 900rpm에서 주파수에 따른 세기의 차를 확인할 수 있으나, 1200, 1500, 1800 rpm에서는 주파수에 따른 세기의 차이가 없음을 확인할 수 있다. 그림 4-56, 4-58, 4-60, 4-62와 같이 평균치 모드로 측정한 경우는 RPM에 의한 주파수에 따른 세기의 차이가 없음을 확인할 수 있다. 침두치 모드 측정은 Alternator와 Ignition Device의 노이즈에 강하게 영향을 받으며, Alternator와 Ignition Device 노이즈는 RPM에 강하게 영향을 받는다. 따라서 RPM의 변화가 Alternator와 Ignition Device 노이즈를 변화 시켰으며, 침두치 모드 측정 결과가 주파수에 따른 세기 변화를 생성시킨 것으로 해석이 된다. 평균값 모드 측정은 Alternator와 Ignition Device의 노이즈에 영향을 받지 않으므로, RPM의 변화에 영향을 받지 않은 것이다. 또한 자동차의 전장류, 모터, 음향기기, 조명기기 등도 RPM에 영향을 받지 않으므로 그 특성의 변화가 발생하지 않았다.

그림 4-63, 4-64, 4-65, 4-66, 4-67, 4-68, 4-69, 4-70은 복사성 방사 측정 시 모터 구동 자동차의 모터의 회전속도가 EMI 방사에 미치는 영향을 평가하기 위하여, 전기 자동차의 모터 회전 속도를 900, 1200, 1500, 1800rpm으로 증가시키며 측정한 결과이다.

그림 4-63, 4-64, 4-65, 4-66은 침두치 및 평균값 모드를 적용하여, 수평 및 수직 안테나로 30MHz부터 200MHz까지 측정 한 모터 구동 자동차의 결과이다. RPM이 증가하여도 세기의 변화가 없음을 확인할 수 있다. 그림 4-67, 4-68, 4-69, 4-70은 침두치 및 평균값 모드를 적용하여, 수평 및 수직 안테나로 200MHz부터 1GHz까지 측정 한 모터 구동 자동차의 결과이다. RPM의 변화에 따라 세기가 변화함을 확인할 수 있다.

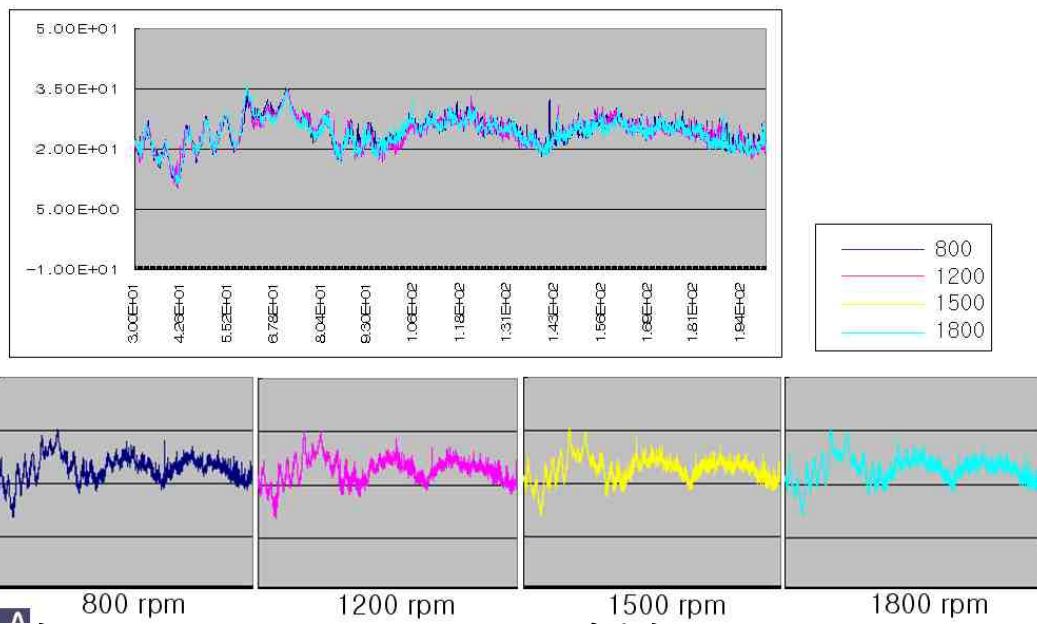


그림 4-63 30MHz-200MHz-Horizontal-첨두값

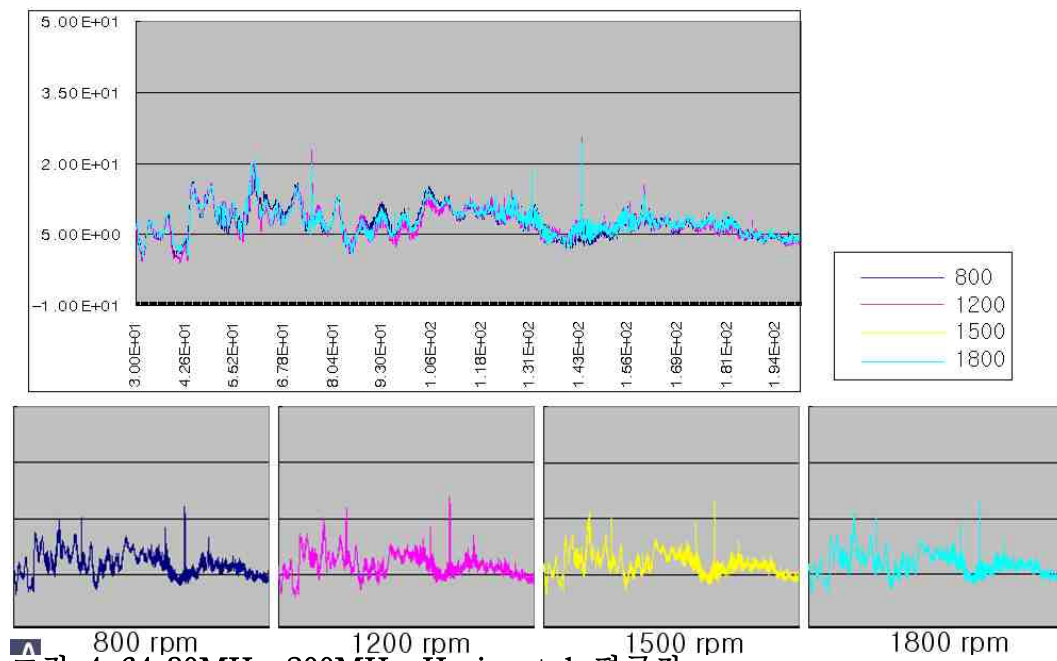


그림 4-64 30MHz-200MHz-Horizontal-평균값

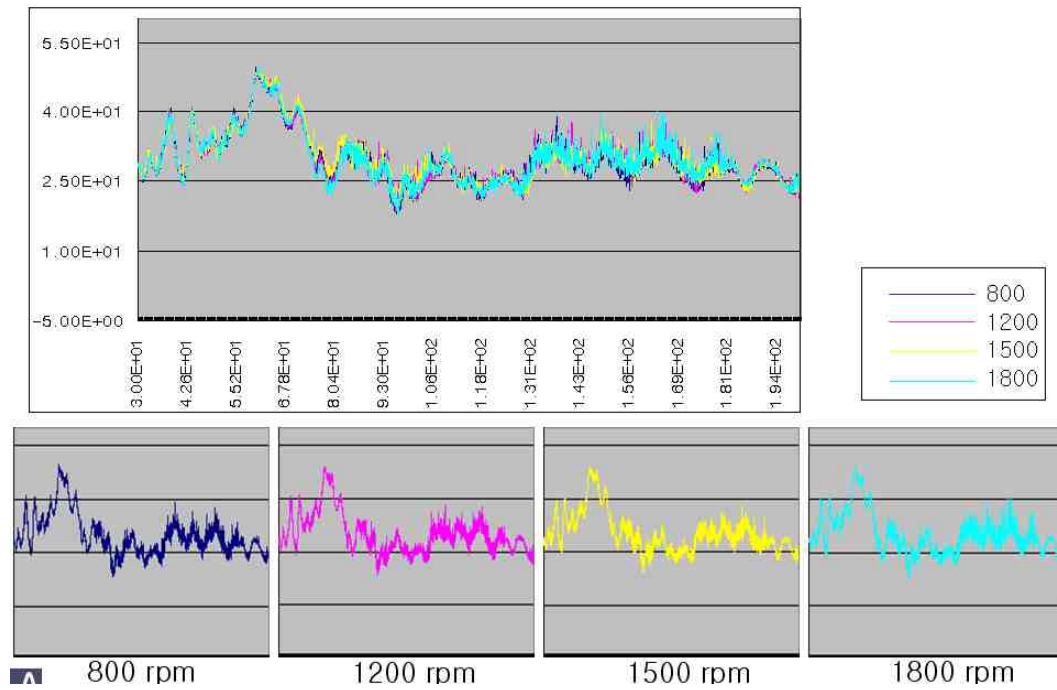


그림 4-65 30MHz-200MHz-Vertical-첨두값

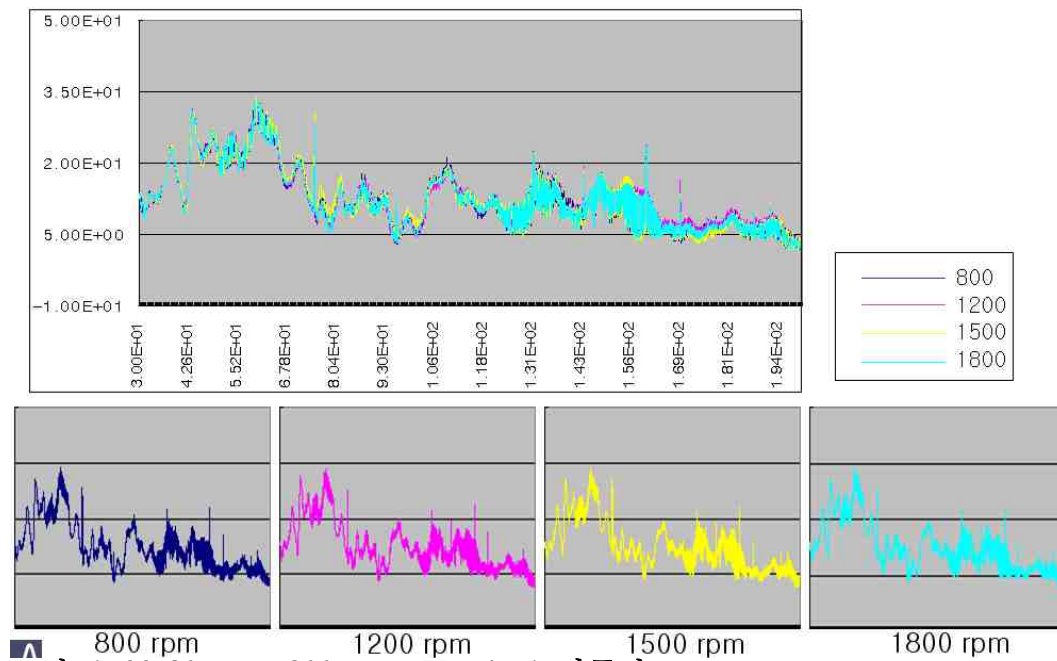


그림 4-66 30MHz-200MHz-Vertical-평균값

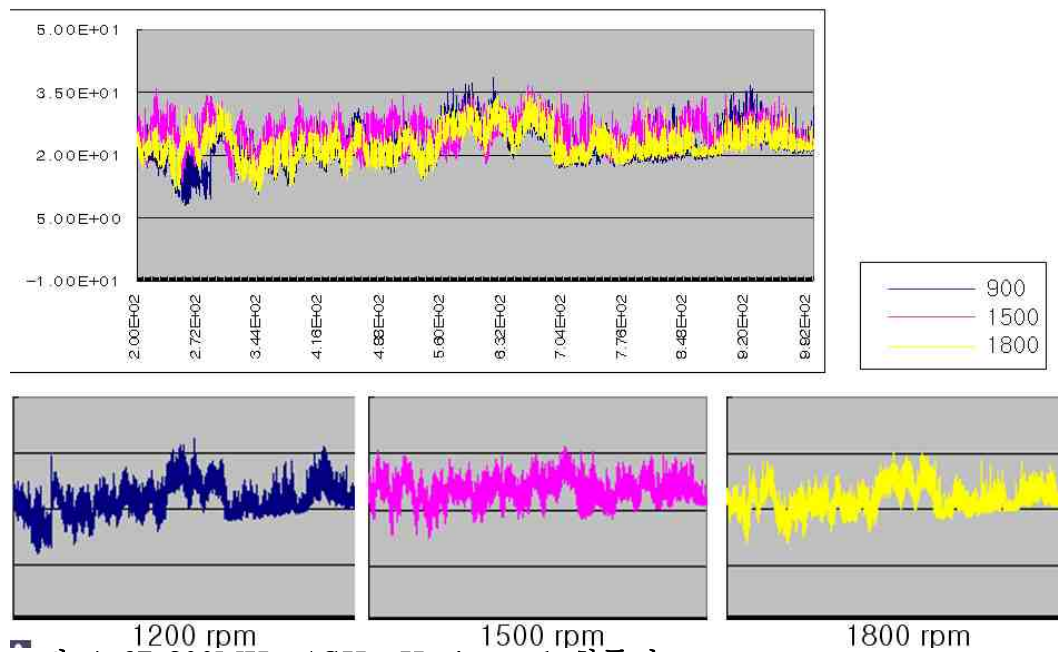


그림 4-67 200MHz-1GHz-Horizontal-첨두값

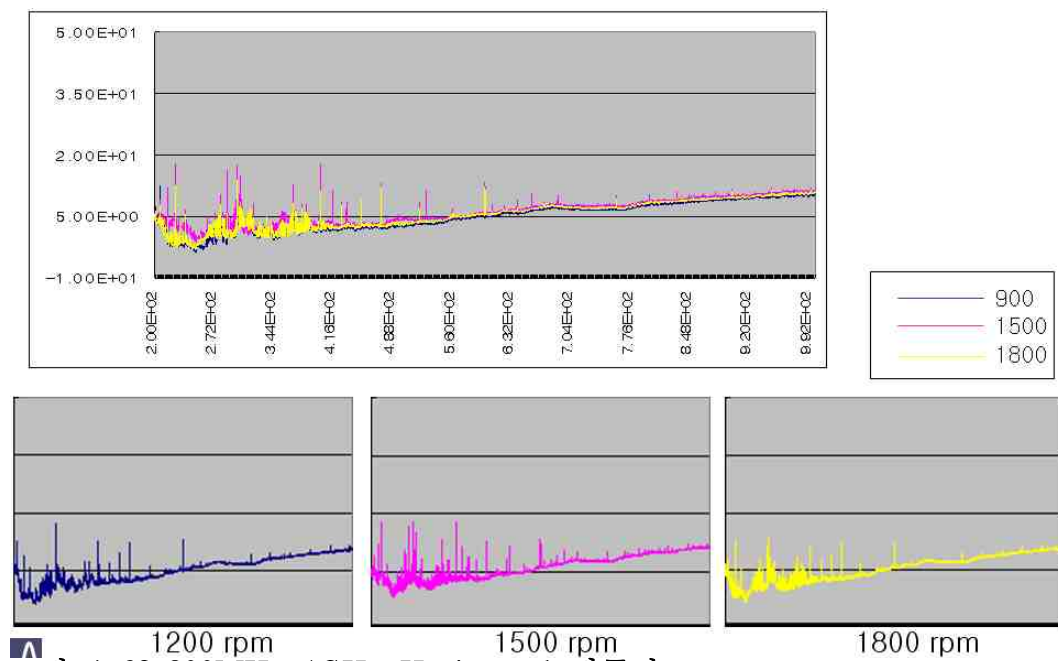


그림 4-68 200MHz-1GHz-Horizontal-평균값

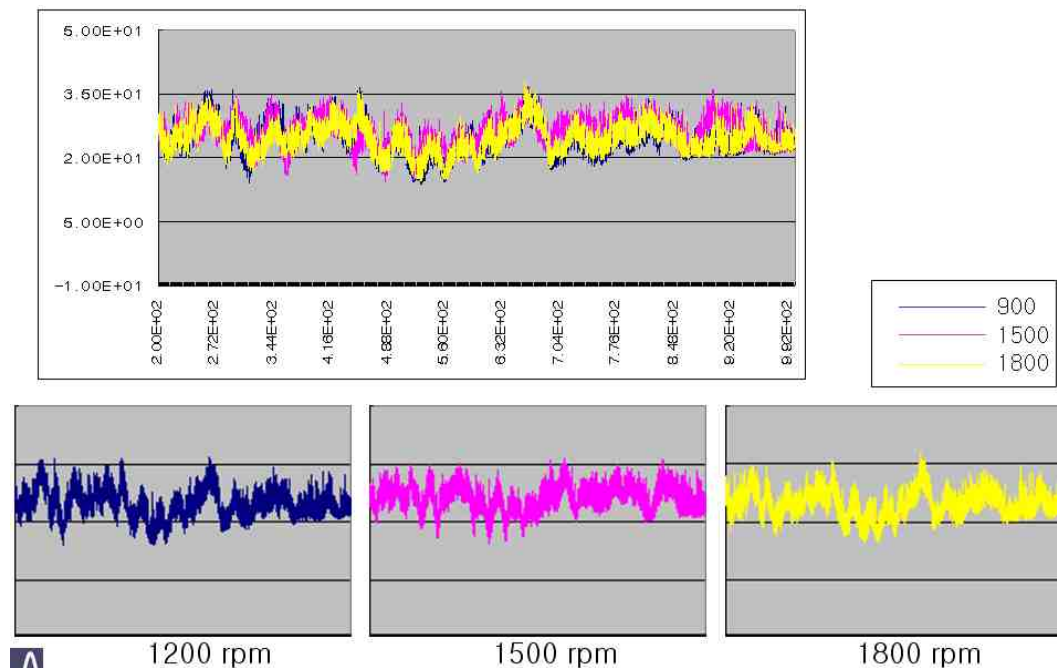


그림 4-69 200MHz-1GHz-Vertical-첨두값

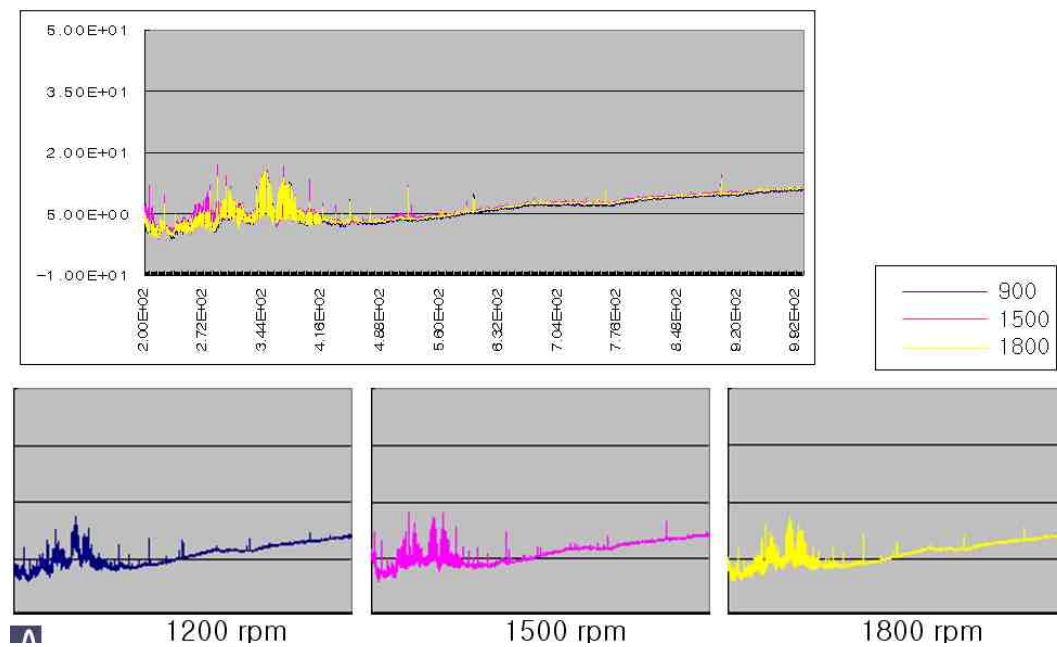


그림 4-70 200MHz-1GHz-Vertical-평균값

RPM이 증가하여도 EMI 세기의 변화가 없는 30MHz에서 부터 200MHz까지의 주파수 대역의 Noise는 전기자동차의 구동 모터 Noise가 아니고, EMI 세기의 변화가 있는 200MHz부터 1GHz까지의 Noise가 구동 모터의 Noise로 해석 할 수 있다. 즉 RPM의 증가는 구동 모터의 Noise를 변화 시키며, 결과 EMI 세기의 변화를 동반 한 것으로 해석 할 수 있다. 즉 전기 자동차의 모터 속도가 EMI 방사에 영향을 미침을 확인하였다.

이상으로 자동차의 속도가 EMI Radiation에 미치는 영향을 엔진 구동 자동차 및 모터 구동 자동차에서 평가한 결과, 엔진 속도 및 모터 구동 속도의 변화는 EMI Radiation에 영향을 미침을 확인하였다.

(4) 연구 결론

연구1에서는 엔진 구동 자동차를 Key on, 주행모드 등으로, 모터 구동 자동차를 Key off, Key on, Charge off, Charge on, 주행모드 등으로 변화하면서 측정한 결과, 다음의 결론을 얻었다. 엔진 구동 자동차의 경우에는 Key on 모드 측정을 통하여 협대역 Noise 평가를, 주행 모드 측정을 통하여 광대역 Noise 평가를 실시 할 수 있음을 확인하였다. 모터 구동 자동차의 경우도 Key on 모드 측정을 통하여 협대역 Noise의 평가를, 주행 모드 측정을 통하여 광대역 Noise 평가를 실시 할 수 있음을 확인하였다. 또한 모터 구동 자동차의 경우, Charge on 모드 측정의 필요성도 확인하였다.

연구2에서 안테나의 측정 위치를 자동차 앞면부, 측면부의 엔진 위치, 측면부의 중앙 위치, 측면부의 후위 등으로 변화시켜 측정하여, 다음과 같은 결론을 얻었다. 엔진 구동 자동차의 경우 엔진 부위를 안테나 중심점으로 선정하는 방법은 침두치 모드 측정 방법에는 무리가 없으나, 평균값 모드 측정에서는 안테나의 위치에 따른 복사성 방사 측정값이 큰 차이를 나타내어, 안테나의 측정 위치에 큰 영향을 받는 것을 확인 하였다. 모터 구동 자동차의 복사성 방사 측정의 경우, 침두치 또는 평균값 모드 측정 모두가 측정 안테나의 위치에 큰 영향을 받는 것을 확인 하였다. 따라서 엔진 구동 자동차를 포함하여 모터 구동 자동차의 방사 측정의 경우, 측정 안테나의 적절한 위치 선정에 관한 규격

의 재검토가 필요함을 확인하였다.

연구3에서는 엔진 구동 자동차 및 모터 구동 자동차의 RPM을 900, 1200, 1500, 1800으로 변화시켜 측정한 결과, 다음의 결론을 얻었다. 평균값 모드 측정에 의한 엔진 구동 자동차의 경우, 속도의 증가가 자동차에 설치된 전장품, 모터, 음향기기, 조명기기, 기타 내장된 전자장치 등에 영향을 미치지 않으므로, 속도의 변화가 복사성 방사에 영향을 미치지 못함을 확인하였다. 그렇지만 속도의 증가는 Alternator와 Ignition Device의 동작에 영향을 주어, 침투치 모드 측정에는 영향을 미침을 확인하였다. 그리고 모터 구동 자동차의 경우 속도의 증가가 구동모터의 속도를 증가시켜, 구동 모터의 Noise를 변하게 하여, 복사성 방사에 영향을 미침을 확인하였다.

이상으로 엔진 구동 자동차 및 모터 구동 자동차의 방사특성을 파악하기 위하여 자동차의 동작 모드 변경, 안테나의 측정위치 변경, 자동차의 속도 변경을 시험한 결과, 자동차 동작 모드 및 안테나의 측정위치의 중요성을 확인하였다. 또한 자동차 속도의 중요성도 확인하였다.

마지막으로 현 실험은 제한된 차량의 실험 결과로 모든 차량에 적용하는 보편적인 결과를 도출하기 위하여서는 다양한 차량을 대상으로 시험을 실시 할 것을 제안 하며, 이번 연구에 관한 결론을 내리고자 한다.

제 3 절 소 결

기후변화에 대응하기 위한 세계 환경 규제 강화, 유가 급변, 경기 침체, 기존 시장의 포화 등으로 고효율 저연비 차량의 소비자 선호 상승과 신수요 창출을 위한 차세대 제품 개발의 필요성이 요구되어, 내연기관 차량에서 친환경 고효율의 그린카로 생각의 변화가 일어나고 있다. 이에 따라 ‘국제표준화에 대응하기 위한 자동차 시험장 평가 연구’와 ‘일반 자동차 및 전기자동차의 EMI 특성 비교 분석’을 실시하였다. 국제표준화에 대응하기 위한 자동차 시험장 평가 연구를 위하여, CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석하였으며, 자동차

EMC 국제표준화를 조사 분석하였다. 또한 IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준 및 시험방법 분석하였으며, 이를 통하여 외국 EMC 기준의 국내 적용 가능성을 검토하였다. ‘일반 자동차 및 전기자동차의 EMI 비교 분석’을 위하여 일반 자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교분석을, 전기 자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교분석을, 일반 자동차와 전기 자동차 EMI의 주파수 특성 분석을 진행하였다. 그 결과로 아래와 같은 결론을 도출 하였다.

‘CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석’을 실행한 결과 OTS, ALSE, OATS, NSA 시험장에 의한 자동차 시험 방법을 파악하였으며, 그 차이점을 확인하였다. 또한, CISPR12에서 권고하는 ALSE 시험장은 국내 시험장에서 채택하고 있는 곳이 없어, 국내 자동차 EMC 특성 평가를 위한 시험장으로의 적용하기 어려움을 확인하였다.

‘자동차 EMC 국제표준화와 자동차 및 내부 연소엔진 표준화 동향 조사 분석 연구’로 자동차 기술표준화를 위하여서는 국제 IEC, ISO 기구에서 전기자동차의 커넥터, 충전 케이블 위치, 물리적 보호 방법, 통신 프로토콜, 온/오프 보드 충전, 부가 서비스 등에 관한 충전 시스템의 표준화를 구축하였으나, 아직도 배터리의 표준화, 커넥터의 호환성을 위한 인렛 구조 및 치수의 표준, 충전시스템의 통신 프로토콜의 표준, BMS의 기술 공개 방안, 아파트 공동주택의 경우 방문자의 충전방안 등의 해결하여야 할 다양한 문제점과 Issue 사항이 남아있음을 확인하였다. 또한 국내에서도 전기 자동차를 포함하여 On Line 전기 자동차와 같은 주행 중에도 충전하는 새로운 충전 System의 개발로 이를 위한 표준화의 보완 및 국제화가 요구됨을 확인하였다. 그리고 IEC/TC 69에서 논의되고 있는 표준 중에서, EMC 발생에 심각한 영향을 미치는 충전 시스템에 관한 표준인 REV. IEC 61851-1 (Electrical vehicle conductive charging system - Patr1: General requirement), IEC 61851_23 (Electrical vehicle conductive charging system - Patr2-3: D.C Electric vehicle charging station), IEC 61980_1 (Electrical vehicle inductive charging system - Patr1: General requirement)의 자료를 정리하였다.

‘IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준의 시험방법 분석’으로 자동차 EMC

규격의 기준의 주요 내용을 정리 하였다. 2010년도 CISPR/D Working Group에서 논의된 CISPR/D/WG1/N384, CISPR/D/WG1/N386, CISPR/D/WG1/N387, CISPR/D/WG2/N234, CISPR/D/WG2/N243에 관하여 정리하였다.

‘일반자동차 및 전기자동차 EMI 비교 분석’으로 온라인 전기자동차와 비접촉식 전력전달 원리를 소개하였고, 급전장치와 집전장치에서 발생하는 누설 자기장을 최소화 하는 방법을 제안 및 적용하여 전파법의 자기장 규격을 만족시키는데 성공하였다.

엔진 구동 자동차의 Key on, 주행모드 등으로, 모터 구동 자동차를 Key off, Key on, Charge off, Charge on, 주행모드 등으로 변화하면서 측정한 결과, 엔진 구동 자동차의 경우에는 Key on 모드 측정을 통하여 협대역 Noise 평가를, 주행 모드 측정을 통하여 광대역 Noise 평가를 실시 할 수 있음을 확인하였다. 모터 구동 자동차의 경우는 Key on 모드 측정을 통하여 협대역 Noise의 평가를, 주행 모드 측정을 통하여 광대역 Noise 평가를 실시 할 수 있음을 확인하였으며, Charge on 모드 측정의 필요성도 확인하였다.

안테나의 측정 위치를 자동차 앞면부, 측면부의 엔진 위치, 측면부의 중앙 위치, 측면부의 후위 등으로 변화시켜 측정하여, 엔진 구동 자동차의 경우 엔진 부위를 안테나 중심점으로 선정하는 방법은 침두치 모드 측정 방법에는 무리가 없으나, 평균값 모드 측정에서는 안테나의 측정 위치에 큰 영향을 받는 것을 확인하였다. 또한 모터 구동 자동차의 경우는 침두치 또는 평균값 모드 측정 모두가 측정 안테나의 위치에 큰 영향을 받는 것을 확인하였다. 따라서 엔진 구동 자동차를 포함하여 모터 구동 자동차의 방사 측정의 경우, 측정 안테나의 적절한 위치 선정에 관한 규격의 재검토가 필요함을 확인하였다.

엔진 구동 자동차 및 모터 구동 자동차의 속도 변화에 따른 측정으로, 엔진 구동 자동차의 경우 평균값 모드 측정은 자동차의 속도 변화에 영향을 받지 않으나, 모터 구동 자동차의 경우 영향을 받음을 확인하였다. 그렇지만 엔진 및 모터 구동 자동차의 경우 속도의 증가는 침두치 모드 측정에 영향을 미침을 확인하였다.

제 5 장 변조방식별 전자파에 의한 기기에 미치는 영향 연구

제 1 절 디지털 변조신호와 전자파 내성 표준 인가신호

1. 디지털 변조방식의 기본원리

통상적으로 무선통신에서 정보신호를 전파에 실어서 보내고 받고자 할 때 변조기술을 사용한다. 일반적으로 정현파는 진폭(Amplitude), 주파수(Frequency), 위상(Phase)의 세가지 특성으로 정의되고 이 특성을 바꿈으로써 디지털신호를 아날로그 신호로 변환하는 것이 가능해진다. 이러한 변조 방법으로는 진폭편이변조(ASK: Amplitude Shift Keying), 주파수편이변조(FSK: Frequency Shift Keying) 및 위상변조(PSK: Phase Shift Keying)이 있고 진폭과 위상을 조합하여 개선된 방법인 구상진폭변조(QAM: Quadrature Amplitude Modulation)방식이 있다.



그림 5-1 디지털 변조방식

가. ASK 변조방식 적용 기술

ASK방식은 신호요소를 만들어 내기 위해 반송파의 진폭을 변경하고 주

파수와 위상은 일정하게 유지한다. 몇 가지 신호요소의 준위(Level)가 사용 가능 하지만 보통 2개의 레벨을 사용하여 ASK를 구현 (OOK, on-off keying)하며, 반송주파수는 단 1개 이지만, 변조과정은 각각 다른 주파수를 가진 간단한 신호들 여러 개가 조합되어 연속주파수들의 집합인 복합신호를 생성한다. 신호요소의 준위를 여러 개 사용한 다준위 ASK 변조방식의 응용으로 QAM을 구현할 수 있으며 그림 5-2에서처럼 대역통과채널 사용 시 반송파주파수 f_c 를 원하는 곳으로 옮길 수 있다. 이 기술은 RFID (DSB-ASK, SSB-ASK)분야에 적용되고 있다.

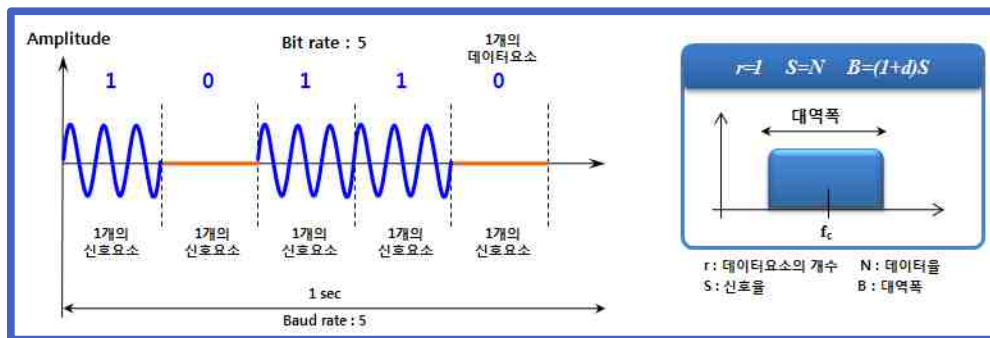


그림 5-2 2진 ASK (BASK) 개념도

나. FSK 변조방식 적용 기술

FSK방식은 신호요소를 만들어 내기 위해 신호의 주파수를 변경하고 진폭과 위상은 일정하게 유지한다. 이해를 위해 2개의 반송파를 생각해 볼 때 한 대역폭의 중간점 f_1 이고 다른 하나는 f_2 이며 두 주파수간 거리는 $2\Delta f$ 으로 표현되고 반송주파수는 단순정현파이지만, 변조로 인해 연속된 주파수의 비주기 복합신호 생성되고 f_1, f_2, f_3, f_4 의 4개의 주파수를 사용하여 동시에 2개의 비트를 전송할 수 있다. 그러나 대역폭의 이용이 매우 비효율적이어서 이 방식은 거의 사용되지 않고 있다.

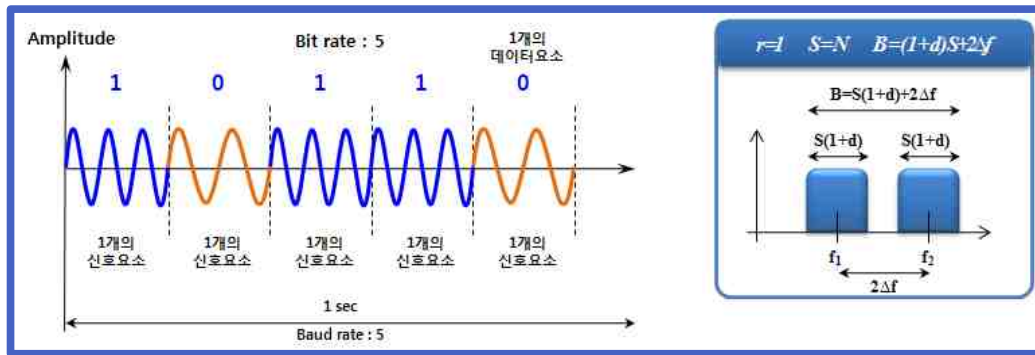


그림 5-3 2진 FSK (BFSK) 개념도

다. PSK 변조방식 적용 기술

PSK는 신호요소를 만들어 내기 위해 신호의 위상을 변경하고 진폭과 주파수는 일정하게 유지하는 방식으로 현대 통신기술에서 많이 사용되고 있다. 가장 간단한 PSK방식은 위상 0와 180도의 오직 두개 신호요소만을 사용하는 것이다. 잡음에 의해 진폭은 쉽게 변하지만 위상은 바뀌기 어렵기 때문에 2진 ASK처럼 간단하지만 잡음에 더 강하고 FSK 보다 대역폭 효율적이라는 장점이 있다. 이 방식은 GSM, WCDMA, HSDPA, Zigbee, WLAN 등에서 다양하게 적용되고 있다.

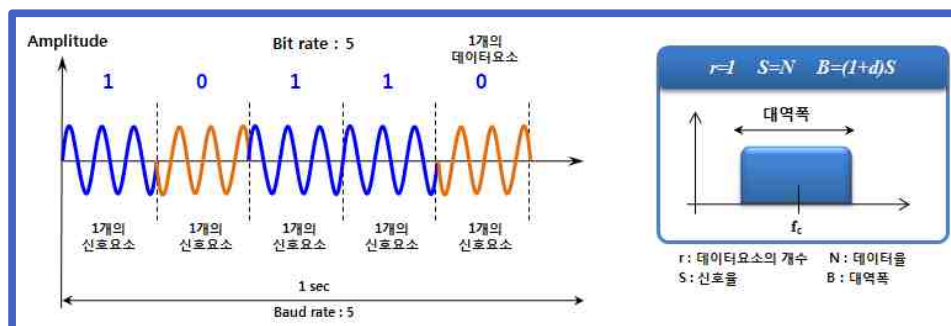


그림 5-4 2진 PSK (BPSK) 개념도

라. QPSK 변조방식 적용 기술

QPSK는 PSK에서 대역폭감소 방안을 고안한 방식이다. 입력 비트의 신호길이를 T라 하면 해당 BPSK로 보내지는 각 비트의 신호길이는 2T가

된다. 이는 각 BPSK로 보내지는 비트 신호는 원래 신호주파수의 절반이 되는 것을 의미하며 주파수 이용이 효율적이다. 최종적으로 45° , -45° , 135° , -135° 의 4개의 위상을 갖는 다른 정현파가 생성되며 출력신호는 4개(L=4)의 신호요소가 생겨 각 신호요소당 2비트(r=2) 전송이 가능하다. 이 방식은 WCDMA, HSDPA, cdma2000, Zigbee, WLAN 등에 적용된다.

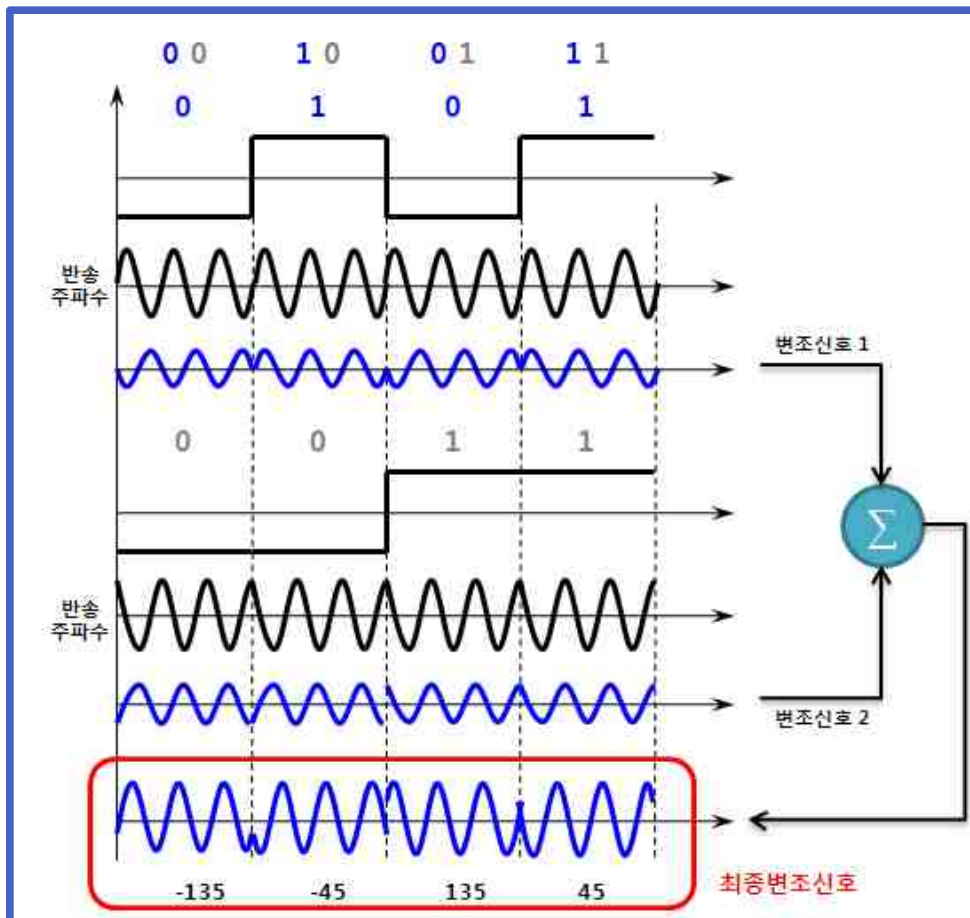


그림 5-5 QPSK의 개념도

마. QAM 변조방식 적용 기술

지금까지의 변조방식은 부호화를 위해 정현파의 특성 중 하나씩만 변경하였지만 두가지 이상의 특성을 고려한 ASK와 PSK의 조합 형태를 만들 수 있다. FSK는 대역폭 제한으로 고려되지 않는다. 위상을 X만큼 바꾸고

진폭을 Y만큼 바꾸면 X 곱하기 Y만큼의 가능한 변화와 그에 상응하는 수의 비트가 발생한다. 이렇게 해서 QAM이 이루어지고 QAM의 가능한 변형은 수없이 많으며 대역폭은 ASK, PSK 와 동일하고 PSK의 장점을 그대로 전수받을 수 있다. 적용기술로 WCDMA, HSDPA, WLAN 등이 있다.

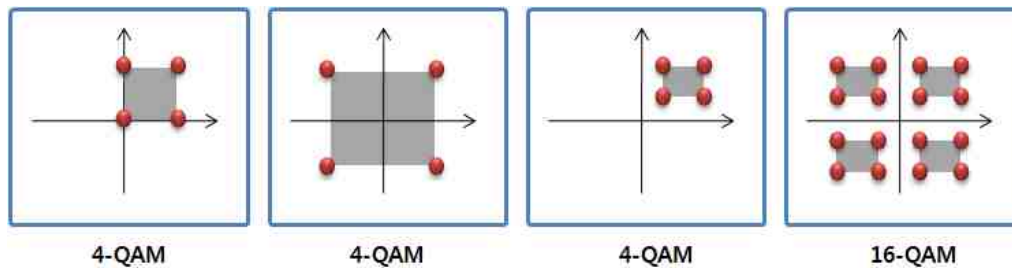


그림 5-6 QAM방식의 개념도

바. 각 변조방식의 적용기술 및 사용 주파수

통신기술에 있어서 각 변조방식은 사용상 특성에 맞게 적용되어 왔다. 이런 변조방식의 기술이 전자파장해 측면에서 실제 주변환경에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지 살펴보기 위하여 먼저 변조방식별 적용 통신기술과 사용 주파수대역을 표 5-1에 정리하였다. 본 연구에서 현재 대중에게 많이 사용중에 있는 휴대통신단말기의 모든 방식을 분석할 수는 없기 때문에 이 중에서 대표적인 통신기술을 선택하여 전자파 영향 측면에서 분석하고자 한다. 휴대전화기는 어느 곳이든지 접근이 용이하기 때문에 주요 분석대상 기기중 하나이다. 이밖에 RFID 또는 WLAN 등이 고려될 수 있다.

표 5-1 각 변조방식 별 통신기술 및 사용 주파수 대역

Technology	GSM/GPRS/EGPRS	WCDMA(FDD)	HSOPA/HSUPA	CdmaOne(2000)	Zigbee (IEEE 802.15.4)	RFID	WLAN IEEE (802.11)
일반사항	2세대 이동통신	3세대 이동통신	3.5세대 이동통신	2세대 이동통신	저속데이터무선PAN	자율무선인식장치	Wireless LAN
사용국가	Worldwide	Worldwide	Worldwide	USA, Korea	Worldwide	Worldwide	Worldwide
주파수대역	GSM 850 824~849 MHz(U) 869~894 MHz(DU) GSM 900 880~915 MHz(U) 925~960 MHz(DU) DCS 1800 1710~1785 MHz(U) 1805~1880 MHz(DU) PCS 1900 1850~1910 MHz(U) 1930~1990 MHz(DU)	Band I 1920~1980 MHz(U) 2110~2170 MHz(DU) Band II 1850~1910 MHz(U) 1930~1990 MHz(DU) Band IV 1710~1755 MHz(U) 2110~2155 MHz(DU) Band V 824~849 MHz(U) 869~894 MHz(DU)	Band VI 1920~1980 MHz(U) 2110~2170 MHz(DU) Band VII 1850~1910 MHz(U) 1930~1990 MHz(DU) Band VIII 1710~1755 MHz(U) 2110~2155 MHz(DU) Band X 824~849 MHz(U) 869~894 MHz(DU)	Cellular (Korea) 824~849 MHz(U) 869~894 MHz(DU) PCS (Korea) 1750~1780 MHz(U) 1840~1870 MHz(DU) IMT2000 1920~1980 MHz(U) 2110~2170 MHz(DU) *Based on C.50057	898 MHz 915 MHz 2.4 GHz(ISM)	EPC Class 1Gen 2UHF 860~960 MHz ISO18000-6 Type-A/B 860~960 MHz ISO18000-4 Mode-1 2.4~2.4835 GHz(ISM) 기본동작주파수 2.45 GHz	b/g 2.4~2.4835 GHz(ISM) a/h/j 5.725~5.825 GHz(ISM) n 2.4~2.4835 GHz(ISM) 5.725~5.825 GHz(ISM)
다중접속기술	TDMA	CDMA	TDMA/CDMA	CDMA	CSMA-CA	TDMA/FDMA	CSMA-CA
변조방식	GSM : GMSK EGPRS : BPSK	UL : HPSK DL : QPSK	HSUPA : HPSK HSOPA : QPSK, 16QAM	QPSK HPSK OQPSK	900 MHz : BPSK 2.4 GHz : OQPSK	EPC Class 1Gen 2UHF : DSB-ASK, SSB-ASK ASK or PSK 18000-4 / 6 : ASK	b : Differential BPSK/QPSK a/g/h/j/n : 64QAM

2. 국제표준에서의 전자파 내성용 표준인가신호

전자파적합성 인증시험에 적용되는 전자파 방사내성시험의 표준 인가신호는 먼저 주변환경에서 발생될 수 있는 전자파 신호를 가정하여 고려한다. 주변에서 전자파를 발생시킬 수 있는 전기·전자기기는 무수히 많지만, 이들의 특성을 통합하고 잘 반영하여 특징적인 표준 인가신호를 만들어 낸다. 또한 관련된 주파수 범위에도 통상적인 주변 전자파의 주파수 대역을 포함한다. 그러나, 무선통신을 목적으로 하는 의도적 복사체(Intentional Radiator)는 앞에서 조사된 바와 같이 이미 그 특성이 결정되어 있다. 그렇다면 현재 사용되고 있는 모든 무선통신기기의 특성을 반영한 전자파 내성용 표준 인가신호를 만들어 내야 할 것인가는 고민해 볼 필요가 있다. 전자파적 영향을 미칠 수 있는 유사성을 조사·분석하여 그 대표적인 것을 표준 인가신호로 추출하면 되는 것이다. 이러한 시각에서 각 국제표준화기구에서는 현재 상황과 환경에 적합한 전자파 내성용 표준 인가신호를 개발해

왔다. 그러나 국제표준화기구에서 제시한 각 표준 인가신호의 검증은 매우 미흡하여 우리나라에서 이러한 표준을 여과 없이 받아들이는 것은 문제가 있을 수 있다. 이런 이유로 본 연구에서는 국제표준에서 제시되고 있는 표준 인가신호를 살펴보고 실제 시험에 적용해 본다.

가. IEC 61000-4-3에서의 표준 인가 신호

IEC에서는 800 MHz대역에서 사용되는 유럽형 디지털 무선휴대전화 단말기인 GSM과 DECT에 대한 영향을 고려하여 표준 인가신호를 개발해왔다.

- 정현파 진폭변조, 1 kHz에서의 80% AM
- 구형파 진폭변조, 1:2 duty cycle, 200Hz에서의 100% AM
- 개개의 시스템의 특성을 근사적으로 시뮬레이션하는 RF 펄스 신호, 예를 들면, GSM에 대해 200 Hz에서의 1:8 duty cycle, 휴대용 DECT에 대해 100 Hz에서의 1:24 duty cycle
- 개개의 시스템의 특성을 정확히 시뮬레이션하는 RF 펄스신호, 예를 들면, GSM에 대해 200 Hz에서의 1:8 duty cycle와 불연속 전송모드(2 Hz 변조 주파수)와 같은 이차효과와 다중 프레임 효과(8 Hz 주파수 성분)의 합

IEC에서 개발된 표준 인가신호에 사용되는 각 변조방법의 장단점은 다음과 같이 요약된다.

[정현파, AM]

장점 :

- 가. 최대 RMS레벨이 같은 값이면, 서로 다른 일정치 않은 포락선 변조의 간섭효과사이에 좋은 상관관계가 있음이 실험을 통해 보여진다.
- 나. TDMA펄스의 상승시간을 지정할(그리고 측정할) 필요가 없다.
- 다. 여기서 규정된 신호는 전자기장에 의해 유도된 전도내성 신호로도 사용할 수 있다.
- 라. 전기장 발생과 모니터링 장치를 쉽게 구할 수 있다.
- 마. 아날로그 음성장치에 대해서 EUT에서의 복조는 음성응답을 발생시

키고 이것은 협대역 레벨미터로 측정할 수 있는 음성응답을 발생시켜서 배경잡음을 감소시킨다.

바. 이 변조방법은 저주파에서 다른 변조방법(예를 들면, 주파수변조, 위상변조, 펄스변조)의 효과를 시뮬레이션 하는데 효과적인 것으로 이미 알려져 있다.

단점 :

가. TDMA를 시뮬레이션 할 수 없다.

나. Second law receptor에 대해서 약간의 과시험(over-test)이 가해질 수 있다.

다. 몇몇 영향을 일으킬 수 있는 메커니즘을 놓칠 수 있다.

[구형파, AM]

장점 :

가. TDMA와 유사한 신호를 발생시킨다.

나. 범용적으로 적용시킬 수 있다.

라. 알려지지 않은 영향을 일으킬 수 있는 메커니즘(RF 포락선의 큰 변화율에 민감한)을 찾아낼 수도 있다.

단점 :

가. 그러나 TDMA를 정확히 시뮬레이션 할 수 없다.

나. 이 신호를 발생시키기 위해서 비 표준 장비를 필요로 한다.

다. EUT에서 복조에서 광대역 음성응답을 발생시키므로 배경잡음을 일으키는 광대역 레벨미터로 측정하여야 한다.

라. 상승시간을 지정할 필요가 있다.

[Pulsed RF]

장점 :

가. TDMA에 대해 좋은 시뮬레이션 방법이다.

나. 알려지지 않은 영향을 일으킬 수 있는 메커니즘(RF 포락선의 큰 변화율에 민감한)을 찾아낼 수도 있다.

단점 :

- 가. 이 신호를 발생시키기 위해서 비 표준 장비를 필요로 한다.
- 나. 변조의 세부사항이 개개의 다른 시스템(예를 들면, GSM, DECT 등등)에 맞추기 위해서 바뀌어야 할 필요가 있다.
- 다. EUT에서 복조에서 광대역 음성응답을 발생시키므로 배경잡음을 일으키는 광대역 레벨미터로 측정하여야 한다.
- 라. 상승시간을 지정할 필요가 있다.

IEC 61000-4-3에서는 다음과 같은 장점을 이유로 들어 정현파 AM을 표준 인가신호로 권고하고 있다.

- 다른 변조방법의 효과들 사이에 현저한 차이가 존재하면, 항상 정현파 AM이 가장 심하다.
- 아날로그 시스템에서 배경잡음 문제를 줄이는 협대역 검파 응답
- 방해원의 작용을 일일이 시뮬레이션할 필요가 없는 범용적 적용성이 있고 모든 주파수에서 같은 변조로 인가된다.
- 적어도 펄스 변조만큼 엄격하다.

위에 언급된 이유들로 이 기준안에서 정의된 변조 방법은 80% AM 정현파이다. 오직 다른 형태의 변조법이 필요한 특별한 이유에서만 변조 방법을 바꿀 것을 권고하고 있다.

나. ISO/DIS 11452-9에서의 표준 인가신호

이것은 아직 국제표준문서는 아니지만, 변조방식에 따른 전자파의 영향을 고려하여 표준 인가신호를 만들고 있다는 점에서 시사하는 바가 크다. ISO/DIS 11452-9는 자동차용 부품에 대하여 복사 전자파 에너지에 의한 전기적 방해를 다루는 문서이다. 여기에서는 지금까지 우리 주변에서 흔히 사용되고 있는 휴대용 무선기기의 특성을 고려한 표준 인가신호를 서술하고 있다. 또한 시험항목과 방법으로서 상용 휴대 단말기를 이용하는 방법도 소개되고 있다. 이런 경우 출력과 변조의 변형이 없기 때문에 시험은 휴대 단말기의 특성이 그대로 EUT에 전달되고 그 영향을 바로 확인할 수 있는

방법이다. 여기서 소개되는 방법이 본 연구에서도 직접 접근방식과 간접 접근방식으로 응용된다. 표 6.2는 휴대용 무선기기의 실제 특성과 이들의 특성이 반영된 시뮬레이션 시험 변조신호를 나타낸다.

다. 국제표준문서에서의 표준 인가신호에 대한 분석

IEC 61000-4-3는 시험의 엄격도와 편의성을 이유로 정현파 진폭변조만을 권고하고 있다. 시험실의 입장에서 이 방법은 매우 간편하나, OFDM이나, 우리나라에서 많이 사용되고 있는 CDMA 등은 반영하지 못하고 있다. ISO/DIS 11452-9는 많은 휴대용 무선기기의 특성을 반영하고 있지만, 요즘 개발되어 상용화 되고 있는 WCDMA 및 차세대 LTE의 변조신호는 고려되지 않고 있다. 물론 모든 변조방식에 대해 고려할 수는 없지만 최신기술에 대한 영향 평가는 반드시 이루어져야 한다고 본다. 그리고 다양한 변조방식에 대한 대표적인 표준 변조신호도 개발되어야 할 것이다.

표 5-2 휴대무선기기의 실제 특성 및 대응되는 시험 변조신호

휴대 무선기기	주파수 대역 (MHz)	출력 (W)	변조방식	시험용 변조신호
10 m	26 - 30	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	AM 1 kHz, 80%
2 m	146 - 174	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
70 cm	410 - 470	10 (RMS)	Telegraphy, AM, SSB, FM	CW
TETRA/ TETRAPOL	380 - 390 410 - 420 450 - 460 806 - 825 870 - 876	10 (Peak)	TDMA/FDMA Tetra : $\pi/4$ DQPSK	PM 18 Hz, 50% duty cycle
AMPS/GSM850	824 - 849	10 (Peak)	GMSK, PSK, DS	PM 217 Hz, 50 % duty cycle or PM 217 Hz, Ton = 577 μ s t = 4600 μ s
GSM900	880 - 915	16 (Peak) or 2 (Peak)	GMSK	PM 217 Hz, 50 % duty cycle or PM 217 Hz, Ton = 577 μ s t = 4600 μ s
PDC	893 - 898 925 - 958 1429 - 1453	0,8 (Peak)	TDMA	PM 217 Hz, 50 % duty cycle
PCS GSM1800/1900	1710 - 1785 1850 - 1910	2 (Peak) or 1 (Peak)	GMSK	PM 217 Hz, 50 % duty cycle or PM 217 Hz, Ton = 577 μ s t = 4600 μ s
IMT-2000	1885 - 2025	CW - 1(RMS) PM - 1(Peak)	QPSK	CW and PM 1600 Hz, 50 % duty cycle
Bluetooth/ WLAN	2400 - 2500	0,5 (Peak)	QPSK	PM 1600 Hz, 50 % duty cycle
IEEE 802.11a	5725 - 5850	1(peak)	QPSK	PM 1600 Hz, 50 % duty cycle

제 2 절 변조방식에 따른 전자파 내성영향 시험

1. 전자파 내성 평가 구성

현재 상용화되어 사용 중에 있는 휴대용 무선기기의 변조방식별 전자파 영향을 파악하기 위하여 앞 절에서 분석된 각 변조방식의 특성과 시뮬레이션 인가신호를 토대로 전자파 내성 시험평가를 구성하였다. 영향분석을 위하여 두가지 방식이 적용될 수 있는데 하나는 실제 상용화된 휴대 무선기기를 이용하는 직접 접근방식이고 다른 하나는 각 휴대 무선기기의 변조특성을 반영하여 시뮬레이션을 할 수 있도록 개발된 표준 인가신호를 이용하는 간접 접근방식이다.

가. 변조방식에 따른 시험신호 인가방법

[직접 접근방식]

- ① 현재 주위에서 사용 중인 이동통신 단말기 (휴대폰, WLAN, Bluetooth, RFID)를 이용하여 대상제품(EUT)에 직접 인가하여 그 영향을 확인한다.
- ② 각 통신방식에 대한 시뮬레이션 장비(기지국 Call 장비 등)를 이용하여 시험실에서 대상제품에 직접 인가하여 그 영향을 확인한다.

[간접 접근방식]

- ① IEC 61000-4-3과 ISO/DIS 11452-9의 각 통신방식의 특징을 시뮬레이션 할 수 있는 시험 변조신호를 발생시켜 대상제품에 직접 인가하여 그 영향을 확인한다.
- ② 시험레벨은 규격을 참고하거나 직접 접근방식에서 사용된 통신 단말기의 출력(동일거리의 EUT 인근에서 측정된 전기장 세기)으로 인가한다.

나. 전자파 영향분석을 위한 대상제품(EUT) 선정

전자파의 영향분석을 위해서 중요한 요소 중에 하나가 피시험 대상제품이다. 이 대상제품은 휴대용 무선기기에서 복사되는 전자파의 에너지 크기,

즉 출력레벨뿐만 아니라 변조방식에 따라 그 영향이 민감해야 하기 때문이다. 시중에서 판매되고 있는 전자·통신기기를 대상으로 하는 시험평가는 2차로 미루고 먼저 시작품을 제작해 보았다. 그림 5-7은 제작된 대상제품을 보여준다. 이 대상기기는 적외선 (IR) 및 38kHz를 이용하는 무인 전원 ON-OFF 시스템으로 주위의 3과장 조명과 주변 RF 발생장치에 민감하여 오동작을 일으키도록 설계되었다. 오동작의 여부는 외부 LED의 변화와 회로에 연결된 오실로스코프를 통해 대상제품에서 발생시키는 펄스코드의 변화로 파악하도록 하였다.



그림 5-7 절전 자동 스위치 시스템 구성도

다. 변조방식에 따른 시험 중간 결과

선정된 EUT에 대하여 현재 주변에서 많이 사용될 수 있는 휴대용 무선 통신 단말기를 선택하고 각 인가방식에 따라 시험을 실시하였다.

(1) 직접 접근방식

직접 접근방식에는 그림 5-8과 같이 사용 중인 휴대단말기와 기지국(Call 장비)간에 통신이 이루어지는 동안 시험을 진행하였다. 장비에서의 최대출

력은 1 W이었고 시험결과는 표 5-3과 같다. 결과의 Δ 표시는 LED상의 오동작은 파악되지 않았으나 그림 5-9에서처럼 오실로스코프상의 파형 찌그러짐이 관측된 경우를 말한다.



그림 5-8 직접 접근방식의 시험장면

표 5-3 직접 접근방식의 인가신호 및 시험결과

휴대 무선기기	주파수 대역 (MHz)	출력 (W)	변조방식	시험결과
GSM	880 - 915	1 (Peak)	GMSK	Δ
WCDMA	1922 - 1978	1 (Peak)	QPSK	Δ
RFID	917.5 - 923	1 (Peak)	ASK	Δ

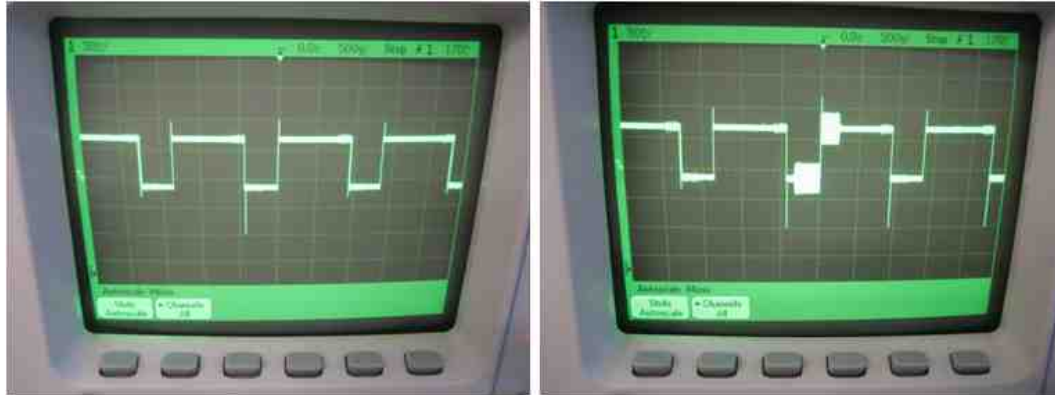


그림 5-9 정상신호와 시험 중 영향을 받는 신호

(2) 간접 접근방식

간접 접근방식에는 그림 5-10과 같이 흡수체가 부착된 차폐실안에서 표 5-4의 신호와 레벨을 인가하였다. 표의 시험결과에서 ○는 인가신호에 영향을 받지 않았다는 것을 의미한다.



그림 5-10 간접 접근방식의 시험장면

표 5-4 간접 접근방식의 인가신호 및 시험결과

휴대 무선기기	주파수 대역 (MHz)	출력 (W)	시험용 변조신호	시험결과
GSM900	880 - 915	2 (Peak)	PM 217 Hz, 50 % duty cycle	○
PCS	1710 - 1785 1850 - 1910	2 (Peak)	PM 217 Hz, 50 % duty cycle	○
Bluetooth/ WLAN	2400 - 2500	0,5 (Peak)	PM 1600 Hz, 50 % duty cycle	○

(3) 결과분석 및 향후 추진계획

시험결과에서 알 수 있듯이 직접 접근방식과 간접 접근방식에 대한 차이를 보였다. 그러나 이것은 대상제품이 38 kHz 인근에서는 민감하나 더 높은 주파수에서는 민감하지 않아 나타난 현상일수 있어 정확하다고 판단하기 어렵다. 동일한 시험레벨에서 단지 변조방식의 변화에 따라 그 영향을 판단하기 위해서는 RF에 좀 더 민감한 대상기기의 선정(또는 제작)이 필요하고 비교분석을 위해 영상신호의 Jitter와 같은 것을 판독할 수 있는 프로그램개발이 요구된다. 중간결과를 토대로 하반기에는 대상제품의 범위를 확대하여 시험을 실시하고 그 영향의 결과를 비교할 수 있는 방법을 모색해 본다. 정현파 AM이 다른 변조방식보다 더 엄격하고 다른 영향의 메커니즘을 포함할 수 있다면 좋겠지만, 그렇지 않다면 대안의 표준 인가신호를 찾거나 실질적인 방법인 직접 접근방식도 필요에 따라 적용할 수 있는 방법도 모색하고자 한다.

2. 디지털 변조신호에 의한 전자파 방사내성 평가

최근 정보통신기술의 급격한 발전으로 인해 소형·집적화된 전자제품에 의해 전자기장에 의한 간섭현상의 빈도가 점차적으로 증가하고 있다. 방사성 장애의 주요 원인은 방송 및 통신에 의한 것으로 의도적 RF 방사(intentional radiation)신호에 의한 전기자기장의 세기로 추정할 수 있다. 일

반적으로 전자기기는 변조되지 않은 일반 연속파형(CW)보다 변조된 RF신호에 더 민감하다. 그 이유는 휴대의 비선형소자에 의한 고주파의 생성이 장애로 작용되기 때문이다. 연속파형의 경우에는 전체적인 전압의 상승을 야기하고 AM신호는 저주파수 파동에 의한 장애를 발생시킨다. 이러한 근거를 바탕으로 현재 국내의 전자기기장 내성시험의 기준을 살펴보면 대부분의 전자기기는 IEC61000-4-3에 의거하여 첫째, 80 MHz ~ 1 GHz범위에서 둘째, 3~30 V/m 의 전계강도범위에서 진폭변조(AM)신호를 사용하여 실시되고 있다. 하지만 AM신호는 구 아날로그 방송·통신분야에서 사용되어 온 것이며 현재의 디지털변조방식에 의한 신호가 어떤 영향을 주고 있는지에 대한 연구는 이루어지지 않고 있다. 특히, cdmaone(IS-95) 및 WCDMA 기술을 주로 사용하고 있는 국내의 디지털 무선통신 환경내에서의 전자기파 방사의 영향에 대해서는 특별한 검토나 연구가 없이 수행되고 있는 실정이며 이에 대한 연구가 요구되고 있다.

본 연구에서는 국내외의 관련 표준을 참조하여 국내의 디지털 통신환경에서 사용되는 다양한 변조기법에 의해 발생하는 전자기장 간섭영향을 실험 및 분석하였다. 특정기기에서는 AM신호보다 디지털변조신호에 의한 간섭정도가 심하다는 것을 실험을 통해 입증하였다.

따라서 본 연구에서는 현재 서비스중인 전자·통신기기로부터 방사되는 전자기파에 의한 간섭을 측정하는 시험평가를 실시하여 디지털 변조신호에 의한 전자기파 간섭을 연구하고자 하였다. 시험평가를 실시하고자 하는 주파수 대역은 이동통신이 많이 사용되고 있는 800 MHz 및 1900 MHz 대역과 다양한 무선통신이 사용되는 ISM밴드를 위주로 실시하였다. 시험에서 사용된 인가신호는 IEC 61000-4-3에서 권고하는 AM 변조신호외에 QPSK 변조신호, 16QAM 변조신호 그리고 이동통신 휴대단말기에서 방사되는 디지털 이동통신 액세스 최종신호로는 국내에서 사용중인 CDMA IS-95A 신호와 HSDPA 신호를 선정하였다.

가. 변조방식별 신호의 비교분석

(1) 무변조연속파(CW)와 진폭변조(AM)신호

전력은 에너지가 전달되는 비율로써 중요한 의미를 가지는데 이것은 전력이 무선시스템에서 전자기장의 세기를 결정하기 때문이다. 따라서 전계강도의 측면에서 계산하기 위해 우선 전력에 관한 고찰이 필요하다. 무변조 연속파(CW) 및 AM시험에 대한 전계, 전류 및 전압의 시험 가혹성 레벨은 무변조 연속파의 실효치(rms)로 나타낸다. 즉, 20 V/m의 시험 가혹성 레벨은 CW 및 AM시험에서는 28 V/m peak치로 수행되어야 한다. 여기에서의 무변조 연속파는 반송파로 쓰이게 될 파형이다. 시험레벨의 최대값을 고정시킬 경우에는 무변조 연속파의 최대진폭과 AM신호의 최대진폭값을 동일하게 두고 계산을 해야한다. 무변조 연속파신호의 전계강도, E_{CW} 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$E_{CW} = E \cos(\omega t) \quad (1)$$

여기에서 E 는 무변조 연속파 E_{CW} 의 최대치이고 ω 는 CW의 각주파수이며 t 는 시간을 나타낸다. 무변조 연속파형의 평균전력은 다음과 같이 계산된다.

$$P_{CW} = kE^2 \quad (2)$$

k 는 시험을 위한 상수인 비례계수이다. 진폭변조신호의 전계강도 E_{AM} 는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$E_{AM} = E' \times (1 + m \cos(\theta t)) \cos(\omega t) \quad (3)$$

식(3)에서 E' 은 변조를 위해 일정한 비율로 감소된 CW의 최대진폭이며 $E'(1+m)$ 는 변조신호의 최대값, m 은 변조지수($0 \leq m \leq 1$), θ 는 피변조신호의 주파수(1kHz 정현파), ω 는 CW 반송주파수이다. 총 전력은 반송파 요

소의 전력과 측파대 요소의 전력 합으로 나타난다. 따라서 AM신호 P_{AM} 평균전력을 구하는 최종식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{AM} = k \left(1 + \frac{m^2}{2} \right) E^2 \quad (4)$$

시험레벨의 피크치 보존을 위해서는 무변조CW의 최대진폭과 AM신호의 최대진폭은 같아야 한다.

$$\frac{P_{AM}}{P_{CW}} = \frac{k \left(1 + \frac{m^2}{2} \right) E^2}{k E^2} = \left(1 + \frac{m^2}{2} \right) \left(\frac{E}{E} \right)^2 = \frac{1 + \frac{m^2}{2}}{(1+m)^2} \quad (5)$$

식(5)는 무변조 연속파의 평균전력 P_{CW} 와 AM신호의 평균전력 P_{AM} 의 비교식이며 이를 근거로 최종적으로 변조지수 $m=0.8(1\text{kHz}, 80\%)$ 인 AM신호와 무변조 연속파의 전력비 관계식은 다음과 같다.

$$P_{AM} = 0.407 P_{CW} \quad (6)$$

즉, 식(6)에 의해서 동일한 최대진폭을 가지기 위해서는 진폭변조직전에 무변조 연속파의 진폭을 줄여야 할 필요가 있게 되는데 이 감소된 연속파의 평균전력 P_{CWpm} 과 무변조 연속파의 평균전력 P_{CW} 의 관계식은 식(7)으로 표현될 수 있다.

$$P_{CWpm} = 0.309 P_{CW} \quad (7)$$

즉, 피크치 보존을 위해서는 그림 5-11과 같이 무변조 연속파의 진폭의 평균전력을 0.309배로 감소시킨 후, 80%진폭변조를 통해 무변조 연속파와 동일한 진폭을 가지게 된다는 의미가 된다.

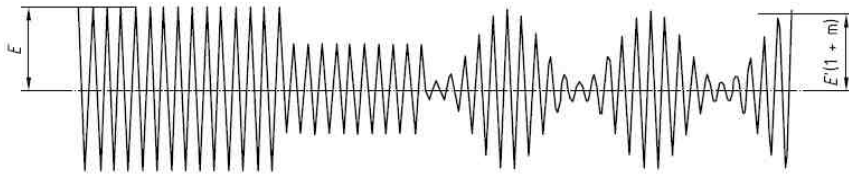


그림 5-11 최대치 보존방법의 개요도

신호 발생기를 통해 일정한 (-10dBm) 진폭으로 파형을 생성시켜서 스펙트럼 분석기를 통해 확인하면 결론적으로 CW에 비하여 AM신호의 peak치는 약 1.8배(5dB) 상승이 발생한다.

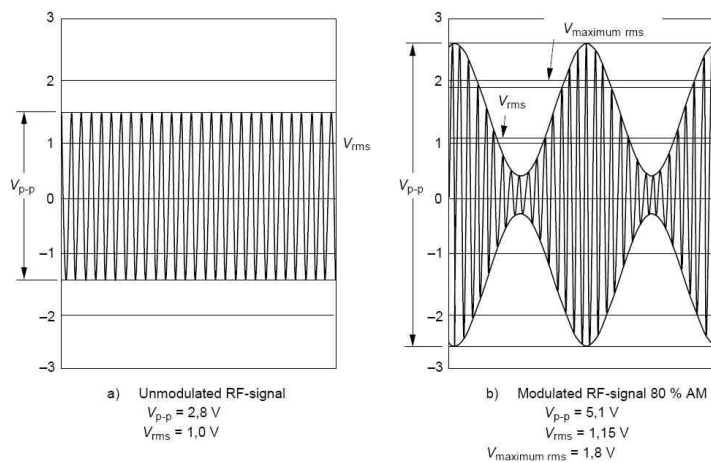
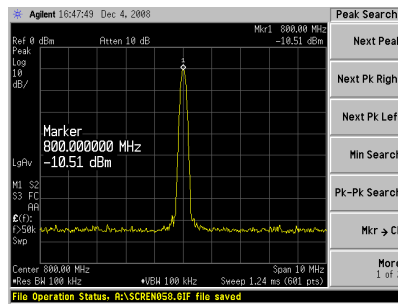


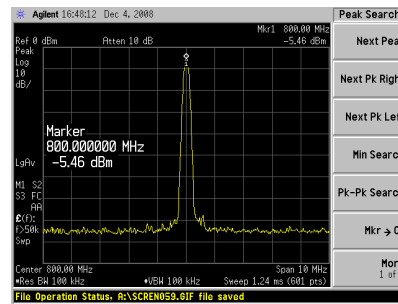
그림 5-12 연속파와 AM 신호의 파형과 시험레벨의 정의

(2) 아날로그 신호와 디지털 변조신호

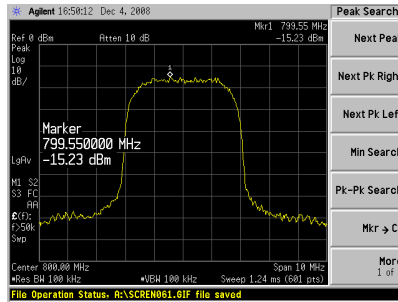
그림 5-13에서는 신호발생기에서 -10 dBm 의 크기로 변조를 걸어주었을 때의 신호를 스펙트럼 분석기를 통해 크기를 비교한 결과이다.



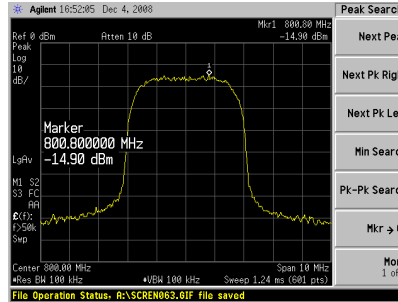
CW신호



AM신호

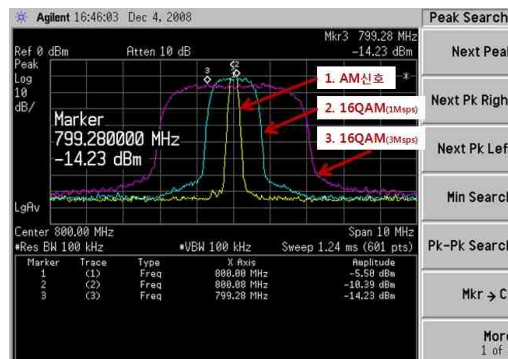
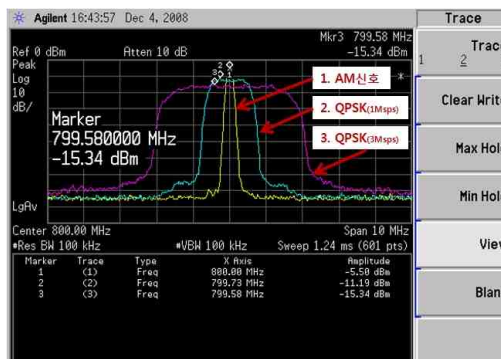


QPSK(3Msps)



16QAM(3Msps)

그림 5-13 변조방식별 신호의 스펙트럼 분석기 측정화면



CW	AM	QPSK	16QAM
Measured Value	Measured Value	1 Msps	1 Msps
Amp. : -10.55 dBm	Amp. : -5.50 dBm	Amp. : -11.19 dBm	Amp. : -10.39 dBm
ΔV_{CW} 0 dB	ΔV_{CW} +5.05 dB	ΔV_{CW} -0.64 dB	ΔV_{CW} +0.16 dB
		3 Msps	3 Msps
		Amp. : -15.34 dBm	Amp. : -14.23 dBm
		ΔV_{CW} -4.79 dB	ΔV_{CW} -3.68 dB

그림 5-14 변조방식별 신호의 Amplitude 비교

변조신호들의 스펙트럼을 분석해보면 AM 신호의 크기가 CW신호크기 대비 +5.05 dB 로 가장 크고 QPSK신호는 크기가 줄었으나 16QAM 신호는 3 Msps의 경우에는 -3.68 dB 감소하였으나 1 Msps의 경우에는 거의 같거나 약간 상승된 효과를 보였다. QAM은 반송파의 진폭과 위상을 동시에 변화시키는 ASK 와 PSK 방식이 결합된 방식으로 볼 수 있다. 즉, 반송파의 진폭의 변화로 인해 신호의 크기가 CW보다 상승하였다. QAM은 변조신호의 순간진폭에 따라 변조되기 때문에 순시전력에서 보면 큰 변화율과 높은 최대값을 가진다. 순시전력에서 큰 최대값을 가진다는 것은 명백하게 송신기의 출력앰프의 증폭이 더 과하게 되어야 함을 의미하며 결과적으로는 전력소비를 증가시키게 된다. 이로 인해 HSDPA의 AMC(Adaptive Modulation Coding)기술로 무선환경이 매우 좋은 상황에서만 제한적으로 이용되고 있으며 16QAM (3 Msps)신호의 bps로 환산된 데이터율은 12 Mbps 이다. 이는 HSDPA기술의 이론적 최대 데이터율(14.2 Mbps)과 비슷한 수치이다. 하지만 이는 이론치일 뿐이고 실제 네트워크에서의 최대 전송률은 2 Mbps 정도이므로 16QAM(1 Msps)가 실제 데이터율에 가깝다. 또한 높은 데이터율(대역폭)로 인한 신호의 고주파 성분은 많아지므로 필연적으로 스펙트럼상에 주파수 성분이 넓게 퍼져서 나오는 현상을 확인할 수 있다.

그림 5-15 에서는 시간영역에서 무변조연속파와 AM신호 그리고 GSM을 근사화시킨 펄스신호를 비교해보면 스펙트럼 분석기로 측정한 결과와 동일한 결과가 나오는 것을 확인할 수 있다.

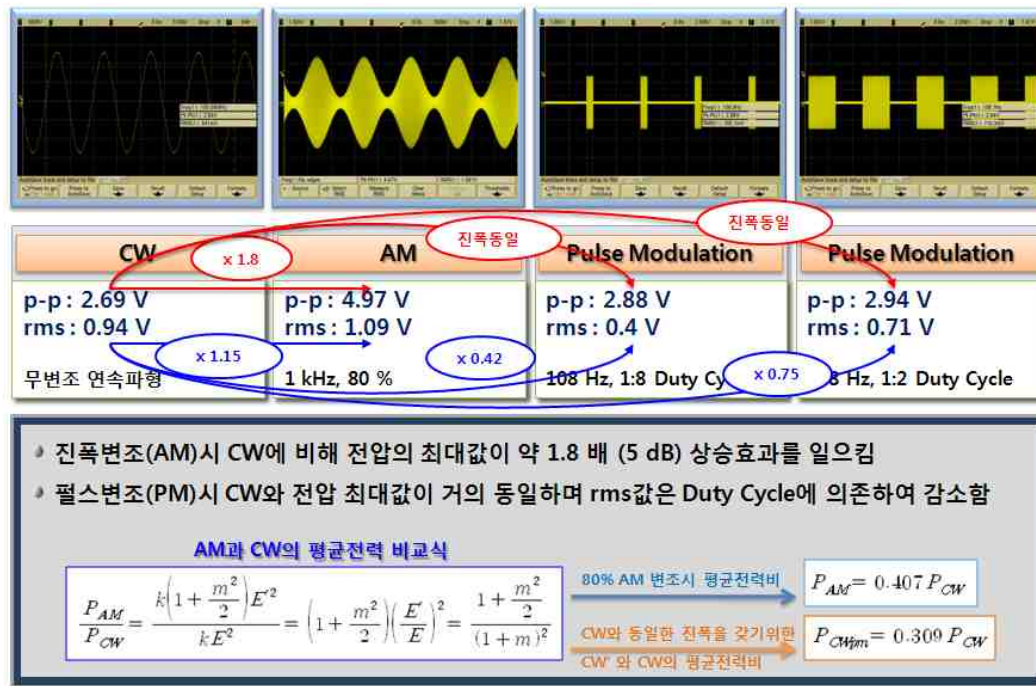


그림 5-15 CW, AM신호, PM신호의 시간영역 측정화면

나. 디지털 변조신호의 방사내성 피시험기기 선정 및 시험구성

피시험기기(EUT)는 현재 국내에서 사용하거나 외국에 수출하기 위한 전자기기를 대상으로 하였으며 기기별 기능은 표 5-5에 나타내었다.

표 5-5 피시험기기의 종류

대상기기	세부내용
아날로그 컬러 TV	일반적인 아날로그 컬러 TV (Band I, III)
무선 전화기 (DECT)	일반가정에서 많이 사용되는 유럽형 디지털 유무선 전화기
VHF, 선박용 무전기	해상에서 사용하는 비상용 무전기로써 Channel No. 16의 주파수대역은 156.8~161.4 MHz이며 비상용채널로써 해군, 해경, 일반선박이 항상 모니터링 하는 채널이다.

다. 아날로그 컬러 TV의 시험평가 결과 및 분석

첫 번째 피시험기기로 아날로그 TV를 이용하여 시험하였으며 장애가 발생했을 때의 전계강도 세기를 기입한 결과를 표 5-7에 정리하였다.

표 5-6 아날로그 TV에 대한 방사 내성의 시험조건

시험규격	IEC 61000-4-3 (방사 무선주파수 전기자기장 내성시험)
시험 주파수 범위	824~849 MHz / 876~915 MHz / 1885~2025 MHz / 2400~2500 MHz
인가 레벨	3 ~ 30 V/m
인가 신호	AM신호(1 kHz, 80%), PM신호(217 Hz, 1:8 Duty Cycle)

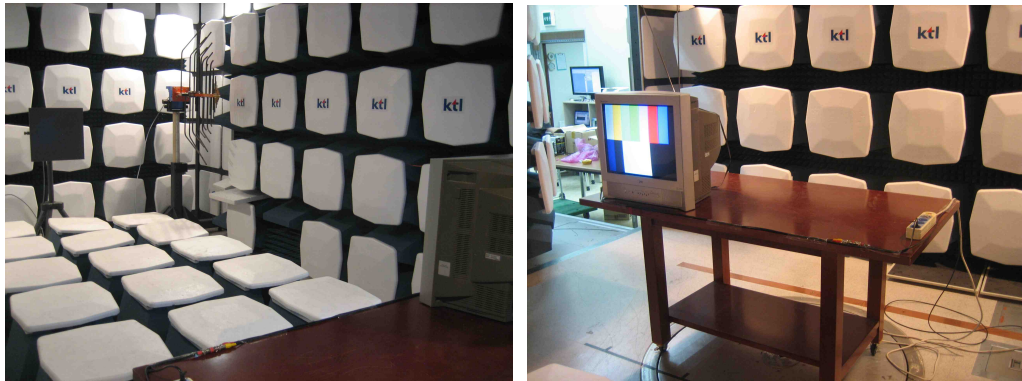


그림 5-16 아날로그 TV의 전자파 내성 시험장면

표 5-7 아날로그 TV의 방사내성 시험결과

주파수 범위	824~849 MHz		876~915 MHz		1885~2025 MHz		2400~2500 MHz	
인가신호타입	AM	PM	AM	PM	AM	PM	AM	PM
전계강도(V/m)	11	4	19	11	10	8	17	5

시험 결과를 통해 AM신호보다 PM신호 인가시에 스크린의 찌그러짐이나 흔들림 현상이 더 심한 것을 확인할 수 있다. AM신호는 30 V/m까지 아무런 간섭이 없거나 15~20 V/m의 전계강도에서 화면의 찌그러짐이 발생

하였으며 이에 비해 PM신호는 상대적으로 훨씬 낮은 전계강도에서 간섭을 일으키고 있음이 확인되었다. 특히, 824~849 MHz 범위에서는 AM신호와 PM신호의 간섭 발생 전계강도의 차이가 최대 12 V/m 이다.

AM신호는 선형적인 아날로그 변조방식임에 반해 디지털신호형태인 PM신호는 시간영역에서 보면 급격한 변화(상승·하강)로 인해 실제로는 무한대의 주파수를 갖는 복합신호이다. PM신호가 발생시키는 매우 넓은 주파수 성분이 TV의 동작에 보다 더 심각한 간섭 영향을 주는 것을 시험을 통해 확인하였다.

라. 유무선 전화기(Dect 전화기)의 시험평가 결과 및 분석

DECT는 디지털 통신 표준중 하나로써 유럽에서 개발·사용하기 시작하였으며 범세계적으로 사용되고 있는 무선전화기이다. 사용 주파수대역은 1880 ~ 1930 MHz 이며 국가별로 조금씩 차이가 있으며 평균출력전력은 미국 4 mW(100 mW peak), 유럽 10 mW(250 mW peak)이다. 물리층의 액세스 기술은 GSM 기술방식과 똑같은 TDMA방식이다. 이러한 이유로 IEC 61000-4-3 규격에서는 GSM과 더불어 DECT의 방사신호를 주요한 방해신호로 가정하고 PM 파형을 구현하여 연구하였다.

표 5-8 유무선 전화기에 대한 방사 내성의 시험조건

시험규격	EN 301 489-6 (전자기 적합성 시험 - DECT 전화기)		
주파수 대역	80~90 MHz / 400~450 MHz / 860~960 MHz / 1~2.6 GHz		
인가 레벨	3 V/m		
인가 신호	출력세기	변조방식 및 변조율	Data rate
	AM 변조신호	1 kHz, 80%	-
	QPSK 변조신호	1 Msps	4 Mbps
	16QAM 변조신호	1 / 3 Msps	4 / 16 Mbps
	CDMA IS-95A (국내 서비스 기술)	QPSK, 1bit/symbol (FL) OQPSK, 1bit/symbol (RL)	115 kbps
	WCDMA/HSDPA (국내 서비스 기술)	QPSK/16QAM, 1.28 Mcps	16 Mbps

DECT는 800 MHz 이상의 주파수 대역에서 GSM방식과 더불어 많이 사용되는 무선기기이며 물리계층 접속기술도 GSM과 유사하여 TDMA 펄스와 유

사한 PM 신호로 간단히 시험할 수도 있다.

피시험기기인 무선전화기가 시험시스템과 연결되어 통신 링크가 유지된 상태에서 1 kHz tone의 피시험기기(무선전화기)의 수신능력을 평가한다. SINAD는 수신되는 전체신호(원신호+잡음+왜곡)의 평균전력과 잡음+왜곡의 평균전력의 비율을 의미하는 용어으로써 AMPS와 같은 이동통신시스템이나 오디오등의 수신감도를 알려주는 척도로써 주로 사용된다.

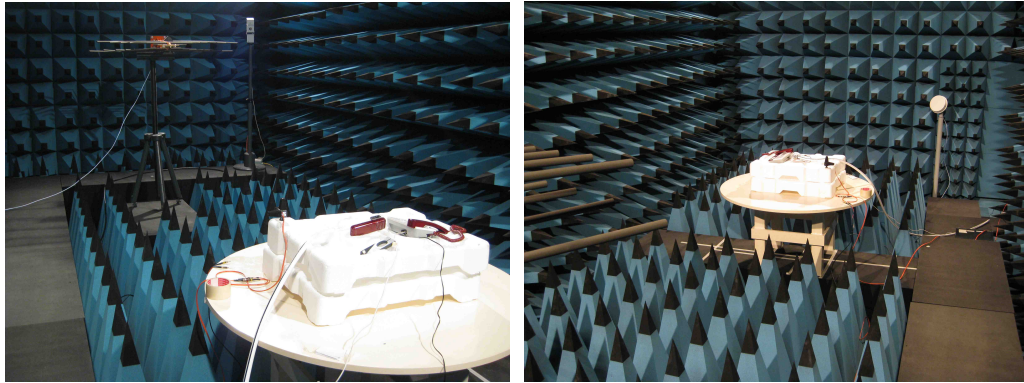


그림 5-17 유무선 전화기의 전자파 내성 시험장면

무선링크로 통신중인 시험폰(EUT)과 외부의 Dect폰을 통해 음성신호와 유사한 1 kHz의 Test Tone을 보내어 EUT에서의 음성응답을 Audio Analyzer로 분석함으로써 방사에 대한 간섭의 정도를 측정하였다. 피시험기기의 간섭영향을 파악하기 위해 디지털무선전화기의 전자파 적합성 국제표준인 EN 301 489-6에서 명시한 휴대기기의 음성 송·수신 특성은 음압레벨(SPL:sound Pressure Level)측정기를 이용하여 음성 출력신호의 레벨을 측정하는 방법으로 시험하였다. 1차적인 성능확인평가 기준으로는 비트오율(BER) 측정방법과 음압출력레벨 측정방법이 있지만, 여기서는 측정시스템의 구축의 제약으로 인해 정상적인 SINAD(신호대잡음,왜곡비)방법이 아닌 생활무전기의 전자파 적합성 국제표준인 EN 301 489-13의 측정방법에 의해 시험을 수행하였다.

표 5-9 방사내성시험의 음성응답 (DECT 전화기)

인가신호 (dB) MHz	AM	QPSK	16QAM		cdmaone IS-95	HSDPA
			1 Msps	3 Msps		
80	14.0	19.5	19.5	20.5	19.5	20.5
81	17.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
82	16.5	20.5	20.5	20.0	20.5	19.5
83	16.0	19.5	19.5	19.5	19.5	20.0
84	18.0	19.5	18.5	19.5	20.5	20.5
85	22.5	20.0	19.0	20.0	21.5	21.5
86	23.5	21.0	19.5	21.0	21.0	22.5
87	24.5	21.5	20.0	21.5	22.0	23.0
88	24.0	21.5	19.5	21.5	22.0	23.5
89	25.7	20.5	19.5	19.5	22.5	23.5
90	26.0	23.0	21.5	23	23.0	24.0

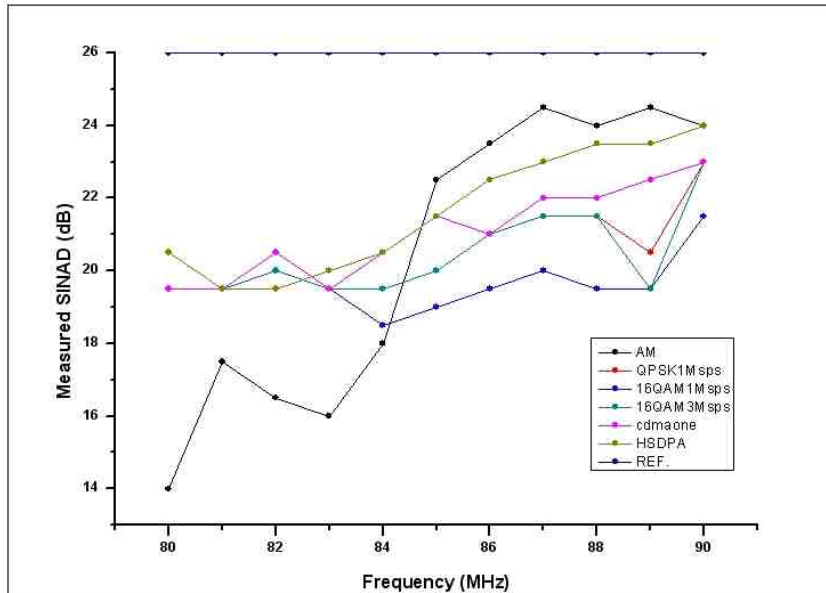


그림 5-18 방사내성시험의 음성응답 그래프 (DECT 전화기)

무선전화기가 정상적으로 동작할 때, 기준 SINAD값은 26 dB이며 변조신호별로 3 V/m의 전계강도로 방사신호를 인가했을 때의 SINAD값을 측정하였다. 80 ~ 84 MHz 주파수 범위에서는 AM신호가 최대 -12 dB의 심한 장애

를 발생시켰으며 85 ~ 90 MHz 대역에서는 16QAM 변조신호에 의한 성능저하가 -7.5 dB로 가장 컸다. 기타 주파수범위(400 MHz ~ 2600 MHz)에서는 특별한 성능저하가 없었다. 피시험기기가 특정 주파수 범위에서만 영향이 나타난 것은 방사간섭신호인 AM신호의 피변조파(1kHz)신호에 의한 혼변조 효과일 수도 있으며 피시험기기의 송·수신 회로특성에 의해 특정 주파수 범위에서만 간섭이 발생하고 있다고 판단된다.

마. VHF대역 해상용 무전기의 시험평가 결과 및 분석

선박용 무전기에서 사용하는 Channel No. 16의 주파수대역은 156.8~161.4 MHz 이며 비상용채널로써 해군, 해경이 항상 모니터링 하는 채널이다. 일반 선박도 의무적으로 모니터링해야 하는 채널이다.

표 5-10 해상용 무전기에 대한 방사 내성의 시험조건

시험규격	EN 301 489-13 (전자기 적합성 시험 - 생활무전기 방사내성)		
주파수 대역	80~90 MHz / 400~450 MHz / 860~960 MHz / 1~2.6 GHz		
인가 레벨	3 V/m		
인가 신호	출력세기	변조방식 및 변조율	Data rate
	AM 변조신호	1 kHz, 80%	-
	QPSK 변조신호	1 Msps	4 Mbps
	16QAM 변조신호	1 / 3 Msps	4 / 16 Mbps
	CDMA IS-95A (국내 서비스 기술)	QPSK, 1bit/symbol (FL) OQPSK, 1bit/symbol (RL)	115 kbps
	WCDMA/HSDPA (국내 서비스 기술)	QPSK/16QAM, 1.28 Mcps	16 Mbps

시험결과를 분석해보면 150~450MHz 대역에서는 AM신호가 최대 -19 dB의 성능저하를 발생시켰으며 동작주파수 156~161MHz에서 특히 심한 간섭을 보이고 있으며 이것은 방해신호인 AM변조 신호의 피변조파(1kHz)신호에 의한 혼변조 간섭으로 판단된다.

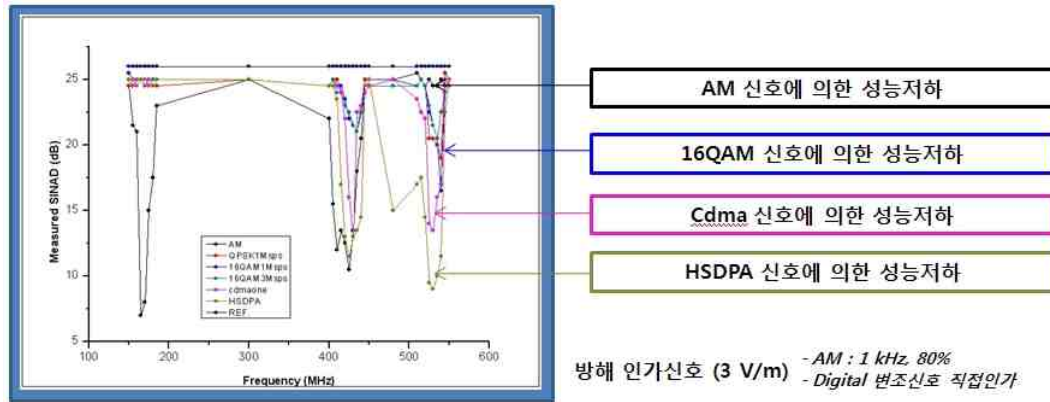


그림 5-19 방사내성시험의 음성응답 그래프(VHF 무전기)

500~550 MHz 대역에서는 디지털 변조방식인 QPSK 및 16QAM을 사용하는 HSDPA 신호에 의한 간섭이 가장 심하게 나타난 것으로 측정되었다. EN 301-489-13의 규격에 의해 전자파 노출중 SINAD 비는 12 dB이하이면 FAIL로 판단한다. 따라서 이시험의 Fail SINAD는 14 dB 이므로 165~170MHz 대역에서는 AM신호에 의한 Fail이 발생하였으며 430MHz 대역에서는 16QAM을 제외한 전 신호에서 Fail 판정되었다. 이것은 무전기 자체의 회로특성에 의해 특정구간 주파수 응답이 안 좋은 것으로 볼 수 있다.

표 5-11 방사내성시험의 음성응답 (VHF 무전기)

인가신호 (dB) MHz	AM	QPSK	16QAM		cdmaone IS-95	HSDPA
			1Msps	3Msps		
150	24.5	24.5	25.5	25.0	25.0	25.0
155	21.5	25.0	25.0	25.0	24.5	25.0
160	21.0	24.5	24.5	25.0	25.0	24.5
165	7.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
170	8.0	25.0	24.5	24.5	24.5	25.0
175	15.0	24.5	25.0	24.5	25.0	24.5
180	17.5	24.5	24.5	25.0	24.5	24.5
185	23.0	24.5	25.0	25.0	25.0	25.0
...	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
400	22.0	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
405	15.5	24.5	25.0	25.0	24.5	24.5
410	12.0	25.0	24.5	24.0	24.5	23.5
415	13.5	24.0	24.5	24.0	24.0	17.0
420	12.5	22.0	23.5	23.0	22.0	13.0
425	10.5	16.0	22.0	22.5	16.0	11.5
430	13.5	13.0	21.5	21.5	13.0	13.0
435	18.0	22.5	21.0	21.0	22.5	13.5
440	20.5	23.0	23.0	22.5	23.0	14.5
445	24.5	25.0	24.5	24.0	24.0	24.5
450	25.0	24.5	25.0	24.5	24.5	25.0
...	25.0	25.0	25.0	24.5	25.0	15.0
510	25.5	24.5	24.5	24.5	23.5	17.0
515	25.0	25.0	25.0	25.0	22.5	17.5
520	24.5	24.5	24.5	24.5	22.0	14.5
525	25.0	20.5	22.5	23.0	14.0	9.5
530	24.5	20.5	21.5	21.5	13.5	9.0
535	24.5	20.0	20.5	20.5	16.0	10.0
540	25.0	19.0	16.5	22.5	17.0	11.5
545	24.5	25.5	24.0	24.0	25.0	22.5
550	25.0	25.0	25.0	25.0	24.5	25.0

제 3 절 무선 전원공급장치의 전자파 방출 측정 및 분석

1. 대상제품의 구성

시중에서 판매되고 있는 무선 전원충전기는 현재 미국 Apple사의 I-Phone, I-pod 및 일본 닌텐도 DS를 지원하는 Power mat가 유일하다. 그러나 이것의 활용빈도 및 활용범위는 무궁하고 점차 확대될 수 있어 정확하게 전자파 방출 형태를 파악하고 관련규정을 연관시키는 것이 중요하다. 본 절에서는 현재 상용화되어 사용 중에 있는 휴대용 무선전화기의 무선 전원충전기의 전자파 방출 특성을 측정하고 적절한 시험규격을 위한 분석을 시도하였다. Power mat사가 판매하고 있는 무선전원충전기의 구성은 그림 5-11과 같으며 시험을 위하여 충전부하로서 Apple사의 Ipod를 선정하였다. 시험결과가 부하의 위치에 따라 달라질 수 있기 때문에 부하의 위치는 왼쪽, 중앙, 오른쪽으로 구분하였다.



그림 5-20 무선 전원충전기 구성 (제조사 : Power mat)

2. 전자파 방출특성을 위한 측정항목 선정

무선 전원충전기는 자기장을 결합시켜 에너지를 전송하는 방식으로 자기장 측정이 포함되어야 할 것이며 통신기기의 특성상 충전기 또한 IT기기의 범주에 속할 수 있어 복사성 방출에 대한 부분도 고려하였다. 따라서 전도성 방출을 포함하여 근거리장에서의 자기장 및 원거리장에서의 전기장을 모두 포함시켜 그 특성 파악을 위한 측정항목을 선정하였다.

- 전도성 방출 (Conducted Disturbance)
150 kHz ~ 30 MHz
- 복사성 방출 (Radiated Disturbance - Magnetic Field)
150 kHz ~ 30 MHz
- 복사성 방출 (Radiated Disturbance - Electric Field)
30 MHz ~ 300 MHz

가. 전도성 방출 시험

측정방법에 대해서는 CISPR 11에서 “재료의 가공과 방전가공(EDM) 및 아크용접(arc welding)기기를 위해, 전자파 방사의 형태로 전자파 에너지를 의도적으로 발생하고/또는 사용하는 기기” 그룹 2 기기와 “주거용 건물에 공급되는 저전압 전력망에 직접 접속된 설비 및 가정용 설비로 사용하기에 적합한 기기” B급 기기로 적용하였다. 여기서 충전기는 CISPR 14-1에도 포함될 수 있는데 전도성 방출 측정방법 및 기준은 CISPR 11과 동일하여 어떠한 방법을 적용하여도 무방하다.

표 5-12 B급 기기에 대한 주전원 단자 방해전압의 한계값

주파수 대역 MHz	B급 기기의 한계값 dB(μ V)	
	준첨두값	평균값
0.15 - 0.50	66 - 56 (로그 주파수에 대해 선형적으로 감소)	56 - 46 (로그 주파수에 대해 선형적으로 감소)
0.50 - 5	56	46
5 - 30	60	50

표 5-13 유도 조리 기구에 대한 주 전원 단자 방해 전압의 한계값

주파수 대역 MHz	유도조리기구 한계값 dB(μV)			
	접지 접속이 없는 정격 110V기기 이외의 모든기기		접지접속이 없는 정격 110V 기기	
	준첨두값	평균값	준첨두값	평균값
0.009 - 0.050	110	-	122	-
0.050 - 0.1485	90 - 80 (로그 주파수 에 대해 선형 적으로 감소)	-	102 - 92 (로그 주파수 에 대해 선형 적으로 감소)	-
0.1485 - 0.50	66 - 56 (로그 주파수 에 대해 선형 적으로 감소)	56 - 46 (로그 주파수 에 대해 선형 적으로 감소)	72 - 62 (로그 주파수 에 대해 선형 적으로 감소)	62 - 52 (로그 주파수 에 대해 선형 적으로 감소)
0.50 - 5	56	46	56	46
5 - 30	60	50	60	50

나. 복사성 방출시험

전도성 방출시험과 다르게 복사성 방출시험은 대상기기의 판단에 따라 적용규격이 틀려질 수 있고, 또한 자기장 결합방식이 채택되어 있어 CISPR 11과 CISPR 22, CISPR14-1모두를 고려하여 판단할 필요가 있다.

표 5-14 시험품 주위의 2 m 루프 안테나 내의 자기장 유도전류 한계값

주파수 대역 MHz	준첨두값 한계값 dB($\mu A/m$)	
	수평 성분	수직 성분
0.009 - 0.070	88	106
0.070 - 0.148 5	88 - 58 (선형 대수적으로 감소)	106 - 76 (선형 대수적으로 감소)
0.148 5 - 30	58 - 22 (선형 대수적으로 감소)	76 - 40 (선형 대수적으로 감소)
비 고 : 1.6 m 이하의 대각선 길이를 갖는기구에 적용. “Van Veen loop 법”		

표 5-15 자기장 세기의 한계값

주파수 대역 MHz	준침두값 한계값 dB(μ A/m) (측정거리 3 m)
0.009 - 0.070	69
0.070 - 0.148 5	69 - 39 (선형 대수적으로 감소)
0.148 5 - 4.0	39 - 3 (선형 대수적으로 감소)
4.0 - 30	3
비 고 : 측정은 지름 0.6 m 루프 안테나를 이용하여 3 m 거리에서 수행한다. 안테나는 바닥에서 1 m 높이에 루프의 밑면이 오도록 하여 수직으로 설치한다.	

표 5-16 시험장에서 그룹 2 B급 기기에 대한 복사성 방해 한계값

주파수 대역 MHz	전기장 세기 (측정 거리 10 m)		자기장 세기 준침두값 dB(μ A/m) (측정거리 3 m)
	준침두값 dB(μ V/m)	평 균 값 dB(μ V/m)	
0.15 - 30	-	-	39 - 3 (선형 대수적으로 감소)
30 - 80.872	30	25	-
80.872 - 81.848	50	45	-
81.848 - 134.786	30	25	-
134.786 - 136.414	50	45	-
136.414 - 230	30	25	-
230 - 1 000	37	32	-

다. 자기장시험에서의 변환인자

거리 d에서 측정된 자기장 세기 H (dB μ A/m)와 전류 I (dB μ A)사이의 관계식은 다음과 같다.

$$H[dB\mu A/m] = I[dB\mu A] - SD(dB) + CdA(dBm - 1)$$

여기서, CdA는 특정거리 d 에서의 전류대 전기장 변환인자
직경D(m)를 가진 LLA에서 측정된 전류와 표준화된 직경 D=2 m를 갖는 LLA 에서 측정되어진 전류의 비로 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$H[dB\mu V/m] = H[dB\mu A/m] + 51,5[dB(\Omega)]$$

dB μ A/m로 표현된 H와 dB μ V/m로 표현된 H 사이의 관계식은 다음과 같다.

$$H[dB\mu V/m] = H[dB\mu A/m] + 51,5 [dB(\Omega)]$$

편의를 위해, I [dB μ A]를 H [dB μ V/m]로 변환하는 변환인자가 아래의 그림에 주어져 있다.

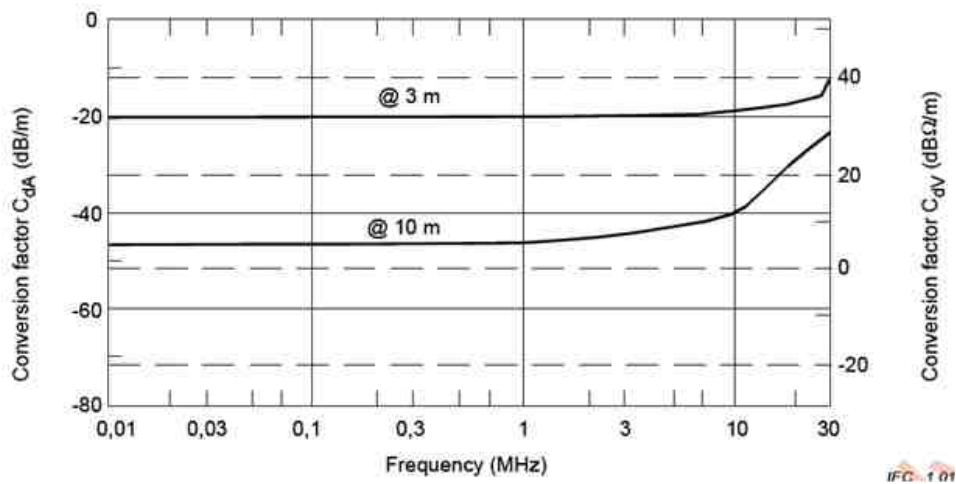


그림 5-21 I를 H로 변환하는 변환인자

라. 평가조건 및 시험항목

무선전원충전기를 평가하기위한 기본 조건은 표 5-10과 같으며 시험장에 EUT의 배치를 위한 시험배치는 그림 5-13, 14와 같다.

표 5-17 평가조건 및 적용항목

No	평가조건	시험항목
1	Adapter only (무부하)	CE
2	Ipod only	RE
3	Adapter + power mate only (무부하)	CE / RE
4	Adapter + power mat + Ipod mat 충전 (중앙)	CE / RE
5	Adapter + power mat + Ipod mat 충전 (오른쪽)	CE
6	Adapter + power mat + Ipod mat 충전 (왼쪽)	CE



그림 5-22 전도성 방출시험을 위한 시험배치

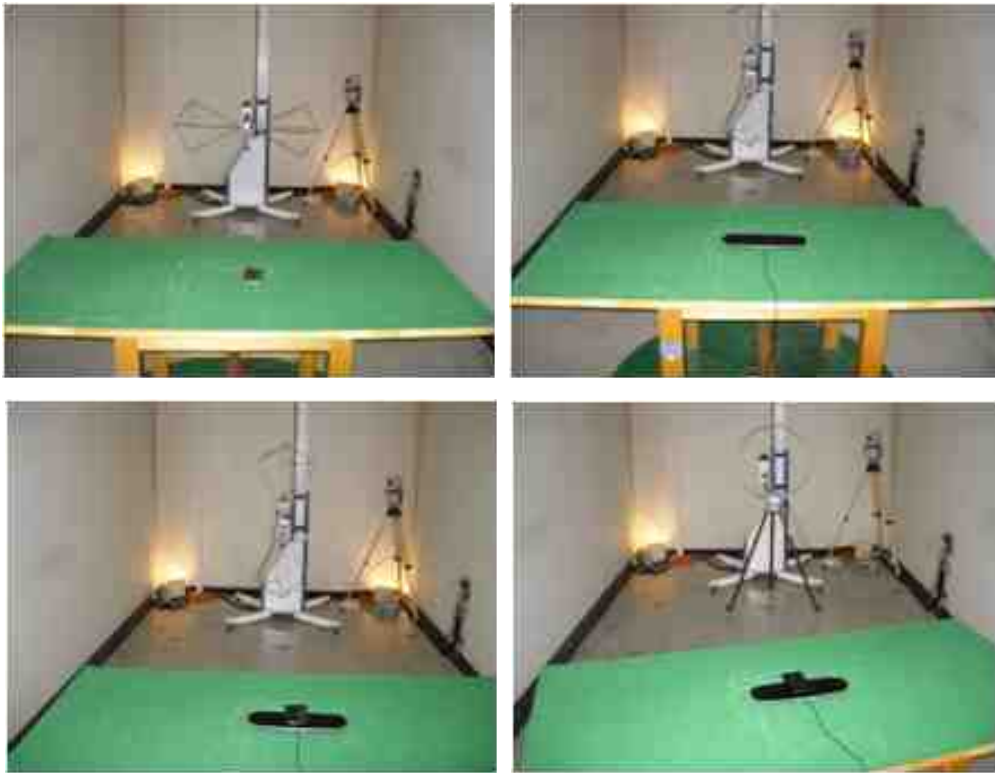


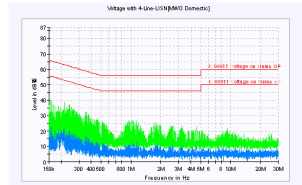
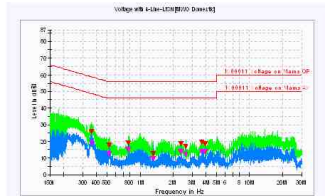
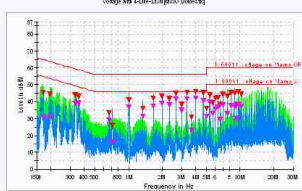
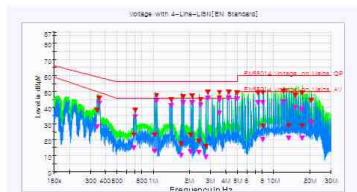
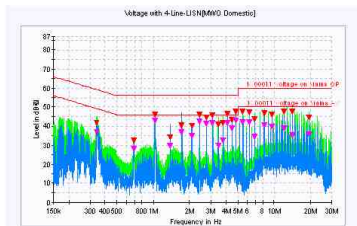
그림 5-23 복사성 방출시험을 위한 시험배치

2. 전자파 방출 측정결과

가. 전도성 방출 시험결과

무선 충전기는 발진 주파수 340 kHz를 가지고 있으며 이에 대한 고조파가 발생하고 있다. CISPR 11을 기준으로 그룹2, B급기기에 한계치에 여유가 없어 다량을 샘플링하여 측정한다면 불합격될 수 있는 기기도 있을 것으로 판단된다. 따라서 본기기의 적용기준을 정확히 판단하고 결정할 필요가 있다. 표 5-11은 전도성방출시험에 대한 결과를 요약하여 보여주고 있다.

표 5-18 전도성 방출 시험결과

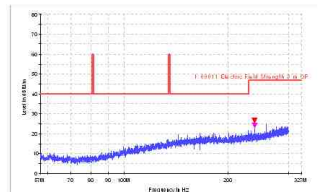
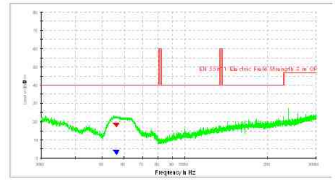
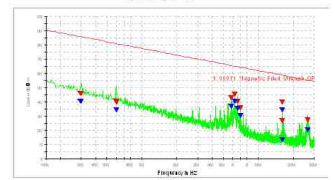
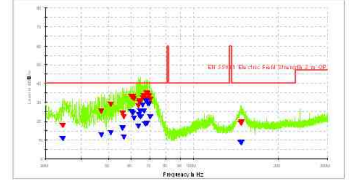
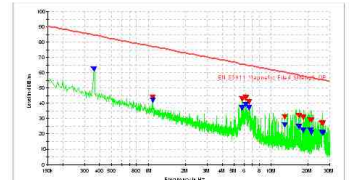
No	평가조건	평가결과 요약
1	Adapter only (무부하)	규제치대비 여유 충분, 방사 노이즈 없음 
2	Adapter + power mat only (무부하)	규제치대비 여유 충분, 방사 노이즈 약함 
3	Adapter+power mat+lpod mat충전 (증앙)	규제치대비 약 4 dBuV 이상 여유 있음 
4	Adapter+power mat+lpod mat 충전 (오른쪽)	규제치대비 여유 없음(평균치,AVG) 
5	Adapter+power mat+lpod mat 충전 (왼쪽)	규제치대비 약 3 dBuV 여유 있음 

나. 복사성 방출 시험결과

자기장 측정에서 340 kHz의 발진주파수와 고조파가 측정되었으나,

CISPR 11의 유도조리기 기준대비 여유가 있었다. Van Veen Loop를 이용하여 비교측정이 필요하다. 표 5-12는 복사성 방출시험에 대한 결과를 요약하여 보여주고 있다.

표 5-19 복사성 방출 시험결과

No	평가조건	필드	평가결과 요약
1	Ipod only	전기장	
2	Adapter + power mat only (무부하)	전기장	규제치대비 약 10 dBuV/m 여유있음 
3	Adapter + power mat only (무부하)	자기장	규제치대비 약 20 dBuA/m이상 여유 있음 
4	Adapter+power mat+Ipod mat 충전(중양)	전기장	규제치대비 약 5 dBuV/m 여유있음 
5	Adapter+power mat+Ipod mat 충전(중양)	자기장	규제치대비 약 20 dBuA/m이상 여유 있음 - 기본 주파수 및 고조파 성분 복사됨 

다. 결과분석

시험결과에서 알 수 있듯이 전도성 방출에서 기준은 CISPR 11의 그룹 1과 2, B급 기기에 대한 주 전원단자 방해전압의 한계값을 적용하고 평가결과 적용 기준대비 규제치(평균치, AVG)대비 여유가 없었다. 자기장 방출의 적용 기준은 CISPR 11의 2 m 루프 안테나 내의 자기장 유도전류 한계값으로 평가결과 적용 기준대비 최소 25~17 dB μ A 이상 여유가 있었고 전기장 또한 여유가 있었다.

각 시험항목별 적용기준 선택은 본 무선 충전기가의 제품규격군이 명확하지 않기 때문에 공통규격인 CISPR 61000-6-3을 먼저 고려 해 보아야 할 것이다. CISPR 14-1, CISPR 22가 적용될 수 있으며 그리고 추가적으로 앞으로 CISPR 14-1로 옮겨질 자기장 방출 적용 기준은 2 m 루프 안테나 내의 자기장 유도전류 한계값으로 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

제 6 장 DMB에 대한 EMC 국제표준화 연구

제 1 절 DMB 개 요

DMB의 정의는 CD 수준의 음질과 데이터 또는 영상 서비스 등이 가능하고 우수한 고정 및 이동 수신 품질을 제공하는 디지털방식의 멀티미디어방송으로서, 국내 지상파 DMB는 전송규격으로 Eureka-147 DAB(Digital Audio Broadcasting)를 채택하고, 비디오 부호화는 MPEG-4(Moving Picture Experts Group-4) AVC(Advanced Video Coding), 오디오 부호화는 MPEG-4 BSAC(Bit Sliced Arithmetic Coding), 다중화와 동기화는 MPEG-2와 MPEG-4를 채택하였다.

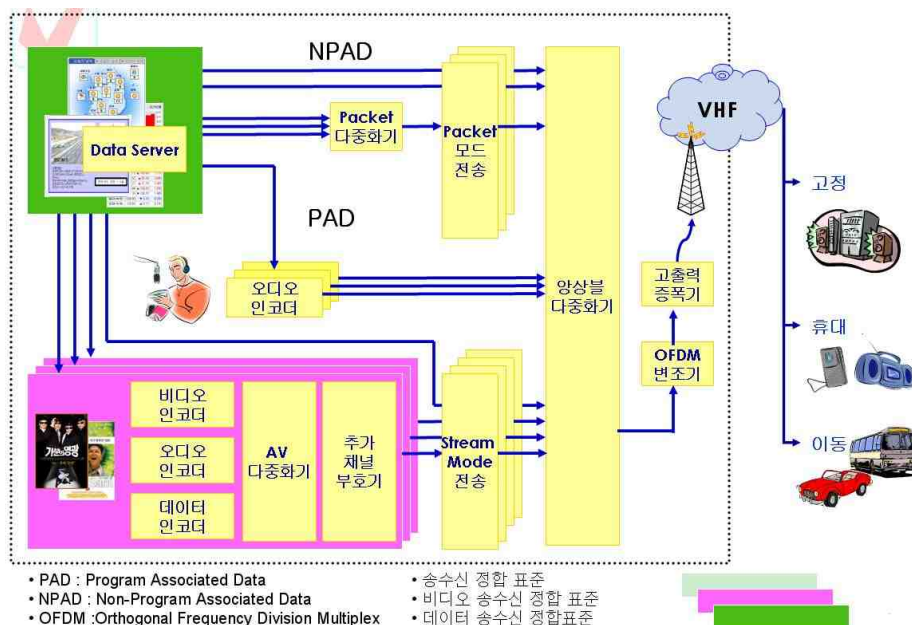


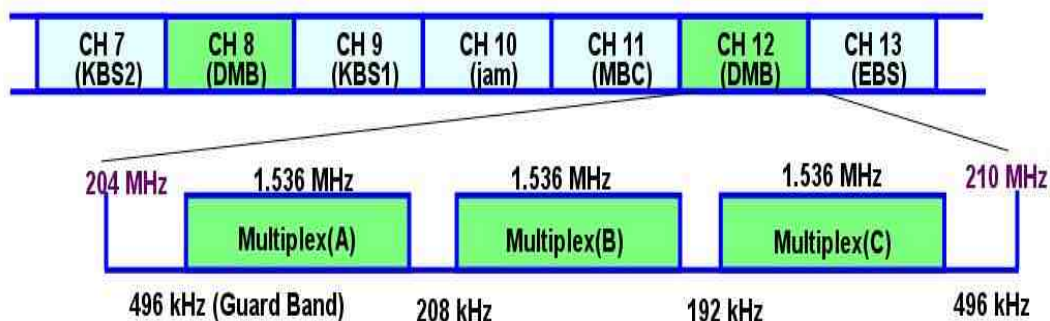
그림 6-1. 지상파 DMB 서비스 개요

이와 같은 DMB 서비스는 CD(Compact Disc) 수준의 음성과 7인치 이하의 소형 TV, PDA(Personal Digital Assistant), 휴대폰 등을 통해 디지털 오디오 서비스는 물론 증권, 날씨, 교통정보 등의 데이터 방송 서비스를 제공받을 수 있고, 특히 이동 TV 서비스가 가능하다.

지상파 DMB의 신호 수신 감도는 실내 수신 및 이동 중인 차량 내에서 휴대 단말을 이용한 가우시안 채널 수신 환경을 고려하여 최소 -95 dBm까지 수신되도록 설계된다. 입력되는 RF 아날로그 신호를 입력 받아 중간 주파수로 Down conversion 시킨다.

각 항목에 대한 판단 기준은 비터비 복호화를 거친 후 BER이 10^{-4} 이상이거나 30초 이상 화면이 정상적으로 동작되는 것을 기준으로 한다.

현재 국내에서는 DMB 서비스를 위하여 VHF 대역인 174 MHz ~ 216 MHz(TV Ch7 ~ Ch13)중 8번 채널과 12번 채널을 사용하고 있다. 1개 채널 내부에는 대역폭이 1.536 MHz로 3개의 DMB 채널이 아래와



같이 분배되어있다.

그림 6-2 DMB 채널 구성

또한 세부적인 지상파 DMB의 Band III 주파수 대역은 아래의 표와 같다.

표 6-1 지상파 DMB 주파수의 세부 채널

No	채널번호	주파수 범위(MHz)	중심 주파수(MHz)
1	7A	174.512 ~ 176.048	175.28
2	7B	176.240 ~ 177.776	177.008
3	7C	177.986 ~ 179.504	178.736
4	8A	180.512 ~ 182.048	181.28
5	8B	182.240 ~ 183.776	183.008
6	8C	183.968 ~ 185.504	184.736
7	9A	186.512 ~ 188.048	187.28
8	9B	188.240 ~ 189.776	189.008
9	9C	189.968 ~ 191.504	190.736
10	10A	192.512 ~ 194.048	193.28
11	10B	194.240 ~ 195.776	195.008
12	10C	195.968 ~ 197.504	196.736
13	11A	198.512 ~ 200.048	199.28
14	11B	200.240 ~ 201.776	201.008
15	11C	201.968 ~ 203.504	202.736
16	12A	204.512 ~ 206.048	205.28
17	12B	206.240 ~ 207.776	207.008
18	12C	207.968 ~ 209.504	208.736
19	13A	210.512 ~ 212.048	211.28
20	13B	212.240 ~ 213.776	213.008
21	13C	213.968 ~ 215.504	214.736

또한 국제적인 DMB(모바일 TV)의 기술은 DMB 및 DVB 그리고 미국의 퀄컴이 주도하고 FLO가 있으며 주요 특징은 다음 표와 같다.

표 6-2 모바일 TV의 기술별 특징

구분	T-DMB	DVB-H	FLO
변조방식	OFDM	OFDM	OFDM
기반기술	System-A(DAB/Euraka-147)	DVB-T	Qualcomm의 패킷 데이터 기술
전송방식	확장 스트림모드	확장IP 패킷모드	스트림 IT패킷
주파수대역	VHF (174-216)MHz (국내)	UHF 예정(유럽)	700MHz대역(UHF)의 채널 55번
채널대역폭	6 MHz 를 1.526 MHz로 나누어 3개 블록 사용 (국내)	5.6.7.8 MHz등 각 대역 사용가능	5.6.7.8 MHz등각대역 사용가능
기지국당 채널수	3개 채널1.5 MHz~ 250 kbps	9개 채널6 MHz~ 300 bps	20개 채널 6 MHz 300 kbps
MHz당 채널수	~2	1.5	>3
20개 채널에 필요한 주파수	10.5 MHz	12 MHz	6 MHz
소모전력 (850 mAhr 배터리 이용시간)	~2시간	~4시간이 목표 (실험에서는1600 mAhr로 2시간)	~3.8시간이 목표
채널변경시간	~1.5초	~5초	1.5초

그리고 국제적인 DMB 시험 기준을 조사한 결과, DMB 제품에 대한 기준이 명확하지 않고 대략적인 TV 수신기 적용 및 ITE 기능이 있는 경우 ITE 기준을 적용하는 정도였다. 유럽과 미국 등 국제 기준 현황은 다음 표와 같다.

표 6-3 DMB 국제 기준 현황

구분	EMI	EMS
국내	기준없음	기준없음
CISPR	CISPR 13의 방송수신기규격을 일반적으로 적용하고 있으나, 명확한 기준 없음(CISPR 규격 적용 Guide에도 명시되어 있지 않음)	CISPR 20에 해당하는 세부적인 시험기준 없음
유럽 EN	EN 55013의 방송수신기규격을 일반적으로 적용하고 있으나, 명확한 기준은 없음(EN규격 적용 Guide에도 명시되어 있지 않음)	EN 55020에 해당하는 세부적인 시험기준 없음
미국 FCC	TV 수신기에 해당 Part 73에 해당하는 주파수를 사용(국내와 동일-NTSC)	규제대상 아님
일본	방송수신기의 경우 PSE에 해당되며, 이 경우 VCCI(정보처리기기) 또는 CISPR 규격에 준한 평가와 Test Report 요구, CISPR의 현황과 동일함	

국내 DMB 시장 현황 및 전망을 보면, 국내 위성 DMB 방송 단말시장은 2005년 438억원, 2007년 1408억원, 2010년에는 2913억원 형성 될 것으로 예측되며, 국내 지상파 DMB 방송 단말시장은 2005년 1,090억원, 2007년 3,323 억원 그리고 2010년에는 10,720억원 형성 될 것으로 예측된다. 그리고 국외 시장 현황 및 전망은 지상파/위성 DMB 방송 단말수출 시장은 2005년 \$0.32억, 2007년 \$27.6억 그리고 2010년에는 \$139.49억 형성 될 것으로 예측하며, 대부분 지상파 DMB 단말이 될 것으로 예측되며, 세계 이동 TV 단말기 시장은 2010년까지 연간 \$355억 수준으로 성장 할 것이며 그중 절반 수준인 \$139억 정도를 국내 업체가 차지할 것으로 예측된다.

지상파 DMB와 위성 DMB의 현황(2006년 기준)은 다음과 같다.

표 6-4 국내 DMB 현황 (2006년도 기준)

	지상파DMB	위성DMB
사업자	6개(KBS,MBC,SBS,YTN,U1미디어, 한국DMB)	1개(TU미디어)
상용화 시기	2005년12월1일	2005년5월1일
사용료	무료	가입비(20,000원)+월정액(13, 000원)
제공채 널	비디오7개,오디오13개,데이터7개	비디오12개,오디오26개
지상파 재송신	가능	불가능
주파수	VHF(174~216MHz)	SBand(2.6GHz)
압축 표준	비디오-MPEG-4Part10AVC 오디오-MPEG-4Part3ER-BSAC	비디오-MPEG-4Part10AVC 오디오-MPEG2AAC+SBR
커버리 지	현재수도권만제공,주파수확보와방송 권역확정 문제해결후전국서비스제공(2006년말 예정)	전국지역제공
단말기	휴대폰,전용단말기를비롯해USB형수 신기,일체형 네비게이션,노트북,PDA,디지털카메 라등과결합	휴대폰,차량용,전용
가입자	100만명	6월기준 63만명

위에서 보는 바와 같이 사용 빈도에 따른 DMB 시장은 지상파 DMB로
서 지상파 DMB를 대상 제품으로 선정하여 과제를 수행하였다.

그래서 시료의 선정은 국내에서 주로 사용 중인 차량용 네비게이션,
PMP, 휴대폰 지상파 DMB를 시험 대상으로 하였다.

표 6-5 시험 제품

A사 NAVIGATION



B사 PMP



C사 휴대폰



제 2 절 평가 및 분석

1. EMI

시장에서 유통되고 있는 DMB 제품에 대한 주요 EMC 시험의 전자파 방해(EMI) 항목은 복사성 방출(Radiated Emission)과 전도성 방해(Conducted Emission) 그리고 EMS 시험은 AV 시험 방법(CISPR 20)과 ITE 시험 방법(CISPR 24)으로 시행할 예정이다.

방사 방해에 대한 시험은 DMB별로 DMB의 주요 채널에서의 채널간 방출되는 레벨을 비교하고 동영상 패턴별 비교 평가를 실시하여 고 시험 방향은 평가에 대한 방법과 기준 및 배치 방법에 대해 분석하고, 전도성 방해에 대한 시험은 DMB 종류별로 시험을 실시하고 제품군 규격별로 방송수신기기류 평가 조건과 방법 및 정보처리기기의 평가 조건과 방법을 사용하여 평가하고 조건과 방법별로 즉, 그라운드를 했을 때와 하지 않았을 때 및 의사손을 사용했을 때와 하지 않았을 때의 차이를 분석할 예정이다.

표 6-6 시험 규격별 시험 항목 비교

시험항목 \ 규격		AV규격		ITE규격		비고
		13	20	22	24	
EMI	방사 장애 (R/E)	○	-	○	-	모든 기기
	전도성 장애 (C/E)	○		○		Main Port 및 의사손 시험
EMS	ESD	-	○	-	○	모든 기기
	RS		△		○	S3:0.15~150MHz, ITE:80~1000 MHz
	EFT/BURST		△		○	AV : Main Port, ITE: Main & 신호선
	SURGE		X		○	전원단 인가
	CS		X		○	S2a:0.15~150MHz, CS:0.15~80MHz
	Voltage Dip & Int.		X		○	AC 전원단에만 적용
	S1(Input)		△		X	Main 전원 연결 및 외부 Ant. 연결 시 대상
	S2a(RFI Voltage)		○		X	Main, Audio, Headphone, Speaker :CS와 유사
	S2b(RFI Current)		△		X	CoaxialAntenna연결단자
	S3(RFIField)		○		X	Enclosure(ITE:80~1000MHz)
	S4(Screen Eff.)		X		X	Coaxial Antenna 연결 단자

먼저 DMB 제품을 가지고 주파수별 영향 정도를 시험 해본 결과 다음과 같이 시험 주파수에 따른 영향이 없었다.

표 6-7 주파수별 방사시험 결과(Navigation)

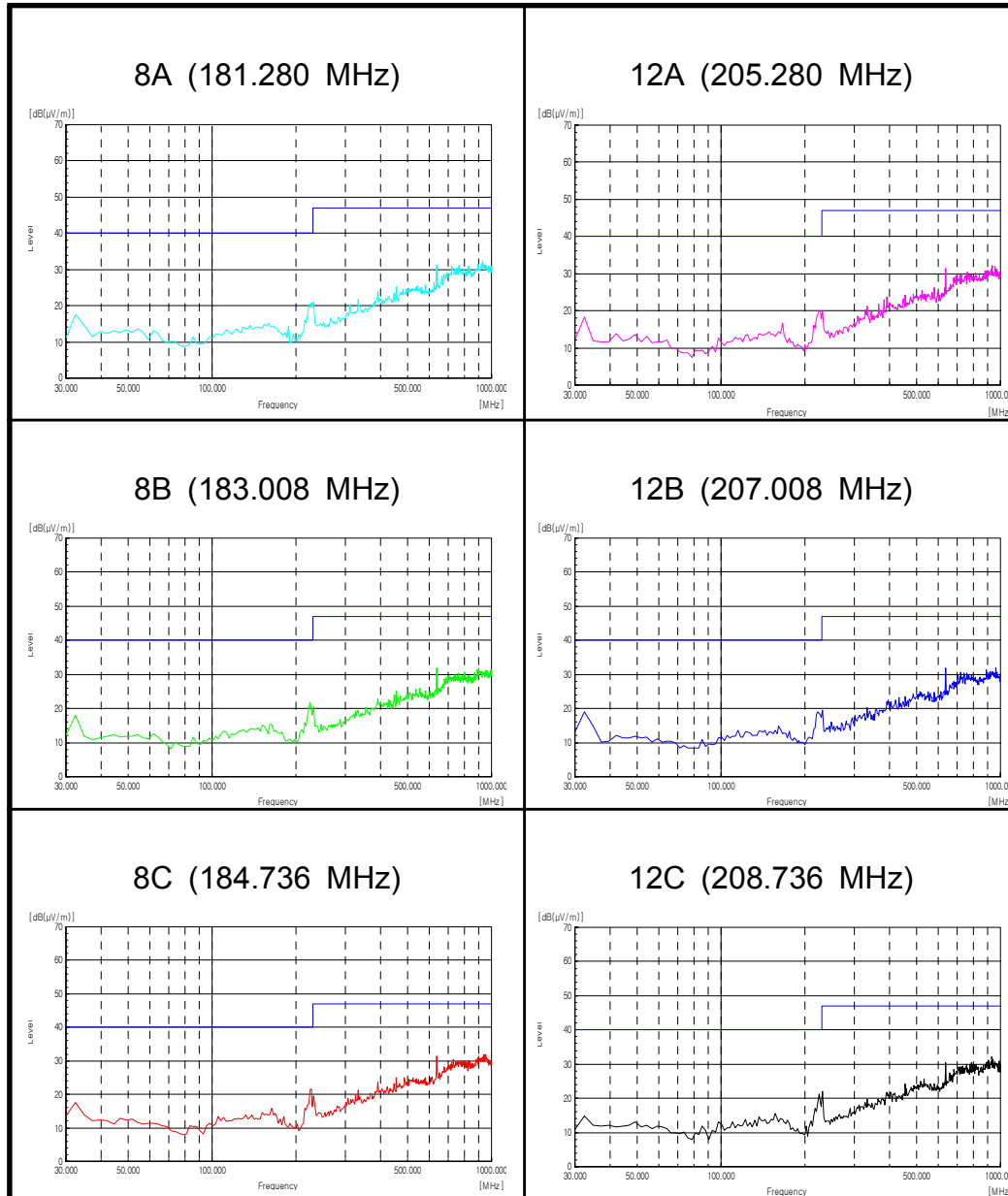
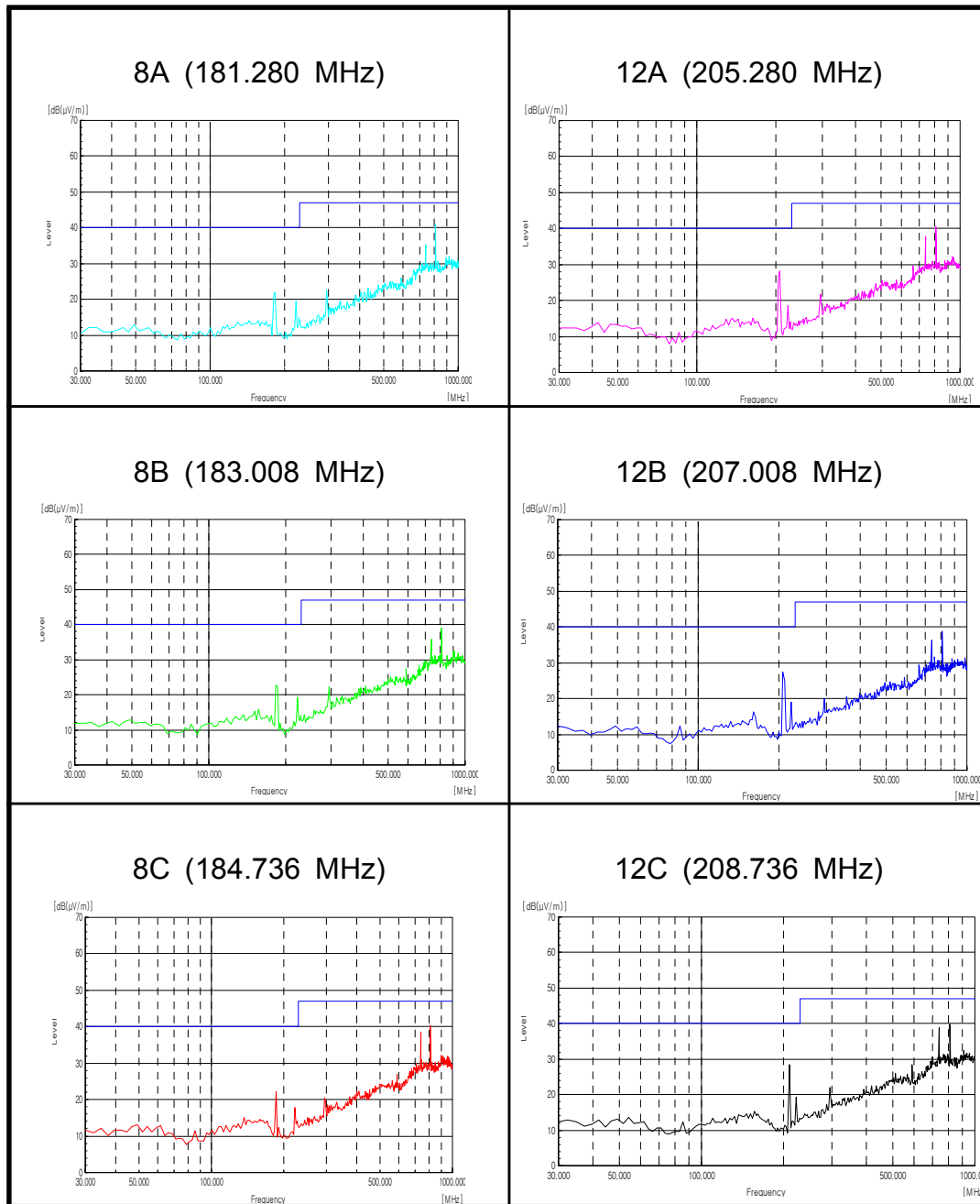
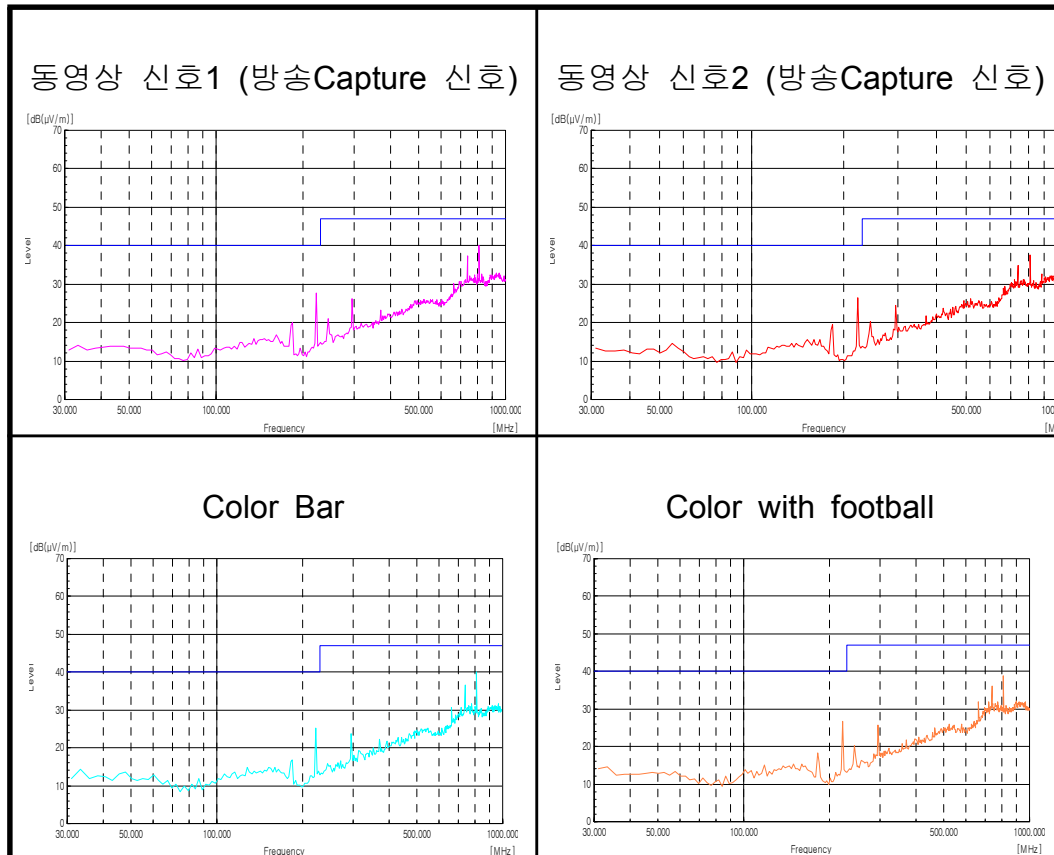


표 6-8 주파수별 방사 시험 결과(PMP)



DMB 제품의 시험 Pattern별 영향 정도를 시험 해본 결과 다음과 같이 Pattern에 따른 영향이 없었다.

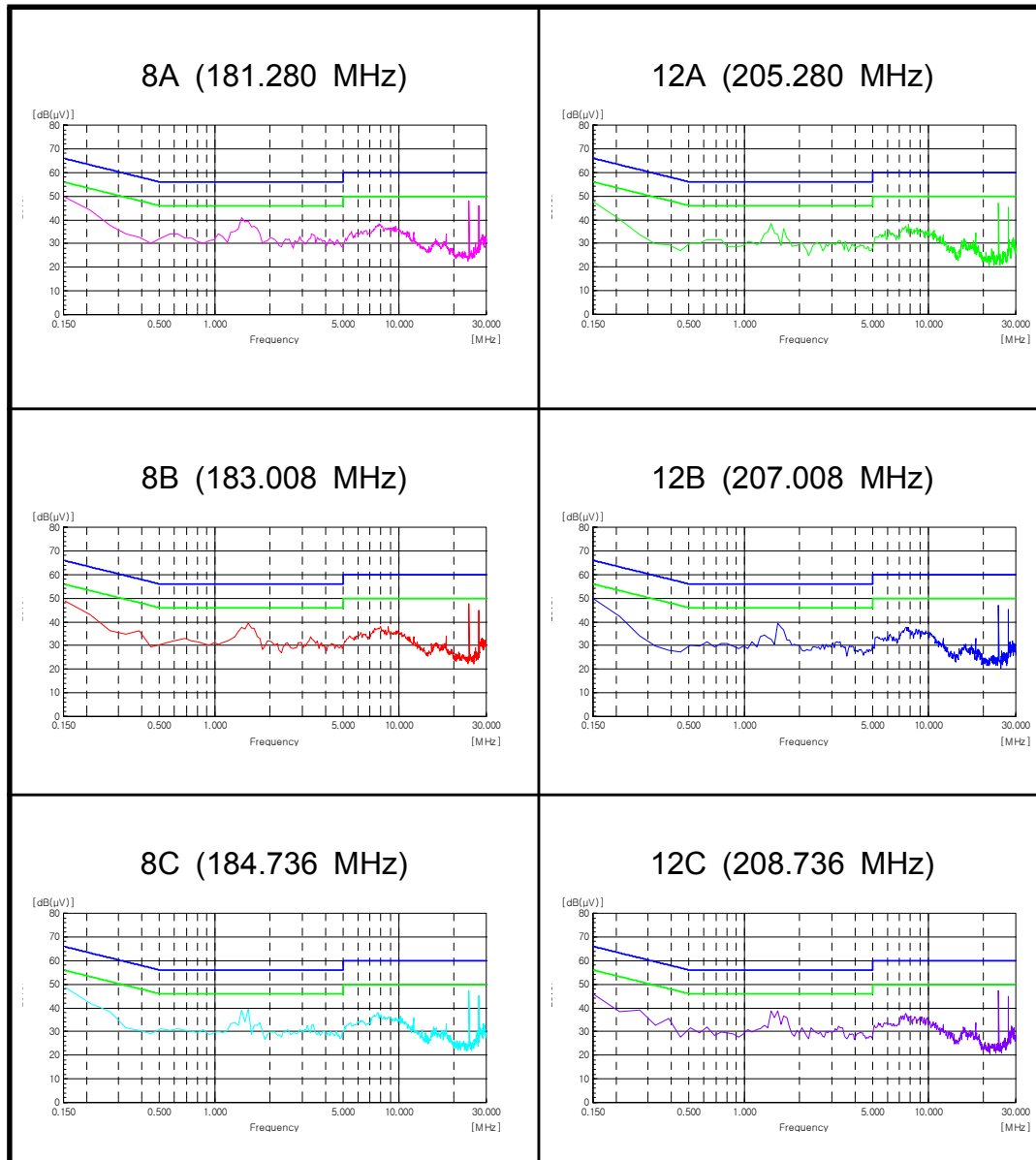
표 6-9 Pattern별 방사 시험 결과



방사 시험 항목에 대한 DMB 제품의 주파수별, Pattern별에 따른 주파수별 총 3개 제품, Pattern 별 1개 제품 영향 평가 결과 위와 같이 시험채널(주파수) 및 시험 Pattern에 따른 결과 차이가 없었다.

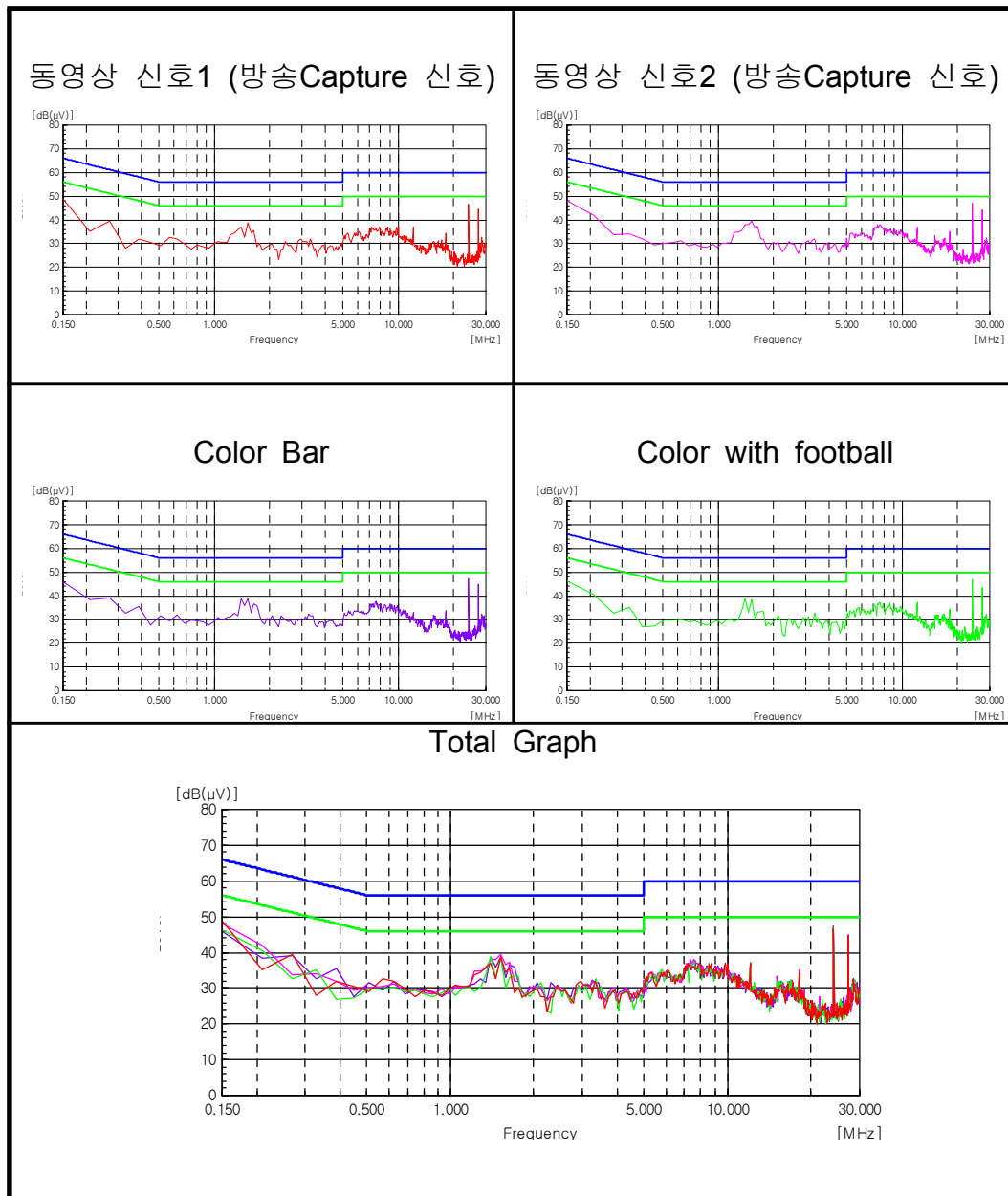
전도성 장애 시험의 경우에는 AC 전원을 사용하는 PMP 제품에 대하여 시험을 실시하였으며 주파수(채널)를 변경하며 전도성 장애 시험을 실시한 결과가 다음의 표와 같으며 그 결과 주파수 변화에 따른 전도성 노이즈의 영향은 없었다.

표 6-10 주파수별 전도성 장애시험 결과



또한 전도성 장애 시험에서 패턴에 따른 장애 정도를 파악하기 위하여 PMP 제품을 가지고 동영상 신호 2개 종류 및 color Bar, Moving Color bar 패턴을 가지고 시험을 실시 하였으며, 시험 결과 패턴의 변화에 따른 전도성 노이즈의 영향은 없었다.

표 6-11 Pattern별 전도성 장애 시험 결과



방송수신기기류의 시험 방법과 정보기기류의 시험 방법은 구성상 큰 차이가 없지만, 방송수신기기류의 전도성 장애 방법 중 동축 안테나를 보유한 기기에 한하여 LISN의 Ground 단자에 직접 연결하여 시험하는 With Ground 시험이 상이하다. 이런 이유로 비교 시험을 위하여 정보기기류의 시험 방법, 방송수신기기류의 With Ground 시험, 그리고 일반적으로 DMB 제품이 이동형 제품으로 사용자가 손으로 잡은 상태에서 사용하므로 의사손을 적용하는 방법 등 3가지 시험을 비교 실시하였다.

표 6-12 전도성 장애 시험 결과-Navigation

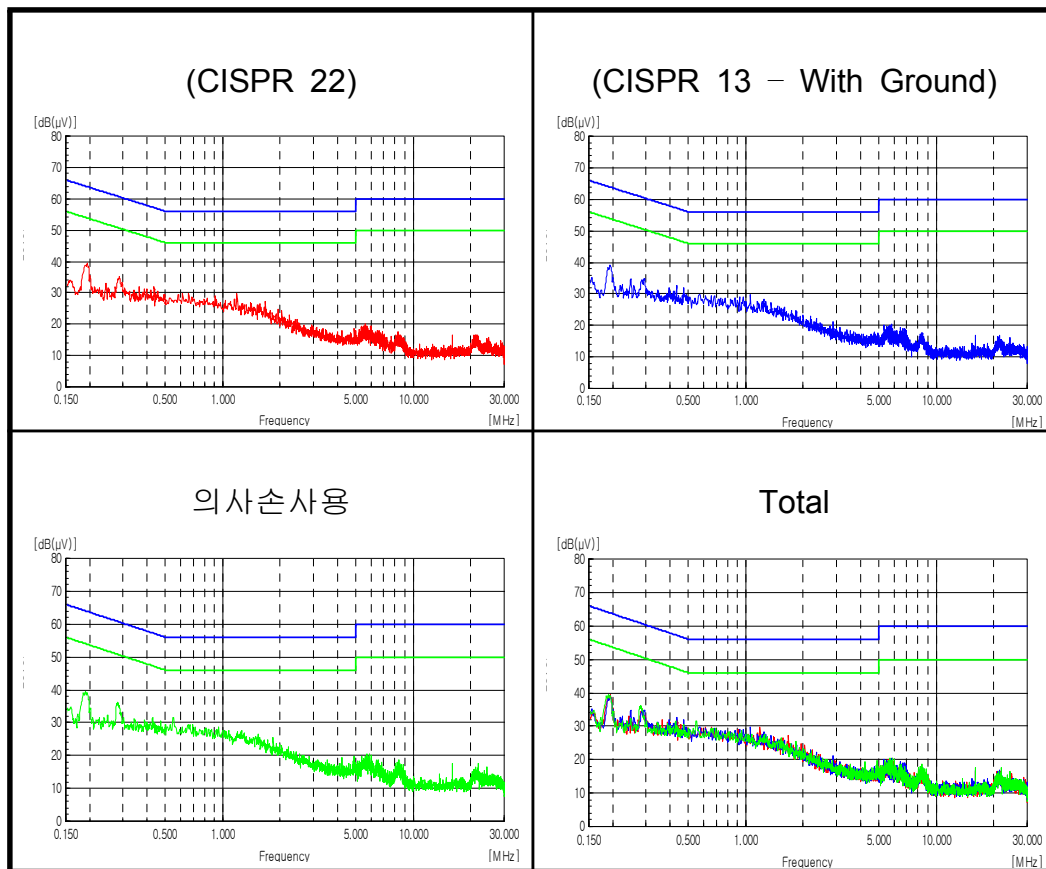


표 6-13 전도성 장애 시험 결과-PMP

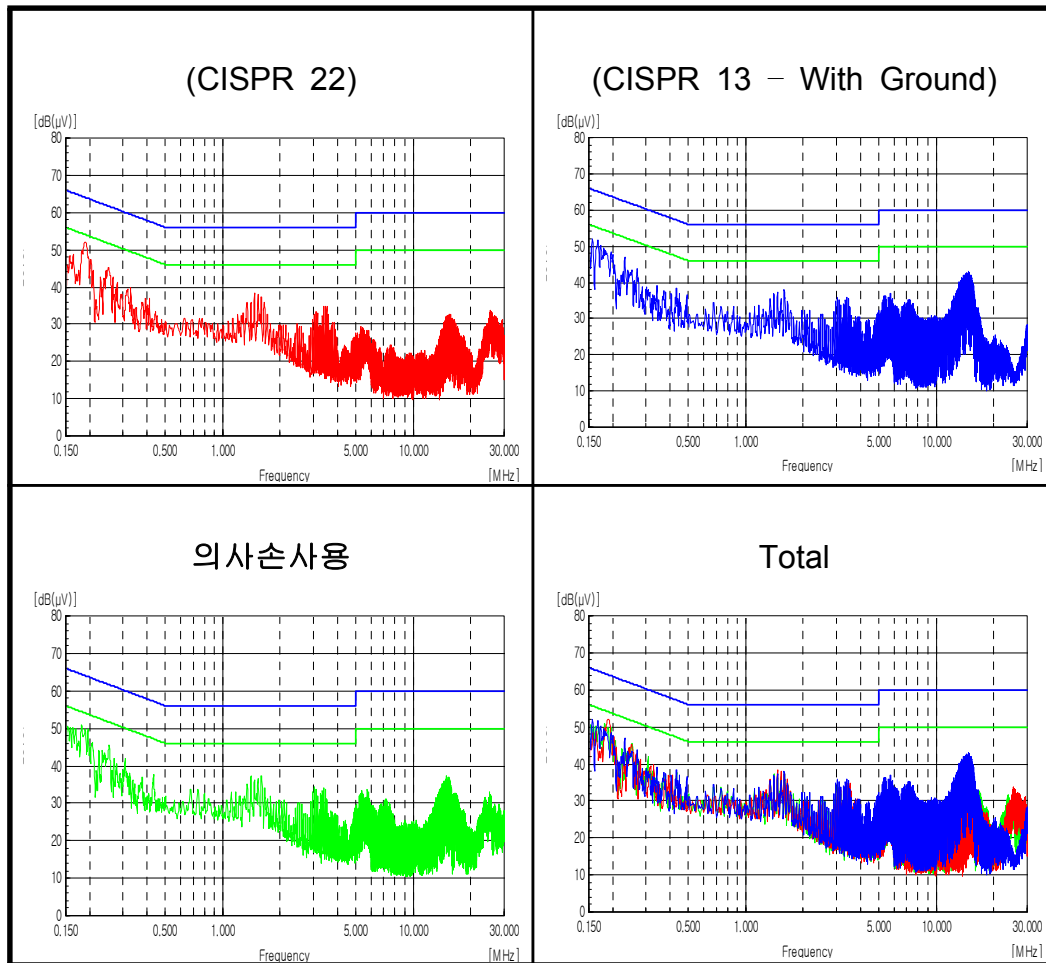
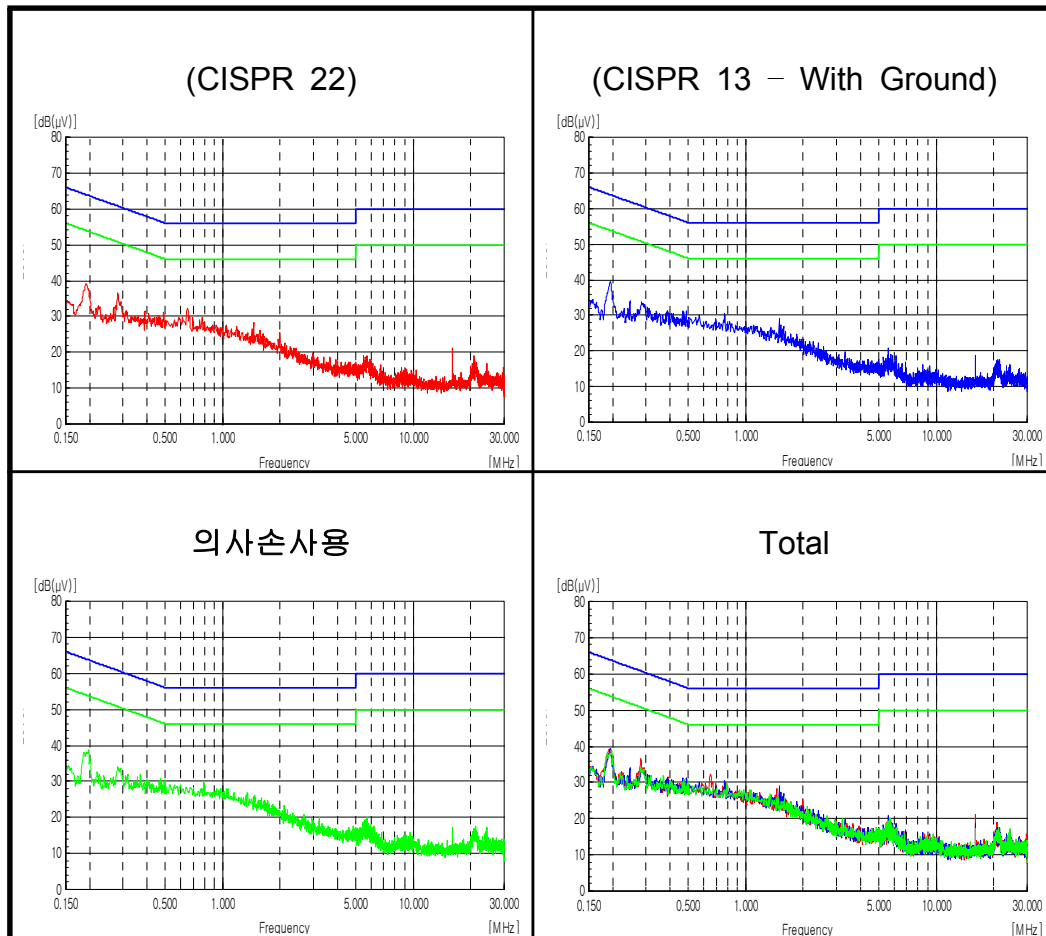


표 6-14 전도성 장애 시험 결과-휴대폰



전도성 장애 시험결과 방사성 장애 시험과 마찬가지로 주파수 및 패턴에 따른 차이는 발생하지 않았다, 단지 전도성 시험에서 CISPR 13의 With Ground 시험 방법은 Coaxial Antenna 사용 시 적용하는 방법으로 DMB제품의 적용 관련해서는 추가적인 검토가 요구된다, AV 시험 방법과 ITE 시험 방법과의 차이점은 DC 사용기기는 차이가 없으나, AC Adapter 사용 기기는 CISPR 13 시험 방법인 With Ground 로 시험 시 한 개의 제품에서 약간의 영향이 있었으나, 전체적으로 영향 없었다, 또한 의사손의 경우 절연부위의 의사손 사용 시에는 영향이 없으나 전도체 부분이 있는 제품의 경우 의사손 사용 시 차이가 있었다.

표 6-15 EMI 시험 결과

항목	내용	시험결과
방사	1. 시험 채널별 영향 시험 (3개 제품) 2. 시험 Pattern별 비교 시험 (1개 제품)	차이 없음
전도	1. 시험 채널 별 영향 평가 (1개 제품)	주파수(채널)에 따른 차이 없음
	2. 시험 Pattern 별 비교 시험 (1개 제품)	시험 Pattern에 다른 차이 없음
	3. 시험 방법 별 비교 시험 (3개 제품)	AV 시험 방법과 ITE 시험 방법과의 차이점은 DC 사용기기는 차이가 없으나, AC Adapter 사용기기는 CISPR 13 시험 방법인 With Ground 방법으로 시험 시 큰 차이 없음
	4. 의사손 영향 평가 (3개 제품)	절연부위의 의사손 사용 시에는 영향이 없으나, 제품에 전도체 부분이 있는 경우 의사손 사용 시 약간의 차이가 발생함.

2. EMS

EMS 시험은 DMB 종류별로 CISPR 20의 방송수신기기류의 전자기와 내성 시험항목인 S1, S2a, S2b, S3(스트립라인)에 대해 평가를 실시하고 CISPR 22의 정보처리 기기류의 전자기와 내성 시험항목인 ESD, EFT/Burst, Surge, 전도 내성, 방사내성, 전원 전압강하 및 순시정전 시험을 실시하였다. CISPR 20에서의 시험 항목은 제품의 구성(전원 및 안테나 단자의 형태 및 보유 여부)에 따라 다음과 같이 분류되며, 일반적인 DMB 제품의 경우 현재 명확한 규정은 없지만 분류를 한다면, 이동형 수신기에 해당 하므로 이동형 TV에 해당되며 이 경우 적용되는 시험 항목은 제한적임을 알 수 있다.

표 6-16 CISPR 20 규격에서의 기기 분류

Equipment			Intended for mains powering and portable with external power connection facility		Battery powered portable, without external power connection facility (portable)	Car radio
			With a connection facility for an external antenna	Without a connection facility for an external antenna		
Sound broadcast receivers (radio) (including satellite receivers)	FM		FM radio ant. PC FM tuner card	FM radio	Portable radio	Car radio FM
	LW, MW, SW (AM)		AM radio ant. PC AM tuner card	AM radio		Car radio AM
Television broadcast receivers (TV) (including satellite receivers)			TV antenna PC TV tuner card	TV	Portable TV	Car TV
Associated equipment (ass.)	Video tape/disc equipment (recording and/ or play-back)	With tuner	Ass. video tuner antenna	Ass. video Tuner	Portable ass. video	
		Without tuner	Ass. video			
	Audio tape/disc equipment		Ass. audio		Portable ass. audio	
	Other, e.g. audio amplifiers, decoders, electronic organs		Ass. other		Portable ass. other, e.g. infrared devices	

표 6-17 CISPR 20 규격에서의 시험 적용 구분

Parameter	Applicability
S1	FM radio antenna, PC tuner cards for FM and TV, Car radio FM, Satellite radio, TV antenna, Satellite TV, Ass. Video tun. Antenna.
S2a	FM radio antenna, TV antenna, Ass. Video tun. Antenna, Ass. Video, Ass. Radio, Ass. Audio, Satellite TV, Satellite Radio. Ass. Other(e.g. audio amplifier), Camcorders in play-back-mode,
S2b	FM radio antenna, PC tuner cards for FM and TV, Car radio FM, Satellite radio, TV antenna, Satellite TV, Ass. Video tun. Antenna, AM radio antenna, Car radio AM.
S3	Same as S2a
S4	FM radio antenna, TV antenna
ESD	All equipment.
EFT/BRST&Keyedcarrier	Same as S2a applicability.

그 중에서 방송수신기기류의 시험은 TV 주파수와 동일하여 Digital 방송 개념으로 시험 실시하였으며, 안테나 Input Immunity 시험 결과는 다음과 같이 Type A, C , D 에서는 기준 대비 20 dB 이상의 마진을 나타내었으나. Type E 항목에서는 영향을 받았다.

Interf. Signal: Type A, 010198-00001-001

Channel	Level	Limit	Margin
N	dBμV	dBμV	dB
1	80.0	60.0	20.0
15	90.0	70.0	20.0

Interf. Signal: Type C, 010198-00001-002

Channel	Level	Limit	Margin
N	dBμV	dBμV	dB
-1	69.0	49.0	20.0

Interf. Signal: Type D, 010198-00001-003

Channel	Level	Limit	Margin
N	dBμV	dBμV	dB
-2	90.0	70.0	20.0
2	90.0	70.0	20.0

표 6-18 AV 내성 시험 Input Immunity(S1) Type E 시험결과
(Navigation)

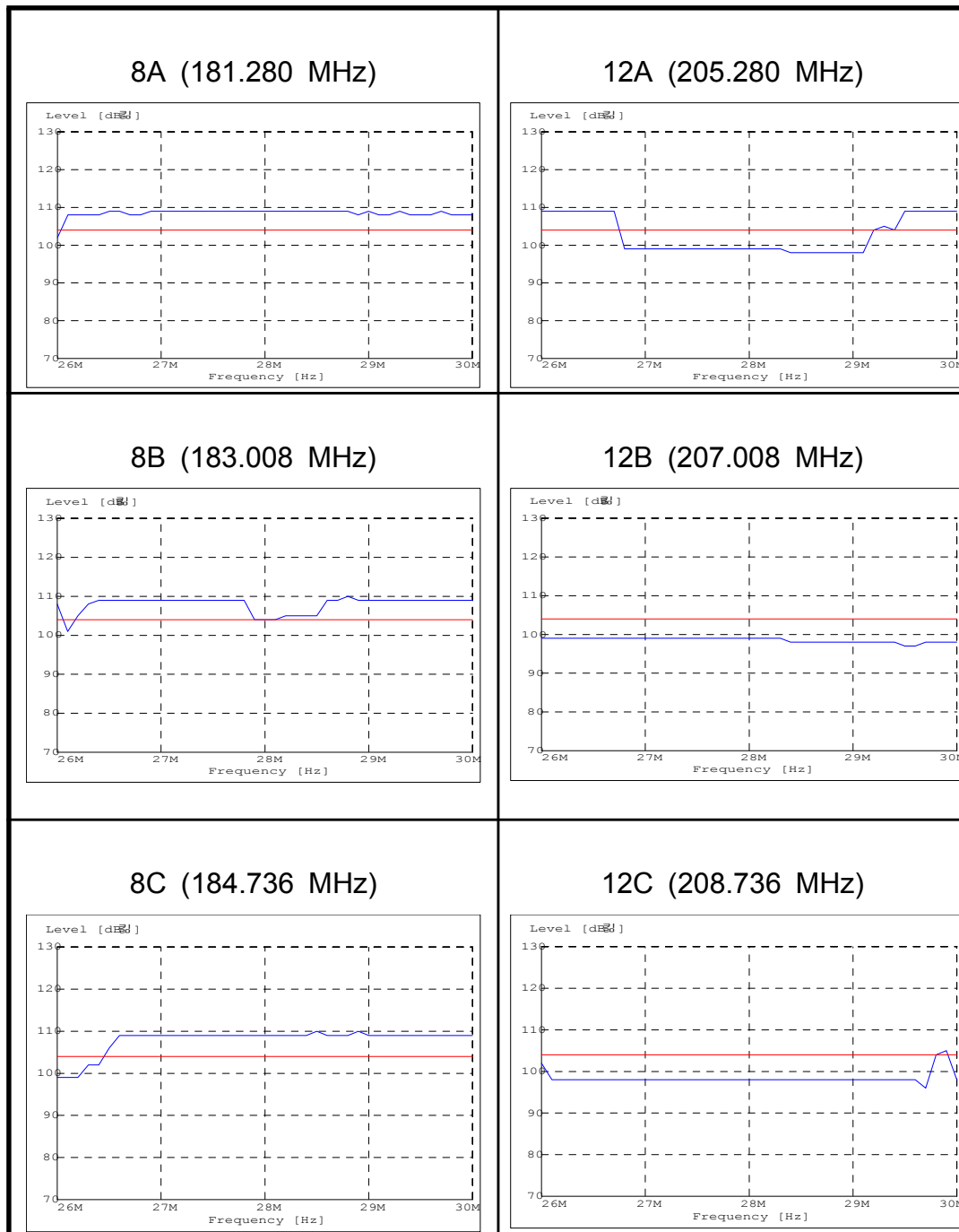
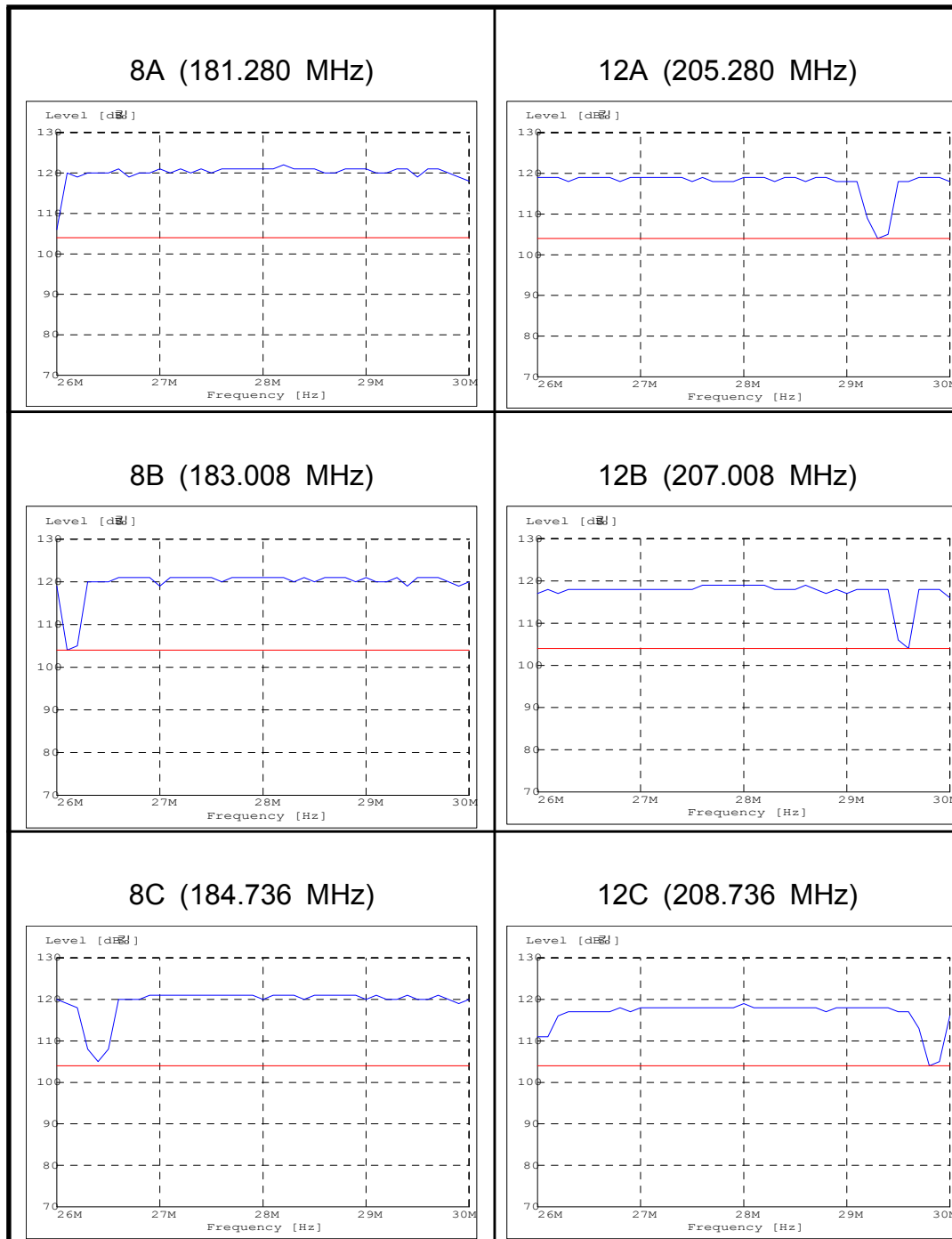


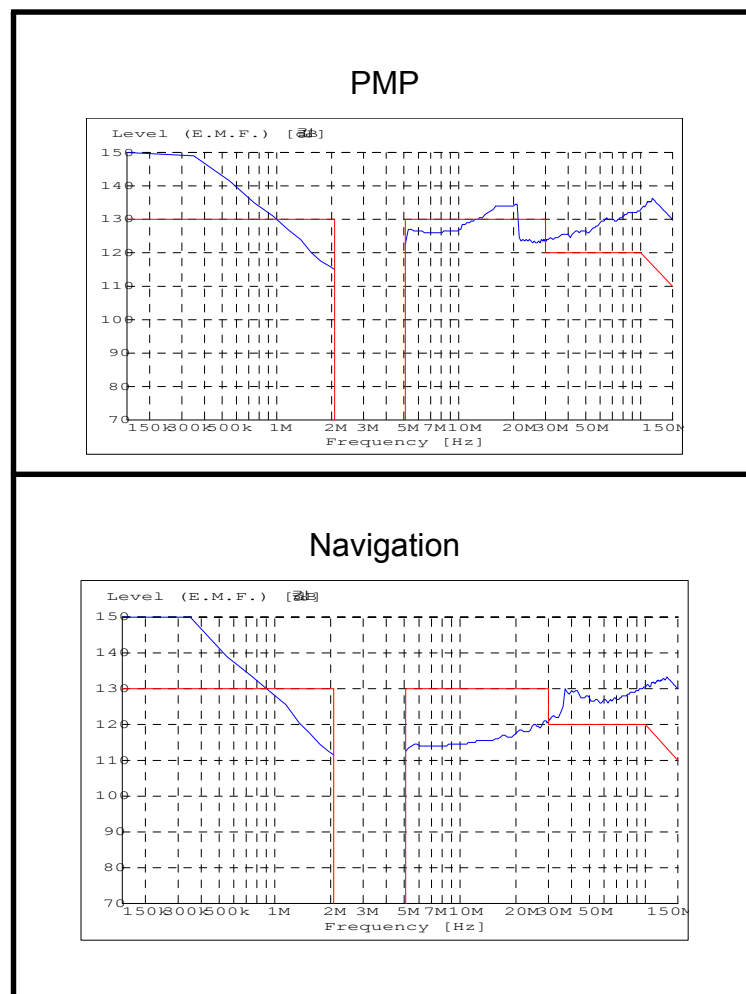
표 6-19 AV 내성 시험 Input Immunity(S1) Type E 시험결과(PMP)



하지만 Type E 시험의 경우 시험 조건은 Main 단자를 가지고 외부에 접속되는 동축 안테나 단자를 가진 기기에 한하여 적용하는 것으로 CISPR 20 규격에 정의되어 있어 실제 DMB 제품의 경우 시험 적용이 애매한 부분 있어 이에 대한 추가적인 검토가 요구된다.

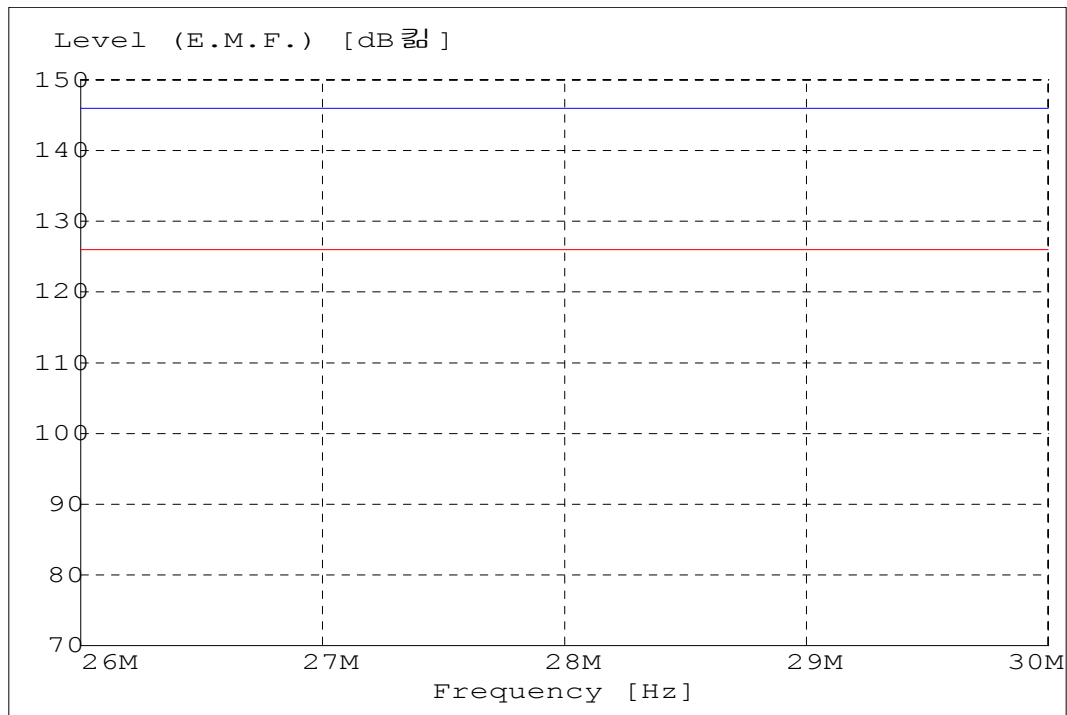
또한 전도 전압 내성(RFI Voltage immunity) 시험 결과 Picture 시험에서는 영향이 없었으나, 음성(Sound) 평가 결과에서는 제품의 Ground가 적은 휴대형 기기의 특성으로 인해 이상이 발생 하였다,

표 6-20 AV 내성 RFI Voltage Immunity(S2a) 시험결과(음성)



AV 시험 항목 중 안테나 단자의 Ground 단에 26 MHz ~ 30 MHz 대역에 인가하여 그 영향을 시험하는 RF Voltage(Common mode) 시험결과는 다음과 같이 동축 케이블을 가진 PMP 제품에 대하여 실시한 결과 기준 대비 20 dB 이상의 마진을 보였다.

표 6-21 AV 내성 시험 RF voltage(S2b) 시험결과(PMP)



AV 시험 항목에서의 방사 내성인 Radiated Immunity(S3) 시험에 대한 시험은 CISPR 20 규격에 명시된 바와 같이 Open Strip Line(‘Jacky’라고도 함)에서 실시 하였으며 그 시험 결과는 기준값 대비 20 dB 이상의 마진을 보유 하였다.

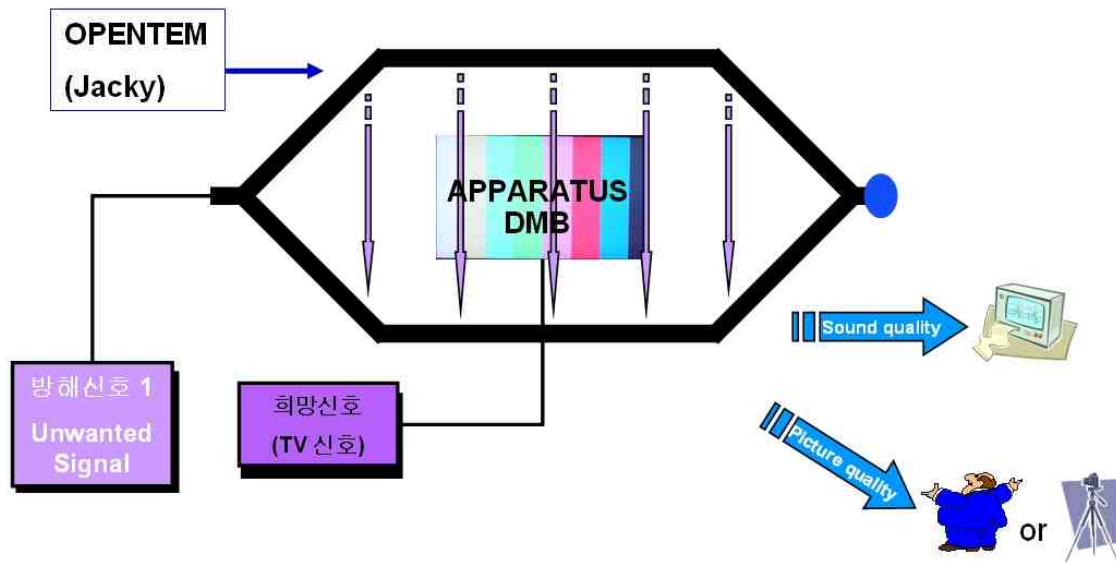
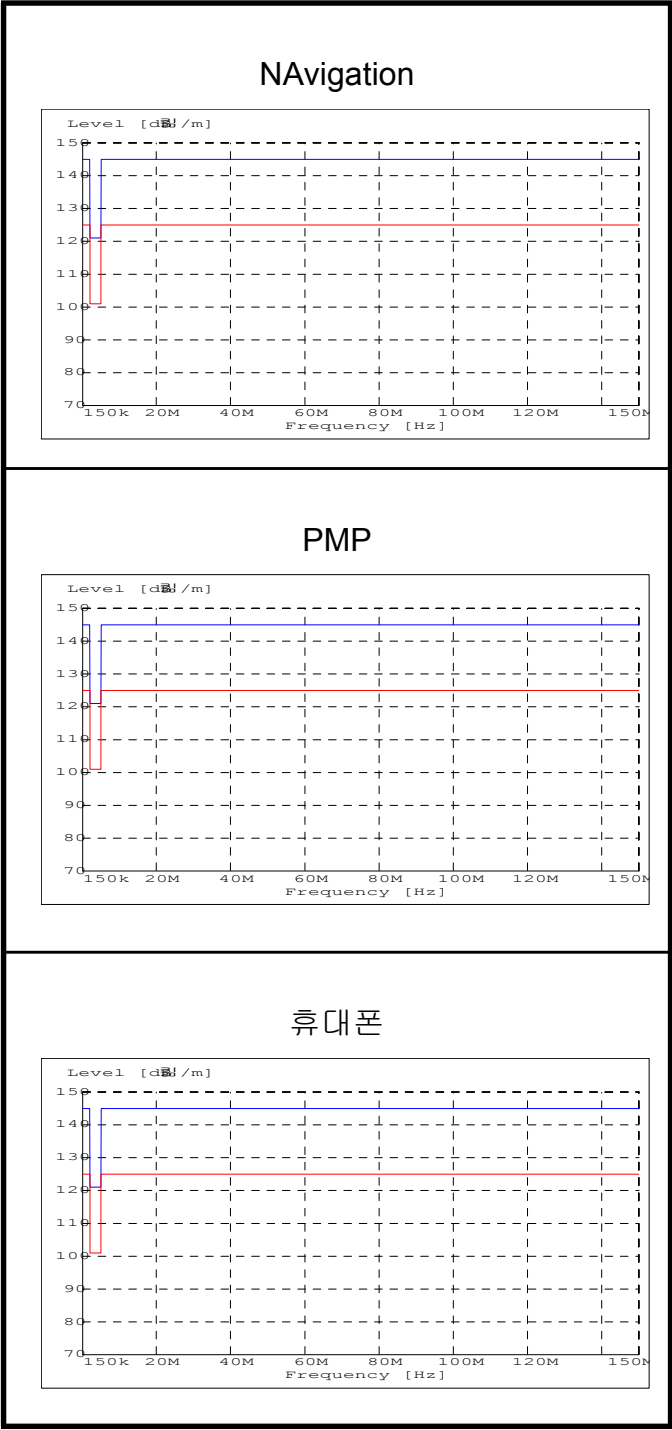


그림 6-3 Radiated Immunity(S3) 시험 구성

표 6-22 Radiated Immunity(S3) 시험 결과



AV 기기의 시험 방법인 CISPR 20 규격을 적용하여 시험한 결과를 정리하면 다음의 표와 같이 입력 내성인 S1의 경우 주파수에 대하여 총 2개 제품 시험 실시한 결과 Type A, C, D 에서는 20 dB 이상 마진 보유하여 차이가 없었으나, Type E 항목에서는 주파수에 따른 영향이 있었다. 하지만 S1의 시험 조건은 Main 단자를 가지고 외부에 접속되는 동축 안테나 단자를 가진 기기에 적용되는 것으로 DMB 제품의 경우 시험 적용이 애매한 부분 있으며, RFI Voltage(S2a) 시험결과 Picture mode에서는 10 dB 이상 마진이 있으나, Sound Mode에서는 Headphone 단자에서 영향을 받았다, 이는 위에 언급된 바와 마찬가지로 DC 또는 접지가 없는 전원을 사용하는 제품의 특성상 Ground에 취약한 제품의 특성이라고 해야 할 것이다. RFI Voltage Common(S2b) 및 RFI Immunity(S3) 시험 결과는 기준 값 대비 20 dB 이상 인가 하였으나 아무런 영향을 받지 않았다.

표 6-23 CISPR 20 시험 결과

항목	결과	내용
S1	- Type A, C, D 에서는 20 dB 이상 마진 보유 (주파수별 차이 없음) - Type E에서 주파수별 영향 있음	-2개 제품 시험함
S2a	- Picture mode : 10 dB 마진 보유 - Sound Mode : Headphone 단자에서 Fail 영향 심함	-3개 제품 시험 함 -PMP 및 Navigation은 Sound & Picture 시험 실시, 핸드폰은 전원과 이어폰 포트가 동일하여 Sound(음압) 시험함.
S2b	- 20 dB 이상 마진 보유	-Antenna Port를 가진 1개 제품 시험 실시
S3	- 20 dB 이상 마진 보유	

정보기기(ITE)와 AV 기기의 시험 방법 중 시험 방법이 동일한 ESD와 EFT/BURST에 대한 시험 결과를 실시하였다. 먼저 ESD 시험은 시험 제품이 DC 기기 또는 Class II(접지가 없는 제품) 제품으로 다음과 같은 구성으로 시험을 실시하였다.

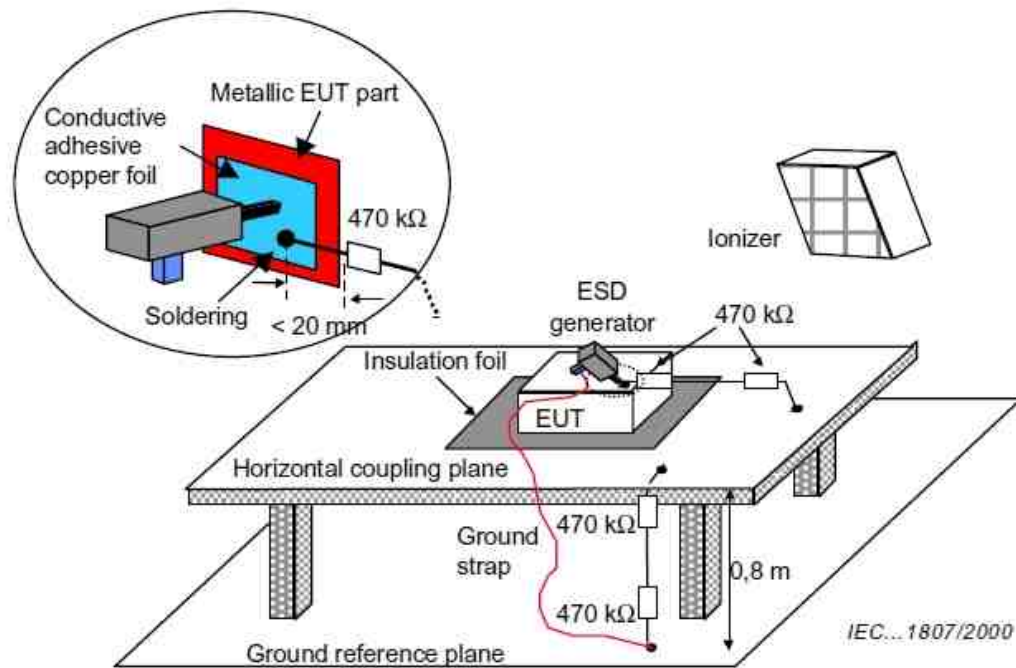


그림 6-4 정전기 시험 구성

시험결과 두 가지 방법에 대한 시험조건 및 시험 기준이 IEC 61000-4-2 규정을 따르게 되어 있어 시험 결과의 차이는 발생 하지 않았으며, 시험결과 적합 하였다.

EFT/Burst 및 전압강하 및 순시 정전 시험 또한 정보기기(ITE)와 AV 기기의 시험 방법이 동일하며 시험 방법은 IEC 61000-4-4 및 IEC 61000-4-11 규격을 적용하여 시험 하였다. 두 가지 시험에 대한 결과는 차이가 없었다.

방사 내성 시험을 위하여 각각의 시험 방법을 적용하여 시험한 결과 AV 시험 방법인 Strip line에서 시험 결과 아무런 영향을 받지 않았다, 하지만 Chamber에서 방사 내성(Radiated Susceptibility) 시험은 IEC 61000-4-3을 사용하여 시험 하였으며, ITE 기준에 명시된 80 MHz ~ 1 000 MHz 대역에 대하여 AM 1 kHz 80 % 변조를 가지고 시험을 실시 하였으며, AV 기준은 유럽 휴대폰의 Keyed Carrier 주파수인 900 MHz에 대하여 Duty cycle 1/8, 217 Hz 반복 주파수를 가진 Pulse Modulation 신호를 사용하여 시험을 실시 하였다. IEC 61000-4-3에 명시된 시험 구성은 다음 그림과 같다.

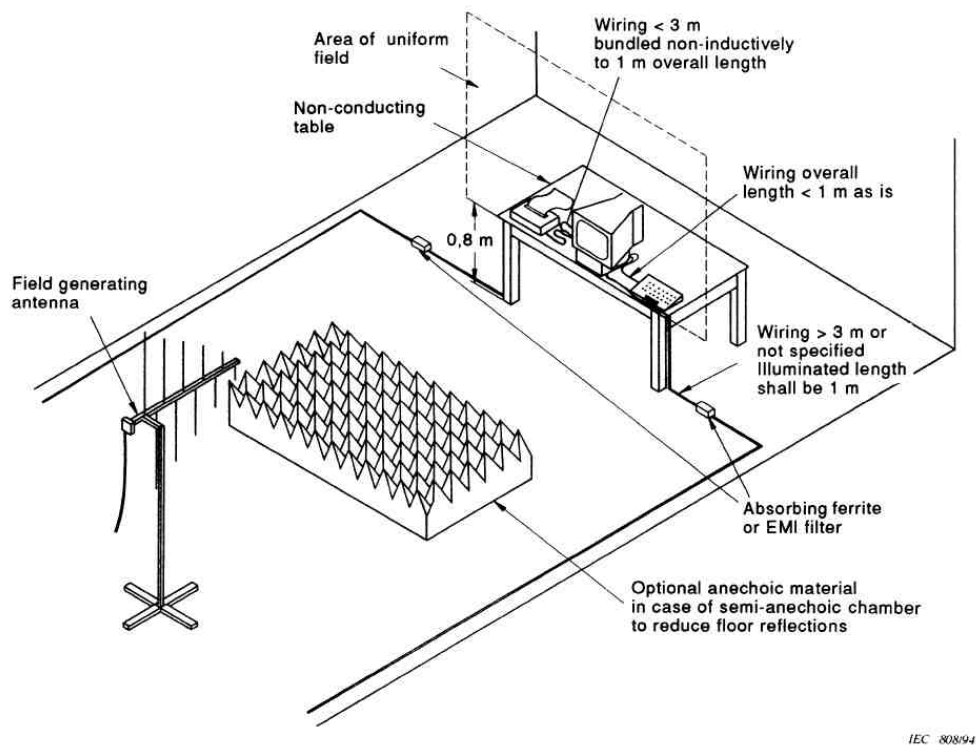


그림 6-5 방사 내성(Radiated Susceptibility) 시험 구성

방사 내성 시험 결과 Navigation 및 PMP 제품에서는 아무런 이상이 없었으나, 휴대폰의 경우에 일부 대역에서 화면이 정지하는 현상이 발생 되었다. 이 제품은 사용 중이던 중고 제품임을 감안하여 추가적으로 3개 제품을 실시 한 결과 총 4개 제품에서 3개 제품의 시험 결과가 영향을 받는 결과를 보였다.

표 6-24 방사 내성(Radiated Susceptibility) 시험 결과

제품	시험결과 (3 V/m 인가)		
	음성 기준레벨	음성	영상
Navigation	-19 dBm	- 50 dBm 이하	영향 없음
PMP	-39 dBm	- 50 dBm 이하	영향 없음
핸드폰	-22 dBm	- 50 dBm 이하	80 MHz - 100 MHz , 200 MHz - 220 MHz, 250 MHz - 300 MHz 대역에서 화면 정지 나머지 대역에서는 영향 없음 * 4개 제품 시험 결과 1개 제품은 이상이 없으나 3개 제품은 영향 받음

AV 기기의 시험 방법과 정보기기의 시험 방법 중 제일 유사한 시험 항목인 전도 내성과 방사 내성 시험 결과 먼저 전도 내성에 대해서는 IEC 610004-6 규격을 적용하여 0.15 MHz ~ 80 MHz 대역에서 AM 1 kHz 80 % 변조 신호를 방해 신호로 하여 3 V 인가하였으며, 인가한 후 DMB 수신기의 음성 및 영상의 변화를 평가 하였다, 시험 결과 AV

시험의 전도 내성(S2a)의 평가 결과에서 마찬가지로 이상이 발생 되었다, 하지만 주파수 범위가 상이하며 AV 내성 시험 방법 적용 시 30 MHz 이상 주파수에서는 이상이 없었으나, ITE 내성 시험 방법을 적용한 경우에는 영상에 대한 영향은 없었으나 음성 기준레벨이 20 MHz ~ 75 MHz 대역까지 영향을 받고 있음을 확인 할 수 있었다.

표 6-25 ITE 전도 내성(Conducted Susceptibility) 시험 결과

제품	시험결과 (3 V 인가)		
	음성 기준레벨	음성	영상
Navi	-26 dBm	20 MHz 이하 : 변화 없음 20-27 MHz : -34 dBm 27-32 MHz : 변화 없음 33-36 MHz : -29 dBm 36-52 MHz : 변화 없음 52-63 MHz : -27 dBm 63-80 MHz : 변화 없음	이상 없음
PMP	-19 dBm	0.15 - 40 MHz : 이상 없음 40-55 MHz : -36 dBm 55-70 MHz : -28 dBm 70-75 MHz : -35 dBm 75-80 MHz : 이상 없음	
핸드폰	-17 dBm	핸드폰의 전원포트와 이어폰 포트가 동일하여 Sound 시험 적용 불가능	

EMS 시험 결과를 종합적으로 비교해 보면 다음 표 6-16과 표 6-17과 같다.

표 6-26 EMS 시험 결과 -1

항목	내용	비고(AV:ITE)
ESD	-3 종류의 제품에 대해 평가	차이 및 이상 없음
EFT/ Burst	-3 종류의 제품에 대해 평가 단 Navigation은 DC로 휴대폰 및 PMP는 충전 아답터를 사용하고 Navigation 및 PMP는 신호선까지 시험 함	-Navigation 전원 인가 시 음성 및 도트 노이즈 발생(0.5kV), 신호선은 이상 없음 -다른 기기는 양호
Surge	- 3 종류의 제품에 대해 평가 단 Navigation은 DC로 핸드폰 및 PMP는 충전 아답터 사용	이상 없음
전원 DIP	- 3 종류의 제품에 대해 평가 단, 핸드폰 및 PMP는 충전 아답터 사용 - Navigation은 DC 사용으로 시험 불가	이상 없음

표 6-27 EMS 시험결과 - 2

항목	내용	비고(AV:ITE)
RS	-3개 제품 시험 함 -PMP 및 Navigation은 Sound & Picture 이상 없음 -핸드폰은 Picture에서 이상 발생되어 핸드폰 특성 확인 차 다른 종류의 휴대폰 3개 제품 추가 시험함 (총 4개 제품 시험 함)	- 핸드폰3개 제품에서 picture 이상 발생(80 - 300 MHz 대역) -나머지제품(내비게이션 및 PMP)은 이상 없음
S3	- 기준 값 대비 20 dB 이상 마진 보유	- 모든 제품 이상 없음
CS S2a	-3개 제품 시험 함 -PMP 및 Navigation은 Sound & Picture 시험 실시, 핸드폰은 판매되고 있는 핸드폰의 전원포트와 이어폰 포트가 동일하여 Sound 시험불가능(picture만 시험 함)	- PMP 및 Navigation에서 Sound 이상 발생 - Picture는 이상 없음 - S2a 시험 결과 Picture에서는 이상이 없으나 Sound에서 이상 발생
S1	-2개 제품 시험 함	- Type A, C, D 20 dB 이상 마진보유 -주파수별 차이 없음 - Type E에서 주파수별 영향 있음.
S2b	-Antenna Port를 가진 1개 제품에 대해 시험 실시	-기준 값 대비 20 dB 이상 마진 보유

시험결과를 정리해 보면 ITE 시험방법이 AV 시험 방법 보다 효율적이며, 하며 ITE 시험 방법을 적용하는 것이 효과적이다. AV 시험 중 S1(Input Immunity)에 의한 영향이 있지만 현재 기준에도 적용 불가능 시험이므로 고려하지 않아도 될 것으로 판단되며, ITE 시험 방법으로 적용 시 음성에 대한 평가 기준이 없음 (명확한 평가 기준(SINAD, SPL, S/N)을 제시해야 한다.

제 7 장 DC-AC 인버터 응용 제품에 대한 EMI 연구

제 1 절 서 론

전력전자 분야는 컨버터 및 인버터를 포함하여 표 7-1 과 같은 다양한 분야에서 응용되고 있다.

이 중에서 특히 인버터 기기는 주로 각종 모터의 제어와 조명 제어 등에 이용되어 왔으며, 최근에 신재생 에너지의 보급 활성화에 따라 각종 신재생 에너지원으로부터 축전된 DC 전원을 상용 전원망에 공급하는 그리드 망연계형 인버터로까지 발전되고 있다.

이러한 각종 인버터들은 단상 및 3상 구조의 차이뿐만 아니라 정격 전력에 따라 보다 다양한 종류가 있으며, 또한 스위칭용 전력전자 소자와 이의 회로방식에 따라서도 다양하게 분류된다.

전력전자 소자와 스위칭 기술의 발달, 또한 이들 응용회로의 대용량화, 고속화, 복합화, 소형화에 따라, 그리고 대전력화로써 IGBT 가 채용되어 수 kV, 수 kA 급의 제어가 가능하여짐에 따라 반대 급부적으로 복사성 EMI/EMC 문제뿐만 아니라 전력선로망에 보다 치명적인 전도성 EMI/EMC 문제, 고조파 문제, EMS 문제 등이 중요한 문제로 대두되고 있다.

본 연구에서는 신재생에너지의 전력망 연계형 인버터의 종류를 검토하고 EMI/EMC 문제의 가능성과 현황 및 해당 국제규격을 조사한 후, 이에 따른 대표적인 샘플을 선정하고 측정하여 측정 방법상의 문제점을 도출하고 분석하여 그 대책을 제안하고자 한다.

표 7-1. 전력전자의 응용분야.

TABLE 1-1 Power Electronic Applications

(a) <i>Residential</i> Refrigeration and freezers Space heating Air conditioning Cooking Lighting Electronics (personal computers, other entertainment equipment)	(d) <i>Transportation</i> Traction control of electric vehicles Battery chargers for electric vehicles Electric locomotives Street cars, trolley buses Subways Automotive electronics including engine controls
(b) <i>Commercial</i> Heating, ventilating, and air conditioning Central refrigeration Lighting Computers and office equipment Uninterruptible power supplies (UPSs) Elevators	(e) <i>Utility systems</i> High-voltage dc transmission (HVDC) Static var compensation (SVC) Supplemental energy sources (wind, photovoltaic), fuel cells Energy storage systems Induced-draft fans and boiler feedwater pumps
(c) <i>Industrial</i> Pumps Compressors Blowers and fans Machine tools (robots) Arc furnaces, induction furnaces Lighting Industrial lasers Induction heating Welding	(f) <i>Aerospace</i> Space shuttle power supply systems Satellite power systems Aircraft power systems (g) <i>Telecommunications</i> Battery chargers Power supplies (dc and UPS)

표 7-2. 본 보고서 상의 목차.

- 제 1 절 서론
- 제 2 절 신재생에너지의 전력망 연계형 인버터의 종류와 특성
- 제 3 절 EMC 인증 국제규격
- 제 4 절 측정 및 분석
- 제 5 절 결론

제 2 절 신재생에너지의 전력망연계형 인버터의 종류와 특성

1) 인버터의 기본 종류

여러 가지 종류의 인버터 토폴로지 때문에 서로 다른 AC 전력품질이 만들어질 수 있으며, UPS 시스템과 같이 라인 인덕터를 통해 그리드 망에 연결될 수 있다. 따라서 기존 전력망에 태양광 발전전력이 연계되는 경우에는 UPS function 및 peak shaving function, Power conditioning of weak grid supply, Active filtering, Voltage regulation at critical load 등과 같은 여러 가지의 요건들이 갖추어져야 한다.

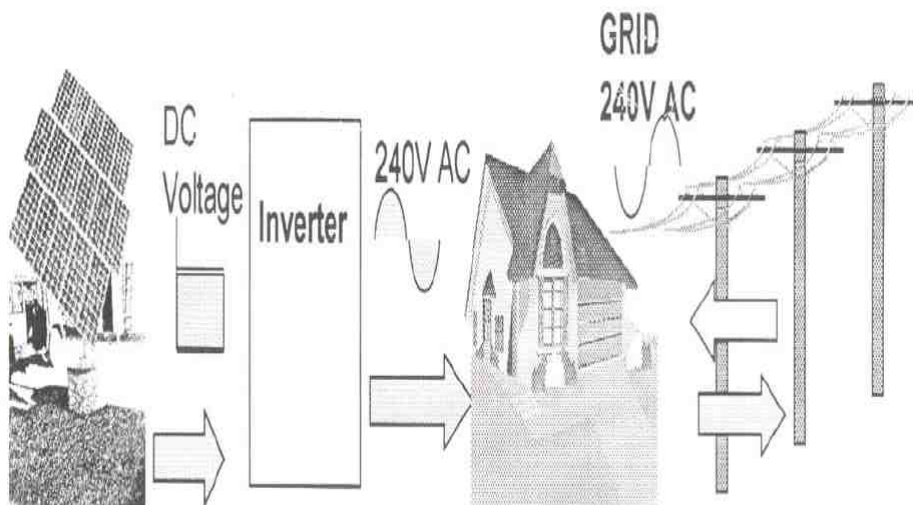


그림 7-1. 그리드 망 연계형 태양광 발전 시스템 구성도.

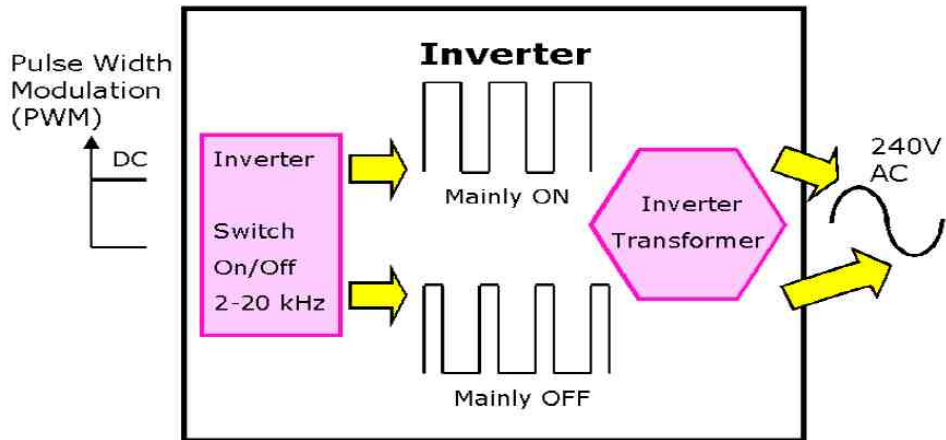


그림 7-2. 그리드 망 연계형 태양광 발전 인버터의 기능.

아래 표 7-3에서는 그림 7-2에서 보인 그리드 망 연계형 인버터의 특성을 요약해서 보이고 있다. 이 특성은 전력품질 보장을 위한 인버터 설계에 기본이 된다.

표 7-3. 그리드 망 연계형 인버터의 특성

Response Times	Very fast-milliseconds
Harmonic Output	Very low, computer more noisy
Synchronisation	Automatic-Within couple of cycles
Frequency Control	Locked to grid
Power Factor	Close to unity, can help regulate mains
Fault Currents	Low-PV, similar to normal appliances
DC Injection	Avoid-Transformer and detection
Islanding	Use passive and active protection methods

또한, 리드 망 연계형 태양광 발전 인버터의 규격 내용은 기본적으로 아래 표 7-4의 내용으로 정하여 진다.

표 7-4. 리드 망 연계형 태양광 발전 인버터의 규격 내용.

Operating Limit	: Voltage
Power Quality	: Harmonics, Power Factor, Voltage flicker
Grid Protection	: Passive Under/Over Voltage
	Passive Under/Over Frequency
	Active Frequency Bias
	Active Impedance measurement
	Active Reactive Power Modulation
	Active Load Switching
Safety	: Type tested Approved Inverters
	Installed Requirements
	Testing
	Labelling
	Reporting from Office of Energy

태양광 발전된 DC 전력을 AC 로 변환하는 인버터의 구조는 기본적으로 3 가지가 있다.

- 저주파 변압기 방식

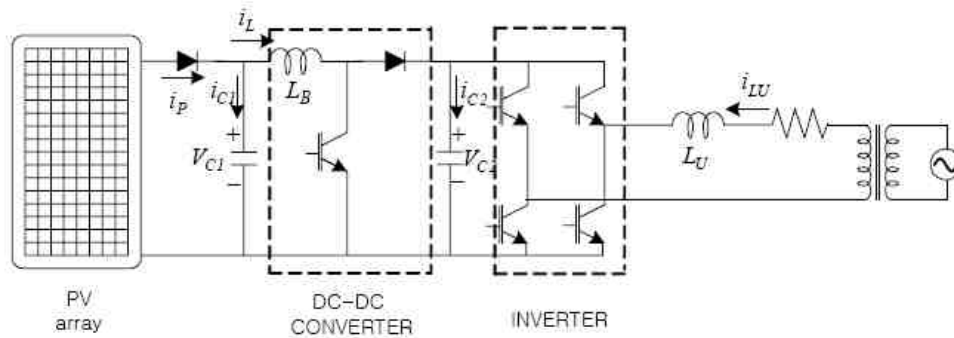


그림 7-3. 저주파 변압기 방식

저주파 변압기 방식은 주회로와 제어부를 간편하게 만들 수 있으나, 저주파 변압기의 사용으로 인해 효율이 감소하고 부피 및 중량이 크다는 단점이 있다.

- 고주파 링크 방식

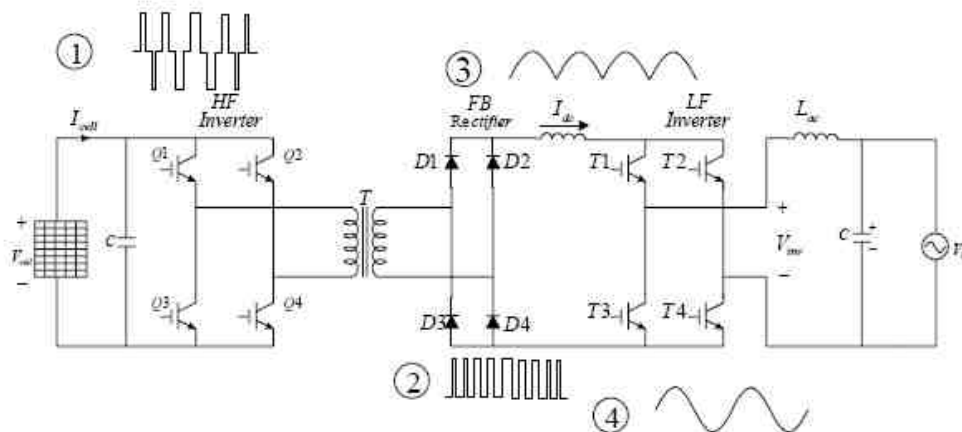


그림 7-4. 고주파 링크 방식

이 방식에서는 계통선과 태양광 발전시스템이 고주파 변압기를 통해서 격리되어 있기 때문에 안정성이 높으며, 고효율화 및 소형 경량화가 가능하다는 장점이 있다. 그러나 보다 많은 전력용 반도체 소자를 사용하여 구성되기 때문에 복잡하고 비용 부담이 된다는 단점이 있다.

- 트랜스리스 방식

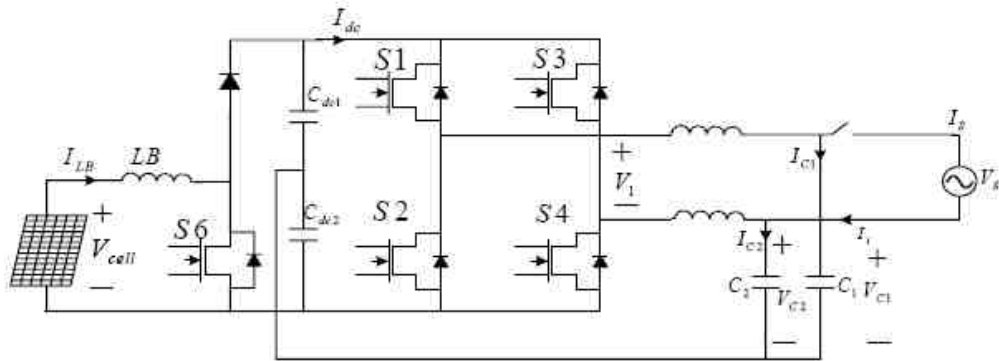


그림 7-5. 트랜스리스 방식.

이 방식은 저주파 변압기를 사용하지 않기 때문에 고효율, 소형 경량화의 장점이 있으며, 시스템 구성에 소요되는 전력용 반도체 소자 수가 적기 때문에 저가의 시스템 구현이 가능하다. 단점으로는 변압기를 사용하지 않기 때문에 안정성 면에서 불리하며 전류의 직류 성분이 계통에 유입되지 않도록 하기 위해 정밀하게 제어할 필요가 있다.

제 3 절 인버터 기기의 EMC 인증 규격

1. 국제규격

IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), IEGT(Injection Enhanced Gate Transistor) 등의 전력전자 소자는 전도성 EMI 문제와 인체안전 문제와의 가능성도 제기되고 있다. 철도와 전력계통과 같이 대규모 광역시스템 사이에서의 전자파장해는 전력전자 회로의 보급에 따라 더욱 복잡해지고 중요해지고 있다. 따라서 국제화 사회에서의 국제규격의 중요성이 지적된다.

또한 이러한 전력소자를 이용한 인버터 기기를 신재생에너지의 상용 전력망 연계형으로 구축할 경우에 전력품질의 보호를 위한 국제규격이 중요하며, 대표적인 규격으로는 IEC61727, EN61000-3-2, IEEE 1547가 있다.

표 7-5는 범용 인버터 기기의 EMC 국제규격을 나타낸 것이며, 표 7-6은 계통연계를 위해 요구되는 국제규격이다. 또한 인버터를 포함한 전원장치의 EMC 시험 항목들로는 표 7-6에 보인 항목과 규격이 있다.

표 7-5. 범용 인버터 기기의 EMC 국제규격

분류	공통규격	항목	구분
EMI Emission	EN50081-2	복사성 방해파	EN55011 Class A, Group 1
		전도성 방해파	EN55011 Class A, Group 1
EMS Immunity	EN50082-2	정전기방전 ESD	EN61000-4-2
		복사성 Immunity	ENV50140
		Fast Transient (Burst)	EN61000-4-4
		뢰 서지	IEC 801-5
		자기장	EN61000-4-8
		전도성 Immunity	ENV50141

표 7-6. 인버터 기기의 계통연계를 위해 요구되는 국제규격

ISSUE	IEC61727 [3]	IEEE1547 [5]	EN61000-3-2 [4]
Nominal power	10 kW	30 kW	$16 \text{ A} \times 230 \text{ V} = 3.7 \text{ kW}$
Harmonic currents (Order – h) Limits	(3-9) 4.0% (11-15) 2.0% (17-21) 1.5% (23-33) 0.6%	(2-10) 4.0% (11-16) 2.0% (17-22) 1.5% (23-34) 0.6% (> 35) 0.3%	(3) 2.30 A (5) 1.14 A (7) 0.77 A (9) 0.40 A (11) 0.33 A (13) 0.21 A (15-39) 2.25/h
	Even harmonics in these ranges shall be less than 25% of the odd harmonic limits listed.		Approximately 30% of the odd harmonics -see standard.
Maximum current THD	5.0%		-
Power factor at 50% of rated power	0.90	-	
DC current injection	Less than 1.0% of rated output current.	Less than 0.5% of rated output current.	< 0.22 A -corresponds to a 50 W half-wave rectifier.
Voltage range for normal operation	85% - 110% (196 V – 253 V)	88% - 110% (97 V – 121 V)	-
Frequency range for normal operation	$50 \pm 1 \text{ Hz}$	59.3 Hz to 60.5 Hz	-

인버터를 포함한 전원장치의 EMC 국제규격들로는 아래에 보인 항목과 규격들이 있다..

IEC 61000-3-2-am2 (2009-02) Ed. 3.0

Amendment 2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)

IEC 61000-3-3 (2008-06) Ed. 2.0

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-3: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection

IEC 61000-3-11 (2000-08) Ed. 1.0

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-11: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems - Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection

IEC 61000-3-12 (2004-11) Ed. 1.0

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-12: Limits - Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase

IEC 61000-4-8 (2009-09) Ed. 2.0

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-8: Testing and measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity

test

IEC 61000-4-11 (2004-03) Ed. 2.0

Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests

IEC 61000-4-13-am1 (2009-05) Ed. 1.0

Amendment 1 – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests

IEC 61000-4-14-am2 (2009-05) Ed. 1.0

Amendment 2 – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-14: Testing and measurement techniques – Voltage fluctuation immunity test for equipment with input current not exceeding 16 A per phase

IEC 61000-4-17-am2 (2008-11) Ed. 1.0

Amendment 2 – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-17: Testing and measurement techniques – Ripple on d.c. input power port immunity test

IEC 61000-4-27-am1 (2009-02) Ed. 1.0

Amendment 1 – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-27: Testing and measurement techniques – Unbalance, immunity test for equipment with input current not exceeding 16 A per phase

IEC 61000-4-28-am2 (2009-02) Ed. 1.0

Amendment 2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-28: Testing and measurement techniques - Variation of power frequency, immunity test for equipment with input current not exceeding 16 A per phase

IEC 61000-4-29 (2000-08) Ed. 1.0

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-29: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations on d.c. input power port immunity tests

IEC 61000-4-34-am1 Corr.1 (2009-10) Ed. 1.0

Corrigendum 1 - Amendment 1 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-34: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with mains current more than 16 A per phase

2. 국내규격

인버터 기기류의 국내 EMC 관련 규격은 신재생에너지 설비심사제 부기준 - 태양광발전용 인버터(계통연계형, 독립형) 문서에서 정하고 있다.

또한 계통연계형 인버터의 망 안전성을 확보하기 위해 전력회사에서 규정하고 있는 “분산형 전원 배전계통 연계 기술기준”을 정하고 있다.

제 4 절 측정 및 분석

1. EMI 시험

샘플용 상용 인버터 5대에 대한 전도성 잡음 EMI 시험을 수행하였으며, 이에 대한 결과를 아래에 보였다.

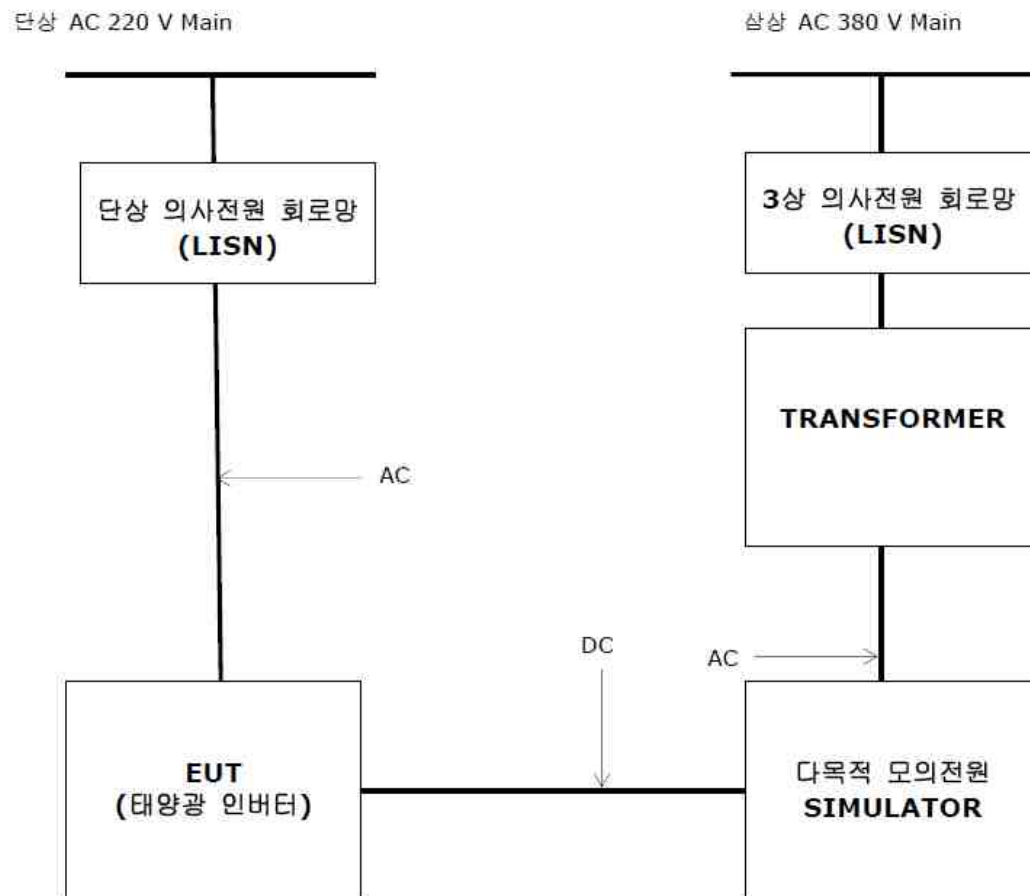
- 시험방법 : IEC 61000-3-2 : 2005
- 시험환경 : 온도 (19 ~ 21) °C,
습도 (52 ~ 56) % R.H.,
기압 (99.5 ~ 99.9) kPa
- 시험품목 : 태양광 인버터
- 정격 : (입력) 단상 AC 220 V, 60 Hz, 3 000 W
- 시험규격

내용	적용규격	비고
주거, 상업, 경공업 환경에대한 전자파방사 (잡음단자전압시험에 한함)	IEC 61000-6-3	Class B

- 수검기기의 동작상태

본 수검기기는 배치도와 같이 구성한 후, 정상 동작 상태에서 시험함

- 배치도



- 잠음단자전압 시험설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	사용여부
Test Receiver	ESCS30	R&S	100022	○
Test Receiver	ESCS30	R&S	830986/015	-
LISN	ENV4200	R&S	848411/015	○
LISN	ESH3-Z5	R&S	100031	○
Voltage Probe	ESH2-Z3	R&S	826186/002	-
Voltage Probe	TK9420	Schwarzbeck	9420-232	-
FOUR WIRE ISN PORT	ENY41	R&S	100022	-

- 시험장소 : 전자파차폐실

- 시험방법

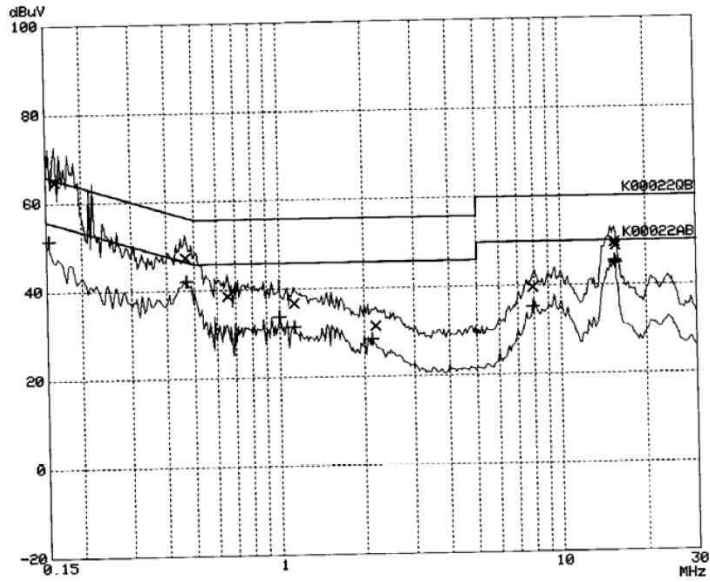
- 1) 수검기기 및 시스템을 취급설명서 상에 기술된 상태로 구성함.
- 2) 수검기기가 특정설비와 함께 사용될 때에는 해당 설비를 함께 접속하며 어떤 시스템의 일부로 사용되는 부분품의 경우에는 그 시스템에 설치하여 정상동작 시킴.
- 3) 각 접속단자(인터페이스 포트)마다 해당 주변기기를 접속하고 시험함.
- 4) 수검기기에 접지단자가 있는 경우에는 접지하고 전원선 플러그를 통해 내부접지된 수검기기는 사용전원을 통해 접지하고 시험함.
- 5) 통상 테이블 위에 올려놓고 작동하는 수검기기는 접지면으로부터 0.4 m 높이의 시험대 위에서 시험하고, 바닥에 설치하는 수검기기는 바닥면에서 시험함.
- 6) 수검기기는 동작모드, 전송속도 등이 다른 경우에는 각각 시험하여 가장 높은 측정값을 시험값으로 선택함.
- 7) 수검기기는 독립적인 회로망을 통해서 전원을 공급하고, 기타 주변기기는 별도의 회로망을 통해서 전원을 공급함.
- 8) 이동형 기기는 접지된 도체벽면으로부터 0.4 m 다른 접지면으로부터 0.8 m 이상 떨어져서 시험함.

- 잡음단자전압 기준

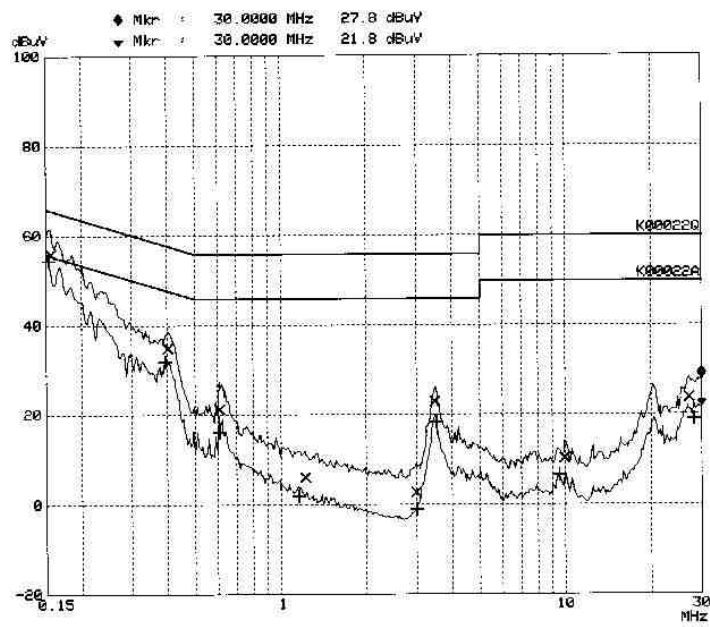
구 분	주파수범위 (MHz)	허용기준(dB μ V)	
		준-첨두치	평균치
전원단자	0.15 ~ 0.5	66 ~ 56	56 ~ 46
	0.5 ~ 5	56	46
	5 ~ 30	60	50

- 시험 결과

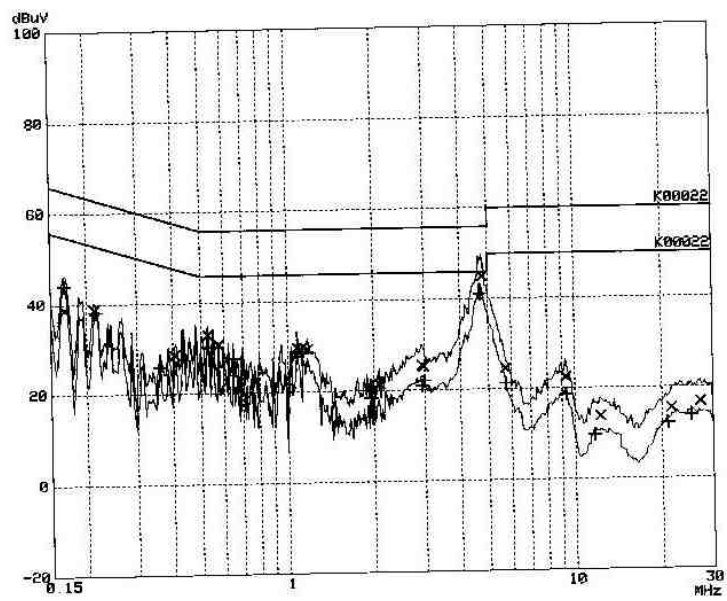
샘플 1



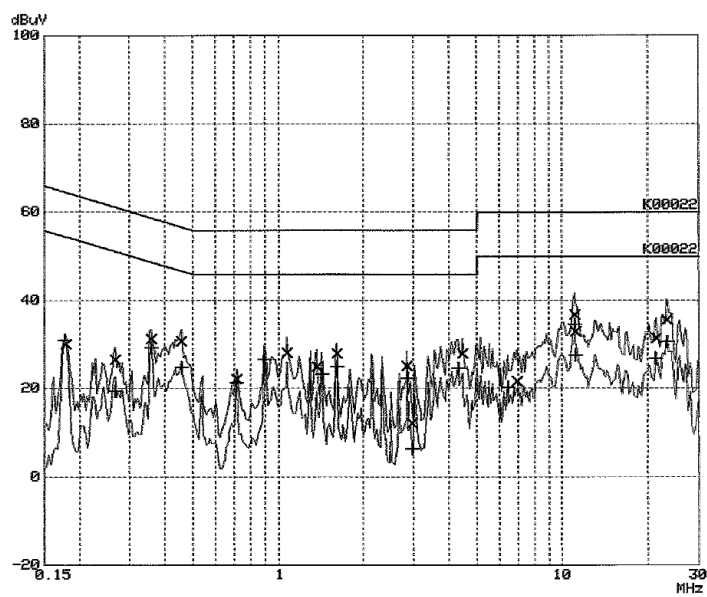
샘플 2



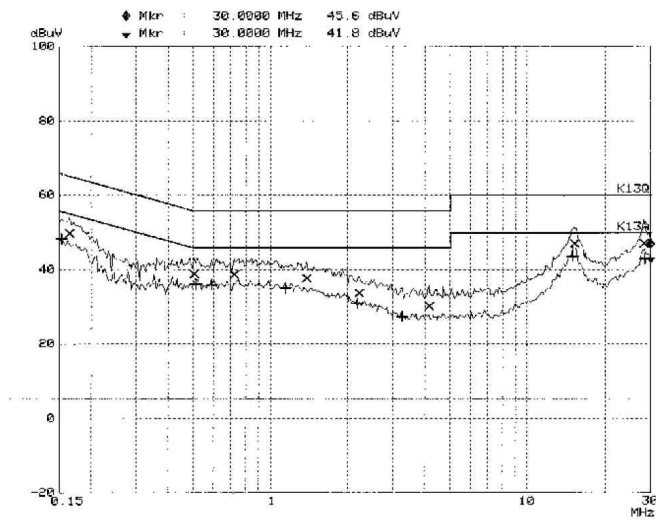
샘플 3



샘플 4



샘플 5



2. 고조파 시험

태양광용 인버터의 고조파 특성 시험을 위해 5 kW 급의 인버터 샘플 1개를 선정하여 아래와 같이 시험을 수행하였다.

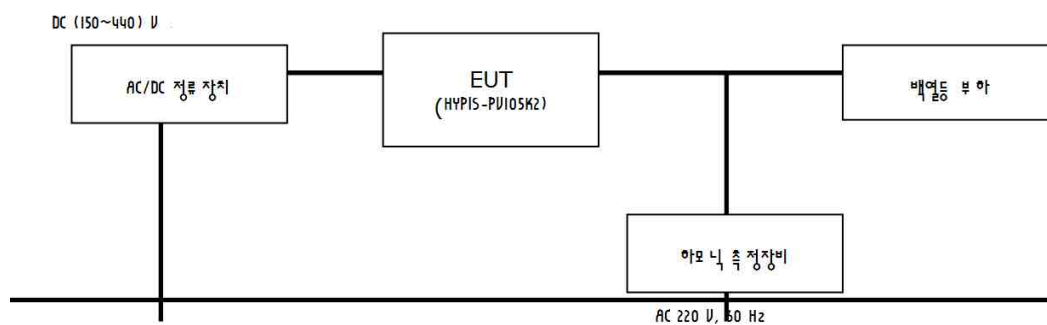
- 시험방법 : IEC 61000-3-2 : 2005
- 시험환경 : 온도 (20.9 ± 5.0) °C,
습도 (45.8 ± 5.0) % R.H.,
기압 (100.3 ± 0.2) kPa
- 시험품목 : 태양광 인버터
- 정격 : (입력) d.c. 150V ~ 440V (출력) 220V~, 5kVA, 50/60 Hz
- 시험규격

시험 규격	한국(KS) 규격	비고
IEC 61000-3-2 : 2005	KS C 61000-3-2 : 2005	Class A

- 수검기기의 동작상태

본 수검기기는 배치도와 같이 구성한 후, DC 입력의 150 V에서 440 V까지 입력 전압을 조정하며 AC 출력단에 백열등 부하와 하모닉 측정장비를 병렬 형태로 접속시킨 상태에서 태양광인버터의 AC 출력 하모닉 전류를 측정하였음

- 배치도

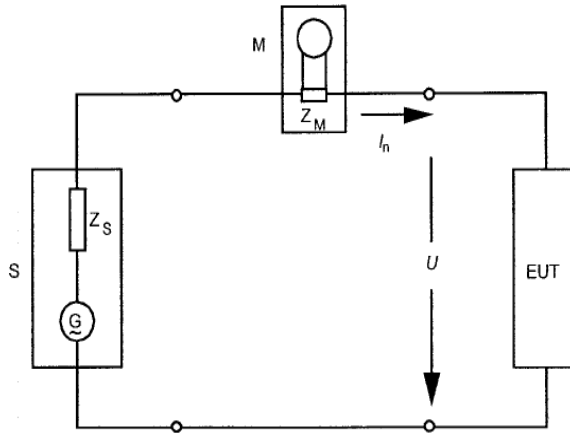


- 전류 고조파(하모닉) 시험설비

사 용 장 비	모 델 명	제 조 자	제 조 번호	사용 여부	교정일
Power simulation system	EMV D 90000/PAS	SPITZENBERGER+SPIES GMBH&CO. KG	A4 230	0	2011.01. 13.

- 시험장소 : 하모닉/플리커 측정 장비 시험실

- 측정결선도



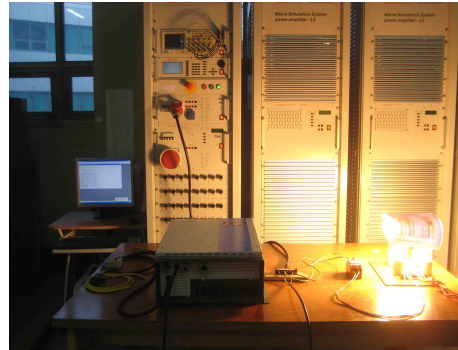
IEC 1778/2000

S power supply source
M measurement equipment
EUT equipment under test
U test voltage
 Z_M input impedance of measurement equipment
 Z_S internal impedance of the supply source
 I_n harmonic component of order n of the line current
G open-loop voltage of the supply source

- Class A 기기의 전류 고조파(하모닉) 한계치 및 시험 결과

고조파 차수 n	최대 허용 고조파 전류 (A)	시험 결과
홀수 고조파		합 격
3	2.30	합 격
5	1.14	
7	0.77	
9	0.40	
11	0.33	
13	0.21	
$15 \leq n \leq 39$	$0.15 \times 15/n$	
짝수 고조파		합 격
2	1.08	합 격
4	0.43	
6	0.30	
$8 \leq n \leq 40$	$0.23 \times 8/n$	

- 전류 고조파(하모닉) 시험장면



제 5 절 소 결

신재생 에너지의 이용 보급에 따른 인버터의 사용 증가로 전력망에의 안전성 확보가 중요한 문제로 대두되고 있다. 따라서 이러한 인버터의 EMI 인증을 위한 시험방법 및 절차를 다시 한 번 고려해야 할 것이다.

본 연구에서는 임버터 샘플들에 대한 전도성잡음의 EMI 시험을 수행한 결과들을 분석하여 기존 상용 제품들이 그 안전성이 합격임을 확인하였고, 계통연계형 인버터 샘플의 고조파 특성 실험을 통해 측정방법 및 문제점들을 도출하였다. 기존 제품에서의 고조파 성능 저하문제는 측정되지 않았으나, 회로 종류에 따라, 부하의 상태에 따라 또는 그리드 망의 상태에 따라 또 다른 문제가 야기될 수 있는 소지가 있을 것으로 예측되므로 보다 체계적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

제 8 장 전문가 풀 운영 및 EMC 기술기준 개정안 마련 지원

제 1 절 전문가 풀 운영

1. EMC 기준전문위원회 구성

전자파 관련 국제 표준화 기구의 활동에 대한 대응활동을 활발히 진행하고, 우리나라의 EMC 기술기준 및 시험방법 개정안을 투명하고 효율적으로 마련하고 검토하기 위하여 EMC 기준전문위원회를 구성·운영하고 있다.

올해에는 임기가 만료된 위원 및 활동 참여가 부진한 소위원회 위원들의 정비, EMC 기준전문위원회의 위상강화 등의 문제점 해결을 위하여 EMC 기준전문위원회를 재정비하였다.

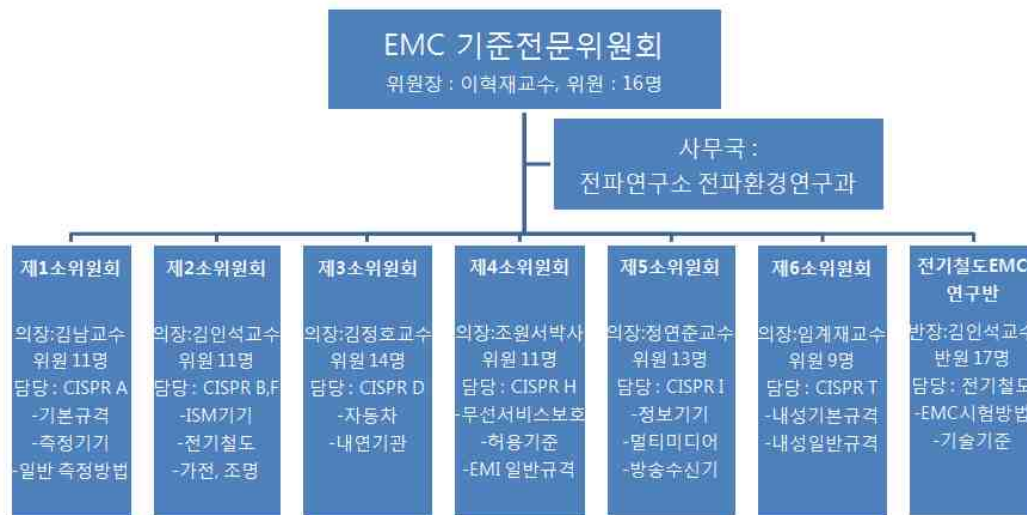
임기만료와 관련하여 대부분의 위원이 EMC 기술전문위원회의 원만한 위원회 운영과 지속적인 과제 수행의 긴밀한 협조를 위해 노력하고 있으므로 개인적인 사유로 사퇴의사를 밝히신 분들을 제외하고 EMC 기준전문위원회 운영규정에 따라 임기 만료 위원의 연임을 추진하였다.

소위원회 구성 정비는 소위원회 구성을 산업체, 시험기관, 연구기관, 협회 등 이해관계자로 구성하되 적극적으로 참여할 수 있는 10명 내외의 위원으로 최소화하기 위하여, 활동 위원수를 2009년 100여명에서 70여명으로 최소화하였다. 그러나 각 소위원회를 운영하여 사안별로 꼭 필요한 위원은 새로 추가 영입 하였다.

전기철도의 전자파로 인해 DTV 수신 장애가 현장에서 발생하고 있어, 이에 대한 실태조사 및 대책마련이 필요한 실정이며, 전기철도 EMC 국제표준이 개정됨에 따라 이를 검토하여 우리나라 실정에 적합하게 EMC 기준을 개정하여야 하였다.

이에 정부, 연구소, 철도시설 설치 및 운영자, 방송국, 산업체, 학계 등 관련 전문가 및 이해당사자들로 연구반을 구성·운영하여, 전기철도에 의한 DTV 수신장해 해결방안을 제시하고, 전기철도 기술기준 및 시험방법 개정(안)을 마련하였다.

올해 최종 구성·운영된 EMC 기준전문위원회 구성은 다음과 같다.



2. EMC 기준전문위원회 운영

2010년도 EMC기준전문위원회는 총 25회의 회의 및 워크숍 진행과 20회의 연구 축정을 실시하였고, 주요 활동결과는 다음과 같으며, 회의록 및 관련 보고서는 별도로 제출하였다.

가. EMC 기준전문위원회

기준전문위원회는 한국과학기술원 이혁재위원장과 16명의 전문위원들이 참석하여 2차례의 회의를 개최하여, EMC 기준전문위원회 운영규정

개정안 심의, 전자파장해방지·전자파보호 기준 및 시험방법 개정안 심의 등을 진행하였다.

EMC 기준전문위원회의 교류 확대를 위해서 EMF 전문위원회와 공동 워크숍을 1회 개최하여, 각 전문위원회에 참여하고 있는 정부 부처 담당자들에게 EMC·EMF 기술기준 추진 및 국제표준화 동향 등에 대해 실시간으로 설명하고 의견을 받는 등 교류를 활성화 하였고, 다른 부처 EMC 담당자들과도 관련 의견을 충분히 수렴하여 기술기준 및 국제표준화 추진에 반영되도록 하였다.

또한, EMC 표준화 동향의 신속한 업계 전달을 위하여 CISPR 표준화에 대한 분석 수행 결과와 올해의 기술기준 및 시험방법 개정안을 보급하기위한 동향발표회를 1회 개최하였고, EMC 동향보고서를 발간하여 배포 하였다.

나. 제1소위원회

제1소위원회는 충북대학교 김남위원장과 각계 EMC 전문가 11명의 위원들이 참석하여 3차례의 회의 및 워크숍, 4차례의 RSM과 SVSWR의 시험장평가법에 대한 측정을 진행하였다.

이를 통해 1기가헤르쯔이하 시험장평가법(RSM)과 1기가헤르쯔 이상 시험장평가법(SVSWR)에 대한 연구 및 검토를 진행하여, 시험장 평가방법의 대체방식으로 기준시험장평가방법(RSM)을 적용 가능함을 확인하였다. 또한, 야외시험장에서의 SVSWR 평가를 통해 기가헤르쯔 이상 시험장으로 야외시험장의 가능성을 확인하였다.

이 결과를 CISPR 2010 시애틀 국제회의에서 RSM관련 1편과 SVSWR관련 1편의 기고서를 발표하였고, 국제표준화 동향을 분석하여 EMC 동향보고서를 발간하였다.

다. 제2소위원회

제2소위원회는 경희대학교 김인석위원장과 각계 EMC 전문가 11명의 위원들이 참석하여 3차례의 회의 및 워크숍 개최와 2차례의 LED조명 관련 및 RMS-AV검파기 관련 측정시험을 진행하였다.

CISPR 국제회의에서 RMS-AV검파기 관련 기고서를 1편 발표하였고, CISPR B, F의 동향을 분석하여 EMC 동향보고서를 발간하였다.

라. 제3소위원회

제3소위원회는 한국과학기술원 김정호위원장과 각계 EMC 전문가 14명의 위원들이 참석하여 3차례의 회의 개최와 1차례의 전기자동차 측정시험을 진행하였다.

이를 통해 전기자동차 관련 EMC 특성 분석하고 자동차 EMC 기술기준 개정안 마련을 위한 자료로 활용하였다.

CISPR 국제회의 D분과의 동향을 분석하여, EMC 동향보고서를 발간하였다.

마. 제4소위원회

제4소위원회는 한국산업기술시험원 조원서위원장과 각계 EMC 전문가 11명의 위원들이 참석하여 3차례의 회의를 개최하였고, 1차례의 변조방식에 의한 내성영향 시험을 진행하였다. 이를 통하여, 광대역변조신호에 의한 내성영향이 존재함을 확인하였고, 이에 대한 연구를 계속 진행하기로 하였다.

또한, CISPR H의 동향을 분석하여, EMC 동향보고서를 발간하였다.

바. 제5소위원회

제5소위원회는 서경대학교 정연준위원장과 각계 EMC 전문가 13명의 위원들이 참석하여 5차례의 회의와 3차례의 시험을 실시하여, DMB EMC 시험방법에 관한 연구와 측정결과 검토를 진행하였고, 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)과 정보기기의 통신포트 전도시험 기술기준 도입방안을 검토 하였다.

이의 결과로 CISPR 2010 국제회의에 DMB관련 1편의 기고서를 발표하였고, CISPR I의 프로젝트별 표준화 동향을 분석하여 EMC 동향보고서를 발간하였다.

또한, 무선기기 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)과 정보기기 통신포트 전도시험 기준 도입방안을 마련하고 검토하였다.

사. 제6소위원회

제6소위원회는 관동대학교 임계재위원장과 각 계 EMC 전문가 9명의 위원들이 참석하여 2차례의 회의를 개최하여, 태양광발전 인버터에 대하여 연구·검토 하였다.

또한, CISPR TC77의 표준화 동향을 분석하여, EMC 동향보고서를 발간하였다.

아. 전기철도 EMC 연구반

전기철도의 전자파로 인해 DTV 수신장애가 현장에서 발생하고 있어, 이에 대한 원인조사 및 대책마련이 필요하며, 우리나라 전기철도 EMC 기준이 변경된 국제표준을 반영하지 못하고 있어 국내 EMC 기준을 개정하여야 하였다.

이에 따라, 전기철도에 의한 DTV 수신장애 해결방안을 제시하고, 전기철도 기술기준 및 시험방법 개정(안)을 마련하고자, 정부, 연구소, 철도 시설 설치운영자, 방송국, 산업체, 학계 등 관련 전문가 및 이해당사자

들로 연구반을 구성하였다.

전기철도 EMC 연구반은 경희대학교 김인석교수님을 반장으로 하고, 철도시스템 및 방송국 관련 EMC 전문가 등 17명의 연구반원들이 참석하여 3차례의 회의와 6차례의 전기철도 EMC 측정을 진행하였다.

전기철도에 의한 DTV간섭영향을 조사·분석하기 위하여 3차례의 현장 측정을 실시하여, 문제점을 찾아내고 해결책을 제시하였다.

또한, 전기철도 EMC 현상을 측정·분석하고, 철도시스템의 EMC 현상을 파악하였다. 측정결과를 바탕으로 국제표준 개정사항을 반영하여 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)을 마련·검토 하였다.

제 2 절 EMC 기술기준 개정안 마련 지원

1. 전기철도 EMC 기준 및 시험방법

전기철도에 의한 DTV 수신장해 해결방안을 제시하고, 전기철도 기술기준 및 시험방법 개정(안)을 마련하고자 관련 전문가 및 이해관계자들로 구성된 전기철도 EMC 연구반원들과 같이 개정 연구를 진행하였다.

국내실정에 적합한 기술기준 및 시험방법 개정안 마련을 위하여 IEC 및 유럽 등의 전기철도관련 EMC 국제표준을 검토하였다. 검토된 국제 표준 문서는 다음과 같다.

- BS EN50121-1 ~ 5 : 2000
- IEC62236-1 ~ 5 : 2008

전기철도에 의한 DTV간섭영향을 조사·분석하기 위하여 3차례의 현장 측정 및 분석을 실시하였다.

철도공사의 협조를 받아 문제점을 해결하고 간섭신호가 발생하지 않음을 확인하였다.

전기철도 EMC 현상을 분석하기 위하여, 전기철도 EMC 측정방안 협의하여 전기철도 EMC 현상 측정을 위한 측정방법을 만들었다. 본 측정

에 앞서 전기철도와 KTX 고속철도의 측정 장소를 선정하고 이 지점에서
서의 전자파 환경값을 측정하였다.

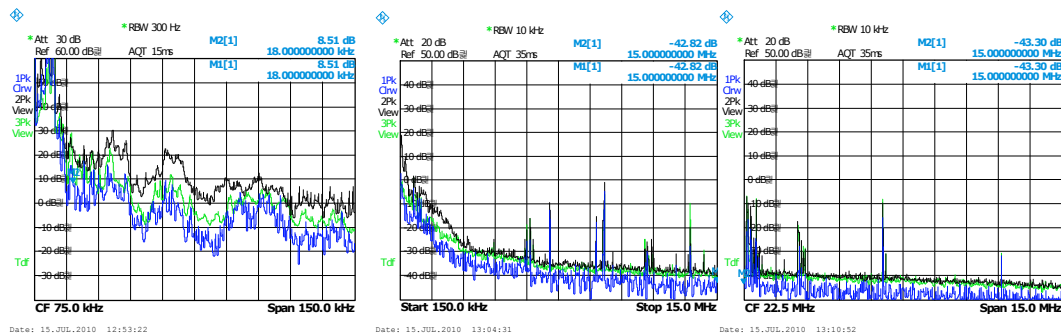
본 측정은 전철과 KTX를 대상으로 고속·저속 운행상태 및 정지상태에서 EMC 측정하였고, 다음과 같은 철도시스템의 EMC 현상을 파악하였다.

o 90kHz ~ 30MHz 대역

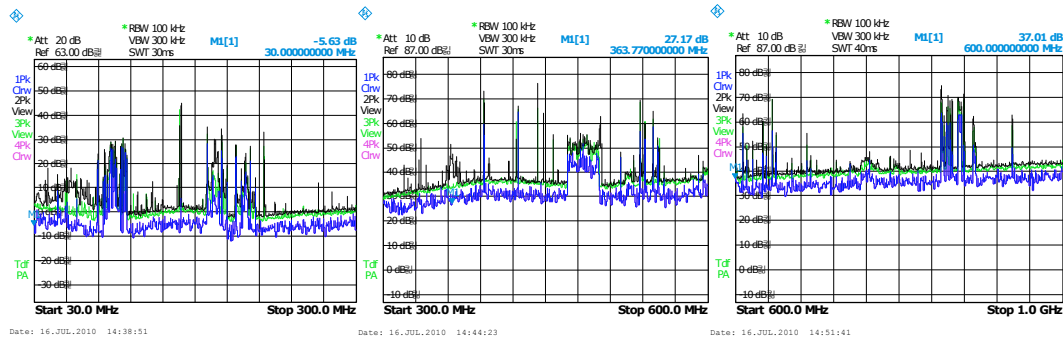
- 전철과 안테나의 거리가 멀 때는 수평성분이 많이 측정되고, 가까울 때(측정점 통과 시)는 수직성분이 많이 측정됨
- 출발이나 정차시와 같이 전력소비가 많을 때 90k~300kHz 대역의 전자파 성분 많이 증가하며, 인버터의 동작에 의해 발생됨
- 전자파방사량은 소비전력과 비례적임

o 30MHz ~ 1GHz 대역

- 전철과 안테나의 거리가 가까울 때(측정점 통과 시)에 전자파가 많이 측정됨
- 수직성분보다는 수평성분이 더 많음
- 임펄스 형태의 노이즈가 대부분이며, 팬타그래프와 전력선의 접촉에 의해 발생됨
- 362MHz 대역에서 전철 구동모터에서 발생하는 전자파가 측정됨



a) 9k~30MHz



b) 30MHz~1GHz

그림 8-1. 전기철도 EMC 측정 결과

또한, 전기철도 EMI의 세기는 거리가 멀어질수록 감소됨을 확인하였고, 전기철도 EMI에 의한 DTV수신장애가 발생되는지를 전기철도 EMI 측정시 DTV 시청을 통하여 확인해 본 결과, 10m 거리에서는 간섭현상을 보았으나 30m이상의 이격거리를 확보하면 간섭현상이 현저히 감소함을 확인하였다.

IEC 국제표준의 개정내용과 파악된 전기철도 EMC 현상을 토대로 국내 전기철도 EMC 기술기준 및 시험방법 개정(안)을 마련하여 연구반에서 검토하였으며, 이를 EMC 기준전문위원회에서 최종 검토하였다.

개정안의 주요 내용은 다음과 같다.

- 고속철도기기류를 전기철도기기류로 변경
- 정지상태 기준 개정 및 저속운행상태 기술기준 신설
- 9kHz~150kHz 대역 기준의 예외 규정신설
- 전자기장 시험에 적용되는 안테나 방향 수정
- 저속운행상태 속도조건, FFT측정모드 허용 등 시험방법 개정

2. 기가헤르쯔대역 무선기기 EMC 기준 및 시험방법

전파연구소에서는 '08~'09년도에 기가헤르쯔대역 무선기기 EMC 시험방법 및 무선전화, 생활무전기 등 기기별 EMC 시험방법을 제·개정하였

고, '10년에는 기가헤르쯔대역 무선기기 공통시험방법을 개정하기 위하여 국제표준 검토 및 시험방법 검증 등을 수행하여 우리나라 실정에 적합한 기술기준 개정(안)을 마련하였다.

무선기기의 공통시험방법에 관련된 국제표준(EN 301 489-1)을 검토하여 기가헤르쯔대역 EMI, EMS 기준 및 시험방법을 분석하였고, 이를 활용해 기가헤르W대역 무선기기 EMC 기준 및 시험방법 개정(안)을 마련하였다.

개정안의 적정성을 검증하기 위하여 무선기기 제조업체와 휴대전화기, 디지털코드없는 전화기 등 무선기기에 대한 기가헤르쯔대역 방사내성 시험을 실시하였고, 무선기기 정상운용 상태에서 1 ~ 2.7GHz, 3V/m 정도의 전자파를 인가하여 무선기기가 정상동작 또는 품질저하 현상이 발생하지 않는지 여부를 평가하여 시험방법 검증을 실시하였다.

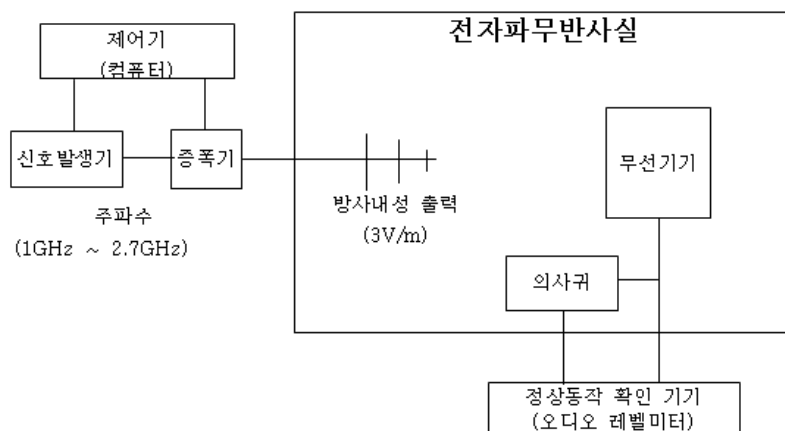


그림 8-2. 기가헤르쯔대역 무선기기 방사내성 시험 구성도

마련된 개정안이 유럽 등의 수출을 위하여 사용하는 시험과 차이가 없고 기 적용중인 기준 및 시험방법이기 때문에 적용에는 큰 문제가 없을것으로 판단되었다.

이를 토대로 기가헤르쯔대역 무선기기에 대한 기준 및 시험방법 개정(안)을 마련하여, I소위원회에서 검토하였으며, 이를 EMC 기준전문위원회

에서 최종 검토하였다.

개정안의 주요 내용은 다음과 같다.

- 무선기기 방사성 장애기준을 1GHz 이하에서 6GHz 까지 적용함
- 무선기기 방사성 내성 시험항목을 2GHz에서 2.7GHz 까지 개정

3. 정보기기 EMI 기준 및 시험방법

통신포트관련 정보기기 기준의 전도시험과 단말장치 기술기준의 중전압 시험이 유사하나 기준값이 달라 시험을 통하여 상호연관성을 분석하고 그 구분을 명확히 하고자 연구를 진행하였다.

현실적인 전도기준 시행방안을 마련하기 위하여, 시험기관의 의견수렴 및 비교 시험을 실시하였다.

비교시험은 가장 일반적으로 사용되고 있는 LAN포트를 대상으로 하였고, 중전압 측정과 비교를 위하여 2-wire ISN을 사용하였으며, 두 PC간에 파일전송을 시켜 통신포트에 최대부하를 건 상태에서 통신포트 전도 잡음을 측정 하였다.

측정결과, 두 시험의 결과가 잡음의 형태는 유사하나 측정값에서는 차이가 있음을 확인하였다.

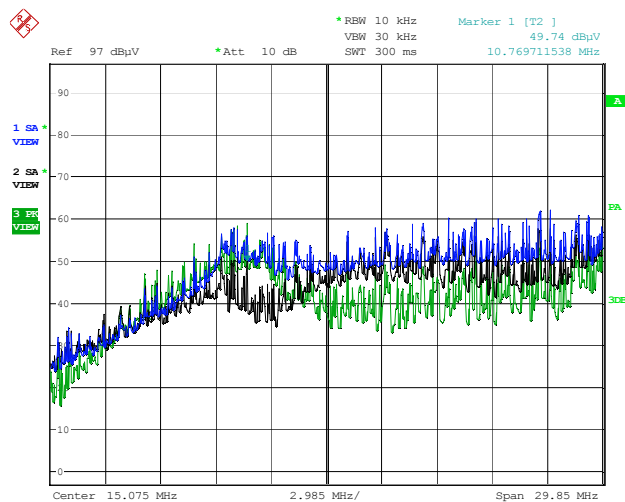


그림 8-3. 통신포트 전도잡음 측정결과

시험소의 의견수렴결과, KN 22의 전도시험과 단말장치 기술기준의 종전압 시험은 유사한 개념을 갖고 있으나, 전도시험은 150kHz ~ 30MHz 대역에서 대상기기의 잡음측정이 목적이고, 종전압 측정은 4kHz ~ 6MHz 대역에서 통신선로의 불평형으로 인한 누설잡음 측정이 목적으로 측정의도가 상이하므로 각 기준을 그대로 존치할 것을 요청하였다.

이를 토대로 통신포트에 대한 전도기준 시행시기에 관한 방안을 마련하여, I소위원회에서 검토하였으며, 이를 EMC 기준전문위원회에서 최종 검토하였다.

4. 기타 기술기준 및 시험방법

정보기기 기가헤르쯔대역 EMS 기준 및 시험방법 개정안 마련을 위하여 정보기기 내성관련 국제표준 CISPR 35의 개정동향을 살펴가며 그 변경 내용을 검토하였다.

내성시험의 기가헤르쯔대역 기준과 관련하여 현행기준과 비교분석하였고, 시험방법의 음압레벨 및 잡음 측정방법을 분석하였다.

음압레벨 및 잡음측정방법은 무선기기 EMC 시험방법과도 관련이 있어 이에 대한 시험검증을 실시하였다.

시험방법 중 음압레벨(audio breakthrough) 시험을 위한 calibration 방법관련 주요 사항은 다음과 같다.

- 다운링크는 0dBPa 기준소스를 인공귀로 측정한 값을 기준값으로 사용함
- 업링크는 인공입을 이용하여 -5dBPa 소스를 만들고 이를 피시험기의 마이크로 입력하고, 피시험기와 통신 상태에 있는 다른 시험기기의 스피커를 인공귀로 측정한 값을 기준 값으로 함

보다 현실적인 개정안 마련을 위하여 관련 전문가들과 추가 검토를 통하여 내용을 보완해 나갈 것이다.

우리나라 실정에 적합한 의료기기 EMC 기술기준 개정안 마련을 위

하여 IEC 및 유럽 등의 의료기기 관련 국제표준을 조사하였고, IEC 60601-1-02 Medical electrical equipment에 관한 표준을 분석하였다.

이를 토대로 국제표준의 개정사항을 수용하여 국내 의료기기 EMC 기술기준 개정안을 마련하였다.

개정안에 대한 의료기기 제조사, 관련 EMC 전문가들의 충분한 검토를 통하여, 내용을 보완해 나갈 것이다.

작년에 이어 자동차 EMC 기술기준 및 시험방법 개정안 마련을 위하여, IEC 및 유럽 등의 자동차 관련 규격을 분석하여 개정안 내용을 보강하기 위한 노력을 계속하였다.

올해는 CISPR12, CISPR 25, ISO 11451, ISO 11452, ISO 7637 등 자동차 전장품 기준, 기가헤르쯔대역 내성시험 기준 및 시험방법을 연구하고, D소위원회 위원들과 검토를 진행하였다.

우리나라 자동차 관련 제조사 및 관련 EMC 전문가들과 개정안에 대한 검토를 계속하여 내용을 보완해 나갈 것이다.

국내 EMC 기술기준 적용을 받지않고 있는 방송관련 전문기기들에 대한 EMC 기준의 필요성을 분석하기 위하여 관련 국제표준을 조사하였다.

방송기기 EMC 국제표준 EN 55103-1, EN 55103-2 의 표준내용을 검토하였다.

이를 토대로 방송기기 산업체 동향과 미국, 유럽 등의 국제 방송기기 EMC 동향을 조사하고, 관련 EMC전문가들과 방송기기 EMC 기준 및 시험방법 도입방안을 계속 검토해 나갈 것이다.

제 9 장 결 론

본 연구에서는 7가지 주제로 연구를 수행하였으며, 각각의 주제는 EMC 시험장 평가 표준화 연구, AC-DC 컨버터 응용제품에 대한 EMI 연구 및 가정용기기 RMS 평균검출모드 측정 분석, 자동차 EMC 국제 표준화 분석 및 대응 연구, 변조방식별 전자파에 의한 기기에 미치는 영향 연구, DMB에 대한 EMC 국제표준화 연구, DC-AC 인버터 응용 제품에 대한 EMI 연구, EMC 기술기준 및 시험방법 제·개정(안) 마련 지원 등이다.

먼저 EMC 시험장 평가 표준화 연구를 위하여 1 GHz 이하에서는 기준시험장평가방법(RSM)의 적용 가능성을 시험하였고, 1 ~ 18 GHz에서는 site VSWR의 적용 가능성을 연구하였다. 기준시험장평가방법으로 두 곳의 야외시험장에서 시험을 한 결과 시험장의 크기는 크게 상관이 없으며, 시험장 접지면의 편평도, 시험장 주변 환경 등으로 인한 영향이 크게 작용하는 것으로 분석되었다. 또한, 쉘터의 영향은 약간 있었으나, 시험결과에 큰 영향을 주지는 않았다. site VSWR 시험의 경우 측정을 통해 쉘터의 영향으로 반사파가 발생하였으며, 이로 인해 GHz대역에서의 EMI 측정에 큰 영향이 있음을 확인하였다. 국내 시험기관의 경우 야외시험장의 쉘터 및 주변 환경 등을 고려한 측정위치 선정과 흡수체 선정 및 배치, 시험 장 관리 등의 방법이 마련된다면 GHz대역의 EMI 측정에 는 큰 무리가 없을 것으로 판단되었다. 안테나 높이에 따른 EMI 변화를 분석하기 위하여 기존에 연구된 내용을 검토하여 보았다. 안테나 높이에 따라 EMI가 변화할 수 있으므로 추후 추가적인 연구가 필요할 것으로 본다.

국내 LED 조명시스템 산업의 보호와 수출장려를 위해 B/F 소위원회에서는 기본적으로 LED 조명시스템의 EMI문제와 관련 국내 규격과 국제 규격 동향을 조사하였다. 국내의 LED 조명시스템 기술이 외국에 비해 상대적으로 앞서 나가고 있기 때문에 수출 장벽으로 등장할 수도 있는 LED 조명제품들의 국내 및 국제 EMC규격 동향을 조사하였다.

그 결과 우리가 눈여겨 볼 정도의 국내외적인 규격변화가 눈에 띄이지 않았다. 그래서 우리가 좀 더 집중적으로 외국 보다 먼저 LED 조명시스템의 EMI문제를 연구하고 문제점들을 해결하면 관련 규격 제정을 국제적으로 선도할 수 있을 것으로 생각된다. 금년도의 연구가 관련 연구의 출발선으로 판단하고 앞으로 질주를 한다면 결승선에 먼저 도착할 가능성이 많을 것을 생각한다. 결과적으로 현재 진행형으로 개발 진화되고 있는 LED조명시스템 관련 EMI/C 연구를 수행하는 데 있어서 인과관계를 정밀하게 분석하는 과학인 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 제안한다.

RMS-AV측정기술의 CISPR 14-1로의 도입문제는 디지털 통신시스템에 대한 측정방법으로 제시된 것을 가전기기나 전동공구 등에 적용하자는 의견에 대해 검증하는 차원에서, 먼저 측정 결과를 제시한 선진국, 독일, 영국, 일본과 함께 우리의 의견을 제출할 수 있었던 것을 매우 고무적인 일이었다. 그렇지만 관련 측정 기술은 시험장비의 내용을 파악하고 있어야 정확한 의견을 제출할 수 있다. 독일 측에서 제작한 장비를 국제적으로 표준화하고자하는 제안을 받아들일 수 있는 지는 과학적으로 분석이 이루어져야 하므로, 독일의 시험장비제조회사에서 어떤 식으로 시험 장비를 제작하는 지(시험장비의 회로 와 시스템기술)가 파악되어야 정확한 관련 의견을 제시할 수 있으므로 우리도 최소한 시험 장비를 제조하는 기술만은 가지고 있어야 적극적으로 국제 회의에서 정확한 의견을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

기후변화에 대응하기 위한 세계 환경 규제 강화, 유가 급변, 경기 침체, 기존 시장의 포화 등으로 고효율 저연비 차량의 소비자 선호 상승과 신수요 창출을 위한 차세대 제품 개발의 필요성이 요구되어, 내연기관 차량에서 친환경 고효율의 그린카로 생각의 변화가 일어나고 있다. 이에 따라 ‘국제표준화에 대응하기 위한 자동차 시험장 평가 연구’와 ‘일반 자동차 및 전기자동차의 EMI 특성 비교 분석’을 실시하였다. 국제표준화에 대응하기 위한 자동차 시험장 평가 연구를 위하여, CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석하였으며, 자동차 EMC 국

제표준화를 조사 분석하였다. 또한 IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준 및 시험방법 분석하였으며, 이를 통하여 외국 EMC 기준의 국내 적용 가능성을 검토하였다. ‘일반 자동차 및 전기자동차의 EMI 비교 분석’을 위하여 일반 자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교분석을, 전기 자동차 구동 조건에 따른 EMI 측정 및 비교분석을, 일반 자동차와 전기 자동차 EMI의 주파수 특성 분석을 진행하였다. 그 결과로 아래와 같은 결론을 도출 하였다.

‘CISPR 표준 시험장 평가 기준 및 방법론 조사 분석’을 실행한 결과 OTS, ALSE, OATS, NSA 시험장에 의한 자동차 시험 방법을 파악 하였으며, 그 차이점을 확인하였다. 또한, CISPR12에서 권고하는 ALSE 시험장은 국내 시험장에서 채택하고 있는 곳이 없어, 국내 자동차 EMC 특성 평가를 위한 시험장으로의 적용하기 어려움을 확인하였다.

‘자동차 EMC 국제표준화와 자동차 및 내부 연소엔진 표준화 동향 조사 분석 연구’로 자동차 기술표준화를 위하여서는 국제 IEC, ISO 기구에서 전기자동차의 커넥터, 충전 케이블 위치, 물리적 보호 방법, 통신 프로토콜, 온/오프 보드 충전, 부가 서비스 등에 관한 충전 시스템의 표준화를 구축하였으나, 아직도 배터리의 표준화, 커넥터의 호환성을 위한 인렛 구조 및 치수의 표준, 충전시스템의 통신 프로토콜의 표준, BMS의 기술 공개 방안, 아파트 공동주택의 경우 방문자의 충전방안 등의 해결하여야 할 다양한 문제점과 Issue 사항이 남아있음을 확인하였다. 또한 국내에서도 전기 자동차를 포함하여 On Line 전기 자동차와 같은 주행 중에도 충전하는 새로운 충전 System의 개발로 이를 위한 표준화의 보완 및 국제화가 요구됨을 확인하였다. 그리고 IEC/TC 69에서 논의되고 있는 표준 중에서, EMC 발생에 심각한 영향을 미치는 충전 시스템에 관한 표준인 REV. IEC 61851-1 (Electrical vehicle conductive charging system - Patr1: General requirement), IEC 61851_23 (Electrical vehicle conductive charging system - Patr2-3: D.C Electric vehicle charging station), IEC 61980_1 (Electrical vehicle inductive charging system - Patr1: General requirement)의 자료를 정

리하였다.

‘IEC 및 유럽 자동차 EMC 기준의 시험방법 분석’으로 자동차 EMC 규격의 기준의 주요 내용을 정리 하였다. 2010년도 CISPR/D Working Group에서 논의된 CISPR/D/WG1/N384, CISPR/D/WG1/N386, CISPR/D/WG1/N387, CISPR/D/WG2/N234, CISPR/D/WG2/N243에 관하여 정리하였다.

‘일반자동차 및 전기자동차 EMI 비교 분석’으로 온라인 전기자동차와 비접촉식 전력전달 원리를 소개하였고, 급전장치와 집전장치에서 발생하는 누설 자기장을 최소화 하는 방법을 제안 및 적용하여 전파법의 자기장 규격을 만족시키는데 성공하였다.

엔진 구동 자동차의 Key on, 주행모드 등으로, 모터 구동 자동차를 Key off, Key on, Charge off, Charge on, 주행모드 등으로 변화하면서 측정한 결과, 엔진 구동 자동차의 경우에는 Key on 모드 측정을 통하여 협대역 Noise 평가를, 주행 모드 측정을 통하여 광대역 Noise 평가를 실시 할 수 있음을 확인하였다. 모터 구동 자동차의 경우는 Key on 모드 측정을 통하여 협대역 Noise의 평가를, 주행 모드 측정을 통하여 광대역 Noise 평가를 실시 할 수 있음을 확인하였으며, Charge on 모드 측정의 필요성도 확인하였다.

안테나의 측정 위치를 자동차 앞면부, 측면부의 엔진 위치, 측면부의 중앙 위치, 측면부의 후위 등으로 변화시켜 측정하여, 엔진 구동 자동차의 경우 엔진 부위를 안테나 중심점으로 선정하는 방법은 침두치 모드 측정 방법에는 무리가 없어나, 평균값 모드 측정에서는 안테나의 측정 위치에 큰 영향을 받는 것을 확인하였다. 또한 모터 구동 자동차의 경우는 침두치 또는 평균값 모드 측정 모두가 측정 안테나의 위치에 큰 영향을 받는 것을 확인하였다. 따라서 엔진 구동 자동차를 포함하여 모터 구동 자동차의 방사 측정의 경우, 측정 안테나의 적절한 위치 선정에 관한 규격의 재검토가 필요함을 확인하였다.

엔진 구동 자동차 및 모터 구동 자동차의 속도 변화에 따른 측정으로, 엔진 구동 자동차의 경우 평균값 모드 측정은 자동차의 속도 변화

에 영향을 받지 않으나, 모터 구동 자동차의 경우 영향을 받음을 확인하였다. 그렇지만 엔진 및 모터 구동 자동차의 경우 속도의 증가는 침투치 모드 측정에 영향을 미침을 확인하였다.

현재 서비스 중인 이동통신기술인 cdmaone과 WCDMA기술과 더불어 LTE기술은 내년부터 상용화 될 것으로 기술의 진화는 점점 가속화 할 것이고 이뿐만 아니라 WLAN, Bluetooth, RFID, Zigbee 등의 기술에 의한 주파수 간섭 및 장애 발생은 더 많아질 것이다. 하지만 국내의 무선 전자기파 방사내성시험은 IEC 61000-4-3에 의해 정현파 AM신호로만 수행되고 있으며 다른 광대역 디지털변조를 이용하는 cdmaone(IS-95)나 WCDMA 접속 방식에 의한 신호 및 PM변조신호는 고려되지 않고 있다.

유럽과 국내에서 공통으로 사용되고 있는 전자기파 방사내성 시험의 기술표준을 검토하여 보고 국내전파환경에 맞는 방사내성 인가신호를 이용하여 시험해 보았다. 우선 전계강도(신호세기) 차이에 의한 전자기기의 방해효과를 시험해보았으며 디지털 변조신호별 전자기파 방해효과를 시험해보았다. 방사전자기파의 영향은 주로 AM신호의 시험 가혹도 레벨에 종속적이었으나, 디지털 변조신호에서도 영향을 받는 것을 실험을 통해 확인하였으며 국내통신기술의 환경에 맞는 방사전자기파의 새로운 개발과 심층적인 연구가 필요함을 보였다. 앞서 디지털 변조신호의 영향에서 알 수 있듯이 주변방해신호의 레벨뿐만이 아니라 그 스펙트럼 성분이 오동작을 일으키는 주요원인이 될 수 있다는 것을 확인한 만큼 세밀하게 주변신호의 특성을 연구할 필요가 있다. 다양한 통신방식의 정확한 이해를 바탕으로 정교하게 근사화 된 시험셋업이 필요하며 변조방식, 최종출력의 신호형태, 채널대역폭 등의 다차원적인 접근과 복합적 연구를 통해 WCDMA, HSPA, LTE, WLAN, Bluetooth, RFID 등과 같은 디지털 이동통신기기의 방해에서 좋은 해결책을 제시할 수 있을 것으로 보인다.

DMB 제품에 국제 표준안 관련하여 국제적 기술 기준 및 동향을 분석한 결과 현재까지 DMB에 대한 국내 및 국제적인 규격은 정립되지 않은 상태이다. 다만, TV 수신기 규격을 적용하거나 DMB 제품이 정보기기 기능을 가진 경우 정보기기 규격을 적용하여 시험하는 정도였다.

그래서 DMB에 대한 EMC 시험을 방송수신기기류의 시험 방법과 정보 처리기기류의 시험 방법을 이용하여 그 차이를 비교 분석하고 기준안을 제시하고자 시험 분석을 실시한 결과 EMI 분야에서는 시험 주파수(채널(별 및 시험 Pattern에 따른 차이는 발생하지 않았지만, 전도성 방출(Conducted Emission)과 방송수신기기류의 시험 방법인 With Ground 시험 방법 적용 시 1개 제품에서 약간의 차이가 발생하였고, 손으로 잡고 사용하는 DMB 제품의 특성에 따라 적용한 의사손의 경우에도 제품 표면에 메탈을 사용하는 제품에서만 차이를 보였다,

EMS 시험분야는 ESD, EFT/Burst, Surge, Voltage Dips&Int. 등에 대한 시험 결과 시험 방법에 따른 큰 차이가 없었고, 전도 내성(RFI Voltage immunity) 시험 결과 Picture 시험에서는 영향이 없었으나, 음성(Sound) 평가 결과에서는 제품의 Ground가 적은 휴대형 기기의 특성으로 인해 이상이 발생 하였다,방사 내성 시험 결과 AV 시험 방법인 Strip line에서 시험 결과 아무런 영향을 받지 않았지만 Chamber에서 실시하는 ITE 시험 방법을 적용하여 시험 한 결과 DMB 휴대폰 기기에서만 이상 현상이 발생 하였다. 시험결과를 정리해 보면 ITE 시험방법이 AV 시험 방법 보다 가혹하며 ITE 시험방법을 적용하는 것이 효과적이다. AV 시험 중 S1(Input Immunity)에 의한 영향이 있지만 현재 기준에도 적용 불가능한 시험이므로 고려하지 않아도 될 것으로 판단되며, ITE 시험 방법으로 적용 시 음성에 대한 평가 기준이 없으므로 명확한 평가 기준(SINAD, SPL, S/N)을 제시해야 할 것이다.

또한 DMB 제품에 대한 국제 기준안 관련하여 연구 과제 결과를 가지고 2010년 10월 시애틀에서 개최된 CISPR 국제회의에 참석하여 CISPR I분과 WG4에서 DMB 표준 제안을 하였으며, DMB 표준 신호에 대한 내용이 국제 기준(CISPR 32)에 포함될 예정이며, 방송수신기의 In-band 내성 시험에 대한 Task Force에 참여하게 되었다, 이로서 DMB 제품의 시험 기준을 국제 표준에 적용하게 되어 시험의 일관성 및 관련 산업계에 동일한 시험 기준을 제시하게 되었다.

신재생 에너지의 이용 보급에 따른 인버터의 사용 증가로 전력망에의

안전성 확보가 중요한 문제로 대두되고 있다. 따라서 이러한 인버터의 EMI 인증을 위한 시험방법 및 절차를 다시 한 번 고려해야 할 것이다.

인버터 샘플들에 대한 전도성잡음의 EMI 시험을 수행한 결과들을 분석하여 기존 상용 제품들이 그 안전성이 합격임을 확인하였고, 계통연계형 인버터 샘플의 고조파 특성 실험을 통해 측정방법 및 문제점들을 도출하였다. 기존 제품에서의 고조파 성능 저하문제는 측정되지 않았으나, 회로 종류에 따라, 부하의 상태에 따라 또는 그리드 망의 상태에 따라 또 다른 문제가 야기될 수 있는 소지가 있을 것으로 예측되므로 보다 체계적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

EMC 기준전문위원회의 구성·운영을 통하여 전자과 관련 국제 표준화 기구의 활동에 대한 대응활동을 활발히 진행하고, 우리나라의 EMC 기술기준 및 시험방법 개정안을 투명하고 효율적으로 마련하고 검토하기 위한 위원회 활동을 진행하였다. 2010년도 EMC기준전문위원회는 총 25회의 회의 및 워크숍 진행과 20회의 연구 측정을 실시하여, 전기철도, 무선기기 EMC 기준 및 시험방법 개정안, 정보기기 통신포트 전도기준 시행방안을 마련·검토하였다. 또한, 정보기기 내성시험, 자동차, 의료기기 등의 기술기준 개정을 위하여 관련 국제표준을 분석하였으며, 지속적인 연구활동을 통하여 국내 기술기준 개정을 위하여 노력해 나갈 것이다.

부록. CISPR 2010 분과별 기고서

전자파적합성(EMC) 국제표준화 대응 연구



140-848 서울시 용산구 원효로 군자감길 46

발 행 일 : 2010. 11

발 행 인 : 임 차 식

발 행 처 : 방송통신위원회 전파연구소

전 화 : 02) 710-6664

인 쇄 : 금영인쇄

Tel. 02) 2275-8561

ISBN : 978-89-93720-51-8 92560 < 비 매 품 >

주 의

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

