

I. 서 언

Electronics 기술의 발달과 더불어 각종 분야에서의 전자화에 대한 욕구가 급격히 증가하는 추세에 있으며, 기계적 Mechanism의 총아라 할 수 있는 자동차에 있어서도 사용자들의 다양한 요구를 수용하고자 성능, 안정성 및 편의성 향상을 위한 전자화 시스템의 적용이 급증하게 되었다.

이러한 Car Electronics의 증가는 Mechanical system에서와는 다른 새로운 각도에서의 환경 적응 기술을 요구하게 되었고, 그 중요한 과제 중의 하나가 전자파 환경 하에서의 적합성 문제이다. 차량에서 발생하는 전자파 노이즈가 외부 전파 환경에 악영향을 끼치지 않도록 일정 수준 이하로 노이즈 발생을 억제하고 외부의 강 전자파 환경 하에서 정상적인 작동이 가능토록 전자파 내성(Immunity)을 확보하는 것이 필수적으로 요구되고 있다.

선진 제국에서는 이미 오래 전부터 자동차를 포함한 각종 전자 기기의 열악한 전파 환경 하에서의 신뢰성 확보를 위하여, 자국산 및 수입품에 대하여 국가 차원의 엄격한 시험 절차를 통한 규제를 적용 시행하여 왔으며, 급격히 증가하는 전자화에 대처하기 위해 규제 수준을 강화하는 추세에 있으며, 국내에서도 이러한 움직임에 대응코자 '96년 관련 법규의 제·개정을 통해 '97년 7월 1일부터 자동차에도 전자파 적합성(Electro-Magnetic Compatibility)에 대한 선진국 수준의 인증을 요구하고 있다.

본고에서는 ① 지역별, 국가별 및 개별 기업에서 적용하는 시험규격 및 법규제 동향, ② 시험시설 및 설비의 구성과 제원, ③ 시험항목별 개요 및 평가방법 기준 등에 대하여 간략히 기술하였다.

II. 자동차 EMC 시험 규격 및 법규제 동향

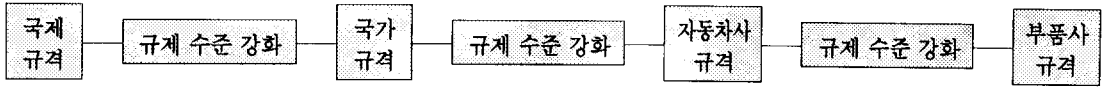
앞에서 언급한 바와 같이 인간 문명의 발달과 더불어 날로 악화되고 있는 각종 환경 문제 중의 하나로 향후 가장 심각한 장애 요소로 예측되는 전자파 공해 문제는 자동차에 있어서는 그 사용여건이 일반 전자기기와 달리 한정된 지역에 고정되어 사용되지 않고, 광범위한 지역을 주행하는 가운데서 발생할 수 있다는 점에서 불특정 다수의 장애 환경에 놓여지는 매우 불리한 조건이다.

따라서 자동차 전자파 적합성(EMC)에 대한 국제적인 기준 및 개별 국가가 요구하는 법규제 수준 또한 일반 전자 기기에서는 상상하기 어려운 정도의 극한 수준의 규제를 시행하고 있다.

2-1 각종 시험 규격 및 법규제 기준 설정 원리

모든 규격이나 법규의 제정에는 그 이해 당사자 간에 합의 도출을 위한 합리적인 기준의 설정이 필요하다. 국가간의 이해가 관련된 국제적인 규격이나 법규의 제정시에는 통상적으로 해당 국가들의 전문가 집단이 모인 관련 분야의 협의회 등을 통한 장기간의 검토를 거쳐, 규격이나 법규의 시행에 무리가 되지 않는 범위를 각국이 놓여진 여건 등을 고려하여 정하게 되는데 일정 기간의 권고 기간을 거쳐 시험 운영하는 과정에서 예상치 못했던 문제점들에 대한 검증을 실시한 후 상호간의 합의가 이루어지는 국가 집단들에 의하여 정식으로 채택되게 된다.

다수의 국가가 소속된 집단에 의해 일정 수준의 국제 규범이 되는 법규가 채택되게 되면 각국은 그



[그림 1] 규격 적용 범위에 따른 규제 수준

규제 수준의 만족을 위하여 개별 국가별로 별도의 법규를 제정하거나 또는 기존 법규의 개정을 시행하게 되는데 그 규제 수준은 국제 법규 수준보다 동등 이상으로 정하게 된다. 이러한 원리와 같이 개별 기업체는 자국 법규를 만족하기 위하여 자사 개발품의 품질 규격을 그 국가 법규 수준보다 동등 수준 이상으로 정하게 되며 [그림 1]은 이와 같은 규격 및 법규의 규제 수준의 고저에 대하여 단계적으로 표현하였다.

때로는 이같은 원론적인 체계와는 달리 특정 집단의 세가 월등히 우월할 경우 그 원칙에서 벗어나 전체 집단의 기술 수준이나 투자 능력을 고려하지 않고 환경 보호라는 명목 하에 지나치게 규제 수준을 높게 정하여 일부 집단의 이익을 대변하거나 일정 집단에 불리하게 적용되는 경우도 있다. 그러한 예로 근년에는 선진 국가를 중심으로 개발 도상국의 수출 공세를 제어하는 수단으로서 국제 법규의 수준을 강화하는 추세에 있어 수출을 국가 정책으로 채택하고 있는 우리 나라와 같은 개발 국가의 경우 심각한 새로운 무역 장벽이 되고 있다

2-2 각종 시험 규격 및 법규제 동향

자동차 및 자동차 관련 부품에 적용하고 있는 각종 국제적인 시험 규격 및 국가 집단과 개별 국가에서 시행하고 있는 법규제 동향을 살펴보면 그 규제 항목, 방법, 수준 등이 점진적으로 강화되어 온 추세를 알 수 있으며 향후 어떤 방향으로 변화될지에 대한 전망이 가능하리라고 본다

자동차를 비롯한 각종 전자 기기 등의 전자파에 대한 규격의 국제적인 논의는 IEEE, ISO(International Standard Organization) 및 IEC(International Electrotechnical Commission) 산하의 CISPR(International Special Committee on Radio Interference)을 중심으로 이루어지고 있으며, 1980년 후반 및 1990년대에 들어서 자동차 관련 규격의 연구 및 협의가 본격화되고 보다 구체화되는 경향을 보이고 있다. 이에 따라 최근 수년간 기존의 각종 규격들을 새롭게 개정·보완하여 보다 구체적인 항목과 시험 기준을 마련한 신 규격들이 잇달아 발표되고 있으며 현재도 지속적인 보완 논의가 진행 중에 있다. 대표적인 예로 ISO 11451/11452 규격 및 CISPR PUB 12/25 개정본은 자동차 관련 EMC 시험 항목의 대부분을 열거하여 기준을 설정한 종합적인 규격이라는 점에서 그 역할을 인정받고 있다

가장 광범위한 국가 집단을 형성하고 있는 유럽 지역에서는 1960년대부터 자동차로부터 발생하는 유해 전자파(EMI) 문제에 대하여 관심을 갖고 ECE 10 및 72/245/EEC 규정에 의하여 방사 잡음이 일정 수준을 넘지 않도록 기준을 정하여 규제를 시행하여 왔고, 1989년에 이르러 EEC 89/336을 통하여 모든 전자 기기가 유해 전자파가 혼입시에도 중요 기능의 정상적인 작동에 문제가 발생되지 않도록 하는 내용의 전자파 내성(EMS) 확보에 대한 기준을 포괄적으로 설정하였다. 자동차와 관련하여서 이에 대한 본격적인 시행은 1995년에 공표된 새로운 법규 95/54/EEC에 의거하여 일정 요건을 갖춘 모든 형식의 차량에 대하여 1996년 1월 1일부터 단계적으로 전자파 적합성(EMC)에 대한 신뢰성 확보를 의무화하였다.

북미 지역의 경우에도 1960년 초반부터 개별 차

동차사가 자체적인 기준을 갖고 시행 중이던 전자파 관련 시험을 SAE(Society of Automotive Engineers)에서 논의를 시작하여 공통적인 기준 설정에 합의하였고 지속적인 내용의 보완 및 강화를 통하여 근년(1996년~)에 들어서 종합적인 시험 규격으로 재정비를 하게 되었다. 그 내용상으로 보면 ISO, CISPR 등에서 권고된 규격 내용과 유사한 수준으로 구성되었다고 볼 수 있으나 측정 방법면에서는 다소 상이한 내용을 채택한 점들도 있다. 유럽 국가 집단이 채택한 규격과 비교하면 측정 방법은 보다 합리적인 기술의 적용이 이루어져서 시험 결과의 반복성 및 신뢰도 향상을 기대할 수 있을 것으로 판단되나, 결과치에 대한 분석 범위가 광범위하게 적용됨으로서 결과적으로는 일정 부분의 규제 수준이 국제 규격 및 유럽 집단에서 채택된 규격 보다 다소 강화된 느낌을 갖게 된다.

아시아 권역에서는 일본이 안전기준 및 자동차사가 집단적으로 설정한 VCCI(자주 규제) 기준에 의거하여 일찍이 자동차에 대한 전자파 장해(EMI) 규제를 실시하여 왔으며, 국내에서는 포괄적인 규정으로 되어 있어 시행되지 않던 자동차 관련 전자파 규제를 1996년 10월 9일 공포된 정보통신부 고시 제1996-78호/79호에 의거하여 1997년 7월 1일 이후 형식 승인 차량부터 단계적인 규제를 시행하고 있다. 국내 시험 규격 및 제한 기준의 수준을 비교해 보면 유럽 지역에서 채택하고 있는 기준과 거의 유사한 수준으로 볼 수 있다

지금까지 기술한 규격 및 법규제 내용을 살펴보면 대체로 그 규제 수준이나 시험 방법 면에서 지역별 또는 국가별로 크게 상이한 점은 없으나, 규제 형식면에서 보면 아래 <표 1>과 같이 뚜렷한 구별점이 나타난다.

유럽 지역이 채택하고 있는 강제 인증의 경우는 자동차 제작사가 판매를 희망하는 지역 또는 국가 기관의 형식 승인을 득하기 위해서는 개발 단계에서의 전자파 적합성에 대한 인증을 강제적으로 요구하고 있다.

반면에 미국이 채택하고 있는 자기 인증의 경우에는 자동차 제작사가 차량 판매를 위하여 사전에 강제적인 인증을 받을 필요는 없지만 개발 단계에서 적합한 시험 규격 및 기준에 의거한 전자파 적합성에 대한 신뢰도를 확인하고 그 결과 데이터를 기록 보관하여 양산 판매후 발생될 수 있는 강제 RECALL 또는 PL(Production Liability) 소송 등에 대비하여야 한다.

일본이 채택하고 있는 자주 규제도 이와 유사한 형태로 자동차 제작사들의 협의회 등에서 일정 규격과 규제 수준을 협의 설정하여 자발적으로 관리하는 형태이다.

국내의 경우에는 국가에서 정한 규격과 규제 수준에 적합 여부를 자발적으로 시험 평가하여 그 결과를 일정 서식에 의거하여 관계 기관에 제출하여 형식 승인을 득하는 방식으로 자기 인증에 가까운 형태를 취하고 있다

III. 자동차 EMC 시험

3-1 자동차 EMC 시험장

자동차용 시험장으로 현재 널리 사용되고 있는 시험장으로는 전자파 장해(EMI) 시험용의 야외 시험장 및 전자파 적합성(EMC) 관련의 전방적인 시험을 수행할 수 있는 반 전파암실을 들 수 있다. 이러한 시험장은 선진 자동차 제작사 및 관련 부품 업

<표 1> 지역별 규제 방식 비교

구 분	유 럽	북 미	일 본	국 내
규제방식	강제인증	자기인증	자주규제	변형 자기 인증

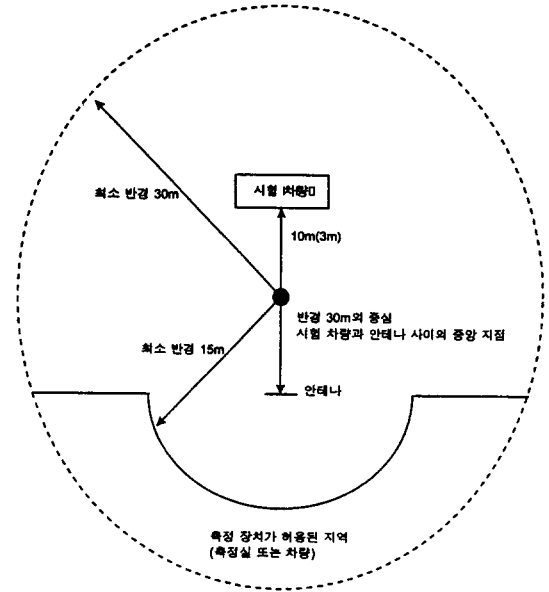
체에서는 이미 길게는 20~30년 전에 개발하여 사용 중에 있으며 국내에서는 최초로 1988년에 H사에 의하여 최초로 도입되었고 근년 들어서 각 자동차사에서 최신 기술을 적용한 전파암실 및 야외 시험장을 확보 중에 있다.

1) 자동차용 야외 시험장(OPEN FIELD TEST SITE)

전자파 시험을 위한 야외 시험장은 기본적으로 주변에 시험에 영향을 줄 수 있는 전파를 반사하는 구조물(건물, 가공전선, 나무 등)이 없는 평탄한 대지면으로 외부로부터의 전파 노이즈 혼입이 규격치 이하로 작은 장소이어야 한다. 아래 [그림 3]은 각종 규격에서 제시하는 일반적인 자동차용 시험장 요건을 나타낸다

이러한 구조적인 요건 외에도 시험장의 적정성 파악에는 전자파 반사 특성 및 감쇠 특성이 이론적인 계산 값과 실제 시험 주파수 대역에서 ± 4 dB 이하의 오차 범위 이내에 있는지를 확인하는 Site-attenuation 평가 및 주변 잡음 수준이 시험 규제치 대비 10 dB 이하 수준으로 유지할 수 있는지에 대한 평가가 필수적으로 요구된다.

자동차용 야외 시험장의 설치 장소로는 많은 자동차사가, 넓고 평탄한 장소 확보가 유리하고 도심과 격리된 지역에 위치하고 있으면서 주변의 환경 조건을 통제할 수 있는 대형 주행 시험장 내의 안정



[그림 3] 자동차용 야외 시험장 요건

된 지역을 택하고 있다. 국내의 K사도 장기간의 환경 노이즈 평가/분석을 통하여 자사의 주행 시험장 내에 시험장을 건설하였고 H사도 현재 완공 후 시험 단계에 있다. 야외 시험장은 일정 요건의 장소만 확보하게 되면 설계 방법에 따라 시험장 구성에 많은 비용을 투자하지 않고 운용이 가능하여 전파암실에 비하여 쉽게 접근이 가능하나, 적절한 장소의 확보 검증에 많은 시간이 걸리고 사용할 때에도 전자파 특성상 강우중 및 강우후 일정시간 이내에는 시험이 불가능 등의 환경에 의한 제약 사항이 있다.



[그림 2] 자동차 EMC 시험장

2) 자동차용 반 전파 암실(Semi-Anechoic chamber)

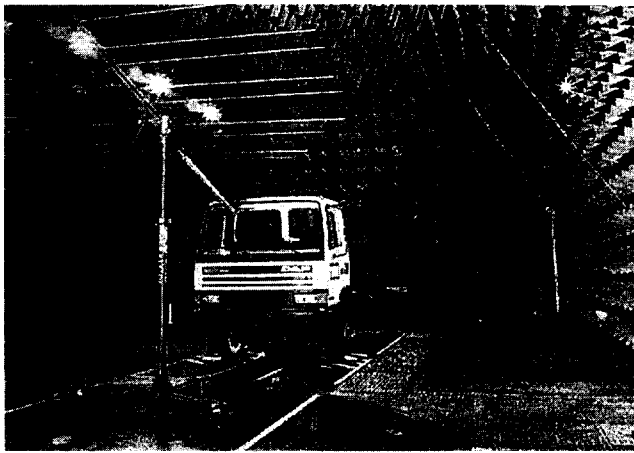
전파암실은 외부의 전파가 내부로 혼입되는 것과 내부의 전파가 외부로 유출되는 것을 막을 수 있는 전자파 차폐 구조물과 내부에의 전자파가 재반사되지 않도록 하는 전파 흡수체를 실내의 벽면과 천정면에 붙인 구조물로 이루어져 전자파 시험시 자유공간에서 시험하는 것과 동가의 효과를 얻을 수 있

다.

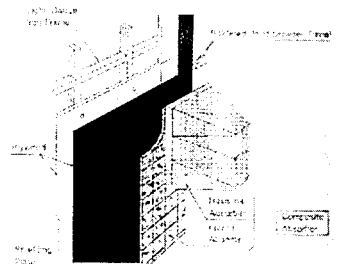
전파암실은 개발 초기 단계에서는 저주파 대역에서의 무반사 특성의 확보 및 전파 흡수체의 환경 신뢰도에 다소 문제가 있었으나 현재는 다양한 성능의 전파 흡수체가 개발되어 야외 시험장과 비교하여 손색이 없는 성능을 얻을 수 있으며 전자파 차폐 구조물도 용도에 알맞는 다양한 설계 방법이 개발되어 충분한 차폐성능 확보가 가능하다. 전파암실

은 야외 시험장과 달리 장소 선정이나 주변 환경 등에 대한 제약 사항이 없는 장점이 있으나 고가의 소재 및 시공의 어려움으로 인하여 많은 예산을 필요로 하며 특히, 자동차용 전파 암실의 경우에는 시험 차량용 구동장치를 갖추기 위하여 더욱 복잡한 설계 기술과 추가적인 비용이 소요되는 단점이 있다.

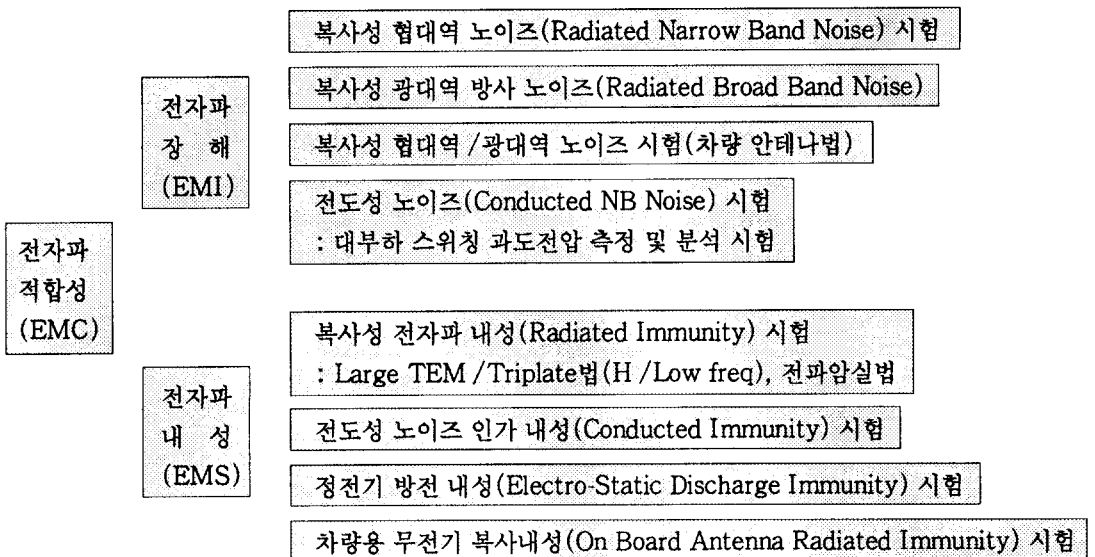
자동차용 전파암실은 전자파 장해(EMI) 시험뿐만 아니라 전자파 내성(EMS) 시험에 적합하도록



Wall Structure



[그림 4] 전파암실 전경과 구조



〈표 2〉 자동차 EMC 시험 항목

시험 코드	시험 항목	시험 방법	참 고
KEV-RE-N	복사성 협대역 노이즈 측정	외부 안테나	150 kHz-1000 MHz
KEV-RE-B	복사성 광대역 노이즈 측정	외부 안테나	150 kHz-1000 MHz
KEV-RE-O	복사성 광대역 / 협대역 노이즈 측정	차량 안테나	150 kHz-1000 MHz
KEV-CE-T	전도성 노이즈 측정 / 분석 시험	과도 현상 해석	source, victim端 150 Vp
KEV-RS-A	복사성 강전자파 내성 시험	외부 안테나	10 kHz-18 GHz
KEV-RS-O	차량용 무전기 복사 내성 시험	자기 / 근접 차량	1.8 MHz-1300 MHz
KEV-RS-E	정전기 방전 내성 시험	Air / 접촉 방전	± 4, ± 10, ± 15, ± 25 kV
KEV-CS-S	전도성 노이즈 인가 내성 시험	전원, 신호단 인가	펄스 #1~#5
KEV-CS-L	로드 덤프 시험	각 전원단 인가	無부하시, 全부하시

그 성능 요건이 야외 시험장에서와 같이 Site-attenuation 성능을 만족해야 하며 전자파 누출 및 혼입에 대한 차폐 성능과 전자파의 균일한 분포 상태를 유지하는 성능의 확보도 필수적으로 요구된다.

[그림 4]는 자동차용 전파암실의 전경과 전파암실 구조물 단면의 일 예이다.

3-2 자동차 EMC 시험 개요

자동차에 대한 전자파 적합성 시험은 기본적으로 타 전자기기에서 실시하는 시험 항목과 유사하나, 그 시험 방법 및 규제 수준은 앞에서 언급한 바와 같이 다양한 환경 및 지역 조건에서 사용되는 특수성으로 인하여 많은 차이가 있다.

〈표 2〉는 자동차 EMC 시험 항목의 종류와 참고가 될 수 있는 시험 규격에 대하여 나타낸 도표이며 시험 항목의 적용 여부는 지역별 또는 자동차사별로 서로 상이하다.

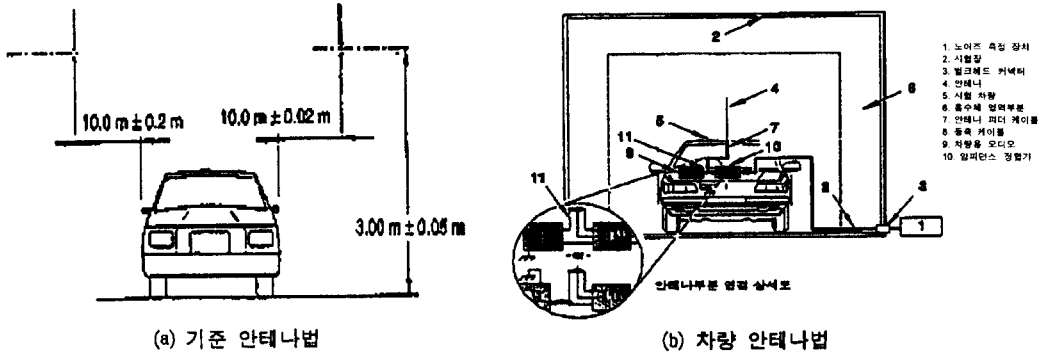
1) 복사성 협대역 노이즈 시험(Narrow Band Noise Test)

자동차 Mechatronics 기술의 발달은 자동차의 주요 기능을 관장하는 시스템 분야의 전자화를 급

속히 촉진시켜 오늘날 자동차에서 전자·전기 기기가 차지하는 중요도가 크게 신장되게 되었다. 전체 차량 가격의 수 % 수준에 머물던 전기·전자 기기의 위치가 근년에는 20~25 % 수준으로 크게 신장되었으며 2000년초에는 30 % 수준까지 이를 전망이며 이러한 급속한 성장 요인의 하나가 고부가가치 전자제어 시스템의 채용이다. 전자파적인 측면에서 보면 저전압 제어 체계인 전자제어 시스템의 특성상 외부 노이즈에 취약하고 제어부에서 발생하는 협대역의 발진 노이즈와 디지털 노이즈가 문제화되고 있다.

각종 규격 및 법규에서는 이러한 전자제어 시스템 및 주기적인 작동에 의하여 발생하는 협대역의 노이즈에 대하여 외부의 기준 안테나를 사용하거나 차량에 장착된 송수신 안테나를 통한 노이즈의 발생 및 혼입 정도를 측정하여 일정 수준 이하로 규제하고 있다. 규제를 하는 근본적인 취지는 차량 내의 각종 수신 장치류들의 정상 기능 발휘를 위한 보호 차원이나, 차량 전자·전기 장치류에 대한 오작동 등의 장애 요인의 관점 또한 간과할 수 없는 부분이다.

아래 [그림 5] 및 [표 3]은 자동차 협대역 노이즈에 대한 일반적인 시험 방법 및 사양을 나타낸 것으로 규제를 시행하는 주체에 따라서는 주파수 범위



[그림 5] 협대역 노이즈 측정 방법

<표 3> 자동차 협대역 노이즈에 대한 일반적인 사항

엔진형식	엔진속도		비고
	준첨두치	첨두치	
1 기 통	2500rpm ± 10%	2500rpm ± 10%	
다 기 통	1500rpm ± 10%	1500rpm ± 10%	

측정거리 등의 다소 상이한 부분이 있을 수 있으나 근본적인 내용에 있어서는 차이가 없을 것으로 생각된다.

- (1) 측정 장비는 CISPR의 시험 장비 조건에 준하는 “평균치 및 준첨두치” 검파기를 사용한다.
- (2) 시험 장소 : 전파 암실, OPEN TEST SITE, 차량용 LARGE TEM CELL 등 국제규격 적합 시험장
- (3) 개별 방해원 또는 방해 시스템의 장해 특성을 결정하기 위해, 노이즈의 원인이 되는 모든 부품/시스템은 정상 작동 범위에서 독립적으로 작동시킨다.
- (4) 히터 블로우모터와 같은 장시간 노이즈 소스는 단시간 노이즈 소스보다 더 엄격한 규제 수준을 적용한다.
- (5) 시험 셋업은 [그림 5]를 참조한다.
- (6) 만약, 차량에 몇 개의 수신기가 장착되어 있

으면 각 수신기 위치에 대해 시험한다.

2) 복사성 광대역 노이즈 시험(Radiated Broad band noise test)

자동차에서 발생하는 복사성 광대역 노이즈는 주로 작동시에 고전압을 방전시키는 점화계에서 발생되며 최초로 관심을 갖고 규제를 실시한 과정도 점화계에서 발생된 노이즈에 의한 라디오 수신시의 잡음 발생 억제를 위해서였다. 실제로 차량에서 광대역의 불규칙한 노이즈를 발생하는 장치류는 점화계뿐만 아니라 모터류 및 인젝터 등의 유도성 부하류에서도 발생하는 경향이 있으며 전자제어 장치류에서 발생하는 펄스성 잡음 또한 하나의 요인이 되고 있다.

복사성 광대역 노이즈의 측정은 대체로 협대역 노이즈 측정기와 장비, 시험장, 측정방법 등이 유사하나 측정기의 검파 방법이 첨두치 및 준 첨두치를 사용하는 것과 시험 판정기준 등이 상이한 부분이다. 아래 내용은 복사성 광대역 노이즈 측정 방법중 외부 기준 안테나를 이용한 측정 방법에 대하여 기술하였다.

- (1) 측정은 “준첨두치” 검파기를 사용한다. 다만 점화 펄스율에 따라 정하여진 계수로 보정된 경우에는 “첨두치” 검파기를 사용할 수 있다.

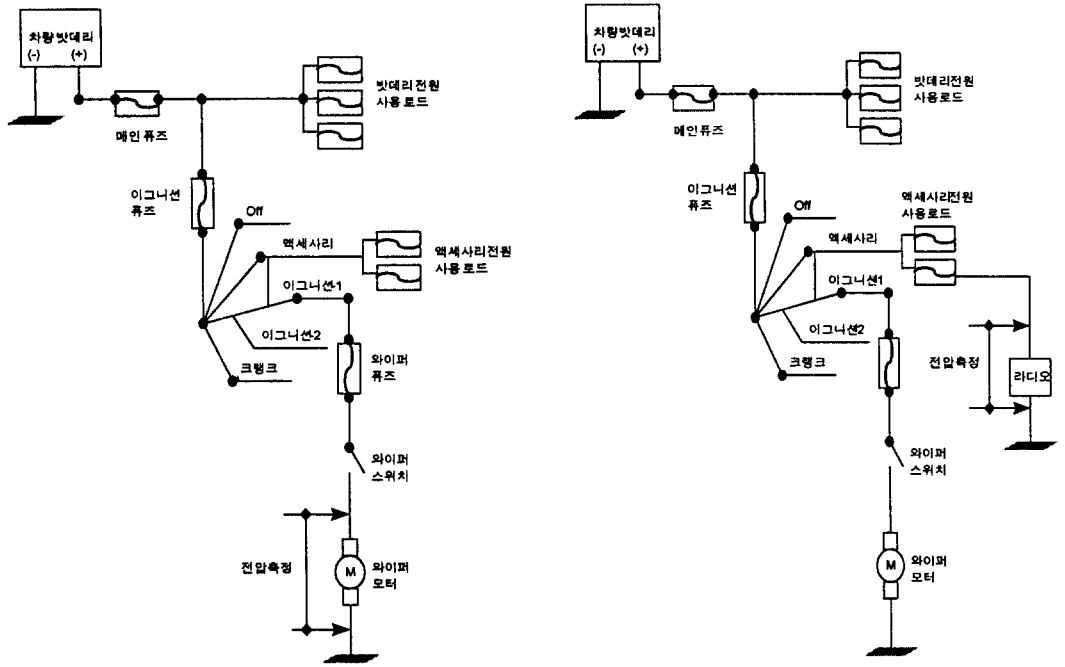
- (2) 측정값은 120 kHz 대역폭에 대해 dBuV/m (uV/m) 단위로 기록 또는 표현하며, 측정 기구의 실제 대역폭 B(kHz 단위로 표현)가 120 kHz와 다를 경우 uV/m로 얻어진 결과치에 계수 120/B를 곱하여 120 kHz 대역폭으로 변환하여 사용할 수 있다.
- (3) 자동차 : 엔진은 정상 작동 온도에서 구동되어야 하며 변속기는 중립 위치에 둔다. 이 때 엔진 형식에 따라 <표 3>과 같이 동작되어야 한다.
- (4) 안테나 형식 : 기준 안테나로 정규화 할 수 있는 어떠한 안테나도 이용할 수 있다.
- (5) 측정 거리 : 시험 시설 조건에 따라 아래 2가지 중 택일할 수 있다.
- 10 m 시험 측정 거리 : 차량의 외부 차체 표면까지의 수평거리는 10 ± 0.2 m
 - 3 m 시험 측정 거리 : 차량의 외부 차체 표면까지의 수평거리는 3 ± 0.05 m
- (6) 측정 높이 : 시험 시설 조건에 따라 아래 2가지 중 택일할 수 있으며, 이 때 수신 안테나의 어떠한 부분도 시험장 바닥 면에서 0.25 미터보다 가까워서는 안된다.
- 10 m 시험 안테나 높이 : 바닥 면에서 3.00 ± 0.05 m
 - 3 m 시험 안테나 높이 : 바닥 면에서 1.8 ± 0.05 m
- (7) 만약 시험이 전파압실에서 진행될 경우 안테나의 수신 소자들은 고주파 흡수체와 1 m, 차폐 시설의 벽과는 1.5 m보다 가까워서는 안된다. 수신안테나와 시험 차량 사이에는 흡수체가 있어서는 안된다.
- (8) 안테나는 차량의 대칭 직교면에 평행하고 엔진 중앙점과 일직선상이 되도록 차량의 좌측면과 우측면에 위치한다.
- (9) 각각의 측정 위치에서 수평과 수직 편파 상태로 모두 측정치를 얻는다.
- (10) 측정된 4개의 측정치에서 최대값을 취한다.

(11) 시험 셋업은 [그림 5]의 기준 안테나법을 참조한다.

3) 전도성 노이즈 시험(Conducted Noise test)

전도성 노이즈는 주로 대전류를 사용하는 부하류 기동시의 과도 전압 현상에 의하여 발생되는데 그 성분을 분석해 보면 협대역 및 광대역성 노이즈를 모두 포함하고 있다. 이러한 노이즈의 발생 수준을 측정하는 방법으로는 주파수축에 의한 분석 방법과 시간축에 의한 방법이 있는데 본고에서는 후자에 대하여 기술하였다. [그림 6]은 회로상에서의 전도성 노이즈에 대한 측정 포인트를 나타냈다.

- (1) 본 시험은 차량의 전기적인 부하(특정 부하, 소스)의 작동시 발생하는 과도성 노이즈(Transient Noise)의 측정 및 이 때 발생된 과도 전도성 노이즈가 타 전기, 전자 부품/시스템(장해를 받는 부품/시스템 : Victim)에 미치는 영향을 평가한다.
- (2) 단기성과도 노이즈를 포착하기에 충분한 전압 측정 장비를 사용하여야 하며, 과도성 고전압에 대해 충분한 내성도 가지고 있어야 한다. 노이즈 측정의 편이성을 위해 프로브를 사용할 수 있으며, 수동형, 능동형 어느 것을 사용하여도 무방하다 스위칭시 발생하는 전체 파형의 포착이 가능하여야 하며, 그 중 특정 부분을 고해상도로 확장하여 관찰할 수 있어야 한다.
- (3) 특별한 기술적 사유가 없는 한 차량은 정차 공회전을 원칙으로 한다. 다만 시험전 협의에 의해 다른 주행 모드를 선택할 수도 있다. (예 : 정속 50 km/h 주행, ABS 또는 ACC 작동 모드 등)
- (4) 측정 범위 : 다음의 2가지가 있으며 [그림 6]을 참조한다.
- 특정 부하(Specified loads), 과도 전압(노이즈) 발생원
 - 장해를 받는 시스템(Victim device), 과도



[그림 6] 회로내 전도성 노이즈 시험 측정 포인트

전압(노이즈)에 영향을 받는 부품/시스템
 (5) 특정 부하의 노이즈 측정시 일정 전압 이상 발생 한 항목에 대하여 타 시스템으로 전도 되는 양을 측정하고 영향 여부를 분석하여 대책을 수립한다.

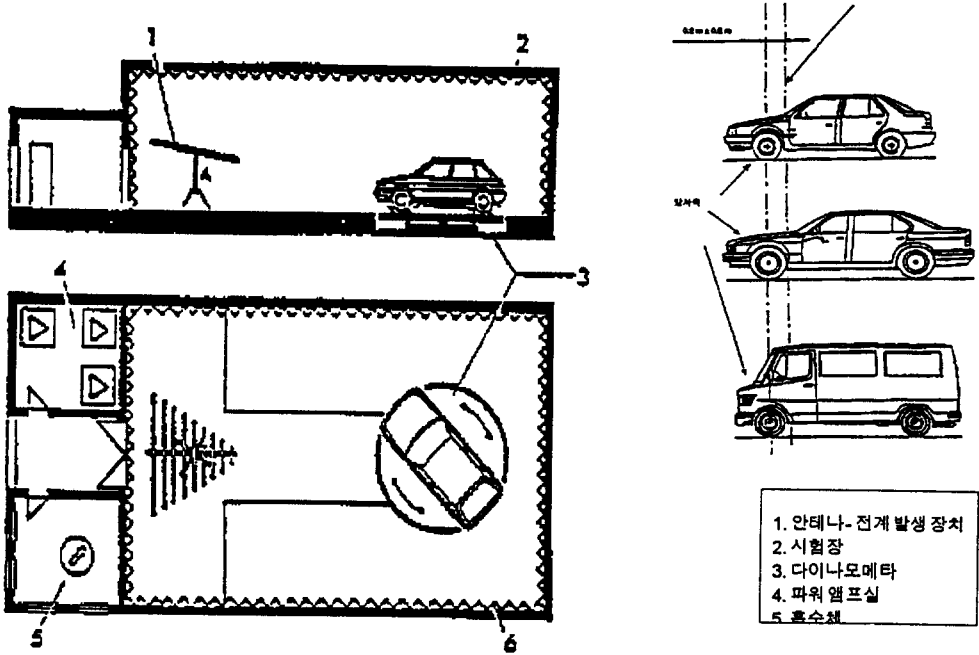
4) 복사성 전자파 내성 시험(Radiated Immunity test)

복사성 전자파 내성 시험은 차량 내부에서 발생된 전자파 노이즈뿐만 아니라 주행 중 외부 환경에서 발생된 각종의 전자파에 의한 자동차 전기·전자 시스템의 이상 작동 여부를 확인하는 시험으로 일반 전자기기의 시험 조건에 비하여 매우 가혹한 조건의 시험을 요하게 된다. 시험실의 내부에 차량을 구동할 수 있는 장치가 갖추어져야 하고 시험용

송신 안테나 및 전자파 발생용 증폭 시스템도 수백 V/m의 전계강도를 발생시킬 수 있는 대 전력용이어야 한다.

[그림 7]은 전과압실 내에서의 강 전자파 인가 시험을 나타낸 설치도이다.

- (1) 시험 장비는 본 시험에 정의된 쏘 주파수 영역에서 규정된 전계 강도를 발생할 수 있어야 하며, 제어 또는 모니터를 위한 장치가 시험 도중 복사된 전계에 영향을 받지 않도록 하여야 한다.
- (2) 차량의 운전 제어에 영향을 줄 수 있는 모든 전기·전자 시스템은 정상 운전 모드로 세팅한다.
- (3) 전계 발생용 안테나 장치 위상 중심까지의 높이는 차량이 놓여 있는 면의 위 높이 1.5 m



[그림 7] 복사성 전자파 내성 시험 설치도

이상(차량 높이가 3 m를 초과한 경우는 2 m 이상)으로 한다. 이 경우 전계 발생용 안테나의 어느 부분도 차량이 놓여 있는 바닥 면에서 0.25 m보다 낮아서는 안된다.

- (4) 전계 발생 장치는 가능한 한 차량에 멀리 위치시키는 것이 좋으며 통상적으로 1~5 m 범위 내에 놓인다.
- (5) 시험이 전파암실에서 진행된다면, 전계 발생 장치의 위치는 전자파 흡수체에서 거리 1 m 이상, 차폐 설비의 벽과 거리 1.5 m 이상 떨어져 있어야 한다. 또한 시험 중인 차량과의 사이에는 어떠한 흡수체도 있어서는 안된다.
- (6) 전계 발생용 안테나는 차량 외부 표면과 0.5 m 이상 떨어져야 하며 차량 중심선(길이 방향의 대칭면)에 놓여야 한다.

(7) 전계 강도 측정 기준점

- 안테나 위상 중심으로부터 수평으로 최소 2 m 또는 전계 발생 장치의 복사 소자로부터 수직으로 최소 1 m 이상의 거리를 확보한 지점
- 차량 중심선 위(길이 방향으로 대칭인 면)
- 차량이 놓인 면의 위 1 ± 0.05 m의 높이(차량 높이가 3 m 초과시에는 2 ± 0.05 m)
- 차량 앞유리와 본넷의 교차점으로부터 차량 내부로 1 ± 0.2 m
- 차량 앞차축의 중심선으로부터 차량 내부 중심점을 향해 0.2 ± 0.2 m

- (8) 전계 조사 지속 시간은 각 시험 주파수에서 규정된 전계 강도로 시험 차량이나 시험 부품/시스템이 전자파에 노출될 수 있는 충분한 시간으로 하며, 특별한 언급이 없는 한 최

〈표 4〉 주파수 스텝 사양

시험 항목	시험 조건				
	주파수 범위	10 kHz~1 MHz	~20 MHz	~220 MHz	~1 GHz
주파수 스텝	10 kHz	100 kHz	500 kHz	2 MHz	20 MHz
모니터링 방법	CCTV (I/P), Brake Pressure, Warning Lamp, (Engine RPM) Field Strength, VSWR, AMP Output Power, etc.				

소 2초 이상을 노출한다.

(9) 주파수 스텝(Step)

- (10) 교정 단계에서는 시험 지역에 차량이 없는 상태로 각 시험 주파수별로 요구된 전계강도를 인가한다. 이 때 요구된 전계강도를 만족시키는 순방향 전력 및 이에 관련된 각종 매개변수를 기록하면서 주파수 최저 값에서 시작하여 以前 주파수의 2%보다 적은 단계로 주파수를 증가시키면서 최고 주파수까지 교정을 실시한다.
- (11) 시험 셋업은 [그림 7]을 참조한다.
- (12) 각 전기, 전자 부품/시스템별로 시험 중 적합한 모니터링 방법을 결정한다.
- (13) 만약 오작동이 발생하면 그 내용을 기록하고, 출력을 낮추어 다시 시험하면서 이상이 발생하는 시작 전계 레벨을 찾아 기록한다.

5) 전도성 노이즈 내성 시험(Conducted noise immunity test)

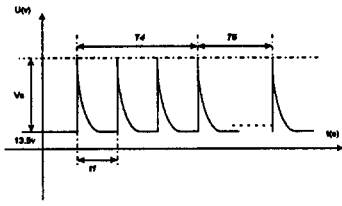
전도성 노이즈 내성 시험은 차량 내·외부에서 발생된 노이즈가 전도성 도체를 통하여 차량 내의 각종 전기·전자기에 혼입되어 정상적인 작동에 장애를 일으키는지 여부를 노이즈 발생 장치를 사용하여 차량의 각 부분에 인위적인 노이즈를 인가하면서 이상 작동 상태를 확인하는 시험이다. 실제 차량에서 발생하는 노이즈와 최대한 유사한 성분의 노이즈를 차량에 인가하기 위하여 유도성 부하, 저항성 부하, 단순 스위칭 부하 등 다양한 형태의 노이즈를 발생시킬 수 있는 적정 규격의 노이즈 발생

기를 사용하는 것이 중요하다. 아래 [그림 8]은 차량에 인가되는 노이즈 형태와 회로 상에서의 인가 위치를 나타낸다.

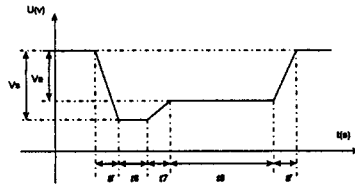
- (1) 시험은 과도 펄스 발생기로부터 발생된 과도 전압 파형을 차량 시스템의 전원선과 그 체계(버스선)에 직접 인가한다.
- (2) 인가 포인트 : 다음의 2가지가 있으며 [그림 8]을 참조한다.
-다수의 전장 시스템으로 전도되는 각 전원 체계의 블록 : 전원 체계 버스선 주입
-차량 전기, 전자 부품/시스템의 전원선 및 신호선
- (3) 시험에 사용되는 펄스 조건은 [그림 8]을 참조한다.
- (4) 펄스 #1~#4는 먼저 최대 전압 레벨로 인가하여 그 내성을 판정하며 만약 오작동 발생시 그 전압 레벨을 낮추어 다시 시험하면서 문턱 전압을 찾는다. 레벨 조정 변수는 오직 전압만을 사용하며 기타 다른 변수를 사용할 때에는 반드시 사전 협의되어야 한다.
- (5) 펄스 #5는 시험 중 파손의 위험이 있으므로 낮은 전압 레벨부터 인가하여 그 내성을 평가한다.

6) 정전기 방전 내성 시험(Electro-static Discharge immunity test)

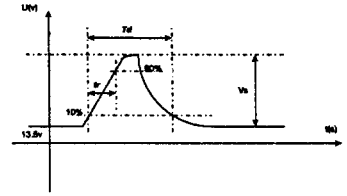
자동차 정전기 방전 내성 시험은 운전자 및 차량 조립 정비시에 인체에 대전되었던 정전기의 방전으로 인한 차량내 각종 전기·전자기기의 오작동 및



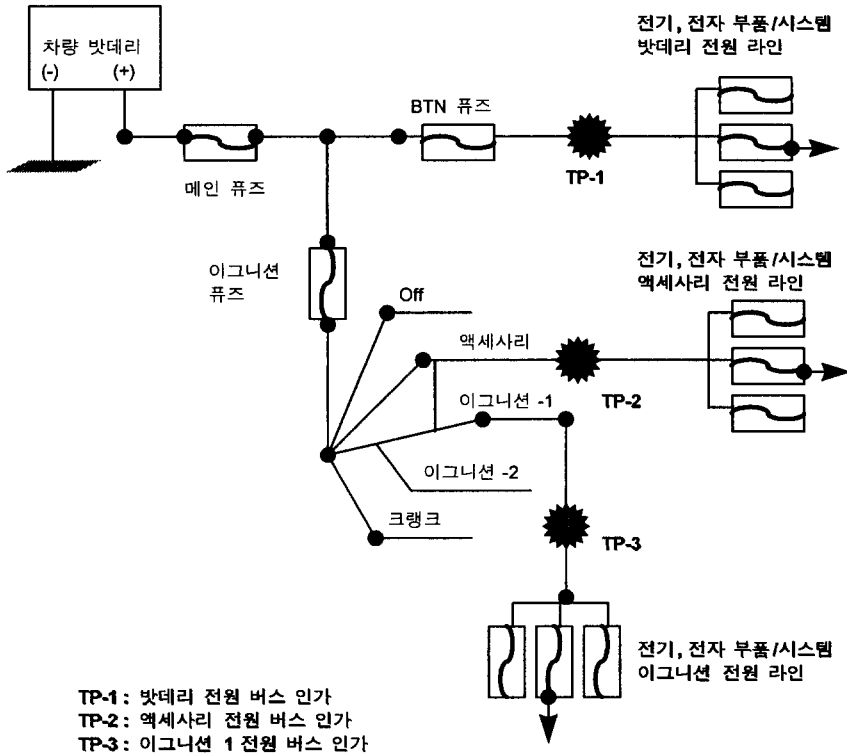
파형 3b



파형 4



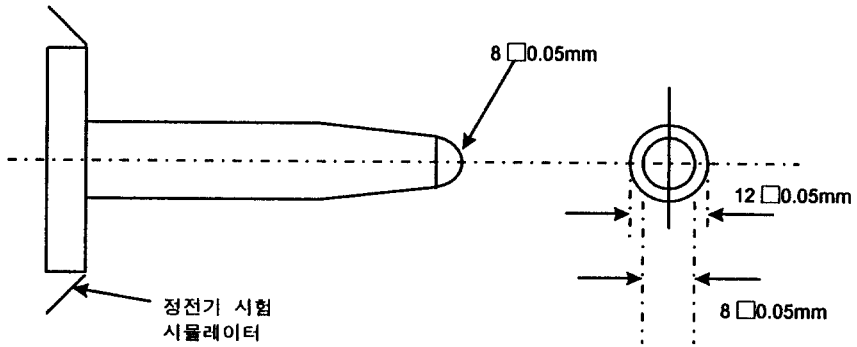
파형 5



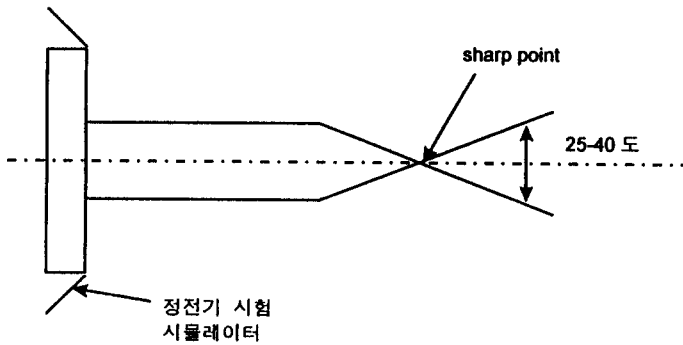
[그림 8] 전도성 내성 시험 파형 및 노이즈 인가 위치

파손 가능성에 대한 내성을 평가하기 위한 시험으로 정전기 발생 장치를 사용하여 인위적으로 일정

크기와 용량의 정전기를 차량 내의 정전기 방전 가능 부위에 인가한다. 정전기 인가에는 시험 대상체



Air 방전



접촉 방전

[그림 9] 정전기 방전 시험 방법

에 정전기 발생장치를 접촉 시킨 상태에서 시험하는 방법과 공기를 중간 매개체로 비접촉 상태에서 인가하는 방법의 두 가지가 있다. [그림 9]는 이 두 가지 시험 방법에 대하여 관련 사양을 나타낸다.

- (1) 정전기 발생 장치 사양 : $330 \text{ pF} \pm 10 \% \text{ pF} / 150 \text{ pF} \pm 10 \% \text{ pF}$, $2000 \Omega \pm 10 \% \Omega$, 출력전압 $-25 \text{ kV} \sim +25 \text{ kV}$, 펄스 Rising Time(2 kΩ 기준) 0.7~1 ns(접촉 방전) / $\leq 5 \text{ ns}$ (Air 방전)

- (2) 정전기 발생 팁 모양 : Air 방전과 접촉 방전

에 따라 2가지가 있으며 IEC 801-2를 만족하여야 한다.

- (3) 정전기에 대한 내성 평가는 “±” 각 극성당 최소 5초 간격으로 같은 방전 포인트에 3회 이상 인가한다.
- (4) 정전기 발생 장치의 고전압 접지는 길이 1 m 이하, 인덕턴스 2 uH 이하의 선으로 시험 차량 금속 차체에 직접 연결한다.
- (5) Air 방전시에는 지정된 방전 포인트에서 약 “15 mm” 떨어진 위치에서 수직으로 $\pm 15^\circ$

각도를 유지하면서 낮은 전압 레벨부터 팁을 5 mm 이하 정도로 이동시키면서(단방전 포인트) 낮은 전압 레벨부터 단계적으로 방전한다.

- (6) 접촉 방전시에는 지정된 방전 포인트에 접촉 후 낮은 전압 레벨부터 단계적으로 방전한다.

7) 자동차용 무전기 복사 내성 시험 (On-Board Antenna radiated immunity test)

자동차용 무전기 복사 내성 시험은 차량에 사용되는 무전기류에서 복사된 전자파에 의한 차량내 전기·전자기기의 이상 작동에 대한 내성을 평가하기 위한 시험이다. 아래 [그림 10]은 실제 차량에서 적용되는 가능한 무전기의 다양한 위치를 재현하기 위하여 시험시 무전기기의 차량 및 차량 주변 설치 위치에 대하여 나타낸다.

- (1) 시험 설비는 정의된 주파수에서 규정된 파워를 발생할 수 있는 차량 탑재용 무전기, 안테나, 케이블을 사용하여야 한다.
- (2) 안테나는 VHF와 UHF 대역의 표준 안테나

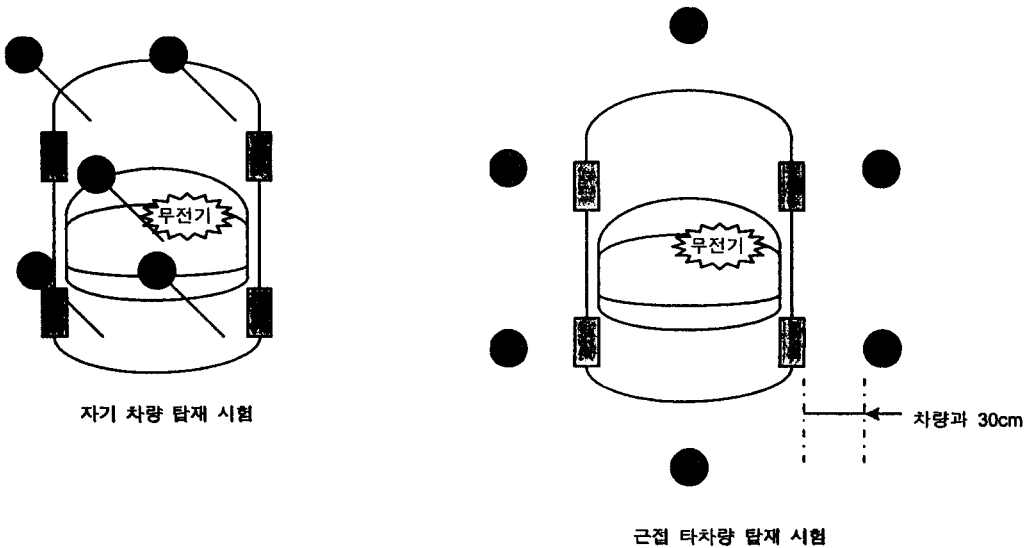
를 사용하며, 가능한 한 최소의 정재파비(최대 2以下)가 유지되도록 해야 한다.

- (3) 안테나 위치는 자기 차량 탑재와 근접 타차량의 2가지 경우로 구분된다. 이 위치는 차량 모양 등에 의해 추가 또는 삭제될 수 있으며 [그림 10]을 참조한다.
- (4) 각 시험 주파수 밴드에서 정해진 출력으로 변조 방식(AM, FM, SSB 등)을 바꾸며 평가한다.

3-3 자동차 EMC 시험 평가 기준

자동차 EMC 시험 결과에 대한 평가 기준은 인증 시험의 경우 해당 지역 또는 국가의 법규에 명확히 제시되어 있으며 자동차 제작사 및 부품사의 경우에는 각사별로 자사 품질 기준에 적합한 평가 기준을 갖고 있다. 본고에서는 주관적인 평가 기준의 기술을 배제하고 공통적으로 적용되는 판단 기준에 대하여 논하고자 한다.

전자파 내성(EMS) 시험의 경우 일반적으로 전기·전자 기기별로 중요도에 따라 아래와 같이 3단



[그림 10] 차량용 무전기 복사 내성 시험시 안테나 장착 위치

계로 규제 수준을 달리하고 문제 발생 내용에 따라 서도 단계를 두어 규제 수준을 달리 적용하고 있다.

1) 전기·전자기기별 기능 분류

차량에 장착되는 시험 대상의 전기·전자 부품 및 시스템을 아래와 같이 3단계로 구분하여 그 규제 수준을 달리 적용한다.

- (1) Class A : 상품성 향상을 위한 편의 장치
(예) AV 시스템
- (2) Class B : 차량 운행/제어에 필수적 장치가 아닌 기능 향상을 위한 장치
(예) 도어 잠금 장치
- (3) Class C : 차량 운행/제어에 필수적인 장치, 안전이나 인증을 요하는 장치
(예) 엔진 제어 장치

2) 성능 판정 분류 영역

시험 중 발생하는 이상 작동 현상에 대하여 4단계로 구분하여 그 규제 수준을 달리 한다.

- (1) Region I : 방해에 노출 도중 및 노출 후에도 설계된 대로 정상 작동할 것
- (2) Region II : 방해에 노출되는 도중에는 설계된 사양을 벗어날 수 있으나, 방해가 제거된 후에는(자동적으로) 정상 기능을 회복할 것, 이때 영구/일반 메모리 본래의 기능에 이상이 없을 것
- (3) Region III : 방해에 노출되는 도중 설계된 성능에서 벗어나며 방해가 제거된 후 정상

기능으로 회복되기 위해서는 운전자의 (간단한)조작이 필요할 것, 영구 메모리 본래의 기능에 이상이 없을 것

- (4) Region IV : 방해에 노출 도중 설계된 성능에서 벗어나며 방해가 제거된 후 운전자의 조작으로도 정상 기능으로 회복이 불가능한 경우, 수리 또는 기기의 교체가 필요

IV. 결 론

지금까지 자동차 EMC 분야에 대하여 관련 규격 및 지역별/국가별 법규제 동향, 시험장의 필요 여건 및 시험 개요/판정 기준에 대하여 일반적인 사항을 중심으로 간략히 기술하였다.

자동차에 적용되는 전기·전자기기의 종류가 급격히 증가하고 또 그 적용 기술이 고도화 되어 감에 따라 전자파 적합성 즉, 신뢰성에 대한 문제가 부각되는 추세이다. 자동차는 단순한 하나의 메카니즘만으로 되어 있지 않고 최소 2만 여종 부품의 조합체로 이루어져 있어 그 복잡성은 굳이 언급하지 않아도 쉽게 알 수 있다. 자동차 전자파의 문제도 이러한 복합체들의 조합에 의하여 발생되기 때문에 타 전자 기기 보다 훨씬 그 문제 해결에 변수가 많이 등장하게 되고 장기간의 검토와 복합적인 대응을 필요로 하는 경우가 많이 있다. 이러한 문제에 효과적으로 대응하기 위해서는 부품은 부품대로 자동차는 자동차대로 개발 초기 단계부터 전자파 적합성에 대한 충분한 고려를 하여 문제가 원천적으

<표 5> 내성 시험 레벨 기준

		CLASS A	CLASS B	CLASS C
내성 시험 레벨	LEVEL 5	Region IV	Region IV	Region III
	LEVEL 4	Region IV	Region III	Region II
	LEVEL 3	Region III	Region II	
	LEVEL 2	Region II		
	LEVEL 1		Region I	

로 차단될 수 있도록 하여야만 한다.

자동차 EMC 기술력 확보의 중요성은 앞서도 언급했지만, 이미 자체 기술력을 확보한 선진 각국이 범규제 강화를 통하여 보이지 않는 무역 장벽 및 후발 자동차 사들을 견제하기 위한 수단으로 활용하고 있어 수출을 주력으로 하는 국내 자동차 제작사들에게는 그 대응 기술이 필수적으로 요구되고 있다.

또한 국내 자동차 제작사들이 고 비용을 지불하면서 수입에만 의존하고 있는 차량의 핵심 전자제어 시스템의 독자 개발을 위해서도 필수적으로 전자파 적합성 문제를 해결하지 않고는 접근이 불가능하다는 점을 고려할 때 조속한 대응 기술력의 확보

가 필요하다.

국내 자동차 전자파에 대한 기술 수준은 그 도입 시기가 선진 자동차 제작사에 비하여 20년 이상 늦어졌고 또한 막대한 투자비용이 소요되는 시험 시설의 확보가 어려웠던 관계로 아직은 미흡한 수준에 머물러 있다.

이제 겨우 문제점의 발체, 원인 분석, 일부 대책 기술 적용 등의 초보적인 단계에 머물고 있는 국내 기술 수준의 조속한 향상을 위해서는 자동차사 개별의 노력뿐만 아니라 대규모 시설 투자에 대한 정부 차원에서의 적극적인 지원과 관련 기술 인력의 저변 확대를 위한 지속적이고 과감한 지원이 있어야 할 것이다.