

# 자동차 전자파(EMC) 시험기준 및 시험방법

신 재 곤

자동차성능시험연구소 시험검사실

## I. 서 론

현대 산업사회에서의 자동차는 사회 및 경제활동에 있어서 없어서는 안되는 필수 불가결한 생활의 일부로서 자리잡은지 이미 오래이며, 국내에서도 1987년 이후로 급격한 증가추세에 있다. 또한 갈수록 발전되는 첨단 전자제품의 개발로 자동차도 초기의 기계적인 제어에서 현재는 많은 부분이 전자제어화 되고 있는 실정이다.

EMI(ElectroMagnetic Interference) 측면에서 자동차는 점화장치가 가장 많은 불요전자파를 발생하고 있으나, 지난 수십 년간의 법규제(유럽 및 북미) 등을 적용하여 이미 자동차 제작사들은 이를 고려하여 개발, 평가를 하여 불요전자파의 발생을 줄이고 있다. 그러나, 계속되는 전자화 및 첨단 전자제품의 개발에 따라 자동차에도 고성능의 전자소자 등을 적용하게 되었으며 이는 새로운 EMI 측면의 문제를 발생시켰으며 EMS(ElectroMagnetic Suseptibility) 측면에서는 자동차의 기능이 오작동하여 시스템의 기능 불이행, 수송수단의 손실, 심지어는 인명의 손실 등 위해가 심각한 문제로 대두되었다.

현 자동차의 각종 제어 System은 Micro-Processor를 기본으로하여 각종 전자제어 System을 장착하고 있으며, 계속 늘어나는 추세이다. 예를들면 엔진전자제어, 자동변속기, 자동조절현가장치, 미끄럼 방지장치(ABS), 정속주행장치(AUTO CRUISE), 추돌방지장치, 자동항법장치(NAVI-

GATION), AIR BAG 등이 있다. 이것은 기계제어의 단순함은 극복하였지만 Wiring Harness, Control Module, Sensor, Actuator의 증가에 따른 장착성의 어려움 및 Noise에 의한 오작동 문제가 대두되었다.

장착의 어려움은 Mux Wire 및 Control Module의 통합 등으로 해결해 나가는 추세이지만, 전송속도와 Noise는 비례관계이므로 통합설계에 따른 전송속도의 증가는 더욱더 Noise가 문제시되고 있는 추세이다. 특히 자동차는 오작동 자체가 인명의 손실을 가져오는 바 EMC 관련하여 초기에 설계 반영 및 충분한 시험, 평가가 이루어져야 한다.

국내에서도 이를 반영하여 자동차의 EMC(ElectroMagnetic Compatibility)와 관련하여 국내 규제가 시작되는 바 본고에서는 자동차 관련 국제 EMC 규격현황과 국내자동차 EMC 기준 및 시험방법을 국제 규격과 비교 검토하여 관련 종사자에 도움을 주고자 한다.

## II. 자동차 관련 EMC 규격 현황

자동차 관련 EMC 규격을 보면, 유럽에는 EEC(European Economic Community : 유럽경제 공동체) 95/54 Directive가 있으며, 미국은 SAE(Society of Automotive Engineers : 자동차 기술자 협회), 국제규격으로는 ISO(International Standards Organization : 국제표준화 기구), CISPR (International Special Committee on

Radio Interference : 국제무선장해 특별위원회) 등이 있다. 현재 유럽은 강제 법규이며, 나머지는 권고 규격으로 강제 법규는 아니다. 그러나 증가일로에 있는 자동차 및 자동차에 적용하는 전자 제어 System을 고려해 보면 전자파 장해 측면에서 자동차의 오작동은 바로 인명사고와 직결되는바 안전 관련하여 향후 미국 및 국제적으로도 강제법규로서 진행될 것으로 사료된다.

기존에는 각 자동차 제작사별로 별도의 자체 규정으로 시험 및 평가를 하였으나, 많은 부분들이 ISO 및 SAE, EEC Directive 등으로 시험기준 및 시험방법 등이 차차 정립되어 가는 추세이다. 그러

나 특수 Item의 시험 및 평가기준, 인가 Level 등, 전자파 내성 시험 경우는 아직까지 제작사 자체 규정으로 시험하는 경향이 있다. 그리고 모든 자동차 제작사는 PL(Production Liability : 제조물 책임) 및 Recall 대응 관련하여 현 국제 규격보다 더욱 가혹한 수준으로 자체 규정을 만들어 시험을 실시하여 이에 대한 대비책을 준비하고 있는 실정이다.

자동차에 관한 EMC 문제 등은 미국에서는 1965년부터 SAE를 통하여 시작하였다. 이후 계속되는 관심하에 1975년 CISPR에서는 CISPR Pub. 12로서 공표되었으며, 미국에서는 SAE J551, 또한 유럽에서는 EEC 72/245라는 Directive로 강제 법규

#### 〈자동차 관련 EMC 규격 현황〉

구분	시험규격		시험 형식	시험 주파수범위	비 고
EMI	CISPR	Pub 12	Broadband	30MHz~1GHz	
		Pub 25	Broadband & Narrowband	150KHz~1GHz	Part 1
	EEC 95/54	Annex 4	Broadband	30MHz~1GHz	
		Annex 5	Narrowband	30MHz~1GHz	
	SAE J551	Part 2	Broadband	30MHz~1GHz	
		Part 3	Narrowband	10KHz~1GHz	
		Part 4	Broadband & Narrowband	150KHz~1GHz	
		Part 5	Broadband & Narrowband	9KHz~30MHz	전기자동차
EMS	SO 11451	Part 2	Off-Vehicle Source	100KHz~18GHz	Part 1:정의/개요
		Part 3	On-Board Source	1.8MHz~1.3GHz	
		Part 4	Bulk Current Injection	1MHz~400MHz	
	ISO 10605		Electrostatic Discharge	N/A	
	EEC 95/54	Annex6	Immunity to EM Radiation	20MHz~1GHz	
	SAE J551	Part 11	Off-Vehicle Source	500KHz~18GHz	
		Part 12	On-Vehicle Source	1.8MHz~1.2GHz	
		Part 13	Bulk Current Injection	1MHz~400MHz	
		Part 14	Reverberating Chamber	200MHz -18GHz	
		Part 15	Electrostatic Discharge	N/A	
		Part 16	Transient	N/A	
		Part 17	Magnetic Field	60Hz~30KHz	Power Line

〈자동차 부품 관련 EMC 규격 현황〉

구분	시험규격		시험 형식	시험 주파수범위	비 고
EMI	CISPR	Pub 25	Broadband & Narrowband	150KHz~1GHz	Part 2
	EEC 95/54	Annex 7	Broadband	30MHz~1GHz	
		Annex 8	Narrowband	30MHz~1GHz	
	SAE J1113	Part 41	Narrowband	150KHz~1GHz	
		Part 42	Transient	N/A	
EMS	ISO 11452	Part 2	Absorber Lined Chamber	200MHz~18GHz	Part 1:정의/개요
		Part 3	TEM Cell	10KHz~200MHz	
		Part 4	Bulk Current Injection	1MHz~400MHz	
		Part 5	stripline	10KHz~200MHz	
		Part 6	Parallel Plate Antenna	10KHz~200MHz	
		Part 7	Direct RF Power Injection	250KHz~400MHz	
	ISO 10605		Electrostatic Discharge	N/A	
	ISO 7637	Part 1/2	Transient	N/A	12V/24V system
		Part 3	Coupled Transient	N/A	
	EEC 95/54	Annex 9	Free Field/TEM/BCI/Strip	20MHz~1GHz	
	SAE J1113	Part 2	Conducted	30Hz~250KHz	Part 1:정의/개요
		Part 3	Conducted	250KHz~500MHz	
		Part 4	Bulk Current Injection	1MHz~400MHz	
		Part 11	Transient	N/A	Power Line
		Part 12	Coupled Transient	N/A	
		Part 13	Electrostatic Discharge	N/A	
		Part 21	Semi-Anechoic chamber	30MHz~18GHz	
		Part 22	Magnetic Field	60Hz~30MHz	Power Line
		Part 23	Stripline	10KHz~1GHz	
		Part 24	TEM Cell	10KHz~200MHz	
	Part 25	Tri-Plate	10KHz~1GHz		
	Part 26	Electric Field	60Hz~30MHz	Power Line	
	Part 27	Reverberation	500MHz~2GHz		

가 시작되었다. 그러나 이는 모두 Broadband EMI에 대한 시험 및 규격으로서 주로 자동차 불꽃 점화 기관에서 발생하는 광대역 Noise에 대한 것이었다.

그러나 점차 자동차에 장착되는 전자제어 System이 늘어나면서 1970년대 후반부터 Narrowband Emission 및 Immunity 검토가 시작되었다. 그

러나 1980년대 후반에야 이르러서 구체적으로 이에 대한 시험방법 및 규격이 초안발표되기 시작하였으며, 1993년 말에 ISO에서는 자동차의 내성시험 관련하여 자동차 및 자동차 관련 단품에 대한 시험기준 및 시험방법이 정식으로 공표되었으며, 1994년 중반부터 미국의 SAE 규격이 공표되어오고 있으며, 유럽에서도 충분한 검토를 거쳐 1995. 10. 31. EEC 95/54 Directive로서 자동차 전자파 장애 시험 규격이 정식으로 공표되었다.

또한 CISPR에서도 자동차에 설치된 차량 안테나에서 측정하는 Broadband 및 Narrowband Emission에 대한 시험기준 및 방법이 1995년 CISPR Pub. 25로서 규격이 공표되었다. 그리고 1990년에 공표된 CISPR 12. 3판을 보완하여 현재 제4판 발행을 준비하고 있으며, Broadband Emission 시험주파수 확장 및 Narrowband Emission 및 전기자동차에 대한 Emission 추가 등에 대한 시험기준 및 방법 등이 논의 중이라고 한다.

이를 정리하여 보면, 국제적으로는 CISPR에는 자동차관련 EMI 시험방법 및 기준에 대하여 규격이 있으며, ISO에서는 EMS 시험방법 및 기준에 대한 규격이 있다. 미국에서는 SAE에 자동차 관련 EMI, EMS에 대한 규격이 모두 있으며, 이는 CISPR 및 ISO 규격과 많은 부분이 유사하며 조화를 이루고 있다. 유럽에서는 EEC Directive로서 EMI, EMS에 대한 규격이 모두 있으며, EMI 관련 기준 및 방법은 CISPR 및 SAE와 많은 부분이 유사하나 EMS 관련 기준은 EMI에 비해서 차이점이 있다. 이는 기준을 적용하는데 있어서 권고 규격과 강제 규격의 차이점으로 사료된다.

### Ⅲ. 자동차 관련 EMC 시험기준 검토

정보통신부고시 제1996-78호, 79호(1996. 10. 9.)에 공표된 국내 자동차 EMC 시험기준과 ISO, CISPR 및 미국의 SAE, 유럽의 EC 규격과 비교하고자 한다.

#### 3-1. 자동차 광대역 전자파 방사 (Broadband EMI)

기본적으로 국내규격은 유럽규격과 거의 유사하나 국내 규격과 CISPR규격(미국 SAE 규격포함)을 중심으로 비교하고자 한다.

##### 1) 측정 주파수 범위 및 측정 주파수

###### (1) 국내 규격

30MHz~1GHz 범위내의 주파수로서 측정주파수는 45, 65, 90, 120, 150, 190, 230, 280, 380, 450, 600, 750, 900 MHz의 13개 주파수임.

###### (2) CISPR 규격

30MHz~1GHz 범위내의 주파수로서 측정주파수는 45, 65, 90, 150, 180, 220, 300, 450, 600, 750, 900 MHz의 11개 주파수임.

SAE에서는 각 Band 대역별로 Sweeping하여 시험할 수 있다.

##### 2) 측정 거리 및 측정 기준값

###### (1) 국내 규격

10m 경우는 30~75MHz : 34dB $\mu$ V/m, 75~400MHz : 34~45dB $\mu$ V/m, 400MHz~1GHz : 45dB $\mu$ V/m

3m 경우는 10m 측정값에 +10dB 보상해주며 10m, 3m 두가지 경우 중 한 가지를 선택하여 시험할 수 있음.

###### (2) CISPR 규격

10m 경우만 인정하며 이 경우의 기준값은 국내 규격과 동일함.

##### 3) 측정 허용범위

###### (1) 국내 규격

- 안전시험대상 자동차 : 기준치의 -2dB 이하( $\mu$ V/m 경우는 -20퍼센트 이하)

- 야산 자동차 : 기준치의 +2dB 이하( $\mu$ V/m 경우는 +25퍼센트 이하)

## (2) CISPR 규격

국내 규격과 동일함.

## 4) 시험 자동차 동작 조건

### (1) 국내 규격

실린더 1개일 경우의 엔진동작 속도는 2,500 rpm  $\pm$  10%이며, 실린더 2개 이상일 경우의 엔진동작 속도는 1,500 rpm  $\pm$  10%임. (검파모드에 관계없음)

### (2) CISPR 규격

준첨두치로 측정할 경우 실린더 1개일 경우의 엔진동작 속도는 2,500 rpm  $\pm$  10%이며, 실린더 2개 이상일 경우 엔진동작 속도는 1,500 rpm  $\pm$  10% 임. 다만 첨두치 측정의 경우에는 검파모드에 관계없이 공회전 이상이면 됨.

## 3-2. 자동차 협대역 전자파 방사

### (Narrowband EMI)

기본적으로 국내규격은 유럽규격과 거의 유사한 바 국내 규격과 미국 SAE 규격을 중심으로 비교하고자 한다.

## 1) 측정 주파수 범위 및 측정 주파수

### (1) 국내 규격

30MHz~1GHz 범위내의 주파수로서 13개 주파수 대역 (각 대역에서 1개의 주파수를 선택하여 시험 함)

30~50, 50~75, 75~100, 100~130, 130~165, 165~200, 200~250, 250~320, 320~400, 400~520, 520~660, 660~820, 820~1000 MHz

### (2) SAE 규격

10KHz~1GHz 범위내의 주파수로서 주파수 Sweeping 함.

## 2) 측정 거리 및 측정 기준값

### (1) 국내 규격

10m 경우 30~75MHz : 24dB $\mu$ V/m, 75~400 MHz : 24~35dB $\mu$ V/m, 400MHz~1GHz : 35dB $\mu$ V/m 이며,

3m 경우는 10m 측정값에 +10dB 보상해줌.

10, 3m 두가지 경우 중 한 가지를 선택하여 시험 할 수 있음.

### (2) SAE 규격

3m 경우만 인정하며 주파수별로 상이함.

10~1MHz : 78.1~40dB $\mu$ V/m, 1~88MHz : 40dB $\mu$ V/m, 88~216MHz : 43.5dB $\mu$  V/m, 216MHz~1GHz : 46dB $\mu$ V/m

## 3) 측정 허용범위

### (1) 국내 규격

- 안전시험대상 자동차 : 기준치의 -2dB 이하( $\mu$ V/m 경우는 -20퍼센트 이하)

- 양산 자동차 : 기준치의 +2dB 이하( $\mu$ V/m 경우는 +25퍼센트 이하)

### (2) SAE 규격

측정 기준값과 동일함.

## 4) 시험 자동차 동작 조건

### (1) 국내 규격

시동대기 상태 (이그니션은 작동상태, 엔진은 정지상태)

### (2) SAE 규격

모든 Narrowband Source 작동상태이며, 경우에 따라 엔진을 작동할 수도 있음.

## 4) 비 고

### (1) 국내 규격

자동차 등에 장착된 전기, 전자장치의 발진 주파수가 9KHz 미만이거나, 88~108MHz의 주파수 범위내에서 라디오 공중선의 유기전압이 20dB $\mu$ V 미만인 경우는 기준에 적합한 것으로 봄.

### (2) SAE 규격

이는 자동차 등에 장착된 모든 Narrowband Sou-

orce에 대한 평가시험임. 즉 Microprocessor Clock Harmonics 및 Switched Mode Power Supply 등도 포함됨. CISPR 25에는 자동차에 장착된 Antenna에서 Broadband와 Narrowband Emission Level을 모두 측정하는 시험방법에 대한 규격임.(단품시험 포함)

### 3-3. 자동차 전자파 방사 내성 (EMS : Off-Vehicle Radiation Source)

기본적으로 국내규격은 유럽규격과 거의 유사한 바 국내 규격과 ISO 및 미국 SAE 규격을 중심으로 비교하고자 한다.

#### 1) 측정 주파수 범위

- (1) 국내 규격  
20MHz~1GHz

- (2) ISO 규격  
100KHz~18GHz (ISO),  
500KHz~18GHz (SAE)

#### 2) 기준 전파의 세기

- (1) 국내 규격  
20V/m (실효값), 시험주파수 범위의 90% 이상에 대한 기준전파의 세기는 24V/m임.

- (2) ISO 규격  
주 1) 참조

#### 3) 시험 전파의 세기

- (1) 국내 규격  
기준전파 세기값의 80% 이상, 다만 안전시험의 경우는 기준전파 세기값의 125% 이상으로 한다.
- (2) ISO 규격  
주 1) 참조

주 1) SAE의 경우

	CLASS A	CLASS B	CLASS C
L6	Region IV		
L5			
L4	Region III		
L3	Region II		Region II
L2	Region II		
L1	Region II	Region I	

Test Severity Level	Field Strength (Volts/Meter)
L 6	100
L 5	80
L 4	60
L 3	50
L 2	40
L 1	25

(기준전파의 세기 및 내성기준)

CLASS A : 편의성을 위한 기능(예. 오락성 및 안락성)

CLASS B : 성능을 향상시키나 자동차의 운전 및 조작에 필수적이지는 않는 기능 (예. 속도 표시)

CLASS C : 자동차의 운전 및 조작에 필수적인 기능 (예. 제동 및 엔진조종)

Region I : 시험 중이나 시험 후에도 정상 작동하는 상태

Region II : 시험 중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험 후 자동으로 정상 작동하는 상태

Region III : 시험 중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험 후 간단한 조작으로 정상 복원되는 상태

Region IV : 시험 후에도 기능이 정상으로 복원되지 못하는 상태

참고: 주 1)은 SAE를 기준으로 정리하였다. ISO에서는 시험 전파세기 구분을 20, 50, 80, 100V/m 의 4가지로 구분하며 내성기준은 SAE와 유사함. 다만 제작자와 시험자가 서로 협의가 된다면 100V/m 이상도 시험할 수 있다고 명기되어 있으며 구체적인 CLASS별 세부 자동차 기능은 자동차 제작사별로 약간의 상이하게 적용하고 있는 실정임.

국내 및 유럽 규격은 강제규격인 바 편의성은 제외하는 안전성 측면에서 규격이 고려됨.

따라서 최소한의 전계강도하에서 자동차의 안전 주행에 영향을 미치는 오작동은 발생해서는 안되며 이를 기준으로 규격이 작성된 것으로 사료됨.

#### 4) 전자파 내성기준

##### (1) 국내 규격

시험 중 자동차 구동바퀴의 속도 변화가 없어야 하며, 자동차 운전자와 보행자에게 혼란을 주는 성능저하가 없을 것, 또한 운전자나 다른 자동차 운전자 및 보행자 등이 감지할 수 있는 자동차 운전자 직접조종(제동, 조향, 엔진회전수 등)에 성능저하가 없을 것.

##### (2) ISO 규격

주 1) 참조

#### 5) 비 고

##### (1) 국내 규격

자동차 등의 직접 조종에 영향을 미칠 수 있는 전기, 전자 장치 등을 설치하지 아니한 자동차 등은 전자파 내성시험을 실시하지 않는다.

##### (2) ISO 규격

자동차에 장착된 모든 전기, 전자장치에 대하여 전자파 내성시험을 실시한다.

### 3-4. 자동차 전기, 전자장치 단위부품에 대한 전자파 내성

기본적으로 국내규격은 유럽규격과 거의 유사한바 국내 규격과 ISO 및 미국 SAE규격을 중심으로 비교하고자 한다.

#### 1) 측정 주파수 범위

##### (1) 국내 규격

20MHz~1GHz

##### (2) ISO 규격

100KHz~18GHz

#### 2) 시험방법 및 기준 전파의 세기

##### (1) 국내 규격

- 전자파 방사 : 24 V/m

- 150mm STRIPLINE : 48 V/m

- 800mm STRIPLINE : 12 V/m

- TEM Cell : 60 V/m

- BCI : 48 mA

##### (2) ISO 규격

주 2) 참조

#### 3) 시험 전파의 세기

##### (1) 국내 규격

기준전파 세기값 이상, 다만 안전시험의 경우는 기준전파 세기값의 125% 이상으로 한다.

##### (2) ISO 규격

주 2) 참조

#### 4) 전자파 내성기준

##### (1) 국내 규격

시험 중 자동차 구동바퀴의 속도 변화가 없어야 하며, 자동차 운전자와 보행자에게 혼란을 주는 성능저하가 없을 것, 또한 운전자나 다른 자동차 운전자 및 보행자 등이 감지할 수 있는 자동차 운전자 직접조종(제동, 조향, 엔진회전수 등)에 성능저하가 없을 것.

##### (2) ISO 규격

주 2) 참조

#### 5) 비 고

##### (1) 국내 규격

자동차 등의 직접조종에 영향을 미치지 아니하는 전기, 전자장치 단위부품은 전자파 내성 시험을 실시하지 않는다. 상기 시험방법 중 1가지 이상의 방법을 선택하여 시험할 수 있다.

##### (2) ISO 규격

주 2) SAE의 경우 전자파 방사 내성의 경우 Class 및 Region 구분은 자동차 본체와 같으며 Stripline 및 TEM Cell의 경우는 50, 100, 150, 200 V/m로 Test Severity Level을 구분함. BCI의 경우 25, 50, 75, 100mA로 Level을 구분하며 ISO도 이와 유사함. 자동차 본체 경우와 같이 구체적인 Class별 세부 기능은 제작사별로 약간의 상이하게 적용하고 있음.

자동차에 장착된 모든 전기, 전자장치에 대하여 전자파 내성시험을 실시한다.

#### IV. 자동차 관련 EMC 시험방법 검토

정보통신부고시 제1996-80호, 81호(96. 10. 9.)에 공표된 국내 자동차 EMC 시험기준과 ISO, CISPR 및 미국의 SAE, 유럽의 EC 규격과 비교하고자 한다.

그러나 현재 고시에 언급되어 있는 내용은 일반 시험방법이며, 세부시험 방법은 당해 대상기기를 검정 승인하는 기관의 장이 정하여 시행하는 바 현재까지 자동차에 대한 세부시험방법은 공식적으로 공표하지 않아 유럽규격과 CISPR, ISO 및 SAE 규격을 비교하기로 한다.

##### 4-1. 자동차 광대역 전자파 방사 (Broadband EMI)

###### 1) 측정장비

###### ① 유럽 규격

CISPR Pub. 16의 규격에 준하는 측정장비를 사용하며, 준 침투치 검파기를 사용하는 것을 원칙으로 한다. 다만 점화펄스율에 따라 보정된 경우에는 침투치 검파기를 사용할 수 있다.

###### ② CISPR 규격

유럽 규격과 동일함.

###### 2) 시험 장소

###### ① 유럽 규격

시험자동차와 공중선 사이의 중간점을 기준으로 최소 30미터 반경이내에 전자파 반사장해가 없는 평탄한 장소에서 시험한다. 전자파 무반사실 등 대응시험시설은 야외시험장과 상관관계가 있다면 사용할 수 있다.

시험 전, 후의 주위잡음은 전자파장해 방지기준의 기준치보다 최소 10dB 이하이어야 한다.

###### ② CISPR 규격

유럽 규격과 동일함. SAE에서는 주위잡음은 최소 6dB 이하를 요구함.

##### 3) 시험조건

###### 가) 자동차

###### ① 유럽 규격

엔진은 정상작동 온도상태이며, 기어는 중립상태로 한다. 엔진의 실린더가 1개 이상일 경우 검파기 모드에 관계없이 엔진 속도는  $1,500 \text{ rpm} \pm 10\%$ 로 한다.

###### ② CISPR 규격

엔진은 정상작동 온도상태이며, 기어는 중립상태로 한다. 준침투치로 측정할 경우 실린더 2개 이상일 경우의 엔진동작 속도는  $1,500 \text{ rpm} \pm 10\%$ 임.

다만 침투치 측정의 경우에는 검파모드에 관계없이 공회전 이상이면 됨.

###### 나) 공중선

###### ① 유럽 규격

반파장 공진 Dipole Antenna가 사용되며, 이에 표준화 되어질 수 있다면 어느 안테나도 사용할 수 있다.

###### ② CISPR 규격

유럽 규격과 동일함.

##### 4) 시험방법

###### 가) 시험 거리및 높이

###### ① 유럽 규격

10m와 3m법 시험 중 선택하여 시험할 수 있다. 자동차와 공중선사이의 거리가 10m일 경우에 공중선 높이는 3m이며, 3m법 시험일 경우에 공중선 높이는 1.8m로 한다. 이때 공중선의 어느 부분도 자동차가 접한 바닥면으로부터 0.25미터 이상의 간격이 있어야 하며, 대응시험실일 경우 흡수체로부터 1미터 이상 간격을 유지하여야 하며, 자동차와 공중선 사이에는 흡수체가 없어야 한다.

###### ② CISPR 규격



10m법 시험만 인정하며, 공중선 높이는 3m이다.

#### 나) 공중선 위치 및 측정값

##### ① 유럽 규격

공중선 위치는 자동차 길이 방향으로 엔진의 중앙을 기준으로 자동차의 오른쪽과 왼쪽에 위치하며 공중선의 극성을 수직 및 수평으로 변경하면서 시험한다. 시험은 30MHz 내지 1GHz 범위내에 13개의 시험주파수에서 최대 방사값을 측정한다.

##### ② CISPR 규격

유럽 규격과 동일함. 시험은 30MHz 내지 1GHz 범위내에 11개의 시험주파수에서 최대 방사값을 측정한다. SAE는 Sub 주파수 밴드별로 Scan하며, 별도로 Spot Frequency 측정도 가능함.

#### 다) 측정 검파기 및 대역폭

##### ① 유럽 규격

준침두치 측정의 경우에는 120KHz 대역폭을 사용하고, 침두치 측정의 경우에는 1MHz 대역폭 사용시에는 38dB를 더하고, 1KHz 대역폭에서는 22dB를 감하여 사용한다.

##### ② CISPR 규격

유럽 규격과 동일함.

#### 4-2. 자동차 협대역 전자파 방사 (Narrowband EMI)

유럽 규격은 자동차에 장착된 전기, 전자장치의 발진 주파수가 9KHz 이상인 Micro-Processor Clock Harmonis 및 다른 Narrowband Source에 대한 협대역 방사량 측정에 대한 시험방법 및 규격이며, SAE는 자동차에 장착된 모든 Narrowband Source에 대한 평가 시험이다.

즉, Micro-processor Clock Harmonics 및 Switched Mode Power Supply 등도 포함된다.

또한, CISPR 25는 자동차에 장착된 Antenna에서 Broadband와 Narrowband Emission Level을 모두 측정하는 시험방법에 대한 규격이다. 따라서, 서로 규격간의 측정 주파수 및 기준 Level도 상이

한 바 각각의 시험방법 등에 대한 조목별 비교검토는 어렵다. 그러므로, 전체적으로 규격별 비교 검토 하고자 한다.

##### 1) 유럽 규격

기본적으로는 광대역 전자파 방사 시험방법과 거의 유사하고, 침두치 검파기와 평균치 검파기를 사용하며, 자동차 시험조건은 이그니션은 작동상태이고, 엔진은 정지 상태(즉 시동 대기 상태)이어야 한다.

또한 자동차 등에 장착된 전기, 전자장치의 발진 주파수가 9KHz 미만이거나 88~108MHz의 주파수 범위내에서 라디오 공중선의 유기전압이 20dB $\mu$ V 미만인 경우는 기준에 적합한 것으로 본다.

##### 2) SAE 규격

측정 주파수는 10KHz~1GHz이며, 측정거리는 3미터임. 야외 시험장과 전자파 무반사실에서 시험이 가능하며, 침두치와 준침두치 검파기를 사용할 수 있다.

공중선은 10KHz 내지 30MHz에서는 1미터 MONOPOLE, 60cm LOOP Antenna를 사용하며, 200MHz까지는 Biconical Antenna, 1GHz까지는 Logperiodic Antenna를 사용하여 시험한다. 공중선의 위치는 자동차 중앙 전면, 중앙 후면, 주 Noise원의 같은 선상에 있는 좌 또는 우측면에서 시험한다.

자동차 시험조건은 모든 전기, 전자장치는 작동 상태이며, 최대로 Noise를 발생시키는 모드를 설정하여야 한다. 경우에 따라서는 엔진을 작동시킬 수도 있다.

##### 3) CISPR 규격

자동차에서 발생하는 광대역 및 협대역 전자파 방사로 인한 당해 자동차에 장착된 무선수신기의 수신상태를 보호하기 위한 방사량의 규제 및 시험방법에 대하여 규정한다. 측정 주파수는 150KHz~

1 GHz이며 측정은 자동차에 장착된 라디오의 안테나에서 측정한다. 규제치는 Noise의 종류(Broadband Continuous, Broadband Short Duration, Narrowband)에 따라 달리 적용한다. 또한 자동차에 설치되어진 공중선을 측정용 공중선으로 사용하며 자동차에 공중선이 장착되지 않을 경우에는 주파수에 따른 별도의 공중선(주로 1미터 및 1/4 파장 Mono-Pole Antenna)을 사용한다. 검파기 모드에 따른 Minimum Scan Time 및 대역폭은 별도로 규정되어 있다.

### 4-3. 자동차 전자파 방사 내성 시험 (EMS)

#### 1) 시험 장소 및 설비

##### ① 유럽 규격

전자파 내성기준에서 규정한 전주파수 범위내에서 전계강도를 발생시킬 수 있어야 하며 신호발생기, 증폭기, 전계강도 측정장치 및 관측장치 등이 사용됨.

##### ② ISO 규격

유럽 규격과 동일함. 시험설비의 주변온도는  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 이어야 하며, 배터리 전압은 12.2, 24.4V 이상이어야 한다.

#### 2) 시험조건

##### 가) 자동차

##### ① 유럽 규격

- 자동차는 공차상태임.(필요한 장비는 적재함)
- 원동기는 매시 50킬로미터로 구동하며 자동차는 차대동력계 위에서 시험한다. 차대동력계를 사용할 수 없을 경우에는 최소한의 높이로 전기적으로 절연된 차축 지지대를 설치하여 시험할 수 있다.
- 전조등은 변환빔으로 한다.
- 좌 또는 우측 방향지시 등은 작동상태로 한다.
- 자동차는 시험결과에 영향을 주지 않도록 시험장 및 측정 장비로부터 전기적으로 격리되어 있

어야 한다.

##### ② ISO 규격

자동차는 차대동력계 및 회전대위에 위치하며 시험하고자 하는 대상에 따라 시험대상품의 작동상태를 결정한다. 이는 시험전 미리 시험 계획에 의하여 협의하고 결정되어야 한다.

#### 나) 공중선 및 관측 장비

##### ① 유럽 규격

- 전자파 내성기준의 만족여부 확인을 위하여 비디오 카메라 등을 설치하여 자동차 외부와 승객석 부분을 확인하여야 한다.
- 전계발생장치로는 공중선 및 전송라인 시스템을 사용한다.
- 자동차와 공중선은 통상 마주 보도록 배치한다. 그러나 전자 제어 장치와 관련 배선들이 후면에 있는 경우에는 후면에서 시험할 수 있다.

##### ② ISO 규격

유럽 규격과 동일함.

#### 3) 시험방법

##### 가) 시험 거리 및 높이

##### ① 유럽 규격

- 공중선 높이는 1.5미터 이상으로 하며 바닥으로부터는 최소 0.25미터 이상 떨어져야 한다.
- 공중선과 자동차와의 거리는 멀수록 유리하며 보통 1내지 5미터 이내이다.
- 전계 발생장치의 방사부위는 흡수체로부터 최소 1미터 이상 떨어져야 하며 공중선과 시험자동차 사이에는 흡수체가 없어야 한다.
- 전계 발생장치의 방사부위는 자동차의 외부 차체 표면과 최소 0.5미터 이상 떨어져야 하며 자동차 길이방향의 중심축에 위치하여야 한다.

##### ② ISO 규격

유럽 규격과 동일함.

#### 나) 시험주파수 및 시험신호

##### ① 유럽 규격

- 20MHz 내지 1GHz 주파수 범위내에서 다음의

시험주파수로서 시험을 실시하며, Dwell Time은 최소 2초 이상으로 하고, 각 시험 주파수별로 수직 또는 수평편파로 시험하여야 한다.

시험주파수 : 27, 45, 65, 90, 120, 150, 190, 230, 280, 380, 450, 600, 750, 900 MHz

- 시험 신호는 1KHz 정현파에 변조도  $0.8 \pm 0.04$  진폭변조된 신호를 사용하며, 시험신호의 최대 포락선은 비변조된 정현파 실효값의 최대 포락선과 동일하여야 한다.

## ② ISO 규격

- 시험 주파수는 100KHz~18GHz이며, Dwell Time은 최소 2초 이상으로 하며, 각 시험 주파수별로 수직 및 수평편파로 시험하여야 한다. 시험주파수는 다음의 주파수 스텝 간격으로 시험을 실시하여야 한다. 1MHz까지는 100KHz, 1~10MHz는 1MHz, 10~200MHz는 2MHz, 200MHz~1GHz는 20MHz, 1~18GHz는 200MHz 간격으로 시험을 실시하며, 문제점 발생 시에는 시험주파수 간격을 좁혀 정확한 문제점 발생 주파수와 전계강도를 확인하여야 한다.
- 시험 신호는 무변조(CW)신호 및 1KHz 정현파에 변조도  $0.8 \pm 0.04$  진폭변조된 신호를 사용하며, 시험 Level은 무변조 신호의 실효값으로 표현한다.

## 다) 전계강도 인가방법

### ① 유럽 규격

- Substitution Method를 사용하며, 먼저 시험실내 자동차를 위치하지 않은 상태에서 각 교정 주파수별로 기준점에서의 요구된 전계강도를 인가한다. 이 경우 측정된 순방향 전력 등 각종 매개변수를 기록하며 교정시험 주파수는 20MHz에서 시작하여 전주파수의 2퍼센트보다 적은 단계로 1,000MHz까지 실시한다.

다음 시험자동차를 시험조건에 부합되도록 시험실내에 위치한 후 각 시험주파수별로 요구되는 순방향 전력(Forward Power) 등을 전계발생장치에 인가한다. 이 경우 시험장치의 배

열 및 장비는 교정단계시 사용한 것과 동일하게 사용하여야 한다.

### ② ISO 규격

Substitution Method와 Closed Loop Method 중 1가지 시험방법을 선택하여 시험한다.

- Substitution Method 사용시 기준 Parameter로서 순전력(Net Power)을 사용한다. 교정 단계의 시험 주파수는 측정 주파수와 동일하다. 측정하는 동안 Net Power는 Forward Power에서 2 dB 증가 한계까지의 교정값에 비례하여 유지되어야 한다.
- Closed Loop Method는 교정단계 없이 실제 전계강도 프로브를 시험자동차에 설치하여 실제의 전계를 측정하면서 원하는 전계강도를 인가하는 방법을 말하며, 전계강도 프로브의 위치는 보통 후드 Slot 중앙 위로  $0.3 \pm 0.05$ 미터 및 A Pillar 부분의 자동차 위로  $0.3 \pm 0.05$ 미터에 설치한다.

## 라) 측정기준점 (Substitution Method 사용시)

### ① 유럽 규격

- 공중선 위상 중심으로부터 최소 수평으로 2미터 또는 전송라인 시스템의 방사부위로부터 수직으로 최소 1미터
- 자동차 중심선위(길이방향으로 대칭인면)
- 자동차가 접한 바닥면위로  $1.0 \pm 0.05$ 미터 또는 자동차 높이가 3.0미터를 초과하는 경우는  $2.0 \pm 0.05$ 미터
- 자동차 앞측의 중앙선으로부터 자동차의 중앙 쪽으로  $0.2 \pm 0.2$ 미터 또는 자동차의 앞 유리외 본넷트가 접하는 면으로부터 자동차 내부로  $1.0 \pm 0.2$ 미터, 어느 경우든 기준점은 공중선에 가깝게 설정하여야 한다.

### ② ISO 규격

측정 기준점은 유럽규격과 동일함.

## 마) 전계 균일성

### ① 유럽 규격

Substitution Method의 Calibration 단계 동안

다음의 위치에서 교정 시험주파수 중 최소 80퍼센트 이상이 기준 전계강도의 50퍼센트 이상이 되어야 한다.

- 전계발생장치 사용의 경우에는 기준점과 동일한 높이에서 기준점을 통해 지나가는 선과 자동차 길이방향으로 대칭인면에 수직인 기준점의 양쪽으로  $0.5 \pm 0.05$ 미터
- 전송라인 시스템을 사용하는 경우에는 기준점과 동일한 높이에서 길이방향으로 대칭인 선을 따라 기준점을 통해 지나가는 선위로  $1.5 \pm 0.05$ 미터

## ② ISO 규격

Substitution Method의 Calibration 단계동안 200MHz 이상의 주파수에서 기준점을 중심으로 직경 1.5미터의 수평면내에 교정 시험주파수 중 최소 80퍼센트 이상이 기준 전계강도의  $\pm 3$ dB 이내이어야 한다.

### 4-4. 자동차 전기, 전자 단위부품 전자파 내성 시험 (EMS)

유럽규격과 ISO 및 SAE 규격을 비교하면 기본적으로 자동차 본체 시험의 경우와 같은 차이점을 가지고 있다. 예를 들면 전계강도 인가방법, 시험 신호 등이 이에 해당된다.

전자파 방사시험의 경우는 ISO와 SAE규격은 거의 동일하며 유럽 규격과는 안테나 거리 및 위치, 시험 배선의 길이 등에서 약간의 차이점이 있으며 TEM Cell 시험 및 BCI 시험의 경우는 거의 유사하다. 특히 스트립 선로시험은 유럽규격만 150mm, 800mm 시험방법이 있으며, ISO 및 SAE는 150mm 스트립선로 시험만 있다.

## V. 결 론

자동차 관련하여 EMC 규격 현황을 보면, 1990년대 들어서 비로소 모든 EMC 규격이 정립된 것을

느낄 수 있을 것이다. 그만큼 최근에 들어서 자동차 EMC가 집중 거론되며, 국제적으로 활발히 논의되고 있다. 따라서 이에 대한 적극적인 대응이 필요한 실정이다.

자동차 EMC 문제는 설계 초기단계에서 최대한 고려하지 않으면 Control Module의 Size Up, Wiring Route 변경, PCB Pattern 변경 등 많은 시간과 원가상승을 초래한다. Control Module 및 Wiring Harness 설계시 최대한 Noise Suppression을 고려하고, Proto Type Car Level에서 실차 Level의 EMC Test를 실시하고 문제점은 양산전에 걸러야 한다.

세계적으로 Noise 분석에는 정확한 해결방법이 없기 때문에 기본 원칙을 지키고, 실차 LEVEL의 EMC TEST를 반복 수행하여 가장 효과적인 방법을 찾는 것이 중요한 관건이다. 이를 위하여 모든 제작사에서는 설비확보와 연구에 많은 투자가 필요하다.

이에 따라 차량의 원가가 상승되고 지역간, 국가간 무역장벽으로 나타나며 이미 기술적으로 선진화된 자동차사들의 압력으로 지속적인 강력한 규제가 자국의 이익을 위해 적용될 것이며, 이는 비관세 무역장벽으로도 활용될 것이다. 이를 대처하기 위해서는 국제적인 동향에 대한 적극적인 대응과 국내 업체들간의 상호 협력을 통해 국가 경쟁력을 키워야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] P. Anderson, "Automotive EMC Standards", *Proceeding of EMC/ESD International*, 1992
- [2] W. Sperber, "SAE Automotive Electromagnetic Immunity Standards", *Proceeding of EMC/ESD International*, 1992
- [3] Council Directive 95/54/EC, "Radio Interference (Electromagnetic Compatibility)

- 
- of Vehicles”, Nov. 1995
- [4] SAE J 551, “Performance Levels and Methods of Measurement of Electromagnetic Compatibility of Vehicles and Devices (60Hz to 18GHz)”, March. 1994
- [5] SAE J 1113, “Electromagnetic Compatibility Measurement Procedures and Limits for Vehicle Components (Except Aircraft) (60Hz to 18GHz)”, July. 1995
- [6] ISO 11451, “Road Vehicles-Electric Disturbance by Narrowband Radiated Electromagnetic Energy-Vehicle Test Method”, 1993
- [7] ISO 11452, “Road Vehicles-Electric Disturbance by Narrowband Radiated Electromagnetic Energy-Component Test Method”, 1993
- [8] CISPR 12, “Limits and Methods of Measurement of Radio Interference Characteristics of Vehicles, Motor Boat, and Spark-Ignited Engine-Driven Device”, 1990
- [9] CISPR 25, “Limits and Methods of Measurement of Radio Disturbance Characteristics for The Protection of Receivers Used on Board Vehicles”, 1993
- [10] SAE, “EMC Automotive Testing for Electromagnetic Compatibility TOPTEC”, Sep. 1995
- [11] 정보통신부 고시 1996-78호, “전자파 장해 기기의 전자파장해 방지기준”, Oct. 1996
- [12] 정보통신부 고시 1996-79호, “전자파 장해 기기의 전자파 내성기준”, Oct. 1996
- [13] 정보통신부 고시 1996-80호, “전자파장해 방지 시험방법”, Oct. 1996
- [14] 정보통신부 고시 1996-81호, “전자파내성 시험방법”, Oct. 1996

==== 저자소개 ====

1987년 : 인하대학교 전자공학과 졸업  
 1986년 12월~1993년 10월 : 현대자동차  
 승용제품개발연구소 전자기술부  
 1993년 11월~현재 : 교통안전공단  
 자동차성능시험연구소  
 시험검사실 연구원  
 현 업무 : 자동차 전자파(EMC)관련 시험,  
 평가 및 연구 개발