

국내 차량용 능동 안테나의 잡음층 측정 및 분석

최재훈* · 박명운** ·

이주한***

* 한양대학교
전자전기컴퓨터공학부

** 대우자동차

*** 쌍용자동차

I. 서 론

차량에 대한 소비자의 다양한 욕구충족에 따른 보다 진보된 방송 및 통신수신 시스템들이 채택되고 있는 상황에서 양질의 전자파 품질을 구현하기 위한 안테나들이 개발되고 있다. 본 논문에서는 국내 각 자동차사의 다양한 안테나 형태의 차량을 선정, CISPR 25 기준과 동일한 시험방법 및 측정설비로 시험하여 액티브 안테나 장착조건 및 유형에 따른 차이와 CISPR 25에서 규정한 한계치의 적합성 여부를 재 확인하고, 시험방법의 문제점 및 NP를 도출하였다.

II. 시험 차량별 안테나 조건

2-1 시험 안테나 조건

본 연구에서는 측정을 위하여 POLE 안테나와 GLASS 안테나를 이용하였다. 안테나 타입 및 장착 위치는 <표 1> 안테나 모듈 특성은 <표 2>에 기술하였다. 액티브 안테나 모듈 내의 필터는 삽입손실, 정재파비, 통과대역평탄도(Passband Ripple), 감쇄특성 등이 고려되어야 하며 특히 감쇄특성(Attenuation)이 잡음 층 상승에 영향을 미치기 때문에 통상적으로 60 dB이상의 특성이 요구된다. 액티브 안테나로

수신된 강전계, 멀티패스, 약전계의 신호는 증폭기에서 2~10 dB가 증폭되어 차량 내 수신기로 보내지게 되는데 여러 형태의 차량 전장품들의 잡음층이 함께 증폭되어질 수 있다.

2-2 시험 차량 작동조건 및 계측기

시험 차량 안테나의 작동 조건은 다음과 같다.

(1) 협대역 전자파 방사량(Narrowband Emission) 측정 조건

- 이그니션 ON (Engine ECU, TCU 등 각종 Unit CPU Clock 작동조건임)

- 라디오 ON (FM:90.1 MHz / Volume 10)

(2) 광대역 전자파 방사량(Broadband Emission) 측정 조건

- 엔진 Idle Running(점화계통 작동/차량 내 전기 전자 관련부품 미작동조건임)

- 라디오 ON (FM:90.1 MHz / Volume 10)

측정을 위한 시험 설비는 CISPR 12 및 CISPR 25를 만족할 수 있는 공인 설비인 국내 자동차 성능시험소 EMC Anechoic Chamber를 사용하였다. 시험 계측기 사양은 다음에 기술하였다.

- 계측장비 명 : EMI Test Receiver

- 제조사 : Rohde & Schwarz

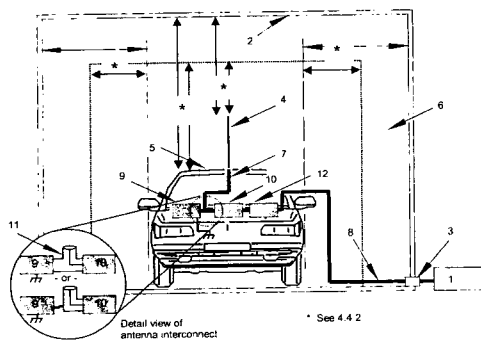
「본 연구는 2001년도 전자파 장애 및 내성 분야 표준화 연구 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.」

〈표 1〉 시험차량의 안테나 조건.

차 종	엔진형식	안테나 Type	장착위치
A-CAR 국산중형차	2.0 LPG	Active Antenna (Glass Antenna)	Rear Glass
B-CAR 국산중형차	2.0 GSL	Active Antenna (Glass Antenna)	Rear Glass
C-CAR 국산RV차	2.0 DSL	Active Antenna (Glass Antenna)	Quarter Glass
D-CAR 국산중형차	2.0 GSL	Passive Antenna (Glass & Pole Antenna)	Rear Glass Rr Side
E-CAR 국산대형차	3.2 GSL	Passive & Active Antenna (Glass & Pole Antenna)	Rear Glass Rr Side

〈표 2〉 FM 액티브 안테나 모듈 특성.

NO.	Specification Data	A-CAR	B-CAR	C-CAR	D-CAR	E-CAR
1	Frequency Range	76 ~ 108 MHz	←	←	←	←
2	Output Impedance	75 Ohm	←	←	←	←
3	V.S.W.R	1:4	←	1:2	1:1.8	1:2
4	Gain	6 dB	5 dB	5 dB	-	6 dB
5	Gain Frequency Response	±2 dB	±2 dB	←	-	±2 dB
6	Gain Temperature Response -20°C ~ +60°C	2 dB	1 dB	←	←	←



Key:

- 1 Measuring instrument
- 2 ALSE
- 3 B/U-head connector
- 4 Antenna (See 5.1)
- 5 EUT
- 6 Typical absorber material
- 7 Antenna coax of cable
- 8 High-imp. by double shielded coaxial cable (50 Ω)
- 9 Housing of on-board radio
- 10 Impedance matching unit (when required)
- 11 Modified coaxial "T" connector
- 12 All broadcast band ground net on network (when required)

[그림 1] 차량용 안테나의 방사 측정 배치도.

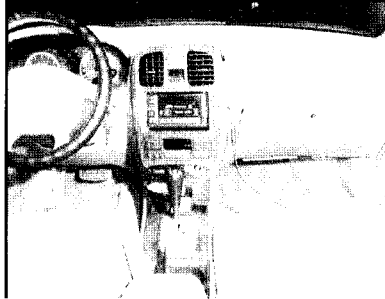
- 모델명 : ESS(ES-K1)
- 주파수 범위 : 5 Hz ~ 1,000 MHz
- 사용 검파기 : 첨두치 검파기 (Peak Detector)

계측을 위하여 시험 주파수 대역은 FM(87 MHz ~ 108 MHz)로 하였고, 장비의 최소 주사 시간(SCAN time)은 10 S/MHz로, 대역폭(Bandwidth)은 120 KHz로 설정하였다.

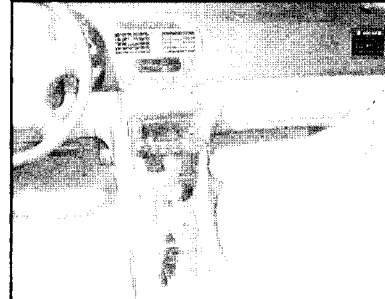
2-3 시험 방법 및 절차

[그림 1]은 CISPR 25에 의거한 차량용 안테나의 방사 측정 장치의 배치도이다.

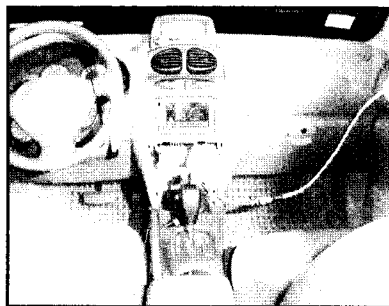
각각의 시험차량을 외부의 방해원이 차단된 EMC Anechoic Chamber에 위치한 후 차량 안테나로 Ambient Noise를 측정하였다. 차량용 수신기(오디오)는



[그림 2] A-Car Test Set-up.



[그림 3] B-Car Test Set-up.



[그림 4] C-Car Test Set-up.



[그림 5] D-Car Test Set-up.

<표 3> 방해 원에 대한 한계치.

방송대역	주파수 MHz	수신기 안테나 터미널에서의 잡음전압(dB μ V)				
		광대역 연속 주기		광대역 짧은 주기		협대역
		준침두치	침두치	준침두치	침두치	침두치
MW	0.53 ~ 2.0	6	19	15	28	0
VHF	87 ~ 108	6 (15)	28	15	28	6

이 표에 명시된 광대역 값들은 <표 2>에 명시된 대역폭에 대해서만 유용함.
 FM방송 대역에서는 모노(Mono)신호보다 스테레오(Stereo)신호가 더욱 전자파 방해에 민감하며, 이것이 VHF (87 M ~ 108 M)대역의 값에 적용되었음.
 () 값은 이그니션 시스템에 대한 리미트 값임.
 MW : Medium Wave (Amplitude Modulation, AM)
 VHF : Very High Frequency(Frequency Modulation, FM)

[그림 2]~[그림 5]와 같이 탈거하여 차량 안테나에 외부의 시험계측기(EMI Test Receiver)로 연결하고 협대역 전자파 방사량(Narrowband Emission) 측정

조건 및 광대역 전자파 방사량(Broadband Emission) 측정 조건에 따라 차량 안테나로 유입되는 차량 전자파 잡음을 측정장비로 측정하였다. 각 시험차량과

시험차량 외부에 있는 측정장비 간의 Ground와 안테나 단자전압의 기준 값은 별도로 고려하지 않고 시험차량의 조건으로 측정하였다.

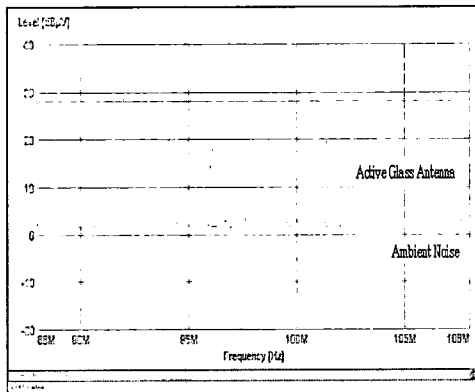
Ⅲ. 측정 결과

시험 결과 판단을 위하여 시험 차량용 수신기 안테나 단자를 기준하여 측정된 잡음 층에 대하여 방해

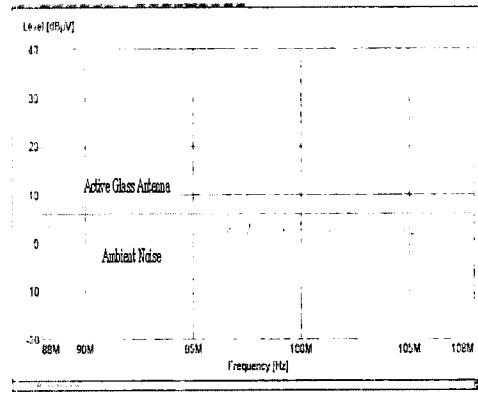
원 한계치의 상관관계 <표 3>은 CISPR 25, CISPR/D256/CDV를 참고하였다.

3-1 액티브 안테나 적용 차량

[그림 6], [그림 7], [그림 8]은 각 시험차량의 FM 주파수 대역에 대한 A(Optima), B(Magnus), C(Santafe) CAR의 시험결과이다. 시험 중 협대역 (IG on/

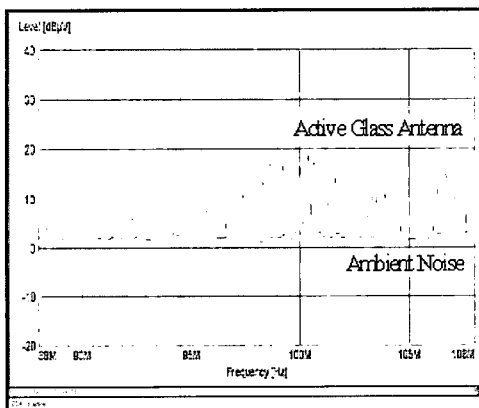


(a) Broadband Emission.

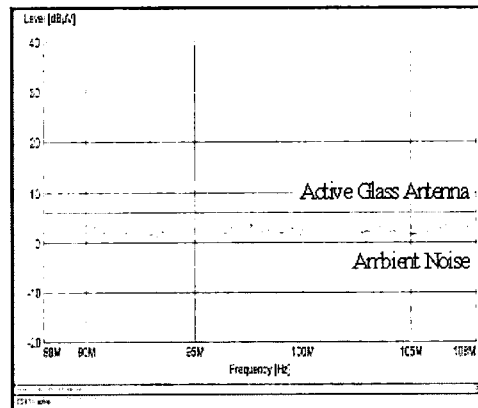


(b) Narrowband Emission.

[그림 6] FM대역 시험 차량(A-Car).

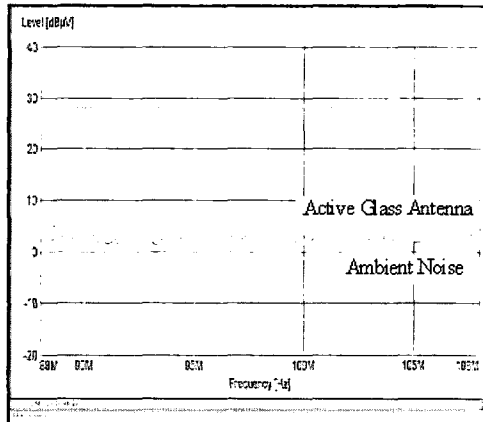


(a) Broadband Emission.

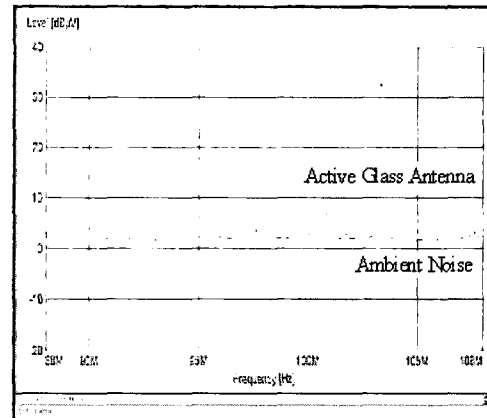


(b) Narrowband Emission.

[그림 7] FM대역 시험 차량(B-Car).



(a) Broadband Emission.



(b) Narrowband Emission.

[그림 8] FM대역 시험 차량(C-Car).

전장부하 off), 광대역(시동조건/전장부하 off) 조건으로 시험측정하였다. CISPR 25 한계치를 기준하여 분석한 결과 주변 잡음대비 약간의 상승 현상을 볼 수 있었으나 모듈 이득의 값과 대비하는 상승현상은 나타나지 않았고 상승된 잡음층은 시험 차종에 따라 크게 차이는 발생되지 않았다. 특히 A-CAR는 [그림 6]의 (a)와 (b)처럼 광대역 및 협대역 특성에서 측정 잡음 층이 주파수 변화에 따라 CISPR 25 한계점을 초과하는 상태를 볼 수 있으며, B, C-CAR는 광대역, 협대역 모두 한계치를 초과하지 않았다. 이는 안테나의 특성(감쇄특성 및 이득 등)과 전장품류의 영향이 이격되었거나 EMI 대책 등으로 볼 수 있다.

3-2 패시브 안테나 적용 차량

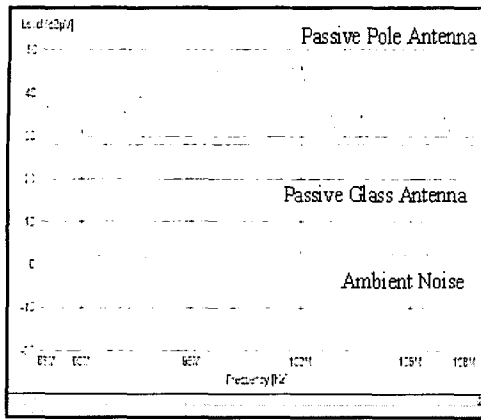
[그림 9], [그림 10]은 시험차량의 FM 주파수 대역에 대한 D-CAR(SM 5)의 1차, 2차 시험 결과이며 시험 중 차량조건은 협대역(IG on /전장부하 off), 광대역(시동조건/전장부하 off)을 조건으로 시험측정 하였다. CISPR 25 한계치를 기준하여 분석한

결과 주변 잡음대비 많은 상승현상을 볼 수 있었다. 그러나 본 결과가 차량 전장품의 노이즈로 인한 것인지 분석하기 위해서 동일조건으로 시험한 2차 결과에서도 광대역의 경우는 유사한 결과를 보였지만 협대역의 경우는 [그림 9](b)와 [그림 10](b)에서와 같이 상이한 결과가 도출되었다.

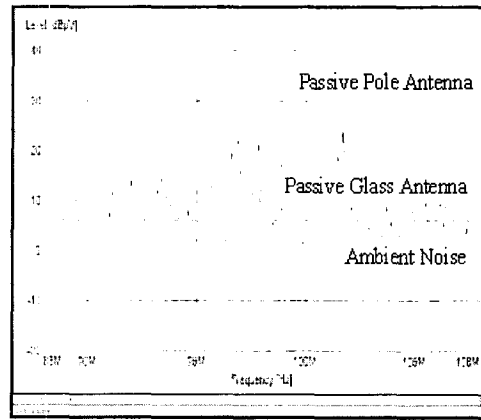
3-3 액티브/패시브 안테나 동시 적용 차량

[그림 11]은 시험차량의 FM 주파수 대역에 대한 E Car(Chairman)의 시험 결과이다. 시험중 협대역 (IG on/전장부하 off), 광대역(시동조건/전장부하 off) 조건으로 시험측정하였다. 시험차량은 Diversity System을 장착한 차량으로서 Passive Pole Antenna와 Active Glass Antenna를 동시에 사용하는 차량이다. [그림 11](a)는 장착된 모든 Antenna의 Ambient Noise를 보여주고 있다. 그림 11(b)는 Passive Pole 안테나의 Narrow Band Emission의 결과이며 측정된 잡음층이 주파수 변화에 따라 CISPR 25 한계점을 초과하는 상태를 볼 수 있다.

[그림 11](c)는 Active Glass Antenna의 Ampli-

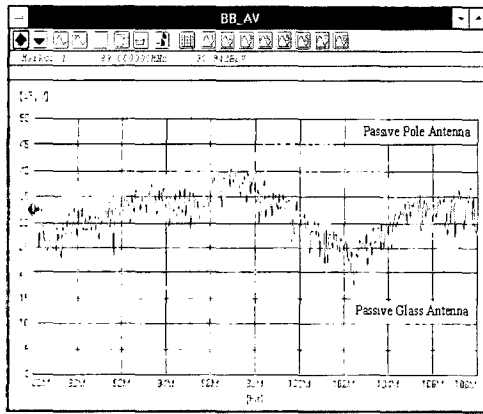


(a) Broadband Emission.

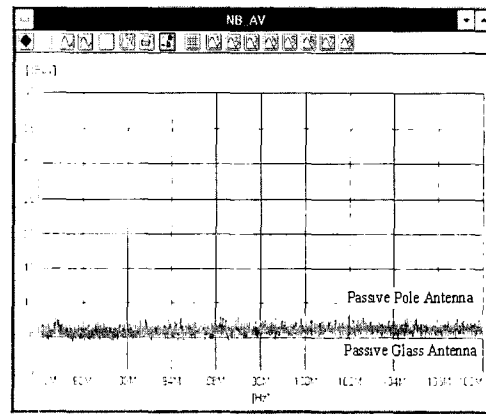


(b) Narrowband Emission.

[그림 9] FM대역 시험 차량(D-CAR)-1차시험 결과.



(a) Broadband Emission.



(b) Narrowband Emission.

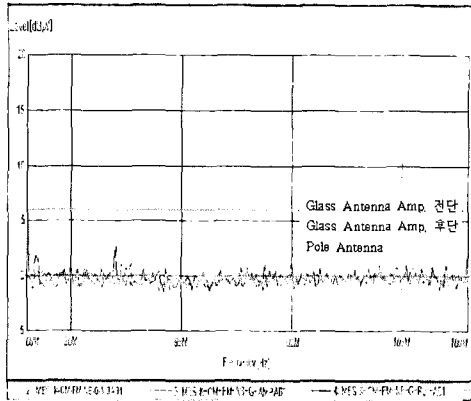
[그림 10] FM대역 시험 차량(D-CAR)-2차 시험 결과.

fier(Antenna Module에 내장된)를 거치지 않고 나오는 잡음과 Amplifier를 거쳐서 나오는 잡음을 비교한 것이다. 그래프에서처럼 확연히 Noise가 증폭되어 나타나는 현상을 확인할 수가 있다. 그러나 Amplifier를 거치지 않은 Noise도 일부 주파수대역에서는 CISPR 25의 Limit Line을 벗어나는 것을 볼 수가 있으며, Amplifier를 거치는 경우는 거의 전 대역에서 Limit Line을 벗어남을 확인할 수 있다.

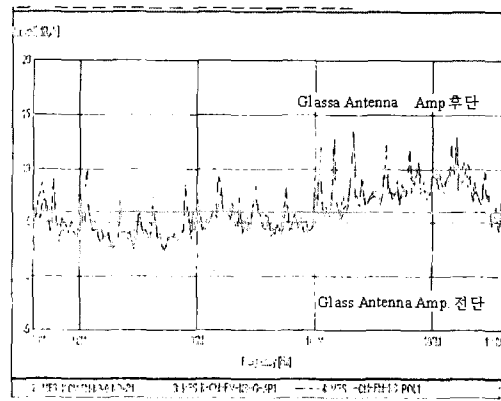
[그림 11](e), (f), (g)의 Broadband Emission의 시험 결과에서도 확인할 수 있듯이 Active Antenna Amplifier 장착)의 경우는 Noise Floor가 상승함을 확인할 수 있었으며, 그 상승폭은 Active Antenna Module의 특성에 따라 변화함을 알 수가 있다.

3-4 CISPR 25 한계치에 대한 측정 첨부치

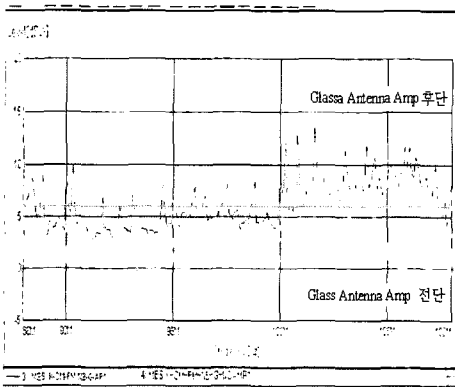
<표 4>는 시험 차종별 측정결과 중 가장 높은 잡



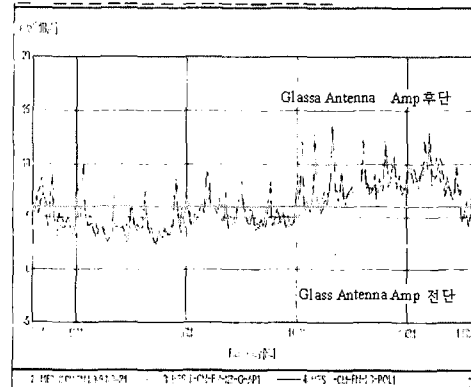
(a) Ambient Noise.



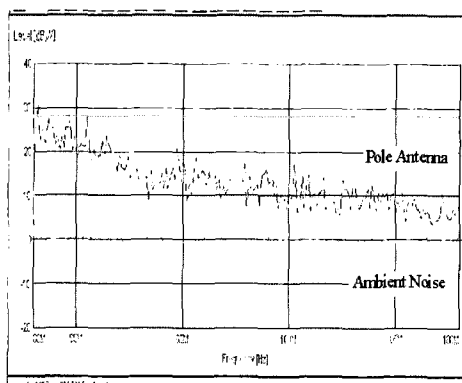
(b) Narrowband Emission Pole Antenna Only.



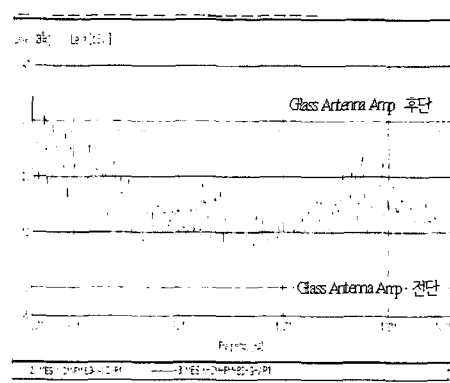
(c) Narrowband Emission-Glass Antenna Amp.
전/후단 비교.



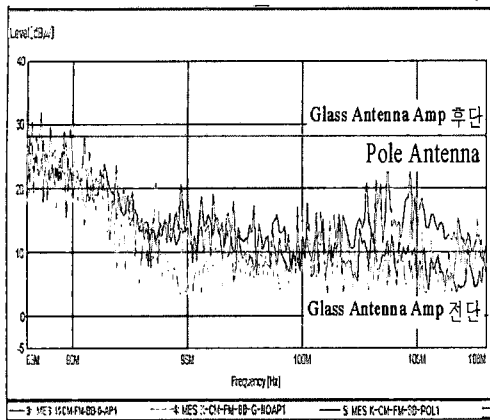
(d) Narrowband Emission-All.



(e) Broadband Emission.



(f) Narrowband Emission-Glass Antenna Amp.
전/후단 비교.



(g) Broadband Emission-All.

[그림 11] FM대역 시험 차량(E-Car).

음 전압 및 주파수를 정리하여 본 결과 A-Car, C-Car, D-Car의 차종이 CISPR 25 한계치를 초과하고 있다. 이는 액티브 안테나 모듈특성 또는 시험차종의 전장 부품에 의해 나타난 결과로 판단되지만 본 연구에서는 초과하는 경향만을 보기 위한 평가의 목적으로 하였기 때문에 참고 Data로만 하고자 한다. 그리고 외국도입차종(Explorer/4Runner/Durango 등) 시험결과 패시브 안테나 조건에서 CISPR 25 제한치를 초과한 것으로 평가되었다. 이는 현 CISPR Limit의 현실성 문제 즉, Limit Line을 벗어났는데도 차량 무선수신기에 영향을 끼치지 않으므로 인하여 각 자동차 회사들이 실질적으로 CISPR 25의 권고규격을 사용하지

않다고 볼 수 있으며, 실질적으로 국내의 경우도 각 자동차 회사들이 본 규격을 적용하는 경우도 있지만 적용하지 않는 경우도 있다고 볼 수 있다.

3-5 실험 결과 고찰

(1) 시험차량의 엔진형식별 액티브 안테나의 장착 위치별 큰 차이는 발견되지 않았지만 액티브 안테나에 의한 잡음층 상승을 확인할 수 있었다. 결국 액티브 안테나 경우 모듈의 특성과 근접 전장부하의 영향이 절대적이라고 볼 수 있으며 또한 시험결과 액티브/패시브의 잡음층이 현재의 CISPR 25 기준 한계치를 초과하는 경우 <표 4>를 볼 때 CISPR 25 한계치가 최초 설정된 당시보다 차량수신기에 장해를 줄 수 있는 전장부품류가 증가되어 적용되고 있기 때문에 CISPR 25의 기준 한계치를 현재보다 더 엄격하게 낮춰야 하는지 혹은 더 높은 범위까지 허용할 수 있는지에 대한 의문이 생길 수 있다.

(2) 시험을 수행하면서 측정 시 발생한 문제점

- 각 시험차량의 안테나 단자전압을 동일조건으로 유지하지 못하였으며 (이는 CISPR 25에도 언급이 없음), 공급전원을 동일하게 유지하기 위해서는 별도의 전원공급이 필요하며 이 경우 Decoupling Network이 필요할 것이다.

- 시험 중 사용된 각종 Connector, RF-동축 Cable,

<표 4> 주파수별 측정 침투치 결과.

차종	광대역(한계치 28 dB μ V)		협대역(한계치 6 dB μ V)	
	주파수(MHz)	측정 침투치(dB μ V)	주파수 (MHz)	측정 침투치(dB μ V)
A-Car	92.0	28.79	93.0	8.69
B-Car	100.4	18.83	98.3	5.50
C-Car	92.0	23.08	100.8	7.02
D-Car	97.8	48.61	92.7	33.19
E-Car	88.0	36.47	101.6	14.20

EEC 95/54 RFI 협대역 한계치 20 dB μ V 임.

Cable Loss 등의 감쇄 요인을 반영하지 못하였으므로(실제 각 자동차회사마다 상이한 것을 사용) 이 부분에 대한 표준정립이 필요하다. 즉, 측정장비와 안테나 중단간에 사용되어지는 측정 Cable의 길이, Type, VSWR, Impedance 특성 등에 대한 정립이 요구되는 것이다. 왜냐하면 측정장비의 전체적인 Noise Floor(측정장비, Coupling Network, PREAMP 등)가 CISPR 25 Limit Line보다 6 dB 이상일 경우 결과치의 유효성을 인정하기 어렵기 때문이다.

- 만약 Active Antenna로 측정 시 Limit Line을 벗어난 경우 과연 이것이 Active Antenna에 기인한 것인지, 전장품에서 발생하는 Noise에 기인한 것인지를 규명할 수 있는 새로운 시험방법/검증방법의 제시가 필요하며 이는 Reference로 CISPR 25에 정해져야 할 것이다.

- Diversity Antenna System을 장착한 차량의 경우 각각의 안테나를 개별적으로 측정할 것인지, Diversity Unit의 Output에서만 측정을 할 것인지를 규정해야 할 것이다.

(3) 2001년 영국의 브리스톨 CISPR SC D WG2 회의 시 독일에서 제안된 내용을 보면 CISPR 25 Table 5 Limits of Disturbance Complete Vehicle 아래의 Note가 다음과 같이 변경되어야 한다고 제안하였다.

Note ; If an active antenna is used, The noise floor may increase. the additional noise floor depends on the type of antenna and (must be added to the limits in Table 5) has to be subtracted from the measured value to determine the real value of the disturbance using the following formula :

$$U_{realDisturbance} = \sqrt{U_{Measured}^2 - U_{Antennanoise}^2} *$$

Antenna Noise

이는 액티브 안테나 형태도 차량별로 변화하고

있기 때문에 액티브 안테나의 잡음 층 영향으로 인하여 한계치의 완화에 대한 결정을 할 수 없다 라는 의견이 부분적으로는 타당성이 있다고 볼 수 있다. 따라서 각 자동차 제작사가 개발차량의 안테나 장착 조건에 따라 적용하고 있는 액티브 안테나가 2~10 DB의 다양한 증폭 특성을 갖고 있기 때문에 한계치를 정하기보다는 시험 차량의 조건에 따라 계산에 의해 규정하는 것도 타당하다 할 것이다.

(4) 각국에서 제안되어진 내용을 보면(예, 이동서비스, TV 주파수 등) 자국의 이익(설비확보 비용 등)과 밀접한 연계성을 내포하고 있기 때문에 DAB, TV, 위성수신 등의 연구과제로 NP를 찾아야 할 것이다.

IV. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 CISPR 25 기준과 동일한 시험방법 및 측정설비를 이용한 차량실험을 통하여 액티브 안테나의 잡음층 상승현상을 재확인하고 액티브 안테나 장착조건 및 유형에 따른 차이를 분석하였다. 연구 결과 액티브안테나/패시브안테나의 잡음층이 현재의 CISPR 25 기준 한계치를 초과하는 경우가 있었으나 실질적으로 차량내 무선기기에 영향을 주는지는 확인하지 못했다. 그러나 현재의 차량에는 CISPR 25의 기준치가 최초 설정된 당시보다 전파수신에 영향을 줄 수 있는 전장 부품류의 장착이 증가되었으며 무선 기기류 또한 다양한 형태로 차량에 장착이 증가되어왔다. 따라서 측정장비의 Noise Floor, 안테나모듈의 특성, 근접 전장부하의 영향에 기인한 결과로 필연적으로 발생할 수 있는 액티브안테나 잡음층 상승의 영향이 실질적으로 차량내 무선기기들의 통신에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 중요하다. 따라서 향후 추가적인 실험수행을 통하여 CISPR 25에서 규정한 한계치의 적합성 여부를 연구하여 현재의 CISPR 기준치가 우리나라 실정에 맞는지를 확인해야 할 것이다.

≡ 필자소개 ≡

최 재 훈

1980년: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
1986년: 미국 Ohio State University 전기광학과 (공학석사)
1989년: 미국 Ohio State University 전기공학과 (공학박사)
1989년~1991년: 미국 Arizona State University 연구교수
1991년~1995년: 한국통신 위성사업본부 연구팀장
1995년~현재: 한양대학교 전자전기공학부 부교수
[주 관심분야] 이동통신 및 위성통신, 안테나 설계 및 분석,
마이크로파 수동소자 설계, 전파 모델링

박 명 운

대우자동차

이 주 한

쌍용자동차 기술연구소