

친환경 자동차의 전자파 방사 노이즈 특성 분석

김해성¹⁾ · 용부중^{*2)}

경일대학교 대학원 기계공학과¹⁾ · 경일대학교 기계자동차학부²⁾

Analysis of Electro-magnetic Interference Noise for Eco-friendly Vehicle

Haesung Kim¹⁾ · Boojoong Yong^{*2)}

¹⁾Department of Mechanical Engineering, Graduate School, Kyungil University, Gyeongbuk 712-701, Korea

²⁾School of Mechanical & Automotive Engineering, Kyungil University, Gyeongbuk 712-701, Korea

(Received 24 January 2011 / Accepted 20 June 2011)

Abstract : Fossil fuel, the energy source of internal combustion engine automobiles, is limited in resource and has caused environmental issues for decades. Accordingly, automobile manufacturers from many countries around the world are developing or producing eco-friendly vehicles that utilize alternative sources of energy. These vehicles are equipped with many electronic and electrical components which operate on high voltage and/or large current that were not used in conventional combustion engine automobiles. In this paper, in order to analyze the electro-magnetic interference noise, electric vehicles and fuel cell electric vehicles are tested under the guidelines of KMVSS (Korean Motor Vehicle Safety Standards) as well as under test modes that are not stipulated under the guidelines.

Key words : Electro-magnetic interference(전자파 방사), EMI receiver(전계강도측정장치), FCEV(연료전지자동차), EV(전기자동차), NEV(저속전기자동차)

1. 서 론

오랜 기간 동안 각종 내연기관 자동차에 사용되어 온 화석연료는 매장량이 한정되어 있으며, 최근에는 이로 인한 환경문제가 크게 부각되고 있다. 자동차기술의 발달은 내연기관 자동차의 연비를 높이고 대기환경오염을 획기적으로 줄인 하이브리드 자동차의 양산을 이뤘으나, 이 또한 화석에너지의 고갈과 환경 문제에 대한 근본적 대책이 되기는 어려운 실정이다.¹⁾ 따라서 세계 각국의 자동차 제작사들은 친환경적이며 대체에너지를 사용하는 플러그인 전기자동차 및 전기 자동차 등의 개발에 힘쓰고 있다. 이러한 친환경 자동차들에는 기존의 내연기관 자동차에 장착되지 않았던 전기·전자 부품들이 상대적으로 많이 장착된다. 이에 따라 자동차 전자부

품들의 안전성을 확보하고 각 전자부품간의 상호간섭 효과를 파악하기 위한 전자파 적합성(Electro-magnetic Compatibility) 기준이 강화되고 있는 실정이다.

전자파 적합성 시험에는 전자파 방사(Electro-magnetic Interference) 시험과 전자파 내성(Electro-magnetic Susceptibility) 시험이 있다. 여기에서 전자파 방사시험은 방사되는 전자파가 주변 다른 전자부품에 주는 영향을 확인하기 위해 전자파 발생량을 측정하는 시험으로서, 자동차의 엔진점화계통 및 모터류에서 발생하는 전자파를 측정하는 광대역(Broadband) 방사시험과 자동차에 장착된 각종 전자제어장치에서 발생하는 전자파를 측정하는 협대역(Narrowband) 방사시험으로 구분된다. 협대역 방사시험은 자동차의 모든 전장품들의 전원이 켜진 상태(IG-on 모드)에서 시험을 실시한다. 광대역 방사

*Corresponding author, E-mail: yong@kiu.ac.kr

시험은 내연기관의 경우 공회전(1500RPM) 상태에서 모든 전장품들을 작동시키고, 전기자동차의 경우 차속을 40Km/h로 구동되는 상태에서 시험을 실시하고 있다. 이러한 시험 방법은 현재 국내와 유럽에서 실시하고 있다.^{2,3)}

본 연구에서는 NEV(저속전기 자동차), EV(전기 자동차) 및 FCEV(수소연료전지 자동차)를 대상으로 전자파 방사시험을 실시하여 전자파 노이즈를 측정하는 한편, 현행 기준에 명시되어 있지 않은 모드에 대해서도 전자파 노이즈를 측정하였다. 확인된 결과에 대한 분석은 향후 국내안전기준 및 전자파 국제규격에 대한 제·개정 의 기초 자료로 활용하고자 한다.^{4,5)}

2. 시험 규격, 방법 및 시험대상 자동차

전자파 방사시험 관련 규격으로는 국내안전기준, CISPR 12 (6판, 2009), SAE J551-2 등이 있으나, 본 연구에서는 국내안전기준에 따라 시험을 실시하였다.⁶⁾ 시험 주파수 대역은 국내자동차안전기준에 명시된 30MHz~1GHz로 설정하여 NEV와 EV를 대상으로 충전 케이블을 접속시킨 충전모드 상태에서 시험을 실시하였다.^{7,8)} FCEV를 대상으로 한 전자파 방사시험은 구동모터를 제외한 모든 전자장비들이 작동되는 상태에서 측정 기준점을 원동기 기준 외에 후륜축을 추가하여 시험을 실시하였다. 두 종류의 자동차에 적용된 시험 측정 기준점은 Fig. 1과 같이 NEV와 EV는 충전기가 위치한 지점, FCEV는 구동모터가 위치한 전륜과 후륜축을 기준으로 하였다.⁹⁾

시험대상 자동차는 Table 1과 같이 NEV 4대, EV 1대, FCEV 1대를 대상으로 시험을 실시하였다.

Table 1 Test vehicles

NEV		Vehicle 1	납축배터리
		Vehicle 2	납축배터리
		Vehicle 3	리튬-이온 배터리
		Vehicle 4	리튬-이온 배터리
EV		Vehicle 5	리튬-이온 배터리
FCEV		Vehicle 6	연료전지스택

3. 시험 및 측정 장비

시험은 Photo. 1과 같이 자동차의 구동 및 회전이 가능하며 배출가스를 처리할 수 있는 교통안전공단 자동차성능연구소의 차대동력계와 전자파 무반사실에서 실시하였다.

전자파 무반사실은 유효공간이 20.4m(L) × 13.2m(W) × 7.0m(H), 사이트 감쇄량 ±4dB 이내, 차폐효과는 100dB 이상이며, 하이브리드 타입의 흡수체가 부착되어 있다.

Photo. 2는 전자파를 측정하기 위한 수신안테나, 안테나극성(Polarization)과 높이를 변환시켜 주는 안테나 높이조절장치 및 제어장치 등으로 구성된 측정 장치이다.

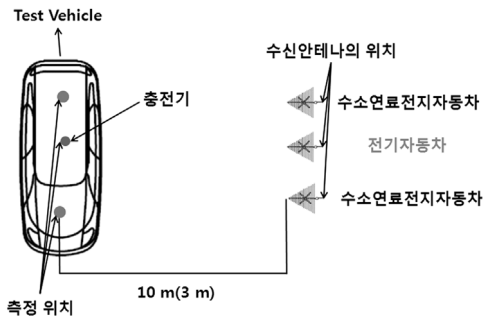


Fig. 1 Reference point for measurement

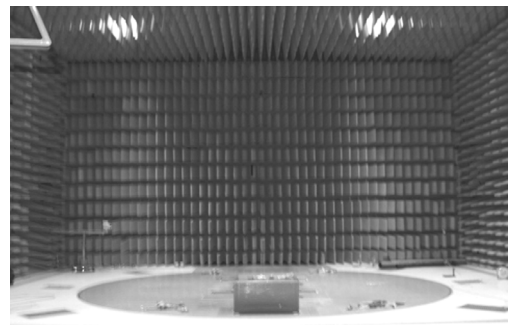


Photo. 1 Absorber-lined chamber for test

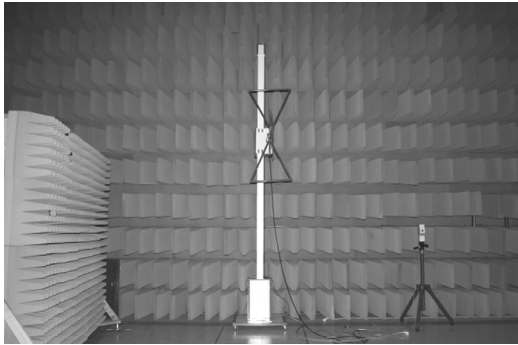


Photo. 2 Antenna

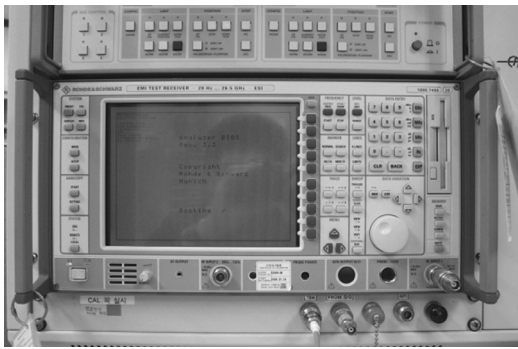


Photo. 3 EMI receiver

Photo. 3은 본 연구에 사용된 ‘Rohde & Schwarz’사의 ESIB-26 전계강도 측정기(EMI Receiver)로서, 20Hz~26.5GHz 주파수 대역의 전계강도를 Quasi-peak, Peak, Average로 측정할 수 있다.

4. 시험 결과

4.1 NEV 및 EV

전기자동차의 시험조건은 충전상태의 IG-on 모드에서 전자파 노이즈가 발생하지 않았던 대역 중에 전자파 노이즈의 발생 여부를 확인하기 위해 IG-on모드와 충전모드로 나눠 각각 시험을 실시하고, 두개의 측정값을 비교하여 그래프로 나타내었다. 그래프에서 점선은 IG-on모드에서의 측정결과이고, 실선은 충전모드에서의 측정결과이다.

Vehicle 1의 경우, 두 모드의 측정값을 비교하였을 때 55MHz~220MHz 대역에서 차이가 발생하였으며, 이 대역에서 각각의 평균값은 IG-on모드에서 3.32 dB μ V/m, 충전모드에서 8.38dB μ V/m로 측정되었다.

(단위 : dB μ V/m)

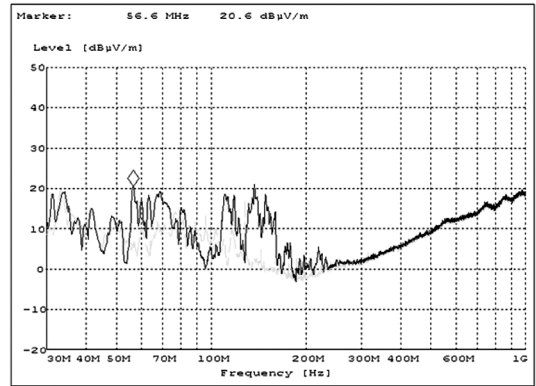


Fig. 2 Vehicle 1 test result

(단위 : dB μ V/m)

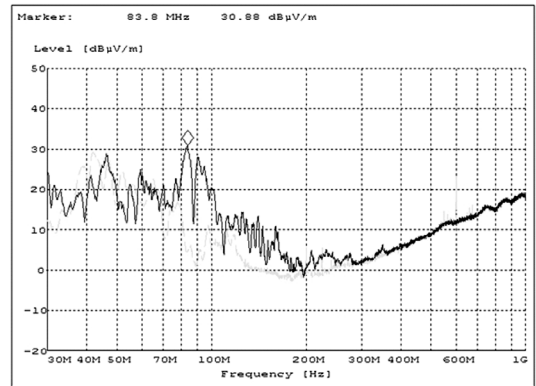


Fig. 3 Vehicle 2 test result

Vehicle 2에 대한 실험 측정값을 비교하면 Vehicle 1과 유사한 70MHz~200MHz 대역에서 차이가 발생한다. 차이가 발생하는 대역에서 각각의 평균값은 IG-on모드는 2.78dB μ V/m, 충전모드는 10.25dB μ V/m의 값이 측정되었다.

Vehicle 3의 측정값은 시험 대상 자동차중 가장 좁은 30MHz~43MHz 대역에서 차이가 발생하였으며, 그 레벨 또한 낮게 측정되었다. 차이가 발생한 대역에서의 평균값은 IG-on모드에서 5.75dB μ V/m, 충전모드에서 8.17dB μ V/m로 측정되었다.

Vehicle 4의 경우 가장 넓은 대역에서 전자파 노이즈 측정값의 차이가 발생하였으며, 발생 대역은 30MHz~350MHz이다. 각각의 평균값은 IG-on모드에서 5.51dB μ V/m, 충전모드에서 15.08 dB μ V/m로 측정되었다.

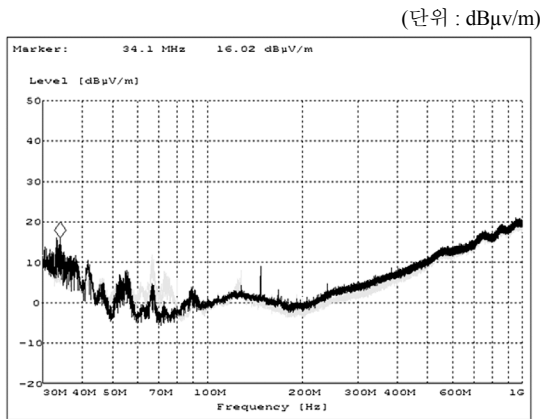


Fig. 4 Vehicle 3 test result

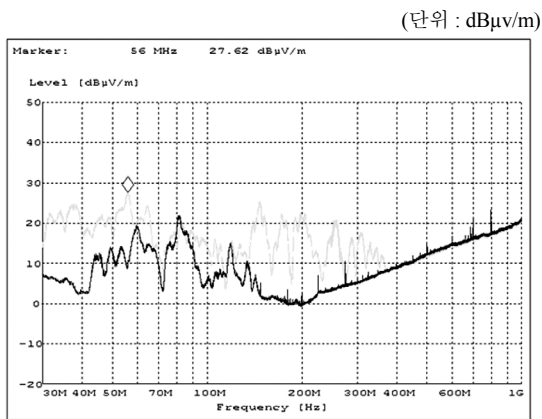


Fig. 5 Vehicle 4 test result

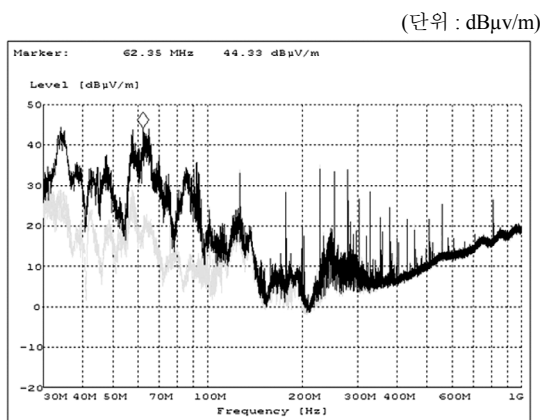


Fig. 6 Vehicle 5 test result

Vehicle 5는 30MHz~130MHz 대역에서 전자파 노이즈 측정값의 차이가 발생하였으며, 평균값은

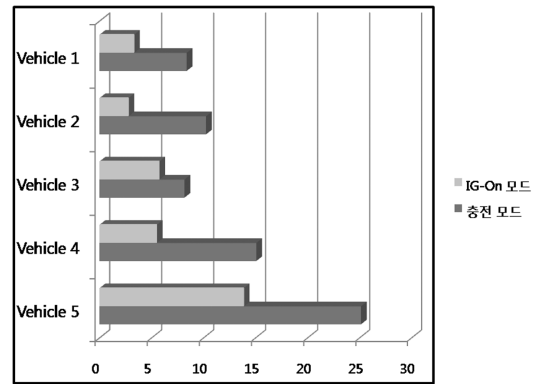


Fig. 7 Average of test result

Table 2 Difference of average values

IG-on모드 시와 충전모드 시의 평균값 차이	
Vehicle 1	5.06 dB μ V/m
Vehicle 2	7.47 dB μ V/m
Vehicle 3	2.42 dB μ V/m
Vehicle 4	9.57 dB μ V/m
Vehicle 5	11.27 dB μ V/m

IG-on모드에서 13.87dB μ V/m, 충전모드에서 25.14 dB μ V/m의 값이 측정되었다.

이상과 같이 전기자동차를 대상으로 한 시험 결과를 보면, 각각의 자동차마다 충전기의 제조사와 장착위치에 따라 전자파 노이즈 측정값 차이가 발생하는 대역과 그 레벨이 다소 상이하게 나타났다. 그러나 시험대상 전기자동차 모두 Fig. 7 및 Table 2와 같이 충전모드에서 전자파 노이즈가 더 많이 측정되는 대역이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

4.2 FCEV

FCEV는 전면과 후면을 각각 나누어 시험을 실시하고, 시험 조건은 구동모터를 제외한 모든 전자장비들이 작동하고 있는 상태로 하였다. 내연기관 자동차 역시 전면과 후면을 각각 나누어 시험을 실시하였고, 시험 조건도 동일하게 하였다. 비교 그래프에서 점선은 후면, 실선은 전면에서 측정한 결과이다.

Fig. 8은 일반 내연기관 자동차를 대상으로 전면과 후면에서 측정한 결과 그래프이다. 측정된 결과와 같이 전 대역에서 대부분의 전자장비와 엔진이

(단위 : dB μ V/m)

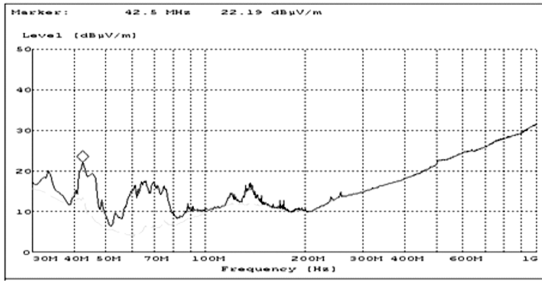


Fig. 8 Internal combustion engine vehicle test result

(단위 : dB μ V/m)

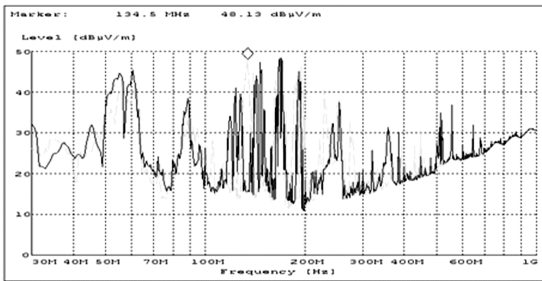


Fig. 9 Vehicle 6 test result

위치한 전면이 후면보다 더 높은 레벨의 전자파 노이즈가 발생함을 알 수 있다.

Fig. 9의 FCEV 시험 결과를 보면, 대역의 폭은 좁으나 160MHz~165MHz, 218MHz~300MHz 대역에서 전자파 노이즈 레벨의 차이가 발생하였다. 차이가 발생하는 대역에서의 평균값을 보면, 전면은 21.09dB μ V/m, 후면은 26.78dB μ V/m로 전면과 후면에 각각 위치한 전장품들에서 나오는 전자파의 레벨이 평균 약 5.69dB μ V/m의 차이가 발생함을 알 수 있었다.

5. 결론

현재 국내·외에서는 저속 전기자동차를 비롯한 다양한 형태의 전기자동차가 양산 또는 개발되고 있다. 이에 따라 유럽의 경우, 전기자동차의 충전 시 전자파 방사 노이즈의 시험에 대한 법규 개정이 진행 중에 있다. 현행 국내자동차안전기준을 보면, 전기자동차에 대한 협대역 및 광대역 방사시험 방법은 40km/h 또는 IG-on모드에서 원동기 좌·우에서만 시험을 실시한다고 명시하고 있다. 그러나 전기자

동차에 대한 충전모드에서의 방사시험 측정값은 기존의 방법인 IG-on모드에서 시험한 측정값보다 특정 주파수 대역에서 최고 25dB μ V/m정도 높게 나타났다. 동일 차종이라도 안테나 위치별 또는 탑재형 충전장치의 위치별로 노이즈 발생 대역과 노이즈 레벨이 상이하다는 것을 알 수 있다. 한편, 국내 자동차안전기준에는 수소연료전지자동차에 대한 시험방법이 명시되어 있지는 않으나, 원동기(구동모터)가 위치한 전면의 좌·우에서 측정한 결과와 후륜측을 기준으로 좌·우에서 측정한 결과가 상이한 대역이 존재함을 알 수 있었다. 따라서 충전모드가 가능한 전기자동차의 경우, 충전모드에서의 시험 및 측정방법이 필요하다고 판단된다. 또한 수소연료전지 자동차와 같이 고전압, 대전류를 사용하는 전자장비가 자동차의 전체에 고루 분포되어 있다면, 각 전자장비의 장착 위치에 따라 전면 및 후면 모두에서 시험하는 방법 등 내연기관자동차와 상이한 시험조건과 방법의 도출이 필요하다고 판단된다. 본 연구의 시험결과는 향후 국내안전기준 및 국제규격의 제·개정에 중요한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

References

- 1) M. Bae, J. Shin, G. Yong and H. Woo, "The Electro-magnetic Susceptibility Test Method of a Road Vehicle Considering the Field Uniformity," Transactions of KSAE, Vol.18, No.4, pp.84-91, 2010.
- 2) J. Shin, G. Yong, J. Shin, S. Kim and S. Kim, "A Study On the Method Measuring Broadband Electromagnetic Interference Generated by the Vehicle," Fall Conference Proceedings, KSAE, Vol.3, pp.1301-1306, 2004.
- 3) S. Kim, J. Shin, S. Kim and J. Shin, "A Study on Measuring Electromagnetic Interference Generated by the Cooling Fan Fitted to Vehicle," Spring Conference Proceedings, KSAE, Vol.3, pp.1447-1452, 2006.
- 4) S. Kim, J. Shin, S. Kim, G. Ryu, H. Kim and J. Shin, "A Study on Measurement Method of Broadband Electromagnetic Interference for Hybrid Vehicle," Spring Conference Proceed-

- ings, KSAE, Vol.4, pp.2302-2307, 2007.
- 5) H. Kim, S. Kim, H. Gwon, G. Yong and B, Yong, "Characteristic Analysis of Electro-magnetic Interference Noise for Internal-combustion Engine and Environmental Friendly Vehicle," Annual Conference Proceedings, KSAE, pp.186-191, 2010.
 - 6) Vehicles, Boats and Internal Combustion Engines - Radio Disturbance Characteristics - Limits and Methods of Measurement for the Protection of Off-board Receivers, CISPR 12 Edn. 6.1, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland, 2009.
 - 7) Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Korean Motor Vehicle Safety Standards, Korea, 2009.
 - 8) SAE J551/2, The Limit and Methods of Measurement of Radio Disturbance Characteristic of Vehicles, Motor Boat and Spark-Ignited Engine Driven Devices, SAE International, U.S.A, 1994.
 - 9) I. Cha, J. Park, E. Jo, T. Im, J. Son, M. Kim, G. Lee, S. Kim, T. Im and S. Hong, Fuel Cell Electric Vehicle, A-JIN, Seoul, pp.191-229, 2005.