

EMC 최근 기술 동향

친환경 자동차 EMC 법규 동향

신 재 곤
교통안전공단
자동차성능연구소

I. 서 론

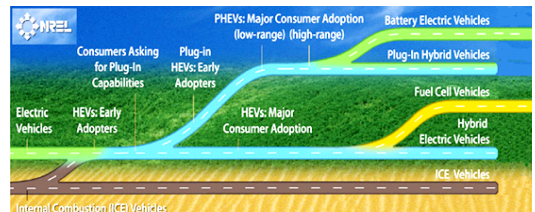
현재 자동차 산업은 화석 연료의 고갈, 배기가스 규제 등 환경 규제의 강화 및 온실가스 저감이라는 국제사회 요구에 따라 전기자동차 등 친환경 자동차를 개발하고 있으며, 보급을 확대하고 있다. 이에 따라 EMC 측면에서도 새로운 패러다임을 요구하고 있다. 즉, 전원 시스템은 12 V/24 V system에서 200 V 이상의 고전원 대전류 시스템을 사용하며, DC 전원 전용에서 충전을 위하여 AC 전원을 사용하는 등 현재까지 접하지 못했던 새로운 EMC 환경에 접하고 있으며, 이에 따라 전 세계적으로 친환경 자동차에 대한 EMC 법규 및 규격 등이 활발히 논의되고 있다. 따라서 본고에서는 이러한 친환경 자동차에 대한 EMC 법규 및 국제 규격에 대하여 검토하여 보기로 한다.

II. 친환경 자동차의 발전 동향

2.1 친환경 자동차 향후 추이

[그림 1]에서도 알 수 있듯이 화석 연료가 고갈되는 시점에는 내연기관과 하이브리드 자동차는 단종될 수밖에 없으며, 궁극적으로는 전기자동차와 수소연료전지자동차가 향후 대세가 될 수밖에 없음을 잘 나타내고 있다.

다만 현재 문제가 되고 있는 배터리 및 스택 기술, 충전 인프라 구축 등이 얼마나 빠른 시일 내 개선,

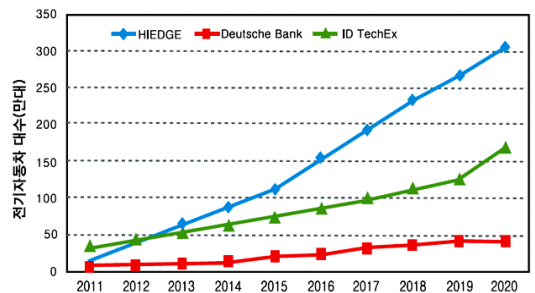


[그림 1] 친환경 자동차 추이

보급되는지 여부가 친환경 자동차의 적용 시점을 좌우할 것이다.

2.2 전기자동차 기술 및 시장 동향

전기자동차 시장에 대한 전망은 기관마다 약간의 차이를 보이고 있으나, 2009년 미쓰비시의 iMieV와 2010년 닛산의 Leaf의 출시를 계기로 본격적으로 시장이 형성되었으며, 2020년에는 전체 자동차 시장의 약 5~10 % 정도 차지할 것으로 전망되고 있다.



[그림 2] 전기자동차 판매 예상 현황

또한 2010년 이후 일본 닛산, 미국 GM, 중국 BYD 등 세계 각지의 자동차 업체들은 다양한 전기자동차를 출시하고 있으며, 우리나라는 현대·기아자동차에서 2010년 전기자동차 블루온(BlueOn) 개발에 성공하였다. 참고로 2011년 6월까지 미국 자동차 시장에서의 전기차 판매에서 닛산 리프가 쉐보레 볼트보다 많이 판매되었으며, 미국 GM은 볼트와 유럽시장용인 암페라를 올해에 총 1만6,000대를 생산할 것이며, 내년에는 전기자동차 총 6만대를 생산할 계획으로 있다고 발표하였다.

또한 르노·닛산·다임러 등 완성차 업계 간 공동 연구 개발 및 완성차 업계 간 제휴·인수를 통한 시장 경쟁력 강화 노력이 활발하며, 완성차 업체와 배터리 업체와의 합작·제휴 등을 통해 경쟁력을 확보하려는 등 국제적 협력 또한 강화되고 있으며, 양산 및 보급에 총력을 기울이고 있다.

III. 친환경 자동차 EMC 법규 동향

기본적으로 친환경 자동차의 EMC 문제는 새로운 패러다임을 요구하고 있다. DC 200V 이상 대용량 전원에 대한 평가 기준 및 방법, 특히 AC 전원을 사용하며 충전이라는 새로운 방식은 기본적으로 현 자동차에서는 사용하지 않는 전도 방사 및 내성의 개념 적용과 이에 따른 시험 주파수의 변화 등 상당히 많은 부분에서의 변화를 가져오고 있다. 이와 관련하여 자동차 관련 유일한 EMC 국제 법규인 ECE Regulation No. 10에 대하여 검토하여 보기로 한다.

3-1 ECE Regulation No. 10, 03 Series

3-1-1 적용 시점 및 적용 차종

상기 규격은 2007년 11월 UN/ECE WP29 제143차 총회에 상정되어 통과됨으로써 개정 법규로서 적용되었다. 2008년 7월 11일부터 발효되었으며, 12개월 후인 2009년 7월 11일부터 신규 개발되는 기본 차종

부터 법규 적용하며, 발효 후 48개월 후인 2012년 7월 11일부터는 전 차종에 적용 예정이다.

3-1-2 주요 변경 내용 및 의의

3-1-2-1 EMI 관련

전기 모터 등 광대역 노이즈원을 갖고 있는 자동차가 시험 대상으로 추가되었으며, 시험 조건은 최대 부하 조건으로 변경되었다. 또한 주파수 범위를 13개 밴드로 구분하여 인증시험을 실시하며, 명확하지 않은 사항은 CISPR 규격을 참조하도록 규정하였다.

3-1-2-2 EMS 관련

시험 주파수 범위가 확장되었으며(1 GHz에서 2 GHz), 시험 신호는 일부 주파수 범위에서 PM 신호가 추가되었다(t: 577 us, 주기: 4660 us). 또한 단품 시험 시 ISO 7637 과도 내성 시험 방법이 추가되었고, 일부 대형 차량의 경우는 BCI 시험 방법으로 인증 시험이 가능하게 되었으며, 명확하지 않은 사항은 국제 규격인 ISO 규격을 참조하도록 규정하였다.

3-1-2-3 의미

전기 모터 등 광대역 노이즈원이 있는 디젤 자동차에 대한 전자파 방사 시험이 추가되었으며, 휴대폰 등의 사용에 대한 고려로 전자파 내성 시험의 주파수 범위 확장 및 시험 신호가 추가되었다.

유럽 법규도 상기 03 series부터 국제 규격인 CISPR와 ISO 규격과의 조화를 원칙으로 규격을 개정하기 시작하였다.

3-2 ECE Regulation No. 10, 04 Series

3-2-1 적용 시점 및 적용 차종

기존 규격으로는 전기 자동차 운행 및 충전시의 전자파에 대한 평가를 실시할 수 없는 바 새로운 EMC 규격의 필요성이 대두되었으며, 이에 따라 개정 법안이 2011년 3월 UN/ECE WP29 제153차 총회에 상

정되어 통과됨으로써 개정 범규로서 적용하게 되었다. 2011년 10월 28일부터 발효 예정이며, 36개월 후인 2014년 10월 28일부터 신규 개발되는 기본차종부터 범규 적용하며, 발효 후 60개월 후인 2016년 10월 28일부터는 전 차종에 적용 예정이다. 따라서 제작사들은 적용 시점을 고려하여 개발에 반영하여야 할 것이다.

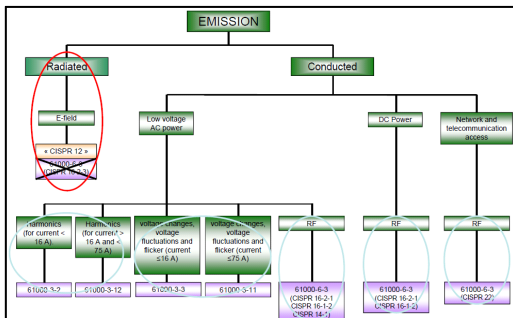
3-2-2 주요 변경 내용 및 의의

기본적으로 전기자동차 및 플러그인 하이브리드 자동차의 충전 시 EMI 및 EMS 기준 및 시험 방법 추가되었으며, 전도 방사 및 내성 시험이 추가되었다. 즉 기존의 자동차 규격인 CISPR 및 ISO 규격에서 충전 모드를 추가하였으며, 전기자동차 충전과 관련하여 IEC 61000 Series 규격을 추가로 적용하였다.

3-2-2-1 EMI

충전 모드에서 EMI 측정을 위하여 거주 환경에서의 EMI 기준인 IEC-61000-6-3의 기준이 추가되었으며, 자동차 규격인 CISPR 12에서 추가된 충전 모드 기준을 모두 만족하여야 한다. 이를 위하여 4개의 IEC 규격을 추가 적용하였다.

[그림 3]에서 알 수 있듯이 기존 R10.3 규격에는 Radiated Emission만 적용하였으나 Conducted Emission이 추가되어 Low Voltage AC Power와 DC power 및

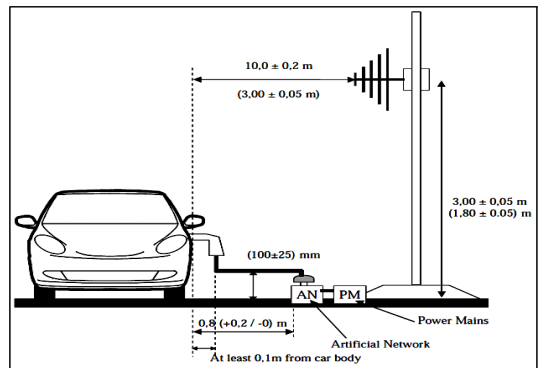


[그림 3] ECE regulation No.10.4 EMI 규격

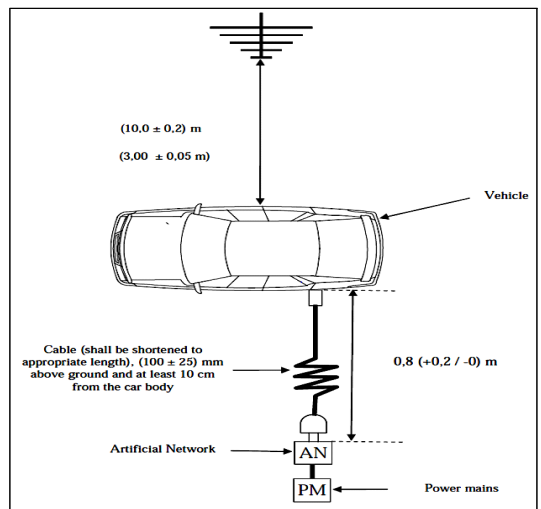
통신 라인에 대한 시험이 추가되었다.

즉, Annex 4, Annex 11, 12, 13, 14가 추가되었으며, 기준(limit)은 기존 규격과 동일하나 시험 방법 등이 변경되었으며, 30 MHz 이하의 주파수에서도 기준을 만족해야 한다.

먼저 Annex 4에서 추가된 충전시의 시험 방법이다. Artificial Network 및 Cable 거리, 위치 등에 대하여 상세히 명기되어 있다. 또한 측정 위치가 차량의 중간으로 변경되었으며([그림 4] 및 [그림 5]), 시험 주파수 등 나머지는 기존의 방법과 유사하다.



[그림 4] 충전 시 EMI test set up(정면)



[그림 5] 충전시 EMI test set up(평면)

<표 1>은 IEC 61000 Series가 추가된 Annex 11, 12, 13, 14이다.

3-2-2-2 EMS

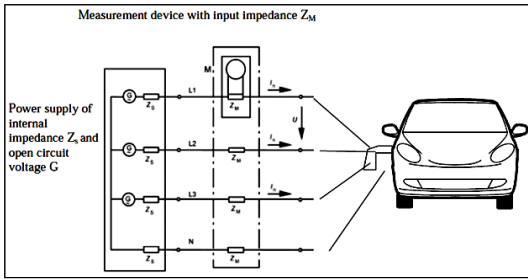
충전 모드에서 EMS 측정을 위하여 자동차 규격인 ISO 11451-2에서 추가된 충전 모드 기준을 모두

만족하여야 한다. 또한 2개의 IEC 규격을 추가 적용하였다.

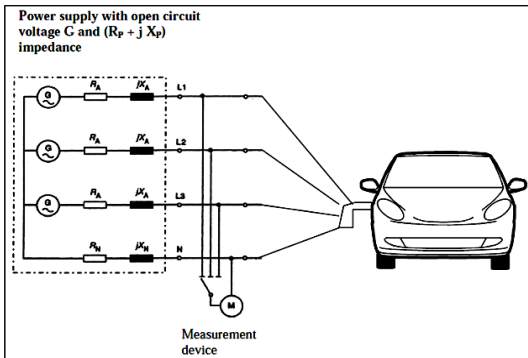
[그림 10]에서 알 수 있듯이 기존 R10.3 규격에는 Radiated Immunity만 적용하였으나, Conducted Immunity가 추가되어 AC Power와 DC power Line에 대한 시험이 추가되었다.

<표 1> 추가된 EMI 규격

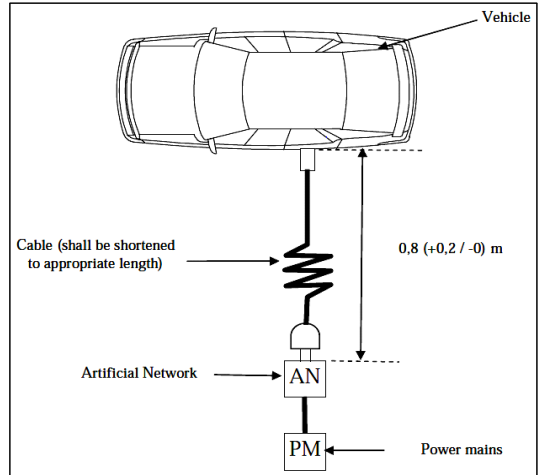
구분	제목	인용 규격	비고
Annex 11	Emission of transients of harmonics	IEC 61000-3-2 IEC 61000-3-12	그림 6
Annex 12	Emission of voltage changes, voltage fluctuations and flicker	IEC 61000-3-3 IEC 61000-3-11	그림 7
Annex 13	Emission of radiofrequency conducted disturbances(AC or DC power lines)	IEC 61000-6-3	그림 8
Annex 14	Emission of radiofrequency conducted disturbances(networks and telecommunication)	IEC 61000-6-3	그림 9



[그림 6] Harmonic EMI setup(3상)



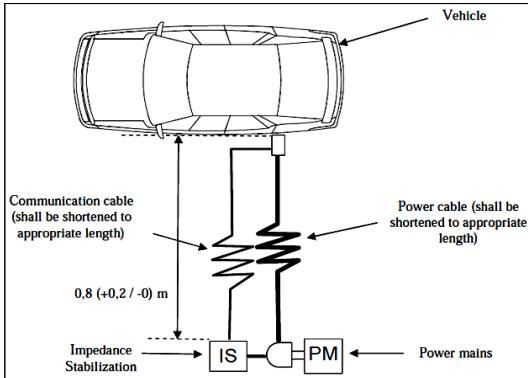
[그림 7] Voltage fluctuation



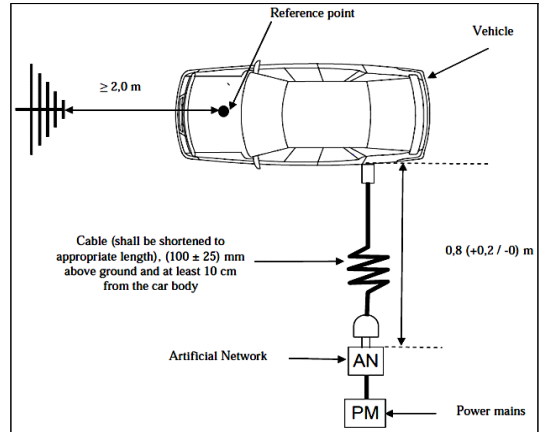
[그림 8] Conducted emission(power line)

즉, Annex 6, Annex 15, 16이 추가되었으며, 역시 기준(limit)은 기존 규격과 동일하나, 시험 방법 등이 변경되었다. 각각에 대하여 검토해 보도록 하자.

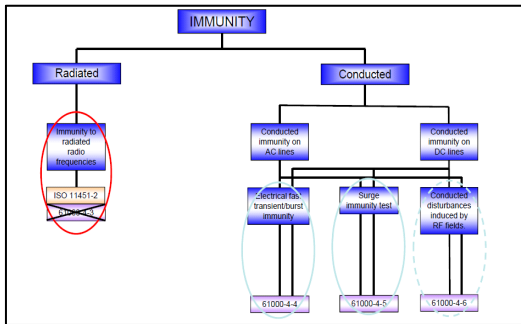
먼저 Annex 6에서 추가된 충전시의 내성 시험 방법으로서 Artificial Network 및 Cable 거리, 위치 등에



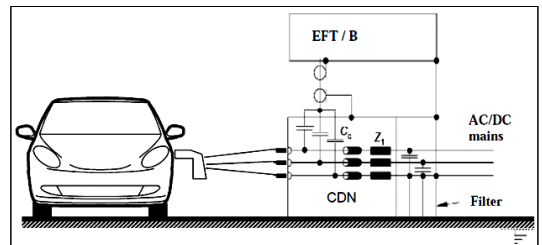
[그림 9] Conducted emission(network line)



[그림 11] 충전 시 EMS test set up



[그림 10] ECE regulation No.10.4 EMS 규격



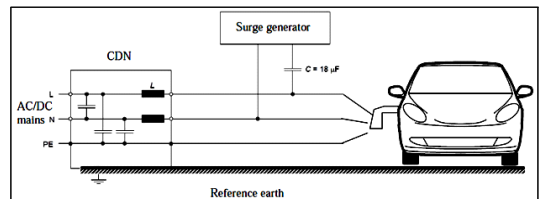
[그림 12] Burst set up

대하여 상세히 명기되어 있다([그림 11]). 시험 주파수 등 나머지는 기존의 방법과 유사하다.

다음은 IEC 61000 Series가 추가된 Annex 15, 16이다. Burst 및 Surge 시험 방법이 추가되었다.

3-3 ISO, CISPR 등 기타 규격

다음은 법규는 아니지만 전 세계 공통 규격으로서 참조하고 있는 전기자동차 관련 규격을 검토해



[그림 13] Surge set up(line to line, 단상)

보기로 하자.

먼저 CISPR 12와 ISO 11451 규격이 있으며, 많은

<표 2> 추가된 EMS 규격

구분	제목	인용 규격	비고
Annex 15	Immunity of vehicles to electrical fast transient/burst disturbances conducted	IEC 61000-4-4	그림 12
Annex 16	Immunity of vehicles to surges conducted	IEC 61000-4-5	그림 13

부분이 유럽 법규와 유사하다. 기 공포된 규격으로는 SAE J 551 Part 5가 있으며, 이는 150 kHz에서 30 MHz 이하의 Radiated Emission 평가 방법으로 많이 사용되어 왔다. 현재 충전 시 시험에 대한 방법은 없으며, 추가될 예정으로 알고 있다.

또한 현재 IEC TC 69에서는 IEC 61851-21(Electric vehicle requirements for conductive connection to an a.c./d.c. supply) Ed.2.0 CDV 문서 회람이 종료되었으며, 현재 개정된 유럽 법규와 상당히 유사한 내용으로 구성되어 있다.

가장 중요한 규격으로서 자동차 및 고전압 시스템에 대한 EMI Test 시험 기준 및 방법이 있는 CISPR 25 개정 추이에 신경을 써야 한다. 현재 WD 단계를 넘어 CD 문서로 발간 예정이며, 전기자동차 및 플러그인 하이브리드 자동차의 고전압 시스템에 대한 시험 setup 방법 및 기준(limit) 등 많은 부분이 언급되고 논의될 예정이다. 또한 시험 방법에 따른 시험실의 구성 등(HV power supply 등) 새로운 시스템을 위한 평가 시스템 등이 고려되고 있다.

IV. 결 론

서론에서 언급하였듯이 친환경자동차의 개발 및 보급 확대는 필수 불가결한 대세이다. 따라서 EMC 담당자들도 새로운 패러다임으로 적극적으로 대응하여야 할 것이다. 현재 전기자동차에 대한 EMC 법규로서 공포된 ECE Regulation No.10, 04 Series는 각국의 충분한 평가와 검토를 거치지 않아 충전시의 시험 Set up 등 아직은 법규로서 명확하지 않은 부분이 있는 것은 사실이다. 그러나 이미 공포된 법규로

서 큰 틀에서는 변동 사항이 없을 것으로 판단되며, 제작사 및 EMC 담당자들은 상기 법규를 중심으로 다른 모든 규격들을 검토하여야 할 것으로 판단된다. 또한 동일한 시험 항목 등이 IEC 및 CISPR에서 지속적으로 검토되고 있으며, 아직 법규 적용까지는 36개월이 기간이 남아 있으므로 자동차 및 전장품 제작사는 상기 규격 제개정 시 개선 사항이 있는 경우에는 적극적으로 대응하여 산업 경쟁력을 강화하고 기술적으로도 독립하여야 할 것으로 판단된다.

특히 CISPR 규격은 자동차 및 부품 제작사에게는 상당히 중요한 규격이며, 현재 CD로서 검토 중으로 고전압 부품(인버터, 모터, 배터리 등)에 대한 기준 결정 등에 적극적으로 참여하여야 할 것이다.

즉, 현시점은 자동차 EMC의 새로운 패러다임이 요구되는 현실이며, 국내 자동차 EMC 기술력이 도약할 수 있는 절호의 기회이다. 따라서 자동차 제작사나 EMC 담당자들의 분투가 필요하며, 최선의 노력을 경주하여야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 기술보고서, "전기자동차 기술 및 표준화 동향", 기술표준원, 2010년 11월.
- [2] 신재곤, "자동차 EMC 로드맵", 한국전자과학회지 전자파기술, 21(3), pp. 4-9, 2010년 5월.
- [3] Jaekon Shin "Automotive EMC Standards and testing", 2011 APEMC Symposium Tutorial, 2011. 5.
- [4] "Proposal for the 04 series of amendments to Regulation No. 10 (Electromagnetic compatibility)" ECE Trans WP 29-2011-08e, 2011. 3.

≡ 필자소개 ≡

신 재 곤



1987년 2월: 인하대학교 전자공학과 (공학사)

2001년 2월: 아주대학교 정보전자공학과 (공학석사)

2004년 3월~2006년 2월: 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 박사 수료

1986년 12월~1993년 11월: 현재자동차 제품개발연구소 근무

1993년 11월~현재: 교통안전공단 자동차성능연구소 전자파 팀장

[주 관심 분야] EMC, 자동차 전기·전자 평가, 안테나