

전기기기 및 인체에 미치는 전자파의 영향

최재훈 / 연구개발부 대리

최근 관심의 초점이 되고 있는 전자파 문제와 관련하여,

- ① 전자파개요와 전자파의 영향
- ② ELF에서의 전자파의 영향 및 저감 대책
- ③ 각종 전기 설비에서의 전자파의 영향 및 저감 대책
그리고 결언의 순으로 연재합니다.

19 세기말 전자파의 존재가 실증된 후 백여년이 지난 현재, 전자파의 이용 기술은 눈부신 발전을 거듭하여 방송과 통신 분야는 물론, 제어, 계측, 전력, 의료 등 광범위한 분야에서 이용되고 있다. 특히, 최근 들어 디지털 기술과 반도체 기술 등의 급속한 발달로 IC(집적회로 : Integrated Circuit), LSI(고집적회로 : Large Scale Integrated Circuit), VLSI(초고집적회로 : Very Large Scale Integrated Circuit) 등의 소자들이 이용됨에 따라 전자 설비의 소형화, 고속화, 고 집적화가 가능하게 되었고, 이들을 작은 구동 에너지로도 동작시킬 수 있게 되었다. 그런 반면 각종 설비의 자동화, 전산화에 의해 많은 전자 설비가 사용되고 있으나 이들 전자 설비들의 동작 과정에서 발생하는 전자파로 산업기구나 시스템에 장애를 주는 경우도 발생된다.

이러한 문제들을 취급하기 위해 EMI/EMC (Electromagnetic Interface/Compatibility : 전자파 잡음 및 대책) 분야가 관심의 대상이 되고 있다. 일반적으로 전자기기의 EMI문제는 두가지 측면에서 고려되고 있다. 그 첫번째로는 외부에서 잡음이 발생하여 전자기기를 오작동시키는 경우와 기기 자체에서 잡음을 발생시켜 다른 기기에 영향을 주는 경우로 나눌 수 있다.

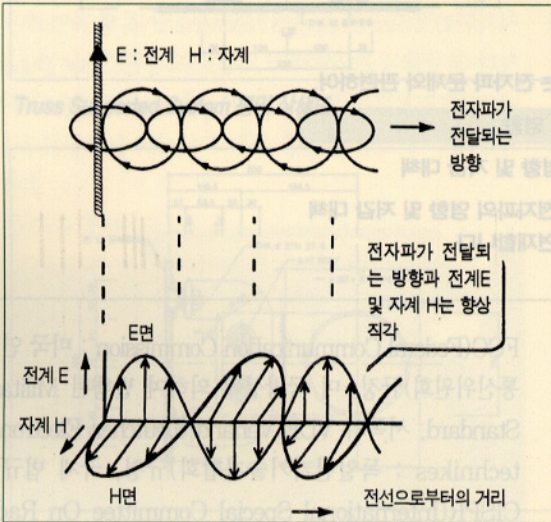
이와 같은 관점에서 전자파 잡음 방지 대책에 대하여 최근 각국에서는 규제가 한층 강화되고 있는데 각국의 규제로는 외부 잡음의 배제 능력을 규제하는 독일의 FIT규제와 기기 자체에서 발생하는 잡음을 규제하는 미국의

FCC(Federal Communication Commission : 미국 연방통신위원회)규정, 미 국방성에 의하여 발행된 Military Standard, 서독의 VDE(Verland Deuther Electrona-techniques : 독일전기기술자협회)규정, 국제 범규인 CISPR(International Special Committee On Radio Interference : 국제무선장애위원회) 등이 있다.

우리나라에서도 1989년 12월 체신부령 전파 관리법에 전자파 장해 검정이라는 조항을 추가하고, 1990년 9월에 전자파 장해 검정 규칙과 전자파 장해 시험 방법 및 절차 등에 대한 세부 기술 기준을 고시하여 전자파에 대한 규제를 실시하고 있다. 이와 같이 국내외적으로 전자파에 대한 관심이 집중되고 있는 시점에서 과연 전자파는 무엇이고 어떠한 작용을 하는지에 대하여 알아보고, 또 그에 대한 국내의 기준 및 인체에 미치는 영향에 대해 간략히 알아보기로 한다.

1. 전자파(EMF-Electromagnetic Field : 電磁波)란?

전자파(電磁波)란 전기 및 자기의 흐름에서 발생하는 일종의 전자기 에너지로, 전하의 세기에 의해 형성되는 전기(電界 : Electric Field)와 전하의 이동에 의해 형성되는 자기(磁界 : Magnetic Field)가 서로 공존하며 공간 속을 진동하여 전파하는 파동(波動)을 말한다. 즉, 고요한 수면에 돌을 던지면 물결이 퍼져나가는 것과 같으며, 그 세기는 발생 지점에서 멀어질수록 급격히 약해진다. 전기와 자계를 합해 전자계(EMF : Electric & Magnetic



(그림 1) 전자파의 전달 방향

Fields)라고 부르며 전자파의 세기를 일반적으로 말하는 경우에는 전자계 중 자계의 세기를 말하는 경우가 많다.

전자파는 전기를 사용하는 TV, 형광등, 전자레인지, 냉장고, 진공청소기, 컴퓨터 등과 같은 대부분의 가전제품이나, 전기기기, 송전선 또는 변전소 등의 전력 설비에서 발생하며, 우리가 살고 있는 지구나 태양, 구름 등의 자연계도 전자파를 발생하고 있다. 또한, 라디오나 TV 등의 방송과 뿐만 아니라 적외선 및 자외선과 병원에서 이용하는 X선도 전자파의 일종이다.

2. 전자파의 종류

전자파는 주파수(1초에 진동하는 횟수)에 따라 극저주파, 라디오파, 마이크로파, 적외선, 가시광선, 자외선, X선, 감마선으로 나누어지고 이를 도식화하면 (표 1)과 같다.

$$f = 1/\lambda - \text{식(1)}$$

$$\lambda \cdot \nu = c - \text{식(2)}$$

$$W = h \cdot \nu - \text{식(3)}$$

(f: 주파수(Hz), λ : 파장(m), ν : 진동수(Hz), c: 빛의 속도(3×10^8 m/s), W: 에너지, h는 플랑크상수(6.62×10^{-34} Js))

(표 1)에서 보면 전자파는 주파수가 높을수록 파장이 짧아지는 것을 알 수 있다. 이를 수식화 하면 식 (1), (2), (3)과 같다.

여기에서, h와 c는 상수이므로 주파수가 높아질수록 운동에너지가 증가하는 것을 알 수 있다. 예를 들어 우리가 가정에서 사용하고 있는 전자레진은 주파수가 높아 파장이 매우 짧으므로 음식물을 가열시킬 정도의 높은 에너지를 이용한 것이다.

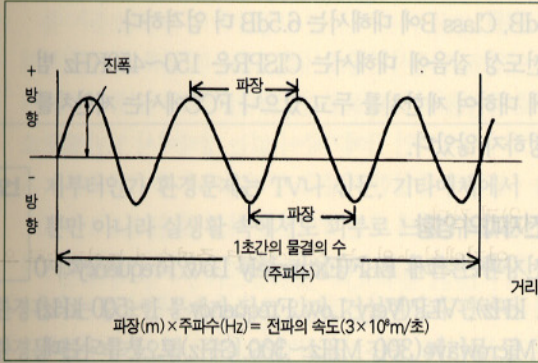
일반적으로 파장이 약100nm(광양자 에너지로는 약 12 eV)보다 짧은 전자파는 관례적으로 전리 방사선(電離放射線), 이보다 긴 전자파는 비전리 방사선(非電離放射線)

(표 1) 전자파 스펙트럼 및 파장

전자계 스펙트럼	주파수(Hz)	파장 (m)		
X선 ↓	감마선	10^{22} - 10^{20}	10^{-12} - 10^{-10}	
	자외선	10^{16} - 10^{15}	10^{-8} - 10^{-7}	
	가시광선	10^{14} - 10^{14}	10^{-7} - 10^{-6}	
	적외선	10^{13} - 10^{12}	10^{-5} - 10^{-4}	
	마이크로파	UHF	10^{10} - 10^9	10^{-2} - 10^{-1}
		VHF	10^8 - 10^7	1 - 10
		단파	10^7 - 10^6	10 - 100
		중파	10^6 - 10^5	100 - 1000
		장파	10^5 - 10^4	1000 - 10000
	극저주파(ELF)	60 hertz	10^3 - 10^6	
↓		10^1 - 10^0		

전자파는 전기를 사용하는 대부분의 가전제품이나 전기기기, 송전선 또는 변전소 등의 전력설비에서 발생하며 우리가 살고 있는 지구나 태양, 구름 등의 자연계도 전자파를 발생하고 있다.

법적기준으로서의 소음과 진동



(그림 2) 전파의 파장과 주파수와의 관계

전기기기	주파수	파장
X선	1×10^{12} MHz	0.03 μ cm
전자레인지	2,450 MHz	12.2 cm
휴대폰	900 MHz	33 cm
송전선	60 Hz	5,000 Km

(표 2) 전자파의 파장 비교

線)으로 불리고 있다.

(그림 2)는 위의 식(2)를 나타낸 것으로 주파수와 파장의 관계를 나타낸 것이다.

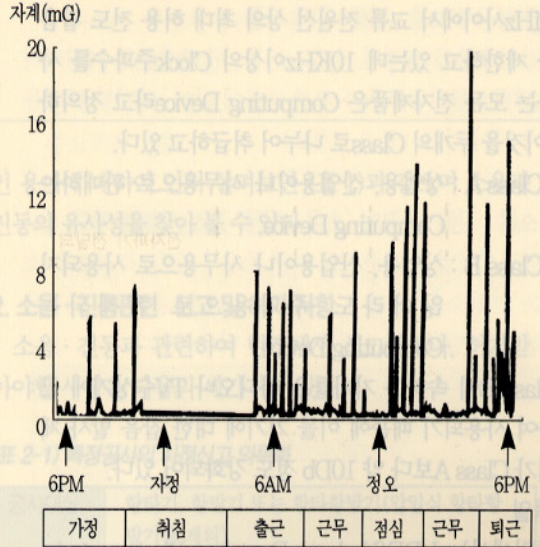
현재 일반적으로 사용되고 있는 전기기기 및 송전선에 대한 주파수와 파장은 (표 2)와 같다.

일반적으로 우리는 24시간 동안 항상 전자파에 노출되어 있으며, (그림 3)은 일반인이 24시간 동안 전자파에 노출되는 정도를 휴대용 측정기를 이용하여 측정된 것을 나타낸 것이다.

이를 통해 일반인들이 1년간 받는 모든 방사선(전자파의 일종)의 양을 나타내보면 (표 3)과 같다.

3. 전자파에 대한 국제 규격 동향

전자파 잡음을 막기 위해 EMI의 국제 기준이 정비되고 또한 많은 나라에서 이에 대한 기준이 점차적으로 정비되



(그림 3) 일반인의 하루 중 전자파 노출 정도

구분	노출비율	
자연 방사선	82 %	공기 중 라돈 가스가 대부분. 우주선 : 9 %
인공 방사선	18 %	X선 촬영 : 11 % 핵의학검사 : 4 % TV등 전자기기 : 3 %

(표 3) 일반인이 1년간 노출되는 전자파량의 비율

거나 규제가 강화되고 있다.

1) 미국

미국에서의 전자파 잡음의 규격 및 규제는 미국 정부 기관의 하나인 미 연방 통신 위원회 (FCC)의 규칙으로 규정되어 있다.

전자파 유도 장애에 대한 FCC법 중 관심이 많은 분야는 Part 15의 Subject J로써 거의 모든 디지털 전자 설비에 적용되고 있다.

이 규정에서는 주파수 범위 30에서 1000MHz내에서의 최대 허용 방사 잡음과 주파수 범위 450KHz에서

30MHz사이에서 교류 전원선 상의 최대 허용 전도 잡음 값을 제한하고 있는데 10KHz이상의 Clock주파수를 사용하는 모든 전자제품은 Computing Device라고 정의하고, 이것을 두개의 Class로 나누어 취급하고 있다.

- Class A : 상업용, 산업용이나 사무용으로 판매하는 Computing Device.

- Class B : 상업용, 산업용이나 사무용으로 사용되지 않더라도 주거용으로 거래되는 Computing Device.

Class B에 속하는 기기들은 라디오나 TV수상기에 근접하여 사용되기 때문에 이들 기기에 대한 잡음 발사 제한치가 Class A보다 약 10Db 정도 강화되어 있다.

2) 독일

독일에서는 VDE(Verland Deuter Electronatechnikes)의 Safety Standard에서 2개의 Group으로 나누어 무선 주파수 간섭을 규제하고 있다. 이 두개의 Group은 미국의 Class A, Class B와 거의 비슷하며 전도성 방사의 주파수 범위가 약간 다르다. VDE에서는 10KHz에서 30MHz까지 전도성 방사 범위로 잡고 있다.

3) 국제 범위

과거에는 각국에서 EMC에 대한 독자적인 규정을 갖고 규제를 시행하고 있었으나 최근 국제무역에 지장을 초래하므로 전세계적으로 통일된 규정을 국제 무선 장애위원회(CISPR)에서 심의하도록 적극 권장하고 있고 우리나라도 FCC규격에서 CISPR규격으로의 변경을 서두르고 있다.

CISPR의 규정은 규제의 권위는 갖고 있지 않으나 Standard로서 유럽 각국에서 이를 국내의 규정으로 택하였으며, 앞으로 많은 나라에서 국내 규정으로 택할 예정에 있어 CISPR Standard가 국제적인 기준이 되고 있는 추세이다.

CISPR의 제한치는 미국 FCC의 제한치 보다 88~230MHz 범위에서는 더 엄격하다. Class A에 대해서는

3.5dB, Class B에 대해서는 6.5dB 더 엄격하다.

전도성 잡음에 대해서는 CISPR은 150~450KHz 범위에 대하여 제한치를 두고 있으나 FCC에서는 제한치를 설정하지 않았다.

4. 전자파의 영향

전자파는 크게 ELF(Extremely Low Frequency : 0~1 kHz), VLF(Very Low Frequency : 1~500 kHz) 및 Microwave(300 MHz~300 GHz)로 분류되는데, ELF와 VLF는 자계와 전계를, Microwave는 단위면적당의 출력(mW/cm²)을 측정하여 유해 정도의 기준으로 삼는다. ELF와 VLF는 자계와 전계에 의해 인체의 유도되는 전류가 흐르는 것이 문제가 되는 것에 반해, Microwave는 인체의 조직의 온도를 상승시키는 것이 문제가 되는데, 일반적으로 주파수 100 kHz 이상에서 Joule손실에 의한 발열 작용이 있고, 그 이하의 주파수에서는 전류의 직접적인 자극 작용이 우세하게 작용한다고 한다.

전계는 전하의 세기에 의해 형성되고 자계는 전하의 이동에 의해 형성되는데 도선에 전류가 흐르면 Lorentz의 법칙(그림 1)에 의해 도선 주위에 자계가 형성되고 또한 이 자계에 의해 근처의 도선에 유도전류가 흐른다. 이러한 원리로 인체 부위에 자계가 존재하면 인체는 공기와 같이 자성이 거의 없기 때문에 큰 전류는 흐르지 않지만 미세한 전류가 흐르게 되고, 이렇게 유도된 전류는 신장의 제곱에 비례한다고 알려져 있다.

각종 전자파가 인체에 미치는 영향은 과학적으로 규명하기가 매우 힘든데 그 이유는 개인마다의 개인차 뿐만 아니라 여러 다른 환경 요인들로부터 전자파에 의한 영향을 분리하기가 거의 불가능하기 때문이다. 이에 대한 자세한 내용은 다음 편에 송전선 및 배전선에서의 전자파의 영향 및 저감 대책에 관해 자세히 소개하고자 한다. **SS**