

전자파 ②

가톨릭의대 예방의학교실
이 광 목

전자계(電磁界)와 전자파의 측정

전자환경이 인체에 주는 영향을 평가하려면 전자환경으로 생체에 유기(誘起)된 전계나 자계의 분포를 측정하여야 하는데 이를 측정한다는 것은 현재로서는 불가능에 가깝다. 그래서 실제로는 환경의 전자계를 측정하여 평가하게 된다. 대책까지를 고려하여야 할 경우는 파원(波源)의 종류(전계성인지 자계성인지), 주파수, 출력, 시간특성, 작업위치와 작업방법 등에 대해서도 조사할 필요가 있다.

현재 작업환경의 전자파나 전자계의 측정법으로서 정하여진 방법이 마련되어 있지는 않다. 그리고 측정장치도 개발중이기 때문에 명확한 측정방법을 제시할 수는 없다. 다만 측정과 관련된 기초지식을 기술하고자 한다.

1. 전자파의 분류

전자파는 그 주파수 또는 파장에 따라 그림 1과 같이 나눈다. 직장의 전자파 환경으로는 유도가열장치(誘導加熱裝置), 유전가열장치(誘電加熱裝置)가 많다. 이외에 방송통신, 의료계에도 전자환경이 있다. 주파수 범위는 상용(商用)주파수로부터 GHz급까지 있다. 컴퓨터의 단말기의 주변도 종종 화제에 오르는데 수평방향회로(水平偏向回路)로부터 나오는 것으로 16KHz~70KHz, 파장으로는 수십 km이다.

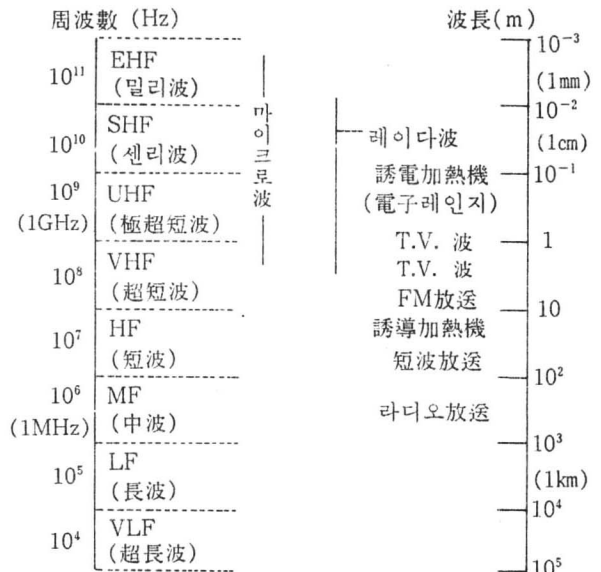


그림 1. 電磁波의 周波數와 波長(英字呼稱은 國際電氣通信條約無線規則에 의함)

2. 근방계 (近傍界)와 원방계(遠方界)

전자파는 공간을 타고가는 전기적 자기적 파동현상인데 파원의 근방과 원방에서의 전파(傳波)가 다르다.

원방공간에서는 전계나 자계나 간에 그 강도는 거리에 반비례하며 전계와 자계의 비(파동임피던스)는 일정하다. 전자파의 에너지를 표시하는 전력밀도(전계 x 자계)는 파원으로부터의 거리의 제곱에 반비례한다. 따라서 전계나 자계의 어느 한쪽을 측정하여 다른쪽의 전파에너지를

얻을 수 있다. 이러한 관계가 성립하는 공간을 원방계라 한다.

근방계에서는 이러한 관계가 성립하지 않는다. 전계성파원에서, 전극의 근방에서는 전계가 우위(優位)이며, 전계와 자계의 비가 크고 이것은 거리에 따라 감소한다. 반대로 고주파전류가 흐르는 자계성파원에서는 자계가 우위여서 파동 임피던스는 극히 작으며 거리에 따라 커진다. 따라서 한쪽을 측정하여 다른 쪽을 알아낼 수 없다. 또 전계강도가 자계강도가 거리의 세제곱에 반비례한다. 일반적으로 파장의 약 1/3 이상의 공간을 원방계라고 본다. 유도가열기를 취급하는 경우는 파장이 10m 이상이어서 작업자의 위치는 자계성근방계가 된다. 유전가열기의 경우는 전계환경으로서 GHz의 주파수 이상이고 파장은 약 1m 이내여서 원방계로 취급한다. 그러나 파장이 1m 이상이거나 작업자의 위치가 전극에 아주 가까운 경우는 근방계로 취급한다. 일반적으로 작업장의 경우 근방계가 대부분인 것으로 보는 것이 좋다.

3. 측정량의 단위

전자계나 전자파의 측정에서는 전계강도 V/m, 자계강도 A/m, 전력밀도 W/m² 또는 mW/cm² 등이 사용된다. 측정기도 이 단위들이 각각 사용된다.

전력밀도(W/m²)=전계강도(V/m)×자계강도(A/m)이며

원방계에서는 전계강도와 자계강도의 비는 일정하며 다음과 같은 관계이다.

$$\text{전계강도} = \text{자계강도} \times 377(\Omega)$$

표1은 이들간의 환산표이다.

근방계에서는 이 관계는 성립되지 아니하며 사용측정기에 따라 전계강도 또는 자계강도나 이들의 제공치로 표현된다. 단 원방계인 경우의 관계를 원용하여 mW/cm² 또는 mW/m²를 단위로 하는 전력밀도로 표현하는 수도 있다. 이 경우 평균평면파환산에 의한 전력밀도라 하며 실제의 전력밀도는 아니다. 또 자계강도의 단위로

표1. 測定量の 平面波換算

電力密度		電界強度	磁界強度	平均 2乘 電界強度	平均 2乘 磁界強度
mW/cm ²	W/m ²	V/m	A/m	(V/m) ²	(A/m) ²
100	1,000	613	1.63	376,000	2.66
50	500	434	1.15	188,000	1.33
20	200	274	0.729	75,300	0.531
10	100	194	0.516	37,600	0.266
5	50	137	0.364	18,800	0.133
2	20	86.7	0.231	7,530	0.0531
1	10	61.3	0.163	3,760	0.0266
0.5	5	43.4	0.115	1,880	0.0133
0.2	2	27.4	0.0729	753	0.00531
0.1	1	19.4	0.0515	367	0.00266

μT(microtesla) 또는 mT 혹은 G(Gause)가 사용되기도 한다.

$$1 \mu T = 0.01G = 0.796 \text{ 자계강도(A/m)}$$

의 관계가 있다.

4. 측정기와 측정법

근방계에서의 측정은 등방성(等方性)전자계 모니터가 사용된다. 서로 직각인 세쌍의 미소(微少)dipole 또는 미소coil과 검파소자(檢波素子)로 조립한 probe를 사용한다. 전계 또는 자계의 제공에 비례하는 출력으로 얻어지는데 평면파환산으로 mW/cm² 단위로 표시한 것도 있다. 이러한 장치는 시판되고 있는 것이 있기는 하나 감도가 낮아서 측정치를 허용기준과 비교하여 유효성을 평가하는 데에는 사용할 수 있으나 대책을 세운다든가 하는 정밀조사용으로는 아직 적합치 않다. 앞으로 고감도로 주파수분석까지 할 수 있는 기기가 필요하다.

원방계에서의 측정은 측정과장보다 충분히 적은 단축 dipole 안테나나 미소 loop안테나를 센서로 하는 사용법이다.

측정시의 주의사항

- probe의 교정을 정기적으로 하여 둔다.
- 측정기나 측정자가 전자계를 방해하지 않도록 측정자나 측정기를 측정점으로부터 멀리한다.
- 작업자가 있는 경우와 없는 경우를 다 측정하는 것이 좋다. 전자의 경우 probe를 작업자

로부터 15cm 이상 멀리하여야 한다.

○ 대상이 변조파인 경우가 많으므로 제곱평균치(root mean square)를 얻을 수 있는 측정치를 사용한다.

○ 간헐파인 경우는 duty ratio에 의한 보정이 필요하다. duty ratio는 on/off의 일주기에 대한 on time의 비이다. 즉 측정치에(duty ratio)^{1/2}를

곱한다.

○ 기타 대상파가 probe의 측정주파수범위를 벗어나는 경우는 이상치가 얻어지거나 또는 너무 가까이 즉, 대상 30cm이내에 접근하면 측정계와의 정전결합이 생겨 오히려 이상한 값을 얻게되는 수도 있다고 알려져 있다.

사례

관계법규의 올바른 적용을 위한 참고서

산재보험재심사재결사례

○○산업(주)소속 근로자가 작업중 갑자기 중얼거리고 책상을 두들기는 등 정신질환증세를 나타낸 경우

(88-85호 88. 4. 18. 기각)

재 결 서

재 심 청 구 인

주소 : 경남 거창군 웅양면 한가리

성명 : 금 ○ ○

원처분을 받은자

주소 : 상 동

성명 : 금 ○ ○

소속 : ○○산업(주)

원 처 분 청

서울관악지방노동사무소장

주 문

이건 재심사 청구를 “기각”한다.

이 유

재심사 청구인 금○○(이하 “청구인”이라 한다)의 재심사 청구취지는 서울관악지방노동사무소장(이하 “원처분청”이라 한다)이 1987. 12. 17.자 금○○(이하 “피제자”라 한다)에 대하여 행한 산업재해보상보험법(이하 “보험법”이라 한다)에 의한 요양불승인 처분을 취소한다는 재결을 구하는데 있다.

피제자는 ○○산업(주) 소속 프레스공으로 근무중인 1987. 10. 29. 00 : 40경 프레스공장 4라인에서 갑자기 중얼거리고 책상을 두들기며 기어다니기도 하고 토끼뽀, 옆드려 팔굽히기 등 정신질환증세를 보여 한강성심병원에 입원 진단한 결과 “정신증”으로 원처분청에 요양신청을 하였던 바, 원처분청에서는 자문의 소견상 “업무와 관계가 없는 것으로 판정됨”임으로 업무외 재해로 판단, 요양불승인 처분하였다.