

VDT 작업시 자기장이 인체에 미치는 영향에 관한 연구

박재희, 김철중, 이남식, 김진호

한국표준과학연구원 인간공학연구실

An Effect of Magnetic Field on VDT Work

Jae Hee Park, Chul Jung Kim, Nahm Sik Lee, Jin Ho Kim

Korea Research Institute of Standards and Science

ABSTRACT

The effect of magnetic field on VDT work has not been clarified yet, but many studies reported that magnetic field could cause of the cancers. Many developed countries have set the criteria of magnetic field and produce the VDT which has lower magnetic value.

The purpose of this study was to measure the intensity of magnetic field from VDT. For this purpose three experiments were performed. The first was designed to measure the intensity of magnetic field by distances(30,60,90 cm) and directions. The second was to compare the intensities between VDT and Color TV. The last was to evaluate the eye protection glasses.

The results showed that the intensity of magnetic field was lowered in proportion to the distance (r^3) and both lateral sides of the VDT marked high values compared to the frontal and back sides. On the same distance (30 cm) color TV marked high value to the VDT. But on the normal work distance (TV: 100 cm, VDT: 30 cm) there was little difference, Eye protection glasses could not protect the magnetic field physically.

I. 서 론

현대사회는 전기에너지에 의존하고 있다고 해도 과언이 아니며, 전력소비는 계속 늘어나는 추세에 있다. 이렇듯 우리의 생활과 밀접한 관계에 있는 전기 에너지는 발전(發電), 송전(送電), 배전(配電) 그리고 최종 소비로서 전기기구의 사용단계에서 필연적으로 전자기장(electro-magnetic field)에의 노출을 수반하게 된다.

50~60 Hz 주파수의 교류전원에 의해 발생하는 전자기장은 3~3000 Hz 영역에 해당하는 초저주파 (ELF; Extremely Low Frequency)로서 전원으로부터의 거리에 반비례해 급속히 세기가 감소하게 된다. 이때 초저주파에서의 전자기파는 전기장과 자기장의 비례관계가 성립되지 않기 때문에 각각 다루어야만 한다. 특히 최근에는 자기장에 의한 세포막의 손상 등에 대한 영향 때문에, 전기기구에서 발생하는 자기장에 대한 관심이 고조되고 있다[3].

VDT 작업 역시 컴퓨터 본체와 모니터에서 자기장을 발생하게 되는데, 이때 자기장에 대한 안전한 노출의 정도와 인체에 미치는 영향에 대한 연구와 논의가 선진국에서는 이미 활발하게 진행되고 있다. 전기장이 인체에 미치는 효과는 열적 자극작용으로서 피부감각을 통한 신경계의 전달로 그치는데 반해, 자기장의 효과는 미세세포에 영향을 끼치는 것으로 파악되고 있다[3]. 특히 백혈병, 뇌종양 등 암의 발생과 관련한 많은 역학조사들이 이루어지며 자기장의 인체에 대한 효과에 관심이 고조되었으며 이에 대한 안전기준들이 설정되게 되었다.

II. 측정방법과 측정계획

1. 측정장비

자기장을 측정하는 방법은 측정하는 용도와 자장측정 범위에 따라 다양하다. 핵자기공명가우스미터, 홀효과가우스미터, 양성자마그네토미터, 자속게이트 마그네토미터 등이 그 방법들인데[5], 여기에서는 독일 국가표준연구기관인 PTB 에서 제작되고 한국표준과학연구원 자기연구실에 보유하고 있는 자속게이트 마그네토미터 (flux gate magnetometer) 를 이용해 측정을 실시하였다[2]. 자기장 측정장비는 그림 1. 과 같이 자속게이트 마그네토미터, 오실로스코우프, 디지털멀티미터 (digital multi meter), 360° 회전 가능한 목재원반으로서 구성하였다.

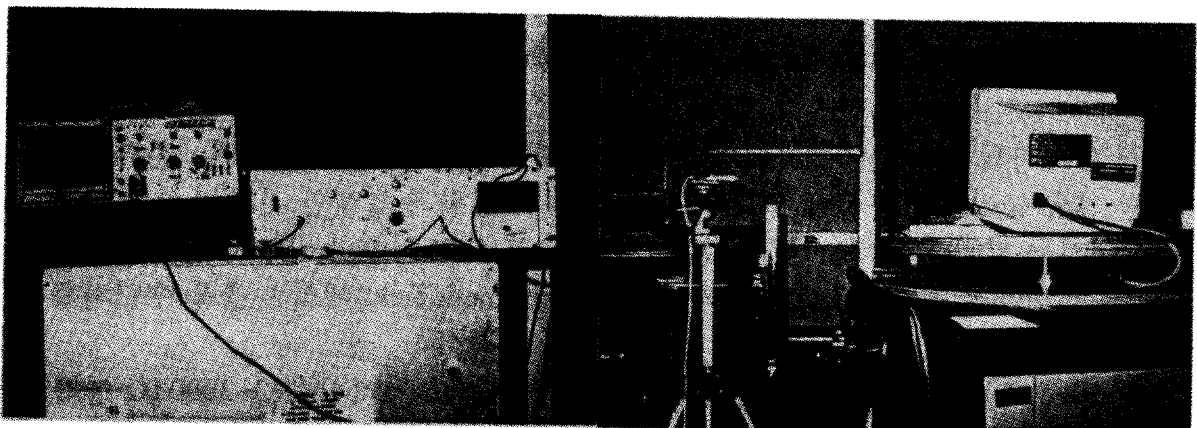


그림 1. 자속게이트 마그네토미터 측정장치의 구성과 측정방법

2. 측정방법

자기장의 세기는 A/m, 혹은 자속밀도(단위면적을 통과하는 자속선의 수) 단위인 가우스(G)나 테슬라(T)로서 측정한다. 국제표준단위계(SI)인 1 테슬라(T)는 CGS 단위계인 가우스(G)로 환산하면 10,000 G에 해당하게 된다[5]. 본 측정에서는 가우스를 사용하여 자기장의 세기를 측정하였다. VDT 자기장의 측정은 다음과 같은 순서로 수행하였다.

- (1) 측정대상물(VDT)을 회전원반의 중앙에 위치시킨다.
- (2) 측정거리에 맞추어 마그네토미터 센서의 위치를 삼각대 위에 고정시킨다.
- (3) X, Y, Z 세 방향 가운데 측정하고자 하는 방향에 센서의 위치를 맞춘 후 고정시킨다.
- (4) 측정대상물에 전원을 켜준 상태에서 회전원반의 각도를 30°씩 회전시켜 가면서 유도전압을 10초 간격으로 10회 측정하여 평균치를 구한다.
- (5) 측정대상물의 전원을 꺼서 지자장, 전선 등 주변 환경에서 발생하는 노이즈(Noise) 자장에 의한 유도전압을 측정한다.
- (6) 측정된 유도전압에서 노이즈에 의한 전압을 빼준 후 전압값을 자속밀도로 환산하여 자장의 크기를 구한다. (0.1 V → 1 mG)
- (7) X, Y, Z 세 방향별로 구한 자속밀도 값의 벡터 합을 구해 그 위치에서의 자속밀도 값을 계산한다. 공간 속의 한 점 P에서의 자속밀도(B)는 아래와 같이 구해진다.

$$B_p = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2} \text{ ————— (식 1.)}$$

3. 측정계획

VDT에서 발생하는 자기장의 성질과, 그 세기정도, 차폐 등의 효과를 알아보기 위해 다음과 같은 세가지 실험을 수행하였다.

- (1) 측정 1: 거리별, 방향별 VDT 자기장 측정
VDT 중앙으로부터 떨어진 거리별로, 30° 간격의 전방향에 대한 자기장을 측정해 자기장 세기의 분포곡선을 알아보는 측정으로 30, 60, 90 Cm 거리에 대해 수행한다.

(2) 측정 2: VDT 와 칼라 TV 의 자기장 측정 비교

14 인치 VDT, 20인치 VDT 와 칼라TV 의 자기장 세기를 비교하기 위해 스크린에서 30 Cm 떨어진 곳에서의 자기장 측정을 통한 상호간의 비교와 기준허용치와의 비교를 수행한다.

(3) 측정 3: 보안경의 효과

14 인치 VDT 에 대해 보안경을 부착한 경우와 부착하지 않은 경우의 자장의 크기를 비교한다.

표 1. 자기장측정계획

구 분	측 정 대 상	측 정 거 리	측정방향
측정 1	14" 칼라모니터	30, 60, 90 Cm (중앙-측정점)	30도 간격 전방향
측정 2	14" 칼라모니터 20" 칼라모니터 칼라텔레비전	30 Cm (스크린-측정점) 30 Cm (스크린-측정점) 30, 100 Cm (스크린-측정점)	
측정 3	14" 칼라모니터 14" + 보안경부착	30 Cm (스크린-측정점) 30 Cm (스크린-측정점)	

III. 측정결과

1. 거리별, 방향별 VDT 자기장 측정 (측정1)

14 인치 칼라 모니터 중앙으로부터의 30, 60, 90 Cm 떨어진 곳에서의 자기장을 측정한 결과를 그림 2. 에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 자기장의 크기는 거리 (r^3)에 반비례해 급격히 줄어들고 있음을 알 수 있다. 자기장의 크기는 VDT 전면부와 후면부에 적게 나타나는 반면, 양 측면에서 최대값을 보이고 있다. 또한 자기장의 크기는 거리가 가까울수록 방향에 따라 그 값이 크게 변하고 있는 반면 거리가 멀어질수록 그 차이가 줄어들고 있다.

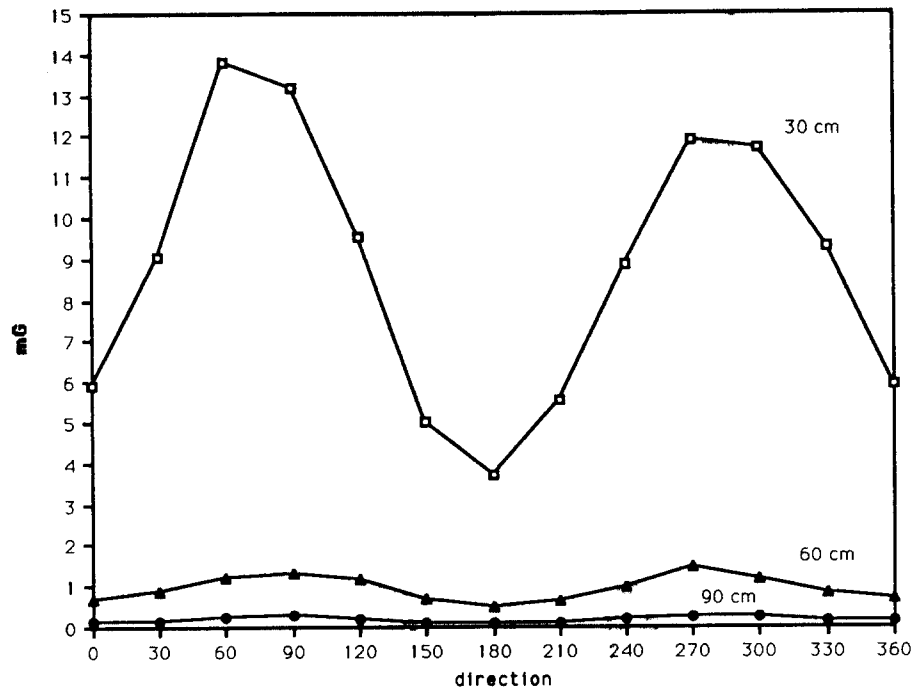


그림 2. 14" VDT 의 거리별, 방향별 자기장 측정

2. VDT 와 칼라 TV 의 자기장 측정 비교 (측정2)

VDT와 칼라TV와의 자기장을 비교 측정한 결과가 그림 3.에 표시되어 있다. 30cm 동일한 거리에서의 비교는 칼라텔레비전이 월등히 높게 나타났다. 100cm 떨어진 칼라텔레비전과 30cm 떨어진 VDT를 비교한 결과는 VDT가 약간 높은 것으로 나타났다. 보통의 VDT 작업에 많이 이용되는 14" 모니터 작업은 1m 떨어져 칼라텔레비전을 시청하는 것보다 0.8-1.4 mG정도 더 노출되고 있다고 볼 수 있다. 본 실험에서 측정한 VDT나 칼라텔레비전에서 나오는 자기장 값은 현재 선진제국에서 설정해 놓은 기준치에는 못미치는 수치를 나타내고 있다(표 2. 참조). 그러나 이러한 안전기준치 설정을 놓고도 아직 전문가들 사이에 이견이 좁혀지고 있지 못한 형편이므로 자기장의 인체에 대한 효과가 명확히 파악될 때 까지는 자기장 노출시간을 적게하며, 적정거리를 유지한 작업자세로 VDT 작업에 임해야 할 것이다.

표 2. 각국의 안전기준과 가전제품의 자기장의 세기

안전 기준	노출한계	가전제품	자기장의 세기
일본 일반	2 G	냉장고	0.001-0.01 G
일본 직업	5 G	전기담요	0.01 - 0.05 G
IRPA 일반	5 G	전자렌지	0.06 - 2 G
IRPA 직업	1.25 G	전기믹서	0.5 - 6 G
러시아 직업	18 G	진공청소기	2 - 10 G
영국	20 G	헤어드라이어	0.1 - 20 G

(자료 : IEEE Spectrum, Aug, 1990)

* 일본 안전기준 : 徳丸仁, 전파는 위험하지 않은가, 1991

* IRPA : International Radiation protection Association

* 가전제품의 측정거리 : 근접거리

3. 보안경의 효과 (측정3)

14인치 VDT 30 Cm 거리에서 보안경을 부착한 경우와 부착하지 않은 경우의 자기장의 세기는 동일했다. 즉, 보안경은 자기장에 대해 물리적으로 차폐효과가 전혀 없는 것으로 나타났다. 자기장을 줄이기 위해서는 회로의 재설계, 자기장을 줄이는 전자재료의 개발 등이 필요할 것이다.

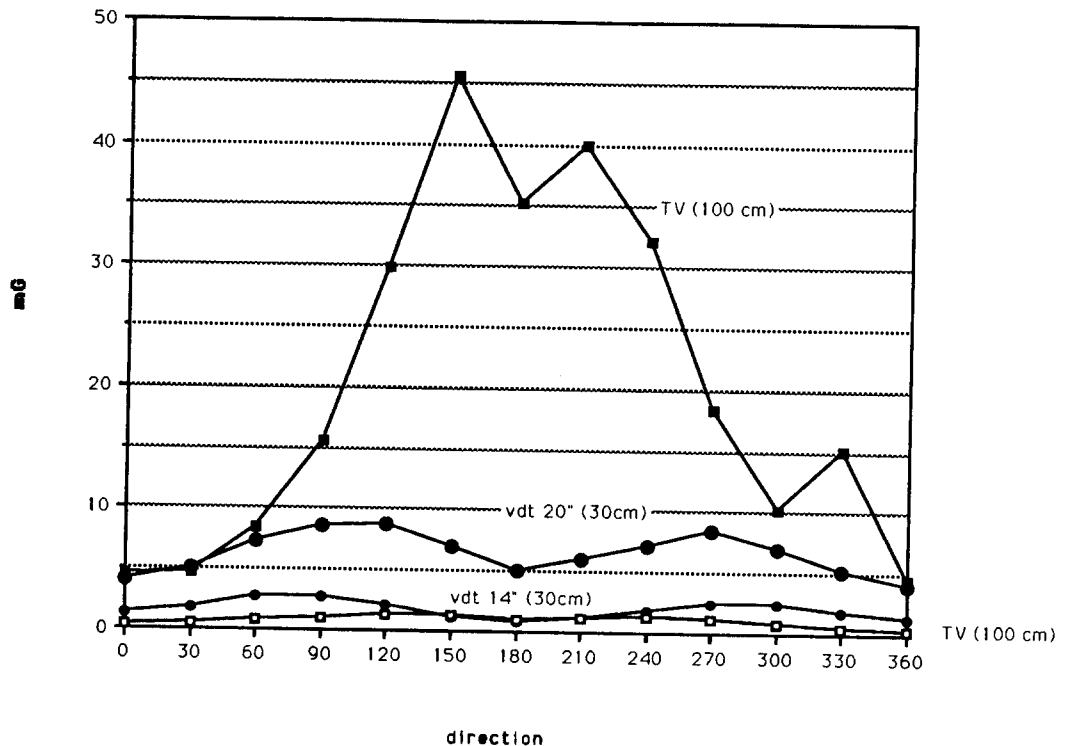


그림 3. VDT와 칼라텔레비전의 자기장 세기 비교

IV. 결 론

VDT 작업은 현대의 많은 사무작업을 대체하면서 건강과 안전에 대한 여러 문제를 제기하고 있다. 그 가운데 하나로 최근 VDT 에서 발생하는 자기장의 인체에 대한 유해성 여부가 자주 논쟁의 대상이 되고 있다. 물론 모든 전기기구는 자기장의 발생을 수반하게 되지만, 노출시간과 사용의 광범위성으로 인해 VDT 가 우선 그 관심의 초점이 되고 있는 것이다.

본 연구에서는 VDT 작업시 노출되는 자기장의 형태를 측정하고 이를 칼라 텔레비전과 비교하였다. 또한 보안경의 효과도 측정하였다. 이러한 측정치를 다른 가전제품과 선진 몇 개 국가에서 규제하고 있는 안전기준과의 비교를 하였다. 측정결과 VDT의 자기장의 크기는 거리(r^3)에 반비례해 급격히 줄어드는 것으로 나타났으며, VDT 전면부와 후면부의 세기가 약한 반면 양측면에서 강하게 나타났다. VDT 의 모니터는 크기가 클수록 자장의 세기가 컸으며, 칼라텔레비전의 경우 일반적으로 VDT에 비해 높은 값을 나타냈다. VDT 30cm에서 하는 작업은 텔레비전을 1 m 에서 시정하는 것보다 약간 높은 자기장에 노출되고 있다는 것을 알 수 있었다. 보안경은 그 성분상 자기장의 차폐를 전혀 할 수 없는 물질로 예상대로 그 효과는 전무하였다.

초저주파 (ELF) 영역에서의 자기장의 인체에 미치는 효과에 대한 연구는 비교적 최근에 시작되었기에 아직도 알려지지 않은 부분이 많고, 그 허용기준치 설정에 있어서도 아직 많은 논란이 있는 형편이다[1][4]. 다만 초저주파에 의한 인체에 미치는 구체적 메카니즘은 규명 안되었으나, 암을 비롯한 여러 질병과의 인과관계를 밝히려는 여러 증거가 제시되고 있는 상황이므로 가능한 한 강한 자기장에의 장시간 노출은 피해야 할 것이다. 특히 VDT 작업 종사자들은 장시간 집중적인 작업을 해야 하므로 VDT 가 발생시키는 전자파에 대해 적절한 보호를 받아야 할 것이다. 이미 IBM과 Apple 사는 VDT 자기장의 안전규제에 대비한 적 모델 개발을 시작하였다. [1]. 국내에서도 VDT 작업자, 관리자 그리고 생산자들도 이러한 세계적인 흐름에 발맞추어 VDT 가 발생시키는 자기장에 대한 연구와 이의 감소를 위한 노력을 시작하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Fitzgerald, K., Electromagnetic fields: the jury's still out, IEEE Spectrum, 1990, Aug., 22-35
- [2] Son, D., A new type of fluxgate magnetometer using apparent corrective field strength measurement, IEEE Tr. on Magnetics, 1989, 25(5), 3420-3422
- [3] Walborg, E.F., Extremely low frequency electromagnetics fields and cancer: focus on tumor initiation, promotion, and progression, NEIVIA, 1991
- [4] 徳丸仁, 전파는 위험하지 않은가, 전파과학사, 1991
- [5] 공업진흥청, 자기: 정밀측정교재 87-013, 1987