

지하철과 국철에서의 전계 및 자계

유창용, 남기창, *김덕원
연세대학교 생체공학 협동과정
*연세대학교 의과대학 의용공학교실

Electromagnetic fields in subways and national railway

C. Y. Ryu, K. C. Nam, *D. W. Kim

Bioengineering Program, Yonsei University

*Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Yonsei University

ABSTRACT

Recently, many people are interested in the electromagnetic fields(EMF), so we measured the strength of electromagnetic fields in the carriages of national railways and subways. We also measured on the platforms of national railways and subways.

The strength of EMFs on the platforms of national railways was stronger than that of subway's platforms. EMF measured on the platform during railway carriage's arriving and leaving was stronger than that without carriages. The strength of the magnetic fields in the carriages of national railways was measured stronger than that of subway's carriage while national railway is run by AC while subway is run by DC. Also The strength of the subway line 8 were measured stronger two to three times than others.

서론

인체에 영향을 미치는 전자파는 크게 ELF(Extremely low frequency : 0~2 kHz), VLF(Very low frequency : 2~500 kHz) 및 microwave(300 MHz ~ 300 GHz)로 분류하는데 ELF와 VLF는 자계(magnetic field)와 전계(electric field)로 각각 mG(밀리가우스)와 V/m의 단위를 가지며, microwave는 단위 면적당의 출력($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)을 측정한다. ELF와 VLF는 자계와 전계에 의해 인체에 유도되는 전류가 흐르는 것이 문제가 되는데 반해, microwave는 인체 조직의 온도를 상승시키는 것이 문제가 된다.

전계는 전하의 세기에 의해 형성되고 자계는 전하의 이동에 의해 형성되는데 도선에 전류가 흐르면 Lorentz의 법칙에 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 전류

는 흐르지 않지만 미세한 전류가 흐르게 된다[1]. 이러한 저자계에 의한 전류가 인체에 미치는 영향이 해롭다는 것은 밝혀져 있으나 어떻게 해서 해롭다는 기전은 완전히 밝혀지지 않고 있다. 그러나 다음과 같은 두 가지 학설이 있는데 그 중 하나는 전자파의 파장과 세포의 크기가 "match"될 때 공진 현상이 일어나고, 이 공진은 전자파 에너지의 전달을 최대화시켜 유해할 수 있고, 측정 가능한 생체현상을 유발시킨다는 학설이다[2,3]. 또 다른 학설은 세포막 사이의 변화된 Ca의 흐름이 암에 대항하여 싸우는 능력을 감소시킨다는 것으로 얇은 세포막의 낮은 전도성으로 말미암아 미세한 유도전류라도 세포막 사이에는 높은 전압이 형성되어 화학적 평형을 방해한다는 것이다[4].

전자파에 대한 규격은 각 나라마다 그 기준치가 틀리며 아직 통일된 기준치가 정해져 있지 않지만 가정 엄격한 스웨덴의 MPR-II 규격의 경우 5Hz~2kHz에 해당하는 Band I은 자계는 2.5 mG 이하, 전계는 25V/m 이하, Band II인 2~400kHz 대역에서는 자계는 0.25 mG 이하, 전계는 2.5V/m로 정하고 있다[5].

전기를 사용하는 제품은 필연적으로 전자파를 발생하게 된다. 현대를 살아가는 사람이라면 대부분이 많은 전기, 전자 제품에 둘러 쌓여 생활하기 때문에 항상 전자파에 영향을 받으며 생활을 하게 된다. 지하철과 국철도 또한 고압의 전기를 이용하는 교통수단으로 우리나라의 복잡한 도로사정으로 인해 요즘은 많은 사람들이 이용하고 있다. 특히 최근 들어 인체에 미치는 저주파 전자파에 대한 관심이 고조되고 있어 지하철 및 국철에서 발생하는 전자파의 세기를 측정하였다.

측정 방법

본 연구에서는 HI-3604와 HI-3616(Holaday Industry Inc.)를 이용하여 전계와 자계를 측정하였으며 HI-3604는 5 Hz ~ 2 kHz의 주파수 응답을 가지는 ELF 측정기이며 HI-3616은 전계 측정을 위한 fiber optic remote control이다.

지하철 플랫폼의 측정은 안전선에서 전동차가 없을 때와 전동차가 들어올 때, 전동차가 나갈 때로 나누어서 측정하였다.

전동차 안에서 전자파의 측정은 각 구간에서 전동차가 출발하기 시작했을 때부터 전동차가 다음 역에 도착해서 멈출 때까지의 측정 값 중에서 최대값을 선택하였다. 전동차는 차체가 금속으로 되어 있어 전계는 많은 부분이 차단되므로 자계만 측정하였다.

측정 결과 및 고찰

플랫폼에서의 전자파 측정은 국철에서 다른 지하철역에서 보다 무려 300배 이상의 전계가 측정되었다. 자계에 있어서는 국철에서 역시 강한 자계가 측정되었으며 지하철역의 플랫폼 중에서도 몇 군데가 높게 측정되었다. 특히 전동차가 들어오고 나가는 것에 의해서 자계의 세기가 변하는데 전동차가 역에 없을 때가 다른 때에 비교해 적은 양의 자계가 측정되었으며 전동차가 출발할 때에 전동차가 들어 올 때보다 많은 양의 자계가 측정되었다.

표 1. 플랫폼에서의 전계와 자계의 세기
Table 1. Strength of electric and magnetic fields on the platforms.

	전계(V/m)	자계(入)	자계(mG)	자계(出)
국철 1	659.00	91.000	33.000	63.000
국철 2	638.00	13.370	6.840	36.100
지하철 1	1.50	0.600	0.500	1.997
지하철 2	1.50	1.078	0.230	1.998
지하철 3	1.67	1.729	1.689	1.664
지하철 4	1.86	2.200	2.600	8.300
지하철 5	0.25	9.670	1.411	10.910
지하철 6	1.55	14.980	1.414	11.270
지하철 7	1.78	6.700	0.848	5.050
지하철 8	1.54	1.730	0.478	6.250
지하철 9	1.61	1.900	1.447	8.740
지하철 10	1.68	5.000	4.850	5.570
지하철 11	1.58	1.545	0.508	2.200
지하철 12	1.74	2.070	0.773	2.690
지하철 13	2.47	1.930	1.329	3.370
지하철 14	1.74	6.540	0.492	7.030
지하철 15	1.57	5.750	1.080	9.560
지하철 16	1.70	5.040	0.764	5.270
지하철 17	1.99	10.560	1.960	12.730
지하철 18	1.60	1.282	0.286	1.769
지하철 19	1.55	2.050	0.586	1.840

전동차안에서의 전자파 측정은 전계의 양은 무시할 정도로 저기 때문에 자계만을 측정하였다. 그림 1에서 다른 구간의 전동차보다 국철과 8호선의 평균 자계의 세기가 높게 측정되었다. 국철의 자계의 세기는 최소 3.3 mG에서 최대 14.77 mG로(그림 2), 평균

9.84 mG였으며 다른 호선에 비해 가장 높은 평균 자계가 측정되었다. 8호선의 경우 아직 완전히 개통되지 않아서 잠실역에서 복정역까지 개통된 부분에서만 측정하였는데 최소 6.88 mG에서 최대 12.86 mG로 다른 지하철 구간의 전동차에서 보다 2~3배정도 높게 측정되었다.

표 2. 전동차 안에서의 자계의 평균 세기
Table 2. Average strengths of magnetic fields in the subway carriages.

	평균 자계(mG)
국철	9.84
1호선	2.65
2호선	4.69
3호선	2.37
4호선	4.80
5호선	2.22
7호선	1.71
8호선	9.67

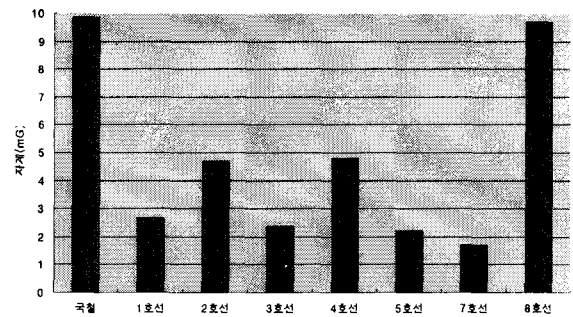


그림 1. 전동차 안에서의 자계의 평균 세기
Fig.1. Average strengths of magnetic fields in the subway carriages.

다음은 국철과 각 전철 호선에 따른 자계의 세기를 보여주는 그림이다.

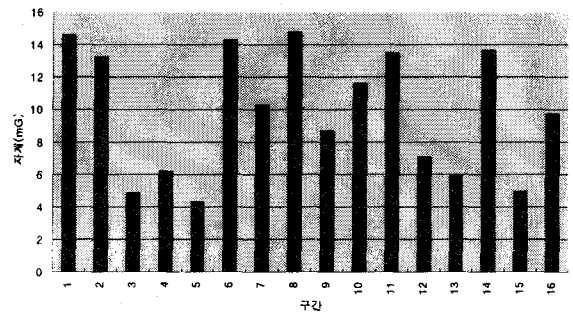


그림 2. 국철 전동차 안에서의 자계의 세기
Fig.2. Strength of Magnetic fields in the National railway carriages.

그림 3은 1호선 전철 구간으로 4번 구간이 5 mG 인 것을 제외하면 모두 3 mG이하로 대체로 낮은 자계의 세기를 보였다.

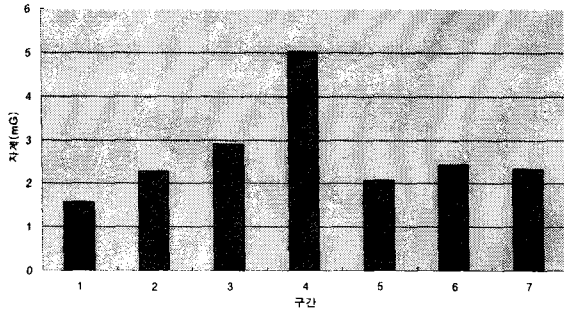


그림 3. 1호선 전철 안에서의 자계의 세기
Fig.3. Strength of magnetic fields in a subway carriages (line 1)

그림 4는 2호선 전철 구간으로 1번 구간을 제외한 다른 구간 모든 구간이 3 ~ 6 mG로 약간 높은 자계가 측정되었다.

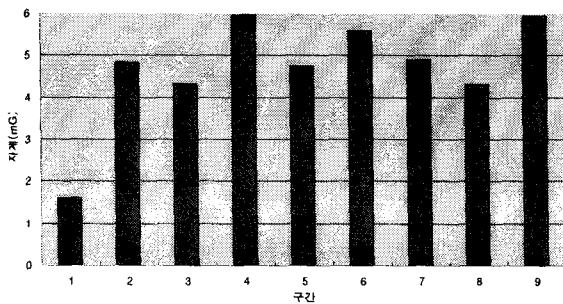


그림 4. 2호선 전철 안에서의 자계의 세기
Fig.4. Strength of magnetic fields in a subway carriages (line 2)

그림 5는 3호선 전철 구간으로 대부분이 2 mG 정도의 자계가 측정되었으며 14번, 19번의 경우는 주위의 환경적인 영향에 의한 것이다.

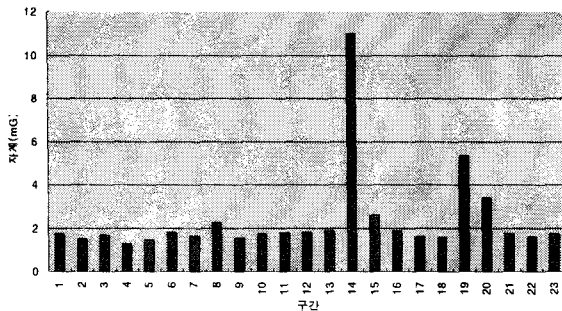


그림 5. 3호선 전철 안에서의 자계의 세기
Fig.5. Strength of magnetic fields in a subway carriages (line 3)

그림 6은 4호선 전철 구간으로 대부분 낮은 값이나 4번 구간은 아주 높은 값이 측정되었는데 이것은 전철 선로 옆에 위치한 변전소의 영향에 의한 것이다.

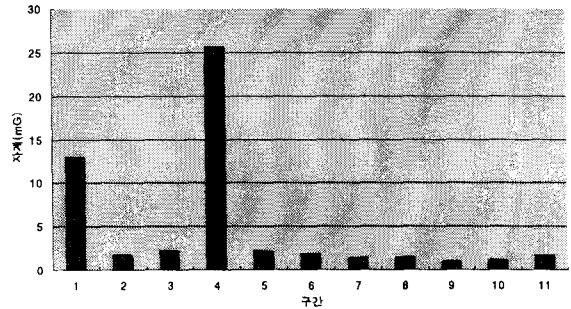


그림 6. 4호선 전철 안에서의 자계의 세기
Fig.6. Strength of magnetic fields in a subway carriages (line 4)

그림 7은 5호선 구간으로 대부분이 3 mG 이하의 낮은 자계가 측정되었다.

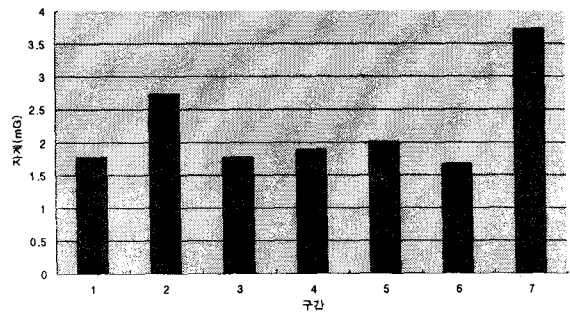


그림 7. 5호선 전철 안에서의 자계의 세기
Fig.7. Strength of magnetic fields in a subway carriages (line 5)

그림 8은 7호선 전철 구간으로 많은 구간을 측정하지는 못했지만 대체적으로 역 구간들이 한적한 지역에 위치해서 인지 낮은 자계가 측정되었다.

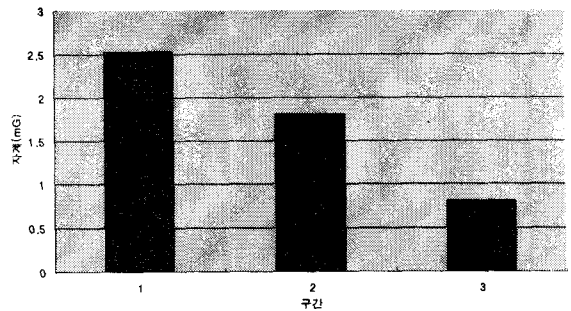


그림 8. 7호선 전철 안에서의 자계의 세기
Fig.8. Strength of magnetic fields in a subway carriages (line 7)

그림 9는 8호선 전철 구간으로 다른 전철 구간과는 달리 국철 수준과 비슷한 양의 많은 자계가 측정되었다.

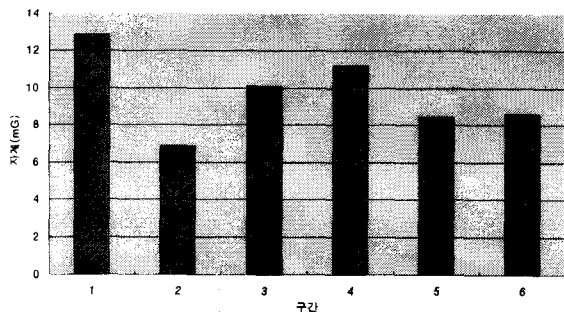


그림 9. 8호선 전철 안에서의 자계의 세기
Fig.9. Strength of magnetic fields in a subway carriages (line 8)

결론

본 연구에서는 서울 시내의 국철과 전철역 플랫폼과 전동차 안에서 전자파를 측정하였으며 플랫폼에서는 전철역에서보다 국철역에서 많은 양의 전계와 자계가 측정되었다. 또한 전동차안에서도 역시 국철이 다른 전철보다 높은 자계가 측정되었으며 특히 8호선 전동차 안에서는 다른 전철 전동차 안에서 보다 유난히 높게 측정되었다. 국철은 고압의 교류를 사용하기 때문에 많은 60 Hz 전자파가 나오지만 8호선의 경우는 전철이기 때문에 직류를 사용하는데도 이와 같이 높은 자계가 측정된 원인은 알 수 없었다. 이에 대해서는 주위의 환경 및 전원의 사용 및 여러 가지에 대해서 정확한 조사가 필요하다.

참고문헌

- [1] Science News, vol. 137, no. 15, p229, April 14, 1990
- [2] The lancet, p246, January 29, 1983
- [3] New England Journal of Medicine, vol. 307, no. 4, p249, July 22, 1982
- [4] EPA Draft report Nature, vol. 345, 6-7-90, p463, March, 1990
- [5] 김덕원, "전자파 공해", 수문사, 1996
- [6] 김덕원, 유창용, "각종 전자파에 의한 인체의 노출 : 역학조사를 위한 전자파 측정", 의공학회지, vol. 16, no. 2, p191-199, 1995