

전기철도차량 객실 내부 위치에 따른 극저주파 자기 측정 및 분석

Analysis and measurement of low frequency magnetic field according to internal position of electric railway train

장동욱* 한문섭*
Jang, Dong-Uk Han, Moon-Seob

ABSTRACT

The measurement of magnetic field is performed about DC and AC magnetic field in electric railway line. The test point is cap, on the converter/inverter box, on the traction motor and on the SIV, the height of measurement is bottom and 60 cm height. In case of AC magnetic field, the selected specific frequency is measured on the converter/inverter box. The AC magnetic field is checked and analysis through BNC output, DAQ card and notebook PC.

1. 서론

전기 및 전자 분야의 기술발전으로 인하여 전자기파에 의한 환경영향은 더욱 높아지고 있으며 다양한 시스템의 조합으로 운용되는 전기철도 분야에도 이러한 전자기파에 의한 환경영향이 안전의 측면에서 중요하게 논의되고 있다.

전자파가 인체에 미치는 영향은 고주파 대역의 경우 체내심부에서 열을 발생시켜 백내장, 생식유전의 이상, 내분비계, 신경계에 대한 영향 등 급성피해를 나타낼 수 있으며, 극저주파는 급성적인 영향보다는 만성적 영향을 나타내며 최근의 연구에 의하면 장기적인 노출에 의하여 백혈병, 뇌종양, 유방암 등의 발생률이 증가된다는 보고가 있다.

객실의 자계는 인체의 유해성 및 실내장치의 동작성능에 영향을 줄 수 있는 자계 강도를 확인하기 위하여 측정한다. 극저주파의 측정은 교류 25 kV로 급전 받아 운행되는 전기철도차량에서 실시하였으며, 전기철도차량의 주요 전장품(Converter/Inverter Box, 주변압기, 견인전동기, SIV)이 있는 위치에서 측정하였다. 측정된 결과는 컴퓨터를 통하여 FFT를 실시하였으며, 측정결과가 국내의 권고기준에 적합한지 여부를 확인하였다.

2. 측정방법

자기 측정은 전기철도차량의 내부에서 실시하였다. 측정위치는 자계가 많이 발생할 것으로 여겨지는 전장품이 있는 곳으로 하였으며, 컨버터 인버터(C/I), 주변압기(MTr), 보조전원장치(SIV), 견인전동기(TM)에서 실시하였다. 아래 그림 1의 위치(●)에 자기 측정기를 60 cm의 높이에 설치하여 측정 및 기록을 실시하였다.

* 한국철도기술연구원, 전기신호연구본부, 정희원

E-mail : dujang@krri.re.kr

TEL : (031)460-5412 FAX : (031)460-5459

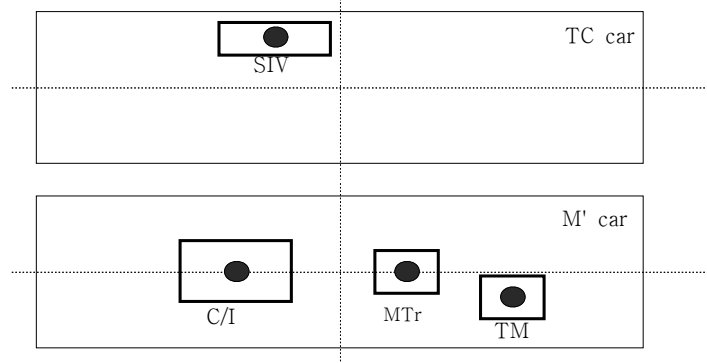


그림 1. 자계측정 위치

자계측정에 사용한 장비는 BMM-3000(Enviromentor)을 사용했으며, 5 Hz ~ 2 kHz까지 측정이 가능하다. 측정기의 센서를 객실내 바닥 60 cm높이에 설치하였으며, 센서로부터 측정정된 자계는 자계측정기의 아날로그 출력을 통하여 x, y, z의 삼축에 대한 자계의 순시파형을 기록 및 분석하였다. 그림 2는 자계측정방법에 대한 개략도 및 계측기인 BMM-300을 나타내고 있다.

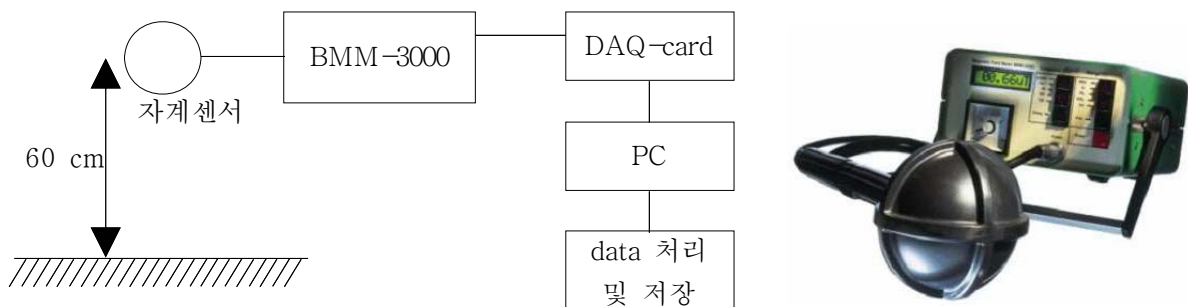


그림 2. 자계측정 블록도 및 계측기

자계측정은 다음과 같이 철도차량을 운행하면서 측정하였다.

- ① 철도차량을 정지 상태에서 속도가 본선최고운행속도가 될 때까지 최대전력으로 가속한다.
- ② 본선최고운행속도이내에서 약 2~5초간 타행으로 운전한다. 타행 유지시간은 시험선로의 안전을 고려하여 선정된다.
- ③ 본선최고운행속도이내에서 상(b) RMS로 정차한다.
- ④ 차량이 운행되는 동안 측정을 실시한다.

3. 측정결과

3.1 전자파 인체보호기준

전자파 인체보호기준은 국내의 경우 정보통신부에서 고시한 것이 있다. 인체보호기준의 주요내용은 주파수(OHz~300GHz) 대역별로 전기장의 세기(V/m), 자기장의 세기(A/m) 및 전력밀도(w/m^2)의 세기를 나타내며 전자기장에 노출되고 있음을 알고 있으며 이의 잠재적인 위험성에 대하여 적당히 주의하도록 훈련받은 직업인과 전자기장에 노출되고 있는 사실을 모르거나 조치를 취할 수 없는 일반인으로 구분

하여 기준치를 정하였다. 또한 정통부 기준은 ICNIRP 국제기준, 미국의 IEEE/ANSI, FCC 기준과 일본의 전파산업협회기준, 유럽의 CENELEC 기준 중 가장 엄격한 ICNIRP 기준을 토대로 하고 있다.

표 1에서 확인할 수 있듯이 우리나라에서 사용하는 상용주파수 60 Hz에 대한 자속밀도 기준은 일반인의 경우 83.3 μ T이다.

표 1. 일반인에 대한 전자파강도기준

| 주파수 범위 | 자기장강도 (A/m) | 자속밀도 (μ T) | 전력밀도 (W/m^2) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| 1Hz 이하 | 3.2×10^4 | 4×10^4 | / |
| 1Hz 이상 ~ 8Hz 미만 | $3.2 \times 10^4 / f^2$ | $4 \times 10^4 / f^2$ | |
| 8Hz 이상 ~ 25Hz 미만 | $4,000 / f$ | $5,000 / f$ | |
| 0.025kHz 이상 ~ 0.8kHz 미만 | $4 / f$ | $5 / f$ | |
| 0.8kHz 이상 ~ 3kHz 미만 | 5 | 6.25 | |
| 3kHz 이상 ~ 150kHz 미만 | 5 | 6.25 | |
| 0.15MHz 이상 ~ 1MHz 미만 | $0.73 / f$ | $0.92 / f$ | |
| 1MHz 이상 ~ 10MHz 미만 | $0.73 / f$ | $0.92 / f$ | |
| 10MHz 이상 ~ 400MHz 미만 | 0.073 | 0.092 | 2 |
| 400MHz 이상 ~ 2000MHz 미만 | $0.0037f^{1/2}$ | $0.0046f^{1/2}$ | $f / 200$ |
| 2GHz 이상 ~ 300GHz 미만 | 0.16 | 0.20 | 10 |

3.2 측정결과

자계측정은 노트북 랩뷰프로그램에 의해서 FFT 및 RMS 값을 기록하였다. 그림 3은 자계측정기로부터 기록된 순시파형을 나타내고 있다. 본 논문에서는 그림 3(a)의 순시파형을 가지고 신호처리기법을 이용하여 데이터를 분석하였다.

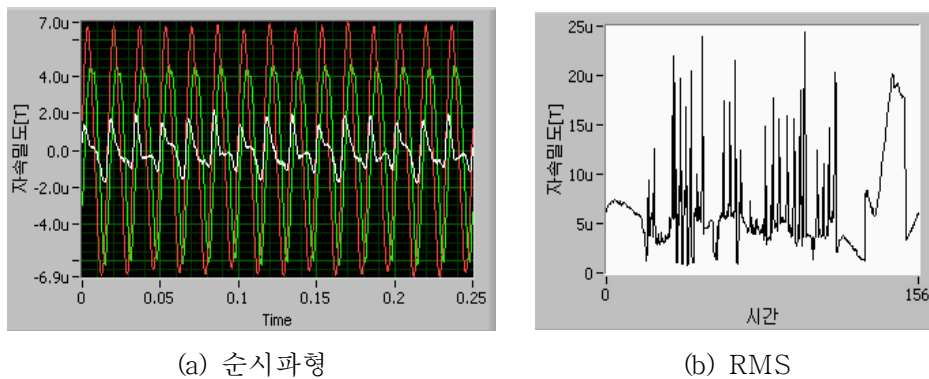
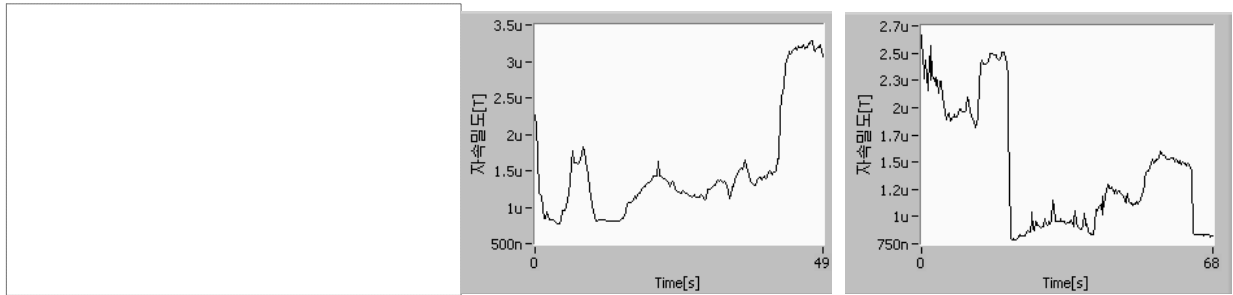


그림 3. 자속밀도 측정 예(주변압기)

그림 4~7은 각각의 전장품에 대한 자속밀도 측정결과를 나타내고 있다. 시험은 최고 속도 60 kph까지 가속한 후에 차가 정차할 때까지 측정한 결과이다.

측정결과를 보면, 최대 RMS값의 경우 C/I는 약 3.4 μT , 주변압기는 8.2 μT , 견인전동기가 24 μT , 보조전원장치가 24 μT 로 나왔다. 견인전동기 및 보조전원장치에서 극저주파 자계값이 가장 크게 나오는 것을 확인할 수 있었으며, 측정결과는 기준값이하 임을 확인할 수 있다.

FFT는 peak hold 기능을 이용하여 전체 측정구간에서 가장 큰 값을 기록한 결과이며, 모든 측정결과가 기준값 이하로 나왔다.

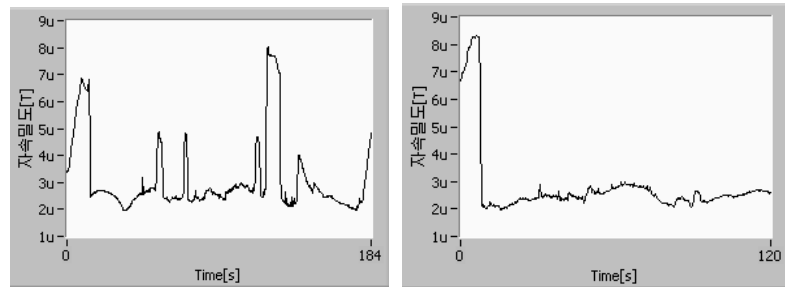


(a) FFT결과

(b) RMS 1차

(c) RMS 2차

그림 4. C/I 위치에서 측정한 결과

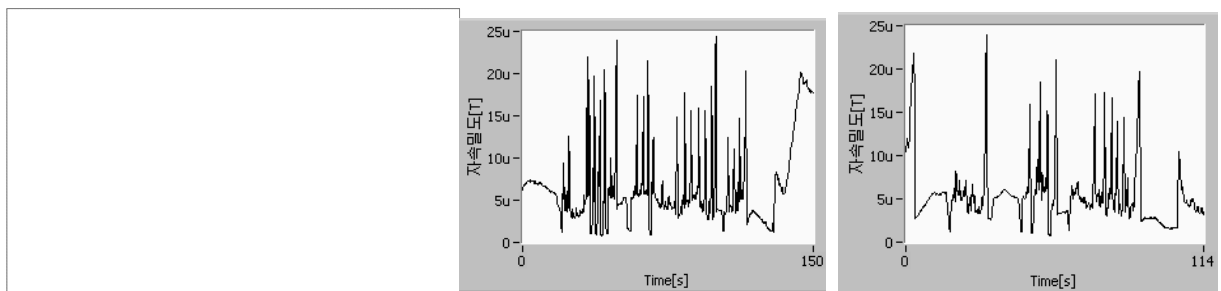


(a) FFT결과

(b) RMS 1차

(c) RMS 2차

그림 5. 주변압기(MTr) 위치에서 측정한 결과

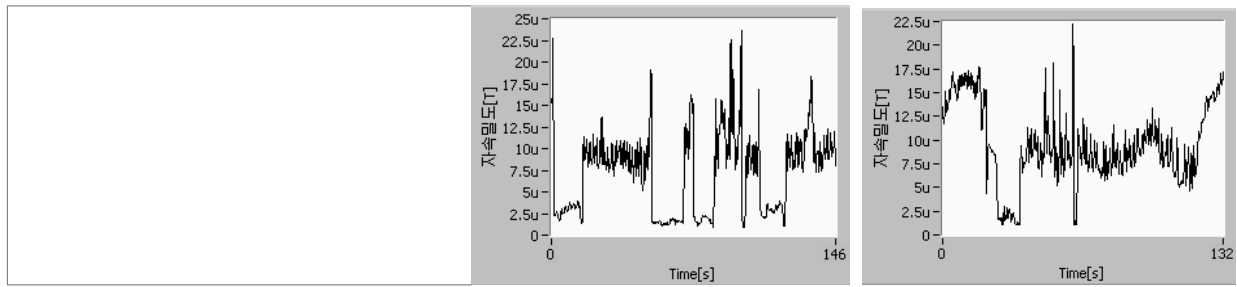


(a) FFT결과

(b) RMS 1차

(c) RMS 2차

그림 6. 견인전동기(TM) 위치에서 측정한 결과



(a) FFT결과

(b) RMS 1차

(c) RMS 2차

그림 7. 보조전원장치(SIV) 위치에서 측정된 결과

4. 결론

본 논문은 교류전원으로 운행되는 전기철도차량을 대상으로 하여 극저주파 자계를 측정하였다. 측정 결과, 최대 RMS값의 경우 C/I는 약 $3.4 \mu\text{T}$, 주변압기는 $8.2 \mu\text{T}$, 견인전동기가 $24 \mu\text{T}$, 보조전원장치가 $24 \mu\text{T}$ 로 나왔으며, 주파수 분석에 의한 결과 또한 기준값 이하로 나왔다. 모두 정통부 및 국제 위원회 등에서 고시하는 제한치내에 있는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 아직까지 극저주파에 대한 인체에 미치는 영향이 과학적으로 규명되어 있지 않고, 개인마다 또는 여러 다른 환경적 요인들로 인해 정확히 전자파의 영향이라고 분리하기가 불가능한 실정이다. 향후 연구되는 결과들을 바탕으로 하여 자계 측정 방법 및 분석에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 정보통신부 고시 제2001-88호, “전자파인체보호기준”.
2. "ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields(up to 300 GHz)"(1998), Health Phys., vol. 74, no. 4, pp. 494-522
3. A.S. Farag, H.Hussain, I. Said, M. Abdel Kader and N. Abdul Rahman(2003), “Electromagnetic Fields Associated with Transportation Systems in Malaysia,” Proceedings of ICNIR 2003, pp. 1-15
4. Diego Bellan, Alessio Gaggelli, Fransescaromana Maradei, Andrea Mariscotti and Sergio A. Pignari(2004), "Time-Domain Measurement and Spectral Analysis of Nonstationary Low-Frequency Magnetic-Field Emissions on Board of Rolling Stock", IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility, Vol. 46, No. 1, pp. 12-23

전기철도차량 객실 내부 위치에 따른 극저주파 자계 측정 및 분석

Analysis and measurement of low frequency magnetic field according to internal position of electric railway train

장동욱* 한문섭*
Jang, Dong-Uk Han, Moon-Seob

ABSTRACT

The measurement of magnetic field is performed about DC and AC magnetic field in electric railway line. The test point is cap, on the converter/inverter box, on the traction motor and on the SIV, the height of measurement is bottom and 60 cm height. In case of AC magnetic field, the selected specific frequency is measured on the converter/inverter box. The AC magnetic field is checked and analysis through BNC output, DAQ card and notebook PC.

국문요약

전기 및 전자 분야의 기술발전으로 인하여 전자기파에 의한 환경영향은 더욱 높아지고 있으며 다양한 시스템의 조합으로 운용되는 전기철도 분야에도 이러한 전자기파에 의한 환경영향이 안전의 측면에서 중요하게 논의되고 있다.

객실의 자계는 인체의 유해성 및 실내장치의 동작성능에 영향을 줄 수 있는 자계 강도를 확인하기 위하여 측정한다. 극저주파의 측정은 교류 25 kV로 급전 받아 운행되는 전기철도차량에서 실시하였으며, 전기철도차량의 주요 전장품(Converter/Inverter Box, 주변압기, 견인전동기, SIV)이 있는 위치에서 측정하였다. 측정된 결과는 컴퓨터를 통하여 FFT를 실시하였으며, 측정결과가 국내의 권고기준에 적합한지 여부를 확인하였다.

본 논문은 교류전원으로 운행되는 전기철도차량을 대상으로 하여 극저주파 자계를 측정하였다. 측정 결과, 최대 RMS값의 경우 C/I는 약 3.4 μ T, 주변압기는 8.2 μ T, 견인전동기가 24 μ T, 보조전원장치가 24 μ T로 나왔으며, 주파수 분석에 의한 결과 또한 기준값 이하로 나왔다. 모두 정통부 및 국제 위원회 등에서 고시하는 제한치내에 있는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 아직까지 극저주파에 대한 인체에 미치는 영향이 과학적으로 규명되어 있지 않고, 개인마다 또는 여러 다른 환경적 요인들로 인해 정확히 전자파의 영향이라고 분리하기가 불가능한 실정이다. 향후 연구되는 결과들을 바탕으로 하여 자계 측정 방법 및 분석에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

* 한국철도기술연구원, 전기신호연구본부, 정희원

E-mail : dujang@krii.re.kr

TEL : (031)460-5412 FAX : (031)460-5459