

한국형 고속열차의 최고속도에서 고조파와 전자계 특성 분석

Characteristics of Harmonic and Electromagnetic Field for Korean High Speed Train

이태형* 박순수* 한영재* 김주락** 장동욱** 양도철***

Lee, Tae-Hyung Park, Choon-Soo Han, Young-Jae Kim, Joo-Rak Jang, Dong-Uk Yang, Doh-Chul

ABSTRACT

The railway electromagnetic environment is much more severe than that found in commercial and domestic environments. However, in many instances the railway runs very close to such environments. In this paper we measure the harmonic and the strength of electromagnetic fields for Korean High Speed Train and compare that with the past result and evaluate the result according to domestic and international guideline.

1. 서론

전기철도차량의 전력변환시스템은 건인전동기를 제어하여 차량의 추진 및 전기제동을 수행하는 주전력변환장치와 차량내 전기기기 전원 공급 및 객차 서비스를 위한 조명설비, 냉난방설비에 필요한 전원을 공급하는 보조전원장치로 구성된다. 전력변환시스템은 전력전자기술, 고속 대용량 반도체소자 및 마이크로프로세서의 기술 발달에 힘입어 높은 성능과 승차감, 효율, 안전성, 에너지 소비 측면에서 뛰어난 제어능력을 갖추게 되었다. 하지만 고속 스위칭소자를 사용함에 따라 발생하는 고조파로 인해 전기차량은 물론 변전소, 신호시스템, 데이터 전송 및 감시시스템에 영향을 주게 된다[1]. 또한 전기에너지를 사용하는 환경에서 발생하는 문제 중의 하나는 적군 여러 가지 전자기기나 정보통신기기가 폭발적으로 보급됨에 따라 대두되는 기기 상호간의 전자적인 간섭 문제와 인체 건강에 미치는 영향이다. 전기철도 환경에 존재하는 기기 상호간의 전자적인 간섭 문제는 기기에서 발생하는 분포 전자기가 인근 환경의 무선통신, 방송의 수신장해나 전기철도 내에서 사용하는 기기의 동작불량 원인이 되는 경우가 있다[2].

본 고에서는 규전계통 및 타 고속열차를 고려한 고조파 해석을 위하여 현재 고속선 및 기존 선 구간에서 신뢰성시험과 안정화시험 중인 한국형 고속열차류 대상으로 350km/h 주행시 차량에서 발생하는 고조파를 측정하고 등기방해현류[3]로 영향을 평가한 결과와 차량 내부 각 위치에서 전자계 강도를 측정하고 인체 건강 영향 관련하여 제시된 가이드라인[4]을 기준으로 평가를 수행한 결과를 소개한다.

* 한국철도기술연구원 고속철도기술개발사업단, 정희원

** 한국철도기술연구원 전기선로연구본부, 정희원

*** 한국철도기술연구원 철도기술정보연구센터, 정희원

2. 고조파와 전자기 강도 측정 결과

그림 1은 350km/h 주행시 차량내 변압기 1차측에서 측정된 고조파 전류 파형이다. 10조파 이하와 30 ~ 40조파 사이에서 고조파가 발생하는 것을 알 수 있다. 그림 2는 속도별 측정된 고조파 전류를 사용하여 등가방해전류(Psophometric Current)를 속도별로 도시한 결과를 보인다. 등가방해전류 계산식은 아래 식(1)과 같으며 여기서 온 각 조파별 등가방해전류, 온 국제전기통신연합(ITU)의 잠음평가계수, 온 고조파 전류, 온 등가방해전류이다. 그림 3은 부하전류를 도시한 것이다. 부하전류는 식(2)를 사용하여 RMS로 계산하였다. 그림 4는 본선 시운전 시점에서 30이분동안 350km/h의 속도로 한국형 고속열차를 운행하면서 전차선 전압을 전압계에 걸쳐 측정 한 결과이다. 전차선 전압이 순간적으로 떨어진 이유는 사구간(절연구간)을 통과할 때 가선으로부터 전압을 급전 받지 못하기 때문이다. 그림5와 6은 차량의 각 위치(좌선, 동력실 분할)에서 측정 한 전자기강도를 도시한 것이다.

$$J_{pn} = S_{jn} I_n \quad (1)$$

$$J_p = \sqrt{\sum (J_{pn})^2}$$

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{128} I_n^2}{128}} \quad (2)$$

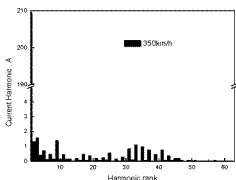


그림 1 350km/h 주행시 고조파 전류

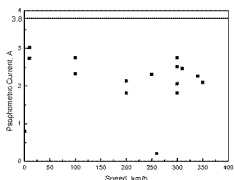


그림 2 속도별 등가방해전류

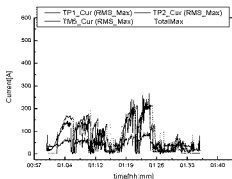


그림 3 350km/h 주행시 부하전류

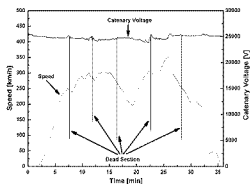


그림 4 350km/h 주행시 전차선 전압

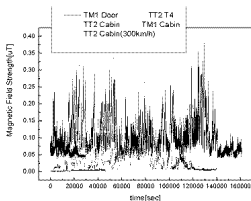


그림 5 350km/h 주행시 자계 강도

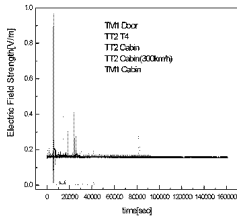


그림 6 350km/h 주행시 전기계 강도

3. 차상 유도장해 시험 고찰

계속한 속도 영역에서 등가방해전류는 기준치인 3.8[A] 이하이었으며 300km/h 속도까지는 지속적으로 속도가 증가함에 따라 반비례하고 다시 최고속도까지 비례하는 경향을 보이고 있다. 최고속도에서 측정된 부하전류는 560[A] 이었다.

전자계 강도는 ICNIRP에서 제시하는 가이드라인인 전기계 4,160[V/m]와 자계 83.3[uT] 이하이었다.

일반적으로 전자선 전압이 AC 19,000 ~ 27,500[V]사이 에 있을 때 안정적이라고 판단하는데,

전구간에 걸쳐 계속한 전압이 25,000[V] 근처에서 변동하므로 기준치 이내임을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 고에서는 서울전철중간인 한국형 고속열차를 대상으로 차량내 고조파와 전자계에 대한 유도장해 시험을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 고조파에 대한 성능 지수인 등가방해전류로 평가하였을 때 기준치 이하임을 확인할 수 있었다.
- ICNIRP에서 제시하는 가이드라인을 기준으로 평가하였을 때 전자계강도도 가이드라인 권고치 이하임을 확인할 수 있었다.
- 전자선전압은 추진시스템이 정상 동작하는 범위에서 계속되어 주행에 따른 전압강하가 크지 않음을 확인할 수 있었다.
- 본 계속결과와 지속적인 시험을 통해 한국형 고속열차의 전기기기에 대한 영향을 검토하고 신뢰성 및 안정화를 확보하고자 한다.

참고문헌

1. 이장우, "교류전기철도 AT급전계통의 고조파 해석 및 적용사례", 한국철도기술 2004년 5,6월호 p8 ~ p16
2. 한문섭, "전기철도 EMC 규격의 동향", 한국철도기술 2004년 5,6월호 p17 ~ p19
3. 한국전력공사 영업지, "영업 업무처리 지침 제 4 절(고조파)", 1990.7.
4. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, "Guidelines for limiting

exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields(up to 300GHz)",
ICNIRF Guidelines, 1998.

후 기

본 연구는 건설교통부 고속철도기술개발사업으로 지원된 “고속철도시스템 신뢰성 및 운영 효율화 기술개발”과제의 연구결과 중 일부입니다.