

한국형 고속열차 전자파 시험

이태형*, 한영재, 이장무, 김주락, 장동욱
한국철도기술연구원

Electromagnetic Interference Test for Korea HSR-350x(High-Speed Railway-350 eXperimental)

Taehyung Lee, Youngjae Han, Jangmu Lee, Jurak Kim, Donguk Jang
Korea Railroad Research Institute

Abstract - 전력변환장치를 사용하여 열차를 추진하고 열차내에 필요한 전원을 생산하는 전기철도차량은 차량 내부에 전자파를 발생한다. 차내 전자파는 제어에 영향을 미칠 뿐만 아니라 승객의 인체 건강에 영향을 주며 차의 전자파는 통신선이나 선로주변 전자기기에 영향을 주게 된다. 본 논문에서는 국내 기술로 개발한 한국형 고속열차를 대상으로 차의 전자파에 대한 시험을 EN50121 규격에 따라 수행하고 그 영향을 평가한다.

1. 서 론

전기철도차량의 전력시스템은 견인전동기를 제어하여 차량의 추진 및 기계동력을 수행하는 주전력변환장치와 차량내 전기기기 전원 공급 및 객차 서비스를 위한 조명설비, 냉난방설비에 필요한 전원을 공급하는 보조전원장치로 구성된다. 전력변환시스템은 전력전자기술, 고속 대용량 반도체소자 및 마이크로프로세서의 기술발달에 힘입어 높은 성능과 승차감, 효율, 안전성, 에너지 소비측면에서 뛰어난 제어능력을 갖추게 되었다. 하지만 고속 스위칭소자를 사용함에 따라 발생하는 고조파로 인해 전기차량은 물론 변전소, 신호시스템, 데이터 전송 및 감시시스템에 영향을 주게 된다. 또한 전기에너지를 사용하는 환경에서 발생하는 문제 중의 하나는 최근 여러 가지 전자기구나 정보통신기기가 폭발적으로 보급됨에 따라 대두되는 기기 상호간의 전자적인 간섭 문제와 인체 건강에 미치는 영향이다. 전기철도 환경에 존재하는 기기 상호간의 전자적인 간섭 문제는 기기에서 발생하는 불요 전자계가 인근 환경의 무선통신, 방송의 수신장해나 전기철도 내외에서 사용하는 기기의 동작불량 원인이 되는 경우가 있다.

본 연구에서는 한국형 고속열차를 대상으로 시운전시험 수행시 차외로 방사하는 전자파를 EN50121규격에 따라 측정하고 그 영향을 평가한 결과를 소개한다.

2. 본 론

2.1 전기철도 전자파

전기철도는 다른 대규모 전원 계통과 비교하여 아래와 같은 특징을 나타낸다.

- 다양한 전력 공급 체계
- 다양한 전력과 제어시스템, 하부시스템의 사용
- 주행하는 열차에 대규모 전력을 공급하기 위한 집축식 집전장치 사용
- 고속주행
- 전기적인 영향을 받는 구간에 타 열차의 존재
- 귀환전류를 포함하여 열차에 진출입하는 전류가 시간마다 변하고 명확하게 정의할 수 없는 시스템
- 3상 시스템에 불평형을 야기하는 대용량 단상시스템
- 여러 가지 전자파 발생원이 동시에 외란을 야기할 수 있는 가능성
- 전원 공급 체계와 차량의 상호작용으로 인해 어떤 주파수에서 효과적 감소시키거나 증폭을 야기할 수 있는 시스템

2.2 한국형 고속열차 전자파 시험

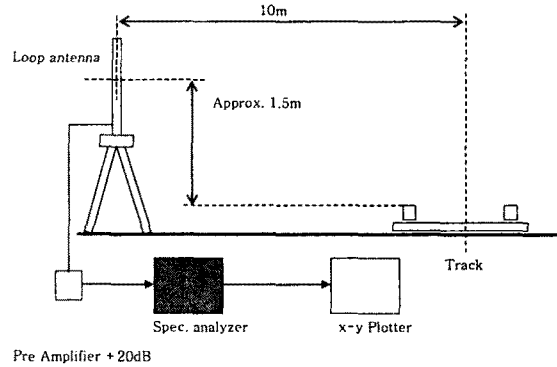
국내 기술로 개발한 350km/h급 한국형 고속열차를 대상으로 시운전시험 수행시 선로변에서 국제 규격에 의거하여 전자파시험을 실시하였다. 한국형 고속열차는 7량 1편성으로 동력차 2량, 동력객차 2량, 객차 3량으로 구성되어 있으며 길이는 약 140m이다.

2.2.1 전자파 시험 조건 및 측정 방법

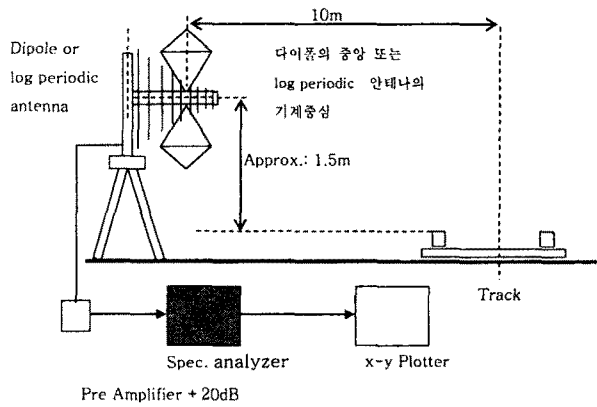
전자파 시험은 국제 규격 EN50121에 의거 차량이 저속과 고속으로 주행시 차량에서 방사하는 전자파를 선로변에서 측정하였다. 아래 그림 1은 전계 측정 방법이고 그림 2는 자계 측정 방법이다. 선로 중앙에서 10m 거리에서 측정하였으며 주파수 범위와 사용 안테나는 표 1과 같다. 전자파 시험에 사용한 장비는 표 2와 같으며 시험을 실시할 때 온도는 21.0℃, 습도는 53.0%이었다.

전자파 최종측정치는 아래 식(1)과 같이 스펙트럼 분석기의 지시치(F2)에 안테나 보정계수(AF)와 케이블 손실(CL)을 고려하여 값을 산정하였다.

$$F1[dBuV/m] = F2[dBuV] + AF[dB/m] + CL[dB] \quad (1)$$



<그림 1> 자계 측정 방법



<그림 2> 전계 측정 방법

<표 1> 주파수 범위와 사용 안테나

Band	Subrange(Hz)	스펙트럼	
		분석기Bandwidth	안테나
A	9k - 150k	1kHz	Loop
B	150k - 30M	10kHz	Loop
	30M - 300M	100kHz	Biconical Dipole
C/D	300M - 1G	100kHz	Log Periodic

<표 2> 전자파 시험 장비

구분	시험장비	모델명	제조사
자계	Loop 안테나	HFH2-Z2	Rohde & Schwarz
	스펙트럼분석기	8591E	HP
전계	Bilog 안테나	CBL6112B	Schaffner
	EMC Analyzer	E7401A	Agilent

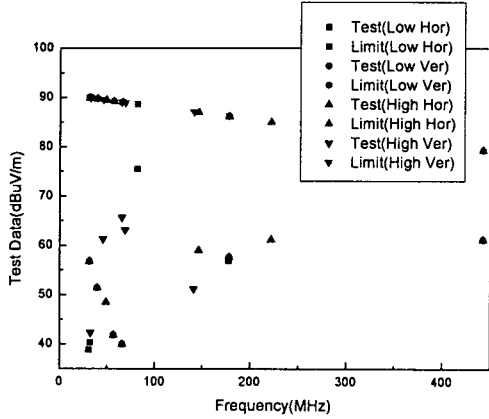
한국형 고속열차의 총 4회의 시험중 측정지점을 최대출력으로 통과한 시험은 2회이며 아래 표 3에 측정시의 차량주행속도와 차량주행상태를 정리하였다.

<표 3> 차량주행상태와 시험조건

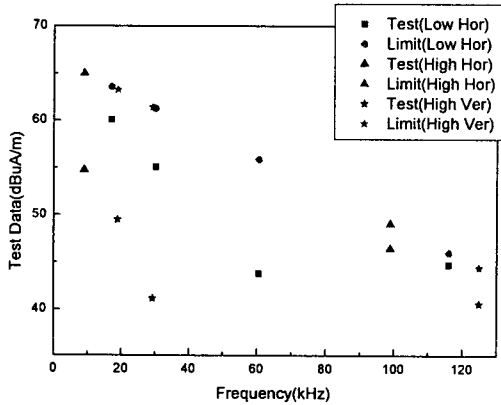
시험구분	차량주행속도	차량주행상태
고속	317km/h	회생제동 97%
저속	38km/h	견인 86%

2.2.2 전자파 시험 결과

한국형 고속열차 시운전 시험 중 전자파의 측정결과는 그림 3과 4와 같으며 각각 전계와 자계 강도이다. 범례에서 "Test"로 표기한 것은 측정치이며 "Limit"으로 표기한 것은 제한치이다. 또한 "Low"는 저속에서 측정한 값이며 "High"는 고속, "Hor"은 안테나 수평상태, "Ver"는 안테나 수직상태를 의미한다.



<그림 3> 전계 측정 결과



<그림 4> 자계 측정 결과

3. 결 론

한국형 고속열차를 대상으로 전자파 시험을 실시하여 저속과 고속 주행 시 차량 외부로 방사하는 전자파를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 측정된 속도 영역에서 방사하는 값은 국제규격(EN50121)의 제한치를 상회하지 않았다.
- 전계의 경우 고속시험(회생제동)이 저속시험(견인)보다 높은 값을 보였으며, 안테나 위치와는 상관관계가 없었다.
- 자계의 경우 저속시험(견인)이 고속시험(회생제동)보다 높은 값을 보였으며, 안테나 수평상태로 측정된 값이 높은 값을 보였다.

전자파 강도는 차량 주행상태와 측정시점에 민감하므로 향후 추가적인 측정을 수행할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김민철 외, "전기철도의 전자기적합성에 관한 고찰", 한국철도학회 춘계 학술대회 논문집, 2005
- [2] 김민철 외, "전기철도 전자기환경과 공항 전자기환경의 상호 간섭에 대한 영향평가 연구", 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 2005
- [3] 김민철 외, "고조파분석을 통한 전기철도의 차량 및 궤도회로의 전도성 잡음 평가에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회, 2005
- [4] British Standard, BS EN50121, 2000