

한국형 고속열차 내부 전자계 측정과 평가

Electromagnetic Fields Measurement and Evaluation for Korean High Speed Train Prototype

이태형* 장동욱** 박춘수*** 목진용*** 서승일***
Lee, Tae-Hyung Jang, Dong-Uk Park, Choon-Soo Mok, Jin-Yong Seo, Sung-Il

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 strength of electromagnetic fields for Korean High Speed Train Prototype and compare that with the past result and evaluate the result according to domestic and international guideline.

1. 서론

전기에너지는 기술의 진보에 맞춰 다양한 용도로 이용되며, 생활수준의 향상이나 산업의 발전에 큰 역할을 하면서 우리 주변에 광범위하게 이용되고 있다. 전기철도도 대상으로 승객을 수송하기 위해 전기에너지를 동력원으로 이용하고 있으며 전력의 공급원이 되는 전철변전소와 전력을 공급하는 가선시스템, 안전하고 정확한 운행을 실현하기 위한 신호통신설비 등 여러 가지 기기와 시스템으로 구성되어 있다. 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.

유럽에서는 전기철도 분야에서의 전자적 양립성(Electromagnetic Compatibility)에 관련하여 EN 50121을 2004년 4월에 정식 유럽규격으로 제정하였다[1]. 국제규격으로는 2003년 4월에 제정된 IEC 62236이 있다[2]. 하지만, 인체 건강에 미치는 영향에 관해서는 WHO, ICNIPRP 등에서 가이드라인을 제시할 뿐, 과학적인 사실에 근거한 구체적인 규제치는 없으며 국내외에서 조사·연구가 진행되고 있는 실정이다[3].

한국형 고속열차를 대상으로 계측시스템을 사용하여 차량 내부 각 위치에서 전자계를 측정하고 인체 건강 영향 관련하여 제시된 가이드라인을 기준으로 평가를 수행하였다. 본 논문에서는 이에 대한 결과를 정리하여 제시한다.

* 한국철도기술연구원 선임연구원, 정회원

** 한국철도기술연구원 주임연구원, 정회원

*** 한국철도기술연구원 책임연구원, 정회원

2. 차내 전자계 계측

2.1 전자계 계측시스템

전계 계측기는 EnviroMentor 사의 EMM-4를 사용하였으며 주요 사양은 표 1과 같다. 자계 계측기는 표 2와 같은 주요 사양을 갖는 BMM-3000을 사용하였다. BMM-3000은 센서를 통해 코일에 유도되는 3축(X, Y, Z)의 자속밀도를 계측한다. 계측데이터는 정확도를 위해 대역통과 필터를 사용하여 측정된 주파수를 필터 중앙 주파수의 $\pm 1.5\%$ 이내에 있도록 조정한다. 필터로 처리된 데이터는 500Hz 이상의 주파수에 대해서 교정 계수(correction factor)를 곱한 후 최종 결과를 저장한다. 그림 1과 2는 전계 계측기와 자계 계측기의 외형을 보이고 있다.

표 1 전계계측기 주요 사양

구분	Band I	Band II
측정범위	0.5 ~ 2000V/m rms	0.05 ~ 200V/m rms
주파수 대역	5Hz ~ 2kHz(-3dB)	2kHz ~ 400kHz(-3dB)
정확도	$\pm(3\% \text{ rdg} + 0.2\text{V/m})$	$\pm(3\% \text{ rdg} + 0.03\text{V/m})$

표 2 자계계측기 주요 사양

구분	사양
측정범위	5nT ~ 2mT
주파수 대역	5Hz ~ 2kHz(-3dB)
정확도	Better than $\pm(5\% \text{ rdg} + 40\text{nT})$
센서	3-axis, X, Y and Z

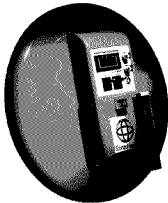


그림 1 전계 계측기 외형

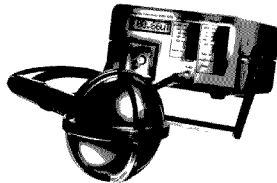


그림 2 자계 계측기 외형

2.2 전자계 계측을 위한 시험조건

한국형 고속전철 시제차량이 기지인 오송에서부터 고속전철 광명역(KP21.937)과 천안아산역(KP95.5)구간을 왕복한 후 기지에 복귀할 때까지 안정화 및 신뢰성을 위한 시운전시험을 4회 수행하는 동안 표 3과 같이 차내 각 부분의 전자계를 계측하였다. 계측시간은 최소 5분에서 최대 40

분이다. 그림 3은 운전실에서 전자계를 계속하는 사진이고 그림 4는 전계와 자계를 동시에 측정하기 위하여 Labview 언어로 구현된 프로그램과 DAQ보드를 사용하여 전계 및 자계 계측기로부터 전자계 데이터를 취득하면서 모니터링하고 있는 장면이다.

표 3 시험 조건 및 계측 위치

번호	주행구간	최고속도	계측시간	시험위치
#1	오송기지 -> 광명역	300km/h	20분	복실(TT2)
#2	광명역 -> 침안아산역	300km/h	5분	운전실(TP1)
#3	침안아산역 -> 광명역	300km/h	10분	동력실문앞(TM1)
#4	광명역 -> 오송기지	300km/h	40분	통로(TT3-TT4)

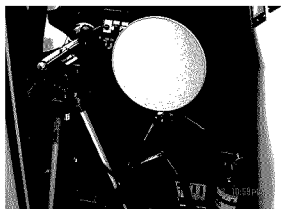


그림 3 운전실(TP1) 전자계 계측 장면



그림 4 전자계 계측 프로그램 화면

2.3 전자계 계측 결과

그림 5와 6은 각각 전계와 자계를 계측한 결과이다.

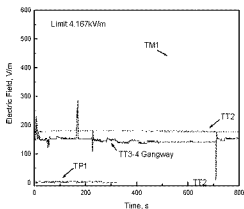


그림 5 전계 계측 결과

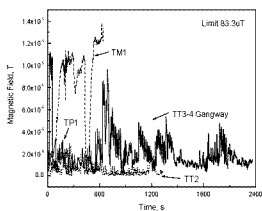


그림 6 자계 계측 결과

한국형 고속열차 시운전시험을 수행했던 초기에도 내부(객실과 운전실)에서 전자계를 계속하였는데 그 결과는 표 4와 같다[4]. 그림 5와 6의 계속 결과를 표 5와 같이 평균값과 최대값으로 정리하였다.

표 4 시험운행 초기 전자계 측정 결과

구분	객실	운전실
전계 (V/m)	평균 2.3	평균 2.2
	최대 15.1	최대 5.9
자계 (μ T)	평균 0.124	평균 0.86
	최대 0.684	최대 2.15
참고 : $1G = 10^{-4}T$		

표 5 300km/h 주행시 전자계 측정 결과

구분	객실(TT2)	운전실(TP1)	동력실문앞(TM1)	동로(TT3-4)
전계 (V/m)	평균 177.55	평균 2.78	평균 188.98	평균 155.96
	최대 185.55	최대 4.88	최대 620.12	최대 292.97
자계 (μ T)	평균 0.54	평균 1.71	평균 7.91	평균 2.02
	최대 2.88	최대 3.47	최대 13.8	최대 11.2

2.4 전자계 가이드라인[3]

전자계를 평가하기 위해 전자계 세기 관련 국제기구의 가이드 라인을 살펴보면 표 6과 같다. 전계에 대해서는 인체의 감지현상을 방지하려는 관점에서 대부분의 나라에서 기준치를 정하고 있다. 우리나라의 경우 전기선비 기술기준에 의거 3.5kV/m로 정하고 있다. 자계에 대해서는 과학적인 사실에 근거한 구체적인 규제치를 설정하고 있는 나라는 없으며 기준을 설정하고 있는 경우에도 자계의 건강 영향에 근거한 것이 아니고 WHO의 견해나 기존의 전력선비 실태 등을 기초로 잠정적인 권고치를 정하고 있는 실정이다.

표 6 전자계 관련 국제기구 가이드라인

구분	WHO 견해	ICNIRP 가이드라인
전계	10kV/m 이하에서는 출입을 제한할 필요 없음(환경보건기준 35)	416kV/m
자계	5,000 μ T(50,000mG) 이하에서는 유해한 생물학적 영향은 인지되지 않음(환경보건기준 69)	83.3 μ T(833mG)

3. 전자계 평가

한국형 고속열차 차내에서 최근 계측한 전자계는 국내외에서 감정적으로 제시한 권고치에 크게 밑도는 값을 나타내고 있다. 따라서, 인체 건강에 영향을 주지 않는 안전한 범위에 있다.

전자계 계측값이 모두 안전 범위에 있지만 시험운행 초기에 계측한 객실 전계값에 비해 최근에 계측한 값만이 크게 증가되었는데 이에 대한 면밀한 조사 및 재계측이 필요하다.

객실에서 계측한 값을 제외하고 전계값이 큰 순서는 동력실문앞, 통로, 운전실이며 자계값이 큰 순서는 동력실문앞, 통로, 운전실, 객실이었다.

4. 결 론

본 논문에서는 전자계 계측기를 사용하여 한국형 고속열차를 대상으로 차내에서 주요 위치에서 전자계를 계측하였다. 계측한 결과와 시험운행 초기에 계측한 결과를 비교하였으며 국내외 가이드 라인을 기준으로 평가하였다. 이를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 한국형 고속열차 차내는 전자계 환경은 인체 건강에 영향을 주지 않는 안전한 수준이다.
- 전자계 세기는 동력실문앞, 통로, 운전실, 객실 순으로 작아졌다.

참고문헌

1. 최경수, 철도차량기술 “鐵道車輛 EMC 對策(2) II. 구주의 철도차량(2)”, 한국철도차량엔지니어링 2004년 봄호, p75 ~ p85
2. 한문섭, “전기철도 EMC 규격의 동향”, 한국철도기술 2004년 5,6월호 p17 ~ p19
3. 대한전기학회, “電氣와 電磁界”
4. 고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발 최종보고서(II), 한국철도기술연구원, 2002. 10

후 기

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