

무선통신서비스 주파수대역에서의 고속전철 시스템의 RFI 내성기준 및 측정방법 연구

RFI Susceptibility Standard and Measurement Method of the High-Speed Train System at Wireless Communication Service Frequency Band

김윤명* 주영준**
Gimm, Yoon-Myoung Ju, Young-Jun

ABSTRACT

Wireless telecommunication frequency band becomes wider with the development of modern telecommunication technology, and highly integrated semiconductors are applied more at high speed train system. RFI susceptibilities of the integrated power semiconductors in high speed train system influence much on the system safety.

RFI susceptibility standards and measurement methods in high speed train system at wireless telecommunication frequency band is surveyed in this research.

국 문 요 약

최근 통신기술이 발달함에 따라 무선통신 주파수 대역폭은 더 넓어지게 되었고, 고집적 반도체 소자는 고속전철 시스템에 더 많이 적용되고 있다. 고속전철 시스템에서 사용되는 집적된 전력 반도체의 RFI (Radio Frequency Intereference, 라디오파 방해) 민감도 [또는 내성(耐性)]은 시스템의 안전에 많은 영향을 준다.

이 연구에서는 고속전철 시스템의 무선통신 주파수 대역에서 RFI 민감도 기준과 측정방법이 조사되었다.

1. 서론

전자통신 기술이 발달함에 따라 열차 시스템의 기계적 제어장치들이 전기적 제어장치로 대체되고 있다. 또한 전자통신 기술의 발달은 무선통신에 사용되는 주파수대역을 점점 높아지고 열차주변에서의 무선통신기기 사용이 증가하고 있다. 그에 따라 무선통신기기에서 방출되는 전자파에 의한 열차 제어 시스템의 안전성을 확보하는 것이 중요하게 되었다.

본 논문에서는 무선통신 사용주파수에서 전기철도 시스템에 적용되는 RFI 내성 기준 및 측정방법에 대하여 연구하였다.

2. 국내의 무선통신기기의 주파수 사용 현황

* 단국대학교, 전자전기공학부, 정회원

E-mail : gimm@dku.edu

TEL : (02)793-8732 FAX : (02)793-1150

** 단국대학교, 대학원 전자컴퓨터공학부, 정회원

표 1은 국내의 무선통신 서비스의 주파수 할당을 나타낸 것이다. 표 1에서 알 수 있듯이 현재 많이 사용하고 있는 3세대 이동통신의 주파수 대역은 2 GHz를 상회하고 있다.

표 1. 국내의 무선통신 주파수 할당 현황

통신서비스	사용주파수 대역	공중선 전력
무선 인터넷	2,300 ~ 2,330 MHz 2,370 ~ 2,400 MHz	20 W 이하
WCDMA	2,110 MHz ~ 2,170 MHz	40 W 이하
WiBro	2,300MHz ~ 2,390 MHz	40 W 이하
이동전화	기지국 : 869-894 MHz	20 W 이하
	이동국 : 824-849 MHz	
주파수공용통신	기지국 : 851-899 MHz	75 W 이하
	이동국 : 806-821 MHz	
PCS	기지국 : 1,840-1,870 MHz	20 W 이하
	이동국 : 1,750-1,780 MHz	
무선데이터 통신	기지국 : 938-940 MHz	3 W 이하
	이동국 : 898-900 MHz	

3. RFI 내성기준

(1) 국외 기준

고속전철 시스템의 RFI 내성 기준은 EN50121-3-2에 규정되어 있다. 그리고 고속전철 시스템에 사용되는 기기들의 성능평가기준은 EN50121-1에서 정의하고 있다. 성능의 평가는 A, B, C 등급으로 나누어 정의하고 있으며, 표 2는 성능평가의 각 등급에 대한 정의를 나타낸 것이다.

표 2. RFI 내성 평가를 위한 기준의 정의

성능평가	정 의
성능평가 A	시험 중이거나 시험 종료 후에도 당해 기기의 사양에서 정한 성능을 유지하는 상태
성능평가 B	시험 중에는 성능이 떨어지나 시험 종료 후 정상적으로 동작하는 상태
성능평가 C	시험 중에는 기기의 성능이 떨어지나 시험 종료 후 전원 개폐 또는 재시동 등에 의해서 정상적으로 복원되는 상태

무선통신 주파수가 높아짐에 따라서 EN50121-3-2(2000)의 경우 시험 주파수는 DC ~ 400 GHz 까지 설정하고 있으나 실질적인 시험 방법 및 성능 기준은 1 GHz까지 규정되어 있었다. 그러나 2006년도 개정안에서는 무선통신 주파수가 높아짐에 따라서 시험주파수를 3 GHz까지 확대하였다. 표 3은 EN50121-3-2(2006)의 RFI 내성기준에 대하여 나타낸 것이다.

표 3. 무선통신 주파수 대역의 전자파 내성 기준(EN50121-3-2)

Environmental phenomena	Test specification		Basic standard	Test set-up	Performance criteria
Radio-frequency electromagnetic field. Amplitude modulated	80 MHz 1,000 MHz 20 V/m (r.m.s) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier	EN 61000-4-3	EN 61000-4-3	A
Radio-frequency electromagnetic field, from digital mobile telephones	800 MHz 1,000 MHz 20 V/m (r.m.s) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier	EN 61000-4-3	EN 61000-4-3	A
	1,400 MHz..... 2,100 MHz 10 V/m (r.m.s) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier			
	2,100 MHz..... 2,500 MHz 5 V/m (r.m.s) 80 % AM, 1 kHz	Unmodulated carrier			
Electrostatic discharge	± 6 kV ± 8 kV	Contact discharge Air discharge	EN 61000-4-2	EN 61000-4-2	B

(2) 국내 기준

고속전철 시스템의 전자파 내성 기준은 KN-51(고속철도 기기류의 전자파 내성시험)에서 제시하고 있다. KN51은 EN50121-3-2의 기준을 그대로 적용하고 있으며, 오로지 다른 것은 시험주파수 범위를 2 GHz까지 규정하고 있다는 것이다. 표 4는 EN50121-3-2의 기준과 국내 기준을 비교해 놓은 것이다.

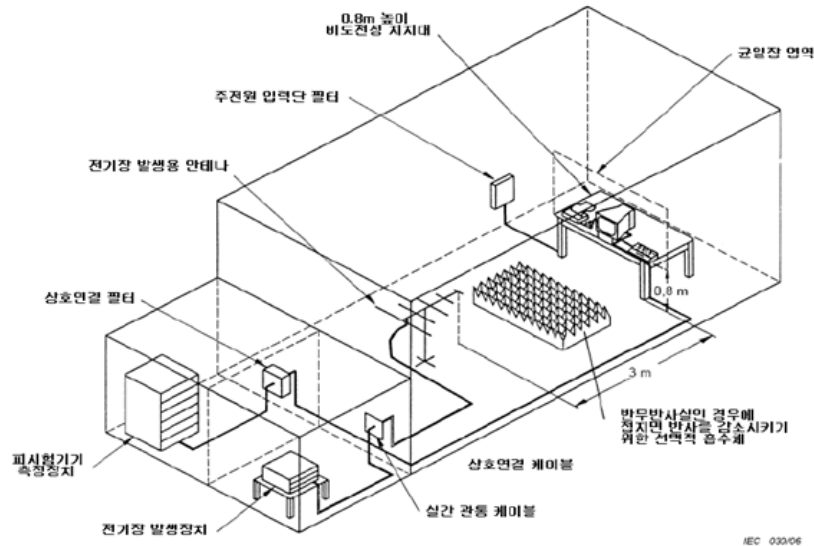
표 4. 국내외의 고속전철 시스템의 RFI 내성 기준 비교

	EN50121-3-2(2000)	EN501210302(2006)	KN51(국내기준)
주파수 범위	DC ~ 400 GHz (1 GHz 까지 시험이 규정됨)	DC ~ 400 GHz (3 GHz 까지 시험이 규정됨)	DC ~ 400 GHz (2 GHz 까지 시험이 규정됨)
시험 기준 RF 신호	AM 변조 80%(1 kHz)	AM 변조 80%(1 kHz)	AM 변조 80%(1 kHz)
시험 전계 강도	10 V/m	5 V/m	10 V/m
성능평가기준	A	A	A

4. 전자파 내성 측정 방법

고속전철 시스템의 전자파 내성 측정 방법은 국외의 경우 EN-61000-4-3과 IEC 61000-4-3에서 규정하고 있으며, 국내의 경우 KN61000-4-3에서 규정하고 있다. 그림 1은 RFI 내성 시험을 위한 시험장 구성도를 나타내고 있다.

전자파 방사 내성 시험은 공간을 전파하는 전자파 방해에 대해 EUT가 충분한 내성을 가지고 있는지를 확인하는 시험이다. 이 시험에서 정확성 및 재현성을 확보하기 위해 그림 1에서와 같이 무반사실에서 이루어지며, 무반사실 내에 형성된 전계 분포가 균일하여야 한다. 이를 확인하기 위하여 균일장 평가를 하도록 하고 있다.



주) 벽면과 천정에 부착된 흡수체는 그림에서 생략하였다.

그림 1. RFI 내성 시험 시설 구성도

그림 1과 같이 전기장 발생용 안테나와 EUT 사이의 거리는 3 m 떨어져 실험하도록 하고 있다. 표 4의 시험 전계 강도는 EUT의 위치에서의 전계 강도이다. EN61000-4-3에서는 EUT의 위치에서 그림 2와 같이 기준 접지로부터 0.8 m 높이에서 가로, 세로가 1.5 m x 1.5 m인 수직면에서 16개의 측정점에서 측정된 값이 기준값의 75% 이상이면 균일장으로 정의하고 있다.

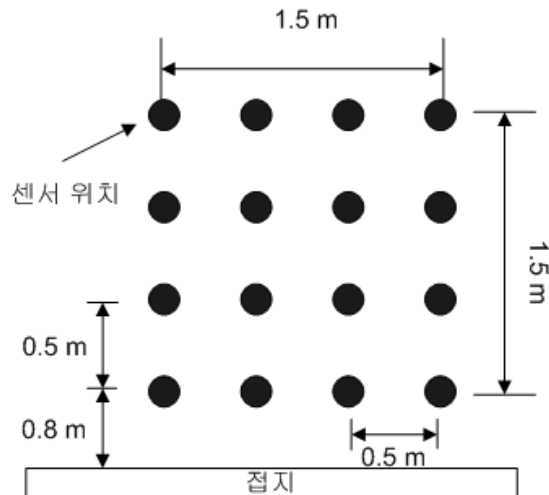


그림 2 균일장 영역

800 MHz 이상의 무선통신방식은 방식에 따라 일정치 않은 변조를 사용하고 있다. 따라서 모든 변조 방식에 따른 RFI 내성을 평가하는 것은 매우 불합리하다. 따라서 다음의 변조방식에 대하여 고려하고 있으면 그 중 정현파 진폭변조 1 kHz에 80 % 변조를 사용한 신호를 사용하여 평가하도록 하고 있다. 표 5에는 RF Source의 각 변조 방식에 따른 전자파 내성 평가의 장단점을 나타낸 것이다.

표 5. RF 전자파 Source의 변조 방법에 따른 장·단점

변조방법	장점	단점
정현파 AM	<ol style="list-style-type: none"> 1. 최대 실효치 레벨이 동일하게 유지되면 서로 다른 유형의 변동 포락선 변조의 방해효과 사이에는 양호한 상관관계가 만들어질 수 있음이 실험을 통하여 알려져 있다. 2. TDMA 펄스의 상승시간을 규정할(그리고 측정할) 필요가 없다. 3. 이 표준규격과 KN 61000-4-6에서 사용된다. 4. 전기장 발생원과 모니터링 장치는 이미 이용가능하다. 5. 아날로그 음성장치의 경우에, 피시험기에서의 복조는 음성 응답을 발생시키고, 이것은 협대역 레벨 미터로 측정할 수 있으며, 따라서 배경잡음을 감소 시킨다. 6. 이 변조방법은 저주파에서 다른 변조 방법(예를 들면, 주파수 변조, 위상 변조, 펄스 변조)의 효과를 모사하는데 효과적인 것으로 이미 알려져 있다 	<ol style="list-style-type: none"> 1. TDMA를 모사할 수 없다. 2. 2차 규칙 수신기에 대해서 약간의 초과시험. 3. 몇몇 불합격 메커니즘을 놓칠 수 있다.
구형파 AM	<ol style="list-style-type: none"> 1. TDMA와 유사. 2. 전세계적으로 적용 가능하다. 3. 알려지지 않은 (무선주파수 포락선의 큰 변화율에 민감한) 불합격 메커니즘을 찾아낼 수도 있다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. TDMA를 정확히 모사할 수 없다. 2. 신호 발생을 위하여 비표준 장비가 필요하다. 3. 피시험기에서의 복조는 광대역 음성 응답을 발생시키고, 이것은 협대역 레벨 미터로 측정하여야 하며, 따라서 배경잡음이 증가한다. 4. 상승시간을 규정할 필요가 있다.
무선 주파수 펄스	<ol style="list-style-type: none"> 1. TDMA 의 모사가 양호함 2. 알려지지 않은 (무선주파수 포락선의 큰 변화율에 민감한) 불합격 메커니즘을 찾아낼 수도 있다. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 신호를 발생시키기 위해서 비표준 장치를 필요로 한다. 2. 변조의 세부사항은 개개의 다른 시스템(예를 들면, GSM, DECT 등)에 맞추기 위해서 변경할 필요가 있다. 3. 피시험기에서의 복조는 광대역 음성 응답을 발생시키고, 이것은 협대역 레벨 미터로 측정하여야 하며, 따라서 배경잡음이 증가한다. 4. 상승시간을 규정할 필요가 있다.

5. 결론

무선통신기술의 발달과 새로운 무선통신기술의 출현에 따라서 무선통신에 이용하는 주파수는 점점 높아지고 있으며, 이에 따라서 IEC와 EN의 최근 규격에서는 RFI 내성 시험의 주파수를 점점 높이고 있다. 따라서 국내에서도 고속철도 시스템의 RFI 내성 시험을 위한 RF 주파수 대역을 세계 기준에 맞추어 확대할 필요성이 있으며, 현행 2 GHz까지 측정하도록 되어 있는 RFI 내성 시험을 3 GHz까지 확대하는 것이 필요하다.

성능 및 운용 기반 기술 개발 과제)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. IEC 62236-3-2 Ed. 1.0 b:2003, "Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock - Apparatus".
2. KN51(2000), "고속철도 기기류에 대한 내성시험", 전파연구소.
3. IEC 61000-4-3 (2002), "Testing and measurement techniques, Section 3 : Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test," Electromagnetic Compatibility(EMC) Part 4.
4. EN 61000-4-3(2002), "Electromagnetic compatibility (EMC). Testing and measurement techniques. Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test".