

철도시스템의 EMI/EMC검증에 대한 고찰

A Study on the EMI / EMC verification of the railway system

고재현*†, 김용일*, 박수중**

Jae-Hyun Ko*†, Youg il Kim*, Soo Choong Park**

Abstract The EMI / EMC verification of the LRT system consists of relevant provisions, such as “normal operation, running suitability of vehicles, connectivity between railway facility and rolling stock” for facility verification test of the comprehensive running test system. The inspection is included in the checking of whether or not harmonic wave affect of the rolling stock running and induced lesion test of substation, however is not included in the harmonic wave of the equipment room and EMI/EMC verification of the complex places beyond induced lesion.

In this paper, We will present the verification method for the prevention of malfunction according to frequency interference in the complex equipment room, signal equipment room, control center, inspection plant facility

Keywords : EMI/EMC, verification

초 록 경량전철시스템의 EMI/EMC검증에 대한 내용은 “철도종합시험지침”의 “시설물 검증시험”에는 시설물의 정상작동 상태, 철도시설의 안전상태, 철도차량의 운행적합성, 철도시설과 차량 간의 연계성과 관련한 조항으로 구성되어 있으며 점검항목에도 “철도차량 운행에 따른 고조파 영향유무 확인”, “전철변전소 유도장애시험”을 시행하도록 항목화되어 있으나, 기기실 등 관련 고조파, 유도장애 외 집합적인 개소의 EMI/EMC 검증은 구체적으로 포함되어있지 않다.

본 논문은 집합적인 기기실, 신호기계실, 관제센터 및 기계실, 선로변설비, 검수고 설비 등 기기에 EMI/EMC 영향을 줄 수 있는 환경으로 주파수간섭으로 인한 오동작 등을 방지 하기 위한 검증방안에 대하여 논하였다.

주요어 : EMI/EMC, 전자파, 검증

1. 서 론

신호기계실, 관제센터 및 기계실 등은 관련 직원들 무전기사용이나 휴대폰 등을 운영 시 사용할 수 있고, 선로변 설비 류는 DMB 등 철도시스템 내 관련장치 류 및 승객 또는 관련직원들의 무전기사용이나 휴대폰 류를 운영 시 사용할 수 있다. 이는 기기에 EMI/EMC 영향을 줄 수 있는 환경으로 주파수 간섭으로 인한 기기 오동작이 발생할 수 있다. 이에 따라 장비별로 집합하여 있는 신호기계실, 관제센터 및 기계실, 선로변 설비, 검수고에 대한 검증 필요성이 제기 되고 있다.

본 논문은 집합적인 기기실, 신호기계실, 관제센터 및 기계실, 선로변 설비, 검수고 설비 등 기기에 EMI/EMC 영향을 줄 수 있는 환경으로 주파수간섭으로 인한 오동작 등을 방지 하기 위한 검증방안에 대하여 논하였다

† 교신저자: 서울메트로 사업수행센터

*서울메트로 사업수행센터

** 서울메트로 미래사업처

2. 본 론

2.1 관련 법령 검토

위 시설에 대하여 별도로 전자파와 관련된 구체적인 관련 철도 법령은 없으나, 포괄적으로 “「철도시설의 기술기준」(국토교통부 고시) 제79조 제3항제5절 전철전력설비 제79조(일반기준) ③ 전철전력설비는 주변설비에서 발생하는 전자파로 인하여 오동작이 발생되지 않아야 한다.“ 라는 법령에 의하고 있으나 나머지는 관련 요구된 국제기준 및 국내 전자기/전자파관련 법령, 기준, 지침, 타 철도기관의 사례 등에 준하여 수행되어 지고 있는 실정이다.

Table 1. EMI/EMC Laws

| 구 분 | 내 용 |
|---|---|
| 「철도시설의 기술기준」 (국토교통부 고시) 제79조 제3항 | 제5절 전철전력설비 제79조(일반기준) ③ 전철전력설비는 주변설비에서 발생하는 전자파로 인하여 오동작이 발생되지 않아야 한다. |
| 「전자파법」 제47조의3(전자파적합성 등) | 제47조의3(전자파적합성 등) ② 전자파장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재를 제작하거나 수입하려는 자는 전자파적합성기준을 초과하지 아니하도록하여야 한다. ③ 미래창조과학부장관은 전자파장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기자재에서 발생하는 전자파가 전자파적합성기준을 초과할 가능성이 있다고 판단할 경우에는 해당 기자재에 대하여 전자파적합성 여부를 측정하거나 조사할 수 있다. <개정 2013.3.23.> |
| 전자파법 시행령[시행 2016.1.25.] [대통령령 제26659호, 2015.11.20.] | 제67조의2(전자파적합성기준) ① 법 제47조의3제1항에 따른 전자파적합성기준(이하 "전자파적합성기준"이라 한다)은 다음 각 호와 같다. 1. 전자파장해를 주는 기자재는 다음 각 목의 기준에 따라 방송통신망을 보호하고 다른 기자재의 성능에 장애를 주지 아니하도록 할 것 가. 전원선 또는 신호선을 통하여 흐르는 전압 또는 전류에 의한전자파에너지가 다른 통신망 또는 주변기기 등에 영향을 주지아니할 것 나. 공간으로 퍼져나가는 전기장의 세기 또는 전력 등의 전자파에너지가 다른 통신망 또는 주변기기에 영향을 주지 아니할 것 2. 전자파로부터 영향을 받는 기자재는 다음 각 목의 기준에 따라전자파가 존재하는 환경에서 오동작 또는 성능 저하가 발생하지아니하도록 할 것 가. 공간에 존재하는 전자파에너지 및 전원선·신호선 등에 의한전자파에너지의 영향으로 오동작 또는 성능 저하가 발생하지 아니할 것 |

전파연구소고시 제 2011-5호 전자파장해

전자파장해방지기준 (전파법 시행령 제67조의2 제2항관련)
제2조 (적용범위) ①전자파장해방지기준은 방송통신기자재 등의 적합성평가에 관한 고시 제3조에 따른 대상 기자재(이하 “대상기기”라 한다)에 적용한다.
제13조 (시험방법) 대상기기가 장해방지기준에 적합한지 여부에 대한 시험은 방송통신기자재 등의 적합성평가에 관한 고시 제4조제3항에 따라 전파연구소장이 공고하는 다음 각호의 시험방법을 따른다.
1. 산업·과학·의료용기기(ISM)류 장해방지 시험방법(KN 11)
2. 방송수신기 및 관련 기기류 장해방지 시험방법(KN 13)
5. 전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정-전자파장해 및 내성 측정기구(KN 16-1-1~5)
6. 전자파장해 및 내성 측정 기구와 방법에 대한 규정-전자파장해 및 내성 측정방법(KN 16-2-1~4)
8. 정보기기류 장해방지 시험방법(KN 22)
10. 전기철도기기류의 장해방지 시험방법(KN 50)
12. 다음 각목의 무선설비의 기기류 장해방지 시험방법
가. 무선설비의 기기 공통 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-1)
나. 이동가입무선전화장치 및 개인휴대전화용 무선설비의 기기에 대한 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-7)
다. 무선데이터통신시스템용 특정소출력 무선기기 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-17)
라. 이동통신용 무선설비의 기기에 대한 전자파적합성 시험방법(KN 301 489-24)

2.2 철도시스템 전자파 영향

2.2.1 타 철도시스템 전자파 영향 사례

신호기계실, 관제센터 및 기계실 관련한 사례로 서울시 00노선 신호기계실 직원의 구내무전기 사용시 UPS Down 현상이 발생하여 UPS Controller 차폐방안을 강구하여 문제를 해소하였다.

선로변 설비 관련하여 경인선 개봉역 인근 ATS 오동작으로 열차 비상제동 상황이 발생하였으며 이는 인근 무선 중계국의 전파영향으로 인한 것으로 차폐를 실시하여 문제를 해소하였다. 서울시 00노선 00역 인근에 간헐적 ATS 오동작으로 열차 비상제동 상황이 발생하였으며 이는 변전소 전력 케이블의 선로횡단 개소에서 발생한 건으로 차폐를 실시하였다. 00노선 시운전시 CBTC용 AP 무선의 RF Module의 간헐적 리셋 현상이 발생하는 사례로 터널 내 주파수 노이즈 발생에 의한 AP 오동작, AP함체내 모듈 입력단에 Noise filter 설치로 문제를 해소하였다. 00노선 고속열차의 전자파로 인한 고장발생 사례의 경우 “보조전원장치의 전력선에 전자파 유입을 차단하는 ‘비드코어(bead core)등을 설치해 주변 전자파로부터 기기보호 조치로 문제를 해소하였으며 해외사례로는 1991년 5월에 일본에서 발생한 전자파 간섭에 의해 신호기 작동 이상이 있으며 이로 인한 열차의 출발 시간이 어긋나 일본 시가현 시가라키 고원 철도의 열차끼리 충돌, 42명이 숨지고 454명이 부상한 사건이 발생하였다.

검수고 관련한 사례로 1982년 3월 일본 금속가공업체 공장 천정에 설치된 크레인의 순간적인 전기스파크에서 방출된 전자파가 수치제어(NC) 선반 컨트롤러의 전기회로에 영향, 정지 상태에 있던 선반을 갑자기 회전시킴으로써 선반공 사망 사고가 발생하였다.

2.2.2 타 철도시스템 EMI/EMC 검증사례

경량전철 시스템 영업시운전 시 EMI/EMC 검증 항목은 다음과 같다.

Table 2. Measuring Tests

| 구 분 | EMC 측정시험 |
|---------|---------------------------------------|
| 신호 주파수 | 경전철에서 사용하는 신호/통신 주파수 대역에 대한 RFI 측정 |
| | 3호선 인근에서 신호/통신 주파수간섭확인 관련 측정 |
| 전체 설비 | 시운전 중 TV 주파수 간섭여부 확인을 위한 RFI 측정 |
| | 차량 급전에 의한 전류의 고조파 또는 과도현상에 따른 유도현상 측정 |
| | 시운전 중 EMF(Electromagnetic Field) 측정 |
| 신호기계실관련 | 신호/통신 기계실 내부의 RFI 측정 |
| 검수고관련 | 차량기지 주변 외부의 전자파환경 측정 |
| | 차량기지 검수고 내부의 RFI 측정 |
| 선로변관련 | 무선 AP 신호의 전자파 적합성관련 측정 |

Table 3. Functional Verification Tests

| 구 분 | EMC 기능확인 시험 |
|--------|---|
| 신호 선로변 | 잡음원으로서의 신호 AP 안테나에 의한 차상장비의 기능확인 시험 |
| 신호 설비 | 신호/통신 주파수에 대한 시스템 기능확인 시험 |
| | 노선 외부의 전자파 환경에서 V0BC와 PSD 간 기능확인시험 |
| | 열차 통과시 ATP/AT0의 기능확인 및 신호 AP 무선신호상태 모니터링 시험 |

상기 집합적인 기기실 등(신호기계실, 관제센터 및 기계실, 선로변 설비, 검수고 설비)에는 상기 사례의 경전철의 EMI/EMC 검증 관련 사례(시험 및 시운전시) 항목들을 참조하여 검증할 필요가 있다. 또한 시험 및 시운전시, 설비 등의 검증항목으로 EMI/EMC 시험항목을 삽입하여 기기로부터 발생될 수 있는 주파수 영향에 대해 기기동작의 적정성, 정상동작 및 이로 인한 고장과 관련한 각 개별 고장표시 등 또는 고장 Logging(고장 데이터 목록 프린팅) 등으로 고장 데이터 등을 분석 또는 확인할 필요가 있다고 사료된다.

2.3 철도시스템의 전자파 영향 검증 절차

철도시스템의 EMI/EMC 검증절차를 KS X ISO/IEC 15288 참조하여 Fig.1과 같은 V&V절차를 제안한다. 이는 시스템 요구사항에서 EMI/EMC 요구사항을 추출하고 시스템 요구사항 추적관리표, 시스템 내부 EMI/EMC 해석 및 시스템 간 EMI/EMC 해석을 근거로 EMI/EMC 분야의 검증항목을 식별, EMI/EMC 검증 요구사항을 정리하여 검사 및 시험, 기능 확인 등 검증방법 및 검증시기, 검증항목 식별 결과 등을 관리하는 절차이다.

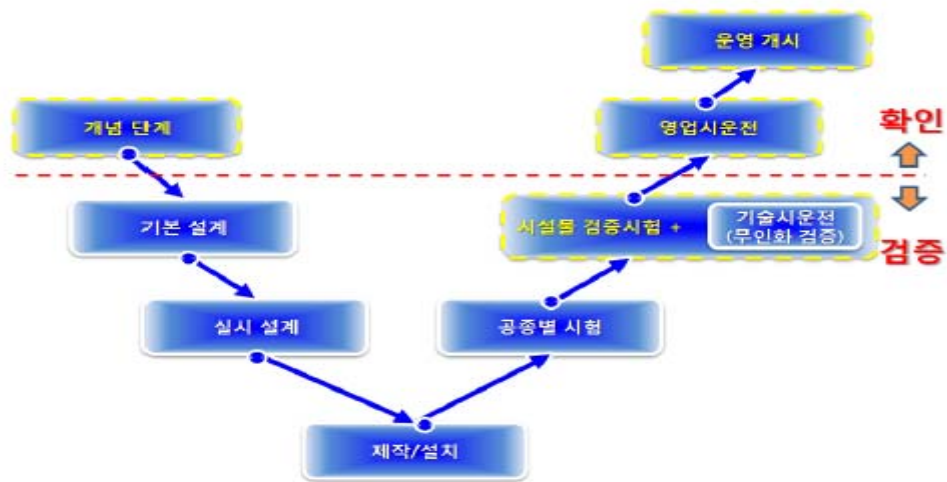


Fig. 1 V & V procedures in accordance with the V-cycle

| No. | EMC 검증 요구사항 | 근거 | 검증단계 | | | | 검증 방법 | 검증항목 식별결과(안) | 비고 |
|------------|--|-----------------------------------|-------------|---------|---------|---------------|-------|--------------|----|
| | | | 설계 (기본/ 실시) | 제작 / 설치 | 공중 별 시험 | 기술시운전(공급 범위내) | | | |
| VEMC -0020 | 1)차량 및 선로변 장치의 ATO 지상자 신호주파수대역(1708±32kHz)에서의 복사성 전자파 방출을 기준 이하로 제한하여야 한다. | 1) 시스템간 EMI/EMC 해석 EMI/System/017 | | | ○ | | 시험 | | |
| VEMC -0021 | 1)차량 및 선로변 장치의 차축검지장치(송신코일) 사용주파수대역(21±3kHz, 23±3Hz)에서의 복사성 전자파 방출을 기준 이하로 제한하여야 한다. | 1) 시스템간 EMI/EMC 해석 EMI/System/018 | | | ○ | | 시험 | | |
| VEMC -0022 | 1)기기실 내에 설치되는 ATC 지상장치(실내장치)와 차축검지장치(실내장치)의 복사성 전자파 방해에 대한 내성 기준을 충족하여야 한다. | 1) 시스템간 EMI/EMC 해석 EMI/System/019 | | ○ | | | 시험 | | |

Fig. 2 Management table in accordance with the V-cycle

3. 결론

집합적인 기기실, 신호기계실, 관제센터 및 기계실, 선로변설비, 검수고 설비 등 기기에 EMI/EMC 영향을 줄 수 있는 환경으로 주파수 간섭으로 인한 오동작 등을 방지하기 위한 검증을 위해서 법적검토 및 사례 등을 검토, 이를 반영해야 할 뿐만 아니라 사업초기 EMI/EMC 관리계획 및 시스템 요구사항에서 출발하여 검증요구 사항을 식별하고 검증절차 및 방법을 수립 관리하는 것이 EMI/EMC 검증시 보다 완벽한 검증이 이루어질 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Electromagnetic compatibility for railway(2008), IEC 62236-2
- [2] KS X ISO/IEC 15288