THE JOURNAL OF KOREAN INSTITUTE OF ELECTROMAGNETIC ENGINEERING AND SCIENCE. 2012 Aug.; 23(8), 942～949.

http://dx.doi.org/10.5515/KJKIEES.2012.23.8.942
ISSN 1226-3133 (Print)

전자파 엔지니어링 제도 도입 방안에 관한 연구

Study on the Introduction of EMC Engineering System in Korea

정 연 춘

Yeon-Choon Chung

요 약

대규모 공공시설의 안전성을 확보하기 위해서는 시설에 포함되는 전자 시스템의 전자파 적합성에 대한 분석은 매우 필요하다. 이는 시스템을 구성하는 개별 기기가 기존의 전자파 적합성 규격을 만족하더라도 개별 기기의 배치와 상호 접속에 따라 시스템-레벨에서의 전자파 적합성은 보장되지 않기 때문이다. 따라서 안전 및 임무에 임계적인 전자 시스템의 안전을 확립하기 위해서는 시스템-레벨의 전자파 적합성에 대한 평가 및 분석은 반드시 이루어져야 한다. 본 논문에서는 국내, 외의 관련 제도를 분석하고, 나아가서 시스템-레벨에서의 전자파 적합성 접근 방법과 전기철도, 빌딩, 자동차, 정유공장에서의 구체적 적용 사례를 조사, 분석하였다. 또한, 관련 제도 도입 방안을 제안하고, 제안된 각 방안에서 주요하게 다루어야 할 부분과 문제점에 대해 살펴보았다. 이러한 연구 결과가 전자파 엔지니어링 제도 도입에 활용되어 국가 보안 및 국민의 생명・신체 및 재산을 보호하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract

In order to ensure the safety of the large-scale public facilities, the analysis of EMC(ElectroMagnetic Compatibility) of electronic systems included in the facilities is very necessary. The reason is that the system-level EMC of the facility could be not guaranteed, even if individual equipments included in the facility are satisfied with their EMC requirements. As a result, the system-level evaluation and analysis of EMC should be carried out in order to establish the reliable operations of safety and mission-critical electronic systems. This paper analyze the relevant legal systems of domestic and other countries, and furthermore case studies of system-level EMC approaches were analyzed in the specific applications of electric railways, building, automobile, petroleum refinery systems. And the introduction of related systems in Korea is proposed, and main parts and problems to be looked at each proposed measures are discussed. The results are expected to be utilized in the introduction of the system-level EMC engineering, and contributed in national security and the protection of people's life, body and their properties.

Key words : System-Level EMC, Hazard Log, Risk Analysis, Safety Integrity

Ⅰ. 서 론

현대의 전자 시스템은 매우 복합화, 다기능화 되고 있어, 시스템을 구성하는 개별 기기가 전자파 적합성 관련 규격을 만족하더라도 개별 기기를 어떻게 설치하는가에 따라 시스템-레벨에서의 전자파 적합성은 달라진다. 특히, 전기철도 시스템, 공항, 정유공장, 대형 빌딩 등과 같은 대규모 공공시설의 안전성

서경대학교 전자공학과(Department of Electronics, Seokyeong University)
・Manuscript received June 11, 2012 ; Revised July 30, 2012 ; Accepted July 31, 2012. (ID No. 20120611-06S)
・Corresponding Author : Yeon-Choon Chung (e-mail : ycchung@skuniv.ac.kr)

ⓒ Copyright The Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science. All Rights Reserved.

을 확보하기 위해서는 시설에 포함되는 전자 시스템의 전자파 적합성에 대한 분석은 매우 필요하다. 즉, 안전 및 임무에 임계적인 전자 시스템의 정상적인 동작을 확립하기 위해서는 시스템-레벨의 안전 관리 및 전자파 적합성 제어 계획을 수립하여 그 시스템이 설치될 곳에서의 외부 전자파 환경을 평가하고, 시스템을 구성하는 개별 기기의 전자파 적합성을 분석하며, 나아가서 기 확보된 전자파 적합성이 시스템-레벨에서도 유지될 수 있도록 개별 기기를 배치하고 접속하는 등의 전자파 엔지니어링이 필요하다.

국내에서는 부산-김해 간의 무인 경전철이 시스템 레벨에서의 전자파 적합성 관리 계획에 근거하여 위험 로그(hazard log) 및 리스크(risk) 분석을 통해 안전성 및 신뢰성이 고려된 상태에서 건설된 바 있으나, 대형 공공시설의 시스템에 관한 전자파 환경 적합성 절차 확립이 미흡하고 체계화되어 있지 않으며, 아직까지 관련 기술 기준 및 지침이 마련되어 있지 않은 상태이다.

본 논문에서는 유럽연합 등에서 제도적으로 시행하고 있는 전자파 엔지니어링 제도를 살펴보고, 나아가서 우리나라에서 효과적으로 도입할 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 이러한 제안은 금년 5월 25일에 입법예고된 "전파법 일부개정법률안"의 내용에 포함된 "고출력·누설 전자파 안전성 평가제도"는 물론, 향후 도입을 검토하고 있는 "전자파 엔지니어링 제도"의 도입에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

Ⅱ 국내, 외 관련 제도 분석

2-1 국외 관련 법규

유럽연합에서는 EMC Directive 2004/108(이하, 지침이라 부른다)[1]에 근거하여 2009년부터 전자파 엔지니어링 제도를 시행하고 있는데, 기기 수준의 전자파 적합성 인증에서 다루기 힘든 고정 설비(fixed installations)에 대한 전자파 적합성을 자기선언 인증으로 다루고 있다. 이러한 지침에서, "고정설비"라 함은 공장, 발전소, 전력/통신/케이블 TV/컴퓨터 네트워크, 공항, 철도, 자동차 조립공장, 정수 처리장, 철도 기반 시설, 에어컨 설비 등과 같은 "다수의 다양한 형식의 장치를 조합하고, 다른 기기와 조합되어 미리 정해진 위치에서 영구 사용을 목적으로 설치되는 설비"로 정의된다. 이러한 용어의 특징은 "설치 이전에 전자파 적합성 시험이 불가능하다."는 것과 "몇 가지의 특별한 전자파 적합성 사양을 따르고 있음을 분명히 할 필요가 있다."는 점이다.

고정 설비의 설치·운영자는 전자파 엔지니어링을 실시, 기록 및 관리하고, 정부의 조사 시에 엔지니어링 관리 문서를 제출토록 하고 있으며, 영국에서는 『UK Regulations SI 2006 No. 3418』에 따라 규제를 실시하고 있다.

흔히 고정 설비에 대한 전자파 엔지니어링을 수행할 때, 직면하는 문제에는 다음과 같은 사항들이 있는 것으로 알려져 있다[2].

- 규격이 없는 전자파 적합성 만족 여부 시험이 있을 수 있다는 점
- 전자파 적합성 시험 셋업이 실제적이지 않을 수 있다는 점
- 설치 전에 전자파 적합성 시험이 불가능하지만, 몇 가지의 특정 사양에 만족하도록 요구될 수 있다는 점
- 매우 낮은 레벨의 방출 한계치에 대한 문제점
- 너무 높은 레벨의 내성 한계치에 대한 문제점
- 큰 크기, 높은 전력, 네트워크에 물려져 있기 때문에 형식시험으로 전자파 적합성에 만족함을 증명하기가 어렵다는 점

미국에서의 전자파 엔지니어링 제도는 명확치 않다. 그러나 47 CFR 215, "Federal Government focal point for electromagnetic pulse(EMP) information"에서 고출력 전자기파에 대한 국가 안보 및 재난 대비 통신망의 보호를 규정하고 있으며, 관련 업무는 NCA (National Communications System)에서 담당하고 있다.

2-2 국내 관련 법규

국내에는 전자파 엔지니어링 제도와 관련된 구체적 절차 등을 규정하고 있는 법령은 없다. 그러나 주요 정보통신 기반시설의 전자적 침해에 대한 보호를 위해 "정보통신기반보호법"이 제정되어 있으며, 여기에서, "전자적 침해"라 함은 "해킹, 컴퓨터 바이러스, 논리·메일 폭탄, 서비스 거부 또는 고출력 전자기파 등"이라고 정의하고 있다. 동 법 제8조에 의해,

국가안전보장・행정・국방・치안・금융・방송통신・운송・에너지 등의 업무와 관련된 전자적 제어・관리시스템과 정보통신망을 대상으로 사이버 침해 행위 발생 시 국민의 기본생활 및 경제안정에 중대한 영향을 미치는 정보통신시설을 주요 정보통신 기반시설로 지정 및 관리하고 있는데, 현재 153개의 시설이 지정되어 관리되고 있다.

또한 각종 재난으로부터 국토를 보존하고, 국민의 생명・신체 및 재산을 보호하기 위하여 "재난 및 안전관리 기본법"이 시행되고 있으며, 에너지, 정보통신 등 그 기능이 마비될 경우, 인명과 재산 및 국가경제에 심각한 영향을 미칠 수 있는 물적・인적 체계로써 지속적으로 관리할 필요가 있다고 인정되는 시설을 "국가기반시설"로 지정하고 있다. 현재 에너지・정보통신・교통수송・금융・보건의료・원자력・환경・식용수 등 9개 분야 250개 시설이 지정·관리되고 있는 것으로 알려져 있다.

그러나 "주요 정보통신 기반시설 취약점 분석・평가기준[3]"을 살펴보면, 평가 항목에 고출력 전자기파를 비롯한 전자파 적합성 관련 사항이 포함되어 있지 않다. 이러한 이유는 "전자적 침해" 대상을 아직 "사이버 침해 행위"에 국한하여 이해하고 있기 때문이다. 그러나 시스템-레벨에서의 전자파 사고는 급증하고 있으며[4], 이에 따른 사회적 혼란이 심각한 문제로 대두되고 있음을 고려할 때, 전파 관련 정책의 주무 기관인 방송통신위원회가 전자파 사고에 의한 사회 혼란 위협에 의한 국가의 안전과 전자파 엔지니어링과 관련된 제도를 마련하여 정부의 관련 정책의 효과적 시행을 뒷받침하는 것은 큰 의미가 있다고 하겠다.

Ⅲ. 시스템-레벨 전자파 적합성

시스템-레벨에서의 전자파 적합성을 증명하기 위해서 다음과 같은 증명이 필요하다: 부시스템/장비의 형식시험에 의해 증명하는 방법, 분석/평가에 의해 증명하는 방법, 측정에 의해 증명하는 방법, 공장시험(실내 시험), 기능 시험을 통해 증명하는 현장시험. 여기에서, 대형 시스템의 전자파 적합성을 증명하기 위해서 반드시 형식 시험이 이루어져야 하는 것은 아님에 유의할 필요가 있다. MIL-E-6051D는 대형 시스템의 전자파 적합성을 보장하는 데 매우 좋은 지침이 될 수 있다.

3-1 MIL-E-6051D

군사규격 MIL-E-6051D[5]는 시스템 전자파 환경의 제어, 낙뢰로부터의 보호, 정전기, 본딩 및 접지를 포함하여 시스템의 전자파 적합성에 대한 전체적인 요구사항을 개괄한다. "시스템 전자파 적합성 프로그램"은 전체적인 전자파 적합성 프로그램으로서 고객이 원하는 시스템 사양에 근거한 접근, 기획, 기술적 판단 기준, 그리고 관리적 제어 방법과 같은 기술적인 부분과 관리적인 부분을 모두 포함한다.

전자파 적합성 제어 계획은 전자파 적합성 프로그램의 다음과 같은 세부 사항을 포함하며, 고객에 의해 승인을 받아야 한다.

- 책임과 권한
- 상근 및 비상근 전자파 적합성 인력의 수와 경력
- 전자파 적합성을 보장하는 방법 및 필요한 요구사항
- 문제 영역의 예측
- 방출 요구사항
- 케이블 설계, … 등의 일반적인 접근 방법
- 일정 및 이정표(milestones)

전자파 적합성 시험 계획은 시스템 레벨의 전자파 적합성으로서 일반적인 승인 레벨을 갖는다. 시험 계획에는 다음 내용이 포함된다.

- 시험소로부터의 증명된 시험 결과를 활용
- 시험 조건 및 절차
- 시험 위치 및 동작 성능을 모의하기 위한 배치에 대한 서술
- 관계 인력

이러한 시험 계획에 의거하여 시험을 수행하고, 시험보고서를 기록한다.

3-2 IEC 61508 / 61000-1-2

3-2-1 IEC 61508

IEC 61508[6]은 "전기적/전자적/프로그램이 가능한 전자적 안전 관련 시스템의 기능적 안전(functional

safety)"이라는 제목의 규격 시리즈로서, 안전 기능을 수행하는 전기, 전자장비가 요구되는 안전 무결성(safety integrity)을 제공함을 보장하기 위해 필요한 사항을 규정하고 있는 규격이다. 이러한 목적을 이루기 위해서는 먼저 응용과 관련된 위험(hazard)과 리스크(risk) 분석에 근거하여 요구되는 안전 무결성이 무엇인가를 결정하는 것이 필요하다.

IEC 61508은 다음과 같은 총 7개의 세부 규격으로 구성된다.

Part 0: 기능적 안전과 IEC 61508
Part 1: 일반 요구사항
Part 2: 전기적/전자적/프로그램이 가능한 전자적 안전-관련 시스템에 대한 요구사항
Part 3: 소프트웨어 요구사항
Part 4: 정의 및 약어
Part 5: 안전 무결성 레벨을 결정하는 방법의 예
Part 6: IEC 61508-2와 IEC 61508-3의 적용 지침
Part 7: 수단 및 기법의 개관

현재 IEC 61508의 기능적 안전 개념은 전 산업분야로 확대되어 원자력 분야에서는 IEC 61513, IEC 60880, 철도 분야에서는 IEC 62278, 프로세스 산업 분야에서는 IEC 61513, 의료기기 분야에서는 IEC 62304, 자동차 분야에서는 ISO 26262 규격으로 보다 구체적으로 확장 발전되고 있다. 특히, ISO 26262는 2011년 7월에 국제규격으로 발행된 이후, 각국에서 법적 규제로 반영하고 있어 시스템 레벨에서의 기능적 안전은 새로운 개념의 규제로 대두되고 있다.

3-2-2 IEC 61000-1-2

IEC 61000-1-2[7]는 전기 및 전자 장비(장치, 시스템 및 설비)가 설치되어 동작 조건으로 구동되는 상태에서 표 1과 같은 다양한 종류의 전자기적 현상에 관한 기능적 안전을 얻는 방법을 서술하고 있다. 시스템의 기능적 안전을 얻기 위해서는 시스템의 수명 사이클 (life cycle)에 걸쳐 개념 단계에서부터 서비스 폐기 단계에 이르기까지 각 단계에서 필요한 전자파 적합성 고려사항을 검토해야 한다.

전자기적 영향과 관련하여 기능적 안전을 얻기 위해서는 다음의 특별한 행동을 반드시 수행하여야 한다.

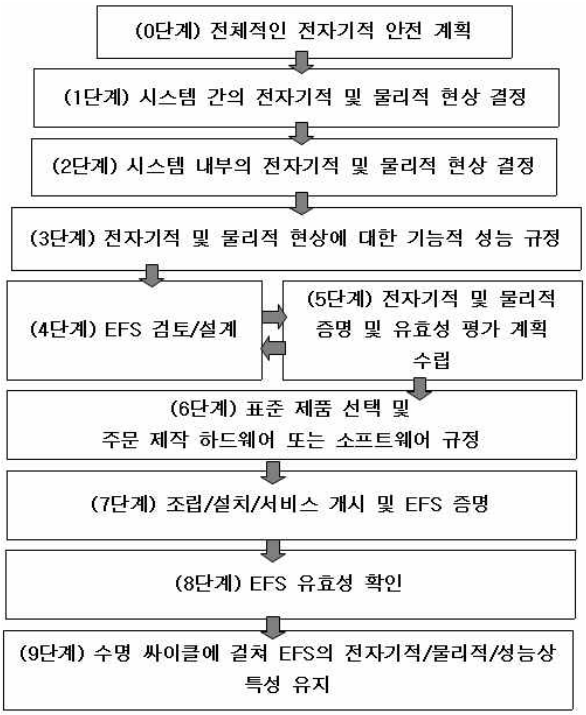
a) 제안된 또는 존재하는 장비 또는 시스템의 구조, 설계, 의도된 기능의 정의
b) 관련된 전자기적 환경에 대한 설명
c) 안전 요구사항의 규정
d) 전자파 방해에 기인하여 안전 리스크를 유발할 수 있는 위험을 확인하기 위한 의존성 분석
e) 안전에 대한 전자파 적합성 시험 수행
f) 리스크를 줄이기 위해 필요하다면, 설계 또는 설치 수단의 변경
g) 장비 또는 시스템이 규정된 안전 요구사항을 따라 성능을 발휘함을 증명하는 검증 과정
h) 시간의 경과에 따른 규정된 기능적 안전을 확신하기 위해 운영 및 유지 보수 지시사항 작성

3-3 IET Guide

영국의 IET(The Institute of Engineering and Technology)에서는 1998년에 기능적 안전을 위해 필요한 전자파 적합성을 어떻게 실현할 것인가에 대한 작업반을 시작하여, 2008년에 "기능적 안전을 위한 전자파 적합성"이라는 제목의 가이드[8]를 출판하였다. 이 가이드는 앞에서 언급한 IEC 61508 시리즈 규격과 IEC 61000-1-2 규격의 내용을 망라한 것으로서 그림 1과 같은 관리적 및 기술적 측면에 관한 실제적이고 비용 효과적인 절차를 제공하며, 따라서 안전 및 임

표 1. 고려되는 전자파 환경의 현상과 종류
Fig. 1. Phenomena and types of electromagnetic environments to be considered.

현상	종류
저주파 전도 현상	고조파, 상호고조파 전력선 신호 전압 전압 요동 전압 강하 및 순간정전 전압 불평형 전력 주파수 변동 저주파 유도 전압 교류 망에서의 직류
저주파 복사 현상	자기장[a] 전기장
고주파 전도 현상	직접 결합 또는 유도 연속파형 전압 또는 전류 단방향성 과도 신호[b] 진동파형 과도 신호
고주파 복사 현상	자기장 전기장 전자기장 -연속파형 -과도파형[c]
정전기 방전 (ESD)	인간 및 기계
고출력 비핵 전자기파[d](HPEM)	
고고도 핵 전자기파[d](HEMP)	
a, 연속파형 또는 과도파형 b, 단발성 또는 반복성 버스트 c, 단발성 또는 반복성 d, 특정 조건 하에서 고려됨	



※ EFS: Electromagnetic Compatibility for Functional Safety (기능적 안전을 위한 전자파적합성)

그림 1. 간단한 기능적 안전에 필요한 전자파 적합성 분석 과정

Fig. 1. Overview of the EMC for functional safety process for a simple EFS.

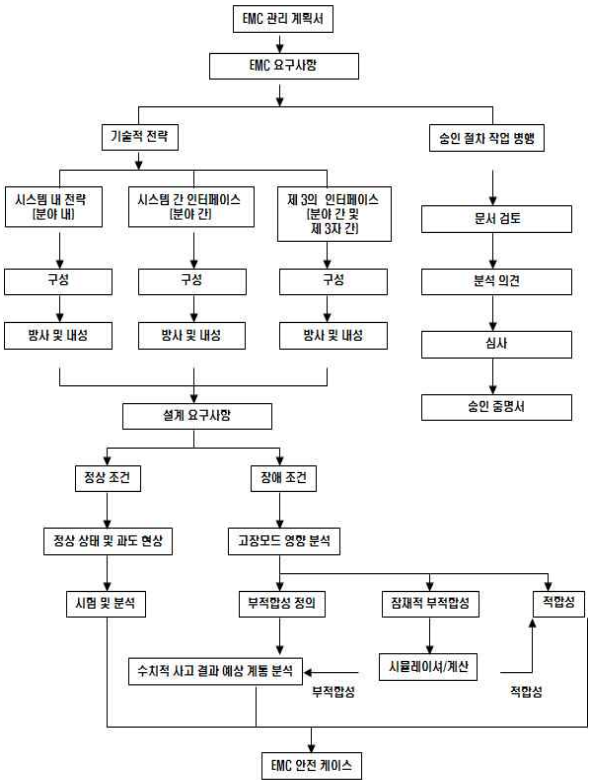


그림 2. 전기 철도 시스템의 전자파 적합성 평가 절차

Fig. 2. EMC evaluation procedures for the electrical railway system.

무에 임계적인 시스템에 적용하기에 적합한 것으로 판단된다.

Ⅳ. 시스템-레벨에서의 적용 사례 분석

4-1 전기철도 시스템

전자파 적합성 평가 절차는 프로젝트의 설계/제작 및 시험 단계와 병행하여 이해되어야 한다. 전체적인 절차는 체계적이고 논리적이어야 하며, 비교적 단도직입적이어야 한다. 그림 2는 전기철도 시스템에 적용되는 전자파 적합성 평가 절차이다. 이 절차는 제출문서 요구사항에 따라 수립된 전체적인 전자파 적합성 관리 계획으로 시작된다. 이로부터 시스템 내부, 상호 간 및 외부와의 인터페이스에서의 시스템 레벨의 장비에 대한 간섭 요건의 분명한 정의에 기초한 전자파 적합성을 입증하기 위한 기술적 전략이 수립된다.

전기철도는 크게, 차량, 신호, 전력 공급, 통신, 기계 시스템으로 구성되며, 따라서 이러한 시스템 내부에서의 전자파 적합성 분석(intra-system EMC analysis) 뿐만 아니라, 각각의 시스템 상호 간의 전자파 적합성 분석(inter-system EMC analysis), 나아가서 각각의 시스템과 외부 전자파 환경과의 영향을 분석해야 한다. 이러한 분석에는 예비 위험 식별 회의, 위험 식별 연구 및 위험 로그(hazard log)의 사용을 수반하는 방법, 시스템 내부-상호간-외부(intra-inter-extra) 시스템 전자파 적합성 리스크 분석 등이 사용된다.

4-2 상업적 빌딩

공항 또는 철도 부문 내에서 운영되는 빌딩에서처럼 상업적 빌딩이 복잡한 전자파 환경에 놓이게 되는 경우, 전자파 적합성 관리 계획을 수립하여 빌딩 프로젝트의 착수로부터 지침의 목표가 만족될 것이라는 것을 보장할 필요가 있다.

그림 3은 상업적 빌딩에 적용되는 전자파 적합성 평가 절차이다. 구축된 환경 내에서 전자파 적합성

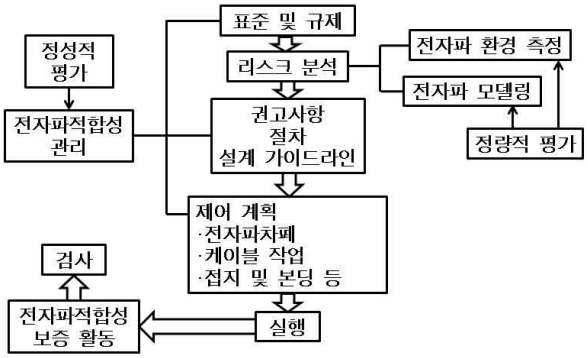


그림 3. 빌딩에서의 전자파 적합성 평가 절차
Fig. 3. EMC evaluation procedures for the commercial building.

을 확보하는 것은 두 가지 요소, 모델링과 측정으로 구성되는 기술적 요소와 관리 규칙(리스크 분석, 관련된 적합성 선언, 책임자 등)으로 기술적 요소를 패키지 하는 관리 계획 요소를 가지는 것으로 검토될 수 있다. 전자파 적합성 패키지는 전자파 적합성이 올바르게 다루어지고 있음을 증빙하는 보조 방법으로서 관리 과정에 대한 입력으로 기술적 평가로부터 얻어진 결과물을 사용한다. 결합된 전체 패키지는 지침을 따라 전자파 적합성이 확보되었음을 보증하는 증빙자료 (또는 파일)를 제공할 것이다.

설계 분석 단계에서는 대개 빌딩 자체와 플랜트 장비의 설계자 및 설치자가 준수하여야 하는 전자파 적합성 관리 계획의 준비를 포함한다. 설계 검토는 상호 연계된 이슈, 예를 들면, 추가적인 차폐를 제공하거나 보다 높은 레벨의 내성을 가진 시스템을 구매하는 것과 같은 일을 포함한다. 그러한 상황에서 빌딩의 상업적 운용이 빌딩의 수명에 걸쳐 변하는 빌딩에서의 차폐에 대한 장기간 유지 보수에 관한 고려가 주어질 필요가 있다. 케이블 작업 배치 전략은 가능한 한 프로젝트 초기에 정의되어야 한다. 또한, 공항과 철도역과 같은 복잡한 전자파 환경에서, 빌딩 내부에 있는 다양한 시스템의 방출 및 내성 특성을 분석하고, 나아가서 운영 구역을 정하는 것(zoning)이 필요하다.

4-3 자동차

자동차는 기능적 안전 측면에서 시스템으로 다루어지며, ISO 26262[9]에 근거하여 차량 탑재 전장부품 및 구동 소프트웨어에 대해 엄격하게 기능적 안전이 요구되고 있다. ISO26262는 총 9개의 파트로 구성되며, 특히 과거의 제조물 책임(product liability) 제도와 달리, 제조자에게 무한 입증 책임이 있다.

자동차 레벨에서 안전과 관련된 각각의 고장은 아래 표 2에 보인 것처럼 자동차 안전 무결성 레벨(ASIL: Automotive Safety Integrity Level)로 평가되며, ASIL은 다음의 세 가지 파라미터로 평가된다.

- 확률 등급(Exposure, E): 운전 상황에서의 노출되는 빈도 [E1…E4]
- 제어 가능성 등급(Controllability, C): 그 상황에서 고장이 발생한 경우에 대한 제어 가능성 [C1…C3]
- 심각성 등급(Severity, S): 그 상황에서 받게 되는 손상의 정도 [S0…S3]

4가지의 ASIL(ASIL A, ASIL B, ASIL C, ASIL D)로 정의되며, ASIL A가 가장 낮은 수준의 안전 무결성 레벨이고, ASIL D는 가장 높은 수준의 안전 무결성 레벨이다. 이러한 4가지 레벨 외에, QM(Quality Management) 등급은 ISO 26262 준수 요구사항이 없음을 의미한다.

표 2. 자동차 안전 무결성 레벨의 결정 방법
Fig. 2. Automotive safety integrity level(ASIL) determination.

심각성 등급	확률 등급	제어 가능성 등급		
		C1	C2	C3
S1	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	A
	E4	QM	A	B
S2	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	A
	E3	QM	A	B
	E4	A	B	C
S3	E1	QM	QM	A
	E2	QM	A	B
	E3	A	B	C
	E4	B	C	D

4-4 정유공장

정유공장의 건설과 관련하여 그림 4와 같은 시스템 레벨에서의 전자파 적합성이 검토된다.

특히, 엔지니어링 설계 단계에서 신설되는 설비가 기존 공장 지역 내 또는 인접하여 위치하게 되는 경우, 현장 조사하여 같은 장소에 위치하는 공장들 간의 인터페이스 접지 및 케이블링에 대해 전자파 적합성을 반드시 다루어야 한다. 또한, 의도하지 않은 전자파 발생원 및 피해 기기(전력선, 개폐기, 낙뢰, 등), 그리고 특별한 목적으로 건설된 전자파 발생원 및 피해 기기(민간 및 군용 무선, TV 및 통신 송신기)의 식별과 발생 가능성이 있는 전자파 적합성 문제를 평가해야 한다. 이때, 발생원과 피해 기기 간의 전자기적 결합 매트릭스를 사용하여 효과적으로 분석할 수 있다.

적용 가능한 경우, 공장 인수 시험 결과를 포함한 전기 계통 장비의 전자파 적합성 규격을 검토하고, 공장 지역의 전자파 환경 레벨을 고려한 운영 구역 지정 계획을 세워야 한다. 또한, 표준적인 전자파 적합성 대책방법과 IEC61000-5 시리즈와 같은 완화 조치의 검토가 필요하며, 낙뢰 가능성 큰 지역에 대해서 직접 낙뢰 및 낙뢰 전자파 펄스로 인한 장비의 손상이 예상되는 경우는 추가적인 대책이 강구되어야 한다.

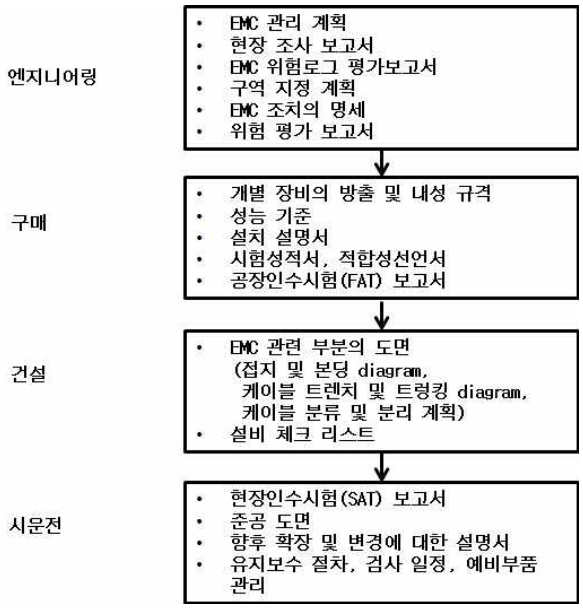


그림 4. 정유공장에서의 전자파 적합성 평가 절차
Fig. 4. EMC evaluation procedures for the oil refinery factory.

V. 결론 및 논의

대규모 공공시설의 안전성을 확보하기 위해서는 시설에 포함되는 전자 시스템의 전자파 적합성에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 이는 시스템을 구성하는 개별 기기가 기존의 전자파 적합성 규격을 만족하더라도 개별 기기의 구성 및 접속에 따라 시스템-레벨에서의 전자파 적합성은 보장되지 않기 때문이다. 따라서 이러한 시스템의 안전성은 전자파 적합성과 밀접한 관계를 가지고 있으며, 따라서 기능적 안전성을 위한 전자파 적합성(EMC for Functional Safety)에 대한 평가 및 분석은 반드시 이루어져야 한다.

본 논문에서는 국내, 외의 관련 제도 및 규격 동향을 살펴보고, 전기철도, 상업적 빌딩, 자동차 정유공장에서 적용되고 있는 시스템-레벨 전자파 적합성 분석방법에 대해 구체적으로 살펴보았다. 이러한 결과로부터, 이미 선진국에서는 고정 설비에 대한 시스템-레벨 전자파 적합성을 분석하는 전자파 엔지니어링이 활성화되어 국가 안보는 물론, 개인의 인명이나 재산상의 손실을 사전에 방호하고 있음을 알 수 있다. 이제 우리나라에서도 관련 제도의 도입이 필요하며, 아래와 같은 문제점이 반드시 검토되어야 할 것으로 판단한다.

- 제도의 중복성 및 실효성 제고: 전자파 엔지니어링의 대상시설을 국가 기반 시설 또는 주요 정보통신 기반시설로 할 때 주무 부처가 행정안전부 또는 국가정보원이 되어 제도의 중복성이 제기될 수 있다. 또한, 대상시설을 일반적인 시설로 할 경우, 건축법과 상치되는 부분이 발생할 수 있고, 실제 적용받는 시설이 많지 않아 실효성에 의문이 생길 수 있다.
- 전자파 적합 등록 제도의 대상기기 확대: 고정 설비를 대상기기로 확대할 경우, 비교적 용이한 제도 시행이 가능하다. 또한, 제도 시행에 필요한 기술 기준의 제정이 필요하며, 이러한 기술 기준은 관련 부처의 제도 시행을 뒷받침할 수 있을 것으로 기대한다. 이 경우, 대상 기기의 선정에 전자파 사고 영향의 파급성, 상주 연인원,

전자파에 의한 취약성 등을 고려하여 보다 신중하게 접근해야 할 것으로 판단된다.

- 전자파 엔지니어링 제도: 전자파에 의한 안전성 평가, 고출력 전자기파 침해 방지 등과 같은 제도를 전자파 엔지니어링으로 묶어 제도화함으로써 방송통신위원회의 업무 영역 확장에 기여할 수 있다. 기존의 전파법을 의도성 전파와 비의도성 전자파로 분리하여 입법함으로써 관련 법률의 국제화에 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 일정 요건 이상의 자격을 갖춘 전문가가 전자파 엔지니어링을 수행하도록 자격요건을 규정할 필요가 있다.
- 고출력 전자기파 안전성 평가와 중복: 입법 예고된 고출력 전자기파 관련 개정 법률(안)은 향후 비의도성 관련 법률이 제정될 때 통합될 수 있다. 앞 절에서 언급한 것처럼 고출력 전자기파도 전자파 환경의 일부로 다루어진다.

이러한 연구 결과가 대규모 공공시설의 전자파 적합성 확립에 필요한 전자파 엔지니어링 제도 도입에 활용될 수 있으며, 나아가서 국가 보안 및 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하고, 정부 부처의 관련 법률의 효과적 시행에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] EU, Directive 2004/108/EC, official Journal of the EU L 390/24, Dec. 2004.

[2] C. Marshman, private communications, May 2007.

[3] Ministry of Public Administration and Security, "The vulnerability analysis and evaluation criteria of principal information and communication infrastructures", May 2011.

[4] Keith Armstrong, *Banana Skins*, *The EMC Journal*, Jan. May 2012.

[5] Mil-E-6051D, "Electromagnetic compatibility requirements, systems", Sep. 1967.

[6] IEC 61508, "Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, Apr. 2010.

[7] IEC 6000-1-2, "Electromagnetic compatibility (EMC) - part 1-2: General - Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena", Nov. 2008.

[8] IET, *Electromagnetic Compatibility for Functional Safety*, Stevenage UK, 2008.

[9] ISO 26262, "Road vehicles - functional safety", Nov. 2011.

정 연 춘

1984년 2월: 경북대학교 물리학과 (이학사)
1986년 2월: 경북대학교 물리학과 (이학석사)
1999년 8월: 충남대학교 전자공학과 (공학박사)
1985년 12월~2001년 5월: 한국표준과학연구원 전자기환경그룹 그룹장(책임연구원)
2000년 3월~2001년 2월: Univ. of York, Visiting Academics
2001년 6월~2002년 2월: (주)익스팬전자 중앙연구소장
2002년 2월~현재: 서경대학교 전자공학과 교수
2005년 6월~2008년 11월: 한국전자진흥협회 EMC기술지원센터장(겸임)
[주 관심분야] EMI/EMC 측정 및 대책 기술, 전자파 재료