

## 복합설비를 위한 EMC 엔지니어링 연구

# Study on the EMC Engineering for Fixed Installations

강 영 흥

군산대학교 소프트웨어학부

**Young-Heung Kang**

School of Software, Kunsan National University, Gunsan 54150, Korea

### [요 약]

스마트팩토리 (smart factory)를 비롯한 IIoT (industrial internet of things) 산업 분야에서는 최근 지능 정보화 기술의 발달로 전자 기기들을 복합적으로 결합하여 설치하는 경우가 많다. 이와 같은 복합시설로부터 발생하는 전자파가 다른 기기 및 서비스에 영향을 주어 전자파 영향이 안전의 문제로 연결될 수 있으므로 복합시설 제어 시 발생하는 전자파간섭 (EMI; electromagnetic interference) 및 전자파적합성 (EMC; electromagnetic compatibility) 문제는 반드시 해결해야 할 필수 요소이며, 복합시설의 산업 육성을 위한 전자파 안전관리 기반이 마련되어야 한다. 이에 본 연구에서는 복합시설 등의 전자파 안전관리 대책 기반 조성을 위해 국가표준으로 개발된 전자파 안전관리 가이드라인에 의해 태양광 복합시설의 안전관리 실증을 수행하였다. 그 결과 태양광 전자파 안전관리를 통해 전자파 위험도를 관리 수준으로 낮추었으며, 국내 복합시설 전자파 안전관리 제도 마련을 위한 정책적 방안을 제시하였다.

### [Abstract]

In the industrial internet of things (IIoT) industry, including smart factories, there are many cases where electronic devices are complexly combined and installed due to the recent development of intelligent information technology. Electromagnetic waves generated from such complex facilities affect other devices and services, which can lead to safety issues. The problem such as electromagnetic interference (EMI) and electromagnetic compatibility (EMC) generated when controlling complex facilities is an essential element that must be solved, and the engineering basis for EMI and EMC must be established to foster the industry of complex facilities. Therefore, in this study, EMC & EMI engineering demonstration cases for solar power fixed facilities using the national standard guideline have been analyzed. The results show that the electromagnetic risk indices in the solar power facilities have been degraded up to control level, and a national EMC engineering system has been proposed for complex facilities.

**Key word** : Complex facilities, EMC engineering, Guideline, IIoT, Legal framework.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2023.27.6.798>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 30 November 2023 Revised 18 December 2023

Accepted (Publication) 18 December 2023 (29 December 2023)

\*Corresponding Author; Young-Heung Kang

Tel: \*\*\* - \*\*\*\* - \*\*\*\*

E-mail: yhkang@kunsan.ac.kr

## I. 서론

복합설비란 하나 이상의 장비 혹은 시스템이 여러 개 존재하여 관리상, 운영상 독립적인 시스템을 구성요소로 하는 대상 시스템이며, 다수의 구성 시스템들이 서로 연계·통합 운영되는 설비로 정의하고 있다. 복합시설에 대한 다양한 기능 구현과 성능개선이 요구됨에 따라 새로운 제품과 시스템, 첨단 기술들이 결합 되어 더욱 새롭고, 개선된 복합시설이 구축되고 있다. 그러나 복합시설을 구성하고 있는 각종 장비 혹은 시스템들이 개별적으로 전자파적합성 인증을 받은 기기들로 구성되어 있다 하더라도 내부 기기 및 시스템 간 또는 외부 시스템 등 다양한 경로의 연결 구조로 시스템화되어 있다. 이러한 새로운 형태의 전자파 결합과 간섭을 통하여 전자파적합성 (EMC; electromagnetic compatibility) 문제를 발생시킬 수 있는 요소를 가지고 있으므로 제품 레벨 이상의 전자파적합성 수준을 요구 하고 있다. 또한, 일단 설치된 시설에 대해서는 수정 및 보완이 매우 어려우므로 시설 설계단계(혹은 요구사항 정의단계)에서 전자파적합성을 고려한 설치 기법과 전자파 저감 기술 등을 반영하여 설치할 필요가 있다 [1]. 이에 따라 기기들이 복합적으로 설치되는 환경을 고려하여 전자파를 안전하게 관리하기 위한 제도들이 국내외에서 연구되고 있다. 유럽의 경우는 '07년부터 복합적으로 설치되는 고정설비에 대해서는 EMC 엔지니어링(engineering)을 실시하도록 의무화하고 있다. 국내에서도 복합설비의 전자파 안전을 확보하기 위한 방안연구를 추진하고 이를 제도화하기 위한 검토를 하고 있다 [2].

유럽의 EMC 지침 2004/108/EC, (2014/30/EU로 대체됨)에서 처음으로 “Fixed Installations (고정설비)”에 대한 특정 요구조건을 포함하고 있다 [3], [4]. 본 EMC 지침은 시장에서 판매되거나 서비스되는 장비에 적용되며, “장비 (equipment)”란 특별한 법적 의미의 “장치 (apparatus)” 및 “고정설비 (fixed installations)”를 모두 포함하고 있다. 한편, 유럽의 EMC 지침은 전자파 안전을 확보하지 못하고 있어, E/E/PE (electrical, electronic or programmable electronic) 기기에 오류나 오작동이 있는 경우 안전에 영향을 미칠 수 있으므로 EMC 지침에서 요구되는 레벨보다 큰 기능적 안전 (functional safety)을 달성하기 위한 EMI (electromagnetic interference) 제어 작업이 필요하다. 이에 기능적 안전을 위한 EMC는 IEC 6100-1-2: 2016 표준에서 다루어지고 있지만, 일반적으로 고정설비에 대한 EMC 지침과 함께 전자파 안전관리 (good EMC practice)를 수행하면 EMI가 안전의 위험을 증가시킬 가능성을 줄이는 데 도움을 주게 된다 [5].

본 연구에서는 국내 복합설비에 대한 전자파 안전관리 제도 도입을 위한 중요한 시점에서 EMC 지침의 일반적 요구조건 이외에 기능적 안전을 확보하기 위한 외국의 전자파 안전관리 제도 및 지침을 분석하여 국내 복합설비를 위한 전자파 안전관리 제도 도입에 기반을 마련하고자 한다. 이를 위해 II장에서는 국외의 전자파 안전관리에 대한 표준 및 III장에서는 국가표준인 전자파 안전관리 가이드라인을 분석한다. IV장에서는 복합설

비의 한 예로서 태양광 시설에 대한 전자파 안전관리를 적용한 결과를 분석하고, V장에서는 전자파 안전관리 법제도 도입방안을 제시하여 VI장에서 결론을 내린다.

## II. 전자파 안전관리

IEC 61508은 기본 안전 표준으로서 E/E/PE 기기의 기능적 안전관리 문제를 다루고 있으며, 기능적 안전을 달성하기 위한 전반적인 요구사항을 설정하고 있지만, 전자파 방해의 영향과 관련된 세부 요구사항을 제시하고 있지 않다 [6]. 이에 IEC (International Electrotechnical Commission) 61000-1-2는 안전관련 시스템과 시스템에 사용되는 기기에 대한 전자파 방해의 영향을 다루기 위한 지침을 제공하고 있다. IEC 61508은 그림 1의 수명주기 모델을 기반으로 하여 응용 분야별 단계에서의 활동과 안전 관련 시스템의 개념, 설계, 구현, 운영, 유지보수 및 해체 단계까지 필요한 정보의 흐름과 각 단계에서 안전 관련 목표를 달성하기 위한 활동과 문서화의 필요성을 나타내고 있다. 안전 관련 시스템이 E/E/PE SSRS (system safety requirement specification) 준수함을 입증하기 위해 검증과 유효성 확인 활동이 필요한데, 안전 수명주기에 대한 관계는 물론 검증과 유효성 확인 프로세스 사이의 관계를 그림 2의 V-형으로 표현할 수 있다.

그림 2에서 하향분기(왼쪽)는 일반적으로 설계와 개발에 해당되는 전체 안전 관련 시스템에서 시작하여 시스템 구성 요소로 끝나는 과정이며, 상향분기(오른쪽)는 전체 시스템의 조립, 제조 및 설치와 관련된 과정이다. V-형 표현은 설계 요구사항과 관련하여 최종적으로 점검되어야 하므로 수명주기 내에서 검증과 유효성 확인 작업을 보여주는 데 효과적이다.

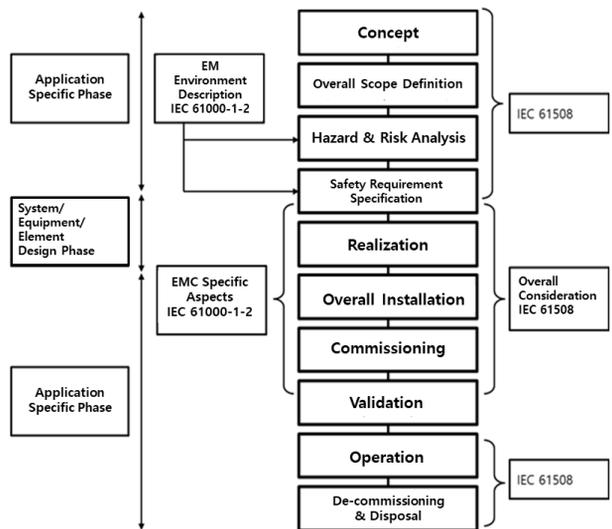


그림 1. IEC 6100-1-2와 IEC 61508 단순화 안전 수명주기와의 관계[6]

Fig. 1. Relationship between IEC 6100-1-2 and the simplified lifecycle as per IEC 61508.

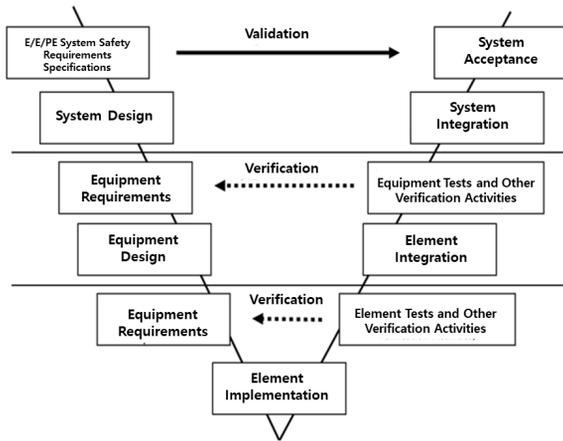


그림 2. 검증 및 유효성 확인의 수명주기 V-형[6]  
 Fig. 2. V-type for validation and verification in lifecycle.

### III. 가이드라인

국가표준 KS (Korean Standard) C 9996은 전자파 관리계획을 담당하고 있는 시스템 엔지니어링의 전자파 안전관리 책임자에게 기본 관리원칙을 제공할 목적으로 복합시설의 설계, 구축단계에서부터 전자파 안전 전체를 관리하기 위해 준수해야 하는 절차와 요구사항 등을 기술하고 있으며, 가이드라인(guideline)에서 제공되고 있는 전자파 안전관리 절차도는 그림 3과 같다 [7].

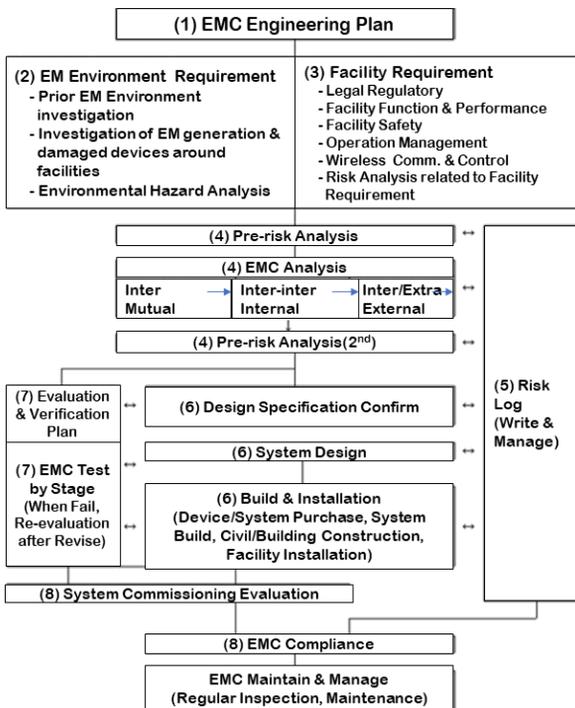


그림 4. 전자파 안전관리 절차도[7]  
 Fig. 4. A process for good EMC engineering practice.

주요 내용으로는 전자파 안전관리 책임자에게 기본적인 개념 및 지침을 제공하기 위해, 전자파 안전관리 계획, 전자파 안전 환경 요구사항, 기능 안전을 위한 설비 및 설계 요구사항, 전자파 안전 위험분석, 평가 및 검증계획, 시스템 통합 검증 및 최종 평가 사항 등을 포함하고 있다.

### IV. 실증 사례

그림 4와 같은 태양광 발전시설에 대해 A사와 공동으로 전자파 안전관리 가이드라인을 수행하였으며, 여기서는 핵심적인 가이드라인 절차에 대해 서술한다.

#### 4-1 시스템 분석

우선 그림 3의 전자파 안전관리 절차도로부터 시스템 내부, 시스템간, 외부 시스템에 대한 EMC 분석을 위해 표 1과 같은 시스템 배열표를 구성하였다.

시스템 내부의 전자파 간섭분석을 통해 시스템 내부의 장비가 발생하는 전자파의 방출 혹은 전도의 강도는 시스템 내부 인접 장비의 내성 허용기준 이하이어야 하며, 시스템 내부의 장비가 전자파 간섭이 발생할 소지가 있는 경우, 이에 대한 적절한 대책을 통해 전자파 위험을 제거하거나 허용 가능한 수준으로 낮추어야 한다.

또한, 시스템 상호간 전자파 간섭분석을 통해 각각의 시스템들은 인접한 시스템 장비에 중대한 전자기적 교란 또는 전류를 유도하지 않도록 설계, 검증되어야 하며, 시스템 장비는 주변의 타 시스템들에 의해 발생하는 전자파 또는 전류의 허용한계 내에서도 적절히 동작할 수 있도록 전자파 방출과 전자파 내성 사이의 안전 여유도(safety margin)를 두어야 한다.

한편, 외부 시스템의 전자파 간섭분석을 통해 태양광 발전설비 장비는 시스템 외부의 인접 장비에 중대한 전자기적 교란이 없음을 증명해야 하며, 태양광 발전설비 장비는 외부 시스템에 의한 전자파 또는 전류에도 성능 저하나 기능적 오류를 발생하지 않음을 입증해야 한다.



그림 4. 태양광 발전설비  
 Fig. 4. A Solar PV(Photovoltaic) facilities.  
 Inv: inverter, SPVM: solar photovoltaic module,

표 1. 시스템 배열표  
Table 1. System matrix

	Inside						Outside
	Inv	SPVM	C/S	PD	GE	S/C	3 <sup>rd</sup> Part (Jamming)
Inv	IrS	InS	InS	InS	InS	InS	ExS
SPVM		IrS	InS	InS	InS	InS	ExS
C/S			IrS	InS	InS	InS	ExS
PD				IrS	InS	InS	ExS
GE					IrS	InS	ExS
S/C						IrS	ExS

C/S: communication/signal, PD: power distribution, GE: general electricity, S/C: structure/construction  
InS: inter-system, IrS: intra-system, ExS: external system

4-2 사전위험 로그

설계단계부터 사전위험분석을 통하여 20개의 위험 요소를 도출하였으며 도출된 위험 요소는 각각 스코어링 절차를 거쳐 위험 로그에 기록·관리하였으며, 모든 위험 요소는 위험도 평가 매트릭스 표 2를 통해 평가되었다. 20개 위험요소 항목 중 대표적인 사례는 다음과 같다.

표 2. 위험도 평가 매트릭스  
Table 2. Risk assessment matrix

System Classification	Number of Hazard identified	Number of initial risk level			Number of residual risk level				
		R3	R2	R1	R3	R2	R1		
Risk Factor	20	-	11	3	6	-	-	12	8

Severity \ Occurrence Frequency	Severity			
	1 Minor	2 Moderate	3 Significant	4 Severe
A Frequent	R3	R3	R3	R3
B Probable	R2	R3	R3	R3
C Occasional	R1	R2	R3	R3
D Remote	R1	R1	R3	R3
E Impossible	R1	R1	R2	R3
F Eliminated	R1	R1	R1	R2

1) 인버터 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 스위칭 (switching) 전자파 복사성 방출  
인버터에서 발생한 스위칭 노이즈(noise)가 공기중으로 방출 현상으로 초기 위험도에서 발생빈도 B, 심각도 2, 위험도 R3로

평가되었다. 경감대책으로 인버터 내 DC 필터 설치를 수행하여 잔존 위험도에서 발생빈도 D, 심각도 2, 위험도 R1으로 낮추었다.

2) 인버터 스위칭 노이즈로 인한 접지 노이즈 유입

인버터에서 발생한 전자파가 접지라인을 통해 타 장비에 영향을 주는 현상으로 초기 위험도에서 발생빈도 C, 심각도 3, 위험도 R3로 평가되었다. 경감대책으로 하우징 (housing)의 접지 포인트 (point)를 설치하여 잔존 위험도에서 발생빈도 E, 심각도 3, 위험도 R2로 낮추었다.

3) 태양전지 모듈 (module)의 루프 (loop) 방사

태양전지 모듈이 루프 안테나 형태를 이루어 타 시스템에 전자파간섭을 일으키는 현상으로 초기 위험도에서 발생빈도 C, 심각도 3, 위험도 R3로 평가되었다. 경감대책으로 인버터 DC (direct current) 입력단에 필터를 설치한 후 전자파 측정으로 검증 실시하여, 잔존 위험도에서 발생빈도 E, 심각도 3, 위험도 R3로 낮추었다.

4) 태양광 발전시설 노이즈로 인한 Wi-Fi 간섭

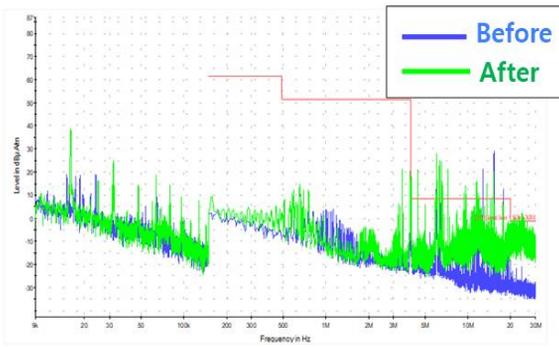
태양광에서 발생한 하모닉 (harmonic) 노이즈로 인하여 Wi-Fi 대역에 간섭을 주어 태양광 설비 모니터링 (monitoring) 성능을 저하시키는 현상이다. 초기 위험도에서 발생빈도 E, 심각도 3, 위험도 R3로 평가되었다. 인버터 설치전, 후 전파측정을 통해 Wi-Fi 주파수 대역에 대한 간섭 여부를 조사한 결과 2.4 GHz 및 5.8 GHz 대역에서 간섭이 없음을 확인하여 잔존 위험도에서 발생빈도 F, 심각도 3, 위험도 R1으로 낮추었다.

4-3 EMC 현장 조사

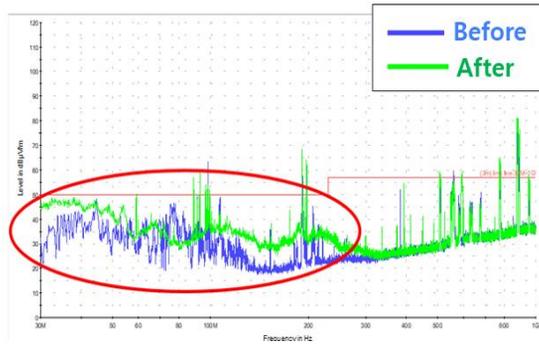
태양광 발전설비는 설치 전, 설치 후, 차폐 및 접지 시공 후로 3단계에 걸쳐 현장 조사가 이루어졌으며 그림 5는 태양광 발전 설비 설치 전, 설치 후 인버터 앞에서 측정된 결과를 나타내었다. 16 kHz 대역 하모닉 노이즈 (harmonic noise)는 인버터 스위칭 (inverter switching) 주파수로 확인되었다. 또한, 30 ~ 300 MHz 대역에서 광대역 노이즈가 발생하였는데 이는 인버터에서 발생한 노이즈가 케이블 방사되어 나타나는 것을 확인하였다.

그림 6은 태양광 발전설비에 인버터 출력단에서 나오는 AC (alternative current) 케이블에 대한 케이블 차폐 및 접지 시공 전후 결과를 나타내었다. AC 케이블 차폐 및 접지 시공 후 인버터 스위칭 노이즈가 미약하게 감소하였으나 큰 변화는 없는 것으로 확인되었다. 전자파 안전관리 대상인 태양광 발전설비에 설치되는 인버터는 전자파 안전관리자의 요구사항대로 내부 필터, 케이블 배선 처리 등 EMC 대책이 잘되어 있는 상태였기에 외부로 방출되는 노이즈는 매우 낮았다.

추가로 진행된 AC 케이블 구간 약 1.5 km를 알루미늄 재질의 차폐 자켓으로 처리하였으며 전자파 방출은 일부 주파수에서 저감 효과를 보였다. PV (photovoltaic) 라인의 DC 케이블 차폐 및 접지를 고려했다면 더욱 향상된 저감 효과를 볼 수 있리라 예상된다.

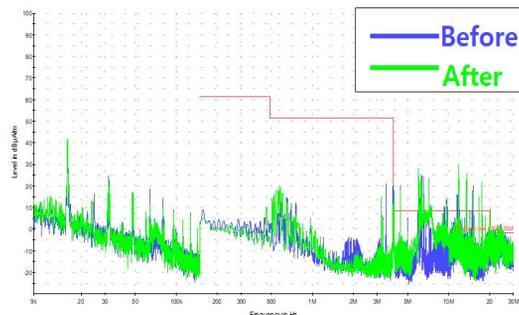


(a) 9 kHz ~ 30 MHz

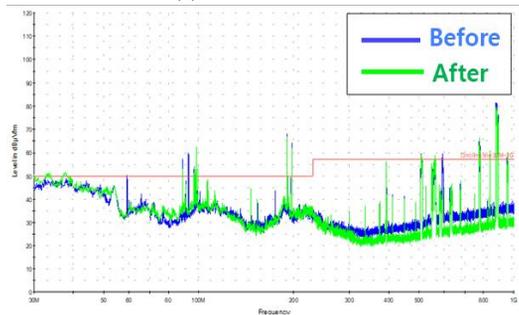


(b) 30 ~ 100 MHz

그림 5. 태양광 설치전/후 측정 데이터(인버터 앞)  
Fig. 5. Measurement data before/after PV installation(at inverter).



(a) 9 kHz ~ 30 MHz



(b) 30 ~ 1000 MHz

그림 6. 케이블 차폐 및 접지 시공 전/후 측정 데이터(AC 케이블)  
Fig. 6. Measurement data before/after cable shielding and grounding(at AC cable).

## V. 법제도

EU(european union) 집행위원회에서는 전자파적합성 법령 및 기술기준을 규정하기 위하여 전자파적합성 지침(EMC Directive 2014/30/EU) 제정·운영하고 있다.

기기에 대해서는 전자파적합성을 확인하는 인증제도(CE; Conformité Européenne)를 운영하여 제조자, 판매자를 관리하고 있다 [3], [4]. 대형·네트워크 등 고정설비에 대한 전자파적합성을 확인하는 엔지니어링 제도를 의무화하고 설치·운영자를 관리하고 있다.

국내에서는 「전파법」 제58조의2에 의거하여 개별 단위의 방송통신기기(방송통신기자재등)에 대해서는 전자파적합성을 평가·관리하고 있지만, 기자재와 마찬가지로 전자파를 방출하는 복합설비에 대한 법제도는 미비하다. 특히 복합설비 전자파는 다양한 기기, 기자재, 시스템 등으로 구성되어 있어 개별 단위 기기보다 다른 기자재의 오동작 유발 가능성이 크기 때문에 대책 마련이 시급한 실정이다. 한편, 국내 제도 도입에 있어 전자파 안전관리에 대한 규제를 ① 사전규제, ② 사후규제, ③ 비규제 권고사항으로 할 것인지에 대한 검토가 진행 중이다.

규제방식에 따른 특징은 다음과 같으며, 규제의 정책적 방향에 따라 조문의 구성이나 내용이 현저하게 달라지므로 신중하게 선택할 필요가 있다 [8].

### 5-1 사전규제 방식

사전규제 트랙을 적용 시에 먼저 전자파 안전관리에 대해서 정의하고 다음으로 전자파 관리를 해야 할 대상을 정하고, 더불어 그 대상이 지켜야할 기준을 함께 정한 후에 평가하는 방식으로 법령이 이루어져야 할 것으로 보인다.

### 5-2 사후규제 방식

사후규제 방식의 경우 진입장벽은 사전규제 방식보다 비교적 낮지만, 대상을 정의하고 기준을 적용하는 것은 사전규제 방식과 동일하고, 설치, 평가, 운영은 시설자가 스스로 하되 해당 기준을 위반할 경우, 이에 대해서 사후에 적절한 벌칙을 가하는 방식이다.

### 5-3 비규제 권고 방식

만일 비규제 권고 트랙으로 조문을 구성하는 방식으로 대상 설비 및 적용 기준은 명시하되, 설비를 설치·운영하고자 하는 자가 스스로 관리토록 권고하고, 필요시 정부에 평가를 의뢰하는 방식이다.

## VI. 결 론

현재의 전자파적합성 제도는 기기가 독립적으로 존재할 때의 전자파 영향을 평가하기 위한 것으로 전자파 시험장 환경에

서 기기가 전자과적합성 기준에 맞는지 확인하고 인증을 받아 시장에 판매하게 된다. 인증제도 기반의 전자과적합성 제도는 각각의 제조·판매자의 책임하에 개별적으로 인증을 받아 판매하기 때문에 다른 기기들과 결합되었거나 복합적으로 설치되는 환경에서의 전자과 영향을 평가할 수는 없다. 또한 제조·판매자들은 개별 기기 단위로 시장에 출시되는 제품에 대한 책임을 지지만 복합적으로 설치되는 환경을 고려하지는 않는다.

그러나, 최근 자율주행 설비 및 이동로봇 물류설비 등은 전자 기기들을 복합적으로 결합하여 설치하는 경우가 많으며, 새로운 센서와 무선 기술은 복잡한 시스템을 모니터링하고 제어하기 위해 광범위한 무선 센서 네트워크로 구성된다. 이와 같은 복합시설로부터 발생하는 전자과가 다른 기기 및 서비스에 영향을 주며, 전자과 영향이 안전의 문제로 연결될 수 있으므로 복합시설 제어 시 발생하는 전자과간섭(EMI) 및 전자과적합성(EMC) 문제는 반드시 해결해야 할 필수 요소이며 복합시설의 산업 육성을 위한 전자과 안전관리 기반이 반드시 마련되어야 할 것이다.

국내 복합설비에 대한 전자과 안전관리 제도 도입을 위한 중요한 시점에서 다양한 복합설비에 보편적으로 적용 가능한 전자과 안전관리 가이드라인 및 전자과 안전관리 실시 복합설비가 적정하게 설치되었는지 여부를 시험·평가할 수 있는 방법의 국가 표준화 개발이 이루어졌지만, 향후 전자과 안전관리 실증사업과 연계하여 전자과 안전 관리자들에게 기술적 정보 제공을 지원할 수 있도록 해당 표준의 지속적인 추가 개정이 이루어져야 한다.

본 연구에서 수행된 태양광 발전설비의 전자과 안전관리 적용은 국내 최초로 태양광 발전설비에 대한 전자과 안전관리를 시행한 것으로 추후 태양광 발전 및 유사한 분야에 대한 전자과 안전관리를 시행하는 데 도움이 되리라 판단된다.

국내 전자과 안전관리 법제도 도입방안으로 사전규제 및 사후규제 두 방식 모두 장단점이 있지만 공통적으로 고려해야 할 사항은 규제의 대상을 명확히 해야 한다는 것이다. 사전에 규제를 받거나 사후에 관리를 통해 규제의 대상이 되거나 간에 복합설비를 설치하거나 운영하고자 하는 자는 자신이 그 규제의 대상이 되는지를 명확히 알아야 해당 규제를 준수할 수 있기 때문이다. 제도가 담고 있는 규제에 의해 복합설비 설치 운영자로

하여금 제도 도입 시에 부담을 완화하기 위한 목적으로 권고 수준의 규정을 신설하는 것도 바람직할 것으로 보인다. 다만, 기기와의 규제 형평성 문제, 사회적 비용의 최소화, 방송통신서비스 보호 등의 복합설비 전자과 안전관리 제도 도입 취지에 부합할 수 있도록 단계적 접근을 통해 산업계 충격을 줄이면서 일부 의무규정을 신설하는 것도 바람직하다고 판단된다.

## References

- [1] Y. H. Kang, et al.: Research on Functional Safety in Electromagnetic Environments, KIEES Report, Dec. 2020
- [2] Y. H. Kang, et al.: Research on Functional Safety in Electromagnetic Environments, KIEES Report, Dec. 2019
- [3] European Union: Directive 2004/108/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004, Dec. 2004.
- [4] European Union: Directive 2014/30/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014, Mar. 2014.
- [5] International Electrotechnical Commission(IEC): 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, IEC 6100-1-2:2016, 2016.
- [6] International Electrotechnical Commission(IEC): Functional Safety of Electrical/Electronic /Programmable Electronic Safety-related Systems, IEC 61508, 1997.
- [7] Korean Standard): EMC – Electromagnetic Safety Management Guideline, KS C 9996: 2022.
- [8] Y. H. Kang, et al.; Research on Functional Safety in Electromagnetic Environments for Complex Facilities, KIEES Report, Dec. 2022.



**강 영 흥 (Young-Heung Kang)**

1984년 2월 : 한국항공대학교 통신공학과(공학사), 1986년 2월 : 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1993년 2월 : 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학박사), 1988년 3월~1990년 2월 : 한국항공대 통신공학과 조교  
 1995년 8월~1996년 8월 : 일본 오사카대학 개원교수, 2003년 8월~2005년 2월 : 영국 York대학 방문교수  
 1990년 4월~현재 : 소프트웨어학부 교수  
 ※ 주 관심분야 : 위성통신, 이동통신, 전파공학, 표준화