

EMP 표준화 동향	장 태 현
	한국산업기술시험원

I. 서 론

EMP(Electromagnetic Pulse)는 고출력 전자기 펄스를 의미한다. EMP는 핵 EMP와 비핵 EMP로 분류된다. 핵 EMP는 고도 30 km 이상의 공중에서 핵폭발에 의해 발생하는 HEMP(High-Altitude Electro-Magnetic Pulse)로 대표될 수 있으며, 비핵 EMP는 고출력 전자기파(HPEM; High Power Electro-Magnetic) 또는 의도적 전자기 간섭(IEMI; Intentional Electro-Magnetic Interference)이라고 한다. 국제 표준화 기구 IEC(International Electrotechnical Commission)에서는 기술위원회(TC; Technical Committee) 77의 SC(Sub-committee) C(이하 SC77C라고 한다)에서 EMP 표준화를 다루고 있다. SC77C에서는 전자기장의 세기가 100 V/m 이상의 전자기(EM; Electromagnetic) 현상을 고출력 전자파라고 한다. IEC에서 발행하는 국제 표준 문서번호 체계는 <표 1>과 같다.

SC77C에서 발행된 국제표준문서는 다음과 같다:

- HEMP 관련 표준문서
 - IEC/TR 61000-1-3 고 고도 핵 EMP(HEMP)가 민간 장비 및 시스템에 미치는 영향(2002)
 - IEC 61000-2-9 HEMP 환경, 복사성 방해(1996)
 - IEC 61000-2-10 HEMP 환경, 전도성 방해(1998)

<표 1> 전자파 관련 IEC 국제 표준 문서번호 체계

구분	내용
IEC 61000-1-XX	일반사항
IEC 61000-2-XX	EM 환경
IEC 61000-3-XX	저주파 현상 시험방법
IEC 61000-4-XX	고주파 현상 시험방법
IEC 61000-5-XX	설치 및 완화지침
IEC 61000-6-XX	일반 환경 시험기준

- IEC 61000-2-11 HEMP 환경의 분류(1999)
- IEC 61000-4-23 HEMP 복사성 방해 보호 장치 시험방법 (2000)
- IEC 61000-4-24 HEMP 전도성 방해 보호 장치 시험방법 (1997)
- IEC 61000-4-32 HEMP 시뮬레이터 일람표(2002)
- IEC 61000-4-25 기기/시스템 HEMP 내성 시험방법(2001)
- IEC 61000-6-6 실내용 기기 HEMP 내성기준(2003)
- IEC 61000-5-3 HEMP 보호 개념(1997)
- IEC 61000-5-4 HEMP 복사성 방해 보호 장치 특성(1996)
- IEC 61000-5-5 HEMP 전도성 방해 보호 장치 특성(1996)
- IEC 61000-5-8 분포된 기간시설 HEMP 보호방법(2009)
- HPEM 관련 표준문서
 - IEC 61000-1-5 고출력 전자기파(HPEM)가 민간시스템에 미치는 영향(2004)
 - IEC 61000-2-13 HPEM 환경 복사성/전도성(2005)
 - IEC 61000-4-36 기기/시스템 IEMI 내성 시험방법 (2014년 11월)
 - IEC 61000-4-35 HPEM 시뮬레이터 일람표(2009)
- HEMP/HPEM 공통 표준문서
 - IEC 61000-4-33 고출력 과도현상 파라미터 측정방법 (2005)
 - IEC 61000-5-6 외부 EM 영향의 저감(2002)
 - IEC 61000-5-7 합체의 전자기 방해 보호 정도(2001)
 - IEC 61000-5-9 HEMP와 HPEM 시스템레벨 감응성 평가 (2009)

HEMP 관련 국제 표준문서는 대부분 1990년대 후반부터 2000년대 초반에 제정되었으며, HEMP로 인한 전자기기에 미치는 영향, HEMP의 복사성 및 전도성 방해 환경 정의, HEMP 방해에 대한 보호기기 시험방법, HEMP 방해 보호기기가 갖추어야 할 특성, 보호 개념과 보호방법 등 문서 체계가 잘 구성되어 완성되어 있다.

반면, HPEM 관련 국제 표준문서는 문서의 체계를 완성해 가고 있는 중이다. 대표적인 예로 IEMI 내성 시험방법 표준인 IEC 61000-4-36 제1판이 2014년 11월에 제정되었다. HPEM/IEMI는 발생원의 펄스 파형 또는 주파수 스펙트럼 등에 따라 발생원의 종류가 매우 많고, 발생원의 크기, 무게 등은 이동성 및 접근성에 중요한 요소이므로 이러한 기술적, 물리적 다양성을 하나의 표준에 담는 것은 매우 어려운 작업이었다. 그 결과, 이 시험표준에는 상세한 시험방법이 제시되지 않았다. 향후 표준화가 진행될 방향은 HPEM/IEMI 분야가 될 것임을 예측할 수 있다.

본고에서는 2016년 EMP 국제 표준화가 어떻게 진행될지를 가늠해 보기 위해 2015년에 진행되었던 IEC 국제 표준 동향을 소개하고자 한다. 또한 국제통신 연합의 ITU-T SG5에서도 IEC SC77C와 연관성을 가지고 있으며, SG5에서 진행되고 있는 부분도 간략하게 소개하고자 한다.

II. IEC SC77C 표준화 동향

SC77C는 2015년에 3개의 프로젝트팀이 표준화를 진행하였으며(PT 61000-4-24, MT 61000-4-23, PT 61000-5-10), 신규로 MT 61000-4-26이 추가되어 총 4개의 프로젝트팀이 가동되고 있다.

PT 61000-4-24는 HEMP 전도성 방해에 대한 보호 장치 시험방법에 관한 표준인 IEC 61000-4-24를 개정하는 프로젝트팀으로써 기존의 HEMP 주요 보호소자만을 다루었던 Ed 1.0에 HEMP 방호필터로 알려져 있는 조합형 HEMP 방호필터에 대한 시험방법을 추가하여 Ed.2.0으로 개정하는 임무를 가지고 있다. 이 프로젝트는 우리나라에서 2011년 10월에 제안하여 프로젝트팀을 이끌었으며, 두 번의 위원회안(CD, Committee Draft)과 투표(CDV)를 거쳐 2015년 11월에 국제표준(IS, International Standard)으로 확정되었다.

MT 61000-4-23은 HEMP 복사성 방해에 대한 보호장치 시험방법에 관한 표준인 IEC 61000-4-23 Ed.1.0을 개정하는 프로젝트팀으로서, 이 프로젝트 또한 우리나라에서 2013년 제안하였으며, 주 내용은 HEMP 방호시설의 방호성능 중 차폐 성능(SE; Shielding Effectiveness)을 시험할 때, 측정 공간이 충분하지 않은 경우, 기존 전통적인 SE 측정방법과는 반

대로 송신 안테나를 차폐실 내에 설치하고, 수신 안테나를 차폐실 외부에 설치하여 측정하는 소위 “In-Out” 방법을 추가하여 IEC 61000-4-23 Ed.2.0으로 개정하는 것이다. 이 프로젝트는 2014년 CD를 발행하여 각국의 의견을 취합하여 반영하였으며, 현재 위원회 투표안(CDV; Committee Draft for Vote)을 준비하고 있다.

PT 61000-5-10은 지금까지 SC77C에서 개발한 HEMP 및 HPEM 표준문서들을 EMP 방호시설에 어떻게 적용할 것인지에 대한 적용 가이드라인을 작성하는 임무를 가지고 있다. 특히 새로운 건물에 EMP 방호시설을 구축하고자 할 경우와 기존 건물에 EMP 방호시설을 구축하고자 할 경우에 적용할 수 있는 가이드라인을 IEC 61000-5-10으로 제정하고자 한다. 이 프로젝트는 2014년 미국에서 제안하여 표준화를 진행 중에 있으며, 아직 CD 준비 중에 있다.

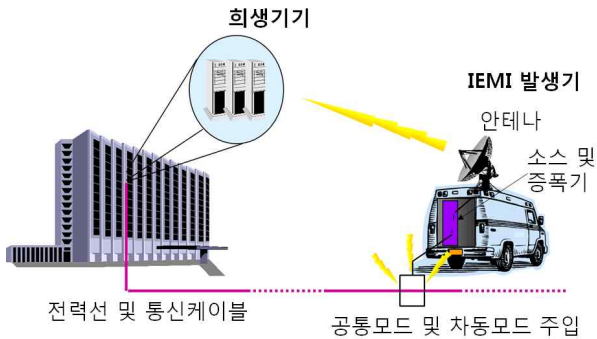
2015년 9월 이탈리아 Stresa에서 열린 2015 SC- 77C 총회에서 우리나라는 최근 개정된 IEC 61000-4-36의 부족한 부분을 지적하고, 개정의 필요성을 주장하였으며, MT 61000-4-36이 신규로 구성되었다.

2-1 MT 61000-4-36 동향

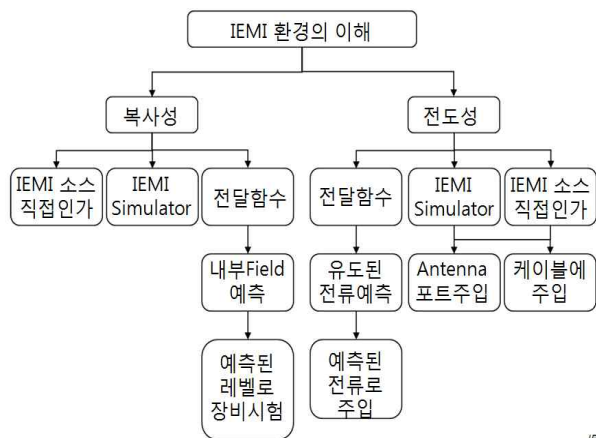
2-1-1 IEC 61000-4-36 Ed.1.0의 분석

최근 국제 표준으로 제정된 IEC 61000-4-36 Ed.1.0의 주요 기술적 구성은 다음과 같다. 5장(IEMI 환경과 상호작용)에서는 IEMI 환경을 기술 수준별 분류, IEMI 배치 시나리오, 복사성 및 전도성 IEMI 환경으로 기술하였다. 또한 [그림 1]과 같이 고정형 설비에 대한 침투 상호작용을 설명하고 있으며, 건물의 구조와 건물까지의 경로에 대한 감쇄를 고려하여 대표적인 보호레벨(EPL; Example Protection Level)을 제시하였다.

6장에는 시험방법을 나열하고 있다. [그림 2]와 같이 적용 가능한 시험방법을 선택하게 된다. 전달 함수를 도출하여 내부의 전자기장 레벨을 예측할 수도 있으며, IEMI 시뮬레이터를 사용하는 방법과 전자파차관실을 이용하는 방법, 복합 파형 주입(CWI; Complex waveform injection), 감쇄진동과 주입(DSI; Damped sinusoidal injection), 정전기 방전(ESD; Electrostatic discharge), 전기적 빠른 과도현상(EFT; Electrically fast transient), 안테나 포트 주입방법 등이 간략하게 제시되어 있다.



[그림 1] 복사/전도성 IEMI의 빌딩과 상호작용의 예



[그림 2] IEMI 내성 시험방법의 선택

7장은 시험 파라미터를 다루고 있다. IEMI 소스가 기술수준별로 다양하고, 주파수 스펙트럼 특성별로 분류될 수 있기 때문에 그에 상응하는 내성시험 파라미터를 제시하고 있다. 복사 내성 시험을 위한 파라미터는 Hyper-band 시험 파라미터, Meso-band 시험 파라미터, Hypo-band/narrow-band 시험 파라미터로 구분하여 요구사항을 나타내었다. 전도성 IEMI 시험 파라미터로는 빠른 감쇄진동과 발생기의 특성과 성능에 대한 요구사항을 제시하였다. 아울러 적절한 시험 레벨을 도출하는 방법과 이미 보유하고 있는 EMC 내성 데이터와의 연관성을 활용하여 IEMI 내성을 평가할 수도 있다.

부록 A는 불합격 양상(Failure Mechanism)과 성능 판정기준을 부록 B는 IEMI 소스 환경에 관한 동향, 부록 C는 빌딩과의 상호작용(감쇄, 결합, 케이블 감쇄 등)에 관한 데이터, 부록 D는 평면파 내성시험과 잔향실 내성시험과의 관계, 부

록 E는 복잡한 파형 주입(CWI) 시험방법에 관하여, 부록 F는 시험방법의 한계에 대한 이해가 필요함을 설명하고 있으며, 부록 G는 의도성 EMI로서 GPS Jamming 이슈를 소개하고 있다.

IEC 61000-4-36 Ed.1.0의 내용을 간략하게 소개하였지만, 상세한 시험방법 등 여전히 표준화되어야 할 부분이 많음을 알 수 있다.

2-1-2 IEC 61000-4-36의 개정 제안

2014년 8월 미국 앨버커키에서 열린 SC77C 회의에서 우리나라는 광대역(UWB; Ultra Wide Band) EMP 내성시험방법에 대한 표준화의 필요성을 제기하였으며, UWB EMP 내성 시험방법을 연구하기 위한 TF(Task Force)가 구성되었다. 이 TF는 2015년 3월 런던회의에서 UWB EMP 내성 시험방법 초안을 담은 1차 TF 보고서를 제출하고, 새로운 표준, 즉 가칭 IEC 61000-4-37을 제정할 것을 제안하였으나, 오랜 논의 끝에 이미 2014년 11월 발행된 IEC 61000-4-36에 이와 같은 시험이 규정되어 있으므로, 새로운 규격을 제정하기 보다는 기존 규격의 부록으로 진행하기로 결정되었다. 또한 UWB란 용어 대신 “hyper-band 과도신호”로 용어를 변경하고, 시험 셋업과 시험방법의 정립에 초점을 맞추기로 하였다.

2015년 9월 Stresa 회의에서 hyper-band 과도신호를 사용하여 펄스 전기장의 균일도를 평가하는 방법과 평가결과를 담은 2차 TF 보고서를 제출하였으며, 1년 동안의 TF 연구결과를 기초로 하여 IEC 61000-4-36을 개정할 유지보수팀, MT 61000-4-36을 발족할 것을 제안하였다.

이 유지보수팀(MT)은 Hyper-band와 Meso-band를 포함하는 광대역 EMP 내성 시험방법과 D-dot 센서와 B-dot 센서의 교정방법 및 측정불확도를 연구하여 IEC 61000-4-36의 부록으로 추가하여 Ed.2.0으로 개정하는 임무를 가지고 있다.

아래에 2차 TF 보고서에 포함된 Hyper-band 과도신호 내성 시험방법 도출을 위한 균일장 영역 평가 결과를 나타내었다.

2-1-3 Hyper-band Transient 내성 시험방법 도출을 위한 균일장 영역 평가방법

1차 TF 보고서에는 시뮬레이션 결과와 펄스 전기장의 세기에 대한 균일도 평가결과만을 제시하였으나, 2차 TF 보고

서에는 실제 펄스발생기를 가지고 펄스 전기장의 세기, 펄스의 상승시간, 펄스폭에 대한 평가결과를 포함하고 있다.

Hyper-band 펄스 발생기는 영국 KENTECH사의 PBG3, 펄스 전기장을 발생시키는 안테나는 HIRA(Half Impulse Radiating Antenna), 펄스 전기장을 측정하는 센서는 TEM Horn 센서를 사용하여 펄스 전기장의 균일도 측정을 수행하였다.

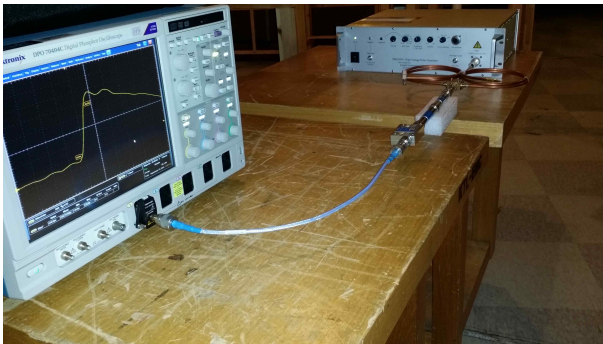
[그림 3]은 PBG3의 출력 측정 셋업을, [그림 4]는 PBG3의 출력을 5 kV로 설정하고 측정된 펄스의 파형특성을 보여준다. 상승시간은 130.5 ps, 펄스폭은 2 ns로 측정되었다.

[그림 5]는 EMI 챔버에서 펄스 전기장 균일도 평가를 위한 측정 셋업을 나타낸다.

[그림 6]은 측정거리 6 m에서 1.5 m × 1.5 m 크기의 균일장 평가영역 25개의 측정 포인트에 대하여 측정된 펄스 전기장의 세기를 보여준다. 측정된 펄스 전기장의 세기는 모



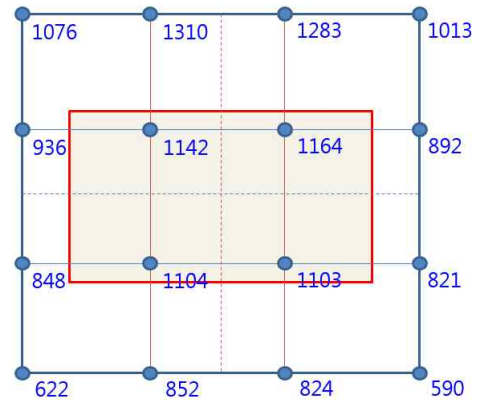
[그림 5] Measurement setup in a semi-anechoic room



[그림 3] 펄스 발생기 PBG3 출력파형 측정 셋업



[그림 4] 펄스 발생기 PBG3 출력파형 측정 결과



[그림 6] 균일장 영역 측정결과(V/m)

두 0~6 dB 이내에 있다. [그림 6]에서 붉은 색으로 표시된 영역은 1.2 m의 HIRA 크기를 나타낸다. HIRA는 반사판을 이용하여 전파를 전면으로만 전파되도록 하는 특성을 가지고 있으므로 붉은 색으로 표시된 영역에서는 펄스 전기장의 균일도가 매우 양호함을 알 수 있다.

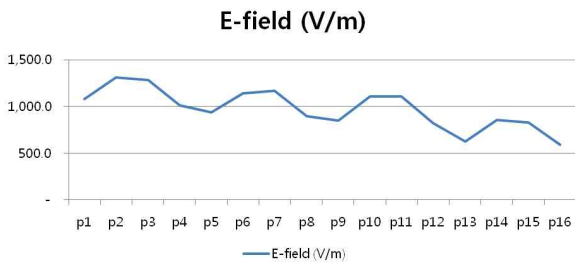
[그림 7]에서 [그림 10]까지는 측정된 펄스의 파형, 전기장의 세기, 상승시간, 펄스폭을 25개 측정지점에 대하여 나타내었다.

2-2 HEMP 시뮬레이터 내부의 전기장 분포 해석

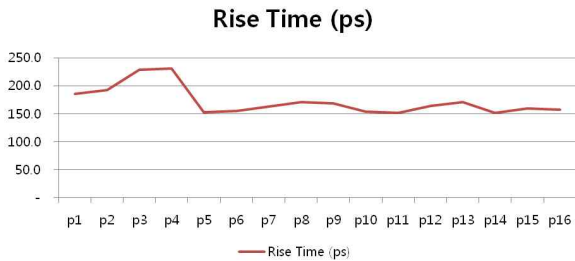
2015 SC77C 총회에서 우리나라는 또한 HEMP 복사성 시뮬레이터에 대한 파라미터를 측정 및 분석하여 현재의 국제 표준에서 규정하고 있는 허용오차의 개정 필요성을 제안하였으며, 향후 관련 표준들이 개정될 예정이다.



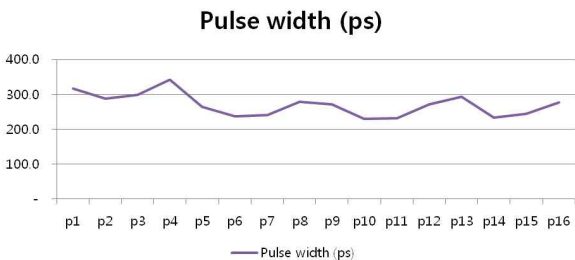
[그림 7] Measurement setup in a semi-anechoic room



[그림 8] 측정 지점에 따른 펄스 전기장의 세기 변화



[그림 9] 측정 지점에 따른 펄스 상승시간의 변화



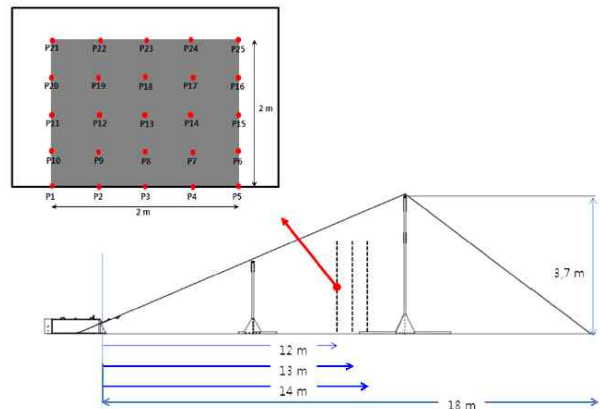
[그림 10] 측정 지점에 따른 펄스폭의 변화

[그림 11]은 HEMP 발생기로부터 13.3 m가 되는 측정지점의 중앙에서 시간 영역에서 수직 전기장(E_y)의 측정 셋업을 나타낸다. HEMP 발생기는 MONTENA 사의 EMP 230K-2/23이 사용되었고, HEMP 측정용 D-dot 센서는 MONTENA사의 SFE1G, 펄스 측정을 위한 오실로스코프는 Lecroy사의 Wave RUNNER 204Xi-A를 이용하여 시간 영역에서 HEMP의 특성을 확인하였다. HEMP 전기장의 세기를 산출하기 위해서 스코프로 측정된 값을 적분하는 과정이 필요하다. 오실로스코프의 적분기능을 사용하여 미분과형의 센서의 출력값을 적분된 HEMP 전기장 값으로 변환하였다.

[그림 12]는 HEMP 시뮬레이터에서 HEMP 전기장 파라미터 측정 지점을 나타낸다. 세 개의 단면을 정하고, 각 단면당 25개의 측정 지점에서 전기장의 세기를 측정하였다. 측정된 HEMP 전기장 파형을 [그림 13]에 나타내었다. 총 75개의 측정 데이터가 취합되었다.

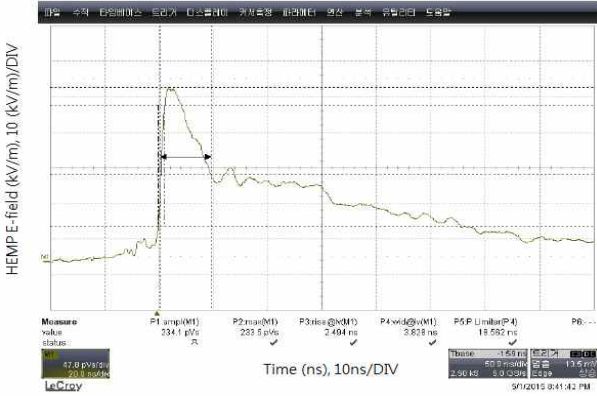


[그림 11] HEMP 시뮬레이터의 펄스 전기장 측정셋업



[그림 12] HEMP 시뮬레이터에서 파라미터 측정 지점 : 세 개의 단면 당 25개의 측정 지점

HEMP 시뮬레이터에서 측정된 결과는 국제 표준 및 국가표준과 비교 분석되었다. 국제 표준에서 규정된 HEMP 전기장 파형의 파라미터와 그 허용오차를 <표 2>에 요약 정리하였다.



[그림 13] HEMP 시뮬레이터 펄스 전기장 측정파형

<표 2> HEMP 전기장 파형의 파라미터와 허용오차

국제 규격 명	전기장의 진폭	펄스 상승시간	펄스폭	E/H
IEC 61000-2-9 복사성 HEMP 환경	50 kV/m	2.5 ns	23 ns	377 Ω
IEC 61000-4-25 소형 HEMP simulators	50 kV/m 0~6 dB	2~2.5 ns	25~30 ns	377 ±50 Ω
IEC 61000-4-25 대형 HEMP simulators I	50 kV/m 0~6 dB	2.5 ±0.5 ns	25~75 ns	377 ±50 Ω
IEC 61000-4-25 대형 HEMP simulators II	50 kV/m ±10 dB	2~10 ns	25~500 ns	377 ±50 Ω
IEC 61000-6-6 (표 1)	50 kV/m	2.5 ns	25 ns	-
IEC 61000-4-20 부록 C	50 kV/m 0~6 dB	2.25 ±0.25 ns	27.5 ±2.5 ns	377 ±50 Ω
Mil-Std-461F RS105	50 kV/m 0~6 dB	1.8~2.8 ns	23 ±5 ns	-
VG 95371-50 (독일 표준)	50 kV/m ±10 %	2.5 ns ±10 %	23 ns ±20 %	377 Ω ±20 %

<표 3> IEC 표준의 허용오차 개정 제안

국제 규격 명	전기장의 세기	펄스 상승시간	펄스폭	E/H
IEC 61000-2-9	50 kV/m	2.5 ns	23 ns	377 Ω
IEC 61000-4-25 소형 HEMP simulators	50 kV/m 0~3dB	2.5 ns ±10 %	23 ns ±20 %	377 Ω ±20 %
IEC 61000-4-25 대형 HEMP simulators I	50 kV/m 0~6 dB	2.5 ns ±20 %	23 ns -20% / +30%	377 Ω ±20 %
IEC 61000-4-25 대형 HEMP simulators II	50 kV/m ±10 dB	2~10 ns	25~500 ns	377 Ω ±50 Ω
IEC 61000-6-6 (표 1)	50 kV/m	2.5 ns	23 ns	
IEC 61000-4-20 부록 C	50 kV/m 0~3 dB	2.5 ns ±10 %	23 ns ±20 %	377 Ω ±20 %

측정결과를 <표 2>의 허용오차와 비교한 결과, 같은 복사성 HEMP 전기장 파형의 파라미터에 대한 정의와 허용 오차가 각기 달라서, 결과 판정이 달라졌다.

Mil-Std-461F의 RS 105 요구사항은 모두 만족하였지만, IEC 61000-4-25의 소형 HEMP 시뮬레이터의 요구사항 중 펄스 상승시간과 펄스 요구사항을 만족하지 못하였다. 따라서 <표 2>와 같이 국제 표준에서 규정하고 있는 복사성 HEMP 전기장 파라미터를 변경하도록 개정하는 것이 필요하다고 판단되었다.

III. ITU-T SG5 EMP 표준화

3-1 SG 5 일본 NTT의 기고서, COM 5-C 0639

2015년 ITU-T SG 5 회의에서 일본 NTT는 COM 5-C 0639라는 기고서를 제출하였는데, 전자기 보안 위협에 대한 완화 방법에 대한 문서이다.

3-1-1 배경

이 기고서는 일본에서 제안한 K.secmiti에 대한 초안이며, 내용은 HEMP와 HPEM에 대한 전자기 보안(Security)과 완

화(Mitigation) 방법이 기존의 권고(ITU-T K. 78, K.81)에 각각 이미 기술되어 있지만, 완화 방법을 K.secmi로 통합하는 것이다.

전자기 보안 위협은 EM 간섭과 정보 누설로 분류되며, EMI는 의도성 EMI(HEMP, HPEM)와 자연적 EMI(낙뢰)로 구분된다[ITU-T K.87].

HEMP와 HPEM은 전자기 현상으로서 완화방법에서 큰 차이가 없으며, 정보누설에 대한 완화방법과 낙뢰 대책도 상호 연관성이 있으므로, 이 네 가지 전자기 보안위협(HEMP, HPEM, 정보누설, 낙뢰)에 대한 완화방법을 K.secmi로 통합하여 체계적인 완화방법이 될 수 있도록 하자는 것이다.

3-1-2 쟁점사항

K.secmi는 통신기기에 대한 전자기(EM) 보안위협에 대한 완화 방법을 규정하고 있으며, 적용범위는 네트워크 사업자 또는 전화 라우터와 모뎀을 포함하여 고객이 소유한 모든 종류의 통신기기가 해당된다.

주요 내용은 6절 “전자기 보안 위협에 대한 완화 방법”이며, 6.1절은 “고-고도 전자기 펄스(HEMP)”에 대하여 개요, 기준문서, 완화방법, 보호방법, 보호개념, 보호수단, 보호소자의 선택방법 등을 IEC 문서와 ITU-T 문서를 기초로 기술하고 있다. 6.2절은 “고출력 전자기파(HPEM)”에 대하여 개요, 기준문서, 완화방법, 장비의 내성 레벨을 선택하는 전략, 보호기술의 개요, HPEM 보호의 실재를 기술하고 있다. 6.3절은 “정보 누설(Information leakage)”에 대하여, 개요, 기준문서, 정보누설의 완화방법(시설차폐, 장비 차폐, 필터 및 감결합, 구역나누기 등등)을 기술하고 있다. 6.4절은 “낙뢰(Lightning)”에 대하여 개요, 기준문서, 낙뢰 완화방법, 보호개념, 보호소자에 대하여 기술하고 있다.

3-1-3 대응방안

K.secmi의 적용범위가 통신네트워크 및 네트워크에 연

결된 모든 사용자 기기이므로, 이 권고(안)에서 제시하고 있는 전자기 보안위협에 대한 완화방법의 기술적 타당성과 국내 네트워크 기술과 호환성 여부를 검토할 필요가 있다.

IV. 결 론

EMP에 대한 국제 표준을 다루는 곳은 IEC TC 77 SC C (SC77C)와 ITU-T SG5이다. 지금까지 최근 이들 국제표준화 기구에서 다루지고 있는 국제 EMP 표준화 동향을 살펴보았다. IEC SC77C에서는 우리나라의 표준화 활동이 활발하며, 점점 그 범위를 확대해 가고 있다. ITU-T SG5의 EMP 표준화 동향도 지속적으로 모니터링하는 것이 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- [1] 장태현, "고출력 전자기파 내성 평가 관련 표준화 동향", *TTA Journal*, 150, 2013년 11월.
- [2] 77C_252e_RM, Unconfirmed Minutes of Sub-Committee 77C Meeting, 24th Sep. 2015, Stresa, Italy.
- [3] 장태현, "Ultra-wideband(UWB) EMP immunity test methods for equipment and systems_2015-03-23-1", 1차 TF 보고서, 2015년 3월.
- [4] 장태현, "TC77C-15-02_UWB TF_Measurement result_Jang", 2차 TF 보고서, 2015년 9월.
- [5] 장태현, "TC77C-15-01_Review of tolerance for the test parameters of HEMP simulators", 2015년 9월.
- [6] ITU-T SG5 일본 NTT의 기고서, COM 5-C 0639, "Mitigation methods against electromagnetic security threats", 2015년.

≡ 필자소개 ≡

장 태 현



1996년 2월: 한양대학교 전자공학과 (공학사)
2002년 2월: 아주대학교 정보전자공학과 (공학석사)
2008년 2월~현재: 한양대학교 전자제어계측공학과 박사과정
1996년 5월~현재: 한국산업기술시험원(현)전파응용기술센터 센터장

2012년~현재: CISPR H 국제간사
2012년 ~현재: IEC CISPR SC H PT 16-4-4 리더
2012년~현재: IEC TC77 SC C PT61000-4-24 리더
2012년~현재: IEC CISPR SC A WG2 AHG2 리더
2016년~현재: IEC TC77 SC C MT61000-4-36 리더
2007년~현재: TTA 주관 ICT 국제표준화전문가
[주 관심분야] EMI/EMC/EMP 측정 표준화