

EMP 위협과 방호시설 시험평가

I. 서론

전자폭탄 EMP(Electromagnetic Pulse)는 오래 전부터 각종 영화나 게임에서도 사용하고 있었으며, 오늘날에는 현실이 되어 각 나라에 위협을 주고 있다. 앞으로 미래의 전쟁은 EMP를 이용한 전쟁이 될거라고 전문가들은 예측하고 있다. 다시 말해 수많은 포탄을 쏟아부어 건물 및 인명을 살생하는 그런 전쟁이 아니라 단 한번의 강력한 전자기펄스탄을 사용하여 한 나라 전체의 문명을 무력화 시키는 위협적인 전쟁이라는 것이다.

최근 북한의 핵개발 및 EMP(Electromagnetic Pulse)탄 공격에 대한 위협이 증대됨에 따라 EMP 방호에 대한 관심이 커지고 있다. EMP란 통상적으로 고출력 전자기파(High Power Electromagnetic; HPEM)를 통칭하는 용어로서, 핵폭발로 인해 발생하는 핵EMP(Nuclear EMP)부분과, 전자폭탄이나 고출력 전자파 발생기에 의해 직접적으로 전자파를 발생시키는 비핵EMP(Non-Nuclear EMP) 또는 IEMI(Intentional Electromagnetic Interference), 그리고 낙뢰와 같은 자연현상에 의해 발생하는 LEMP(Lightning EMP)로 분류할 수 있다.

이 중 NEMP의 한 종류인 HEMP(High-altitude EMP)는 고도 40 km 이상의 상공에서 핵폭발로 인해 발생하는 높은 전자파 에너지로써, 반경 수십에서 수백 km에 걸쳐 인체에는 무해하지만 금속성 물질에는 유기되어 빠른 속도로 전자기기를 파괴하거나 무력화한다. 전력, 통신, 금융 네트워크 등 사회 기간망이 복잡해지고 모든 기기들이 전자 부품을 내장하고 집적화, 소형화 되어가는 현대사회에서 EMP 공격이 발생했을 경우 전자장비 뿐만 아니라 전력망, 통신망 등 국가 기간시설들을 한순간에 마비시켜 엄청난 피해와 혼란



박우철
KTR/전자파연구소/
EMP평가팀

을 야기할 수 있다.

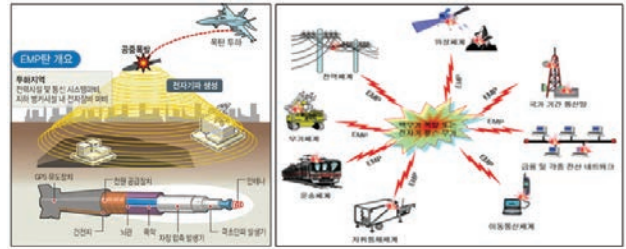
EMP 공격에 의한 피해를 방지하기 위해 특수 목적 및 중요 시설의 경우에는 EMP를 차단할 수 있는 방호 시설을 구축하고 전자파차폐 방호시설에 대한 성능평가를 측정하기 위한 세가지 시험을 통해 EMP 방호시설 성능평가를 수행한다. 따라서 시험 종류는 차폐효과(Shielding Effectiveness; SE)시험, 펄스전류 주입시험(Pulse Current Injection; PCI), 연속파 투입시험(Continuous Wave Immersion; CWI)의 세 가지 시험을 통해 EMP 방호시설의 시공 중 평가, 완공 후 검증 및 수리와 유지보수 등을 수행한다. EMP 방호시설은 방사되는 전자파(EMP)의 차폐효과를 만족하기 위해 기본적으로 도전성 금속판으로 제작하며, 차폐효과 측정을 위해 시설 외부에 전자파를 발생시키는 송신안테나를 설치하고 시설 내부에 침투되는 전자파 양을 측정하기 위한 수신안테나를 배치하여 시험하도록 차폐효과 시험 관련규격들은 규정하고 있으며, 펄스전류 주입 시험은 관통도체에 적용된 개구부POE 방호장치의 성능을 측정하는 시험으로 EMP 방호벽 밖의 관통 도체에, EMP로 발생가능한 과도 전류를 인가하고, 방호벽 안의 잔류 전류를 측정한다.

따라서 본 연구에서는 EMP 위협과 피해 사례를 간단히 살펴보고, EMP 방호시설을 구축하면 방호시설에 대한 시험평가를 통해 합부를 판정하는데 이에 대한 측정방법으로 세 가지 시험방법을 소개하고 합부판정에 대해 알아본다.

II. EMP 위협과 피해사례

2.1 EMP 위협

EMP(Electromagnetic Pulse)탄이 폭발되면 인명 피해 없이도 지하 수십미터 깊이의 핵시설 기폭 장치나 미사일 유도장치 등 전자기기를 무용지물로 만들 수 있다. EMP탄은 고공에서 순식간에 강력한 전자기파를



〈그림 1〉 EMP탄의 개요와 위협에 대한 피해범위

방출, 단시간에 모든 전자기기를 마비시켜서 적의 통신 및 지휘통제를 무력화시키는 최첨단 기술의 폭탄으로 미래전의 주요무기로 평가받고 있다. 〈그림 1〉은 EMP탄의 개요와 위협에 대한 피해범위를 보여주고 있다. 그 효과로는 전기 차단뿐만 아니라 비행기, 자동차, 배, 무전기, 핸드폰, 노트북, 컴퓨터, 형광등, 시계 등 모든 전자기기의 핵심 칩을 마비 및 훼손시킨다.

또한 우리나라 전역의 전력망과 기반시설이 파괴 및 마비되며, 통신은 물론 교통, 금융과 물과 음식을 공급하는 시스템 모두가 일시에 작동을 멈추게 된다. 이것은

재래식 핵무기의 지상 폭발 파괴력을 증가하는 것으로 그러한 치명적인 대재앙으로 복구가 불가능하다. 과거 미국이 일본과의 태평양 전쟁 당시 히로시마에 떨어뜨린 핵 폭탄과도 같은 아주 어마어마한 무기이며, 다른 점은 그 대상이 사람이 아닌 모든 전자기기로 폭발과 함께 강력한 전자기파를 방출해 적의 모든 전자장비를 무력화하거나 파괴하는 무기다. 적의 지휘통제 체계는 물론 방공망, 전산실센터 국가전산망 등이 순식간에 마비된다.

앞으로 현대사회는 전자 장비 부품들이 대부분 소형화, 집적화되어 가고 있는 추세이기 때문에 EMP에 매우 취약하고, 통신망, 전력망 등 군사 및 사회 기반 시설의 전자 장비에 대한 의존도가 높아지고 있어 EMP 공격이 발생했을 시 국가 안전 위협은 물론이고 국가 시스템 전반에 걸쳐 엄청난 피해와 혼란이 야기된다.

EMP폭탄은 고도 30킬로미터 이상 대기권 외부에서

현대사회는 전자 장비 부품들이 소형화 집적화되고 있으며, EMP에 매우 취약하여 EMP 공격에 따른 국가 안전 위협은 물론 국가 시스템 전반에 엄청난 피해와 혼란 야기



〈그림 2〉 EMP탄 폭발로 추락하는 헬리콥터 장면



〈그림 3〉 “3 days”에서 EMP탄을 설명하는 장면

폭발하기 때문에 지구 표면에 핵 폭발과 방사능으로 인한 피해는 없다. 하지만 강력한 전자기파가 삼시간에 퍼져 공격 목표지역의 GPS 수신마비와 전자기 장비를

모조리 불태워 버린다. 전력공급이 중단되면 단 몇분만에 암흑천지로 변모한다. 만약 미국 대륙 중심 상공 4백 킬로미터에서 EMP 탄이 폭발된다면 미국 전역의 전력망이 파괴될 만큼 위력적이다. 남한을 겨냥한 공격이 이뤄질 경우엔 더 막대한 피해가 예상된다.

일반 EMP폭탄과 달리 슈퍼 EMP 폭탄은 특별 군사 장비처럼 방어장치 시스템도 파괴할 수 있을만큼 강력하다. 슈퍼 EMP 폭탄은 냉전 말기 러시아가 핵전쟁에서 승리하기 위해 개발했다. 이러한 EMP의 위험성을 반영하듯, 미국영화 상에도 EMP탄이 나오는데, 〈그림 2〉는 영화 Broken Arrow에서 EMP탄과 EMP 공격으로 추락하는 헬리콥터의 한 장면이다.

우리나라에서도 현재 SBS에서 방영 중인 드라마 “3 days”에서도 EMP탄에 대한 위협의 내용을 주제로 다수 언급되었다. 전용 별장으로 휴가를 떠난 대통령이 실종되어 사라진 대통령을 찾아 사건을 추적하는 경호원과 대통령의 긴박한 내용을 그린 드라마로 드라마 상

EMP 공격에 대한 피해 최소화 및 군사시설 및 민간 주요 기간산업 시설의 EMP 방호가 시급

에서 대통령 암살을 모의한 범인들은 EMP탄을 사용하여 전용 별장내의 전기뿐만 아니라 모든 전자기기를 마비시킨 후 경호원들이 혼란한 틈을 타 대통령 저격을 시도한다. 〈그림 3〉은 “3 days”에서 EMP탄을 설명하는 장면이다.

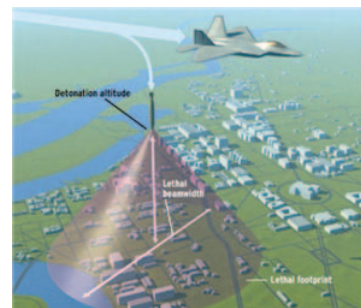
이렇듯, EMP탄은 더 이상 SF영화나 소설에서 존재하는 가상의 무기가 아니라 드라마 상에서도 언급될 만큼 관련 기술이 개발되어 북한이나 테러범들이 선제공격이나 테러 목적으로 사용하기에 이르렀다. 따라서 EMP 공격에 대한 피해를 최소화하기 위해 군사시설 뿐만 아니라 민간의 주요 기간산업 시설의 EMP 방호가 시급한 실정이다.

2.2 EMP 위험 피해사례

EMP 피해사례는 〈그림 4~7〉에서 보여주듯이 미국은 1962년 7월 9일 태평양 Johnston섬 상공에서 TNT 140만톤의 위력을 가진 핵실험을 통해 TNT 140만톤의 위력이면 세계 제 2차 대전 당시 히로시마에



〈그림 4〉 미국의 스타피쉬 핵실험의 EMP 피해



〈그림 5〉 이라크전에 사용된 EMP탄



〈그림 6〉 항공기 추락



〈그림 7〉 연평도 대포병 레이더 장애

투하한 원자폭탄의 약 2800배 정도의 위력이다. 하지만, 미 해군이 예상한 결과를 벗어난 원인 불명의 현상이 일어났다. 폭발 장소에서 약 800 km 떨어진 장소에 있던 관측 장비는 모두 터져 버리고, 1300 km나 떨어진 곳에 위치한 미군전자통신 감시지휘시스템이 망가졌다.

섬에서 1500 km 떨어진 하와이의 신호등, 라디오, 텔레비전, 전기안전 휴즈 등 전자기계와 관련된 모든 제품이 일제히 고장 나 많은 피해를 입었다고 한다.

2003년 3월 26일, 이라크전에서 미연합군이 EMP탄의 한 종류인 고출력 극초단파(High-Power Microwave)탄을 이라크 TV 방송국 공격에 사용한 것으로 알려졌다. 이 EMP탄은 폭발과 함께 1초 내에 20억 와트(W)의 전력을 발산해 반경 1 km 내의 모든 전자 장비를 파괴하였다.

1967년 7월 29일, 미 항공모함 Forrestal호에 탑재된 전투기에서 항공모함 레이더 신호에 의해 유도탄 작동회로가 오동작하여 미사일이 발사됨으로서 130여 명이 사망, 항공기 추락 전투기 비행 중 전파송신소 밀

집지역 통과 시 전파송신소의 강한전파로 인해 조정시스템 오동작으로 막대한 재산 손실을 입혔다.

2010년 11월 23일, 연평도 포격전 당시 우리 군의 레이더를 무력화시키는 전법을 구사하였으며, 북한군의 강력한 방해 전파 교란으로 인해 대포병 레이더가 정상적으로 작동하지 못한 것으로 알려졌다.

Ⅲ. EMP 방호시설 평가방법

3.1 차폐효과 시험

차폐효과 SE(shielding effectiveness)는 EMP 방호벽의 차폐효과도를 측정하는 시험으로 EMP방호벽 외부에서 전자파를 방사하고 방호벽 내부에서 감쇠 정도를 측정하는 시험이다. 방호시설에 대한 차폐효과와 개구부에 대한 EMP 방어를 목적으로 하는 고정용과 이동용 시설로 구분하여 측정한다. 전기자기 방호벽 및 개구부 POE(Point Of Entry)에 대해 차폐효과를 측정하기 위

해 밀 규격 MIL-STD-188-125-1&2 표준에 따른 평가 방법으로 EMP 방호시설 및 서비스 시스템의 승인 시험을 위해 사용한다. 따라서 시설 건축 후 수리 및 새로운 POE 방호장치의 설치에 대한 승인시험에도 사용한다.

차폐효과 SE(Shield Effectiveness)는 EMP 방호벽의 차폐효과도를 측정하는 시험으로 EMP 방호벽 외부에서 전자파를 방사하고, 방호벽 내부에서 감쇠 정도를 측정하는 시험

3.1.1 차폐효과도

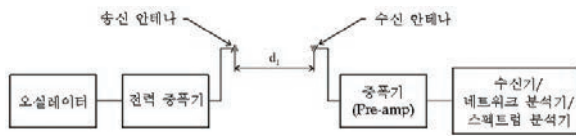
시험주파수의 전자파를 송신안테나로부터 EMP방호벽에 방사하고 방호벽 반대편에서 수신된 신호와 EMP방호벽이 없는 상태에서 측정한 교정신호의 비를 차폐효과도라 하며 차폐효과는 주파수에 따라 값이 달라지며 상대적인 값으로 데시벨(dB)로 표현한다.

$$SE = 20\log(Vc/Vm) \text{ [dB]}$$

Vc : 전자파 차폐 방호벽이 없는 상태에서의 측정량

Vm : 전자파 차폐 방호벽이 있는 상태에서의 측정량

3.1.3.1 전자파 차폐 방호벽이 없는 상태에서의 측정 모든 시험 주파수와 수직 및 수평 편파에 대해 아래



〈그림 8〉 측정 구성도

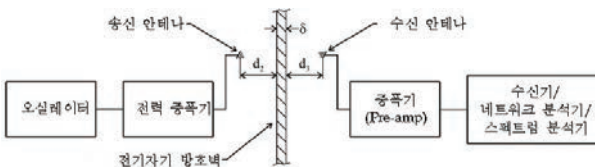
〈그림 8〉과 같이 수행되어야 한다. 송신 및 수신 자기 루프 안테나는 서로 같은 평면이어야 하며, 그 평면의 중심간 거리는 고정시설의 경우 3.05 m, 이동시설의 경우 2.5 m이어야 한다. 송신 및 수신 바이코니컬 및 로그 피어리드 안테나의 다이폴은 서로 평행하여야 하며, 안테나 사이의 거리는 고정시설의 경우 3.05 (± 0.05) m, 이동시설의 경우 2.5 (± 0.05) m이어야 한다.

측정 동안 어떠한 기기 또는 전기자기 반사체(그라운드 제외)도 안테나 간 거리의 3배 이내의 영역에 있지 말아야 하며, 안테나는 그라운드로부터 1.5~2 m 높이어야 한다.

계측 시스템의 동특성 범위(DR: dynamic range)는 측정 시스템의 정상 동작 상태에서 모든 시험 주파수와 안테나 편파의 수신량(V_c)을 측정하고, 전력 증폭기가 꺼진 상태에서 계측기 노이즈 수신량(V_n)을 측정한다. 이 두 개의 량으로 아래와 같이 시스템의 동특성 범위를 구할 수 있으며, 그 값은 각각의 시험 주파수에서 차폐효과 한계값보다 20 dB 이상이어야 하며, DR 계산식은 $DR = 20 \log(V_c/V_n)$ 이다.

차폐효과도는 시험 주파수의 전자파를 송신안테나로부터 EMP 방호벽에 방사하고 방호벽 반대편에서 수신된 신호와 EMP 방호벽이 없는 상태에서 측정된 교정 신호의 비로 dB표현한다.

3.1.3.2 전기자기 차폐 방호벽이 있는 상태에서의 측정 기기 구성은 〈그림 9〉와 같이 두 안테나 사이에 전기



〈그림 9〉 측정 시험 구성도

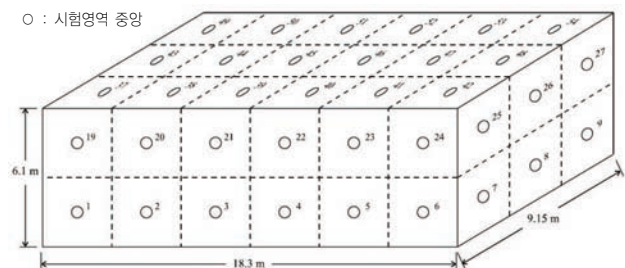
자기 차폐 방호벽이 존재한다. 일반적으로, 송신 안테나와 시험영역 표면까지의 거리는 고정시설의 경우 2.05 m, 이동시설의 경우 1.5 m에서 전기자기 방호벽 두께(δ)를 뺀 값이며, 고정시설과 이동시설 모두 수신 안테나와 시험영역 표면까지의 거리는 1.0 m로 한다.

물리적인 방해요소로 인해 각각의 거리를 유지하기 어려울 경우 고정시설은 3.05 m, 이동시설은 2.5 m의 송수신 안테나 간 거리를 유지하는 범위 내에서 각각 ± 0.5 m씩 이동할 수 있으며(단, 시험영역 표면과 가장 가까운 안테나 거리는 시험영역 표면으로부터 0.3 m 이상 유지), 시험영역의 중앙 또는 시험지점도 이동될 수 있다.

3.1.2 시험영역 및 시험지점

각 시험영역(또는 시험지점)의 중앙을 관통하는 측정 축을 따라 전기자기 방호벽의 한 쪽에 송신안테나를 두고, 방호벽의 반대쪽에 수신안테나를 두어 주파수에 따른 전기자기파를 송신하여 수신안테나에 수신된 데이터를 기록한다. 이 때, 10 kHz~20 MHz까지는 자기장 차폐효과를 측정하고, 20 MHz~1 GHz까지는 공진/평면파 차폐효과를 측정한다.

시험영역은 〈그림 10〉과 같이 전기자기 방호벽의 전체 표면(방호벽의 양쪽면이 모두 접근 가능할 경우 바닥 포함)을 고정시설의 경우 3.05 m × 3.05 m 이하, 이동시설의 경우 2.5 m × 2.5 m 이하로 시험영역을 나누어야 한다. 각 시험영역에 대해 차폐효과 측정은 송신안



〈그림 10〉 시험 영역의 설정도

테나와 수신안테나 사이의 가상선을 실드 표면에 수직 이고, 시험영역의 중앙을 관통해야 한다.

시험지점은 모든 건축적, 기계적, 전기적 POE들이 시험 지점으로 선정되어야 하고 시험지점의 측정축은 실드 문, 기기용 전원 및 통신 단자함, 환기구, 관통 파이프 및 전선관의 중앙에서 실드 표면에 수직이어야 한다.

3.1.2 시험 주파수

밀 규격에서 시험 주파수는 각 데케이드(decade) 범위에서 주파수대역별로 아래와 같이 380개의 주파수를 측정 샘플링하여 수행한다.

- 10 kHz ~ 100 kHz : 20 개 시험 주파수
- 100 kHz ~ 1 MHz : 20 개 시험 주파수
- 1 MHz ~ 10 MHz : 40 개 시험 주파수
- 10 MHz ~ 100 MHz : 150 개 시험 주파수
- 100 MHz ~ 1 GHz : 150 개 시험 주파수

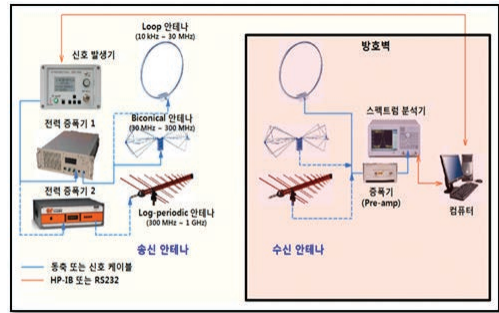
3.1.3 안테나 위치 및 방향

차폐효과 측정을 위해 안테나의 위치 및 방향은 시설 외부에 전자파를 발생시키는 송신안테나를 설치하고 시설 내부에 침투되는 전자파 양을 측정하기 위한 수신안테나를 배치하여 시험하도록 차폐효과 시험 관련규격들은 규정하고 있다.

송신안테나는 시험영역(시험지점)의 중앙을 통과하는 측정축 상에 위치시킨다. 수신안테나는 전자파방호벽 반대편의 측정축 상에 위치시킨다. 시험주파수를 단계별로 증가시키며 자기 루프 안테나 평면은 시험영역에 수직이어야 하며, 방호벽의 틈과 평행하여야 한다. 바이코니컬 및 로그 피어리어드 안테나의 다이폴 방향은 시험 영역에 평행하여야 하며, 또한 방호벽의 틈과도 평행하여야 한다.

3.1.4 시험 배치 및 절차

각 시험영역이나 시험점, 시험주파수, 안테나 편파에



〈그림 11〉 시험 배치 구성도

서의 차폐효과 시험배치는 〈그림 11〉과 같이 장비를 설치하여 측정한다. 측정절차와 교정절차의 장비, 안테나, 선로, 장비설정은 동일해야 한다.

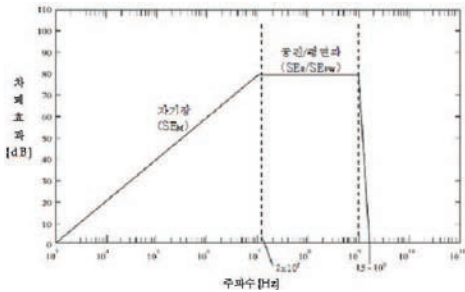
송신 안테나는 시험영역의 중심을 통과하는 측정축 상에 위치해야 하며 일반적으로 EMP 방호벽 외부에 위치한다. 수신안테나는 일반적으로 EMP 방호벽 안쪽에 놓이며, 시험영역의 중심을 통과하는 측정축 상에 위치해야 한다. 자기장을 측정 할 때에는 송신 및 수신 바이코니컬 안테나와 대수주기 안테나의 다이폴은 서로 평행해야 한다. 장비를 배치할 때, 루프안테나의 경우 루프의 중심을 거리측정의 기준점으로 정하며, 바이코니컬안테나와 대수주기 안테나는 급전점을 거리 측정의 기준점으로 정한다.

장비를 배치할 때, 루프안테나의 경우 루프의 중심을 거리 측정의 기준점으로 정하며, 바이코니컬 안테나와 대수주기 안테나는 급전점을 거리 측정의 기준점으로 정한다.

3.1.5 시험 결과 평가

차폐효과의 합부 판정은 주파수에 대한 한계값 그래프를 기준으로 하며, 다음의 두 가지 요구조건을 모두 만족해야 한다.

- 1) 3개 또는 그이상의 연속된 시험주파수에 대해 차폐효과가 기준치(한계 값)보다 그래프 아래에 측정되지 않아야 한다.
- 2) 각 주파수 구간의 데케이드(decade)에서 그 시험 주파수 개수의 10 %이하의 시험주파수에 대해서만 차폐효과도가 기준치보다 낮아야 한다. 주파수가 10배씩 증가하는 각 시험주파수 범위에서



〈그림 12〉 차폐효과 한계값 기준치

시험주파수 개수의 10%에 해당하는 주파수개수만큼은 차폐효과도 하지 못해도 허용된다.

- 가장 차폐효과 요구기준
 $SE_M = 20 \log f - 60$
 (10 kHz ~ 10

MHz)

= 80 (10 MHz ~ 20 MHz)

- 공진/평면파 차폐효과 요구기준

$SE_R = SE_{PW} = 80$ (20 MHz ~ 1 GHz)

〈그림 12〉는 차폐효과 성능요구기준을 그래프로 나타낸 것이다.

3.2 펄스전류 주입시험(PCI: pulsed current injection)

펄스전류 주입시험은 관통도체에 적용된 개구부POE 방호장치의 성능을 측정하는 시험으로 EMP 방호벽 밖의 관통 도체에, EMP로 발생가능한 과도 스트레스를 인가하고, 방호벽 안의 잔류 스트레스를 측정한다. 주요 임무를 수행하는 고정 시설의 HEMP 방어를 목적으로 설치된 전기적 POE 방어장치에 대해 펄스전류 주입을 위한 MIL-STD-188-125-1 표준에 따라 EMP 방호 서브시스템의 승인 시험 및 시설의 완성 후 내부기기의 동작 상태에서 전기적 POE 방어 장치의 검증 시험을 위해 사용된다.

PCI 승인시험에서는 POE 보호장치가 방호시설에 설치된 후에 수행되지만, 방호시설 내부기기가 연결될 필요는 없으며, 전기자기 방호벽도 완성되어 있을 필요는 없다. 단, 미완성된 방호벽 상태에서 시험 수행 시,

전도성 시험에 대한 전류주입 레벨은 <표 1>과 <표 2>의 조건으로 시험 지점인 각 전기적 POE의 외부 인입부에 전류 파형을 주입한다.

3.2.1 전류 주입 레벨

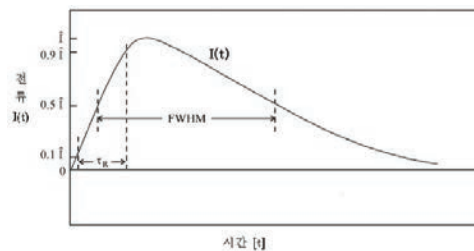
전도성 시험에 대한 전류주입 레벨은 <표 1>, <표 2>와 같은 조건으로 시험 지점인 각 전기적 POE의 외부 인입부에 전류 파형을 주입한다.

여기서, \hat{I} = 최대 전류

KDE, $\alpha, \beta = \tau R$ 과 FWHM의 함수

- ※ τ_R : 최대 전류의 10 %에서 90 %까지 상승하는데 걸리는 시간(상승 시간)
- ※ FWHM(Full-Width at Half-Maximum amplitude) : 최대 전류의 50%에 해당하는 지점 간의 시간 (펄스폭)

〈표 1〉 전기적 POE에서의 최대 주입 전류



$I(t) = K_{DE} \hat{I}(e^{-\beta t} - e^{-\alpha t})$

〈표 2〉 전기적 POE 종류별 최대 주입 전류

시험 대상	주입 전류 형태	주입 전류		
		최대 전류 (1선당)	상승 시간	펄스폭 (FWHM)
전원선 필터	Short pulse	2500 A	~ 20 ns	500 ~ 550 ns
	Intermediate pulse	250 A	~ 1.5 μs	3 ~ 5 ms
통신선 필터	Short pulse	5000/선수	~ 20 ns	500 ~ 550 ns
	Intermediate pulse	250 A	~ 1.5 μs	3 ~ 5 ms
RF선 필터	Short pulse	5000 A	~ 20 ns	500 ~ 550 ns
	Charge line pulse	I_{threat}^*	5 ns	다양함

3.2.2 전류 주입 방법

3.2.2.1 전기적 POE에서의 전류 주입

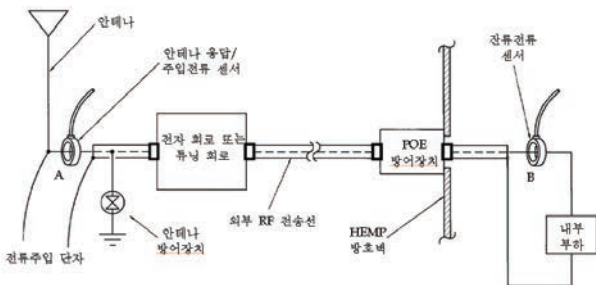
POE 방어장치 및 내부기기의 손상을 최소화하기 위해 다음과 같이 전류 크기를 <표 1>의 최대 전류까지 증가시키면서 적용하여야 한다.

- 1) 최대 전류의 10 % 미만인 전류와 POE 방어장치 내부 비선형 소자 동작전압에서의 전류 중 더 큰 전류를 최소 시험전류로 한다.
- 2) 전류의 크기를 대략 두 배수로 증가시켜가며 최대 전류까지 주입 시험한다. 최대 주입 전류의 110 %를 넘지 말아야 한다.

3.2.2.2 RF 안테나선 POE에서의 전류 주입

안테나 단자지점(A)에서 전류를 주입하며, 방호벽 외부에 튜닝회로가 있는 안테나의 경우 최소 동작주파수, 중대역 동작주파수, 최대 동작주파수에서 시험된다. RF 안테나선 쉴드 시험은 단펄스 발생기를 사용하고, RF 안테나선 내부도체 시험에서는 주입 주파수가 30 MHz 이하인 경우 단펄스 발생기를 사용하고, 30 MHz를 초과하는 경우는 충전선 펄스 발생기(Charge line pulser)를 사용한다.

이 때, 충전선의 길이는 주입 주파수의 1/4 파장의 길이를 가져야 하며, 충전선 펄스 발생기의 전류 용량이 부족할 경우 단펄스 발생기를 사용하여야 한다. 최대 주입 전류는 충전선 펄스 발생기의 단락전류가 커플링 측정 시 측정된 최대 전류값의 2 배가 되는 전류이



(그림 13) PCI 시험의 구성도

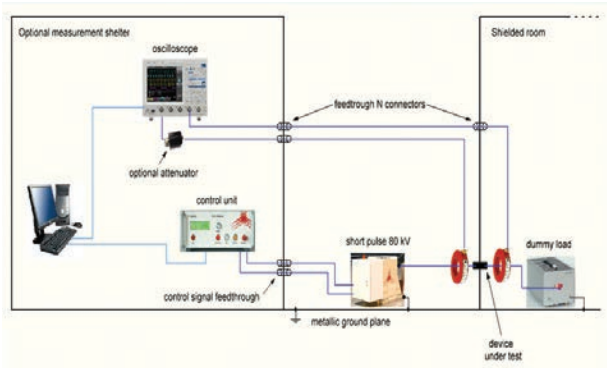
며, 이 최대 주입 전류의 대략 10 %, 25 %, 50 %, 100 %의 순서로 주입하여 시험한다. 최대 잔류 전류가 최대 주입 전류에서 나타나지 않을 수도 있으므로 추가적인 전류 주입이 요구될 수 있다. <그림 13>은 PCI 시험 구성도의 예시를 보여주고 있다.

3.2.3 시험 절차

펄스전류 주입 시험은 다음과 같은 순서로 수행한다.

- 1) 펄스 발생기와 데이터 기록 시스템을 설치하고 교정(calibration)을 수행한다.
- 2) 시험선의 전원을 끄고 센서를 설치한다.(검증시험 시는 센서 설치 후 시험선의 전원을 인가한다.)
- 3) 신호-노이즈 비를 만족하는지 확인하기 위해 데이터 기록 시스템의 노이즈를 점검한다.
- 4) 시험 구성 및 내부기기 상태 등을 확인한다.
- 5) 펄스 전류를 시험선에 주입한다.
- 6) 측정지점의 그래프 또는 값을 기록한다.(검증시험 시는 내부기기의 동작 상태 결과도 기록한다.)
- 7) 측정값과 잔류전류 한계값을 비교하여 만족하지 못하면, POE 방어장치를 수리 또는 교체하여 재시험한다.
- 8) 최소 전류주입 레벨부터 최대 전류주입 레벨까지 높여가면서 5)~7)의 단계를 반복한다.(검증시험 시는 내부기기의 동작상태 또는 모드별로 추가 반복한다.)
- 9) 시험선의 전원을 끄고 펄스발생기의 출력 연결 및 센서를 제거한다.
- 10) 서지 어레스터가 설치되어 있으면, 이를 분리하여 dc 1 mA에서의 전압(금속 산화물 바리스터의 경우), 또는 dc 절연파괴 전압(스파크 갭의 경우)을 측정한다. 측정값이 서지 어레스터 사양을 만족하지 못하면 수리 또는 교체하여 재시험한다.
- 11) 다른 시험선에서 2)~10)의 단계를 반복한다.

PCI 시험에서 펄스 발생기의 출력은 시험선에 직접 결합 또는 용량성이나 유도성 결합될 수 있으며, 외부 및 내부 전류 센서는 POE 방어 장치 단자로부터 15cm 이내에 위치



〈그림 14〉 PCI시험 배치도

3.2.4 시험 배치

PCI 시험을 위한 시험 배치 및 전형적인 데이터 기록 시스템은 〈그림 14〉는 PCI시험 배치도 같다. 펄스 발생기의 출력은 시험선에 직접 결합 또는 용량성이나 유도성 결합이 될 수 있으며, 외부 및 내부 전류 센서는 POE 방어장치 단자로부터 15 cm 이내에 위치되어야 한다. 승인 시험 시에는 외부 부하가 없고 개방되어지며, 내부 부하는 저항으로 구성되어야 한다. 검증 시험 시에는 외부 부하가 실제 기기 또는 등가 부하 임피던스로 되어 시험선에 전원을 인가하거나, 실제적인 동작 또는 모의 동작을 수행하여야 한다.

단, 전압이 600 Vac, 600 Vdc를 초과하는 경우에는 안전을 위해 전원을 차단한 상태로 시험한다. 또한, 외부의 실제 기기가 시험 전류를 견딜 수 없을 경우 임시 보호 장치나 절연 장치를 사용할 수 있고, 그렇지 않으면 실제 기기 대신 등가 부하를 사용할 수도 있다. 검증 시험 시, 내부 부하는 실제 기기가 되어야 한다.

3.2.5 시험 결과 평가

시험 평가에 대한 내부응답 합격 불합격 기준은 모든 단 펄스 인가 수준에서 〈표 3〉에서 최대 허용기준을 초과하지 않아야 한다.

잔류전류에 대한 시험평가 POE 방어장치는 다음 두 가지 조건을 모두 만족하여야 한다.

첫째는 모든 단펄스 주입전류에 있어서 측정된 내부

〈표 3〉 전기적 POE 최대 잔류전류 한계 값

시험 대상	주입 전류 형태	잔류 전류		
		최대 전류	최대 상승률	Root Action
전원선 필터	Short pulse	~ 10 A	~ 10 MA/s	~ 160 mA/√s
	Intermediate pulse	손상 또는 성능저하가 없을 것		
통신선 필터	Short pulse	~ 0.1 A	~ 10 MA/s	~ 1.6 mA/√s
	Intermediate pulse	손상 또는 성능저하가 없을 것		
RF선 필터	Short pulse	~ 0.1 A	~ 10 MA/s	~ 1.6 mA/√s
	Charge line pulse	~ 0.1 A	~ 10 MA/s	~ 1.6 mA/√s

잔류전류가 〈표 3, 4〉의 최대 잔류전류 한계값을 초과하지 않아야 한다. 검증시험 시 측정값이 동작신호 및 노이즈 신호와 구별되지 않는다면, 승인시험처럼 시험선의 전원을 끈 상태로 시험하여 판정한다.

두 번째는 POE 방어 장치 시험 후 물리적 검사, 서지 어레스터가 설치된 경우 DC 1 mA 전류에서의 전압(금속 산화물 바리스터의 경우) 또는 DC 절연과파 전압(스파크 갭의 경우)의 측정, 그리고 잔류전류 데이터 분석을 통하여 방어 장치에 손상 또는 성능저하가 없어야 한다.

3.3 연속파투입 시험(CWI: continuous wave immersion)

연속파투입 시험은 대상 시설에 연속 전자기 평면파를 조사하여 EMP 방호벽과 케이블, 전선관 등 관심대상에 유기되는 전자파응답을 측정하는 시험으로, EMP 방어를 목적으로 하는 시설의 전자기기 방호벽 및 POE에 대해 연속파 투입을 위한 MIL-STD-188-125-1 표준에 따라 HEMP 방호 시설의 건축 후 검증 시험을 위해 사용된다.

연속파투입 시험은 HEMP 방호 시설이 완성된 후 수행되는 검증 시험의 한 요소이며, 100 kHz ~ 1 GHz 주파수 범위의 연속파를 전자기기 장비의 외부 표면에 방사하여 실드와 POE의 결합 여부 확인 및 HEMP 방어 정도를 평가하기 위해 그 방호 구역 내부

연속파 투입 시험(CWI)은 대상 시설에 연속 전자기 평면파를 조사하여 EMP 방호벽과 케이블, 전선관 등 관심대상에 유기되는 전자파 응답을 측정

를 측정 조사하는 시험이다. 이 때, 방호 시설 및 내부 기기가 모두 설치되어 있고 정상적인 동작을 수행하고 있어야 한다.

3.3.1 시험 기기의 위치

송신 안테나, 기준 센서, 측정 지점의 위치를 선정하기 위해 시험 전 분석이 수행되어야 한다.

- 1) 송신 안테나는 전기자기 방호벽의 모든 영역에 요구되는 방사장의 세기 및 효과적인 커플링을 발생시킬 수 있도록 위치시킨다. 통상적으로, 방호 시설 주변에 3~4 개소 정도가 될 것이며, 물리적 및 측정 감도의 제한 범위 내에서 가능한 방호 시설로부터 멀리 위치시킨다.
- 2) 기준 센서는 송신 안테나의 출력을 모니터하고 방사장의 세기를 파악할 수 있는 장소에 위치시킨다.
- 3) 측정 센서는 방호 구역 내의 전기자기장과 시설 내부 케이블에 유기되는 전류를 전반적으로 파악할 수 있는 위치들로 선정한다.

3.3.2 측정 위치

바닥 면적이 900 m²보다 적은 방호 시설에 대해서는 각각의 송신 안테나 위치에서 전기장 또는 자기장은 최소 5 개소(각 3 방향 성분)를 측정하고, 표면 전류 또는 전하 밀도는 최소 3 개소(각 2 방향 성분)를 측정하며, 전류는 최소 20 개소를 측정한다. 더 큰 시설에 대해서는 총 바닥 면적에 비례하여 측정 위치의 수를 늘려야 한다. 측정 지점은 송신 안테나와 가까운 전기자기 방호벽 표면 쪽으로 방호 구역의 40~50 % 내에 모두 위치되어야 한다.

- 1) 전기자기장의 측정은 방호 구역 내의 전반적인 전기자기장 상태를 나타낼 수 있어야 하며, 통상적으로 자기장 측정이 중요시된다.
- 2) 표면 전류 또는 전하 밀도의 측정은 주로 전기자

기 방호벽의 관통 영역에서 수행되며, 통상적으로 표면 전류 측정이 중요시된다.

- 3) 전류의 측정은 방호 구역 내 케이블들의 전반적인 유기 전류 상태를 나타낼 수 있어야 하며, POE 방어 장치의 관통 케이블, 유기될 가능성이 높은 길이가 긴 내부 케이블, 주요 기기의 입력 케이블에 수행된다.

3.3.3 시험 절차

연속파 투입 시험은 다음과 같은 순서로 수행한다.

- 1) 데이터를 얻기 위한 측정 기기들을 설치하고 교정(calibration)을 수행한다. 측정 시스템의 최소 감도는 -147 dBm 이하이어야 한다.
- 2) 송신 안테나를 설치하고, 기준 센서의 위치를 선정한다.
- 3) 방사장의 세기가 송신 안테나에 가장 가까운 전기자기 장벽 위치의 한 지점에서 다음과 같이 되도록 설정한다.
 - 100 kHz ~ 1 MHz : 최소 0.1 V/m
 - 1 MHz ~ 50 MHz : 최소 1 V/m
 - 50 MHz ~ 100 MHz : 최소 0.1 V/m
 - 100 MHz ~ 1 GHz : 최소 0.01 V/m
- 4) 각각의 측정 채널을 점검하여 연결 노이즈를 확인하고, 센서를 분리하여 그 특성 임피던스에 맞게 센서 케이블을 종단시킨다. 연속파를 방사하여 측정 영역의 주파수에 따른 수신 세기를 조사한 후 측정 위치를 선정한다.
- 5) 선정된 위치에 센서 및 증폭기(preamp)를 설치한다.
- 6) 송신 안테나의 전력 증폭기를 끈 상태에서 측정 지점의 주파수에 따른 노이즈 및 동작 신호를 조사하여 이를 제거하기 위한 협대역 필터 및 네트워크 분석기의 스위칭 시간을 선정한다.
- 7) 송신 안테나의 전력 증폭기를 켜 후, 선정된 협대

인접한 다른 시설로 인해 물리적으로 송신 안테나를 이용한 연속 방사가 불가능한 경우, 전기자기 방호벽의 외부 표면에 연속파 전류 주입을 이용하여 시험할 수 있다.

역 필터와 스위프 시간을 사용하여 기준 지점 및 측정 지점을 측정한다.

- 8) 데이터를 살펴보고 필요할 경우 주석을 붙인다.
- 9) 시험 중 동작에 영향을 받는 방호 시설 내부기가 있을 경우, 그 장애 현상 및 시험 조건을 기록한다.
- 10) 그 다음 측정 위치에서 5)~9)의 절차를 반복해서 수행한다.
- 11) 한 송신 안테나 위치에서의 모든 측정이 끝나면, 그 다음 송신 안테나 위치에서 2)~10)의 절차를 반복해서 수행한다.

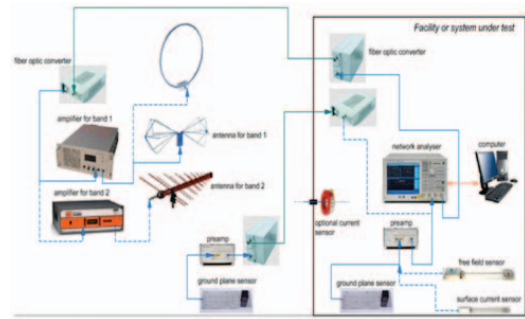
3.3.4 대체 시험 방법

HEMP 방호 시설을 검증할 수 있는 시험 계획 및 상세한 방법, 그리고 신뢰할 수 있는 충분한 측정 시스템을 갖추고 있다면 아래의 대체 시험 방법을 수행할 수 있다.

- 1) 연속파 방사 대신에 광대역 노이즈 또는 반복 펄스 방사과 같은 다른 형태의 방사를 이용하여 시험할 수 있다. 단, 동등한 주파수 및 측정 범위가어야 한다.
- 2) 인접한 다른 시설로 인해 물리적으로 송신 안테나를 이용한 연속파 방사가 어려울 경우, 전기자기 방호벽의 외부 표면에 연속파 전류 주입을 이용하여 시험할 수 있다.
- 3) 시험의뢰자의 동의를 있다면, 차폐효과(SE) 시험과 MIL-HDBK-423 규격에 따른 차폐 누설 감지 시스템(SELDS)을 이용한 시험이 연속파투입 시험을 대체할 수 있다.

3.3.5 시험 배치

네트워크 분석기로부터 연속파 신호가 광케이블을 통해 송신 안테나(수직 모노폴, 수평 다이폴, 로그 피어리어드, 롬빅 및 기타 안테나)로 보내져 증폭되어 방호



〈그림 15〉 CWI 시험 배치도

시설에 방사된다. 기준센서는 송신 안테나와 방호 시설의 위치를 고려하여 비교적 반사가 없는 지역에 위치하여 송신안테나의 출력을 모니터한다. 전기자기 방호벽 내부(필요할 경우 외부 포함)의 측정 지점에서 전기자기장 센서, 표면 전류 또는 전하 밀도 센서, 전류 센서를 통해 그 값을 측정한다. 측정채널에는 증폭기, 광케이블이 사용되며, 기준 및 측정 지점 데이터가 네트워크 분석기에 모니터링하고 기록한다. 〈그림 15〉는 시험배치도를 보여주고 있다.

3.3.6 시험 결과 평가

시험평가에 대한 합격 불합격 기준은 방호 공간 내의 모든 측정점에 적용하며, 〈표 3.4〉에 따라 CWI시험평가 요구기준을 만족해야 하며, 특별 방호 공간 내의 측정값은 특별 방호 공간에 대한 설계값을 넘지 말아야 한다.

시험 평가에서 CWI 시험 평가 요구기준을 모두 만족해야 하며, 특별 방호 공간 내의 측정값은 특별 방호 공간에 대한 설계 값을 넘지 말아야 한다.

〈표 4〉 CWI 시험평가 요구기준

구분	요구 조건	내용	내부 측정 센서
내부 자기 유도장	$B_{internal}(\omega) \leq A(\omega) \times B_{limiting}(\omega)$	Binternal : 내부 측정 자기장 Blimiting : 외부 방사 자기장	
내부 전기장	$E_{internal}(\omega) \leq A(\omega) \times E_{limiting}(\omega)$	Einternal : 내부 측정 전기장 Elimiting : 외부 방사 전기장	
내부 표면전류 밀도	$J_{s, internal}(\omega) \leq \frac{A(\omega)}{H_0} \times B_{limiting}(\omega)$	J _{s, internal} : 내부 측정 표면전류 밀도	
내부 표면전하 밀도	$Q_{s, internal}(\omega) \leq A(\omega) \times \epsilon_0 \times E_{limiting}(\omega)$	Q _{s, internal} : 내부 측정 표면전하 밀도	
내부 전류	최대 전류값 $\frac{1}{2\pi} \int_{f_{min}}^{f_{max}} I_{max}(\omega) ^2 \omega^2 d\omega \leq 0.1$ 최대 전류 상승률 $\frac{1}{2\pi} \int_{f_{min}}^{f_{max}} I_{max}(\omega) ^2 \omega^2 d\omega \leq 10^3$	f _l : 100 kHz, f _u : 1 GHz I _{max} = I _{internal} × E _{limiting} I _{max} : I _{max} 의 최대 복소수	

※ 검색 요구량 A(ω) = 1000/f : 약 5 MHz ~ 10 MHz ※ 100 kHz ~ 약 5 MHz에서는 노이즈 레벨 이상 측정되는 값이 없으면 만족하는 것으로 판정함
 = 1/10000 : 10 MHz ~ 1 GHz

3.3.6.1 내부 전기자기장

계측기의 측정범위(Dynamic range)가 요구되는 감쇄량보다 적은 주파수 대역에서는 노이즈와 동작 신호 레벨 이상으로 측정되는 값이 없으면 만족하는 것으로 하고, 측정범위가 요구되는 감쇄량보다 큰 주파수 대역 (대략 5 MHz ~ 1 GHz 정도)에서는 각 측정 종류별로 다음과 같은 수식을 만족하여야 한다.

주파수에 따라 요구되는 최소 감쇄량 $A(\omega)$ 는

$$A(\omega) = 10^3/f \quad (100 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz})$$

$$= 10^{-4} \quad (10 \text{ MHz} \leq f \leq 1 \text{ GHz})$$

여기서, f = 주파수 [Hz], ω = 각주파수 [s^{-1}] = $2\pi f$

1) 내부 유도 자기장 측정의 경우

$$B_{\text{내부}}(\omega) \leq A(\omega) \times B_{\text{방사}}(\omega)$$

$B_{\text{내부}}(\omega)$ = 전기자기 방호벽 내부의 한 측정지점에서 측정된 자기 유도장 성분[Wb/m²/Hz]

$B_{\text{방사}}(\omega)$ = 송신 안테나와 가장 가까운 전기자기 방호벽 위치에서의 방사된 자기 유도장 성분 [Wb/m²/Hz]

2) 내부 전기장

$$E_{\text{내부}}(\omega) \leq A(\omega) \times E_{\text{방사}}(\omega)$$

$E_{\text{내부}}(\omega)$ = 전기자기 방호벽 내부의 한 측정지점에서 측정된 전기장 성분[V/m/Hz]

$E_{\text{방사}}(\omega)$ = 송신 안테나와 가장 가까운 전기자기 방호벽 위치에서의 방사된 전기장 성분 [V/m/Hz]

3) 내부 표면 전류 밀도

$$J_{S, \text{내부}}(\omega) \leq A(\omega)/\mu_0 \times B_{\text{방사}}(\omega)$$

$J_{S, \text{내부}}(\omega)$ = 전기자기 방호벽 내부의 한 측정지점에서 측정된 표면 전류 밀도[A/m/Hz]

μ_0 = 자유 공간 투자율 = $4\pi \times 10^{-7}$ [H/m]

4) 내부 표면 전하 밀도

$$Q_{S, \text{내부}}(\omega) \leq A(\omega) \times \epsilon_0 \times E_{\text{방사}}(\omega)$$

$Q_{S, \text{내부}}(\omega)$ = 전기자기 방호벽 내부의 한 측정지점에서 측정된 표면 전하 밀도[C/m²/Hz]

$$\epsilon_0 = \text{자유 공간 유전율} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ [F/m]}$$

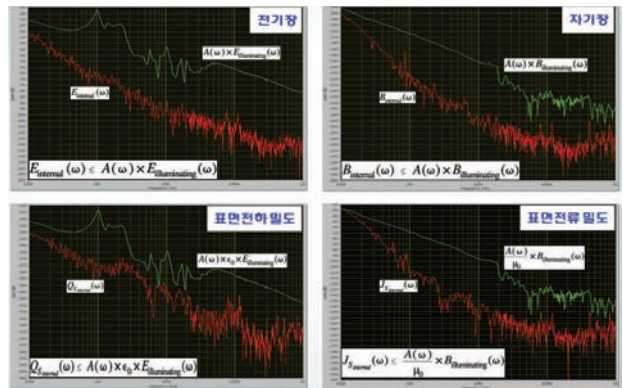
<그림 16>은 내부 자기 유도장, 내부 전기장, 내부 표면 전류 밀도, 내부 표면 전하 밀도에 대한 측정결과로 <표 4>의 요구 성능 기준을 만족하는 전기/자기장 측정 결과 예시를 보여주고 있다.

3.3.6.2 내부 전류

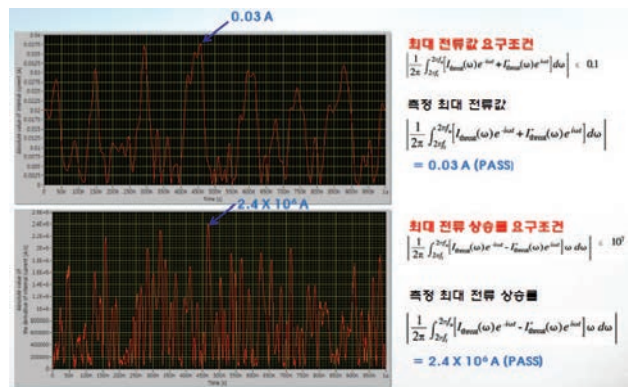
시간에 따른 내부 위협 추정 전류의 최대값이 0.1 A 를 넘지 않고, 최대 상승률이 107 A/s를 넘지 않아야 만족하는 것으로 한다. <그림 17>은 내부전류 요구 성능 기준을 만족하는 측정 결과 예시를 보여주고 있다.

$$\left| \frac{1}{2\pi} \int_{2\pi f_1}^{2\pi f_2} [I_{\text{위협}}(\omega)e^{-i\omega t} + I_{\text{위협}}^*(\omega)e^{i\omega t}] d\omega \right| \leq 0.1$$

$$\left| \frac{1}{2\pi} \int_{2\pi f_1}^{2\pi f_2} [I_{\text{위협}}(\omega)e^{-i\omega t} - I_{\text{위협}}^*(\omega)e^{i\omega t}] \omega d\omega \right| \leq 10^7$$



<그림 16> 전기/자기장 측정 결과 예시



<그림 17> 내부전류 측정 결과 예시

f_l = 가장 낮은 연속파 투입 주파수 [Hz]
 f_u = 가장 높은 연속파 투입 주파수 [Hz]
 $I_{\text{위협}}(\omega)$ = 주파수에 따른 내부 위협 추정 전류 [A/Hz]
 $= I_{\text{내부}}(\omega)/E_{\text{방사}}(\omega) \times E_{\text{위협}}(\omega)$ 또는,
 $I_{\text{내부}}(\omega)/B_{\text{방사}}(\omega) \times B_{\text{위협}}(\omega)$
 $I_{\text{내부}}(\omega)$ = 전기자기 방호벽 내부의 한 측정
 지점에서 측정된 전류 [A/Hz]
 $E_{\text{위협}}(\omega)$ = 주파수에 따른 이온 시간 HEMP
 위협 전기장 [V/m/Hz]
 $B_{\text{위협}}(\omega)$ = 주파수에 따른 이온 시간 HEMP
 위협 자기 유도장 [Wb/m²/Hz]
 $I^*_{\text{위협}}(\omega) = I_{\text{위협}}(\omega)$ 의 컬레 복소수 [A/Hz]

IV. 시험측정 결과분석

EMP(high-altitude electromagnetic pulse) 방호에 대한 고정형 지상 및 지하의 방호시설의 임무를 장애 없이 지속 수행할 수 있도록 필요한 최소 방호성능 요구에 따라 세 가지 시험방법과 평가분석을 살펴 보았다.

긴급한 임무를 수행하는 국가 중요 시설에 EMP 방호설비를 할 경우 반드시 적용되어야 하며, 시설은 MIL규격에서 지정한다. 그 밖의 지상 및 지하의 전자통신시설의 EMP 방호를 위해서도 사용을 권장하고 이 기준서는 시설신축과 기존시설 개량에 모두 적용한다.

EMP방호 시설은 EMP 방호 이외의 낙뢰, TEMPEST, 기타 전자과위협에 대해 시설의 요구사항이 있는 경우, 각각의 요구사항을 모두 만족하도록 통합 시공하고 측정하는 것을 권장한다. 시설의 종류와 수용인원 및 장비크기의 운용 목적, 시설형태별 차폐방법 및 구조도, 재료, 장비별 전원 및 신호용 필터 요구 성능, 각종 환기구 및 급배수 등 시설 형태별 EMP방호에 필요한 발주처의 성능요구기준에 따라 측정을 하고 합부를 판정한다.

현재 국내에서도 이에 대한 국방의 특수상황에 의한

EMP 방호 연구는 활발하게 진행되고 있으나, 국가 주요시설 및 민간시설의 보호에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서, EMP 관련 법규 제정 및 국가/민간시설의 기반체계를 보호하기 위해서는 국가 및 민간시설에서의 EMP 방호기준을 정립하기 위한 고출력 전자기파 방호시설에 대한 다음과 같은 연구의 필요성이 요구되고 있다.

첫째, 국내 EMP 방호시설의 경우, 국가규격의 부재로 현재 미국 군사규격만을 적용하고 있으므로, 국가 주요 정보통신시설에 대한 고출력 전자기파 방호시설 설계 및 구축 표준 가이드라인 필요하다.

둘째, EMP 방호시설의 최초 계획단계부터 설계, 시공, 검사 및 유지보수까지 구체적인 기준과 방법이 명확하게 규정되어 있지 않아 고출력 전자기파 방호시설 구축 시 개별적으로 다르게 진행되고 있는 실정이다.

셋째, 국내 EMP 방호시설 구축의 중요성이 증대되고 있는 환경에서 향후 민간시설 구축 차원에서라도 MIL 규격 외 민간규격이 필요하며, 시설의 방호능력을 정확히 평가하기 위한 국내 상황에 맞는 시설의 EMP 방호성능 평가방법 및 절차수립이 필요하다.

EMP관련 법규제정과 국가/민간시설의 기반체계를 보호하기 위한 EMP 방호 기준 정립과 방호시설에 대한 연구의 필요성이 요구된다.

V. 결론

본 연구에서 제시한 측정방법과 관련하여 EMP방호 관련 MIL/IEC 및 국내외 연구/논문자료 등을 참고하여 국내 현 실정에 적합한 EMP 방호기준을 정립하여 제시하고, 국내 기술의 발전과 국산자재 활용 등 불분명한 분야 및 밀 규격으로 제한된 측정방법과 국방 및 민간시설의 기준이 될 수 있는 방호시설 구축 가이드라인과 시험측정 기준이 필요하다. 앞서 이상에서 살펴본 바와 같이 EMP 위협이 증가함에 따라 국가중요 방호 시설에 대한 설계 및 구축의 시급성이 요구되고 있으며, 시험평가에 대한 중요성이 더욱더 인식되고 있다.

특히, 방호시설 구축이 완료된 후 MIL 규격에 따라 국방시설에 적용하여 시험평가를 수행하고 있으나, 실

제 시험평가에 있어서는 일부 제한사항이 있는 실정이다. 국제규격을 바탕으로 국내 현실에 맞는 시험평가 규격이 철저히 요구되고 있으며, 향후 민간시설 EMP 방호에 대한 전력, 통신, 금융 등 중요부분에도 확대될 것으로 예상된다. 민간시설에 적용하기 위한 관련 규정이 본 논문에서 소개한 MIL규격에 따른 차폐효과 및 시험측정 방법이 향후 방호시설 관련 국방/국가기관 및 민간/시공업체에 필요한 자료로 참고가 되길 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] MIL-STD-188-125-1, "High-altitude electromagnetic pulse (HEMP) protection for ground-based C4I facilities performing critical, time-urgent missions part 1 fixed facilities", Apr. 2005.
- [2] IEC-61000-1-3, "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1-3: General - The effects of high-altitude EMP(HEMP) on civil equipment and systems", Jun. 2002.
- [3] MIL-STD-188-124B : Grounding, bonding and shielding for common long haul/tactical communication systems including ground based communications-electronics facilities and equipments
- [4] IEEE-STD-299, "IEEE standard method for measuring the effectiveness of electromagnetic shielding enclosures ", Feb. 2007.
- [5] IEC-61000-4-23, "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-23: Testing and measurement techniques test methods for protective devices for HEMP and other radiated disturbances", Oct. 2000.
- [6] EP 1110-3-2 : Electromagnetic pulse(EMP) and TEMPEST protection for facilities.
- [7] Electromagnetic Wave Shielding Effectiveness Measurement Method of EMP Protection Facility



박 우 철

- 1987년 2월 건국대학교 전자공학과 (공학사)
- 1992년 2월 고려대학교 전자통신학과 (공학석사)
- 2011년 2월 아주대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 1986년 12월~1994년 2월 Litton 연구소
- 1994년 3월~1996년 8월 AirTouch 연구소
- 1996년 8월~2005년 12월 AirMedia 연구소장
- 2006년 4월~2011년 4월 방위사업청 위성통신 팀장 (서기관)
- 2011년 7월~현재 KTR EMP평가팀 팀장

〈관심분야〉

위성통신시스템, 유/무선이동통신, EMC/EMP