

# 고출력 전자기파 정책의 현안문제와 대처방안

정 연 춘

서경대학교

## I. 서 론

국제전기기술위원회(IEC)에서는 “고출력 전자기파”란 “입사하는 전기장의 세기의 첨두치가 100 V/m 를 초과하는 전자파”라고 규정하고 있다. 이러한 세기는 전자파적합성(EMC) 분야에서 다루는 복사방출 및 복사내성의 크기를 크게 초과한다. 그러나 정전기 방전이나 낙뢰와 같은 현상은 이러한 조건을 초과함에도 불구하고, 민수 분야에서는 전통적으로 전자파적합성 부문에서 다루고 있다. 군사 분야에서는 낙뢰와 정전기 방전 현상은 물론, 다양한 고출력 전자기파 현상을 체계와 외부 전자파 환경과의 관계를 다루는 전자기 환경영향 평가(Electromagnetic Environmental Effects: E<sup>3</sup>) 문제로 취급하여 왔으며<sup>1)</sup>, 전자파적합성은 장비 및 부시스템에서의 전자파환경 문제를 다루어왔다. 그러나 최근에 개정된 MIL-STD-461G<sup>2)</sup>에서는 낙뢰와 정전기 방전 현상을 새로운 전자파적합성 시험항목으로 포함하였다<sup>3)</sup>. 이러한 경향은 상용기성품(Commercial Off-the-Shelf: COTS)의 채용이 늘어남에 따른 군사규격과 민간규격의 정합성 추진에 기인한다.

아무튼 IEC의 규정에도 불구하고, 고출력 전자기파는 고 고도 핵 전자기파(High-altitude EMP: HEMP)와 고출력 비핵 전자기파(Intentional EMI: IEMI)<sup>2)</sup>로 대별되며, 이 외에도 SREMP(Source Region EMP)와 SGEMP(System Generated EMP)가 있으며, 때로는 전자파 교란(jamming)까지 포함하기도 한다.

우리나라에서도 이제 HEMP 위협에 대한 위험성(risk)에 대해서 비교적 많이 이해하고 있지만, 본 고에서는 필자가

판단하는 아직까지 간과되고 있다고 생각되는 몇 가지 사항에 대해 언급하고자 한다. 1) HEMP 위협은 매우 넓은 지역에 걸쳐 매우 높은 전계강도<sup>3)</sup>를 발생하므로, 핵심 기반시설을 인접한 지역으로 이중화하는 것은 한계가 있다. 2) E1 위협은 수 ns 이내에 첨두치로 급증하기 때문에, 위협이 발생되고 난 이후에 경보 및 대응은 불가능하다는 점이다. 따라서 국가적 차원에서의 사전 경보체계 구축이 매우 중요하다. 3) 기존의 시설물은 대개 낙뢰 방지장치가 설치되어 있어, E2 위협은 큰 문제가 아니라고 알고 있지만, E1, E2, E3 성분<sup>4)</sup>이 순차적으로 발생하여 방호시설로 들어오기 때문에, 낙뢰 방지가 되어 있는 시설이라도 E1 위협에 의해 낙뢰 방지장치의 열화가 먼저 발생되므로, 후속적인 E2 방호가 보장되지 않는다. 또한 순차적으로 발생하는 E1, E2, E3 성분은 위협 측면에서 시너지 효과를 갖는다. 4) 특히, 앞의 1)에서 언급했지만, 매우 넓은 지역에 걸쳐 매우 높은 전계강도에 노출되어 전국적 규모의 핵심 기반시설의 손상이 동시다발적으로 발생하면 우리나라의 사회기반이 붕괴될 가능성이 있다. 예를 들어서, 전국적인 규모의 송배전 변전소에서 동시다발적인 손상을 일으키는 대규모 정전이 발생하고, 국가 핵심 부하에 재 급전하기까지 상당 시간이 초래되므로 전기가 없는 세상, 즉 국가 기능의 마비로 이어질 수 있다.

IEMI의 경우, 시설물 방호뿐만 아니라, 접근통제와 거리이격 등이 매우 중요하다. 근래에 들어 국제적으로 휴대 가능한 소형 고출력 전자기파 발생장치가 많이 개발되고 있고, 또한 인터넷 등으로 유통되고 있는 것으로 알려져 있다. 또한 유튜브, 인터넷 등에서 쉽게 찾을 수 있는 EMP 발생장치

1) MIL-STD-461G에서는 CS117 항목으로 낙뢰 과도현상, CS118 항목으로 정전기 방전현상을 전자파적합성 시험분야로 새롭게 규정하였다.  
 2) 과거에는 HPEM(High Power EM)이라는 협의의 용어로 많이 써왔지만, 근래에 들어 IEEE 등에서 IEMI라는 용어로 통일하여 사용하고 있다.  
 3) 핵물질의 양과 폭발고도, 위도, 대기층의 air chemistry뿐만 아니라, 즉발감마선의 yield에 의해 크게 달라지지만, 대개 50 ~65 kV/m에 이른다고 알려져 있다.  
 4) IEC 61000-2-9/10/11/13에 상세히 서술되어 있으므로 참고하기 바라고, 본 고에서는 언급하지 않겠다.

설계기법을 활용하여 직접 제작하거나, 소형 전자레인지 부품, 폐기 처분된 레이다 부품, EMC 시험장비 등을 이용하여 쉽게 제작 가능하다는 점이다. 따라서 이러한 장치를 국가 중요 시설의 핵심장비 근처로 접근하는 것을 사전에 막아야 하고, 고출력 전자기파 무기로 악용될 수 있는 산업 및 군사용 설비의 폐기는 철저히 이력 관리할 필요가 있다.

본 고에서는 필자가 오랜 기간 전자과적합성 분야에서 몸담으면서 최근 수년간 EMP 방호를 위해 국내, 외에서 겪었던 경험을 바탕으로 우리나라의 현안문제와 개선방향을 제안하고자 한다. 필자의 지식적 한계와 각급 기관의 현실적 적용 한계가 있음은 명확하지만, 고출력 전자기파 위협이 매우 효과적인 저비용 고효율의 은밀한 공격 또는 테러 수단으로 빠르게 대두되고 있다는 점에서 우리 사회의 안전보장을 위한다는 충심으로 원고를 작성하였으니, 너그러운 마음으로 읽어주시기를 기대한다.

## II. 본 론

### 2-1 법·제도 관련

#### 2-1-1 법령 제·개정 추진방향

고출력 전자기파(이하 EMP로 약칭해서 쓴다)를 다루고 있는 현행 법령은 없다. 정보통신기반보호법 관계 법령, 전파법 등에서 전자적 침해행위의 하나로서 정의하고 있을 뿐, 구체적인 방호절차 등을 규정하고 있는 법·제도는 없다고 해도 과언이 아니다. 미국에서는 EMP 방호 관련 법령이 근래에 들어 입법되고 있으며, 유럽연합에서는 일부 국가에서 방호 기술기준을 적용하고 있다. 우리나라의 경우, 국가정보원, 미래부, 국민안전처 등에서 관계 법령에 관심을 갖고 다양한 접근을 하고 있지만, 아직까지 각 부처의 역할 분담 및 Control tower 지정 등에 대한 협의가 이루어지지 않아 체계적인 대응이 안 되고 있는 실정이다.

필자는 EMP만을 다루는 독자적인 법령은 제정하기도 어렵고, 또한 적절하지도 않다고 판단한다. 핵심 국가기반시설(Critical National Infrastructure: CNI)에 대한 다양한 위협에 대한 방호를 다루는 현행 법령으로 정보통신기반보호법, 재난 및 안전관리기본법 등이 이미 존재하므로, 이러한 법

령에 다루어야 할 새로운 위협으로 EMP를 규정함으로써 재난관리의 전주기적 접근이 용이하다. 그러나 상기 법령에서 사이버 위협, 자연재해 및 인적 재난 등에 초점을 맞추고 있으므로, EMP 방호와 관련한 기술적인 세부사항을 규정하는데 한계가 있다. 따라서 전파법에 관련 세부 기술기준 등을 제정하고, 상기 법령에 적용 근거조항을 마련하여 효과적인 EMP 방호가 이루어지도록 지원할 필요가 있다. EMP 방호의 기술적 접근 방법을 전파법에 포함하는 것은 당연하지만, 대상시설까지 규정하는 것은 현행 법령체계에 혼란만 가중할 뿐이며, 실효성도 없다고 판단한다.

이러한 접근에서 판단하면, 현행 사이버 위협 중심의 주요 정보통신 기반시설 취약점 분석·평가기준<sup>[3]</sup>에서 규정하고 있는 점검항목에 고출력 전자기파 관련 항목을 추가하여 시행하는 것이 가장 현실적이다. 실제 사이버 보안 점검과 EMP 보안 점검의 기술적 내용이 상이하기 때문에 현재 점검팀 구성으로 다루기 어려운 측면이 있으나, 대상시설이 많이 중복될 것으로 보이고, 실제 점검에서 기술적 점검만 하는 것이 아니므로, 이미 효과적으로 운영 중인 기존의 점검 팀에 EMP 취약점을 담당하는 팀원만을 보강하여 현행 체제에서 실행하는 것이 보다 효율적인 것으로 판단한다.

그리고 현행 국방부 및 미래부의 EMP 방호시설 성능기준<sup>[4][5]</sup>은 반드시 개정해야 한다. 제정 당시에 참고할 수 있는 기준이 미국의 국방 규격<sup>[6][7]</sup> 밖에 없었기 때문에 불가피한 부분이 있었으리라 판단되지만, 시행상 여러 가지 문제점을 노출되고 있다. 상기 미국 국방규격은 HEMP를 대상으로 하기 때문에 IEMI 및 누설전자파 방지에 적용하기 어렵고, 또한 지상의 C<sup>4</sup>I 체계를 대상으로 하므로 지하시설, 철근 콘크리트 슬라브 구조물 내의 설치되는 경우와 C<sup>4</sup>I 체계가 아닌 다른 체계에 적용하는 데는 한계가 있다. 더욱이 다양한 설치환경의 다양한 민수 장비에 대해서 확실적인 국방 규격을 적용하는 것은 문제가 있다. 실제, 스위스와 노르웨이는 보다 낮은 수준의 방호기준을 적용하고 있으며, 스웨덴에서는 3가지 등급의 방호시설을 선택할 수 있도록 규정하고 있다<sup>[8]</sup>. 또한 최근에 초안 작업이 마무리된 IEC 61000-5-10 규격<sup>[9]</sup>과 미국의 국토안보부의 가이드라인<sup>[10]</sup>에서도 다양한 등급의 방호시설을 규정하고 있음에 주목할 필요가 있다.

필자는 법령에서는 다양한 등급을 제시하고, 방호시설의 운용자가 그들에게 적합한 등급을 선택하도록 할 필요가 있다고 생각한다. EMP 방호의 목적이 주요 정보통신 기반시설 및 주요 C<sup>1</sup> 체계 등의 안전한 운용성을 확보하는 것이기 때문에, 해당 시설의 설치 환경과 전자파 내성을 가장 잘 알고 있는 최종 사용자의 판단이 우선되어야 한다. 물론, 취약점 점검 및 보안 점검 과정에서 적절한 등급이 선택되었는지에 대한 점검 및 지도는 반드시 필요할 것으로 판단한다.

### 2-1-2 부처간 조정기구 및 기술지원기관의 정립

이 분야에서 가장 앞서고 있는 미국에서는 EMP 방호(지자기교란(Geomagnetic Disturbance: GMD) 포함)를 위해 국토안보부(DHS)를 Control tower로 하고, 에너지부(DOE), 국방부(DOD), FERC(Federal Energy Regulatory Commission), NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration), USGS (U.S. Geological Survey), NASA(National Aeronautics and Space Administration) 등이 긴밀하게 협력하고 있다. 국토안보부가 NIPP(National Infrastructure Protection Plan)를 총괄하고, 16 개의 핵심 기반시설 부문에서 각각의 SSP(Sector-Specific Plan)를 담당하고 있다. 특히, 연방 예산으로 기반보호자문관(Protective Security Advisors: PSA) 및 사이버보안자문관(Cyber Security Advisors: CSA)을 선발하여 주 정부 및 주요 연방기관에 근무하게 하고, 연계, 통합 운영함으로써 관련 국가 핵심기반시설(민간 분야 포함)의 보호를 위해 노력하고 있다.

특히, EMP 위협 대비를 위해서 핵심 기반시설의 소유자 및 운영자는 2001년에 하원에 설립된 EMP 위원회<sup>5)</sup>의 보고서에 근거한 권고사항에 대한 이행조치를 강구하도록 요구하고 있다. 가장 먼저 국가재난방송망에 대한 보호조치를 취했으며, 현재는 전력망에 대한 대책 강구를 서두르고 있다. 또한 미국의 에너지부는 전력연구원(Electric Power Research Institute) 등과 지난 3년 동안 협력하여 EMP 보호 및 복원에 대한 핵심 전략을 수립한 바 있다.

앞 절에서 언급한 것처럼 EMP 방호는 한 부처나 기관에서 담당할 범주의 문제가 아니고, 범부처적으로 협력해야만 효과적으로 실행될 수 있다. 대통령 국가안보실 또는 국가

정보원에서 범부처적 업무를 조정하는 Control tower 역할을 담당할 필요가 있다. 또한 현행 기술지원기관은 모두 사이버 위협 대응을 위해 지정된 기관이므로, 효과적인 EMP 취약점 분석·평가, 방호 대책기술 지원 등을 위해서는 (가칭) EMP 대응기술지원센터를 설립할 필요가 있다.

### 2-1-3 정보의 공유와 보안

효과적인 EMP 방호를 위해서는 먼저 취약점 분석·평가를 수행할 필요가 있다. 사이버 보안과 달리 EMP 보호 대책을 위해서는 각종 배선도 및 주요 핵심장비의 배치 및 성능 등에 대한 정보 수집, 현장 평가 및 측정 등이 요구되고, 필요한 경우, 수집된 자료를 활용한 컴퓨터 시뮬레이션 등이 수행되어야 한다. 그러나 대상이 국가 핵심기반시설이고, 활용되어야 정보가 대부분 기밀이 유지되어야 하므로, 허가받지 않은 자가 취득 또는 열람하는데 한계가 있다.

그러나 이러한 기밀 정보에 접근할 수 있는 사람은 매우 제한적이므로 효과적인 대책 수립이 불가능하고, 따라서 외부의 전문 인력이 관련 정보에 접근할 필요가 있지만, 자료 사용에 한계가 있다. 또한 아래에서 언급할 시범사업의 결과도 공유할 수 있어야 국가적으로 비용 절감을 실현할 수 있다. 따라서 효과적인 EMP 방호 대책을 위해서는 서로 상충되는 개념이지만, 기밀자료의 적절한 공유와 보안, 책임성에 대한 엄밀한 규정을 반드시 미리 마련할 필요가 있다.

### 2-2 핵심 국가기반시설의 보호

핵심 국가기반시설(Critical National Infrastructure: CNI) 방호 개념은 미국에서 911테러와 허리케인 카트리나 재난 이후에 국토안보부가 설립되는 등, 각 정부 부처에서 활발하게 정립되어 가고 있다<sup>11)</sup>. 방호의 대상에는 기본적으로 물리적 보안, 사이버 보안, 인적 보안이 포함된다. 현대적 보안 개념에서는 이러한 각각이 개별적으로 운영되는 것이 아니라, 통합적으로 이루어지고 있다. 이러한 이유는 주요 보안 목표물이 핵심 정보통신기반시설로 동일하고 위협의 종류만 다르기 때문에 통합적으로 보안을 강구하는 것이 효율적이라는 판단을 하고 있기 때문이다.

5) EMP Commission은 2001 회계연도 안보인증법(The National Defense Authorizin Act)에 따라 미국 하원에 설립되었으며, 2002년과 2008년에 미국의 핵심 국가기반시설에 대한 EMP 위협에 대한 취약성 평가와 리스크 대응조치에 관한 보고서를 출판하였다. 2016 회계연도 안보인증법에 따라 위원회 활동기간이 연장되었으며, 비핵 EMP 위협에 대해서도 다루도록 임무가 확대되었다.

이러한 위협에 대해 핵심 국가기반시설의 보호하기 위해서는 1) 위협분석, 2) 해당 위협에 대한 대상 시설의 취약성 분석·평가, 3) 대상 시설의 손상에 따른 기관의 임무 서비스 지연 및 중지, 나아가서 기타 핵심 기반시설과의 상호 운용성(interoperability) 및 경제사회적 파급영향 분석 등에 대한 절차가 요구된다. EMP 방호 실현에 있어서도 “창과 방패”의 개념을 항상 염두에 두고, 비용-효과적인 해법을 모색할 필요가 있다.

### 2-2-1 위협(Threat) 분석

EMP 위협 분석을 위해서는 매우 고급의 정보가 요구된다. HEMP의 경우, 북한의 핵탄두 소형화 기술, 미사일 탑재 기술, 폭발 고도(Height of Burst: HOB) 및 위도,  $\gamma$ -yield, 지자기 특성, 대기층 특성, 목표 ground zero 지점, 커버리지(coverage) 등에 대한 정보가 있어야 노출 전계강도의 계산이 가능하다. 그러나 이러한 정보는 일반적으로 쉽게 구할 수 없으며, 오히려 사건의 발생가능성에 대한 정보가 훨씬 중요하다. HEMP 위협이 임박하다는 정황이 발생하면 control tower로부터 핵심 국가기반시설 운영자에게 관련 정보를 빠르게 전달하여 대비토록 할 필요가 있다. 실제, HEMP 이벤트가 발생하기 전에 공중 전력망으로의 연결을 끊고 보호된 비상발전기를 가동하여 급전하는 것이 큰 피해를 줄일 수 있는 지름길이다.

IEMI 위협의 경우, 매우 다양한 소스(sources)가 사용될 수 있으므로 위협 분석이 매우 어렵다. 소스의 크기와 무게에 따라 이동성(mobility)이 다르고, 대개 출력도 상응하게 달라진다. 소스의 크기와 무게가 적을수록 목표물에 접근할 수 있는 접근성(accessibility)이 좋아진다. 또한 접근성이 높아지면 보다 큰 위협을 인가할 수 있다. 따라서 IEMI 위협에 대한 방호는 휴대형 소스의 경우, 사이트 출입문 및 건물 출입구, 방호 대상장비의 설치구역으로의 접근을 통제하고, 고정형(또는 차량 탑재형) 소스에 대해서는 개방된 도로나

공간으로부터 방호 대상장비 설치구역을 zoning 설계하여 최대한 이격시킬 필요가 있다. 독일의 F. Sabath 등은 이러한 IEMI 소스 관점에서의 위협을 위협 레벨(threat level), 이동성(mobility), 기술수준(technical challenge)을 각각의 축으로 하는 3차원 벡터<sup>6)</sup>로 분류하는 방법을 제안하였다<sup>12)</sup>.

아무튼 EMP 위협 분석을 위해서는 고에너지 펄스 발생 기술, 고출력 안테나 기술 등에 대한 국제적인 정보를 지속적으로 수집하여 분석할 필요가 있다. 특히, IEMI 위협은 국제적으로 신생 리스크에 속하고 관련기술도 초기 단계에 있으며, 극도의 보안을 유지하고 있으므로 관련 자료수집이나 기술 수입이 거의 불가능하다. 관련 국제 심포지움이나 컨퍼런스에 전문가를 파견하여 개발기술 동향을 파악토록 하고, 그 정보를 공유하여 시나리오를 추론하는 것도 하나의 방법이 될 수 있겠다.

### 2-2-2 취약성(vulnerability) 분석

현재 국내에서는 취약성 분석·평가 없이 시설 중심의 선제적 방호 대책이 이루어지고 있어, 막대한 방호비용을 초래하고 있다. 비용-효과적인 대책은 엄밀한 취약성 분석을 통해 취약한 침입점(Point of Entry: PoE)을 찾아 선별적인 대책을 강구함으로써 비용을 크게 줄일 수 있다.

EMP에 대한 간단한 리스크 평가 방법론은 미국의 George Baker 교수에 의해서 간단하게 제시된 바 있다.<sup>7)</sup> 이러한 방법으로 핵심 국가기반시설을 평가한 결과, 에너지기반시설, 정보통신기반시설, 금융기반시설의 순으로 리스크가 크고, 따라서 투자 우선순위가 높은 것으로 나타났다. 기본적으로 취약성은 위협 레벨과 장비의 전자파 내성을 비교함으로써 결정할 수 있다. 그러나 대부분의 장비는 EMP에 대한 전자파내성 시험결과가 거의 없으며, 또한 전자파적합성 시험결과를 EMP에 대한 전자파 내성과 관련 짓기가 쉽지 않다는 문제가 있다.

따라서 대부분의 경우, 전자기적 토폴로지(EM topology)

6) 위협 레벨은 아무런 영향이 없을 경우를 0등급, 방해를 받을 경우를 1등급, 임무 정지를 초래할 경우를 2등급, 파괴적 손상을 일으킬 경우를 3등급으로 분류한다. 이동성은 정지해서 사용하는 경우를 1등급, 옮겨서 사용할 수 있는 경우를 2등급, 수송수단에 탑재하여 이동 가능한 경우를 3등급, 수송수단을 이용하여 쉽게 옮길 수 있는 경우를 4등급, 휴대 가능한 경우를 5등급으로 분류한다. 또한 기술수준은 복잡성 정도, 부품 구입의 용이성, 필요한 조립 지식, 운영 및 유지보수에 필요한 지식, 제작 또는 구입 비용에 따라 등급을 분류한다.  
7) EMP 리스크를 노출성 인자, 취약성 인자, 파급성 인자로 구분하여 제안하였으며, HEMP의 경우에는 모든 핵심 국가기반시설에 위협이 동일하게 적용되므로 노출성 인자를 1로 평가한다.

방법과 국부적인 전자장 수치해석 방법, 회로해석 방법 등을 종합적으로 활용하여 장비에 포함된 민감한 반도체 부품의 입력단의 위협 레벨을 계산하고, 그 결과를 반도체 부품의 사양에 나와 있는 손상 문턱값(damage threshold)과 비교하는 방법을 사용한다. 그러나 이 방법 역시 부품의 물리적 파괴를 전제로 하며, 업셋(upset)과 같은 기능적 손실은 예측할 수 없는 단점이 있다. 스웨덴의 D. Månsson 등은 주어진 임계 구역(critical zone)과 IEMI 소스 파라미터에 대해, 시설의 취약성을 접근성(accessibility), 감응성(susceptibility)<sup>8)</sup>, 파급성(consequence)을 각각의 축으로 하는 ASC Cube를 활용하여 평가하는 방법을 제안하였다<sup>13)</sup>.

앞에서 언급한 취약성 평가방법은 최악의 경우를 고려하는 결정론적(deterministic) 방법이다. 이러한 방법론은 비교적 간단하여 쉽게 적용 가능한 장점이 있지만, 과도한 방호를 초래하여 과비용을 유발하는 단점이 있다. 따라서 근래에 이러한 단점을 개선한 확률론적 방법<sup>14)</sup>이 제안되었으나, 공격의 지속시간, 서비스 중단기간<sup>9)</sup>, 공격 위치, 부품의 고장모드와 핵심장비의 고장수목 분석(Fault Tree Analysis: FTA) 등에 대한 정보가 필요하므로 실제 적용에는 한계가 있다.

### 2-2-3 파급영향 및 상호 운용성 평가

현재 국내에는 핵심 국가기반시설의 고장에 따른 파급영향을 정량적으로 분석하여 중요도 등급을 분류하는 접근이 이루어지고 있지 않다. 체계 취약성에 따라 발생하는 고장은 핵심 국가기반시설의 서비스 중단에 따른 1차 파급영향과 서비스 중단에 따라 다른 핵심 국가기반시설의 운영에 영향을 미치는 2차 파급영향으로 이어진다. 오늘날 핵심 기반시설이 긴밀하게 상호 접속된 초연결사회에 살고 있으며, 어느 한 핵심 기반시설의 고장은 사회 전반에 큰 혼란을 유발시킬 수 있다. 특히, 전력망과 정보통신망은 사회기반시설의 기반을 담당하고 있으며, 다른 기반시설의 조기 복구를 위해서도 반드시 필요한 핵심 국가기반시설로서 지속 가

능한 안정성 확보가 매우 중요하다. 아무튼 파급영향 분석과 상호 운용성 평가를 통해 주요 정보통신 기반시설과 같은 핵심 국가기반시설을 지정하는 방안이 강구되어야 한다.

핵심 국가기반시설의 모든 체계 또는 장비를 대상으로 EMP 방호를 구현할 수는 없다. 앞에서 언급한 취약성 분석과 파급영향 및 상호 운용성 평가를 통해 핵심자산을 선별해야 한다. 핵심자산은 주요 기능을 담당하고 있는 장비뿐만 아니라, 복구에 비용이나 시간이 많이 소요되는 장비를 대상으로 한다. 이러한 장비나 체계를 대상으로 선별적인 선제적 방호는 물론, 조기 복구 방안을 강구할 필요가 있다. 모든 핵심장비에 대한 선제적 방호는 많은 비용이 소요되며, 따라서 선별된 핵심장비 및 핵심부품의 비축과 공유를 통한 조기복구 계획 수립도 매우 중요하다. 실제, 미국에서는 대용량 변압기와 차단기의 비축 정보를 공유하여 공동으로 활용하는 계획을 수립하고 있다.

### 2-2-4 시범사업 실시 및 핸드북 보급

정부에서 공공기관을 대상으로 시범사업을 실시할 필요가 있다. 현재 한국수력원자력(주)와 한국전력공사에서 산하 회사의 EMP 취약성 분석 및 대책 방안 수립을 위한 용역을 수행하고 있으나, 결과 공유는 쉽지 않은 것으로 판단한다. 따라서 정부에서 취약성 분석결과 및 효과적 대책 수립과정을 공개하기에 적절한 공공기관을 선정하여 관련 업무를 수행하고, 그 결과를 핸드북 형태로 출판하여 다른 핵심 국가기반시설로 확산시킬 필요가 있다. 미국 에너지부는 최근에 EMP에 대한 전력망 복원 행동 계획<sup>10)</sup>을 발표한 바 있으며<sup>10)</sup>, 국토안보부는 장비와 시설에 대한 EMP 보호 및 복원 가이드라인<sup>11)</sup>을 출판하여 배포한 바 있다<sup>15)</sup>. 이러한 두 문서는 미국에서 얼마만큼 EMP에 대한 핵심 국가기반시설의 방호에 적극적으로 대처하고 있는지를 알 수 있으며, 이러한 위협이 가상적인 것이 아니라, 매우 실현 가능한 것이라는 사실을 반증하고 있음을 보여준다.

8) 감응성은 시설의 반응성(receptivity), 시설에 포함된 장비의 감도(sensitivity)와 용장성(redundancy)에 의해 결정된다.  
 9) 체계 고장의 메커니즘에 따른 서비스 중단기간과 파급영향은 서로 연관되어 통합적으로 평가되어야 한다.  
 10) 미국의 전력연구원(EPR) 및 전기 하부부문 협력 조정위원회(Electricity Subsector Coordinating Council: ESSC) 등과 협력하여 31개 항목의 행동지침을 2016년부터 2021년까지 순차적으로 실행하도록 규정하고 있다.  
 11) IEC SC77C 표준화 문서의 내용과 MIL-STD-188-125-1/2 문서의 내용, 그리고 미국 내에서 대책소재 및 부품을 구입할 수 있는 경로 등에 대한 일반적인 내용을 정리하고 있다.

그동안 핵심 국가기반시설의 보안담당자를 대상으로 몇 차례의 세미나에서 짧은 시간 강의를 한 바 있는데, 대부분 흥미는 있지만 사이버보안 관련 업무를 다루고 있어, 교육 내용의 전달이 여의치 않음을 느꼈다. 이 분야의 효과적인 대응을 위해서는 체계적인 교육·홍보 프로그램의 개발과 시행이 매우 필요하다. 그동안 여러 차례 관련 기관에서 설문조사를 했으나, 이해 부족으로 제대로 된 응답이 매우 낮았다. 또한 향후 EMP 취약점 분석·평가를 스스로 점검하고자 할 때, 질문 내용을 제대로 이해하고 대응할 수 있어야 실효성 있는 평가결과를 얻을 수 있다. 실제 미국에서는 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency: FEMA)에서 일반 국민을 대상으로 EMP 사건을 비롯한 다양한 재난에 효과적으로 대응하는 방법을 교육·홍보 프로그램을 운영하고 있는 것으로 알려져 있다.

### 2-3 핵심 요소기술 개발

본 고에서는 정책적 현안 문제와 효과적 대응 방법에 대해 논의하고 있으므로 세부적인 기술개발 분야에 대해서는 자세히 언급하지 않겠다. 다만 핵심 요소기술과 관련한 현안문제 및 개선방향, 그리고 기술개발 기반 조성과 관련한 내용을 간단하게 살펴보고자 한다.

#### 2-3-1 주요 현안문제 및 대응 방향

현재 관계부처 및 산업계는 EMP 방호시설의 성능 검증에 과도한 비용이 소요된다고 원성이 많다. 그러나 현행 기술기준과 각각의 시험기관의 시험수수료 산정기준에 따라 시험비용이 산출되기 때문에 터무니 없다고 논쟁할 수는 없다. 따라서 시험비용을 낮추기 위해서는 현재의 시험방법이 규정되어 있는 현행 기술기준을 개정해야 한다. 필자는 전자파 차폐효과 시험에 대해서 시험지점을 불연속부를 중심으로 대폭 줄이고, 나아가서 시간영역 시험방법 등을 도입하여 시험시간을 획기적으로 낮출 필요가 있다고 판단한다. 또한 PCI 시험은 현재의 기술기준이 설치된 EMP filters의 모든 도선에 대해 시험을 하도록 규정하고 있어, 큰 비용이 소요된다. 필자는 ISO 품질인증을 받은 공장에서 생산되는

제품을 대상으로, 설치되는 EMP filters를 시험인증기관의 실험실에서 무작위 표본 추출시험으로 검증한 다음, 합격된 제품을 표준 설치절차서에 따라 시공할 것을 제안한다. 이러한 모든 과정은 기존의 기술기준에 따른 시험결과와의 비교를 통해 유효성 검증을 거친 후, 현행 기술기준에 반영하여 개정하면 시험비용이 과도하다는 논란을 해결할 수 있을 것으로 생각한다.

그리고 현재와 같이 시설 중심의 대책 관점에서 방호하고자 하는 핵심 체계 및 장비 중심으로 전환해야 한다. EMP 방호의 최종적인 목표는 장비의 안전과 상호 운용성에 있으므로, 그 체계와 장비의 설치 환경과 운영 상태를 고려하여 효과적인 대책을 수립해야 한다. 물론, 시설물에 대한 대책을 포함하여, EMP 방호용 캐비닛(cabinet) 또는 랙(rack), 그리고 Good EMC Design Practices<sup>[16]</sup>를 적용하여 매우 비용-효과적으로<sup>[12]</sup> 대책을 수립할 수 있다.

또한 우리 군에서는 EMP 방호시설을 방폭, 화재방 성능이 요구되는 시설물에 설치하므로 통합 방호를 위한 구조체에 대한 접근이 필요하다. 실제, 철근 콘크리트 구조물은 어느 정도의 차폐효과를 제공하며, 건축 내장재 등을 활용하여 상당 부분의 차폐효과를 실현할 수 있다. 따라서 신축 건물의 경우, 구조 설계단계에서 방호 방폭의 통합방호를 구현할 수 있도록 함으로써 넓은 내부 공간의 확보는 물론, 방호비용도 획기적으로 절감할 수 있을 것으로 기대한다.

#### 2-3-2 기타 핵심 기술개발 기반 요소기술

IEMI 위협의 경우, 상존하는 것이 아니라, 간헐적으로 발생되기 때문에, 그 위협을 탐지, 분석할 수 있어야 효과적인 대응이 가능하다. 최근에 완료된 유럽연합의 공동 프로젝트에서는 IEMI 위협을 탐지하고 분석하여 경보를 울려주고, 위협의 도래 방향과 종류 및 특성을 분석할 수 있는 장치가 개발된 바 있다. 이러한 장치는 너무 민감해서 자주 오동작해서도 안되기 때문에, 외부 환경에 상존하는 전자파와 실제 발생한 EMP 신호를 구분할 수 있는 기법이 반드시 개발되어야 할 것으로 판단한다.

EMP 위협신호는 다양한 전자기파 결합 메커니즘에 의해

12) 유럽연합에서는 EPCIP 지침과 고정설비에 대한 Good EMC Design Practices가 규정된 EMC 지침을 근거로 EMP 방호에 대한 규제적 접근을 추진하고 있다.

핵심 기반시설로 유입되고, 또 내부 공간이나 도선을 따라 전파하게 된다. 이러한 실험을 운영 중인 건축물에서 수행하기 어렵고, 따라서 실증 시험 건축물에서 실제 상황을 모의하여 실험을 수행할 필요가 있다. 이러한 실증 시험 건축물이 건설되면 각종 EMP 공격 무기와 계측센서 및 측정장비를 한 장소에 구축하여 다양한 실험을 수행할 수 있게 되고, 주요 핵심장비의 취약성 분석 평가는 물론, 대책 소재 및 부품의 검증, 다양한 수치해석적 접근방법의 정당성 검증에도 널리 활용될 수 있다. 또한 다양한 연구결과는 국제표준화활동에도 적극적으로 참여할 수 있는 기회를 제공할 것이다. 아무튼 이러한 접근은 우리나라의 EMP 방호기술을 한 단계 높여 핵심 국가기반시설의 안전성을 개선하는데 크게 기여할 것으로 기대한다.

### Ⅲ. 결 론

고출력 전자기와 위협은 다른 종류의 테러 수단에 비해 저비용으로 매우 넓은 범위의 핵심 정보통신기반시설에 큰 피해를 일으킬 수 있는 효과적 공격 수단으로 대두되고 있다. 이러한 수단은 먼 거리에서 원격으로 은밀하게 공격할 수 있는 장점이 있으며, 또한 근래에 기술개발이 많이 이루어진 소형 고출력 전자기와 무기를 사용하여 목표물에 최대한 가까이 접근하여 전방위 결합 또는 직접 주입 방식으로 효과적인 공격이 가능하다. 미국과 유럽연합을 비롯한 많은 나라에서 이러한 위협에 대한 핵심 국가기반시설의 효과적인 방호를 위해 적극적으로 노력하고 있다.

기본적으로 방호 목표를 실현하기 위해서는 “창과 방패의 싸움”에 입각하여 다양한 노력을 경주해야 한다. 본 고에서는 필자가 그동안 이 분야 업무를 수행하면서 느꼈던 정책 현안문제에 대해 살펴보고, 나름대로의 개선 방향을 제시하였다. 필자의 지식적 한계가 명확하고 정부부처의 여러 가지 어려움도 있었을 것이므로 본 고의 내용이 좀 확대 표현되었으나, 또는 소홀히 다루어진 부분이 있을 수 있고, 정책적으로 시급하고 중요함에도 불구하고, 아예 빠진 부분도 있으리라 생각한다.

위험성(risk)은 사고의 발생가능성과 과급영향의 곱으로 판단한다. 고 고도 핵 전자기와 사고의 발생가능성은 매우

낮지만, 재앙적인 과급영향을 가지므로 결코 위험성이 낮다고 간주할 수 없다. 더욱이 국제적으로 고 출력 비핵 전자기와 공격의 발생가능성은 크게 증가하고 있는 것으로 파악되고 있다. 북 핵을 직면하고 있는 우리로서는 이에 대한 대비를 소홀히 할 수 없다. 그동안 필자가 만났던 많은 관계자가 ‘그런 사고가 실제 일어날까요?’라고 묻고는 ‘유사한 사고가 한번 일어나면 그때 대비하겠다’고 한다. 필자는 그러한 질문에 이렇게 대답하고 있다. ‘비상사태 이후 수습이 안될 가능성이 크고, 따라서 조기복구하지 않을거냐? 사후 조기 복구할 수 있어야 초연결사회를 살아가는 우리 민족이 생존할 수 있을 것이다.’

필자는 감히 공언한다. 사전에 대비하지 않으면, 실제 그런 사고가 일어났을 때 핵심 국가기반시설의 붕괴가 발생할 가능성이 매우 크고, 따라서 국가 존망의 문제로 확대될 것으로 확신한다. 핵심 국가기반시설의 선제적 방호는 물론, 피해 조기복구 계획 수립 등을 통해 피해 최소화 및 확대방지를 안전한 국가를 건설해야 한다. 본 고가 고출력 전자기와 위협에 대한 대비를 위해 조금이나마 도움이 되기를 기대한다.

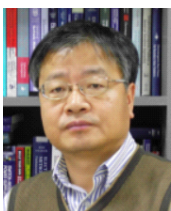
### 참 고 문 헌

- [1] MIL-STD-464C (2010. 12), "Electromagnetic environmental effects requirements for systems", Dec. 2010.
- [2] MIL-STD-461G, "Requirements for the control of electromagnetic interference characteristics of subsystems and equipment", Dec. 2015.
- [3] 미래창조과학부고시 제2013-37호, "주요 정보통신기반 시설 취약점 분석·평가 기준", 2013년 8월.
- [4] 국방부, DMFC 4-40-70, "국방·군사시설기준 - 전자파 방호시설 설계기준", 2009년 10월.
- [5] 국립전파연구원고시 제 2016-10호, "고출력·누설 전자파 안전성 평가기준 및 방법 등에 관한 고시", 2016년 6월.
- [6] MIL-STD-188-125-1, "High-altitude electromagnetic Pulse (HEMP) Protection for ground-based C<sup>4</sup>I facilities performing critical", Time-urgent Missions, Part 1 Fixed Facilities, Jul. 1998.

- [7] MIL-STD-188-125-2, "High-altitude Electromagnetic Pulse (HEMP) Protection for ground-based C<sup>4</sup>I facilities performing critical", Time-urgent Missions, Part 2 Transportable Systems, Mar. 1999.
- [8] EMMA, *Electromagnetic Environment Handbook*, FMV, Aug. 2005.
- [9] IEC 77C/260/DTS, "IEC TS 61000-5-10: Electromagnetic Compatibility (EMC) -Part 5-10: Installation and mitigation guidelines - Guide to the protection of facilities against HEMP and IEMI".
- [10] U. S. Department of Homeland Security, *Electromagnetic Pulse (EMP) Protection and Restoration Guidelines for Equipment and Facilities*, Dec. 2016.
- [11] Presidential Policy Directive/PPD-21, "Critical Infrastructure security and resilience", The White House, Feb. 2013.
- [12] F. Sabath, H. Garbe, "Risk potential of radiated HPEM environments", *Proc. IEEE Symp. Electromagn. Compat.*, pp. 226-231, Aug. 2009.
- [13] D. Månsson, R. Thottappillil, and M. Bäckström, "Methodology for classifying facilities with respect to intentional EMI", *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 51, no. 1, pp. 46-52, Feb. 2009.
- [14] E. Genender, H. Garbe, and F. Sabath, "Probabilistic risk analysis technique of intentional electromagnetic interference at system level," *IEEE Trans. Electromagn. Compat.*, vol. 56, no. 1, pp. 200-207, Feb. 2014.
- [15] U. S. Department of Energy, *Electromagnetic Pulse Resilience Action Plan*, Jan. 2017.
- [16] REO UK Ltd., *Good EMC Engineering Practices in the Design and Construction of Fixed Installation*, Sep. 2009.

≡ 필자소개 ≡

정 연 춘



1984년 2월: 경북대학교 물리학과 (이학사)  
 1986년 2월: 경북대학교 물리학과 (이학석사)  
 1999년 9월: 충남대학교 전자공학과 (공학박사)  
 기환경그룹 그룹장 책임연구원  
 2001년 6월~2002년 2월: (주)익스펜전자 중앙연구소장  
 2002년 3월~현재: 서경대학교 전자공학과 교수

[주 관심분야] 전자파 차폐 및 흡수기술, 고출력 전자기파 방호기술, 고정설비에 대한 Good EMC Design Engineering