

전력기반시설의 고 고도 핵 전자기파에 대한 위험성 검토 및 방호 개선방안 연구

정 연 춘*

요 약

초연결사회에서 전력기반시설과 정보통신기반시설은 핵심 국가기반시설 중에서도 핵심이다. 그러나 전력기반시설은 최근에 이슈가 되고 있는 북한의 고 고도 핵 전자기파(HEMP) 위협에 매우 치명적이며, 따라서 공격 이후의 빠른 복구를 통한 복원성은 국가의 생존성과 직결되어 있다. 그러므로 전력기반시설은 다른 어떤 핵심기반시설보다 우선하여 선제적인 방호대책과 조기 복구계획이 수립되어야 한다. 본 논문에서는 HEMP 위협의 특성을 살펴보고, 그에 대한 전력기반시설의 위험성 및 효과적인 주요 방호대책을 살펴보았다. 향후 우리나라의 전력기반시설에 대한 ‘고출력 전자기파 침해 방지’ 관련 법·제도의 제·개정 방향을 정립하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

A Study on Risk Assessments and Protection Improvement for Electric Power Infrastructures against High-altitude Electromagnetic Pulse

Yeon-Choon Chung*

ABSTRACT

In a hyper-connected society, electric power infrastructures and information and communication infrastructures are the core of critical national infrastructures. However, electric power infrastructure is very deadly to high-frequency nuclear electromagnetic pulse (HEMP) threats recently issued by North Korea, so the resilience through rapid recovery after attack is directly related to the survivability of our country. Therefore, electric power infrastructure should take precedence over any other key infrastructure, with preemptive protection measures and fast recovery plans. In this paper, the characteristics of the HEMP threats was examined, and the risks and effective major protection measures of the electric power infrastructures are discussed. In the future, it is expected that it will be able to help establish the direction of enactment and revision of legal schemes related to the ‘high power EMP infringement prevention’ for Korea’s electric power infrastructures.

Key words : High-altitude electromagnetic pulse, HEMP, risk assessments, protection, fast recovery, electric power infrastructures

1. 서 론

북한은 2017년 9월 6차 핵실험 이후, 우리나라의 국가 핵심기반시설(CNI: Critical National Infrastructure)에 대한 HEMP(High-altitude Electromagnetic Pulse, 고 고도 핵 전자기파) 공격의 가능성을 언급한 바 있다[1]. 현대의 초연결사회를 구성하는 에너지, 정보통신, 금융, 행정서비스, 수송, 의료 등의 각 부문(sector)의 핵심기반시설에는 지능정보화, 자동화 등의 욕구로 다양한 종류의 민감한 전자장비가 많이 포함되어 있으며, 이들 전자장비는 HEMP 공격에 매우 취약하다. 따라서 어느 한 개별 부문에서의 고장 영향은 서로 연계되어 운영되고 있는 사회 전반으로 파급되어 국가적 재난을 일으킬 가능성이 커졌다. 이러한 HEMP 공격은 전국토적인 광대한 지역에 걸쳐 막대한 피해를 동시에 일으키는 매우 효과적인 비대칭 공격 수단으로 급격히 대두하고 있다[2].

미국은 각각의 핵심기반시설에 대해 노출성(exposure), 취약성(vulnerability), 임계성(criticality)을 고려하여 HEMP 공격에 대한 위험성을 평가하였는데, 에너지 부문과 정보통신 부문이 가장 위험하고, 다음으로 금융 및 재정, 화학 산업 및 위해 소재, 방위 산업 기지, 상하수 처리, 공공 보건, 재난 서비스, 정부 서비스, 수송, 농업 및 식품, 우편 및 해운 부문 순으로 나타났다[3]. 또한 볼티모어-워싱턴-리치몬드 지역을 대상으로 HEMP에 의한 경제적 손실을 평가한 적이 있는데, 전력 기반시설과 정보통신 기반시설의 피해가 가장 심각한 것으로 판단한 바 있다. 최악의 경우, 경제적 손실은 7,708억 달러, 복구에는 33개월 정도 소요되며, 미국의 연간 GDP가 7% 정도 줄어들 것으로 예측하였다[4]. 볼티모어-워싱턴-리치몬드 지역의 경제 규모가 우리나라와 비슷하다고 볼 때, 시사하는 바가 매우 크다.

특히, 전력 기반시설은 국가 핵심기반시설 전체의 운영을 뒷받침하고 있는 핵심기반시설 중의 핵심이며, 정보통신망과 더불어 재난 복구에 필수적으로 요구된다. 전력거래소의 전력계통운영시스템(EMS: Energy Management System)은 물론, 발전계통, 송전계통, 배전계통 전반에 고장을 유발할 수 있으며, 특히, 원

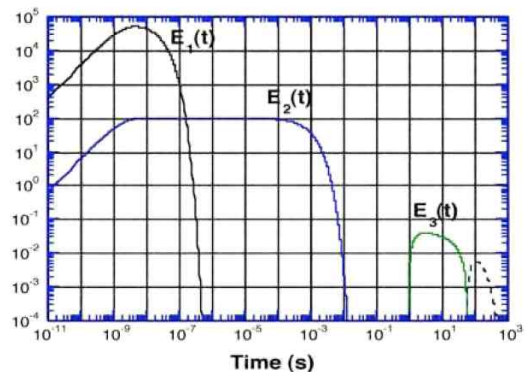
Acquisition) 시스템 등에 치명적인 것으로 알려져 있다[5].

국내에서는 정보통신기반보호법에 근거한 관련 법령 및 고시 등의 제·개정을 통해 정보통신 기반시설에 대한 대책을 강구하고 있으나, 전력 기반시설의 방호대책을 위한 법·제도 정비는 이루어지지 않았다. 따라서 본 논문에서는 HEMP 위협에 대한 전력 기반시설의 위험성을 검토하고, 나아가서 효과적인 대책방안에 대해 살펴보았다. 이러한 연구결과는 향후의 관련 법령 제·개정의 방향을 수립하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 고 고도 핵 전자기파(HEMP) 특성

2.1 시간영역 특성

HEMP는 지상으로부터 30 km 이상의 고도에서 핵폭발이 일어날 때 발생하는 전자기파 펄스의 한 형태로서 그림 1과 같은 시간영역 특성을 갖는다[6]. 이러한 파형은 다음과 같은 세 가지 종류의 주요 파형, 초기 시간(early time) E1 파형, 중간 시간(intermediate time) E2 파형, 늦은 시간(late time) E3 파형의 시간적인 중첩으로 표현된다. 즉, 수 ns에서 수 초 동안 지속되는 일련의 파형으로 이루어져 있다.



(그림 1) HEMP 위협의 시간영역 파형

E1 파형은 상승시간이 0.9 ns ~ 4.6 ns, 첨두치 전계강도가 50 kV/m ~ 65 kV/m, FWHM(Full Width

at Half Maximum)이 23 ns ~ 184 ns, 에너지 밀도가 0.114 J/m²~0.891 J/m²의 범주에 있다. 또한 E2, E3 파형의 펄스폭은 약 1 ms, 수십 초 정도이고, 첨두치 전계강도는 100 V/m, 40 V/km 정도이다. 이러한 특성은 핵물질의 량, 핵폭발 고도, 감마선의 수율(yield), 핵폭발 공간 및 대기층 공기의 화학적 특성에 따라 달라진다.

이러한 파형의 특성은 전자과적합성(EMC: Electro magnetic Compatibility) 분야에서 다루는 시험항목과 비교해보면 E1 파형은 복사 특성과 관련하여 근접한 정전기방전과 유사하고, 전도 특성은 EFT(Electrical Fast Transient)와 비슷하며, 그 진폭은 두 시험항목보다 훨씬 더 크다. 따라서 이러한 파형에 전력선로가 노출되면 전력망을 통해 가정이나 공장으로 유기된 과도신호가 흘러 들어가게 되고 내성이 약한 연동된 전자장비는 손상될 것이다. 또한 E2 파형은 낙뢰(lightning)의 대지귀환(ground return) 스트로크(stroke)에 의해 발생하는 전자기장에 비해 진폭은 훨씬 낮지만 매우 유사한 파형을 가진다. 이러한 파형은 매우 긴 전력선로나 통신선로에 문제를 일으킬 수 있다. 마지막으로 E3 파형은 수 초에서 수백 초 동안 지속되는 지자기 태양 폭풍(geomagnetic solar storm)에 의한 전자기장과 유사한 파형을 가지지만 첨두치 전계강도는 지자기 폭풍보다 훨씬 더 크다.

2.2 주요 위협 요소

HEMP 위협은 노출 전계강도가 전자장비가 가지는 전자과내성(대부분의 민수 장비는 3 V/m 또는 10 V/m)에 비해 매우 커다는 점에 있지만 다음과 같은 이유로 인해 보다 심각한 피해를 초래할 수 있다:

가. 매우 빠른 시간(수 ns)에 매우 높은 첨두치 전계강도(수 십 kV/m)에 노출되므로 대응이 어렵다.

나. 30 km 이상의 높은 고도에서 발생되므로 지상에서 매우 넓은 면적에서 피해가 일어나며, 따라서 동시에 많은 수의 국가기반시설이 손상을 일으키므로 전반적인 복구에 많은 시간과 노력이 필요하다.

다. 그림 1에 보인 파형이 독립적으로 발생하는 것이 아니라, 순차적으로 일어나므로 전자부품에 연쇄적인 반응을 일으키고 손상의 상승작용이 발생한다. 즉, E2 파형에 효과적인 뇌-서지 방호부품이라고 하더라도

도 E1 파형에 의한 스트레스가 누적된 상태에서 연이어 E2 파형이 들어오면 손상될 수 있다는 점이다.

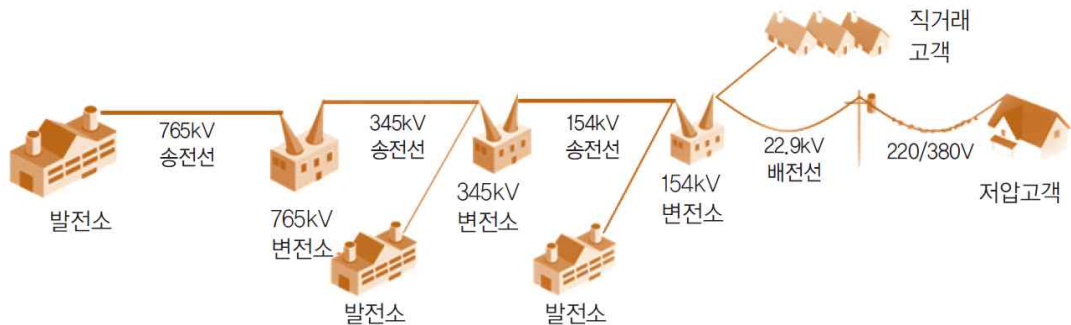
3. 전력 기반시설의 HEMP 취약성 및 주요 방호대책

3.1 우리나라의 송, 배전 계통

우리나라의 전력계통 개념도는 그림2와 같다[7]. 송, 배전 계통에서 765 kV 설비는 대단위 전원단지과 대용량 부하가 밀집한 지역 간에서 3,000 MW 이상의 발전단지와의 계통 연계를 위해 사용된다. 345 kV 설비는 지역 간 간선계통의 주축 유지와 대도시의 도심지 전력공급원 역할을 담당하며, 1,000 MW 이상의 중, 대규모 발전소와의 계통 연계를 위해 사용된다. 또한 154 kV 설비는 345 kV 변전소 단위의 2차 환상망 구성 및 환상망간의 연계, 지방도시의 간선계통 구성을 담당하며, 1,000 MW 이하의 발전소와의 계통 연계를 위해 사용된다. 또한 현재 66 kV 설비는 신규 건설을 억제하고 단계적으로 축소하고 있으며, 22.9 kV 설비는 계약전력 40 MW 이하의 고객에게 전력을 공급하고 40 MW 이하의 분산형 전원 계통과 연계하는 역할을 담당하고 있다.

3.1.1 발전, 송전, 배전 현황

우리나라의 전원 구성비는 정격용량 기준(2017년)으로 원전 19.3%, 석탄 31.6%, LNG 31.9%, 신재생 9.7%, 기타 7.6%이다. ‘제8차 전력수급기본계획[8]을 살펴볼 때, 재난 안전관리 측면에서 유연탄과 LNG 원료의 안정적 공급과 적정량의 비축은 매우 중요한 고려사항이 된다. 송전 계통은 송전선로(송전설비) 및 변전소(변전설비)로 구성되는데, 대전력, 고전압, 장거리의 일관 수송체제이다. 2015년 6월 기준으로 송전선로의 총 회선길이는 33,198 c-km(회선 길이)에 이르고 있으며, 변전소의 총 수는 812개소에 이르고, 이 중에서 무인변전소가 681개소에서 전체의 약 84%를 차지한다. 재난 안전관리 측면에서 무인변전소의 방호와 비상상태 조기 복구 대책이 매우 중요한 고려사항이 된다. 또한 배전 계통은 송전 계통으로부터 수송된 대규모의 전력을 소규모로 분할



(그림 2) 우리나라의 전력계통 개념도

하여 전력수요자에게 배전하며, 210만여 대의 배전변압기를 사용하여 송전전압을 저압으로 변압한다. 우리나라 배전 설비의 약 90% 정도가 콘크리트 전주를 활용한 가공설비이다.

3.1.2 전력계통 운영설비

우리나라의 전력계통은 전력계통운영시스템(EMS: Energy management System)을 운영하는 중앙집중형 전력관제센터에서 전국의 모든 발전, 송전, 변전설비 등을 24시간 감시, 운영하여 여러 가지 설비로 구성된 전력 계통을 가장 경제적으로 안전하게 운전하여 양질의 전력을 필요한 수용가에게 배분하도록 하고 있다. 이러한 전력계통운영시스템은 다양한 종류의 서버, 네트워크 장비, 단말기 등을 포함하며, 원방감시 제어 시스템의 지원을 받아 운영된다. 원방감시제어시스템은 일반적으로 중앙집중식 제어 및 감시시스템을 말하는데, 전력계통에서는 차단기(breakers), 스위치(switches), 커패시터(capacitors), 재폐로차단기(recloser), 변성기(transformers) 등을 포함한 현장 기기를 기본적으로 제어하고 감시한다.

전력계통의 원방감시제어시스템은 관제센터에 있는 데이터 수집 컴퓨터와 발전소 및 변전소 등의 현장에서 수백에서 수천 개의 데이터 지점을 집단적으로 감시하고 제어하는 원격 단말 유닛(RTUs: Remote Terminal Units), 24시간 운영되는 사용자 인터페이스(user interface)를 포함한다. 사용자 인터페이스는 하나 또는 그 이상의 컴퓨터 디스플레이 외에도 시스템

의 상태를 개관할 수 있도록 대형 화면의 패널 또는 많은 수의 집단적인 디스플레이를 포함한다. 또한 중앙 컴퓨터에서 다수의 원격 단말 유닛으로 정보를 보내고 받기 위해 다양한 종류의 통신 채널도 포함된다.

3.2 전력 기반시설의 취약성

오늘날 사회와 경제의 기능은 전기 없이 불가능하다. 기본적으로 우리 사회의 모든 측면이 동작하기 위해서는 전력을 필요로 한다. 연속적인 전기 공급은 물 공급, 식량의 생산과 배분, 통신 등, 우리들의 모든 경제 활동을 지속하는데 필요하다. 그러나 HEMP 공격 사건이 발생하면 전력 계통에는 대규모 정전사태가 발생하고, 사회 전반에 큰 피해를 일으킬 수 있고, 지능형 전력망 개념에는 훨씬 더 심각한 위협이 될 수 있다.

이러한 전력은 단기적으로(대개 72시간 이하) 배터리 또는 비상 발전기, 그리고 중장기적으로는 가정, 사무실, 공장에 있는 전선을 통해 공급된다. 특히, 비상 발전기는 저장된 연료의 공급에 의해 제한되는데, 근래에 들어 제한 구역에서의 연료저장이 화재안전 및 환경오염을 이유로 줄어들고 있어 비상 발전의 가용성(availability)이 크게 제한되고 있다. 배터리는 대개의 비상 발전기 중에서 매우 짧은 유용한 생명주기를 가지며, 흔히 수 시간으로 판단된다. 높은 우선순위를 갖는 부하일지라도, 안정되고 적당한 전력공급을 유지하기 위한 이러한 모든 수단은 임시적으로 복구가 이루어질 수 있는 시간을 이어주는 역할이다.

미국에서 분석된 전력계통의 HEMP 공격에 의한 피해는 다음의 3가지 관점에서 기존의 정전 사태와 달리 훨씬 더 재앙적이라고 판단하고 있다[5].

가. EMP 영향은 거의 순간적이며, 매우 넓은 지역에 걸쳐 동시적으로 일어난다. 일반적으로, 전조가 없고 경고도 없으며, 사람이 보호 행위를 시작할 기회도 없다. HEMP의 E1 성분은 전자공학에 기반을 둔 모든 제어시스템, 센서, 통신시스템, 보호체계, 제어 컴퓨터 등을 물리적으로 손상시키거나 혼란을 야기한다. E1 펄스는 저전압 배전 시스템에 절연체 접촉을 유발하여 즉각적인 넓은 스케일의 부하 손실을 일으킬 수도 있다. 영향 받은 전체 지역에 걸쳐 전력 체계의 기능적인 붕괴는 거의 명확하며, 인접한 지역으로 연쇄적으로 영향이 파급될 수 있다.

나. E2 성분은 시간 의존성에서 낙뢰와 유사한데, 보다 낮은 진폭을 갖지만 훨씬 넓은 지역에 걸쳐 마치 많은 수의 낙뢰가 동시에 발생하는 것과 같은 영향을 준다. E3 성분은 교류를 수송하도록 설계된 긴 송전선로에 매우 효과적으로 결합하여 큰 직류 전류를 흐르게 한다. 이러한 현상에 의해 이러한 긴 전로의 중단에 집중되는 에너지 레벨은 변성기 등을 손상시킬 수 있다. 가장 중요한 위험성은 중기 및 후기 펄스가 초기 펄스에 뒤따라 발생하여 상승 작용(synergistic effects)을 일으키고, 전력망의 보호 및 제어 특성을 해치거나 파괴시킬 수 있다는 점이다. 이러한 지역적으로 넓은 전력망에서의 손상을 복구하는데 매우 긴 시간이 걸린다는 점이다.

다. 전력 체계의 적절한 기능은 통신 체계, 금융 체계, 수송 체계에 필요하며, 또한 석탄발전 및 가스발전 등은 연료의 연속적 공급이 필요하다. 그러나 한번의 HEMP 공격으로 연료공급, 통신, 수송, 금융 기반 시설이 동시에 불가능하거나 또는 성능 저하될 수 있으며, 이러한 체계의 적절한 기능을 위해서는 또한 전력공급이 필요하다. 반대로 전력망의 복구 역시 통신과 수송과 같은 다른 기반시설의 가용성은 필수적이다. 중단이 길어지면 질수록 문제는 커지고, 복구의 불확실성도 커진다.

3.2.1 발전 계통의 취약성

발전소는 순간적인 부하의 손실, 상호 또는 내부적

으로 연결된 송전 계통 상에서의 전기적 결합 또는 허용범위를 초과하는 주파수 편이 그리고 적절한 폐쇄를 위한 외부 전력원의 손실에 대해서도 발전 계통을 보호하도록 설계되어 있다. 그러나 HEMP 공격에 의한 광범위한 지역의 많은 발전소가 즉각 영향을 받는다면, 적어도 몇 개의 발전소는 통계적으로 손상을 받을 것으로 판단된다. E2와 E3는 (승압 변압기와 관련된 차단기를 제외하고) 발전 시스템에 대한 직접적인 위협이 되지 않을 것으로 판단되고 있으며, 따라서 발전 계통의 핵심 취약성은 E1에 의한 발전소 제어 시스템의 고장이다. E1 펄스는 보호 및 제어 시스템의 부품을 손상시키는 것으로 포함하여, 전류, 온도, 압력, 주파수, 기타 물리적 파라미터를 측정하는 및 제어 시스템에 업셋(upset)을 일으켜 발전소를 비상 제어 폐쇄 상태로 트립되거나 또는 트리거를 유발할 수 있다. 동시 다발적인 많은 수의 업셋은 다수의 제어기와 스위치의 동기 작동(synchronized operation)을 어렵게 만들고, 결과적으로 부적절하게 발전소의 폐쇄를 초래할 수 있다.

발전 계통에서는 전자식 장치가 과거의 전기(電機)식 장치를 빠르게 대체하고 있다. 이러한 전자식 장치는 발전소 그 자체를 HEMP 공격에 매우 취약하게 한다. 발전소의 손상된 장비를 확인하고 위치를 찾는 데 사용되는 전자식 센서와 통신은 HEMP에 기인하여 손상되거나 신뢰성이 떨어지므로 그 시스템을 복구하는데 (인력 및 부품이 쉽게 가용할지라도) 복잡하고 시간이 걸리는 과정이 될 수 있다. 우리나라 전기의 거의 65%를 담당하는 화석 연료(석탄, 석유, 천연가스)의 공급은 적정량의 연료를 수급하는데 크게 전자식 장치에 의존한다. 예를 들어서, 석유와 석탄은 어느 정도 현장에 저장하는 반면에 천연가스는 통상 적시에 전달된다. 원자력발전소에 대한 연료 공급에는 직접적이고 즉각적인 충격을 줄 것 같지는 않다.

3.2.2 송전 계통의 취약성

송전 계통에서는 대용량의 전력이 상당한 거리를 거쳐 매우 큰 전기적 부하에 제공된다. HEMP 공격은 발전과 송전 모두 동시에 영향을 미칠 수 있고, 따라서 대규모 정전으로 어떤 결과가 파생되고 어디에 있는 핵심 부하에 급전이 이루어지지 않을 수 있는가를

파악할 필요가 있다. 송전 계통은 송전선로와 송전변전소를 포함하며, 변전소 내에는 변성기, 차단기, 보호소자, 계측기, 데이터 전송 및 제어 시스템이 존재한다. HEMP의 E1에 의해 보호 계전기가 손상될 가능성이 크고, 따라서 연속적으로 들어오는 E2와 E3에 의해서 보호 계전기는 물론, 송전 변압기에도 영향을 일으킬 수 있다.

일부 송전 변전소는 무인으로 운영되어 매우 먼 거리의 운영센터로부터 원격으로 제어되는 경우가 많다. 또한 송전 변전소의 운영은 다양한 전용통신 방식에 의존하는데, 동시 다발적인 붕괴를 수반하는 HEMP 공격의 경우에 지속적인 운영은 여의치 않다. 따라서 긴급 복구를 위해서 통신의 생존성은 매우 핵심적이다. 또한 E3 펄스는 긴 송전선로에 매우 효과적으로 결합하여 직류와 유사한 유도전류를 흘리는데, 이러한 전류는 변압기를 포화시키고, 고조파를 만든다. 고조파는 변압기 합체에 열을 발생시키고, 커패시터에서의 과전류는 화재를 일으킬 수 있다.

3.2.3 배전 계통의 취약성

소규모 부하 또는 최종 사용자(주거용, 상업용, 산업용)는 비교적 저전압에서 저용량으로 전력을 공급받는다. 송전 계통의 고전압 전력은 대개 무인으로 운영되는 배전변전소의 변성기를 통해 저압(단계적으로 강하)시켜 수용가가 필요로 하고 사용할 수 있는 레벨로 배전된다. 일반 소비자가 경험하는 대부분의 정전은 지역적인 배전 시스템의 물리적 손상에 기인한다. HEMP 시나리오에서 부하 손실의 중요한 효과는 그것이 동시에 일어난다는 점인데, 전력망 전반에 걸친 실질적인 혼란과 전력 주파수 상승, 보호 계전기의 손상 등으로 인해 연쇄적인 고장과 정전을 초래한다.

배전 계통에 대한 HEMP 영향은 송전 계통에 가해지는 영향보다는 적지만, 전력선을 지탱하는 전주와 절연체 간에 E1에 의한 아크가 발생할 수 있다. 이러한 아크는 절연체 자체를 손상시킬 수 있고, 일부 경우에는 주상변압기의 폭발을 일으킨다. 특히, 광범위한 지역에 영향을 미치는 HEMP 위협을 고려할 때, 많은 수의 절연체와 주상변압기가 손상 받을 수 있고, 따라서 예비품(spares)이나 대체부품의 부족이 발생할 가능성이 있고, 궁극적으로 전력 공급시스템의 복구를

지연시킬 수도 있다. 또한 배전 발전소의 스위칭, 제어 등에 사용되는 장비는 대부분 전자식이어서 HEMP에 대해 취약성을 갖는다.

3.2.4 전력계통 운영설비의 취약성

전력 계통의 안정적 운영을 위한 감시 및 제어의 핵심은 원방감시제어시스템이다. 그동안 전자식 제어 및 보호 장치의 사용 증가는 경제성 있는 운영 효율, 빠른 고장 진단, 실시간 원격 제어 등의 측면에서 큰 이득을 가져다주었으나, 위협을 가하려는 상대방의 입장에서 잠재적인 위협의 새로운 방향성을 제공하는 측면이 있다.

과거 전기(電機)적이었던 전력계통 운영시스템에 전자적 장치가 확대 적용됨에 따라 직접적인 인간의 개입 대신에 컴퓨터 제어와 인터넷 같은 광역 네트워크의 사용을 가능케 하였으며, 또한 마이크로전자소자에 훨씬 더 의존하게 되었다. 이러한 새로운 부품은 그 이전보다 더 HEMP에 취약하며, HEMP 공격에 대한 전력망의 취약성을 급격히 증가시키고 있다. 더 많이 전자식 제어, 컴퓨터, 인터넷으로 전환하는 운영 방식은 HEMP 공격에서 전력 계통을 빨리 복구하는데 매우 악영향을 미칠 것이 확실하다.

3.3 효과적 대응 정책방향

전력 계통에 대한 HEMP 위해 저감 전략의 2가지 핵심 요소는 보호(protection)와 복구(restoration)이다. 적시(timely) 복구는 보호에 의존하며, 따라서 정전 중에 있는 주요 부하에 빠르게 급전하기 위해 필요한 핵심 자산(대용량의 전력 생산과 보급 및 핵심 부하에 대한 서비스를 위해 필요한 핵심적인 자산)에 대한 보호가 전략적으로 이루어져야 한다.

3.3.1 복구(restoration)

HEMP 위협에 의해 발생하는 정전의 영향은 매우 심각할 수 있지만, 만약 복구가 빠르다면 재앙적인 상태로 발전되는 것을 막을 수 있다. HEMP 공격에 의한 손상으로부터 전체 전력 시스템을 보호하는 것은 비현실적이며, 핵심 자산에 대한 치명적인 손상의 가능성을 낮은 수준으로 줄이는 것이 현실적이다. 무엇

보다도 먼저 정부는 HEMP 복구를 위한 비상 대응체계를 수립해야 하고, 대규모 정전 시에 보전되어야 하는 국가적으로 핵심적인 주요 부하에 대한 우선순위를 반드시 정해야 한다. 또한 식별된 핵심 설비 및 대체부품을 현장에 비축하고, 빠르게 대체하거나 수리할 수 있는 인력의 확보 및 대응체계가 구축되어야 한다.

3.3.2 보호(Protection)

전체 전력 시스템을 HEMP 위협으로부터 보호하려는 시도는 비용과 시간이 너무나 막대하여 비현실적일 것이다. 따라서 보호의 초점은 비교적 빠른 복구를 하면서, 핵심적인 부하에로의 서비스를 보존하고 복구하는 것이다. 변압기, 차단기, 발전기 같은 핵심 자산을 선제적으로 보호할 수 있는 수단을 강구해야 한다. 특히, 천연가스 수송 및 전력망 회복을 위해 필요한 핵심적인 발전소에 대한 가스 공급 계통에 핵심적인 요소를 방호하는 것은 매우 중요하다. 또한 적절한 통신 자산이 가용되도록 하여 전력망 붕괴 동안에 손상을 최소화할 수 있도록 보장하여야 한다. 또한 핵심적인 변전소와 제어시스템의 예비 전원(배터리, 비상발전기)의 용량을 확대하고, 비상발전기에의 연료 공급을 보장하여 복구 지원이 원활하게 이루어질 수 있도록 해야 한다.

4. 결 론

북한의 HEMP 공격 위협의 극한의 위협성을 고려할 때 최근의 남·북간, 북·미간의 대화가 한반도의 긴장완화와 평화구축에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 그동안의 북한 및 이란 등의 핵협상의 역사를 돌이켜볼 때, 오히려 HEMP 위협에 대한 효과적인 대비는 북한의 핵무기 공격의 유희를 크게 저감시키는 데도 매우 효과적으로 작동하여 우리의 핵 협상력을 높일 수 있음은 물론, 미래의 국가적 재난에 대한 적극적인 대책이 됨은 분명하다.

현대의 국가 핵심기반시설은 과거와 달리 정보통신 수단을 이용하여 사회의 다른 부문과 상호 연계되어 있으며, 근본적으로 전기 에너지에 의존하고 있다. 그동안 정보통신기반시설에 대해서는 비교적 관련 법·제도 정비 및 대응책 개발에 많은 노력을 기울여 왔

으나, 전력기반시설에 대해서는 아직 대비가 크게 부족한 실정이다. 특히, 전력기반시설은 기반시설 중의 핵심으로서 반드시 우선적으로 방호가 이루어져야 한다.

본 논문에서는 HEMP 위협의 특성과 전력기반시설의 취약성 및 효과적인 대책방법에 대해 살펴보았다. 이러한 연구결과의 효과적인 시행을 위해서는 무엇보다도 관련 법·제도의 정비가 시급하다. 앞으로 우리나라의 전력기반시설에 대한 “고출력 전자기파 침해 방지”와 관련하여 효율적인 법제도 수립방안에 대해 추가 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] http://imnews.imbc.com/replay/2017/nwtoday/article/4402951_21414.html
- [2] John S. Foster, Jr., et al., “Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack, Volume 1: Executive Report”, 2004.
- [3] George H. Baker, “Risk-Based Critical Infrastructure Priorities for EMP and Solar Storms,” Available at: http://works.bepress.com/george_h_baker/35, Oct. 2011.
- [4] C. Manto, “Initial Economic Assessment of Electromagnetic Pulse (EMP) Impact upon the Baltimore-Washington-Richmond Region,” Instant Access Networks, LLC. 2007.
- [5] John S. Foster, Jr., et al., “Report of the Commission to Assess the Threat to the United States from Electromagnetic Pulse (EMP) Attack, Critical National Infrastructures”, April 2008.
- [6] IEC 61000-2-9, Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 2-9: Environment - Description of HEMP environment - Radiated disturbance, 1996.
- [7] 이성규, “국내 전력계통 현황 및 전망,” 전기저널, sno. 454, pp. 42-47, 대한전기협회, Oct. 2014.
- [8] 산업통상자원부, “제8차 전력수급기본계획,” 2017. 12. 29.

— [저 자 소 개] —



정 언 춘 (Yeon-Choon Chung)
1984년 2월: 경북대학교 물리학과
(이학사)
1986년 2월: 경북대학교 물리학과
(이학석사)
1999년 8월: 충남대학교 전자공학과
(공학박사)
1985년 12월~2001년 5월: 한국표준
과학연구원 전자기환경그룹 그룹장
(책임연구원)
2000년 3월~2001년 2월: Univ. of
York, Visiting Academics
2001년 6월~2002년 2월: (주)익스펜
전자 중앙연구소장
2002년 2월~현재: 서경대학교 전자
공학과 교수
email : ycchung@skuniv.ac.kr