

A “Deliberate Approach” to Electromagnetic Pulses

EMP에 대한 신중한 접근

Electric Power Research Institute

EPRI 연구에 따르면 고고도 EMP(HEMP, High-altitude Electromagnetic Pulse)는 송전망에 심각한 장애를 일으킬 가능성은 있지만 중요한 변전 설비의 손상으로 인한 전 국토에 걸친 장기 정전을 일으키지는 않을 것으로 보인다. 또한 연구는 고고도 EMP에 의한 최악의 영향에 대비하여 전력망을 보호하기 위한 절차를 강조하고 있다. 발전소나 배전 시스템, 재생 에너지 시스템 등은 물론 천연가스, 수도, 통신과 같이 전력망 운영에 필요한 중요 인프라에 대한 고고도 EMP의 영향을 이해하기 위해서는 추가 연구와 조사가 필요하다.

이전의 연구개발에 덧붙여 연구개발 보고서는 송전망에 미치는 잠재적 영향과 비용효과적인 대책을 제공한다. (다만 보고서는 발전, 배전 및 소비 부하에 미치는 영향은 검토하지 않는다). EPRI는 미국 에너지부, 국방부 산하 Threat Reduction Agency, 로렌스 국립연구소, 리버모어 국립연구소, 로스알라모스 국립연구소 등과 협력하였다.

연구자들은 E1 펄스로 인해 디지털 보호계전기가 노출될 수 있는 전압 서지를 모델링하였다. 지표로부터 200 km 상공에서 발생한 폭발은 약 8백만 제곱미터 면적에 E1 펄스를 방출한다. 하지만 폭발의 영향은 폭발점에서 거리가 멀어지면서 감소하며 전자장비의 위치에 따라 변할 수 있다.

고고도 EMP 연구를 감독한 EPRI의 랜디 호튼(Randy Horton)에 따르면 EPRI는 전압과 전류 서지에 노출되는 설비를 평가할 목적으로 EMP의 전자계 필드를 모델링하고 전력망 모델과 통합하였다.

실험실에서는 디지털 보호계전기 등 전력 설비에 미치는 E1 펄스의 영향을 측정하였다. 한 실험에서 연구자들은 전력 설비를 바로 피폭하는 E1 펄스를 모사하여 언제 설비가 손상되거나 장애가 발생하는 지 기록하였다. 직접 인가 시험을 위한 두 번째 실험은 전력 설비에 연결된 케이블에서 인가되는 전압 및 전류 서지를 시뮬레이션하여 손상이나 장애를 일으키는 E1 펄스의 수준을 기록하였다.

모델링을 통해 어떤 전력 설비가 EMP에 노출될 수 있는지 알 수 있는 반면 실험은 통해 전력 설비가 견딜 수 있는 노출 정도를 알 수 있다. 두 종류의 결과를 평가하여 전력 설비가 손상되거나 장애가 발생하는지 결정할 수 있었다.

연구개발 결과에 따르면 E1 펄스는 연결되어 있는 전력망 전체의 디지털 보호계전기에 손상을 입힐 수도 있다. 손상 정도나 범위는 전력 설비의 위치와 고고도 EMP에서 방출되는 전기장의 세기에 따라 달라진다. 어떤 전력 설비는 완전히 망가질 수도 있는 반면, 다른 설비는 장애만 겪거나

이 기사는 Electric Power Research Institute와의 협약에 의해 한국어로 번역되어 게재되었습니다. Electric Power Research Institute와 한국전력공사는 원문 및 한국어판의 저작권을 보유하고 있습니다. 원문은 Electric Power Research Institute 홈페이지 <https://epri.com>에서 보실 수 있습니다.

Copyright © 2019 Electric Power Research Institute, Inc.

The Electric Power Research Institute, Inc. (“EPRI”) assumes no liability with respect to the translation or use of, or for damages resulting from the translation or use of the information contained herein. Further, EPRI makes no warranty or representations, expressed or implied, with respect to the accuracy or completeness of the translation or the usefulness of the information contained herein.

영향이 없을 수도 있다. E1 펄스로 인해 디지털 계전기나 다른 제어 장비에 발생하는 손상은 전력망 복구는 물론 장기적으로 전력망 운영을 어렵게 만들 수도 있다. E1 펄스는 즉각적이고 전체 전력망에 걸친 정전 사태를 일으킬 가능성은 낮지만 손상된 디지털 계전기가 어떤 식으로 전력망의 안정성에 영향을 끼치는 지는 더 많은 연구가 필요하다.

E2는 송전망에 손상을 일으키지 않을 것으로 평가된다. E3에 의한 영향은 여러 곳에서 지역적인 정전을 일으킬 수 있지만 광범위한 변압기 손상은 일어나지 않을 것으로 평가된다.

이 밖에도

- 중간 정도의 E1 펄스로 인해 송전선 단말에 연결된 디지털 보호계전기의 5% 정도가 장애를 겪거나 손상을 입을 수 있다. 반면 훨씬 심한 E1 펄스의 경우 약 15% 정도에 장애를 일으키거나 손상을 일으킨다.
- E1 펄스와 관련된 손상을 줄이기 위한 실현 가능한 방안으로 적절하게 접지된 피복 케이블, 저압 서지보호 설비와 필터, 접지와 체결부 개선, 디지털 보호계전기와 통신 설비의 예비품 비축 등이 있다.
- E3 관련 피해를 줄이기 위한 실현 가능한 방안은 지자기 장애 대책과 유사하여 예비 변압기 비축, 지자기 유도 전류의 차단 및 감소 등이 있다.

전반적으로 EPRI는 고고도 EMP가 송전망에 끼칠 수 있는 영향은 실제적인 걱정 거리로, 연구개발 보고서에 제시된 여러 방법으로 완화될 수 있음을 찾아냈다. 이런 연구개발 결과는 고고도 EMP가 수 년을 갈 수도 있는 전국적 규모의 정전을 일으킬 수 있다는 일반적인 믿음과는 반대된다.

2016년 EPRI는 고고도 EMP 공격이 장기에 걸친 정전을 야기할 수 있는지에 대한 연구에 착수하였다. 연구 목표는 전력 회사, 규제 당국, 정책 입안자에게 고고도 EMP의 잠재적 영향을 평가하고 대응방안을 결정할 수 있도록 기술적 기반을 제공하는 것이다.

일부 이해관계자들은 전력 회사도 미군이 고고도 EMP 공격으로부터 중요 군 시설의 전자 장비를 보호하기 위해

사용하는 방법을 적용해야 한다고 주장해 왔다. 하지만 이 방법은 변전소에 사용할 수 있도록 설계되지 않은데다 매우 비싸기까지 하다. 규제 당국과 정책 입안자가 전력 회사로 하여금 미군 기준을 따르도록 만들기에 앞서 전력 회사는 잠재적 영향과 대책에 대한 이해를 넓히고자 하고 있다.

2017년 2월 EPRI는 송전망 내 대형 변압기에 미치는 E3의 영향을 철저히 검토 있게 분석한 보고서를 처음으로 일반에 공개했다. 보고서는 E3 펄스가 수 천개 중 몇 십개의 변압기에 상당한 전류를 유도할 수 있지만 E3로부터 장기간의 광역 정전이 발생한 가능성은 낮다고 결론지었다. 2017년 12월 연구는 송전망에서 전압 안정성에 미치는 E3의 영향을 평가하였다. 두 연구 모두 이후 로스알라모스 국립연구소의 새로운 데이터를 이용하여 개정되었다.

EPRI가 지속적으로 수행 중인 고고도 EMP 연구는 영향 최소화를 위한 대책 확보에 투자 중인 전력 회사와 변전소 및 기타 송전 설비를 강건하게 만들기 위한 정책과 규정을 만드는 규제 당국 등 이해관계자에게 정보를 제공하는 목적이다.

EPRI는 미국 내 십 여 개 변전소에서 견고한 대책을 설계하고 구현하는 실증 프로젝트를 시작하였다.

랜드 호튼에 따르면 EPRI는 신중한 접근법을 취하고 있다. 향후 변전소 현장 시험을 통해 비용에 대한 이해도를 높이고, 의도하지 않은 결과를 찾아내는 한편, 기술적 해결책을 제공하고, 장기적 자산 관리를 가능하게 할 수 있을 것이다.

또한 연구개발 결과를 가스, 상수도, 통신과 같은 다른 중요한 인프라 분야와 공유함으로써 발생하는 더 많은 편익에도 주목하고 있다. 지금까지 고고도 EMP 영향을 오직 송전망 측면에서 봐왔기에, 당연히 EPRI가 고고도 EMP 문제를 모두 해결한 것은 아니다. 고고도 EMP는 송전망에만 영향을 끼치는 것 아니다. 고고도 EMP는 모든 것에 영향을 주기에 우리는 그런 것들에 미리 준비해야 한다. EPRI는 발전 설비나 에너지 시스템 전반에 걸쳐 다른 전력 설비들에 미치는 영향을 조사할 예정이다. [EPRI](#)