

# 대규모 광역정전에 관한 현행 제도의 문제점과 개선방안

## The Problems and Improvement in Current System of Total Blackout

이원웅\* · 윤홍식\*\*

Lee, Won-Eung · Yun, Hong-Sik

### 요 약

대규모 광역정전은 현대사회에서 발생할 수 있는 가장 심각하고 광범위한 피해를 입힐 수 있는 재난 중에 하나이다. 모든 시스템이 전력으로 구동되며, 전산화되어 있는 현대 사회에서 광역정전이 발생한다면 큰 사회적 혼란이 발생할 것이다. 선행연구에 따르면, 광역정전이 발생 하였을 때, 자체 방재력에도 불구하고 10시간 정도가 지나면 대부분의 국가기반시설이 제 기능을 못하는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고, 아직까지 우리나라에서는 대규모 광역정전에 대한 제도적 연구가 미흡한 실정이다. 본 연구의 목적은 대규모 광역정전과 관련한 현 제도의 문제점을 파악하고 이를 개선하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 현행법과 정전매뉴얼 등을 조사하였다. 그 결과 국가기반시설 상호연계성에 따른 COOP의 적용 및 포괄적 위기관리 프레임워크 도입, 시계열적 매뉴얼 제작이 필요하다는 결과가 도출됐다. 이러한 본 연구의 결과는 대규모 광역정전뿐만 아니라 미래재난 전반에 걸친 적용이 가능할 것으로 사료된다.

### 1. 서 론

오늘날 우리는 정보통신, 교통수송, 금융, 보건의료 등 사회 전반에 걸쳐 전력을 사용하고 있다. 이런 상황에서 화력, 수력, 원자력 등 모든 발전기의 운전이 중단되는 대규모 광역정전(이하 블랙아웃)이 발생한다면, 발전기 자체의 안전성문제뿐만 정보통신의 마비, 교통운송시설 및 통제시설의 마비, 식용수 공급 부족, 응급의료서비스 및 혈액관리 시스템 마비 등 국민의 생명과 재산의 심각한 위협을 초래할 것이다.

블랙아웃은 홍수나 산사태와 같은 전통적 재난에 비해 아직 낯선 개념이지만, 사실 언제든지 발생할 가능성이 높은 실제적 재난이다. 이미 2013년 내셔널지오그래픽에서 10대 핫토픽으로 꼽을 만큼 전산화된 현대 사회에 발생할 수 있는 가장 두려운 재난 중 하나로 손 꼽힌다. 실 예로 2003년에 미국 동북부 및 캐나다 일부지역에서 블랙아웃이 일어나 3일 동안 정전이 일어났으며, 그 결과 6천180만kW의 전력 공급이 중단되었고 이로 인해 5천500만명이 피해를 입었으며, 6조8천억원의 경제적 손실이 발생하였다.

\* 학생회원 · 성균관대학교 방재안전공학과 석사과정 skinid777@skku.edu

\*\* 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 교수 yoonhs@skku.edu

우리나라는 집중호우, 여름철 전력 사용량 급증, 북한의 사이버 테러 등 블랙아웃을 일으킬 수 있는 다양한 원인들이 존재한다. 블랙아웃이 발생하면 1차 피해뿐만 아니라 추가적인 2차, 3차 피해 등 그 피해의 파급력과 연쇄성으로 인해 국가기반시설의 마비, 대형인명피해 야기 등 국가적 재난상황으로 확대될 수 있으므로 철저한 사전 예방 및 대응 등 특별안전 관리가 필요하나, 불행히도 아직까지 재난관리의 측면에서 블랙아웃에 대한 연구가 부족한 실정이다. 기존 블랙아웃에 대한 연구는 전력시스템 및 제어시스템에 대한 분석, 운용예비력, 주파수 제어, 전력시스템 컴퓨터 제어 모형 등 전자전기 측면에서의 연구가 진행되었으며, 재난사고 시나리오, 국가재난안전관리체계 등 행정적, 사회학적, 안전 공학적 관점에서의 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 대규모 광역정전에 따른 재난영향 분석, 현행 재난관리 체계에 대한 조사 등을 통해 문제점을 조명하고, 이를 통해 블랙아웃에 대비한 제도개선과 정책방향을 제안하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1. 대규모 광역정전에 따른 재난영향 분석

우리나라는 주요 공공 서비스 및 사회 기간시설 대부분을 전력 시스템을 통해 운영되고 있으므로, 블랙아웃이 발생한다면 사회 전체가 큰 혼란에 빠지게 될 것이다.

전력 시스템의 경우 철도와 지하철을 제외한 대부분의 국가기반시설이 비상발전기 및 UPS(Uninterruptible Power Supply) 등 자체 방재역량을 갖추고 있으나, 이러한 자체 방재력과 상관없이 상황발생 10시간 후면 대부분의 국가기반시설이 큰 타격을 입는 것으로 나타났다.

실제 블랙아웃이 발생하면 연쇄적 도미노 효과로 인해 자체방재력 보다 이른 시간에 그 기능이 상실된다. 블랙아웃이 일어나 전력 공급이 중단되면 철도와 지하철의 즉각적인 기능 마비가 발생하며 이는 철도와 지하철의 상호대체시설인 도로 기능의 과부하로 연결되어, 사회 전반의 교통시스템 마비가 일어날 것이다. 전기 공급이 1시간 가량 중단 되면 정수장 기능이 정지되어 식용수 공급의 중단이 일어날 것이다. 전기 공급이 3시간 정도 중단되면 혈액원의 혈액저장고의 비상전력이 중단되면서 혈액수급에 문제가 발생하며, 이미 마비된 교통상황으로 인해 각 병원 등에 혈액 공급에 문제가 발생할 것이다. 이 때, 정전으로 인해 각종 응급환자가 급증할 것이므로, 혈액 공급은 상당히 중요한 문제라고 할 수 있다. 전기 공급이 중단된 지 10시간이 지나면 통신망에 문제가 발생하게 되고, 인터넷 사용에 차질이 발생할 것이다. 통신망이 마비되면 전력에 대한 자체 방재력이 높은 정부청사, 금융 및 군사시설 등도 정상적인 기능이 불가능하게 될 것이다. 또한 블랙아웃이 발생 시 동시다발적인 사이버테러 및 물리적 테러, 자연재해 등 추가적 재난에 취약할 것이다.

결과적으로 블랙아웃이 발생하고 10시간 정도가 지나면 대부분의 국가기반시설은 제 기능을 하지 못하며, 주식시장 거래 중단, 교통 물류 시스템 중단, 주요 사이트 마비 등에 의해 금융시장 파괴, 물류 산업 붕괴, 행정망 마비, 의료 시스템 중단 등 극심한 사회불안을 야기 할 것이다.

Type	Sub-Type	Self-Resilience		
		Time	Facility	Representative Organ
Energy	Electric Power	-	-	-
	Gas	24	Emergency Generator	Korea Gas Corporation
	Oil	48	Emergency Generator	Hyundai Oilbank
Info-Communications	Communications Network	10	Emergency Generator & UPS	LGU+
	Computer Network	48	Emergency Generator	Korea Post Information Center
Water Supply	Dam	1	Emergency Generator	K-Water
	Purification Plant	1	Emergency Generator	K-Water
Traffic	Railroad	-	Supply of Parallel Electric	
	Subway	-	Supply of Parallel Electric	
	Road	6	Emergency Generator	Traffic Information Center
	Aviation	7	Emergency Generator	Aviation Control Center
	Port	72	Emergency Generator	Incheon Port
Finance	Finance	48	Emergency Generator	Bank of Korea
Health and Medical Service	Medical Service	4	Emergency Generator	Ministry of Health & Welfare
	Blood	3	Emergency Generator	Korea Red Cross Blood Management Head Office
Nuclear	Nuclear	48	Emergency Generator	Korea Radioactive Waste Agency
Environment	Landfill	8	Emergency Generator	Sudokwon Landfill Site Management Corp.
Government Office	Government Office	120	Emergency Generator	Government Complex-Seoul

표 1 국가기반시설의 자체 방재력

2.2. 현행 제도상의 문제점

블랙아웃이 발생하면 직접적인 관련성이 있는 발전소 뿐만 아니라, 전력 단절로 인한 연쇄 피해로 교통, 금융, 원자력, 식용수 등의 국가기반시설 전역의 기능 상실이 발생하게 될 것이다. 따라서 블랙아웃이 발생한다면 개별시설의 방재법 및 제도뿐만 아니라 국가기반시설 간의 연계 및 협력체계가 중요할 것이다.

현행법상 「재난 및 안전관리기본법」 제 26조의 ‘다른 기반시설이나 체계 등에 미치는 연쇄효과’, ‘둘 이상의 중앙행정기관의 공동대응 필요성’, ‘국가 안전 보장과 경제·사회에 미치는 피해규모 및 범위’, ‘재난의 발생 가능성 또는 그 복구의 용이성’ 등에 의거 국가기반시설로서 지정·관리되고 있다. 또한 이와 유사한 국가보안목표시설, 국가중요시설, 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의한 시설, 특정관리대상시설 등 다양한 법에 의해 주요 시설들이 관리되고 있다.

독일의 연방국민보호재난지원청이 2010년 발표한 자료에 따르면 2005년 1월부터 2009년 6월 까지 유럽의 국가기반시설 사고사례를 조사한 결과 총 2,103회의 사고 중 29.5%인 621회가 시설 간 연계성으로 인하여 발생된 것으로 조사되었다. 유럽의 사례에서 볼 수 있듯이 국가기반시설의 경우 시설자체의 문제로 인한 사고뿐만 아니라 도미노 현상에 의한 2차, 3차 피해에 대한 대응책 마련도 필요하며, 모든 시스템의 구동력이 되는 전력시스템 역시 이에 속한다.

그러나 최동식 등(2014)이 발표한 자료에 따르면 국가기반시설 안전 관련 법·제도 조사 결과에서 1,542개 중 41개 조항, 2.7%만이 연계성과 관련이 있는 항목이었다. 41개 규정마저도 대부분 지역 지자체, 지역소방기관 및 경찰기관, 지역 군부대 시설단위 또는 소관분야와의 연계를 규정한 것으로 타 분야 유관 시설과의 연계성과 관련된 규정은 미흡한 실정이다. 블랙아웃은 지역단위 소관분야로는 해결 할 수 없는 범국가적 재난이므로, 국가기반시설간의 연계성이 부족한 현행 체계로는 블랙아웃에 시기적절한 대응이 불가능하다.

또한 2004년 발표한 제1차 국가안전관리기본계획(2006~2010년)부터 국민안전처에서 발표한 제3차

국가안전관리기본계획(2015~2019년)까지 모든 국가안전관리기본계획에는 항상 각 국가기반시설들은 정전에 대한 예방 및 대응 매뉴얼을 갖추고 있어야 한다고 명시하고 있다. 그러나 여기서 말하는 정전 매뉴얼은 지엽적, 단일시설에 대한 정전 매뉴얼로 범국가적 정전상황인 블랙아웃 상황을 고려하고 있지 않다. 실 예로, 2014년 발표한 보건복지부의 의료기관 정전대비 표준매뉴얼의 정전 시나리오를 보면 UPS가동 및 타 의료기관으로 환자 후송이 최악의 시나리오로 가정되어있다. 그러나 앞서 살펴보았듯이 블랙아웃 시 의료기관의 비상전력가동체계는 4시간이 최대이며, 환자 후송 또한 전력 시스템 마비로 인한 도로 혼잡으로 불가능 할 것이다. 즉, 보건복지부의 정전 대비 매뉴얼은 단독 기관의 정전 사태에 대한 매뉴얼로 블랙아웃 상황을 고려하지 않고 있는 것이다.

### 3. 개선방안

현재 국가기반시설 보호계획은 시설단위 중심으로 운영되고 있으며 이에 따라 지역적·지방적 보호계획을 실행하고 있다. 그러나 앞서 살펴본 바와 같이 블랙아웃은 국가기반시설간의 범국가적 상호 연계 보호계획이 필요하다. 이를 위해 각 국가기반시설은 주요 기관과의 상호연계 정도를 파악하고 이에 적합한 보호계획을 실시하여야한다. 또한 국가기반시설의 전력 중단에 따른 업무 마비는 국가경제와 국민의 안전, 국토방위에 막대한 피해를 끼치므로, 블랙아웃과 같은 극단적인 상황에서도 그 업무기능은 계속 유지하도록 미리 계획을 수립, 훈련을 실시하여야한다. 즉, 각 국가기반시설은 각 기관별 상호연계성을 고려한 기능연속성계획(Continuity of Operation, 이하 COOP)을 도입·실시하여야한다. 기능연속성이란 자연재해를 비롯하여 인위적인 사고 및 테러와 같은 공격 등 모든 위협과 관련된 광범위한 위기 시 임무핵심기능 및 주요임무핵심기능을 지속할 수 있도록 연속성을 확보하기 위한 계획을 수립하고 운영하는 일련의 체계를 의미한다. 실제 미국에서는 「대통령 훈령」 제67조에 모든 위협(All Hazard)에 대한 정부의 연속성 개념을 확립하고 있으며, 이 때 모든 위협이란 블랙아웃뿐만 아니라 공공기관의 업무중단을 야기할 수 있는 모든 위기 상황을 의미한다.

또한 국가의 핵심자산 및 자원(Critical Infrastructure and Key Resource, 이하 CIKR)을 보호하기 위해 관련 정부부처 및 국가기반시설 뿐만 아니라 보호·복구·조정 및 협조 활동을 수행하고 조언 할 수 있는 민간기업, 연구와 교육 활동을 전문으로 할 수 있는 학술 및 연구센터 등 국가기반시설과 관련한 모든 기관들을 포함한 포괄적위기관리프레임워크가 필요하다. 현재 국가보안목표시설, 국가중요시설, 특정관리대상시설 등 다양한 법과 여러 주관기관에 의해 중구난방으로 관리되고 있는 국가기반 시설을 미국의 국토안보부와 같은 단일 부처에서 총괄하여, 각종 위험상황에 대한 국가의 대응 및 복구력을 강화하여야 한다.

상호연계성을 고려한 COOP과 CIKR을 적용하기 위해 먼저 기능연속성에 대한 범위의 확정이 필요하다. 기능연속성을 광범위하게 잡으면 상호연계기관이 늘어나고, CIKR도 확장되어 실제 블랙아웃이 발생했을 때 빠른 시간 내에 대응이 불가능 할 것이다.

기능연속성을 정확히 파악하기 위해, 핵심업무를 선정하고 이러한 핵심업무에 영향을 미칠 수 있는 모든 리스크를 선정하여야한다. 이 때, 리스크 선정은 단일기관에 한정된 내부변수 뿐만 아니라 외부변수, 즉 연계기관(외부기관)의 리스크까지 파악하여 선정하여야한다. 이러한 리스크분석 측면 뿐만 인간공학 측면에서 국가기반시설 담당자를 대상으로 한 Fault tree기법 및 Even tree기법을 통한 설문, Human Error Assessment and Reduction, Human Error HAZOP, SHERPA 등의 방법을 결합하여 상호연계성 분석을 실시하고 이를 AHP분석을 실시한다면 기관 간 COOP 및 포괄적 위기관리 프레임워크의 범위를 정의 할 수 있을 것이다.

현재 국가기반시설은 각 기관마다 정전 대비 매뉴얼을 갖고 있으나, 이는 단일 기관별 정전 대비 매뉴얼로서, 다른 국가기반시설이 같이 정전되는 블랙아웃 상황을 고려하고 있지 않다. 즉, 현재 보유한 단일 기관 매뉴얼로는 블랙아웃 시 신속하고 적절한 대응이 불가능하다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 블랙아웃 시국민의 생명과 재산, 국토방위에 막대한 영향을 끼치는 국가기반시설

및 이와 관련된 민간 기구들을 포함하는 복합적 매뉴얼이 필요하다.

대규모 광역정전은 사회 전반에 걸쳐 복합적이고 연쇄적인 피해를 입히지만, 그 피해는 앞서 본 시나리오대로 순차적으로 발생한다. 이에 따라, 블랙아웃 매뉴얼을 시간별 시나리오를 토대로 구체적으로 정의한다면 2차적, 3차적인 연쇄 피해를 효과적으로 막을 수 있을 것이다.

#### 4. 결론 및 고찰

최근 경주 지진으로 인한 원전에 대한 걱정과 함께 블랙아웃에 대한 공포가 다시금 우리 사회에 엄습하였다. 오늘날 우리는 정보통신, 교통수송, 보건의료 등 모든 분야에 걸쳐 전력을 사용하고 있다. 그렇기 때문에 블랙아웃은 국가기반시설의 마비, 대형인명피해 야기 등 국가적 재난상황으로 확대될 수 있으므로 철저한 사전 예방 측면의 특별안전 관리가 필요하나 아직까지 우리나라에서는 블랙아웃에 제도 및 정책에 관한 연구가 부족한 실정이다.

본 연구에서는 블랙아웃의 정의 및 발생원인, 블랙아웃 발생 시 재난영향 분석을 통해 블랙아웃의 연쇄적 피해 시나리오를 살펴봤으며 이를 토대로 블랙아웃 관련 현행 문제점을 진단하였다. 현행 문제점으로는 국가기반시설의 상호관계를 고려하지 않은 법·제도 체계, 블랙아웃 시 매뉴얼의 부재, 블랙아웃 시 국민행동요령의 부재가 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 국가기반시설 상호연계성에 따른 COOP 적용 및 통합관리체계 마련, 복합적·시계열적 매뉴얼 제작, 실질적인 국민행동요령 제작을 제안하였다.

이 때, 상호연계성에 따른 COOP 적용 및 통합관리체계 마련, 복합적 매뉴얼 제작은 블랙아웃뿐만 아니라 기후변화, 신기술, 고령화 등 앞으로 사회 전반에 큰 혼란과 위기를 일으킬 미래재난에 대비하기 위해 심도 깊게 고려해 볼 필요가 있다.

#### 감사의 글

This work is financially supported by Minister of Public Safety and Security as 「BK21 Plus Creative Technology of Crisis, Disaster and Risk Management」

#### 참고문헌

- 오재호,허모량,우수민 (2013), “20세기 이후 발생한 재난 특성 분석을 통한 미래 변동 추이 전망”, 한국위기관리논집, 9권, 1호, pp47-74
- C. D. Sik, K. H. Yoon and J. D. Shin (2014), “A Study on Law Analysis for Efficient Critical Infrastructure Protection”, J. Korean Soc. Hazard Miting, Vol.14, NO.1, pp.223-245
- J. Y. Hur, J. H. Lee (2014), “미래재난 대응을 위한 재난관리체계 구축방안연구-재난관리 전문가 조사를 중심으로-”, 한국위기관리논집, 10권, 10호, pp173-195
- 권정환,윤홍식,정운철,조민경 (2016) “공공기관 기능연속성 도입을 위한 지침 개발”, J. Korean Soc. Hazard Miting, Vol.16, NO.4, pp.71-79
- 정명진, 이명구 (2015) “국가기반시설 안전관리 기능강화 방안”, J. Korean Saf. Manag. Sci, Vol.17, NO.4, pp.35-45
- J. D. Shin, K. H. Yoon, C. D. Sik and H. J. Kim (2014), “국가기반시설의 상호의존도 매트릭스 및 방재력을 고려한 광역정전에 대한 재난영향 분석”, J. Korean Soc. Hazard Miting, Vol.14, NO.14, pp.189-198, 2014.
- 류지협, 임익현, 황의진 (2009), “국가기반체계의 통합적 관리 연구”, 한국재난관리표준학회 논문집, 2권, 3호, pp.67-72

---

C.D.Sik, K.H.Yoon and J.D.Shin (2014), “효율적인 국가기반체계 보호를 위한 법·제도 분석 연구”, J. Korean Soc. Hazard Miting, Vol.14, NO.1, pp.233-245  
국립재난안전연구원 (2013) , “국가기반시설 상호의존도 및 재난영향분석”, 안전행정부, 2013.