

이동형 ESS 차량 화재대응 매뉴얼 필요성에 대한 고찰

유영천*, 한형주*

*한국전기산업연구원

e-mail:bass7342@erik.re.kr

Consideration on the need for a mobile ESS vehicle fire response manual

Young-Cheon Yu*, Hyeong-Ju Han*

*Electrical Industry Research Institute of Korea

요약

최근 전기자동차(EV)의 사용 후 배터리를 재사용한 폐배터리 시장이 급성장하고 있다. ESS설비와 차량이 결합된 이동형 에너지저장장치(Mobile ESS)가 등장 하였으나, 수년전부터 지속적으로 발생하고 있는 EV와 ESS용 이차전지의 화재는 이동형 ESS 시장에 부정적인 영향을 미치고 있다. 2017년 8월부터 발생한 국내 ESS 화재는 2023년 10월 까지 약 49건으로 보고되고 있으며, 이와 동일한 리튬이온 배터리를 사용하는 이동형 ESS 화재 대응매뉴얼의 필요성이 대두 되고 있다. IFC2021, NFPA855등의 안전기준 에서는 이동형 ESS를 충전 및 보관 하는 장소는 고정형 ESS와 같은 요구 사항을 따르도록 되어있다. 또한, 이동형 ESS 운영 시 지붕이 있는 주차장, 건물 돌출부 아래 이동형 ESS 차량 배치 금지, 차량을 1시간 이상 주차 시 건축물과 이격 등의 제한 사항을 명시하고 있다. 이동형 ESS 차량 화재대응 매뉴얼은 충전, 방전, 보관, 운송, 운영 등에 대한안전 규정 등을 동시에 만족해야 하며, 화재 대응을 위해서 이동형 ESS 차량의 운영을 위한 설치규정, 데이터 수집관리, 비상시 조치 요령, 열폭주 발생 시 열 방출과 소화방법 등에 대한 내용을 포함 하여야 한다. 이와 같은 내용을 토대로 본 논문에서는 이동형 ESS 차량 운영원칙, 안전관리, 화재대응, 인력 교육 및 훈련, 기타 안전 관련 사항 등이 포함된 상세한 안전관리 매뉴얼 구성항목을 제시하였다.

1. 서론

2. 본론

최근 글로벌 폐배터리 시장이 급격하게 성장하고 있다. 전기자동차(EV) 사용 후 배터리를 재사용한 이동형 에너지저장장치(Mobile ESS)가 등장 하였으나, 수년전부터 지속적으로 발생하고 있는 EV와 ESS용 이차전지의 화재는 이동형 ESS 시장에 부정적인 영향을 주고 있다. 2017년 8월부터 발생한 국내 ESS 화재는 2023년 10월 까지 약 49건으로 보고되고 있으며, 이와 동일한 리튬이온 배터리를 사용하는 이동형 ESS 차량 화재대응 매뉴얼의 필요성이 대두되고 있다.

사고 위험성이 높은 ESS설비와 차량이 결합된 이동형 ESS 차량의 화재대응 매뉴얼의 필요성이 특히 요구되며, 매뉴얼에 포함되는 내용 또한 이동형 ESS 차량의 특성에 맞게 작성되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 이동형 ESS 차량에 특화된 화재대응 매뉴얼의 개발 필요성을 언급하고 국내외 안전규정을 분석하여 매뉴얼에 포함될 사항을 제시하고자 한다.

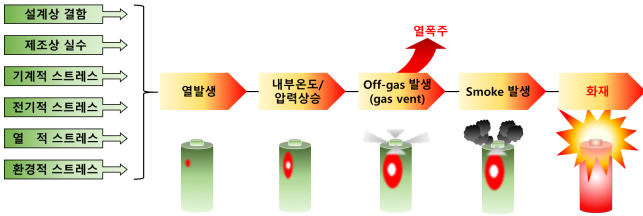
2.1 국내외 이동형 ESS 안전기준

이동형 ESS 차량은 모듈화된 배터리 설비와 차량을 일체화 하여 구분한다. 이동형 ESS 차량은 하나의 설비에 배치된 전기설비가 아닌 다양한 전기설비 플랫폼에 전원을 공급하는 전기저장장치이며, 전력계통과 연계하여 전력을 충·방전하는 설비이다. 관련 안전기준으로는 국내의 경우 배터리(TC21), 전력변환시스템(TC22) 등 설치형 ESS 구성 표준이 있으며, 이동형 ESS 안전기준으로는 전기용품안전기준(KC-62619)가 있다. 국외 기준으로는 IFC(International Fire Code)와 NFPA(National Fire Protection Association)가 있으며 국내 안전기준과 유사한 내용으로 이동형 ESS에 대한 충·방전, 배터리보관 및 배치에 대한 기준들이 명시되어 있다.[1][2]

2.2 ESS(리튬이온전지) 위험성

국내에서는 2017년 고장을 시작으로 '23년 10월까지 총 49건의 ESS 화재가 발생하였다. 사고가 발생한 ESS는 리튬이

온전지를 사용하고 있었으며, 리튬이온전지는 전기적 및 기계적으로 잠재된 위험요소를 가지고 있다. 잠재된 위험 요소는 시스템에 적용된 전지에 대한 환경(운영)적 스트레스 조건에 따라 발생되며, 상호 유기적인 관계를 통해 전지 내부에서 발생하는 열이 열폭주로 진행하여 화재가 발생한다.

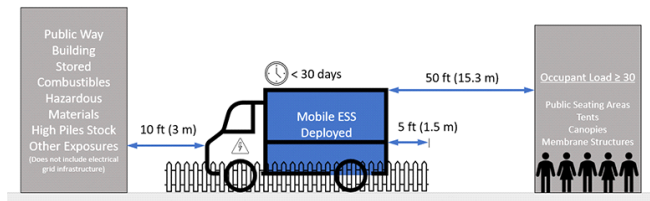


[그림 1] 리튬이온전지의 화재 발생 프로세스

2.3 이동형 ESS 차량 화재안전기준

IFC2021, NFPA855 안전기준에서는 이동형 ESS를 충전, 보관, 저장하는 장소는 고정형 ESS와 같은 요구사항을 따르도록 되어있다. 실내, 지붕이 있는 주차장, 옥상, 건물 돌출부 아래 등 이동형 ESS 배치 금지, 운송중의 경우 정부에서 관리하는 도로를 따라 이동, 이동형 ESS 차량을 1시간 이상 주차 하는 경우 사전승인을 받지 않았을 시 건물에서 이격하여 주차 등의 방안을 검토하고 있다.

위와 같이 이동형 ESS 차량은 ESS에 대한 안전기준과 운송, 운영에 대한 안전 규정 등을 동시에 만족해야 한다. 또한 설치와 운용은 이동 후 정지(배치)된 이동형 ESS의 운영을 위한 설치규정, 데이터 수집관리, 비상시 즉각 조치 요령, 열폭주 발생 시 열 방출과 소화방법 등에 대한 내용이 필요하다.



[그림 2] 이동형 ESS 차량 정차 안전기준 검토안

2.4 이동형 ESS 차량 화재대응 매뉴얼 개발방향

2.2절에서 서술된 바와 같이 이동형 ESS 차량은 사고발생 가능성이 높은 리튬이온전지를 싣고 이동하여 다양한 사고발생 가능성을 가지고 있다. 이동형 ESS 차량 운영 중 발생할 수 있는 사고 요인을 사전에 고려하여 이동형 ESS 차량 운영 도중에 적절한 안전조치를 취할 수 있도록 하여야 한다.

이를 위해서는 이동형 ESS 차량의 위험성을 사전에 확인하는 작업이 필요하다. 위험성을 평가하는 방법으로는 HAZOP(위험과 운전분석), JSA(작업 안전 분석), HEA(작업자 실수 분석), FTA(결함수 분석), ETA(사건수 분석), PHR(공정위험

분석) 등이 있으며, 국내에서는 산업안전보건공단의 위험성평가 지원시스템 KRAS를 주로 사용하고 있다.[3] 이동형 ESS 관련 안전기준, ESS 위험성평가, 이동형 ESS 차량 화재대응을 바탕으로 안전관리매뉴얼 항목을 <표 1>과 같이 제시한다.

[표 1] 이동형 ESS 차량 안전매뉴얼 구성 항목

이동형 ESS 운영원칙	- 사용 장소 및 기상 등의 외부 환경에 대한 운영 기준 - 2인1조 운영 및 현장 접지 등 안전운영 기준 - 충전, 방전, 보관 등 사용 기준
이동형 ESS 차량안전관리	- 정기적인 점검 및 유지보수 계획 수립 및 이행 - 사전 예방을 위한 정기적인 안전 점검 및 보고서 작성 및 관리체계 구축
이동형 ESS 차량 장소별 화재대응 방안	- 장소별 화재위험 분석 및 화재 예방 조치 수립 - 화재 발생 시 진압 및 대피 절차에 대한 교육 및 시뮬레이션 훈련
이동형 ESS 차량운영 단계별 화재대응 방안	- 운행 전 화재 위험 평가 및 대비 계획 수립 - 운행 중 화재 발생 시 신속한 대응을 위한 비상 연락망 및 대응 절차 마련
관련 인력 교육 및 훈련	- 운전자 및 유지보수 담당자를 대상으로 한 안전 교육 및 훈련 프로그램 운영
기타 안전관련 사항	- 화재 감지 및 진압 장비의 설치 및 유지보수 계획 수립 - 법령 및 규제 준수를 위한 주기적인 업데이트 및 시스템 개선 계획 수립

3. 결론

사고 위험성이 높은 리튬이온전지로 이루어진 ESS 설비와 차량이 결합한 이동형 ESS 차량은 화재대응 매뉴얼의 필요성이 특히 요구되며, 포함되는 내용들도 이동형 ESS 차량 특성에 맞게 작성되어야 한다.

IFC2021, NFPA855등 국내외 안전기준과 위험성분석, 이동형 ESS 화재대응 방법을 검토 후, 이동형 ESS 화재대응 매뉴얼의 구성 항목을 제안하였다. 본 논문에서는 이동형 ESS 화재대응 매뉴얼 개발을 위하여, 이동형 ESS 차량 운영원칙, 안전관리, 화재대응, 인력 교육 및 훈련, 기타 안전 관련 사항 등이 포함된 상세한 화재대응 매뉴얼의 구성 항목을 제안하였다.

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 재원으로 한국산업기술기 획평가원(KEIT)의 지원을 받아 수행한 연구(No.20018875)로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] IFC “International Fire Code”, 2021.
- [2] NFPA 855 “Standard for the installation of Stationary Energy Storage System”, 2023.