



에너지저장장치(ESS) 사고예방 매뉴얼

2023. 9

목 차

I. 개 요	1
1. 목 적	1
2. 적용범위	1
3. 용어의 정의	1
 II. 기본이론	 3
1. 개요	3
2. 용도	3
3. 구성요소	5
 III. 위험요인	 8
1. 발생 가능 위험성	8
2. 화재 특성	11
3. 고장원인(예시)	12
4. 화재사고(현황)	12

IV. 설치 시 검토사항 16

1. 사전 검토	16
2. 설치 형태 및 이격거리	17
3. 안전 설계	20
4. 피해 저감시설	25
5. 운전과 설비관리	30
6. 배터리 노후 관리	36
7. 안전점검	37
8. 추가 고려사항	41

[부록] 42

1. 사고사례	42
2. 점검 체크리스트	43
3. 취급 주의사항	49
4. 관련 전기설비기술기준	50
5. 전기저장시설의 화재안전기준(NFSC 607)	52



1. 목적

- 본 매뉴얼은 에너지저장장치로 인한 화재·폭발 사고를 예방하기 위하여 위험요인을 알아보고 해당 설비 및 인접설비의 피해 최소화과 작업장의 근로자 안전을 확보하기 위하여 필요한 사항을 제시하는 것을 목적으로 한다.

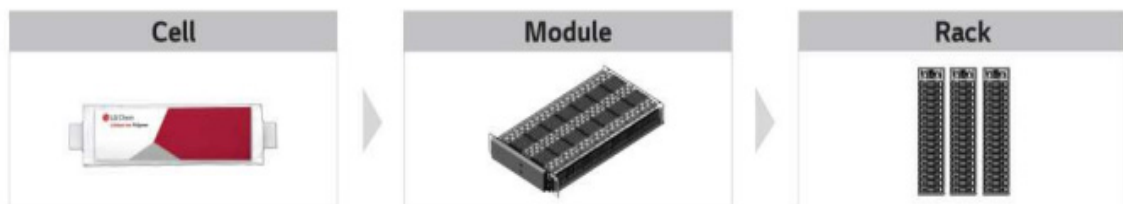
2. 적용범위

- 배터리(리튬이온)를 기반으로 하는 에너지저장장치(ESS)의 배터리, 배터리 관리시스템, 온도 조절장치 등 부속설비를 포함하며, 사업장 내에서 설비 운영, 일상점검 및 정비보수 작업을 실시할 때 적용한다.

3. 용어의 정의

- 이 매뉴얼에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.
 - 에너지저장장치(Energy Storage System, ESS) : 생산된 전기를 전력 계통에 저장했다가 전기가 가장 필요한 시기에 공급해 에너지 효율을 높이는 것으로 필요 시 전기 에너지를 저장 및 재사용할 수 있는 시스템
 - ※ ESS의 구성 : 에너지를 저장하는 배터리 팩, 배터리를 안전하게 운영하는 BMS, 전력을 변환해주는 PCS, PCS를 효율적으로 제어하는 EMS로 구성
 - 배터리관리시스템(Battery Management System, BMS) : 배터리 팩의 기본 기능이 안전하게 운전되도록 관리하고, 유사시 안전하게 조치가 되도록 확인하는 전체 관리 시스템
 - 전력변환시스템(Power Conversion System, PCS) : 전력을 전달받아 배터리에 저장하거나 전력 계통으로 송전하기 위해 전기의 특성(주파수, 전압, AC/DC)을 변환해주는 시스템

- 에너지관리시스템(EMS) : 에너지저장장치를 효율적, 경제적으로 운영할 수 있도록 배터리와 PCS를 제어하는 시스템
- 셀(Cell) : 전기를 저장하는 가장 작은 전기화학적 구성요소
- 모듈(Module) : 직렬 또는 병렬 연결된 셀의 조합을 말하며, BMS 내부의 셀을 제어
- 랙(Rack) : 다수 모듈들로 구성되어 전형적으로 인버터/충전기에 연결된 높은 DC 전압을 생산하기 위해 조합한 것으로 유사 시 랙을 차단하기 위한 전환 부품(회로 차단기, 절연체 및 접촉기)을 포함
- 열 폭주(Thermal Runaway) : 전기화학 셀이 제어되지 않은 속도로 자체 발열하여 온도가 상승하는 조건을 가지고 있으면서 셀의 발열이 자연 저감 되는 수준보다 더 높은 온도가 발생하면 잠재적으로 화재·폭발이 발생하는 현상
- HVAC(Heating, Ventilation and Air Conditioning)시스템 : 실내 공기의 순환을 관리하는 공조 시스템
- 그 밖의 이 매뉴얼에서 사용하는 용어의 정의는 매뉴얼에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고시에서 정하는 바에 따름



[그림 1] 리튬이온배터리의 셀, 모듈, 랙

II 기본이론

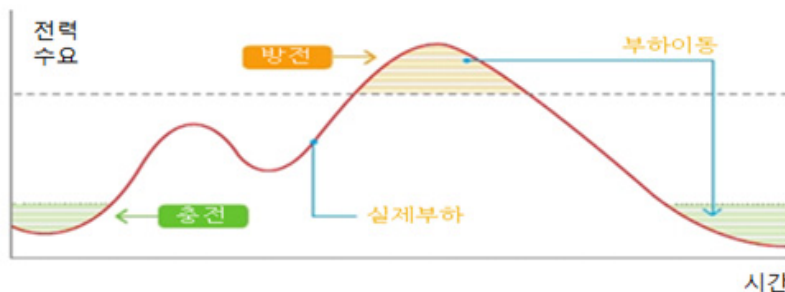


1. 개요

- ESS는 에너지를 저장하기 위한 시스템으로 전력을 생산하여 배터리 등의 저장장치에 저장했다가 필요 시 방전하여 전력 사용
 - 교류 발전기에서 생산된 전기를 직류로 변환하여 배터리(전지)에 저장하거나 태양광 발전설비 등 직류발전장치에서 생산된 전기를 바로 배터리에 저장하였다가 필요시에 전기를 보내는 장치
- 방전 후 재사용이 불가능한 1차전지와 달리 충전을 통해 재사용이 가능하며 높은 에너지 밀도와 긴 수명이 장점이나 온도 및 충격에 민감하여 화재의 위험이 있음

2. 용도

- **(피크저감)** 전력 수요가 적어 발전기 가동률이 낮은 시간대(새벽)에 발전기를 이용하여 전력을 생산하고 이 전력을 배터리에 저장하였다가 전력 수요가 높은 시점에 배터리를 방전하여 최대전력수요(피크)를 줄임
 - ESS의 방전으로 최대전력 수요를 줄여 전력요금을 줄이는 효과
 - 필요한 발전소 건설 용량의 감소로 건설 투자 비용 절감



[그림 2] 피크저감 기능

- (주파수 조정) 발전기가 갑작스럽게 정지하면 전력 공급력 부족으로 주파수가 급락하고 이때 ESS방전으로 주파수를 정상으로 회복



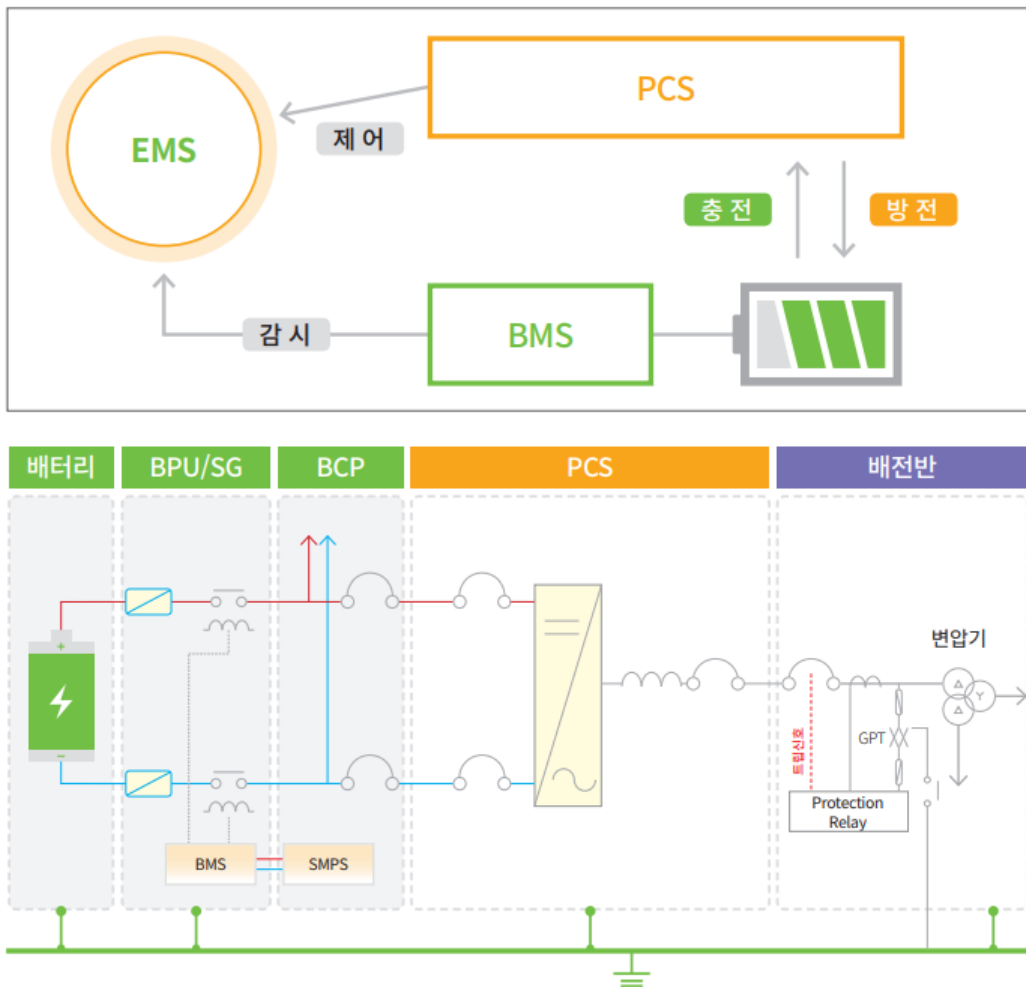
[그림 3] 주파수 조정기능

- (재생에너지 연계) 태양광 등 재생에너지를 ESS에 저장하고 배터리에 있는 에너지의 충전과 방전에 대한 제어

3. 구성요소

□ 시스템 체계

- 에너지 저장장치는 배터리, 배터리관리시스템(BMS), 전력제어장치(PCS), 에너지관리시스템 (EMS) 등으로 구성

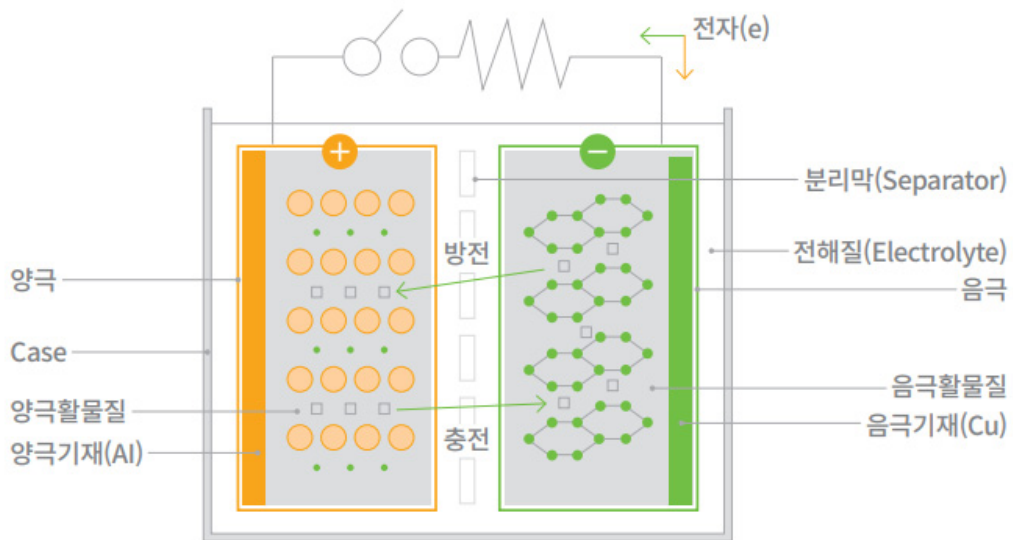


[그림 4] 전기저장장치 구성

□ 셀 구조

○ 이차전지는 일회용인 일차전지와 달리 충전을 통해 반복적으로 사용할 수 있는 전지로, 양극과 음극의 전압 차이를 통해 전기를 생성하고 저장

※ 이차전지의 기본 단위인 셀은 양극제, 음극제, 전해액 및 분리막으로 구성

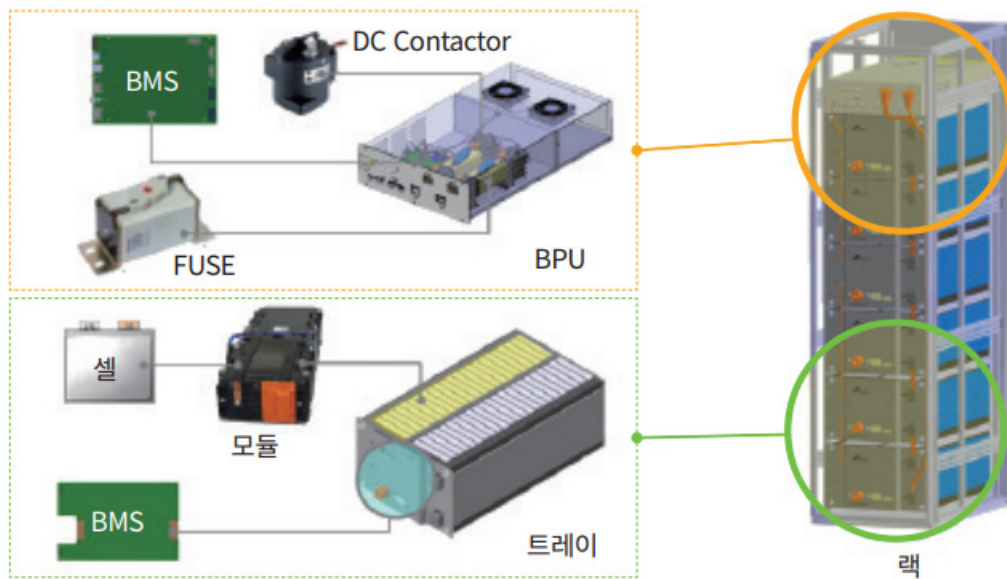


[그림 5] 리튬이온전지

구분	기능	구성
양극	리튬이온을 제공하며, 리튬산화물의 종류에 따라 배터리의 용량과 전압을 결정	리튬코발트 산화물, 리튬망간산화물, 리튬인산철 산화물을 많이 사용
음극	충전시 리튬이온을 받아들이고, 방전시 내보내는 역할	안정성과 가역성이 뛰어난 흑연을 주로 사용
전해액	전지내부의 양극과 음극 극판 사이에서 리튬이온이 이동할 수 있도록 매개체 역할	LiPF ₆ , LiBF ₄ , LiClO ₄ 등의 리튬염을 프로필렌 카보네이트, 에틸렌 카보네이트 등의 유기용매에 용해하여 사용
분리막	양극과 음극 사이에서 리튬이온을 전달하는 역할을 하며, 과전류가 흐를 때 기공을 막아 전지 회로를 차단하는 안전장치 기능도 수행	폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등 폴리올레핀계 다공막 들을 주로 사용

□ 랙 구성

- 외부 충격과 열, 진동 등으로부터 셀을 보호하기 위해 일정한 개수로 묶어 프레임에 넣어 모듈(Module)을 제조하고, 모듈에 BMS, 냉각시스템 등 각종 보호시스템을 장착하여 팩을 제작



[그림 6] 랙 구성요소



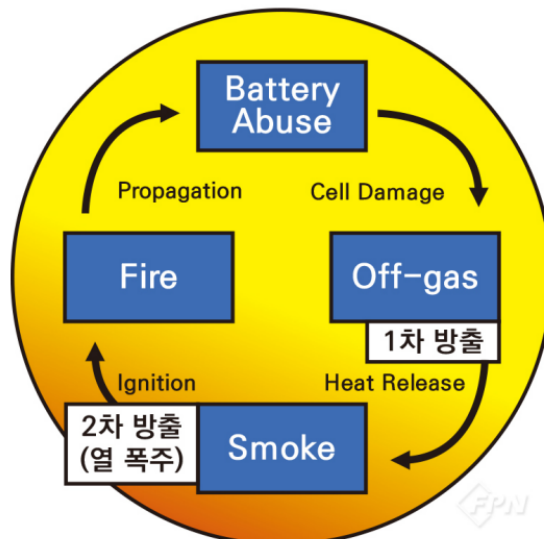
1. 발생 가능 위험성

□ 열폭주(Thermal Runaway)

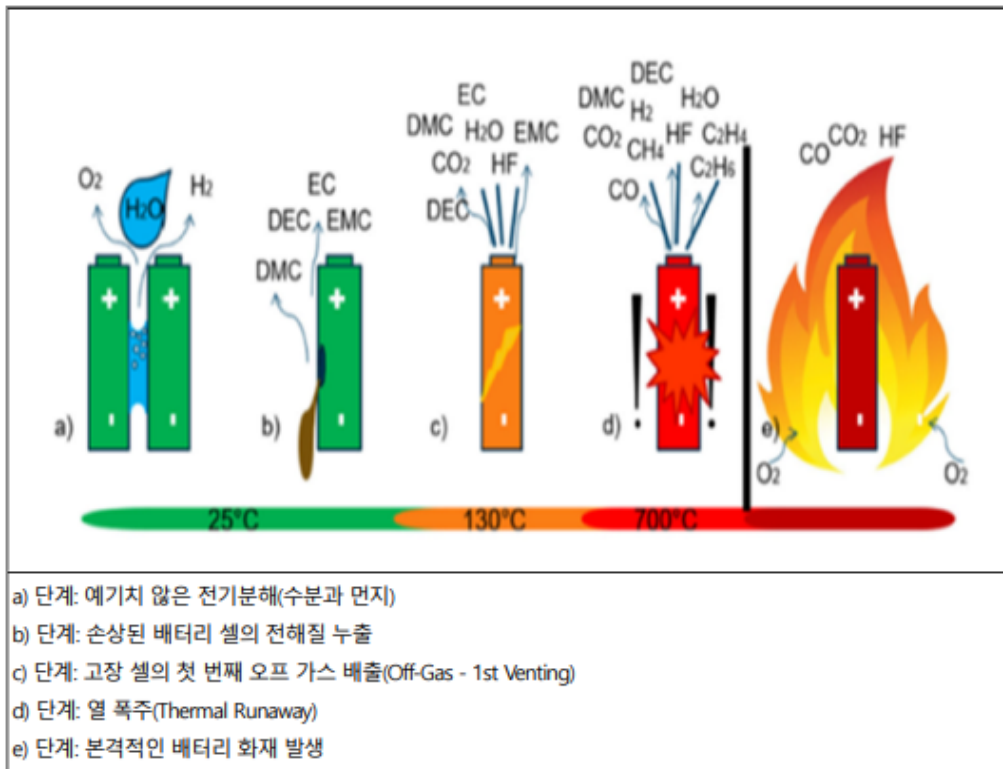
- 셀에서 내부 셀 결함, 기계적 결함(진동 또는 팽창 수축 사이클 등), 외부 열원, 과전압 충전, BMS 또는 셀 제어장치의 고장 등에 의한 내부 단락 등으로 인해 열폭주가 발생할 수 있음
- 열폭주는 잠재적으로 배터리 셀 화재와 전해액에서 폭발을 일으키는 고온의 인화성 가스를 형성할 수 있음
- 자동식 스프링클러 시스템이 인접 구조물, 장비, 건축물의 화재 확산을 방지하는 최선의 설비로 추천됨(전기저장시설의 화재안전기준, NFSC 607)
 - ※ 할로겐 화합물 소화설비는 ESS 화재의 열폭주를 제어하기에는 부족
- 열폭주 동안 셀은 셀 내부 또는 ESS가 위치한 실내에 인화성 가스를 배출함
 - ※ 일반적으로 ESS제조사들은 인화성 가스를 대기 벤트 시스템을 통해 외부로 배출하도록 설계. 단, 벤트의 막힘 현상 등으로 기체 배출시 장애가 될 수 있으므로 상시 관리가 필요
- 최초 열폭주에 의한 고온의 기체가 인접 셀에 영향을 주면서, 연속적으로 다른 셀에도 열폭주를 일으킬 수 있음. 따라서, 전기 회로 분리 등으로 신속하게 대응하지 못하면 열폭주의 단계적 확산은 전체 ESS에 심각한 손상을 줄 수 있음
- 일반 전기 시스템과 동일하게 전기 화재가 발생 가능하고, 국부적인 단락 등으로 인한 과열 현상으로 열폭주를 일으킬 수 있음
- 리튬 배터리와 달리 리튬 이온 배터리는 물과 반응하지 않음

□ 독성 또는 인화성 가스 배출

- ESS는 충·방전 및 사용 시 독성 또는 인화성 가스가 노출기준(TWA)이나 LEL 25%와 같은 허용농도 이상으로 방출해서는 안 됨
- 일산화탄소는 가장 오랜기간 동안 존재하는 주요 가스로 특히 초기 단계에서의 감지를 위해 고려해야 하는 중요 사항임
- 셀 등에서 허용농도 이상의 독성 또는 인화성 가스가 배출될 가능성이 있으면 제품 선정 단계에서 제조사 또는 제품을 변경
- 열폭주로 인한 화재 발생 시 셀의 전해액 등에서 독성(실험에 따르면 CO, NO₂, HCl, HF, HCN, 벤젠, 톨루엔 발생)이나 인화성 가스가 발생할 수 있으므로 이를 안전하게 배출할 수 있는 설비를 설치해야 함
- 사고 발생 후 재진입시에는 발생 가능한 독성가스의 존재유무를 확인해야 함



[그림 7] 리튬이온배터리 고장 4단계에서의 화재발생



[그림 8] 리튬이온배터리에서 발생할 수 있는 이벤트 특성

□ 재발화

- 재발화는 최초 열폭주 등의 화재가 진압된 뒤에도 일정 시간 경과 후 다시 불꽃을 내면서 연소가 시작되는 것임
- 배터리 팩은 화재 발생 후 초기 화염으로 인해 인접 모듈에서 전도열 또는 복사열로 열적 손상을 받아 다시 열폭주가 시작되어 발화될 수 있음

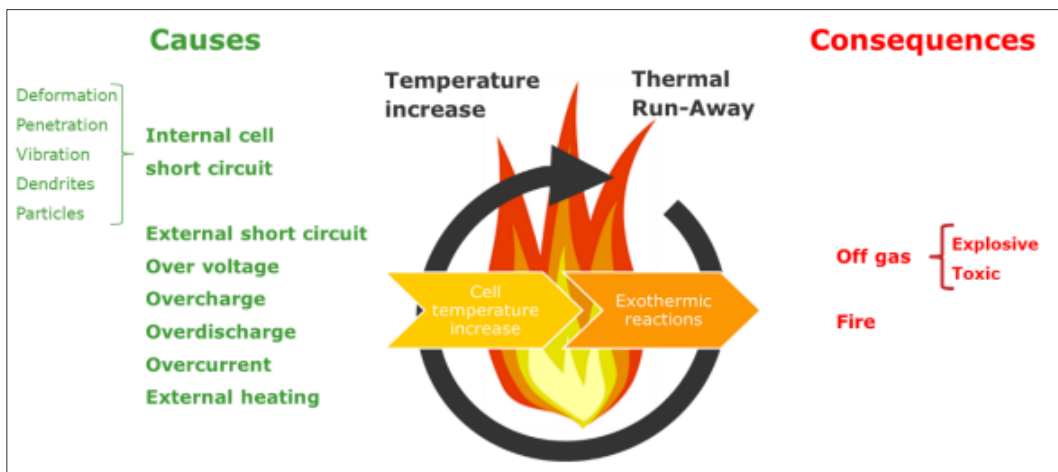
2. 화재특성

□ 열폭주(Thermal Runaway)와 재발화(Reignition)

○ (열폭주) 배터리 셀의 자기 발열로 인한 급격한 온도 상승

- 양극과 음극 사이의 분리막 붕괴로부터 시작
- 분리막의 손상에 따른 양극과 음극이 직접 접촉되면서 발화
- 기계적인 충격으로 인한 분리막의 천공, 과충전 및 과방전과 같은 전기적 요인, 제품 자체의 결함 등이 열폭주의 원인

※ 배터리와 무관한 외부 화재로 인한 착화도 가능



[그림 9] 열폭주 원인 및 결과

○ (재발화) 화재 후 화염이 진압된 뒤 재연소가 시작되는 현상

- 다량의 배터리 셀이 집합된 형태에서 화재가 발생한 경우 일단 초기 화염이 제거되었다가 최초 발화된 배터리와 인접한 다른 배터리 셀이 전도열 또는 복사열에 의해 열적 손상을 받아 자체적인 전기 에너지에 의해 열폭주가 시작되고 다시 발화하게 됨

3. 고장원인(예시)

- 단일 셀, 모듈, 랙, 유닛에서 열폭주 발생
- ESS 관리 시스템(BMS, PCS, EMS) 고장
- 강제환기 또는 배출 시스템 고장
- 연기 감지기, 화재 감지기, 소화 설비 또는 가스 감지기의 고장
- 연결 케이블 또는 전기 패널 내부 고온 현상에 의한 화재

◆ 리튬이온 배터리의 A, B, C급 화재특성

- A급화재(일반) : 분리막, 파우치 등의 플라스틱 재질의 연소
- B급화재(유류) : 인화성 액체인 전해액
- C급화재(전기) : 자체적으로 충전된 전기에너지

4. 화재사고(현황)

- '17.8월 전북 고창의 풍력발전 연계용 ESS 화재를 시작으로
'18.5월부터 집중적으로 발생하여 '21.12월까지 총 32건의 화재가 발생
※ (17년) 1건 → (18년) 16건 → (19년) 11건 → (20년) 2건 → (21년) 2건
- 용도별로는 태양광·풍력 연계용 25건, 수요관리용 5건, 주파수
조정용에서 2건이 발생
- 충전을 완료하고 방전대기 시간(만충 후 휴지 시간) 중 화재가 22건,
충·방전 중 7건, 설치·시공 중 3건이 발생

1) 2022년 1월 12일(수) Battery Room 에너지저장장치(ESS)에서 화재가 발생하여 전장장치가 전소되는 사고가 발생(화재 진화에 8시간 이상 소요)

* 인명피해는 없었음



2) 2022년 9월 6일(화) 에너지저장장치(ESS)에서 화재 발생

* 인명피해는 없으나, 화재 진압장비 55대와 소방인력 140명 투입



3) 2021년 4월 6일(화) 태양광 연계 ESS에서 화재가 발생

* 인명피해는 없었지만 ESS 1개동과 모듈 7개가 전소

- 해당 설비가 ESS 화재의 원인으로 지목된 “과충전”을 방지하기 위해 일부러 충전율을 낮춰 운영한 것으로 파악



4) 2019년 4월 19일 미국 애리조나 APS사 변전소 ESS에서 화재 후 폭발

* 소방관 8명, 경찰관 4명 부상

* 전 세계에 ESS설비의 화재 위험성에 더 나아가 **폭발 위험성**과 **초동대응요원의 사상자 발생 위험**을 인식시켜준 상징적 사건임

- 전압강하로 열폭주 시작(데이터상 BMS는 모듈 수준에 대한 감시 실패)



○ 화재 발생가능성(추정)

- ① **(배터리시스템 결함)** 배터리시스템의 결함은 배터리 활물질 코팅불량, 절단불량, 극판 접힘, 배터리 생산과정에서의 결함 등이 발생할 수 있음

※ 기존사고의 사례를 중심으로 화재 원인 추정

- ② **(전기충격에 대한 보호체계 미흡)** 배터리 보호장치 내 다수 부품이 손상되어 단락되고, 배터리 랙 보호장치 내 직류접촉기 파괴, 2차 단락 발생 등이 발생할 수 있음
- ③ **(운영환경 관리 미흡)** 분진, 수분, 염수 등의 환경이 절연성능을 저하시켜 화재가 발생 할 수 있음
- ④ **(설치부주의)** 분진, 오결선이나 배터리 보관불량 등 ESS 설치 부주의에 의한 화재가 발생할 수 있음

○ APS사 변전소 폭발 발생가능성(추정)

- ① 현장에 소방관 도착시 ESS주변은 외부로 보이는 화재 없이 하얗게 깔린 청정소화약제가 자욱하게 있음
- ② 열폭주 발생 이후 청정소화약제는 소화효과가 없어 화재로 인한 엄청난 양의 연기 발생. 이를 배출할 설비가 전혀 없어 내부에 인화성 증기가 매우 높은 농도로 가득참
- ③ 설비 문 개방에 의한 외부 공기 유입으로 매우 높았던 인화성 증기 농도가 연소범위에 들어가면서 폭발 발생



1. 사전검토

(1) 제조사 및 조립사 선정

- 셀 종류, 형태, 배터리 관리 시스템(BMS) 등 ESS 설계를 수행하는 제조사 및 조립사가 함께 안전 및 품질이 전반적으로 적정한지 검토
- 기존 ESS에 추가/변경되는 경우에는 기존 시스템과 호환성(Compatibility)이 있는 배터리, BMS/PCS/EMS 부품들 또는 이외 기존 시스템 요구에 적정한 대체품의 확인을 사업장 변경관리 절차에 따라 수행
- 재활용품이나 중고 부품들은 셀과 모듈을 포함하여 사용하지 않는 것이 원칙이나, 추가 안전조치를 취하거나, 위험성이 낮은 것으로 확인된 경우에는 검증된 재활용품을 한정적으로 사용 가능

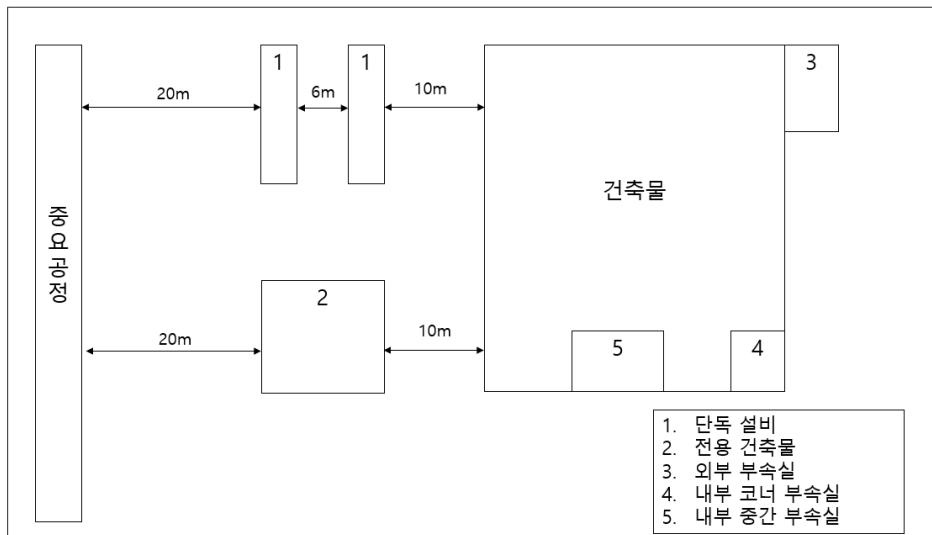
(2) 설계 시 고려사항

- ESS가 설치되는 공간과 사람이 상주하는 건물 분리
- ESS 설비의 불연성 재질 사용 및 내화구조로 구획
- ESS 수량 및 종류
- ESS 제조사, 조립사의 제품 명세서, 화재 이력, 기타 특이사항
- ESS 관리 시스템과 운전 관련 설명서
- ESS 부착 필요한 표지의 위치 및 내용
- 방재 설비, 연기 및 화재 감지기, 가스감지기, 온도 관리 시스템, 환기/배출 시설, 폭연 방출구 시스템에 대한 상세 내용
- 내진 설계 반영
- 하나의 ESS를 소화용(비상용)과 상용으로 겸하여 사용은 제한
- 전기 충/방전 시스템의 국내 법규 준수 사항

2. 설치 형태 및 이격거리

(1) ESS 형태에 따른 이격거리

- 외부 단독설비와 중요 건축물(설비)은 <그림 10>의 위치 1에 따라 이격
- ESS만 있는 단독 건물과 관련 지원 장비들은 <그림 10>의 위치 2에 따라 이격
- 전용 외부 부속실은 방재 설비 운용과 소화활동이 가능하도록 <그림 10>의 위치 3에 따른다. ESS 화재 특성상 장기 방재 활동 가능성 및 영향이 가능한 바 소화활동시 충분한 공간 확보
- 전용실로 건물의 코너에 위치한 부속실은 방재 설비 운용과 소화활동이 가능하도록 <그림 10>의 위치 4에 따른다.
- 전용 내부 부속실은 방재 설비 운영이 가능하도록, <그림 10>의 위치 5에 따른다.
- 랙 내부 등 각 ESS 내부 이격거리는 원활한 소화 활동이 가능하도록 설정해야 한다.



[그림 10] ESS 이격거리

(2) ESS 단독 설비

- 폭발위험지역에 위치한 경우에는 KOSHA Guide D-98(변전실 등의 양압유지에 관한 기술지침)에 따라 양압을 적용하거나, 비폭발위험 지역에 설치해야 하며, 폭발위험지역에 설치되는 배선, 스위치 등은 KOSHA Guide E-172(폭발위험장소에 사용하는 전기설비 설계, 선정 및 설치에 관한 기술지침)에 따라 설치
- 불연재 벽을 가진 ESS 단독 설비는 인접 ESS 단독 설비와 최소 6 m 이격
- 만일 ESS 단독 설비들의 이격 거리가 6 m 미만이라면, ESS 내부 또는 외부에 1시간 이상 내화가 가능한 방화벽을 KOSHA Guide P-25 (화재방지를 위한 방화벽 및 방화방벽 설치에 관한 기술지침)에 따라 설치
- ESS 단독 설비의 벤트 또는 개구부들이 있다면, 주위의 설비와 건축물의 외부로 영향을 주지 않고 안전하게 배출될 수 있도록 설치

(3) 50m² 이상 ESS 전용 건축물

※ 50m²이상 면적의 이동식 컨테이너 또는 단독설비는 전용 건축물로 적용

- 불연재 재질의 건축물로 건설
- ESS 전용 건축물과 인접 건축물 또는 중요 공정이나 설비는 산업안전보건기준에 관한 규칙에 따라 최소 20 m를 이격
- 건축물 내 방재설비는 건축물 관련 국내 법규를 추가로 적용
- 바닥 면적당 최소 0.3 m³/min/m²으로 강제환기를 적용

- 단일 부품 고장 시에도 운전 한계 내에서 온도가 유지될 수 있도록 HVAC 시스템을 설계한다.
- HVAC 시스템의 고장으로 온도 조절이 제어되지 않으면 항상 운전 인력이 상주하는 지역(조정실 등) 또는 담당자들에게 바로 알람이 인지될 수 있도록 설계

(4) 건축물 내 ESS 부속실

- 단일 또는 맞대어 있도록 설치된 다중으로 구성된 랙은 불연재 화재 차단벽을 각 인접 랙 사이에 설치
- 각 실내 벽, 천장, 바닥은 1시간 이상 내화 성능 가질 것
- ESS 부속실 내부는 바닥면적 기준 최소 $0.3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ 로 강제 환기가 이루어지도록 한다.
- 건축물 내부 이격거리 적용
 - 인접한 복도면 사이는 불연재 재질 벽 설치와 함께 1.8 m 이상 이격
 - 가연성 재질로 벽등이 건축된 경우에는 2.7 m 이상 이격
 - 전력 케이블 트레이, 전기 패널 및 변압기는 고온 발생 및 화재 위험성이 발생하지 않도록 충분히 이격거리를 유지

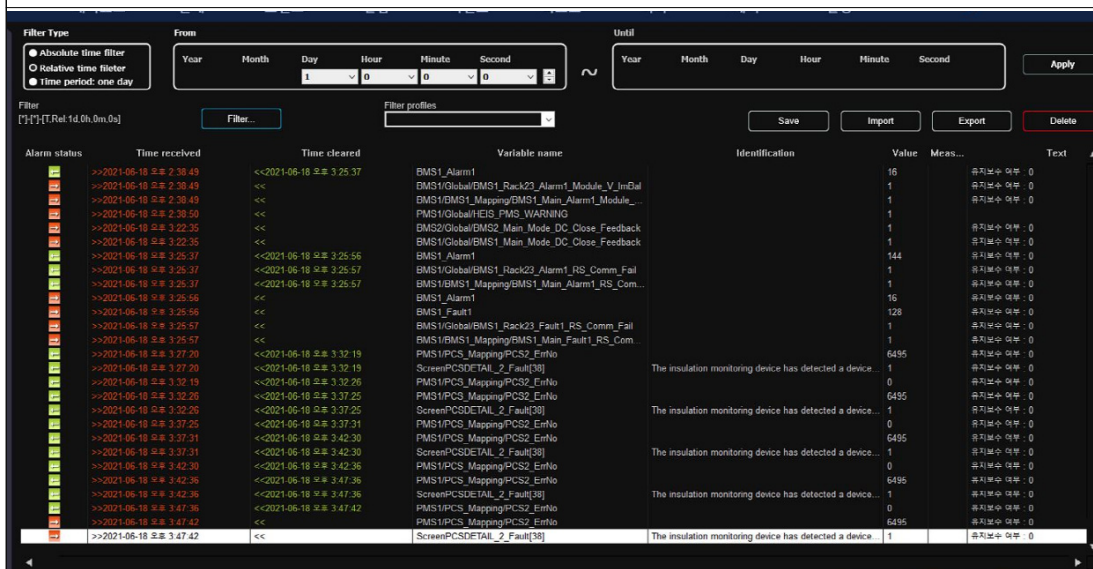
3. 안전 설계

(1) 전력시스템 보호

- ESS에서 기존 전력 시스템에 전력을 공급할 때 기존 차단기에 대한 적절한 등급 및 기존 계통을 보호할 수 없는 보호 계전기에 대한 신뢰성을 유지하기 위해 전기설비 설치시에는 KOSHA Guide E-85(전기설비 설치상의 안전에 관한 기술지침)를 따라 적용
- 기타 전기 단락 등으로 인한 전기 화재 발생 가능성 제거
- 낙뢰 및 서지 등 과도과전압으로부터 주요설비를 보호하기 위해 직류 전로에 직류서지보호장치(SPD)를 설치

(2) ESS 설치 및 연결

- 각 랙에는 설비 보수 또는 사고 조치를 위한 차단기를 설치
- ESS는 수동, 원거리, 근거리에서 차단기 제어가 가능하도록 차단 장비를 설치. 원거리 차단은 ESS의 상태를 상시 모니터링할 수 있는 접근 가능한 장소에 설치. 근거리 차단은 ESS 장비에 인접하여 설치
- ESS 단독설비, 건축물 또는 부속실에 고온 발생을 알려줄 수 있는 온도 모니터링 시스템을 설치. 온도 모니터링 및 알람은 상시 모니터링할 수 있는 인력이 상주하는 지역이나 ESS 담당 전문 인력에게 연결



(3) ESS 랙

- DC 선택지락 계전기는 반드시 설치. 비접지 시스템에서는 계전기가 알람 기능을 갖추어야 하고 알람은 상시 모니터링 할 수 있는 인력이 상주하는 지역이나, ESS 담당 전문 인력에게 연결되는 시스템을 구축
- 과부하와 단락 고장에 대비한 과전류 보호 계전기를 설치
- 과충·방전에 대비한 과전압·저전압 계전기를 설치

(4) BMS 안전 설계

- 고온 감지 및 정지(셀): 이 기능은 초과 한계 이상의 셀 온도를 감지할 때 모듈 또는 배터리 랙의 전력을 차단
- 열폭주 트립(셀): 셀의 열 폭주가 발생시 이를 감지하여 전체 시스템을 가동정지
- 랙 스위치 페일 투 트립(Fail to trip)(랙): 만일 트립 커맨드(Trip Command)에 의한 PCS 등의 트립이 실패할 경우 ESS를 차단하는 상위 차단기의 트립 커맨드가 가동.
 - ‘관리자 모드’ 제어 시스템은 랙을 포함하여, 지원 시스템과 충/방전 현상을 제어
 - ‘관리자 모드’에서 PCS 등이 요구된 신호를 가동 정지 신호로 적용하지 못하거나 PCS 등과 관리자 모드 제어의 통신이 원활하지 않는다면 ESS는 가동 정지

(5) 온라인 모니터링

○ 배터리 모듈(셀)과 배터리실 온도 등 다음 사항 모니터링

- 충/방전 전압과 전류
- 셀 온도
- 내부 저항
- 배터리 용량
- 충전 상태(State of Charge, SOC)
- 배터리 수명 상태(State of Health, SOH)
- 경고 또는 고장 로그

○ 온라인 모니터링 시스템은 다음의 조건을 포함

- 데이터는 상시 작업자가 상주하는 조정실 등과 같은 지역 또는 ESS를 전용으로 담당하는 직원들에게 전달
- 비정상 조건이 감지될 때 알람을 상시 실시간으로 제공
- 모니터링된 매개변수들을 분석하고 배터리 상태를 요약하여 데이터를 생성
- 전압, 온도 그리고 전류 등으로 신뢰성 있는 리튬 이온 배터리 운전을 유지하기 위한 중요 매개변수에 승인되지 않은 변경이 없도록 보안을 유지
- 자체 진단 능력으로 상시 시스템의 건전성을 확보

(6) 전력 변환 장비(PCS)

- AC 측에 과부하와 단락 발생 시 계통 보호를 위한 보호계전기를 설치
- 과전압 현상인 “전압 스파이크” 예방을 위해 AC 측에 써지 어레스터 (Surge Arrestor)를 설치
- 변압기에 대한 보호 조치는 KOSHA Guide E-78(전기공급장소의 주변압기 화재예방 등에 관한 기술지침), E-97(석유화학공장의 전기설비 설치에 관한 기술지침)을 참조

(7) 강제환기 및 가스감지기 운영

- 환기를 위한 팬은 방폭형 팬을 사용
- 환기를 위한 동작전원은 ESS와 독립적인 별도의 전원을 사용
- 천장이나 인접 위치에 강제환기 시스템을 설치하고 바닥면적 기준 최소 $0.3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ 이상으로 환기
- 가스감지기는 연동하여 인화성 가스의 존재시 알람을 주고, ESS 가동정지를 하며 강제환기 시스템으로 실내 공기를 안전하게 배출할 수 있도록 설치
- 강제환기 시스템은 상시 운영 또는 가스 감지기가 감지할 경우에 연동하여 가동할 수 있도록 설치하며, 이를 통해 ESS 내부에는 LEL 25 % 미만으로 실내 공기 유지
- 강제환기 시스템에 연동되는 가스감지기는 BMS에 있는 ESS의 랙 가동정지 인터록에 연동된 가스감지기로 적용할 필요는 없음

- 공기 유입구, 출입문 그리고 기타 개구부로부터 공기를 유입하여 송풍기, 팬과 외부로 연결된 덕트 등을 통해 내부 공기를 외부로 배출하여 제거
- 덕트는 불연재로 제작
- 배출된 기체의 재유입을 방지하기 위해 배출구로부터 원거리에 위치한 외부에서 오염되지 않은 공기가 유입이 되도록 유입구를 설치
- 가스감지기는 인화성 가스가 덕트에서 감지될 때 내부 순환을 중지하고 전체 환기로 외부에 내부 공기를 배출하고, 이외에는 내부 공기를 순환하여 실내 온도를 유지
- 가스감지기는 비상전원에 연결하여 최소 2시간 이상 유지
- 환기시스템의 알람은 온라인 모니터링 시스템을 통해 운전원이 있는 조정실과 같은 지역이나 ESS를 담당하는 직원에게 연결

4. 피해 저감시설

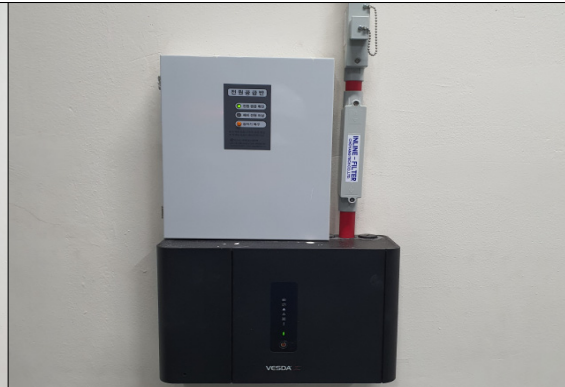
(1) 소화 설비

- ESS에 적응성 있는 소화기를 설비 내부 출입구 인근에 3개 이상 비치하여야 함
- 열폭주 및 폭발방지를 위하여 이차전지 모듈 또는 랙이 화재확산을 방지할 수 있는 구조이거나 소화장치를 설치
- 스프링클러설비는 습식 또는 준비작동방식으로 설치하고, 비상전원은 스프링클러를 30분 이상 작동할 수 있어야 함

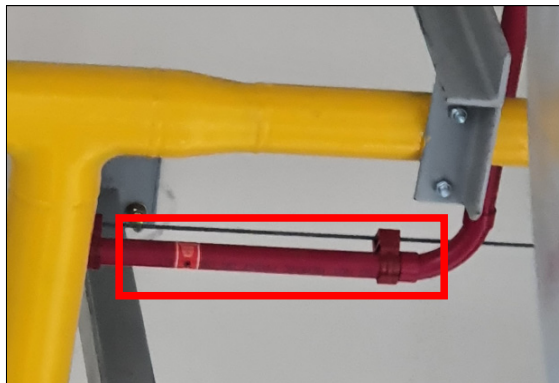
- 자동식 스프링클러는 실내 면적이 230m^2 이상인 경우 12.2 LPM/m^2 (12.2 mm/min)으로 방출되도록 하며, 이보다 면적이 큰 경우에는 호스릴로 946 LPM(L/min) 유량을 추가하며, 화재가 완전히 진화될 때까지 지속할 수 있도록 최소 수원을 30분 이상 확보
- 적정 수원은 스프링클러와 호스릴로 용수가 공급될 수 있는 충분한 용수량을 산정하여 확인
- ESS 화재 발생 시 사용할 수 있도록 옥외 소화전의 설치를 권고하며, 이때 필요한 수원은 별도로 산정
- 가용할 수 있는 수원이나 소화 설비보다 스프링클러 필요 유량 및 수원이 큰 경우에는 다음과 같이 설계할 수 있음
 - 개구부를 통해 화재가 확대될 경우에는 각 인접 랙 사이에 불연재 벽을 바닥부터 천장까지 설치하여 화재 확산 가능성을 제거한다. 이때, 랙 상부로부터 0.3 m 이상 연장한 파티션을 설치. 가용한 용수량으로 방호되는 랙 개수에 따라 방화벽 사이에 수평 거리를 결정할 수 있음
 - 화재 발생 랙에서 인접 랙으로 열이 전달되는 것을 방지하기 위해 각 랙의 뒷면에는 금속 파티션을 설치. 단, 금속 파티션이 랙 뒷면에 반영되면 추가적인 파티션은 설치하지 않음
- 모든 ESS 지역에는 연기 감지기와 화재 감지기를 설치
 - 감지기는 공기흡입형 감지기, 아날로그식 연기감지기, 중앙소방기술 심의위원회의 심의를 통해 전기저장장치에 적응성이 있다고 인정된 감지기 중 하나의 감지기를 설치하여 함



CCTV 설치 및 감시



화재감지장치



연기흡입장치



소화장치

	Primary objective			Secondary objective		Suppression method properties	
	Flame extinction	Long Term Heat Absorption	Short Term Heat Absorption	Reduce Gas Temp in room	Gas Absorption in room	Can be Used with Ventilation	Suppression method
Sprinkler	High capability	High capability	Low capability	High capability	High capability	YES	Total-flooding
Hi-Fog	High capability	High capability	Low capability	High capability	High capability	YES	Total-flooding
NOVEC 1230	High capability	No or very low capability	High capability	High capability	High capability	NO	Total-flooding
FIFI4Marine	High capability	High capability	High capability	Not evaluated	Not evaluated	YES	Direct injection
Direct Water injection *)	High capability	High capability	High capability	Not evaluated	Not evaluated	YES	Direct injection

*) Not expected or recommended to be used in practice for high voltage applications, due to the risks of short circuit and hydrogen production. The method is presented as a flame extinction and heat absorption capability reference.

High capability	Low capability
Medium capability	No or very low capability

[그림 13] 소화설비별 특징비교

(2) 대기 벤트 시스템

- 단독 설비 또는 부속실의 배터리 랙에서 실내 공기가 환기되어 외부로 배출되고 인화성 물질, 연소로 발생하는 독성 가스 등으로 영향을 받지 않는 장소로 배출될 수 있도록 벤트 위치를 설정
- 이때 벤트 높이는 KOSHA Guide D-42(수소 벤트스택 및 벤트 배관의 공정설계에 관한 기술지침)의 4.4.1 항을 준용하여 다음 각호의 수치 중 가장 큰 값을 적용
 - 바닥으로부터 최소 3 m
 - 주변 기기의 높이에 0.6 m를 합한 수치
 - 주변 건축물의 지붕높이에 1.5 m를 합한 수치

(3) 폭연 방출구 시스템

- KOSHA Guide D-49(가스폭발 예방을 위한 폭연 방출구 설치에 관한 기술지침)에 따라 실내 폭발 및 소화 설비 방출에 의한 과압 발생 가능성이 있는 경우 폭연 방출구 시스템을 설치
- 단, 실내에서 LEL 25 % 미만의 인화성 가스 농도만 가능하고, 추가적인 과압 발생 가능성이 없는 경우에는 설치하지 않을 수 있음

(4) 비상전원

- BMS를 포함한 계기와 가스감지기, 화재감지기 및 각종 주요 안전시설에 대해서 2시간 이상 비상전원으로 유지
- 기존 시설의 비상전원 용량에 포함 또는 분리하여 관리할 수 있음

(5) 제어, 감시 및 보호장치

- ESS에는 제조사가 정하는 정격 이상의 과충전, 과방전, 과전압, 과전류, 저전류, 지락전류 및 온도상승, 냉각장치 고장, 통신불량 등 긴급상황이 발생한 경우에는 관리자에게 경보하고 즉시 ESS를 자동 및 수동으로 정지시킬 수 있는 비상정지장치를 설치하며 그 위치는 다음에 따름
 - 자동 비상정지장치는 자동화재탐지설비의 수신기 설치장소에서 조작이 가능하도록 설치. 또한 자동비상정지는 5초 이내로 작동. 다만 옥외형 ESS는 원격 전원 차단장치를 설치하지 아니할 수 있음
 - 수동 비상정지장치는 신속한 접근 및 조작이 가능하도록 ESS 인근에 설치하고 표지판을 설치
- 이차전지를 시설하는 장소의 내부 및 외부에는 가능한 한 사각지대가 없도록 감시하기 위한 CCTV 시설
- ESS 상시 운영정보 및 CCTV 영상정보, 제2의 긴급상황 관련 계측 정보에서 기록되는 시간을 실시간으로 동기화하고, 이차전지실 외부의 안전한 장소에 전송되어 최소 1개월 이상 보관. 다만, CCTV 영상정보는 7일간 보관

5. 운전과 설비관리

(1) ESS 운영 책임

- 기본적으로 ESS가 설치된 사업장은 운영에 대한 책임을 가지고 있으나, 이를 제공하는 제조사/조립사 및 상시 온라인으로 모니터링하는 관리자 등과 ESS 설비 및 기술에 대한 협의를 상시 수행해야 함. 만일 이러한 관계자들이 ESS 운영 지원을 충분히 하지 않는다면 ESS 설치 사업장의 운영사가 주관하여 기술 지원을 요구 및 관리해야 함
- 대여 또는 공동 운영 등으로 사업자와 운영사가 분리되어 있는 경우에는 ESS가 설치된 사업주의 법적 책임에 따라 운영사는 사업주의 법적 책임에 따른 안전관리를 지원할 수 있도록 최초 계약 시 명확히 하고, 주기적으로 관리 및 이상 현상에 대해서 협의해야 함

(2) 시운전 및 정상 운전 중 안전관리

- 제조사/조립사 권고사항과 사업장 규정에 따라 배터리, BMS를 설치, 운전 그리고 설비 관리
- ESS 운전 중 내부 출입 시 전기 감전 위험성을 고려하여 KOSHA Guide E-115(절연 보호구의 선정 및 사용에 관한 기술지침)에 따라 보호구를 선정
- 시운전 중 기본 배터리 시스템 외 모든 모니터링 시스템(BMS/PCS/EMS)과 방호 장비가 적정하게 운전되는지 확인
 - 과열, 비정상 진동, 비정상 소음 또는 오작동에 대해서 배터리 시스템을 검사. 시운전 후 정상 운전 중에도 최소 1주일 동안 매일 수행

- 적외선 탐지, 배터리 운전현황 확인, 그리고 매개변수 모니터링으로 ESS 수송 및 설치 시 물리적인 손상이 발생되었는지 확인
- 운전 및 설비보존 절차서는 ESS 소유자 또는 제조사(조립사 포함)가 다음 사항을 포함하여 ESS 가동 전에 보유 및 담당 직원들에게 교육훈련을 실시
 - ESS 설치 장소의 위치 및 배치 현황
 - 시스템의 각 부품에 대한 ESS 상태와 선택 기능에 대한 사양서
 - ESS에 대한 제조사/조립사의 설비보존 절차와 사업장의 설비보존 절차 및 해당 절차서에서 요구되는 각 부품 및 교체 주기
 - ESS를 관리 또는 사업장에 대여 및 모니터링하는 사내·외 관련 담당자 연락처
 - 권고된 운전 조건 기본값을 포함하여 운전 시 ESS와 관련 설비의 제어 방법이 있는 설명서
 - 제조사 또는 조립사에 제공되는 필요한 모든 서비스와 설비관리에 대한 가능한 일정 및 기간

(3) 설비관리

- 제조사 권고사항과 관련 전기 안전 절차에 따라 전기 시스템의 검사 수행
- 최소한 다음 사항을 포함하여 BMS에 설비보존 프로그램을 계획 및 실행
 - 모든 중요 시스템은 선별하여 적정하게 적용 및 운전되고 있는지 확인하는 주기적인 자체 점검 시스템이 있어야 함

- 주기적으로 배터리 팩 전환을 실시
 - HVAC 설비관리에 주기적인 공기 필터 교체도 포함할 수 있다. 교체 주기는 사업장의 설치 위치에 따라 달라질 수 있음. 먼지가 많은 지역에서는 필터의 교체가 더 자주할 수 있음. 추가적으로 냉각수 확인, 압축기/히터 핵심 부품 확인, 덕트/케이블 확인이 포함될 수 있음
 - 충전 상태 유지 확인은 예비 배터리 모듈의 주기적인 확인으로 수행
 - 배터리 팩에서 잔여 용량 (설계 용량을 기준)의 비율로 배터리 수명 상태 (State of Health, SOH)를 주기적으로 추적 조사할 수 있음
- 노후 배터리 관리는 배터리 교체 프로그램으로 적용한다. 주기적인 배터리 교체 프로그램은 최소한 다음의 항목들을 포함해야 함
- ESS 배터리들의 제조사 설계 수명 기대치. 이것은 시스템이 적정하게 수행하는 기대 수명으로 이 기간에 따라 배터리들이 교체되며, 이것을 통해 배터리 교체 시간을 결정할 수 있음
 - 설계 용량에 기초한 잔여 용량을 가진 ESS 배터리 수명 상태의 정기적 모니터링. 이 정보는 배터리 수명 상태를 계속해서 추적할 수 있는 BMS로 적용할 수 있음. 설계 시 적용된 매개 변수 외에 운전과 예상치 못한 부품 오작동 또는 고장으로 설계 한계 내에서 정상 운전할 때보다 배터리 수명이 더 빨리 소진될 수 있음. BMS는 예상 외 사상(Event)을 모니터링하고 시스템의 수명 상태를 해당 ESS에 적용할 수 있음
 - 교체 프로그램의 정기적인 검토로 교체 주기를 상시 개정. 만일 BMS의 피드백에서 배터리의 노후 정도가 가속화되고 있음을 인지할 수 있는 배터리의 수명 상태가 나타난다면 배터리 교체 일정을 재조정해야 한다. 다음 항목들은 조기 교체 필요성을 알 수 있는 항목들을 정의한 것임

- 1) 배터리 시스템의 사상이 발전되는 데이터를 모니터링하여 검토된 중요한 변화들이나 경향
 - 2) 배터리 교체가 필요한 설계상 오류 등의 제조사 조언
 - 3) 교체 필요성을 알려주는 운전상 경험과 관련 사고 이력
 - 4) 가혹한 운전 조건에 노출 정도
- 변경관리. ESS의 교체 일정과 예상 수명치에 영향을 주는 주요 변경들을 고려해야 함. 변경은 BMS의 교체, 열관리 시스템의 수정 및 적용 또는 운전 모드의 변화도 포함

(4) 교육 훈련

- ESS 장비의 공급사/제조사/조립사가 최초 사업장 운영사 운전인원 교육 및 훈련을 제공
- 최소한 년 1회 이상 해당 공급사/제조사/조립사에 의해 주기적으로 해당 사업장 운영사 인력에게 교육훈련을 실시

(5) 비상대응 및 복구

- 최초 비상대응 계획과 훈련은 ESS 제조사 또는 조립사에서 효과적으로 ESS 비상대응을 수행할 수 있도록 예상 위험 요인을 중심으로 운영사에게 교육훈련을 통해 제공
- ESS 운영사는 ESS 보유 사업장 운전 및 설비 인력들과 함께 비상대응과 교육훈련 시행 계획을 수립하고 유지. 이때 ESS의 잠재적 화재 위험성을 반영하여 비상대응훈련 계획을 수립 및 실시

- ESS 단독설비, 관련 건축물 또는 부속실 내부에 인화성 물질 저장 금지
- ESS가 건축물 부속실 내 설치될 경우 대피로는 국내 법규에 따라 바로 대피할 수 있도록 설치
- 화재 시 신속하고 안전한 대피와 비상대응을 위한 문서화된 절차는 다음과 같은 사항을 포함하여 비상대응 계획을 준비
 - 수동 차단을 포함하여 가동중지 시 동력 차단 또는 화재, 전기 충격, 인체 상해와 같은 비상 조건하에서 장비/시스템 차단과 비상 상황 이후 재가동을 위한 절차서
 - 관련된 알람, 인터록, 그리고 제어 시스템의 검사와 시험을 위한 절차서
 - 비정상적인 잠재 조건들에서 설비 가동 정지 시 비상 대응 인력, 설비 수리 인력들이 소화서 신고 등을 포함하여 제공되는 ESS 관리 시스템을 이용할 수 있는 관련 절차서
 - 화재, 폭발, 액체 또는 기체의 누출, 중요 구동 부위의 손상 또는 다른 잠재적인 위험 조건들에 대한 비상대응 절차
 - 수동 방재장비 조치절차
 - 수동 연기 제연시설(있는 경우)
 - 배터리 셀의 물질안전정보와 물질안전정보에서 제공되지 않는 위험 요인과 소화 설비에 대한 물질안전정보(예: 가스계 소화설비 등)
 - 기타 법규(전기안전관리법 등)에서 요구하는 비상대응절차
 - 현장에서 수행하는 훈련을 위한 절차 및 일정

- 손상된 장비의 제거/폐기와 함께 배터리 재점화 잠재성을 포함한 사고 후 복구 계획을 수립. 리튬 이온 배터리가 포함된 손상된 ESS 장비의 공급 일정도 필요하므로 최초 공정 배치 시에 이러한 가능성을 고려하여 동시에 다량의 장비가 손상되지 않도록 설계. 또한, 소화 용수 공급은 신속하게 보충이 될 수 있도록 함
- 리튬 이온이 포함된 화재는 재점화가 될 수 있으므로 화재에 노출된 리튬 이온 배터리는 재점화가 발생하지 않도록 냉각
- 제조사 또는 조립사(Integrator)는 법규에 따른 철거, 손상된 장비의 제거와 적절한 폐기에 대한 안내를 제공
- 대규모 공장은 사고 발생 후 건설과 운전이 동시에 이루어지면서 건설 현장과 운전 설비가 서로 간섭될 수 있으므로, 두 지역이 적절하게 분리

(6) 유틸리티

- 최악의 환경에서도 HVAC 시스템은 비상전원 공급이 되어야 한다. 최악의 환경이란 셀 온도가 BMS 제어에도 불구하고 0~100 ℃ 의 정상 운전범위를 초과하거나 계속해서 상승하는 조건을 말함
- HVAC 시스템은 ESS 단독설비와 연동하여 가동됨을 확인한다. 일반 냉각기 (냉각탑 등)의 내부 부품이 고장 시 ESS도 같이 가동정지가 되어야 함

(7) 기타 안전시설

- 낙뢰 예방 등의 피뢰침 설계 등은 KOSHA Guide E-107 건축물 등의 피뢰설비 설치에 관한 기술지침에 따라 적용
- 침수 등으로 전기 감전 등이 발생하지 않도록 배수가 원활한 지역이나 배수로를 적정하게 설치
- 차량, 지게차 등의 운송장비에 의해 추돌 가능성이 있는 지역은 ESS를 보호하기 위한 볼라드(Bollard), 바리케이트와 같은 차량 추돌 방지 장비나 설비를 설치

6. 배터리 노후 관리

(1) 리튬 이온 배터리 노후화 인자

- 충/방전의 횟수
- 방전 정도
- 충/방전 비율
- 충전 상태
- 사용 기간
- 운전 온도

(2) 노후화 관리 필요사항

- 리튬 이온 배터리의 용량은 배터리 수명이 종료될 때 설계와 허용 범위에 따라 약 설계 대비 50~80 %로 저하됨
- 노후된 배터리의 내부 저항값은 최초 값의 2~3배로 증가하면서 열 폭주 가능성도 증가
- BMS는 노후로 인한 배터리의 조건을 추적하는 설계로 배터리 수명을 측정한다. 배터리의 수명은 배터리의 최초 용량에 상대적인 실제 용량을 기준으로 한다. 내부 저항, 전체 에너지 방전 용량, 충전 횟수가 같이 고려되어야 함
- BMS는 수명 정보를 기준으로 교체를 위한 알람을 제공

7. 안전점검

주기적인 점검은 사용자에게 ESS 상태를 결정하는 정보를 제공. 점검 주기는 용도에 따라 결정되고 여기에서 권고된 횟수를 초과할 수 있음. 모든 점검은 정상상태에서 실시되어야 함

(1) 일상점검

- 배터리
 - 온습도 상태 확인, 센서 보정여부
 - 각 제조사 기준 준수
 - 배터리 로그와 비정상적인 상황이나 고장이 발생했는지 확인
 - 제조사와 정보 공유

- 배터리 정보 : EMS Data Log 저장장치
 - 충방전 에너지(일일 누적량 & 총 누적량)
 - 각 랙의 최대 최소 충방전상태, 수명상태
 - 각 랙의 최대/최소 온도 값
 - 각 랙의 셀 전압의 최대/최소값
 - 시스템의 최대 충방전 전력
 - 랙 전압의 최대/최소값
 - 이상사항 발생 기록

○ 보호기기

- 연기, 냄새(오프가스), 이상 소음 등으로 확인
- 보호계전기의 Trip or Pickup 표시등 확인
- 보호계전기의 패널의 표시등 및 경고 사운드 확인
- 차단기의 On/Off 상태 확인
- Contactor(MC)의 매우 연속적이고 빈번한 동작 여부
- 보호제어 기기의 Error 표시등 확인
- 보호제어 기기의 송신, 수신 표시등의 정상적인 동작 여부

(2) 정기점검

ESS담당자는 적어도 연간 2회에 다음 사항들을 점검하고 기록

○ 배터리

- 온습도 상태 확인, 센서 보정
 - 각 제조사 기준 준수
- 배터리 로그 정보 확인
 - 주기 열화 점검을 위해 제조사와 정보 공유
- 배터리실 점검
 - HVAC, 화재센서, 오프가스 센서, FFS 작동 확인
 - 금속 하우징에 어떤 뒤틀림이나 녹 없음
 - 전원 연결 느슨하지 않음
 - 배터리 실에 어떤 오프가스 냄새도 나지 않음
- 배터리 기능
 - DC contactor 작동 점검 : 부하가 없는 상황에서 S-BMS에 켜짐/꺼짐 명령을 보내고 맞게 작동하는지 확인
 - 24 V 보조 전압 정확성 : DMM을 이용해 24 V SMPS 출력 측정
- 절연 저항
 - DC 1000 V, 60초 동안 BCD에서의 Battery(+)와 GND, Battery(-)와 GND사이의 절연저항 측정
- CMV 측정
 - CMV 노이즈 확인

○ 통신기기

- 통신장비는 전원공급장치의 동작유무, 개별 통신포트의 통신상태를 LED의 점멸상태로 확인
- 통신포트에 네트워크 케이블의 체결상태를 육안으로 확인하여 이상유무 검토
- 최종적으로 알람 LED의 점멸상태를 확인
- 제어기기의 경우 전원 LED의 상태를 확인 후, 네트워크 포트의 통신상태를 LED를 이용하여 확인
- 외관상 문제가 없을 경우 제어기 HMI의 모니터링 상태를 주요 화면별 운영상태를 확인하여 점검을 진행
- 수동충방전을 통해 제품의 문제가 없음을 검토한 후 저장된 Event를 검토한 후, 최종적으로 제어기에 저장되고 있는 모니터링 데이터의 저장용량을 확인하여 저장장치의 용량을 확보할 수 있도록 관리

○ 보호기기

- 연기, 냄새(오프가스), 이상 소음 등으로 확인
- 보호계전기의 Trip or Pickup 표시등 확인
- 보호계전기 Panel의 표시등 및 경고 사운드 확인
- 차단기의 On/Off 상태 확인
- Contactor(MC)의 매우 연속적이고 빈번한 동작 여부
- 보호제어 기기의 Error 표시등 확인
- 보호제어 기기의 송신(Tx), 수신(Rx) 표시등의 정상적인 동작 여부

8. 추가 고려사항

(1) 온도 상승 현상 제어

- ESS 단독설비의 외면이 철이나 금속으로 제작될 경우, 외부 화재 시 해당 설비 내부로 복사열이나 열전도 등으로 온도 상승 영향을 받을 가능성이 높음
- 따라서, 각 단독설비나 건축물에 요구되는 이격거리 준수와 추가 소화설비설치를 현장 조건을 고려하여 보완

(2) 할로젠 화합물 억제 취약점

- 열 폭주는 높은 열을 방출하며, 플라스틱 재료는 대규모 화재의 원인이 된다. 외부 수계 방재 시설은 내부 방재보다 효과는 낮을 수는 있지만, 인접 ESS 냉각측면에서는 가장 좋은 방법
- 스프링클러 시스템은 ESS에 효과가 높은 소화시설로 고열량에 효과적
- 할로젠 화합물 소화설비는 ESS에 다음과 같은 이유로 미국 소방협회나 해외 재보험사에서는 추천하지 않으므로, 실제 소화 효과와 법규 요구 사항을 모두 만족할 수 있도록 추가적인 소화 설비를 설치
 - 냉각 효과 측면에서 구조물을 냉각하여 구조물 자체나 인접한 상주인원들을 보호하는 것이 중요. 스프링클러로 ESS 화재 소화 시 냉각효과를 유지할 수 있음
 - 할로젠 화합물 소화설비는 오직 한번 방출 후 사용할 수 없기 때문에 그 후의 재점화는 방지할 수 없음

부록 1 사고사례

연번	용량 (MWh)	용도	건물형태	사고일	운영기간	사고 유형
1	1.46	풍력	컨테이너	17.08.02	-	설치 중
2	8.6	주파수	컨테이너	18.05.02	1년10개월	수리점검중
3	14	풍력	조립식패널	18.06.02	2년5개월	수리점검중
4	18.965	태양광	조립식패널	18.06.15	6개월	충전후휴지중
5	2.99	태양광	조립식패널	18.07.12	7개월	충전후휴지중
6	9.7	풍력	조립식패널	18.07.21	1년17개월	충전후휴지중
7	18	수요	조립식패널	18.07.28	-	설치 중
8	5.989	태양광	조립식패널	18.09.01	8개월	충전후휴지중
9	6	태양광	조립식패널	18.09.07	-	설치 중
10	0.18	태양광	콘크리트	18.09.14	4년	충전 중
11	17.7	주파수	컨테이너	18.10.18	2년	수리점검중
12	3.66	태양광	조립식패널	18.11.12	9개월	충전후휴지중
13	1.22	태양광	조립식패널	18.11.12	11개월	충전후휴지중
14	4.16	태양광	조립식패널	18.11.21	11개월	충전후휴지중
15	1.33	태양광	조립식패널	18.11.21	7개월	충전후휴지중
16	19.316	수요관리	조립식패널	18.12.17	1년	충전후휴지중
17	2.662	태양광	지하콘크리트	18.12.22	1년	충전후휴지중
18	3.289	수요관리	콘크리트	19.01.14	10개월	충전후휴지중
19	5.22	태양광	조립식패널	19.01.14	1년2개월	충전 중
20	2.496	태양광	컨테이너	19.01.15	9개월	충전후휴지중
21	46.757	수요관리	콘크리트	19.01.21	7개월	충전후휴지중
22	3.66	태양광	조립식패널	19.05.04	2년3개월	충전후휴지중
23	1.027	태양광	조립식패널	19.05.26	1년	충전 후 방전
24	1.54	태양광	조립식패널	19.08.30	1년8개월	충전후휴지중
25	21.3	풍력	조립식패널	19.09.24	2년8개월	충전후휴지중
26	1.36	태양광	조립식패널	19.09.29	1년9개월	방전초기
27	1.33	태양광	조립식패널	19.10.21	1년3개월	충전후휴지중
28	2.26	태양광	조립식패널	19.10.27	1년6개월	충전후휴지중
29	1.84	태양광	조립식패널	20.05.27	1년11개월	충전후휴지중
30	1.8	수요관리	조립식패널	20.09.03	2년6개월	충전후휴지중
31	8.0	태양광	조립식패널	21.03.11	3년9개월	충전후휴지중
32	1.37	태양광	조립식패널	21.04.06	3년	충전후휴지중

(출처: ESS 화재원인 조사단, '21년말 기준)

※ ESS화재사고 시 배터리의 만충전 후(방전대기 상태) 휴지 중과 배터리 충전율이 90% 이상인 상태에서 화재 사고 비율이 높음

부록 2 점검 체크리스트(출처_한국전기안전공사)

구 분	점 검 항 목	점검결과 및 조치사항
1. 일반사항	·ESS의 충전부분 노출 여부	
	·전선 및 케이블 피복 손상 여부	
	·ESS시설 장소의 온도 적정성 여부 (제조사 권장 23±5℃)	
	·폭발성 가스 축적 여부 및 환기시설 작동 여부	
	·가연성 물질이 근처에 있거나 설치되었는지 여부	
2. 배터리	·배터리 관리시스템(BMS)점검 -배터리 집합체의 출력단자 전압,전류,전력 -배터리 균등화 및 과충전,과방전 기능 여부 확인	
	·배터리 파손 및 전해액 누출 여부 등 외관 점검	
	·배터리 단자의 접속 상태 확인	
	·배터리 회로 개방 후 전로와 대지 간 절연저항 측정	
	·금속제 외함 및 ESS의 지지대 접지저항 측정	
	·배터리 지지물의 부식 여부	
	·적재 하중 또는 진동과 충격에 안전한지 여부	
	·배터리 침수 우려가 있는지 여부	
	·ESS에 이물질 및 수분이 침투되었는지 여부	
3. 전력변환장치	PCS상태 등 외관 이상 유무(온도,습도,먼지,부식,이상진동 여부)	
	·PCS통풍구,환기필터 상태	
	·배전반(보호 및 제어)의 계기,경보장치 이상 유무 확인	
	·금속제 외함 접지저항 측정	
	·입출력 개폐기 개방 후 전로와 대지 간 절연저항 측정	
	·비상스위치 동작시험	
4. 소방시설	·소화설비를 갖춘 소화공간의 밀폐 여부	
	·자동소화장치 소화약제 충전 여부	
	·소화약제용기 상태,외형상 부식 및 변형 상태 확인	
	·자동화재 탐지 및 경보설비의 작동 여부	

(출처 : 한국전기안전공사)

※ ESS 시스템 점검 시 주의사항

- 모든 전원을 차단한 후에 내부콘덴서가 충분히 방전되도록 10분 경과 후 실시
- 지정된 담당자 외에는 점검 및 접근을 금지
- 작업 전 금속류(시계, 반지 등)를 제거
- 절연대책이 세워진 공구를 사용하고, 개조를 금지

□ 전기저장장치 점검 착안사항(출처_한국전기안전공사)

○ ESS충전부 노출여부



○ 전선 및 케이블 피복 손상 여부



○ 온도와 습도 적정성 여부(권장 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$, 80%이하)



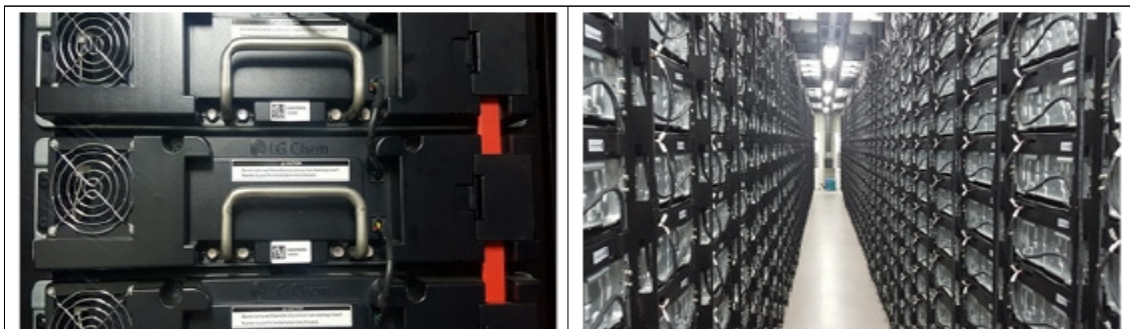
○ 폭발성 가스축적 및 환기시설 작동 여부



○ 배터리 관리시스템(BMS) 점검



○ 배터리 파손 및 액누출여부



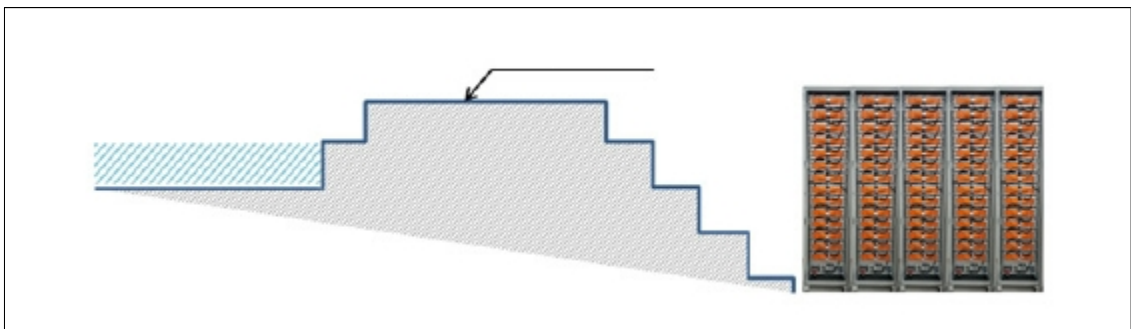
○ 금속제 외함 및 ESS의 지지대 접지저항



○ 배터리 지지물의 부식여부



○ 배터리 침수 우려가 있는지 여부



○ PCS통풍구, 환기필터 상태



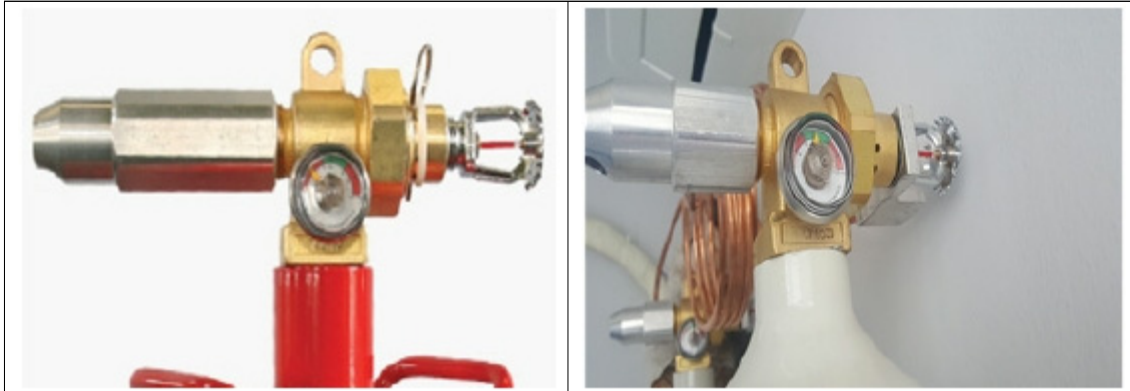
○ 배전반의 계기, 경보장치 이상유무



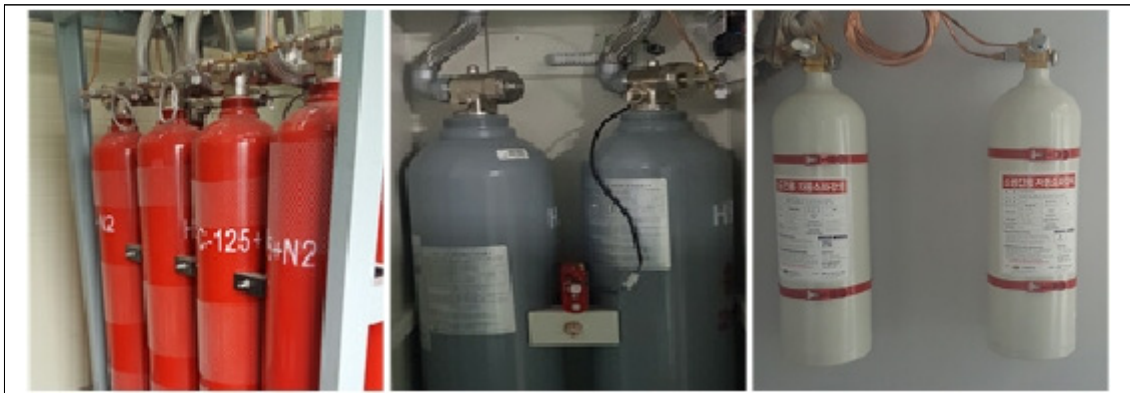
○ 비상스위치 동작시험



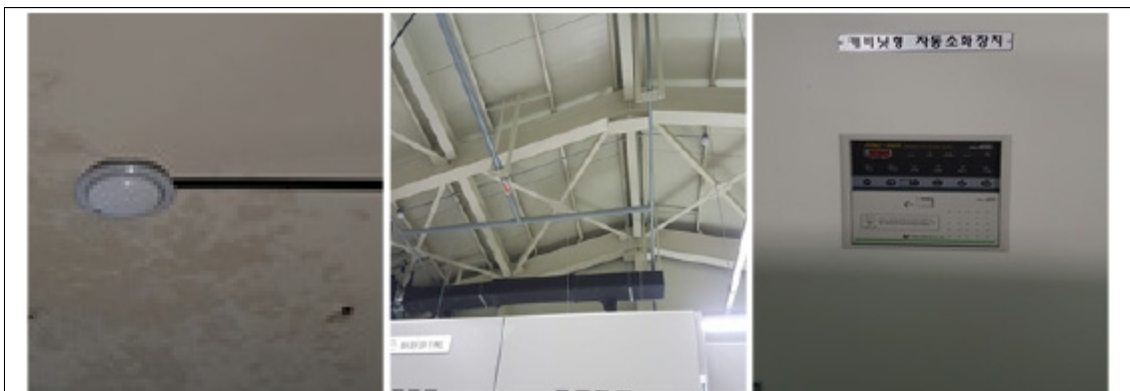
○ 자동소화장치 소화약제 충전여부



○ 소화약제용기상태 및 부식상태



○ 자동화재탐지 및 경보설비의 작동



(출처 : 한국전기안전공사)

부록 3 전기저장장치 취급 주의사항(출처_한국전기안전공사)

- PCS 도아와 커버를 열고 작업을 할 때에는 모든 전원이 차단되고 10분 이상 지난 후 계측기 등으로 제품의 직류 전압이 방전된 것을 확인하십시오.
- 젖은 손으로 기기를 조작하지 마십시오. 작업자가 감전될 수 있습니다.
- PCS 내부에 나사, 금속 물질, 물, 기름 등이 들어가지 않도록 하십시오. 제품이 파손되거나 화재가 발생할 수 있습니다.
- 제품 내 외부를 임의로 변경하지 마십시오. 제품 고장 및 오작동으로 인해 작업자가 부상을 당하거나 제품 손상이 발생할 수 있습니다. 또한, 임의로 변경한 제품은 제품 보증 대상에서 제외 됩니다.
- 전선 위에 무거운 물체를 올려 두지 마십시오. 전선이 손상되어 화재가 발생하거나 작업자가 감전될 수 있습니다.
- 가연성 재질면에 설치하거나 가연성 물질 가까이에 부착하는 경우 화재가 발생할 수 있습니다.
- 제품 고장 시 입·출력 전원을 모두 차단해 주십시오. 차단하지 않을 경우 2차 사고에 의한 화재가 발생할 수 있습니다.
- 안전한 사용을 위해 정기적인 보수 및 점검이 필요합니다.
- 배터리는 운반·설치 시 충격을 주지 마십시오.
- 염해지역 설치 시 반드시 염해대책을 마련하시기 바랍니다.

부록 4 전기설비기술기준 : ESS 관련(산업통상자원부고시 제2022-169호)

전기설비 기술기준

제3조(정의)

1. “발전소”란 발전기·원동기·연료전지·태양전지·해양 에너지 발전설비·전기저장장치 그 밖의 기계기구(비상용 예비전원을 얻을 목적으로 시설하는 것 및 휴대용 발전기를 제외한)를 시설하여 전기를 생산(원자력, 화력, 신재생에너지 등을 이용하여 전기를 발생시키는 것과 양수발전, 전기저장장치와 같이 전기를 다른 에너지로 변환하여 저장 후 전기를 공급하는 것)하는 곳을 말한다.
28. “전기저장장치”란 전기를 저장하고 공급하는 시스템을 말한다.

제53조의3(전기전장장치의 시설)

- ① 전기저장장치를 시설하는 경우에는 인체 감전, 화재 그 밖에 사람에게 위해를 주거나 다른 전기설비에 지장을 주지 않도록 시설하여야 한다.
- ② 전기저장장치는 사용 목적에 따라 전기를 안정적으로 저장하고 공급할 수 있도록 적절한 보호 및 제어장치를 갖추고 폭발의 우려가 없도록 시설하여야 한다.

전기설비기술기준의 판단기준

제4절 이차전지를 이용한 전기저장장치의 시설

제295조(전기저장장치 일반 요건) ① 이차전지를 이용한 전기저장장치는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.

1. 충전부분이 노출되지 않도록 시설하고, 금속제의 외함 및 이차전지의 지지대는 제 33조에 따라 접지공사를 할 것.
2. 전기저장장치를 시설하는 장소는 폭발성 가스의 축적을 방지하기 위한 환기시설을 갖추고 제조사가 권장하는 온도·습도·수분·분진 등 적정 운영환경을 상시 유지.
3. 이차전지를 시설하는 장소는 보수점검을 위한 충분한 작업공간을 확보하고 조

명설비를 시설할 것.

4. 이차전지의 지지물은 부식성 가스 또는 용액에 의하여 부식되지 아니하도록 하고 적재하중 또는 지진 등 기타 진동과 충격에 대하여 안전한 구조일 것.
5. 침수의 우려가 없는 곳에 시설할 것.
6. 전기저장장치 시설장소에는 기술기준 제21조제1항과 같이 외벽 등 확인하기 쉬운 위치에 “전기저장장치 시설장소” 표지를 하고 일반인의 출입을 통제하기 위한 잠금장치 등을 시설.

② 제8장 제4절에서 정하지 않은 전기저장장치의 시설은 관련 판단기준을 준용하여 시설하여야 한다.

제296조(제어 및 보호장치) ① 전기저장장치를 계통에 연계하는 경우 제 283조 제1항 및 제2항에 따라 시설하여야 한다.

② 전기저장장치가 비상용 예비전원 용도를 겸하는 경우에는 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.

1. 상용전원이 정전되었을 때 비상용 부하에 전기를 안정적으로 공급할 수 있는 시설을 갖추어야 한다.
2. 관련 법령에서 정하는 전원유지시간 동안 비상용 부하에 전기를 공급할 수 있는 충전용량을 상시 보존하도록 시설하여야 한다.

③ 전기저장장치의 접속점에는 쉽게 개폐할 수 있는 곳에 개방상태를 육안으로 확인할 수 있는 전용의 개폐기를 시설하여야 한다.

④ 전기저장장치의 이차전지에는 다음 각 호에 따라 자동적으로 전로로부터 차단하는 장치를 시설하여야 한다.

1. 과전압 또는 과전류가 발생한 경우
2. 제어장치에 이상이 발생한 경우
3. 이차전지 모듈의 내부 온도가 급격히 상승할 경우

⑤ 제38조에 의하여 직류 전로에 과전류차단기를 설치하는 경우 직류 단락 전류를 차단하는 능력을 가지는 것이어야 하고 “직류용” 표시를 하여야 한다.

⑥ 기술기준 제14조에 의하여 전기저장장치의 직류전로에는 지락이 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설한다.

제297조(계측장치) ① 전기저장장치를 시설하는 곳에는 다음 각 호의 사항을 계측하는 장치를 시설하여야 한다.

1. 이차전지 집합체의 출력 단자의 전압, 전류, 전력 및 충·방전 상태
2. 주요변압기의 전압, 전류 및 전력

② 발전소·변전소 또는 이에 준하는 장소에 전기저장장치를 시설하는 경우 전로가 차단되었을 때에 관리자가 확인할 수 있도록 경보 장치를 시설하여야 한다.

제298조(특정 기술을 이용한 전기저장장치의 추가 설치 요건) ① 20 kWh를 초과하는 리튬·나트륨·레독스플로우 계열의 이차전지를 이용한 전기저장장치의 경우 기술기준 제53조의3제2항의 “적절한 보호 및 제어장치를 갖추고 폭발의 우려가 없도록 시설”하는 것은 제295조부터 제297조 및 이 조에서 정한 사항을 말한다.

② 제1항의 전기저장장치는 일반인이 출입하는 건물과 분리된 별도의 장소에 다음 각 호에 따라 시설한다.

1. 전기저장장치 시설장소의 바닥, 천장(지붕), 벽면 재료는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 따른 불연재료. 단, 단열재는 준불연재료 또는 이와 동등 이상의 것.
2. 전기저장장치 시설장소는 지표면을 기준으로 높이 22 m 이내로 하고 해당 장소의 출구가 있는 바닥면을 기준으로 깊이 9 m 이내.
3. 이차전지는 전력변환장치(PCS) 등의 다른 전기설비와 분리된 격실(이하 이조에서 ‘이차전지실’)에 다음 각 목에 따라 시설.
 - 가. 이차전지실의 벽면 재료 및 단열재는 제1호의 것과 동일한 재료.
 - 나. 이차전지는 벽면으로부터 1 m 이상 이격. 단, 옥외의 전용 컨테이너에서 적정 거리를 이격한 경우에는 제외.
 - 다. 이차전지와 물리적으로 인접 시설해야 하는 제어장치 및 보조설비(공조설비 및 조명설비 등)는 이차전지실 내에 시설 가능.
 - 라. 이차전지실 내부에는 가연성 물질을 두지 않음.
4. 제295조제1항제2호에도 불구하고 인화성 또는 유독성 가스가 축적되지 않는 근거를 제조사에서 제공하는 경우에는 이차전지실에 한하여 환기시설 생략 가능.
5. 전기저장장치가 차량에 의해 충격을 받을 우려가 있는 장소에 시설되는 경우에는 충돌방지장치 등을 시설.

6. 전기저장장치 시설장소는 주변 시설(도로, 건물, 가연물질 등)로부터 1.5 m 이상 이격하고 다른 건물의 출입구나 피난계단 등 이와 유사한 장소로부터는 3 m 이상 이격.
- ③ 제1항의 전기저장장치는 다음 각 호에 따른 보호장치 및 제어장치 등을 시설한다.
 1. 낙뢰 및 서지 등 과도과전압으로부터 주요 설비를 보호하기 위해 직류 전로에 직류서지보호장치(SPD) 시설.
 2. 제조사가 정하는 정격 이상의 과충전, 과방전, 과전압, 과전류, 지락전류 및 온도 상승, 냉각장치 고장, 통신 불량 등 긴급상황이 발생한 경우에는 관리자에게 경보하고 즉시 전기저장장치를 자동 및 수동으로 정지시킬 수 있는 비상정지장치를 시설하며 수동 조작을 위한 비상정지장치는 신속한 접근 및 조작이 가능한 장소에 시설.
 3. 전기저장장치의 상시 운영정보 및 제2호의 긴급상황 관련 계측정보 등은 이차전지실 외부의 안전한 장소에 안전하게 전송되어 최소 1개월 이상 보관.
 4. 전기저장장치의 제어장치를 포함한 주요 설비 사이의 통신장애를 방지하기 위한 보호대책을 고려하여 시설.
 5. 전기저장장치는 정격 이내의 최대 충전범위를 초과하여 충전하지 않고, 만(滿)충전 후 추가 충전이 되지 않도록 설정.
- ④ 제1항의 전기저장장치를 일반인이 출입하는 건물의 부속공간에 시설(옥상에는 설치할 수 없다)하는 경우에는 이 조에서 정한 사항 및 다음 각 호에 따른다.
 1. 전기저장장치 시설장소는 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 따른 내화구조.
 2. 이차전지 모듈의 직렬 연결체(이하 이조에서 '이차전지 랙')의 용량은 50 kWh 이하, 건물 내 시설 가능한 이차전지의 총 용량은 600 kWh 이하.
 3. 이차전지 랙과 랙 사이 및 랙과 벽 사이는 각각 1 m 이상 이격. 단, 제1호에 의한 벽이 삽입된 경우 이차전지 랙과 랙 사이의 이격은 예외.
 4. 이차전지실은 건물 내 다른 시설(수전설비, 가연물질 등)로부터 1.5 m 이상 이격하고 각 실의 출입구나 피난계단 등 이와 유사한 장소로부터 3 m 이상 이격.
 5. 배선설비가 이차전지실 벽면을 관통하는 경우 관통부는 해당 구획부재의 내화 성능을 저하시키지 않도록 충전(充填).

부록 5 전기저장시설의 화재안전기준 (NFSC 607, 소방청고시 제2022-1호)

제1조(목적) 이 기준은 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조제1항에 따라 소방청장에게 위임한 사항 중 전기저장시설에 설치해야 하는 소방시설 등의 설치기준과 유지 및 안전관리에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "전기저장장치"란 생산된 전기를 전력 계통에 저장했다가 전기가 가장 필요한 시기에 공급해 에너지 효율을 높이는 것으로 배터리(이차전지에 한정한다. 이하 같다), 배터리 관리 시스템, 전력 변환 장치 및 에너지 관리 시스템 등으로 구성되어 발전·송배전·일반 건축물에서 목적에 따라 단계별 저장이 가능한 장치를 말한다.
2. "옥외형 전기저장장치 설비"란 컨테이너, 패널 등 전기저장장치 설비 전용 건축물의 형태로 옥외의 구획된 실에 설치된 전기저장장치를 말한다.
3. "옥내형 전기저장장치 설비"란 전기저장장치 설비 전용 건축물이 아닌 건축물의 내부에 설치되는 전기저장장치로 '옥외형 전기저장장치 설비'가 아닌 설비를 말한다.
4. "배터리실"이란 전기저장장치 중 배터리를 보관하기 위해 별도로 구획된 실을 말한다.
5. "더블인터락(Double-Interlock) 방식"이란 준비작동식스프링클러설비의 작동방식 중 화재감지기와 스프링클러헤드가 모두 작동되는 경우 준비작동식유수검지장치가 개방되는 방식을 말한다.

제3조(적용범위) 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」(이하 "령"이라 한다) 제15조에 의한 전기저장시설에 설치하는 소방시설 등은 이 기준에서 정하는 규정에 따라 설비를 설치하고 유지·관리해야 한다.

제4조(다른 화재안전기준과의 관계) 전기저장장치에 설치하는 소방시설 등의 설치기준 중 이 기준에서 규정하지 않은 사항은 개별 화재안전기준에 따라 설치해야 한다.

제5조(소화기) 소화기는 「소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준(NFSC 101)」 [별표 4] 제2호에 따라 구획된 실마다 설치해야 한다.

제6조(스프링클러설비) 스프링클러설비는 다음 각 호의 기준에 따라 설치해야 한다. 다만, 배터리실 외의 장소에는 스프링클러헤드를 설치하지 않을 수 있다.

1. 스프링클러설비는 습식스프링클러설비 또는 준비작동식스프링클러설비(신속한 작동을 위해 ‘더블인터락’ 방식은 제외한다)로 설치할 것
2. 전기저장장치가 설치된 실의 바닥면적(바닥면적이 230제곱미터 이상인 경우에는 230제곱미터) 1제곱미터에 분당 12.2리터 이상의 수량을 균일하게 30분 이상 방수할 수 있도록 할 것
3. 스프링클러헤드 방수로 인해 인접 헤드에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 스프링클러헤드 사이의 간격을 1.8미터 이상 유지할 것
4. 준비작동식스프링클러설비를 설치할 경우 제8조제2항에 따른 감지기를 설치할 것
5. 스프링클러설비를 30분 이상 작동할 수 있는 비상전원을 갖출 것
6. 준비작동식스프링클러설비의 경우 전기저장장치의 출입구 부근에 수동식 기동장치를 설치할 것
7. 소방자동차로부터 전기저장장치 설비에 송수할 수 있는 송수구를 「스프링클러설비의 화재안전기준(NFSC 103)」 제11조에 따라 설치할 것

제7조(배터리용 소화장치) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제6조에도 불구하고 중앙소방기술심의위원회의 심의를 거쳐 소방청장이 인정하는 시험방법으로 제13조제2항에 따른 시험기관에서 전기저장장치에 대한 소화성능을 인정받은 배터리용 소화장치를 설치할 수 있다.

1. 옥외형 전기저장장치 설비가 컨테이너 내부에 설치된 경우
2. 옥외형 전기저장장치 설비가 다른 건축물, 주차장, 공용도로, 적재된 가연물, 위험물 등으로부터 30미터 이상 떨어진 지역에 설치된 경우

제8조(자동화재탐지설비) ① 자동화재탐지설비는 「자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)」에 따라 설치한다. 다만, 옥외형 전기저장장치 설비에는 자동화재탐지설비를 설치하지 않을 수 있다.

② 감지기는 다음 각 호 중 어느 하나의 감지기를 설치해야 한다.

1. 공기흡입형 감지기 또는 아날로그식 연기감지기(감지기의 신호처리방식은 「자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)」 제3조의2에 따른다)
2. 중앙소방기술심의위원회의 심의를 통해 전기저장장치에 적응성이 있다고 인정된 감지기

제9조(자동화재속보설비) 자동화재속보설비는 「자동화재속보설비의 화재안전기준(NFSC 204)」에 따라 설치해야 한다. 다만, 옥외형 전기저장장치 설비에 설치하는 자동화재속보설비는 속보기에 감지기를 직접 연결하는 방식으로 설치할 수 있다.

제10조(배출설비) 배출설비는 다음 각 호의 기준에 따라 설치해야 한다.

1. 배풍기·배출덕트·후드 등을 이용하여 강제적으로 배출할 것
2. 바닥면적 1제곱미터에 시간당 18세제곱미터 이상의 용량을 배출할 것
3. 화재감지기의 감지에 따라 작동할 것
4. 옥외와 면하는 벽체에 설치할 것

제11조(설치장소) 전기저장장치는 관할 소방대의 원활한 소방활동을 위해 지면으로부터 지상 22미터 이내, 지하 9미터 이내로 설치해야 한다.

제12조(방화구획) 전기저장장치 설치장소의 벽체, 바닥 및 천장은 「건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」에 따라 건축물의 다른 부분과 방화구획 해야 한다. 다만, 배터리실 외의 장소와 옥외형 전기저장장치 설비는 방화구획 하지 않을 수 있다.

제13조(설치·유지기준의 특례) ① 소방본부장 또는 소방서장은 중앙소방기술심의위원회의 심의를 거쳐 소방청장이 인정하는 시험방법에 따라 제2항에 따른 시험기관에서 화재안전 성능을 인정받은 경우에는 인정받은 성능 범위 안에서 제6조 및 제7조를 적용하지 않을 수 있다.

② 전기저장시설의 화재안전성과 관련된 시험은 다음 각 호의 시험기관에서 수행할 수 있다.

1. 한국소방산업기술원
2. 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원
3. 제1항에 따라 소방청장이 인정하는 시험방법으로 화재안전 성능을 시험할 수 있는 비영리 국가 공인시험기관(「국가표준기본법」 제23조에 따라 한국인정기구로부터 시험기관으로 인정받은 기관을 말한다)

제14조(규제의 재검토) 소방청장은 「행정규제기본법」 제8조에 따라 2022년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 해야 한다.

제15조(재검토기한) 소방청장은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 이 고시에 대하여 2022년 7월 1일을 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 해야 한다.

[참고문헌]

1. ESS 전기안전관리자 가이드북, 한국전기안전공사
2. 전기저장시설의 화재안전기준(NFSC 607), 소방청
3. 리튬 이온 에너지저장장치 설치 및 유지보수에 관한 기술지침 (KOSHA GUIDE E-185), 안전보건공단
4. 리튬이온배터리 에너지저장시스템(ESS)의 안전관리 가이드(KFS 412), 한국화재보험협회
5. 한국전기설비규정, 산업통상자원부
6. 전기설비기술기준의 판단기준, 산업통상자원부
7. ESS 설치 유지보수 및 안전관리 가이드, 한국전기산업진흥회
8. Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems, NFPA 855
9. Electric Energy Storage Systems, IEC TS 62933
10. Technical Reference for Li-ion Battery Explosion Risk and Fire Suppression, DNV·GL

[그림출처]

- [그림 1] 한국화재보험협회, KFS 412
- [그림 2] 한국전기안전공사 - ESS 전기안전관리자 가이드북
- [그림 3] 한국전기안전공사 - ESS 전기안전관리자 가이드북
- [그림 4] 한국전기안전공사 - ESS 전기안전관리자 가이드북
- [그림 5] 한국전기안전공사 - ESS 전기안전관리자 가이드북
- [그림 6] 한국전기안전공사 - ESS 전기안전관리자 가이드북
- [그림 7] ESS 및 전기차배터리 화재예방과 대응방안 세미나 발표자료,
이주광 화재예방솔루션 전문가
- [그림 8] Early detection of failing automotive batteries using gas
sensors, Christiane Essl
- [그림 9] Technical reference for Li-ion battery explosion risk and
fire suppression, DNV·GL
- [그림 10] KOSHA GUIDE E-185
- [그림 11] 한국전기안전공사 - ESS 전기안전관리자 가이드북
- [그림 12] 한국전기안전공사 - ESS 전기안전관리자 가이드북
- [그림 13] Technical reference for Li-ion battery explosion risk and
fire suppression, DNV·GL

ESS 사고예방 매뉴얼

2023-전문기술실-362

발행일 | 2023년 9월
제 작 | 고용노동부 산업안전보건본부
화학사고예방과
안전보건공단 전문기술실

인쇄처 | 해든디자인플러스

비매품