

울산 ESS 화재

.....

2019년 1월 21일 월요일 오전 9시 26분경 울산광역시 남구에 위치한 ESS가 설치된 공장에서 배터리 열폭주로 추정되는 사고가 발생하였다. 화재가 발생한 ESS가 설치된 건물은 철근콘크리트 슬래브 지붕이었고, 2018년에 준공되었다. 발화는 ESS 동 2층 배터리실에서 시작되었다.

이 화재는 발화 후 8시간 만에 완전히 진압되었으며 인명피해는 없었다. ESS 동에는 가스계소화설비가 설치되었고 화재 시 정상적으로 작동된 것으로 보이나 화재 진압에는 실패하였다.

울산 ESS 화재

1 일반사항

- 소재지 : 울산광역시 남구 소재
- 화재일시 : 2019년 1월 21일(월요일) 09시 26분
- 발화장소 : ESS동 2층 배터리실
- 재산피해 : 4,843,166천원(소방서 추산)
- 인명피해 : 없음
- 발화원인 : 배터리 열폭주 추정

2 건물 현황

이 공장은 다수동으로 구성되어 있으며, 총 연면적은 8,161.27㎡이다. 이 중 ESS 동은 2018년도에 준공되었고 철근 콘크리트 슬래브 지붕 구조이다.

표 1. 건물현황

동명	준공연도	층	면적(㎡)	용도	소방설비	경보설비
공장동 1동	2012	3/0	2,281.82	공장	옥내소화전, 옥외소화전	자동화재 탐지설비
공장동 4동	2008	3/0	2,384.44	공장		
ESS 동	2018	3/0	626.87	회의실, 숙소	가스계 소화설비	
사무동	2007	3/0	612.00	전기실		
보일러동	2007	2/0	627.79	숙소, 창고		
압축기동	2008	2/0	865.77	완제품 창고		
변전동	2008	2/0	299.52	완제품 창고		
펌프실 등	-		463.06	펌프실, 창고 등 6개동		
연면적 합계			8,161.27			

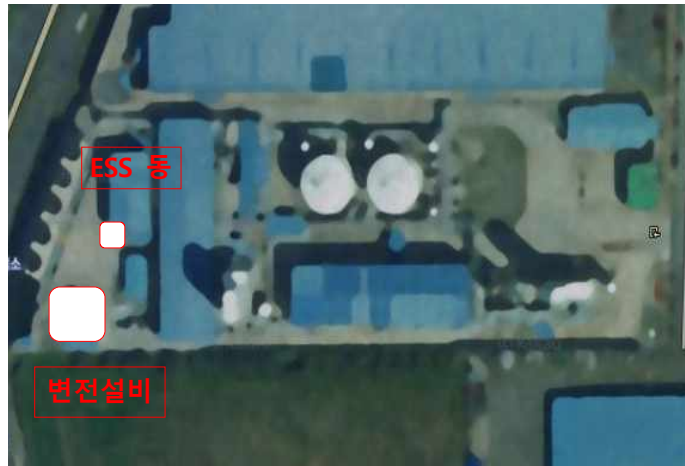


그림 1. 건물 배치도(다음지도 화면캡처 후 편집)

표 2. ESS 동 건물현황

구분	용도	면적(m²)	구조	기타
1층	배터리실, PCS실	272.00	철근 콘크리트 슬래브 지붕	
2층	배터리실, PCS실	276.70		
3층	소화약제실	78.17		HFC-227ea 설치
합계	-	626.87		

3 화재발생 상황

1) 발화 및 화재진압

- 2019년 1월 21일 09시 경 자동화재탐지설비 화재경보 발생
- 09시 17분경 ESS 원격감지시스템에 의해 이상신호 전송
- 09시 18분경 ESS동 2층 배터리실 내 화재발생 인지
- 09시 26분경 소방대에 신고
- 12시 30분경 초진
- 17시 21분경 완진

2) 지원인력 및 출동 장비

- 인력: 총 108명(소방 58, 경찰 10, 유관기관 24, 기타 16)
- 장비: 총 35대(소방 19, 구조 및 구급 2, 기타 14)

3) 화재현장의 연소상황

○ 연소상황

- 화재현장의 대부분의 연소피해는 ESS동 건물의 2층에 국한됨.
- ☞ ESS동은 철근콘크리트구조로서 화재발생 부분이 구획되고, 연소 확대 방지에 주력한 소화활동으로 연소확대가 최소화됨.
- 화재 초기 ESS동 2층 내부에 접근할 수 없었기 때문에 명확한 발화지점은 확인할 수 없음.
- ESS동 2층 부분이 전소되어 발화지점 및 연소 확대 경로를 해석할 만한 흔적이 남아 있지 않은 상태임.
- ESS동 2층 전체 소실 및 국가기관의 현장조사과정 중 일부 개체가 수거되는 등 화재 원인을 특정할 수 없는 미상 화재임.

○ 소방시설 조사

- ESS동의 면적이 300㎡를 초과하는 관계로 건물 내에는 청정소화약제소화설비(HFC-227ea)가 1층과 2층에 설치되고 약제실은 3층에 위치함.
- 방호구역은 배터리실 2구역과 PCS실 2구역으로 설정되어 총 4개 구역으로 구성되었으며, 배터리실과 PCS실의 약제는 별도로 분리 설치됨.
- 화재가 발생한 2층의 배터리실과 PCS실의 기동용 솔레노이드는 격발된 상태이나 1층의 배터리실과 PCS실의 솔레노이드 안전핀은 체결된 상태임.
- 경보설비는 교차회로 감지기가 정상적으로 작동한 상태로 나타남.

○ 소방대 도착 상황

- 현장 도착당시 ESS동 2층 배터리실 내에는 소화약제가 방출되어 내부접근이 불가능한 상태였음.



그림 2. 화재현장 사진



그림 3. ESS동 전경



그림 4. ESS동 2층 배터리실 사진

4 ESS 설비 현황

- 경부하 시간(오후11시~오전9시)에 ESS에 충전 후 최대부하 시간(오전10시~오후5시)에 전력을 공급하기 위한 시설임.
- ESS 배터리의 전체용량은 약 46.7MWh이며, 1일 충방전율은 100%로써 하루에 한번 완전충전 및 완전방전을 실시함.
- ESS동 내에는 1층과 2층에 두 개씩 총 4개의 뱅크(1개의 PCS용량에 맞게 설계된 랙 라인)가 설치되었음.

- “화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령” 제15조 및 별표5에 따라 ESS동은 300㎡를 초과하는 축전지실에 해당되어 자동식 소화설비로서 청정소화약제(HFC-227ea)가 설치되어 있었음.

5 현장 특이사항

- 본 ESS 시설은 별도의 운영업체에서 운영 및 관리하고 있으나 상주 인력 없이 현장에 설치된 원격감시시스템을 통해 관리함.
- 화재발생 당시인 오전 09시로 배터리가 충전이 완료된 상태였음.
- 화재 당일 배터리 납품업체 및 PCS 납품업체, 시공사의 합동점검이 예정되어 있었음.
- ESS동은 사업장 서측, 154kV 수전설비 북측에 약 5m 이격하여 위치함.
- 이 화재는 ESS동의 2층에서 발화하여 인접층으로 연소 확대되지 않고 2층에 국한됨.

6 사고현장의 문제점

1) 방화관리 체계

- ESS동의 실질적인 운영 및 관리책임은 별도의 운영업체에 있으나 현장에 원격감시시스템에 의존하여 신속한 사고대응이 어려운 상태임.
- ☞ ESS 설비는 발화빈도 및 화재하중이 높은 시설로써 상주 감시 필요

2) 배터리 용량 및 이격거리

- ESS실의 각층에는 2개의 뱅크가 각각 3개의 라인으로 분산되어 있으나 각 라인에는 24~52개의 랙(91.3KWh/랙)이 일렬로 배치되어 라인 별 전력량은 약 2.19 ~ 4.75MWh로 에너지가 과다하게 집약된 상태임.
- ☞ 각 랙의 최대 에너지 용량은 250KWh 또는 50KWh 미만으로 설치하고, 각 랙 및 벽체로부터 0.9m 이상 이격 권장

3) 건물배치

○ ESS동이 공장의 메인 수전설비와 약 5m 이격된 장소에 설치되어 연소확대로 인한 대규모 휴지 위험 상존함.

☞ ESS 시설은 중요 시설 및 설비와는 15m 이상 이격 또는 방호벽 설치 권장

4) 소방설비

○ ESS동의 가스계소화설비는 정상적으로 작동되었으나 화재발생부분인 2층 부분은 전 소된 상태로서 가스계소화설비의 적응성 문제 제기됨.

☞ 가스계소화설비 진압 실패 사례가 확인되고 재발화 가능성 있으며, 해외 연구자료¹⁾ 등을 참조하면, 리튬이온 배터리의 화재 진압에는 냉각효과를 이용한 소화설비가 효과적이라고 함.

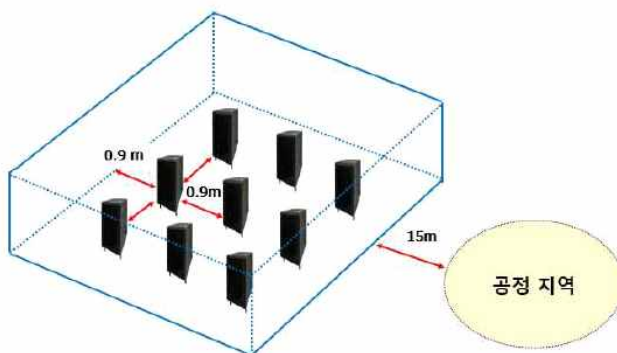
7 안전관리 유의사항

1) 방화구획 및 위험분할

○ ESS 시설은 1시간 이상의 내화성능이 인정되는 재질로 방화구획

○ ESS의 각 랙 및 벽체로부터 0.9m 이상 이격

○ ESS의 각 랙은 최대 에너지 용량은 50KWh(NFPA 850 참조) 또는 250KWh(KFS 412 참조)를 초과하지 않도록 구성



1) Considerations for ESS Fire Safety, DNV GL, 2017

2) 스프링클러설비

- 리튬이온배터리는 화재 시 냉각소화가 효과적이므로 스프링클러소화설비 설치 권장 (최소방사밀도 12.2 LPM/m² 이상)

3) 환기설비

- 기계적인 환기설비는 공간의 바닥면적 기준 5.1L/sec/m² 이상
- 환기설비는 연속적으로 작동 되거나 가스감지기에 의해 작동되어야 하며 수신기에서 감시할 것
- 가스감지설비는 공간 내의 가연성 가스 농도가 연소하한계(LFL)의 25%를 초과할 때 기계적인 환기설비를 작동시킬 수 있도록 할 것
- 가스감지설비는 2시간 이상의 예비전원을 확보할 것

4) 비상계획 수립 및 훈련

- ESS 관계자(소유주, 설비 담당자, 비상 대응 담당자)가 예측 가능한 위험에 대해 효과적으로 대응할 수 있도록 비상계획 수립 및 훈련 실시
- ESS설비의 운영 및 관리주체가 상이하여 원격감시가 되는 경우에는 ESS설비에 이상에 대해 신속한 초기대응이 어렵기 때문에 상주관리가 가능하도록 조치

5) 기타사항

- 화재 발생 시 배터리 내부의 화학물질은 소화수와 함께 유출될 경우 심각한 토양오염을 야기할 수 있으므로 별도의 배수 트랜치 설치

8 참고자료

- KFS-421 리튬이온배터리 에너지저장시스템(ESS)의 안전관리 가이드, 한국화재보험협회, 2018
- NFPA 855 Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems 2020, National Fire Protection Association, 2019
- 공공기관 에너지저장장치(ESS) 설치 가이드라인, 에너지관리공단, 2016
- 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률