

성주 스티로폼 공장 화재

.....

2019년 1월 10일 목요일 오전 5시 53분경 경상북도 성주에 위치한 스티로폼 공장에서 정전기 화재로 추정되는 사고가 발생하였다. 화재가 발생한 건물은 철골조 샌드위치 패널 구조였고, 2012년에 준공되었다. 발화는 공장 1층 출입구 부근에서 시작되었고, 자체 진압을 시도하였으나 실패하였다.

이 화재는 발화 후 2시간 30여분 만에 완전히 진압되었으며 1명이 부상당했다. 이 공장에는 소화기, 옥내소화전설비, 옥외서화전설비 및 자동화재탐지설비가 설치되었다. 화재하중이 매우 높은 편인데 건물간의 이격거리가 충분치 않고, 내화재료로 구획되지 않아 화재가 더 확산된 것으로 추정된다.

성주 스티로폼공장 화재

1 일반사항

- 소재지 : 경상북도 성주군 소재
- 화재일시 : 2019년 1월 10일(목요일) 05시 53분
- 발화장소 : 공장동 출입구 부근
- 재산피해 : 3,989,725천원(소방서 추산)
- 인명피해 : 1명 부상
- 발화원인 : 스티로폼 마찰로 인한 정전기 화재 추정

2 건물 현황

이 공장은 4개동으로 구성되어 있으며, 총 연면적은 11,493.687㎡이다. 건축물의 주요 구조는 철골조 샌드위치패널 구조이며, 공장동은 2012년 11월 26일에 준공되었고, 2013년 및 2015년도에 일부 증축 되었다. 건물의 층별 면적과 주요 용도는 표1과 같다.

표 1. 건물현황

동명	준공연도	층	면적(㎡)	용도	소방설비	경보설비
공장동(A)	2012	1	6,597.94	작업장	옥내소화전, 옥외소화전	자동화재 탐지설비
	2012	1	359.36	사무실, 식당		
	2012	2	321.32	회의실, 숙소		
	2012	2	84.65	전기실		
	2015	3	324.85	숙소, 창고	옥내소화전	
	동면적 합계		7,688.12	-		
창고동(B)	2012	1	1,960.00	완제품 창고	옥내소화전,	자동화재
창고동(C)	2013	1	1,793.68	완제품 창고	옥외소화전	탐지설비
경비실(D)	2013	1	51.88	경비실, 접견실		



그림 1. 사고 전 공장 배치도(위성사진)

3 화재발생 상황

1) 발화 및 화재진압

- 2019년 1월 10일 05시 53분경 공장동 출입구(지게차)에서 발화 시작
- 05시 53분경 화재발생 및 소방서 신고, 초기진화 시도
- 05시 57분경 선착대 현장도착
- 07시 00분경 초진
- 08시 19분경 완진

2) 지원인력 및 출동 장비

- 인력: 총 111명(소방 66, 의용소방대 20, 경찰 2, 기타 23)
- 장비: 총 34대(지휘본부 1, 펌프·물탱크 11, 구조 3, 구급 5, 화학 3, 굴절 2, 기타 9)

3) 화재현장의 연소상황

- 관계자 진술
 - 직원 14명이 공장동 스티로폼 제조라인에서 작업 중 이었음.

- 지게차 운전자는 작업공정의 최종라인에서 생상품(스티로폼)이 나오면 지게차에 실어 창고동으로 이동(보관)하는 과정이었음.
- 05시경 생산된 제품(스티로폼 제품)을 지게차를 이용하여 창고동으로 이송하는 과정에서 제품에서 발화하였음.
- 화재발생시 주변의 직원들과 소화기 및 소화전을 이용하여 초기 진화를 시도하였으나 실패하고 119에 신고함.

○ 소방대 도착 상황

- 소방대 현장 도착당시 공장 4개동 중 3개동이 화재 최성기 상태에 이르렀음.
- 해당 공장과 인접한 공장의 3개동 중 1개동에 연소 확대됨.

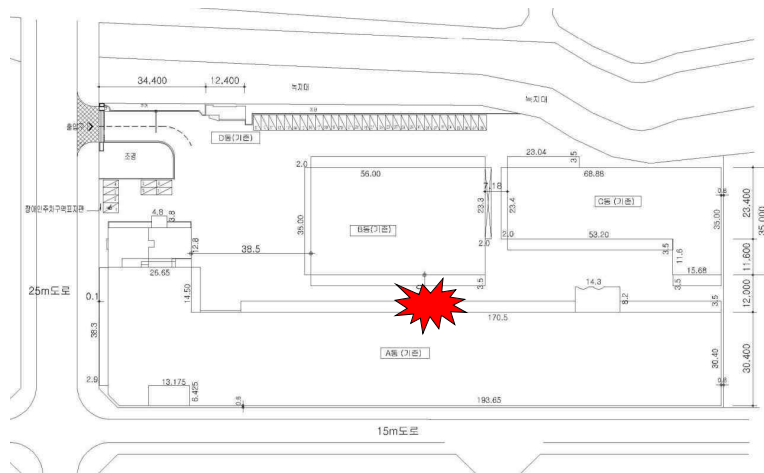


그림 2. 공장의 배치도 및 발화지점

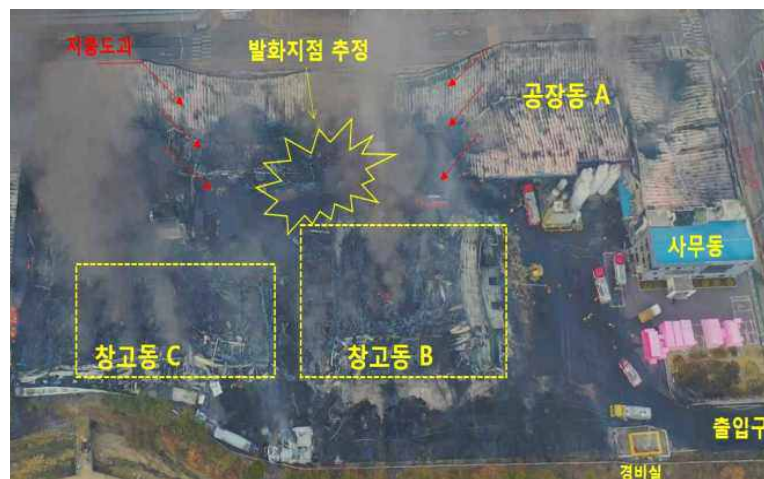


그림 3. 화재 진압 중에 촬영된 공장의 연소 상황

4 주요 공정 위험

1) 스티로폼 생산 공정

- 공정개요 : 원자재인 폴리스티렌 칩(Polystyrene Pellet)을 발포제(프레온가스 또는 LPG)와 혼합하여 발포한 후 압출기를 통해 건축용 단열재인 압출 스티로폼을 생산하는 공정
- 발포 공정에는 주로 사용되는 발포 가스는 프레온가스(HFC R22 142b, 약 90%)이며, 일부 라인에서 제품두께 등 특성에 따라 LPG 또는 디메틸에테르(Dimethyl ether, DME) 사용
- 압출공정의 압출 온도는 약 200℃로 운영되며 자동온도조절기로 제어

2) 공정 위험

- 주요 공정인 발포 공정에 발포용으로 공급되는 DME 등은 가연성 가스의 누출에 따른 폭발 위험
- 압출 공정의 압출 성형기의 발열체인 밴드히터 등의 고장 또는 과열에 따른 고온의 열 축적에 의한 발화 위험
- 압출성형기의 성형공정에서 성형품과 이송벨트 간 마찰에 의해 발생한 정전기로 발화 위험
- 원자재인 폴리스티렌 펠릿(Polystyrene Pellet)의 성형제품은 테프론 포장지와 압축용 롤러와의 마찰에 의한 지속적인 정전기 대전 가능성
- 절단작업장에서 발생한 분진이 인근 전기시설(분전반, 조명설비 등)에 축적되어 장시간 접촉에 의한 열 축적 및 마찰열 등에 의한 화재 위험
- 원료 이송 덕트 내에 축적된 찌꺼기는 연소 확대 매개체 역할
- 전원코드 등의 전선에 기름 등의 부착으로 고무가 열화되거나 압착 등에 의해 손상되어 선간 단락으로 인한 발화위험

5 화재 원인

1) 발화지점

- 최초목격자가 공정의 최종 단계에서 스티로폼을 지게차에 실어 창고동으로 이동하던 중 지게차에 적재된 스티로폼에서 발화되었다고 진술함

- 공장동에 설치된 CCTV와 창고동에 설치된 CCTV에서 공장동의 출입구 부근에서 불꽃이 발생하는 장면 확인됨
- 공장동 내부 출입구 쪽에서 발화된 화염이 출입구 부근에 적재된 스티로폼으로 확대되는 것이 CCTV 영상으로 확인됨
- 이후 공장동에 인접한 창고동 및 주변 건물로 연소 확대됨

2) 추정 발화원인

- 지게차로 생산품(스티로폼)을 이송 중에 지게차에 적재된 스티로폼 간 마찰로 발생된 정전기에 스티로폼 주변에 잔류하고 있던 가연성 가스 및 스티로폼에 착화·발화된 것으로 추정됨
- 생산직후 스티로폼에는 LPG, DME 등 가연성 가스의 잔류 가능성 있음
- 화재당시 습도는 약 53%로 실제 공장동 내부의 습도는 더욱 낮았을 것으로 추정됨

6 사고현장의 문제점

1) 공장 레이아웃

- 생산시설 건물과 제품 보관 창고가 분리되어 있는 상태이나 공장 건물과 창고 건물 간 이격거리가 3m 미만으로 인접하여 전소
- ☞ 생산시설과 제품창고, 인접건물과는 연소확대 방지를 위해위험분할 또는 방화구획 설정 필요



그림 4. 공장 후면 및 인접 공장 이격 상태

2) 건물 내·외장재

- 건물 외벽을 샌드위치패널 시공으로 건물 전체로 급격한 연소 확대
 - ☞ 건물 외벽은 불연성 또는 난연성능이 있는 벽체 시공 권장
- 공장동 건물은 사무실부분과 작업장부분을 내화벽체로 구획되어 사무실부분은 연소 피해가 경감되었으나 작업장부분은 대형 생산설비가 설치되어 방화구획이 불가하여 전소함
 - ☞ 물품의 제조·운반 등에 필요한 고정식 대형설비 설치 등으로 불가피한 부분을 제외한 작업공간과 사무공간의 방화구획 설정 필요

3) 높은 화재하중

- 이 공장은 스티로폼을 발포 및 압출하여 건축용 단열재를 생산하는 공장으로 원료 및 제품이 가연성이고 화재하중이 매우 높아 화재 시 다량의 유독가스가 발생으로 초기소화를 실패할 경우 대형 화재로 발전 가능
 - ☞ 화재하중이 매우 높은 업종은 스프링클러설비 설치 권장

4) 정전기 관리

- 이 공장은 정전기 발생이 용이한 압출성형기 등에 정전기 제거를 위한 제전설비 및 가습기 장치 등 국부적인 정전기 방지설비를 설치하였으나 공장 전체 및 이동설비 등에 대한 정전기 방지설비는 미흡
 - ☞ 공장 전체를 상대습도 70%이상으로 유지하고, 지게차, 대차 등 이동설비에 대한

접지 권장

5) 건물 방화관리 체계

- 이 공장의 화재는 초기에 작업자에 의해 초기에 발견되었으나 급격한 연소 진행과 미흡한 초기 대응으로 대형 화재로 발전
 - ☞ 신입직원을 포함한 전 직원을 대상으로 화재예방 및 비상대응조치 등 에 관한 주기적으로 교육·훈련 실시

7 안전관리 유의사항

1) 공장 레이아웃

- 공장의 생산시설과 제품은 별도의 건물 또는 내화구조로 방화구획
- 화재 시 인접공장 및 시설에 대한 연소확대 방지를 위해 인접 건물과는 최소 10M 이상 이격 또는 연소 방지시설 설치 권장

2) 소화설비 및 경보설비

- 플라스틱 제조 공장 등 다량의 가연성 물품을 보관하는 공장 및 창고에 대한 스프링클러설비 설치 권장
- 폴리스티렌 폼 또는 발포 폴리우레탄 등의 제품을 저장 및 취급하는 장소의 경우에는 화재 초기에 주로 훈소를 하므로 연기감지기를 설치

3) 정전기 등 발화원 관리

- 스티로폼 공장은 발포, 성형 등 제조과정에서 발생하는 정전기 제거 및 예방을 위해 제전설비 및 습도조절 설비 등 운영 여부 확인
- 압출설비의 밴드히터 등 기계장치의 과열 방지를 위한 온도조절장치 설치 및 관리 확인
- 공정 설비의 전원 코드 등의 전선은 기계유의 부착에 의해 고무 피복제 열화 또는 압착 손상 등에 따른 단락으로 인한 발화위험 관리
- 흡연 장소로 지정된 곳 이외에서는 철저한 금연 실시와 흡연 장소에는 불연재 재떨이 비치 등 흡연 장소 주변에는 가연성 물질 비치 금지

4) 화기작업 관리

- 스티로폼 공장은 화재하중이 높은 원료 및 제품으로서 용접용단 등 화기작업에 대한 각별한 주의 권장
- 작업허가서 발부 및 화기작업관리에 대한 철저한 준수이행 여부 확인

5) 피난설비 및 통로 확보

- 공장건물 내 어느 곳에서도 화재 시 신속히 대피할 수 있도록 옥외로 통하는 충분한 수의 피난통로 확보
- 피난로는 우회하지 않고 직접 옥외의 안전한 장소로 최단시간에 피난할 수 있도록 설정할 것
- 피난구 및 통로 유도등은 예비전원이 내장된 대형 유도등 설치
- 공장 내부 구조나 공정 등 작업 여건을 고려하여 화재 시 안전한 피난유도가 가능하도록 비상조명등과 축광식 유도표지를 조합하여 설치

6) 화재예방 교육 및 훈련

- 화재 시 신속한 화재 인지 및 소화 작업이 이루어 질 수 있도록 화재 예방 교육 및 비상대응조치 등에 대한 충분한 교육 실시 권장
- 위험물의 물성, 취급방법, 소화방법에 대한 안전교육·훈련은 신입 직원이 현장에 배치 되기 전에 반드시 교육·훈련을 실시해야 하며, 기존 직원에 대하여도 정기적으로 재교육 실시
- 소화설비, 경보설비 등 소방시설 위치 및 작동방법을 모든 종업원 숙지
- 위험 작업을 실시하는 경우에는 반드시 2인 이상 작업

8 참고자료

- 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률
- KFS 580 플라스틱제품 제조업 방화기준
- KFS 929 용접 및 절단작업 화재예방기준