

김 동 일 (본 협회 위험관리부 대리)

Duct는 불길의 고속도로

- 화재 일시: 1990. 5. 9. 19:47
- 발생장소: 부산D화성(신발제조)
- 사고원인: 열풍기 과열
- 재산피해: 1억 4천만원

기밀성이 좋은 수직덕트는 화재 시 연돌현상(Draft효과)에 의하여 열과 연기의 훌륭한 통로 역할을 한다.

연돌현상은 일반적으로 굴뚝이 설치된 연소기기를 사용할 때 연소로 인해 공기가 흡입되는 현상을 말하지만, 화재시엔 고층건물의 계단이나 엘리베이터 샤프트들이 굴뚝역할을 해 이같은 현상을 볼 수 있으며, 한편에선 이를 이용해 Smoke Tower배연방식으로 사용되기도 한다.

사고가 발생한 본 건물은 Bucket Elevator Steel Duct를 통로로 하여 1층의 불길이 순식간에 3층으로 연소된 사례이다.

사고 당일 정상작업을 마치고 전 종업원이 퇴근한 1시간 뒤 경비원이 공장 구내를 순찰하던 중 1층의 제화라인 Control Panel이 불길에 휩싸여 있는 것을 발견하였다. 불길은 열이 완전히 식지 않

은 건조기 내부로 번져 초기진화에 실패하였다. 1층 작업장을 태운 불은 제품 수송용 Bucket Elevator의 Steel Duct를 타고 3층의 완제품 창고 내부로 급속히 연소되어 인화성이 강한 화학섬유 및 고무제품을 거의 태웠다. 이 불은 소방대 출동 후 2시간여 만에 진

화되었다.

화재의 원인은 1층 작업장에 설치된 열풍기의 고열 또는 제화라인의 Control Panel 내부 합선에 의한 것으로 추정하고있다.

신발제조 등과 같은 작업장에는 부품 또는 완제품의 이송을 위하여 Bucket Elevator 또는 Sliding Duct 등을 설치하게 된다. 그러나 그 규모가 그리 크지 않기 때문에 연소확대 방지를 위한 조치에 소홀하기 쉽다. 당 협회 안전 점검시 층별 방화구획의 일부로 Duct의 보완이 지적된 바 있으나 사고시 까지 개수되지 않은 상태였다. ☹

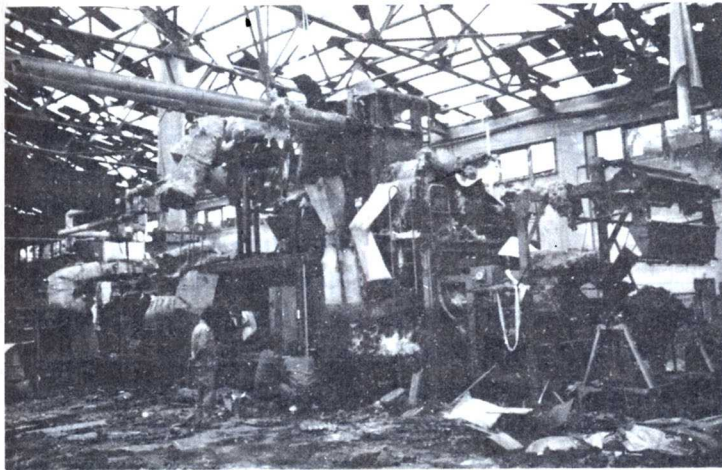
증거Zero, 정전기화재

- 화재 일시: 1990. 5. 16. 13:30
- 발생장소: 대구B상공사(직물염색기공)
- 사고원인: 정전기
- 재산피해: 1천 2백만원

2개의 다른 물체가 접촉한 후 서로 떨어질 때 전하(電荷)가 발생하는 경우가 있다. 이 전하가 부도체 또는 절연도체에 축적된 것을 정전기(靜電氣)라고 한다. 대전(帶電)된 물체가 이동하면 전압이

10, 000V까지 상승하게 되어 조건에 따라 불꽃방전을 하게 되는데 가까이에 가연성의 증기나 가스, 분체(고체입자가 많이 모여있는 상태의 물체)등이 있으면 쉽게 폭발하거나 또는 화재를 일으키게 된다.

본 건의 경우, 나이론 다후다(Nylon Taffeta)원단에 아크릴 베이스 코팅을 하던 중 다음 공정인 권취기(Winder)와 원단 사이에서 화재가 발생하였다. 불길은



<자료 1> 정전기 대전이 현저히 높은 위험물

품명	고유저항(Ω)	품명	고유저항(Ω)
항공기 연료	15×10^6	옥탄	19×10^8
디젤유	18×10^6	솔벤트, 나프터	92×10^8
등유	27×10^8	톨루엔	25×10^8
벤젠	16×10^8	키실텐	28×10^8

* 고유저항 $10^8 \sim 10^{10} \Omega \text{cm}$ 의 것은 대전이 현저히 높다.

<자료 2> 대전서열(예)

⊕	석면	인모	유리	운모	양모	견	아연	종이	에보나이트	동	유황	고무	셀로판	젤라틴	유리	초산셀룰로오즈	폴리메틸	메타크릴레이트	폴리카보네이트	폴리스틸렌	은박지	폴리에틸렌	염화비닐	테플론	사란	Cd	Zn	Al	Fe	Cu	Au	Pt
		유리	나일론	양모	견	레이온	마	동	합성고무	폴리에틸렌	폴리에틸렌	테플론																				

⊖ 例1

例2

例3

例4

例5

⊕ ⊖ 양극의 간격이 클수록 정전기 발생이 쉽다.

코팅기의 Chamber로 흡입되면서 섬유 원단에 쉽게 연소되었으나 소화기와 방화수를 이용, 자체 진화하였다.

화재의 원인은 권취기와 원단 사이에서 발생된 정전기 불꽃이 아직 건조되지 않은 톨루엔(Toluene)가스에 인화된 것으로 추측된다.

화재 원인의 으뜸을 차지하는 전기화재 중 상당수가 정전기에 의한 것으로서, 앞으로 고분자물질을 점점 더 많이 사용하게 될 전망에 따라 화재 원인에서 차지할 비율이 더욱 높아질 것이다.

참고로 정전기 발생과 억제에 관한 자료를 소개한다. ㉞

<자료 3> 정전기 방지 대책

- ① 본딩(Bonding)과 접지
- ② 가연성 분위기의 불활성화
- ③ 기습
- ④ 제전(除電)에 의한 대전 방지
- ⑤ 정전유도(靜電誘導)에 의한 이온화법
- ⑥ 전도성 부여
- ⑦ 마찰감소
- ⑧ 정전차폐
- ⑨ 정지(靜置)시간부여

안전장치의 신뢰도

- 화재일시: 1990. 6. 8. 03:00
- 발생장소: 전주K고무공업(신발제조)
- 사고원인: 기계고장
- 재산피해: 1천 4백만원

미국방화협회 (NFPA)에서는 위험물질을 다음 3가지 유형으로 분류하고, 각 유형별 위험을 5단계로 세분화 하였다.

- ① 건강위험성
- ② 연소위험성
- ③ 반응위험성

일반적으로 위험이 높은 공정일수록 안전장치의 수량 또는 종류가 많아지며 특히 건강위험이 높은 공정(예; 농약제조, 원자력 발전)에는 가장 안전한 안전장치가 요구된다.

사고가 난 것은 세정식 집진기로서 화재원인은 안전장치의 고장이었다.

세정식집진기는 물(또는 표면활성제 용액)을 집진부에 공급하여 물방울을 만든 뒤 이를 세정하거나, 분진을 크게하여(粗大化) 가스속의 분진을 분리 포집하는 집진기의 한 형태이다.

고온의 가스 속에 섞인 가연성 고무 분진의 집진을 위한 본 세정탑의 경우 물공급장치는 공정장치로서의 역할 뿐만 아니라 냉각을 위한 안전장치로서의 기능을 갖고 있다.

화재는 Water Pump의 고장으로 세정탑내의 Spray Nozzle에 물이 공급되지 않는 상태에서 송풍기로 부터 이송된 고온의 매연이 세정탑을 과열시켜 가연성 분진에 인화된 것으로 추정된다.

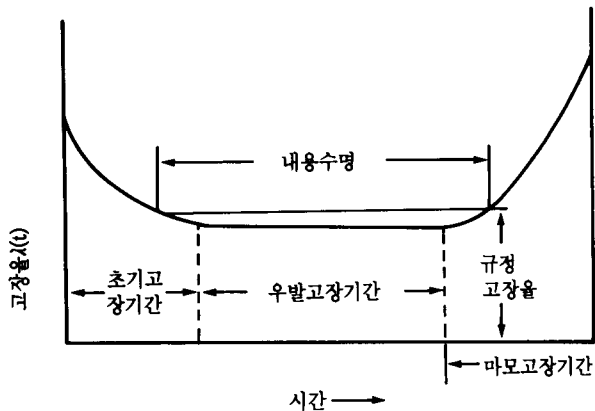
공정의 자동화에 따른 제어장치는 높은 신뢰도를 바탕으로 하여야 한다. 일반적으로 고장 발생률은 <그림>과 같이 나타난다.

그림에서 초기고장의 경우는 시운전 등으로 상당 부분을 예방할 수 있고, 마모고장은 장치의 일부가 수명이 다해서 생기는 고장이므로 부품교환 등 보수를 통하여 방지할 수 있다.

우발고장은 불규칙하게 일어나는 것으로서 시운전이나 점검만으로 방지할 수 있는 성질의 것이 아니다.

각 요소의 우발고장에 의한 평균고장시간이 t_0 인 요소가 t 시간 동안 고장을 일으키지 않을 확률, 즉 신뢰도 $R(t)$ 는

$$R(t) = e^{-t/t_0} \text{로 구해진다. } \textcircled{㉔}$$



<그림> 고장의 발생 상황