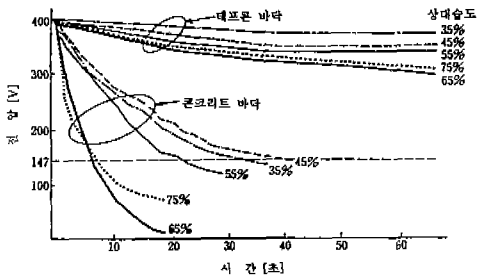
전기화재 원인과 발생 ⑦

글/ 배산엔지니어링
상무이사 김 미 승

목 차

제1장 화재일반
1. 물질의 열특성
2. 연소개론
3. 화재의 분류 및 특성
4. 폭발개론
5. 소화원리 및 방법
제2장 전기화재의 개요
1. 발화원의 종류
2. 전기화재의 특징
3. 정전기 및 정전기 예방대책
4. 통전 입증
제3장 전기화재의 발화형태



〈그림〉 400V에 대전한 인체전압이 시간적 변화에 주는 상대습도영향

① 물을 분무하는 방법
- 이 방법은 물을 직접 분무하는 것으로 가습량이 그다지 크지 않으며 가습량의 제어범위가 세밀하지 않는 경우에 많이 사용된다. 장치 또한 단순한 것으로 염직업이나 방적업 등에서 유효하고 적절한 방법일 것이다.
- 분무방식에는 압축공기에 의한 방식과 원심력에 의한 방식의 두 가지가 대표적이다.

② 증기를 분무하는 방법
- 이 방법은 공기중에 증기를 직접 방출하는 방법으로 건조한 증기와 습윤한 증기를 사용하는 두 가지 방법이 있다.

- 스프레이 같은 형태의 간단한 장치가 있으며, 가습량을 자유자재로 조절할 수 있고, 제어가 용이하며 또한 신속하고 설치장소에 구애를 받지 않는다.

(다) 증발법

- 이 방법은 수조 혹은 용기 내부에 증기 코일을 설치하거나 전열기를 이용하여 물을 가열, 증발시켜 가습하는 것으로 가습량의 조절에 대한 그 반응속도가 늦고, 또한 대용량의 가습에 부적합하며, 가열을 위한 발열원의 존재로 인하여 위험한 장소에서의 사용은 금물이다.

(라) 제전제

- 제전제는 섬유나 수지의 표면에 흡습성과 이온성을 부여하여 도전성을 증가시키고 이것에 의하여 대전방지를 도모하는 것이며, 제전제에 주로 많이 이용되는 물질로 계면활성제이다.
- 계면활성제는 친수성의 기와 배수성의 기 및 극성기와 무극성기가 있는 바, 친수성의 기는 물 등 극성이 큰 용매에 대해서 친화성이 강하고, 배수기는 광유 등 극성이 작은 용매에 대해서 친화성이 강하다.

(마) 제전기

- 물체는 원래 양(+)전하와 음(−)전하를 그 양적으로 똑같이 보유하고 있고, 그들 전하가 균일하게 분포되어 있어 전기적으로 평형상태를 이루고 중성을 띠게 된다. 그러나 그러한 벨런스가 붕괴되어 양 또는 음의 전하가 과잉되면 그 물체는 정전기가 대전되어 대전물체가 된다. 다시 말하면, 대전물체는 양 또는 음전하가 과잉된 상태, 즉 그들 전하가 부분적으로 과잉되어 전기적으로 불균일한 상태가 되는 것이다.
- 제전이란, 이들 과잉된 전하를 그와 역극성의 전하로 중화시켜 전기적 중성상태로 복귀시키는 것을 말한다. 예를 들면, 양전하로 대전된 물체에는 음전하를, 음전하로 대전된 물체는 양전하를 공급하여 중화시키는 것이다.
- 한편 제전기는 제전에 필요한 대전물을 과잉 전하와 역극성의 전하를 발생시켜 대전물체에 공급하는 기능을 보유한 것으로 이때 제전에 필요한 전하는 주로 기체분자를 전리시켜 만들고 있다.
- 즉, 기체분자가 전리되어 양(+), 음(−) 전하가 발생되지만, 그 중에서 어떤 극성의 이온을 제전에 필요로 하는 전하로 공급하는가 하는 것이 제전기가 가진 기능인 것이다.
- 상기한 바와 같이 제전기가 제전에 필요한 이온을 발생시켜 대전물체 쪽으로 향하게 하면 대전물체의 표면의 전하는 그와 반대극성의 이온을 흡착하여 중화되어 버린다. 이것이 제전기에 의한 제전의 원리인 것이다.
- 제전기 종류에는 전압인가식 제전기, 자기방전식 제전기, 방사선식 제전기 등이 있다.

(바) 도전성 재료의 사용

① 도전성 고무

- 도전성 고무의 용도는 그 목적에 따라 두 가지로 대별된다. 즉, 정전기에 의한 장해의 제거와 그 자체의 도전성을 이용한 도체나 혹은 반도체로서의 사용이다.
- 전자는 병원에 있어서 마취가스의 정전기에 의한 폭발이나 정전기 쇼크의 방지를 위해서 수술실이나 화학공장, 화약공장, 각종 실험실의 바닥 포장용 재료와 콘베이어 벨트의 재료 및 유기용재 운반차 등의 타이어 고무 등으로 사용되며, 방적용 및 인쇄용 롤러의 표면 포장용 고무 등으로 사용되어 발생 정전기를 신속히 외부로 누설시킨다. 또한 후자는 통신기나 전자기기 등에 반도체로서 주로 사용되는 경우이다.
- 도전성 고무에 혼입시키는 물질로는 카본 블랙, 금속미립자, 이온불순물, 혹은 정전기 대전방지제 등이 있으며 그 저항치는 매우 낮아 아세틸렌 블랙 등의 미세한 입자를 혼합한 경우에는 그 고유저항이 100Ωm 정도로 또한 금속미립자를 혼합한 경우에는 고유저항이 $10^{-4}\Omega$까지 저하된다.
- 그러나 실제 이용되는 경우에는 요구되는 일정

한 저항치를 갖는 도전성 고무의 개발 금속전극과의 접착 및 그 접촉저항, 기계적 강도와 온도에 의한 저항변화 및 그에 동반한 안정성 및 신뢰성, 저항치의 선정방법 등 사용상에 많은 문제점을 내포하고 있다.

② 도전성 플라스틱

- 성형용 플라스틱의 미분말에 금속의 박편, 금속화된 섬유, 플라스틱 분말의 입자보다 작은 금속의 입자 혹은 카본 블랙을 첨가하여 혼합, 가열하면 도전성 플라스틱이 되며, 그 체적고유저항은 혼합물질의 배합비율에 따라 1×10^{-4}~$10^{-9}\Omega$cm의 범위내에서 임의로 변화시킬 수 있다. 이때의 기계적 강도면에서 순수 플라스틱보다 다소 경질의 성형품을 얻을 수 있다.
- 대전방지 또는 제전용으로 낮은 저항치의 것이 요구되므로 그런 경우에는 도전성 입자와 카본 블랙이 동시에 혼입 사용되기도 한다. 또한 유연성을 좋게 하기 위하여 플라스틱으로 비닐합성수지를 사용하여 가소제와 카본 블랙을 혼입하기도 한다.
- 염화 비닐합성수지는 염화 비닐을 주체로 한 공중합물의 미분말상의 물질로 직경이 0.1~2 정도의 구형이다.
- 이것에 적량의 카본블랙을 잘 혼합하고 에스트게의 가소제를 첨가하면 수지 입자와 카본블랙을 가소제중으로 분산하여 플라스틱 솔이 되어 전체가 유동화되고, 이것을 170℃ 전후에서 가열, 용융하면 가소제가 완전히 수지입자내에 침투하여 굳어지게 된다.
- 이렇게 굳은상태가 된 것을 성형하면 필요한 도전성 플라스틱 제품을 얻을 수 있고, 베 등에 도포하면서 가열하면 도전성 씨트가 된다. 첨가시키는 가소제의 양을 수지의 10~70%로 조절하면 경질의 것에서부터 매우 유연한 것까지를 제조할 수 있으며, 카본 블랙을 30%정도 혼입하면 체적 고유저항이 10Ωcm 이하의 도전성 플라스틱이 되지만, 제전용으로는 5% 정도의 카본블랙으로 충분하다.
- 용도로는 화약제조사업장에서의 화약취급용구나 충격에 의한 스파크 발생의 위험이 있는 장소에서의 운반용구 등에 사용된다.

③ 도전성 섬유

- 도전성 섬유의 대전방지 원리는 기본적으로 코로나방전에 의한 자기방전작용이다.
- 이러한 도전성 섬유의 대전방지효과는 기중방전에 의한 전하를 제거하는 자기방전작용이 그 원리이다. 즉, 대전된 물체에 도전성 세선을 접근시키면 코로나 방전이 발생하여 전하가 제거된다.
- 도전성 섬유에는 도전성 섬유를 직포에 일정한 간격으로 혼입한 장섬유와 직포의 경사나 위사 또는 양자 모두에 균일하게 혼방한 단섬유가 있고 고혼입률의 금속섬유혼방사를 직포에 일정한 간격으로 혼입한 것도 사용되고 있으며, 도전성 섬유의 혼입률은 모두 0.01~1% 정도로 극히 적은 양이다. 도전성 섬유는 코로나 방전에 의한 대전방지 기능을 보유하고 있는 것으로서 도전성 고무와 같이 누설에 의한 대전방지와 근본적으로 차이가 있다.

(사) 배관내 액체의 유속제한, 장치시간의 확보

- 액체가 배관을 통과하게 되면 액체와 배관과의 마찰에 의해 정전기가 발생하므로 유속을 줄임으로써 정전기의 발생을 완화시킬 수 있다.
- 정차시간이란 탱크, 탱커, 탱크롤리, 탱크차 등에 위험물을 주입해서 용기내의 유동이 정지하여 정전기가 완화될 때까지의 시간을 말한다.
- 또한 주입의 경우는 주입을 완료한 직후부터 탱크, 탱커, 탱크롤리, 탱크차 등을 운반하여 하차장소에 도착하고부터의 시간을 장치시간이라 한다.

4. 통전 입증

전선, 배선기구 또는 전기기기 등으로부터 출하되기 위해서는 이들이 통전상태인 것이 전제가 된다.

통전유무를 조사하는 경우 전기계통의 배선도 및

기기의 결선도에 따라서 부하측으로부터 전원측으로 조사를 진행시키는 것이 원칙이다. 왜냐하면, 부하측으로 통전 흔적이 발견된 경우 그 개소까지의 통전이 입증되고 그 곳에서 전원측으로 조사할 필요가 없어지기 때문이다.

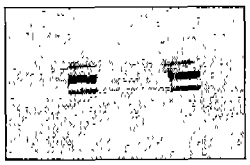
(1) 전기기기

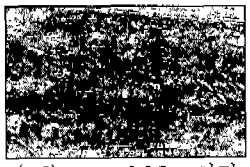
전기사용기기의 전원스위치가 ON-OFF 어느위치에 있는 가를 보는 것이 기본이지만 연소가 강한 경우에는 육안관측이 불가능한 것이 많다. 또한, 가령 OFF의 위치에 있는 것을 확인 할 수 있더라도

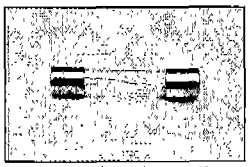
- 스위치 접점부 옆 절연체의 도전화에 따라서 통전하고 있기도 하고,
- 타임스위치의 내부기구의 문제에 의해서 접점이 이어지는 경우
- 부서진 조각들로 인한 전원측 전원에 의해 전압이 가해져 기기 내부에서 누전

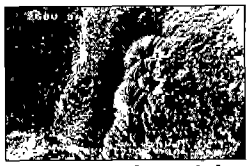
등에 의해 통전하는 경우도 있으므로, X선 촬영에 의한 확인, 분해, 테스터에 의한 도통시험 등으로 분석하거나 기기내에서 단락 흔 등의 통전 흔적을 발견하는데 노력하는 것이 필요하다.

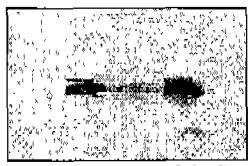
또한 내장되어 있는 전류퓨즈의 용단형태로부터 통전의 유무를 판정 할 수도 있는데 전류퓨즈가 중앙에서 국부적으로 녹아있으면 과전류에 의해 전기적으로 용단 될 가능성이 높고, 퓨즈가 전체에 흘어진 상태로 녹아 엉겨 있으면 순간단락에 의해 용단됐을 가능성이 높다.

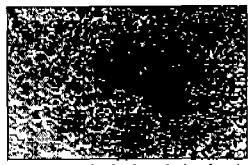

(a.1) normal


(a.2) normal SEM 사진


(b.1) 허용전류 2배


(b.2) 허용전류 2배의 SEM 사진


(c.1) 순간단락 (망울형)


(c.2) 순간단락 (망울형)의 SEM 사진

(d.1) 순간단락 (망울형)

(d.2) 순간단락 (선형)의 SEM 사진

릴레이 회로, 제어회로를 가지는 기기에 대해서는 이것들의 기능 및 접점의 상태를 조사하여 통전범위를 한정한다.

(2) 전선접속기구

전선접속기구들의 접속상태에 대해서는 소화활동, 낙화물 등에 의해 반드시 출화시의 상태가 진화가 된 후 조사때까지 남아 있다고 단정하지는 않지만 현장을 볼 때 세심한 주의를 기울여 그 흔적발견에 노력하여야 한다.

- 플러그의 칼이나 콜러그와 콘센트가 접하는 부분이 다른 부분에 비하여 그을음이 적으면 플러그가 콘센트에 꽂혀 있다고 본다. 왜냐하면 플러그나 콘센트 등에 꽂혀 있을 경우 플러그의 칼이 콘센트 등의 칼받이에 접촉되고 있기 때문에 그을음이 부착하기 어렵기 때문에 그을음이 적다.
- 콘센트의 칼받이가 넓게 열린 상태는 플러그가 콘센트에 꽂혀 있다고 본다. 왜냐하면 플러그가 꽂인 채로 강한 열을 받으면 콘센트 등의 칼받이도 그대로 풀림상태가 되기 때문에 복원성을 잃어 칼받이가 벌려있게 된다.

(3) 벽붙이 스위치

텀블러 스위치 및 매립스위치가 중심이다. 스위치의 가동편에는 ON측에 표시가 되어있는 수가 있어 열에 의해서 탄화되더라도 이 표시를 인식 할 수 있으므로 주의깊은 조사가 필요하다.

다음호에 계속됩니다