

정전기가 산업에 주는 영향

The Influence of static electricity

일반적으로 정전기를 흔히 거울에 사람을 놀라게 하는 정도로 생각을 많이 하고 있으며 산업현장에서 역시 작업자들이 놀라는 정도로만 생각을 하고 있다. 그러나 정전기는 각종 재해를 일으키고 있으며 미국의 경우 EOS/EDS 협회의 통계를 보면 연간 10조 이상의 피해가 정전기로 인하여 발생한다고 한다.

우리나라의 경우 정전기에 피해 통계는 커녕 정전기가 산업현장에 막대한 피해를 주고 있다는 사실조차 무시하고 있는 실정이다.

정전기는 왜 발생하나?

정전기 발생의 기초이론은 마찰과 박리현상이다. 아마 이것은 초등학교생들도 알고 있을 것으로 안다.

이제 산업현장에서 정전기발생원인을 찾아보자!

공정이 자동화되다보면 자연히 마찰과 박리현상을 쉽게 보게 된다.

기계에 각종 롤러가 회전을 하고, 회전하는 롤러를 타고 각종 제품이 움직이며 컨베이어벨트 등에 의해 이동하는 물체는 역시 컨베이어시스템에 의하여 각종 마찰을 일으킨다.

이러한 과정을 통해 발생한 정전기는 산업현장에 막대한 피해를 주고 있다.

실제로 99년 9월 정전기로 인하여 화재가 발생, 약 4억원의 재산피해를 입은 업체도 있으며 정전기로 인하여 각종 불량품이 발생하여 막대한 피해를 보는 업체도 상당수가 있고 자동화시스템의 경우 정전기 방전에 의하여 발생한 전자파가 자동화시스템에 영향을 주어 심각한 인명피해까지 주고 있다.

도대체 정전기가 무엇이길래 이런 피해를 주는 것인가?

정전기는 전압은 있으나 전류는 없는 상태로 감전 등의 위험은 없으며



손 동 혁

다슬테크 영업부 과장

정전기자체가 있다고 해도 사실 크게 문제될 것은 없다.

그러나 정전기는 일정 전압 이상이 되면 방전을 하고 바로 이 방전현상이 산업현장에서 각종 문제를 일으키고 있는 것이다.

정전기 방전에 의한 가장 피해는 작업자가 정전기의 전기적 쇼크나 정전기로 인하여 피부염 등이 발생하여 정전기가 있는 곳에서의 작업을 기피하고 있으며 톨루엔, 신나 등 인화성 물질을 취급하는 곳에서는 정전기의 방전은 바로 화재로 연결되며 제품표면에 있는 정전기는 작업자를 놀라게 하거나 인쇄 또는 스티커 등을 붙일 때 불량품을 만들어 내며, 정전기방전은 각종 기계를 조정하는 콘트롤박스 내의 IC회로에 영향을 주어 오작동을 하거나 심지어는 IC회로를 파괴하여 작업자체를 불가능하게 하기도 한다.

특히 화학원료를 사용하는 각종 플라스틱제품 등은 정전기에 민감하여 여러가지 문제를 일으키고 있으며 심지어는 안료 등을 이용하여 색상을 만드는 과정에서 정전기에 더 민감한 안료 등이 영향을 받아 일정한 색상이 나오지 않아 품질 등에 막대한 영향을 주고 있다.

그외에 정전기로 인한 피해는 역학현상에 의한 피해가 있으며 정전기의 전기적 특성은 당기는 힘과 밀어내고자 하는 힘이 있어 이로 인하여 많은 피해가 일어나고 있다.

역학현상에 의한 피해는 파이프 등이 막히고 인쇄시 잉크의 번짐현상, 청정제품에 먼지부착, 사진제판의 불량 등 수없이 많이 있다.

각종 산업별 정전기의 피해를 보면 플라스틱 공업의 경우 필름 등 생산과정에서 롤러 등에 감기는 현상, 작업자의 인체대전 등이 있으며 사출 및 진공 성형시 정전기에 의하여 이물질 등이 불

고, 색상이 균일하게 나오지 않으며 역시 작업자에게 대전하여 작업을 기피하게 되며 발포수지를 생산하는 과정에서는 발포과정에 화재의 위험성을 가지고 있다.

인쇄업에서 각종 이물질의 부착으로 불량 인쇄물이 만들어지며 종이 등이 인쇄기 롤러 등에 휘감겨 작업을 지연시키고 잉크의 번짐현상 및 멍치는 현상이 나타나며 인쇄업의 특성상 톨루엔이나 신나 등 인화성 물질을 취급하는 공정상의 특징으로 인하여 항상 화재의 위험성을 가지고 있다.

섬유산업에서는 실이 끊어지거나 롤러에 감을 때 정전기의 전격현상으로 작업자가 작업을 기피한다.

전자산업은 정전기의 피해를 가장 크게 입는 업종으로 생각된다.

전자부품의 경우 정전기에 민감하여 약간의 대전만으로도 회로가 파괴되기도 하며 오동작을 유발하는 불량 부품이 되기도 한다.

그러나 전자산업에서의 정전기문제는 타 업종과는 다르게 정전기현상을 작업자 등이 느끼지 못하는 가운데 일어나는게 대부분으로 그 피해를 측정하기조차 힘들다는데 있다.

전자부품을 만드는 과정, 조립하는 과정, 제품을 이동하는 과정, 심지어는 고장으로 인하여 A/S를 받는 과정에서도 전혀 예측할 수 없는 피해가 발생하고 있다.

그 외에도 정전기에 의한 피해는 이루 헤아릴 수 없을 정도로 많이 있으며 정전기의 방전현상은 피부염을 일으키는 원인이 되기도 하며, 정전기 방전현상은 전자파를 발생시켜 각종 전자기기의 오동작을 유도하고 인체에도 상당한 피해를 주는 것으로 알려졌다.

이러한 정전기에 대한 피해를 막기 위하여 국내에서도 서서히 업체별로 투자가 이루어지고 있지만 일본이나 미국처럼 체계적인 협회구성이나 대책마련은 아직 되고 있지 않은 것으로 알고 있다.

이제 정전기에 의한 피해를 막을 수 있는 방법을 알아보자.

정전기피해방지의 가장 기본적인 방법은 역시 접지(어스, earth)일 것이다.

접지란 물체와 대지를 금속선과 같은 전기저항이 작은 도체에 의해 접속하는 것을 말한다.

접지선을 이용하여 정전기를 땅으로 흘려보내는 방법은 가장 고전적인 방법으로 지금도 가장 많이 사용되고 있는 방법이지만 접지에 의한 방식도 알고보면 상당히 어려운 부분이 있다.

그 이유는 요즘 지어지고 있는 대부분의 건물이 고층화되고 있으며 심지어는 공장까지도 아파트형의 건물로 지어지고 있다.

건물의 고층화는 그만큼 접지가 용이하지가 않다고 말할 수 있으며 접지를 하고자 해도 마땅히 접지선을 연결할만한 장소가 없으므로 접지를 이용하기가 힘들다.

그리고 접지가 모든 물체에 대하여 다 적용이 가능한 것은 아니고 물체의 고유저항이 $10^8 \Omega \cdot m$ 이하의 도체인 경우만이 효과를 발휘할 수 있다.

그러나 접지는 정전기의 대전방지에 대하여 유효한 수단이지 접지를 했다고 해서 정전기발생을 방지하고 억제할 수는 없다.

또한 절연물의 대전은 접지에 의해 방지하는 것은 불가능하다.

그러므로 플라스틱 등 절연체의 경우는 접지가 바람직한 방법은 아니다.

그 다음으로 많이 사용되는 방법은 제전기에 의한 방식으로 제전기의 종류에 따라 '자기 방전식 제전기', '전압 인가식 제전기', '방사선식 제전기' 등이 있다.

자기 방전식 제전기란 도전성섬유를 이용하여 코로나방전을 유도하는 물질이 함유되어 있어 어스선없이 스스로 방전하는 방식을 채택한 소재가 있으며, 이 경우 대전체와 제전기 사이에서 불꽃방전현상이 나타나지 않으므로 화재 등의 위험을 방지하는 등 탁월한 효과로 일본, 미국 등 선진국에서는 널리 사용이 되고 있으나 국내에서는 아직도 단순한 도전섬유를 사용한 제품을 사용하여 화재의 위험을 안고 있다.

전압 인가식 제전기에는 교류식, 직류식, 송풍식, 노즐식(권총형) 제전기 등이 있다. 교류 전압인가식 제전기는 가장 일반적으로 사용되고 있으며 양이온, 음이온을 교대로 생성하여 제전하는 방식이다.

직류형 제전기는 양극 방전전극과 음극 방전전극간에 방전을 일으켜 음이온과 양이온을 연속적으로 생성하는 제전기로 이온생성능력이 높고 고속으로 이동하는 대전물체에 사용이 용이한 제전방식이다.

그 외에 송풍형 제전기는 제전전극부에 송풍장치를 설치하여 생성된 음이온이나 양이온을 원거리까지 보낼 수 있는 특징을 가지고 있는 제전 장치이고 노즐형은 고압의 압축공기를 써서 먼지를 없애고 제전하는 기능을 가지고 있는 장치이다.

위에서 설명한 제전기는 플라스틱 등 부도체에 적용하여 사용이 가능하며 현재 가장 보편적으로 사용하는 방식이다.

그러나 위 방식은 제전기의 설치위치를 충분

히 검토하여야 하고 일정기간 사용 후 청소를 해 줘야 하며 음이온과 양이온을 발생하는 장치 자체가 인체에 해로운 오존(O₃)을 발생시켜 외국 의 경우 작업장 등 실내에 설치시 규제를 하고 있으며 불꽃방전으로 인하여 화재발생의 우려가 있는 곳에서는 사용을 금지하고 있다.

정전기를 방지하기 위하여 요즘 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 방법은 대전 방지제의 사용이다.

대전 방지제에는 일반적인 대전 방지제와 도전성 대전 방지제 등이 있으며 사용방법, 대상물체 등에 따라서 여러 가지가 있다.

일반적인 대전 방지제는 외부용 대전 방지제와 내부용 대전 방지제로 구분되며 외부용이란 액체 또는 에멀전의 상태에서 대상물체의 표면에 도포, 칠하여지는 것으로 통상 플라스틱, 종이등에 많이 사용된다.

이 대전 방지제의 경우 흡착력이 약하면 효과가 적고, 주변에 습도가 낮으면 제 기능을 발휘하지 못한다.

그리고 세척, 기계적 마찰 등에 하여 이탈하므로 효과는 일시적이다.

내부용 대전 방지제는 이것을 내부에 혼합하는 방식으로 물체의 내부까지 대전 방지제가 균일하게 혼입되어 있으므로 외부용에 비하여 장시간에 걸쳐 효과를 발휘한다.

그러나 대전 방지제는 내부용, 외부용을 가리지 않고 사용되는 주재료는 계면활성제로 이는 주변의 수분을 흡착하므로써 물체의 도전성을 향상시키고 마찰계수를 줄이는 방식이므로 건조한 날이 많은 한국의 경우 사용에 한계가 있으며 대전 방지제가 함유되어 있는 물체는 소각에 어려움이 있는 것으로 알려졌다.

대전 방지제가 함유된 물체를 소각시키는 것은 젖은 쓰레기를 태우는 것과 마찬가지로 환경에 악영향을 주며, 대전 방지제가 함유된 제품은 화학적 변화를 일으키기 쉬워 열봉합(heat seal) 또는 열합지(lamination) 등에 있어서 불량품이 현격히 증가하는 문제점이 있는 것으로 알려졌다.

미국, 일본 등 선진국의 경우 대전방지제의 사용을 최소화 하고 있지만 국내에서는 그 사용이 계속 늘어나고 있는 형편이다.

대전 방지제로 사용되는 화학제는 비교적 녹이기 어려운 것이 대부분으로 대전 방지제를 녹이기 위하여 용제로 국내에서는 대부분이 톨루엔을 사용하고 있으며 이것은 중금속오염으로 인한 피해를 가중하고 있는 것이다.

최근에는 플라스틱 뿐만 아니라 종이, 섬유, 비닐포장재 등 거의 모든 부분에 대전 방지제가 사용되고 있으며 무분별한 대전 방지제의 사용은 환경적으로도 충분한 검토가 필요한 부분이다.

대전 방지제 가운데 도전성물질을 함유하여 절연체의 도전률을 향상시키는 방식으로 위에서 설명한 계면활성제를 이용한 방식과는 차이가 있다.

도전성 매트, 신발, 롤러, 포장필름 등에 주로 사용되며 그 외에도 장갑, 수납장 등을 만들기도 한다.

그러나 이 방식은 접지가 필수적으로 이루어져야 하며 그렇지 못할 경우 도전체에 누적된 정전기가 일순간에 방재하여 더 큰 문제를 발생시킬 수 있으며 일례로 도전성 포장재에 포장된 전자부품이 접지가 이루어지지 않은 상태에서 포장지를 개봉하면 순간에 큰 방전을 하여 부품이 파손된다.

그 다음으로 환경의 다습화를 들 수 있다.

정전기는 수분에 의하여 약화되며 그 원리를 이용한 방법이 위에서 설명한 대전 방지제이며 다른 한 방법은 작업장 내부의 습도를 높여주는 방식이다.

실내의 수분률을 60% 이상 유지하여 주면 정전기로 인한 피해를 최소화할 수 있다.

그러나 이 경우 높은 습도는 작업 환경을 악화시키고 기계에는 치명적인 데미지를 입힐 수 있다. 그 외에 정기적인 점검을 통하여 정전기를 측정하여 피해를 사전에 예방해야 하고 매일 습도등을 체크하여 정전기로 인한 피해를 작업자 등에게 주지시켜 피해를 최소화해야 한다.

정전기의 피해를 막을 수 있는 몇가지 대표적인 예를 들어 보겠다.

국내 산업현장에 가장 많이 볼 수 있는 설비는 고정 회전롤러일 것이다.

이 경우 금속제 회전부의 누설저항을 측정하여 항성1000 Ω 이상일 경우 대전 방지제나 윤활제를 이용하여 도전성을 향상시켜 주어야 한다.

대전위험이 있는 제품을 운반하는 운반차 등은 항상 접지가 되게 장치를 설치하여야 한다.

전자산업의 경우 인체 대전이 중요하므로 인체 대전 설비를 갖추어야 하고, 방진복, 방진화,

방진장갑 등을 착용하게 하고 작업대 역시 정전기의 피해를 막을 수 있는 도전성매트 등을 이용하여야 하며 각종 전자부품에 있는 정전기는 별도로 제거하는 장비가 설치되어야 한다.

화학수지를 이용한 산업에서는 정전기의 방전은 화재 등으로 연결될 수 있으므로 정전기를 막을 수 있는 설비가 필수적이다.

제전기나 대전방지제를 이용하는 것이 가장 손쉬운 방법이지만 사용의 제약이 따르기 때문에 결코 사용이 용이하지는 않은 형편이다.

인쇄산업은 정전기의 유무에 따라 품질에 현격한 차이를 보이므로 제전설비는 필수적이며 제전기 등을 가장 많이 이용하고 있지만 제전기의 원리 자체가 품질에 악영향을 줄 수 있으므로 제전방식의 선택이 중요하다.

섬유산업에서는 정전기로 인하여 작업자의 작업 기피현상까지 발생하고 있는 것으로 알려졌으며 역시 제전기를 사용하고 대전방지제를 도포하여 사용하는 것으로 안다.

그러나 이 역시 앞에서 설명한 여러 가지 문제점으로 인하여 사용이 극도로 제한되고 있다.

정전기의 피해는 그 외에도 수없이 많다.

그 외의 사례는 앞으로 기회가 된다면 또 게재 하도록 하겠다. ☐

월간 포장계

광고 및 정기구독 문의

TEL. 02-835-9041