

火災·爆發 防止를 위한 靜電氣 對策

1. 정전기 대책의 개요

정전기는 도처에서 발생하여 제어하기가 곤란하고 예측 못하는 때에 폭발, 화재 등의 사고, 재해의 원인이 된다. 따라서 이의 방지를 위하여 적절한 대책을 취할 필요가 있다.

안전 대책으로서의 정전기 대책은 많이 있지만, 정리하면 다음과 같다.

- (1) 정전기 발생을 어떻게 방지하는가.
- (2) 정전기 발생을 100% 방지 하기는 어려우며 그 발생한 정전기의 대전을 어떻게 방지하는가.
- (3) 정전기 발생방지, 대전방지가 어려운 경우는 어떻게 하여 방전을 방지하는가.

2. 정전기 대책의 구체적 내용

정전기 발생 방지 대책

정전기에 따른 재해를 방지하기 위해서는 우선 정전기를 발생시키지 않는 것을 생각 할 수 있지만, 공장 등에서는 작업기계의 특성, 제조물의 특성, 재료의 특성, 작업환경의 상황 등 각종요인이 복잡하게 뒤엉켜 있어, 실제 정전기 발생 방지 및 억제는 곤란한 경우가 많다. 그러나 설비의 설계나 물질의 취급에 더욱 주의하여 정전기의 발생을 억제할 필요가 있다.

① 액체의 취급

가연성 액체 탱크 등의 충전중 또는 Mist가 발생하여 폭발성 분위기가 형성되는 경우에는 이것들에 정전기가 발생하며 방전에 의해 폭발재해가 발생할 위험이 있다. 따라서 다음과 같은 사항에

주의하여 액체의 비산을 방지할 필요가 있다.

- a. 탱크내에 가연성 액체를 반입할 경우에 Mist 발생 가능성이 있을 때는 탱크 바닥면에 가까운 측벽에 마련된 충전노즐로 충전하고, 상부에서 충전하는 경우는 탱크 바닥 가까이 까지 달하는 drop pipe를 사용하며, 선단은 액체가 비산하지 않는 구조로 한다. 또 노즐 선단에 비산방지용 디프렉타(변류판)의 설치도 고려할 수 있다.
- b. 충전 노즐이 완전히 액중에 잠길때까지 초기유속은 약 1m/s로 제한한다.
- c. 최대유속은 10m/s 이내로 한다.

또 가연성 액체중에 수분이나 공기 등이 함유되어 있으면 대전이 증가되기도 한다. 그래서 탱크 바닥에 고인 물을 자주 배출하는 등 석유 등에 불용해물이 혼합되지 않도록 주의 한다.

또 세정작업중에 액체가 노즐 등에서 분출하면 Mist등에 다량의 정전기가 발생한다. 따라서 다음과 같은 대책도 필요하다.

- a) 노즐에서 고압 세정수를 분출시키는 경우에는 분출 압력을 10kg/cm² 이하로 한다
- b) 용액을 사용하는 탱크 등을 세정할 경우에는 용제를 벽에 따라 흐르게 하면서 세정한다.

② 분체의 취급

분체에는 정전기가 발생하고, 또 정전기 방전에 의해 착화하며 분진 폭발에 이를 경우도 있다. 분진이 공기중에 부유할 경우에는 특히 대책을 취할 필요가 있다.

대책으로는 기본적으로 혼기 등에 의해 폭발성 분위기를 억제하거나, 분진을 취급하는 설비는 가능한한 금속도체 또는 도전성인 것으로 한다.

또는 작업자가 대전방지를 도모하는 경우도 있으며 그밖에 다음과 같은 사항이 고려될 수 있다.

- a. 분체의 입경이 작으면 정전기가 발생하기 쉬우므로, 가연성 분체는 가능한한 큰 입경으로 사용한다.
- b. 분체가 파괴되어 미세한 분진이 발생하면 다량의 정전기가 발생하기 쉬우므로 파괴하기 어려운 재료, 형상의 분체를 선정하거나, 분체의 파괴가 발생하지 않는 설비를 사용한다.
- c. 분체가 이송경로 등에 체류, 집적하면 박리 할 때에 마찰 등으로 정전기가 발생하므로 분체의 체류, 집적을 방지한다. 또 형검, 필름, 시트 등에 부착된 분체를 제거할 경우는 강하게 흠뿌리지 말고 소량씩 서서히 제거한다.
- d. 가연성 분체의 공기수송의 경우 배관은 금속제 등으로 하고 내벽을 미끄럽게, 또 속도도 적당한 것으로 한다.
- e. 사이로에 있어서는 질소 등의 불활성가스에 의해 치환하는 것도 고려할 수 있다.

③ 고무, 플라스틱 등의 성형품이나 필름 등의 취급
 플라스틱 성형후 형에서 분리시킬때나 필름 등을 박리할 때에 접촉, 분리에 의해 정전기가 발생한다.

그것을 방지하기 위해서는 다음과 같은 대책을 고려할 수 있다.

- a. 고무, 플라스틱 등을 취급하는 기계설비, 장치는 전류가 흐르기 쉬운 금속제 도는 도전성 재료의 것을 사용하여 이것을 접지한다.
- b. 이것들의 취급에 종사하는 작업자의 대전방지를 한다.
- c. 가습, 가수 한다.
 또 종이, 플라스틱, 필름 등의 감는 공정 등에서는 정전기가 발생하기 어려운 재료를 선정하고, 고속으로 운전하거나, 속도를 급격히 바꾸거나, 장력을 급격히 바꾸거나 하지 않도록 주의할 필요가 있다.
 특히 고무, 플라스틱 등을 부드럽게 하는 작업

등에서는 정전기의 발생이 크며, 그 방지가 곤란하므로 폭발성가스가 존재하지 않는 장소에서 작업을 할 필요가 있다.

④ 기체의 취급

mist, 흠, dust 등의 입자를 함유하지 않는 순수한 기체는 대전하지 않지만, 실제로는 이들 불순물이 기체중에 함유되어 있는 것이 많고, 마찰에 의해 이들 함유물에 대전한다.

그래서 다음과 같은 대책을 취할 필요가 있다.

- a. mist 등이 배관 용기에 함유되지 않도록 불순물 청소를 한다.
- b. 기체배출용 노즐에는 dust, mist 등을 제거하기 위한 필터를 설치한다.
- c. 배출온도를 가능한한 낮게 한다.
 또 고압가스 등 가압된 가스가 분출하면 그것 자체에 정전기가 발생한다. 따라서 이들의 분출을 적극 방지할 필요가 있다.

“참 고”

mist : 액체의 미세한 입자가 공기중에 부유하는 것.

dust : 고체의 물질이 미립자로 되어 부유하는 것.

흠 : 고체가 공기중에서 화학반응을 일으켜 미립의 화합물로 되어 부유하는 것.

대전방지 대책

① 도체의 대전방지 대책

이상과 같이 모든 국면에서 정전기가 발생하며, 그것들은 여러가지 물체에 대전한다. 그래서 우선 기계설비나 전선 등의 전류를 통하는 도체가 대전한 경우에 어떻게 대전방지 대책을 취하면 좋은지 설명하고자 한다.

도체가 대전하면 정전기 재해, 장애의 원인이 되는 불꽃방전을 발생하는 것이 있다.

불꽃방전은 가연성가스 뿐만 아니고 가연성분체에의 착화원으로도 되기 쉽고 대단히 위험하다. 그것을 막는 가장 기본적인 대책으로써 접지가 있다.

“참 고”

도체는 접지했을 때 정전기에 의해 대지에 흐르는 전류차는 일반적으로 $10^{-5}A$ 이하이고 접지도체의 누설저항이 $10^5\Omega$ 이하이면 충분한 대전방지 효과를 얻을 수 있다.

따라서 대전방지를 위한 접지에서는 어떠한 경우도 확실히 누설저항이 $10^5\Omega$ 이하로, 또 접지저항을 1000Ω 이하로 하는 것이 바람직하다.

접지저항 : 대지에 매설된 접지극과 대지간의 전기저항을 말한다.

누설저항 : 물체(주로 도체)와 대지간의 전기저항(절연저항)을 말한다.

$$\text{누설저항 } R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

불꽃방전 : 대전물체와 접지도체의 형상이 동시에 비교적 평활한 때에 강한 파괴음과 동시에 대기중에서 돌연 발생하는 방전으로서 대전물체가 도체일 때에 일어나기 쉽다. 방전에너지 밀도가 크며, 정전기 재해, 장해의 원인이 되기 쉽다.

접지에 사용하는 것으로서는 부식성이 없고 또한 통상의 사용으로 간단히 단선되지 않는 기계적 강도가 충분한 절연전선, 금속관 등을 사용할 필요가 있다. 또, 정비 접속부분(접속단자)에 대해서도 같은 주의가 필요하다.

다음에 접지의 구체적인 예에 대해서 몇가지 해설한다.

a. 고정설비 본체

대지에 일부가 매설된 기계설비나 구축물 등의 고정된 설비 및 콘크리트 바닥에 앵커볼트로 고정된 설비 등에 대해서는 일반적으로 접지된 상태로 되어 있으므로 새삼스럽게 접지할 필요가 없다. 다만 전기적인 측정을 해야 하고, 측정되어 있지 않는 경우는 안전을 고려해 접지해야 한다.

b. 배관류

배관류는 배관에서 직접 접지 하든지 또는 배관 접지 부분(프렌지 접속부분)이 패킹으로 전류의 흐름이 차단된 있는 경우는 전선이나 금속관 등에 2개의 배관을 접속하는 본딩을 행하여 접지한다.

본딩은 일반적으로 전류가 누설되지 않는 금속 등의 도체와 다른 접지된 도체를 전선 등을 이용하여 접속하고 접지된 도체에 전류를 흐르게 함에 따라 대전을 방지하는 방법이다.

c. 회전부분

프렌지 접속부분이 전기적으로 통전한 상태로 되어 있는 경우는 누설저항이 100Ω 을 넘는 경우에 회전축에 카본브러쉬, 슬립링 등을 접촉시켜 접지할 필요가 있다.

윤활유는 전류가 흐르지 않으므로 대전방지제를 가하여 전류가 흐르기 쉽게하고, 도전성을 높여 접지하는 것도 고려할 수 있다.

d. 수압차, 반송차

수동운반구 등은 전류가 흐르기 쉬운 바닥(도전성 바닥) 위에서 도전성 타이어, 캐스터를 사용하는 것에 상시 접지할 필요가 있다.

또는 정차상태에서 접지용 클램퍼를 사용하여 접지하든지 스프링 등으로 접지도체와 접속시킴에 의해 자동적으로 접지시키는 방법도 있다.

화물 하역시에 정전기가 발생할 우려가 있기 때문에 접지선은 화물의 하역 전에 설치하고 클램퍼 제거는 화물 등의 하역 완료 후에 할 필요가 있다.

e. 용기

가연성 액체 등의 대전할 가능성이 있는 액체를 수용하는 금속제 용기는 소정의 위치에 둔 상태에서 접지용 클램퍼 접지선을 사용하여 접지할 필요가 있다.

또한 접지선 설치는 가연성 액체 등을 충전 하기 전에 하고 클램퍼 제거는 충전이 완료된 후에 해야 한다.

f. 가반기구

대전방지 조치(착의 등의 대전방지 등)를 한 작업자가 맨손으로 또는 도전성 장갑을 착용해 다루는 것에 의해 접지 한다.

접지용 클램퍼 등을 사용하여 접지하는 것도 생각할 수 있다.

g. 노즐, 이음매 등

도전성 호스를 사용하는 경우는 호스에 노즐 이음매, 밴드 등을 기계적, 전기적으로 견고히 설치한다.

또 도전성 호스는 접지된 배관의 접속 등에 의해 접지시킨다.

접지용 클램퍼 등을 사용하여 모든 접속부분을 접지하는 것도 생각할 수 있다.

② 부도체(절연물)의 대전방지 대책

부도체에 대해서는 접지와 같은 직접적인 조치를 취할수 없으므로 간접적인 대책을 취한다. 즉 적당한 습도를 유지하는 것(습도관리)이 최선이다. 공기의 상대습도가 증가하면 부도체의 표면에 있어서 흡습량이 많게되고 표면의 전기저항이 저하하여 부도체가 대전방지 된다.

습도관리 방법으로는 가습이나 가수 방법이 있다.

가수는 부도체에 직접 물을 첨가하거나 물과 접촉시키는 것이며 이것에 의해 부도체 표면의 흡습량이 증가하고 가습의 경우와 마찬가지로 부도체가 대전된다.

가습, 가수가 적용되는 대상물체는 표면에 흡습성이 있는 것에 한하며 프라스틱 등의 가습성이 거의 없는 것은 적용할 수 없다.

또 가습은 비교적 좁은 방 등에서의 대전방지에 유효하다.

경제성, 건강에도 유의하면 상대습도는 65% 정도가 적당하다.

“참 고”

상대습도 : 어떤온도에서 실제로 함유해 있는 수증기의 증량과 그 온도에 있어서 공기 중에 함유할 수 있는 수증기의 증량과의 비율

또 부도체 대신에 도전성 물질 대전방지제, 도전성 섬유 등을 첨가해 도전성을 높인 고무, 프라스틱, 실 등의 도전성 재료를 사용하는 방법도 있다.

또다른 방법은 제전기를 이용하는 방법이다.

제전기는 일반적으로 대전물체의 증기를 이온화해 대전전하를 제거하는 장치이다.

대전물체의 전하와 반대의 극성을 갖는 공기 이온이 전계에 의해 대전물체에 가까이 끌여 당길 수 있는 대전전하와 중화해 제전을 할 수 있다.

제전기로서는 우선 전압인가식 제전기가 있다.

이것은 침상 또는 세선상의 전극에 고전압을 가하여 코로나 방전을 일으켜 공기를 이온화하여 중화하는 장치이다.

그외 방사선 동위원소의 공기 이온화 작용을 이용한 방사선식 제전기도 있다.

③ 작업자의 대전방지 대책

사람몸은 접지되어 있으면 대전하지 않지만 절연성 신발을 신거나 바닥 등이 대지와 절연되어 있으면 대전이 발생한다.

대전하면 각종의 정전기 재해 등의 원인이 된다. 대전 발생 원인은 여러가지 생각할 수 있지만 우선 의복 등이 다른물질과 마찰하거나 작업복이나 모자 등이 서로 마찰, 박리하는 것 등에 의해 대전하고 정전유도 등에 의해서 인체가 대전상태로 되는 것을 생각할 수 있다.

또 보행시 바닥과의 마찰이나 의자에서 일어날 때에 시트카바 등과의 마찰에 의해서도 대전이 발생한다.

또 대전물체 운반 등으로 작업자가 대전물체에 접촉하거나 대전한 티끌, 먼지, 분진 등이 작업자에 부착되거나 절연된 인체가 대전물체에 접근하여 정전유도를 받거나 하는 등으로 해서 인체의 대전이 발생하는 경우가 있다.

“참 고”

정전유도 : 대전물체 가까이에 도체가 있을때 정전계의 작용에 의해 도체 표면에 국부적으로 과잉전하가 나타나는 현상을 말한다.

인체의 대전을 막는 방법으로는 작업자를 접지하는 것을 고려할 수 있다.

접지방법으로서는 대전방지 작업화를 신거나, 또 도전성 바닥(도전성 프라스틱 타일, 대전방지 카펫 등)위에서 작업하는 등에 따라 누설저항을 $10^8\Omega$ 이하로 하는 것을 고려할 수 있다.

또 접지용구로써 wrist stropper를 사용하는 것도 유효하다.

또다른 방법으로써 도체의 접지봉을 맨손으로 잡는 등 일시적으로 작업자의 대전전하를 제거하는 것도 생각할 수 있다.

작업복의 대전방지 방법으로는 대전방지 작업복의 사용이 있다. 가연성물질을 취급하는 작업이나 정전기 방전에 따른 장애가 문제가 되는 작업에서는 특히 필요하다.

장갑, 모자, 헬멧 등도 대전방지 처리, 가공한 것을 사용할 필요가 있다.

방전 방지 대책

정전기 발생 방지 및 대전방지 조치가 곤란한 경우도 생각할 수 있다. 이런 경우에는 어떻게 방전을 방지하는가를 생각해야한다. 착화에 이를 위험이 있는 정전기방전발생을 방지하는 대책으로서는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 가연성 가스, 증기 분진이 존재하여 정전기 방전의 위험성이 있는 장소에서는 밀착한 물체의 박

리와 같은 작업을 피한다.

- ② 대전분진, Mist 등에 의한 공간 전하운이 형성된 설비, 공정 등을 피한다.
- ③ 대전 물체의 면적, 체적이 큰 경우 취급 규모를 축소하거나 정전차폐 효과를 이용해 대전물체를 소면적, 소체적으로 구획 한다.
- ④ 도전성 섬유 등을 대전물체에 혼입 접근시켜 위험한 방전이 발생하기 전에 착화원이 될 확률이 극히 낮은 코로나 방전을 일으켜서 안전화 한다.

“참 고”

공간 전하운 : 공기중에 부유하는 다량의 미세한 대전입자(Mist, 흙, 분진 등)에 의해 공간에 형성되는 운상의 전하운

정 전 차 폐 : 정전기 작용을 차폐, 완화하기 위해 대전물체의 전부 또는 일부를 접지도체로 에워싸거나, 덮는 것을 말한다.

코로나 방전 : 불평등 전계에 의해 전계의 집중이 일어난 부분만이 전리를 일으키는 국부적인 방전, 코로나 방전은 방전에너지 밀도가 작기때문에 정전기해제, 장애의 원인이 되는 확률은 낮다.

맺음말

정전기는 공장, 작업장 도처에 발생하기는 하지만 사고에 이르는 케이스는 많지 않다. 하지만 조건이 갖추어지면 사고재해로 발전하는 위험성을 내포하고 있다.

정전기 안전관리는 이들 재해 발생을 막고 피해를 최소화 하는데 중요하다. 따라서 위의 대책을 조직적으로, 또는 각 공장, 작업장 실태에 맞는 형태로 운용하는 것이 중요하다. ㉞

[참고·인용문헌]

- 정전기안전지침(산업안전연구소 기술지침)
- 정전기해제방지에 관한 기술의 기초(산업안전기술협회)
- 안전공학편람(안전공학협회)