정전기에 대한 안전대책

기술자료 B2001-00-002

Ⅰ. 정전기의 발생 ---------- 1

Ⅱ. 대전방지 ---------- 7

Ⅲ. 제전(除電) ---------- 10

Ⅳ. 인체의 정전기 대책 ---------- 20

Ⅲ. 정전기의 안전거리 ---------- 26

Ⅲ. 재해 사례 ---------- 35

Ⅰ. 정전기의 발생

1. 정전기의 발생원인

정전기의 발생은 어느 물체상에 정(正) 또는 부(負)의 어느 쪽인가의 극성전하가 다른 극성의 전하보다 많게 되는 즉, 과잉전하가 발생하는 현상으로 일반적으로 다음 두개의 과정을 거쳐서 실현된다.

- 두개의 물체의 접촉시에 발생하는 전하 이동과정.
- 접촉한 물체의 기계적 분리를 동반한 전하 분리과정.

즉, 둘 이상의 물체가 접촉분리를 행하는 과정. 예를 들면 마찰, 충돌, 박리가 일어나는 과정에는 틀림없이 정전기가 발생한다. 이러한 정전기에 대한 대책은 기본적이며 단계적으로

- 정전기발생을 가능한 한 억제한다.
- 발생전하를 특정 개소에 다량 축적되지 않도록 한다.
- 축적전하가 위험성의 방전을 생기지 않도록 한다.

정전기 발생의 요인으로는 물체의 종류, 표면의 성상, 접촉, 분리의 기계적 조건 등을 들 수 있다.

정전기 발생방지는 대체적으로 생산능률과 상반하는 것, 발생요인의 영향 파악이 곤란한 것, 속도의 저감(低減)을 제외한 유효한 대책의 실현이 기술적으로도 경제적으로도 곤란한 것 등의 이유로 일반적으로는 대전방지나 방전방지 등의 기타의 대책과 병행하여 실시된다.

2. 정전기 발생방지의 실제 예

생산현장에 있어서 정전기 발생 방지대책은 다종 다양하게 이루어지고 있다. 대표적인 생산공정에 대해서 그 일례를 살펴보면

가. 종이, 필름 등의 감기, 풀기 공정

종이, 필름, 천, 실, 섬유 등을 톨이나 보빙을 사용하여 감거나 풀기를 행하는 과정에서는 박리나 마찰에 의해 정전기가 발생한다.

(1) 운전속도 : 운전속도가 늦은 편이 좋으나 보통은 생산능률을 고려하여 경험적으로 결정된다. 속도가 빨라져서 진동, 뒤틀림, 끊어짐 등의 운전의 변조(變調)가 일어나면 정전장애, 재해가 발생하기 쉽게 되는 것에 주의를 요한다. 또한 속도의 급변은 가능한 한 회피한다.

(2) 롤(Roll)류 : 롤, 보빙 등의 수량, 위치, 크기의 결정 및 접촉압력, 장각(張角), 장력 등의 조정에 있어서는 필름 등이 원활하게 주행할 수 있도록 배려한다. 롤류의 재질은 절연성의 고무, 플라스틱보다도 금속이나 도전성의 고무, 플라스틱과 같은 도전성 물질쪽이 바람직하다. 롤류의 표면은 청소 등에 의해 가능한 한 원활하고 깨끗하게 유지한다.

(3) 전달장치 : 장치의 구동(驅動, 변속에는 벨트보다도 체인, 치차(齒車)를 사용하는 것이 바람직하다. 벨트를 사용하는 경우에는 평벨트보다 브이벨트를 사용하고 필요하면 도전성 벨트를 사용한다. 왁스는 칠

하지 않는 편이 좋으나 칠할 경우에는 가능한 한 도전성 왁스를 사용한다.

(4) 도포제 : 종이, 필름 등에 잉크, 용제 등을 도포할 때에는 정전기 발생이 적은 도포제를 사용하고 필요하며 도포제에 제전제(除電制)를 첨가한다. 도포제는 얇고 균일하게 도포한다.

나. 액체의 배관이송, 저장공정

석유류, 유기용제 등의 절연성 액체를 금속배관, 호스 등을 사용하여 이송하거나 탱크 등의 용기에 저장하는 과정에는 액체의 유동이나 비산에 의한 정전기가 발생한다.

(1) 유속(流速) : 절연성 액체를 배관이송할 때에 대전량은 유속의 약 2 제곱에 비례하는 경향이 있다. 유속의 제한을 예로 들면 $V^2 d=0.64(m^3/s^2)$이 되는 관계식에서 최대 허용유속을 구하는 것이 권장되고 있다.

여기에서 V(m/s) : 유속이고, d(m) : 관경이며, [표 1]은 계산결과의 일례이다.

[표 1] 최대유속의 권장 예

배관직경(mm)	최대허용유수(m/s)
25	5.0
50	8.5
75	2.9
100	2.5

150	2.0
200	1.7
250	1.6
500	1.1

［ 표 1 ］의 최대유속은 도전율이 10 s/㎥ 이하의 액체에 대하여 특별한 경우를 제외하고 적용가능한 것이다. 특별한 경우라 함은 유속을 1㎥/s 정도로 제한할 필요가 있는 경우로 예를 들면,

(가) 탱크로리, 탱크차, 원주지붕탱크 등에 주입하는 경우에 주입파이프의 개구부분이 충분히 저장액에 젖을 때까지의 기간.

(나) 낙차를 가진 주입을 행하는 경우(이 경우에는 도전율이 10 s/㎥ 을 초과하는 액체도 유속제한의 대상이 된다.

(다) 플로팅 지붕탱크에 주입하는 경우에 플로팅 지붕이 완전히 뜰 때까지의 기간.

(라) 공기, 물 등 다른 종류의 액체가 다량 혼입된 액체를 주입하는 경우.

(마) 에테로, 이유화탄소와 같이 특히 착화위험이 높은 액체를 주입하는 경우.

(2) 배관 : 배관로는 밸브나 구부러짐, 이음 부분이 적도록 설계 단계에서 배려한다. 배관의 재질로는 고무, 프라스틱보다 금속이 바람직하다. 배관의 내면은

녹, 스러그 등이 부착하지 않도록 점검, 청소를 잘 한다.

(3) 펌프, 필타 : 펌프나 필타는 배관에 비해 발생량이 많기 때문에 수입(受入)탱크에서 가능한 한 멀리 떨어지게 한다.

(4) 주입방법 : 탱크 등의 용기에 액체주입은 가능한 한 액체의 비산을 방지하도록 용기의 바닥까지 달하는 드롭파이프 등을 사용한다.

다. 액체, 기체의 분출공정

고압 세정수(洗淨水), 해수(海水), 도료 등의 액체 및 수증기, 액화가스, 응축 이산화탄소, 가압가스 등의 기체를 노즐이나 프랜지, 균열 등의 개구부분에서 고압으로 방출하는 과정에는 마찰, 충돌, 분열에 따른 정전기가 발생한다.

(1) 분출압력, 분출량 : 분출압력, 분출량을 줄이는 것에 따라 정전기 발생량을 적게 하는 것과 함께 대전증기 등의 대전입자에서 이루어진 대전 전하운의 규모를 적게 한다. 분출압력은 가능한 한 5kg/㎠ 이하로 하는 것이 바람직하고, 높아도 10kg/㎠ 를 초과하지 않도록 한다.

(2) 노즐 등 : 노즐 등의 형상, 크기, 재질은 정전기의 발생이 적은 것으로 한다. 일반적으로 기체를 분출시키는 경우는 이젝타형의 노즐은 바람직하지 못하다.

(3) 분출방법 : 분출시에는 미세입자의 비산이 일어나거나 물방울이나 괴상(塊狀)의 액체가 생기지 않도록 한다. 분출구의 부근에는 금망(金網) 등의 도체류를 방치하지 않도록 하고 또한 비산한 대전증기 등의 대전입자가 부착하지 않도록 유의한다.

(4) 기체 : 통상 기체에는 수분, 증기, 녹, 진애, 얼음 등의 입자가 포함되어 있어 분출시에는 이것들이 대전하기 때문에 필타 등의 트랩류를 설치하거나 배관 등의 취급 기구류를 점검, 청소, 교환하는 것에 의해 이것들의 입자가 혼입되는 것을 적게 한다.

라. 분립(紛粒)체의 운송, 투입공정

프라스틱 분말, 금속분, 곡물 등의 분립체를 탱크, 콘베이어 등을 사용하여 이송하거나 자루 등의 용기류에 투입하는 과정에는 마찰이나 충돌에 의한 정전기가 발생한다.

(1) 운송속도, 운송량 : 운송속도, 운송량을 느리게 하는 것에 의해 정전기의 발생을 방지함과 동시에 부유분진 농도를 줄인다. 아울러 용기의 소형화나 분진의 비산방지를 행하고 대전분진운(帶電粉震雲)의 규모를 적게 한다.

(2) 분립체 : 분립체는 입경(粒經)이 크고 형상이 구형(球形)에 가까우며 표면의 요철이 적은 것이 바람직하다.

(3) 탱크, 용기 등 : 탱크, 자루, 용기 등 분립체의

취급을 행하는 물체는 프라스틱류보다 금속, 천연제품 등이 바람직하다.

(4) 취급환경 : 고온이나 저온도의 상태에서 분립체 취급은 가능한한 회피한다.

(5) 투입방법 : 분립체의 용기류에 투입할 때는 가능한한 비산을 방지한다. 반응조 등 가연성 가스나 전기가 존재하는 용기에의 투입은 프라스틱제의 자루에서의 직접투입을 피하고 금속용기 등의 투입용 기구, 장치를 이용하여 행한다.

Ⅱ. 대전방지

1. 접지에 의한 방법

공정에 관련된 금속 기계설비 등이 대지와 전기적으로 절연된 상태에 있어도 이 정전기가 금속제 기계설비에 대전되어 대지전위를 높게 하고 있다.

그와 같이 기계설비에 인체 또는 금속 등의 접지도체가 접근하면 강력한 전격을 감지하며, 불꽃방전과 Flash 코로나방전 등 착화성 방전이 일어난다. 이 경우 주위에 가연성 가스, 증기가 혼재하면 화재, 폭발이 발생할 위험성이 있다.

또한 여러개의 절연된 도체가 근접하여 존재되어 있는 경우에는 이 기계설비의 대지정전용량이 각각 다를 수 있기 때문에 대지전위에 차이가 있을 수 있다. 이 때문에 이것들간의 전위차에 따라 도체 상호간에 착화성 방전이 발생되어 사고로 이

어질 수 있다.

이와 같은 사고를 미연에 방지하기 위해서는 이러한 금속제 기계설비 등은 전체를 서로 도선으로 접속하고 아울러 접지도 하여 서로간의 전위차를 최소화해 위험을 억제하는 것이 보통이다.

일반적으로 금속 등의 도전성 물체는 대지와 전기적으로 접속하며 그 전위를 대지와 동전위(同電位) 또는 최소의 전위로 할 수 있는 처리를 접지(Grounding, Earthing)라 부른다.

접지의 방법은 2 개 또는 2 개 이상의 도전성 물체를 전선 등의 도체를 이용하여 전기적으로 접지하여 물체 상호간의 전위차를 최소한으로 하는 처리를 Bond 또는 Bonding 이라 한다. 그러므로 접지를 Bonding 의 형태라고 생각하면 된다. 정전기 대책으로 이용되는 중요한 목적은 마찰과 유도 등에 의해 발생되는 전하를 대지에 누설시키고 전하가 물체에 축적되는 것을 방지하고 억제하는데 효과가 없다.

일반적으로 대전한 물체로부터 전하를 누설시키는 경우 누설저항이 보통 $10^2 \times 10^4$ Ω미만으로 유지되면 충분히 접지의 목적을 달성한다고 한다. 정전기 대응책의 접지는 대상물이 모터 등의 전기기기나 배선에 접하여 있는 경우에는 전력회로로부터의 전격 위험을 고려하여 10Ω 이하의 낮은 값의 접지를 행한다. 또 석유탱크 등의 접지는 낙뢰 또는 뇌에 의한 유도전류의 발생을 고려하여 수 Ω이하의 접지저항으로 하여 대지전위의 상승을 막고 있다. 접지에 사용하는 도선의 크기는 나라와 업종에 따라 다른데 미국 NFPA 기준은 5.5㎟ 이상, 독일 화공공업회 기준은 4㎟ 이상의 동선을 사용하도록 하고 있다.

폭발성 분위기가 존재하는 장소에서 기기의 이동 등의 작업을 행하는 경우에는 기기의 누설저항을 상당히 적게 하는 것이 필요하다.

이 때문에 기기가 설치되어 있는 테이블에 도전성 고무 등을 사용하여 기기의 접지를 행하는 경우도 있고 테이블상에 주수(注水)를 행하거나 실내를 가습(加濕)하기도 한다.

2. 다습(多濕)에 의한 방법

프라스틱(합성수지)과 섬유는 습도의 향상에 전기저항치가 저하되고 대전성이 저하된다. 이 때문에 공장설비 등에는 가습에 의한 대전방지법이 이용된다. 가습기는 다음 3 가지 방법이 이용된다.

가. 물 또는 온수를 분사하는 방법

이 방법은 물 또는 온수를 직접 공기중에 분무하는 것으로서 가습량이 그다지 많지는 않다. 제어범위가 정밀하지 않는 경우에 이용된다. 장치가 간단하기 때문에 방직공장 등에 이용되며 압축공기를 이용하는 방식과 원심력을 이용한 방식이 있다.

나. 증기를 분무하는 방법

직접 공기중에 증기를 분무하는 방식으로 건조공기를 이용하는 경우와 습한 공기를 이용하는 경우가 있다. 물 Spray 와 같은 방법으로 설비는 간단하다. 가습량을 자유로이 변화시킬 수 있으며 제어응답이 빠르기 때문에 설치

장소는 다양하다.

다. 증발법(蒸發法)

이 방식은 수조 또는 소형 탱크의 내부에 증기그릴 혹은 전열기를 통하여 물을 가열할 때 증발되는 습기를 공급하는 것이다. 이 방식은 가습 응답이 느리기 때문에 용량이 큰 곳에서는 사용이 부적당하다.

Ⅲ. 제전

1. 제전(除電)의 원리

물체는 본래 +전하와 -전하를 같은 양을 보유하고 있으며, 이것이 균일하게 분포되어있기 때문에 전기적으로는 중성이다. 그러나 평형이 붕괴되면(+ 또는 전하가 보다 많게 되면) 그 물체는 정전기가 대전된 대전물체라 한다. 바꾸어 말하면 대전물체는 + 또는 -전하가 과승(過乘)된 상태 혹은 부분적으로 초과하게 되어 불균일한 상태로 된 것을 말한다. 제전은 초과한 전하를 역극성의 전하로 중화하여 정상상태에 근접된 전기적 중성으로 돌려놓는 것을 말한다.

즉, +전하가 된 것에는 -전하를 공급하거나 혹은 이와 반대로 물체의 전하를 중화하는 것도 있다. 이와 같이 제전기는 제전에 필요한 대전물체의 전하와 역극성의 전하를 만들고, 이것을 대전물체에 공급하는 기능을 가진 것으로서 제전에 필요한 역극성의 전하는 주로 기체분자를 전리하여 만든다.
이처럼 제전기는 제전에 필요한 이온의 생성기능을 가진 것으로서, 이것을 대전물체의 방향으로 향하여 이동하기 때문에

대전물체의 전하는 전기적으로 중화된다.

2. 제전기

가. 제전기의 종류

제전기는 전항에 기술한 바와 같이 제전에 필요한 이온을 생성하는 것으로 현재에는 [표 2]와 같이 다양한 종류의 것이 개발, 시판되고 있다.

[표 2] 제전기의 종류

제전기	이온의 생성법	특징	사용예
전압 인가식	침상,세선상(細線狀) 전극에 고압을 인가하여 코로나 방전을 일으켜 이온 생성	제전능력이 크고 기종이 다양하다.	o Film,종이,포(布) 등 표면 대전물체의 제전 o 유동하는 분체 등 체적 대전물체의 제전
자기 방전식	대전물체의 전기계를 전극에 집적하여 높은 전기계를 만들고 코로나 방전을 일으켜 이온 생성	이온생성에 전원이 불필요하고 취급이 간편함	o Film,종이,포(布) 등 표면 대전물체의 제전
방사선식	방사선 동위원소의 전리작용에 의한 생성	착화원이 될 가능성 적음	o 탱크에 저장된 가연성 액체 등의 저장

(1) 전압인가식 제전기는 제전전극, 고압전선 및 고압전원의 3 가지로 구성되어 있고 제전전극에는 고전압이 인가(印加)된다. 또한 제전전극은 통상 침상 또는 세선상으로 된 전극과 그의 대향(對向)전극으로 되어 있으며 그 한쪽에 고전압이 인가된다. 일반적으로 전자의 전극에 고전압이 인가되고 후자의 전극은 접지되어 있다.

이처럼 전입인가식 제전기에는 고전압이 인가되어 이 제전기는 고전압의 에너지에 의해 제전에 필요한 이온을 만든다. 즉 고전압이 인가된 침상전극으로부터 코로나 방전이 발생하고 거기에 이온이 발생되는 것으로 고전압 방전의 기술을 응용하여 이온을 만드는 것이다. 이로 인해 이 제전기는 일명 코로나 방전 제전기라 부르기도 한다. 또한 전압인가식 제전기는 생성된 이온을 멀리까지 운반하기 위해 송풍장치를 설치하고 제전전극에 가연성 가스가 유입되지 않게 내압(內壓)방폭구조, 고압전원은 내압(耐壓)구조로 된 것으로 하고 제전하는 대상에 따라 여러가지 기종의 것이 개발, 시판되고 있다.

참고로 각자의 사양에 대응되어 제작된 전압인가식 제전기의 일람은 [표 3]과 같다.

[표 3] 전압인가식 제전기 기종의 일람

기종	제전전극	용도
표준형 제전기	침상전극 등과 용량결합에 의한 고전압인가, 전극형상은 직선상	Film, 종이, 섬유 등 각종 제전물체의 제전

송풍형 제전기	송풍장치 부가, 전극현상은 직선 혹은 면상(面狀)	분체, 인체, 액체 등의 제전
노즐형 제전기	노즐형 전극, 전극을 병기하여 전극구조를 임의로 변경 가능	복잡한 형상으로 된 대전 물체의 제전
프랜지형 제전기	고리형 전극	파이크라인에 설치하여 분체 등의 제전
총(Gun)형 제전기	압축공기 분출기능 부가	면지제거를 필요로 하는 Film 등의 제전
방폭형 제전기	내압방폭구조, 특수방폭구조	가연성 물질의 제전, 위험장소에 사용

(2) 자기방전식(自己放電式) 제전기는 전압인가식 제전기의 제전전극을 직접 접지한 고압전원이 내장된 제전기로 이온의 생성은 대전물체의 정전기 에너지를 이용한다. 그러므로 자기방전식 제전기는 대전물체의 전기적 작용이 있는 전계에 의해 기체를 전리하고 이것으로 제전에 필요한 이온을 만든다.

이와 같이 자기방전식 제전기는 대전물체의 정전기 에너지를 이용하여 이온을 만드는 제전기로 대전물체의 정전기 에너지를 유효하게 이용하기 위해서는 전극의 재료, 구조 등의 연구가 필요하다. 예를 들면 제전전극을 직경 50 ㎛ 정도의 유기도전성(有機導電性) 섬유로 만드는 것과 도전성 Film 을 톱 형상으로 성형하여 만든 것 등이 개발, 시판되고 있다.

(3) 방사선식 제전기는 방사선의 공기전리작용을 이용하여 이온을 만드는 제전기로 현재 방사선으로는 방사성 동위원소가 사용되고 있다. 방사성 동위원소라 함은 반감기가 길고 전리성능이 큰 α선원(線源)

또는 β선원이 사용된다.

이 제전기는 바사선에 대한 안전성이나 선원은 과도하게 사용할 수 없는 사항 또는 방사선에 의한 대전물체의 물성의 변화 등으로 인하여 이 제전기는 앞의 2 가지와 비교할 때 제전능력이 적은 것이 많아 특별한 경우를 제외하고는 잘 사용되지 않고 있다.

나. 제전기의 성능

제전기의 성능은 말할 것도 없이 이온 생성능력에 의존한다. 그러나 이온 생성능력이 크고, 다량의 이온이 생성되어도 이것이 반드시 제전을 위하여 유효하게 사용되어지지 않기 때문에 제전성능이 저하되는 일도 있다. 그러므로 이온의 생성능력이 크고 이와 더불어 생성된 이온이 제전에 유효하게 활용되기 위해 전압인가방법, 침상전극의 수 등이 고려되어야 한다. 또한 자기방전식 제전기에는 이온을 생성하는 전극의 재료, 형상 등에 의해 이온의 생성능력이 변화하기 때문에 이것에 대해서도 많은 연구가 이루어지고 있다. 아울러 제전기의 성능은 제전기 자체만으로 정해지는 것이 아니며 일반적으로 제전기의 설치방법, 제전할 대상인 대전물체 등에 따라 변화한다. 특히 자기방전식 제전기는 대전물체의 정전기 에너지를 이용하여 이온을 생성하기 때문에 제전성능에는 대전물체의 영향이 필연적이다.

제전기의 성능은 유효제전전류에 의해 평가할 수 있으며 여기에 1(A)의 제전기가 있다면 V(V)로 대전하고 있는 정지 대전물체, 예를 들면 프라스틱 플랜트 등을 제전하는 경우 제전에 필요한 시간 t 는 대전물체의 정전용량

C(F)라 하면 t = V.C / I(s) 가 된다.

여기에서 V(V)에 대전하는 이동 대전물체, 예를 들면 V(m/s)로 주행하는 Film 등을 완전하게 제전하기 위하여 대전물체의 속도가 V = I/V.C.W(m/s) 이하가 되지 않으면 안 될 것이다. 단, 이 속도는 대전물체의 폭을 W(m), 그 정전용량을 C(F)로 계산된 것이다.

또한 일반적으로 제전기의 유효제전전류는 설치거리에 의하지만 제전기의 형상이 직선상이므로 전압인가식 제전기로는 수백 μA/m, 자기방전식 제전기로는 수십μA/m, 방사선식 제전기로는 수 μA/m 정도이다.

다. 제전기의 안전성

제전기는 안전한 것이 아니다. 이 자체가 착화원 등 위험원이 되어 재해를 발생시킬 수도 있다. 특히 전압인가식 제전기는 고전압을 이용한 전기기기이기 때문에 타 제전기에 비해 위험성이 커서 그 취급에는 충분한 배려가 필요하다. 그러므로 여기에서는 전압인가식 제전기를 중심으로 제전기의 안정성에 대하여 기술하고자 한다.

전압인가식 제전기는 자체가 고압을 이용한 전기기기이기 때문에 일반적으로 가연성 가스, 증기 및 분진이 존재하는 곳에 사용할 수 없다. 그러므로 이러한 장소에는 [표 4]에 표시하는 방폭형 제전기를 사용하지 않으면 안된다. 이것은 고압전선에는 정전용량이 작은 동축케이블을, 분기점에는 콘넥타를 사용한다면 제전전극이라도 착화원이 되는 방전이 발생하지 않을 것이다.

[표 4] 위험장소와 방폭형 제전기

각부의 구조 위험장소		방폭구조		
		계전전극	고압전선	고압전원
가스증기 위험장소	0 종	내압(耐壓)방폭구조	특수 고압전선	-
	1 종	내압(內壓)방폭구조	특수 고압전선	耐壓 방폭구조
	2 종	내압(內壓)방폭구조	특수 고압전선	耐壓 방폭구조
분진 위험장소		분진방폭 특수구조	특수 고압전선	분진 방폭구조

종래에는 제전전극에서 불꽃방전이 발생하거나 고압전선으로 네온전선을 사용하였기 때문에 이것으로부터 고전압이 유도되어 방전이 일어나 재해의 원인이 될 수 있었으므로 방폭형 제전기는 이러한 점을 개량한 것이다.

자기방전식 제전기는 제전전극으로부터의 방전이 착화원이 되지 않게 하기 위해 전극에 대하여 연구가 진행되고 있다. 현재 시판하고 있는 것은 여기에 유기도전성 섬유, 금속섬유, 탄소섬유 등을 사용하는 것이 많다. 제전전극에 이러한 섬유를 사용하는 것은 수소의 농도에 의해 방전전류가 증가하여도 착화원이 될 수 있는 정도의 큰 방전이 발생하는 일은 없고 수소가스에 대해서도 거의 안전한 것이 확인되어 있다.

그러나 자기방전식 제전기도 제전전극의 지지체가 대전물체에 접근하면 이것으로 부터 커다란 방전이 일어나 안전성의 관심에서는 지지체의 구조, 형상 및 배치에 유의할 필요가 있다.

방사선식 제전기는 자체가 착화원이 될 우려는 적다. 방사선에 의한 위험성을 제거한다면 최고로 안전성이 높은 제전기이다. 그러므로 이 제전기는 상시 위험한 상태에 있는 액체의 저장탱크내 등에 부착하여 사용하며 착화방지를 최고로 우선하는 가연성 액체 등의 제전에 사용된다.

라. 제전기의 사용법

제전기는 전술한 것과 같이 그 종류에 따라 이온의 생성법이 다르며 또한 기종도 제전하는 대상에 따라 여러 종류의 사양의 것이 개발, 시판되고 있다. 그러므로 제전기를 사용하는 경우는 제전기의 특징과 아울러 제전하는 대상을 충분히 검토, 파악하여 이것에 적당한 것을 선택하여야 한다.

[표 5]는 이러한 것을 고려하여 제전기를 선택한 일례로서 이 표에 의하면 제전기를 가연성 물질이 존재하는 위험장소에 사용하는 경우는 방폭성능을 갖는 것을 선택하여야 한다. 또한 제전기가 고장났을 경우 보수가 충분히 되지 않을 때 이것이 가연성 물질의 착화원이 되어 재해를 일으킬 수 있다. 그러므로 제전기의 선택에 있어서는 제전성능의 검토와 함께 전술한 바와 같이 제전기의 안전성에 대하여도 고려되어야 한다.

[표 5] 제전기의 선정 예

대전물체 설치적소	대전물체의 예	제전기
표면 대적물체	필름, 종이, 포	전압인가식(표준형), 자기방전식
체적 대전물체	가루, 액체, 수지	전압인가식(표준형, 송풍형, 노즐형, 총(Gun)형)

이동 대전물체	인체, 부품	전압인가식(송풍형, 총(Gun)형)
고속이동 대전물체	인쇄필름, 유동분체	전압인가식(표준형, 프렌지형) 자기방전식
가연성 물질, 위험장소	가연성 액체, 분진	전압인가식(방폭형), 자기방전식, 방사선식

또한 제전기를 사용하는 경우 제전기를 적절하게 배치하지 않으면 제전효과가 반감되며 가연성 물질의 착화원이 될 수도 있다.

여기에는 그 기본적인 사항에 대하여 기술한다. 먼저 제전기의 설치시에는 제전기를 필히 접지하고 접지저항은 100Ω 이하로 해야 한다.

전압인가식 제전기의 경우는 고압전선의 접속부에서 코로나방전이 발생되지 않게 하기 위해서는 이 부분에 절연처리를 충분히 하여야 하고, 설치거리가 넓지 않은 장소, 접지체에 될 수 있으면 접촉이 되지 않는 장소를 택하여야 한다.

전압인가식 제전기에는 고압전선의 설치가 불량하면 작동이 불안정할 수 있고 이것이 고장의 원인이 될 수 있다. 그리고 제전기의 설치장소는 되도록이면 고온다습한 환경이 되지 않게 하고 분진이 적은 장소가 좋다. 특히 제전기는 더러워지거나 습도가 높으면 고장이 날 수 있기 때문에 보수가 용이한 장소에 설치하는 것이 좋다.

다음으로 제전기의 보수는 보수항목을 정하여 일상보수, 정기보수, 임시보수를 실시하여야 한다.

마. 제전특성

제전특성은 제전기 자체의 특성과 대전물체와 제전기간의 상호특성에 따라 정하여진다. 그 중에서도 제전기를 대전물체의 어느 위치에 설치하는가 하는 설치위치를, 이격거리 등은 제전기 특성을 지배하는 중요한 요인이며 이것에 따라 제전효과가 변한다.

이외에도 제전기의 유효 제전전류는 설치거리에 따라 변화하기 때문에 결과적으로 설치거리 등이 제전특성에 커다란 영향을 주므로 이에 유의하지 않으면 안된다.

제전기를 설치거리와 제전의 전위를 조사한 바에 의하면 설치거리가 3-5㎝ 부근에서 효율이 가장 양호하다. 이것보다 크게 되면 충분히 제전될 수 없다. 그러나 역으로 설치거리가 좁아져도 효율은 저하된다.

다만, 제전기의 유효 제전전류는 일반적으로 제전거리가 좁을 수록 크기 때문에 설치거리는 지장이 없는 범위에서 10㎝ 이내 거리로 한다. 또한 일반적인 경향으로는 대전물체의 초기 대전거리가 적을 경우가 설치거리를 짧게 하는 것이 전위가 높고 거리가 긴 경우보다 좋다.

제전특성은 설치거리 이외에 제전기를 설치하는 위치에 따라 다르다. 그러므로 이것도 사용상 고려되지 않으면 안 될 중요한 요인으로 [그림 1]과 같이 제전기 B, C 는 로울러와 대전물체와의 마찰에 의하여 일어나는 정전기의 발생부분에 부착한 예로 제전효과는 그다지 좋지 않다. 또한 제전기 C, E 는 대전물체의 한방에 접지제가 있는 경우로 이것도 대전효과가 좋지 않은 위치이다.

이상에서와 같이 제전기는 일반적으로 제전을 좋게 하기 위해서는 대전물체에 될 수 있는한 부착하는 것이 좋다. [그림 2]의 제전기 D, F, G 가 이것에 상당한다. 다만 제전기를 부득이 정전기 발생부분에 설치할 필요가 있는 경우는 [그림 2]에 표시된 각도로 설치되어야 하며 이와 같이 설치한다면 충분하지는 않지만 어느 정도 제전효과를 얻을 수 있다.

Ⅳ. 인체의 정전기 대책

1. 정전기에 의한 전격(電擊)

가. 정전기에 의한 전격의 특징

정전기에 의한 전격에 있어서는 어느 정도 크고 동시에 지속적인 전류가 발생하지 않는 것이 보통이다. 따라서 인체에 대한 영향은 통상 감지순간의 경련 정도이다. 또한 정전기에 의한 전격은 방전에 의하던가 방전을 동반한 것이 아주 많고 종종 불꽃방전으로 된다. 이 때문에 피부에 얼마간 손상이 남는 것을 생각할 수 있으나 보통은 아주 경미하여 문제가 되지 않는다.

전격을 느끼면 반사적으로 손이나 몸을 움직이기 때문에 종종 2 차 재해가 발생할 가능성이 있다. 즉 운전중의 기계, 물체의 돌기(突起), 고온의 물체, 약액, 충전물체 등에 손이 닿아 부상하는 것, 물체를 전도, 낙하시키는 것, 신체의 균형을 잃어 기계에 충돌하거나 추락하거나 하는 것 등이 있다. 또한 종종 전격을 느끼는 것 같은 작업조건에 있어서는 이것이 스트레스가 되어 작업미스가 증가

하는 것도 생각되어진다.

정전기에 의한 전격의 강함은 지속시간이 아주 적기 때문에 인체에 흐른 전하에 의해 거의 결정된다. 그러나 전하보다도 방전전의 대전전위와 용량에 의해 실용적인 척도로 된다.

나. 대전물체에서의 방전에 따른 전격의 발생한계

대전물체가 도체일 때의 전격발생한계는 [그림 3]에 표시한 직선에 의하게 된다. 이 직성 이상의 대전전위에서 인체에서 방전이 발생하면 2-3×10 C 이상의 전하가 인체에 흘러 전격이 발생한다.

대전물체가 부도체일 때에는 일반적으로 방전전하를 짐작하는 것은 곤란하게 된다. 그러나 많은 경우는 대전전위가 약 30KV 이상이면 전격이 발생한다. 따라서 대전물체가 부도체인 때의 전격의 발생한계로는 대전전위로 약 10KV, 대전전하밀도로 약 10 c/㎡ 라고 하는 수치가 하나의 목표로 된다.

부도체에 있어서는 대전물체의 용량은 정의되지 않고 대전상태, 대전전위도 불균일하다. 이 때문에 무심코 전격을 받을 가능성이 있는데

(1) 대전상태가 아주 불균일한 경우

(2) 부도체의 가운데서 국부적으로 도전율이 큰 부분이 있어 이것이 대전하고 있는 경우

(3) 대전물체의 이면 또는 바로 근방에 접지체가 있는 경우 등에는 충분한 주의가 필요하다.

다. 인체에서의 방전에 의한 전격의 발생한계

신발이나 바닥의 절연성이 높은 경우 등에는 인체가 대전하여 어떤 기회에 방전하여 전격이 발생하는 것이 많다. 인체의 대전전위와 전격의 관계는 [표 6]과 같이 되며 방전전하가 2-3×10 C 이상으로 되는 방전(전격을 유발하는 방전)은 대전전위가 약 3KV 이상인 때에 발생한다.

[표 6] 인체대전과 전격의 관계

인체대전 전위(KV)	전격의 정도
1.0	전혀 느낄 수 없다.
2.0	손가락의 외측에 느낌이 있으나 통증이 없다.
2.5	방전한 부분이 바늘에 닿은 것처럼 느끼며 움찔하고 느끼는 통증은 없다.
3.0	따끔한 통증을 느낀다. 바늘로 찔린 느낌을 받는다.
4.0	손가락에 미미한 통증을 느낀다. 바늘로 깊게 찔린 아픔을 느낀다.
5.0	손바닥뿐만 아니라 팔까지 전격을 느끼고 아프다.
6.0	손가락에 강한 통증을 느끼고 전격을 받은 팔이 무겁게 느껴진다.
7.0	손가락, 손바닥에 강한 통증과 저리는 느낌을 받는다.
8.0	손바닥뿐만 아니라 팔까지 저리는 느낌을 받는다.
9.0	팔목에 강한 통증과 손이 저리는 무거움을 느낀다.
10.0	손전체에 통증과 전기가 흐르는 느낌을 받는다.
11.0	손가락에 강한 저림과 손전체에 강한 전력을 느낀다.
12.0	강한 전격으로 손전체를 강타 당하는 느낌을 받는다.

상기의 표에 있어서 인체의 대지용량은 표준적인 100pF 약치(弱値)이다. 그러나 의자에 앉아 있는 경우 신발의 바닥이 특히 얇은 경우 등에는 대지용량이 커지고 따라서 [표 6] 보다 적은 대지전위로 전격이 발생하는 것으로 된다.

2. 대전방지대책

인체대전에 의한 위험성을 피하는 것은 인체 그 자체를 대전되지 않도록 하는 것과 동시에 대전전하를 신속하게 방산시키는 것이다.

가. 대전을 억제하는 방법

(1) 인체가 절연상태가 되지 않도록 작업환경을 만드는 것이 필요하다. 이것을 달성하는 것이 곤란한 환경에 있어서는 다음 사항들의 조치가 필요하다.

(2) 샘플링이나 검색에 나이론로프의 사용을 피하고 면로프로 바꾼다. 그래서 마찰을 적게 하는 방법으로 강하를 시킨다.

(3) 대전방지처리를 한 작업복을 착용할 것.

방한복, 작업장갑도 면제품이나 대전방지한 것을 사용한다.

대전방지 방법으로는 외복 전체의 표면을 대전방지제로 처리하는 방법과 특수의 도전성 섬유를 일정 간격으로 직조해 넣는 방법 등이 있다.

(4) 겉옷에 대응해서 속옷에도 마음을 쓸 필요가 있다. 작업복안에 입는 내복류 등도 작업복에 대응하여 대전성에 대한 영향이 큰 것이므로 정전기의 발생량은 이것들의 쌍방의 조합에 따라서 정해지는 정도가 크다.

면 100%의 작업복에 대해서는 면 속옷을 대응시키지 않으면 대전방지가 되지 않는다. 한편, 대전방지처리를 한 작업복의 경우에도 속옷의 화섬 100%의 것은 착용을 피할 필요가 있다.

(5) 위험성 가스가 존재하는 작업장에서의 의복의 착탈은 가능한한 피할 것. 특히 급한 벗어던짐은 대전을 크게 한다.

(6) 의자나 쇼파카바에서 비닐이나 화섬제의 것을 사용하지 않을 것. 카페트도 마찬가지이다.

(7) 대전하고 있는 물체에 접근하거나 접촉하지 않을 것.

나. 전하를 신속하게 방산시키는 방법

(1) 전기저항이 적은 정전화(靜電靴)를 사용할 것. 또한 감전의 우려가 없는 경우는 직접 인체를 접지상태로 놓을 것. 정전화는 구두 바닥에 특수한 도전성 고무를 사용하는 것으로 양발에 전기저항이 10 - 10 Ω의 범위에 들어가도록 한 것이다.

높은 수치쪽의 10 Ω는 정전기적으로 안전한 도전성

에서 정해진 것이고 낮은 수치쪽의 10 Ω는 전기회로의 도전부에 접촉된 경우의 안전성의 면에서 결정된 하한가이다.

통상의 건조한 가죽창, 합성수지창 및 고무창의 구두는 저항이 높고 인체전하를 방산시키는데는 시간이 걸려서 위험상태가 장시간 지속될 위험이 있다.

(2) 작업하는 바닥에 도포한 페인트나 깔아 놓은 매트로 인해서 인체가 절연상태가 되지 않도록 할 것.

처음부터 도전성으로 시공되어 있으면 문제가 없으나 일시적으로 바닥에 살수하여 도전성으로 하는 방법이 있다. 모처럼 정전화를 신었어도 바닥이 절연성에서는 인체가 접지되어진 것으로 되지 않는다.

절연성이 높은 바닥은 인체전하의 방안에 장해가 될 뿐 아니라 구두 바닥과의 마찰에 의한 대전을 촉진한다고 하는 역효과를 초래하기도 한다.

최근 진전된 바닥 도료나 프라스틱 바닥재는 이점에 있어서 정전기적인 문제를 포함하고 있기 때문에 대전방지의 조치가 된 것을 사용할 필요가 있다. 결국 바닥재의 저항이 정전화와 같이 10Ω 이하인 것이 바람직하다.

Ⅴ. 정전기의 안전거리

1. 정전기 안전거리에 필요한 사항

정전기 재해를 일으키는 작업공정중에는 재해통제로부터 지극히 위험도가 높은 것으로 알려져 있는 것과 그렇지 않은 것이 있다. 따라서 관련하는 작업공정 전부를 동열로 관리의 대상으로 하는 것이 좋지 않다.

가. 위험도가 높은 것에 있어서는 그것에 중점을 두고 특별한 관리를 할 필요가 있다.

나. "가"이외의 것에 있어서는 다음 각항을 단계적으로 관리대상으로 한다.

(1) 정전기의 발생량을 안전권내에 한정시킨다.

(2) 전하는 각 사업장에 따라 다르므로 안전관리는 각각의 사업장용 안전관리 기준을 설정하여 실시하는 것이 바람직하다.

다. 안전관리 기준의 설정에 있어서는 다음 사항을 고려할 필요가 있다.

(1) 가능한한 많은 관계자가 참여하여 설정할 것.

(2) 취업규식 등에도 가능한한 융합하고 있을 것.

(3) 가능한한 간편하고 표준화한 것이고 운용이 원활하게 된 것일 것.

(4) 비상시의 재해대책도 고려한 내용을 포함한 것이 바람직하다.

라. 관리는 정량적으로 계측 관리를 행하는 것이 바람직하다. 그 지표를 얻기 위하여 작업장에서 가능한 한 많은 현장실험 데이타를 확보하여 둘 필요가 있다.

마. 안전관리중에는 실험, 조사, 안전, 교육, 훈련 등도 포함하여 두는 것이 바람직하다.

바. 사업장의 계획, 설계의 단계에서 안전관리를 실시하기 쉽도록 고려하여 놓는 것이 바람직하다.

2. 계측에 의한 안전관리

계측에 의한 안전관리는 계측에 의해 위험성을 예지하여 재해를 미연에 방지하는 것을 목표로 하여 행한다. 계측에 있어서는 전기적 현상, 특히 대전상황이 각 현장에서 다르기 때문에 현실적으로 그 현장에 가공되지 않은 데이타를 채취하여 이것을 근거로 관리하여야 한다.

이것에는 계측기술의 고양에 의한 올바른 계측치를 얻는 것은 물론이고 계측의 장소도 회수를 많게 하여 재현성이 있는 계측치를 얻을 수 있도록 하여야 한다.

계측은 평상과 다른 작업이 행해지는 경우는 그 때마다 행할 필요가 있는 것은 물론이지만 평시도 가능한한 정기적으로 연속하여 행하는 것이 바람직하다.

요컨대 안전관리는 예방의학적인 것이기 때문에 각 채취 데이

타에 의해 혹은 연속 데이터의 경시변화에 의해 위험성을 예지하는 것이 필요하다. 재해방지에 있어서의 관리상 직접 필요한 계측으로 하여 다음의 사항을 둘 수 있다.

가. 대전량의 계측에 의한 안전관리

먼저 그 물체가 대전상태로 되기 쉬운가 아닌가를 알 필요가 있으나 그 목적은 그 물체의 도전율(또는 억수의 고유저항)과 표면 고유저항과로 나타내는 것이 가능하기 때문에 그 목표의 수치로서 [표 2]의 수치를 들 수 있다.

결국 도전율이 낮은 정도, 표면저항의 높은 정도 대전상태가 오래 지속되는 것이 된다. [표 7]의 수치는 고체, 액체 및 분체에 공동의 목표로 하여 사용 가능하지만 동일 물질에도 온도, 함수량 및 환경의 상대습도 등에 의해 변동하는 것이라는 것을 고려하여 다소의 폭을 갖게 하여 둘 필요가 있다.

[표 7] 물질의 대전성 목표치

대전성 구분	대전율(s/㎥)	표면고유저항(Ω)
배대전성 물체	10 초과	10 이하
저대전성 물체	10 초과 10 이하	10 초과 10 이하
대전성 물체	10 초과 10 이하	10 초과 10 이하
고대전성 물체	10 초과 10 이하	10 초과 10 이하
초대전성 물체	10 이하	10 초과

(1) 대전량

물체가 대전에 의해 정전기적 위험성을 가지고 있는지 아닌지를 아는 것은 기본적으로 그 대전량을 아는 것이다. 전계나 전위의 크기는 어느 정도 대전량이 기본으로 되어 있다. 금속 등과 같이 고유저항이 적은 물체가 절연상태로 있어 대전하고 있으면 방전시에 대전전하 전부가 일시에 방전하기 때문에 이것이 대폭발, 대화재의 원인이 될 위험성이 높다.

대전량이 같을지라도 대전물체가 고유저항이 높은 것일 경우에는 이것에서의 방전에는 일반적으로 전 대전전하가 방출되지 않기 때문에 도체의 경우와는 달리 그 에너지는 적다.

(2) 대전량계측에 의한 안전관리

도전율이 높은 대전물체, 예를 들면 절연상태로 놓여진 금속물체 등의 경우는 정전용량의 C 의 계측, 또는 산정이 비교적 용이하기 때문에 대전량 Ω를 계측하는 것에 의해 방전에너지 $\Omega^2/2C$ 가 산정 가능하다. 때문에 이 경우는 대전량을 계측하는 것은 안전관리의 대상으로 된다.

그런데 고유저항이 높은 물체의 일반적 안전관리를 대전량을 계측하여 행하는 것은 상당히 곤란한 문제이다. 즉, 대전량을 계측하는 것이 용이하지 않고 특히 대규모의 장치에 있어서는 거의 불가능한 경우가 많다. 또 고유저항이 높은 대전물체에 있어서는 대전량을 계측해 보아도 모든 전하가 방전하는 것은

아니기 때문에 별로 의미를 가지지 못하게 된다.

따라서 고유저항이 높은 물체의 대전량의 계측에 의한 안전관리는 차라리 전하 발포의 계측에 의해 행하는 쪽이 좋다. 또한 전하밀도의 계측이 곤란한 경우는 표면전위를 계속하여 [표 8]의 표면전위 각 수치를 관리의 목표로 한다.

[표 8] 대전량의 관리기준

관리의 목적		표면 대전전하 밀도(C /m ^{2})	체적 대전전하 밀도(C /m ^{2})	표면전위 (K V)
폭발, 화재의 정의	착화에너지가 수십 μJ 의 것	10 이하	10 이하	1 이하
	착화에너지가 수백 μJ 의 것	10 이하	10 이하	5 이하
전격의 방지		10 이하	10 이하	10 이하
沿面방전의 발생		10 이하	-	0.1 이하

나. 전위의 계측에 의한 안전관리

안전관리의 데이타로서 전위를 사용하는 방법도 좋은 방법이다. 전위는 단위로서 볼트(V)로 나타내 일반에게 위험성을 인식시키는 것이 좋다.

다만, 전위에 있어서는 정전용량과 역수관계에 있어서 영향을 받는다는 것을 인식하여 두어야 한다. 또한 방전의 위험성에 직접 연결되는 것을 전위 그 자체가 아니고 전위의 치우침, 즉 전개라는 것을 인식시켜 놓을 필요가 있다.

도체가 대전하여 이것에서 방전이 일어난 경우는 그 축적 정전에너지로 위험성을 평가할 수 있다. 지금 그 대전 도체의 정전용량을 C(F), 전위를 V(V)라 하면 축적 에너지 W 는 $W - CV^2 / 2$(J)이다. 이 W 를 그 분위기의 가연성 물질의 최소 착화에너지로 하여 그것에 대응하는 전위와 정전용량과의 관계를 구하면 [그림 2]와 같이 되고 이것에서 이 대전체가 위험전위로 되어있는가 아닌가를 구하는 것이 가능하다.

대전체가 부도체인 경우는 방전은 부분적으로 일어나 방전에 의해 그 전하 전부가 방출되지 않기 때문에 윗식 및 [그림 4]에 의해 위험전위를 구하는 것은 불가능하다. 이 경우 위험전위의 목표로서 나타내는 것이 다음의 각 수치이다.

[그림 4] 대전물체의 축적에너지에 대응하는 정전용량과 전위

(1) 착화에너지가 수십 μJ 의 가연성 물질에 대하여 약 1KV 이상.

(2) 착화에너지가 수십 μJ 의 가연성 물질에 대하여 약 5KV 이상.

(3) 인체가 접촉할 때 전격을 느끼는 전위.

(4) 접지한 후 3㎜ 이상의 금속구를 접근시켰을 때 파괴음이나 발광을 동반하는 방전을 발생하는 행위. 다만 부도체의 경우 대전은 반드시 같은 것은 아니

고 부분적으로 높은 것도 있는 것에 주의를 하여야 한다.

액체가 대전하고 있는 경우는 기본적으로는 전하밀도를 구하여 대처하여야 하는 것이나 그럴지라도 이것을 계측하여 현장에서 수치적으로 관리하는 것은 용이하지는 않다.

이 경우는 재해가 발생하는 것은 액면상의 공간이므로 오히려 액면의 전위를 구해 이것을 관리상의 수치로 하는 편이 실용적이다. 그 위험성의 목표로서는 상기 부도체의 대전 경우의 목표치를 준용하면 좋다.

부유하고 있는 대전 증기는 공간전하운을 형성하여 그것에 의한 전계나 공간전위가 위험성 방전을 일으키는 원인이 된다. 이것이 일어나는 경우는 제트세정수에 의한 탱크세정이 행해질 때 증기분사가 행하여질 때 등이다. 이 경우 안전관리 목표로는 공간전하운중의 평균전계를 1KV/m 이하로 전하밀도를 10 C/m^3 이하로 하는 것이다.

분체를 분사시키는 경우도 부유하는 대전분체가 공간전하운을 형성하나 폭발물이 그 분체 자체에 한하고 있는 경우는 그 목표를 한 급수 크게 해도 좋다.

인체가 절연상태에 있는 경우는 대전하면 절연된 도체의 대전과 동일한 정전기적 위험물로 된다. 이 경우는 인간 자체가 대전하는 일이 없이 대전한 그대로 돌아다니므로 일반의 절연정지도체 이상으로 위험한 것이 될 것이다. 인체가 대전한 경우의 위험전위

는 공간에서 절연상태인 경우의 정전용량을 약 90pF 고무바닥구두를 신고 금속판에서 있을 경우를 약 300pF 로 하여 [그림 4]에 의해 구하면 좋다.

다. 전하방산에 의한 안전관리

도체에 대해서는 전하의 방산을 신속하게 하기 위하여는 접지가 가장 좋은 방법이다. 접지상태가 완전하게 되어 있으면 대전이 처음부터 일어나지 않으므로 문제가 없다. 불완전 또는 어느 저항치를 가지고 있으면 전하방산에 시간을 필요로 하여 위험전위를 일으킨다. 그래서 도체에 대한 접지 혹은 본딩의 저항이 문제로 된다. 도체 이외의 것에 있어서는 누설저항이 이것에 상당한다. 이것들의 수치는 늘 어떤 수치 이하로 되어야 하는데 그 목표치는 1MΩ을 취해두면 좋다.

인체에 있어서의 구두도 동일하다. 전기저항율이 높은 액체를 넣은 용기류(탱크로리, 탱크차, 탱크를 포함)은 그 용기만을 접지하는 것만으로 충분하다고 하여서는 안된다. 이 경우는 넣어진 액체의 도전율이 문제로 이것과 비유전율(比誘電率)에서 계산된 전하 완화시간을 취하지 않으면 안된다. 그 일례로서 석유류의 도전율 및 반감시간을 표시한 것이 [표 9]이다.

[표 9] 기류의 전기저항율과 전하 반감시간

종류	전기저항율(Ω㎝)	전하반감시간(s)
원유, 중유	10 - 10	0.00012 - 0.012
중류유	10 - 10	1.2 - 1,200(20 분)
고정제유	10 이상	12,000(3 시간 20 분) 이상

전하 방산을 추진시키는 방법으로서 다음의 방법도 있다.

(1) 대전방지제의 사용

(2) 습도의 증가

(3) 제전기 또는 제전제의 사용

라. 방전계측에 의한 안전관리

정전기가 원인이 된 폭발이나 화재의 발생을 최종적으로는 방전에너지에 의한 것이나 방전의 계측을 행하여 이것을 관리에 반영시키는 것은 곤란한 문제이다. 방전에너지는 일반적으로 간단하게 구사할 수 없다.

따라서 실제적으로는 그 폭발물의 최소 착화에너지와 같은 방전에너지로 방전하는 것 같은 각 목표치로 추정하는 것으로 된다. 예를 들어 도체의 경우에는 이것에 축적되어 있는 정전에너지가 최소 착화에너지에 동등한 대전상태(전위, 대전량)을 가지고 위험의 목표로 하는 것 등이다.

Ⅵ. 재해사례

1. 벤젠탱크의 폭발

가. 사고 개요

석유정제공장의 벤젠 10,211kℓ을 주입한 저장량 10,000kℓ의 콘루푸탱크(내경 32m, 높이 14.5m)에 있어서 계량원 2 명이 벤젠탱크 시료의 샘플링을 행하기 위해 탱크의 지붕에 올라가 채취작업을 착수했다.

지붕의 게이지해치로부터 면제루프를 부착한 [그림 5]에 표시한 채취기(놋쇠 크롬도금제 납추부착 1,000m)을 내려뜨려 먼저 채취기를 적신 후 최초 상층부의 벤젠 샘플링을 행하여 시료병에 옮겨 담고 계속하여 채취기를 내려뜨려 6m 정도 하부에 있는 중층부 벤젠을 퍼올리려고 하였을 때 돌연 화염이 일어나 탱크가 폭발했다.