

정전기 현상과 예방대책

이영재 / 신한기연(주) 과장

1. 정전기 이론

1-1. 정전기의 현상

정전기란 어떤 물체가 양전기나 혹은 음전기만을 가지는 대전된 입자로 구성된 경우에 외부로 나타나는 전기적인 현상을 말한다.

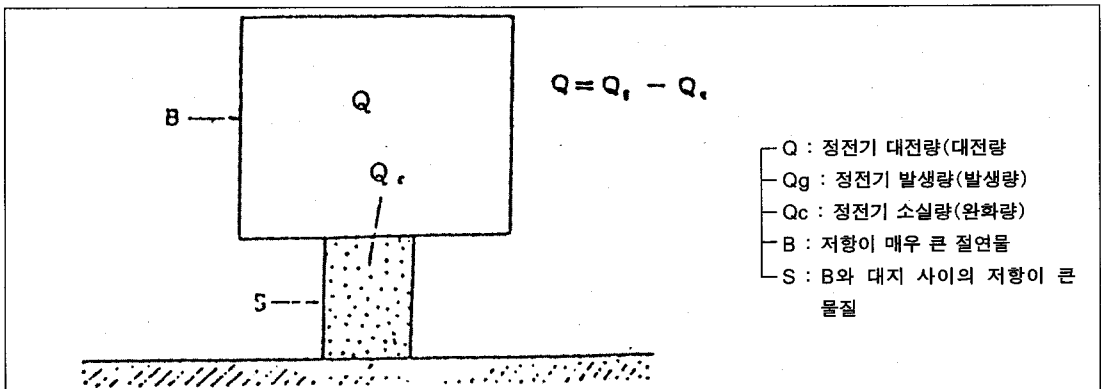
일반적인 경우에는 물체를 구성하고 있는 원자 및 분자들은 양전기와 음전기가 평형상태를 이루고 있는 전기적인 중성상태가 되어 외부에 대한 정전기 현상은 나타나지 않는다.

그러나 외부적인 원인에 의해 이 평형상태가 깨어지는 경우에는 양전기나 음전기중에서 어느 특정한 정전기가 물체에 대전되게 된다.

이러한 정전기가 계속적으로 발생하는 경우에 [그림1-1]에서와 같이 B의 저항이 대단히 큰 절연물질 때와 대지와와의 사이에 S와 같은 대단히 큰 저항이 있을때는 발생된 정전기가 대지로 빠지기 힘들어 Q_c 가 작고 대전된 정전기 Q 가 큰 값으로, 축적이 되면 여러가지 형태의 사고 및 재해를 초래하여 생산을 저하시킬 뿐만 아니라 극단적인 경우에는 방전현상에 의해 대형화재 및 폭발사고를 야기하기도 한다.

그러나 정전기에 의한 사고는 원인불명으로 귀착되는 경우가 많이 있는데 이것은 정전기의 대전상태를 파악하기 힘들기 때문에 정전기에 의한 위험이 어느정도의 수준에 도달하였는지

(그림 1-1) 대 전



집적할 수 없고 또한 정전기 제거장치의 동작 여부 및 실제의 제거정도를 알기 힘들며 적당한 정전기 경보장치도 마련되어 있지 않다는 점을 들 수가 있겠다.

이외에도 정전기의 발생은 인체에 정전기적인 충격(전격) 및 피부손상, 심지어는 신경계통의 장애까지도 초해할 우려가 있기 때문에 안전의 측면에서도 심각하게 다루지 않으면 안될 문제인 것이다.

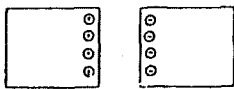
불행히도 이러한 정전기는 생산현장에서 흔히 발생되며 또한 직접 감지되는 경우도 많지만 발생여부 및 발생과정이 확실히 파악될 수 없기 때문에 이의 발생방지를 위한 근본적인 대책의 마련은 상당히 어려운 문제이나, 일반적으로 많이 발생하는 정전기의 발생원인과 이에 의한 사고 및 재해, 또는 이에 대한 방지대책에 관하여 설명하기로 한다.

1-2. 정전기의 발생

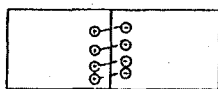
1-2-1. 정전기의 발생과정

정전기는 일반적으로 2개의 다른 물체가 상호운동할때 그 접촉면에서 발생한다. [그림 1-2]와 같이 2개의 물체 접촉면에서는 한쪽 물체에서 다른 쪽으로 전하(일반적으로는 전자)의 이동이 생겨 물체의 분리에 따라 그대로 전하가 분리됨으로써 양쪽의 물체에 같은 양의 극성이 다른 과잉전하, 즉 정전기가 발생한다. 이와 같은 물체의 접촉, 분리에 의한 정전기의 발생은 고체상호간 뿐만이 아니라 고체와 액체

[그림 1-2] 정전기의 발생



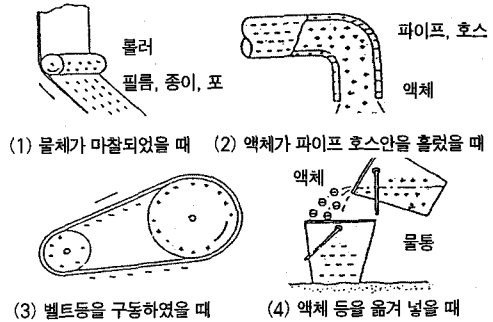
(a) 접촉시의 전하분리



(b) 분리에 의한 정전기 발생

간, 액체상호간, 액체와 기체간에도 마찬가지로 발생한다.

[그림 1-3] 마찰에 의한 정전기 발생



(1) 물체가 마찰되었을 때 (2) 액체가 파이프 호스안을 흘렀을 때

(3) 벨트등을 구동하였을 때 (4) 액체 등을 옮겨 넣을 때

1-2-2. 마찰에 의한 발생

두 물질사이의 마찰에 의한 접촉과 분리과정이 계속되면 이에 따른 기계적 에너지에 의해 자유전자가 방출, 흡입되어 정전기가 발생한다.

일반적으로 고체, 액체류 또는 방체류에서 발생하는 정전기는 주로 이러한 마찰에서 기인된다.

예를 들어 유리봉을 마찰하면 유리봉에 발생하는 정전기와 모직물에 발생하는 정전기는 서로 다른 성질을 갖는 것을 알 수 있다.

전자를 플러스(+)전기, 후자를 마이너스(-)전기라고 한다.

[그림 1-3]은 마찰에 의한 정전기의 발생현상을 나타낸 것이다.

[표1-1]은 대전서열이라고 하는 것으로서 두 물질을 마찰한 경우 위의 것이 플러스, 아래의 것이 마이너스 정전기를 발생한다.

[사례1] 풍선평발로 인한 화상

수소가스를 넣은 2개의 풍선을 차안에 싣고 귀가하던중 교통신호에 걸려 사거리에 차를 정차한 순간, 갑자기 풍선이 폭발하여 일가족 3명



[표 1-1] 대전 서열

⊕	아스베스토스 머리털 유리 운모 양모 견 아연 종이 에보나이트 동 유황 고무	유리 나이론 양모 견 레이온 면 마 동 고무 폴리에틸렌	셀로판 젤라틴 양모 나이론 면 에세테이트 루이스이트 폴리스틸렌 폴리아틸렌 테프론	유리 산화셀룰로즈 폴리메틸 메타크릴레이트 폴리카보네이트 폴리스틸렌 매연가루 폴리에틸렌 염화비닐 테프론 사란	Cd Zn Al Fe Cu Ag Au Pt
⊖					

이 화상을 입었다.

고무풍선과 좌석시트, 아이들 옷들 사이에서 발생한 풍선의 마찰대전이 정차하였을 때 차체에 부딪쳐 방전한 것으로 생각된다.

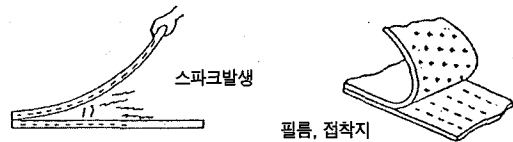
실험에 의하면 여러개의 풍선을 비닐포대에 넣은 후 하나씩 꼬집 낼 경우 풍선이 30kv정도로 대전되는 것으로 나타났다.

1-2-3. 박리에 의한 발생

서로 밀착되어 있는 물체가 떨어질때 전하의 분리가 일어나 정전기가 발생하는 현상을 말한다.

이것은 접촉면적, 접촉면의 밀착력, 박리속도 등에 의해 정전기 발생량이 변화하여 마찰에 의한 것보다 더 큰 정전기가 발생한다.

박리대전의 상태는 [그림 1-4]와 같다.



[그림 1-3] 마찰에 의한 정전기 발생

[사례2] 작업복의 종류와 인체대전의 실험 (벗었을 때 대전이 크다)

[표 1-2]는 각종 작업복을 입고 그 위를 아크릴 섬유제의 웨타로 10회 정도 마찰했을 때의 인체대전과 작업복을 벗었을 때의 인체대전을 측정 한 것으로 이때의 기온은 25°C 습도는 38%였다.

이 실험은 종래 작업복을 폴리에스테르계로 변경하기 위한 것으로 이 실험결과 가연성 가스가 있는 장소에서는 작업복을 벗어나서는 안 된다는 것을 알 수 있다.

[표 1-1] 대전 서열

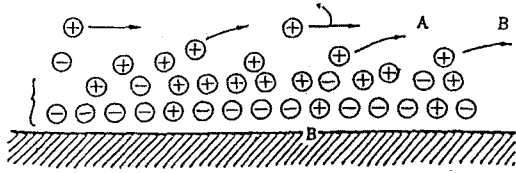
구분	접연면위에 섰을때의 인체대전		정전기를 신었을때의 인체대전	
	마찰중	작업복을 벗었을때	마찰중	작업복을 벗었을때
테트론 65 레이용 35 (여름 작업복)	-3.500	-12.000	0	-90
폴리폴로 30 면 70 (파이텐 면혼)	-4.000	-12.000	0	-90
비닐 50 면 50 (크타보)	-4.500	-12.000	-60	-150
아크릴 30 폴리에스텔 25 레이용 45(하시트론)	-2.000	-12.000	-30	-180
테트론 65 면 35 (뉴르크)	-2.500	-12.000	-90	-150
면 100 (중고작업복)	-2.800	-12.000	-60	-120

1-2-4. 유동에 의한 발생

액체류가 파이프 등 내부에서 유동할때 액체와 관벽사이에 정전기가 발생한다.

[그림 1-5]와 같이 액체류가 파이프 등 고체와 접촉하면 액체류와 고체와의 경계면에 전기 2중층이 형성되어 이 때 발생된 전하의 일부가 액체류와 함께 유동하기 때문에 정전기가 발생하는 현상으로서, 정전기의 발생에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 액체의 유동속도이다.

(그림 1-5) 액체류의 유동에 의한 정전기 발생



A: 액체와 함께 유동하는 전하
B: 고체표면에 고정되어 이동할 수 없는 전하

[그림 1-5]와 같이 액체류가 파이프 등 고체와 접촉하면 액체류와 고체와의 경계면에 전기 이중층이 형성되어 이 때 발생된 전하의 일부가 액체류와 함께 유동하기 때문에 정전기가 발생하는 현상으로서, 정전기의 발생에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 액체의 유동속도이다.

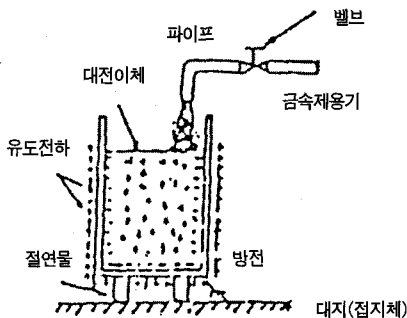
[사례 3] JP-4 적재중 탱커가 폭발

1974년 12월, 일본B사의 안벽에서 H공항으로 운반할 제트 연료 JP-4를 탱커에 적재중 폭발염상하여 선원 2명 사망, 2명 부상, 소방사 4명이 화상을 입었다.

소방전과 소방차 30여대가 출동하였으나 탱커는 약 2시간후에 침몰되었다.

이 탱커는 제트 연료 470kl를 운반하기 위하여 적재작업을 시작하여 약 40kl를 적재하였을

(그림 1-6) 액체의 대전에 의해 정전유도를 받는 금속제용기



때 폭발하였다.

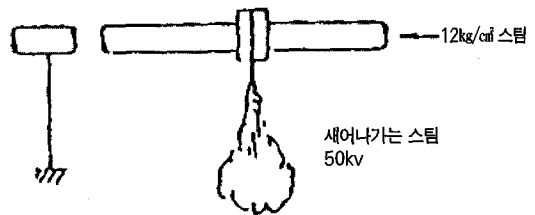
사고 원인은 적재배관의 일부에 직경 10cm의 고무호스가 사용되었고 적재배관은 설계상 최고 14m/s로 되어 있는 것으로 보아 착화원은 대전액체가 탱커등에 주입될 때 전하 상호간의 척력에 의하여 표면중심과 탱커에 유도된 전하사이에 고전압이 발생되어 정전기방전에 의한 화재로 생각된다.[그림 1-6 참조]

1-2-5. 분출에 의한 발생

분체류, 액체류, 기체류가 단면적이 작은 분출구를 통해 공기중으로 분출될때 분출하는 물질과 분출구와의 마찰로 인해 정전기가 발생한다.

이 경우 분출되는 물질과 분출구를 구성하는 물질과의 직접적인 마찰에 의해서도 정전기가 발생하지만 실제로 더 큰 정전기를 발생시키는

(그림 1-7) 스팀의 누설과 대전



요인은 분출되는 물질의 구성입자들간의 상호 충돌이다.

[사례4] 12kg/cm²의 스팀이 [그림1-7]과 같이 프랜지에서 분출되고 있을때 그 대전전위를 측정할 바 50kv이상이었다.

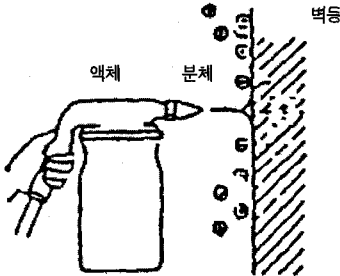
1-2-6. 충돌에 의한 발생

분체류와 같은 입자상호간이나 입자와 고체



포장강좌2

[그림 1-8] 액체, 분체의 충돌에 의한 정전기 발생



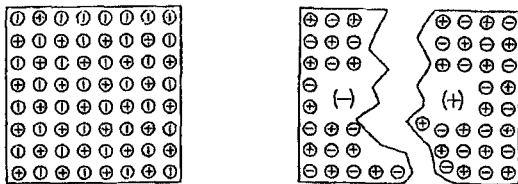
와의 충돌에 의해 빠른 접촉, 분리가 행하여짐으로써 정전기가 발생하는 현상이다.

충돌에 의한 정전기 발생 현상은(그림1-8)과 같다.

1-2-7. 파괴에 의한 발생

고체에 분체류와 같은 물체가 파괴되었을 때 전하분리 또는 (그림 1-9)와 같이 정, 부전하의 균형이 깨지면서 정전기가 발생하는 현상을 말한다.

[그림 1-9] 분체류나 고체의 파괴에 의한 정전기 발생



1-2-8. 교반이나 침강에 의한 발생

액체가 교반될때 대전한다.

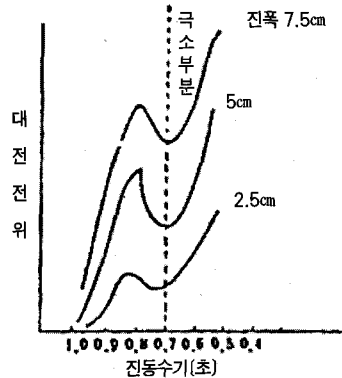
탱크로울리나 탱커는 수송중에 대전하므로 접지하도록 규정하고 있다.

실험에 의하면 기름을 탱크에 넣어 진동시키면 (그림 1-10)과 같은 현상이 일어난다.

(주)탱크로울리(Tank Lorry) : 석유, 액화

석유가스, 화학약품 등 액체를 나르는 탱크가 달린 트럭 즉, (1) 진동주파수에 따라 대전전압에 극소값이 생긴다. 이것은 탱크내벽과 기름의 마찰에 의한 대전이라는 것으로는 설명이 되지 않는다.

[그림 1-10] 진동 대전



(2) 이 극소부분을 제외하면 대전은 진폭이 커질수록 커지며 진동주기가 빨라질수록 커진다.

이 밖에 액체와 그것에 혼합되어 있는 불순물이 침강할 때도 대전한다. 이것을 침강대전이라 한다.

[사례5] 탱크에 크실렌을 적재할 때의 완화 시간 측정 예

[표1-3]는 어느 화학공장에서 크실렌을 탱크에 적재할 때의 대전전위 및 완화시간이다.

1의 경우는 웨이브(wave)가 적었기 때문에

[표 1-3] 탱커 적재시의 실측 완화시간

No	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/초)	물질	적재량 (k)	적재속도 (m/초)	대전 (kv)	완화 시간 (분)
1	10	56	1	없다	110	3.0	10	45
2	4.6	44	4	있다	150	3.0	6	90
3	6.5	50	3	조금	220	평균2.4	5	20

10kv까지 대전하였지만 400v까지 내려갔는데 45분 걸렸다.

2의 경우는 6kv대전하였는데 웨이브(wave)가 심했기 때문에 400v까지 내려가는데 90분 걸렸다. 3의 경우는 유속을 제한하였기 때문에 다소 웨이브(wave)는 있었으나 5kv에 대전하고 400v가 될때까지 20분 걸렸다.

1-3. 정전기 유도

하나의 대전체가 절연된 물체에 접근하면 절연체에서도 정전기가 유도되는데 대전체와 가까운 곳에서는 대전체와 반대극성의 전하가 유도되고 먼곳에는 동일 극성의 전하가 유도된다.

이에 유도된 물체의 먼곳을 접지시키면 대전체와 동일한 전하는 소멸하게 되며 접지를 제

[표 1-4] JP-4의 전기전도도

제 품	전 도 도 (Picosiemens)	Half-Value시간 (초)	저 항 (Ohm-cm)
고순도세름	0.01	1,500	10^{16}
경질유	0.01 - 10	1.5 - 1,500	$10^{16} - 10^{13}$
중질유	1,000 - 100,000	0.00015 - 0.015	$10^{11} - 10^9$
중류수	1,000,000	4×10^{-6}	10^6

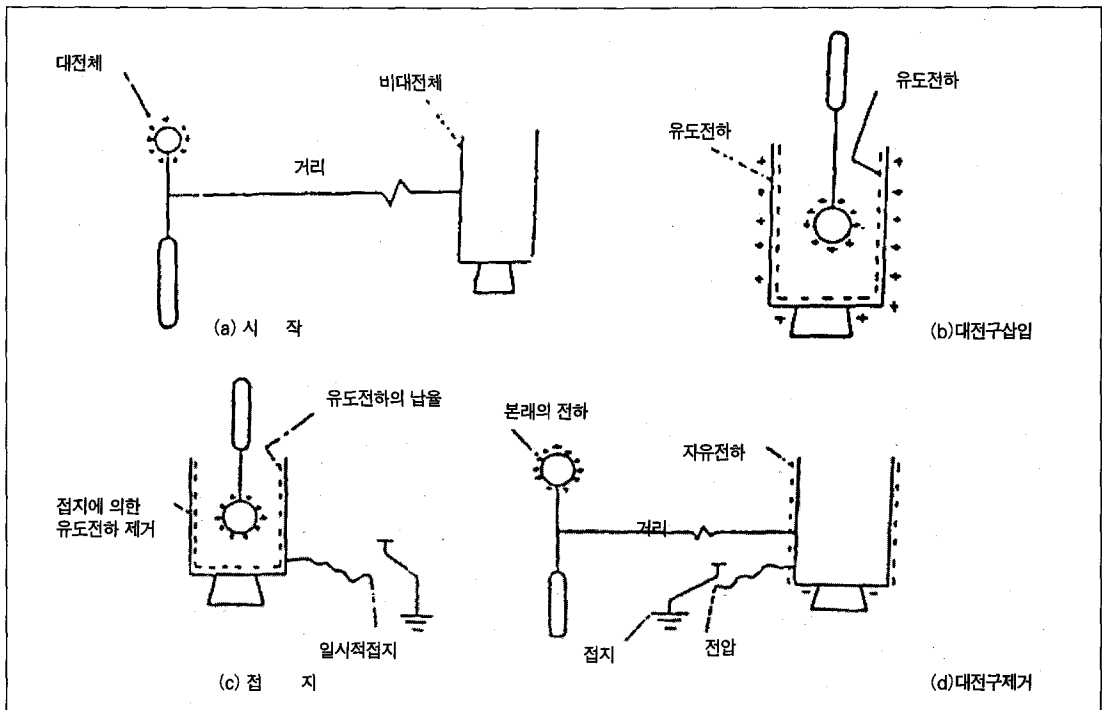
거한 후 대전체를 제거하면 유도된 물체에는 대전체와 반대 전하만 [그림 1-11]과 같이 남게 된다.

1-4. 정전기의 축적

생성된 정전기는 지면이나 기타 다른 물체로부터 절연되어 있을 경우 축적하게 된다.

실험에 의하면 절연저항이 $1M\Omega$ 이상이면

(그림 1-11) 정전기 유도





포장강좌2

정전기가 충분히 10,000Picosiemens/meter, 이하이면 [표 1-4]에서와 같이 정전기가 축적되는 것으로 나타나 있다.

전도도가 10,000 Picosiemens/meter이상이면 정전기가 생성되자마자 다시 결합하게 되므로 축적은 일어나지 않는다고 한다.

1-5. 액체의 정전기의 소멸

1-5-1. 영전위 소요시간

액체에 생성된 정전기는 주위에 반대극성의 전하가 있을 경우 소요시간(T)은 액체의 전도도에 따라 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$T = \frac{18}{\text{전도도}}$$

단 T는 초, 전도도는 Picosiemens/meter임

1-5-2. 완화시간(Relaxation Time)

일반적으로 절연체에 발생한 정전기는 일정 장소에 축적되었다가 점차 소멸되는데 처음값의 36.8%로 감소되는 시간을 그 물체에 대한 시정수 또는 완화시간이라고 한다.

이 값은 대전체의 저항 R(Ω)과 정전용량 C(F) 혹은 고유저항 p(Ω, m)와 유전율 ϵ (F/m)의 곱으로 ($RC = \epsilon p$) 정해진다.

따라서 고유저항 또는 유전율이 큰 물질일수록 대전상태가 오래 지속된다. 일반적으로 완화시간은 영전위 소요시간의 1/4~1/5정도이다.

1-6. 정전기의 스파크(방전)

1-6-1. 스파크의 정의

전위차가 있는 2개의 대전체가 특정거리에

접근하게 되면 등전위가 되기 위하여 전하가 절연공간을 깨고 순간적으로 흘러가면서 빛과 열을 발생하는데 이 현상을 스파크(방전)라 한다.

1-6-2 스파크 발생

전위차스파크가 발생하기 위해선 두 대전체간의 거리(Spark Gap)가 멀수록 또는 갭의 전도도가 적을수록 높은 전위차가 필요하며 스파크 갭의 기하학적 형상에도 영향을 받는다.

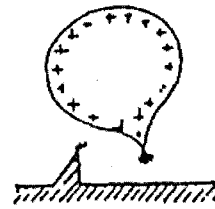
1-6-3. 스파크(방전)의 종류

(1)코로나 방전

대전된 부도체와 가는 선상의 도체 또는 뾰족한 선단을 가진 도체와의 사이에서 발생하는 미약한 발광과 소리를 수반하는 방전이다.

코로나 방전은 방전에너지가 작기 때문에 재해나 장애의 원인이 될 가능성이 작다(그림1-12)참조.

[그림 1-12] 코로나 방전

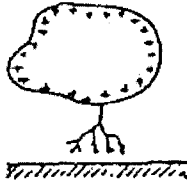


(2)스트리머 방전

대전이 큰 부도체와 비교적 곡률반경이 큰 선단을 가진 도체와의 사이에서 발생하는 수지상의 발광과 펄스상의 파괴음을 수반하는 방전이다.

스트리머 방전은 코로나 방전보다 방전에너지가 크고 재해나 장애의 원인이 될 가능성도 크다. [그림 1-13]참조.

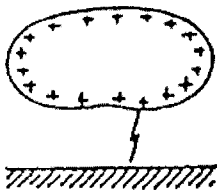
[그림 1-13] 스트리머 방전



(3) 불꽃방전

도체가 대전되었을 때에 접지된 도체와의 사이에서 발생하는 강한 발광과 파괴음을 수반하는 방전이다. 불꽃방전은 방전에너지의 밀도가 높아 재해나 장애의 원인이 된다.[그림 1-14] 참조

[그림 1-14] 불꽃방전

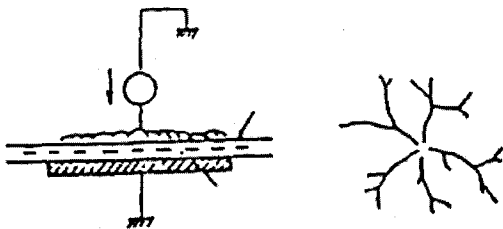


(4) 연면방전

대전이 큰 얇은 층상의 부도체를 박리할때 또는 얇은 층상의 대전된 부도체의 뒷면에 밀접한 점지체가 있을때 표면에 연한 복수의 수지상의 발광을 수반하여 발생하는 방전이다.

연면방전은 불꽃방전과 마찬가지로 재해나 장애의 원인이 된다. [그림1-15] 참조

[그림 1-15] 연면방전과 스태크마크



(5) 뇌상방전

공기중에 뇌상으로 부유하는 대전입자와 규모가 커졌을 때에 대전운에서 번개형의 발광을 수반하여 발생하는 방전이다. 뇌상방전은 불꽃방전이나 연면방전과 마찬가지로 재해나 장애의 원인이 된다.

1-7. 정전기의 발생에 영향을 주는 요인

1-7-1. 물질의 특성

정전기의 발생은 접촉, 분리되는 두 물질의 상호작용에 의하여 결정되는데 이것은 [표 1-1]에서 나타나고 있다.

정전기의 발생은 대전서열에서 두 물질이 가까운 위치에 있으며 정전기의 발생량은 적고 반대로 먼 위치에 있으면 발생량이 커지게 된다.

이 경우에는 두 물질중에서 윗쪽에 있는 물질이 양전기로 대전되고 아랫쪽에 있는 것은 음전기로 대전된다.

1-7-2. 물질의 표면상태

물질의 표면상태는 정전기의 발생에 영향을 주어 일반적으로 표면이 원활하면 발생이 적어지게 된다. 또 물체표면이 수분이나 기름 등에 의해 오염되었을 때에는 산화, 부식에 의해 정전기가 크게 발생한다.

1-7-3. 물질의 이력

정전기의 발생은 처음 접촉, 분리가 일어날 때 최대가 되며 이 후 접촉, 분리가 반복됨에 따라 발생량도 점차 감소한다.

그러므로 접촉, 분리가 처음으로 일어났을 때 재해발생 확률도 최대로 나타난다.



1-7-4. 접촉면적 및 압력

접촉면적은 정전기의 발생에 큰 영향을 주며 이것이 클수록 발생량이 커지고 또한 접촉 압력이 증가하면 접촉면적도 증가하므로 결국 정전기의 발생량도 증가하게 된다.

1-7-5. 분리속도

분리 과정에서는 전하의 완화시간에 따라 정전기 발생량이 좌우되며 전하완화시간이 길면 전하분리에 주는 에너지도 커져서 발생량이 증가한다. 또한 일반적으로 분리속도가 빠를수록 정전기의 발생량은 커지게 된다.

1-8. 정전차폐

1-8-1. 정전차폐의 효과

정전차폐는 대전물체의 표면을 접지한 금속으로 덮으면 대하물체에서 발산하는 정전계는 이것에 의해 가두어지므로 즉, 차폐되므로 대전물체의 근방에는 정전계가 존재하지 않는 현상을 말한다.

또한 대전물체에서 방전이 발생한 경우에 방사되는 전자파의 저지에도 효과가 있는 것으로 알려졌다.

정전기 저해를 방지하기 위해서는 차폐를 필요로 하는 대전물체에 한정되는 것이 아니고 대전물체의 작용을 받는 물체에도 적용하는 효과가 있다.

이 때 대전물체에서의 정전기 및 정전기 방전에 영향을 받아서 저해가 발생할 물체를 차폐하는 것도 재해의 해결방법이다.

LSI등을 사용한 전자기기의 차폐가 방전에 기인하여 발생하는 오동작등이 해결되고 있다.

1-8-2. 정전차폐의 방법

1) 금속에 의한 차폐

차폐는 피차폐물체의 전표면을 차폐로 덮을 필요가 없고 물체의 전위가 상승하지 않을 정도면 된다.

따라서 차폐에 금속을 사용하는 경우는 금방, 금속선등이 좋고 재료는 보통의 금속으로 가능하면 가는 것이 좋고 간격은 1-수cm 정도로 하고, 이것은 확실히 접지하여야 한다.

2)도전성 재료에 의한 차폐

정전기의 차폐는 도전성 재료를 사용하는 것도 좋다. 이때 필요한 고유저항은 작은 것이 바람직하나 실용상으로는 $10^6(\Omega \cdot \text{cm})$ 정도에도 차폐효과가 있다.

전도성의 예를 들면 전도성 테이프, 필름, 도전성고무, 도전성 스폰지, 도전성 섬유가 들어간 천등이 있다.

도전성 테이프 및 필름은 호스에 감든가 대전물체의 작용을 받는 등의 문제가 생기는 물체를 이것에 의해 덮는 등의 여러가지 사용법이 있고, 도전성 고무, 스폰지는 복잡한 형태의 차폐재로서 이용이 가능하다.

도전성 섬유가 들어가 있는 천은 차폐뿐이 아니라 도전성 섬유의 제전 작용이 있기 때문에 폭넓게 이용된다.

1-9. 착화폭발 방지대책

1-9-1. 착화폭발방지의 조건

정전기가 원인이 되어 발생하는 화재나 폭발에는 두가지 조건이 만족되어야 한다.

첫째로 가연성가스와 지연성가스의 혼합에 의해 폭발혼합기체가 생성되어야 하며 둘째로 가연성 물질의 착화원이 되는 정전기방전이 발

생하여야하므로 위 두가지 중에서 1가지만 제거하면 정전기에 의한 화재, 폭발은 예방할 수 있다.

정전기에 의한 화재나 폭발은 먼저 폭발혼합기체가 생성되고 뒤이어 대전에 의한 방전이 일어나는 경우가 대부분이므로 이의 방지를 위한 근본적인 대책은 우선 폭발혼합기체의 생성을 방지해야 하며 다음으로 착화성방전의 발생을 방지해야 한다.

1-9-2 폭발혼합기체의 생성방지

1) 폭발혼합기체

가연성물질이 공기나 산소와 같은 지연성가스와 혼합되면 가연성물질은 연소하거나 폭발은 일반적으로 가연성물질에서 발생하며 이때의 혼합농도를 연소폭발농도라 하고 이러한 농도를 유지하고 있는 혼합기체를 연소폭발혼합기체라 한다.

가연성물질의 종류에 따라 혼합기체가 분류되며 혼합기체의 특성 및 그 생성방지 방법에 따라 가스연기폭발혼합기체와 분진폭발혼합기체의 두 가지로 구분된다.

가스 중기 폭발혼합기체는 가연성가스나 가연성액체의 연기가 가연성물질이 되고 이것이 공기와의 혼합에 의해 성도된다. 분진폭발혼합기체는 공기중의 가연성 분말이 부유하고 있는 경우 공기 1(m³)당의 농도가 표에 나타나 있는 값 이상인 경우에 된다. 분진폭발혼합기체는 가연성 분말이 공기내에 부유하고 있는 경우는 물론이고 이것이 일정한 공기내에 쌓여 있는 경우와 폭발등에 의해 공기중으로 비산하면서 생성되기도 한다.

이러한 분진혼합기체의 특성에 영향을 주는

요인으로서 가연성분진 입자의 직경, 형상, 체적비중 등이 크다.

2) 가스중기 폭발혼합기체의 생성방지

가스중기 폭발혼합기체의 생성방지대책으로서 가연성가스, 액체등을 취급할때는 가급적 밀폐용기를 이용하고 취급량은 폭발혼합기체가 생성되지 않는 범위내에서 결정하여야 한다.

한편, 폭발성혼합기체는 가연성가스나 연기, 액체의 누설에 의해 생성되는 경우도 있다.

즉 건조물의 접합부, 밸브 및 각종 기기의 부착부분이나 구조물의 부식부분등에서 가연성물질이 누설하거나 분출하는 경우로 이러한 것을 방지하기 위해서는 구조물에 대한 정기점검이나 보수가 필요하다.

폭발혼합기체의 생성방지는 가연성가스, 연기의 제유를 환기장치나 자연적인 환기를 통하여 방지하여야 한다.

즉 건조물의 접합부, 밸브 및 각종 기기의 부착부분이나 구조물의 부식부분등에서 가연성물질이 누설하거나 분출하는 경우로 이러한 것을 방지하기 위해서는 구조물에 대한 정기점검이나 보수가 필요하다.

폭발혼합기체의 생성방지는 가연성가스, 연기의 제유를 환기장치나 자연적인 환기를 통하여 방지하여야 한다.

3) 분진폭발혼합기체의 발생방지

폭발혼합기체의 발생방지는 가연성분말의 취급량을 제한하는 방법과 비산하는 량을 감소시키기 위하여 누설을 적게하고 또한 환기에 의하여 분진을 용기나 건물외부로 배출시키는 방법도 있다.

그리고 분진을 취급하는 장치는 공기의 흡입



포장강좌2

부분이나 장치의 가물부분등에서 고장이 적체되거나 또는 누설되기 때문에 폭발혼합공기가 생성될 우려가 있으므로 이러한 부분은 수시 점검이나 보수가 필요하다.

4) 불활성, 불연성물질에 의한 폭발혼합체의 생성방지가스

연기, 분진등에 불활성가스를 혼합하면 그로 인한 폭발혼합기체의 생성을 방지할 수 있다. 이 때 사용하는 불활성가스의 종류로는 질소, 이산화탄소, 아르곤 및 헬륨 등이 있다. 또한 불활성가스 대신에 불연성 물질을 사용하더라도 착화폭발을 방지하거나 지연시키는 효과가 있다.

가연성물질에 불연성물질을 혼합하면 그 가연성물질의 착화에너지가 증가하여 폭발을 억제할 수 있다.

1-10. 착화성 방전의 발생방지

1-10-1. 착화성 방전

대전된 물체에서 정전방전이 발생하여 그 에너지 ($E = CV^2(J)$)가 주위의 가연성물질의 최소착화에너지를 초과하면 화재나 폭발이 일어나고, 이를 착화성방전이라 한다.

착화성방전은 최소착화에너지가 0.02mJ 정도의 가연성물질을 착화시키는 정전기방전을 말한다.

1-10-2 부유도체의 정전접지

고유저항이 $10^6(\Omega.m)$ 이하인 물체는 금속과 같은 도체로 취급하며 이러한 도체가 대지에 대해 결속된 상태에서 전하가 발생하여 대전이 착화성방전을 일으키므로 이를 방지하기 위해서는 대지에 대하여 정전접지를 해야 한다.

이러한 정전접지는 대전된 물체만이 아니고 그 주위에 있는 도체에 대하여도 반드시 하여야 한다.

왜냐하면 접지가 안된 도체가 대전도체 주위에 있으면 그로부터 정전유도를 받아 대전되므로 착화성방전을 일으킬 우려가 있기 때문이다.

1-10-3. 부도체의 대전방지

고유저항이 $10^6(\Omega.m)$ 정도 이상의 부도체가 크게 대전하면 착화성방전이 발생하고, 대전전하 밀도가 $10^{-5}(\Omega.m^2)$ 정도 이상의 대전물체로서 분체, 액체보다도 필름, 종이, 플라스틱등 고체에서 일어나기 쉽다.

이와같이 대전전하밀도가 큰 대전은 부도체를 박리할 때 등과 같이 밀착도가 큰 것을 급격히 하는 등 기계적으로 큰 에너지를 과도적으로 작용할 때 일어나기 쉽다.

따라서 착화성방전을 위해서는 커다란 변화를 수반하는 취급을 피하는 것으로 예를 들면 속도, 압력, 장력 등의 과도적 변화가 발생하지 않도록 한다.

1-10-4. 근접물체의 관리

대전물체에 접지체 등이 접근하거나 반대로 대전물체가 접지체에 접근하면 방전이 발생할 수 있으므로 근접물체를 접근시키는 경우는 착화성 방전이 발생되지 않도록 대전물체의 전하를 가능한 한 감소시켜야 하며, 안전계수는 폭발혼합기의 특성 및 정전기의 발생요인등을 고려하면 발생한계의 1/10정도로 생각하면 좋다.

근접물체는 이동하기 때문에 대책의 적용이 곤란하고 이것에 대전하고 있으면 대전물체와

의 상승효과에 의해 착화성 방전이 발생한다.

따라서 근접물체의 접근이 예상되는 대전물체는 반드시 체전 등의 대전방지 혹은 차단등의 정전기 대책을 실시한다.

1-10-5. 착화폭발의 확대 방지대책

확대 방지대책으로는 먼저 지속적으로 착화의 초기화현상을 조기 검출하여 착화폭발의 진전을 저지하는 방법으로 가연성가스, 증기, 폭발혼합기 등에서 발생하는 화재의 확대방지에 이용된다.

일반적으로 착화시기에는 발열에 의한 온도 상승, 압력상승, 가스(연기), 냄새의 발생, 발광, 이상음 등 소위 연소에 따른 초기현상이 일어난다. 따라서 이것을 검출해서 소화 등을 억제, 저지 대책을 실시한다.

현재, 초기현상 검출기로서는 자외선, 적외선 감지기, 온도감지기, 입력감지기등이 개발되어 또 착화폭발의 저지 억제에는 질소, 이산화탄소 등의 불활성가스, 인산암모늄, 할로겐화물, 화학공기제품, 건조사, 활석, 물, 강화액등의 소화제를 분출하는 소화장치가 개발되어 있다.

다음에 폭발을 가능한 한 적은 범위에서 억제하여 광범위한 폭발로의 진전을 저지하는 방법으로 가연성 분진폭발혼합기에서 발생하는 폭발의 확대방지에 해당한다.

여기서는 먼저 기상공간을 적게 하는 것을 기본으로 전복을 설치하던가, 가연성 가스, 증기에 대해서는 Frame 아레스트, 분진에 대해서는 plate에 의한 choke등이 효과적이다.

Frame아레스트는 그 효과가 금망이나 소결 금속 등의 단면적에 의해 결정되고, 효과를 크게 하기 위해서는 2중, 3중으로 해서 사용하기

도 하며, 격벽의 일부나 혹은 덕트, 배관의 Bend 부분의 안전밸브, Rupture disk등이나 폭발방산장치를 설치한다.

1-11. 석유류의 정전기화제와 방지책

1-11-1. 석유류의 대전현상

석유류는 노즐에서 분출하면, 또는 탱크에서 충전시에 공간에서 분열하거나 이것이 탱크 내벽에 충돌하여 비산하면 이것에 의해서도 정전기가 대전한다.

특히 액체가 심한 충돌을 하거나 분열을 하여 직경 수백 m정도의 Mist가 되면 전하밀도가 커질 뿐만아니라 공간에 대전운을 형성한다.

또한 탱크내에 slug(공간을 낙하하는 액주)가 형성되면 이것은 천정등에서 박리했을 때의 박리대전에 의하여 큰 전하를 갖고 있는데다 공간을 낙하중에 대전운에서의 정전유도를 받아 더욱 큰 대전물체가 된다.

따라서 이것이 접지체에 접근하면 여기서 착화성방전이 배관, 필터, 펌프등 고체와의 마찰에 의하여 혹은 고체에서의 박리에 의하여 대전한다.

또 플랜지, 노즐에서의 분출에 의한 그 자신의 분열에 의해서도 대전하여 이것이 재해와 이어지는 주요 대전 용인이 되고 있다. <계속>

안용교 포장인상

매년 2월 25일 포장의 날에는
안용교포장협회가 제정인
안용교 포장인상의 시상 있습니다.
문의: 02)780-9782