

정전기 기술자료

- 목 차 -

I . 정전기 발생

1. 정전기란
2. 정전기 발생
3. 정전기 대전
4. 정전기 역학현상
5. 정전기 유도현상
6. 방전 현상

II . 정전기 장애

1. 폭발 · 화재
2. 전격
3. 생산장애

III . 정전기 방지대책

1. 도체의 대전방지
2. 대전방지제의 사용
3. 대전물체의 차폐
4. 가습
5. 정치시간
6. 배관내액체의 유속제한
7. 제전기에 의한 대전방지
8. 작업자의 대전방지
9. 공정별 정전기 대전방지

(주) 크린텍이엔지

I . 정전기 발생

1. 정전기란

정전기는 일반적으로 서로 다른 물질이 상호 운동을 할 때에 그 접촉면에서 발생하게 되며, 이 정전기는 고체상호간에서 뿐만 아니라 고체와 액체간, 액체 상호간, 액체와 기체간에서도 발생한다.

정전기 현상의 발견에 대한 기록은 고대 그리스의 철학자 탈레스가 호박을 양피에 마찰시켜 정전기를 발생시킨 것이 시초이었으며, electricity라는 말은 오박(그리스어로 electron)에서 유래되었다. 이와 같은 정전기는 고분자 물질을 많이 취급하는 우리생활 주변에서 빈번히 발생 될 뿐만 아니라 자연현상에서도 많이 볼 수 있는데 그 대표적인 예가 뇌구름에 의한 번개 낙뢰현상이 그 대표적인 예이다.

여기에서 말하는 정전기를 정확히 정의 한다는 것이 쉽지 않으나, 실용적으로는 우리가 통상 쓰고 있는 정전기(動電氣)와 비교하여 “전하의 공간적 이동이 적어 이전류에 의한 자계(磁界)효과가 전계(電界)효과에 비해 무시할 정도로 아주 적은 전기” 라고 할 수 있으며, 이 정전계(靜電界)에 의한 제반현상을 정전현상이라고 한다.

2. 정전기 발생

(1) 마찰에 의한 대전(摩擦帶電)

두 물체 사이의 마찰이나 접촉위치의 이동으로 전하의 분리 및 재배열이 일어나서 정전기가 발생하는 현상

(2) 박리에 의한 대전(剝離帶電)

서로 밀착되어 있는 물체가 떨어질 때 전하의 분리가 일어나 정전기가 발생하는 현상

(3) 유동에 의한 대전(流動帶電)

액체류가 파이프 등 내부에서 유동할 때 액체와 관벽 사이에 정전기가 발생하는 현상

(4) 기타대전

기타의 대전으로는 액체류·기체류·고체류등이 작은 분출구를 통해 공기 중으로 분출될 때 발생하는 분출대전, 이들의 충돌에 의한 충돌대전, 액체류가 이송이나 교반될 때 발생하는 진동(교반)대전, 유도대전 등이 있다.

3. 정전기 대전

정전기의 대전이란 용어는 흔히 사용하지만 이것이 발생된 정전기가 물체상에 축적되는 것을 말하며 실제로는 대전한 전하량 (대전량이라 한다.)이 정전기에 의한 트러블을 좌우한다.

<표>물체의 저항률과 대전성의 기준

체적저항률[Ω, m]	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹⁴	
도전율[S/m]	10 ⁻⁸	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁴	
표면저항률[Ω]	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹⁴	10 ¹⁶	
누설저항[Ω]	10 ⁶	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹²	
대전용이성	없다	적다	보통	높다	매우높다
감쇠의 속도	순간	수초	수분	수십분	감쇠하지 않음

<표>저항률과 비유전율의 참고값

품질명	체적저항율(Ω, m)	비유전율
공기	거의 무한대	1.000586
수돗물	10 ³ 정도	80.7
아세톤	2×10 ³	20.7
메탄올	7×10 ⁶	32.7
벤젠	3×10 ¹¹	2.28
헥산	1×10 ¹⁶	1.89
등유	10 ¹¹ ~ 10 ¹³	2.1
가황천연고무	10 ¹³ ~ 10 ¹⁵	2.5 ~ 4.6
나일론	10 ¹⁰ ~ 10 ¹³	3.9 ~ 5.0
폴리에틸렌	10 ¹³ ~ >10 ¹⁴	2.25 ~ 2.35
테프론	>10 ¹⁶	2.0

(주) : 도전율의 단위는 S(지멘스)/m

4. 역학현상

정전기는 전기적 작용인 쿨롱(Coulomb)력에 대전물체 가까이 있는 물체를 흡인하거나 반발하게 하는 성질이 있는데, 이를 정전기의 역학현상이라 한다. 이 현상은 일반적으로 대전물체의 표면저항에 의해 작용하기 때문에 무게에 비해 표면적이 큰 종이, 필름, 섬유, 분체, 미세 입자 등에 많이 발생되기 쉬워, 각종 생산장해의 원인이 된다. 2개의 전하간에 작용하는 정전력 F[N]는 각각의 전하량 Q₁, Q₂[C]에 비례하고 양전하간의 거리 r[m]의 제곱에 반비례하며, 이 힘은 같은 부호끼리는 반발력, 다른 부호끼리는 흡인력이 작용한다.

$$F = Q_1 Q_2 / 4\pi \epsilon r^2 = 9 \times 10^9 \times Q_1 Q_2 / r^2 [N] \quad \epsilon : \text{유전율}$$

5. 정전유도현상

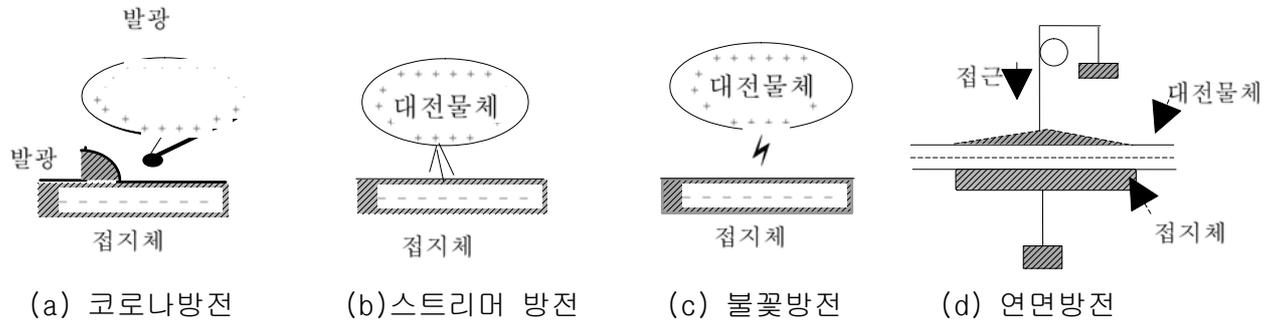
대전물체 부근에 절연된 도체가 있을 경우에는 정전계에 의해 대전물체에 가까운 쪽의 도체 표면에는 대전물체와 반대극성의 전하(電荷)가 반대쪽에는 같은 극성의 전하가 대전되게 되는데, 이를 정전 유도 현상이라고 한다.

정전유도의 크기는 전계에 비례하고 대전체로부터의 거리에 반비례하며, 도체의 형상에 의해서도 영향을 받는데, 이는 유도대전을 일으켜 각종 장·재해의 원인이 되기도 하며, 이 원리를 이용하여 대전전위, 전하량 등을 측정하기도 한다.

6. 방전현상

정전기의 대전물체 주위에는 정전계가 형성된다. 이 정전계의 강도는 물체의 대전량에 비례하지만 이것이 점점 커지게 되어 결국, 공기의 절연 파괴 강도 (약 30KV/cm)에 도달하게 되면 공기의 절연 파괴현상, 즉 방전이 일어나게 된다.

- (1) 불꽃방전 : 가스기구의 점화 불꽃에서 볼 수 있듯이 강한 발광과 파괴음을 수반하는 방전
- (2) 뇌상 불꽃 방전 : 불꽃 방전의 일종으로 번개와 같은 수지상(樹枝狀)의 발광을 수반하기 때문에 이렇게 불린다. 이 방전은 강력하게 대전한 입자군이 대규모(지름 수m 이상)의 구름 모양으로 확산되어(대전운이라 부른다) 일어나는 특수한 방전이라 할 수 있다.
- (3) 코로나 방전 : 그 가까이에서만 절연파괴를 일으키는 부분방전으로서 약간의 발광과 소음을 수반한다.
- (4) 연면방전 : 연면방전은 절연물의 표면에 따라 강한 발광을 수반하여 일어나는 방전



II. 정전기 장해

1. 폭발 · 화재

화재 · 폭발은 정전기의 방전현상에 의한 결과로 가연성 물질이 연소되어 일어나는 현상이다. 그러나, 정전기 방전이 일어났다 하더라도 그 방전에너지가 가연성물질의 최소 착화에너지보다 작을 경우에는 화재 · 폭발은 일어나지 않는다. 화재 · 폭발은 대전물체가 도체일 경우에는 대전에너지에 관련되고, 부도체일 경우에는 대전에너지보다는 대전전위에 관련되나 정확한 기준을 제시하기는 어렵다

<표> 가연성가스, 액체 증기의 착화 위험성

물질명	폭발한계[Vol%]		인 화 점 [°C]	최소착화 에너지 [mJ]	비고
	하한계	상한계			
메탄	5.0	15.0	-187	0.28	
에탄	3.0	15.5	-130	0.25	
프로판	2.1	9.5	-104	0.25	
n-탄	1.5	8.5	-72	0.25	
n-산	1.1	7.5	-26	0.24	
벤젠	1.2	8.0	-11	0.20	
수소	4.0	75.6	-	0.019	
아세틸렌	1.5	82	-	0.019	
이황화 탄소	1.0	60	<-30	0.009	
메탄올	5.5	44	11	0.14	

2. 전격

대전된 인체에서 도체로, 또는 대전물체에서 인체로 방전되는 현상에 의해 인체내로 전류가 흘러 나타나는 전격현상으로, 그 대부분이 전격사로 이어질 만큼 강렬한 것은 아니나, 전격시 받는 충격으로 인해 고소에서의 추락 등이 2차적 재해를 일으키는 요인으로 작용하기도 하며, 또한 전격에 의한 불쾌감, 공포감 등으로 인해 생산성이 저하되는 원인이 되기도 한다.

<표> 인체의 대전전위와 전격의 강도

대전전위(KV)	전격의 강도
1	전혀 느끼지 못한다.
2	손가락 외측에 느껴지만 통증이 없다
3	따끔한 통증을 느낀다. 바늘로 찔린 느낌
4	손가락에 통증을 느낀다. 바늘로 깊이 찔린 느낌
5	손바닥에서부터 팔꿈치까지 통증을 느낀다.
6	손가락에 강한 통증을 느끼고 팔이 무겁게 느껴진다.
7	손가락과 손바닥에 강한 저림을 느낀다.
8	손바닥에서부터 팔꿈치까지 저린 감을 느낀다.
9	손목에 강한 통증과 손이 저린 중압감을 느낀다.
10	손 전체에 통증을 느낀다.
11	손가락에 강한 저림과 손 전체에 통증을 느낀다.
12	손 전체가 세계 얻어맞은 느낌을 받는다.

주) 인체의 정전용량은 90PF

3. 생산 장애

생산장애는 역학현상에 의한 것과 방전현상에 의한 것이 있다.

(1) 역학현상에 의한 장애

정전기의 흡인력 또는 반발력에 의해 발생하는 것으로, 분진의 막힘, 실의 엉킴, 인쇄의 얼룩, 제품의 오염 등 그 예가 아주 많다.

(2) 방전현상에 의한 장애

정전기의 방전시 발생하는 방전전류, 전자파, 발광에 의한 것이 있다.

- ① 방전전류 : 반도체 소자 등의 전자부품의 파괴, 오동작 등
- ② 전자파 : 전자기기, 장치 등의 오동작, 잡음 발생
- ③ 발광 : 사진 필름 등의 감광

III. 정전기 방지대책

1. 도체의 대전 방지

정전기 장애·재해의 대부분은 도체가 대전된 결과로 인한 불꽃방전에 의해 발생되므로, 도체의 대전방지를 위해서는 도체와 대지와의 사이를 전기적으로 접속해서 대지와 등전위화함으로써, 정전기 축적을 방지하는 방법이다.

(1) 접지의 목적

- 정전기의 축적, 방지
- 대전물체 주위의 물체 또는 이와 접촉되어 있는 물체사이의 정전유도 방지
- 대전물체의 전위 상승 및 방전 억제

(2) 접지대상

① 접지대상

- 정전기의 발생 및 대전 우려가 있는 금속체
- 정전유도에 의해 대전 우려가 있는 도체
- 부도체 지지되어 대지로부터 절연되어 있는 경우(각 도체마다 접지 또는 본딩(bonding)하여 접지 시킨다.)

② 금속체라 하더라도 다음의 경우에는 접지를 하지 않아도 된다.

- 도체가 타 목적에 의해 접지 되었거나 또는 접지체와 본딩되어 있는 경우
- 금속체의 일부가 대지에 매설되어 있거나, 매설되어 있는 철골, 철근 등의 구조물이나 금속 구조물과 본딩되어 있는 경우

③ 기타의 도체(정전기상 및 중간영역의 도체)

- 도전율이 1×10^{-6} [S/m] 이상인 정전기상의 도체 및 표면고유저항이 $1 \times 10^9 \Omega$ 이하인 물체의 표면
- 도전율이 1×10^{-6} [S/m] 이상인 중간영역의 도체 및 표면고유저항이 $1 \times 10^9 \Omega \sim 1 \times 10^{11} \Omega$ 인 물체의 표면

(3) 접지저항

정전기 대책을 위한 접지는 $1 \times 10^6 \Omega$ 이하이면 족하나, 확실한 안정을 위해서는 $1 \times 10^3 \Omega$ 미만으로 하되, 타 목적의 접지와 공용으로 할 경우에는 그 접지저항 값으로 충분하다. 본당의 저항은 $1 \times 10^3 \Omega$ 미만으로 유지시켜야 한다.

(4) 접지방법

① 접지용 도체(접지선)

접지선은 충분한 강도의 부식에 강한 전선 또는 금속도체를 사용한다.

- 고정설비의 접지용 도체

1.25mm²의 전선, 또는 동등이상의 절연전선을 사용한다. (녹색피복사용)

- 이동용 기기, 장치의 접지용 도체

1.25mm²이상의 캡타이어케이블(고무, 크로로프렌, 비닐 등)을 사용한다.

- 잦은 이동이나 진동이 많은 기기의 접지용 도체

1.25mm²이상의 가용성이 좋은 선, 망선 등을 사용한다. (단선의 사용금지)

② 접지단자

- 접지용 도체단자

접지용 도체 또는 접속기구와 접속이 용이한 금속면의 노출단자, 너트, 나사 등의 취부 부분을 이용한다.

- 접지대상이 금속도체가 아닌 경우에는 접지체와 충분히 밀착되도록 금속도체를 접지단자에 붙인다. (밀착면적은 가능한 20cm² 이상유지)

- 접지대상이 회전체인 경우에는 카본접촉자(carbon brush) 또는 슬리브링(sleeve ring)을 접지단자에 부착시킨다.

(5) 간접접지의 실시

접지대상이 금속도체가 아닌 경우에는 간접접지를 실시한다.

- 대전물체와 접지용 금속도체의 밀착면적은 가능한 20cm² 이상이 되게 한다.

- 대전물체와 금속도체와의 접촉사향을 가능한 적게 하기 위해 밀착성이 좋은 금속박을 사용하고, 도전성 도료나 도전성 물질을 도포한다.

2. 대전방지제의 사용

대전방제는 섬유나 수지의 표면에 흡습성과 이온성을 부여하여 도전성을 증가시키고 이것에 의하면 대전방지를 도모하는 것이며 대전방지제에 주로 많이 사용하는 물질은 계면활성제이다.

계면활성제는 친수성의 기와 배수성의 기 및 극성기와 무극성기가 있는바, 친수성의 기는 물등 극성이 큰 용매에 대해서 친화성이 강하고, 배수기는 광유 등 극성이 작은 용매에 대해서 친화성이 강하다.

부도체의 도전성 향상을 위한 대전방지제의 사용방법은 다음과 같다.

- (1) 부도체의 도전율이 10^{-12} [S/m] 이상 또는 표면 고유 저항이 $10^{12}\Omega$ 이하로 되게하고, 도전성이 향상된 부도체는 접지 또는 접지된 것과 본딩한다.
- (2) 대전방지제의 효과는 주위 습도에 따라 변화하므로 상대습도를 50% 이상으로 유지함은 물론, 정기적으로 대전방지 효과를 점검해야 한다.

3. 대전물체의 차폐

대전물체의 표면을 금속 또는 도전성 물질로 덮는 것을 차폐라 한다.

- (1) 정전차폐 효과
 - 전기적 작용억제에 의한 대전방지 효과
 - 대전물체의 전위상승 억제효과
 - 대전된 정전기에 의한 역학현상 억제 및 방전 억제 효과
- (2) 차폐재
 - 금속제 또는 도전성 테이프
 - 도전성 필름 또는 쉬트(Sheet)
 - 금속선 또는 도전성 섬유가 들어있는 섬유제품

4. 가습

프라스틱 제품 등은 습도가 증가되면 표면저항이 저하되므로 대전방지를 위하여 ①물의 분무, ② 가습기 사용, ③ 증발법 등은 사용하여, 부도체 근방 또는 환경 전체의 상대습도를 약 65% 이상 유지한다.

5. 정치시간

정치시간이란, 접지상태에서 정전기 발생이 종료된 후 다시 발생이 개시될 때까지의 시간 또는 정전기 발생이 종료된 후 접지에 의해 대전된 정전기가 빠져나갈 때까지의 시간을 말하는 것으로서 대전방지 효과와 밀접한 관계가 있다.

정치시간(精緻時間)은 물질에 대전되어 있는 정전기를 대지로 누설시켜 대전량을 적게하기 위해 설정하나, 그 물질의 도전율이 10^{-12} [S/m]보다 작은 경우에는 정치시간을 설정했다 하더라도 대전량이 반드시 감소한다고 볼 수 없다.

그러므로 대전물체가 인화성 물질이고 폭발위험분위기를 조성 또는 조성가능성이 있는 경우에는 가능한 <표>에 명시된 정치시간을 두는 것이 바람직하다.

대전물체의 도전율[S/m]	대전물체의 용적(m ³)			
	10미만	10이상 ~ 50미만	50이상 ~ 5000미만	5000이상
10 ⁻⁵ 이상	1분	1분	1분	2분
10 ¹² 을 넘고 10 ⁻⁶ 이상	2분	3분	10분	30분
10 ⁻¹⁴ 이상 10 ⁻¹² 이하	4분	5분	60분	120분
10 ⁻¹⁴ 을 넘는 것	10분	15분	120분	240분

<표> 정치시간 일람표

6. 배관내 액체의 유속제한

- (1) 불활성화 할 수 없는 탱크, 탱커, 탱크로울리, 탱크차 드럼통 등에 위험물을 주입하는 배관은 다음의 관내 유속이 되도록 설비하고 그 유속의 값 이하이어야 한다.
- 저항률이 10¹⁰Ω · cm 미만의 도전성 위험물의 배관유속은 7m/s 이하로 할 것
 - 에틸, 이황화탄소 등과 같이 유동대전이 심하고 폭발 위험성이 높은 것은 배관내 유속을 1m/s 이하로 할 것
 - 물기가 기체를 혼합한 부수용성 위험물은 배관내 유속을 1m/s 이하로 할 것
 - 저항률 10Ω · cm 이상인 위험물의 배관내 유속은 <표>값 이하로 할 것. 단 주입구가 액면 밑에 충분히 침하할 때까지의 배관내 유속은 1m/s 이하로 할 것.

<표> 관경과 유속제한 값

관 내 경 D		유속V(m/초)	u ²	u ² D
(inch)	(m)			
0.5	0.01	8	64	0.64
1	0.025	4.9	24	0.6
2	0.05	3.5	12.25	0.61
4	0.1	2.5	6.25	0.63
8	0.2	1.8	3.25	0.64
16	0.4	1.3	1.6	0.67
24	0.6	1.0	1.0	0.6

- (2) 주입구에 대해서는 다음과 같이 설비한다.

- 탱크에 대해서는 위쪽에서 위험물을 낙하시키는 구조로 하지 말 것이며 주입구는 밑쪽으로 하고 위험물이 수평방향으로 유입, 교반이 적도록 시설할 것이며 또한, 주입구 아래에 고이는 수분을 제거할 수 있도록 설계할 것.
- 탱커, 탱크, 탱크로울리, 탱크차, 드럼통 등에서 위쪽으로부터 주입재관을 넣어 주입 하는 경우에는 주입구가 용기의 바닥쪽에 이르도록 시설할 것
- 위험물의 펌프는 가능한 한 탱크로부터 먼 곳에 설치하고 배관은 난류가 일어나지 않도록 굴곡을 적게 할 것
- 스트레너의 위치는 가능한 한 탱크의 주입구로부터 떨어지게하고 그 단면적이 큰 버킷타입(buckettype)을 사용하도록 할 것

7. 제전기에 의한 대전방지

제전은 물체에 대전된 정전기를 이온(ion)을 이용하여 중화(中和)시키는 것으로서, 대전체 가까이 설치된 제전기에서 발생하는 이온중에서 대전물체의 전화와 반대극성의 이온이 대전물체로 이동하여 대전전하와 결합하여 중화시키는 것이다.

(1) 제전기의 종류

제전기는 제전에 필요한 이온의 생성방법에 따라, 전압인가식 제전기, 자기방전식 제전기, 방사선식 제전기 등 3종류로 구분할 수 있다.

<표> 각종 제전기의 종류와 특성비교

종 류		특 징	주 된 용 도
전압 인가식 제전기	표준형	기종이 풍부	필름, 종이, 직포의 제전
	송풍형	노즐형, 건형, 플랜지형이 있다	배관 내 분체의 제전, 국소적인 제전
	방폭형	점화원으로 되지 않는다	용제 도공시의 제전
	직류형	제전능력은 크지만 역대전의 우려가 있다.	단일 극성인 필름, 종이, 직물의 제전
자기 방전식 제전기	도전성 섬유 훈의 직포 도전성 필름	취급이 간단하고 점화원으로 잘되지 않지만 3kV 이하로는 제전이 되지 않는다.	필름, 종이, 플라스틱, 고무, 분체 등 모든 제전물체의 제전
반사선식 제전기	α 선원 β 선원	점화원으로는 되지 않지만 취급, 제전능력에 어려움이 있다.	밀폐공간에서의 제전

① 전압인가식 제전기(電壓印加式 繼電器)

전압인가식 제전기는 고전압의 전기에너지로 제전에 필요한 이온을 발생시키는 것으로, 이 제전기에 사용하는 고압전원은 교류방식과 직류방식이 있는데, 주로 교류 방식이 많이 사용되고 있다.

② 자기방전식 제전기(自己放電式 除電器)

자기방전식 제전기는 제전대상 물체의 정전에너지를 이용하여 제전에 필요한 이온을 발생시키는 장치로, 이는 대전물체의 전기적 작용에 의해 생기는 전계를 접지한 침상(針狀)도체에 집중시켜 그 전계에 의해 기체를 전리시켜서 제전에 필요한 이온을 얻는 것이다. 따라서, 전원이 필요하지 않고 간단한 구조의 제전전극만으로 구성되어 있어 설치와 사용이 아주 편리하고, 점화원이 될 염려도 없어 안전성이 높은 이점이 있다.

③ 방사선식 제전기(防射線式 際電器)

이 제전기는 방사선 동위원소 등으로부터 나오는 방사선의 전리작용(電離作用)을 이용하여 제전에 필요한 이온을 만들어 내는 것으로, 점화원이 될 위험은 없으나 위험한 방사선 동위원소를 사용하기 때문에 사용상의 많은 주의가 필요하다. 또한, 피 대전물체가 방사선에 영향을 받을 우려가 있고, 제전능력이 작아서 제전에 많은 시간이 걸리는 단점이 있어 움직이는 대전물체에는 적합하지 않다.

(2) 제전기의 선정

제전기는 전술한 바와 같이 그 종류에 따라 이온 생성 방법이 다르고, 기종도 제전대상에 따라 다양하기 때문에 제전대상에 따라 적당한 것을 선택 사용해야 한다.

전압인가식 제전기는 제전능력이 좋기 때문에 많이 사용되고 있으나, 방폭지역에서는 방폭형을 사용하고, 상대습도가 80%이상인 곳에는 적합하지 않으므로 자기방전식 또는 방사선식 제전기를 사용하는 것이 바람직하다.

대전물체의 극성이 일정하고, 대전량이 크거나 빠른 속도로 움직이고 있는 대전물체의 제전에는 직류형 전압인가식 제전기가 보다 효과적이다.

이동하지 않고 있는 가연성 물질의 제전에는 방사선식 제전기를 사용하는 것이 좋으나, 방사선 장해에 대한 차폐와 방사선에 의한 물성변화에 유의해야한다.

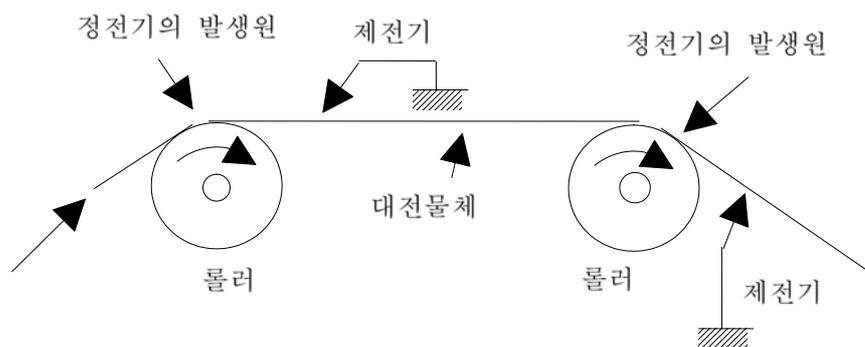
(3) 제전기의 설치

제전기는 원칙적으로 대전물체 이면의 접지에 또는 타 제전기가 설치되어 있고, 정전기의 발생원, 오물이 많은 곳 등의 장소는 피함은 물론, 온도 50℃이상, 상대습도 80% 이상의 환경은 피하는 것이 좋다.

① 일반적인 사항

- 제전기 설치하기 전후의 대전전위를 측정하여 제전의 목표치를 만족하는 위치 또는 제전효율이 90% 이상이 되는 곳을 선정한다.
- 정전기 발생원에서 최소한 설치거리 이상 떨어지고, 대전물체에서 가능한 가장 가까운 위치(롤러에서 약 10cm, 대전체에서 0.7~2.5cm 이간격)에 설치

그림 > 제전기 설치의 예



② 전압인가식 제전기

제전전극의 설치 위치는 보통 발생원에서 2~10cm 떨어진 곳으로서 현장실정에 맞춰 설치하는 것이 좋으며, 너무 멀리 할 경우에는 제전효과가 감소되고, 너무 가깝게 하면 역 대전될 수 있으므로 주의해야 한다.

③ 자기방전식 제전기

자기방전식 제전기의 설치거리는 1~5cm를 표준으로 하나 역 대전이 일어 날 경우에는 발생원에서 5cm 이상 이격시키는 것이 좋다. 자기 방전식 제전기는 타 제전기에 비해 제전기의 설치, 교환 등의 빈도가 높기 때문에 유지관리하기 쉬운 장소에 설치하도록 한다.

8. 작업자의 대전방지

대전되어 있는 인체에서의 방전시에는 생체장애 등의 전격재해 뿐만아니라, 폭발위험 분위기에서는 점화원이 될 수도 있으며, 미소한 반도체 소재를 다루는 작업에서는 이들 부품을 파괴하거나 손상을 일으키는 등 생산장애를 가져올 수 있으므로 안전화, 손목접지대 등으로 인체의 접지를 하도록 한다.

(1) 손목 접지대(wrist strap)

이는 앉아서 작업할 때에 유효한 것으로 손목에 가요성이 있는 밴드를 차고 그밴드는 도선을 이용하여 접지선에 연결함으로써 인체를 접지하는 기구로, 이 접지대에는 1MΩ 정도의 저항을 직렬로 삽입하여 동전기의 누설로 인한 감전사고가 일어나지 않도록 하고 있다.

(2) 정전기 대전방지용 안전화

인체의 대전은 신고있는 구두와 밀접한 관련이 있는데, 보통 구두의 바닥저항이 약 $10^{12}\Omega$ 정도로 정전기 대전이 잘 일어난다. 대전방지용 안전화는 구두 바닥이 저항을 $10^8 \sim 10^5\Omega$ 로 유지하여 도전성 바닥과 전기적으로 연결시킴으로써, 정전기의 발생방지는 물론 대전방지의 목적도 가하는 것으로 효과가 매우 크다.

(3) 발 접지대(heelstrap)

서서 하는 작업자는 이동하면서 하는 작업자에게 적합한 인체대전 방지기구로는, heelstrap, toestrap, bootstrap과 같은 발 접지대가 있다. 발 접지대는 양발모두에 착용하되, 발목 위의 피부가 접지될 수 있도록 하여야 한다.

(4) 대전방지용 작업복 (제전복)

제전복은 폭발위험분위기(가연성 가스, 증기, 분진)의 발생 우려가 있는 작업장에서 작업복 대전에 의한 착화를 방지하기 위한 것으로, 인체 대전방지 효과도 있으며 이는 일반 화학섬유 중간에 일정한 간격으로 도전성 섬유를 짜 넣은 것이다.

9. 공정별 정전기 대전 방지 대책

(1) 벨트공정

인화성 증기, 분진, 섬유 등이 취급되는 공정에서 고무나 가죽으로 된 롤러 벨트가 사용될 경우의 정전기 완화조치

1) 수평벨트

① 도전성 물질 사용

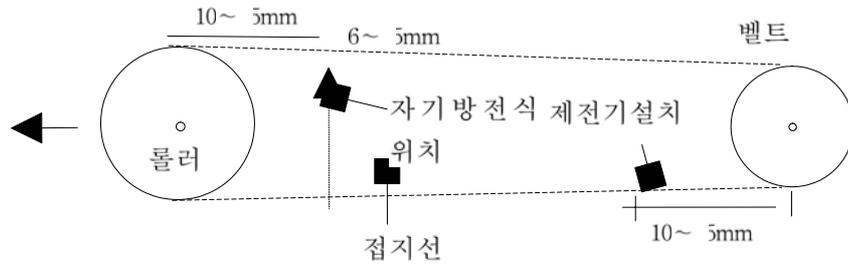
대전방지용 벨트를 사용하거나 도전성 물질이 부착된 벨트를 사용할 것

② 자기방전식 제전기 부착

제전기는 벨트가 회전기를 벗어나는 지점으로부터 10~15cm거리에 설치하되, 벨트와 제전기의 접근거리는 6~25cm가 되도록 하거나, 실측에 의해 제전효과가 가장 좋은 지점을 선택, 설치하고 제전기 본체는 접지를 시키다.

2) 브이(V)벨트

도전성 벨트의 사용(방폭지역에서는 기계제작시 직결 구동 방식)을 고려한다.



(2) 드라이 크리닝 설비 등

인화성 유기용제를 사용하는 드라이크리닝 설비 또는 모피류 등을 세정하는 설비

1) 장비의 본딩 및 접지

저장탱크, 처리탱크, 필터, 펌프, 파이프, 덕트, 드라이 크리닝 장비, 건조 캐비닛 등 건조실 내의 모든 장비는 상호 본딩하고 접지 하여야 한다.

2) 이송 기기 사이의 본딩

서로 다른 기기 사이에 직물의 인입 또는 인출시 정전기의 발생 및 축적되지 않도록 두 기기 사이를 본딩할 것

(3) 인화성 물질 등의 분무 공정

유압, 압축 공기나 고전위 정전기 등을 이용하여 인화성 물질이나 가연성 분체를 분무 또는 이송하는 설비에서의 안전조치 사항으로서 접지 실시

- 1) 스프레이 부스, 배기덕트, 배관 등 인화성 물질이 이송되는 모든 금속체
- 2) 스프레이 건과 도전성 대상물
- 3) 정전기식 스프레이 장치에 사용하는 페인트 용기 등의 모든 금속체
- 4) 콘베이어 또는 행거로 지지되는 도전성 스프레이 대상물은 접지 실시

(4) 코팅·합침 공정

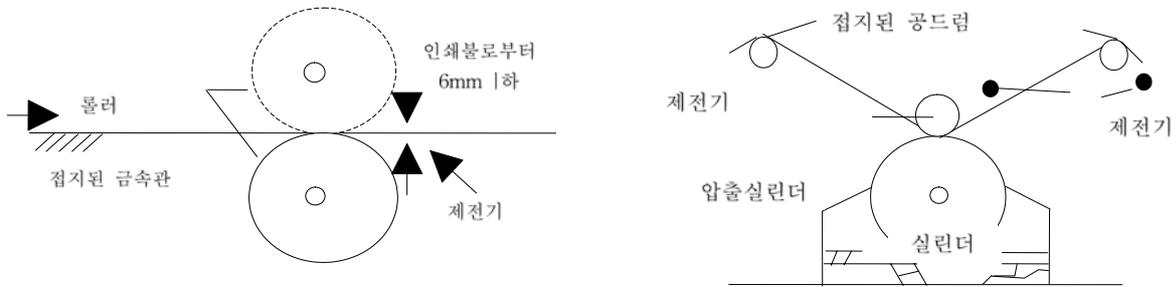
페인트, 락카 등 유기용제를 종이나 직물 등에 가공하는 경우나 인화성 물질을 함유하는 도료 및 접착제 등을 도포 또는 염색하기 위해 인화성 물질이 함유된 액체에 가공물을 담그거나 통과시키는 공정에 사용하는 설비에서의 안전 조치사항

- 1) 바닥 : 코팅기가 설치된 바닥은 도전처리하고 접지 할 것
- 2) 작업자 : 도전성 신발을 착용하고 바닥을 깨끗이 하여 작업자와 바닥사이의 절연 상태 방지
- 3) 제전기의 설치 : 직물이 풀리는 장소, 롤러 위, 절개용 칼 아래 등에 제전기를 설치하고 모든 기기는 상호 본딩하고 접지 할 것
- 4) 환기 : 기기 주위의 충분한 환기로 폭발분위기가 조성되지 않도록 할 것
- 5) 가습 : 공정 또는 제품에 지장이 없는 경우 상대습도를 50%이상 유지
- 6) 밀봉구조 : 솔벤트 용기 등은 밀봉구조로 하고 폐쇄배관을 통해 주입할 것
- 7) 접지실시 : 용제탱크, 배관 등 관련 설비는 상호 본딩하고 접지 할 것
- 8) 본딩 : 전기적으로 절연된 배관, 기기 등의 접속부는 모두 본딩 할 것
- 9) 본딩 및 접지도체 : 본딩 및 접지용 도체는 충분한 강도와 내식성이 있는 5.5mm² 이상의 도체를 사용할 것
- 10) 도전성 재료 : 동력 전달용 고무 가죽제품의 벨트 및 롤러는 도전성 제품을 사용할 것

11) 배관 : 인화성 액체를 용기에 분사 또는 낙하시킬 때에는 가능한 용기 바닥까지 배관을 연장시킬 것

(5) 인쇄공정

인화성 용제를 사용하는 인쇄공정에서의 정전기 완화 조치사항



[그림] 코팅기의 제전기 설치위치 및 접지방범

1) 가습 : 종이 취급공정에서 인쇄물의 손상 또는 건조속도 등에 지장이 없는 경우에 상대습도를 70% 이상 유지시킨다.

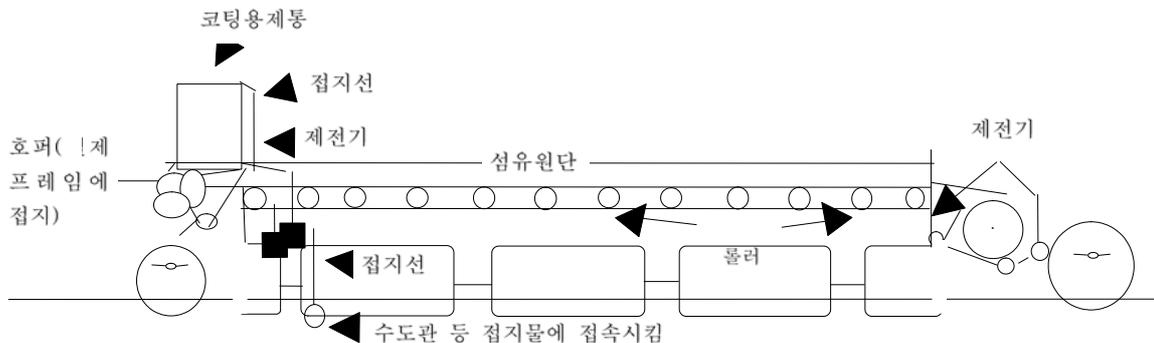
2) 접지 : 인쇄 프레스에 본체를 접지 시킨다.

3) 제전장치의 설치

- ① 자기방전식 제전기 : 제전용 브러쉬와 인쇄물의 접근간격은 6~25mm가 되도록 하거나, 실측에 의해 제전효과가 가장 좋은 위치 여러 곳에 설치한다.
- ② 전압인가식 제전기 : 폭발의 위험이 있는 곳에서는 방폭형을 사용한다.
- ③ 불꽃 이용 제전기 : 사용잉크의 연소성이 크지 않은 경우에 사용 가능하며, 종이 최종단에 도달하기 전에 불꽃을 통과시키거나, 종이의 불꽃이 서로 닿지 않도록 하고, 기계정지시 불꽃도 자동 소멸 될 수 있도록 인터록 장치를 부착한다.
- ④ 제전장치의 유지보수 : 제전기의 침 등은 항상 청결하게 유지 관리해야한다.

4) 건조한 작업환경에서의 건조한 종이 사용 공정

- ① 고무롤러와 인쇄 동판 사이의 압력을 가능한 줄인다.
- ② 종이에 압력이 가능한 적게 걸리도록 투입각도를 조절한다.
- ③ 압력이 걸리는 롤러의 폭 전체에 걸쳐 제전기를 설치한다.



][그림] 인쇄프레스에 제전기 설치방법

(6) 혼합공정 등

비도전성 물질을 혼합, 그라이딩, 교반 등의 공정에서의 정전기 완화조치 사항

- 1) 접지 및 도전성 재료의 사용 : 인화성 액체를 혼합하는 혼합용기 가동부분 등의 금속체 부분은 접지시키고, 혼합물과 접촉되는 가동부는 도전성재료를 사용한다.
(폭발성혼합물이 존재 할 우려가 있는 곳에는 질소 등 불활성가스를 주입한다.)
- 2) 청결유지 : 가연성분진 등의 발생장소는 정리정돈 및 주기적인 청소 실시
- 3) 도전성 재료 사용 : 솔벤트 등 첨가제는 도전성의 것을 사용한다.

(7) 박막 추출 및 압출 공정

얇은 박막의 추출 또는 압출하는 공정에서는 제전장치(전압인가식, 자기방전식등)를 설치하여 정전기를 중화시켜야 한다.

(8) 수증기 분사작업

폭발성 혼합물이 존재하는 장소에서의 수증기 분사작업의 경우 정전기 완화사항

- 1) 증기배출 : 탱크내의 인화성 액체를 배출시키고자 할 때에는 수증기 분사 방식은 위험하므로 직접 배출시키도록 할 것
- 2) 수증기분사 제척 작업시 분사파이프, 노출 등 모든 도체는 본딩·접지할 것