

정전기에 의한 폭발·화재 방지

李 春 夏(호서대학교 안전공학부 소방학과 교수)

1. 서 론

정전기는 BC 600년에 그리이스의 철학자 탈레스(Thales)가 모피로 호박을 문질렀을 때 나타나는 마찰전기현상을 발견한 이래 전기집진기, 정전도장, 정전발전기, 정전모터 등 여러가지 산업에 응용되어지고 있는 반면에 정전기가 원인이 되어 발생하는 산업재해 및 생산장해는 고분자공업, 석유화학공업 및 전자공업 등의 발전과 함께 증대되고 있다.

산업계 특히 제조 공에 있어서는 현저한 기술혁신과 기업내용의 다종다양화에 의해 정전기 재해·장해의 문제도 여러 가지 형태로 나타나고 있다. 또한, 각종 신소재·신물질의 탄생 및 새로운 제조방법·공정의 도입 등에 수반되는 정전기로 인한 재해나 장해도 더욱 현저하고 그 양상도 계속 변화하고 있다.

생산현장에서 발생하는 정전기는 각종 재해·장해를 일으키고 그 발생빈도는 장치의 대형화·고속화와 함께 높아지고 있다. 아울러 가연성 가스, 석유나 유기용제 등의 가연성 액체 및 분체를 사용하는 공정에 있어서는 정전기의 방전이 착화원이 되어 폭발·화재 사고를 발생하므로써 막대한 인명과 재산의 손실을 초래할 수 있으므로 정전기 방전으로 인한 폭발·화재 사고 방지 대책을 중심으로 기술하고자 한다.

2. 정전기 방전현상

2.1 정전기 방전의 발생

정전기 방전은 정전기의 전기적 작용에 의해 일어나는 전리작용으로써 일반적으로 대전물체에 의해 발생하는 정전계가 공기의 절연파괴, 계강도(약 30[kV/cm])에 달했을 때에 일어나는 기체의 전리현상이다. 정전기 방전이 일어나면 대전물체에 축적되어 있던 정전기 에너지가 방전 에너지로 변하면서 방전공간에 방출되어 열, 파괴음, 발광, 전자파 등으로 되어 소비된다. 이 방전에너지가 커지면 가연성물질에 착화를 일으키게 된다.

2.2 정전기 방전의 형태

2.2.1 코로나 방전

코로나 방전은 불평등 전계에 의해 전계의 집중이 일어난 부분만이 전리를 일으키는 국부방전이다. 코로나 방전은 일반적으로 미약한 파괴음과 그림 1에 나타난 것과 같은 발광을 수반하며, 대전 물체에 침예한 돌기부분이 있을 때 또는 대전물체의 근처에 침예한 돌기형태의 접지도체가 있을 때 이러한 돌기부분에서 미약한 발광이 나타나는 방전이다.

코로나 방전은 방전에너지 밀도가 작기 때문에 정전기 재해·장해의 원인이 될 확률은 낮다. 특히 섬유모양의 도체에서 발생하는 코로나 방전은

가연성물질의 착화원이 될 확률이 지극히 작기 때문에 자기방전식 제전기, 도전성 섬유가 들어 있는 대전방지용품 등에서는 코로나 방전을 이용하여 대전방지를 도모하고 있다.

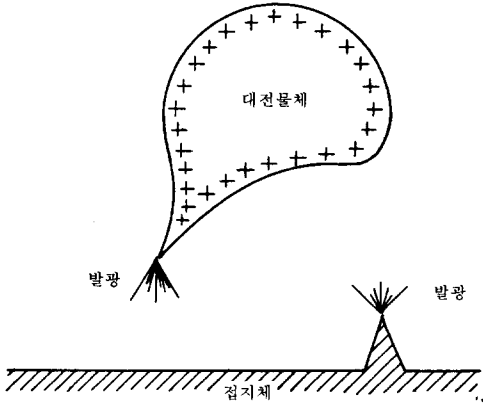


그림 1. 코로나 방전

2.2.2 브러쉬 방전(스트리마 방전)

브러쉬 방전은 일반적으로 비교적 강한 파괴음과 그림 2에 나타낸 것과 같은 수지상의 발광을 수반하는 방전으로 부도체와 같이 대전이 큰 물체와 수 cm 이상 떨어진 비교적 평활한 형상을 지닌 접지도체와의 사이에서 발생하기 쉽다. 브러쉬방전은 코로나 방전에 비하여 방전 에너지 밀도가 크기 때문에 정전기 재해·장해의 원인이 되기 쉬울 뿐 아니라, 대전된 종이·플라스틱·액체·분체 등에서 일어나는 브러쉬 방전은 가연성 가스 증기와 공기와의 혼합기체에 착화원이 될 확률이 비교적 높다.

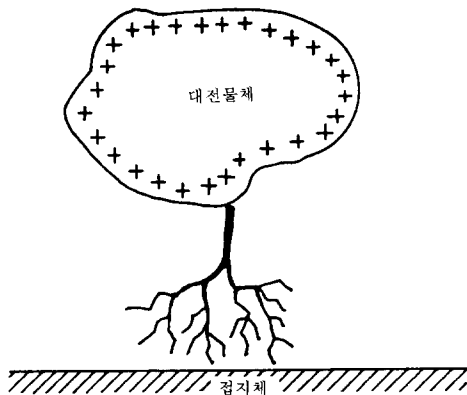


그림 2. 브러쉬 방전

2.2.3 불꽃방전

불꽃방전은 대전물체와 접지도체의 형상이 비교적 평활한 때에 강한 파괴음과 그림 3에 나타낸 것과 같은 일련의 발광을 동반하면서 대기중에서 갑자기 발생하는 방전으로서 대전물체가 도체일 경우에 일어나기 쉽고 방전간격은 수 cm 이하인 것이 많다.

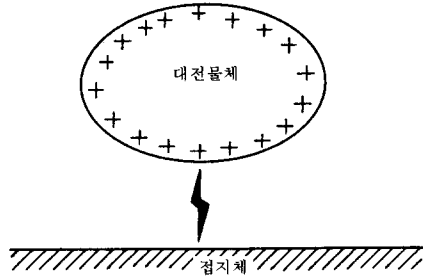


그림 3. 불꽃방전

불꽃방전은 방전간극이 방전에 의해 단락하는 전로방전이고 방전에너지 밀도가 크기 때문에 정전기 재해·장해의 원인이 되기 쉽다. 접지불량으로 인하여 절연되어 대전된 금속물체나 인체 등의 도체에서 발생하는 불꽃방전은 가연성 가스 증기 뿐 아니라 가연성 분체의 착화원이 될 확률도 높다.

2.2.4 연면방전

연면방전은 대전물체의 배면(뒤쪽면) 근처에 접지도체가 있을 경우와 같이 대전물체 표면의 전위 상승이 억제되어 대전이 상당히 커졌을 경우에 대전물체의 표면을 따라서 발생하는 방전이다. 일반적으로 연면방전을 그림 4에 나타낸 것과 같이 대전물체의 표면에 접지도체가 접근했을 때에 일어나는 기중방전이 시초가 되어 이것과 거의 동시에 발생하는 일이 많다.

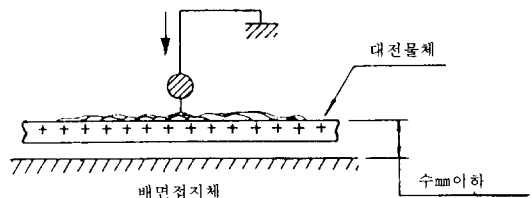


그림 4. 연면방전

연면방전은 방전에너지가 크므로 불꽃방전과 같이 정전기 재해·장해의 원인이 될 확률이 높다. 일반적으로 연면방전은 금속표면에 라이닝된 부도체의 대전 또는 박리대전에 의해서 발생한다.

2.2.5 뇌상방전

뇌상방전은 공기중에 부유한 대전입자에 의해 공간전하운이 발생했을 때에 그림 5에 나타난 것과 같이 번개모양의 발광을 수반하는 방전으로서 공간전하운의 규모 및 전하밀도가 모두 클 경우에 발생한다.

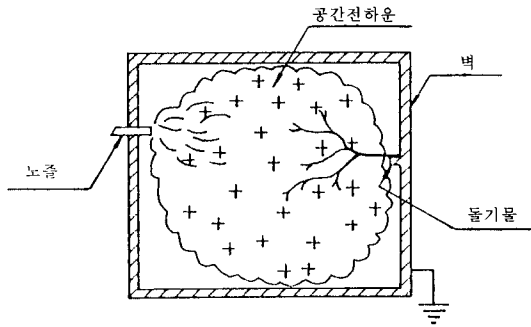


그림 5. 뇌상방전

뇌상방전은 방전에너지가 대단히 크기 때문에 대부분의 가연성 가스 증기 및 분진의 착화원이 될 확률이 높다. 일반적으로 뇌상방전은 가압되어진 액체 및 액화가스 등이 분출했을 때 또는 대규모의 공간전하운이 발생했을 때에 발생할 위험이 있다.

3. 정전기에 의한 폭발·화재

정전기에 의한 폭발·화재는 정전기 방전이 가연성물질과 공기 등과의 혼합물에 착화원으로 작용하여 연소를 개시하므로써 화염이 전파되어 발생하는 사고재해이다. 일반적으로 정전기에 의한 폭발·화재는 최소착화에너지가 적은 가연성 가스 증기에 착화되어 발생하는 일이 많지만 불꽃방전, 연면방전 또는 뇌상방전이 일어나면 최소착화에너지가 큰 가연성 분체에도 착화할 위험성이 있다.

3.1 폭발·화재의 발생조건

① 가연성물질(가연성가스·증기, 분진)이 공기 등과 혼합하여, 그 농도가 폭발한계내에 있고,(폭발성 분위기를 형성하고 있다.)

② 이 폭발성 분위기에 착화할 수 있는 충분한 방전에너지를 방출하는 정전기 방전이 발생하였을 때

3.2 착화에너지

착화에너지에 영향을 미치는 요인은 다음과 같다.

1) 폭발성 분위기에 관계되는 요인

－ 폭발성 분위기의 조성(가연성물질, 지연성물질의 종류 및 혼합비율)

－ 불활성 가스가 첨가되어 있는 경우는 그 종류 및 혼합비율

－ 폭발성 분위기의 온도·습도·압력 등

－ 가연성물질이 분진일 경우는 입자의 크기, 형상, 불순물의 종류와 함유량 및 부유상태 등

2) 정전기 방전에 관계되는 요인

－ 방전의 종류 및 형태

－ 방전개시시의 대전전위·전계의 세기, 체적·표면전하밀도 및 정전용량 등

－ 대전물체와 접지도체와의 간격에 따른 방전거리

－ 대전물체 및 접지물체의 도전율, 형상 및 크기 등

－ 대전물체가 분진 및 미스트 등에 의한 공간전하운인 경우는 그 규모

3.3 최소착화에너지

최소착화에너지는 일반적으로 가연성물질과 지연성물질(공기 또는 산소)과의 상온 상압에서의 혼합에 있어서의 물성값이다. 즉 가장 착화하기 쉬운 혼합농도에 있는 가연성 혼합물이 외부로부터 주어진 착화원(방전불꽃 등)에 의해 착화되기 위해 필요한 최소에너지로 정의된다. 다음 표 1은 중요한 기체·액체의 착화 위험성을 나타낸다.

표 1. 기체·액체의 착화위험성

종 류	인화점 [°C]	발화온도 [°C]	최소착화 에너지 [mj]	폭발한계(폭발성분위기) (Vol%)	
				하 한	상 한
암모니아	-	630	680	15	28
에틸렌	-	425	0.096	2.7	36
수소	-	400	0.019	4.0	75.6
부탄	-72	365	0.25	1.5	8.5
프로판	-104	432	0.25	2.1	9.5
벤젠	-11	498	0.20	1.2	8
메탄	-187	537	0.28	5	15

3.4 도체에 대한 폭발·화재의 발생한계

대전물체가 도체인 경우는 통상적으로 불꽃방전이 발생하고, 방전에너지는 방전개시직전의 대전물체에 축적되어진 정전에너지와 거의 같다. 따라서 이 경우에 있어서의 발생한계는 도체에 축적되어 있는 정전에너지로 표시되고, 이것이 가연성 물질의 최소착화에너지 이상이면 착화가 일어날 가능성이 있다. 이 발생한계를 대전전위 V[V]로 나타내면 다음 식과 같이 된다.

$$V = \sqrt{2W/C}$$

여기서, W₁[J]는 최소착화에너지, C[F]는 정전용량이고, 그림 6은 이들의 관계를 나타낸 것이다.

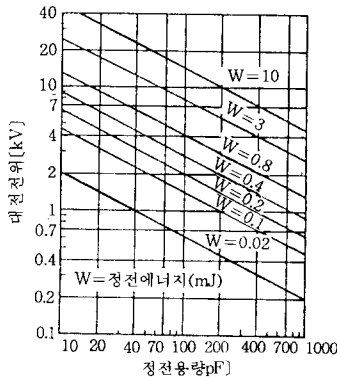


그림 6. 대전도체의 정전용량, 전위 및 정전에너지와의 관계

또한, 발생한계를 대전전하량 Q[C]로 나타내면 다음 식과 같이 된다.

$$Q = \sqrt{2CW_i}$$

3.5 부도체에 대한 폭발·화재의 발생한계

대전물체가 부도체인 경우는 방전할 때 대전물체에 축적되어진 정전에너지 중 일부가 방출되는데 지나지 않으므로 발생한계는 도체의 경우와 같이 대전물체에 축적되어진 정전에너지로 나타낼 수가 없다. 이 경우의 발생한계는 방전의 종류에 따라 다르고 다음과 같다.

1) 코로나 방전 및 브러쉬 방전의 경우

일반적으로 대전된 부도체에 접지도체가 접근할 경우의 방전은 코로나 방전 또는 브러쉬 방전이 일어나고, 이들의 방전에 의한 착화위험성은 대전전위, 접지도체 등의 곡률반경 등과 관계가 있다. 따라서 발생한계는 가연성물질의 최소착화에너지에 따라서 다음과 같이 부도체의 대전전위로 나타낼 수 있다.

— 최소착화에너지가 0.01[mJ]이하인 가연성 물질은 방전이 발생하면 착화할 가능성이 있으므로 발생한계는 약 1[kV]정도이다.

— 최소착화에너지가 0.01~0.1[mJ]인 가연성 물질은 약 10[kV]에서 착화한 실험결과가 있으므로 발생한계는 8~10[kV]정도이다.

— 최소착화에너지가 0.1~1[mJ]인 가연성 물질은 약 30[kV]에서 착화한 실험결과가 있으므로 발생한계는 20~30[kV]정도이다.

— 최소착화에너지가 1[mJ]이상인 가연성 물질은 약 60[kV]로 착화했다고 추정되는 사례가 있으므로 발생한계는 40~60[kV]정도이다.

2) 연면방전의 경우

도체에 밀접한 두께 8[mm]이하인 층상의 대전물체는 표면전하밀도가 약 2.5×10^{-4} [C/m²]에 달하면 가스 증기 및 분진의 착화원이 되는 연면방전이 일어날 가능성이 있다.

이상과 같이 부도체의 대전은 일반적으로 대단히 복잡하고 다음과 같은 경우에는 발생한계가 위에서 나타낸 것보다 작아지는 경우가 있으므로 주의가 필요하다.

- 대전의 분포가 대단히 불균일 한 경우
- 부도체 중에 국부적으로 도전율이 높은 부분이 있어서 이것이 대전하고 있는 경우
- 대전물체의 이면 또는 근처에 접지도체가 있을 경우
- 대전량 또는 대전극성의 변화가 큰 경우

3.6 공간전하운에 대한 폭발·화재의 발생한계

대전물체가 미스트, 부유분진과 같은 공간전하운인 경우는 공간전하운으로부터 브러쉬 방전이나 뇌상방전이 일어나면 폭발·화재가 발생된다. 이 경우의 발생한계는 다음과 같다.

－ 공간전하운으로부터 코로나 방전이 일어나면 최소착화에너지가 0.1[mJ]이하인 가스 증기의 착화원이 될 가능성이 있다. 이러한 방전을 발생시키는 공간전하운의 대전량의 한계값은 극히 작다.

－ 공간전하운의 크기의 직경이 0.7[m]이상이고 동시에 공간전하운내의 평균전계강도가 약 1[kV/cm]에 달하면 최소착화에너지가 0.1~1[mJ]인 가스 증기의 착화원이 되는 브러쉬방전이 공간전하운으로부터 접지도체 등을 향해서 발생할 가능성이 있다.

－ 공간전하운의 크기가 직경 1.5[m]정도 이상이고, 동시에 공간전하운내의 평균전계강도가 3~5[kV/cm]에 달하면 가스 증기 및 분진의 착화원이 되는 뇌상방전이 발생할 가능성이 있다.

4. 방지대책

4.1 대전의 파악과 관리지표

물체가 대전하면 대전의 크기 등에 따라 각종 재해 장애가 발생할 위험성이 있기 때문에 대전물체를 도체, 인체, 부도체로 구분하여 각각의 대전성 및 대전량을 철저히 관리할 필요가 있다.

4.1.1 도체의 대전파악과 관리지표

1) 도체의 대전파악

다음과 같은 도체가 절연되어져 있으면 가스 증기 및 분진의 착화원이 되는 불꽃방전이 발생할 위험성이 있으므로 이들의 접지여부를 파악한다.

- ① 다른 물체와 마찰 등을 일으켜 정전기가 발생하는 도체
- ② 대전물체에 접촉 혹은 접근해서 전하이동 또는 정전유도를 받는 도체
- ③ 고압전선에 접근해서 이온의 부착이 일어나는 도체
- ④ 대전한 비산입자가 부착하는 도체

2) 누설저항의 지표

도체에 대한 대전의 크기는 표 2의 지표에서 알 수 있듯이 일반적으로 도체와 대지간의 전기저항(절연저항)을 나타내는 누설저항에 의존한다. 단 정전용량이 100[pF]이하인 도체로서 완화시간(누설저항과 정전용량의 곱)이 0.01초이하는 경우는 거의 대전하지 않는다.

표 2. 누설저항의 지표

대전의크기(대전전위의 값[kV])	누설저항의 지표[Ω]
거의없음(0.01이하)	10 ⁶ 이하
소(0.01~0.1)	10 ⁶ ~10 ⁸
보통(0.1~1)	10 ⁸ ~10 ¹⁰
대(1이상)	10 ¹⁰ 이상

3) 대전성 도체의 지표

누설저항의 크기가 10⁶[Ω]이상인 도체는 대전성 지표에 의하여 구분하면 대전성 도체로 분류된다. 단, 정전용량이 100[pF]이하인 도체는 완화시간이 0.01초이상인 경우만 대전성 도체로 간주한다.

4) 접지의 지표

대전의 위험이 있다고 생각되는 도체는 다음에 의해 접지할 필요가 있다.

- ① 금속도체에 있어서는 일반적으로 누설저항을 1,000[Ω]이하로 한다.
- ② 도전성 재료를 사용한 도체에 있어서는 누설저항을 10⁶[Ω]이하로 한다. 단, 정전용량이 100[pF]이하인 경우는 완화시간을 0.01초이하로 한다.

4.1.2 인체의 대전파악과 관리지표

1) 인체의 대전파악

인체가 대전하면 가스 증기 및 분진의 착화원이 되는 불꽃방전이 발생할 위험성이 있으므로 앞의 4.1.1.1) ①~③과 같은 형태의 대전이 우려되는 인체는 그 누설저항값이 다음의 관리지표 이내에 있는지를 파악한다.

2) 누설저항의 관리지표

인체에 대한 누설저항의 관리지표는 다음과 같다.

- ① 대전방지를 위해서 필요한 누설저항은 일반적으로 10⁸[Ω]이하로 한다. 단, 다음과 같은

경우는 $10^7[\Omega]$ 이하로 하는 것이 바람직하다.

㉔ 수소, 아세틸렌, 이산화탄소와 같이 최소착화에너지가 $0.1[mJ]$ 이하인 가스 증기에 의해 폭발 위험분위기가 형성될 위험이 있는 경우

㉕ 산소의 누설, 이상상태에 의한 산소의 발생 등이 일어나고, 지연성 가스의 산소농도가 상승할 위험이 있는 경우

㉖ 반도체 소자의 조립 및 검사 등을 행하는 경우

② 저압배전선 등에 접촉해서 감전할 위험이 있는 경우는 상기 ①을 만족하는 동시에 누설저항을 $10^5[\Omega]$ 이상으로 하는 것이 바람직하다.

3) 대전전위의 관리지표

인체의 대전전위는 일반적으로 $100[V]$ 이하로 한다. 단, 4.1.2.2 ① a~㉖의 경우에는 $10[V]$ 이하로 하는 것이 바람직하다.

4.1.3 부도체의 대전파악과 관리지표

1) 부도체의 대전파악

부도체가 대전하면 대전의 크기 등에 따라서 각종 정전기 재해·장해가 발생할 위험성이 있기 때문에 그 대전성 및 대전량을 파악하고 관리한다.

2) 대전성의 지표

부도체의 대전의 크기는 표 3에서와 같이 일반적으로 부도체의 도전율 또는 표면저항율에 의존한다. 일반적으로 액체, 분체에 대해서는 도전율, 고체에 대해서는 표면저항율이 대전성의 지표가 된다.

표 3. 부도체의 대전성 지표

대전의 크기 (대전전위의 값[kV])	도전율의 지표(S/m) (체적저항률 $[\Omega \cdot m]$)	표면저항률의 지표 [Ω]
거의없다(0.1이하)	10^{-8} 이상(10^8 이하)	10^{10} 이하
소(0.1~1)	$10^{-10} \sim 10^{-8}$ ($10^8 \sim 10^{10}$)	$10^{10} \sim 10^{12}$
보통(1~10)	$10^{-10} \sim 10^{-12}$ ($10^{10} \sim 10^{12}$)	$10^{12} \sim 10^{14}$
대(10이상)	10^{-12} 이하(10^{12} 이상)	10^{14} 이상

3) 대전성 부도체의 지표

도전율이 $10^{-8}[S/m]$ 이하(체적저항률이 $10^8[\Omega \cdot m]$ 이상)인 액체 분체 및 도전율이 $10^{-8}[S/m]$ 이하(체적저항률이 $10^8[\Omega \cdot m]$ 이상)이고 동시에 표면저항률이 $10^{10}[\Omega]$ 이상인 고체(종이,

필름, 포를 포함)는 대전성 지표에 의하여 대전성 부도체로 간주된다.

4) 대전량의 관리지표

부도체의 대전량의 관리지표는 다음과 같다.

① 폭발·화재를 방지하기 위해서는 일반적으로 대전전위 또는 표면전하 밀도가 표 4에 있는 관리지표값을 초월하지 않도록 한다. 단, 표면전하밀도는 표면에만 대전하고 있을 경우에 적용한다.

표 4. 부도체의 대전량의 관리지표

가연성 물질의 최소착화에너지(mJ)	대전전위의 지표 [kV]	표면전하밀도의 지표 [$\mu C/m^2$]
0.1이하	1이하	1이하
0.1~1	5이하	3이하
1~10	10이하	7이하
10이상	10이하	10이하

② 가스 증기 및 분진에 착화되기 쉬운 연면 방전을 방지하기 위해서는 가연성물질의 최소착화에너지에 관계없이 배면도체에 밀접해 있는 두께 $1[cm]$ 이하인 층상물체는 표면전하밀도가 $100[\mu C/m^2]$ 이하가 되도록 한다.

③ 가스 증기 및 분진에 착화되기 쉬운 뇌상 방전을 방지하기 위해서는 공간전하운의 규모가 직경 $1.5[m]$ 이상이고 공간전하운내의 평균전계가 $3[kV/cm]$ 이상이라는 두가지 조건이 동시에 만족되지 않도록 한다.

④ 가연성 미스트 및 가스 증기에 착화되기 쉬운 공간전하운으로부터의 브러쉬 방전을 방지하기 위해서는 미스트, 분진 등에 의한 공간전하운의 규모가 직경 $0.7[m]$ 이상이고 공간전하운내의 평균전계가 $1[kV/cm]$ 이상이라는 두가지 조건이 동시에 만족되지 않도록 한다.

5) 위험한 방전방지를 위한 대전물체 면적의 지표

표면대전물체로부터 가스 증기에 착화되기 쉬운 위험한 방전(연면방전 제외)이 발생하는 것을 방지하기 위해서는 대전면적을 작게하는 것이 하나의 방법이고 그 관리지표는 표 5와 같다.

6) 대전량의 자주관리기준

폭발성 분위기내에 있는 부도체의 대전이 원인이 되어 과거에 폭발·화재가 한번도 발생하지

않는다면 동일조건에 있어서는 그 대전량이 경험적으로보아 폭발·화재의 발생한계이하일 가능성이 높다. 따라서 과거의 데이터를 조사 검토해서 그 결과로부터 폭발·화재를 방지하기 위한 자주관리 기준을 정할 수 있다.

표 5. 위험한 방전방지를 위한 대전물체면적의 관리 지표

가연성물질의 최소착화에너지 (mJ)	표면적의 지표 (cm ²)
0.1이하	4이하
0.1~1	25이하

4.2 정전기 대책

정전기에 의한 폭발·화재를 방지하기 위한 기본적인 정전기 대책의 개요는 다음과 같다. 이들의 실시 적용에 있어서는 적절한 대책을 조합하여 실시하므로써 안전을 확보할 수 있도록 한다.

4.2.1 정전기의 발생방지대책

정전기 발생의 방지 및 억제는 재료의 특성, 성능 및 공정상의 제약 등으로 현실적으로 곤란한 경우가 많지만 다음 사항을 고려해서 설비의 설계나 물질의 취급에 안전을 기하도록 한다.

- ① 접촉면적 및 접촉압력을 작게 한다.
- ② 접촉회수를 감소시킨다.
- ③ 접촉분리속도를 적게함과 동시에 속도를 서서히 변화시킨다.
- ④ 접촉상태에 있는 것을 급격히 박리하지 않는다.
- ⑤ 표면상태를 청결하고 원활하게 유지한다.
- ⑥ 불순물 등 이물의 혼입을 피한다.

4.2.2 도체의 대전방지대책

도체는 다음과 같이 접지를 하여 대전을 방지한다.

- ① 누설저항이 1,000[Ω]을 초과하는 제조설비, 장치 등을 접지한다.
- ② 부도체인 대전물체에 취부 또는 근접하여 있으므로 인해 정전유도 등에 의해 대전할 우려가 있는 금속물체 등은 접지한다.
- ③ 고전압 근처에 있는 설비, 장치 등을 접지한다.

④ 이동물체 또는 이동 가능한 물체는 도전성 재료를 사용하여 그 누설저항을 10⁶[Ω]이하로 저하시킨다.

4.2.3 부도체의 대전방지대책

일반적으로 부도체에 대해서는 접지와 같이 정전기를 대지로 누설시키는 직접적인 대책을 실시할 수 없고 간접적인 대책이 강구된다. 이러한 대전방지 대책에 대한 효과를 유지하기 위해서는 사전검토와 사후확인을 지속적으로 실시하는 것이 중요하며, 다음과 같은 방법으로 대전방지를 한다.

- ① 설비, 장치 등을 도전성 재료의 것으로 대체하여 사용하거나 또는 대전방지처리, 가공 등을 실시한 대전방지용품으로 교체한다.
- ② 유체, 분체 등에 대전방지제를 첨가하거나 표면에 도포하여 물질전체 또는 표면의 대전성을 저하시킨다. 다만, 대전방지제의 사용에 있어서는 유해성 및 혼합위험 등에 대한 검토와 확인을 실시함과 동시에 대전방지 효과의 지속성을 확인한다.
- ③ 금속분말, 카본분말, 도전성 섬유 등과 같은 도전성 물질을 혼합 또는 혼방한다.
- ④ 가습, 가수, 취급물질의 수증조작 등에 의해 대전방지를 도모한다. 단 이들 대책의 실시 가능성 및 유효성은 취급하는 부도체 물질의 특성, 제조, 가공방법 등에 의존하기 때문에 사전검토와 사후확인을 실시한다.

⑤ 취급물질의 유속 등을 감소하여 정전기 발생량을 저하시키거나 장치시간을 길게 하여 전하를 완화시키는 등 조작조건을 완만히 하므로써 대전방지를 도모한다.

⑥ 제전기를 사용하여 대전전하를 제거한다. 단, 작업장내의 가연성가스 증기 및 분진의 혼합농도가 폭발하한계농도의 1/4~1/3 이상이 될 위험이 있는 장소에서 제전기를 사용하는 경우에는 방폭구조의 제전기를 사용하는 등 안전이 확보될 수 있도록 하여야 한다.

4.2.4 인체의 대전방지대책

인체는 정전기적으로는 도체로 간주되기 때문에 접지를 하면 대전을 방지할 수 있다. 그러나 일반적으로 작업자는 일정한 장소에 머물지 않고

보행, 작업동작 등에 의해 계속적으로 대전하거나 또는 정전유도 및 대전된 입자의 부착 등에 의해 대전하게 되므로 단순한 접지가 아니고 다음과 같은 방법으로 대전을 방지한다.

① 대전방지화, 대전방지복 및 도전성 작업대 등을 병용하여 인체의 누설저항을 저하시켜 대전을 방지한다.

② 작업자가 거의 일정한 위치에 머물러서 작업하는 경우는 WRIST-STRAP등을 사용하여 직접 접지한다. 이 경우는 배전선 등에 접촉하여 감전할 위험이 있으므로 이에 대한 방지를 고려하여야 한다.

③ 작업복 등 의복 및 장차품에 대한 대전이 문제가 될 경우에는 대전방지처리 및 가공 등을 실시한 대전방지작업복 등을 착용한다.

4.2.5 방전방지 대책

정전기의 방전방지대책은 정전기의 발생방지 및 대전방지가 곤란한 경우에 착화를 일으킬 수 있는 위험한 정전기 방전의 발생을 방지하기 위한 대책으로 다음과 같다.

① 가연성 가스 증기 및 분진이 존재하고 정전기 방전에 의한 착화폭발의 위험성이 있는 장소에서는 밀착한 물체의 박리 등과 같은 착화원이 될 확률이 높은 연면방전이 발생하기 쉬운 작업이나 공정 등을 피한다.

② 대전된 분진이나 미스트 등에 의하여 착화

원이 될 확률이 높은 뇌상방전을 일으키기 쉬운 대규모의 공간전하운이 형성될 수 있는 설비나 공정 등을 피한다.

③ 대전물체의 면적, 체적이 크면 착화원이 될 확률이 높은 브러쉬 방전이 생성되기 쉬우므로 취급규모를 축소하거나 또는 정전차폐효과를 이용하여 대전물체를 정전기적으로 적은 면적, 적은 체적으로 구획화한다.

④ 도전성 섬유 등을 대전물체에 혼입하거나 근접시켜서 착화를 일으킬 수 있는 위험한 방전이 발생하기 전에 착화원이 될 확률이 지극히 낮은 코로나 방전을 발생시켜 주므로써 안전화한다.

5. 결론

본문에서는 정전기에 의해 발생할 수 있는 각종 재해·장해 중에서도 폭발·화재 사고를 방지하기 위하여 정전기의 방전현상 및 정전기에 의한 폭발·화재의 조건 등을 고찰하였으며 아울러 정전기대전의 파악 및 관리지표와 일반적인 정전기대책을 제시하였다. 이들의 실지적용에 있어서는 각각의 현장 실정에 맞는 적절한 대책을 조합하여 종합적이고 체계적으로 대처하므로써 정전기에 대한 안전을 확보할 수 있을 것으로 생각된다.

◇ 著 者 紹 介 ◇



이 춘 하(李春夏)

1953년 10월 20일생. 1978년 영남대 공대 전기공학과 졸업. 1995년 동대학원 전기공학과 졸업(박사).

1985~1994년 한국기계연구원 선임연구원. 현재 호서대 산업안전공학부 교수.