



전기화재 원인과 발생 ⑥

글/ 배산엔지니어링
상무이사 김 미 승



목 차

제1장 화재일반

1. 물질의 열특성
2. 연소개론
3. 화재의 분류 및 특성
4. 폭발개론
5. 소화원리 및 방법

제2장 전기화재의 개요

1. 발화원의 종류
2. 전기화재의 특징
3. 정전기 및 정전기 예방대책
4. 통전 입중

제3장 전기화재의 발화형태

(9) 암페어의 주회적분법칙

다음 페이지의 그림과 같이 I의 전류 회로와 쇄교하는 임의의 폐곡선 C를 따라 단위 정자극을 운반할 경우 전류와 등가인 막대자석 NS에 의한 자계를 라 하고 폐곡선 C위의 두 점, A, B를 등가 막대자석의 양면에 극히 가깝게 잡으면 곡선 C1을 따라 A에서 B까지 단위 정자극을 운반하는데 소요되는 일은

$$W = \int_{C_1} \mathbf{H} \cdot d\mathbf{L}$$

이 된다. 한편 막대자석 양측의 2점 A, B간의 자위차는 점 A, B를 면에 무한히 접근시킬 경우이므로

$$U = \frac{K}{\mu_0} \cdot I$$

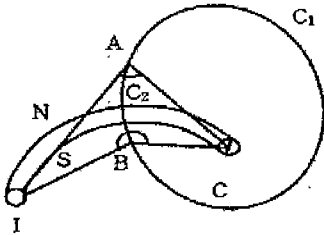
$$\int_{C_1} \mathbf{H} \cdot d\mathbf{L} = \int_{C_1+C_2} \mathbf{H} \cdot d\mathbf{L}$$

$$\oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{L} = \frac{K}{\mu_0} \cdot I$$

이다. 그런데 MKS단위계에서는 1이 되도록 자계의 단위를 정하므로 적분로 C와 N개의 전류가 쇄교할 경우에는

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{L} = NI$$

의 관계식이 성립하는데 이 식은 전류와 자계의 관계를 양적으로 결부시키는 중요한 기본 정리의 하나로 Ampere의 주회적분 법칙이라 한다.



(10) Maxwell 미분형 방정식

(가) 임의의 점에 대한 자속밀도가 시간적으로 변화하면 전계가 유기된다. 이것은 전계와 자계의 관계를 정량적으로 표시하는 일반식으로 Maxwell의 기본 방정식이다.

$$\oint_c \mathbf{E} \cdot d\mathbf{L} = -\frac{d}{dt} \int_s \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$$

$$\therefore \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

(나) 전도전류와 변위전류가 다같이 자계를 만들 때 성립하는 관계식으로 전류와 자계의 관계를 정량적으로 취급할 수 있는 기본이 되는 일반식으로 Maxwell의 전자계에 관한 기본 방정식이다.

이 관계는 공간의 임의의 점에서 항상 성립하는 것으로 그 점이 도체 내에 있을 때는 =0 이 되어

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}$$

가 되고 그 점이 유전체 또는 진공일 때는 =0 이 되어

$$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

가 되며 또 어느 정도 도전성을 가질 때는

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

가 그대로 이용된다.

(11) 전계에너지와 정전에너지

(가) 정전에너지

$$E = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \int_r \frac{\rho}{r^2} dx \alpha_r$$

$$V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \int_r \frac{\rho}{r} dx$$

진공의 유전율(ϵ_0)=8.85×10⁻¹²[F/m=Farad/meter]

$$W = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$W = \frac{1}{2} \int_r \epsilon_0 E^2 dx$$

(나) 전자에너지

$$W = \int_0^B \mathbf{H} \cdot d\mathbf{B}$$

$$B = \mu_0 H \text{ [Wb/ m}^2 \text{]}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.257 \times 10^{-6} \text{ [H/m]}$$

$$W = \frac{1}{2} \int_0^B \mu_0 H^2 dB = \frac{1}{2} \mu_0 H^2$$

3. 정전기 및 정전기 예방대책

- 두 물체를 마찰시키면 그 물체는 전기를 띠게 되는데 이를 마찰전기라 하며, 각각의 물체에는 양전기와 음전기의 2종류로 대전된다. 이와 같이 어떤 물체가 양전기나 음전기만을 띠는 대전체로서 외부에 나타나는 전기적인 현상을 정전기라고 한다.
- 일반적으로 물체를 구성하고 있는 원자와 분자들은 평상시에는 양과 음의 전기가 평형을

이루는 전기적 중성상태에 있다가 외부적인 원인에 의해 이 평형상태가 깨어지는 경우에는 양전기나 음전기 중에서 어느 특정한 정전기가 물체에 대전되게 된다. 이러한 정전기는 고유한 성질을 갖고 있어 대전 또는 방전현상에 의해 여러 가지 형태의 사고 및 재해를 초래하여 생산을 저하시킬 뿐만 아니라 극단적인 경우에는 방전현상에 의해서 대형화재나 폭발사고를 유발하기도 한다.

(1) 정전기의 발생

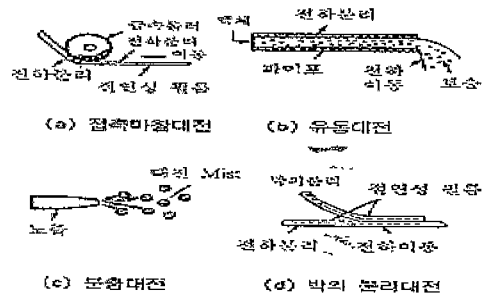
- 물체의 접촉으로 인한 정전기 발생의 과정은 아래와 같이 나타낼 수 있다. 즉, 두 물체의 접촉으로 인해 접촉면에서는 전기 2중층이 형성되고, 전기 2중층의 분리에 의해 전위상승 및 분리된 전하의 소멸 등 3단계로 나누어지며, 대전현상은 이 3단계과정이 연속적으로 일어날 때 발생한다.
- 정전기의 발생에 영향을 미치는 요인은 물체의 이격, 물체의 표면상태, 접촉면적과 접촉압력 및 분리속도 등이다.
- 정전기의 발생은 접촉, 분리되는 두 물질의 상호작용에 의하여 결정되는데 대전서열에서 두 물질이 가까운 위치에 있으면 정전기의 발생량은 적고 반대로 먼 위치에 있으면 발생량이 커지게 된다. ([3. 전기화재 출화형태-가. 정전기에 의한 발화] 참조)
- 이 경우에는 두 물질 중에서 위쪽에 있는 물질이 양전기로 대전되고 아래쪽에 있는 것은 음전기로 대전된다.
- 또한 물질의 표면상태는 정전기의 발생에 영향을 주어 일반적으로 표면이 원활하면 발생이 작아지게 된다. 또 물체표면이 수분이나 기름 등에 오염되었을 때에는 산화, 부식에 의해 정전기가 크게 발생한다.
- 정전기 발생은 전하의 완화시간에 따라 좌우되며, 전하완화 시간이 길면 전하분리에 주는 에너지도 커져서 발생량이 증가한다.
- 또한 일반적으로 분리속도가 빠를수록 정전

기의 발생량은 커지게 된다.

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

(2) 정전기의 대전

정전기는 일반적으로 2개의 다른 물체가 상호 운동할 때 그 접촉면에서 발생하며, 이 정전기의 발생은 고체 상호간 뿐만 아니라 고체와 액체간, 액체상호간, 액체와 기체간에도 마찬가지로 발생한다. 고체에서는 주로 마찰과 분리에 의한 대전이 분체에서는 충돌과 마찰에 의한 대전이 그리고 액체에서는 분출 유동 그리고 교반대전 등이 있다.



(가) 마찰대전

고체, 액체류 또는 분체류의 경우 두 물질 사이의 마찰에 의한 접촉과 분리과정이 계속되면 이에 따른 기계적 에너지에 의해 자유전자가 방출, 흡입되어 정전기가 발생한다.

(나) 박리대전

서로 밀착되어 있는 두 물체가 떨어질 때 전하의 분리가 일어나 정전기가 발생하는 현상으로 접촉면적, 접촉면의 밀착력, 박리속도 등에 의해 정전기의 발생량이 변화하며 마찰에 의한 것보다 더 큰 정전기가 발생한다.

(다) 유동대전

액체류가 파이프 등을 흐르면서 고체와 접촉하면 액체류와 고체와의 경계면에 전기이중층이 형성되어 이때 발생된 전하의 일부가 액체류와 함께 유동되기 때문에 정전기가 발생하는 현상으로서, 정전기의 발생에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 액체의 유동속도이다.

(라) 분출대전

분체류, 액체류, 기체류 등이 단면적이 작은 분출구를 통해 공기중으로 분출될 때 분출물질 입자들간의 상호충돌 및 분출물질과 분출구와의 마찰에 의해 정전기가 발생한다.

(마) 충돌대전

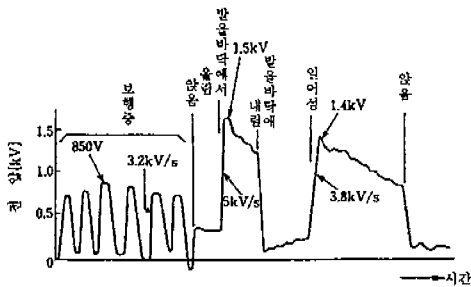
분체류 등은 입자 상호간이나 입자와 고체와의 충돌에 의해 빠른 접촉 분리가 행하여짐으로서 정전기가 발생한다.

(바) 파괴대전

고체나 분체류와 같은 물체가 파괴되었을 때 전하분리 또는 양·음 전하의 균형이 깨지면서 정전기가 발생하는 현상을 말한다.

(사) 교반 또는 침강대전

액체가 교반에 의해 진동을 하게 되면 정전기가 발생되며, 또한 액체와 그것에 혼합되어 있는 불순물이 침강되면 침강대전이 발생한다.



<그림> 인체 대전 전압의 동작에 의한 변화

(3) 정전기 제거대책

(가) 접지

- 접지란 일반적으로 금속 등 도체를 대지와 전기적으로 접속하여 접지대상 물체를 대지와 등전위가 되도록 하는 것이다.
- 각종 제조공정에서 발생한 정전기는 그 공정기계 등이 대지와 완전히 절연된 상태로 있으면 그 기계의 대전전위를 상승시키는 원인이 된다. 이때 그 기계에 작업자나 다른 절연물체가 접촉하게 되면 대전전하를 일시적으로 방전하여 전격장애를 초래하거나, 주변의 폭발성 가스에 인화되어 화재나 폭발장애를 초래하게 된다. 이러한 과정으로 발생하는 재해를 방지하기 위해서는 우선 대전되어 있는 기계 등의 대전전하를 대지로 누설시켜야 하며 이때 사용되는 방법이 대지와의 전기적 접속에 의한 접지인 것이다.

(나) 가습

- 습도와 정전기는 섬유공업의 발달로 인하여 불가분의 관계가 되었으며 다른 업종에서도 수분 자체가 보유하고 있는 도전성으로 인하여 아주 용이하고 경제적인 정전기 발생 방지 및 제거대책으로 가습에 의한 방법이 많이 사용되어 왔고 또한 현재의 추세이기도 하다.
- 대부분의 물체는 습도가 증가하면 그 전기 저항이 저하하고 이에 따라 대전성이 저하한다. 즉, 습도의 증가에 의해 고분자재료 등의 유전율은 증가하지만, 습도가 정전기에 미치는 영향은 고분자재료 이외의 대전체체의 전도도를 증가시키는 것이다. 대전방지제인 계면활성제에 의한 대전방지 역시 공기중의 수분을 흡착하는 것에 의해 그 성능을 발휘하기 때문이다.

다음호에 계속됩니다.