

전기화재 원인과 발생 ⑧

글/ 배산엔지니어링
상무이사 김 미 승



목 차

제1장 화재일반

제2장 전기화재의 개요

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

제3장 전기화재의 발화형태

1. 전기화재 용어 설명
2. 전기화재 발화원
3. 과부하에 의한 발화

(4) 개폐기

나이프 스위치, 금속상자개폐기 등도 칼의 그을름의 부착, 칼의 열어진 형태, 변색 여부 등으로부터 개폐를 판정한다.

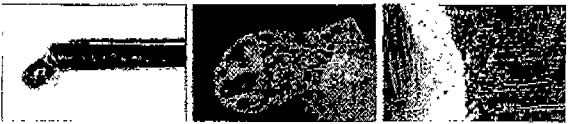
- 칼받이가 균등하게 그을름이 부착하고 있으면 OFF상태이고, 칼과 맞물린 부분이 다른부분보다 열에 의한 변색이 약하거나 그을름이 적으면 ON상태로 본다.
- 칼받이가 벌려져 있으면 칼날이 맞물린 상태에서 열을 받아 복원력을 잃어 열린상태로 보아 ON상태로 본다.
- 개폐기 부하측에 붙은 휴즈 중앙부근이 극부적으로 녹아있으면 전기적으로 용단된 것으로 보아 통전중으로 본다.

그러나 개폐기의 원형이 없어질 정도로 녹아있으면 판정이 곤란하므로 부하측 회로의 단락흔 발생상태 등을 종합적으로 판단하여 개폐를 판정 할 필요가 있다.



(a) 실제사진(×20) (b) 금속현미경 사진(×100) (c) SEM(20kV, 15mm, ×1,000)

〈그림〉 단락으로 인한 전선 1차용흔 사진 IV1.0 m/m



(a) 실체사진(X20) (b) 금속현미경 사진(X100) (c) SEM(20kV, 15mm, X1,000)
 〈그림〉 절연피복 손상에 의한 단락전선 2차용흔 사진

(5) 배선용차단기

배선용차단기 메이커의 동작매커니즘을 숙지하여 전기적으로 트립되는 경우와 수동 OFF 한 경우 등을 구별하여 통전입증을 해야하고, 그 외 내부기구 조사 등 상기 전기접속기구나 벽붙이 스위치 및 개폐기와 동일하다.

3. 전기화재 발화형태

전기는 석유·가스등과 같이 중요한 에너지원이며, 우리의 일상생활에 빠질 수 없는 것이지만 잘못 다루게 되면 이것은 인간이 의도하는 바와는 다르게 영향을 미칠 수 있다. 전기를 열원으로 사용하는 경우 화염이 보이지 않으므로서 평상시는 그다지 그 위험성에 대하여 인식되지 않고 있다. 따라서 에너지원으로 전기를 사용하고 있는 건물은 기타 석유·가스와 비교하여 안전할 것이라고 생각될 수도 있겠지만 전기는 그렇다 할지라도 관리를 잘못하게 되면 충분한 발화원이 될 수 있다. 특히 전압이 높고 대전류를 취급하고 있는 것과, 대전력을 사용하는 기기에 대하여는 화염 발생의 위험성은 클 것으로 예상된다.

1. 전기화재 용어설명

(1) 트래킹

전압이 인가된 이극 도체간의 고체 절연물 표면이 수분을 많이 함유한 먼지 등 전해질의 미소물질, 전해질을 함유하는 액체의 증기 또는 금속가루 등의 도체가 부착하면 그 절연물 표면의 부착물간에 소규모 방전이 발생한다.

이것이 반복되면 절연물의 표면에 점차로 도전성의 통로가 형성되는데 이현상을 트래킹(tracking)이라고 한다. 무기 절연물은 이 경우에 도전성 물질 생성이 적기 때문에 트래킹에 대해서는 문제가 적지만, 유기절연물은 탄화하여 도전성물질(흑연)이 생기기 쉽기 때문에 문제가 된다.

(2) 흑연화현상

목재가 보통 화염을 받아 탄화한 경우는 무정형 탄소로 되어 전기를 통과시키지 않지만 스파등에 의해 고열을 받는 경우 또는 화염만으로 산소결핍을 받은 경우에 무정형탄소는 점차로 흑연화(graphite)되어 도전성을 가지게 된다.

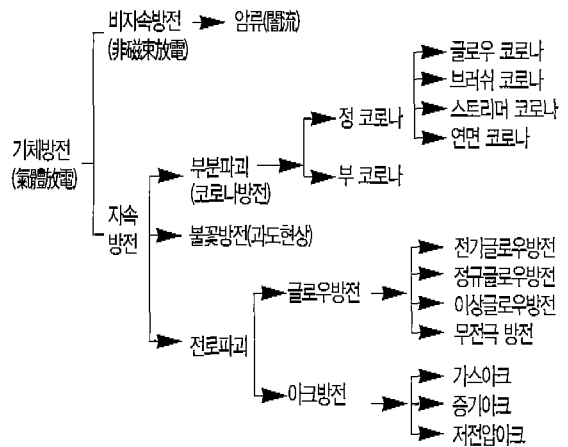
이와 같이 흑연화현상(graphitization phenomenon)이란 유기절연물이 전기불꽃(누전회로 중에 발생하는 스파크, 전기회로의 스위치, 릴레이 등의 접점개폐시에 발생하는 불꽃 등)에 장시간 노출되면 절연체 표면에 적은 탄화 도전로가 생성되어 그 부분을 통하여 전류가 흘러 주열을 발생하여 고온이 되고 인접부분을 열로 새롭게 흑연화시켜 전류를 통과시키게 된다. 이것이 다음에서 다음으로 이어져 서서히 입체적으로 확대되어 전류가 증대되어 넓은 범위로 발열발화하는 현상을 말한다.

(3) 방전

보통상태에서 기체는 전기절연물이지만, 어느 조건에서는 도전성을 갖게 된다. 우주선이나 지중방사성 물질에서의 방사선에 의해서 대기중에서는 항상 약간의 전리가 이루어지고 있다. 때문에, 대기중에는 전자와 이온이 약간이나마 존재한다.

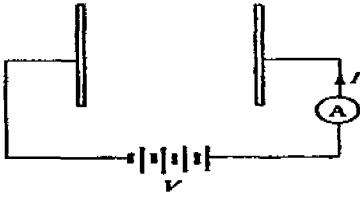
그래서 방전이란 공기중에 있는 2개의 평행판 전극간에 직류전압을 가하면 극히 전류가 흐르는 현상을 말한다.

(가) 기체방전기의 분류



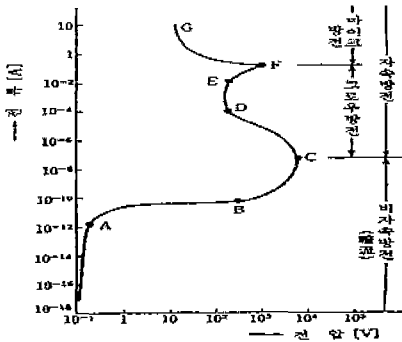
(나) 기체방전의 전압-전류특성

아래 그림과 같이 공기중에 2개의 전극을 배치하여 전극간에 가하는 직류전압 V 를 서서히 상승시키하면서 회로에 흐르는 전류 I 를 측정하면



〈그림〉 평행 평판 방전전극

전압에 따라 방전의 형태가 아래 그림과 같이 달라지게 되는데



〈그림〉 기체 방전의 전압-전류 특성

① 시작-A구간

전극간에서 생기는 양, 음이온은 전계가 약하며, 운동에너지가 적을 때는 중성기체분자에 부착하여 음이온의 극히 일부가 전극에 도달하여 회로전류를 흘리나, 다른 대부분은 확산이나 재결합에 의하여 잃게 된다. 따라서 양, 음이온 밀도는 전계에 의하지 않고 일정하며, 흐르는 전류는 전압에 비례한다.

② A-B 구간

전압이 상승하는데 따라서 전극에 도달한 이온 수가 증가하여, 전극간에 생긴 이온이 확산하거나 재결합 틈도 없이 전극에 도달하도록 되어 전류는 포화되고 전압에 관계없이 일정하다.

③ B-C 구간

한층 더 전압이 상승하면 전자가 전계에 의해서 가속되어 운동에너지를 획득하여 충돌전리작용이 이루어지게 되면서 이것 때문에 전류는 급격히 증

가한다.

이것이 진전되어, 마침내 불꽃과 소리를 내면서 기체의 절연은 파괴된다(C점). 이 점의 전계는 대체로 26KV/cm정도 이다.

이때까지의 영역은 발광을 동반하지 않기 때문에 암류라고 한다. 또한 방사선 등 외부에서의 전리작용이 없으면 전류도 제로로 되어 점C까지의 구간 방전을 비자속방전이라 한다.

④ C점

전압이 상승하여 전극간의 전계가 강하게 되면 전자의 충돌전리결과로 생긴 양이온도 전계가속되어 음극에 충돌하여, 2차 전자를 방출한다(작용). 이들의 제 작용에 의해서 전류는 급속히 증가하여 전극간의 모든 길이에 걸쳐서 빛을 발하는 절연 파괴, 즉 전로파괴로 들어간다. 이 이행과정을 불꽃방전이라 한다.

이것은 극히 단시간의 현상이며 대기압중에서는 강한 빛과 요란한 소리를 동반하게 되는 것이다. 뇌는 이러한 현상의 전형이다.

⑤ C ~ G구간

전로파괴가 일어난 후는 외부에서의 전리작용이 없어도 스스로 정상적으로 방전이 유지되는 상태로 옮긴다. 때문에 C ~ G구간의 방전은 자속방전이라고 부르고 있다.

뇌방전의 경우는, 방전을 유지해야 할 구름의 전하가 일단 소멸하므로, 불꽃에 잇따른 자속방전은 없다.

자속방전은 코로나 방전(혹은 부분방전), 글로우 방전 및 아크방전으로 나누어 진다.

(4) 코로나 방전

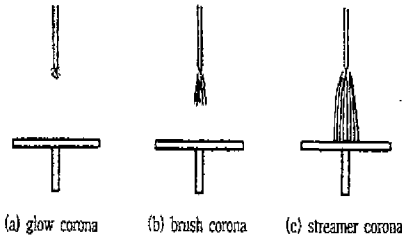
전극간의 전계가 현저히 불균일한 경우에는 전계가 큰 부분에 국부적인 방전이 생기는 현상을 말한다.

(5) 글로우 및 브러쉬 코로나와 스트리머 코로나

평판전극과 침전극 간에 가한 직류전압을 점점 올리면 침에 회미한 보라색의 광점이 나타나는데 이것을 글로우 코로나(glow corona)라 한다.

이것보다 더욱 전압을 올리면 길게 연장된 형태의

브러쉬 코로나(brush corona)를 발생하며 더욱 전압을 올리면 반대측의 평판전극에 도달하는 스트리머 코로나(streamer corona)가 발생한다.



〈그림〉 코로나의 형태

2. 전기화재 발화원

(1) 온도제어 및 안전장치 결함

- (가) 전기사용기기
- (나) 산업용 기기
- (다) 차단기류

(2) 과부하

- (가) 전기 배선 즉 옥내배전, 인입선, 케이블
- (나) 전기사용기기의 온도제어 및 안전장치 결함

(3) 단락

- (가) 옥내배선 및 인입선, 케이블 등의 전선류
- (나) 변압기 권선
- (다) 전동기류 권선
- (라) 전기사용기기 내부

(4) 접촉불량

- (가) 옥내배선 등의 전선류
- (나) 전선과 전선, 전선과 전기사용기기 접속부
- (다) 전기사용기기 내부 접촉점

(5) 반단선

- (가) 외력에 의한 전선류의 반단선
- (나) 전기사용기기 내부

(6) 누전 및 지락

- (가) 물탈의 이음매
- (나) 함석판과 함석판과의 맞닿은 부분
- (다) 벽에 박은 못

- (라) 벽붙이 스위치에서 출화
- (마) 산업체 전동기
- (바) 변압기 내부권선
- (사) 전기사용기기의 내부

(7) 방전

- (가) 배선내 반 단선부분
- (나) 전기 사용기기의 접촉불량점
- (다) 지락선로

3. 과부하에 의한 발화

전선에 전류가 흐르면 주-울(Joule)의 법칙에 의하여 열이 발생하는데 발열과 방열이 평형 되는 정상상태에서는 화재가 일어날 수 없다. 그러나 과부하가 걸리거나, 전기회로 일부에 전기사고가 발생하여 회로가 비정상적으로 되면 그 때 과전류로 인한 발열이 발화원인으로 진전될 수 있다.

· 전선에는 허용 전류치가 정해져 있는데 전선의 주위온도와 허용전류와의 관계는

$$I_1/I_2 = \sqrt{T_1/T_2}$$

으로 표시된다.

여기서, I_1, I_2 는 각기 주위온도가 T_1, T_2 일 때 허용전류이다. 실험에 의하면 온도, 장소(개방, 밀폐 등) 등에 따라 차이가 있으나 일반적으로 화재발생의 가능성은 비닐절연전선이 고무절연전선보다 더 많은데, 비닐절연전선의 경우 200%~300%의 과전류에서 피복이 변질, 변형되고 500%~600% 정도에서 불게 열이 난 후 용융되었다.

- 전선의 허용전류 이하라도 실질적인 과부하 상태
 - ① 이부자리, 다다미의 아래 및 단열재 사이를 전선이 통과하고 있는 경우(방열과 발열 균형 파괴)
 - ② 전류감소계수를 무시한 금속관 배선 및 경질비닐관 배선의 경우 (발열증가에 비해 방열고정으로 최고 허용온도 초과)
 - ③ 코드릴에 코드를 감은 상태라도 코드의 허용전류에 가까운 전류를 흘린 경우(인접선과의 방열 면적 축소)
 - 다음호에 계속됩니다