

# 전기설비의 절연파괴 특성에 미치는 감압 특성

89추계학술발표회

89-6

박 동 화 (인천대학교 전기공학과 교수, 工博)  
(Park Dong-Wha)

## <Abstract>

In the thesis research on the C.T.I. in phenolic resin as a parameter of atmospheric (IEC publication 112)

1) In according as one's decrease atmospheric, A number of drops with this as the start for a formative dry band and be produced scintillation increased in a voltage over 300[V].

2) In a 900[mb] increased this best a number of drops for tracking. In accoding as one's decrease atmospheric increased C.T.I. value.

## 1. 서론

전기, 전자기기의 개발 및 보급이 확대 되면서 전자제품의 고성능화 다양화와 아울러 안정성에 큰 관심을 갖게 되었다.

송배전 설비 및 자가 발전 설비의 경우 평지에서 뿐만 아니라 고지에서 사용시의 문제점이 고려되고 있으며,

민생용 전자 기기에서도 안전을 유지하기 위하여 IEC publication 65(1985년)에서는 해발 2000[m]의 경우를 예상해서 실험을 행할 것을 구상하고 있다.

지대가 높아짐에 따라 공기 밀도가 낮아 지므로 평지보다 산소량이 부족하기 때문에 가스의 조성비가 변하게 된다. 따라서 기압의 고저에 따라 절연성에도 변화가 있게 된다. 이와같은 견지에서 羽田<sup>1)</sup>은 고지 에서 절연재료의 점재연소시험 (UL 1270, 1410), 내 Tracking 성(IEC publication 112), 내 arc 시험 (ASTM D-495)을 실시 하였으며 岸<sup>2)</sup>은 기압의 저하에 따른 내 Tracking성의 변화를 고찰하여 발표하고 있다.

본 논문에서는 기압의 저하가 Tracking 형성과정에서의 건조대 형성 및 미소 불꽃방전에 미치는 영향을 고찰하여 이의 변화가 CTI의 값에 어떠한 영향을 미치는가를 분석하였다.

## 2. 실험장치 및 실험방법

### 2-1. 실험장치

그림 1은 IEC publication 112 (습식법)<sup>3)</sup>에 의한 내 Tracking성을 측정하기 위하여 제작한 장치의 구성도이다. 전극간의 기압의 변화를 얻기 위하여 우리 용기 내에 전극을 설치하였으며 로타리 펌프용기내의 기압을 600[mb], 750[mb], 900[mb]로 배기시켰다. 전해

작용으로 인한 증발된 수분을 제거하기 위하여 용기 내부의 뒷 부분에 흡습지붕 부착하였다.

전해액은 0.05-0.5[%]의 NH<sub>4</sub>Cl 수용액이며 20[°C]에서의 저항율은 89.3-10.8[Ω·cm]이다.

규격용량은 10척의 평균값이 20 ± 2 [mg]이 되도록 제어밸브를 설치하였다.

## 2-2. 시 편

시편은 곡산 Y사 제품의 phenolic resin 적층판이며 그 크기는 40×20×3[mm]로 밀치시켰다.

각 시편은 에틸알콜과 증류수로 세척하여 70[°C]의 항온조내에서 24시간 건조시킨 후 40배의 현미경으로 시편의 표면상태를 관찰하여 섬유질의 사출방향을 전극의 방향과 일치하도록 하였다.

시편의 표면온도 (25[°C])를 일정하게 유지시키기 위하여 시편하부에 전열판을 설치하여 1 ± 0.1[°C]의 온도 변화에 자동적으로 조절되도록 자동 온도조절 장치를 부착하였다.

## 2-3. 실험방법

실험방법과 실험결과에 대한 처리는 IEC Draft 15A 32 \*에 준하였으며 각 시편을 10척씩 측정하여 평균 값으로 정하였다. 그리고 주어지지 않은 사항은 다음과 같은 방법으로 실시하였다.

### 2-3-1. 건조대 형성 개시 적하수의 측정

건조대가 최초로 형성되는 적하수를 개시 적하수로 판정하였다.

건조대의 형성은 적하수가 시편에 적하된 후 두 전극간에 걸리는 전압이 인가 전압의 98[%] 정도 일때의 적하수로 판정하였다.

### 2-3-2. 미소 불꽃방전 개시 적하수의 측정

건조대가 형성된 후 미소 불꽃방전이 발생하는 때의 적하수를 측정하였다.

미소 불꽃방전은 건조대가 형성된 후 잔유된 석출 금속에 의해 발생하는 부분방전으로 안목과 오실로스코프로 판정하였다.

수중에 발생하는 미소 불꽃방전은 너무 미세하고 불안정하므로 판정에 대상으로 포함하지 않았다.

### 2-3-3. Tracking파괴 적하수의 측정

용기내의 각 압력 상태에서의 Tracking파괴 적하수와 대기압 상태에서의 Tracking파괴 적하수를 비교하였다.

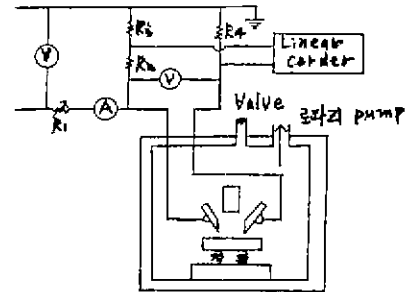


그림 1. 실험장치의 개략도

## 3. 실험결과 및 고찰

기압의 변화에 따라 전극간의 전해액에 대한 열변화, 산화, 분해, 증발등의 특성이 변화되므로 Tracking의 형성은 영향을 받게 된다.

### 3-1. 건조대 형성 개시 적하수

그림 2는 기압의 변화에 대한 시험전압과 건조대 형성 개시 적하수의 관계이다.

전극간의 전압을 인가하면 전해액이 적하된 후 1[sec]정도 경과하면 염화암모늄인 없는 흰색의 잔유물이 관찰된다. 일반적으로 300[V]미만에서는 전극간의 증양에서 발생되고 있다.

이 잔유물이 전극진을 교란하게 되므로 전극간의 열전도가 향상되며 건조대를 형성하게 된다.

따라서 대기압상태에서의 건조대 형성적하수는 시험 전압이 증가함에 따라 적하수는 감소하게 된다. 이와 같은 현상은 첫째로 전압이 낮을 경우에는 증발과정에서 열에너지 밀도의 변화에 의해 전극간에 잔유한 전해액의 영향을 받기 때문으로 생각되며, 둘째로

전해액의 증발과정과 시료의 습윤상태 (접촉각의 크기)의 용이도에 따라 상관되는 경우가 많은데 기인하는 것으로 생각된다.

이와 같은 원인은 300[V]미만에서는 기압이 낮은 상태에서도 유사한 현상을 보이고 있다.

그러나 300[V]이상에서는 전압이 증가함에 따라 건조대 형성 개시 적하수는 증가하고 있다. 이와 같은 현상은 전압이 증가됨에 따라 전극간에 잔유하는 전해액의 량이 상대적으로 증가하는 경향이 나타나기 때문으로 생각된다. 따라서 유리탄소량이 거의 전극단으로 향하게 되어 열에너지의 배제가 감소하기 때문으로 생각된다.

전압이 높아짐에 따라 건조대를 형성하는 개시 적하수는 점차 감소하게 된다.

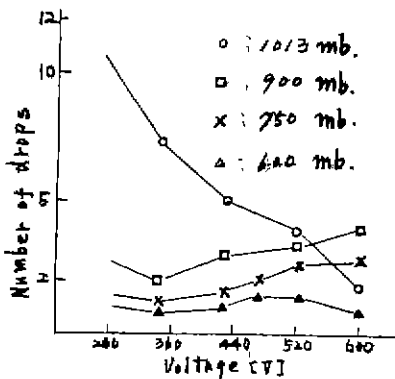


그림 2. 시험전압과 건조대 형성 개시 적하수의 관계

### 3-2. 미소 불꽃방전 개시 적하수

그림 3은 기압의 변화에 대한 시험전압과 미소 불꽃방전을 개시하는 적하수의 관계이다.

미소 불꽃방전은 석출금속이 두 전극을 교차시킴으로써 극부적인 강한 불꽃방전을 일으키는 현상으로 전극재질의 수소 과전압 발생시간의 큰 영향을 받게 된다.

따라서 건조대 형성과 유사한 특성을 갖게 되며 발생 위치도 일반적으로 전극의 최대 전계강도를 갖는 부분과 대응하게 된다.

전극간의 전해액이 적아되어 전극간 중앙 부분에 건조대가 형성되면 이때의 최대 전계강도는 전해액의 접촉각에 의해서 정해지는 2개의 무한히 긴 원주상의

도체를 근사하게 되므로 근접효과를 고려하면 두 중심간의 최대 전계강도[E<sub>max</sub>]는 다음식에 의해 구해진다.

$$E_{max} = \left\{ \frac{V}{(d-2a)} \right\} \frac{\sqrt{(d/2a)^2 - 1}}{\log(d/2a + \sqrt{(d/2a)^2 - 1})}$$

여기에서, V : 시험전압 [V]

a : 접촉각의 동심원 반경

d : 두 동심원의 중심간의 거리

전극의 각 지점에 고전계가 형성되면 유극으로 부터 많은 전자가 방출하여 전류값이 상승하게 되어 반응속도는 점차 가속되므로 대기압에서의 미소 불꽃방전을 개시하는 적하수는 시험전압이 증가됨에 따라 적어가고 있다. 그러나 기압을 저하시키는 경우, 400[V]까지는 대기압의 경우와 유사한 특성을 나타내고 있다. 이와 같은 현상은 다음과 같은 몇가지 원인으로 생각해 볼 수 있다.

1) 알 절에서와 마찬가지로 시험전압이 높아짐에 따라 시험액의 증발속도가 빨라져 시험액의 잔유량이 두 전극부분으로 빨리 모이게 되므로 접촉각의 크기가 증가되기 때문이다.

2) 시편표면의 전해액의 상태변화로 열용량이 작아지기 때문이다.

3) 전해액의 飛散量이 증가되기 때문이다.

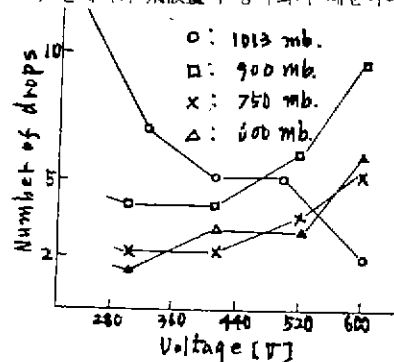


그림 3. 시험전압과 미소 불꽃방전 개시 적하수의 관계

### 3-3. Tracking파괴 적하수의 측정

그림 4는 기압의 변화에 대한 시험전압과 Tracking 파괴 적하수의 관계이다.

대기압하에서의 경우 200[V]미만에서는 100회의

적하수에서도 Tracking은 발생되지 않으며, 전해액 중의 미소 불꽃방전에 의한 열적인 파괴로 볼 수 있다. 그러나 200 [V] 이상에서는 전압이 높아짐에 따라 Tracking을 형성하는 전해액의 적하수는 점차 감소 된다.

그림에 나타난 바와 같이 900[mb]에서는 600[V]의 전압을 인가해도 50적에서 Tracking 파괴는 발생되지 않고 있으며 기압이 낮아짐에 따라 CTI의 값은 증가하고 있다. 750 [mb]에서는 360 [V]미만에서 V형의 특수한 형성을 나타내고 있다. 이와같은 현상은 흔히 실험자에 의해 발견되고 있지만 자세한 규명은 아직도 밝혀지지 않고 있다.

일반적으로 감압상태에서의 건조대의 형성과정과 미소 불꽃방전의 발생과정은 대응관계가 존재하지만, Tracking의 형성과정의 직접적인 관련성은 더욱 자세한 규명이 필요하며 기압이 낮아짐에 따라 CTI의 값은 증가됨을 알 수 있다.

절연재료의 내 Tracking성에 대한 기압의 영향은 아직도 불명확한 점이 많으므로 앞으로의 많은 고찰이 필요 하다.

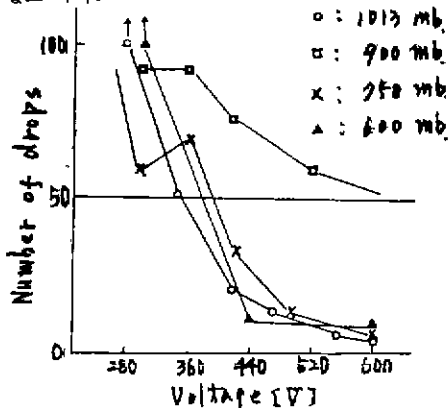


그림 4. 시험전압과 Tracking파괴 적하수의 관계

#### 4. 결 론

본 논문은 IEC publication 112 (습식법)에 의한 감압현상이 건조대의 형성, 미소 불꽃방전의 발생 및 Tracking형성등에 미치는 영향을 고찰하여 phenolic resin의 CTI에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 기압이 낮아짐에 따라 300[V]이상에서는 전압이 증가함에 따라 건조대를 형성하는 개시 적하수는

증가된다.

2) 미소 불꽃방전을 발생하는 개시 적하수는 건조대의 형성 개시 적하수와 대응하고 있으며, 감압에 대한 개시 적하수의 변화가 크게 나타났다.

3) Tracking파괴 적하수는 900[mb]에서 가장 높으며 감압에 대한 CTI의 값은 기압이 낮아짐에 따라 증가하고 있다.