

지기재 Phenol 수지의 Tracking에 미치는 온도특성

A Characteristic Temperature by tracking  
on phenolic resin of basic paper

박 동 화                      인 천 대 학  
권 위 국\*                      송 전 대 학 원

1. 서론

유기고분자재료는 표면의 습윤 오손에 의한 누설전류가 흐르면 국부적으로 건조대가 형성되어 방전이 발생되고 부분적인 탄화열화가 진행된다. Plastic Cable 과 같은 고분자재료의 접연 파괴진전의 경우 수년—수10년이 경과하는 과정에 형성되므로 장기수명에 대한 선별방법으로 가속 시험의 여러가지 방법이 연구되고 있다.

국제적인 내 Tracking성 시험의 경우 일반적으로 인가전압특성 및 이상특성에 대한 연구는 수회 보고되고 있으며 Tracking 파괴에 있어서 이상특성의 발생요인으로서 건조대의 형성에 미치는 영향이 Tracking 발생에 높이가 평가되고 있어 전극간의 전해액의 특성을 밝히는 것은 Tracking을 해석하는데 중요한 문제로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 Track 형성과정에서 건조대의 형성에 미치는 온도특성을 고찰하였으며 이 온도특성과 Tracking 파괴후의 침식깊이를 검토하였다.

2. 금속전극에서의 용출금속량

(1) 동전극에서의 용출량

적하수가 증가함에 따라 인가전압과 용출금속량은 특별한 관계가 없다.

또 전해액의 적하수가 증가함에 따라 용출금속으로 인한 Track 이 형성됨이 관찰되는 데 이때

등가용출량(Dcu)과 인가전압(V)와의 관계는 다음과 같은 관계식이 성립된다.

$$Dcu = \mathcal{L} V^{-n} \quad (mg/V.cm^2) \quad (11)$$

$$\mathcal{L} = 0.152$$

$$n = 0.8$$

(2) 건조대의 형성과정

용출금속으로부터 Track 기점의 발생원인을 평가하기 위하여 용출금속의 본포를 고찰함은 중요하다 하겠다.

전극간에 전해액을 적하시 누설전류로 인한 건조대의 형성과정은 전해액의 상태에 의존한다.

건조대의 형성과정은 전해액의 온도상승과 증발과정으로 분류할 수 있으며 전해액의 증발에 따라 전류치가 감소하는 것은 전해액의 증발로 체적이 감소되어 단면적이 저하하기 때문이다.

시험의 종류에 따른 건조대의 형성은 일반적으로 전극간에 존재하는 전해액의 형상과 관련하는 경우가 많으며 시험면의 접촉구이 상이하다.

이 접촉구의 변화에 따라 전해액의 형상은 쌍극 방물면과 유사하므로 이 방물면을 가정하여 단면적을 계산하면

$$S = 2 \int_0^x (-Kx^2 + h) dx$$

h : 전해액의 높이

d : 전해액의 폭

3. 실험장치 및 실험방법

(1) 실험장치

실험장치는 I.E.C 추장 내 Tracking 성(습식법) 시험방법에 따른 규정<sup>(1)</sup>에 준하였으며 그 구성회로는 그림(1)과 같다.

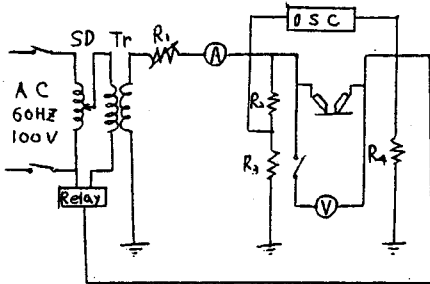


fig 1 Experimental Circuit

SD: slidac Tr: transformer  
R1, R2, R3, R4.: Resistance  
OSC: oscilloscope

(가) Tracking 판정회로

Tracking 파괴의 기준조건에 따라 2차회로 전류가 1(A)에서 2(sec) 이내에 차단되도록 하였다.

(나) 전극 배치

전기동 플납형전극을 사용하였으며 부식억제제로서 중탄산칼슘을 매체도포하였다.(규격: 인전대하 논문집 제5집 참조)

(다) 전하수

전극간에 전하하는 전해액은 0.1 - 0.5% 중량의 NH<sub>4</sub>Cl 수용액(순정화학도)으로 20°C 에서의 저항율이 400Ωcm 이며 전하량은 50적의 평균 용적으로 20 ± 0.5(mm<sup>3</sup>) 가 되도록 하였다.

시료는 난연성 금속 화합물을 내포하지 않는 저기재 Phenol 적층판이며 크기를 35 × 25 × 2mm 로 절단하여 예집압콜로 세척하여 48시간이상 건조함속에서 건조후 표면특성을 30-50배의 현미경으로 관찰하여 특성이 가능한 일치되도록 하였다.

(2) 실험방법

전극간에 전해액을 전하하는 방법 및 측정치의 처리는 I.E.C. Draft 15A(Central-office) 32, 1977.에 준했다.

각 시험전압하에서 시료의 계수는 5개이상으로 tracking 파괴가 발생시까지 적하후 5(sec)마다 일전대(직경 0.2mm 의 동-콘스탄타)로 온도를 측정하여 평균치를 구한다.

tracking 이 파괴된 시료는 HCl 에 넣어 30분간 가열한 후 증류수로 세척하여 건조함속에서 건조시켜 현미경으로 촬영하여 두께를 측정한다.

4. 실험결과 및 고찰

(1) NH<sub>4</sub>Cl 의 함량에 따른 tracking 파괴.

동전극을 사용하는 경우 track 의 기점은 용출 금속의 발생점으로 부터 신장되어 진전되는 경우가 많으며 tracking 발생 직전의 영역(이하 건조대라함)은 건극의 재질 인가전압 및 인가시간에 따라 형상이 일치하지 않는다.

그 원인은 전계의 형성 염화물의 화학적작용 등의 영향이 있는 것으로 생각되며 그림 2는 NH<sub>4</sub>Cl 에 따른 tracking 발생시까지의 인가전압에 대한 특성은 시료의 특성이 초기에 Cathode 소극제로서 작용할때는 염의 농도가 증가함에 따라 tracking 의 파괴속도는 거의 반비례하여 증가하다가 0.2% 이상에서는 완만해짐을 고찰할 수 있다.

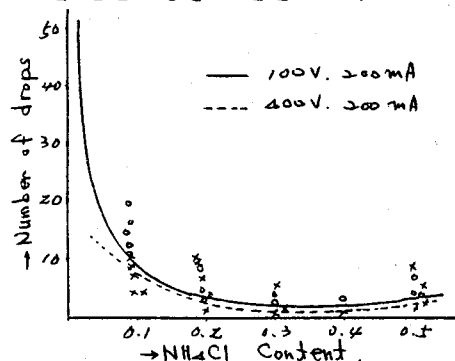


Fig 2 Relation between NH<sub>4</sub>Cl content and Number of drops.

(2) 건조대 형성과정의 전해액의 온도

건조대의 형성의치는 인가전압에 따라 다르다. 인가전압이 낮을 때는 전극단으로 부터 track의 기점이 형성되기 시작하며 높은전압에서는 전극과 중앙부분으로 부터 형성된다.

그림 3은 적하수름 5적씩 적하후의 전해액의 온도변화이다.

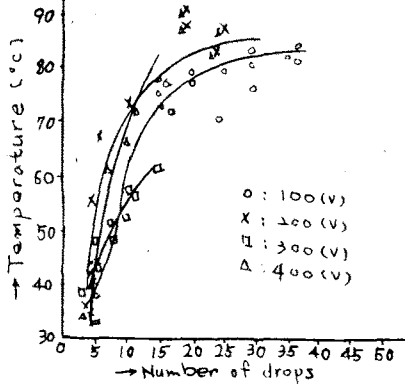


Fig 3. Relation between number of Drops and Temperature

(3) 전해액의 온도변화와 침식깊이.

그림 4는 tracking 발생직전의 전해액의 온도변화와 발생후의 침식깊이를 나타낸 것이다.

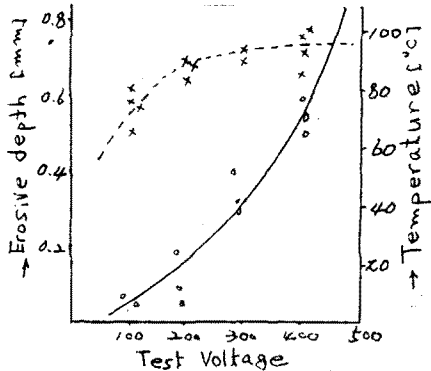


Fig 4 Relation among Test Voltage, Erosive depth and Temperature

전해액 적하후 건조대가 형성되기까지는 온도 상승과 더불어 누설전류가 증가하는 온도상승 과정과 전해액이 증발함에 따라 누설전류가 감소되는 증발과정으로 구분되는데 인가전압이 낮을 경우에는 증발과정은 일확산에 의하여 전극단의 전해액의 온도가 상승하여 건조대를 형성

하며 인가전압이 높을 경우에는 전극단외 온도가 상승하여 단면적이 전극의 중앙부분에 집중되어 온도가 급히 상승하여 건조대는 전극과 중앙부분에 형성된다. 이와같이 건조대의 형성과정에서 방전이 발생되어 침식이 생기는 것으로 생각된다.

5. 결론

I.E.C. Pub 112 내 Tracking성 시험법에 의한 Tracking 파괴시의 방전현상에 미치는 온도 특성 용출극속의 영향 침식깊이와의 관계를 검토하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 전해액의 온도상승은 증발이 개시되는 위치와 대응하고 있다.

100(V)에서는 건조대가 형성되지 않더라도 Track이 형성되어 불꽃방전이 발생되어 침식이 진전된다.

따라서 Tracking파괴는 건조대의 형성에만 의존하지 않으며 저전압에서도 발생될 수 있다.

(2) 200(V) 이상에서는 전극단외 온도가 상승하여 전해액은 전극중앙에 집중되어 극부적인 온도상승에 의하여 급속히 증발분리되면서 인가전압이 높아질수록 강한 불꽃방전이 발생되어 침식이 심하게 진전된다.

(3) Tracking으로 인한 침식의 진전은 여러모로 불분명한 보고서가 제출되고 있지만 본 논문에서는 건조대의 관계를 고찰하였음에 특징이 있으며 전압이 건조대의 형성속도와와의 관계를 해석함은 Tracking파괴를 연구하는 데 중요한 자료가 될 것이다.

이상과 같은 결론에서 Tracking의 기인요소중 건조대의 형성과의 관계는 광범위한 가치로서 많은 연구가 있을 것으로 기대되는 바이다.

참 고 문 헌

- 1) Draft Appendix to I.E.C. Pub 112, 1962.
- 12, 1967, 6, 1971, 12

2) Draft Apperfix to I.E.C. 15A (Central Office) 32, 1977.

3) Marnelcorn, L. & Sommerman. G.M.

"Tracking and arc resistance of materials proc," Electrical Insulation Conf. 1963.

4) Kaufmann, W, "A testing method for tracking resistance of insulating paths" (in German) Electrotech, Z. Ausg. A, 83 801-7, 1962

5) Method for determining the comperative tracking index of Solid insulating material, B.S. 378, 1964.

6) N. Yoshimula, M. Nishida & F. Noto:

"Infulence of the electrolyte on tracking breakdown of organic insulating materials" I.E.E.E Trans, Elect, Insul. EI-16. 510, 1981.

7) K.T.L. Paciorek, R.H. Kratzer. F.F. (Lee. J.H. Nakahara. D.H. Harris, : "Moist Tracking Investigation of organic Insulating materials" I.E.E.E. Trans Elect Insul. Vol EI-17. No. 5. 1982.

8) トラッキング現象の耐トラッキング性試験法の動向. 日本電気学会技術報告, 第86号, 1982. 7.

9) 吉村. 西田. 能登 "有機絶縁材料のトラッキング破壊の書式と炭化開始過程". 日本電気学会論文集 A. 1982. 8. 101. 429.

10) 河村. 能登 "絶縁材フェニル樹脂トラッキングの書式と溶出金属の影響". 日本電気学会論文集 A. 1979. 439~445.

11) 西田. 吉村. 能登 "有機絶縁材料表面のトラッキング破壊の書式と乾燥帯の形成過程" 日本電気学会論文集 A. 1983 193~190.

12) 神. "金属電気化学. 日本. 共立出版社. 1976. 124

12) 電気学会. Treeing 現象에 對한 最近의 動向. 1983. 5.