

엔지니어링 플라스틱과 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱의 내트래킹성 검토

허준\*, 이승수\*, 정의환\*, 임기조\*, 강성화\*\*  
 충북대\*, 충청대\*\*

Investigation of tracking resistance of engineering plastic and engineering plastic coated silicon rubber

Jun Heo\*, Eui-Hwan Jung\*, Jong-Nam Lim\*, Kee-Joe Lim\*, Seong-Hwa Kang\*\*  
 Chungbuk National Univ.\*, Chungchung Univ.\*\*

**Abstract** - Surface contamination and leakage current have caused operating problems. A flashover in a substation may result in destruction of an insulator or many others electrical equipment. Engineering plastics have good characteristic (light weight, good productivity and little of void) as compare with epoxy or porcelain insulators. Outdoor insulator must have resistance to contamination. However, they are not suited to outdoor insulator by reason of being not good hydrophobic. RTV has a good property of hydrophobic and ATH has characteristic obstructing exothermic reaction. In order to reduce the incidence of insulator flashover and damage, the silicon rubber contained nano size ATH coat on surface of engineering plastics. In this paper, it compares resistance tracking of the engineering plastic coated RTV with that of non-coated engineering plastic and ATH filled composites performed much better than non-filled composites.

낮추기 위해 첨가된 솔벤트에 20분동안 초음파 분산기를 사용하여 분산 시켰다. 그 후 호모믹서를 이용하여 nano-ATH가 분산된 솔벤트와 RTV 실리콘 고무를 혼합하여 spray 방식으로 엔지니어링 플라스틱의 표면에 코팅하였다. nano-ATH의 성분은 <표 1>과 같다.

<표 1> ATH의 성분표

Components	Contents (%)
Ca	0.00016
Co	0.00008
Fe	0.00002
Na	< 0.03
Si	0.00035

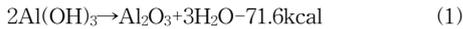
1. 서 론

고분자절연체는 전계, 오존, 비 및 기타 수분, 태양의 자외선조사 등의 영향을 받는다. 전계는 재료와 형상 및 크기 등에 의해 달라지며 건조상태에서는 코로나 방전이 발생하지 않는다. 그러나 사용기간이 증가하면 표면의 오존이 계속 증가하며 이슬, 안개, 비 등이 오존층을 습하게 하여 표면에 도전성을 갖게한다. 이와 같이 절연물의 표면에 국부적인 열화가 발생하여 형성된 도전성 경로를 트래이라 부르고, 표면의 트래클을 따라 누설전류가 흐르게 되며, 누설전류는 도전층을 건조시켜 건조대를 형성한다. 건조대를 따라 아크가 발생하면 아크 중단부의 온도가 상승하며 고전계가 형성되고, 이 전계에 의해 건조대에서 여러 가지 방전이 발생한다.

엔지니어링 플라스틱은 에폭시나 포셀린에 비해 가볍고, 생산이 용이하고, void가 거의 없다는 장점이 있으나 표면이 친수성이므로 트래킹에 대해서는 취약하다.

RTV 실리콘 고무는 소수성이 뛰어난 특성을 가진다. ATH는 실리콘고무 절연물에서 널리 사용되는데 그 메커니즘을 보면 일반적으로 다음과 같다.

ATH는 205℃와 220℃ 사이에서 서서히 분해반응이 일어나기 시작하여 220℃ 이상에서는 분해반응이 빠르게 진행된다. 이 과정에서 흡열반응으로 트래킹 현상의 초기단계인 발열반응을 억제하며 이 때 생성된 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 촉매의 역할을 하여 재료 표면의 도전성 유리카본을 날려보냄으로서 내트래킹성에 효과적으로 작용한다.



이러한 RTV 실리콘 고무와 nano-ATH의 특성을 이용하여 엔지니어링 플라스틱에 nano-ATH가 첨가된 실리콘 고무를 표면에 코팅하여 엔지니어링 플라스틱의 표면을 개질하는 것이 본 논문의 목적이다.

2. 본 론

2.1 시편 제작

13×130×3mm의 시편에 ATH (Nanostructured & Amorphous Materials, Inc.) 15nm, 10 wt%를 RTV 실리콘 고무의 점성을

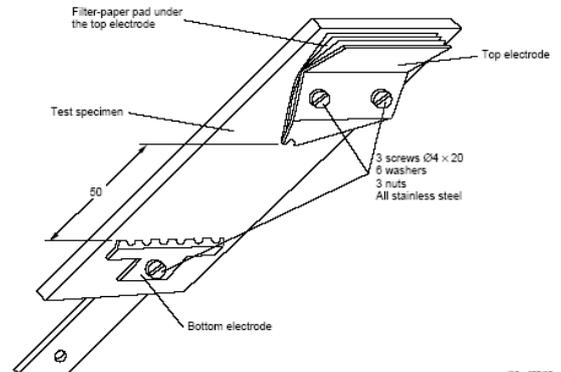
2.2 실험장치 구성

각 전극은 <그림 1>과 같은 형태로 제작하여 <그림 2>와 같이 거름종이 8장 (0.2mm ± 0.02mm)을 겹쳐 상부전극과 시편 사이에 넣고 오존액이 종이에 스며들어 흐르도록 하였다. 또한 상하부 전극에 4φmm의 홈을 만들어 오염수가 충분히 흐를 수 있도록 구성하였다. 상부전극과 하부전극은 50mm의 거리를 두었다.



(a) 상부전극 (b) 하부전극

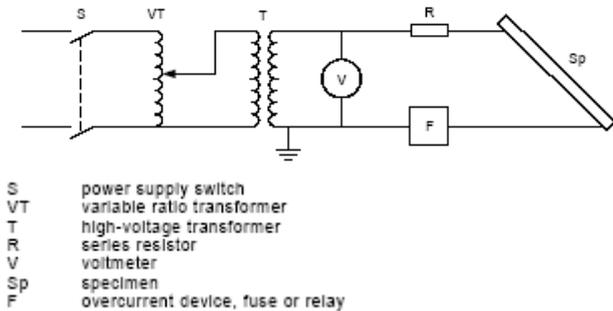
<그림 1> 각 전극의 형태



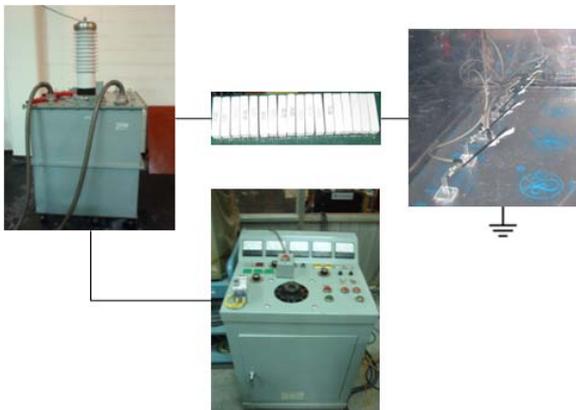
<그림 2> 시편과 전극의 개략도

<그림 3>과 <그림 4>와 같이 실험 장비를 보호하기 위해 직

렬저항을 연결하여 실험 장치를 구성하고, <그림 4>의 오른쪽 상부의 모습과 같이 시편을 45°의 각도로 기울여 오염수가 시편을 따라 충분히 흐를 수 있도록 하였다. 오손액의 유량은 시험에 앞서 연동펌프를 동작하여 유량을 측정정한 후 원하는 유속에 맞도록 펌프의 속도를 조정하였고, 아크가 발생하는 시점부터 측정하여 아크가 계속 일어나는 상태로 실험을 하였다.



<그림 3> 실험장치 구성의 개략도



<그림 4> 실험 장비 및 장치 구성

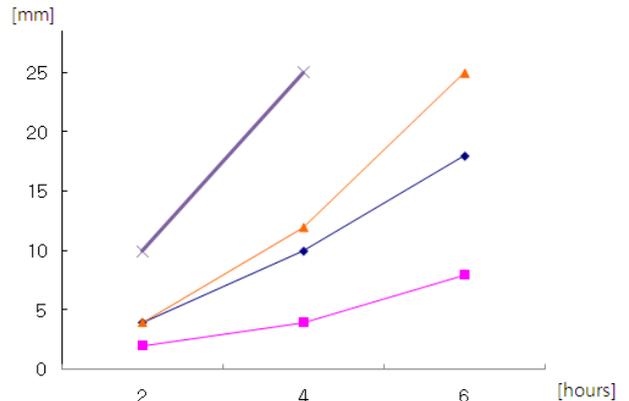
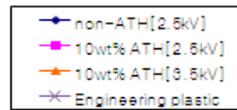
오염수는 NH<sub>4</sub>Cl (0.1 ± 0.002 wt%)을 사용하여 <표 2>와 같이 전압에 따라 유량과 직렬저항을 조절하였다.

<표 2> 실험 파라미터

Test voltage [kV]	Contaminant flow rate [ml/min]	Series resistor, Resistance [kΩ]
2.5	0.15	10
3.5	0.30	22

### 2.3 실험결과

<그림 5>는 엔지니어링 플라스틱, 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱, nano-ATH가 첨가된 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱의 트랙 길이를 비교하여 나타낸 것이다. 2.5kV의 전압에서 엔지니어링 플라스틱은 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱이나 nano-ATH가 첨가된 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱에 비해 트랙의 진행이 급격히 빨랐다. 또한 nano-ATH가 첨가되지 않은 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱은 nano-ATH가 첨가된 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱에 비해 트랙 진행이 빨랐다. 이는 실리콘 고무를 코팅한 엔지니어링 플라스틱이 엔지니어링 플라스틱에 비해 트랙킹에 대해 우수하고, nano-ATH의 흡열 반응이 트랙킹 진행을 억제한다는 것을 보여준다고 할 수 있다. 특히 nano-ATH를 10wt% 첨가하여 실리콘 고무를 코팅한 시편은 2.5kV에서 트랙킹의 진행이 미미함을 알 수 있다. 또한 트랙킹이 발생하기 시작하면 점점 더 빨리 트랙킹이 진행되는 것을 확인할 수 있었다.



<그림 5> 각 시편에 따른 트랙의 성장

### 3. 결 론

실험을 통해 nano-ATH를 포함한 실리콘 고무가 코팅된 엔지니어링 플라스틱의 내트래킹성이 우수하다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 nano-ATH의 흡열 반응을 통해 트랙킹이 억제되기 때문이라 사료된다. 또한 트랙이 발생하면 트랙의 진행 속도가 빨라지는 것을 확인할 수 있었는데 이는 트랙의 진행에 따라 표면에 흐르는 누설 전류의 이동거리가 짧아지기 때문이라 사료된다. 트랙킹은 표면에 따라 진행속도가 다르기 때문에 표면을 매끄럽게 하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 추후 nano-ATH의 함량과 다른 무기 nano powder에 따른 트랙킹 실험의 진행이 필요하다 사료된다.

본 과제는 지식경제부의 지원으로 수행한 에너지자원 인력양성사업의 연구결과입니다.

### [참 고 문 헌]

- [1] J. W. Chang, "Hydrophobicity of silicon rubber used for outdoor insulation", The 4<sup>th</sup> International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, pp. 266-269, July, 1994
- [2] B. Venkatesulu, "Studies on the tracking and erosion resistance of RTV silicon rubber nanocomposite", 2008 Annual Report Conference on Electrical Insulation Dielectric Phenomena pp. 204-207.
- [3] A. H. El-Hag, "Erosion resistance of nano-filled silicone rubber", IEEE Trans. on Dielectrics and Electrical insulation, Vol. 13, No. 2, pp.122-128, Feb. 2006
- [4] Lan Lei, "Investigation to the influence of nanomaterial on the resistance to tracking and erosion of RTV coatings", Power System Technology. 2002. Proceedings. PowerCon 2002. International Conference on Volume 3, 13-17 Oct. 2002 pp. 1881-1883 vol.3
- [5] Edward A. Cherney, "RTV silicon rubber coatings for substation insulator maintenance", Pulp and Paper Industry Technical Conference. 1993. Conference Record of 1993 Annual. 1993, pp. 170-174
- [6] E. A. Cherney, "Porcelain insulator maintenance with RTV silicone rubber coatings", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 6, No. 3, July 1991, pp. 1177 - 1181
- [7] Cai Dengke, "Study on RTV silicon rubber/SiO<sub>2</sub> electrical insulation nanocomposites", 2004 International Conference on Solid Dielectrics, Toulouse, France, July 5-9, 2004