

절연유의 전기전도에 미치는 첨가제의 영향(II)

정 광 현*, 김 영 봉**, 김 영 일***, 박 상 현#, 박 재 윤#, 이 덕 출*

* 인하대학교, ** 인하공업전문대학, *** 신구전문대학, # 경남대학교

The Effect of Additive on the Electric conductivity of Insulating Oil

K. H. Chung*, Y. B. Kim**, Y. I. Kim***, S. H. Park#, J. Y. Park#, and D. C. Lee*

* Inha Univ., ** Inha Col., *** Shingu Col., and # Kyungnam Univ.

Abstract

The static charges are generated by streaming electrification phenomena when insulating oil flowing by force for the purpose of cooling at the internal of Ultra-high power transformer. In this thesis, their elimination method was studied.

In this paper the effect of Additive on the electric conductivity of Insulating oil is studied. The variation of electric conductivity disappear when Additive is molten in insulating oil. the variation of Additive is not enough to decrease streaming electrification of insulating oil ($\sigma > 10^{-12}$ [S/cm]).

1. 서 론

절연성 액체가 유동하는 경우 고체와의 계면에서 발생하는 대전현상을 유동대전현상이라 한다. 이 유동대전현상이 문제로 되는 것은 탄화수소와 같은 도전율이 대단히 낮은 액체와 전하의 완화시간이 긴 고체물질과의 계면에서 전하가 축적되어 저장 탱크 내의 구조물과 대전액체 사이에 불꽃방전이 발생하여 폭발사고가 일어난다는 것이다. 이와같은 사고를 방지하기 위하여 대전방지제를 절연성 액체에 첨가하여 대전현상을 억제하는 방법이 있다. 이 방법에 대해서는 Klinkenberg, Leonard, Gibson등에 의해 연구되어 왔으나 대전방지제가 새로운 전하 발생원으로 작용할 수 있다는 것과 순도를 저하시키는 작용을 할 수 있다는 문제점이 지적되고 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 변압기에서 널리 사용되고 있는 BTA 및 산화방지제, 그의 SP-S10을 절연유에 첨가하여 절연유의 전기전도 변화를 측정하였다.

2. 실험방법

2-1 시료유 및 첨가제의 특성

본 실험에 사용한 시료유는 광유계의 전기절연성 KSC2031 1종 4호이고, 첨가제로는 대전방지제로서 BTA (Benzotriazole : $C_6H_5N_3$), 유화제로서 SP-S10 (Sorbitan mono-stearate : $C_{7}H_{11}O_6$), 산화방지제로서 DBPC(2,6-Di-tert-butyl-p-cresol : $C_{15}H_{24}O$)를 사용하였다.

2-2 측정장치 및 실험방법

측정장치는 TAKEDA RIKEN사에서 제작한 TR 300C로서 주전극($40\phi \times 70mm$), 주전극과 대향전극 사이의 거리(1.5mm), 그리고 전극계수(637)인 체적 저항률 측정장치를 사용하였고 전류를 측정하기 위하여 TAKEDA RIKEN 8401의 미소전류계를 연결하고 시간경과에 따른 전류 변화량을 측정하기 위하여 RIKADENKI(주)의 Recorder를 사용하였다. 또한 대전량의 변화를 측정하기 위하여 강제순환식 실험장치를 이용하였으며 대전장치는 구리필터를 사용하였다. 실험방법으로는 절연유에 첨가제를 1[ppm]에서 100[ppm]정도 HOT - PLATE Magnetic Stirrer로 혼합하여 JIS규정에 따라 직류 250[V]~1000[V]를 가하여 전압인가 이후의 전류치로서 도전율을 구하고 각각에 대한 대전량을 측정하였다.

3. 실험결과

3-1 대전방지제의 영향

절연유에 BTA를 1~50[ppm]정도로 첨가하였을때 전기전도도의 변화와 대전량의 변화를 측정할 결과를 그림 1과 그림 2에 나타낸다.

그림 1에서 전기전도도의 변화는 거의 나타나지 않았다. 이전의 Leonard, Klinkenberg, Gibson 등의 실험에서 도전을 변화($10^{-15} \sim 10^{-11}$ [S/cm])와 10^{-12} 이상의 도전에서 대전량이 급격히 감소하는 특성을 볼 때 BTA는 절연유에 있어서 새로운 전하발생원으로서의 영향이 없을 것으로 생각된다. 그림 2는 첨가량에 따른 대전량의 변화를 나타내고 있다. 약 5[ppm]에서 대전량은 극성반전을 보이고 있으며 이것은 BTA에 있는 독립전자쌍이 고체표면에 흡착하는 모델로 해석할 수 있다.

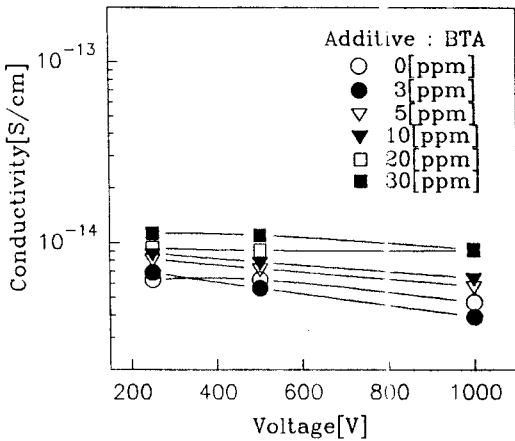


그림 1. BTA의 농도에 대한 전기전도 변화
Fig. 1 Relation of BTA concentration and electric conductivity of insulating oil

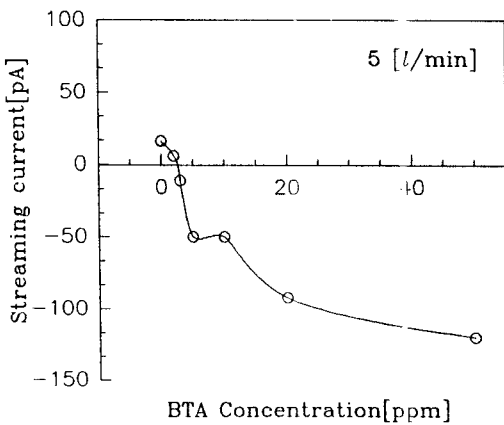


그림 2. BTA의 농도에 대한 대전특성
Fig. 2 Relation of BTA concentration and charging tendency

3-2 SP-S10과 산화방지제의 영향

그림 3과 그림 4는 유화제와 산화방지제의 농도를 1~30[ppm]으로 점차적으로 증가시켜 전기전도도의 변화를 나타내었다. 일반적으로 산화방지제는 변압기 내 금속재료의 산화방지를 위한 목적으로 사용되고 있으며 이 그림에서 알 수 있듯이 도전율의 변화는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타나고 있다. 또한 SP-S10도 절연유의 전기전도도에 영향을 주지 않는 것으로 추정되었다. 그림 5는 첨가량에 따른 대전량의 변화를 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 산화방지제는 대전량의 변화가 없었으며 SP-S10은 약 100[ppm]부근에서 극성반전을 나타내고 있다. 이것은 농도가 증가함에 따라 이온의 특이흡착과 화학결합에 의한 음이온의 증가로 이해할 수 있다.

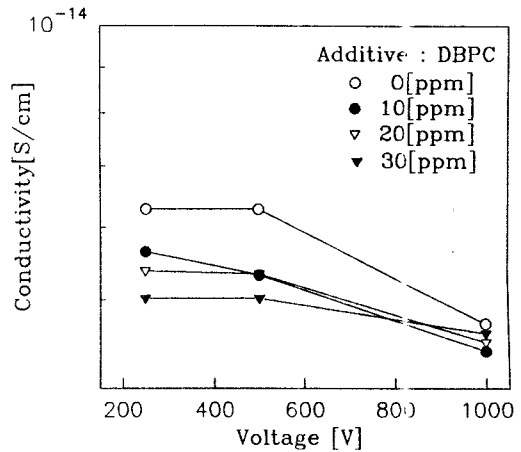


그림 3. DBPC의 농도에 대한 전기전도 변화
Fig. 3 Relation of DBPC concentration and electric conductivity of insulating oil

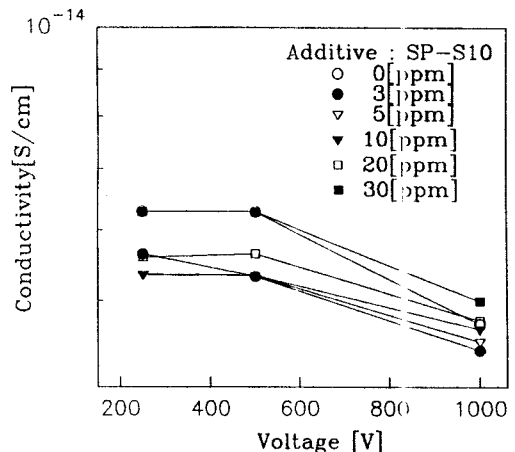


그림 4. SP-S10의 농도에 대한 전기전도 변화
Fig. 4 Relation of SP-S10 concentration and electric conductivity of insulating oil

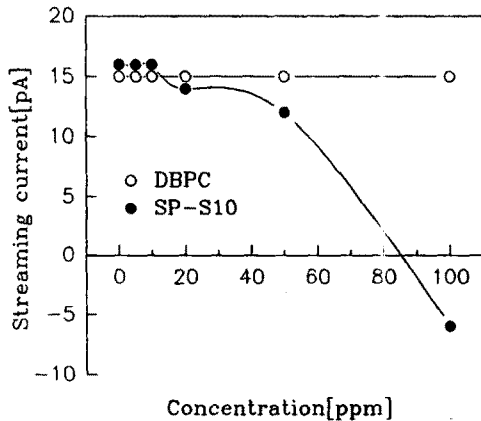


그림 5. SP-S10과 DBPC의 농도에 따른 대전특성
 Fig. 5 Relation of Additive concentration and charging tendency

4. 결론

절연유에 첨가제를 혼입하였을때 절연유의 전기전도 특성에 미치는 첨가제의 영향에 관한 연구는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- [1] BTA 와 SP-S10은 절연유의 전기전도에 큰 영향을 미치지 못한다. 따라서 BTA와 SP-S10은 절연유에 첨가해도 변압기 재료나 절연유등의 전기특성에 악영향을 주지않는 것을 알 수 있다.
- [2] 산화방지제(DBPC)는 변압기내 금속재료들의 산화방지를 위한 목적으로 사용되고 있으며 절연유의 전기전도특성에는 거의 영향을 미치지 못한다.
- [3] BTA는 약 5[ppm]부근에서 극성반전을 보였고 SP-S10은 약 100[ppm]에서 극성반전특성을 나타냈다. 따라서 유화제로 사용되는 계면활성제는 대전방지 목적으로 사용이 가능한 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 淺野和俊, 絶縁液體のフィルタ過程での帯電現象, 静電氣學會誌, 2, 3(1978), 150-157
- [2] 安田正行의 4인, 大容量変壓器における流動 帯電の一抑制方法について, 電氣學會論文誌B, 265-271
- [3] Joseph T. Leonard and Homer W. Carhart, Effect of Conductivity on Charge Generation in Hydrocarbon Fuels Flowing through Fiber Glass Filters, Journal of Colloid and Interface Science, Vol.32, No.3, 1970

[4] M. Yasuda의 5인, Suppression of Static Electrification of Insulating Oil for Large Power Transformer, IEEE, 82 WM 197-2, 1982

본 연구는 1995년도 기초전력공동연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.