

유동대전된 절연유의 제전방식중 필터에 의한 영향

The Effect of Filter in the Static Charge Elimination Methodes for Streaming-Electrification Insulating Oil.

정 광 현*, 김 용 운**, 신 재 화#, 김 보 열##, 이 덕 출*
*인하대학교, **영월공업전문대학, #인천전문대학, ##인하공업전문대학

K.H.Chung*, Y.W.Kim**, J.H.Shin#, B.Y.Kim##, D.C.Lee*
* Inha Univ., ** Youngwol Col., # Inchun Col., ## Inha Tech. Col.

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. The filter represents a greet much electrification characteristics because filter has large interfaces with liquid. In this paper, the streaming-electrification phenomena of insulating oil by metal filter were measured by mesh number, oil flow rate, oil temperature and a kind of mesh and The effect of charge elimination by metal filter generated minus ion was measured.

1. 서론

가연성 액체가 연료로서 사용되는 경우 nozzle로부터 분출하기 때문에 고체의 불순물을 제거하는 필요가 있고, 그 이유로 필터가 사용되어진다. 이 필터는 액체와의 접촉면적이 크기 때문에 대단히 큰 대전특성을 보인다. 석유관계에서 대전이 특히 문제로 되는 것은 이 필터에 의한 대전이 주체이다.

통상 파이프에서 대전에 의해 축적되는 전하밀도는 수 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ 부터 수십 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ 정도이지만, 필터를 통한 후에는 수백 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ 를 나타내고 있다. 필터에 의한 대전은 필터 자체의 내부구조가 복잡하기 때문에 그다지 연구되고 있지는 않다. 발표되어 있는 실제 규모의 탱크에 의한 실험결과를 보면 그 데이터의 차이가 크고, 동일회사의 동일규격으로 제작한 필터에 의한 대전량에 17배의 차가 있다는 것을 보고하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 일반적으로 정으로 대전되는 절연유의 대전량을 감소시키기 위하여 음의 대전특성을 갖는 금속필터의 사용에 의한 제전방법을 연구하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 실험에 사용한 절연유는 팜유계의 전기절연성 KSC2031 1종 4호이고 순화펌프는 IWAKI(주) MD-100K-5M형 절연펌프이다. 그리고 절연유를 증성으로 하기 위하여 스테인레스로 제작한 완화탱크를 설치하였고, 유온의 조절을 위하여 완화탱크에 판히터를 설치하였다. 유량계는 3~30[l/min]범위의 눈금형 유량계를 계통내에 직렬로 설치하고 대전장치를 직렬로 연결하여 정, 음이온을 발생하도록 설치하였다. 대전장치는 길이 190[mm], 내경

40[mm], 외경 50[mm]인 아크릴관 내면에 내경 30[mm], 외경 40[mm], 두께 5[mm]인 아크릴 고리 사이에 망목 40(선경 0.23[mm], 공간 0.56[mm])인 금속망을 부착해서 금속필터로써 제작하였고, 금속망의 재질로는 Cu, Al, Zn, Sus를 사용하였다. 대전장치 양쪽에 있는 테프론 칩으로 절연유중의 전하들을 외부로 누설되지 않도록 하고, 대전장치에 동리드선을 접속시켜 접지로 완화되는 전류를 측정하기 위하여 TAKEDA 8401의 미소전류계를 연결하고, 시간경과에 따른 전류변화량을 측정하기 위하여 RITADENKI(주)의 Recoder를 연결하였다. 그리고 잔류전하량을 측정하기 위하여 스테인레스로 제작한 Faraday Cage를 계통끝에 설치하였다. 또한 실험장치 전체를 구리망으로 차폐하여 외부에 의한 노이즈를 최소화 했다. 실험방법으로는 대전장치내 필터의 종류와 각각의 유속, 유온, 망수의 변화에 따른 대전특성을 측정하였다. 또한 정으로 대전된 절연유에 대하여 음의 대전특성을 나타내는 금속필터의 제전효과를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 금속필터의 유량과 망수의존성

그림 1과 그림 2는 절연유의 온도를 25℃로 일정하게 유지하고 망수를 5장, 10장, 15장으로 변화를 주면서 유량을 5~15[l/min]으로 변화시킬때, 구리와 알루미늄에 의한 필터에서는 유량이 증가하는 경우에 대전량이 거의 비례적으로 증가하는 것을 나타낸다. 이것은 계면부근에서 액체층으로부터 고체층으로의 전하완화시간 τ , 유속을 V 라할때 계면에서 분리되는 전하량은 τ, V 에 비례하므로 단위 시간, 단위면적당 통과하는 유량의 증가와 함께 분리되는 전하량이 증가한다는 경향을 인용하면 유동전류의 증가경향을 이해할 수 있다. 또한 망수의 증가에 따라 대전량이 증가하는 것은 필터에 대한 절연유의 접촉면적이 증가하는 것으로 이해할 수 있다

그림 3과 그림 4는 아연과 스테인레스망을 사용한 금속필터로서 앞에서 나타낸 절연유와의 대전특성과는 다른 결과를 보인다. 아연과 스테인레스 필터는 알루미늄과 구리 필터가 정의 대전특성을 보이는 것과는 달리 음의 대전특성을 보인다. 이것은 계면의 전기화학적 potential의 차에 의한 것으로 액

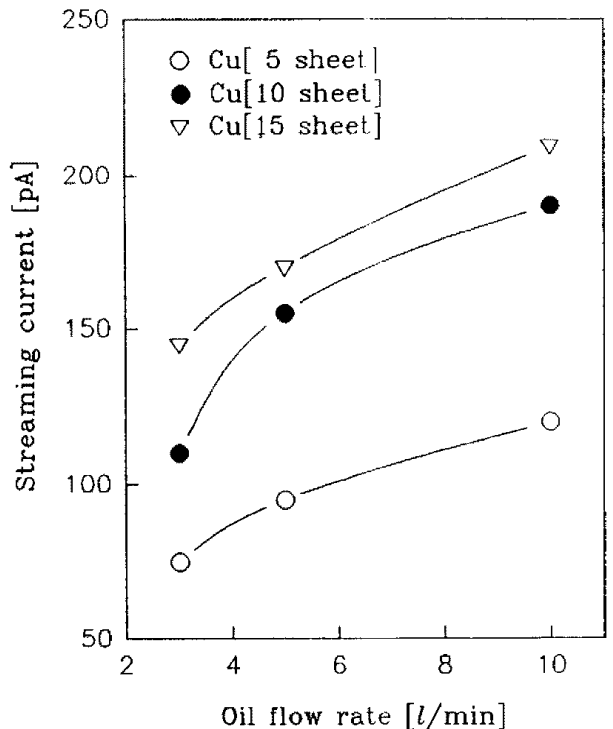


그림 1 유동전류의 유량의존성
Fig. 1 Dependence of streaming current on Oil flow rate

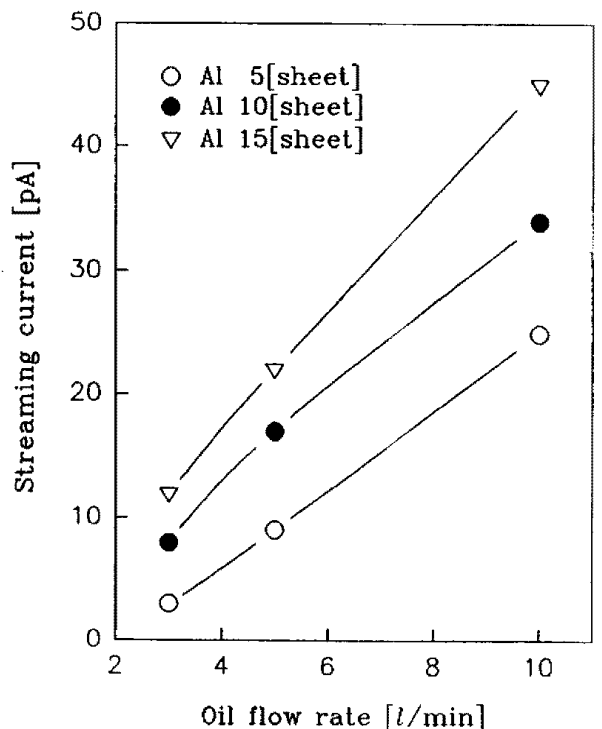


그림 2 유동전류의 유량의존성
Fig. 2 Dependence of streaming current on Oil flow rate

체와 접촉하는 물체의 종류에 따라 대전되는 특성이 다르게 된다. 또한 아연과 스테인레스 필터는 망수와 유량에 비례해 더욱 음으로 대전되는 특성을

보이고 있다. 그러나 스테인레스와 아연 필터의 대전량은 구리의 대전량과 비교해 볼때, 그다지 많이 대전되지 않는 것을 알 수 있다.

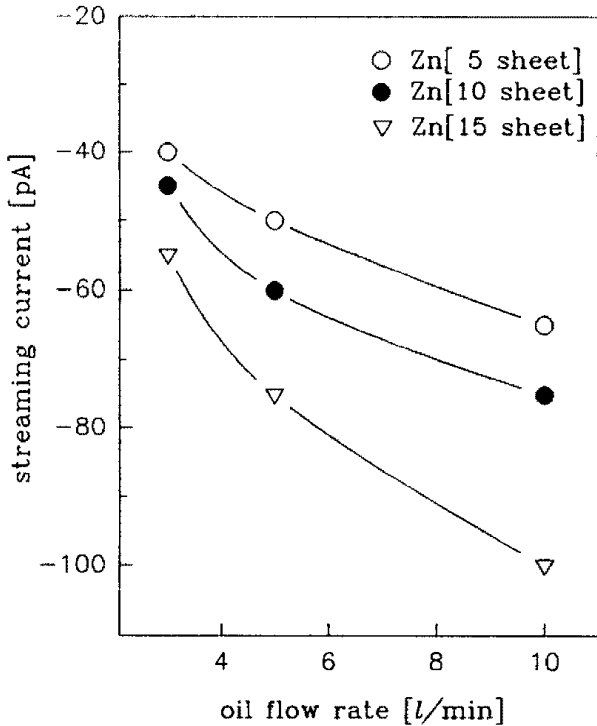


그림 3 유동전류의 유량의존성

Fig. 3 Dependence of streaming current on Oil flow rate

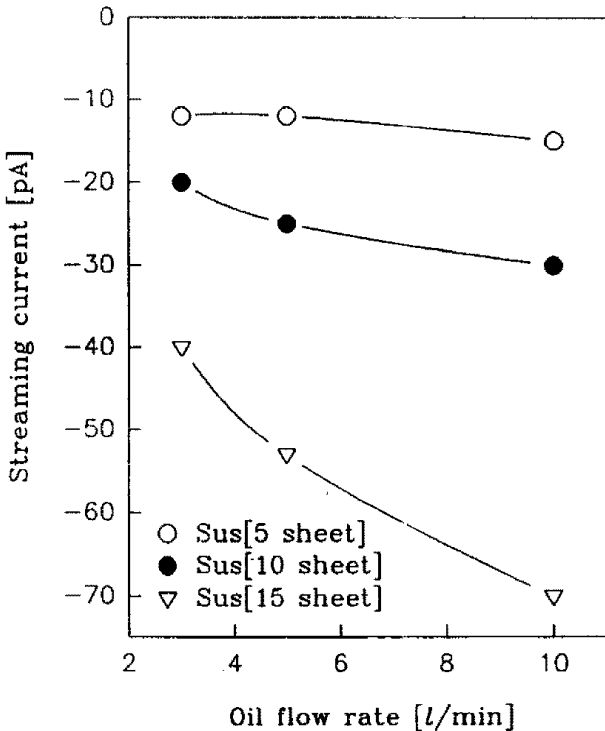


그림 4 유동전류의 유량의존성

Fig. 4 Dependence of streaming current on Oil flow rate

3-2. 금속필터의 유온의존성

그림 5는 절연유의 온도에 따른 각각의 필터에 대한 대전특성을 나타낸 그래프이다. 이 그림은 유량을 5[l/min], 망수를 15으로 일정하게 놓고 유온을 25~50℃로 변화시켜 가면서 측정한 결과이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 온도가 상승하면서 대전량이 증가하는 경향을 나타내고 있으며, 알루미늄과 구리를 사용한 필터의 대전특성은 온도의 상승에 따라 비례적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 그러나 아연과 스테인레스 필터는 유온이 상승할때 대전량이 매우 미소하게 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 유온이 증가함에 따라 점도가 낮아지고 전하의 이동도는 커져 도전율이 증가하는 것으로 이해할 수 있다. 또한 일반적으로 음이온의 이동도가 양이온의 이동도보다 크기때문에 절연유를 정으로 대전시키는 필터가 유온의 영향을 더욱 많이 받는 것으로 사료된다.

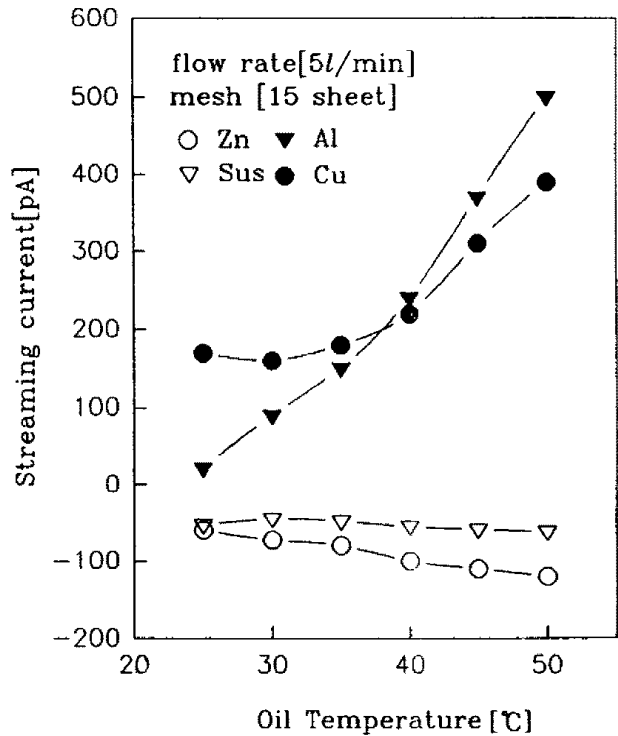


그림 5 유동전류의 유온의존성

Fig. 5 Dependence of streaming current on Oil temperature

3-3. 금속필터를 이용한 제전특성

그림 6과 그림 7은 유량을 10[l/min]로 일정하게 놓고 구리망 10장을 삽입한 필터를 이용하여 절연유를 정으로 대전시키고 음의 대전특성을 보이는 스테인레스와 아연필터를 직렬로 연결하여 그 망수

를 변화시켜 가면서 제전효과를 관측한 결과이다. 그림 6과 그림 7을 비교해 볼때, 그림 3과 4에서 알 수 있듯이 음의 대전량이 큰 아연필터쪽이 더 좋은 제전효과를 나타내고 있다. 여기서 시간에 따른 유동전류의 변화량은 약 12분이 경과후 안정화되는 경향을 보이고 있다. 이것은 아연과 스테인레스 필

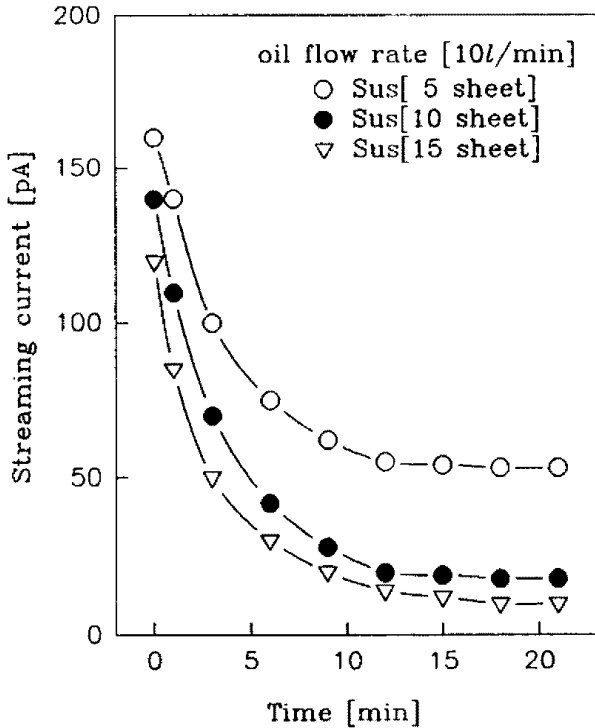


그림 6 금속필터의 제전효과

Fig. 6 The effect of charge elimination by filter

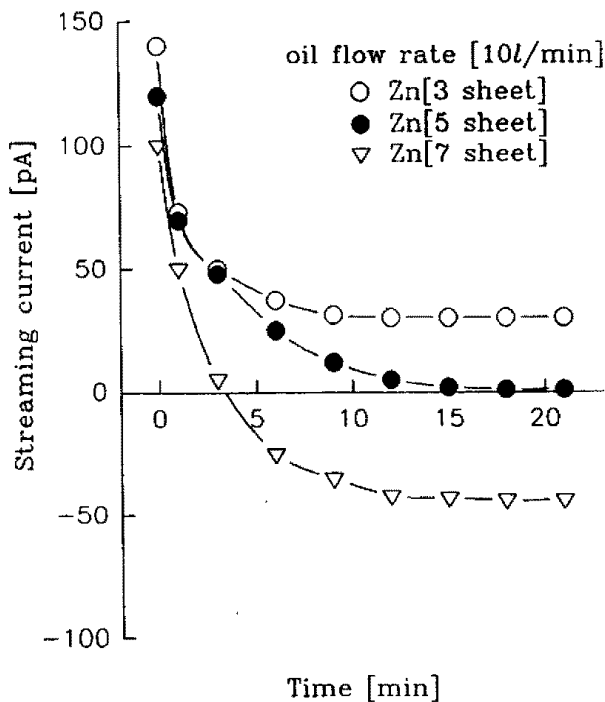


그림 7 금속필터의 제전효과

Fig. 7 The effect of charge elimination by filter

터가 정이온을 흡착할때, 절연유의 흐름이 안정되지 않은 혼란스러운 과도기적 상태에서 점차 안정화 되어 포화값에 도달해 일정한 값을 나타내는 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 유동대전현상을 방지하기 위하여 필터의 재질에 따른 각각의 대전특성을 관측하고 필터의 제전효과를 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 필터의 재질로 사용한 구리와 알루미늄망은 절연유를 정으로 대전시키는 특성을 보였고 아연과 스테인레스망은 음의 대전특성을 보였다.
2. 금속필터는 망수에 비례하는 특성을 보였고, 유온에 대해서는 정의 대전특성을 보이는 필터쪽이 유온의 증가에 따라 크게 증가하는 것을 알 수 있었다.
3. 아연과 스테인레스 필터를 이용한 제전효과는 아연이 스테인레스보다 더 큰 제전효과를 얻었으므로 음의 대전특성이 클수록 제전효과가 좋은 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] 大橋朝夫, 파이프라인을 흐르는石油中に生ずる電荷の除電法, 日本電氣學會論文A, 60-A73.
- [2] 靜電氣學會編, 靜電氣 핸드북 P.107, (昭和56)
- [3] 淺野和俊, 絶縁液體のフィルタ過程での帶電現象, 靜電氣學會誌, 2, 3(1978), 150-157

본 연구는 1995년도 기초전력공학공동연구소의 연구비지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.