

유동대전된 절연유의 제전방식중 침전극 삽입의 영향(IV)

정 광 현*, 임 현 찬**, 김 용 윤***, 황 명 환†, 백 영 채§ 이 덕 출*

*인하대학교, **대구공업전문대학, ***영월공업전문대학, †공업진흥청, §인천기능대학

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

K.H.Chung*, H.C.Lim**, Y.W.Kim***, M.W.Hwang†, Y.C.Paek§, D.C.Lee*

* Inha Univ., ** Teku Col., *** Youngwol Col., † Ind. Advan. § Inchun Tech. Col.

ABSTRACT

In this paper, We investigated a charge elimination by using a needle electrode in order to prevent the electrification phenomena of insulating oil flowing by force at the internal transformer. In our experiment, We used Acryle and Teflon as the material of charge reducer and measured each of their streaming current and needle electrode current. As a result of experiment, We can explain that the current of needle electrode increase in proportion to insulation of charge reducer.

1. 서론

석유계 액체가 유동하는 경우, 그 액체가 대전하고 그것이 원인이 되어 재해가 발생하는 일이 있다. 예로 석유공업에 있어서 석유는 수송관과 오일필터를 통하여 저장탱크에 수송된다. 이 경우 탱크내의 구조물과 대전 유 사이에 불꽃방전이 생기고, 폭발성 혼합기체로 착화하여 폭발을 일으키는 경우가 있다. 또한 이와같은 현상은 항공기의 연료수송시에도 발견된다. 더욱 최근에는 전력용 변압기의 대용량화, 고전압화에 의해 냉각송유량의 증대와 절연물의 절연성능 향상을 가져왔다. 이 이유로 대용량 대형 변압기내에서 대전현상이 증대하고, 그것이 원인이 되어 변압기가 절연파괴를 일으키는 사고가 발생한다. 이러한 사고를 방지하기 위한 목적으로 대전량을 제어하여 감소시키는 방법이 연구중이다. 그 방법으로는 절연유에 대전방지제를 혼입하여 석유의 도전율을 상승시키는 것에 의해서 전하의 완화를 촉진시키는 방법과 대전된 절연유에 역극성의 전하를 주어서 중화시키는 방법이 있다. 또한 완화파이프를 이용하는 방법이 있는데 이것은 파이프라인의 일부에 직경이 큰 파이프를 설치하여 그안에서 유속을 낮추어 흐르게 하여 대전전하를 완화시키기 위한 완화시간을 확보하는 방법이다. 이상의 방법중 어떤 조건에는 양호한

결과를 나타내는 것도 있지만, 조건에 따라 안정상의 문제가 있고 이용되지 않는 것도 있다. 이들중 본 연구실에서 연구하고 있는 것은 역전하 주입에 의한 것으로 침전극을 삽입한 제전기의 제질에 따른 변화를 고찰하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 실험에 사용한 절연유는 광유계의 전기절연성 KSC2031 1종 4호이고 순환펌프는 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 금속필터를 직렬로 연결하여 정이온을 발생하도록 제작하였다. 침전극을 삽입한 제전관의 제질은 아크릴과 테플론으로 제작하였고, 그 내경은 400[mm], 외경은 500[mm], 길이는 3000[mm]로 하였으며 아크릴의 외부는 알루미늄호일로 싸서 공기중 방전과 아크릴 자체의 유입전하를 일정하게 하기 위하여 접지하였다. 그리고 전류전하량을 측정하기 위하여 스테인레스로 제작한 Faraday Cage를 계통끝에 설치하였다. 측정장치로는 TAKEDA 8401 미소전류계를 사용하였고 기록계는 RITADENKI(주) recorder를 사용하였다. 또한 실험장치 전체를 구리망으로 차폐하여 외부에 의한 노이즈를 최소화 했다. 실험 방법으로는 제전기의 제질을 변화시키고, 온도와 유속에 따라서 침전극으로 유입하는 전하량을 각각 비교검토 하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1 아크릴관에서의 침전극을 통한 전하주입

그림 1은 아크릴관에 침전극을 1개 삽입하여 유종의 제적전하밀도의 변화에 따른 침전극을 통해 유입되는 전류의 제적전하밀도를 나타낸 그래프이다. 이 그림을

통해서 알 수 있듯이 필터에 의해 발생된 체적전하밀도는 온도의 상승과 함께 증가하였으며 유속이 증가할수록 그 값이 감소하는 것으로 보아 유속에는 큰 영향이 없는 것으로 본다. 그 이유는 절연유가 필터의 망목을 통과할 때 유속이 빠를수록 절연유와 망목재질과의 접촉시간이 적어져 대전될 확률이 줄었기 때문으로 사료된다. 또한 침전극을 통해 유입되는 전류 역시 온도의 상승에 따라 증가하였으며 유속에는 무관함을 나타낸다.

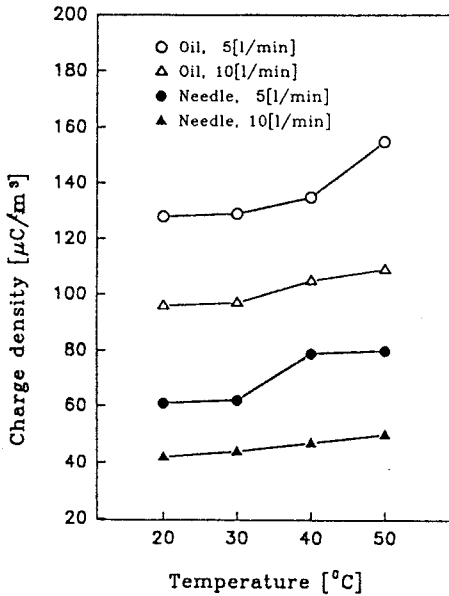


그림 1 체적전하밀도의 유온 의존성(아크릴, 침1개)
Fig. 1 Dependence of charge density on oil temperature(Acryle, N.E.#1)

그림 2는 침전극을 3개 삽입한 실험 결과로써, 유중 체적전하밀도의 증가에 따라 침전극 전류도 증가함을 알 수 있으나, 침전극을 한개 삽입했을 때보다는 비교적 적은 침전류의 유입이 있음을 알 수 있다. 그 이유는 침전극 갯수가 증가함에 따라 침전극의 전계집중현상이 완화되었기 때문으로 사료된다.

그림 3은 유중의 체적전하밀도에 대하여 침전극을 통해 유입되는 전류의 액체중 체적전하밀도를 백분율로 표시한 것이다. 침전극이 3개일 때보다 1개일 때 현저히 많은 전류가 유입됨을 알 수 있다. 또한 침전극이 1개일 때 온도의 증가에 따라 그 비율이 감소하는 경향을 나타내는 이유는, 유중으로 공급되는 침전극 전류의 체적전하밀도는 온도와 함께 증가하지만 실제로 관내에서의 전계는 높지 않기 때문으로 사료된다. 따라서 제전관내의 전계를 높게 유지시킬수록 침전극 전류의 주입률을 높일 수 있다는 사실을 알 수 있다.

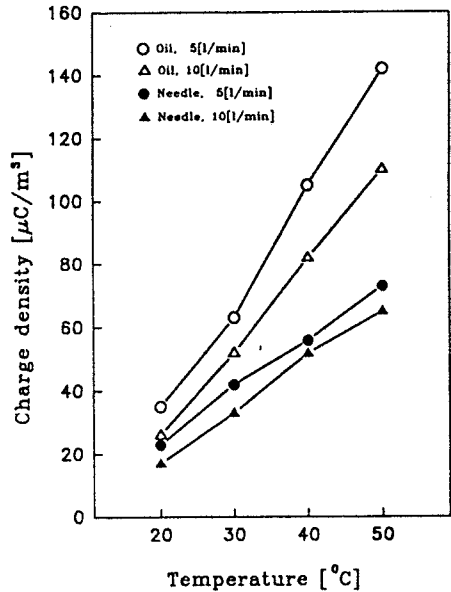


그림 2 체적전하밀도의 유온 의존성(아크릴, 침3개)
Fig. 2 Dependence of charge density on oil temperature(Acryle, N.E.#3)

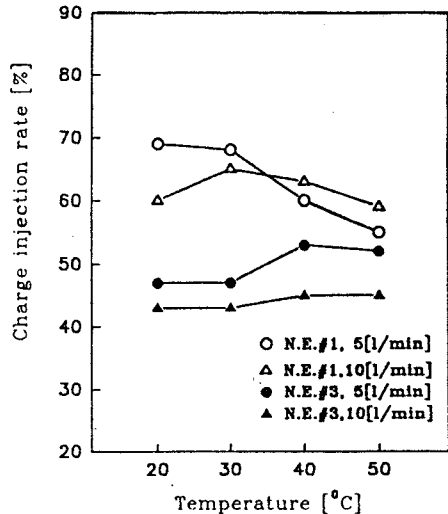


그림 3 유중전하밀도 대 침전극 유입 전하밀도의 비율(아크릴)

Fig. 3 Rate of charge density Vs. needle electrode charge density on temperature(Acryle)

3-2 테프론관에서의 침전극을 통한 전하주입

그림 4와 그림 5에서도 알릴에 서술한 아크릴관 내부에서의 특성과 같이 유중체적전하밀도의 증가와 함께 침전극 전류가 증가함을 보이지만, 테프론관이 아크릴관보다 침전극 전류가 더욱 많이 유입됨을 알 수 있다. 그 이유는 테프론관이 아크릴관보다 높은 절연성을 나타내므로 제전관내의 전계를 잘 유지시키기 때문으로 사료된다.

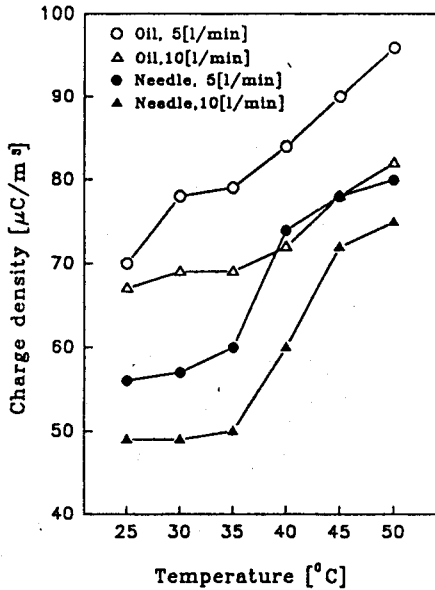


그림 4 체적전하밀도의 유온 의존성(테프론,침1개)
Fig. 4 Dependence of charge density on oil temperature(Teflon, N.E.#1)

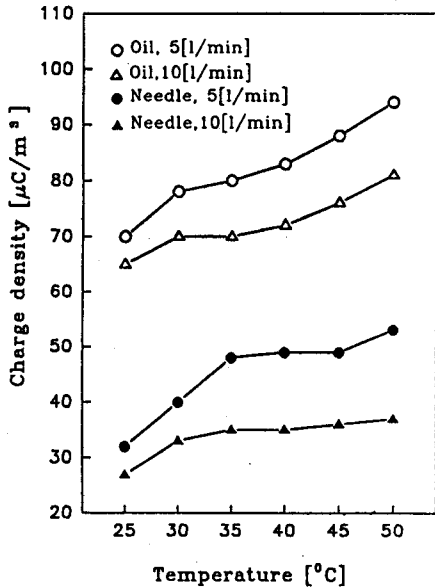


그림 5 체적전하밀도의 유온 의존성(테프론,침3개)
Fig. 5 Dependence of charge density on oil temperature(Teflon, N.E.#3)

그림 6은 절연유중의 체적전하밀도 대 침전류의 체적 전하밀도를 배분율로 나타낸 것이다. 침전극을 3개 삽입한 경우의 수치는 비교적 낮은 값이지만 침전극을 1개 삽입한 경우의 수치는 매우 큰 값을 알 수 있다.

그림 3과 그림 6을 비교해 보면 두 제질중에서 제전판의 제질이 테프론일 때가 아크릴일 때보다 더 많은 침전극 전류를 나타냄을 알 수 있다. 그 이유는 아크릴

판보다 높은 절연성을 갖는 테프론관의 내부에서 액체 중의 전하에 의한 내부 전계가 더욱 잘 유지되기 때문으로 사료된다.

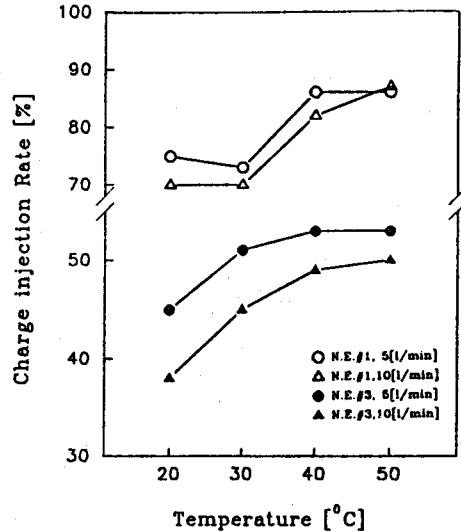


그림 6 유중전하밀도 대 침전극 유입 전하밀도의 비율(테프론)

Fig. 6 Rate of charge density Vs. needle electrode charge density on temperature(Teflon)

4. 결론

본 연구에서는 유동대전 현상을 방지하기 위하여 침전극을 이용한 제전을 하였으며, 제전판의 제질에 따른 제전효과를 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 필터에 의한 전하발생은 온도에 비례하여 증가하였고 유속에는 무관함을 보였다.
2. 침전극이 1개일 때가 3개일 때보다 비교적 많은 침전류의 유입이 있음을 알 수 있었다. 즉, 제전판에 삽입한 침전극의 수가 증가할수록 침전류는 감소한다.
3. 제전판의 제질로써 테프론이 아크릴보다 더 많은 침전류를 유입하므로 제전판의 절연성이 좋을수록 침전류가 증가한다.

참고문헌

- [1] 大橋朝夫, バイブラインを流れる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, 靜電氣ハンドブック P.101, (昭和 56)
- [3] G.Schon, Static Electrification Cor, 11, 138(1971)
- [4] 有本國男, イオン吸着モデルによる流動帶電現象の解析, pp.4~9.
- [5] Ginsburgh, "The Static Charge Reducer" Journal Of Colloid And Interface Science, vol.32, NO.3, (1970)