

유동 대전된 절연유의 제전 방식중 침전극 삽입의 영향(Ⅱ)

조 영규* 김 용운* 임 현찬* 김 두석** 신 용덕*** 이 덕출****

*인하대 전기공학과 **대구전통대 전기과***전북산업대 전기공학과 ****원광대 전기공학과

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

Y.K.Cho* Y.W.Kim* H.C.Lim** D.S.Kim*** Y.D.Shin**** D.C.Lee****

*Dept. of Electrical Eng. Inha Univ.

**Dept. of Electrical Eng. Teku Junior Coll.

***Dept. of Electrical Eng. Cheonbuk Industrial Univ.

****Dept. of Electrical Eng. Wonkwang Univ.

ABSTRACT

The Electrical Charge generated by friction in flowing insulating oil can create hazardous accidents. Neutralization of static charges in the oil during transportation is an obvious method of overcoming the problem of internal electric charge. It is known that SCR(Static Charge Reducer) can neutralize much of this charge by the needle electrode and mixing it with the original charge. In our experiment, a filter to generate static charge was set just before a measurement pipe, and streaming current from the filter to the earth I_s , current from the electrode to the earth I_e , and current from the receiving tank to the earth I_r were measured in a steady state.

As a result, charge density and needle electrode current increases with increasing of oil temperature. Charge elimination rate decreases with increasing of oil flow rate, and increases with increases of oil temperature. Faraday Cage current decreases with increasing of oil temperature.

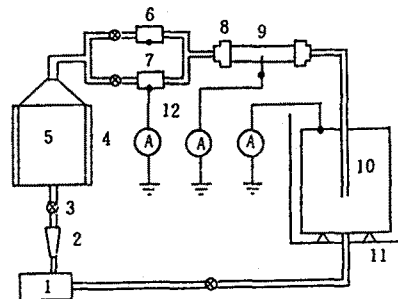
1. 서론

석유 혹은 절연유등의 고절연성 액체가 유동하는 경우, 배관계통의 고체표면에서 유동대전에 의한 정전기가 발생하여 전하의 다량축적으로인해 각종 재해의 원인이 되고 있음은 이미 알고 있다. 유체의 순환 계통에서 이와 같은 유동 대전 현상은 필연적으로 수반되지만 이를 제전하는 방법을 통해 사고를 방지하는 방법이 지속적으로 연구되어 왔다. 그와 같은 방법으로, 첫째, 유속을 감소시킴으로서 전하의 완화에 의한 제전 둘째, 유체내부에 이미 발생된 전하의 역전하를 외부로부터 주입시

킴에따른 제전등이 있다. 이들중 본 연구실에서 연구하고 있는것은 역전하 주입에 의한 제전으로서 유체가 정으로 대전되었을때 파이프중에 삽입된 침전극에 의해서 부전하가 주입되는 현상을 연구하고 있다. 또한, 접지된 침전극을 통해 주입되는 전하량은 어떠한 요인에 의존하는지를 고찰하였다.

2. 실험 장치 및 방법

본 장치는 실험실에서 설계 제작한것으로 그 구조는 다음과 같다. 먼저 순환 펌프는 IWAKI(주) MD-100K-5M형 절연 펌프를 사용하였다. 계통내의 이온발생 필터로 유입되는 절연유를 중성으로 하기 위하여 스테인레스로 완화 탱크를 제작하였고, 유온을 조절하기 위하여 완화 탱크의 내측면에 판히터를 설치하였다. 유량계는 3~30 [l/min]의 범위를 측정할수 있는 눈금형 유량계를 직렬로 설치하였다.



1. 순환 펌프 2. 유량계 3. 밸브 4. 판히터
5. 완화 탱크 6. 정이온 발생기 7. 부이온 발생기
8. 테프론 9. 측정관 10. 저장 탱크 11. 차폐통 12. 전류계

그림 2-1. 실험 장치 개략도

Fig. 2-1. Schematic diagram of experimental apparatus

이온 발생기는 두개의 필터를 병렬로 연결하여 필요에따라, 정,부의 원하는 이온을 발생하도록 제작하였다. 측정용관은 아크릴관을 사용하였는데 그 내경은 400 [mm],외경은 500[mm], 길이는 3000[mm]로 하였고, 이온의 이동과 정전 유도작용을 최소화하기 위하여 관의 양끝 연결부는 테프론으로 제작하였다. 또한, 아크릴 표면으로부터의 공기중 방전을 없애고,아크릴 자체에 의한 유입전하를 일정하게 하기위하여 아크릴의 외부는 알루미늄 호일로 4-5겹을 싸서 접지하였다. 계통을 모두 통과한 절연유는 스테인레스통으로 제작된 Faraday Cage에 최종적으로 저장되어 절연유에 남은 잔류 전하량을 측정하도록 하였다. 전류계는 10^{-12} [A]까지 측정가능한 Electropico-ammeter를 사용하였다. 외부에 의한 노이즈를 최소화하기 위하여 실험 장치전체를 구리망으로 차폐하였으며, 모든 전선은 차폐선을 사용하여 접속하였다. 온도에의한 변화를 보기위하여 온도를 가변시킬때 원하는 온도에서 몇분간의 안정 기간을 갖은후 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 필터의 전하 발생

본 실험은 대전된 절연유의 제전에관한 실험으로서 대전 현상에대한 고찰이 필수적인데 그 이유는, 침전극으로 유입되는 전하가 절연유의 대전량에따라 절대적으로 영향을 받는것으로 알려져 있기때문이다. 본 실험 장치의 이온 발생기는 자동차 및 항공기의 연료 필터를 이용하였는데 이 필터는 궁극적으로 파이프 라인내에서의 절연유의 단순 유동에 따른 대전구조와는 다른 대전 구조를 갖는것으로 사료된다.

본 실험에서는 [l/min] 단위의 눈금형 유량계와 [A] 단위의 전류계를 사용하였으므로, 다음의 관계식을 통해 필터를 통과한 직후의 절연유의 체적 전하 밀도를 구할수있다.

V[l/min]	→	I[A] or [C/sec]
	→	$60 \times I$ [C/min]
V[l]	→	$60 \times I$ [C]
$1000 \times V$ [l]	→	$60 \times 10^4 \times I$ [C]
V[ton]	→	$6 \times 10^4 \times I$ [C]
V[l/min]	→	$6 \times 10^{10} \times I$ [μC]

결국, 체적 전하 밀도 q는
 $q[\mu C/m^3] = 6 \times 10^{10} \times I/V$

와 같이 나타난다.

위와 같은 관계식에 의하여 얻어진 체적 전하 밀도 q를 통하여 대전 필터의 특성을 고찰한 결과 유온이 증가함에따라 체적 전하 밀도는 증가하였

으며, 고속에서는 저속보다 체적 전하 밀도가 감소하였고, 유량의 증감에는 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

그림 3-1을 통해서 위의 관계를 잘 알수있다.

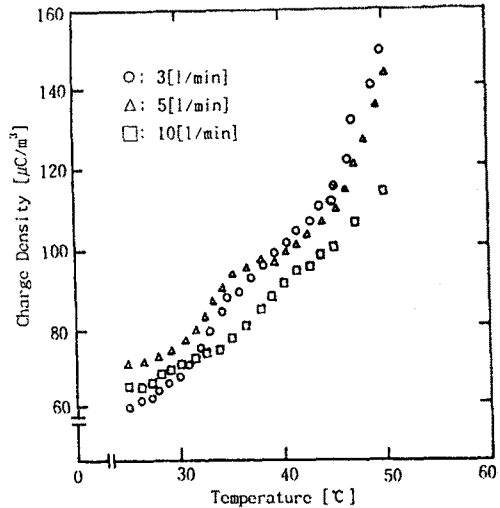


그림 3-1. 체적 전하 밀도의 유온 의존성

Fig.3-1. Dependence of charge density on oil temperature

본 실험에 사용된 이온 발생용 필터는 일정 온도에서 유속과 무관하게 거의 일정한 체적 전하 밀도를 발생시켰고, 고속에서 그 값이 약간 감소함으로 미루어볼때, 이 대전기구는 유체의 마찰에 의한 대전보다는 접촉에 의한 대전으로 사료된다.

3-2. 침전극 전류의 체적 전하 밀도 의존성

침전극을 통해 유입되는 부전하는 유량과 유속에 의해서는 거의 변하지 않는 일정한 값을 나타냈으며, 유온의 상승에 따라 일정하게 상승하였다. 이는 앞절의 필터의 전하발생에 대하여 고찰한 바와 같이 침전극으로 유입되는 전류는 유체의 체적 전하 밀도에 의해 결정된다고 사료된다.

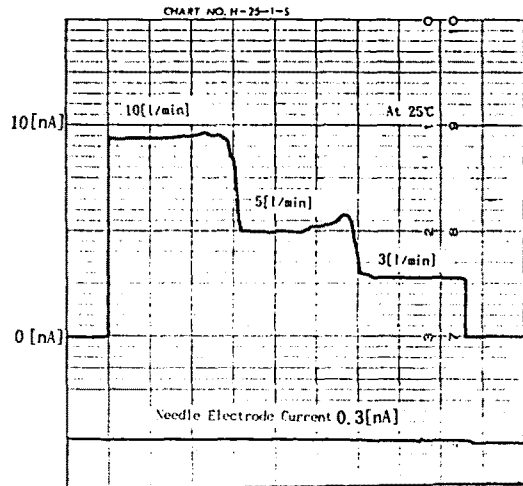


그림 3-2. 유동 전류 대 침전극 전류

Fig.3-2. Streaming current VS Needle electrode current

침전극을 흐르는 전류가 유량의 변화와는 무관함은 다음의 기록을 통하여 알수있다.

그림 3-3은 온도의 상승에 따라 체적 전하 밀도가 증가하고, 체적 전하 밀도가 증가함에 따라 침전극을 통해서 흐르는 전류가 증가함을 나타내었다.

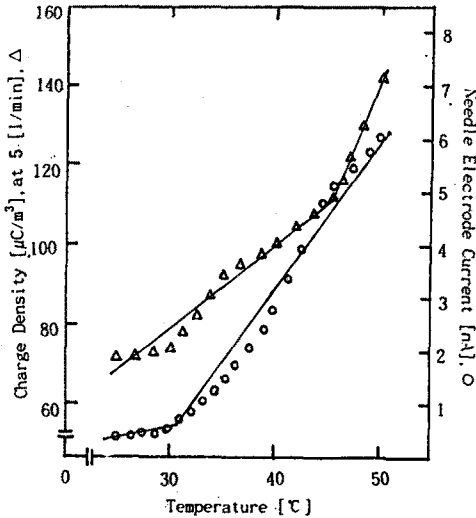


그림 3-3. 체적 전하 밀도와 침전극 전류의 유온 의존성
Fig.3-3. Dependence of charge density and needle electrode current on temperature

그림 3-4는 체적 전하 밀도에 의한 침전류의 변화를 나타내고 있다.

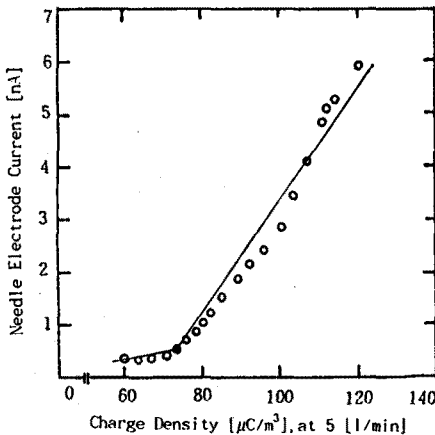


그림 3-4. 침전극 전류의 체적 전하 밀도 의존성
Fig.3-4. Dependence of needle electrode current on charge density

3-3. 침전류와 Faraday Cage의 잔류 전류

그림 3-5에서 침전류는 체적 전하 밀도에 의해 영향을 받고, 체적 전하 밀도는 유량에 무관하므로, 시간당 통과하는 유량이 많을 경우에는 침전극으로부터 유입되는 부전하에 비해 상대적으로 Faraday Cage에 축적되는 정전하가 많아지므로 제전율의 감소분을 나타내었다.

유량의 변화에 따라서 제전율이 변화함은 다음의 그래프를 통하여 알수있다. 제전율은 유입 전류에 대한 유입분에서 잔류분을 뺀 전류와의 비로 나타내었다.

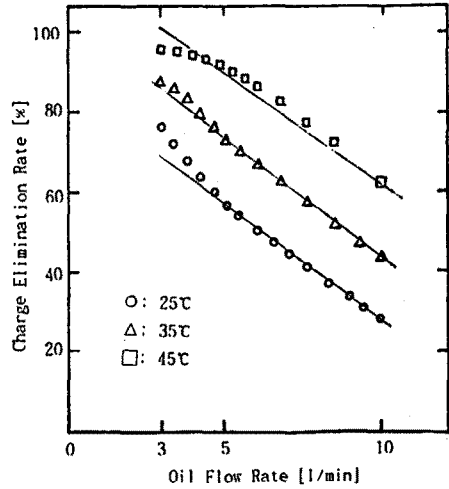


그림 3-5. 제전율의 유량 의존성
Fig.3-5. Dependence of charge elimination rate on oil flow rate

4. 결론

침전극을 통하여 유입되는 전류를 변화시키는 요인을 고찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 본 실험에 사용된 대전 기구는 유속과는 무관하고 온도에 비례하는 체적 전하 밀도를 갖는 대전량을 발생한다.
- 2) 침을 통해서 유입되는 부전하는 유속과는 무관하고, 체적 전하 밀도에 비례한다.
- 3) 아크릴관을 통하여 유입되는 전하는 체적 전하 밀도를 감소시키고, 침전류를 감소시킨다.

이상의 실험으로부터 계통에서의 유속과 대전량 등의 변수를 알수있을 경우에 적절한 재료와 형태의 선택으로 원하는 제전율을 얻을수 있는 제전기기의 개발이 향후의 연구과제라고 사료된다.

5. 참고 문헌

- (1) 田中俊秀 外1人: "油中電荷密度測定用プロブの開発", 日本靜電氣學會誌, 8.2(1984), 126-132.
- (2) Ginsburgh: "The Static Charge Reducer", Journal of Colloid and Interface Science, vol 32, NO.3, March, 1970.
- (3) 靜電氣學會編: 靜電氣ハンドブック, P.101 (昭和)
- (4) G.Schon: Static Electrification Cor. 11, 138(1971)