복합절연재료 FRP의 코로나 대전과 전위감쇄특성에 관한 연구

The Study on Potential Characteristics and Corona Discharge of Composite Insulating Material

이 백 수*, 신 태 현**, 김 진 식#, 강 대 하##, 이 덕 출*
* 인하대학교, ** 유한전문대, # 국방과학연구소, ## 부산공업대학

B. S. Lee*, T. H. Shin**, J. S. Kim#, D. H. Kang##, D. C. Lee*
* Inha Univ., ** Yuhan Junior Col., # ADD, ## Pusan Tech. Col.

ABSTRACT

Charge decay, thermally stimulated current (TSC), charging and discharging currents(I) are measured for corona-charged composite insulating materials. In this study, We will make an experiment in charge decay on composite material surface, TSC, polarity effect and the others in order to analysis it's mechanism. Especially, Fiber glass Reinforced Plastics(FRP) is the best composite material which has been so far. Therefore, It's worthy of notice to investigate it's characteristic. And then some other materials will be focused on.

This experiment measured characteristic of charge decay, dependence of discharging-time, and other electrostatic characteristics on FRP.

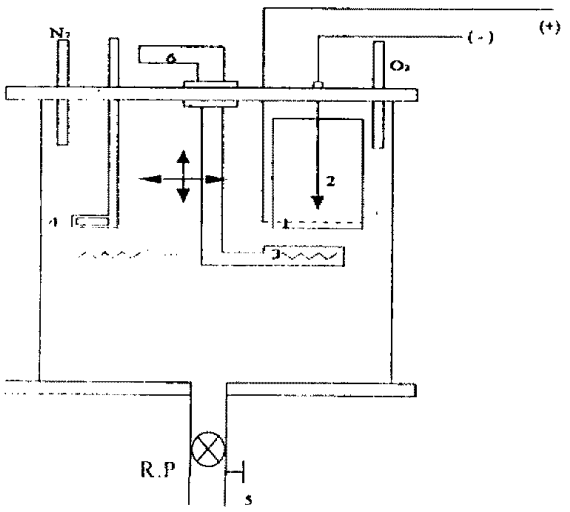
1. 서 론

복합재료는 여러가지 재료를 조합하여 필요한 방향에 요구되는 특성을 가지도록 설계하여 만든 재료이다. 따라서 이는 tailor-made 재료라고도 불리며 단일 재료로는 기대할 수 없는 여러 우수한 특성을 가지고 있다. 개개의 우수한 재료를 선택 조합하여 만들어진 복합재료는 종합기술의 결정이며, 재료혁명의 기수로 주목되고 있다[1].

복합재료는 좁은 의미로 섬유강화 복합재료를 기리키는 경우가 많은데, 그 대표적인 것이 FRP이다. 이의 특징은 첫째로 종래의 재료에 비해 비탄성율(탄성율을 밀도 또는 비중으로 나눈 값), 비강도(강도를 밀도 또는 비중으로 나눈 값)가 매우 크고, 두번째로 이방성 재료라는 것으로 필요한 방향에 필요한 특성을 부여할 수 있고, 세번째로는 단일재료에서는 생각할 수 없는 몇 가지의 기능을 동시에 가질 수 있는 재료라는 것으로 역학적 기능+전자기적 기능+열적 기능을 갖춘 우수한 극세다심의 초전도선을 만들 수 있다[2]. 따라서 이 재료는 이미 복합재료라는 일반 명칭으로 불리는 경우는 적고, 금속재료라도 스텐레스강, 초경합금등으로 불리는 것과 마찬가지로 고무자석, 전자파 shield재료, 내마모재료등으로 각각의 특성을 나타내는 고유명사로 불리어 지고 있다[3]. 본 실험에서는 FRP의 전기적 특성 즉 코로나 하전에 의한 표면 전위감쇄 특성과 시간특성 및 조건 변화에 의한 특성들을 조사하여 이들 특성을 구조적인 규명을 꾀하고자 했다.

2. 실 험

실험장치로 침전극은 일반 바늘을 사용했고, 침전극과 그리드전극 간격은 50[㎜], 그리드와 시료사이는 5[㎜]로 각각 설치하였으며, 시료받이 부분에 각각 상부에 냉각수를 회전시키고 하부에 heater를 설치하여 시간에 따른 온도변화와 급냉을 통해 전류의 변화를 측정할 수 있게 하였다. 또한 코로나 대전 후의 전위감쇄 변화를 알아보기 위해 좌측에 전위감쇄 측정 Probe를 삽입하여 대전 후 바로 회전하여 측정 가능하게 하였고, 상부에 버니어 캘리퍼스를 변형 부착하여 상하운동을 통한 거리조정으로 전계의 변화를 줄 수 있게 하였다. 진공의 정도는 가이슬러관을 연결하여 저진공 정도의 측정이 가능하며 상부에 N_2와 O_2가스를 주입하여 chamber내의 안정된 분위기를 유지하였다. 실험방법으로는 코로나 방전 chamber를 진공도 10^{-3}[Torr]정도로 한 후 N_2와 O_2를 용기로 부터 조절기을 통하여 4 : 1 비율로 방전부에 유입시켰다. 시료의 온도는 온도조절기를 사용하여 일정하게 유지시키고 스크린 그리드전압 V_g를 인가한 후 코로나 방전개시전압 V_c를 인가하여 시료 표면위에 기중 부분방전에 의해 전하를 대전시켰다. FRP는 일본 산업안전 연구소에서 제공받은 것이며 GF(glass filter)와 Polymer (epoxy)가 90°로 함유된 시료(vertical) 37[㎜ϕ]인 원형시료이고 두께 5.5[㎜]이다. 그리고 함유각도가 0° 인 것은 (Horizental) 31[㎜] ×35[㎜] , 두께 5[㎜]인 사각형 시료이다. GF 함유율은 중량 67[%]이나 체적은 50[%]이다. 시료표면을 오염시키기 위하여 200[gr]이온 교환수에 10[gr]의 Nacl을 용해시켰으며(용해시간: 2시간), 사용된 Silicon oil은 점도 20[CS]인 Toray Dow Corning silicon SH200 oil이다. 시료는 표면을 연마한 뒤 가정용 세제로 씻은 후 ion 교환수를 사용해 깨끗이 씻었다. 이 표면을 코로나 발생기로 대전시킨 후 표면전위 감쇄기(Toray Co.)로 감쇄특성을 관측하였다.



1. 그리드 전극
2. 침 전극
3. 히터외의 냉각수 순환
4. 전위감쇄Probe
5. Rotary Pump
6. T . C 전류측정선 및 냉각수 배출

그림 1. 실험장치의 개략도

Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus

3. 결과 및 고찰

일반적으로 절연물표면상에 대전된 전하는 시간의 경과와 더불어 소멸하며 그 경로는

㉠대기중의 방전이나 전하의 재결합에 의한 전하의 누설

㉡표면으로 흐르는 전하의 누설

㉢체적방향으로 전하의 누설등으로 크게 나눌 수 있으나 ㉠에 대한 것은 다른 것에 비하여 거의 무시될 수 있다는 家田[4]의 보고가 있고, ㉡에 대한 것도 연면방향의 확산이나 연면누설저항에 의한 영향이 크지 않은 값으로 ㉠과 ㉡에 의한 전하의 누설을 무시되고 있으며 주로 시료의 "체적" 이라는 경로를

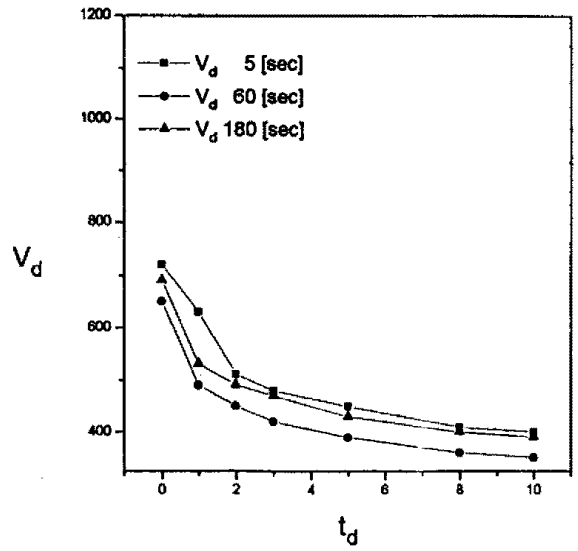


그림 2. V_c=-8[kV], V_g=-1[kV]일때의 전위감쇄특성

Fig. 2. The surface potential characteristics on V_c=-8[kV] and V_g=-1[kV]

통해서 소멸되는 것으로 간주할 수 있다.

FRP시료(V형)에 코로나 전압 V_c=-8[kV], 그리드 전압 V_g=-1[kV], 대전시간 t_c=5[sec], 1[min], 3[min]로 할 때의 전위 감쇄특성을 그림 2에 보인다.

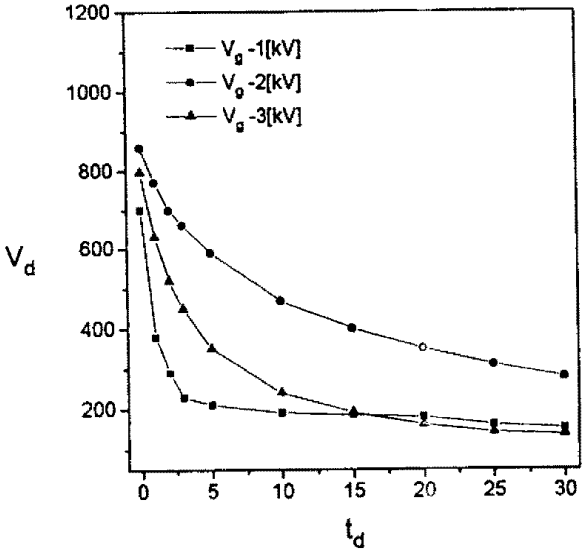


그림 3. V_c=-8[kV], V_g= -1,-2,-3[kV]로 그리드 전압을 변화시킨 경우의 표면전하감쇄 특성

Fig. 3. Relation between applied voltage(V_g) and surface potential characteristics on V_c=-8kV and V_g= -1,-2,-3kv

코로나 전압 V_c=-8[kV], 그리드 전압 V_g=-1, -2, -3[kV], 대전시간 t_c=1[min]으로 한 시료(V형)의 방전시간 t_d 의존성을 그림 3에 나타냈다.

그림에서 보는 바와 같이 V_g의 값이 높게 될수록 급격하게 감쇄하는 것을 알 수 있는데 이것은 家田[4]의 연구에 의해서 이미 보고된 바 있다.

시료(V형) 표면에 Silicon oil을 도포한 후 코로나 전압 V_c=-8[kV], 그리드 전압 V_g=-1[kV]로 하고 대전시간 t_c=5[sec], 1[min], 3[min]으로 한 시료의 감쇄특성을 그림 4에 도시하였다.

시료(V형) 표면에 Nacl 水를 도포한 후 건조시킨 다음 Silicon oil에서와 같은 방법으로 코로나 대전시킨 후 전위 감쇄특성(V_d)은 초기에 높은 전위를 보인 후 몇초 뒤 모두 Zero로 됨을 알았다. 그리고 Nacl 水를 도포한 후 Silicon oil을 도포한 다음 같은 실험과정으로 V_d를 측정한 결과 V_g=-1[kV] 인 경우 V_d가 150[V]에서 15[V], V_g=-2[kV]인 경우 300[V]에서 90[V]로, V_g=-3[kV]인 경우 850[V]에서 140[V]로 감쇄하는 것이 30[sec]정도 짧은 시간이었

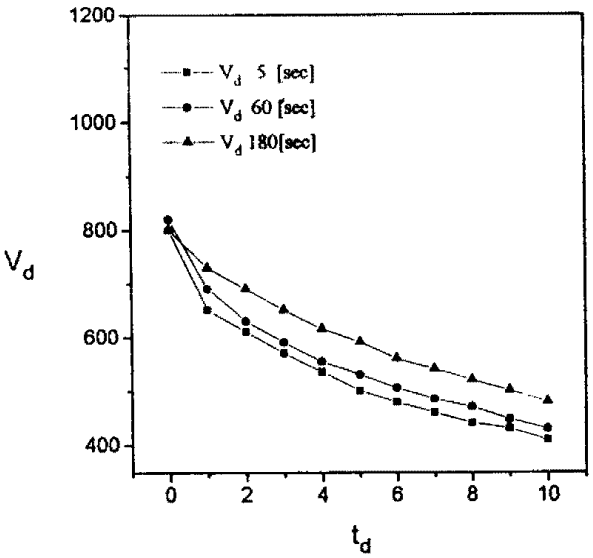


그림 4. Silicon oil을 도포한 시료의 감쇄특성

Fig. 4. Potential characteristics of coating sample with silicon oil

으나, Nacl 水만의 경우보다는 감쇄가 늦은 편이다. FRP시료(H형)에 대한 전위감쇄 특성은 분석 중에 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 자체 제작한 코로나 방전장치로 기증코로나 방전을 이용하여 복합절연재료인 FRP표면에 균일하게 대전시킨 후 표면전위감쇄 특성을 관측한 바 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

FRP시료에서 GF와 polymer의 혼입방식과 FRP표면의 오염상태에 따라 전위감쇄특성이 매우 다르다.

복합절연재료인 FRP의 표면전위감쇄 특성과 온도변화에 따른 특성, 시간 의존성에 따른 변화를 실험적으로 정리하여 그 해석에 접근하려 하였으나 표면전위 감쇄특성에는 여러가지 요인이 복잡하게 혼입되어 있어서 간단한 구조로써 특성 전반을 해석하는 것은 무리가 있을 것으로 생각[5]되므로 금후 엄밀한 이론식과 실험결과 관계를 정량적으로 검토해 나갈 계획이다.

본 논문은 1995년도 학술진흥재단 국제협력 연구과제의 지원에 의해 이루어졌으며 관계 당국에 감사드립니다.

참고문헌

[1] 崔政喆 朴翊昊, 複合材料, 半島出版社, 1990

[2] 酒谷芳秋, "FRP 成形加工技術의 將來動向", 日本複合材料學會誌, 11권 5호, pp.183, 1985

[3] 松田 滋, 先進複合材料, 플라스틱. 에이지社, pp.291, 1978

[4] 家田 et al, "高分子表面電荷の 減衰過程", Trans. I.E.E.J. 88. 957, 1968

[5] 이덕출 외 3인, "코로나 帶電된 폴리스로폰의 表面電位 減衰에 관한 實驗的 考察", 電氣學會誌, 1984