

건조공기/에폭시 복합절연물의 AC 파괴전압 분석

허 준, 이승수, 임기조, 정해은*, 강성화**
 충북대학교, LS 산전 전력연구소*, 충청대학교**

Analysis of AC Breakdown Voltage of Composite Insulation for Dry-Air/Epoxy

Jun Heo, Seung-Su, Kee-Joe Lim, Hae-Eun Jung*, Seong-Hwa Kang**
 ChungBuk Univ., LS Industrial Systems Electrotechnology R&D Center*, ChungChung Univ.**

Abstract: The purpose of this paper is to analyze AC Breakdown of solid/air composite insulation depending on the thickness and the pressure of dry air for eco-friendly insulation.

SF6 gas has been widely used in electric equipment as gas insulation because of high dielectric strength and arc extinguishing performance. However, because SF6 gas is one of the green house effect gases, alternative insulation such as SF6 mixture, extremely low temperature gas, vacuum, liquid and solid insulating are being investigated.

Key Words : dry-air/epoxy, eco-friendly insulation, AC breakdown voltage

1. 서론

고전압 가스절연스위치기어(GIS)의 절연 및 소호 매체로 이용되는 SF₆가스는 그 절연내력과 고온에서의 열적 특성이 우수하여 GIS의 소형화와 경제적 비용을 낮추는데 크게 기여하였으며, 1966년 프랑스 EDF사의 변전소에서 최초 사용된 이후, 전 세계에서 널리 사용 중에 있다. 대기압의 SF₆가스는 공기에 비하여 약 3배의 절연내력을 가지고, 압력이 증가하면 절연내력도 증가한다. 또한 무독성, 불연성 및 우수한 아크 소호특성을 가지고 있다는 장점이 있지만, 온실가스로 지목되고 있는 치명적인 문제점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 대체절연방식 중 한 가지로서 친환경 절연매질을 이용한 복합절연물 구성을 이용한 연구를 진행하였으며, 복합 절연매질인 기체의 압력과 고체의 두께 변화에 따른 AC 파괴전압 분석을 하고자 하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

AC 파괴전압 측정을 위한 실험장치는 Fig. 1과 같이 AC 내전압시험기, 진공 및 가압이 가능한 chamber, 각종 센서(온도, 습도, 압력), vacuum pump, 건조공기로 구성되어있다. 불꽃방전 시 발생하는 아크에 대한 보호책으로 각 장비 및 컨트롤러의 외함은 접지를 하였다.

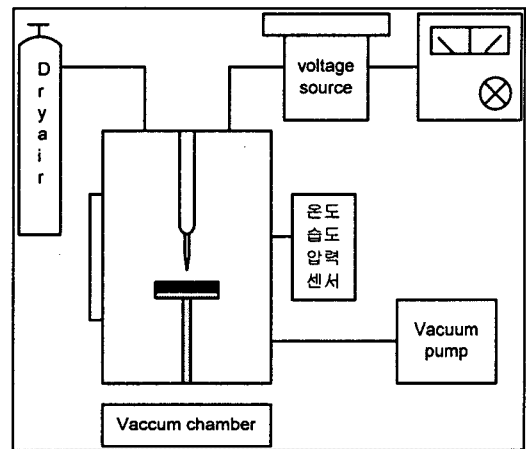


Fig.1. Experiment set-up

2.2 실험재료

Table 1. Property of dry air

dry air ingredient	data
O ₂	20.5%
N ₂	balance
THC(total hydro carbon)	0.02PPM

실험에 사용된 에폭시 수지는 비스페놀 A형으로서 BPA (bisphenol A)와 ECH (epichlorohydrine), 2-bis(p-hydroxyphenol) propane으로 구성되어 있으며 경화제로 사용된 polyamide와의 반응에 의하여 경화된다.

2.3 실험방법

본 논문에서 진행한 실험은 구대구전극과 침대평판 전극에서 각각 시행하였다. 건조공기의 압력은 0.1 ~ 0.6 MPa의 범위에서 0.1 MPa 단위로 변화하였으며 구대구 전극의

경우 극간거리를 1mm로 고정하였고 최대평판의 경우 2~5mm의 범위에서 1mm 단위로 변화를 주어 실험하였다. 각 실험 단계별로 10회씩 파괴전압을 측정하여 기록하였으며 한번 불꽃방전이 발생한 이후 1분의 시간이 경과한 후에 다음 실험을 진행하였다. 전압은 0.5kV/sec의 속도로 상승시키며 실험하였다.

3. 결과 및 고찰

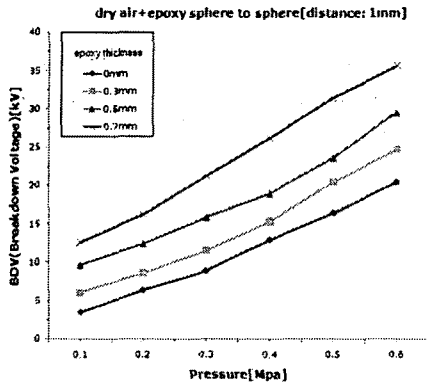


Fig. 2. AC breakdown voltage of composite insulation under uniform electric field

에폭시를 도포하였을 경우, 도포하지 않았을 경우와 비교하여 전체적으로 압력에 따라 증가하는 비슷한 모습을 보였다.

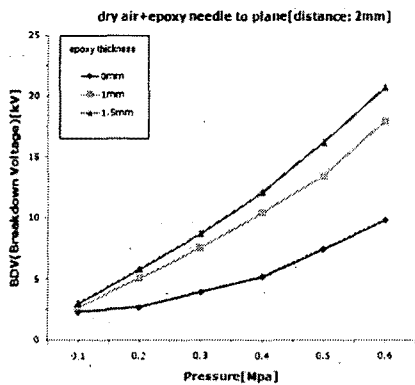


Fig. 3. AC breakdown voltage of composite insulation under non-uniform electric field (distance: 2mm)

복합절연물을 구성하였을 경우와 구성하지 않았을 경우 모두 압력이 증가함에 따라 선형적으로 AC 파괴전압이 증가함을 보였다. 복합절연물을 구성하였을 경우, 압력에 따른 파괴전압 증가율이 커지는 양상을 보였지만 고체절연물의 두께가 증가할수록 압력에 따른 파괴전압 증가율은 거의 보이지 않았고, 미세한 파괴전압 증가의 결과를 보였다.

4. 결론

최대전계가 분포하는 지점의 전계완화를 위하여 도체에 에폭시를 도포하여 복합절연을 구성하였다. 평등전계 내에서, 에폭시의 두께가 증가할수록 일정한 비율로 파괴전압이 증가하였다. 이는 에폭시에 도포에 의해 에폭시 표면과 건조공기 사이에 분포하는 최대전계는 감소하게 되며, 두께 증가에 따라 감소되는 전계의 크기는 커지기 때문이다. 하지만 두께 증가량에 비해 파괴전압의 상승 정도가 크지 않으므로, 적절한 두께의 산출이 필요할 것으로 사료된다. 불평등전계 내에서, 불평등 정도가 클수록 에폭시 도포에 의한 전계완화 효과가 크게 나타났고, 압력이 증가할수록 파괴전압 상승률이 증가하였다. 이는 전계집중 부위의 불평등 정도가 완화될수록 압력에 따른 파괴전압이 상승하게 되는데 이는 에폭시 도포에 의하여 전계의 집중 정도가 완화되기 때문이며 고압 및 전계집중정도가 큰 부위에서 파괴전압 상승효과가 클 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] Hoshina. Y, et al.(2006), "Lightning impulse breakdown characteristics of SF6 alternative gases for gas-insulated switchgear", IEE Proc-Sci. Meas. Technol.153(1)
- [2] Hammons. T. J(2004), "Greenhouse gas emissions from power generation in Europe" Universities Power Engineering Conference, UPEC 2004, 2, 837-844.
- [3] Shioiri. T, J. Sato, et al.(2003), "Insulation technology for medium voltage solid insulated switchgear", 2003 Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, IEEE, 341-344.
- [4] Mizuno. T(2002), "The Electrical Performance of Air or Nitrogen Gas with Solid Insulation and the Application for Switch Gear" IEEE/PES transmission and distribution Conference: Asia Pacific, 1797-1801.