

침전극 가공상태에 따른 혼합가스의 절연특성에 관한 실험

고연성, 여동구, 서호준*, 이동희**
수원대학교 전기공학과

Experiment on the Polish Condition of Needle Electrode on the Insulation Properties of Gas Mixtures

Yeon-Seong Go, Dong-Goo Yeo, Ho-Joon Seo and Dong-Hee Lee**
Suwon Univ.

Abstract: AC spark discharge voltage of SF₆/CO₂ and SF₆/N₂ containing various mixed rate in volume percent (1, 5 and 10%) of SF₆ in non-uniform fields are investigated. The needle to plane electrode gap spacing was 5 and 10 mm, and the gas pressure was varied within the range of 0.1~0.7 MPa. We have observed a N-characteristic typical for the electronegative gases even in gas mixtures of 1% SF₆ with CO₂ and N₂ as buffer gases. Especially, the materials of the needle electrode affect the insulation properties of the gas mixtures drastically. On the contrary to the case of needle electrodes made by mild steel or high carbon steel, the N-characteristics are hardly perceived in the case of stainless steel needle in this experiment.

Key Words : SF₆/buffer gas mixture, non-uniform field, insulation property, corona stabilization

1. 서 론

지난 20년 동안 절연, 소호 및 전류차단을 위해 고압 질소 및 SF₆/N₂ 혼합가스의 사용이 꾸준히 제안되어 왔으며[1-4], 더욱이 최근에는 가스절연송전선용으로 고압질소가 심각하게 고려되고 있다[4]. SF₆/N₂ 혼합 가스는 과거로부터 현재에 이르기까지, 차단기에서 사용하는 압력 조건하에서 SF₆가 응축되어 그 전류차단 성능이 저하되는 가혹한 기후조건(T<-40℃)에서 사용되어져 오고 있다. 그와 같은 용도에 있어서는 SF₆ 50%를 포함한 SF₆/N₂ 혼합가스가 유효한 전류차단 매질로 알려져 있다[5,6]. SF₆/N₂ 외에도 SF₆/CF₄나 SF₆/He를 포함한 여타 혼합가스가 이용되고 있다[6,7]. 특히 실용 전력기기의 경우 금속이물질 등의 혼입에 의해 기기 내에서 불평등전계가 형성되어 부분방전을 거쳐 절연파괴에 이르는 가능성이 있으므로 본 연구에서는 불평등전계 하에서 혼합가스의 절연특성이 침전극 재질에 의해 영향을 받는 효과에 대해 실험적으로 조사하였다. 본 연구에서는 순 SF₆, N₂, CO₂ 및 인조공기 및 이들이 혼합된 2종 혼합가스에 대해 가스압력 0.7MPa 이하에서 상용교류 전압을 인가하여 실험에 의해 그 절연특성을 조사하였다.

2. 실험

2.1 실험장치 및 실험방법

압력용기는 스테인레스제로 직경 20cm, 높이 30cm의 원통형상으로 되어 있고, 외벽 측에는 방압弁(放壓弁)이 설치되어 있다. 방압弁에 의해 압력용기 내부를 0.7MPa 까지 가압할 수 있다. 불평등전계 하의 절연파괴특성을 검토하기 위해 압력용기 내 중앙부에 고전압 도체상의 금속 이물질을 모의한 침-평판 전극을 설치하였다. 침전극은 주철로 하였으며 곡률반경 500μm 이다. 또한 전극간 간격은 1~10mm 로 가변시킬 수 있도록 구성하였으며, 본 실험

에서는 10 mm로 고정하여 실험에 임하였다. 고전압은 부싱을 매개로 하여 압력용기 내의 전극계(침-평판전극)에 인가된다.

가스를 압력용기에 봉입할 때에는, 우선, 용기 내부를 진공펌프로 10-1torr 정도까지 배기시켰다. 그 후 시험용기 중을 SF₆ 및 혼합용 가스로 목표 압력까지 충전시키고 가스압력 및 혼합비를 변화시켜 측정치를 측정하였다. 혼합비의 조정은 모두 압력비로 환산하여 조정하였다.

시험가스는 SF₆, CO₂, N₂, 공기, 및 SF₆/N₂ 혼합가스와 N₂/Air 혼합가스 등으로 하였다. 이와 같은 혼합가스의 혼합도를 확보하기 위하여 가스 봉입 후 24시간 동안 방치하여 자연확산에 의해 충분히 가스들이 혼합될 수 있도록 하였다.

2.2 전기적특성 측정

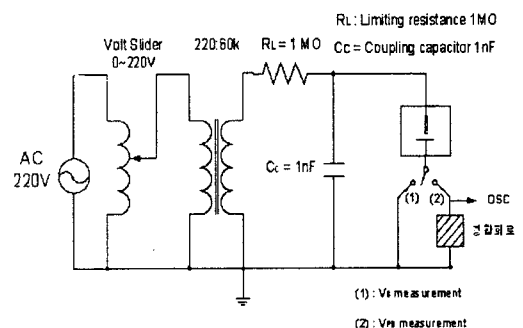


그림 1. 고전압 시험회로

그림 1은 교류전압 인가회로를 나타내고 있다. 교류 100V를 슬라이더를 통해 시험용변압기의 1차측에 입력하고, 승압된 2차측 출력을 제한저항 RL(1MΩ)을 통해 결합 커패시터 CC(333pC) 및 공시물에 인가한다. 제한저항은 절연파괴시에 대전류가 변압기로 유입되는 것을 막기 위한

것이고 결합컨덴서는 고주파부분방전을 검출하기 위해 설치하였다.

교류절연파괴시험의 경우 절연파괴 측정 시에는 공시물의 저전압측 즉 평판전극을 직접 접지시키고, 부분방전 측정 시에는 공시물의 저전압측을 임피던스 정합회로를 통해 접지시킨 후 공시물에 전압을 인가하여 임피던스 정합회로 내의 검출저항에 의해 부분방전신호를 검출하여 PD검출기로 측정하였다.

교류절연파괴 시험 시에는 초기에 교류전압을 1분간 인가한 후 다음 1분간은 이전 전압치보다 2kV 승압시킨 전압을 인가한다. 이를 절연파괴가 일어날 때까지 반복하여 시험하였다.

3. 결과 및 고찰

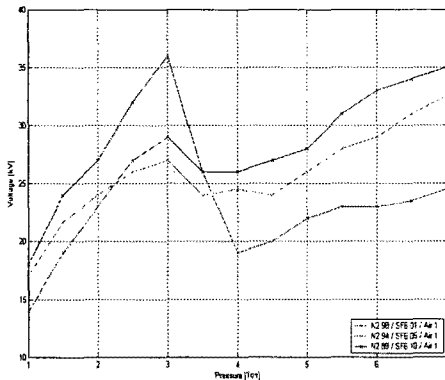


그림 2. 연마공정 전 주철제 침전극에 의한 SF6/N2 혼합가스의 성락특성

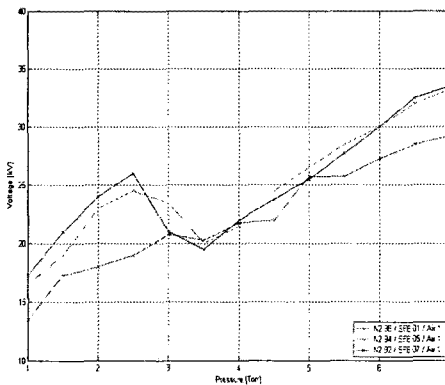


그림 3. 연마공정 후 주철제 침전극에 의한 SF6/N2 혼합가스의 성락특성

그림 2-그림3에는 N2 를 완충가스로 하여 SF6를 체적 비로 1%에서 10% 범위까지 변화시킨 혼합가스의 경우 주철제 침전극에서의 성락전압특성을 나타내었다. 그림에서와 같이 침전극을 가공공정을 거치기 전과 후로 나누어서 실험을 한 결과, 가공 전에는 0.25MPa 부근의 기압에서 성락전압의 극대치가 나타남을 알 수 있다. 또한 가공 공정 후에는 0.3 MPa 부근의 기압에서 성락전압의 극대치가 나타나며 성락전압의 크기가 상대적으로 감소함을 알 수 있다..

4. 결론

본 연구에서는 불평등전계 하 혼합가스의 절연특성에 미치는 침전극 재료의 효과를 실험적으로 조사해 보았다. 본 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

주철 재질로 제작된 침전극의 경우 동일한 실험 조건 하에서 기본적으로 유사한 N-특성을 나타내었다. 그러나 침전극을 연마공정 전과 연마공정 후를 비교하여 실험한 결과 연마공정 후 침전극의 경우 성락 전압의 극대치가 보다 낮은 기압에서 발생하였다. 한편 스테인레스 강으로 제작된 침전극의 경우 동일한 실험 조건에서 N-특성이 거의 나타나지 않았으며 이는 SF6 계 혼합가스의 일반적인 절연파괴특성과 상당히 상이한 결과로서 향후 이에 대한 보다 면밀한 실험이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] L.G.Christophorou(ed.), Gaseous Dielectrics, Volumes I-V, Pergamon Press, New York, respectively, 1978, 1980, 1982, 1984, 1987; Volumes VI and VII, Plenum press, New York, respectively, 1990 and 1994.
- [2] Electric Power Research Institute : Gases Superior to SF6 for Insulation and Interruption : Report EPRI EL-2620, September, 1982.
- [3] S.A.Boggs, F.Y.Chu, and N.Fujimoto(eds), Gas- Insulated substations, Pergamon Press, New York, 1986.
- [4] L.G.Christophorou, R.J.Van Brunt, "SF6/N2 Mixtures, Basic and HV Insulation Properties", IEEE Trans. Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 2, pp.952-1003, 1995.
- [5] A.Lee, L.S. Frost, "Interruption Capability of Gases and Gas Mixtures in a Puffer-Type Interrupter" : IEEE Trans. Plasma Science, Vol. Ps-8, pp.362-367, 1980.
- [6] B.Chervy, H.Riad, A.Gleizes, and J.J. Gonzalez, Interruption Capability of SF6-CF4 and SF6/C2F6 Mixtures", Eleventh Intern. Conf. Gas Discharges and Their Applications, pp.I-334-I-337, Chuo University, Tokyo, Japan, 1995.
- [7] A. Gleizes, I. Sakalis, M. Razafinimanana, S. Vacquie, "Decay of Wall Stabilized Arcs SF6/N2 in Mixtures," J. Appl. phys., Vol. 61, pp.510-518, 1987
- [8] Pinnaduwege LA, Christophorou LG, "A Possible New Mechanism Involved in Non-Uniform Field Breakdown in Gaseous Dielectrics" In: Gaseous Dielectrics VII, Plenum Press, NY, pp.123-130, 1994
- [9] Christophorou LG, Van Brunt RJ, and Olthoff J, Electron Attachment to Excited Molecules. In: Proceedings of 11th International Conference on Gas Discharges and Their Applications, Tokyo, Japan, September 10-15, 1995