

UHF법에 의한 GIS내 부분방전시 방사되는 방사전자파 특성

이 현철*, 박 광서, 윤 대희, 이 상훈, 김 기재, 이 광식
 영남대학교 전자정보공학부

Characteristics of Radiated Electromagnetic Wave With Partial Discharge Progress in the GIS by UHF method

H C. LEE *, K S. PARK , D H. YOON , S H. LEE , K C. KIM , K S. LEE
 Yeungnam University

Abstract - 현장에서 많이 사용되고 있는 GIS에 결함이 발생하면 치명적인 사고로 진전될 수가 있다. 본 논문은 모의 GIS내 도전성 파티클 존재시 발생하는 부분방전 신호를 절연 진단 방법중 하나인 UHF법을 이용해 부분방전시 방사되는 방사전자파의 스펙트럼을 분석해 부분방전 진전과정을 판단하였다. 이러한 연구는 현장 GIS 및 SF₆ 가스절연 전력설비의 전기적 신뢰성 확보를 위해 UHF 법을 이용한 절연진단 시스템 개발에 중요한 역할을 할 것으로 사료된다.

1. 서 론

현재 부지의 효율적 사용 및 환경조화를 위해 설비의 축소화, 밀폐화가 불가피하므로 가스절연방식의 간소한 초고압·대용량 전력기기의 사용이 확대되고 있다. 절연성능이 우수하고 안전한 SF₆가스를 절연체로 하는 가스절연개폐장치(GIS)는 40년 전부터 상업화가 시작된 이래 22kV급에서 765kV급까지 광범위하게 사용되고 있다. GIS의 경우 전기적 사고가 발생하면 현재 국내에서는 단순히 기기 모듈 전체를 교환하고 있는 실정으로 사고발생 시 파급효과도 크다.

GIS설비는 밀폐형이므로 한번 설치되면 내부 보수가 어렵고 비용도 많이 든다. 특히 고전압상태에서 운전되므로 제작과정에서의 미세한 구조적 결함이나 운전 중 발생한 결함 및 이물질의 영향으로 인해 기기의 오동작이나 절연파괴로 확대될 가능성이 높다. 그러므로 절연 파괴의 전구 현상인 부분방전을 검출하여 설비의 이상 여부를 판단하는 절연진단 기술은 대단히 중요하다.

본 논문에서는 SF₆ 가스를 이용한 GIS에서 조립시 생길 수 있는 파티클에 의한 전기적 이상을 모의하였으며 방전진전 과정에 따라 측정된 방사전자파의 스펙트럼과 신호분석을 통해 이용하여 방전진전 과정을 판단하였다.

2. 실험장치 및 방법.

그림 2.1 SF₆ 가스중 실제 GIS의 전기적 사고 발생의 원인 GIS 내부에 도전성 파티클 존재시 부분방전의 발생과 방전진전에 따른 방사전자파를 측정하기 위해 설계 제작한 실험용 모의 GIS의 개략도이다. 내부 압력은 4기압을 유지하였다. 모의 GIS의 한쪽부분은 내부 방전의 현상 관측을 용이하게 하기 위해 투명 아크릴을 이용하여 제작하였고 다른 한쪽 부분은 방사전자파의 투과가 다른 절연물에 비하여 감쇄가 적은 테프론을 이용하였다. 그림 2.2는 모의 GIS 내부의 바닥면에 금속 파티클을 모의한 개략도이다. 금속 파티클의 크기는 약 2*2*2 [mm]이고 원통전극과 바닥면과의 거리는 15[mm]이다. 금속 파티클이 방전진전에 따라 원통형 전극을 벗어나지 않도록 하기 위해 원통형 전극의 양면에 투명 아크릴을 스페이서로 사용하였다.

전압원은 교류 고전압(Input : AC 200V 60Hz, Output: AC 50kV 60mA)을 사용하였으며 부분방전의 발생에서 절연 파괴까지 단계별로 방전진전에 따라 방사되는 전자파를 EMI, EMC 측정용인 BiConiLog 안테나(EMCO model 3142) 및 스펙트럼 분석기 (Advantest - R3131A)를 이용하여 측정 하였다. 스펙트럼 아날라이저로 측정된 데이터는 500개이고 데이터 취득 방법은 신호의 정의 값을 sweep time 1초 동안 20회 측정된 평균값을 취득하였다.

각 인가전압 별로 측정된 방사전자파 데이터에서 배경잡음을 뺀 데이터로 30~300[MHz]경우 배경잡음보다 전계강도가 2, 5, 10, 15, 20, 25[dB#/m]이상, 300~1000[MHz] 대역에서는 방송 대역을 제외하고 1[dB#/m]보다 큰 데이터의 검출 등으로 방전 진전단계를 판단하였다

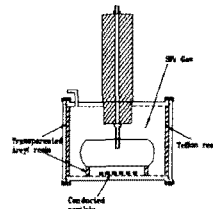


그림 2.1 모의 GIS 개략도.

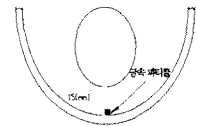


그림 2.2 금속 파티클 존재 모의.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 3.1 (a), (b)는 주변 배경잡음. 30~300[MHz]와 300~1000[MHz] 대역으로 나누어 측정된 이유는 부분방전의 발생과 절연파괴 직전까지 방사전자파를 30~2000[MHz]의 전 대역에서 전계강도를 검토한 결과 1000[MHz] 이하의 대역에서 방전진전에 따른 방사전자파의 방전신호가 주로 검출되었다. 표시한 부분에 라디오와 TV 방송주파수 대역의 신호가 잘 나타나고 있다.

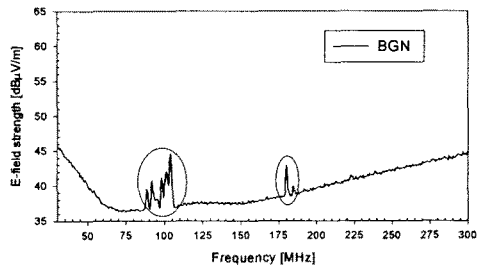


그림 3.1.(a) Background noise(30~300[MHz]).

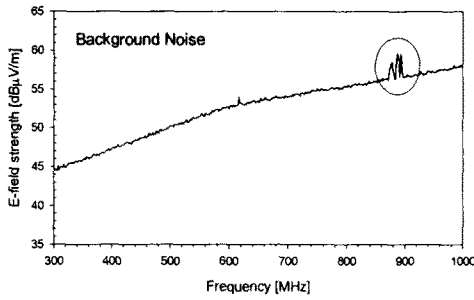


그림 3.1 (b) 배경잡음(300~1000[MHz])

그림 3.2, 3.3은 17, 23[kV] 인가시 방사전자파의 스펙트럼 분포이다. 인가전압 17[kV]부터 최초의 부분방전 신호라고 판단되는 65[MHz] 부근에서 5[dB] 이상 전계강도가 증가한 데이터가 검출되었으며 모의 GIS 내부를 관측한 결과 금속 파티클의 움직임은 거의 없었다.

인가전압 23[kV]일 때는 65[MHz] 부근에서 10[dB]이상 전계강도가 증가한 데이터가 검출되고 32[MHz], 45[MHz], 152[MHz] 부근에서 2[dB] 이상 증가한 데이터의 검출이 시작되었다. 파티클은 미세하게 움직이기 시작 하였다.

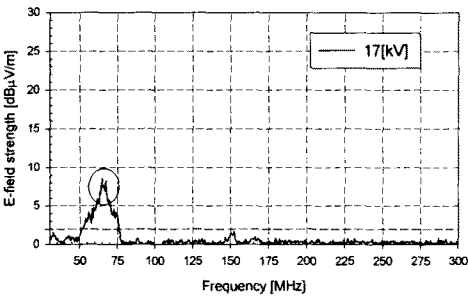


그림3.2 17[kv]인가시 측정된 방사전자파.

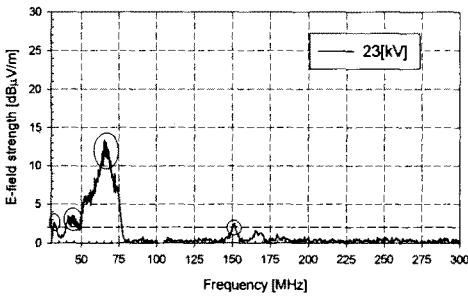


그림 3.3 23[kv]인가시 측정된 방사전자파.

그림 3.4는 29[kV]인가시의 방사전자파의 스펙트럼 분포이다. 65[MHz] 부근에 전계강도 10~15[dB] 증가와 32, 45, 152, 167[MHz] 부근에서 전계강도 2[dB] 이상 증가한 데이터의 검출되었고, 252[MHz] 부근에서 전계강도 2[dB] 이상 증가한 데이터가 검출되기 시작하였다. 300[MHz]-1000[MHz] 대역에서는 방전신호라고 판단되는 데이터는 검출되지 않았다. 하지만 파티클의 움직임은 더욱 활발하고 그 진동 높이의 폭이 증가하였다.

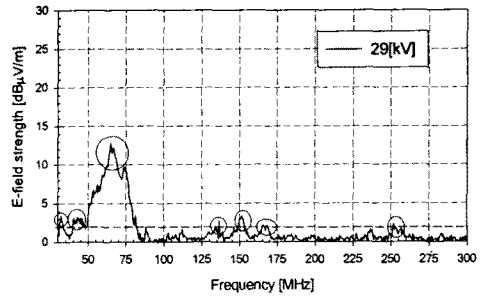


그림 3.4 29[kv]인가시 측정된 방사전자파.

그림 3.5, 3.6은 32, 35[kV] 인가시 방사전자파의 스펙트럼 분포이다. 32[kV]부터 30~300[MHz] 전 대역에서 전계강도가 2[dB] 이상 증가하였다. 65[MHz] 부근에서 전계강도 20[dB]이상 증가한 데이터가 검출되고 32, 45[MHz] 부근에서 5[dB]-10[dB] 증가, 135, 152, 167[MHz] 부근에서 10[dB] 이상, 220-260[MHz] 부근에서 전계강도 5[dB] 이상 증가한 데이터가 검출되었다. 그러나 300-1000[MHz] 대역에서는 방전진전 데이터 신호의 검출이 어려웠다. 파티클은 활발히 상하진동을 하였다. 인가전압 35[kV]인 경우 32[kV]때 보다 100-300[MHz] 대역에서의 전계 강도가 약간 감소하나 300, 360, 380[MHz] 부근에 1~2[dB], 430[MHz] 부근에 2~3[dB] 증가한 데이터가 검출되었다.

300-1000[MHz] 대역에서 본 논문에서 판단하는 방전 신호의 검출이 시작되었다. 내부의 금속 파티클은 상하 진동이 심하여 서로 사다리 형태를 이루려고 하고 원통형 전극에 부착되는 것이 관찰되었다.

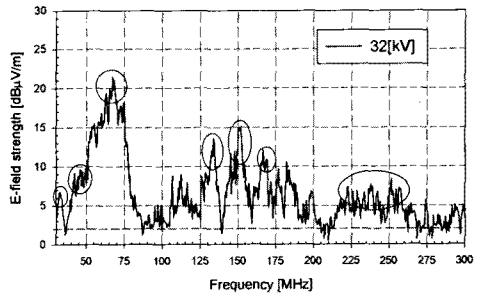


그림 3.5 32[kv]인가시 측정된 방사전자파.

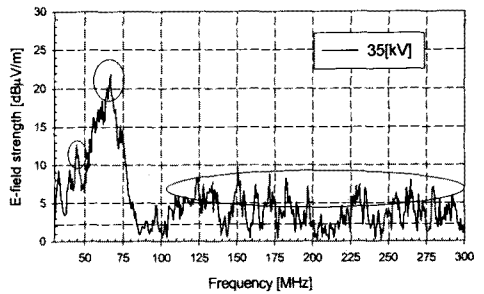


그림 3.6(a) 35[kv]인가시 측정된 방사전자파.

