

GIS가스 챔버내의 파티클에 의한 신호 분석

Analysis of Signal by particles in GIS Chamber

조국희*, 이강수*, 이재길*, 조용우*,곽희로*,
한국전기연구소, 송실대학교*

Kook-Hee Cho*, Kang-Soo Lee*, Jae-Gul Lee*, Yong-Woo Cho*, Hee-Ro Kwak*,
KERI, Soongsil Univ.*

Abstract - In this paper, the vibration & ultrasonic signals, due to the collisions of particles in coaxial electrodes are analyzed and discribed. These signals were detected and measured using ultrasonic and vibration sensors attached on the GIS enclosure. The relationship between the magnitude of the measured signal and the diameter and length of the particle was analyzed.

1. 서론

가스절연 개폐장치(Gas Insulated Switchgear : GIS)는 모선, 차단기, 단로기, 접지장치 등을 조합하여 설치한 설비로서, 높은 절연내력을 가지는 SF₆ 가스가 급속용기에 밀폐된 콤팩트하고 안전한 고신뢰성 기기이다. GIS는 통상의 운전상태에서는 부분방전이 발생하지 않도록 충분한 전계강도로 설계되어 있다. 그러나 GIS는 운반, 현장조립 및 점검 등에 의하여 도체에의 돌기, 스페이스의 크랙 및 파티클 등이 발생할 수 있으며, 이러한 결함에 의한 부분방전은 GIS의 높은 전계강도에 의하여 용이하게 절연파괴에 도달할 가능성이 있다. GIS는 내부사고 발생시 사고부분의 추정이나 복구작업이 어려우므로 GIS의 사고를 예방하고, 변전소 무인화를 뒷받침하기 위해서는 GIS에서 파티클에 의해 발생하는 이상의 징후를 초기단계에서 찾아 내는 예방진단 기술이 중요하다.

GIS의 설치 및 정기점검시에 GIS의 내부에 파티클이 혼입될 수 있다. GIS의 내부에 파티클이 존재할 경우, 파티클이 외함에 충돌하여 발생하는 특정 주파수의 초음파나 진동을 측정하는 기법은 GIS 내부에서 파티클이 운전 중 열화에 의하여 발생할 가능성이 적으므로, 최근에 관심이 집중되고 있는 상시감시장치보다는 정기점검시에 이용할 수 있도록 하는 것이 바람직하며, 점검시의 짧은 시간동안에 최대한의 정보를 추출하기 위해서는 초음파 및 진동신호의 파형 및 주파수를 분석하는 것이 보다 중요할 것이다

따라서 본 논문에서는 GIS 내부의 파티클을 측정하기 위한 예방진단 기법에의 적용을 연구검토하기 위하여 파티클의 반동운동시 발생하는 초음파 신호 및 진동신호를 측정, 분석 하였다. 동축원동 전극을 이용하여 초음파 센서 및 진동 가속도센서로 고유 잡음신호(back ground noise), 파티클의 반동운동 및 드립시의 신호를 측정하였다. 또한 파티클의 지름과 길이에 따른 진동신호 및 초음파신호의 RMS 전압의 크기를 측정하여 GIS 내에 파티클의 존재여부 및 크기구별의 가능성을 검토하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 논문의 실험장치는 고전압 발생장치, 실험용 모의 GIS챔버, 초음파 센서 및 진동 가속도 센서, 전치증폭기 및 오실로스코프로 구성하였다.

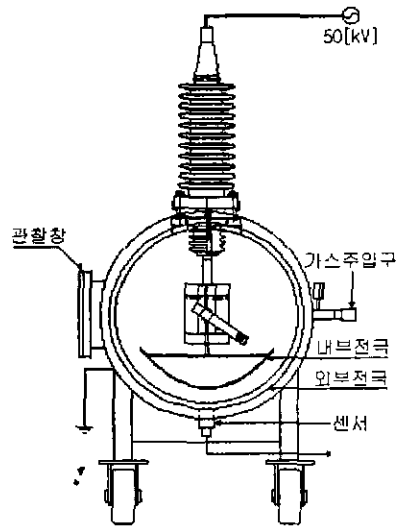


그림 1. 모의 GIS챔버의 개략도

고전압 발생장치는 AC 50[kV]까지 인가할 수 있으며, 전압인가선은 부분방전이 발생하지 않도록 동판을 사용하였다. 그림 1은 실험에 사용한 모의 GIS 챔버의 개략도이다. 모의 GIS 챔버는 동축 원통구조로서 내부원통은 고전압을 인가할 수 있도록 부싱을 통하여 연결하였으며, 외부원통은 접지하였다. 외부원통의 반경은 200[mm], 길이는 900[mm]이며, 내부원통의 반경은 150[mm], 길이는 300[mm]이다. 외부원통에는 파티클의 거동상태를 관찰할 수 있도록 관찰창을 설치하였다. 모의 GIS 챔버에서 파티클에 의해 절연이 파괴되지 않고 파티클이 자유롭게 반동운동을 할 수 있도록 2기압의 질소가스에서 실험하였다. 시험은 선형구리 파티클을 지름(0.45, 0.26, 0.15, 0.1), 길이 2[mm]단위로 2~20[mm]까지; 변화시키면서, 높이는 10[mm]에서 떨어뜨릴 때 파티클의 크기와 측정 신호와의 상관관계를 분석하였다. 초음파 센서 및 진동 가속도 센서는 파티클이 중량에 의해 원통의 하부에 모이게 되므로 외부원통의 하부에 부착하였으며, GIS 외관에서 측정되는 신호의 레벨은 수십 μ V 정도이기 때문에 60dB의 이득을 갖는 전치증폭기를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 2에는 실험에서의 외부잡음(background noise)을 초음파 센서로 측정된 것으로 약 10[mV]의 크기를 나타내었다

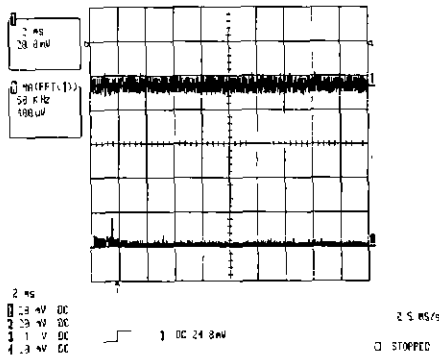


그림 3 모의 GIS 챔버에서의 초음파에 의한 잡음신호

이것은 실험장치의 설치환경과 초음파 센서의 부착상태, 전치증폭기와 신호분석장치 및 전원에 포함된 잡음에 의한 것으로 판단된다.

그림 3은 모의 GIS 챔버내에 전원 인가시 파티클의 반동운동에 의한 초음파 및 진동신호 파형이다. 이 때의 전극간 거리는 15[mm], 질소 가스의 압력은 2[bar]이고 파티클은 직경 0.15 [mm], 길이 3[mm]의 선형 구리를 사용하였다. 이때 파티클은 약 7[kV]에서 부상하였다. 1번 파형은 진동 가속도 센서의 파형이고, 2번 파형은 초음파 센서의 파형이다.

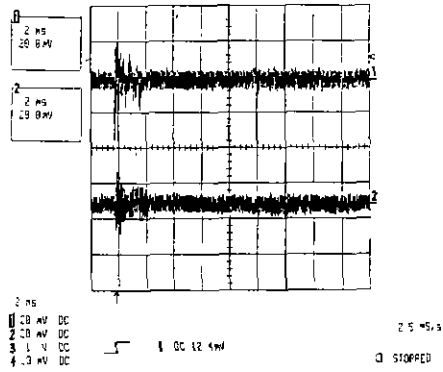


그림 3. 모의 GIS 챔버내에서 파티클의 반동운동 파형

그림에서와 같이 실제 전압이 인가된 GIS내에서 파티클의 반동에 의한 진동 및 초음파 신호파형은 외부잡음과 구별이 가능함을 확인했다. 파티클의 움직임은 파티클에 작용하는 힘과 파티클의 형태, 크기 및 인가전압 파형에 따라 변화한다. 진동센서 파형은 외부잡음보다 약 3배 정도의 파형이 발생했고, 초음파 센서의 파형은 약 1.5 배 정도였으며, 진동센서에 의한 측정값이 초음파 센서의 파형보다 크게 나타났다. 파티클의 크기와 측정 신호와의 상관관계를 분석하기 위해 대기중에서 파티클의 드롭시험을 실시하였다.

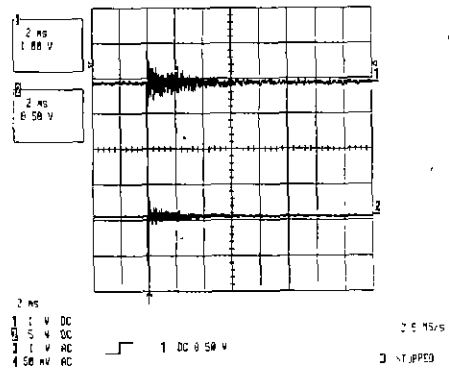


그림 4 모의 GIS내에서의 파티클 드롭시험 신호파형

그림 4는 파티클 드롭시험시의 진동 가속도 센서와 초음파 센서의 파형을 나타내었다. 이는 전극에서부터 10[mm]높이에서 직경 0.45[mm], 길이 4[mm]의 구리 파티클로 드롭시험한 결과이다. 그림에 보인 바와같이 진동신호의 크기는 약 3[V], 초음파신호의 크기는 1.5[V]로 진동신호의 크기가 약 1.5배 정도로 나타났다. 파티클의 드롭시 외부잡음보다 큰 충격파가 발생하였다.

파티클의 크기에 따른 신호파형의 진폭크기를 비교하기

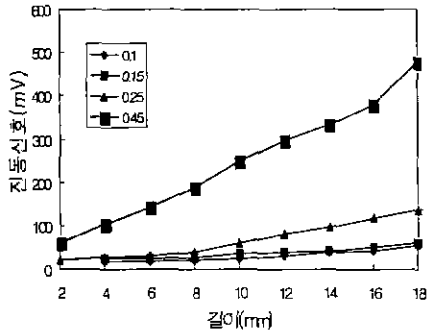


그림 5. 드롭시험시 파티클의 직경에 따른 길이별 진동신호의 RMS값

위해 직경이 0.1, 0.15, 0.25, 0.45[μm]인 구리를 길이 2 ~ 20[mm]까지 2[mm]간격으로 드롭시험을 실시하였다. 그림 5는 파티클을 직경별로 2[mm]씩 20[mm]까지 길이를 변화시키면서 측정한 파티클의 길이에 대한 진동가속도 센서로 측정된 RMS값을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 파티클의 길이가 짝어짐에 따라 측정되는 진동신호의 RMS값도 선형적으로 증가하였다. 그림 6은 초음파 센서로 측정된 초음파 신호의 RMS값을 나타내었다. 길이의 증가에 따른 초음파 신호의 RMS값도 진동신호와 같은 증가 경향을 보였다.

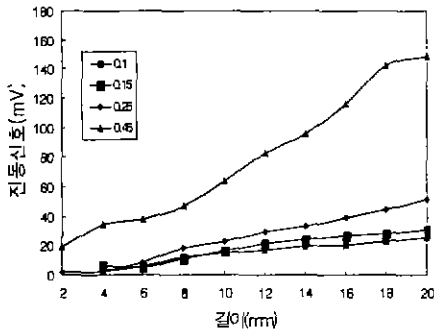


그림 6. 드롭시험시 파티클의 직경에 따른 길이별 초음파 신호의 RMS값

따라서 GIS 외함에서 진동신호 및 초음파신호의 RMS 전압을 측정하여 GIS 내부에서 반동운동하는 파티클의 크기 추정이 가능 할 것으로 사료된다

4. 결론

본 논문에서는 동축원통 전극을 이용하여 초음파 센서 및 진동 가속도센서로 고유 잡음신호(back ground noise), 파티클의 반동운동 및 드롭시의 신호를 측정하

고, 파티클의 지름과 길이에 따른 진동신호 및 초음파

신호의 RMS 전압의 크기를 측정된 결과는 다음과 같다

- (1) GIS에 전압인가시 실제 전계에 의한 파티클의 부상에 따른 파티클 반동운동의 신호파형이 외부잡음과 명확하게 구분됨을 확인하였다.
- (2) 드롭시험을 실시하여 길이와 직경의 변화에 따른 파티클 드롭시의 파형 및 신호의 크기를 측정된 결과 길이와 직경이 커질수록 드롭신호의 크기가 증가했다.
- (3) 파티클 반동운동에 대한 신호파형과 직경 및 길이에 대한 신호의 크기가 특성으로부터 GIS 내에 파티클의 존재여부 및 크기구별의 가능성을 확인하였다.

참고문헌

- 1) Li Ming, et al., "Behaviour and effect of conducting particles under AC voltage in a gas insulated electrode system." IEEE Trans. PD, Vol. 3, No 1, pp. 159~164, 1988.
- 2) A.H. Cookson, et. al., "Recent research in the United States on the effect of Particle contamination reducing the breakdown voltage on compressed gas-insulated systems," CIGRE paper, 15-09, 1976.
- 3) 박 희로, 권 동진 등, "초음파 센서를 이용한 변압기 예방진단 기술 연구," 한국조명 전기설비학회지, Vol. 8, No. 2, pp.46~53, 1994.
- 4) 권 동진, "초음파 경향분석에 의한 전력용 변압기의 예방진단에 관한 연구," Ph.D. University of Soong Sil, 1995.
- 5) B. Mazurek, J.D. Cross and R.G. van Heeswijk, "The effect of a metallic particle near a spacer on flashover phenomena in SF₆," IEEE Trans. Electrical Insulation Vol. 28, No. 2. pp. 219~229, 1993.