

GIS내 파티클 상태에 따른 방전패턴 및 초음파 신호 특성 연구

이곤* 이동준 이재길 류성식 신동석 곽희로
 숭실대학교

A study on the characteristics of PD patterns and acoustic signal for the particle states in GIS

Kon Lee* Dong Zoon Lee Jae Gul Lee Sung Sic Ryu Dong Suk Shin Hee Ro Kwak
 Soongsil University

Abstract - This paper describes the characteristics of PD patterns and acoustic signal for the possible four states of particles in GIS. For each case of defect, the PD patterns and acoustic signals were measured and analyzed. As a result, the characteristics of the discharge patterns and ultrasonic signals depending for each defect state could be distinguished. Using the discharge patterns and ultrasonic signal waves, the defects in the GIS and the states of the particles can be distinguished.

는 12[mm]로 하였다. 실험에 사용된 파티클은 지름 0.58[mm], 길이 5[mm]의 선형 구리 파티클을 사용하였다.

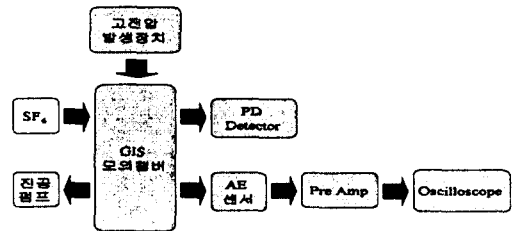


그림 1. 실험장치의 개략도

1. 서 론

가스절연개폐장치(GIS: Gas Insulated Switchgear)는 절연성능이 우수한 SF₆ 가스를 가압 봉입하므로써 이전의 공기절연에 비해서 절연거리를 크게 축소할 수 있으므로 개폐장치 전체로서는 콤팩트화가 가능하다. 그러나 절연거리의 축소에 인한 고전계상태에서 도전성 금속이물이 존재하면 절연성능에 미치는 영향은 상대적으로 크게 되고, 전체에 의하여 금속이물이 가스공간을 부상 비행하기도 하고, 절연물 표면에 부착하여 기기의 절연성능을 현저히 저하시키며 절연파괴로 이어진다. GIS의 경우 내부사고가 발생할 경우 대형사고로 발전할 뿐만 아니라 사고후 장시간의 복구 시간이 걸리는 단점을 가지고 있다.[1]

본 논문은 GIS내 파티클이 존재할 경우에 대하여, 파티클의 상태를 4가지로 모의하여 방전패턴 및 초음파 신호를 측정하여 이를 비교 분석하였다

2. 실험장치 및 방법

GIS내 파티클의 상태에 따른 방전 및 초음파 신호를 측정하기 위한 실험장치는 그림 1과 같이 구성하였다

GIS 모의 챔버는 가로 170[mm], 세로 170[mm], 높이 170[mm]의 크기로 제작하였으며, 원형의 평판 전극을 삽입하여 평등전계를 만들었으며, 전극간의 거리

인가한 전압은 교류 60[Hz]로 최대 412[kV]까지 인가할 수 있는 고전압 발생장치를 이용하였으며, 고전압 발생장치에서 모의 GIS 챔버까지의 리드 선은 코로나 링을 이용하여 GIS 외부에서의 노이즈의 발생을 최대한 억제하도록 하였다.

초음파 신호를 측정하기 위하여 사용한 초음파 센서는 NF사의 AE-901E로써 주파수 대역이 20[kHz]~20[MHz]까지 광대역 주파수 특성을 가지고 있으며, 60[dB]의 이득특성을 가지는 전치 증폭기를 사용하여 신호를 증폭시켜 오실로스코프에서 관측하였다.[2]

방전패턴을 관측하기 위하여 PD Detector를 사용하였으며, 가스는 주입 전 챔버내 진공을 1×10⁻³[torr]로 한후, 압력은 0.1 [MPa]로 SF₆ 가스를 주입하였다.

GIS내 파티클의 상태는 (a) 전극에 부착시, (b)의 함에 부착시, (c) 스페이서에 부착시, (d) 자유운동시의 4가지 상태로 모의하여 방전패턴 및 초음파신호를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

표 1은 각 결합에서의 인가전압을 나타낸 것이다.

각 결합상태에 대하여 방전개시전압(20[pC]이상)과 절연파괴전압을 5회 측정하여 평균한 후, 방전개시전압과 파괴전압을 10등분하여 (a) 10[%]인 전압을 초기방전전

압, (b) 40(%)인 전압을 전기방전전압, (c) 70(%)인 전압을 증기방전전압, (d) 90(%)인 전압을 말기방전전압으로 구분하여 각 결합에 따른 방전패턴 및 초음파 신호를 측정하였다.

표 1. 각 파티클 상태에서의 인가전압

단위 [kV]

인가전압 결합상태	초기 (10%)	전기 (40%)	증기 (70%)	말기 (90%)
전극	17.0	23.0	29.0	33.0
외합	17.0	23.0	29.0	33.0
스페이서	20.0	26.0	32.0	35.0
자유운동	18.0	22.5	27.0	29.0

그림 2는 전기방전전압 인가시 파티클 상태에 따른 방전패턴을 보여주고 있다.

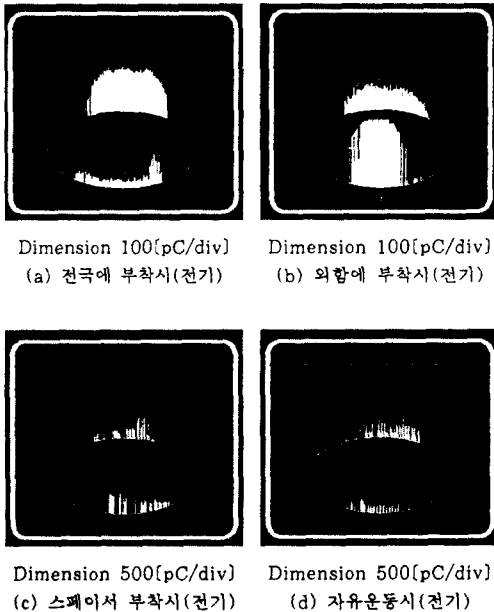


그림 2. 파티클 상태에 따른 방전패턴(전기방전전압 인가시)

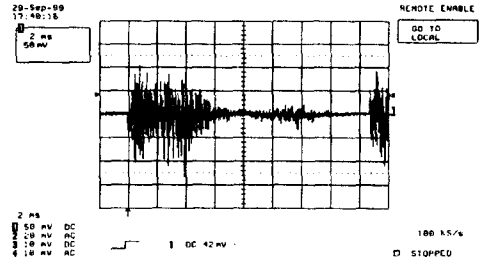
그림에서 보여지듯이 파티클이 (a) 전극에 부착시에는 양의 반주기의 방전이 음의 반주기 보다 크게 나타났으며, (b) 외합에 부착시에는 음의 반주기의 방전이 양의 반주기 보다 크게 나타났다. 이는 침이 (+)일 경우 (-)일 때 보다 코로나가 성장하기 쉽기 때문이라고 생각되어진다.

(c) 스페이서에 부착시와 (d) 자유운동시에는 양의 반주기와 음의 반주기가 비슷한 크기로 나타나는 패턴을

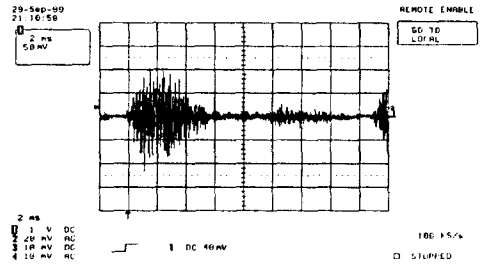
보였으며, 이는 앞의 (a),(b) 경우와 달리 인가전압의 반주기마다 동일 조건이 되어 침 양단에서 부분방전이 발생하기 때문이라 사료된다.s

증기 및 말기방전전압 인가시에도 각 결합상태에 대한 방전패턴의 특징은 변화는 없었으며, 방전량의 크기 및 방전 분포위상이 증가하는 경향을 나타내었다.

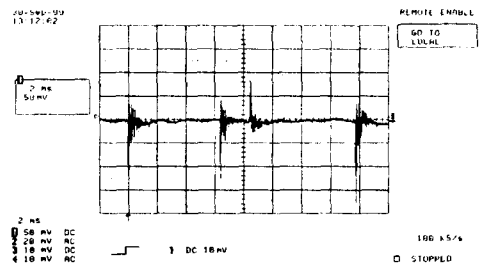
그림 3은 전기방전전압 인가시 파티클 상태에 따른 초음파 파형을 보여주고 있다.



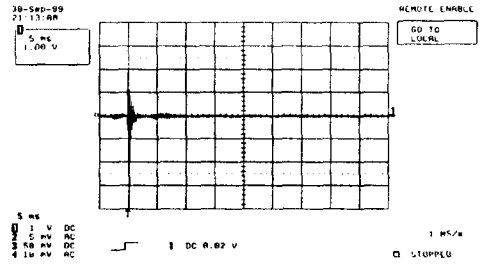
(a) 전극에 부착시(전기)



(b) 외합에 부착시(전기)



(c) 스페이서 부착시(전기)



(d) 자유운동시(전기)

그림 3. 파티클 상태에 따른 초음파 파형(전기방전전압 인가시)

파티클이 (a) 전극에 부착시와 (b) 외함에 부착시에는 초기방전시에는 1주기(16.6(ms))에 하나의 파형이 발생하였으나 증기방전 전압 이후로는 반주기(8.3(ms))이후에 또 하나의 파형이 발생하였다. (c) 스페이스에 부착한 경우에는 반주기(8.3(ms))를 주기로 파형이 발생하였으며, (d) 자유운동시 초음파 신호는 크기는 2[V]이상으로 다른 결합 상태와 달리 크게 나타났으며, 인가전압의 위상과 상관없이 불규칙적으로 발생하였는데, 이것은 파티클이 외함과의 충돌에 의한 초음파 신호라 생각된다. [3] 또한 초기방전시에는 충돌에 의한 파형이 발생하였으며, 말기 방전전압에서는 충돌에 의한 파형과 부분방전에 의한 파형이 발생하였다.

전압이 상승할수록 각 결합상태에 대한 초음파 신호는 같은 경향을 보였으며, 파형의 크기도 증가하였다.

표 2는 각 파티클 상태에서의 방전패턴과 초음파 신호의 특성을 요약한 것이다. 표에 나타난 바와 같이 방전패턴 및 초음파 신호를 측정하므로써 GIS내 결합 및 파티클 상태도 판별이 가능할 것으로 생각된다.

표 2. 각 파티클 상태에서의 방전패턴 및 초음파 신호 특성

결합상태	방전패턴	초음파신호
전 극	(+)주기 방전 크다	주기적 : 큰파형 작은파형
외 함	(-)주기 방전 크다	주기적 : 큰파형 작은파형
스페이스	거의 비슷	주기적 : 비슷한 크기의 두 파형
자유운동	거의 비슷	비주기적 : 2[V]이상의 큰파형

4. 결 론

GIS내 파티클 상태에 따른 방전패턴 및 초음파 신호 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

■ 파티클이 전극에 부착된 경우 방전패턴은 양의 반주기에서의 방전이 컸으며, 초음파 신호는 상대적으로 큰 신호와 작은 신호가 규칙적으로 측정되었다.

■ 파티클이 외함에 부착된 경우 방전패턴은 음의 반주기에서의 방전이 컸으며, 초음파 신호는 상대적으로 큰 신호와 작은 신호가 규칙적으로 측정되었다.

■ 파티클이 스페이스에 부착된 경우 방전패턴 양·음 주기에서 방전이 비슷했으며, 비슷한 초음파 신호가 주기적으로 발생하였다.

■ 파티클 자유운동하는 경우 방전패턴은 양·음 주기에서 방전이 비슷했으며, 초음파 신호의 크기는 2[V]이상

으로 크게 나타났으며, 인가전압의 위상과 상관없이 불규칙적으로 발생하였는데, 이것은 충돌에 의한 초음파 신호라 생각된다.

■ 방전패턴 및 초음파 신호를 같이 분석하면 GIS 결합의 존재여부 및 파티클의 상태를 추정할 수 있을 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] L. Ming, "Influence of Conducting Particles on the SF₆ Gas Gap Breakdown and Spacer Flashover in GIS", Doctoral Thesis, Chalmers Univ. of Technol., Goteborg, 1987
- [2] Md. Enamul Haque, et al, "Application of Acoustic sensing and Signal Processing for PD Detection in GIS", Int. Conf. on information, Communications and Signal Processing ICICS'97, singapore, September, 1997, pp. 745-749
- [3] Md. Enamul Haque, et al, "Diagnosis of GIS Based on Acoustic Sensing Technique", Proceedings of the 4th Int. Conf. on APSCOM-97, hong kong, November 1997, pp. 556-558