

GIS내 PD 종류에 따른 UHF신호의 특성연구

(A study on the UHF signal Characteristics by two kinds of PD in GIS)

송현석* 이재화 장덕근 이동준 곽희로

Hyun-Seok Song* , Jae-Hwa Lee, Duck-Geun Jang, Dong-Zoon Lee , Hee-Ro Kwak

Abstract

This paper describes the analysis of UHF signals taking place at partial discharges due to defects in GIS. To imitate the defects, two kinds of electrode were employed. One is to generate the PD due to corona discharge, and the other surface discharge. As a result, the magnitude of the UHF signals acquired from the discharges increased with the applied voltage. However, each frequency distribution trend at corona discharges and surface discharge was similar even though the applied voltage increased. Frequency distribution between corona discharge and surface discharge was clearly distinguish.

1. 서 론

산업사회의 발달과 인구밀집에 따른 도시의 대형화로 인하여 전력에너지의 수요가 급증하고 있다. 이런 전력수요에 부응하기위해 최근 전력전송전압을 345kV 에서 765kV 로 승압함에 따라 전력설비에 대한 사고의 과급범위가 점점 증가하고 있으며 전력전송전압이 높아짐에 따라 전력설비도 대용량화 초고압화가 이루어지고 있고 옥내화와 소형화도 불가피하게 되었다. 그러므로 운전 및 보수의 간편화, 계통운용의 신뢰성과 안정성의 확보가 요구되어 절연내력과 소호능력이 우수한 SF₆ 가스를 절연매체로 사용하는 가스절연개폐장치(GIS : Gas Insulated Switchgear)을 사용하고 있다.[1~2]

GIS는 내부의 도체와 접지된 외부도체로 구성된 동축 원통형 전극으로 전극간은 준 평등전계를 형성하고있어 통상의 운전상태에서는 부분방전이 발생하지 않는 충분한 전계강도로 설계되어 있으나 제작, 운반, 현장조립시 도체에서의 돌기, 스페이스의 크랙 및 도전성 이물질이 발생할 수 있고 이런 결함들에 의해서 부분방전이 발생하여 절연파괴에 이를 수가 있다. GIS는 사고발생시 사고파급이 크고 복구작업도 어려우므로 GIS 내부결함에 의한 사고를 미연에 방지하기위한 사고 예방진단기술의 필요성이 크게 대두되고 있다.

이런 GIS의 사고 예방진단방법으로 여러 가지 방법들이 사용되고있으나 최근 UHF를 이용한 진단방식이 국내외서 활발히 연구되고 있으며 이 방식은 GIS내에 결함들에 의하여 발생하는 부분방전시 방사되는 전자기파(UHF signal)를 검출하여 GIS의 상태를 감시하는 방식으로서 부분

방전량의 측정범위가 넓고 전과잡음이 거의 없어 GIS 환경에 적합한 장점들이 있다.[3~5]

따라서 본 논문에서는 GIS내의 결함을 모의하고 모의된 결함에서 발생하는 UHF신호를 검출하여 부분방전원에 따른 UHF신호의 특성을 고찰하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 논문에서 구성하는 실험장치는 프리앰프, 오실로 스코프, 스펙트럼 어널라이저, GPIB 카드, PC, 모의 GIS 챔버로 구성되어있다. 그림 1은 본 논문에서 구성한 실험장치의 개략도를 나타낸 것이다

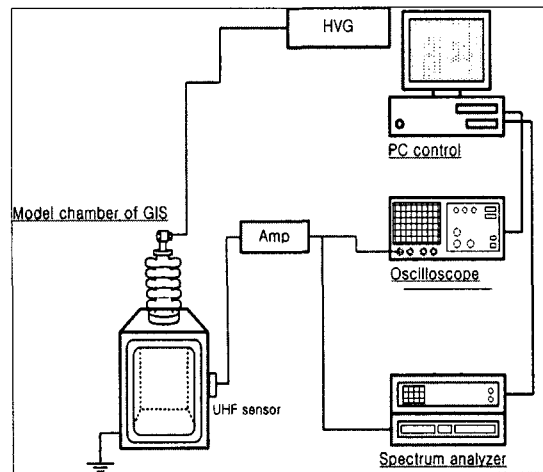


그림1. 실험장치 개략도

그림 1에 나타난 것처럼 모의 GIS 챔버내에 부분방전 모의 전극을 삽입한후 부분방전시 발생하는 UHF신호를 모의 GIS챔버 관찰창에 부착한 UHF센서를 통해 측정하였고 측정된 신호는 오실로스코프와 스펙트럼 어널라이저를 통해 신호의 형태와 주파수분포를 검출하여 PC에 저장하였다.

UHF센서의 검출대역은 500[MHz]~1,500[MHz]의 센서를 사용하였으며 오실로스코프는 측정대역이 1[GHz], 스펙트럼 어널라이저는 0~1,500[MHz] 대역을 가지고있는 것을 사용하였다.

본 논문에서는 GIS내의 부분방전원의 종류에 따라 방출되는 UHF신호의 특성을 연구하기 위해 그림 2와같이 모의 부분방전 전극을 제작하였다.[6]

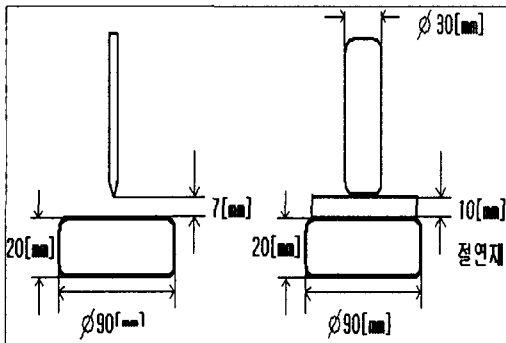


그림 2. 모의 부분방전 전극

GIS내의 돌기나 전극에 파티클이 있을시 발생하는 코로나방전을 모의하기위해 침대평판 전극을, 스페이서 표면에서 발생하는 연면방전을 모의하기위하여 봉대 평판전극을 사용하였으며 각 전극을 교대로 모의 GIS 챔버에 설치한 후 SF₆ 0.1[MPa] 주입하고 각 전극에서의 부분방전 개시전압과 절연파괴 전압을 측정하여 방전개시전압, 방전개시전압과 절연파괴전 전압 사이의 전압, 절연파괴전 전압으로 3단계의 전압을 인가하여 발생하는 UHF신호의 파형과 주파수 분포, 방전량을 측정하였다.

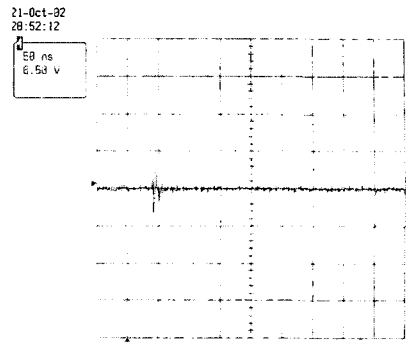
3. 실험결과

3.1. 코로나 방전시 부분방전 특성

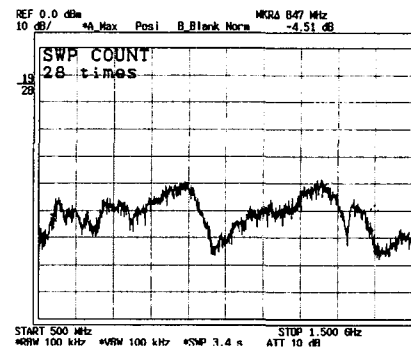
침대 평판전극을 사용하여 코로나 방전을 모의하였다. 방전 개시전압은 20[kV]이였으며 절연파괴전압은 66[kV] 이므로 20[kV], 40[kV], 60[kV]의 세가지 전압에서의 신호파형의 크기와 V_{peak} 변화, 스펙트럼 어널라이저를 통한 주파수 분포를 측정하여 코로나 방전시 UHF신호의 특성을 알아보았다.

그림 3, 4, 5은 전압증가에 따른 UHF신호와 UHF신호의 주파수 분포를 나타내는 그림이다.

UHF주파수 대역은 500[MHz]~1500[MHz]에서 측정하였다.

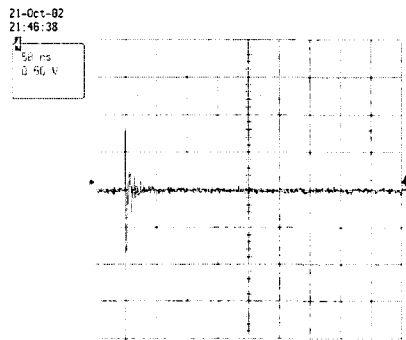


(a) UHF신호

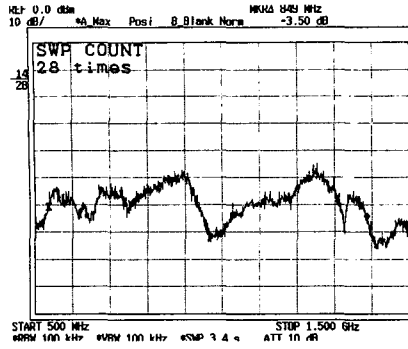


(b) UHF신호의 주파수 분포

그림 3. 20 [kV]인가지 UHF신호와 주파수 분포

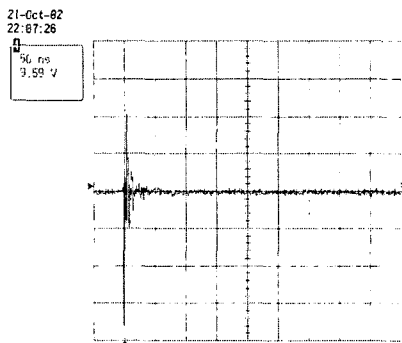


(a) UHF신호

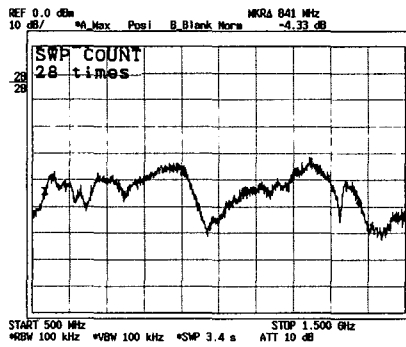


(b) UHF신호의 주파수 분포

그림 4. 40 [kV]인가시 UHF신호와 주파수 분포



(a) UHF신호



(b) UHF신호의 주파수 분포

그림 5. 60 [kV]인가시 UHF신호와 주파수 분포

위 그림에서 보듯이 전압이 높아짐에 따라 코로나 방전에 의한 UHF신호 파형의 크기가 증가하였고 코로나 방전시 UHF신호의 주파수 분포의 형태는 전압이 증가하여도 거의 일정하게 나타났다으며 크기도 증가하였다.

다음 그림 6은 코로나 방전 UHF신호의 V_{peak} 의 변화를 나타내는 그림이다.

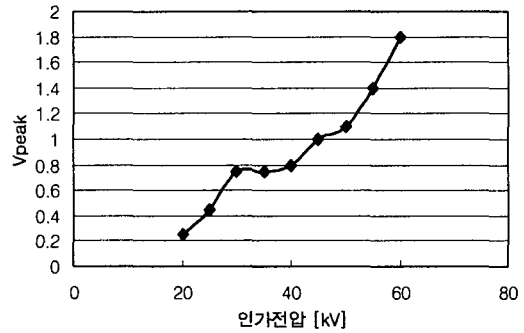


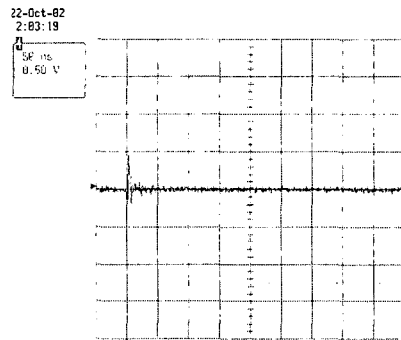
그림 6. 인가전압에 따른 UHF 신호의 V_{peak} 의 변화

그림에서 보듯이 인가전압이 커짐에 따라 V_{peak} 는 점점 증가하는 곡선을 보이고 있다

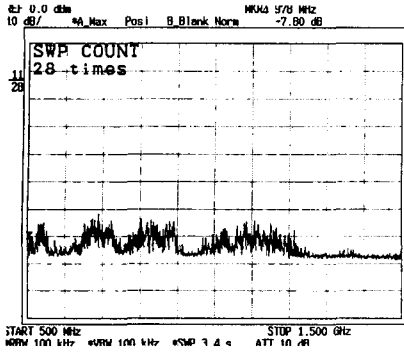
3.2. 연면 방전시 부분방전 특성

봉대 평판전극을 사용하여 연면 방전을 모의하였다. 방전 개시전압은 40[kV]이었으며 절연 파괴전압은 65[kV] 이므로 40[kV], 52[kV], 61[kV]의 세가지 전압에서 신호파형의 크기와 V_{peak} 변화, 스펙트럼 어널라이저를 통한 주파수 분포를 측정하여 연면 방전시 UHF신호의 특성을 알아보았다.

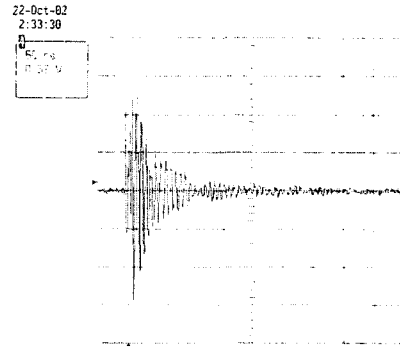
그림 7, 8, 9 는 전압증가에 따른 UHF신호와 UHF신호의 주파수 분포를 나타내는 그림이다. UHF주파수 대역은 500[MHz]~1500[MHz]에서 측정하였다.



(a) UHF신호

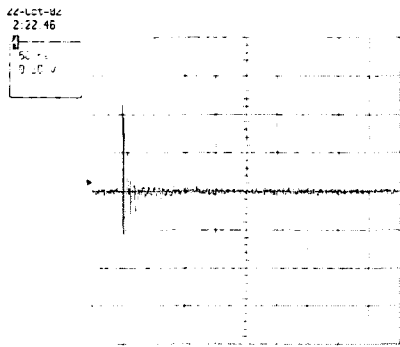


(b) UHF신호의 주파수 분포

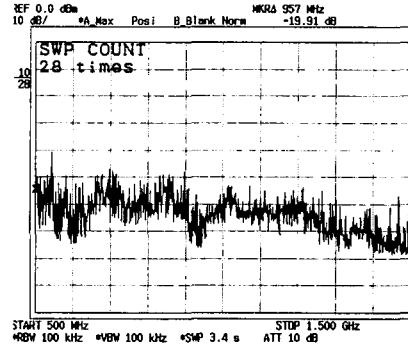


(a) UHF신호

그림 7. 40 [kV]인가시 UHF신호와 주파수 분포



(a) UHF신호

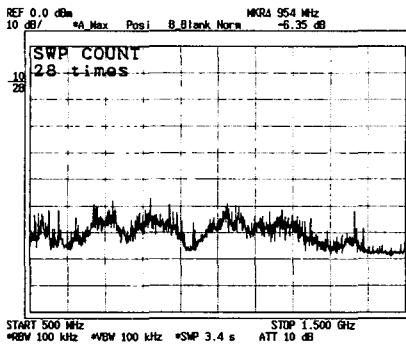


(b) UHF신호의 주파수 분포

그림 9. 61 [kV]인가시 UHF신호와 주파수 분포

위 그림에서 보듯이 전압이 높아짐에 따라 연면 방전에 의한 UHF신호 파형의 크기가 증가하였고 연면 방전시 UHF신호의 주파수 분포의 형태는 전압이 증가하여도 거의 일정하게 나타났으며 크기도 증가하였다. 그러나 코로나방전시 주파수 분포의 형태와는 확연히 구별되었다.

다음 그림 10은 코로나 방전시 UHF신호의 V_{peak} 의 변화를 나타내는 그림이다.



(b) UHF신호의 주파수 분포

그림 8. 52 [kV]인가시 UHF신호와 주파수 분포

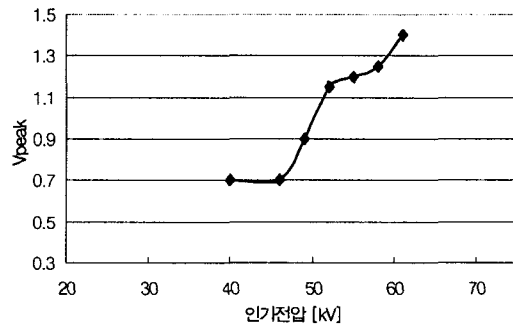


그림 10. 인가전압에 따른 UHF 신호의 V_{peak} 의 변화

그림에서 보듯이 인가전압에 진전에 따라 점점 증가하는 곡선을 보이고 있다

4. 결론

본 논문에서는 GIS내에서 부분방전 종류에 따른 UHF신호를 검출하여 신호파형과 V_{peak} 변화, UHF신호 주파수대역에서 형태의 변화를 관찰하여 부분방전에 따른 UHF신호의 특성을 연구, 검토한 결과는 다음과 같다.

- 1) 코로나방전에서의 UHF 신호파형의 크기는 전압증가에 따라 증가하였고 UHF신호의 주파수 분포는 전압이 증가하여도 형태는 거의 일정하였다.
- 2) 연면방전에서의 UHF 신호파형의 크기는 전압증가에 따라 증가하였고 UHF신호의 주파수 분포는 전압에 증가하여도 형태는 거의 같았다.
- 3) 코로나 방전과 연면방전에서 전압의 증가에 따라서 신호의 크기는 공통적으로 증가하였으나 주파수 분포의 형태는 코로나방전과 연면방전은 확연히 구분되었다.

참 고 문 헌

- (1) 권동진, "초음파 경향분석에 의한 전력용 변압기의 예방진단에 관한 연구" 박사학위 논문, 1995.
- (2) 이곤, "GIS내 파티클의 상태에 따른 부분방전패턴 및 초음파신호 특성연구" 석사학위 논문
- (3) R. Kurrer et. al., "The Application of Ultra-High-Frequency Partial Discharge Measurements to Gas-Insulated Substations" IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 13, No. 3, pp. 777~782, 1998
- (4) M. D. Judd et. al., " The Excitation of UHF Signals by Partial Discharges in GIS" IEEE Trans. Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 3 No. 2, pp 213~228, 1996
- (5) 윤진열, 박기준, 구선근 " GIS 부분방전 검출을 UHF 신호측정법 현장적용" 대한전기학회 하계학술대회 논문집. 2000. 7
- (6) 박현수, "변압기내 결함의 종류에 따른 초음파신호의 주파수 특성" 석사학위 논문, 1999