

모의 GIS 결합에 따른 UHF 신호의 스펙트럼 분석

전 재근* 곽 희로* 노 영수** 김 두석** 김 경화***
 송실 대학교* 호원 대학교** 대전기능 대학***

Spectrum analysis of UHF Signals Generated by Defects in a Simulated GIS

J.K. Joun*, H.R. Kwak*, Y.S. Roh**, D.S. Kim**, K.H. Kim***
 Soonsil University* Howan University** Daejeon Polytechnic College***

Abstract - In this paper, we measured partial discharge inception voltage(PDIV) and frequency spectra of UHF signal under following three cases, (1) a corona discharge due to a non uniform electric field for needle-plate electrode (2) a surface discharge caused by particles attached to a spacer in GIS, (3) free movements of particle in GIS.

As a result of the experiment, it was revealed that the PDIV of Case (3) is higher than PDIVs of Case (1) and Case (2).

It was also seem that UHF signal frequency spectra of one case are different from those of the other cases.

1. 서 론

전력수요가 증가함에 따라 전력설비는 대용량, 초고압화가 되고 있으며, 변전소는 무인화 되는 추세이다. 이와 같이 대용량화된 전력설비에 사고가 발생하면 그 파급효과가 광범위하게 수용가에 미치게 되었다. 더욱이 복구에 장시간이 소요되므로 전력설비의 사고를 미연에 방지할 수 있는 절연 진단의 필요성이 증가하고 있다.^[1-2]

최근, 대용량 전력설비의 구축에 있어서 시설장소의 최적화와 환경친화적 설비의 구축을 위한 GIS의 사용이 증가하고 있다. 향후 더욱 활성화될 것으로 기대되는 GIS 설비의 가장 큰 장점은 절연성능을 강화하여 이격 거리를 최소함으로써 건물 내에 설치가 가능하고 관리가 용이한 것이다. 하지만, GIS의 내부에서 제작시 결함이나 경년에 의한 열화 등으로 사고가 발생하면 사고 위치의 파악이나 복구에 어려움이 많다.

특히 GIS에서의 내부결함에 의한 사고가 증가하고 있는 현실이다.

근래의 GIS에 대한 예방 진단방법으로는 여러 방법들이 소개되어 왔으나 최근에는 UHF를 이용한 진단방법이 국내외에서 많이 연구되고 있는 추세이다. 이 방법은 GIS내 결합에 의한 부분방전 발생시 방사되는 UHF 대역의 전자파를 측정하여 GIS의 상태를 감시하는 것으로서, 부분 방전량의 측정범위가 넓고 전자파잡음이 거의 없어 GIS의 환경에 적합하다는 장점이 있다.^[3-6]

따라서 본 논문에서는 코로나 방전과 파티클의 연면 부착시의 연면방전, 파티클의 자유운동을 모의하였다. 또한, 각 요소에 대한 특성을 분석하기 위해 UHF 센서를 이용하여 신호를 검출하고 분석하였다.

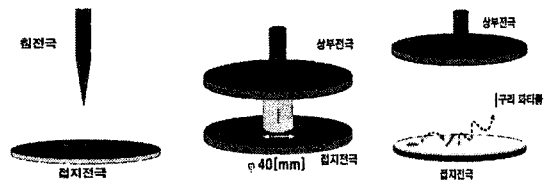
2. 본 론

2.1 실험 장치 및 방법

GIS 모델링은 170 [kV]급 GIS를 모의하기 위한 것으로 가로 320 [mm], 세로 320 [mm], 높이 410 [mm]의 챔버를 제작하여 실험하였다.

실험의 구성은 크게 세 가지로 코로나 방전, 파티클에

의한 연면방전, 파티클의 자유운동으로 구분하였다. 이는 파티클에 의한 설비사고 유형을 모의한 것으로 침대평판에 의한 코로나 방전은 챔버내에 제작시 전극에 돌기 형태의 파티클이 부착된 형태를 모의한 것이고 또한 스페이스터 표면에 파티클이 부착된 경우를 모델링하기 위해 평판대 평판 전극사이에 파티클을 부착시킬 수 있도록 스페이스터를 제작하였고 파티클의 자유운동에 의한 방전 형태를 모의하기 위해 평판 전극 사이에 일정 크기의 파티클을 위치시켜 모델링하였다. 그림 1의 (a)에서 코로나 방전 간격은 침전극과 평판전극의 사이를 7 [mm]로 하여 실험한 것이다. (b)는 파티클에 의한 연면방전을 모의하는 것으로 스페이스터에 직경이 1 [mm]이고 길이가 약 5 [mm]인 파티클을 부착하여 실험하였다. (c)는 금속 파티클을 집지전극 위에 파티클을 위치하도록 하고 상하 전극의 간격을 15 [mm]로 하여 전압을 인가하였다. 이때 사용된 파티클은 직경 1 [mm], 길이 5 [mm]인 구리 (Cu)를 이용하였다.



(a) 코로나 방전 (b) 파티클 연면방전 (c) 자유운동

그림1. GIS의 모의 결합형태

위의 그림에서 챔버내에 있는 가스의 내부 분위기는 1×10^{-4} [torr]로 진공을 만들어 SF₆ 가스 100 [kPa]을 주입하였다. UHF 신호를 검출하기 위해 UHF센서는 DMS사의 주파수 대역이 0.54~1.5 [GHz]까지의 광대역 주파수 특성 센서를 사용하였다.

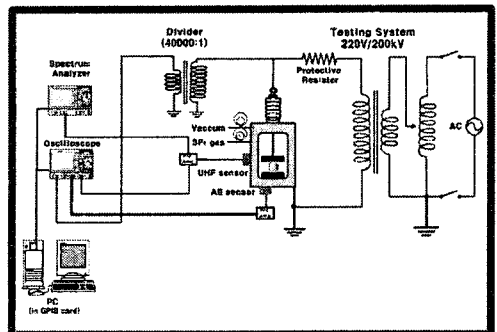


그림 2. 실험 장치의 개략도

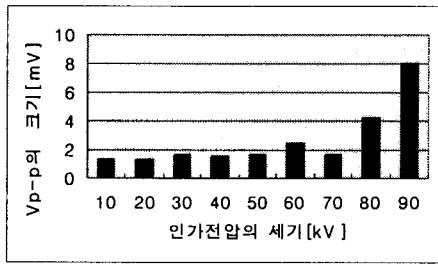
주파수 분석을 위해 UHF 신호를 오실로 스코프(Tektronix社)와 스펙트럼 어널라이저(Hewlett Packard社)로 데이터를 취득하였다. 신호 파형의 저장은 GPIB-Card(NI社)로 데이터를 취득하였다.

그림 2는 실험장치의 개략도를 나타낸 것이다. 코로나 방전과 파티클 부착시 연면방전, 그리고 파티클의 자유운동시 전압에 따른 UHF 신호를 스펙트럼 어널라이저로 측정하였다.

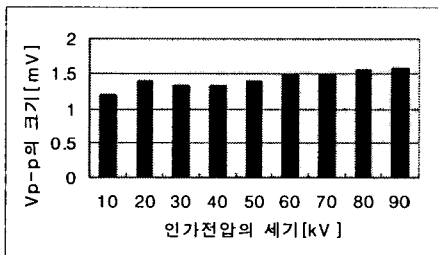
3. 실험결과

3.1 인가전압의 따른 UHF 신호의 크기변화

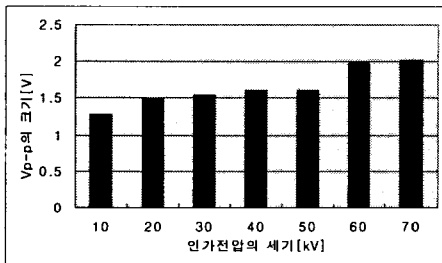
그림 3은 인가전압의 따른 UHF 신호의 크기를 (a) 코로나 방전의 V_{p-p} 과 (b) 파티클 부착시의 연면방전 V_{p-p} , 그리고 (c) 파티클의 자유운동시의 V_{p-p} 로 나타내었다.



(a) 코로나 방전



(b) 파티클 부착시 연면방전



(c) 파티클의 자유운동

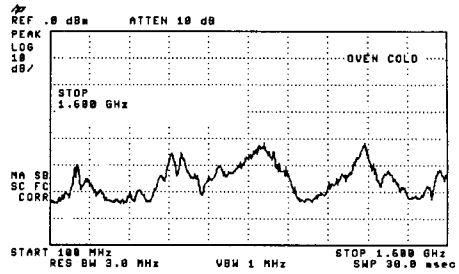
그림 3. 인가전압에 따른 UHF 신호

그림 3의 (a)는 80~90 [kV]정도에서 V_{p-p} 값이 급격히 상승하는 것을 볼 수 있고 (b)에서는 완만하게 조금씩 V_{p-p} 값이 올라가는 것을 알 수 있었다. (c)에서는 V_{p-p} 값이 코로나 방전과 연면방전보다 높게 평균 V_{p-p} 값이 높음을 알 수 있었다.

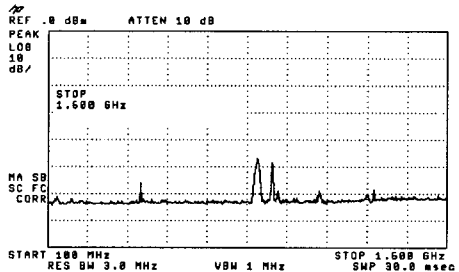
3.2. 부분방전 시작시 UHF 신호의 주파수 스펙트럼

코로나 방전과 파티클의 부착시의 연면방전, 파티클의

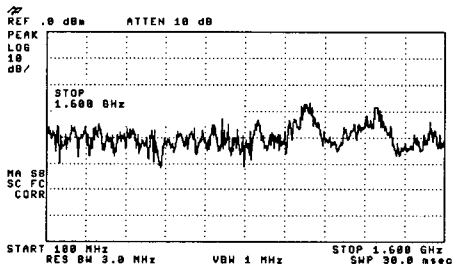
자유운동시 UHF 신호의 주파수 분포를 보면 그림 4와 같이 나타나는 것을 알 수 있다.



(a) 코로나 방전(10 [kV])



(b) 파티클 부착시의 연면방전(30 [kV])



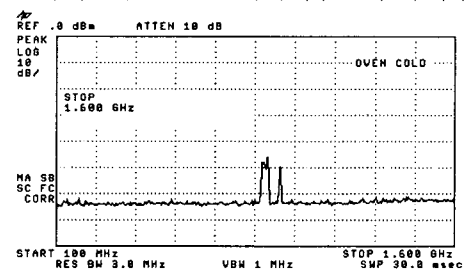
(c) 파티클 자유 운동시(60 [kV])

그림 4. 부분방전이 시작시 주파수 스펙트럼

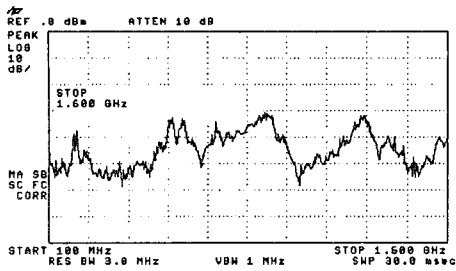
그림 (a)에서는 코로나 방전시 10 [kV]일 때 부분방전이 발생하는 것을 알 수 있고, (b)에서는 (a)보다 높은 30 [kV]에서 부분방전이 나타나는 것을 알 수 있다. (c)에서는 파티클의 자유 운동시 60 [kV]일 때 부분방전이 발생함을 알 수 있다. 즉, 파티클의 자유운동시 부분방전 개시 전압이 가장 높았다.

3.3. 방전형태에 따른 UHF 신호의 주파수 스펙트럼

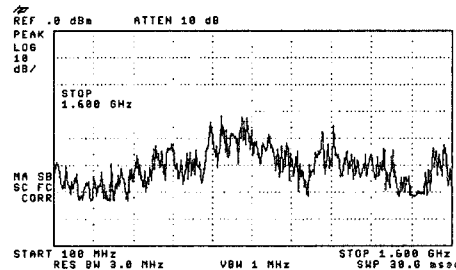
그림 5 (a)는 배경잡음 대역의 주파수 스펙트럼이고, (b) 코로나 방전시 UHF 신호의 주파수 스펙트럼이다.



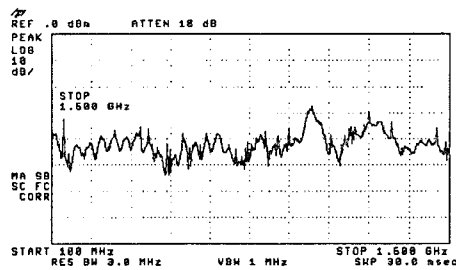
(a) 배경잡음



(b) 코로나 방전



(c) 파티클 부착시 연면방전



(d) 파티클의 자유운동

그림 5. 방전형태에 따른 UHF 신호의 스펙트럼

(c)는 파티클 부착시의 연면방전시 UHF 신호의 주파수 스펙트럼이고 (d)는 파티클의 접지전극에서 자유 운동시 UHF 신호의 주파수 스펙트럼을 나타내었다.

그림 5. (a)에서 배경잡음의 주파수는 850~1000 [MHz]대역이고 그림 5. (b)에서는 1000 [MHz]의 대역이 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 그림 5. (c)에서는 파형의 첨예도가 가장 높은 특성이 보여지고 또 대역 중에서 노이즈 대역이 가장 높게 나타남을 알 수 있다. 그림 5. (d)에서는 다른 것들에 비해 250 [MHz]에서 400 [MHz] 대역과 1000 [MHz]에서 1150 [MHz] 대역이 높게 나타났고 평균적으로 전대역에 걸쳐 완만한 것을 볼 수 있다.

4. 결 론

코로나 방전과 파티클의 스페이서 부착시 연면방전, 파티클의 자유운동시 부분방전의 UHF 신호 주파수 스펙트럼을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 모의 GIS에서 코로나 방전, 파티클 부착시 연면방전, 파티클의 자유운동시 UHF 신호의 크기는 인가전압 상승에 따라 증가함을 알 수 있었다.

둘째, 부분방전이 개시할 때의 UHF 신호의 주파수 스펙트럼은 코로나 방전은 10 [kV]부터 나타났고, 파티클 부착시 연면방전은 코로나 방전 보다 20 [kV]높은 30 [kV]일때 미세하게 나타나기 시작하였다. 또 파티클 자유 운동시는 파형이 나타나지 않다가 급속 파티클이 거

동할 때 60 [kV]에서 파형이 나타나는 것을 관찰하였다.

셋째, UHF 신호의 주파수 스펙트럼에서는 850~1000 [MHz]에서 배경잡음이 나타났으며, 코로나 방전은 대역의 중심 즉, 850~1000 [MHz]에서 가장 높게 나타났고, 파티클 부착시의 연면방전이 가장 높은 첨예도를 나타내었다. 또 파티클의 자유 운동시는 전대역에 걸쳐 상대적으로 완만하게 나타나는 것을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 河村達雄 外, "高電壓電力設備の絶縁診断と監試技術", 日豪科學技術, pp.16~139, 1984.
- [2] 高田信治 外, "電氣設備診断・更新技術に關する調査報告", 日本電氣學會, pp.4~136, 1991.
- [3] M.D. Judd, O. Farish, J. S. Pearson and B. F. Hampton, "Dielectric Windows for UHF Partial Discharge Detection", *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, Vol. 8 No. 6, pp. 953-958, December 2001.
- [4] Sander Meijer, Andrea Bovis, and Edward Gulski, "Analysis of the Sensitivity of the UHF PD Measuring Technique", *IEEE International Symposium on Electrical Insulation, Anaheim, CA USA*, pp. 395-399, April 2000.
- [5] S. Meijer and Johan J. Smit, "Estimation of UHF Signal Propagation through GIS for Sensitive PD detection", *IEEE International Symposium on Electrical Insulation, Boston, MA USA*, pp. 435-438, April 2002.
- [6] H. Imagawa, K. Emoto, and H. Murase, "PD Signal Propagation Characteristics in GIS and Its Location System by Frequency Components Comparison", *IEEE Transaction on Power Delivery*, Vol. 16, No. 4, pp. 564-570, October 2001.