

고주파 부분방전(HFPD)의 Pulse Analysis Map에 의한 GIS 결함 판별에 관한 연구

정형재*, 김지홍*, 김진기**, 고흥열***, 구자운*, 김정태****
 *한양대학교, **국방과학연구원, ***진광이앤씨(주),****대진대학교

A Study on the defect identification of GIS by Pulse Analysis Map(PA Map) using High Frequency Partial Discharge(HFPD) Detection

J.H. Jung* J.H. Kim*, J.G.Kim**, H.Y. Ko***, J.Y. Koo*, J.T. Kim****
 *Hanyang Univ. **ADD, ***JinKwang E&C, ****Daejin Univ.

Abstract - Since one decade, the detection of High frequency Partial Discharge has been proposed as one of the effective method for the diagnosis of the power component under service in power grids. As a tool for this detection, UHF sensor based on the antenna technology has been commercialized for mainly GIS due to its advantages. However, regarding the recognition of the vital defects introducible into the GIS, different types of softwares have been proposed and employed without any convincing probability of identification. In this regards, our work leads us to suggest a novel method named "PA Map" to identify the defects inside the GIS based on the HFPD detection by use of HFCT sensor which is designed according to our patent.

1. 서 론

서로 다른 결함으로 인한 부분방전의 펄스형태(Partial Discharge Pulse Shape)는 서로 상이하므로 이러한 점에 착안하여 부분방전의 결함원을 판별하는 연구가 다양하게 수행되고 있다.[5] 그 이유는 Corona와 같이 주파수가 빠른 방전과 이보다는 주파수와 펄스의 형태가 다른 계면방전 혹은 주파수가 낮게 나타나는 Void와의 구분이 가능하기 때문에 유중 변압기나 전력 케이블 등에 적용되고 있다. [3],[4],[5]

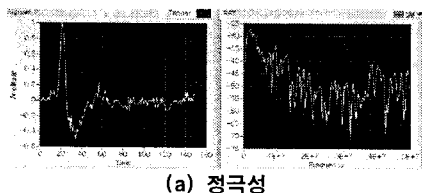
GIS나 GITr 경우, 결함원이 달라도 기중에서 부분방전이 발생되기 때문에 발생 메커니즘이 유사해서 노이즈와 방전원 구분이 매우 힘들다. 하나의 방안으로서, 노이즈 주파수 대역이 수백 MHz인 점을 착안하여, UHF안테나 등을 이용하여 신호와 노이즈 구분이 어느 정도 가능해졌지만 결함에 따른 방전원이 구별되는 방안은 아직 제시된 적이 없다. 본 연구는 부분방전의 펄스형태 분석을 통하여 노이즈와 신호의 구분뿐만 아니라 방전원에 따른 결함원을 구별할 수 있는 가능성과 또한 경제성을 고려하여 현장 적용이 용이한 HFCT를 이용한 방법도 제시하고 있다.

2. 본 론

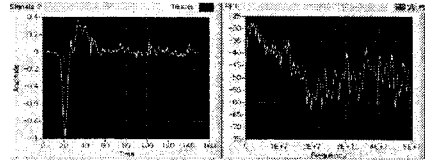
2.1 고주파 부분방전의 펄스 특성

현장에서 전력기기의 접지에 저항성 센서를 설치하고 부분방전을 측정한다는 것은 휴전을 시켜야 할 뿐 아니라 전력기기의 시스템을 변경시켜야 한다는 측면에서 거의 불가능하다. 이에 반해, 활성 상태에서 접지 쪽에 장착이 가능하고 전력기기 시스템에 지장을 주지 않는 CT의 적용은 매우 바람직하다. 따라서, 본 연구에서는 현장 적용성을 감안하여 100kHz~20MHz의 측정 주파수 대역을 갖는 HFCT 센서를 사용하여, Void 방전 및 Corona 방전을 측정하였다. 이 때, 펄스의 측정(트리거링)의 용이성을 높이기 위해 PA 분석 시스템의 입력임피던스를 300Ω으로 설정하였다.

그림 1은 PA 분석 시스템을 이용하여 계측한 정 부극성 Void 방전의 파형과 주파수 스펙트럼이다. 측정 시스템의 입력임피던스를 300Ω으로 설정하였기 때문에 이로 인한 2.5MHz 부근의 공진이 발생하고 있다. 아울러, 11.5MHz의 성분이 크게 나타났다.

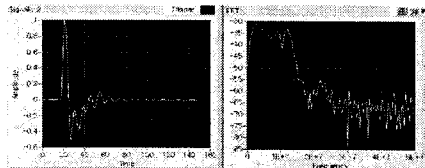


(a) 정극성

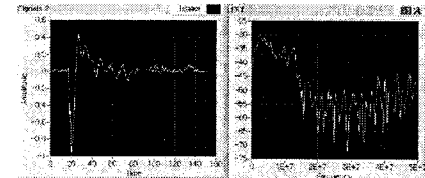


(b) 부극성

Fig.1 Pulse Shape을 이용한 Void 방전 파형 분석(HFCT)



(a) 정극성



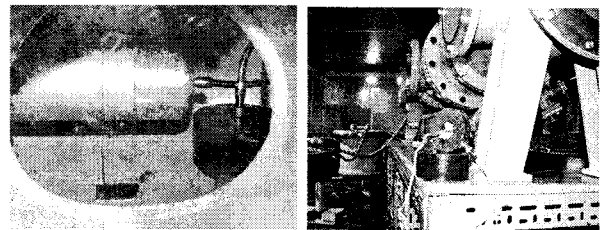
(b) 부극성

Fig.2 Pulse Shape을 이용한 Corona 방전 파형 분석(HFCT)

그림 2는 PA 분석 시스템을 이용할 때 캡처된 Corona 방전 파형 및 주파수 스펙트럼으로, 2.5MHz 부근의 피크는 그림 1에서 나타난 바와 같은 입력임피던스 300Ω으로 인한 성분이지만, 특히 9MHz 및 11.5MHz 부근의 피크가 크게 발달한 것을 보이고 있다. 정극성 Corona에 비해 부극성 Corona는 9MHz 및 11.5MHz 부근의 성분이 작게 나타났지만 기본적으로 유사한 파형을 보이고 있다. 이와 같이 그림 1과 그림 2의 Void 및 Corona 방전의 펄스 파형이 다르게 나타나 이들을 구분이 가능하다고 판단된다.

2.2 실험장치 구성

기체 절연형 전력설비의 전력진단 시험 전경은 그림 3과 같다.

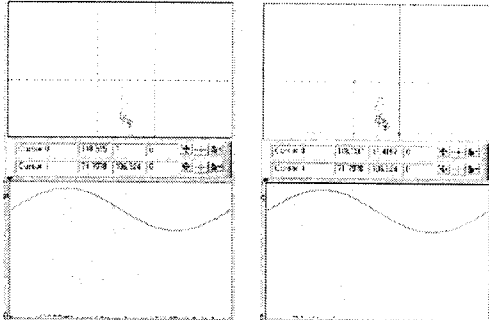


(a) Void와 Corona 결함 (b) GIS외함에 장착된 HFCT
 Fig.3 GIS내에 인위적 결함을 통한 부분방전 실험

Corona와 Void 결함에 기인한 방전을 발생시키기 위해 지름이 1mm 높이 1mm 인 실린더형 Void를 전극간 거리가 10mm 인 에폭시 볼드전극에 삽입하여 Void 방전을 발생시켰고 상부와 하부전극에서 needle을 통한 2가지의 서로 다른 Corona를 발생시켜 측정하였다, 그림3 (b)에서와 같이 GIS하단에 HFCT를 장착하여 부분방전을 측정하였다.

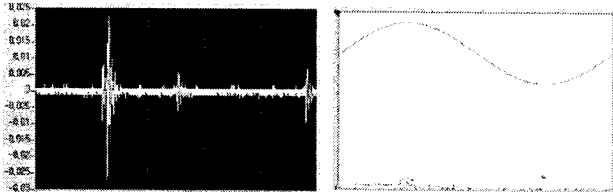
2.3 GIS 방전 측정실험

그림 4는 PA map을 적용한 것으로, 실험을 위해 5kV 전원을 인가하였고, 실험 장치 구성에서 인가된 2개의 인위적인 Corona 중 하부전극의 needle에서 발생한 Corona이다. 그림4 (a)하단의 ϕ -q-n(PRPD) 화면은 노이즈와 Corona 방전을 구분하기 힘들지만 상단의 PA map을 이용한 경우에는 노이즈 영역과 Corona 영역이 매우 뚜렷하게 구분되는 것을 볼 수 있고, 그림5 (b)에서 select bar를 이용하여 Corona 영역만 선택하여 측정시 하단의 ϕ -q-n화면에서 Corona만 검출되는 것을 확인 할 수 있다.



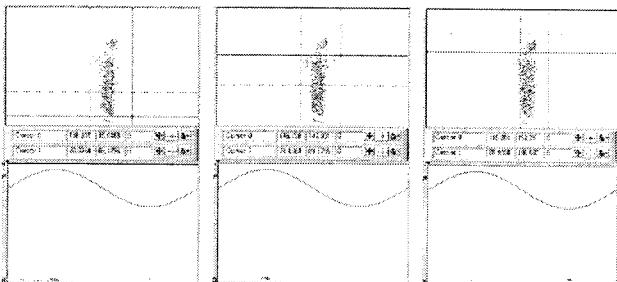
(a) Corona + 노이즈 (b) 노이즈제거 후 Corona 선택
Fig.4 PA map을 이용한 Corona 방전과 노이즈 구분

그림 5는 7kV 전원 인가시 발생하는 서로 다른 Corona 방전의 펄스파형과 ϕ -q-n화면이다. 그림(a)에서와 같이 정극성에서의 Corona가 서로 다른 형태로 측정됨을 알 수 있다.



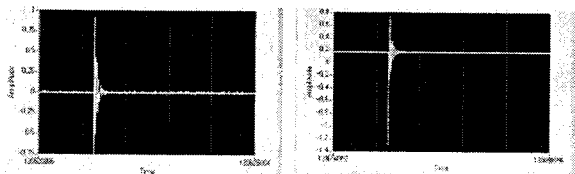
(a) 오실로스코프 파형 (b) ϕ -q-n화면
Fig.5 상부전극과 하부전극에서 발생하는 Corona

그림 6은 그림 5와 같이 2개의 서로 다른 인위적인 Corona 방전을 발생 시켰을 때 PA map을 적용하여 패턴을 분류한 것으로 (a)에서는 하부전극에 설치한 needle에서 발생한 Corona이고, (b)와 (c)는 상부전극에 설치한 Corona이다. ϕ -q-n과 달리 각각의 방전원이 명확히 구분됨을 알 수 있다.

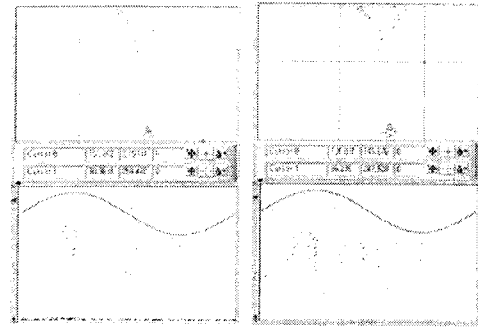


(a) 하부전극 정극성 (b) 상부전극 정극성 (c) 상부전극 부극성
Fig.6 PA map을 통한 서로 다른 Corona 검출

그림 7은 전압 9kV 인가시 발생하는 Void 결합의 정극성과 부극성의 펄스 파형이고, 그림8은 Void와 Corona와 노이즈가 다중방전 발생시 PA map을 통해 진성 방전(Void)만 구분한 것으로, 노이즈와 Corona 방전과 Void 방전이 확연히 구분됨을 알 수 있다. 그림 8 (b)에서처럼 Void 클러스터 영역을 select bar로 선택하면 노이즈와 Corona는 제거되고 순수한 Void 방전만 추출됨을 볼 수 있다. 참고로, 각 그림 하단의 ϕ -q-n은 방전원을 명확히 구분하기 위하여 부분방전 펄스 하나 중 최대값(Qmax)을 표현 한 것이다



(a) 정극성 Void (b) 부극성 Void
Fig.7 Void pulse shape



(a) 전체화면 (b) 노이즈 제거 후 Void만 측정
Fig.8 PA map을 이용한 Void와 Corona 및 노이즈 구분

3. 결 론

현장적용이 뛰어난 HFCT를 이용하여 노이즈와 부분방전 원인을 구분하기 위해 적용한 펄스의 형태 분석에 관한 연구는 기존 방법에 비해 결합원 분류를 매우 효과적으로 수행할 수 있음을 GIS내의 인위적 결합 실험을 통해 검증하였다. 이러한 PA map을 이용한 장점은 다음과 같다.

1. Noise와 Sound PD의 명확한 구분
2. 데이터 클러스터를 통한 PD source 구분
3. 낮은 방전량과 동상에서도 서로 다른 결합원 분석 가능.
4. 소량의 데이터로 결합원 파악 가능.
5. 전력설비에 장착이 용이한 HFCT 사용가능.

"본 연구 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력 연구원 (관리번호:R-2004-B-123) 주관으로 수행된 과제임"

[참 고 문 헌]

- [1] M.Muhr, "Sensors and sensing used for Non-conventional PD detection USED", D1-102, CIGRE2006 paris, 2006
- [2] J.Y.Koo, J.H. Kim "Development of an economical measuring system to detect High Frequency Partial Discharge (HFPPD) by new concept sensor", D1-107, CIGRE2006 paris, 2006
- [3] J.T. Kim, J.H. Kim " Noise Discriminations in Measuring Partial Discharges using Pulse Wave Shape Analysis" CMD, 2006
- [4] W. Krause, H.-G. Kranz, "Pulse Preclassification for online PD Noise Suppression based on realtime Pulse Shape Identification," 14th ISH, G-002, Beijing, China, August 25-29, 2005
- [5] Jeong-Tae Kim, "Noise Discrimination in Partial Discharge Measurement using TF Analysis," 2005 Korea-Japan Joint Symp. on ED & HVE
- [6] J.H. Kim "An Investigation on the Applicability of the Hybrid Sensor for Detecting High Frequency Partial Discharge", Jlcable2003, C8.1.11, 2003.
- [7] J.Y. Koo, J.H. Kim "A New Design Concept of Hybrid Sensor for Detecting High Frequency Partial Discharge (HFPPD) considering High Speed Data Acquisition by use of DSP and FPGA ", CIGRE 2004, D1-PS3, 264-03, 2004
- [8] J.Y. Koo, J.H. Kim "Hybrid Type Sensor for Detecting High Frequency Partial Discharge", United States Patent, Patent No: US 6,937,027 B2, Aug.30, 2005
- [9] W. Gross "Partial discharge signal generation transmission and acquisition", IEE Proc.-Sci. Meas. Technol., Vol. 142, No. 1, 1995
- [10] Dr. F. H. Krcuger "Partial Discharge Detection in High-Voltage Equipment ", p 105~106, Butterworth & Co. Ltd, 1989.
- [11] Henry W. Ott, Noise Reduction Techniques in Electronic System, 2nd edition. pp.73~114