

공간접계 기반의 부분방전 원격 측정 Remote measurement of partial discharge based on optical interferometry

김영규, 윤태일, Muhammad Awais, 이병하*

광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

*leebh@gist.ac.kr (younggue92@gm.gist.ac.kr)

Abstract— 가스절연개폐기(GIS)에서 절연 파괴가 발생하는 원인 중 하나인 부분 방전을 기기 표면에서 3x3 광섬유 분배기로 구성된 공간접계로 측정하였다. PZT를 사용하여 원거리에서 미소 변위 측정에 대한 검증을 진행하였다. 그 이후 GIS 시스템의 부분 방전을 모사하여 방전량에 따라 관측되는 특성을 조사하였다.

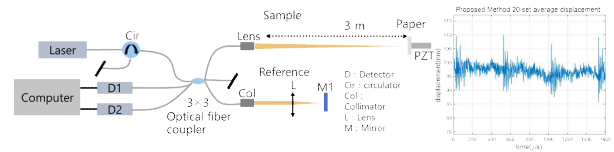
I. 서론 및 배경

차단기, 단로기 등의 개폐 설비와 변성기, 피뢰기 주회로 모선 등을 금속제 탱크 안에 일괄 수납하고, 탱크 내부에 절연 성능과 소호 능력이 뛰어난 가스를 절연 매체로 하여 충전, 밀봉한 전력설비시스템의 한 종류인 가스절연개폐기(GIS, gas insulated switchgear)는 열화로 인해 전력 사고가 종종 발생한다. 절연 파괴가 매우 대표적인데 해당 사고가 발생하기 전 다양한 형태로 나타나는 현상 중 하나인 부분 방전을 관측하는 것이 중요하게 여겨진다. 이러한 이유로 다양한 방법으로 부분 방전을 측정하는 기술들이 발전해 왔다. 하지만 최근 환경 문제로 인해 절연 매체로 사용하였던 SF₆를 친환경 절연가스로 대체하는 친환경 전력기기의 개발이 요구됨에 따라 부분 방전을 측정하는 기술 또한 발전이 필요하였다. 기존 부분 방전을 측정하는 기술 중엔 대표적으로 UHF (ultra high frequency) 센서와 PZT 트랜스듀서가 있다⁽¹⁾. 하지만, UHF 센서는 GIS 내부에 넣어서 사용하기 때문에 전자기 간섭의 문제가 있고, 트랜스듀서의 경우는 측정 위치에 직접 접촉이 필요하므로 고전압을 사용하는 GIS에 적합하지 않다는 단점이 있었다. 해당 문제를 해결하기 위해 이번 연구에서는 비접촉으로 원거리에서 측정이 가능한 공간접계를 사용하여 부분 방전으로 발생하는 소리나 그로 인한 변위를 기기 표면에서 획득하여 이상 현상을 관측하는 연구를 진행하였다.

II. 연구 내용 및 결과

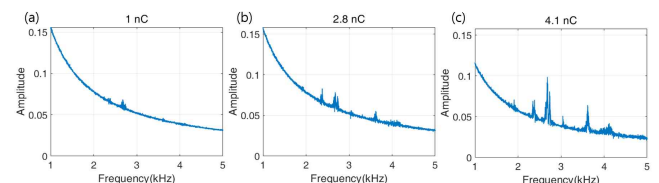
부분 방전에 GIS 표면에서 발생하는 변위는 매우 작을 것으로 예상하여 원거리 측정이 가능한 3x3 광섬유커플러 기반의 공간접계 시스템의 측정 능력을 먼저 확인하였다. 공간접계 시스템에

서 최대 3 m 떨어진 위치에서 PZT로 종이 타겟에 미소 변위를 다양한 주파수(~200 kHz)와 크기 (10 nm~)로 가해 주면서 측정할 수 있음을 확인하였다(그림 1).



[그림1] 공간접계 기반 미소변위 측정 시스템 개략도 및 미소변위 측정 결과

해당 시스템이 미소 변위를 측정할 수 있다는 것을 확인한 후, GIS 시스템 내부에 긴 도선을 방압변측으로 근접하게 향하게 하고 고전압을 인가하여 도선과 방압변 사이에서 부분 방전을 모사하고 이를 측정하였다. 전압을 5.5 kV, 6.4 kV, 7 kV로 점차 늘렸고 이에 따라 부분 방전량도 1 nC, 2.8 nC, 4.1 nC으로 증가하였다.



[그림2] 부분 방전량에 따라 발생된 변위의 주파수 분석 결과 (a) 1 nC (b) 2.8 nC (c) 4.1 nC

그 결과 그림 2처럼 부분 방전량이 증가하면서 공간접계로 GIS 표면에서 측정되는 변위값의 주파수 스펙트럼에 특이점으로 1.5~5 kHz 대역에서의 amplitude가 점차적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

사사

본 연구는 정부(과학기술정보통신부, 산업통상자원부, 보건복지부, 식품의약품안전처)의 재원으로 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (N0.20021979).

참고문헌

- [1] Wensheng Gao et al, IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 26, NO. 4