

765kV 신태백변전소 PDMS에 유입되는 외부노이즈 제거방안 평가

박응래, 이준문, **박준성**
한국전력공사

Evaluation of Noise Cancellation in PDMS

Eung-Rae Park, Jong-Mun Lee, Jun-Sung Park,
KEPCO

Abstract - 최근 전력수요의 증가로 전력계통과 변전설비들이 대형화 되고 복잡화됨에 따라 안정적인 계통운영을 위한 변전설비의 무고장이 절실히 요구되고 있다. 765kV 신태백변전소는 옥외 Full GIS형태의 변전소로써 변전설비 고장 시 하위계통에 미치는 영향이 매우 큰 만큼 기기 가압상태에서 GIS설비 내부의 이상징후를 파악하여 기기고장에 의한 사고를 미연에 방지하기 위하여 GIS 부분방전 진단시스템을 적용하고 있다. 본 논문에서는 외부 노이즈가 765kV 신태백변전소 부분방전 진단시스템에 미치는 영향을 서술하고 그 해결과정에 대하여 기술하였다.

1. 서 론

최근 전력수요의 증가로 인한 전력설비의 고전압, 대용량화 추세로 국내의 변전소에서 일반적으로 적용하고 있는 GIS는 20년 이상의 내구성을 보장하는 무보수 설계가 이루어지지만 현재 국내에서는 지속적으로 GIS고장이 발생하고 있다. 이러한 GIS 내부고장은 복구시간이 장시간 소요되며 산업, 경제적 측면에서 볼 때, 정전으로 인한 비용이 매우 크게 발생한다. 그러나 SF₆가스가 절연매체인 GIS는 밀폐된 금속 공간 내에 구비되어 있으며 GIS 내부에서 일어나는 미세한 결함을 알아내기 쉽지 않다. 이를 위해 한전에서는 기기 가압상태에서 GIS설비내부에서 발생하는 이상 징후를 사전에 파악하여 설비고장을 미연에 방지하기 위한 GIS 부분방전 진단시스템을 사용하고 있다. 그러나 외부노이즈가 GIS부분방전 진단시스템의 센서로 유입 시 GIS 내부 이상 징후를 판단하는데 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이에 본 논문에서는 765kV 신태백변전소에 적용한 GIS 부분방전 진단시스템의 센서에 유입되는 외부노이즈에 대해 분석하고 노이즈 제거방안으로 적용한 차폐제, HPF(High Pass Filter)와 그 설치효과에 대하여 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 부분방전 진단시스템

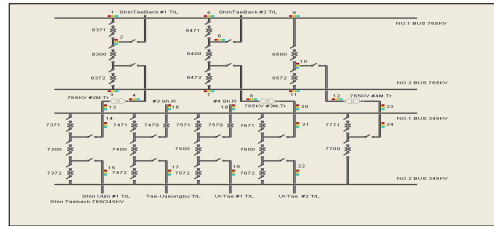
GIS 부분방전 진단시스템(PDMS: Partial Discharge Monitoring System)은 GIS 내부에 전기적 고장시 발생하는 부분방전신호를 검출하여 GIS 내부 건전성여부를 감시하는 시스템이다. 한전의 GIS 부분방전 진단시스템 운영기준에서는 하나의 센서에서 동일유형의 트렌드 데이터가 1시간 이상 지속되고 1일 1회 3일 연속 반복될 경우 그리고 하나의 센서에서 이벤트 데이터가 1일 20회 이상 3일 연속하여 반복될 경우 GIS 부분방전 진단시스템 이상 징후로 판단하고 있다.

2.1.1 부분방전 진단시스템의 구성

이 시스템은 영국의 DMS(Diagnostic Monitoring System)사가 제작하여 국내의 태광 E&C가 납품한 시스템으로 부분방전 발생을 검출하기 위한 센서, 신호를 전달하기 위한 H/W, 신호를 보여주기 위한 S/W 그리고 신호를 분석·진단하기 위한 알고리즘으로 구성된다. 특히 GIS 부분방전 진단시스템에 적용되는 센서는 UHF(Ultra High Frequency) 대역의 신호를 분석하는 전자파센서로써 주로 부분방전 시 발생하는 전자파 신호 중 0.5 ~ 1.5Ghz 주파수 범위의 신호를 취득하는 장치이다. GIS 취부방법에 따라 내장형 센서(Tank 내부에 취부) 또는 외장형 센서(Tank 외부에 취부)로 구분되는데 765kV 신태백변전소는 외부노이즈 유입을 최소화하고자 내장형 센서를 설치하여 GIS 내부부분방전 검출에 사용하고 있다.

2.1.2 UHF센서 설치현황

800kV GIS에는 신태백 T/L, 주변압기와 계통을 연결하는 인출모선과 주모선측에 각 상별로 12개소의 UHF센서를 설치하였으며 362kV GIS에서는 신울진T/L, 울태T/L과 주변압기, 분로리엑터를 연결하는 인출모선에 각 상별로 12개소의 UHF센서를 설치하여 운영하고 있다. 신태백변전소 GIS 구획별 UHF센서설치 위치는 다음과 같다.



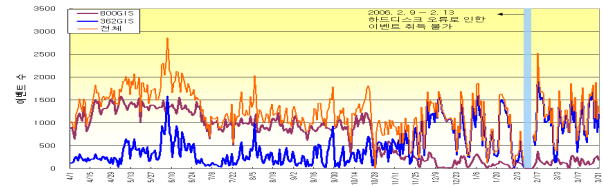
<그림 1> UHF센서 설치 위치

2.2 GIS 부분방전(PD : Partial Discharge) 및 외부노이즈

전극에 고체 절연체와 공기가 같이 존재하게 되면 공기쪽의 전계가 상당히 높아져 국부적인 방전이 발생한다. 이를 부분방전이라 부른다. 전극의 종류에는 여러 가지가 될 수 있으며 전극의 종류와 형태에 따라 코로나 방전, 플로팅 방전, 파터클 방전, 보이드 방전, 연면방전으로 구분할 수 있으며 UHF센서로 유입되는 외부노이즈 발생원에는 핸드폰 기지국 및 무선통신 기지국, TV방송, 레이더 그리고 기중크로나 방전등이 있다.

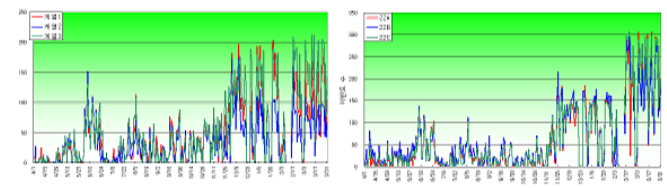
2.2.1 PD 이벤트 발생현황

2004년 4월부터 362kV, 800kV GIS의 가압이 시작된 이후 지속적으로 GIS내부 이상징후를 나타내는 부분방전 이벤트가 발생하고 있다.



<그림 2> 362·800kV GIS PD 이벤트 발생현황

위 그림은 기기가압 1년 후인 2005년 4월부터 2006년 3월까지 부분방전 이벤트 발생현황을 나타낸 그래프이다. 2005년 11월 이전까지 800kV GIS에서 하루 최대 1600여회의 부분방전 이벤트가 발생하여 기기상태가 불안정한 모습을 보였으나 그 이후에는 최대 300여회 이하로 이벤트가 발생하면서 안정화된 모습으로 접어들었다. 그러나 362kV GIS에서는 2005년 11월부터 하루 최대 1800여회의 이벤트가 발생하였으며 지속적으로 800kV GIS측에서 발생한 이벤트 개수를 넘어서면서 불안정한 모습을 보이고 있다. 특히 전체 362kV GIS에 설치된 UHF센서 중 울태 #1T/L, 울태#2 T/L측의 #19, 22센서에서 하루 최대 300여회의 과도한 PD 이벤트가 지속적으로 검출되었다.

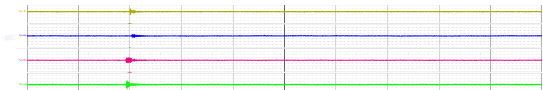


<그림 3> #19, 22 UHF센서 PD 이벤트 발생현황

2.2.2 외부노이즈가 부분방전 진단시스템에 미치는 원인 및 영향

과도한 부분방전 이벤트가 발생하는 원인을 찾고자 362kV GIS제작사인 효성중공업과 부분방전 진단시스템 설치 업체인 태광E&C 그리고 전력연구원의 현장측정 결과 외부노이즈가 신대백변전소 전 지역의 GIS 부분방전센서에 영향을 미치고 있다는 사실이 밝혀졌다. 신대백변전소에서 취득되는 주요 노이즈의 주파수 성분은 기중방전, 휴대폰, 레이더 신호로 이들 중 PDMS에 가장 큰 영향을 미치는 주파수 대역은 450~750Mhz의 코로나 노이즈로 나타났다. 신대백변전소는 해발 950m에 위치하고 있는 만큼 계절별 기온차가 크기 때문에 올진N/P로부터 전력을 수전하는 345kV T/L측 부상상단의 인출부 또는 가공지선에서 열팽창률 차이로 인하여 미세한 균열이 일어나 이곳에서 발생하는 기중방전 신호가 #19, 22센서로 유입되어 그림<3>에서 볼 수 있듯이 기중방전에 의해 취득되는 신호의 경우 두 센서의 이벤트 발생현황이 유사하게 나타나고 있다.

76, 77BAY에 외부노이즈센서를 설치하고 GIS부상으로부터 유입되는 기중방전 신호를 측정하여 22UHF센서의 파형과 비교한 결과 두 센서에 동기화된 파형이 나타나고 있으며 부분방전 진단시스템은 노이즈가 입력되면 약 70% 이상을 이벤트로 인식하였다.



<그림 4> 외부노이즈센서, #22A, 22B, 22C UHF센서 동기화

2.3 외부노이즈 제거방안

부분방전진단 시스템에 유입되는 외부노이즈 제거방안으로는 High Pass Filter, Attenuator, 스페이스 차폐제, Software Filter가 있으며 신대백변전소에서는 이들 중 HPF, 스페이스 차폐제를 적용하여 설치하였다.

2.3.1 스페이스 차폐제의 설치효과

내장형 UHF센서에 들어오는 노이즈의 입력 루트를 찾아서 차폐제를 활용하는 방법으로 주로 스페이스 차폐제를 적용하는 방법이다. 이 방법으로 완벽한 노이즈의 차폐가 가능하다면 PDMS의 성능에 전혀 영향을 미치지 않고 문제점을 해결할 수 있는 장점이 있지만 노이즈의 완벽한 차폐가 불가능할 가능성이 더 높다는 단점이 있다. 362kV GIS에 기중방전 유입을 막기 위해 05년 5월 2일~5월 4일 3일간 개방형 스페이스 차폐제를 설치하였고, 차폐이후 PDMS에서 이벤트 변화량을 분석하였다. 차폐제는 신호유입이 많은 75BAY의 경우 테이프차폐제 위에 차폐밴드를 함께 설치하여 2중 차폐구조로 하였고 나머지 73, 74, 76, 77BAY의 경우 테이프 차폐제만 설치하였다.

차폐제 설치 이후 기중방전 신호유입이 많은 센서를 중심으로 이벤트 추이변화를 살펴보면 다음과 같다.

<표 1> #19 OCU A, B, C상 이벤트 추이변화

	Event Summary	History Data
#19 A상		
#19 B상		
#19 C상		

<표 2> #22 OCU A, B, C상 이벤트 추이변화

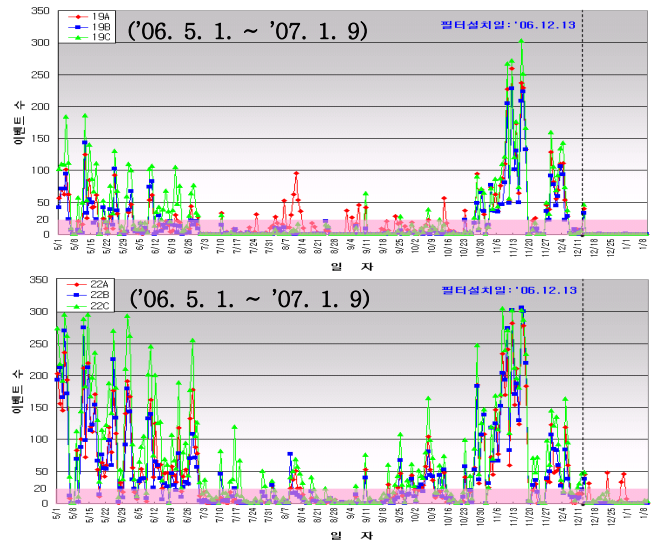
	Event Summary	History Data
#19 A상		
#19 B상		
#19 C상		

외장형 차폐제 설치 후 #19센서에서는 700 ~ 1100Mhz 대역의 신호 감쇄가 나타났으며 이벤트발생량이 확연히 감소하였다. 그러나 History Data에서는 일정 크기의 신호가 계속해서 취득되고 있는 상황이나 이벤트 저장조건에 일치하지 않아 이벤트로 저장되고 있지 않았다. #22 센서에서는 600Mhz 이하의 주파수 대역에서 주파수 신호가 차폐제 설치 후 크게 취득되었고 이벤트 발생량에는 큰 변화가 나타나지 않았다. 내장형 UHF센서로 외부노이즈 신호유입이 스페이스 뿐만 아니라 부상등 다른 지역을 통하여 유입되고 있기 때문에 스페이스 차폐제를 설치하여 효과적으로 노이즈를 제거할 수 없었다.

2.3.1 HPF의 설치효과

신대백변전소에서 발생하는 노이즈의 주파수 대역이 일정치 이하에서만 발생하고 있기 때문에 이대역의 주파수 성분을 HPF를 통해 제거하는 방법이다. 문제를 일으키고 있는 노이즈의 주파수 대역이 450Hz~750Mhz의 코로나 노이즈이기 때문에 #16, 19, 22센서의 A상에는 700Mhz, B상에는 800Mhz, C상에는 1000Mhz의 HPF를 설치하여 각 주파수대역별로 설치효과를 비교하였으며 #18센서는 추후 비교대상용으로 필터를 설치하지 않았다. 이 방법으로 노이즈제거가 필요한 센서에만 필터를 설치할 수 있고 센서에 유입되는 특정 대역의 주파수성분을 효과적으로 제거할 수 있지만 500 ~ 780Mhz 전자파 신호의 약 30%를 수신할 수 없기에 PDMS의 성능에 영향을 미칠 수 있는 단점이 있다.

필터 설치 후 #16, 19센서에서 발생하는 부분방전 이벤트가 급격히 감소하였으며 #22센서에서는 간헐적으로 이벤트가 발생하고 있다. 그리고 필터를 설치하지 않은 #18센서에는 이벤트가 지속적으로 발생하여 스페이스 차폐제보다 효과적으로 외부 노이즈를 제거할 수 있었다. 또한 현장 측정결과 750Mhz 이하의 대역에서 노이즈의 크기가 급격히 감소하는 것으로 나타나 현재 700Mhz HPF를 적용하여 운영하고 있다.



<그림 5> HPF 설치 후 #19, 22 UHF센서 PD 이벤트 발생현황

3. 결 론

본 논문에서는 765kV 신대백변전소 부분방전 진단시스템의 GIS내부 부분방전 이벤트 발생현황을 알아보고 외부노이즈가 PDMS의 이벤트 인식에 미치는 영향과 노이즈 제거방안으로 스페이스 차폐제, HPF 설치 효과에 대해 살펴보았다. 본문에 언급했듯이 노이즈 제거방안에는 여러 가지 방법이 있지만 HPF가 신대백변전소의 경우 가장 효과적인 방법임을 알 수 있었다. 하지만 UHF센서가 감지하는 특정 주파수대역의 신호를 감쇄시켜 PDMS의 성능에 영향을 미칠 수 있기 때문에 완벽한 방안은 될 수 없다.

향후 765kV 변전소의 추가건설시 GIS변전설비의 안정적인 운영을 위하여 외부 전자파 노이즈에 대해 충분히 고려하고 노이즈를 제거할 수 있는 효과적인 방안이 연구되어야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한전, "GIS 부분방전 진단시스템 운전지침(안)"
- [2] 한전 계전전력관리처, "예방진단(PD) 안정화 T/F 최종 결과보고서"
- [3] SmartSub Manual