

화력발전소 S/Y 362 kV GIS 부분방전 정밀측정

한기선*, 윤진열*, 한상욱**
 한국전력공사 전력연구원*, 충남대학교 전기공학과**

Partial discharge Measurement on 362 kV GIS of Power Plant Switchyard

Kiseon Han*, Jinyul Yoon*, Sangok Han**
 Korea Electric Power Research Institute*, Chungnam National University**

Abstract - 화력발전소 S/Y(switchyard)의 362 kV GIS에 대한 부분방전 정밀측정을 수행하였다. 2005년 부터 화력발전소 S/Y GIS의 고장예방을 위해 설치 운전중인 UHF 부분방전 상시감시시스템에서 상당히 큰 부분방전신호가 지속적으로 감지되었다. 상시감시시스템에서 방전신호의 원인을 부유전극으로 추정하였으며, 이에 해당 사업소에서 감지된 방전신호의 노이즈 여부 및 방전 발생위치 추정을 위한 기술지원을 요청하였다. 이에 따라 전력연구원은 방전신호를 정밀 측정된 후 PRPD(phase resolved partial discharge) 분석을 통해 부유전극이 GIS 내부에 존재함을 확인하였으며, TOA (time of arrival)법에 의해 제 1 발전기 step-up 변압기 부터 인근 가스절연모선 사이에 결합이 존재하는 것으로 추정하였다. 전력연구원의 측정결과를 바탕으로 발전소 측에서 해당 개소를 분해 점검한 결과 가스절연모선의 중앙도체를 지지하는 supporting insulator 금구류의 접촉불량에 의한 부유전극 결합을 발견하고 보수하였다. 보수후 상시감시시스템에서 방전신호가 검출되지 않음에 따라 방전원인이 제거되었음을 확인하였다.

1. 서 론

화력발전소 switchyard의 362 kV GIS(Hitachi, 1982년)에 대한 부분방전 정밀측정을 수행하였다. 2005년 부터 화력발전소 S/Y GIS의 고장예방을 위해 설치 운전중인 UHF 부분방전 상시감시시스템에서 그림 1의 7100 bay에 설치된 #1C 부분방전센서에서 그림 2와 같이 상당히 큰 신호가 지속적으로 감지되었다. 상시감시시스템에서 방전신호의 원인을 부유전극(플로팅)으로 추정하였으며, 이에 해당 사업소에서 상시감시시스템에서 측정된 방전신호의 노이즈 여부 및 방전발생위치 추정을 위한 기술지원을 요청하였다.

이에 따라 전력연구원은 부분방전신호를 정밀측정한 후 정확한 방전원인과 방전위치를 추론하고 해당 발전소에서는 분해 점검 등 후속조치로 GIS 고장을 미연에 방지하였다.

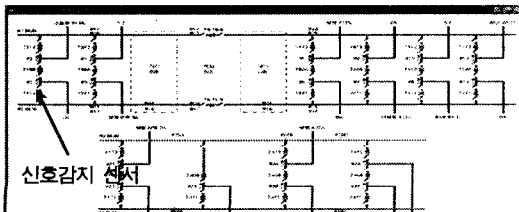


그림 1. 화력발전소 S/Y 단선도

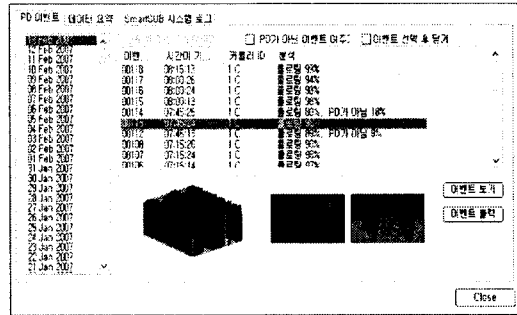


그림 2. 부분방전 상시감시시스템의 #1C 센서에서 측정된 신호.

2. 본 론

2.1 방전의 종류

#1C 부분방전센서에서 지속적으로 측정되는 신호가 외부 노이즈가 아니라 GIS 내부에서 발생하는 신호임을 확인하기 위해 #1C 센서 인근 스페이스 Ch2에 그림 4, 5와 같이 부분방전 센서를 설치하고 oscilloscope로 신호 파형을 측정하였다. 만약 GIS 내부에서 신호가 발생한다면 이 신호는 스페이스를 통해 GIS 외부로 누설되기 때문에 스페이스 Ch2에 센서를 붙였을 경우 이격시보다 큰 신호가 측정된다. 실제 신호를 측정하면 그림 5 및 6의 붉은색 그래프와 같이 스페이스에 센서를 부착했을 때 큰 신호가 측정되며 따라서 상시감시시스템에서 검출되는 신호는 GIS 내부에서 발생하는 신호임을 알 수 있다.

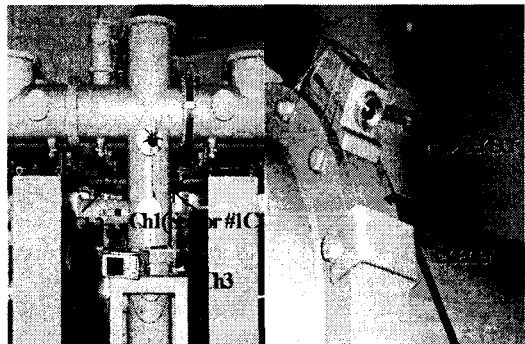


그림 3. 센서 설치도 그림 4. Spacer에 센서설치

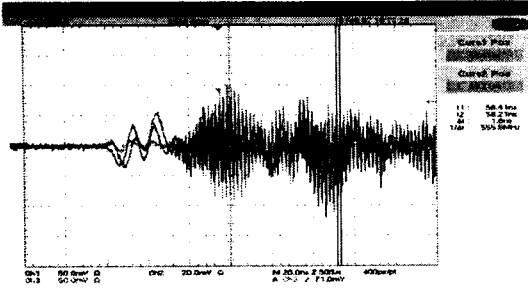


그림 5. Oscilloscope로 측정된 방전신호.

[Ch1(푸른색) : #1C 센서에서 측정된 신호,
Ch2(붉은색) : Ch2 스페이서에 센서 장착시 측정신호,
Ch3(녹색) : Ch3 스페이서에 센서 장착시 측정신호]

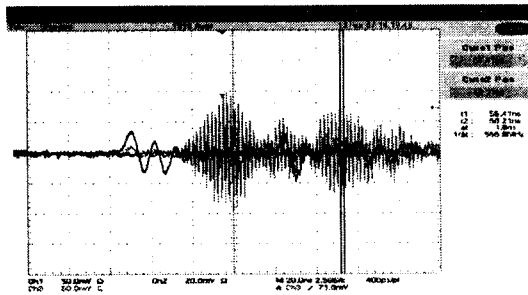


그림 6. Oscilloscope로 측정된 방전신호.

[Ch1(푸른색) : #1C 센서에서 측정된 신호,
Ch2(붉은색) : Ch2 스페이서에 센서 이격시 측정신호,
Ch3(녹색) : Ch3 스페이서에 센서장착시 측정신호]

측정한 신호의 발생원인을 파악하기 위해 #1C 센서에서 측정된 신호의 PRPD를 그림 7과 같이 oscilloscope로 측정하였다. 그림 7의 가로축은 시간이며, 세로축은 신호의 크기이고, 약 2분 동안 누적하였다. PRPD pattern에서 비교적 일정한 크기의 방전신호가 GIS 인가전압 1 cycle(약 17 ms)당 2개의 영역에서 발생하는데 이는 부유전극의 전형적인 특징이다[1]. 따라서 GIS 내부에서 부유전극 결합에 의한 부분방전이 발생하고 있음을 알 수 있으며, 부분방전 상시감시시스템에서 추정된 원인과 일치한다. 부유전극은 금속전극이 전기적으로 GIS 외함이나 중앙도체에 접촉불량 등의 이유로 연결되지 않을 때 나타나는 결합을 의미한다.

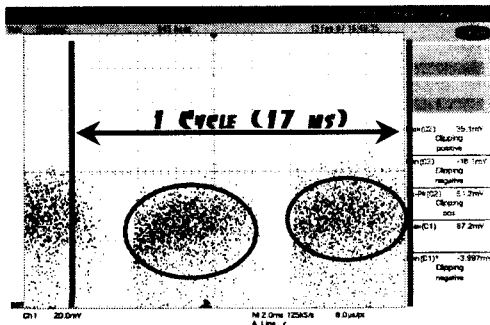


그림 7. #1C 센서에서 측정된 부분방전신호의 PRPD Pattern

2.2 방전발생위치

방전발생위치는 일반적으로 TOA에 의해 추정한다. TOA법은 그림 8과 같이 방전발생위치를 사이에 두고 설치한 두 센서에서 방전신호를 그림 9와 같이 측정하면 방전발생위치에서 센서와의 거리차 때문에 방전신호의 도착시간차 Δt 가 발생하는데 이를 식 (1)에 대입하여 센서로부터 방전위치의 거리 d_2 를 구하는 방법이다.

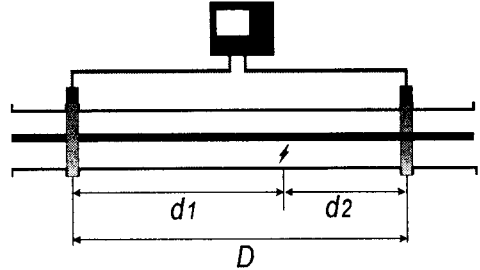


그림 8. TOA법에 의한 방전위치 추정기법

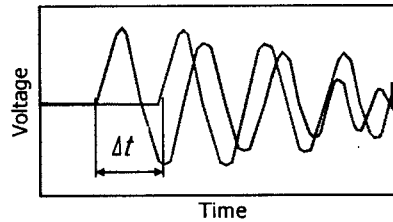


그림 9. 방전발생위치와 센서의 거리에 따른 방전신호 도착시간의 차이

$$d_2 = \frac{1}{2} (D - C\Delta t) \quad (\text{식 1})$$

정확한 방전위치의 추정을 위해 그림 10 및 11과 같이 부분방전센서 11 및 22를 설치한 후 방전신호 도착시간을 그림 12와 같이 측정하였다. 두 센서에서 측정된 방전과형의 도착시간차 Δt 는 85.6 ns이며, 센서들의 간격이 약 26 m인 점을 고려하여 식 1로부터 d_2 를 구하면 거의 0으로 계산되었다. 따라서 방전발생위치는 센서 22 인근에서 step-up 변압기 방향의 GIB(gas insulated bus)에서 발생하고 있음을 알 수 있다.

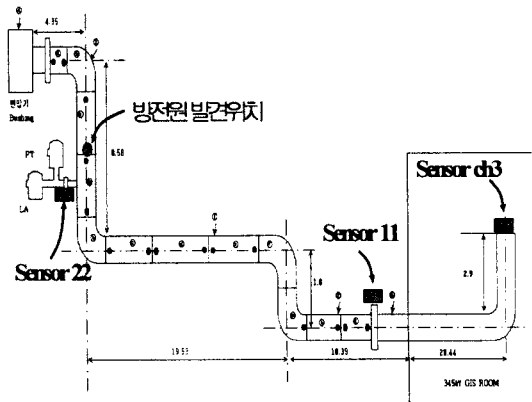


그림 10. 화력발전소 GIB Layout

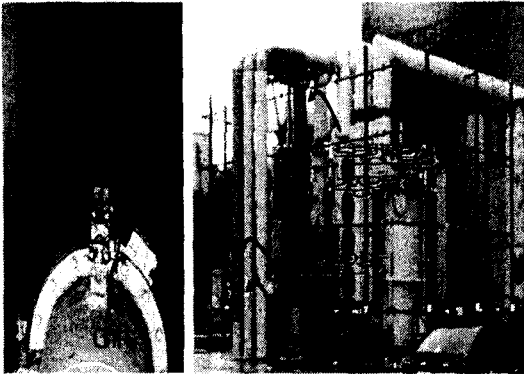


그림 11. 화력발전소 GIS.

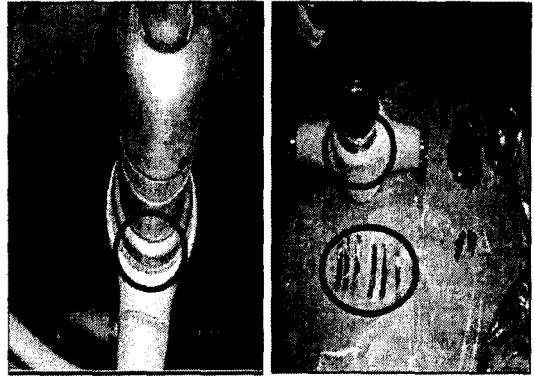


그림 13. GIB 점검시 발견한 supporting insulator내 금구류의 접촉불량 부위.

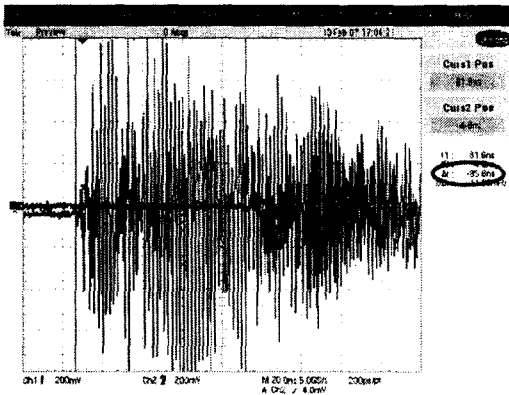


그림 12. Ch11 및 Ch22에서 측정된 부분방전신호.

2.3 GIB 점검결과 비교

발전소에서 방전발생위치로 추정된 GIB 개소를 분해 점검한 결과 센서 22로 부터 step-up 변압기 방향으로 약 2.4 m 떨어진 곳에 위치한 supporting insulator의 금구류에서 그림 13과 같이 방전흔적이 있는 접촉불량 부위가 발견되어 보수하였다. 부분방전 측정결과와 GIB 점검결과를 표 1과 같이 비교해 보면 방전원인은 부유전극으로 정확히 일치하며, 방전발생위치 또한 거의 일치하였다. 보수한 GIB를 다시 가압한 뒤 설치되어 운전중인 부분방전 상시감시시스템의 #1 C 센서에 신호가 검출되지 않았으며 따라서 보수를 통해 방전원인이 제거되었음을 알 수 있었다.

표 1. 부분방전 측정결과와 GIB 점검결과 비교.

구 분	부분방전측정결과	GIB 점검결과
방전원인	부유전극	접촉불량에 의한 부유전극
방전발생위치	센서 22에서 step-up 변압기 방향	센서 22에서 step-up 변압기 방향으로 약 2.4 m

3. 결 론

화력발전소 switchyard GIS에서 발생하는 부분방전신호에 대해 PRPD 분석방법에 의해 방전원인을 정확히 추정하였고 TOA 법을 사용하여 방전신호의 발생위치를 찾을 수 있었다. 이에 따라 방전신호가 발생하는 GIB를 분해 보수함으로써 우회선로가 없는 step-up 변압기와 스위치야드 사이의 가스절연모선 고장을 미연에 방지함으로써 발전기 기동정지를 사전에 예방함은 물론 안정적 전력공급에 기여하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 윤진열, 박기준, 구선근, "GIS 고장예방을 위한 UHF 부분방전 신호해석기술 연구", 전력산업연구개발사업 최종보고서, pp. 37~42, 1995