

고압 전기설비 부분방전시험을 위한 노이즈 저감방안

이영준*, 박광하*, 최형주**
 한전 전력연구원*, 한국중부발전(주)**

A Novel Noise Reduction Method for Measuring Partial Discharge in High Voltage Electric Machinery

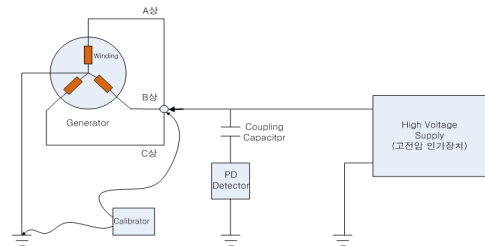
Young-Jun Lee*, Kwang-Ha Park*, Hyung-Joo Choi**
 Korea Electric Power Corporation*, Korea Midland Power Company**

Abstract - Partial discharges(PD) is a important factor to evaluate the insulation state in high voltage electric machinery. However, measuring PD under the circumstances of power plant is occasionally impossible due to the relatively high magnitude of noise which is emanated from the operating machinery. In some case, the instrument measuring PD can not even perform a calibration that initializes tools and enhance the accuracy. This paper presents that we devised a noise reduction method and demonstrated the usefulness in acquiring reliable PD signals. We attached a series of filter and transformer at the input of power source of the instruments which refrains high noise signals from incoming to the instruments. We experimented the efficiency of noise reduction applying the device into the Dangjin Power Plant and Factory. As a result of testing with the filter and transformer, we can easily calibrate the PD signal compared to the case without the device. Additionally, we can detect the small PD signal which was unperceived with a normal device.

동시에 운전 또는 가동되고 있어 부분방전 측정시 외부 노이즈가 매우 크게 나타나 시험하는데 애로가 발생하는 경우가 많이 있다. 외부 노이즈는 주로 부분방전 측정을 위한 계측기 전원 인가부 및 접지선 등을 통해 들어오며, 심한 경우 수천~수만pC이 측정되는 경우도 있다. 통상 부분방전 측정을 위한 calibration은 1,000pC으로 시행하기 때문에 외부 노이즈가 너무 클 경우 calibration이 불가능은 물론 신뢰성 있는 부분방전 측정은 기대하기 힘들며, 외부 노이즈를 저감하기 위한 노력으로 인해 시험시간이 장시간화되고, 어떤 경우 시험이 불가능한 경우도 있다. 특히, 부분방전을 측정하는 장소에 인접한 곳에서 용접, 크레인, 콤프레사, 컨버터 작동, 그라인더 작업 등이 수행되면 외부 노이즈는 급격히 증가한다. 그러나 발전소나 일반산업체에서 전기설비 정비기간중 이러한 작업 등을 중지하고 부분방전을 측정 할 수 있는 여건이 되지않기 때문에 노이즈원을 전원 또는 접지부의 개선을 통해 근본적으로 저감하는 것이 무엇보다도 중요하다.

그림 1은 부분방전 측정을 위해 시험 대상물과 계측기간의 calibration 회로도를 나타낸 것으로 전원 또는 접지선 등을 통해 매우 큰 외부 노이즈가 들어올 경우 calibration 및 부분방전 측정이 불가하게 된다.

부분방전 측정회로도



<그림 1> 부분방전 측정시 calibration 회로도

1. 서 론

발전소나 일반산업체 현장에서 사용되고 있는 고압 전기설비(발전기, 변압기, 고압전동기, 케이블 등)들은 핵심 중요설비들로 운전중 고장이 발생하면 발전기 정지, 또는, 현장 가동중단 등 그 피해는 매우 엄청날 수 있다. 따라서 최근에 이러한 고압 전기설비에 대한 고장 예방활동의 일환으로 정비기간중 고압 전기설비에 대한 절연진단시험 등을 통해 설비 건전성을 확인하고 있다. 절연진단시험은 고압 전기설비 절연물의 건전성을 사전에 파악, 문제가 있는 설비들은 가동전 사전 정비, 교체 등을 통해 운전중 발생할 수 있는 고장을 최소한으로 줄이기 위한 시험방법이다. 이러한 절연진단시험에는 절연저항, 성극지수, 교류전류, 유전정접 및 부분방전시험 등을 시행하여 절연물의 상태를 종합적으로 분석하고 있다.[1][2]

부분방전시험은 절연진단시험 항목중 가장 중요한 시험항목중의 하나로 절연물 내부에 존재하는 보이드, 결함 등에서 발생하는 전기적 스파크 현상을 찾아내어 절연물의 열화정도를 파악하는 시험이다. 그러나 발전소 또는 일반산업체 현장의 경우 외부 노이즈가 클 경우 부분방전 측정에 애로가 많으며, 시험시간도 장시간화 되는 경우가 있다. 발전소나 일반산업체 현장에 설치되어 운전중인 고압 전기설비들은 규모, 중량 등의 문제로 인하여 외부 노이즈를 차폐할 수 있는 차폐실에서 시험을 할 수 있는 여건이 아니기 때문에 현장에 존재하는 외부 노이즈를 저감하는 것이 부분방전시험의 성과를 좌우한다고 할 수 있다. 발전소나 일반산업체 현장에 설치되어 운전중인 고압 전기설비들의 절연물에서 나타나는 부분방전 크기는 통상 1,000pC 이상으로 나타나기 때문에 수~수십 pC의 고정밀 부분방전 측정을 위한 노이즈 저감을 필요로 하지는 않지만 최소한 1,000pC 이하로 외부 노이즈를 저감시켜야만 절연진단을 위한 계측기 calibration 및 부분방전 측정에 효과적이기 때문에 이를 저감하는 것이 매우 중요한 문제이다.

본 논문에서는 발전소나 일반산업체 현장에서 고압 전기설비에 대한 부분방전 측정시 외부 노이즈를 저감하는 방법을 강구하고자 몇가지 보조설비 사용을 통해 측정된 외부노이즈 변화 등을 근거로 향후 부분방전 측정시 외부 노이즈를 저감할 수 있는 효과적인 방안에 대해 기술하고자 한다.

2. 본 론

2.1 외부 노이즈원

발전소나 일반산업체 현장은 노이즈를 발생할 수 있는 많은 설비들이

2.2 노이즈 저감방법 및 시험결과

부분방전 저감방안을 모색하여 고압 전기설비 부분방전 측정시 외부 노이즈에 대한 간섭을 배제하고 원활한 측정을 위해 발전소 현장 및 산업체 현장 등 총 2곳에서 부분방전 측정시 계측기 사용을 위한 전원부를 타고 들어오는 노이즈를 저감해보고자 시중에서 쉽게 구할 수 있는 1:1(220V/220V) 복권형 변압기와 노이즈 필터 등을 사용하여 외부 노이즈 크기의 변화를 관찰하였다.

2.2.1 노이즈 저감방법 (변압기 및 노이즈 필터 활용)

계측기 전원 인가부(220V)에 용량 5KVA, 사용전압 220V/220V, 60Hz의 복권형 변압기를 연결하여 전원부를 타고 들어오는 노이즈를 변압기에서 걸러주어 계측기에 전원을 공급하는 방법과, 사용전압 250V, 저역통과 노이즈 필터(사용주파수 : 150kHz~30MHz)를 사용하여 전원부로 들어오는 노이즈를 저감하는 방법을 사용하였다.

그림 2와 3은 외부 노이즈 저감을 위해 사용한 변압기 명판 및 노이즈 필터 회로도를 나타낸 것이다.



<그림 2> 변압기 명판



<그림 3> 노이즈 필터 회로도

2.2.2 시험결과

당진화력 Sea Water Lifting Pump(SLP)용 차단기실에서 SLP 전동기에 대한 부분방전 측정을 위해 부분방전 계측기를 연결하여 회로를 구성한 결과, 외부 노이즈가 약 10,400~11,300pC이 측정되어 calibration은 물론 부분방전 측정 자체가 불가능하였다. 따라서 노이즈 저감을 위해 준비한 변압기 및 노이즈 필터를 사용하여 총 5회에 걸쳐 외부 노이즈를 저감한 결과, 표 1과 같은 결과를 얻었다. 표 2는 동일한 방법으로 한성전공 당진공장에서 측정한 외부 노이즈 변화를 나타낸 것이다. 이곳의 경우 정상상태에서 외부 노이즈의 크기가 크지 않아 calibration이나 부분방전 측정시 애로점은 발생하지 않았으나, 외부 노이즈 저감효과를 확인하기 위해 변압기 및 노이즈 필터를 사용하여 시험을 수행하였다.

〈표 1〉 차단기실 외부 노이즈 변화 [단위 : pC]

외부 노이즈	변압기 사용	필터 사용	변압기+필터
10,400	660	5,800	781
11,300	728	6,200	826
10,700	680	6,000	785
11,000	685	6,050	825
10,850	675	6,100	800

〈표 2〉 당진공장 외부 노이즈 변화 [단위 : pC]

외부 노이즈	변압기 사용	필터 사용	변압기+필터
660	33	185	43
672	38	187	46
668	35	190	48
659	28	183	45
678	33	188	41

표 1과 2에서 보는바와 같이 외부 노이즈가 상당히 컸음에도 불구하고 변압기를 사용하였을 경우 외부 노이즈가 상당부분 저감되었음을 알 수 있었으며, 필터만을 단독 사용하였을 경우에도 저감효과가 있는 것으로 확인되었다.

그림 4, 5와 6은 당진화력에서 부분방전 측정시 계측기 전원부에 변압기 및 노이즈 필터를 설치한 사진으로 각 상황별 외부 노이즈 크기 변화를 부분방전 측정 계측기 화면을 통해 확인하였으며, 노이즈 변화상태 및 저감효과 등을 쉽게 확인 할 수 있었다.



〈그림 4〉 변압기 단독사용



〈그림 5〉 변압기와 필터 직렬사용

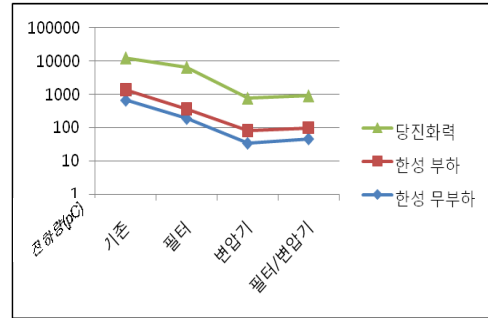


〈그림 6〉 필터 단독사용

2.3 시험결과 분석

상기 시험결과에서 보는바와 같이 발전소와 일반 산업체 현장에서 부분방전 측정시 외부 노이즈를 저감하기 위한 보조설비를 사용하여 노이즈 변화상태를 측정된 결과를 그림 7에 나타내었다. 그림 7에서 보는바와 같이 기존의 외부노이즈는 변압기를 단독으로 사용할 시 노이즈 저감효과가 가장 좋았으며, 필터를 사용할 시에는 어느정도 저감효과는 있으나, 완전한 저감효과는 확인 할 수 없었다. 이는 노이즈 필터 특성이 일정 주파수대역의 노이즈만을 제거함으로써 차단 주파수 범위를 넘어서는 외부 노이즈에 대해서는 차단효과가 없음을 알 수 있었으나, 특정 주파수 대역의 노이즈 저감에는 큰 효과가 있는 것으로 분석되었다..

변압기와 필터를 직렬로 연결한 경우에도 외부 노이즈를 많이 저감할 수 있었으며, 변압기 단독 사용만으로도 충분히 외부 노이즈를 저감할 수 있는 경우에는 굳이 노이즈 필터를 직렬로 연결하여 사용할 필요는 없는 것으로 분석되었다.



〈그림 7〉 변압기 및 필터 사용시 외부 노이즈 변화

3. 결 론

발전소 및 일반산업체 현장에 설치되어 있는 고압 전기설비의 절연상태 진단성 판단을 위한 부분방전 측정시 외부 노이즈 저감 및 측정 용이성 개선을 위해 수행한 몇가지 노이즈 저감방법 확인을 위한 시험을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

[1] 부분방전 측정시 외부노이즈는 주로 부분방전 측정을 위한 계측기 전원 인가부 및 접지선 등을 통해 들어오며, 심한 경우 수천~수만pC이 측정되는 경우도 있었다. 특히, 부분방전을 측정하는 장소에 인접한 곳에서 용접, 크레인, 콤프레서, 컨버터 작동, 그라인더 작업 등이 수행되면 외부 노이즈가 전원 및 접지선을 타고 들어와 급격히 증가함을 알 수 있었다.

[2] 부분방전 측정을 용이하게 하기 위한 노이즈 저감방안으로 계측기 사용을 위한 전원 인가부에 복권형 변압기 및 노이즈 필터를 사용한 결과, 상당히 큰 효과가 있음을 알 수 있었으며, 복권형 변압기 단독 사용으로도 웬만한 외부 노이즈는 크게 저감시킬 수 있다는 것을 확인하였다.

[3] 노이즈 필터를 단독적으로 사용하는 경우 외부 노이즈 저감효과가 있기는 하였으나 필터 자체의 차단주파수를 벗어나는 노이즈의 경우 저감효과가 크지 않음을 알 수 있었다. 따라서 현장여건이 고주파 성분의 노이즈일 경우 차단효과가 떨어질 것으로 사료된다.

[4] 향후 발전소나 일반산업체 현장에서 부분방전 측정시 계측기 전원 인가부에 변압기 및 노이즈 필터를 채용하면 외부 노이즈가 급격히 줄어들어 부분방전 측정시 외부 노이즈로 인한 calibration 지연 및 부분방전 측정이 불가능한 경우 등의 문제점은 쉽게 해소되리라 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] A. Wilson, R.J. Jackson, "Discharge Techniques for Stator Windings", IEE Proceedings, Vol.132, Part B, No 5, pp. 234 ~ 244, 1985.
- [2] G.C.Stone "Practical Techniques for Measuring PD in Operating Equipment", IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol.7, No.4, pp.9~19, 1991.