

GIS의 부분방전 진단을 위한 휴대용 부분방전 진단시스템 개발

정재룡*, 김민수, 김정배, 송원표, 김홍석
(주)효성 중공업 PG

Development of the Portable iPDM System for the PD Diagnosis of the GIS

J.R.Jung, M.S.Kim, J.B.Kim, W.P.Song, H.S.Kim
Hyo Sung co.

Abstract - 본 논문에서는 변전소 현장점검시 GIS의 부분방전을 측정하고 진단할 수 있는 휴대용 부분방전 진단 시스템을 개발한 내용에 대해 논하고자 한다.

1. 서 론

최근, 국내외 변전소에 일반적으로 적용되고 있는 가스절연개폐장치 (GIS : Gas Insulated Switchgear)는 비정상적인 부하의 급격한 상승으로 인한 지락, 뇌등으로 부터 전력계통을 보호하는 장치로 만의 하나 기기에 이상이 발생하게 되면 전체 전력 계통에 매우 심각한 피해를 줄 수 있다. 또한 GIS는 20년 이상의 내구성을 보장하도록 설계가 이루어지지만 실제로는 내부부품의 불량, 절연물의 경년열화, 가혹한 운전환경등의 이유로 내부절연 파괴가 발생하고 있다. 게다가, 국내에는 20년 이상 운전되고 있거나, 혹은 도래되는 GIS도 상당수 있어 내부절연사고가 예견되고 있으며, On-line 감시시스템이 구축되어 있지 않은 변전소에서 점검을 위한 휴대용 예방 진단 장비가 요구되어지고 있다. 실제 GIS사고 원인에 대해 CIGRE 23-102(1998)과 국내 전력회사에서 발표한 자료에 따르면, GIS 사고의 50%이상이 절연파괴가 원인인 것으로 발표하고 있다. GIS 내부에 도체이물이 존재하거나 스페이스 내에 공극 또는 균열이 존재하면 내부 절연파괴로 연결되는데, 사고로 발전되기 전에 필스형태의 부분방전이 발생하게 된다. 따라서, 부분방전 필스를 사전에 감지하게 되면 고압의 가스로 채워진 GIS내부의 문제점을 예측할 수 있고, 문제의 정도를 파악해 사고를 미연에 방지할 뿐만이 아니라, 적합한 유지 보수계획을 세울 수 있다. 이러한 부분방전을 측정하는 방법에는 UHF법과 초음파법이 적용되고 있다. 특히 UHF법은 최근들어 세계각국의 연구그룹들에 의해 검증된 부분방전을 측정하는 기법으로, 외부 잡음의 영향을 상대적으로 적게 받는 UHF대역 (300MHz-3000MHz)의 부분방전 필스를 검출하여, GIS 내부의 이상 원인 및 정도를 예측하는 현재 가장 신뢰성 있는 방법으로 알려져 있다. 본 논문에서는 본 연구를 통해 개발된 휴대용 부분방전 진단시스템(Portable iPDM System)의 구성과 성능에 대해 논의하고자 한다.

2. 본 론

2.1 PD(Partial Discharge) 진단방법

PD를 진단하는 방식에는 이음, 초음파, UHF, SF₆등이 있지만, 그 중 UHF 대역을 이용한 방식이 가장 활발히 연구되고 있으며, 본 연구에서도 UHF 방식을 이용하여 Portable iPDM (intelligent Partial Discharge

Monitoring) System을 개발하였다. UHF 방식은 PD진단시 크게 3단계로 이루어 진다. 1단계로 PD신호와 Noise 신호를 구별하는 단계이다. PD 신호 자체가 미약한 신호이기 때문에 UHF 센서에서 입력된 신호에서 Noise신호를 얼마나 잘 제거하느냐에 따라 PD 진단 성능이 크게 좌우된다. 일반적으로 band-stop filter를 이용하거나, 주파수 분석을 통해 PD 발생대역을 찾아서 해당 대역의 신호만을 진단시 사용하는 방식이 있다. 본 연구에서는 후자의 방식을 사용하고 있다.

2단계로 노이즈가 제거된 신호를 전원위상 (60Hz)에 동기시켜 위상분석을 실시한다. PD의 발생 원인에 따라 PD의 발생 위상이 달라지기 때문에 진단시에 위상분석 데이터를 사용한다.

3단계로 최종 위상분석된 데이터를 진단모델에 입력하여 PD 원인을 진단하는 단계이다. 연구 초기에는 각 원인별 reference data를 이용하여 유사한 원인을 찾았으나, 최근에는 AI 모델(Neural Network, Fussy System 등)을 이용하여 진단을 하고 있으며, 본 연구에서는 Neural Network Model을 이용하여 진단 모델을 구성하였다.

2.2 Porable iPDM System 구성

Portable iPDM System은 그림 1과 같이 구성되어 있다. 센서 3EA신호를 원하는 Channel로 스위칭 하는 Switch Unit, 수신된 PD신호를 증폭시켜주는 Preamp, 주파수 분석 및 위상분석을 수행하는 Spectrum Analyser, Switch Unit 및 Spectrum Analyser를 조정하고, PD 신호를 분석/진단하는 Notebook으로 구성되어 있다.

각 기기별 사양은 아래와 같다.

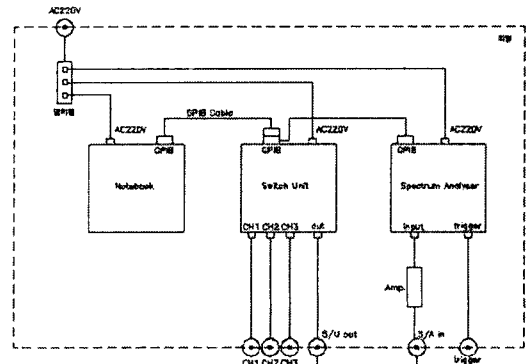


그림 1. Portable iPDM System 구성

Spectrum Analyzer

- 주파수 범위 : 9kHz ~ 3GHz
- 분해능 대역폭 : 10Hz ~ 5MHz
- 평균 노이즈 레벨 : -117dB 이하
- 화면 : 5.3' TFT Color LCD
- PC Interfacer : GPIB

Switch Unit

- Input Channel : 4 Channels
- Output Channel : 1 Channel
- Switching Speed : 60ch/sec

Preamplifier

- 주파수 범위 : 10~3000MHz
- 증폭율 : 23dB

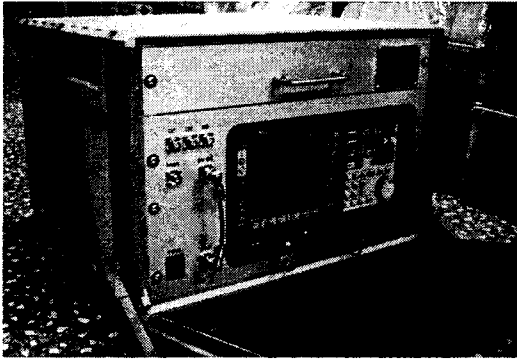


그림 2. Portable iPDM System

2.3 Porable iPDM System 성능시험

2.3.1 시험구성 및 방법

그림 3과 같이 PD Cell을 통해 PD를 모의하고 내장형 센서와 외장형센서를 통해 Portable iPDM System으로 PD를 측정하고, ERA PD Detector로 PD 량을 측정한다. PD Cell은 자유입자 20pC을 모의할 수 있는 PD Cell과 도체돌기 3pC을 모의할수 있는 PD Cell을 이용한다.

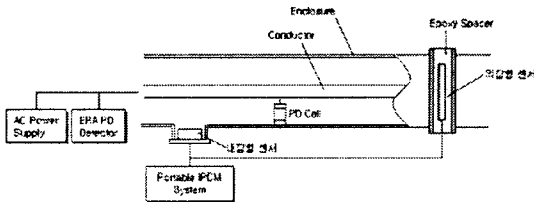


그림 3. Portable iPDM System 성능시험 구성도

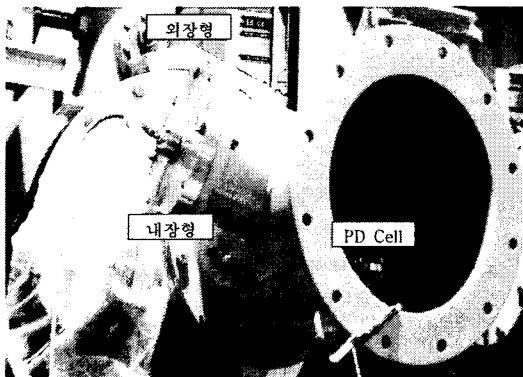


그림 4. Portable iPDM System 시험 Chamber

2.3.2 성능시험 결과

① 자유입자 모의 시험

- 발생 PD 량 : 20pC
- 인가 전압 : 3.68kV
- 측정결과

그림 5는 내장형 센서로 측정시에 측정된 결과로써, 진단결과는 자유입자로 정확하게 판단하였으며, PD 크기는 약 15~18pC으로 측정되었다. PD Cell 자체가 어느 정도는 일정한 PD를 발생하나, 순간순간 변화하기 때문에, 약간의 오차가 발생한 것으로 판단된다.

그림 6은 외장형 센서로 측정시에 측정된 결과로써 진단결과는 자유입자로 정확하게 판단하였으며, PD 크기는 약 15~30pC정도로 측정되었다. Spectrum Analyser의 측정 단위인 dBm과 PD량인 pC이 Log scale로 선형적인 관계인데, 외장형센서의 20pC정도에서 Log scale 간격이 조밀해 오차가 크게 나타난 것으로 판단된다.

② 도체돌기 모의 시험

- 발생 PD 량 : 3pC
- 인가 전압 : 10.3kV
- 측정결과

발생량이 미미해서 외장형 센서로는 측정이 어려웠으며, 내장형 센서로 측정시 약 3~5pC로 측정되었다. 진단결과는 정확하게 도체돌기로 판단하지 못했는데, 시험에 사용한 AC 전원공급기의 출력 범위가 너무 넓어 Divider의 출력신호가 10kV에서 너무 미미한 값이라 당시의 Phase Detector로 동기를 맞추는 것이 불가능 하여 전원위상과 동기 시키지 못했기 때문이다. 하지만, 기존의 PD 측정장비와 비교 결과 똑같은 진단결과를 얻을 수 있어 진단의 신뢰성을 확인 할 수 있었다.

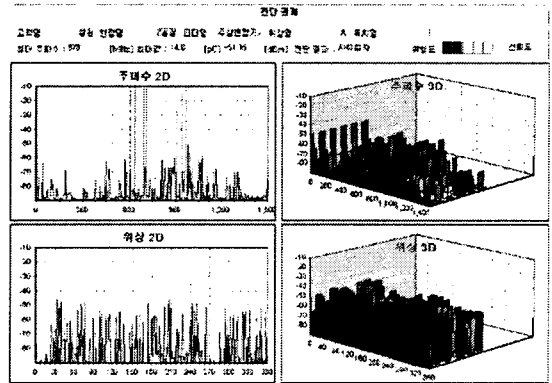


그림 5. 내장형 센서 측정시 HMI 화면(자유입자)

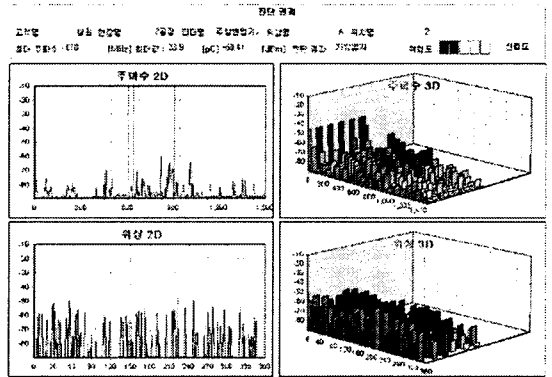


그림 6. 외장형 센서 측정시 HMI 화면(자유입자)

3. 결 론

본 연구에서 GIS의 고장진단을 위한 PD를 측정하는 기기를 휴대용으로 개발하였다. 개발된 Portable iPDM System의 성능시험 및 기존 제품과의 비교시험을 통해 측정 및 진단의 신뢰성을 확인 할 수 있었다. 현장에서의 시운전을 통해 기기의 신뢰성을 확보하고, 기능을 보완한 후 GIS의 현장 점검 및 공장 출하 검사시 본 장비를 사용할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] J.B.Kim, M.S.Kim, K.S.Park, W.P.Song, D.S.Kim, "Development of Monitoring and Diagnostic System for SF6 Gas Insulated Switchgear", IEEE Conference record of the 2002 IEEE International symposium on Electrical Insulation, April 7-10, 2002, pp.453~456.
- [2] CIGRE TF15/33.03.05, "Partial Discharge Detection System for GIS : Sensitivity Verification for the UIIF Method and the Acoustic Method", ELECTRA, No.183, April 1999.
- [3] Tatsuro Kato, Fumihito Endo, Shingo Hironaka, "Sensitive Partial Discharge Monitoring System by UIIF Method and Calibration Technique", SC15 Gas Insulated Systems Symposium, May 9, 2001, pp.73~76.