

UHF PD 측정 시스템을 이용한 GIS PD 측정

최재구, 이상화, 김광화
전력설비진단연구그룹, 한국전기연구원

GIS PD Measurement Using UHF PD Measurement System

Jae-Gu Choi, Sang-Hwa Yi and Kwang-Hwa Kim

*Power Facility Diagnosis Research Group, KERI

Abstract - It is widely known that the ultra high frequency (UHF) method that detects the electromagnetic wave of the PD pulses in the gas insulated space is one of the most competitive methods for its high sensitivity. From the above point of view, this paper describes the noise suppression methods and the PD measurement results of the in-service substation by the developed UHF PD measurement system which consists of the external UHF coupler, the UWB LNA and the digital storage oscilloscope. As results, it was found that the effect of the noise suppression methods were verified and that the developed external UHF coupler showed a better detection sensitivity than a conventional external coupler.

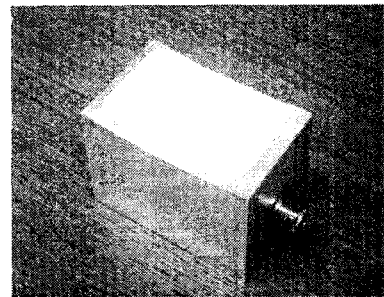


그림 1. 개발된 외장형 UHF 커플러

1. 서 론

GIS(Gas Insulated Switchgear)는 그것의 우수한 차단성능, 절연성능, 내환경성, 대폭적인 소형화 등의 면에서 이점을 가지고 널리 보급되어 있다. GIS에 금후 요구되는 과제에는 더 한층 축소화, 신뢰성 향상, 예방보전 기술의 고도화 등이 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해서 GIS의 운전상태에서의 외부진단기술이 필요불가결하게 되었다.

GIS 등의 전력기기가 어떤 원인으로 절연성능이 저하하면 아크섬락사고가 이르기 전에 전조현상으로서 부분방전이 발생한다. 일반적으로 절연진단은 이 부분방전의 유무에 의해 이상판정을 행하고, 부분방전은 광, 음파, 기계적 진동 그리고 전기적 진동 등의 여러 가지의 물리현상을 수반하기 때문에 많은 부분방전검출방법이 제안되고 있다[1, 2].

가스절연공간에 있어서 부분방전은 급증한 펄스성의 현상으로 나타나는 것은 잘 알려져 있으며[3], GIS 감시용으로 이 대역의 신호를 검출하기 위하여 각종 UHF 측정 시스템이 개발·실용화되고 있다[4, 5].

본 논문에서는 운전중인 변전소에 대하여 외장형 UHF 커플러, 초광대역 저잡음증폭기, 오실로스코프로 구성되는 GIS PD 측정시스템을 이용하여 현장부분방전 측정실험을 수행한 결과와 현장측정실험 중 수행된 현장잡음대책에 관하여 언급하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험장치 및 방법

그림 1은 개발된 외장형 UHF 커플러를 보이고 있으며, 개발된 커플러는 그림 2에서와 같이, GIS의 스페이스 외부에 취부되어 스페이스를 통해 누설되는 전자파를 검출하도록 설계되었다. 또한 외부잡음 측정용으로 500 ~ 2,000MHz 대역의 디스콘안테나가 사용되었으며, 커플러와 안테나에 의해 검출된 신호는 UWB LNA(대역 :

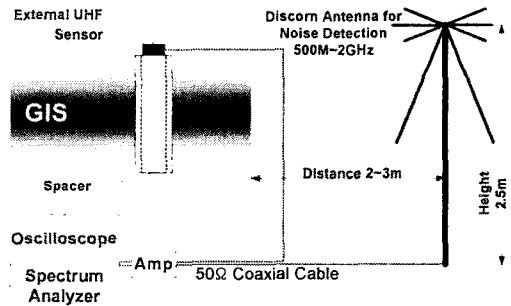


그림 2. 현장측정실험의 개략도

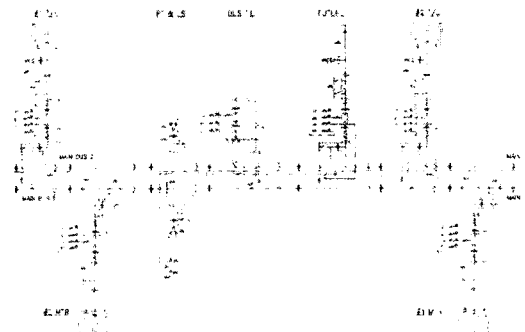
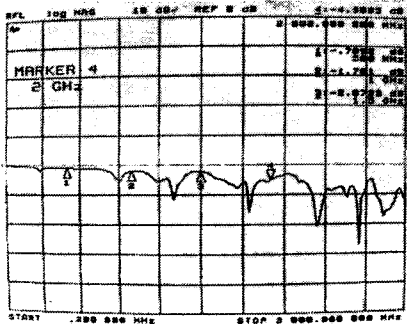
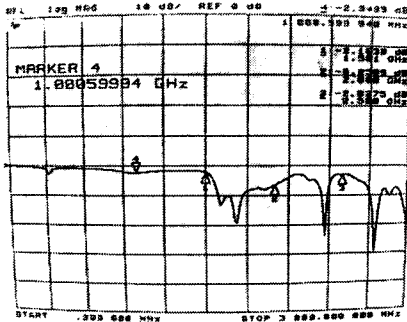


그림 3. 변전소의 모선도

1 GHz ~ 2GHz, 이득 : 55dB, NF : 2.5dB)에 의해 증폭되고 오실로스코프(LeCroy, wavePro 960, 2 GHz / 16 GS/s, 16 Mpts)로 분석된다. 이 때, 외장형 커플러에서만 신호가 검출될 때 부분방전으로 판정하였다. 현장에서 부분방전측정을 수행할 경우, 외부잡음이 부분방전신호의 검출감도에 큰 영향을 미치므로, 이에 대한 대책으로서 본 논문에서는 스페이스 차폐를 통한 방법과 커플러신호에서 잡음안테나신호를 제거하는 신호처리를 통한 방법을 사용하였다. 그리고 개발된 외장형 UHF



(a) KERI 커플러



(b) 외제 커플러

그림 4. 외장형 커플러의 S11 특성
(ver.: 10 dB/div, hori. (0 ~ 3): 0.3 GHz/div)

커플러에 대해 외제 커플러와의 감도특성을 비교검토하기 위하여 network analyzer (HP, 8753D, 30 kHz 3 GHz)를 이용하여 반사손실계수특성(S11)을 측정하고 감도비교측정을 수행하였다. 그림 3은 현장측정실험이 수행된 변전소의 모선도를 나타내고 있다.

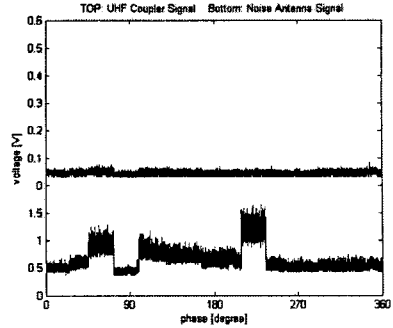
2.2 실험결과

현장 측정실험에 앞서 두 외장형 커플러에 대한 반사손실계수특성(S11특성)이 그림 4와 같이 측정되었다. KERI 커플러의 경우 2.3 GHz부터 우수한 S11특성을 나타내고 있으며, 외제 커플러의 경우 1.7 GHz부근에서 우수한 S11특성을 나타내고 있다. 커플러에 측정되는 누설전자파의 대역이 상당히 고주파인 것을 감안하면 KERI 커플러가 보다 우수한 검출특성을 가질 것으로 사료된다.

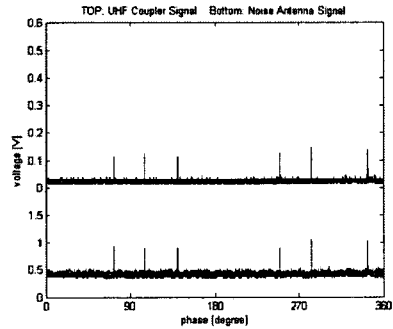
그림 5는 가압후 얼마 되지 않은 삼상일괄형 170kV 급 GIS에서 외장형 커플러와 외부잡음안테나에 의해 검출된 잡음신호를 나타내고 있다. 휴대전화, 인근공단, 인근공항으로부터의 잡음들이 각각 특유의 펄스형상을 나타내고 있다.

그림 6은 외부잡음에 대한 대책으로서 사용된 스페이서 차폐의 효과를 보여주고 있다. 차폐를 하지 않은 경우 인근 공단으로부터의 잡음과 인근 공항으로부터의 레이더 신호가 함께 검출되었으나, 차폐를 함으로써 인근 공단으로부터의 잡음은 대부분 제거되었으며, 레이더신호의 크기도 대폭 줄어들었음을 확인하였다.

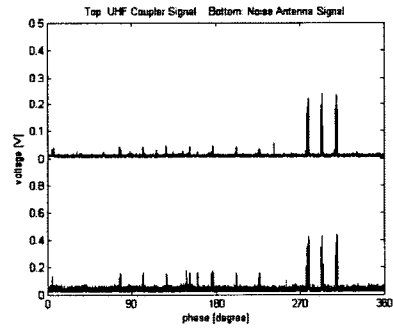
그림 7은 외부잡음을 제거하기 위한 신호처리의 예를 보여주고 있다. 외장형 커플러와 외부안테나에 의해 동시에 검출된 신호는 인근 공단의 전기설비로부터 발생된 잡음을 나타내고 있다. 외장형 커플러에서 검출된 신호성분중에서 외부잡음안테나에서 검출된 모든 잡음성분은 제거가 가능하였다.



(a) 휴대전화신호



(b) 인근 공단으로부터의 잡음

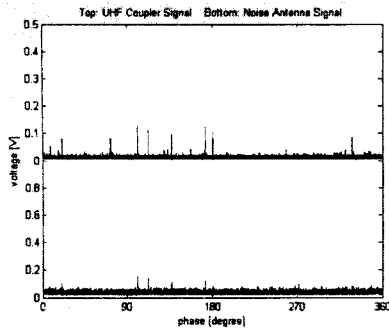


(c) 인근 공항으로부터의 레이더신호

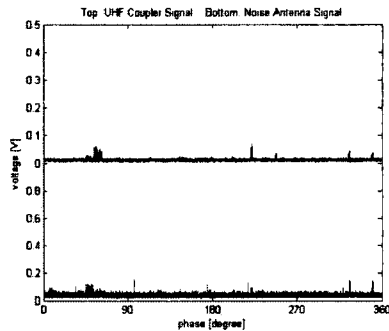
그림 5. 현장측정시 검출된 잡음신호들(상 : 외장형 커플러의 검출신호, 하 : 외부잡음안테나의 검출신호)

이상의 스페이서 차폐막과 신호처리를 통하여 부분방전 신호의 검출감도를 대폭 향상할 수 있었으나, 가공선을 통하여 외장형 커플러에만 검출된 잡음신호는 제거가 불가능하였다. 이와 같은 잡음신호를 제거하기 위하여 신호 처리기법에 대한 심도 깊은 연구가 추후 요망된다.

그림 8은 인근 공항으로부터의 레이더신호에 대하여 실시된 KERI 커플러와 외제 커플러의 감도비교실험의 결과를 보이고 있다. 동일한 조건에서 측정된 외부안테나와의 비를 고려하면 KERI 커플러가 약 2배의 우수한 검출감도특성을 나타냄을 확인할 수 있다. 그러나 종합적인 비교검토는 커플러 자체의 안테나특성시험, GIS에서 검출특성시험 등을 통하여 이루어져야 한다고 사료된다.

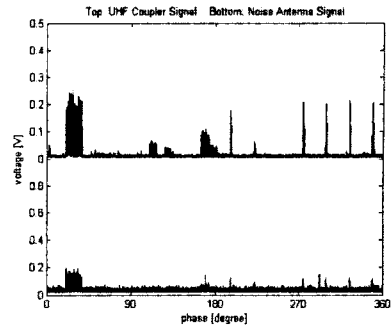


(a) 차폐하지 않는 경우

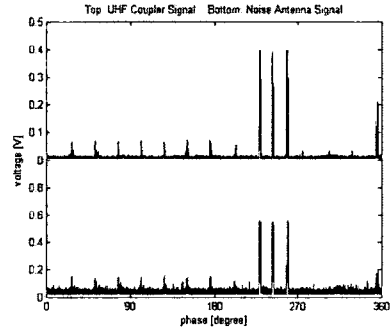


(b) 차폐한 경우

그림 6. 외부잡음에 대한 스페이서 차폐의 효과 (상 : 외장형 커플러의 검출신호, 하 : 외부잡음안테나의 검출신호)

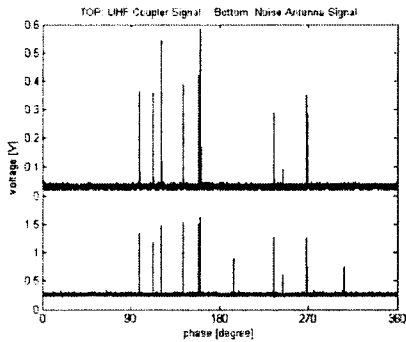


(a) KERI 커플러

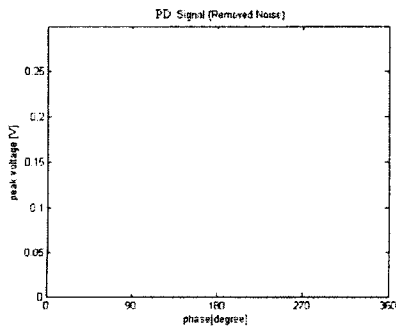


(b) 외제 커플러

그림 8. 커플러의 감도비교실험의 결과 (상 : 외장형 커플러의 검출신호, 하 : 외부안테나의 검출신호)



(a) 신호처리 전



(b) 신호처리 후

그림 7. 외부잡음제거용 신호처리의 예

3. 결 론

운전중인 변전소에 대하여 외장형 UHF 커플러, 초광대역 저잡음증폭기, 오실로스코프로 구성되는 GIS PD 측정시스템을 이용하여 부분방전측정을 수행한 결과 다음과 같은 특성을 확인할 수 있었다.

- 1) 현장측정을 통하여 검출되는 신호에는 부분방전 신호와 여러 종류의 잡음신호가 혼재하였으며, 잡음 제거의 필요성을 확인하였다.
- 2) 스페이서 차폐와 신호처리를 통한 잡음제거효과를 확인하였다.
- 3) 커플러에 대한 S11특성과 현장측정을 통하여 기존 외제 커플러보다 우수한 검출특성을 가짐을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] L. E. Lundgaard, "Acoustic Diagnosis of Gas Insulated Substations: A Theoretical and Experimental Basis", IEEE/PES 1990 Winter Meeting, pp. 1 8, February 1990.
- [2] Katsuaki Senba and Hiroshi Ishikawa, "Prediction and Preservation Techniques for GIS", MEIDEN REVIEW Series No. 101 1994 No. 2, pp. 47 51, 1994.
- [3] D. F. Binns, A. H. Mufti and N. H. Malik, "Optical Discharge Detection in SF6-insulated Systems", IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol. 25, No. 2, pp. 405 414, April 1990.
- [4] M. D. Judd et al., "Partial Discharge Diagnostics for Gas Insulated Substations", IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol. 2, No. 5, pp. 893 905, October 1995.
- [5] J. S. Pearson, B. F. Hampton and A. G. Sellars, "A Continuous UHF Monitoring for Gas insulated Substations", IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol. 26, No. 3, pp. 469 478, June 1991.