

UWB 안테나를 이용한 MV급 전력케이블의 부분방전 측정 연구

양상현, 임광진, 이용성*, 박노준, 박대희
원광대학교, (주)엠패워*

PD measuring on MV XLPE Cable by Using UWB Antenna

Sang-Hyun Yang, Kwang-Jin Lim, Yong-sung Lee, Noh-Joon Park and Dae-Hee Park
Wonkwang University, M Power*

Abstract : This paper presents compact low frequency ultra-wide band (UWB) sensor design and studying of the partial discharge diagnosis by sensing electromagnetic pulse emitted from the partial discharge source with new designed UWB sensor. In this study, we designed new type of compact low frequency UWB sensor based on microstrip antenna technology to detect both low frequency and high frequency band of partial discharge signal. And experiments of offline PD testing on in medium voltage (22.9kV) underground cable and mention the comparative results with the traditional HFCT as a reference sensor in the laboratory. In the series of comparative test, the calibration signal injection test provided with conventional IEC 60270 method and high voltage injection testing are included.

Key Words : PD(Partial Discharge), MV XLPE Cable, Cable Diagnosis, UWB Antenna, HFCT Sensor

1. 서론

전력산업은 경제의 성장과 더불어 증가하고 있으며, 그에 따른 대용량의 전력송전이 요구되고 대도시를 중심으로 지중화가 진행되고 있다[1]. 전력케이블이 증가하게 됨에 따라 지중 전력케이블의 유지보수가 중요하게 여겨지고 있으며, 정확하고 효율적인 진단을 통해 전력케이블의 사고를 미연에 방지하는 것이 무엇보다 중요하다[2].

일반적으로 지중 전력케이블의 절연상태를 판단하기 위해 부분방전 측정방법을 이용한다. 지중선로 부분방전은 측정 방법에 따라, 고주파 부분방전 측정법, 용량성 박-센서 측정법, 안테나 측정법으로 구분한다[3, 4]. 지중 전력케이블에서 발생하는 부분방전 주파수 대역은 수 kHz에서 수백 MHz의 넓은 광대역 특성을 지니고 있다[5].

현재 국내외 측정방법은 10 MHz 전후를 지향하고 있는데, 본 논문에서는 보다 광대역의 범위를 지정하여 부분방전 검출빈도를 높이는 데 그 목적을 둘 수 있다. 따라서 광대역 특성을 지닌 UWB 안테나센서를 제작하여 적용하였으며, 실제 현장에서 이용되고 있는 HFCT-센서와 비교하여 검출 특성을 확인 하고자 한다.

2. 본론

CST-MWS 프로그램을 이용하여 제작된 UWB 안테나 센서는 6cm×10cm(가로×세로)의 크기로 기본적 구성은 그림 1과 같다. UWB안테나와 HFCT센서의 주파수특성을 비교하고자 캘리브레이터(calibration generator PD-1D)를 사용하였고 케이블(22.9kV)의 부분방전 신호를 모의하기 위해 내전압기를 사용하여 케이블의 허용전력 이내 전압하에서 두 센서의 검출특성을 비교하였다.

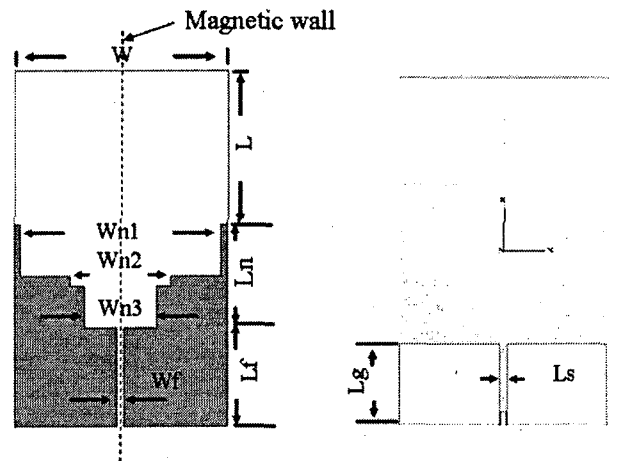


그림 1. UWB 센서 구조

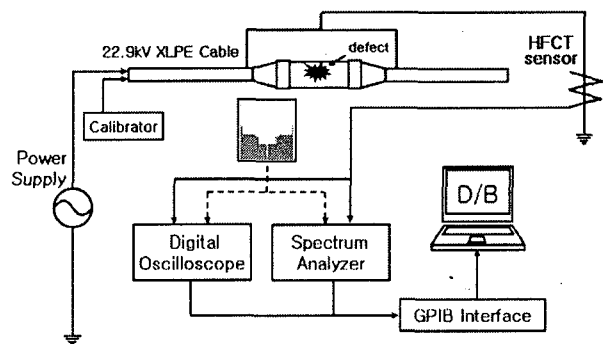


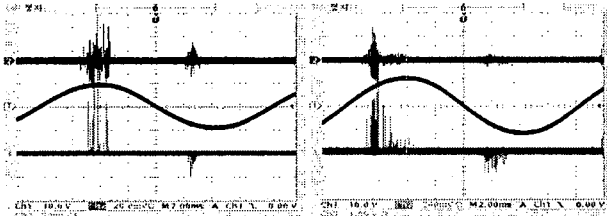
그림 2. 부분방전 측정장치

UWB 안테나센서와 HFCT 센서의 검출특성을 확인하고자 오실로스코프와 스펙트럼 아날라이저를 그림 2와 같이 구성 하였다. 설치된 XLPE 케이블은 14[kV] 가압상태에서 직선접속재내 부분방전 현상을 보였다.

3. 결과 및 검토

2.2 time-domain 분석결과

HFCT센서와 UWB센서 측정 결과를 디지털오실로스코프를 통해서 확인하였다. 20[mV]/200[mV] 기준 HFCT 센서와 500[mV]/1[V]기준의 UWB센서 검출에서 나타난 방전 펄스는 적용된 전압에서 비슷한 범위의 정극성과 부극성 위상특성을 보였다. 그림 3은 14[kV]/18[kV] 인가된 XLPE 케이블에서 측정된 부분방전 위상특성을 나타낸다.

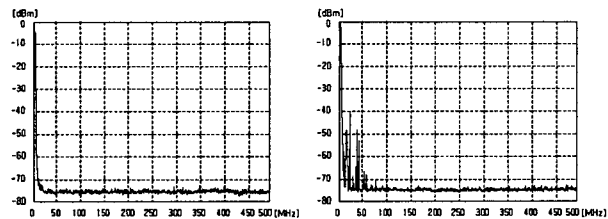


(a) 14[kV]

(b) 16[kV]

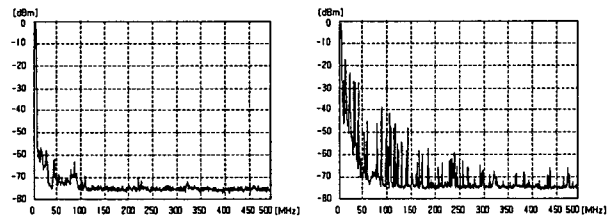
그림 3. Time-domain of HFCT and UWB sensor

2.2 Frequency-domain 분석결과



(a) HFCT 0[kV]

(b) HFCT 14[kV]

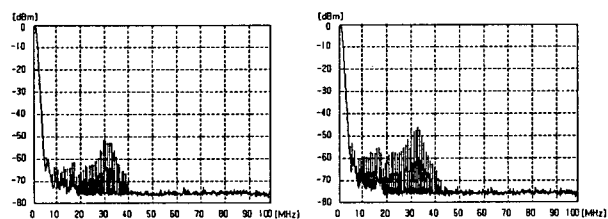


(a) UWB 0[kV]

(b) UWB 14[kV]

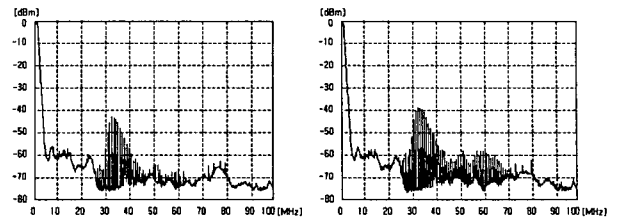
그림 4. frequency-domain of HFCT and UWB sensor

14[kV] 인가된 케이블에서 두 센서의 주파수 특성을 확인하기 위해 스펙트럼 아날라이저를 이용하여 UWB센서의 검출능력을 확인한 결과 500MHz 대역까지 나타났으며 검출감도에서도 낮은 주파수영역과 높은 주파수영역에서 모두 높은 검출능력을 보였다.



(a) HFCT 50[pC]

(b) HFCT 100[pC]



(c) UWB 50[pC]

(d) UWB 100[pC]

그림 5. frequency-domain in calibration generator

캘리브레이션 신호를 케이블에 발생시켜 두 센서의 측정감도를 확인한 결과, HFCT센서는 10MHz ~ 40MHz의 측정대역을 보였으며 UWB센서의 측정 대역은 25MHz ~ 70MHz로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 다음과 같은 UWB 안테나센서의 특성을 확인하였다.

1. UWB 안테나센서는 HFCT센서와 같이 부분방전의 측정이 가능하고 보다 넓은 주파수 측정대역(500MHz)을 갖는다.
 2. 신호의 크기가 큰 방전 펄스의 경우 높은 주파수대역에서 검출됨을 확인하였다.
- 따라서 큰 신호가 섞인 부분방전의 경우에는 HFCT센서보다 UWB센서가 효과적이라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 Post BK21 "IT 광전자소자 및 부품연구인력 양성사업팀"의 지원에 의해 작성되었습니다.

참고 문헌

- [1] G.C. Montanari, "Insulation Diagnosis of High Voltage Apparatus by Partial Discharge Investigation", IEEE 8th ICPADM, Vol. 1, pp. 1-11, 2006.
- [2] 박성희, 이강원, 강성화, 임기조, "XLPE 전력용 케이블 시편의 부분방전원 분류", 한국전기전자재료학회 논문지, Vol. 17, No. 8, pp.898-903, 2004.
- [3] P.Wang and P.L.Lewin, S.J.Sutton, "Calibration of Capacitive Couplers for Online PD Detection in HV Cables", IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol. 21, No. 3, pp. 28-39, 2005.
- [4] Xin Li, Chengrong Li, Wei Wang, Bin Wei, Weijiang Wan "Partial Discharge Measurement in XLPE Cable Joint by Using VHF Sensor", 2004 International Conference on Solid Dielectrics, Vol. 2, pp. 669-671, 2004.
- [5] IEEE Std 400.3TM, "IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment", IEEE Power Engineering Society, pp. 16-18, 2006.