

XLPE 케이블의 부분방전 신호 검출 및 위치추정

이용성, 김정윤, 이현선, *이전선, *김충식
(주)엔파워, *(주)LS전선

Partial Discharge Pulse Detection and Localization in XLPE Cable

Yong-Sung Lee, Jung-Yoon Kim, Hyun-Sun Lee, *Jeon-Seon Lee, *Choong-Sik Kim
MPOWER, *LS cable

Abstract - 실선로 전력 케이블의 부분방전 측정은 주위 전력설비의 신호들이 혼합되어 검출된다. 본시험에서는 배전전력 케이블을 대상으로 부분방전 신호의 방향 추정 시험을 하였다. 시험 조건으로 모의 선로와 환선 현장선로에서 시행하였다. 2개의 HFCT 센서를 사용하여 방전 펄스를 검출하였고 미소신호를 검출하기 위하여 AMP와 필터를 설계하였다. 신호 분석을 위하여 IGS/s의 스크로프를 사용하였으며 자동 방향추정 S/W를 제작하였다. S/W의 특징으로는 2개의 채널에서 동일한 펄스의 시간차를 분석하여 방향을 분석하도록 하였다. 센서의 간격이 20CM일 때 약1nS의 시간차가 발생하여 신호의 방향을 추정할 수 있었다.

그림 2(a)는 부분방전 신호의 시작점을 찾는 알고리즘에 대한 순서도이다. 실제로 현장에서 검출신호의 시간차를 분석하는 것은 측정자의 정교한 테크닉과 혼합신호나 노이즈가 유입 되는 경우에 따라 방전펄스를 재 측정하는 반복성이 요구된다. 따라서 개발된 소프트웨어는 신뢰성을 높이고자 자동으로 펄스의 시작점을 찾아내며 반복 측정하도록 설계되었다.(그림2(b) 참조)

1. 서 론

실험실에서 부분방전 측정기술은 많은 시험을 통하여 검증되었다. 그러나 현장에서 동일한 시험적용에는 한계가 있어 현장조건에 적합한 시험방법이 연구되고 있다.

본 논문에서는 검출방법으로 HFCT를 사용한 고주파 PD측정법을 적용하였다. 현장측정에서는 전력설비의 복잡한 계통에 의해 신호가 왜곡되어 코로나와 부분방전신호가 불분명한경우가 발생되는데 이를 보완하고 측정신뢰성을 위해 방전 펄스의 자동 위치추정을 제안하고자 한다[1]. 케이블에 2개의 HFCT 센서를 케이블에 0.2*2M 간격을 두고 취부하여 PD 신호를 측정하여 위치추정 시험을 수행하였다[2,3]. 또한 측정 신뢰성을 높이기 위해 분석프로그램을 개발하였다. 검출 신호는 PRPD분석법으로 표현하도록 하였고 두 센서간의 시간차를 위상별로 분석하여 방향추정을 할 수 있도록 하였다. 또한 선택된 위상에서 검출신호의 시간차를 자동 반복 분석할 수 있는 프로그램을 개발하여 부분방전 펄스의 위치추정 신뢰성을 높였다.

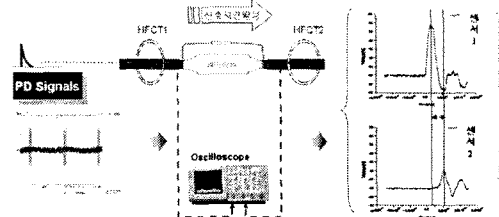
2. 본 론

본 시험에서는 배전 케이블에서 2개의 센서를 사용하여 이상 신호검출 시험을 하였다.

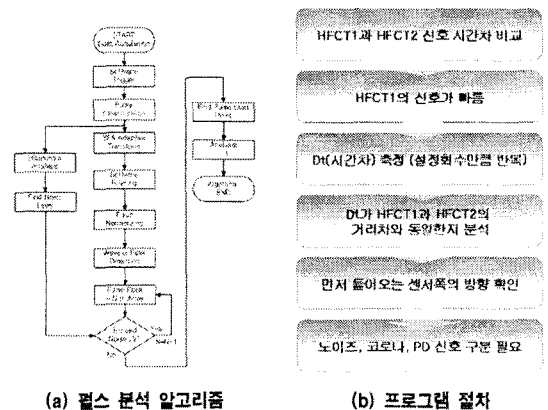
2.1 부분방전 위치추정 시스템 개발

국내의 케이블 부분방전 신호의 위치추정 방법은 Pulse Reflection Method, TOA(Time of Arrival) Method와 같은 방법을 응용하여 개발되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 가장 신뢰성 있는 TOA Method를 응용하여 배전급 전력케이블에서 적용 가능한 방법을 연구하였다. 그림 1은 배전급 전력케이블에서 적용 가능한 측정시스템의 구성도 및 방법이다. 부분방전 신호가 케이블을 통해 진파되면 접속함 양단에 설치된 각각의 부분방전 센서에서 신호를 검출하고, 검출된 신호의 데이터를 수집하여, 분석하는 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템의 데이터 수집부는 Lecroy 오실로스코프를 사용하여 고속의 샘플링 데이터를 컴퓨터로 전송하고 데이터는 개발된 부분방전 신호 위치추정 알고리즘을 이용하여 자동으로 부분방전 신호의 위치를 추정하게 된다.



〈그림 1〉 측정 시스템 구성도.



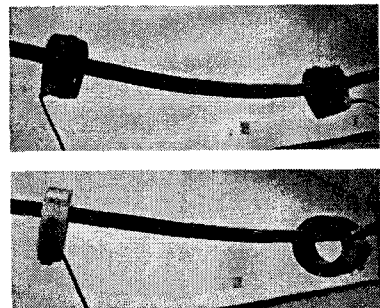
(a) 펄스 분석 알고리즘

(b) 프로그램 절차

〈그림 2〉 부분방전 위치추정 알고리즘 개발

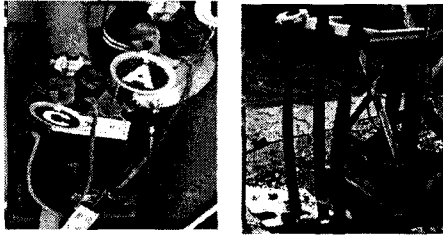
2.2 현장 및 모의 선로 실험 방법

실험실내 모의 시험선로에서 중간접속부의 임의 결함과 단말부의 코로나를 발생시켜 측정 실험을 하였다. 그림 3은 모의 시험선로 내 센서 취부를 보여주고 있다.



〈그림 3〉 실험실내 센서 취부

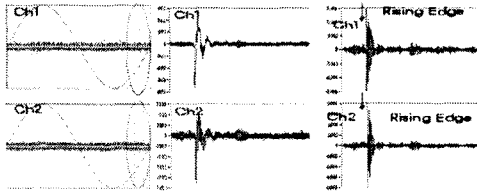
현장 케이블 측정 개소는 개폐기, 변압기, 전주(중전부 노출)의 단말부와 중간 접속부의 측정으로 나눌 수 있다. 그림 4는 현장에서 센서를 취부 한 것이다.



(a) 개폐기 단말 (b) 전주 단말
 <그림 4> 시간차 측정을 위한 센서 취부

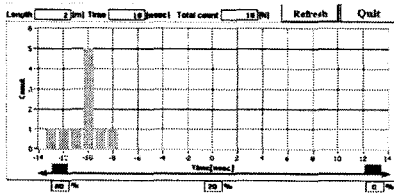
3.1 모의 케이블 시험 결과

실험실에서의 시험에서 2개의 센서에서 검출된 신호를 그림 5 (a)와 같이 PRPD분석법으로 30초~2분간 누적을 하였다. 검출된 방전 펄스 신호의 위상(위치)을 선택하여 분석을 할 수 있다. 분석영역을 선택하여 측정할 펄스를 (b) 같이 확대하고 (c)와 같이 필터한 후 펄스의 상승시간차를 분석하였다.



(a) PRPD 분석 (b) 측정펄스 신호 (c) 필터 후 엣지 분석
 <그림 5> 펄스 시간차 분석

그림 6에서는 센서 간격 2M인 변수 값을 입력함으로 S/W에서는 이 범위 외의 시간차 펄스는 노이즈로 간주한다. 그림 6은 분석결과로 펄스 10개(분석하기 위한 입력 변수값)를 방향추정 시험을 하였다. -10nS의 시간차가 5개의 펄스가 확인되었고 5개의 오류 데이터(노이즈 간주)가 검출되었다. 좌측 센서의 방향신호로 판정 할 수 있었다.

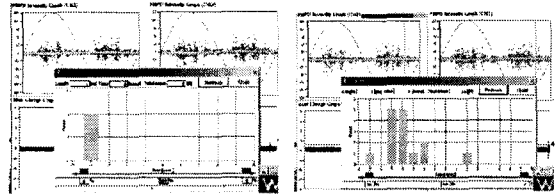


<그림 6> 펄스 방향 판단

3.2 현장측정 시험 결과

그림 3과 같이 현장 실 선로에서 시험하였다. 그림 7은 현장에서 측정

한 결과이다. 방전펄스가 나타나는 각 위상별로 선택하여 위치추정을 시험을 하였다. 현장 조건에서는 양극성 방전신호가 검출되었으며 각 위상별로 분석한 결과 전주인입부에서 발생된 신호로 확인하였다.



<그림 7> 펄스 방향 판단

4. 결 론

본 논문에서는 결합 위치 분석을 위한 분석 시스템을 설계하였고 2개의 동일한 HFCT 센서를 사용하여 PD 신호의 시간차를 이용하여 위치추정 S/W를 개발하였다. 개발된 방법의 현장 적용 가능성을 확인하기 위하여 한국전력의 실 계통에서 운전 중인 배전실선로에 적용하였다.

본시험에서 얻을 수 있는 것은

1. 2개의 센서 간격에 해당하는 시간차 오류가 발생한 경우 공중과 노이즈에 의한 시간 오류발생을 알 수 있다.
2. 2개의 센서에서 검출된 신호의 시간차는 전파속도의 시간차와 오차를 가질 수 있는데 케이블의 유전특성을 고려해야 함을 알 수 있다.
3. 현장적용 결과, 측정된 신호를 PRPD분석과 시간차측정을 동시에 하여 결합의 위치추정 및 분석이 가능함을 입증하였다.

본 시험에서는 검출펄스의 시간차를 분석하기 위해 S/W 필터링 기술을 적용하였는데 2개의 센서에서 검출된 동일한 펄스신호의 크기가 서로 달라서 S/W의 신뢰성에 10~20%의 영향을 초래하였는데 동일 시간차에서 나타나는 펄스의 크기를 동일하게 보정할 수 있는 H/W 개인 제어 필터 회로를 구성하여 신뢰성을 더욱 높이고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] P.C.J.M. van der Wielen, J. Veen, P.A.A.F. Wouters and E.F. Steennis. "On-line partial discharge detection of mv cables with defect localisation (PDOL) base don two time synchronised sensors. Proc. 18th Cired, Turin, June 2005.
- [2] Sander Meijer, "Simultaneous condition assessment of accessories of power cable using a wireless VHF/UHF PD detection system", International conference on condition monitoring and diagnosis, changwon, Korea, April 2'5, 2006.
- [3] E. Gulski et al. "Experiences in partial discharge detection of distribution power cable systems." Elektra, pp.35-43, June 2003.