

전력케이블에서 측정된 부분방전 펄스극성 분석

이기정*, 이용성**, 박노준*, 박대희*
원광대학교*, (주)엠피파워**

Analysis of PD Pulse Polarity Measured in Power Cable

Ki-Joung Lee*, Yong-Sung Lee**, Noh-Joon Park*, Dea-Hee Park*
Wonkwang University*, MPOWER**

Abstract - 케이블의 고장 검출과 예방진단을 위하여 방전펄스의 극성을 분석하고 시간차를 구하여 방전원의 방향 및 위치를 추정할 수 있다. 본 논문에서는 현장에서 적용되는 22.9[kV] 배전전력케이블을 모의실험실에 구성하였다 모의결함 가공 후에 부분방전 발생전압까지 가압 후 신호측정 및 분석을 하였으며 두개의 동일한 센서를 사용하여 하나는 단말기 접지 쪽에 고정취부 하였고 나머지 하나는 중간 접속부 안팎을 각각 측정하였다. 또한 케이블 간격별로 측정을 하였으며 측정된 방전펄스의 파도 극성을 분석하여 부분방전펄스의 방향 분석을 하였다. 측정에 적용된 센서는 HFCT센서를 적용 하였으며 측정펄스 분석은 오실로스코프를 이용하여 확인 하였다.

1. 서 론

현대 산업사회는 도시의 광역화와 인구집중, 산업구조가 복잡 다단화되면서 전력사용이 급증하고 있어 전력설비 및 수용가에 원활한 전력공급을 위해서는 전력케이블의 신뢰성 및 안전성이 요구된다. 전력케이블에서 부분방전에 의한 고장이 발생하는 경우 고장의 규모에 비해 그 파급영향은 매우 심각하다. 전력케이블에서의 고장 징후를 사전에 예측하고 체계적으로 관리하기 위해서는 전력케이블 진단기술이 필수적이라 할 수 있다. 따라서 시공초기부터 신뢰성을 보장할 수 있도록 시설하는 것이 필수적이며, 아울러 시설 후에도 지속적인 유지관리를 통해 안정성을 확보하여야 한다. 일반적인 배전급 22.9[kV] 케이블은 중간 접속부, 단말 접속부로 구성되어 있다.[2] 중간 접속부는 케이블을 연결하는 중요한 역할을 하는 부분인데 중간접속부의 사고로 인한 막대한 경제적 손실을 방지하기 위해서 많은 노력이 요구되고 있다. 중간접속부 측정시 주변 또는 외부에서 유입된 신호등이 검출되는데 측정하고자 하는 부분방전 신호와 함께 검출된다. 또한 설비의 복잡한 계통에 의해 신호가 왜곡되고 코로나와 부분방전 신호가 불분명한 패턴으로 검출되어 이를 보완하고 측정 신뢰성을 높이기 위해 부분방전 위치추정 방안을 필요로 한다[1][3].

본 논문에서는 HFCT를 사용한 고주파 PD측정법을 검출방법으로 적용하였으며 부분방전 신호가 케이블을 통해 전파되면 케이블 양단에 설치된 각각의 부분방전 센서에서 신호를 검출하고 검출된 신호의 데이터를 수집하여 방전펄스의 극성을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 실험구성

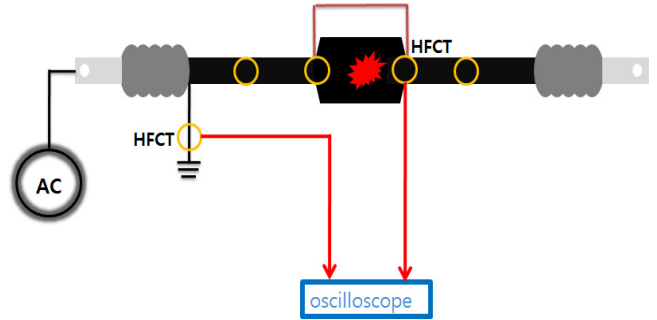
본 실험은 중간접속부에 모의 결함이 가공 된 케이블을 내압 시험기에 연결하고 케이블 단말 부분에 HFCT센서를 고정 취부하고 또 다른 HFCT센서로는 케이블 접속부 중성선 안팎으로 각각 취부 하여 검출된 방전펄스를 오실로스코프로 취득하여 방전펄스의 극성을 분석할 수 있도록 하였다. 본 실험의 구성도를 그림1에 나타내었다.



<그림 1> 부분방전 측정 실험구성

2.2 실험방법

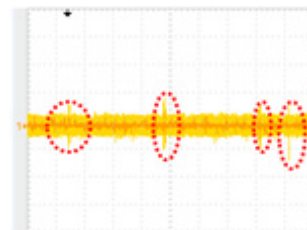
AC 내압기에 연결된 모의결함가공 케이블에 두개의 HFCT센서를 이용하여 한개는 케이블의 단말부분 접지에 고정 취부하고 또 다른 한개는 케이블의 중간 접속부 접지안쪽의 원편오른편 양끝 그리고 접지바깥쪽의 원편오른편 양쪽 총 4군데를 한군데씩 이동시키며 취부 하였다. 케이블에 시험전압은 부분방전 발생 초기전압 18[kV]에서 측정하였고, AC 60Hz에 동기 되어 측정을 위해서 스크오프의 Time D/V은 2.5[ms]로 하였고 AC고압 프로브를 설치하여 AC 위상에 트리거 되도록 하였다. 오실로스코프로 케이블 접속부의 4곳의 위치에서 8개의 부분방전 펄스를 각각 검출하여 부분방전 방향을 분석하였다.



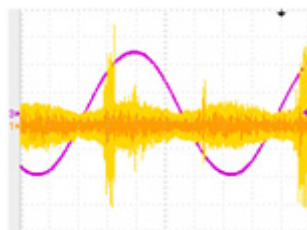
<그림 2> 케이블에 각각 취부한 센서와 그 위치

2.3 실험결과

그림3 파형은 시험 전 케이블 외부에서 발생된 고정 외부유입 노이즈를 검출하기 위하여 전압을 가압하지 않은 상태에서 측정된 파형이며 고정된 센서와 접속부 내외를 측정하게 되는 센서를 통하여 두 센서간의 펄스극성을 분석하게 된다. 그림 4 파형은 가압 후 방전 초기에 검출된 파형으로 노이즈의 방전펄스를 확인할 수 있다

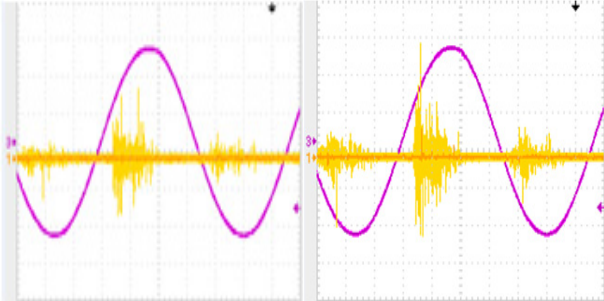


<그림3>외부유입 노이즈

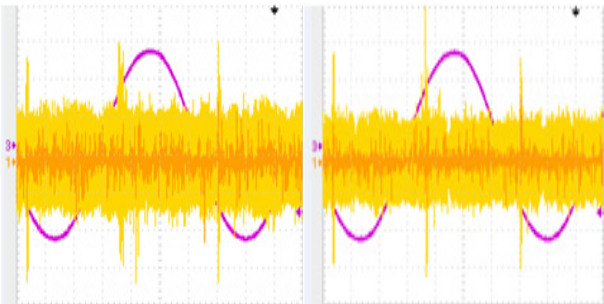


<그림 4> 단말접지에 고정취부된 HFCT센서

그림5, 6은 접속부 접지의 안쪽에 HFCT센서를 오른쪽 끝, 왼쪽 끝에 각각 취부하여 취득한 파형이다. 그림5 파형은 오른쪽에서 측정된 파형으로 1/4분면에서 검출된 펄스의 파두는 정극성(상승)펄스, 3/4분면에서 검출된 펄스의 파두는 부극성 펄스로 부분방전의 펄스파형을 확실히 확인할 수 있었던 반면 그림4 파형은 접속부 접지 바깥쪽에서 측정된 파형으로 이 두 군데에서는 노이즈로 인해 감도가 현저히 떨어짐을 확인하였다



<그림 5> 접속부 안쪽(오른편) <그림 6> 접속부 안쪽(왼편)

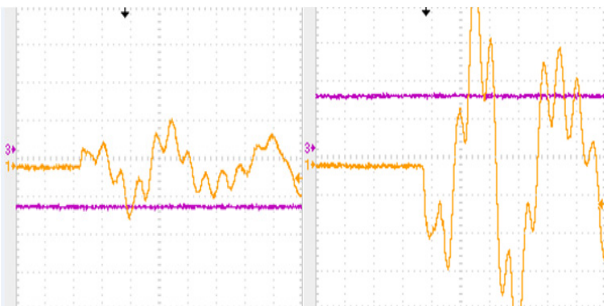


<그림 7> 접속부 바깥쪽(오른편) <그림 8> 접속부 바깥쪽(왼편)

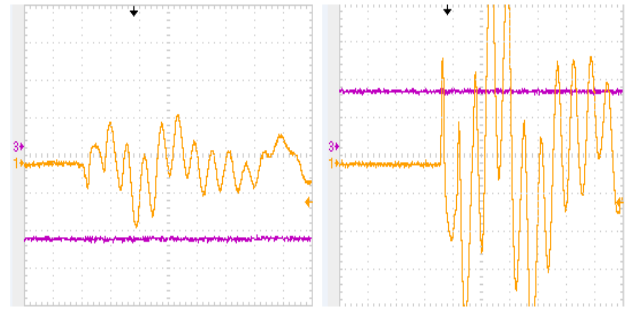
2.4 정극성 및 부극성 펄스분석

그림 9는 중간접속부 안쪽 오른쪽에서 취부된 센서에서 검출된 부극성과 정극성 파형으로 1/4분면 정극성 위치에서는 펄스의 파두는 하강 부극성의 펄스를, 3/4분면 부극성 위치에서는 펄스의 파두는 상승 정극성을 나타내었다. 서로 상승부면에서 하강을 하강부면에서 상승파두를 나타냄으로써 극성이 바뀌었음을 확인 하였다.

그림 10은 중간접속부 안쪽 왼편에 취부된 센서에서 검출된 부극성과 정극성의 파형으로 1/4분면 위치에서 펄스의 파두는 정극성, 3/4분면 위치에서 펄스의 파두는 부극성임을 나타내었다. 그림9와는 반대로 극성이 바뀌음을 확인하였다.



<그림 9> 접지안쪽(오른편)극성 펄스



<그림 10> 접지안쪽(왼편)극성 펄스

3. 결 론

실선료와 동일한 조건으로 모의결함 가공된 케이블을 대상으로 부분방전 발생전압까지 가압 후 신호측정 및 분석을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 센서의 취부 위치별 측정된 펄스 분석으로 신호유입 방향 추정을 할 수 있었다.
- 케이블 중간 접속부를 대상으로 센서 취부 위치에 따라 감도의 차이가 있음을 확인하였다.
- 펄스의 파두 분석으로 방전 펄스의 방향을 추정할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] P.C.J.M. van der Wielen, J. Veen, P.A.A.F. Wouters and E.F.Steenis. "On-line partial discharge detection of mv cables with defect localisation (PDOL) base don two time synchronised sensor. Proc. 18th Cired, Turin, June 2005.

[2] 송계용, 서황동, 길경석, 한문섭, 장동욱, "전력케이블 진단을 위한 부분방전 검출장치의 설계 및 제작", 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 141-146, 2005

[3] E. Gulski et al. "Experience in partial discharge detection of distribution power cable systems." Elektra, pp35-43, June 2003