

활선상의 부분방전 측정 방법

백광현, 최용성, 박대희, 이창수*
원광대학교, (주) M Power*

On-line Measurement of Partial Discharge

Kwang-Hyeon Paek, Yong-Sung, Choi, Dae-Hee. Park, Chang-Soo Lee*
Wonkwang University, M Power*

2. 장비 및 실험 방법

Abstract - In this paper, we discussed measurement method of PD (Partial Discharge) of 22.9[kV] cable. Cable rail track laying portable detector that can detect partial discharge of cable connection ashes by on-line done spot way to detect Lemke equipment and high broadcasting CT sensor that use antenna sensor using ICM mounting was explained. Because measurement corona signal is very big, analysis of partial discharge is difficult state, we used connector. It could be attenuated by 2 times. We found out that corona signal which generated on B phase is flowed on A phase and C phase. It could measure that partial discharge of A phase happens actually. We could confirm that partial discharge of about 250 ~ 300 [pC] on A phase is dangerous.

1. 서 론

산업 사회가 고도화됨에 따라 에너지 공급의 안정성이 더욱 중요시되고 있다. 전기에너지 전송에 사용되는 송전 설비에서 케이블은 문제가 발생할 확률이 아주 낮은 반면 문제가 발생할 경우 송전선이 끊어지게 됨으로써 수용에 심각한 피해를 가져온다. 케이블 결함의 원인은 크게 제작 불량과 시공불량 및 경년 열화가 주된 것으로 알려져 있다. 전력수요가 증가됨에 따라 배전계통에 발생하는 선로 사고 중 많은 부분을 차지하고 있는 케이블 접속재에 대한 절연상태를 활선 하에서 파악하는 방안이 선로의 안정성 및 신뢰성을 향상시키기 위해 더욱 요구되어지고 있다. 특히 조립형 접속재의 절연특성은 접속재와 케이블 절연체간의 계면에서 발생하는 부분방전에 의해 절연특성이 약화되고 결국 절연파괴로 이어지기 때문에, 부분방전 측정은 대상 접속재의 절연상태를 파악하는 유효한 방식으로 사용되어지고 있다.

부분방전을 측정하는 데는 커플링 유니트를 사용하는 방식이 표준방식으로 사용되고 있지만 활선상태 하에서 측정되는 경우 적용이 어렵기 때문에 부분방전에 의해 발생하는 전자기장을 이용하여 측정하는 방식들이 연구되고 있다. 현장 측정을 대상으로 하는 경우 가장 많은 관심을 두게 되는 것은 외부의 노이즈에 대한 대책이라 볼 수 있다. 그러나 전자기장을 이용하는 방식은 측정대상 신호와 노이즈의 전송 매커니즘이 유사하기 때문에 이들을 구별을 위해서는 별도의 노이즈 처리과정이 필요하게 된다. 그리고 노이즈의 특성에 따라 노이즈 제거 효과가 달라질 수 있기 때문에 측정 결과에 영향을 주는 경우가 많아 이에 대한 대책이 필요하게 되었다.

따라서 본 논문에서는 케이블 선로가 포설된 현장에서 활선상태로 케이블 접속재의 부분방전을 검출할 수 있는 휴대용 검출기를 안테나센서를 이용한 Lemke장비 및 고주파CT센서를 ICM 장비를 이용하여 검출하는 방식을 고찰하였다.

2.1 측정장비의 구성

본 논문에서 측정하는 케이블은 22.9[kV]급 배전용 XLPE이다. 측정 장소로는 대형 모터의 사용이 많은 대형 공장의 수전반 판넬과, 접속부, 변압기의 부상부이었다. 장비로는 안테나센서를 이용한 Lemke와 고주파CT센서를 이용한 ICM 장비를 이용하여 측정하였다. ICM 장비와 Lemke 장비를 동시에 이용한 측정방법으로 부분방전의 측정의 감도를 더욱 높였다.

2.2 Lemke 장비를 이용한 측정

본 장비는 안테나센서를 이용하여 22.9[kV]급 케이블에 직접 접촉 방식으로 측정하였다. 안테나센서는 약 1 [GHz] 주파수 대역을 갖는 센서로서 현재 측정할 수 있는 고감도 센서 중 하나이다.

그림 1은 Lemke 장비의 측정을 도식화 한 것이다. Lemke 장비는 내부에 A/D 컨버터에 의하여 아날로그 신호를 분석하고 Lemke 게이지로 나타낸다. D/A 컨버터에 의하여 아날로그 신호 (약 0 ~ 20[MHz]로 출력한다. 단점으로는 Lemke (BNC단자) 장비에서 아날로그 신호를 받아 디지털신호로 변환한 다음 다시 아날로그 신호로 변환한다는 단점이 있어, 안테나센서의 주파수 영역과 Lemke장비를 통한 출력의 주파수는 영역이 다소 다른 부분을 보인다.

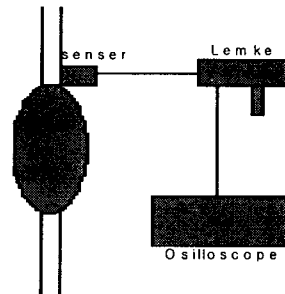


그림 1. Lemke 장비로 측정.

2.3 ICM 장비를 이용한 측정

그림 2는 ICM 측정 장비의 도식화이다. ICM 장비는 CT센서와 Lemke 장비를 이용하여 측정하는 방식이다. 활선상태의 케이블 시료에 ICM 장비를 취부하여 직접 연결한다. ICM 장비의 장점으로는 3D방식으로 받기 때문에 2D 방식인 기존 방식보다는 좀더 확실한 부분방전을 측정할 수 있다.

먼저 고주파 CT센서를 ICM장비와 연결하여 사용한다. 얻어지는 데이터로는 위상, 방전크기, 방전량 등을 얻을 수 있기 때문에 활선 상태에서의 부분방전의 판독이 다른 데이터들보다는 쉽게 알 수 있다. CT센서의 주파수 영역은 약 150 [MHz]로 측정한다.

단점으로는 감도가 낮아 감도의 개선으로 다양한 측정용이 필요하다고 생각된다. ICM 장비로 활성상태의 부분방전의 측정 시스템은 어느 정도 구현된 상태이지만 A/D 컨버터와 Amp의 성능이 나빠므로, 감도가 Lemke 장비만큼 효과를 기대하기 어렵다.

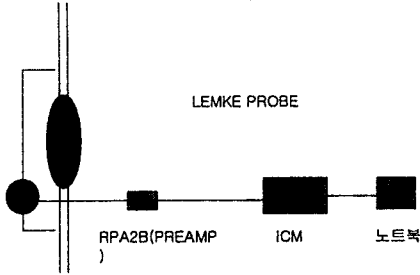


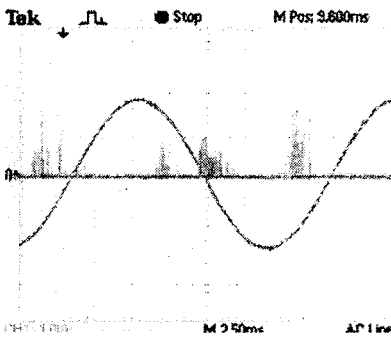
그림 2. ICM 장비의 측정.

3. 결과 및 검토

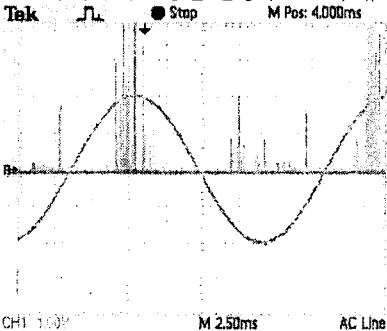
본 논문에서 측정된 데이터의 출력은 1차적으로 오실로스코프로 분석한 다음 스펙트럼 어날라이저로 주파수를 분석하고 마지막으로 ICM 장비를 사용하여 PRPDA (Phase Resolved Partial Discharge Analysis) 패턴 방식으로 데이터를 산출하였다.

3.1 Lemke 장비의 측정 결과

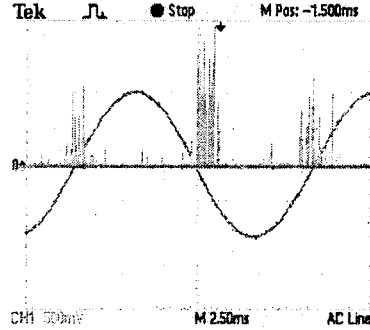
Lemke 장비로 측정된 결과 Lemke장비용으로 주로 사용하는 안테나 센서는 CT센서에 비해 우수하고 센서의 설치도 용이하다. 그림 3에 나타난 결과는 Lemke 장비를 이용하여 측정된 데이터이다. 그림 3 (a)에서 케이블 A상으로 3사분면의 약 250 ~ 300[pC]의 이상 신호(부분방전)가 발생하는 것을 볼 수 있다. 나머지 신호들은 B상에서 C상과 A상으로 유입된 코로나 신호들이다.



(a) A상에서 부분방전 발생과 코로나 유입



(b) B상에서 코로나의 발생



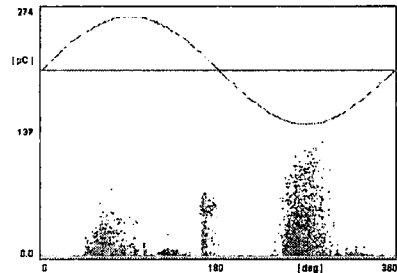
(c) C상에서 코로나의 유입

그림 3. 부분방전발생과 코로나의 유입.

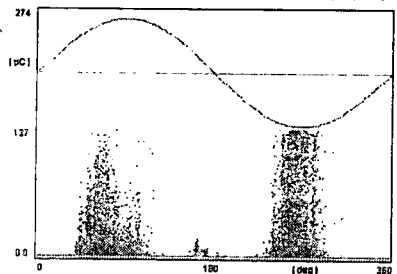
3.2 ICM 장비의 측정 결과

ICM 장비로 측정된 결과는 그림 4와 같다. ICM 방식은 CT 센서를 이용한 측정으로 PC화면에 나타낼 수 있다는 장점이 있다. 또 3가지 벡터로 부분방전 신호를 판별하는데 큰 도움이 된다.

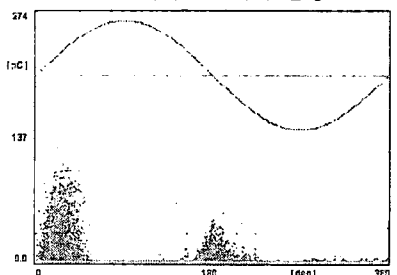
그림 4는 각각의 신호들을 ICM 장비로 측정된 결과이다. 그림 4에서 코로나 신호가 매우 커서 부분방전의 분석이 어려운 상태이고, 안테나 센서에 Attenuator 2배를 연결하여 측정하였다. B상에서 발생한 코로나 신호가 A상과 C상에 유입된다는 사실을 알았다. A상의 부분방전이 실제로 일어나는 것을 측정할 수 있었다. A상의 부분방전의 양은 약 250 ~ 300 [pC]이 발생한다는 사실을 확인할 수 있었다.



(a) A상에서 부분방전 발생과 코로나의 유입



(b) B상에서 코로나의 발생



(c) C상에서 코로나의 유입

4. 결 론

부분방전의 대부분이 1사분면 3사분면에서 발생한다는 사실을 검증할 수 있었다. 또 현장에서는 실험실과는 달리 코로나의 유입이나 노이즈의 유입으로 인하여 부분방전의 측정이 사실상 어려운 것으로 나타났다. 현장에서 발생하는 코로나는 상당히 큰 수치이어서 코로나 발생으로 인한 부분방전 신호를 찾아내기가 어려운 실정이다. 이를 극복하기 위하여 주파수 영역별 필터링을 필요로 한다.

부분방전의 측정 데이터의 분석을 위하여 S/W 개발 또한 필요한 부분이라 하겠다. 본 논문의 부분방전의 발생은 약 250 ~ 300[pC]으로 위험성이 있었다.

[감사의 글]

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구

원 (R-2003-B-274) 주관으로 수행된 과제임. 또한 본 논문을 작성할 수 있게 많은 협조를 해주신 M Power 직원 여러분께 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 이 왕하, "RF 감지 방식 On-line 케이블 접속계 진단", 전기학회 논문지, 52권 11호, p.661, 2003.
- [2] 이 우영, "23kV급 전력케이블 조립형 직선 접속계의 활선진단 부분방전 검출기 개발", 전기학회 논문지, 47권 3호, p. 358, 1998.
- [3] 김 정태, "전력케이블에서 교류전압과 진동과 전압을 이용한 부분방전 측정", 전기학회 논문지, 48C권 5호, p.247, 1999.
- [4] 김 상준 "배전케이블 수명예측 기준 결정 및 열화진단 시스템 구축" 전력연구원 1차년도 중간보고서, 1996.