

박 센서 배열에 따른 154kV XLPE 케이블의 부분방전 검출 특성 연구

신동훈, 양종석, Lwin Kyaw Soe, 임종천*, 황두현*, 박노준, 박대희
 원광대학교 전자재료공학과, 대한전선(주)*

Partial Discharge Quality Measurement improvement of XLPE Cable of 154kV by new method of FSA

Dong-Hoon Shin, Jong-Seok Yang, Kyaw-Soe Lwin, Jong-Cheon Lim*, Doo-Hyun Hwang*, Noh-Joon Park and Dae-Hee Park
 Wonkwang University, TAIHAN Electric Wire Co. LTD*

Abstract : The system measuring the Partial discharge(PD) is very essential to investigate the hazard defects in the insulation systems of the high voltage engineering. We included two parts in this discussion; The proposed method of Foil Sensor Array and the normally used method in the practice. Firstly, it will be shown the improved sensitivity of our proposed FSA sensor compare with the existing normal foil sensor. And then, the linearity of detecting sensitivities of various kinds of FSA sensors such as 2x2, 2x4, 3x3 etc. using in our experiments, was shown. From the obtained results, we can see that FSA sensor is more sensitivity than normal foil sensor and the linear increment property of FSA sensitivities.

Key Words : PD(Partial Discharge), FSA(Foil Sensor Array), Cable Diagnosis

1. 서론

1977년부터 시작된 전력케이블의 지중화는 2006년 1월 까지 전력설비의 11.7 %를 차지하고 있으며 계속 진행되고 있는 상황이다. 그에 따른 지중 전력케이블의 유지보수가 중요하게 여겨지고 있으며, 올바른 진단을 통한 전력케이블의 사고를 미연에 방지하는 것이 중요하다[1-3].

XLPE 지중 전력케이블은 중간접속부 내의 PD진단을 하는 것이 가장 일반적인데, 외부노이즈 환경 하에서 PD진단의 효과적 검출을 위해 노이즈 영향이 적은 고주파 대역의 금속박센서를 접속부에 부착하여 PD를 검출하는 방법이 널리 이용되고 있다[4].

하지만 진단에 대한 표준화가 확립 되어있지 않기 때문에 정량적 검출 데이터가 필요하다. 따라서 본 논문은 규격화된 금속박센서의 배열에 따른 검출 감도 비교를 통해 표준화하고자 한다[4].

2. 실험

2.1 측정시스템 구성 및 실험방법

그림 1은 본 연구에 사용된 Techimp 장비의 구성도 및 부분방전 측정원리이다. Calibration 신호를 입력센서에 주입하고 검출센서를 통해 획득한 신호를 Techimp 장비(Techimp社 PDBase Systems)에서 오실로스코프와 스펙트-

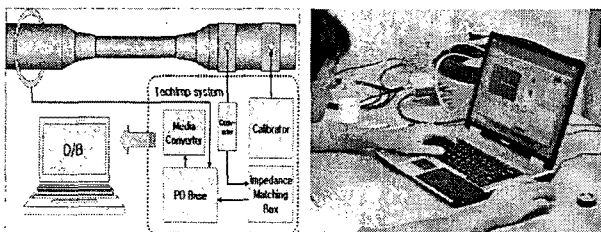


그림 1. 부분방전 측정원리



그림 2. 부분방전 신호분석

럼 및 PRPD(Phase Resolved Partial Discharge)분석 등 각각의 결과 값을 모니터에 보여주는 원리이다[5].

제작된 FSA의 면적대비 선형성을 확인하기 위해 FSA의 크기별 Calibration 신호 검출을 측정하였다. 각각의 센서(1x1, 1x2, 1x3, 1x4, 2x1, 2x2, 2x3, 2x4, 3x1, 3x2, 3x3, 3x4)를 30, 50, 70, 100 pC의 신호들을 주입하여 검출되는 신호특성을 파악하였다.

2.2 모의 선로 및 센서 제작

그림 3은 실험을 위해 구성된 모의 선로이다. 실험에 사용된 케이블은 154 kV용 1core 200 [SQ mm] 이고, 2 m의 길이로 제작하였다.

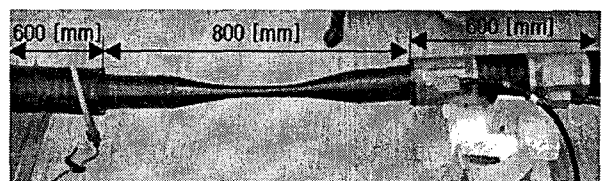


그림 3. 지중송전 모의선로

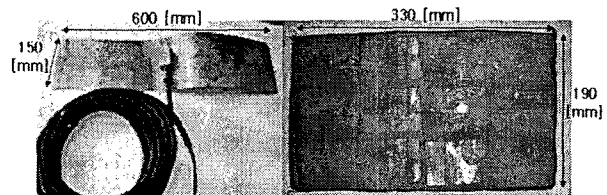


그림 4. 기존 박-센서와 3x4 FSA의 규격

그림 4는 기존의 박-센서와 제작된 FSA의 규격을 나타낸 것이다. FSA의 규격은 실제 케이블의 규격에 맞추어 제작 되었으며, 부착위치에 따라 FSA의 크기를 조절할 수 있는 Fold type으로 제작되었다.

3. 결과 및 고찰

먼저 스펙트럼 데이터를 분석을 하였다. 그림 5에서 볼 수 있듯이 모든 센서에 100 pC의 Calibration 신호를 주입했을 때 25 MHz 대역에서 검출신호의 특성이 발견됨을 확인 할 수 있었다. 하지만 그림 5의 (a), (b), (c), (d) 에서 필터를 사용하지 않음으로 인한 노이즈의 영향을 A, B, C, D 로 표현된 것처럼 확인 할 수 있었다.

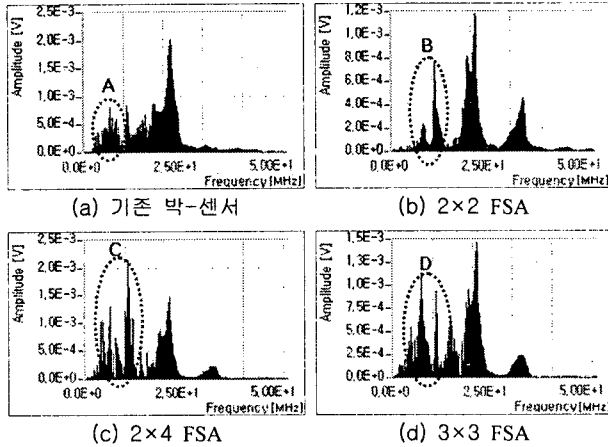


그림 5. 각 센서별 스펙트럼 분석 특성

그림 6의 데이터는 100 pC의 Calibration 신호를 주입했을 때 검출되는 전압특성을 나타낸 것이다. 평균적으로 20~30 mV의 Peak Voltage를 확인하였고, 오실로스코프의 검출 레벨을 살펴보면 25, 34, 38 mV로 면적대비 선형성을 확인할 수 있었다.

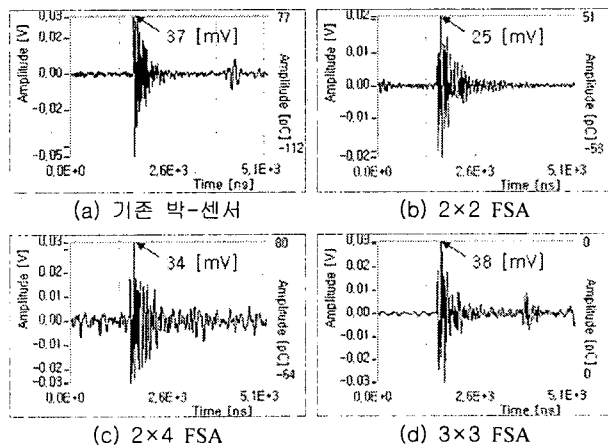


그림 6. 각 센서별 오실로스코프 검출 특성

더욱 자세한 신호검출감도 확인을 위해 Array에 따른 Peak voltage의 관계를 그림 7을 통해 알아보았다.

전체적인 데이터 분석 결과, 면적이 가장 작은 1x1 FSA가 가장 작은 PD Level을 보였으며, 면적이 같은 1x2와 2x1, 1x3와 3x1, 2x3와 3x2의 PD Level은 비슷한 검출결과를 나타냈다. 또한 면적이 가장 큰 3x4 FSA의 검출특성은 다른 FSA들 보다 큰 PD Level 특성을 나타냈으며, 기존의 박-센서와 비교 시 Calibration 신호 100 pC 주입 시에 1 mV 우세한 특성을 나타냈다.

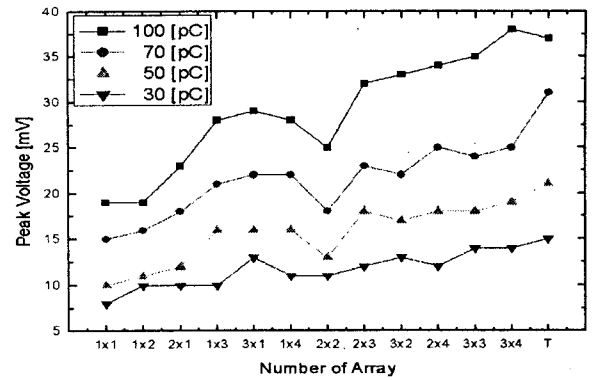


그림 7. 각 센서별 PD Level 비교

4. 결론

본 논문은 FSA를 적용하여 부분방전 검출 능력의 선형성을 확인하고, 결과를 바탕으로 박-센서의 규격화를 하고자 연구하였다

첫째, 스펙트럼 분석 결과 기존에 사용되어지고 있는 박-센서에서 검출된 주파수 특성과 각 FSA의 주파수 특성이 25 MHz로 동일함을 확인 하였다.

둘째, 오실로스코프 분석 결과 전체적으로 면적대비 선형성을 지닌 검출 특성을 나타냈으며, 기존의 박-센서와 FSA가 1 mV의 검출감도 차이를 보이는 비슷한 검출 특성을 확인 하였다.

따라서 본 논문에서 적용한 FSA를 현장에서 적용 시 측정부위 크기에 맞는 설치의 용이성과 함께 기존에 사용된 박-센서의 새로운 규격화가 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구에 참여한 연구자의 일부는 「2단계 BK 21 사업」의 지원을 받음

참고 문헌

- [1] G.C. Montanari, "Insulation Diagnosis of High Voltage Apparatus by Partial Discharge Investigation", IEEE 8th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, Vol. 1, pp. 1-11, 2006.
- [2] Bjorn R, Edward Gulski "Fundamental Aspects of On-line PD Measurements on Distribution Power Cables", 2001 IEEE 7th International Conference on Solid Dielectrics, pp. 408-411, 2001.
- [3] 김정태, 구자윤, "최근 전력케이블 시스템의 부분방전 진단 동향", 전기의 세계, Vol. 52, No. 12, pp. 42-48, 2003.
- [4] C-Y Lee, S-H Nam, S-G Lee, D-W Kim, M-K Choi, "High Frequency Partial Discharge Measurement by Capacitive Sensor for Underground Power Cable System", Power System Technology, 2000. Proceedings. PowerCon 2000. International Conference, Vol. 3, pp. 1517-1520, 2000.
- [5] "Partial Discharge Based Integrated Diagnostic System", Operator Manual, Vol. 2.0, pp. 47-82,
- [6] D-H Shin, Y-S Lee, J-S Yang, N-J Park, D-H Park, "PD Diagnosis of XLPE Power Cable using Lumped LC Filter", International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis, pp. 158, 2006.