

**폴리머 애자의 내전압 특성에 따른 부분방전 측정과 자외선 검출**

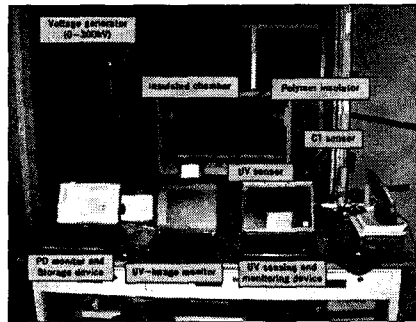
**송길목, 김영석, 김종서, 정진수**  
한국전기안전공사 부설 전기안전연구원

**PD Measure and UV Detection in according to Withstand Voltage Characteristics of Polymer Insulator**

Kil-Mok Shong, Young-Seok Kim, Jong-Seo Kim, Jin-Soo Jung  
KESCO-ESRI

**Abstract** - The purposes of this paper ensure for the economical efficiency, accuracy, and good applications in domestic site set up the power installations. For the efficient conduct of these purposes, there are measured the partial discharge(PD) used by current probe and compared with detected signal of UV sensor. As the results, PD generated about 35% of breakdown voltage in polymer insulator. UV signal due to high voltage in polymer insulator is detected from about 1.7mV at 30kV to about 3mV at 70kV. Signal detected by ultra-sonic is increased at about 75% of breakdown voltage abruptly. It appears that error range is increased in boundary. UV sensor is needed must use from the practical and economical points of view.

다양한 방법이 있으나 본 실험에서는 코로나 발생과 그 단계별 검출방법에 대해 실험하고자 고전압발생장치를 이용하였다.



〈그림 1〉 폴리머애자의 내전압 발생과 검출을 위한 실험구성

**1. 서 론**

최근 유기절연재료의 발달로 인해 전력설비의 상당수가 유기절연재료로 교체되고 있는 실정이다. 유기다량체는 일반적으로 저가이면서, 높은 절연성능, 경량성, 활용면에서 우수한 특성을 가지고 있다. 대표적인 예로써 폴리머애자는 국내환경에 적합하도록 개선되면서 자기애자를 교체하는데 활용되고 있다. 이에 전기안전 서비스면에서도 다양한 전기설비의 안전진단에 대응할 필요가 있다. 이에 따라 산업발달과 더불어 성능이 향상되고 있는 전력설비에 대해 전기안전을 확보하기 위한 현장 적용성 연구가 활발하게 진행 중이다. 전력설비 진단기술이 정전작업 등 비활선 상태의 진단에서 무정전 또는 비파괴의 활선상태의 진단으로 변화되어 전기사용자가 안정된 전력을 공급받을 수 있도록 하고 있다. 설비진단 연구의 방향은 광범위한 지역에 설치되어 있는 전기설비의 효과적 검사를 통해 시간과 비용을 최소화하는 방향으로 진행되고 있다. 전력계통의 설비고장은 전기적, 기계적, 환경적 요인 등에 의해 발생하고, 절연이 열악한 위치에서부터 가청잡음, 초음파, 자외선 등 확인할 수 있는 형태로 파괴되기 시작한다. 이후 항복전압이상에서 아크방전으로 진전되면서 대량의 아크가 주변 설비에 영향을 미친다. 따라서 고장을 미연에 방지하기 위한 전기설비 진단 또는 검사는 고장의 파급을 막기 위해 매우 중요한 기술 중 하나이다[1-3].

폴리머애자의 절연과파괴전압은 80kV로서 초기실험을 통해 반복하여 확인하였다. 실험실 환경은 온도 18±5℃, 상대습도 65±5%를 유지하였다.

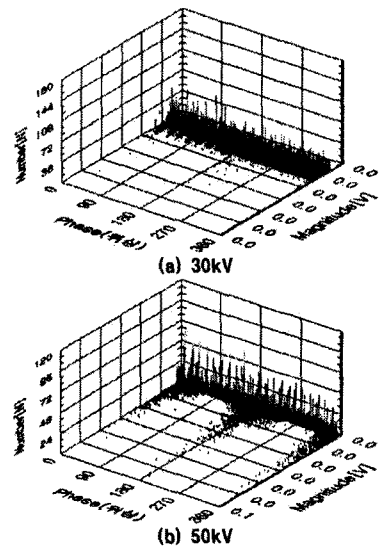
**2.2 실험결과 및 토론**

실험결과는 전류센서에 의해 검출된 부분방전량 측정을 비교 검토하였고, 자외선 센서를 이용한 코로나 검출, 기존 휴대용 검사장비로 활용되는 초음파 검출기에 의한 출력신호를 검출하여 고찰하였다.

**2.2.1 전류센서에 의한 부분방전량 측정**

전류센서를 이용하여 신호검출기를 통해 확인한 결과 30kV, 50kV, 70kV에 대해 부분방전량 특성을 P-Q-N 특성곡선에 나타난 그림 2와 같았다.

본 논문은 폴리머애자를 대상으로 하여 현장에서 쉽게 고장원인을 검출하고 판정하기 위한 진단기술과 장치를 개발하는 데 목적이 있다. 기존측정으로 이용된 장치는 부분방전 측정장치로서 전류센서를 이용한 부분방전량을 측정하였다. 기존 국내 전력설비 검사장비로 가장 많이 이용되는 초음파 검출장치와 검출신호를 비교하였다. 자외선 센서(185nm~260nm, hamamatsu, JPN)를 이용하여 검출된 신호는 부분방전량과 초음파 검출신호에 대해 검토하였다[4-6]. 전력설비현장에서 활용하고자 하는 자외선 센서의 활용을 통해 기존의 장비를 교체하였을 때 우선시 되는 경제성, 정확성, 현장활용성 등에 대해 매우 우수한 것으로 판단되며 본 연구에서는 이를 통하여 기존의 분석기술을 향상시키고 자외선 센서기술을 활용한 검사장비 개발에 기초자료로 활용하고자 한다.

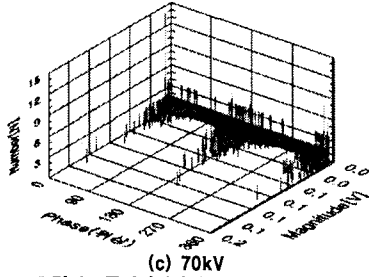


**2. 본 론**

**2.1 실험구성 및 방법**

전기설비 현장에서의 전기안전확보를 위한 설비진단기술과 자외선 센서를 활용한 진단장비 개발에 기초연구자료로 기대되는 본 연구의 실험 구성은 그림 1과 같다.

고전압발생장치(HVGS 0~200kV, hipotronics, USA)를 이용하여 30kV, 40kV, 50kV, 60kV, 70kV에서의 전압을 공급하였으며, 그대의 부분방전량과 진단장비 개발에 활용하고자 하는 자외선 센서에서 검출된 신호, 기존의 초음파 검출기에서 검출된 신호를 각각 측정하고 비교하였다. 가장 우선적으로 활용된 전력설비 대상물은 국내에 가장 많이 보급되고 있는 열해용 폴리머애자를 이용하였다. 열화방법은 애자 표면을 오염시켜 누설전류가 흐르게 하는 방법과 내부 이상을 유도하여 열화시키는



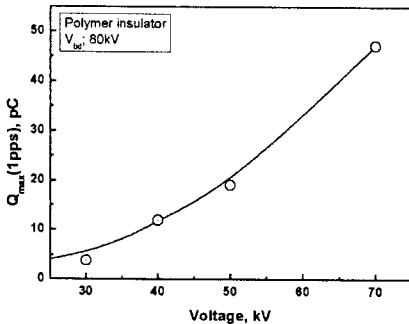
(c) 70kV  
**<그림 2> 폴리머에자의 P-Q-N 특성곡선**

그림에서 전압공급별 부분방전량이 다르게 검출되는 것을 확인할 수 있으며, 신호검출은 약 30kV에서부터 시작되었다. 그 부분방전량을 확인하여 분석한 자료를 표 1에 정리하였다.

**<표 1> 내전압에 따른 부분방전량 특성**

V, kV	Q <sub>max</sub> , pC	
	1pps	10pps
30	3.79	0.79
40	11.91	0.79
50	19.09	0.96
60	-	-
70	47.19	2.50

실험의 정확성을 유지하기 위하여 10회 이상 측정된 자료의 평균값으로 나타내었다. 오차는 거의 없었으며, 부분방전량이 발생한 시점은 절연파괴전압의 약 35%내외에서 시작된 것으로 나타났다. 부분방전량의 변화추이를 확인하기 위하여 그래프로 표시한 결과 그림 3과 같았다.



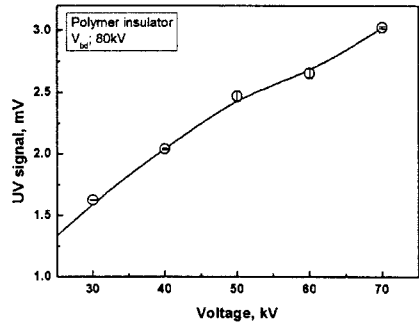
**<그림 3> 폴리머에자 내전압 대 방전량 특성곡선**

그래프의 변화추이에서도 확인할 수 있듯이 그래프의 특성은 2차다항식의 형태로 나타나는 것을 알 수 있다. 신호로 검출된 부분방전량을 근거로 하여 초음파 또는 자외선 센서에서의 검출특성을 비교할 필요가 있다.

**2.2.2 자외선 센서에 의한 신호검출**

그림 4는 자외선 센서를 활용하여 코로나방전시 발생하는 자외선을 효과적으로 검출하고자 실험한 것으로 자외선 센서에서 검출된 신호를 전압발생별로 기술하여 나타낸 것이다.

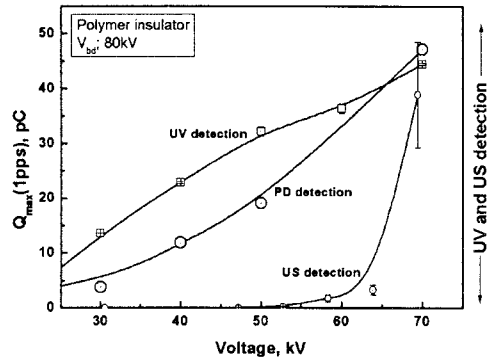
폴리머에자의 전압발생에 따른 자외선 신호는 30kV에서 약 1.7mV가 검출되었고, 절연파괴가 발생하기 직전에 약 3mV가 검출된 것으로 확인되었다. 따라서 검사장비를 개발하고자 할 때 최대 측정신호에 대한 비를 적정하게 산정하여 개발하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 또한, 오차가 적고 정량적인 자료가 취득되는 것으로 보아 검사장비를 개발할 때 매우 유용할 것으로 확인되었다.



**<그림 4> 폴리머에자 전압 대 자외선 신호검출 특성곡선**

**2.2.3 부분방전량, 자외선 및 초음파 검출신호의 비교**

그림 5는 폴리머에자의 전압별 부분방전량, 자외선 발생크기, 초음파 검출신호에 대해 비교한 그래프이다.



**<그림 5> 폴리머에자의 내전압에 따른 신호특성 비교**

그림에서 부분방전량과 자외선센서에 의한 검출신호는 거의 유사하나 초음파인 경우 절연파괴 전압의 약 75%에 이르면서 급격히 발생하는 것으로 확인되었다. 또한 자외선센서에 오차범위가 넓은 것으로 확인되었다. 부분방전량의 측정은 현장에서 외부 노이즈 등이 영향을 미칠 것으로 판단되는 경우이며, 초음파의 경우 최근 주변의 통신기로부터 다양한 잡음에 이르기 까지 그 영향이 미칠 것으로 전망된다.

**3. 결 론**

본 연구의 목적은 전력설비를 설치한 국내 현장에서 경제성, 정확성, 현장 활용성을 위해 진류센서를 이용하여 부분방전을 측정하고 이를 기준으로 전력설비진단에 적용하고자 하는 자외선센서에서 검출된 신호와 비교하였다. 또한, 기존에 이용되는 초음파 검출신호와 비교하여 그 성능을 평가하였다.

상기에 서술된 내용을 근거로 한 실험에 있어서 진단장비 개발을 위한 센서의 선택에 도움이 될 것으로 기대되며, 공급전압에 따른 자료의 특성을 이해하는데 도움이 될 것으로 나타났다.

**[참 고 문 헌]**

[1] EPRI, "Guide to Corona and Arcing Inspection of Substations", 2002  
 [2] 송길목, 방선배, 김종민, 김영석, 정진수, "연면방전에 의한 폴리머에자의 자외선 발생과 열화특성", Trans. KIEE. Vol. 57, No. 9, 2008  
 [3] EPRI, "Guide to Corona and Arcing Inspection of Overhead Transmission Lines", 2002  
 [4] Robert P. Lucht, "Absorption based UV-Sensors for Combustion Processes", Sicon '01, pp.300'302, NOV. 2001  
 [5] G. H. Vaillancourt, J. P. Bellerive, M. St-Jean, and C. Jean, "New live line tester for porcelain suspension insulators on high voltage power lines," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 9, no. 1, pp. 208-219, Jan. 1994.  
 [6] G. H. Vaillancourt, S. Carignan, and C. Jean, "Experience with the detection of faulty composite insulators on high voltage power lines by the electric field measurement method," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 13, no. 2, pp. 661-666, Apr. 1998.