

고분자 절연물 내의 트리진전에 따른 부분방전 펄스의 변화에 대한 연구

정중일\*, 허창수\*\*, 김종형\*

\*한국전기연구원 전기시험연구소, \*\*안하대학교 전자전기공학부

Study on the pulse variation due to the growth of electrical trees in polymer insulation system

Jung-Il Jeong\*, Chang-Su Huh\*\*, Jong-Hyeong Kim\*

\*KERI Electrical Testing & Research Laboratory, \*\*INHA Univ. Dept. of Electrical Engineering

**Abstract** - 보이드, 이물, 돌기등 고분자 절연체 내의 결함은 이곳에 전계가 가해질 때, 국부적 전계집중을 유발하며, 절연체 내의 미소 방전을 일으킨다. 이 때 발생한 미소 방전에 의해 보이드 표면의 고분자 물질은 기계적, 화학적 열화를 일으키며, 이에 따라 전기적 트리를 형성하게 된다. 이러한 트리는 결국 절연체의 절연파괴로 진전되므로, 고분자 물질을 절연물로 사용하는 전력기기의 경우에는 신뢰성에 큰 문제를 유발한다. 따라서, 이러한 방전(부분방전)이 일어날 때 생기는 전기적 신호를 검출하여, 절연물의 신뢰성을 평가하는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 이러한 미소방전이 일으키는 방전의 파형이 트리의 진전에 따라 어떻게 변화하는지에 대해 연구하였다.

존하게 된다.

이러한 PD 펄스는 만일 PD pulse가 절연체 내의 단일 보이드에 의한다면, 보이드의 크기에 따라 결정되며, 인가된 전계 강도에 따라 그 펄스의 반복 주파수가 결정되게 된다[3].

1. 서 론

부분방전(Partial Discharge : PD)에 따른 방전전하량, 부분방전 개시전압 및 부분방전 소멸전압은 건식 수변전기기의 신뢰성을 평가하는데 매우 중요한 요소이다 [1][2]. 부분방전은 고분자 절연시스템 내의 보이드, 이물, 돌기등의 결함부에 국부적으로 가해지는 고전계에 기인하며, 발생한 부분방전에 의해 결함부의 고분자 물질의 기계적 손상이 일어나며[1], 이러한 기계적 손상이 계속되면, 고분자 절연 시스템의 영구적인 절연파괴로 이어질 수 있다.

따라서, 건식 절연시스템을 사용하는 전력기기의 경우 운전전압범위에서 부분방전이 없어야 장기적 신뢰성을 가질 수 있으며, 부분방전 개시전압 이하에서 사용하는 것이 신뢰성 측면에서 보다 중요하다. 또한, 방전의 특성상 개시전압과 소멸전압이 다르므로 기기의 최고 사용전압의 신중한 선택이 요구된다.

이러한 PD의 제량에 대한 전기적 측정방법으로는 IEC 60270의 시험방법이 널리 이용되고 있으나, 규격에서도 언급되어 있듯이 PD 펄스의 중첩, 변형등의 문제가 PD 전하량, PD 개시전압 및 PD 소멸전압의 정확한 측정에 노이즈로써 영향을 미치고 있다.

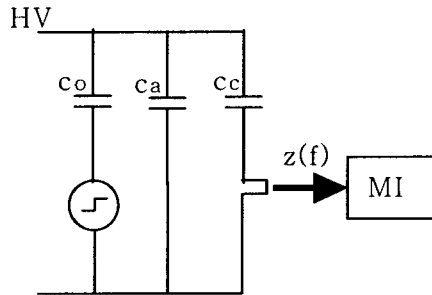
이중, 펄스 중첩의 경우 단일 보이드에서 진전된 트리의 경우 계측에 있어서, 더욱 큰 영향을 미칠 수 있으며, 신제품의 PD특성 뿐아니라, 사용중 제품의 PD특성을 평가하는데 매우 큰 영향을 미친다.

또한, 현재 전력기기의 사용 중 부분방전 특성을 측정하는 여러 연구가 활발히 진행 되고 있으며, PD 펄스의 크기를 정확히 측정하는 것을 매우 어렵게 하고 있다.

2. 본 론

2.1 측정 시스템

그림 1은 PD의 측정에 사용되는 시험설비의 다이어그램이며, 그림 2는 이러한 시스템의 교정 펄스에 대한 전형적인 응답 특성을 나타내고 있다. 이러한 교정 펄스에 대한 응답 특성은 전달함수 및 측정기기의 밴드폭에 의



- Ca : 시료
- Cc : 커플링 캐패시터
- Co 및 step function generator : 교정시스템
- Z(f) : 전달 함수
- MI : 계측기
- Co : 캐패시터

그림 1 시험설비 다이어그램

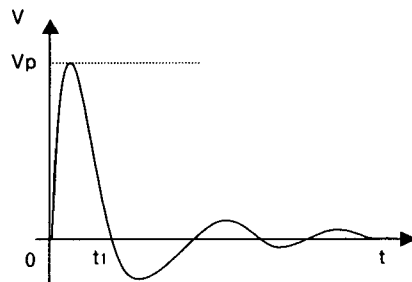


그림 2 응답특성

그러나, 만일 펄스가 절연체 내의 단일 보이드에 의한 것이 아니라면, 이러한 방전 펄스에 대한 시스템의 응답 특성은 동일하나, 부분방전이 동시에 여러 보이드에서 발생하므로, 펄스가 중첩되게 된다.

이러한 펄스의 중첩이, 절연체 내에 다수 보이드에 의하며, 각 방전 펄스의 크기는 보이드의 물리적 크기에 비례하나, 시스템의 측정기기에서 보이는 현상은 큰 방전 펄스가 발생하는 것으로 보이게 된다.

많은 측정기기들이 peak-volt meter이며, 이러한 측정기기에서는 최대 방전 펄스의 크기가 계측되므로, 큰 방전 펄스가 발생하는 것으로 보이게 된다.

## 2.2 측정결과

그림 3은 이번 시험에 사용한 시료(실리콘) 및 시험설비의 모양이며, HV 단자에서 부분방전을 측정하였다.

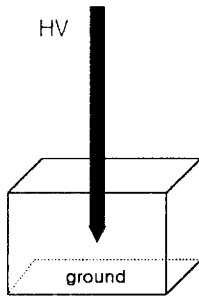


그림 3 시료 형태 및 전극 형태

전기적 트리를 가속하여 진전시키기 위하여, 침상의 금속 전극을 사용하였고, 여기에 60Hz, 30kVac를 인가하여 트리를 가속하여 진전시켰다. 이러한 시험설비에 전계를 168시간을 유지 한 후 그림 4와 같은 부분방전 펄스열을 얻을 수 있었다.

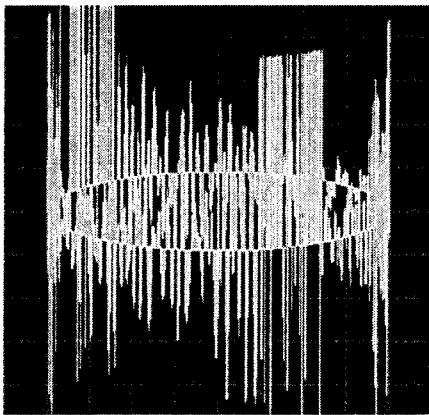


그림 4 부분방전 펄스 열

그림 4에서 보는 바와 같이, 방전의 펄스열은 중첩되어 나타났으며, 이렇게 방전의 펄스열이 중첩되어 나타날 경우 각 펄스열의 크기를 정확히 측정하는 것은 불가하

다. 이러한 펄스열의 중첩은 전력기기의 생산 후, PD 펄스의 크기를 측정하여 제품의 신뢰성을 평가하는데 있어서 매우 심각한 문제가 될 수 있다.

## 3. 결론

간식 전연방식을 사용하는 많은 전력기기의 경우 그 신뢰성을 평가하기 위해 PD의 크기, PD 발생전압 및 PD 소멸 전압을 측정하게 된다. 이때, 상기의 결과와 같이 외부 노이즈에 의한 방전 펄스의 중첩 및 동일 절연체내의 다수 미소 보이드에 의한 펄스의 중첩은 그 방전 크기를 정확히 측정하는 데 많은 주의를 요하게 된다. 또한, 고전계 하에서 사용하게 되는 전력기기의 특성상 도체 접속부에서 대기 중으로 발생시키는 방전 또한, 노이즈로써 정확한 측정을 방해하게 된다.

따라서 이러한 경우 중첩 펄스의 폭을 측정하여 PD의 크기를 측정하는 것이 필요하며, 이때  $Z(f)$  및 측정시스템의 측정 밴드폭을 조정하는 것이 필요하다.

## [참 고 문 헌]

- [1] R. Batrnkas, "Partial Discharges Their Mechanism, Detection and Measurement", IEEE DEI, Vol. 9, No. 5, pp 763-808, 2002
- [2] G. Zingales, "The Requirements of a PD Measuring System Analyzed in the Time Domain", IEEE DEI, Vol. 7, No. 1, pp 2-7, 2000
- [3] Dieter Kind, Kurt Feser, High Voltage Test Techniques 2nd Revised and Enlarged Ed., Newnes, 2001.