

### 모의된 GIS에서 발생하는 부분방전에 관한 연구

강대용, 오광영, 박내희  
원광대학교

### The Simulated study of different partial discharge sources in GIS

Dae-Yong Kang, Guangning Wu, Dae-Hee Park  
Wonkwang University

**Abstract** - The paper presents experimental results of Partial Discharge(PD) in Gas Insulated Switchgear(GIS), obtained using a computer-aided PD measurement system. Different discharge sources are simulated and identified. These included internal, interface, surface and protrusion. For internal discharge, it showed symmetrical discharge type between positive and negative cycle. Interface discharge showed smaller number and higher peak than internal discharge but symmetrical discharge as well. For surface discharge, it showed small number and high peak in positive half cycle but large number and low peak in negative half cycle. For protrusion discharge, small number and high peak of discharge were shown only in negative half cycle.

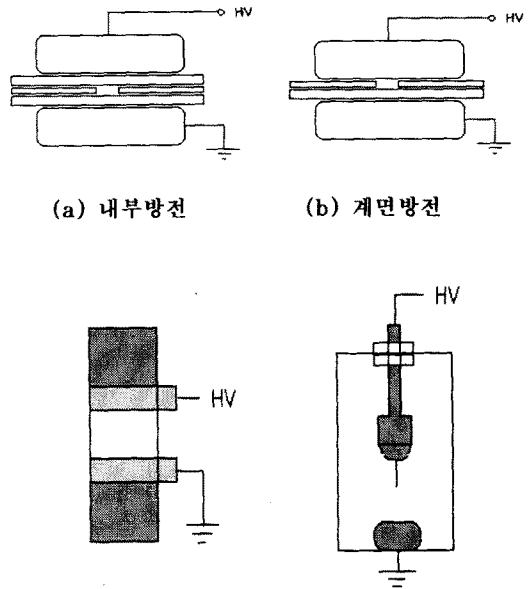
며, 부의 반주기에만 방전을 보인 돌출방전을 나타내었다.

### 2. 실 험

GIS에서 발생할 수 있는 부분방전 유형을 내부방전, 계면방전, 표면방전 및 돌출방전의 4가지로 모델화 하였다. 내부방전과 계면방전의 경우 사용된 물질은 LDPE를 Hot press를 사용하였으며 이를 Sheet로 제작하 그림 1의 (a)와 (b)의 구조로 시료를 구성하였다. 표면방전의 구조는 그림 1의 (c)와 같다. 돌출방전은 팁반경 5 $\mu$ m인 침전극을 사용하였으며 그 구조는 그림 1의

### 1. 서 론

2차대전후 폴리에틸렌 등의 물질이 새로운 고전압 유전체로서 도입되면서부터 제조공정에서 공동이 발생하게 되고 이 공동은 교류 고전압에서 방전을 일으키게 되어 아주 위험한 요소가 되어왔으며 이러한 절연 구조결함의 발견 및 평가로서 부분방전 검사는 그 중요한 위치를 점하게 되었다[1-5]. 또한 GIS(Gas Insula Switchgear)는 그 높은 신뢰도와 활용도가 잘 알려져 있으며 이 GIS가 적합하게 설계되고 그 제조, 포장, 선적 및 조립과정에 있어 그 설비의 설계 수명에 걸쳐 신뢰할만한 동작을 할 수 있는지 검사하기 위하여 부분방전 측정이 필요하다[6-8]. GIS에서 발생할 수 있는 부분방전을 절연체 내부에서 공극으로 인하여 발생하는 내부방전과, 절연체와 도체의 계면에서의 공극으로 인하여 발생하는 계면방전과, 절연체 표면의 불순물과 도체 사이에 발생할 수 있는 표면방전 및 도체의 불순물에서 발생하는 돌출방전으로 모델화 할 수 있었다. 모델화된 시료를 이용하여 측정한 결과 1)정의 반주기와 부의 반주기가 그 수와 크기에 있어 대칭적으로 나타난 내부방전과, 2)내부방전과 같이 대칭적이거나 그 수는 적고 크기가 큰 계면방전, 3)정의 반주기동안의 피크는 크기가 크고 개수가 적고 부의 반주기동안은 반대의 특성을 나타낸 표면방전, 4)정의 반주기에는 방전을 보이지 않았으



(a) 내부방전 (b) 계면방전

(c) 표면방전 (d) 돌출방전

그림 1 시편의 구조

(d)와 같다.

부분방전측정장치로는 Hipotronics사의 Part Discharge Detector (Model CDO 77A)와 AC Co

Test Set(Model 750-2CTS), 휴렛팩커드사의 오실로스코프 (Model HP54522A)를 이용하여 측정하였으며 그 구조는 그림 2와 같다.

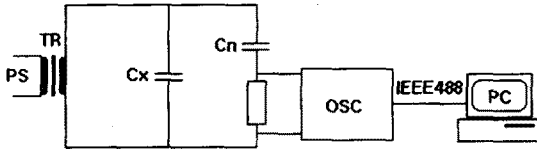


그림 4 측정 시스템 개략도

### 3. 결과 및 고찰

그림 3은 한 주기 동안의 내부방전을 나타내고 있다. 정의 반주기의 방전과 부의 반주기의 방전이 그 수와 크기에 있어서 대칭적인 경향을 나타내었다. 인가전압이 상승하게 되면 절연내의 정공의 전압이 상승하여 일정 전압 이상이 되면 파센곡선에 따라 방전을 일으키게 된다. 방전후 다시 전압이 상승하게 되며 이때의 전압은 주 인가 전계에 마지막 방전시 정공의 벽에 남겨진 표면전하의 합으로 산출되어 다음방전에 기여하게 된다. 이 방전은 유전체 양단에 걸리는 전압의 최고치에 이를 때까지 계속되며, 이 전압이 감소하여 정공 양단의 전압이 다시 반대극성의 일정 전압 이상이 되면 이 반대극성에서도 대칭적인 방전이 발생하게 된다.

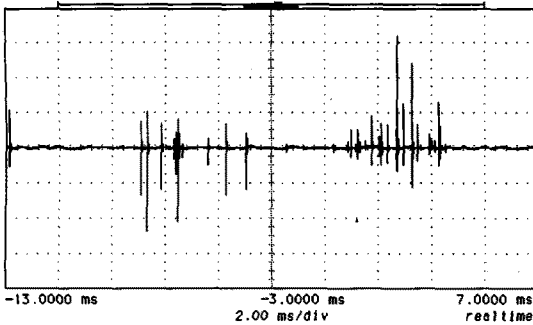


그림 3 내부방전

그림 4는 한 주기 동안의 계면 방전을 나타내고 있다. 정의 반주기와 부의 반주기의 방전이 대칭을 이루고 있으며 그 피크의 수는 적고 크기가 큰 방전의 모양을 나타내었다. 정의 반주기동안 인가 전압이 증가하게 되면 금속 전극 표면에 주위의 전자가 운집하게 되고 이 운집된 전자는 금속 표면으로 흡수되게 된다. 동시에 인가된 극성에 의하여 운집한 양의 전자보다 훨씬 많은 양의 양자가 금속 표면에 축적되게 되고, 접지단자측의 절연체에는 어떤 전하도 유기되지 않기 때문에 방전이 다시 일어나기 위한 전계를 형성하지 못하므로 방전의 크기가 크게 나타났으며, 방전의 수도 적었다. 부의 반주기에는 금속 표면에 많은 양의 전자가 축적되게 되고 접지단자측의 절연체에는 어떠한 전하도 유기되지 않기

때문에 방전이 일어나기가 어렵고 첫 방전후 방전이 다시 발생하기 위한 전계를 형성하지 못하므로 방전의 수가 내부 방전에 비하여 훨씬 적다.

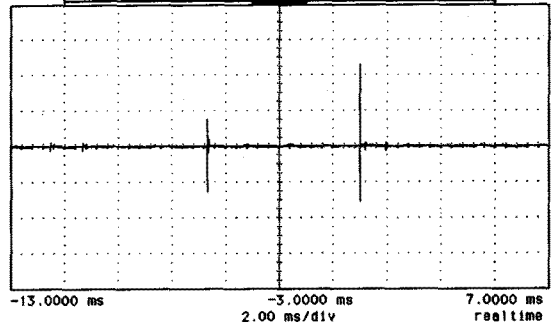


그림 4 계면방전

그림 5는 한 주기 동안의 표면방전을 나타내고 있다. 정의 반주기동안의 피크는 크기가 크고 개수가 적은 특성을 나타내었으나, 부의 반주기동안은 크기가 적고 많은 수의 피크를 나타내었다. 그림 1의 (c)에서와 같이 한쪽 전극에 전압을 인가하면 정의 반주기 동안 인가 전압이 증가하게 되면 전극 가까이에 전자가 운집하게 되고 이 운집된 전자는 전극으로 흡수된다. 동시에 인가된 극성에 의하여 운집된 전자의 양보다 훨씬 많은 양의 양자가 전극에 전계를 형성하게 된다. 그러나 전자와는 달리 양자는 전극으로부터 유리되기 어렵기 때문에 정의 반주기에는 높은 피크를 나타내면서 방전의 개수는 적었다. 그러나 부의 반주기동안에는 전극에 전자가 축적되게 되며 양자에 비하여 상대적으로 유리되기 쉽기 때문에 크기가 적고 많은 수의 피크를 나타내게 된다.

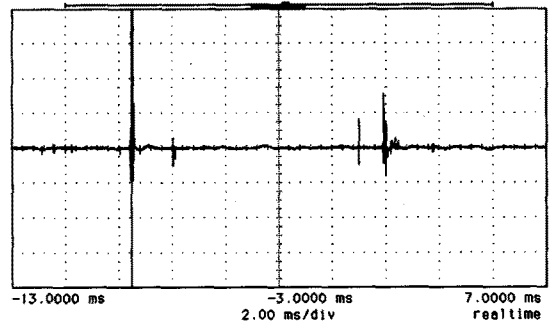


그림 5 표면방전

GIS 내부에 돌출(protrusion)은 방전이 일어날 수 있는 좋은 요인을 제공하게 된다. 그림 6은 한 주기 동안의 돌출방전을 나타내고 있다. 정의 반주기에는 방전을 보이지 않았으며, 부의 반주기에는 피크를 나타내었다. 정의 반주기에는 침 침단에 양자가 유기되어 이 전극으로부터 유리되기 어려우나 부의 반주기에는 침 침단에 유기된 전자가 정의 반주기의 양자에 비하여 상대적으로 유리되기 용이하므로 부의 반주기에 피크를 나타냄

을 볼 수 있다.

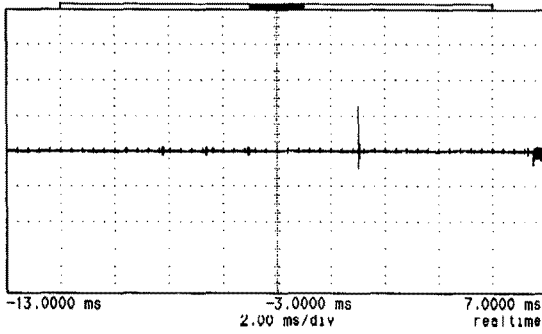


그림 6 돌출방전

#### 4. 결 론

GIS의 부분방전 유형을 내부방전, 계면방전, 표면방전 및 돌출방전의 4가지로 모델화 하여 각 모형에서의 부분방전을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 내부방전의 경우 정의 반주기의 방전과 부의 반주기의 방전이 그 수와 크기에 있어서 대칭적인 경향을 나타내었다.
2. 계면방전의 경우 정의 반주기와 부의 반주기의 방전이 대칭을 이루고 있으며 그 피크의 수는 적고 크기가 큰 방전의 모양을 나타내었다. 이는 금속 전극 표면에 인가된 전하가 축적되게 되고 접지단자측의 절연체에는 어떠한 전하도 유기되지 않기 때문에 방전이 다시 발생하기 위한 전계를 형성하지 못하였다. 이로 인해 크기는 크고 수는 적은 방전 특성이 나타났다.
3. 표면방전의 경우 정의 반주기동안의 피크는 크기가 크고 개수가 적은 특성을 나타내었으나, 부의 반주기동안은 크기가 적고 많은 수의 피크를 나타내었다. 이는 인가된 전하의 종류에 따라서 양자가 인가되었을 때에는 전극으로부터 유리되기가 어렵기 때문에 큰 피크와 개수가 많은 방전특성을 나타내었으며, 전자가 인가되었을 때에는 유리되기 용이하기 때문에 반대의 특성을 나타내었다.
4. 돌출방전의 경우 정의 반주기에는 방전을 보이지 않았으며, 부의 반주기에는 피크를 나타내었다. 이는 침침에 유기된 전자가 양자에 비하여 상대적으로 유리되기 용이하기 때문이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] F.H.Kreuger, "Partial Discharge Detectio High-Voltage Equipment", Butterworth & Co., 1989
- [2] Kuffel, E. and W.S. Zaengl, "High V Engineering Fundamentals, Pergamen Press, Oxford
- [3] Boggs, S.A. "Partial Discharge: Overview and Generation". IEEE EI Magazine, Vol6, No.4, July/Au 33, 1990.
- [4] Boggs, S.A. "Partial Discharge : Cavity-Induced

- Solid Dielectrics". IEEE EI Magazine, Vol6, No.6, November/December, 1990.
- [5]. Steiner, J. P. "Partial Discharge - Part IV: Com Partial Discharge Testing". IEEE EI Magazine, Vol7 January/February, 1991.
  - [6] R. Baumgartner, B. Fruth, W. Lanz, K. Pet "Partial Discharge-Part X: PD in Gas-Insu Substations-Measurement and Practical Consider IEEE EI Magazine, Vol8, No.1, pp16-27, 1992.
  - [7] Boggs, S.A "Electromagnetic Techniques for and Partial Discharge Location in Gas-Ins Switchgear". IEEE Trans PAS-101, No.7, July 1982
  - [8] Braun, J.M. and J.H. Groeger. "Determination of Gases and Gas Pressure in GIS Spacer Voids". 1989 Annual Report of the Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, IEEE Publication 89CH2773-0. p.105. 1989