

전기트리 발생/열화진행과 PD와의 관계분석

정해은, 박성희, 임기조, 강성화*
 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부, 충청대학 소방안전과

Analysis relationship with PD characteristics and occurrence of electrical treeing

Hae-eun Jeong, Seong-hee Park, Kee-joe Lim, Seong-hwa Kang
 Chungbuk National Univ., Chungcheong Univ.

Abstract - Solid insulation exposed to voltage is degraded and by electrical tree process. And the degradation of the insulation is accelerated by voltage application. For this experimental, specimen of electrical tree model is made by XLPE(cross-linked polyethylene). And the size of the specimen is 7*5*7 mm. Distance of needle and plane is 2mm. Voltage applied for acceleration test are 12kV. And distribution characteristic of degraded stage is studied too. As a PD detecting and data process, discharge data acquire from PD detecting system(Biddle instrument). Their results of PD distribution show good present and are good discriminating skill.

다. 각 모델에서 사용된 침은 표면방전 발생의 억제를 위해 에폭시로 물딩을 하였고, 침의 곡률 반경은 20 μm의 것을 사용하였다.

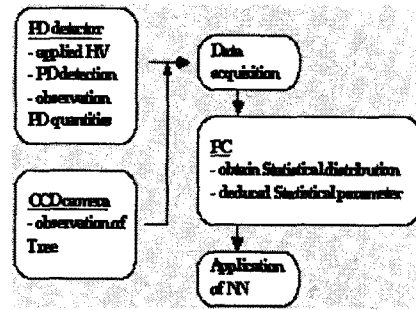
2.2 부분방전 데이터의 취득

부분방전 데이터의 취득 및 처리과정은 아래의 그림 2에 나타내었다. 트리결함으로부터 발생하는 부분방전 데이터는 트리발생 직후 전체길이의 10% 성장시를 트리발생시점으로 간주하고, 그 후 전체길이의 20 - 30% 시점을 초기성장단계, 50 - 60% 시점을 중기성장단계, 80% 이상 시점을 말기성장단계로 선전하여 각각의 데이터를 취득하였다. 데이터의 취득은 부분방전 데이터 측정시스템(PD detector - Biddle사)을 사용하였으며, Matlab을 이용해 부분방전 분포 특성을 나타내었다. 부분방전 데이터는 각 시기별 40개의 데이터를 취득하였으며, 추후에는 이것에 대한 평균값을 적용하였다. 그림 3은 트리 발생의 성장과정을 관찰하기 위한 CCD 카메라와의 위치 및 관찰도를 나타낸 것이다.

1. 서 론

고체 절연물내에는 다양한 형태의 결함의 결합이 존재하고 있다. 이 결합들은 결국에는 부분방전을 발생시키고, 기기의 성능을 저하시키게 된다. 이것의 원인으로 가장 많은 빈도수를 나타내고 있는 것이 전기트리의 발생이다. 결국 전기트리의 발생은 결국에는 부분방전을 유발시키게 된다. 또한 전기트리 발생시 결합의 종류에 따라 앞으로의 진전 양상에 상당한 영향을 주게 된다. 다시 말하면, 초기에 발생한 전기트리는 전기트리 전체의 수명을 결정지을 수 있으며, 이것은 전력기기의 진단 및 자산관리등의 항목과 밀접한 관련을 맺고 있다. 따라서 전기트리와 부분방전과의 관계를 규명하고 파악하는 것은 이런 부분에 있어서 상당한 영향력이 있다고 하겠다.

본 논문은 이런 관점에서 출발하였다. 전기트리의 발생모형을 선정하고, 이들을 제작한 후, 전기트리를 발생시키고, 이때 유발되는 부분방전 데이터를 취득하여 전기트리 발생 및 열화진행과 부분방전과의 상관관계를 파악하고자 하였다. 본 논문에서 사용한 결함으로는 침결함, 보이드결함, 고체절연물내 철이물결함의 세 개 모델을 사용하였으며, 각각의 데이터를 부분방전 취득 시스템을 적용하여 데이터를 취득하였으며, 이를 이용해 부분방전 분포특성을 나타내었다.

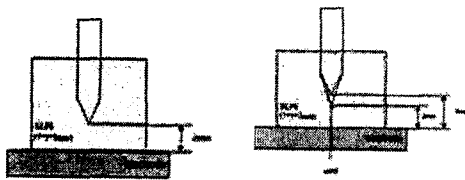


〈그림 2〉 데이터 취득 및 처리과정

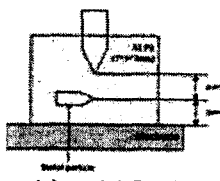
2. 실험 및 데이터취득

2.1 트리발생모델

부분방전 발생을 위한 트리모델은 침결함, 보이드결함, 고체절연물내 철이물결함의 세 개를 사용하였으며, 이에 대한 전국 모형도를 그림 1에 나타내었다. 전기트리 발생시 다른 방전의 발생을 억제하기 위하여 절연유 분위기에서 실험을 하였으며, CCD 카메라를 이용해 트리의 성장과정을 관찰하였다.



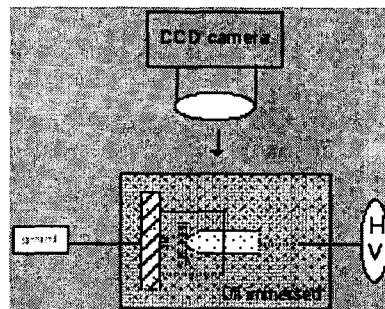
(a) 트리발생모델 1 (b) 트리발생모델 2



(c) 트리발생모델 3

〈그림 1〉 트리발생모델 모형도

트리발생모델 1은 침결함의 전극구조, 트리발생모델 2는 보이드결함의 전극구조, 트리발생모델 3은 고체절연물내 철이물 결함을 각각 나타내고 있

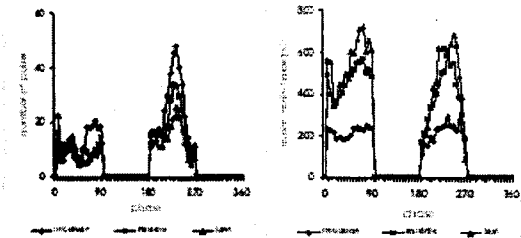


〈그림 3〉 CCD 카메라 장착도

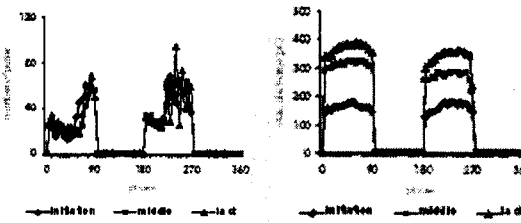
3. 실험결과 및 고찰

그림 4 - 6은 각 결함별 트리분포양상을 나타낸 부분방전 분포 그래프이다. 부분방전분포를 나타내기 위해서는 방전위상각(ψ)-방전회수(n)-방전량(q)의 상관관계를 통해 얻을 수 있는데, 본 논문에서는 Hn(q) 분포, Hq(ψ) 분포, Hn(ψ) 분포, Hqmax(ψ) 분포를 도출하여, 그 중 Hn(q) 분포와 Hqmax(ψ) 분포의 특성을 분석하였다. 각각의 분포의 특성을 살펴보면 Hn(q) 분포는 방전량과 방전회수의 상관관계, Hq(ψ) 분포는 위상각과 평균방전 발생량의 상관관계, Hn(ψ) 분포는 위상각과 방전회수의 관계, Hqmax(ψ) 분포는 위상각과 최대방전량의 상관관계를 나타내고 있다. 이 중 본 논문에서 특성파악으로서 사용된 두 개의 방전분포특성은 다른 두 개의 방전분포특성보다 보다 정확하게 트리발생 모델의 특성을 나타내어, 그 이후에 적용될 패턴분류 및 결함인식의 입력데이터로서 보다 좋은 결과를 나타낼 것이기에 선택을 하게 되었다. 그림 5의 모델 1의 분포에 있어서는 초기의 방

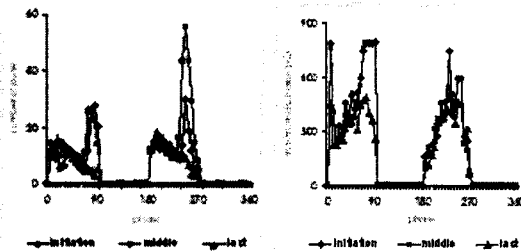
전회수가 비교적 크게 나타나고 있지만, 방전의 크기는 말기시가 비교적 크게 나타나고 있다. 모델 2에 대해서는 방전회수는 시기별로 큰 특성을 보이지는 않았지만, 방전의 크기에 있어서는 확연하게 단계별 구분이 가능할 정도로 특징을 보였다. 모델 3에 있어서는 초기와 말기의 방전 양상은 비슷했지만, 중기시의 방전양상이 비교적 크게 나타나고 있다. 전기트리 진행시간을 살펴보게 되면 모델 1보다는 모델 2가 더 빠르게 진행되었고, 모델 2보다는 모델 3이 보다 빠르게 트리의 진전이 이루어졌다. 이는 보이드 존재시는 공간전하등의 효과로 인해 트리 진행속도가 빠르게 나타나고, 철이물이 존재할 경우에도 침이 단독으로 존재할 경우보다 훨씬 진행속도가 빠르다는 것을 나타내고 있는 것이다. 결국에는 실사용하에서는 단순한 침에서 시작하는 트리의 발생도 있지만, 이렇듯 다양하고 복합적으로 결합이 존재하여 트리의 발생이 이루어지는 경우도 다반사이다. 결국 이들은 전기트리의 수명을 결정지을 수 있기 때문에 중요한 문제라고 할 수 있겠다.



(a) Hn(q) 분포 (b) Hqmax(ψ) 분포
 <그림 4> 모델 1의 부분방전 분포



(a) Hn(q) 분포 (b) Hqmax(ψ) 분포
 <그림 5> 모델 2의 부분방전 분포



(a) Hn(q) 분포 (b) Hqmax(ψ) 분포
 <그림 6> 모델 3의 부분방전 분포

표 1-3은 각 분포에 대한 평균값의 변화추이를 정량적으로 표현한 것이다.

<표 1> 모델 1의 정량적 변화추이

Hn(φ)			
period	process	Mean	Variation(%)
positive	Initiation	12	-
	Middle	10	-17
	Last	8	-33
negative	Initiation	24	-
	Middle	20	-17
	Last	16	-33
Hqmax(φ)			
	process	Mean	Variation(%)
positive	Initiation	215	-
	Middle	465	+116
	Last	551	+156
negative	Initiation	209	-
	Middle	385	+84
	Last	449	+115

<표 2> 모델 2의 정량적 변화추이

Hn(φ)			
period	process	Mean	Variation(%)
positive	Initiation	31	-
	Middle	29	-6
	Last	33	+6
negative	Initiation	40	-
	Middle	44	+10
	Last	44	+10
Hqmax(φ)			
	process	Mean	Variation(%)
positive	Initiation	160	-
	Middle	310	+94
	Last	390	+144
negative	Initiation	165	-
	Middle	290	+76
	Last	375	+127

<표 3> 모델 3의 정량적 변화추이

Hn(φ)			
period	process	Mean	Variation(%)
positive	Initiation	12	-
	Middle	13	+1
	Last	9	-25
negative	Initiation	13	-
	Middle	20	+54
	Last	11	-15
Hqmax(φ)			
	process	Mean	Variation(%)
positive	Initiation	545	-
	Middle	523	-4
	Last	364	-33
negative	Initiation	364	-
	Middle	327	-10
	Last	312	-14

4. 결 론

고체 절연물내에서 발생하는 전기트리에서 수반되는 부분방전의 검출은 전력기기의 유지/보수 등의 자산관리와 밀접한 관련이 있다. 본 논문에서 수행하고자 했던 부분은 진단의 기본적인 검토 과정으로서 다양한 종류의 트리 결합에 대한 부분방전의 특성분석을 진행하였으며, 그에 대한 특성은 비교 가능하였다. 또한 이 데이터를 이용해 방전원의 분류 및 진단에 적용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] F. H. Kreuger, Partial Discharge Detection in High-Voltage Equipment, Butterworth and Co. Ltd, 1989
- [2] L. A. Dissade, Understanding Electrical Trees in Solid s: From Experiment to Theory, *IEEE Transactions on Dielectric and Electrical Insulation*, Vol. 9, NO. 4 pp. 483-490, 2002
- [3] Bersen Yazici, Statistical Pattern Analysis of Partial Discharge Measurement for Quality Assessment of Insulation Systems in High-voltage Electrical Machinery, *IEEE TRANSACTION ON INDUSTRY APPLICATIONS*, VOL. 40, NO. 6 pp. 1579-1580, 2004