

분포통계변화에 따른 XLPE 절연체의 부분방전 패턴해석

김 탁용^a, 조 경순, 신 현택, 연 규호^{*}, 이 충호^{**}, 홍 진웅
 광운대학교 전기공학과. 충주대학교 전자통신공학과^{*}. 충주대학교 전기공학과^{**}

Analysis of The Partial Discharge Pattern in XLPE Insulator due to Variation of Statistical Distribution

Tag-Yong Kim, Hyuk-Jin Lee, Kyung-Soon Cho, Hyun-Taek Shin, Kyu-Ho Yeon^{*}, Chung-Ho Lee^{**} and Jin-Woong Hong

Dept. of Electrical Engineering, Kwangwoon Univ.

Dept. of Electronic Communication Engineering, Chungju National Univ.^{*}

Dept. of Electrical Engineering, Chungju National Univ.^{**}

Abstract : In this paper, we examine discharge characteristics of cross-linked polyethylene (since then: XLPE) according to thickness. Voltage was applied to power frequency by step method, and calibration of discharge was set to 50[pC] (slope=8.333). After the voltage was applied, for 10 [sec] (600 [cycle]), occurring discharge and number were detected. Determine of input pattern is difficult because discharge pattern is irregular. Therefore we investigated pattern using the K-means Analysis and Weibull function. Also we investigated variation of centroid and cluster.

Key Words : Partial Discharge Pattern, XLPE, Statistical Distribution, K-means, Centroid, Cluster

1. 서 론

21세기에는 사람들의 생활이 한층 더 다양화 고도화되어, 전기에너지의 사용비율은 해가 거듭될수록 증가되고 있다. 그런데 현재 우리나라의 전력은 도심으로부터 멀리 떨어진 곳에서 발전하여 장거리 송전시켜 수요지에서 사용되는 형태로 되어지고 있다. 전기에너지의 공급원인 발전소는 환경문제나 입지제약을 고려하여 해안가 및 산악 지대에 위치하고 있으므로 발전되어진 전력을 효율적으로 전송하기 위해서는 고전압으로 송전하는 것이 필요하다. 고압송전은 전력기기의 스트레스를 증가시켰으며, 사고시 대형 사고를 유발하게 되었다^{[1][2]}.

산업체에서는 이를 위해 전기설비기기의 절연내력이나 절연특성에 관한 초기시험을 행하고 있다. 또한 이들 내용, 방법은 규격에 의해서 정해져 있다. 초기시험에서 성능 검사된 전기설비는 장시간 운전에 의해 절연특성의 열화를 발생하며 이러한 현상이 통계적으로 불규칙성이 수반하기 때문에 파괴강도에 관한 데이터의 통계처리가 필요하다^[1].

이에 본 논문에서는 절연기기의 절연성 진단 및 전문가 시스템개발을 위한 기초자료 지원을 위해 부분방전의 패턴을 K-means 알고리즘^[2] 및 Weibull 해석을 통한 $\phi - q - n$ 분포의 군집패턴 및 방전패턴의 형상파라미터를 조사한 결과를 소개한다.

2. 실험

2.1 시료

시료는 전기적 특성이 우수한 초고압 절연케이블 절연층 XLPE를 두께 800[μ m] 절단한 시편을 평판 대 평판을 이용하여 부분방전을 측정하였다. 그림 1은 전극의 형상을 나타내고 있다.

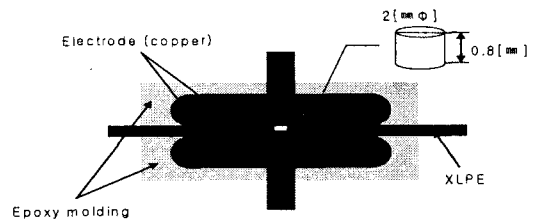


그림 1. 전극형상

Fig. 1 Shape of electrode

2.2 실험장치

부분방전 검출장치를 이용하였으며, 인가전압은 AC전압을 step 법으로 인가하였다. 또한, 데이터는 전압인가 후 10 [sec](600 [cycle])동안 발생하는 전하량과 빈도수를 검출하였다. 측정된 데이터의 최대값 및 최소값을 제거한 후, 측정된 데이터를 위상별로 누적시킨 후 K-means해석 및 와이불 해석을 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 K-means 통계처리 순서도를 나타낸 것으로, 10회이상 동일실험을 통해 방전전하량에 대한 방전분포를 조사하였다. 군집개수는 10개로 고정하였으며, 초기중심값은 랜덤하게 설정하였다.

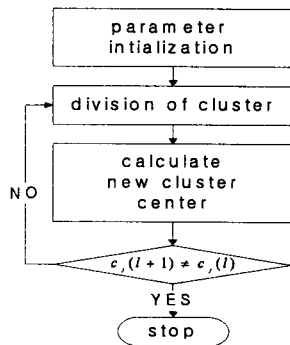


그림 2. K-means 순서도
Fig. 2 Flowchart of K-means

3.1 K-means 해석

표 1과 은 무보이드 XLPE 시료에 전압을 6[kV]인가할 때, 발생하는 부분방전의 패턴에 대한 군집 해석결과를 나타낸 것이다. 표 1에서 군집의 분포는 정극성에 4개 부극성에 5개가 분포되어있으며, 정극성에서의 위상은 42°~85°안에 분포하고 있었으며, 부극성에서는 200°~263°에 집중되었음을 확인할 수 있었다. 군집 객체수는 cluster[0], cluster[1] 및 cluster[7]에서 많이 포함하고 있었으며, 객체간의 편차는 약 5의 값을 나타내었으며, cluster[4]에서만 6.7의 큰 편차를 나타내었다.

표 1. 무보이드의 클러스터 분포 (6 [kV])

Table 1. Cluster distribution of no void (6 [kV])

Classification	Object	Variance	ϕ	q	n
Cluster [0]	249	5.487007	42.08584	32.93041	35.90763
Cluster [1]	256	4.772542	45.41748	78.9682	10.15625
Cluster [2]	205	5.384591	64.31707	135.4417	4.043902
Cluster [3]	190	4.853422	85.85526	38.77038	4.121053
Cluster [4]	22	6.790464	200.9659	27.65041	148.5909
Cluster [5]	170	4.4787	213.6838	33.62611	15.58235
Cluster [6]	96	4.783533	221.6016	32.55078	60.15625
Cluster [7]	251	4.499247	221.9522	76.09257	9.59761
Cluster [8]	138	4.826052	227.3234	127.1688	3.666667
Cluster [9]	190	4.525409	263.1908	33.55129	5.294737

표 2는 공기보이드 시료에 전압을 6[kV]인가할 때, 발생하는 부분방전의 $\phi-q-n$ 방전 패턴에 대한 군집 해석 결과를 나타낸 것이다. 표 2에서 보면 군집의 수는 정극성 영역과 부극성 영역에서의 군집개수 5개씩 형성되었으며, 10개의 클러스터 중 5개의 클러스터에서 객체수가 1,000개가 넘었으며, 그 외의 클러스터도 600개 이상의 많은 객체를 포함하고 있다. 객체간 편차도 모두 5~7로 무보이드에 비해서 높은 값을 나타내고 있었다.

표 2. 공기보이드 시료의 클러스터 분포 (6 [kV])

Table 2. Cluster distribution of void (6 [kV])

Classification	Object	Variance	ϕ	q	n
Cluster [0]	670	5.389453	268.6987	51.5651	8.531343
Cluster [1]	1296	5.609126	219.1667	107.7825	9.874228
Cluster [2]	607	6.579195	214.6211	35.45987	68.9374
Cluster [3]	1120	6.27053	36.26618	55.31029	33.22143
Cluster [4]	1554	5.920948	49.79609	161.9948	5.406049
Cluster [5]	1151	5.447405	219.5998	202.0481	4.219809
Cluster [6]	813	5.689425	89.86854	65.38279	4.334563
Cluster [7]	762	6.069694	217.0571	312.4438	1.816273
Cluster [8]	1251	5.887389	48.1295	279.5252	5.079936
Cluster [9]	931	6.394975	50.21415	418.816	3.245972

3.2 Weibull 해석

그림 3은 전압변화에 따른 형상파라미터를 나타낸 것으로 전압의 증가에 따라 무보이드 시료는 2의 값으로 안정적으로 변화지만, 보이드 시료는 2이상의 값을 나타내므로 절연층에 보이드가 존재하면 방전분포가 정규분포를 나타내는데, 이는 절연층에 보이드의 존재는 전계집중을 유발하기 때문이라고 생각되어진다. 또한 형상파라미터의 증가는 기기의 고장률을 증가시키므로 보이드의 존재는 절연층 수명을 감소를 증가시키게 됨을 확인할 수 있었다.

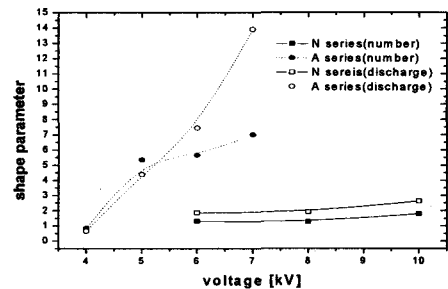


그림 3. 전압변화에 따른 형상파라미터

Fig. 3 Shape parameter due to voltage variation

4. 결론

분포통계 변화에 따른 XLPE 절연체의 부분방전 패턴 해석 결과 보이드의 존재는 방전군집을 부극성으로 이동시켰으며, 객체수와 편차의 증가를 나타내었다. 또한 와이블 해석에 의해 보이드는 전계의 집중현상을 나타내었으며, 고장률의 증가를 확인하였다.

참고 문헌

- [1] 北川賢司, “信賴性工學入門”, コロナ社, pp.1-14, 2004.
- [2] Sing, J.K.; Basu, D.K.; Nasipuri, M.; Kundu, M. "Improved k-means algorithm in the design of RBF neural networks", TENCON 2003. Conference on Convergent Technologies for Asia-Pacific Region, Volume 2, pp.841-845, 2003