

침 전극 기울기에 따른 초고압 절연체 XLPE의 부분방전 패턴해석

안병철, 김탁용, 이강원, 이덕진*, 신종렬**, 이충호***, 홍진웅
광운대학교, *극동대학교, **삼육대학교, ***충주대학교

Analysis of Partial Discharge Pattern according to Needle Electrode Slope in XLPE for Ultra High Voltage insulators

Byung-chul Ahn, Tag-yong Kim, Kang-won Lee, Duck-Jin Lee*, Jong-Yeol Shin**, Chung-Ho Lee*** and Jin-woong Hong
Kwangwoon Univ. *Far-East Univ., **Sahmyook Univ., ***Chung-Ju National Univ.

Abstract : XLPE is used to insulator for Ultra High Voltage power cable. It is easy to processing also has a good insulating property . The study for diagnosis of lifetime and improvement is proceeding continuously. In this paper, it is investigated partial discharge distribution according to slope of needle electrode 0, 20, 40°. Applied voltage is 0.5 [kV/s] by step form for inception voltage. As the result of study, we conformed that increase of slope led to reduce of discharge number and total discharge quantity.

Key Words : XLPE, partial discharge, electrode slope, PD pattern, needle electrode

1. 서 론

XLPE 케이블은 절연유를 사용하지 않고 절연매질이 고체이므로 시공성 및 유지보수가 용이하고 환경 친화성의 장점을 가진다. XLPE 케이블의 절연열화 기구는 주로 수분에 따라 발생하는 수트리 현상에 의해 지배되고, 이러한 열화기구는 절연체의 가공방법이 3층 동시압축과 건식 가공공정이 도입됨으로서 상당히 억제 되었고, 또한 수분의 차단을 위해 간이 차수형, 또는 차수형 구조가 도입됨으로서 개선되었다. 그러나 XLPE 케이블과 연결된 접속부는 케이블에 비해 구조적으로 매우 복잡하고 시공에 의한 다양한 문제점을 정확하게 판단하고 이에 따른 수명의 진단 및 결함에 대한 파악이 어렵다.

본 논문에서는 접속재 시공에 따른 문제점 및 진단시스템을 구현하기 위해 전극의 기울기를 변화에 따른 방전패턴 및 방전전하량을 조사하기 위하여 전극각도를 수직(0°), 20°, 40°로 변화시켜 방전패턴을 조사하였다.

2. 시료 및 실험

사진1은 시료의 형상으로서 154 [kV] 케이블을 16×40×30 [mm]로 절단하였으며, 시편의 종류로는 수직(기울기 0°), 20° 와 40°의 경사를 주어서 시편에 삽입하였다. 및 시편을 사용하였으며, 침전극은 자체 제작된 지그를 이용하여 삽입하였고, 삽입한 후 S사의 광학현미경을 이용하여 삽입각도 및 절연층 두께를 측정하였다. 하부전극은 도전성 테이프를 이용하여 내부 반도체층에 접촉시켰으며 전극의 형상은 침대 평판형태의 전극의 형성하였다. 전극간 절연층 두께는 2 [mm]로 고정하였으며, 사진 2는 광학현미경을 나타내고 있다.

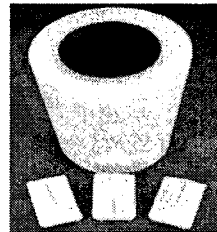


사진 1. 시료의 형상

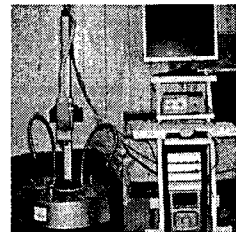


사진 2. 광학현미경

그림 1은 시료의 기울기에 따른 전극 및 시료의 형상을 나타낸 것이다.

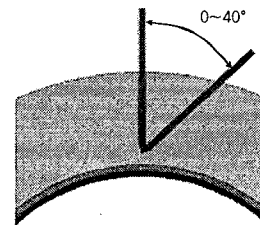


그림 1. 전극형상 및 시료

부분방전실험을 위하여 AVO co.에서 제작된 부분방전 측정 장치를 사용하였고, 인가전압은 60[Hz] 1~40[kV]를 step인가법으로 하였다. 시료를 전극에 연결하고 전압인가 후 절연파괴 시 까지 측정 장치에 의해 발생한 전하량 및 빈도수를 위상별로 검출한 데이터를 acquisition하였으며, 이들 데이터를 한 주기에 적층하고 $\phi - q - n$ 2차원 그래프로 작성하였다.

3. 결과 및 검토

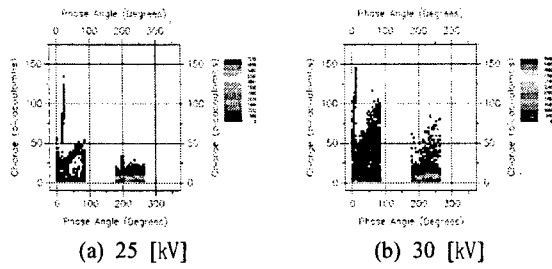


그림 2. 기울기 0°일 때의 방전패턴

침전극의 기울기가 0°로 설정하였을 때 방전은 15[kV]에서 부극성영역에서 일정영역에서 방전이 개시되다가 전압을 25 [kV]로 승압하면서 순간적으로 많은 방전이 발생하기 시작하였다. 그림 2 (a)는 이때의 방전패턴을 나타낸 것으로 정극성영역에서는 0 ~ 80°부근에서 방전이 발생하였으며, 부극성영역에서는 180 ~ 260°에서 방전이 나타났다. 방전전하량은 정극성영역은 22°부근에서 최대방전인 145 [pC]의 방전이 발생하였으며, 방전빈도수는 50 회이하의 값을 나타내었다. 이에 반해 부극성영역의 방전전하량이 50 [pC]의 낮은 방전이 주로 발생하였으나, 방전 빈도수는 7,000회 이상의 값이 나타났다. 전압을 30 [kV]로 승압함에 따라 정극성영역에서는 50 [pC]이상의 방전이 50°이상의 위상에서도 발생하였으며, 빈도수는 25 [kV]와 거의 비슷한 값을 나타내었다.

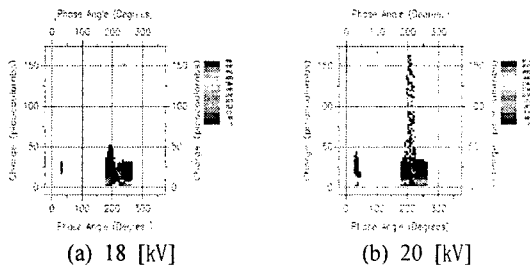


그림 3. 기울기 20°일 때의 방전분포

그림 3은 침전극 기울기가 20°인 절연층 두께 2 [mm] XLPE 무보이드기울기시료의 부분방전패턴 분포를 나타낸 것으로 12[kV]일 때 방전이 개시되었으며, 방전은 부극성영역에서만 나타났다. 그림 (a)는 인가전압 18[kV]로 대부분의 방전이 부극성에서 발생하였으며, 정극성 영역에서는 위상각 30°에서 방전전하량이 34 [pC]인 방전이 나타났으며, 그 외 위상에서는 방전이 발생하지 않았다. 그러나 부극성영역에서는 180 ~ 260° 영역에서 방전이 발생하였으며, 200°부근에서 최대 방전전하량인 54 [pC]의 전하량을 나타내었으며, 전체 방전전하량은 916.220 [pC]이 발생하였다. 또한 초기 방전개시에서 부극성 영역에서 220°부근에서만 발생한 부분방전이 180 ~ 270°위상에서 발생하였으며, 방전전하량과 발생빈도수도 증가하였다. 그림(b)는 인가전압 20 [kV]일 경우로써 200°부근에서 최대 방전전하량을 보이며, 정극성에서 위상각 30 ~ 50°영역에서 방전전하량 16.105 [pC], 발생빈도수

581을 나타내고, 부극성에서는 위상각 180 ~ 270°에서 방전전하량 1,122,000 [pC], 발생빈도수 95,138이 나타났다. 또한 정극성에서 최대 방전전하량 46[pC], 부극성에서 최대 방전전하량 165 [pC]로 전체 위상에서 부분방전 발생영역은 정극성에서의 증가하였고 부극성에서는 변함이 없었으며 방전전하량 및 방전발생빈도수는 정극성 및 부극성영역에서 모두 증가하였다.

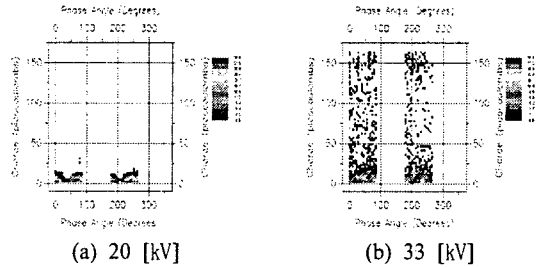


그림 4. 기울기 40°일 때의 방전분포

그림 4는 침전극 기울기가 40°에서의 방전패턴을 나타낸 것으로 그림 (a)는 인가전압이 20 [kV]일 때의 방전패턴으로 정극성영역에서 0 ~ 90° 위상에서 방전이 발생하였으며, 부극성영역에서는 180 ~ 270° 위상에서 방전이 나타났다. 정극성에서 최대 방전전하량 34 [pC], 방전 발생빈도수 516회 발생하였고, 부극성에서는 최대 방전전하량 21 [pC], 방전 발생빈도수는 546회 발생하였다. 그림(b)는 인가전압 33[kV]일 경우로써 정극성영역은 0 ~ 90° 위상에서, 부극성영역은 180 ~ 270° 위상에서 방전이 발생하였다.

전체 방전전하량은 기울기 0°에서 1,443,680 [pC](30 [kV]), 20°에서 1,138,105[pC], 40°에서 57,190 [pC]의 방전이 발생하였으며, 전체 방전빈도수도 123,840에서 1,381회로 감소함을 확인할 수 있었다. 이는 기울기의 증가로 침전단부분이 기울어짐으로 인해 전계집중의 완화가 발생하기 때문이라고 생각되어진다.

4. 결론

침전극 기울기변화에 따른 초고압케이블 절연층의 방전패턴을 조사한 결과 전극의 기울기가 20°일 때 파괴강도는 가장 강했으며, 방전빈도수는 기울기의 증가에 따라 부극성에서의 방전빈도수가 증가됨을 확인할 수 있었다. 또한 기울기의 증가는 방전빈도수의 감소를 나타내고 전체방전전하량도 감소함을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] P. W. Haayman, R. W. Dam and H. A. Klasens, German Patent 929 350, 1955
- [2] A. B. Alles, V. R. Amarakoon and V. L. Burdick, J. Amer. Ceram. Soc. Vol. 78, No. 1, p. 148, 1989.