

열화된 XLPE케이블의 열지구전류

김 상 준 이 남 우 정 동 원 고 인 석
한전기술연구원 배전 연구실

Thermally Stimulated Currents in Aged XLPE Cable Insulation

Sang-Joon Kim Nam-Woo Lee Dong-Won Cheong In-Suk Ko
Research Center KEPCO

Abstract

In order to evaluate degradation of the aged power cables, thin slices(200 μm) cut from the aged cables were prepared for thermally stimulated current measurements.

Throughout the temperature range, 140 to 280 °C the TSC is greater for the aged material, and sharp peak is observed at 158 °C and 210 °C.

절연피괴를 유발하는 큰 공간전하분극을 형성시킬 우려가 있다. 따라서 전력케이블의 고전압 직류누설전류측정시 XLPE내부에서 발생한 이온, 즉 이온공간전하에 관한 연구는 전력케이블의 효과적인 절연열화진단과 사용수명 증대를 위하여 필요하다고 생각된다.

본 연구는 실제 케이블을 상정하여 전극구조는 빈도진중-XLPE절연층-반도전층으로 하였으며, 실험실에서 제조한 XLPE와 현장에서 6년, 10년 사용한 케이블에서 채취한 XLPE시료를 준비하여 XLPE중의 이온공간전하의 거동을 열지구전류(TSC)로 측정된 것이다.

2. 시료 및 실험방법

1. 서 론

배전용 전력케이블에는 주로 XLPE절연체가 사용되고 있으며, 지하에 매설된 XLPE절연케이블은 포설후 7-10년에서 수트리열화등에 의한 절연피괴 고장을 일으키는데 전력회사에서는 이러한 케이블의 절연피괴 고장을 미리 방지하고 사용수명을 증대시키고자 지대한 연구노력을 기울이고 있다 (1).

고분자 절연체중의 가동이온은 전압인가시 이동하여 공간전하분극을 형성한다. 이때 주입전하의 부강이 절연체 내부의 전계가 변화하므로 가동이온의 거동은 중요하다.

그러나 전력용 케이블은 장기간 사용하며, 고온에서도 사용하고, 절연체의 두께도 크기 때문에, 절연체중에 함유된 불순물 이온이 전극 부근으로 서서히 이동하여

지하에 매설하여 6년, 10년동안 사용한 22.9KV CNKV 케이블에서 XLPE절연층을 자동신반기로 저속회전하면서 두께 200μm로 잘라낸 시료의, 실험실에서 제조한 두께 142μm의 XLPE시료를 실험 대용으로 하고, XLPE의 양면에 지극 200μm 정도의 반도체층을 압착하여 TSC 전극으로 이용하였다. 필요시 반도체층위에 silver paint를 발라서 전극과의 접촉성을 좋게 하였다.

전극으로서의 주전극의 직경 20mm, 보조환전극의 내경 22mm이며 재질은 Cu이다.

TSC의 진공용기에는 TSC 측정동안 계속 진공으로 유지한다.

시료를 분극평형온도 140 °C까지 승온시켜 5분간 안정화시킨후, 주전극과 대전극 사이에 직류 900V의 평상 전압을 20분동안 인가한다.

이후 형성전압을 인가한 상태에서 시료의 온도를 상온까지 급냉시킨다.

다음에 형성전압의 전원을 끈후, 전극사이를 1분간 단락접지한후 4분동안 전류계를 통하여 단락시킨다.

시료의 온도를 일정한 속도로 상승시키면서 TSC를 측정한다.

3. 실험결과 및 고찰

실험실에서 제조한 XLPE시료와 현장에서 채취한 XLPE시료의 TSC를 각각 그림1,2,3에 나타낸다. 모두 고온저전계에서 분극을 형성하였기때문에 전극으로부터의 전하 주입은 없으며, 따라서 고온에서 나타난 피크들은 이온공간전하에 의한 것이라고 할 수 있다(2).

그림1에서는 실험실 시료의 경우 268℃에서, 6년간 사용한 케이블시료인 경우 210℃에서 피크가 나타나고 있으며, 그림2에서는 10년간 사용한 케이블의 경우인데 158℃에서의 180℃부근에서 피크가 나타나고 있다.

그림3은 6년간 사용한 케이블시료인데, 절연체 중간에서 채취한 시료는 265℃부근에서 피크가 뚜렷하게 나타나며, 외부 반도전층측에서 채취한 시료는 270℃이후로 확산하고 있는데, 이는 반도전층위에 비온은분 때문이라고 생각된다.

순수 반도전층전극으로만 구성된 시료에서 측정된 그림1,2의 TSC를 비교하면, 피크의 크기가 실험실시료, 6년사용케이블, 10년사용케이블 순으로 커지며, 피크가 나타나는 온도는 268℃, 210℃, 158℃로 낮아진다.

특히 10년사용케이블은 TSC 피크가 매우 크게 나타나고 있는데, 이는 현장 운전중에 케이블에서 발생하는 열화현상인 Halo로 불순물이온이 많기 때문이라고 생각할 수 있다.

Halo는 수분으로 채워진 microvoid 들로 구성되어 있으며, 이것이 고밀도의 트랩영역으로 작용하는데, 이는 수분 그 자체보다는 수분침투로 야기되는 결함때문이다(6)

따라서 고온에서 나타나는 TSC의 크기는 열화현상에 의하여 커짐을 알 수 있으며, 이는 열화에 수반되는 불순물이온때문이라고 할 수 있다.

4. 결 론

실험실에서 제조한 XLPE시료와 현장에서 6년, 10년간 사용한 케이블에서 채취한 XLPE시료의 열자극전류를 비교한 결과, TSC 피크의 크기는 실험실시료, 6년사용케이블, 10년사용케이블의 순으로 커지며, 피크가 나타나는 온도는 각각 268℃, 210℃, 158℃로 낮아진다.

따라서 XLPE의 열화정도를 평가하는데에 TSC 측정방법이 이용될 수 있다.

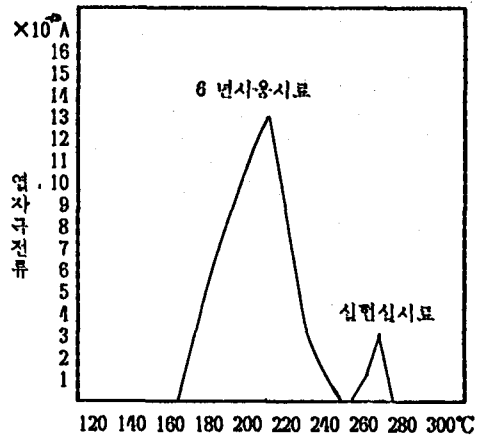


그림1. 실험실제조XLPE의 6년사용XLPE의 TSC

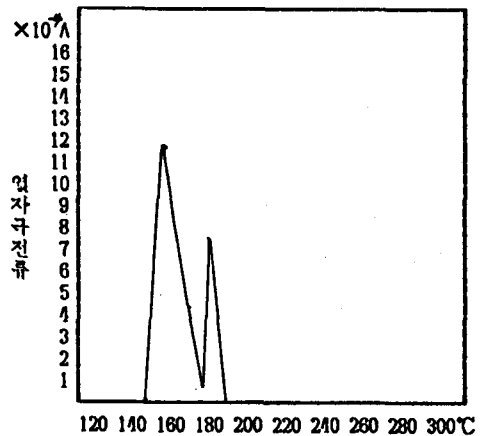


그림2. 10년사용XLPE의 TSC

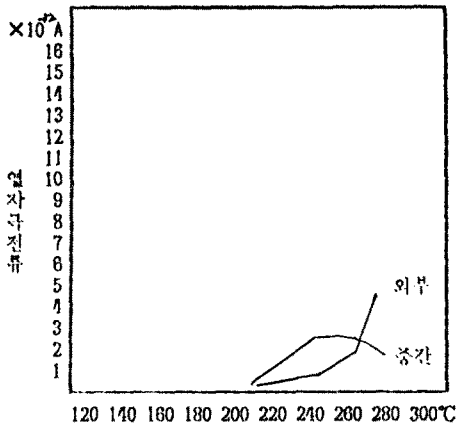


그림3. 6년시용XLPE의 TSC
(반도전층위에 silver paint를 도포)

참고 문헌

1. "배전용 CN·CV 케이블과 접속재의 일치성과 방지 대책에 관한 연구", 한국전력공사 기술연구원, 1990
- 2.金子 雙男, 小林 敏志, 日野 太郎, "XLPE의 이온공간전하의 열자극전류", 전기학회논문지 103A-12, PP.667-674, 1983
3. "전기절연재료의 열자극전류", 전기학회기술보고 II부 194호, 1985
- 4.渡邊 英紀, 栗岡 安一, "TSC에 의한 고분자 절연재료의 일치평가에 관한 기초적 연구", 전기학회논문지 106A-6, PP.259-266, 1986
- 5.鹽野 武男, S.Tassavori, 会田 二三夫, 相原 貢, 細川 悦雄, "침기체에 의한 Emission Shield 층 형성과 그 효과(6)", 절연재료연구회 EIM-86-30, 1986
- 6.江村 福允, John A. Tanaka, Dwight H. Damon, 能登 文敏, "XLPE 절연케이블에서 Halo현상의 전기화학적 해석", 전기학회논문지 107A-2, PP.73-80, 1987 ; "Thermally Stimulated Currents in Halocd XLPE Cable Insulation", Conference Record of 1984 IEEE International Symposium on Electrical Insulation, June 11-13, 1984
- 7.渡邊 英紀, 栗岡 安一, "LDPE의 일치과정과 열자극전류" 전기학회논문지 108A-4, PP.133-138, 1988

- 8.福澤 雅弘, 岩本 光正, "TSSP법과 TSC법을 이용한 LDPE 중의 교류트리 발생에 미치는 공간전하의 검토", 전기학회논문지 110A-11, PP.789-795, 1990
- 9.D.K.Das-Gupta, K. Doughty and D.E. Cooper, "Polarity Effects of Charging LDPE in a Highly Divergent Field", IEEE CEIDP PP.274-280, 1985
10. D.K. Das-Gupta, K. Doughty and D.E. Cooper, "Thermally Stimulated Discharge Current Spectra from Electrically Stressed High Voltage Power Cables", IEEE CEIDP PP. 56-62, 1986
11. S.Noel, C.Laurent and C. Mayoux, "An Investigation of AC Electrical Aging Phenomena in Polyethylene by Thermally Stimulated Discharge Current Measurement", IEEE EI-22, NO.1, PP.63-68, 1987
12. R.J. Fleming, "Thermally Stimulated Conductivity and Luminescence in Organic Polymers", IEEE EI-24, NO.3, PP. 523-531, 1989