

열 열화에 따른 XLPE의 VLF 절연파괴 특성

이승원*, 김수환*, 김용현*, 임장섭*, 이근호**
 목포해양대학교*, 대한전선**

A VLF Breakdown Strength Test of The XLPE Cable on Thermal Aging

Seung-Won LEE*, Su-Hwan KIM*, Yong-Hyun KIM*, Jang-Seob LIM*, Kun-Ho LEE**
 Mokpo Natuional Maritime University*, Taihan Electric Wire Co., Ltd**

Abstract - 본 연구에서는 상용 XLPE 절연체에 ES(한진)의 장기과통전 시험 기준을 참고하여, 가속 열 열화 하였고, 열화 전/후의 절연특성을 비교하기 위하여 VLF(0.1Hz) 내전압 파괴시험을 수행하였다. 또한, 그 결과를 Weibull plot하여 절연특성을 통계적으로 비교 및 분석하였다.

1. 서 론

본 연구에서는 상용주파수 ACBD 및 Impulse 파괴시험의 중간 성장인 VLF 내전압 파괴시험을 수행하였다. VLF 내전압 파괴시험은 연속적인 극성의 변화로 공간 전하가 최소로 발생 하며, 절연체에 직접적인 영향을 미치지 않는 상태에서 케이블의 결함에 대한 파괴를 유도한다. VLF 내전압 파괴시험은 절연체와 절연체사이 여러 계면 결함에 전계가 과밀 될 때, 부분방전이 시작된다. 부분방전 개시 후, 일정 시험시간 이내에 절연파괴가 발생하게 된다.

2. 본 론

2.1 상용 XLPE 절연체의 VLF 내전압 시험

본 논문에서는 상용 XLPE 절연체의 열화 전/후의 절연능력을 비교 및 분석하기 위해, 절연체를 1[mm] 두께의 hot press sheet로 제작하였고, 시험전원은 주파수 0.1[Hz], 최대 상승전압 85[kV rms]의 VLF Generator를 사용하였으며, ASTM D149, IEC 60243-1의 시험방법을 참조하여 $\Phi 12.7$ [mm]의 Stainless Steel 구 전극을 사용하여 VLF 내전압 파괴시험을 진행하였다.

2.2 상용 XLPE 절연체의 가속 열 열화

상용 XLPE 절연체의 가속 열 열화를 위하여, 최대 250[°C]까지 온도 조절과 연속적인 시간 제어가 가능한 환경 모의 Chamber를 이용하였다. 또한, ES(한진)의 MV급 XLPE 장기과통전 시험 기준을 참고하여, 케이블 열화 조건 14주기 동안 총 전류인가시간인 112hr에서 130°C의 온도로 상용 XLPE 절연체를 가속 열 열화 하였다.

2.3 Weibull 분포 함수를 이용한 통계적 분석

상용 XLPE 절연체에 대한 가속 열 열화를 수행하였고, VLF내전압 파괴시험 결과를 Weibull plot하여 통계적으로 분석하였다. 특성 수명 값 63.2%는 열 열화 전 245.1kV/mm에서 열 열화 후 218.5kV/mm로 저하되었고, 이와 반대로 Weibull plot의 기울기는 상승하였다.

3. 결 론

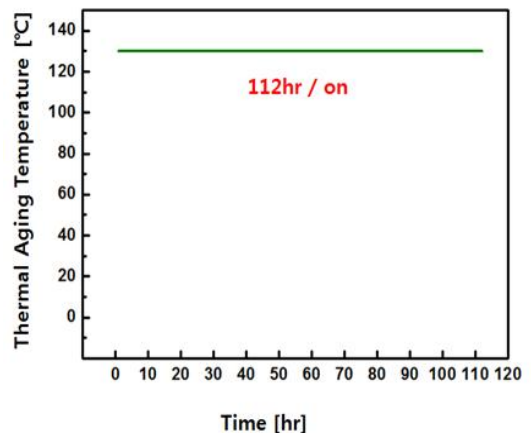
본 연구에서는 상용 XLPE 절연체에 관하여 VLF 내전압 파괴시험을 수행하였고, 그 결과를 Weibull plot하여 절연특성을 통계적으로 비교 분석하였다. 가속 열 열화 후, 상용 XLPE 절연체는 파괴전계가 낮아지는 경향을 보였고, 이를 통하여 상용 XLPE 절연체는 열적 열화에 취약하며, 절연능력의 저하를 추론 할 수 있었다. 향후 연구에서는 상용 XLPE 절연체의 장기 신뢰성을 확보하기 위해, 가속 스트리 시험 및 주파수 가속시험이 예정에 있으며, 이를 통해 열적, 전기적인 스트레스 하에서의 장기 신뢰성 검증할 계획을 하고 있다.

[참 고 문 헌]

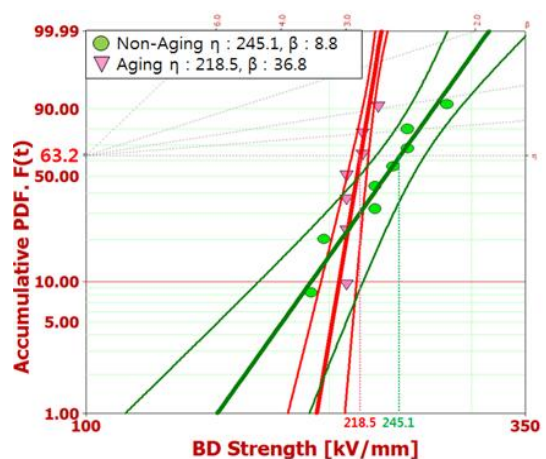
- [1] Cable Diagnostic Focused Initiative Regional Meeting, NEETRAC, October 2009
- [2] J. C. Hernandez-Mejia, R. Harley, N. Hampton, R. Hartlein, "Characterization of Aging for MV Power Cables Using Low Frequency Tan δ Diagnostic Measurements, IEEE, 2009

<표 1> ES(한진)의 MV급 XLPE 케이블 장기과통전 시험

구분	시험 방법
케이블 열화	130°C 전류를 인가하여 도체온도상승
	열화시 전압 인가하지 않음
열화 조건	24시간을 1주기로 하여, 130도 8시간 전류인가, 16시간 전류차단
	14주기 반복
비교	교류파괴 시험 시 160kV 이하에서 절연파괴 시 불합격처리



<그림 1> 130°C에서 112hr 가속 열 열화 시험



<그림 2> 상용 XLPE 절연체의 열 열화 전/후 VLF 내전압 파괴시험 Weibull plot