

열수축형을 이용한 XLPE케이블 종단부의 전기적 특성

백승명*, 최재형*, 최진욱*, 김상현*, 김영석**, 김선구**
 창원전문대학, *경상대학교, **한국전기안전연구원

Electrical Properties of XLPE Cable Termination using Thermal Contraction Type

Seung-Myeong Baek, Jae-Hyeong Cho*, Jin-Wook Choi*, Sang-Hyun Kim*
 Changwon College, *Gyeongsang National Univ.

Abstract : For investigation of electrical properties of XLPE cable termination, we prepared a thermal contraction type kit and 6.6kV XLPE cable. The cable termination that have simulated defect by badness construction have been manufactured and their insulation characteristics such as ac and impulse withstand test have been measured. The influence of defects such as thickness decrease and heating time have been studied. When thickness decreased 1mm, the decreased of AC breakdown voltage value is not very distinctive. However, when thickness decreased 2mm, the insulation AC breakdown voltage value was very low down to 43kV. When approved heat for 300s than 60s, AC Breakdown voltage value appeared high. And also, after insulation breakdown took place, the sample was observed before and after disassembly, and the insulation breakdown hole was observed by means of optical microscope.

1. 서론

설비 시공불량에 따른 6.6kV 수용가 케이블 종단부의 사고원인 분석을 위하여 케이블 종단부의 시공불량을 분석하고 이에 따른 사고패턴을 연구하였다. 케이블 종단에 사용되는 종단접속재(cable termination)는 케이블 양끝의 절연 보강 및 전계를 완화시키는 접속재로서 지중배전선로의 약 70%의 사고가 여기에서 발생하는 것으로 보고되고 있다.

배전급 케이블 종단부의 시공불량을 모의하여 전기적 사고 패턴을 분석하기 위하여 실제 배전급 케이블로 사용되는 XLPE 케이블과 종단접속재를 사용함으로써 실제 케이블에서 발생하는 전기적 사고와 동일한 사고를 모의 했는데 연구의 정확성이 있다고 할 수 있다. 현재 사용되는 케이블의 종단부 절연성능 시험법을 적용할 수 있는 시료를 제작하기 전에 먼저 각 종단접속재별 시공공정상 발생할 수 있는 결함을 분석하여 각 시료를 제작할 시료가 결함을 가지도록 제작하였다. 결함을 가진 시료를 IEEE Std 48-1996(R2003) IEEE Standard Test Procedures and Requirements for Alternating-Current Cable Terminations 2.5kV Through 765kV의 시험 규정에 따라 교류, Lighting impulse 내전압 시험규정에 따라 내전압 시험을 거쳐 시공공정상 발생한 결점이 종단부의 전기적 사고에 미치는 영향에 대하여 조사분석하였다.

2. 실험

2.1 케이블 열 충격 시험

동일 규격의 3사 제품을 선정하여 열 충격시험에 따른 XLPE의 특성변화를 살펴보기 위해 PVC 외피와 차폐도체 등을 모두 제거하였으며, 길이는 600mm의 시료를 제작하였다. IEC 60811의 에 의한 열 충격 시험을 수행하기 위해 -60~150℃까지 온도 가변기를 이용하였다.

2.2 케이블 절연파괴 시험

결정 없는 종단부 시료를 제작하여 IEEE Std 48-1996(R2003)의 기준에 따라 상용주파 건조내전압시험(교류, 1분) 35kV_{rms}전압과 충격내전압시험 95kV를 인가하였다. 다음으로 결정을 가진 시료를 제작하여 외부 동차폐층을 접지시키고 도체에 교류 전압을 인가하였다. 교류 전압은 1kV/sec의 속도로 상승시켜 절연파괴가 발생할 때까지 전압을 상승시켰으며 뇌 충격 전압은 28kV에서 시작하여 4kV씩 증가시켜 절연파괴가 발생할 때까지 단계별로 뇌 충격 전압을 인가하였다.

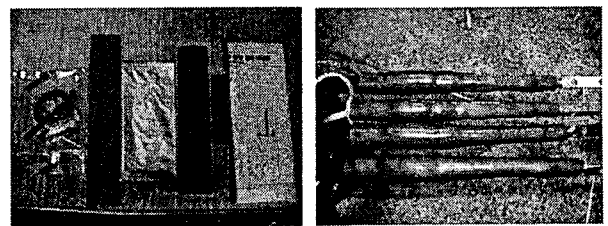


그림 1. 열수축형 종단접속재 및 시료

3. 결과 및 검토

그림 2에 살펴보면, 정상상태에 비해 250cycle과 500cycle 후의 케이블은 XLPE의 변색이 관측되었지만, 표면의 크랙, 열 수축현상은 거의 관측되지 않았다.

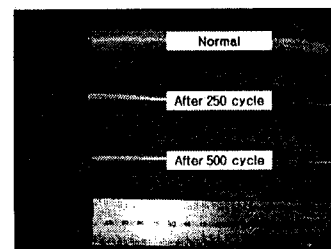


그림 2. 6.6kV XLPE 케이블

표1에 나타나듯이 교류와 뇌 충격 내전압시험을 모두 통과하였으며 교류에서 66kV, 65kV, 67kV와 뇌 충격에서 124kV, 104kV, 116kV로 각각 절연파괴 전압 값을 나타내었다.

표 1. 내전압 시험결과

내전압 종단접속재	샘플 NO.	AC, 35kV, 1min	IMP, 95kV
열수축형	1	pass(66kV)	pass(124kV)
	2	pass(65kV)	pass(104kV)
	3	pass(67kV)	pass(116kV)

그림 3에 보듯이 열수축형의 경우 두께가 1mm 감소하여도 그 감소폭은 크게 나타나지 않았으며 두께가 2mm 감소한 경우에는 43kV로 절연파괴 전압이 매우 낮게 나타났다. 교류 전압을 인가한 경우 절연파괴는 절연체가 감소한 부분에서 발생하였으며 열화에 의하여 형태는 거의 변하지 않았다. 뇌 충격 전압에 의해 절연파괴가 발생하였을 때는 그림 4에 보듯이 절연체의 표면을 따라 튜브 내부로 연면방전이 발생하였으며 내부에 전압 분배에 의해 전계집중이 완화된 후 파괴 전압이 높게 나타난 것으로 사료된다.

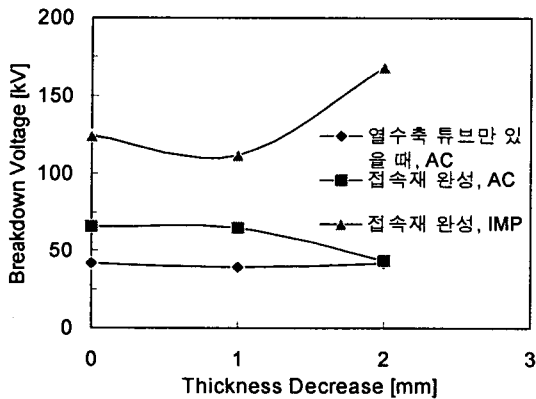


그림 3. 두께감소의 영향

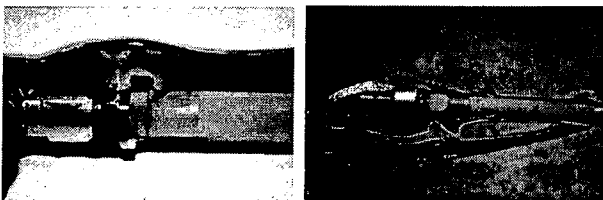


그림 4. 두께 2mm 감소 때 교류 및 뇌 충격 절연파괴

열 분사 기간에 따라 전기적 특성을 고찰하여 열 분사 시간의 영향을 그림 5에 나타내고 60초 가열 때 절연파괴 흔적을 그림 6에 나타낸다. 먼저, 열수축 튜브에 열을 가한 시간과 절연파괴 전압을 측정한 결과 열을 충분히 가하지 않은 60초보다 열을 충분히 가한 300초 일 때 교류 절연파괴 전압이 높게 나타났다. 열을 충분히 가할 경우

스트레스 제어 마스틱과 튜브 내부 절연물이 충분히 녹아 부분방전이 생기는 공극을 줄여줄 뿐 아니라 종단재의 표면의 습기나 불순물 등을 제거하는 효과가 나타나 절연파괴 전압이 높아지는 것으로 사료된다. 60초 동안 열을 가한 경우 뇌 충격 157kV에서 내부 연면 절연파괴가 발생하였다. 이는 2mm 절연두께 감소의 영향에서 고찰되었듯이 내부에 열화는 심하게 발생하였지만 전계분배에 의하여 완화작용으로 절연파괴 전압이 높게 나타난 것으로 사료된다. 300초 동안 열을 가한 경우 104kV로 나타났다.

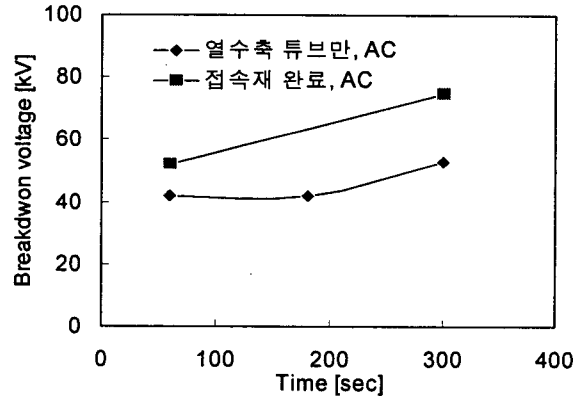


그림 5. 열 분사 시간의 영향

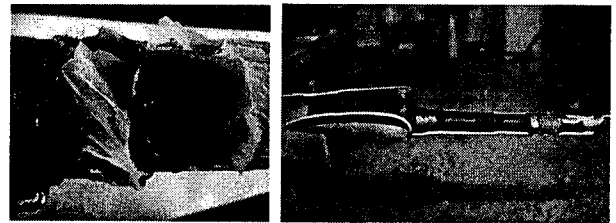


그림 6. 60초 가열 때 절연파괴 흔적

4. 결 론

본 연구에서는 열수축형 종단접속재를 이용한 6.6kV 케이블의 종단부의 전기적 특성을 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 500사이클의 열 충격에 의하여 변색은 관찰되지만 크랙이나 크기의 변화는 관찰되지 않았다. XLPE 두께 2mm 감소할 때 절연내력이 급격히 감소하였으며 열화도 심하게 발생하는 것으로 관찰되었다. 열 분사 시간이 60초일 때 절연내력이 낮은 것으로 관찰되었으며 이는 종단부를 제작할 때 충분히 열을 가하여야 높은 절연내력을 가질수 있음을 나타낸다 할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 전력산업기반기금의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] 이관우, 이경용, 최용성, 박대희, 전기전자재료학회논문지, 17권, 8호, p. 904, 2004.