

XLPE 전력케이블 접속자재 내한성 평가

최아름*, 정선영, 이지훈, 이경용, 김동훈, 강승훈, 김한화, 장우석.
대한전선 기술연구소*

Cold resistance investigation of joint materials of electric power XLPE cable

A-Leum Choi*, Sun-Young Jung*, Ji-Hun Lee*, kyoung-yong Lee*, Dong-Hun Kim*, Seung-Hun Kang*, Han-Hwa Kim*,
Woo-Seog Chang*.
Taihan Electric Wire Co.,Ltd*

Abstract - 본 논문에서는 -50[°C]환경에서 케이블 접속합의 극한지역 적용가능 여부를 확인하기 위해 접속합의 주재료인 Etylene Propylene Rubbe(EPR), Silicone Rubber(SR) 및 Epoxy의 물성 및 특성 평가 시험을 진행하였다. 실험방법은 DSC(Differential Scanning Calorimetry)를 사용하여 10[°C]/min의 승온속도로 각각의 온도구간에서 샘플들의 Tg(Glass Transition Temperature)를 측정하였고, UTM(Universal Testing Machine)으로 -50[°C] 상온에서 인장강도 및 신율을 측정하였다. 본 연구를 통하여, 극한지역의 전력계통 연계 안정성 및 신뢰성 향상을 위한 기초적인 Data-base를 구축했다.

1. 서 론

산업 개발에 따라 인구과밀 지역을 중심으로 대용량 송전의 필요성이 날로 증가하고 있지만, 도심의 가공 송전 선로 경과지 확보 부족과 보안 및 유지의 문제점 때문에 지중 송전 선로의 건설이 증가하고 있다. 이와 같이 전력 수요가 증가함에 따라 고전압 케이블이 개발되었고 이에 따라 케이블 접속합 역시 높은 기계적, 화학적 및 열적 물성이 요구되는 실정이다. 통계적으로 절연 사고들은 대부분 케이블 접속합에서 발생하며^[1], 사고의 70%가 접속합 부속재에서 발생하는 것으로 알려져 있다.^[2] 현재까지, 고전압 및 고온에 견디는 케이블 및 접속합은 많이 개발되었지만, -50[°C]환경의 극한지방에서 사용하는 케이블 및 접속재 신뢰성 평가 및 Data-base 구축에 대해서는 거의 보고되어 있지 않는 것이 현실이다.

본 논문에서는 케이블 접속합의 내한 성능을 결정하는 EPR, SR 및 Epoxy의 열적 특성을 측정하기 위해 물성 시험을 진행하였고, 저온과 상온에서의 인장강도와 신율을 측정하여 상온과 비교분석하였다.

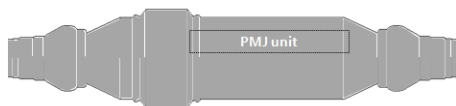
2. 본 론

2.1 전력케이블 중간 접속합 (PMJ joint)

XLPE 케이블의 접속합은 크게 Prefabricated Joint(PJ)와 Pre Molded Joint(PMJ)로 분류 된다. PJ는 Epoxy 절연물과 고무 스트레스콘의 조합으로 이루어지며, PMJ의 경우 Silicone Rubber(SR) 또는 Etylene Propylene Rubber(EPR)를 주절연으로 사용한다.

EPR는 주사슬에 이중결합이 없어 화학적으로 안정한 성질을 가지고 있으며, 분자내에 극성기를 갖고 있지 않기 때문에 우수한 절연특성을 갖고 있다. 또한 SR의 경우 기본골격인 Si-O이 일반적인 유기 고분자의 기본골격 C-C보다 높은 결합에너지를 가지고 있기 때문에 열적 안정성, 내산화성 및 전기적 특성이 우수하다.^[3]

참고로 그림1과 2에 PMJ의 접속합과 접속합 내부의 PMJ unit의 단면을 나타내었다.



<그림 1> Pre Molded Joint(PMJ)



<그림 2> Pre Molded Joint Unit(PMJ unit)단면

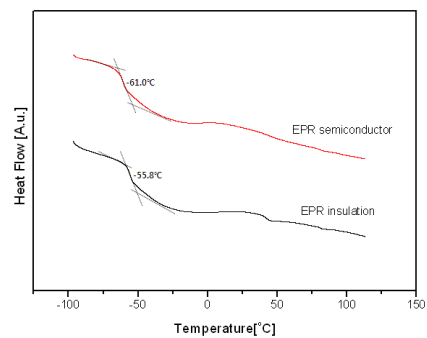
2.2 실험 재료 및 방법

실험 샘플은 EPR 절연층, EPR 반도체층, SR 절연층, SR 반도체층, Epoxy이다. 샘플들의 열적 특성은 DSC (TA Instrument, DSC Q20)을 사용하여 측정하였고, 승온속도는 10[°C]/min이고, 온도구간은 EPR이 -100~120[°C], SR은 -140~ -60[°C], Epoxy는 25~130[°C]이다. 그리고 기계적 특성은 UTM(Instron Korea, Instron 5567)을 사용하여 -50[°C], 25[°C]에서 각각 10분 동안 유지한 뒤 500[mm/min]의 속도로 측정하였다.

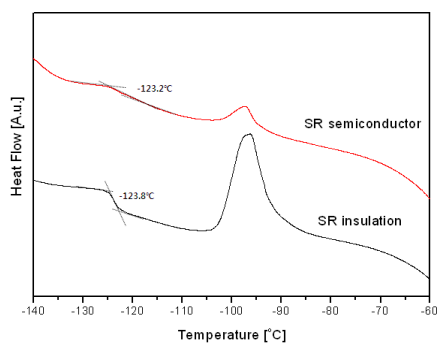
2.3 실험 결과

Tg이하의 온도에서는 유리(Glass)와 같이 딱딱하고 깨어지기 쉬운 성질을 나타내고, Tg이상의 온도에서는 고무(Rubber)와 같이 탄성을 나타낸다. 따라서 절연 및 반도체용으로 사용하는 재료들은 탄성력을 지닌 Tg 이상의 온도에서 사용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

실험 결과, EPR 절연, EPR 반도체층, SR 절연, SR 반도체층은 -50[°C]이하에서 Tg가 나타났고 epoxy 절연의 Tg는 110[°C]이상에서 나타남을 확인하였다. 그리고 저온과 상온에서 인장강도 및 신율을 측정하여 기계적 물성의 데이터베이스를 구축하였다. 대표적인 절연자재의 DSC 열 거동 분석 결과는 하기 그림 3, 4에 나타내었다.



<그림 3> ERP 절연 및 반도체층 샘플의 DSC 결과



<그림 4> SR 절연 및 반도체층 샘플의 DSC 결과

3. 결 론

본 논문에서는 XLPE 케이블 접속함의 극한지방 사용가능 여부를 확인하기 위해 접속함의 절연 및 반도체용으로 사용되는 EPR, SR와 Epoxy의 저온에서 고온까지의 열적 거동 및 기계적 특성을 분석하였다. DSC를 통해 각 샘플의 Tg와 UTM을 통해 인장 강도와 신율을 측정하여 XLPE 케이블 접속함 주재료의 기본적인 데이터베이스를 구축하였다. 향후, 본 샘플들의 종합적인 데이터베이스 구축을 위해 저온에서의 전기적 특성평가를 진행할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Wu Qian, Liu Yigang, Li Ximou. "Investigate on Aging Detecting Technique of High Voltage XLPE cable." Electric Power Equipment, vol.7, pp.40-45, 2005.
- [2] Li Xin-ping, Liu Shou-gong, Cao Xiao-long et al. "The evolution of the design for high voltage cable terminal construction." Electrical Wire and Cable, vol.6, pp.11-14, 2002.
- [3] Lu.S.Lazurkin, G.P.Ushakov. "The effect of radiation on the properties of silicone rubber", Atomic Energy, vol.4, pp.365-371, 1958.