

가교 폴리 에틸렌 수지의 열적 특성 분석

송우창*, 박하용*, 심재선*, 배인수*, 송진호**, 박영직***, 권명현****
 강원대*, 세종기술(주)**, 서광이에스***, 여주대****

Thermal Characteristics for Cross-Linking Polyethylene

Woo-Chang Song*, Ha-Yong Park*, Jae-Sun Shim*, In-Su Bae*, Jin-Ho Song**, Young-Jik Park***, Myeong-Hyun Kweon****
 Kangwon National University*, SEJONG Eng**, Seokwang Co.***, Yeosu Institute of Tech.****

Abstract - 펠릿 형태의 XLPE (Cross-Linking Polyethylene)를 Hot Press로 시험편을 제작하여 열분석 데이터 처리장치를 이용하여 시차 주사 열량법 (differential scanning calorimetry, DSC)과 열 중량 분석 (Thermo gravimetric analysis, TGA) 등으로 열적 특성을 분석하였다. 분석 결과, XLPE의 전이온도 피크는 61 °C, 용융온도에 해당하는 피크는 102 °C에서 나타났으며 XLPE의 TG 분석 결과 470 °C 근처에서 한 번의 급격한 열 중량 감소를 보였으며 800 °C 까지 측정 후 잔류물은 완전 분해되어 거의 존재하지 않았음을 알 수 있었다.

XLPE의 DSC 측정 결과를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에 보이는 것처럼 이중의 피크가 관찰되었다. 첫 번째 피크는 전이온도로서 약 61 °C 부근에서 발생하였으며 두 번째 피크는 약 101 °C 부근에서 관찰되었는데 이는 XLPE의 용융온도이다. 그림 2는 XLPE의 TG 측정 결과이다. 약 470 °C 부근에서 XLPE의 열 중량이 급속히 감소되었으며 열 중량 감소 개시 온도와 감소 종료 온도는 각각 462 °C와 488 °C를 보였고 이 결과는 다른 보고들과 일치한다. 또한 감소 개시 온도와 종료 온도의 중량 감소는 약 97% 달하였다.

1. 서 론

전력 수요의 증가는 전력 설비의 대용량화를 야기하며 이는 각종 전기 재료들에 대해 양호한 절연 특성 뿐 아니라 우수한 열적 특성도 요구하고 있다. 전력 설비의 대부분은 고분자 제품인 열가소성 수지이며, LDPE (Low Density Polyethylene), LLDPE (Linear low density polyethylene), MDPE (Medium density polyethylene), HDPE (High Density Polyethylene), XLPE 등의 Polyethylene 계열과 PVC (Polyvinyl chloride), ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) 등의 합성 고분자 재료 등이 있다.

XLPE 케이블은 설치, 접속, 유지, 보수 등이 용이하여 수요가 급증하고 있으며, 배전 계통과 송전 계통에 많이 이용되고 있다.

초기의 XLPE 전력용 케이블에는 부분 방전, tree 등의 원인이 되는 void, 이물, 돌기 등으로 인해 결함이 많았으나 현재는 많이 개선된 상태이다.[6] XLPE (가교폴리에틸렌)는 폴리에틸렌(Polyethylene: PE)에 유기 가황제를 혼합하여 만들어졌으며, 폴리에틸렌을 가교 상태 (Cross Linking)로 결합시켜 열경화성의 점탄성 성질이 뛰어나 고전압 계통의 절연체로 많이 사용된다. 이것은 폴리에틸렌과 달리 300 °C 이상의 고온에서 장기간 노출되면 탄화되어 분해된다. XLPE는 단락전류에 의한 온도(250 °C)와 연속 사용되는 도체의 온도(90 °C)에 모두 견디는 열적 특성을 갖는다.

최근에는 전기설비에 광범위하게 사용되고 있는 XLPE 뿐 아니라 각종 고분자 재료의 폐기물 처리가 문제시 되고 있어 열적 특성에 대해 많은 관심을 갖고 있다.

본 논문은 송전, 배전 등의 전력 설비에 사용되는 XLPE에 대해 열적 분석을 하였다.

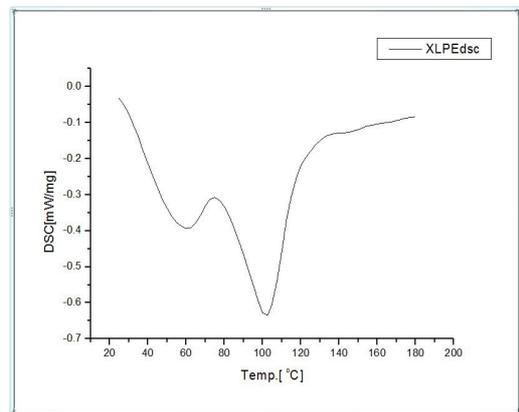
2. 실험 방법

시료는 범용으로 사용되고 있는 펠릿 형태의 XLPE를 HOT Press를 이용해 제조하였으며, 측정에 적당한 크기로 잘라서 준비하였다. 시료의 열적 성질을 조사하기 위하여 열분석 데이터 처리장치를 갖춘 NETZSCH(Model STA409PC Luxx, Germany)사의 시차 주사 열분석기를 이용하였다. 이때 온도 검정은 Al₂O₃를 사용하였다.

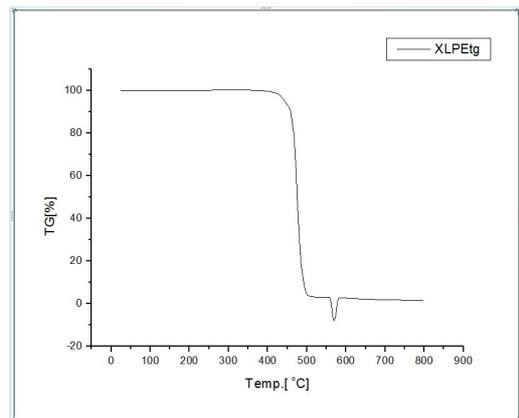
DSC는 sample과 reference furnace에 공급된 보상 에너지로부터 얻은 온도, 열량변화 데이터로부터 시료의 물리적 성질을 파악할 수 있으며, DSC thermogram으로부터 유리전이 온도, 냉각정화 온도, 용융 온도, 결정화 온도 등의 것들 외에 결정화 시간, 순도, 산화, 분해 등에 관련된 정보를 측정할 수 있다.

TG는 일정한 속도로 온도를 변화시켰을 때 일정 시간 동안에 일어난 시료의 중량 변화를 측정하는 것으로 일반적으로 programmer, furnace, micro-balance, recorder 등으로 구성되어 있다. 가열로의 온도 범위는 -170 ~ 240°C 이고 가열방법은 전열과 적외선 등이 있다. 시료용기는 백금, 알루미늄, 세라믹 등이 있으며, 온도측정은 thermocouple이 사용된다.

3. 결과 및 고찰



〈그림 1〉 XLPE의 DSC



〈그림 2〉 XLPE의 TG

4. 결 론

펠릿 형태의 XLPE를 녹여 시편을 만든 후 열분석 데이터 처리장치를 이용해 DSC와 TG 등을 측정해 열적 분석을 하였다.

XLPE의 전이온도에 해당하는 첫 번째 피크는 61 °C에서 나타났고 용융온도에 해당하는 피크는 102 °C에서 나타났으며 이는 이전에 실험한 ABS, LDPE, HDPE 등보다 낮은 온도를 보였다. XLPE의 TG 분석 결과 470 °C 근처에서 한 번의 급격한 열 중량 감소를 보였으며 800 °C 까지 측정 후 잔류물은 완전 분해되어 거의 존재하지 않았음을 알 수 있었다.

여러 분야에서 환경에 대한 관심이 고조되고 있으며 이런 관점에서

진력용 설비들에 대한 진기적 특성뿐만 아니라 폐기물 처리에 있어 중요한 특성인 열적 분석에 대한 연구도 광범위하게 진행되어야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] J. G. Rabek, "Experimental Method in Polymer Chemistry", John-Wiley and Sons, New York, 1980
- [2] H. H. Willard, L. L. Merritt, J. A. Dean, and F. A. Settle, "Instrumental Methods of Analysis", 6th Ed., VanNostrand co., New York, 1981
- [3] 황택성, 맹기석, "PVC 열분해에 따른 분자량 변화 및 열안정성에 관한 연구", Industrial Technology Research Institute, Vol. 5, No. 1, pp. 10~16, 1990