

XLPE의 가열건조에 따른 분해잔사와 전기 Tree 특성

Behaviors of Decomposition products and Electrical treeing in XLPE According to Drying condition

한기만 김동욱 * 김영성
금성전선(주) 전력연구소

K.M Hahn D.W Kim Y.S Kim
GoldStar Cable Co. Electrical Power Research Institute

Abstract

Decomposition products by crosslinking reaction of PE using Dicumylperoxide(DCP) should influence on the electrical properties in XLPE. This paper studies on Behaviors of Decomposition products and Electrical Treeing according to Drying condition. We used the Gas Chromatography for Decomposition Gases analysis, FT-IR for investigating the behaviors of Decomposition products remained in XLPE, Break Down Voltage Tester for Electrical Treeing measurement.

1. 序 論

가교 Polyethylene(XLPE)은 전기절연성 및 내열성이 우수하여 전력 Cable용 절연재료로서 널리 사용되고 있다.

Polyethylene의 가교는 일반적으로 과산화물을 이용한 화학가교에 의해 이루어지는데 통상적으로 Dicumylperoxide (DCP)를 가교제로 사용한다. 가교과정중에 DCP의 분해잔사가 발생하여 절연체 내부에 남아 절연체 특성 변화의 요인이 되기도 한다. 그 대표적인 것이 수분, CH₄가스, Acetopenone, Cumylalcohol이다.

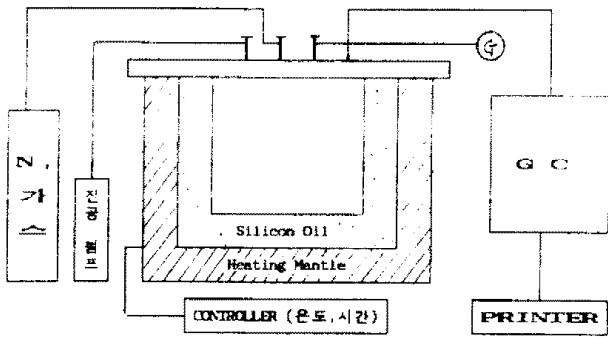
본 연구는 가열조건을 달리하여 절연체 내의 잔사량의 변화를 정량적 측정으로 조사하였고, FT-IR을 통해 가열건조 전후의 절연체내의 가교 잔사의 변화를 조사하였으며, 가열조건별로 전기 Tree 발생 특성을 조사하였다.

2. 試 驗 方 法

2.1 잔사가스량의 측정

본 연구에 사용된 시료는 밀도 0.98 (g/cm³)인 Polyethylene에 DCP를 가교제로 하여 제조한 초고압 케이블용 절연체를 사용하였다. 도체를 제거한 케이블을 30cm로 절단하여 열풍순환조에서 XLPE의 용점인 110℃ 이하의 온도 100℃로 가열하여 10시간 간격으로 최장 50시간을 가열하였으며, 두께 1cm의 Disk 상 시료를 만들어 무게 약500g을 계량하여 < 그림 2-1 >과 같이 구성된 측정장치를 사용하여 도달 진공도가 0.5torr가 유지되도록 하여 150℃에서 6시간을 가열한다.

가열후 상온까지 냉각하여 용기내에 포집된 가스를 SHIMADZU사의 GC-8A Gas Chromatography (G.C)로 측정하였다



<그림 2-1> 잔사가스 측정 SYSTEM

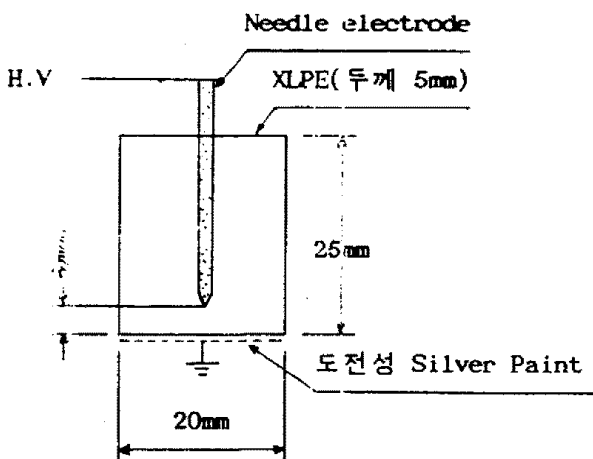
2.2 FT-IR 분석

가열건조 변화에 따른 Acetophenone과 Cumyl-alcohol의 거동추이를 파악하기 위해 FT-IR 분석을 실시하였다.

상기 가스측정에 사용된 가열시료를 Microtome를 사용하여 두께 200 μ m 정도의 얇은 시편을 제작하였으며, Bruker IFS 120HR(獨) Model의 FT-IR 분석장치를 사용하여 측정하였다.

2.3 전기 Tree 측정

2.1항에서 만들어진 Disk상 시료를 20mmX25mm 두께 5mm의 크기로 만들어 곡률반경 3 μ m, 침단 각도 35°로 연마된 침으로 100°C에서 30분간 가열하여 침전극 삽입장치를 사용하여 침끝단과 절연체와의 여유거리가 3mm가 되도록 삽입하여 같은온도에서 1시간 야닐링한후 <그림 2-2>와



<그림 2-2> 전기 Tree발생 시험전극계

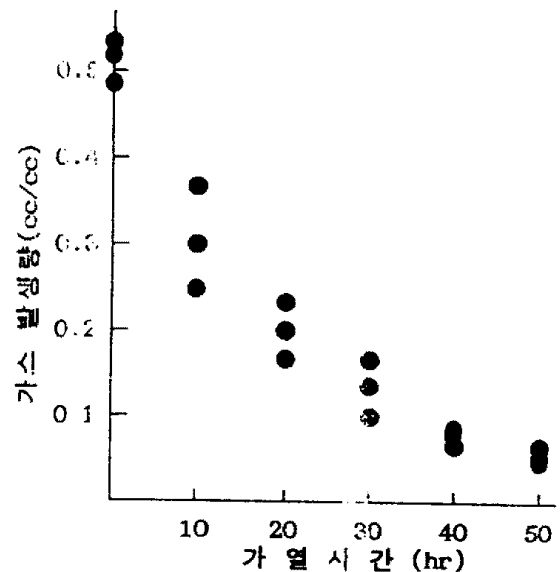
같이 제작 하였다.

Tree 발생 측정을 위해 AC 내압시험기를 이용하였으며, 이때 인가전압은 AC 60Hz 13kV로 하여 연속하여 인가하지 않고, 10분 간격으로 현미경 관찰에 의해 침전극으로 부터 Tree 발생 유무를 조사하여 발생된 Tree가 50 μ m 이상으로 진전된 시점을 Tree가 발생한 시간으로 정의 하였다.

3. 試驗結果 및 考察

3.1 G.C에 의한 잔사가스량의 측정

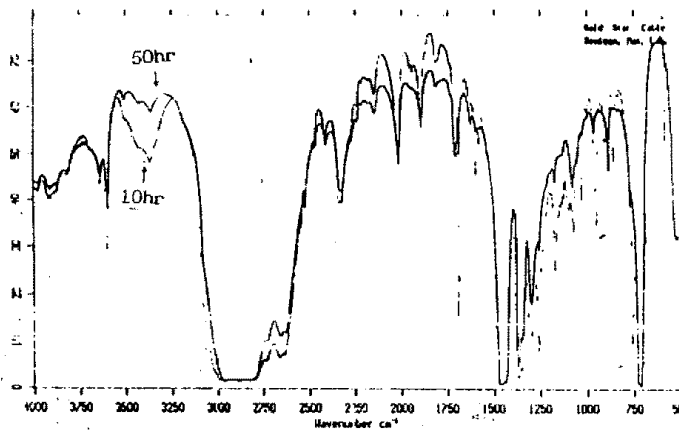
<그림 3-1>은 XLPE의 가열시간에 따른 잔사가스 발생량을 나타낸 것으로서 CV Cable 절연체 내에서 발생하는 잔사가스 성분의 대부분인 CH₄를 측정한 것이다. 시험결과에서 보는바와 같이 절연완료후 가열하지 않은 시료에서는 약 0.5 cc/cc(XLPE)의 가스가 발생했으며 50hr 가열후 시료는 약 0.08 cc/cc(XLPE)의 가스가 발생했다 따라서 발생가스량은 가열시간 의존성이 있으며 가교중 발생하는 CH₄가 가열에 의해 절연체의 밖으로 방출된 것으로 생각된다.



<그림 3-1> 가열시간별 잔사가스 측정량 비교

3.2 FT-IR 분석

<그림 3-2>는 가열건조 변화에 따른 Acetophenone과 Cumylalcohol의 거동추이를 FT-IR 분석을 통해 해석한 것이다. 파수 1700 cm^{-1} 근처의 (GH)기의 흡수 peak와 파수 3400 cm^{-1} 근처의 (C=O)기의 흡수 peak가 10hr 건조시료에 비해서 50hr 건조시료가 현격히 줄어들었음을 알수있다 즉, Acetopenone과 Cumylalcohol의 구조내에는 존재하면서 PE의 구조내에는 존재하지 않는(OH)기와 (C=O)기의 양이 줄어든것을 보고 건조시간을 늘릴수록 가교잔사물인 Acetopenone과 Cumylalcohol의 양이 줄어든다는 것을 알수가 있다.

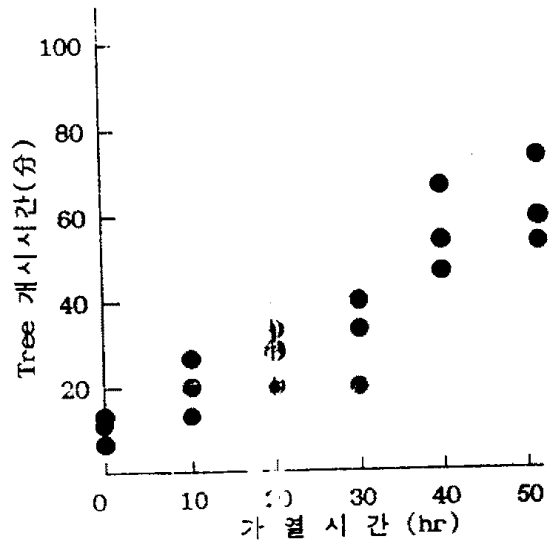


<그림 3-2> 가열시간에 따른 FT-IR 분석

3.3 전기 Tree 측정

<그림 3-3>은 가열건조 시간에 따른 전기Tree의 발생개시 시간을 측정한 그래프이다.

시험결과에서 보는 바와 같이 가열하지 않은 시료는 약 8~15분에서 Tree가 발생했으며 50hr 가열한 시료는 약 50~75분에서 Tree가 발생했음을 알수가 있다. 따라서 XLPE는 가열전보다 가열후의 전기 Tree 발생개시 시간이 길어짐을 알수가 있다. 이는 가교잔사물의 하나인 Cumylalcohol로부터 발생되는 수분이 가열에 의해 절연체 밖으로 발산되어 Tree개시 방지의 효과가 있는 것으로 생각된다.



<그림 3-3> 가열시간별 Tree 개시시간 비교

4. 結 語

1. XLPE는 가열건조 시간이 길어짐에 따라 잔사가스 발생량이 줄어드는 경향을 나타냄.
2. FT-IR 분석결과 XLPE는 가열건조 전에 비해서 가열건조후의 Acetopenone과 Cumylalcohol의 양이 줄어듦을 알수 있다.
3. 가열건조 시간이 길어질수록 Tree 개시시간이 길어지는 경향으로 보아 초고압 케이블의 건조공정후의 절연특성은 건조전보다 향상됨을 알수가 있다.

따라서 향후에는 XLPE의 열에 의한 열화정도와 열이력에 대한 고차구조 특성에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.