

Heating Cycle에 의한 EPDM의 열화 특성에 대한 연구

A Study on the Aging characteristics of EPDM by Heating cycle

최 남 호*	충남대학교 공대 전기공학과
유 승 덕*	충남대학교 공대 전기공학과
한 상 옥*	충남대학교 공대 전기공학과
윤 진 열**	전력연구원
박 감 식#	충남전문대 전기공학과
김 종 석##	대전산업대학교 전기공학과

N. H. Choi	Dept. of Electrical Eng. Chungnam Univ.
S. D. Yu	Dept. of Electrical Eng. Chungnam Univ.
S. O. Han	Dept. of Electrical Eng. Chungnam Univ.
J. Y. Yoon	Korea Power Research Institute
K. S. Park	Dept. of Electrical Eng. Chungnam Junior College
J. S. Kim	Dept. of Electrical Eng. Taejon National Univ. of Tech.

Abstract

본 연구에서는 최근 그 사용이 급증하고 있는 옥외용 절연재료에 대한 열화특성을 평가하기 위하여 펠렛상태의 EPDM 원 시료를 Hot plate를 이용하여 씨트로 제작하였다. 기후조건에 대응하는 열 사이클에 의해 절연재료에 일어나는 화학적, 전기적 특성변화를 조사하기 위하여 주기적인 열 사이클을 가하면서 일정 기간별로 유전특성과 표면누설전류 및 표면의 화학적 변화에 대하여 측정하였다. 또한 접촉각 측정을 통하여 EPDM의 전기적 화학적 열화 또는 성질 변화에 대하여 검토하였다. 측정 결과 EPDM은 비교적 단기간의 열사이클에 대해서 전기적 화학적 특성변화는 그다지 나타나지 않는 것으로 나타났다.

1. 서론

최근 고분자화학의 발달에 따라 우수한 전기 절연성과 함께 내후성이 뛰어난 각종재료가 개발되어왔으며 이에 따라 고분자재료는 각종 절연재료로서 널리 사용되어 가고 있다. 이와 같은 추세에 의해서 최근에는 고분자애자, 부싱 등 옥외용 절연재료로서 그 용도가 점차 확대되어가고 있다. 옥외용 절연재료로서는 에폭시, Silicone rubber, EPDM, EPR등 내후성이 뛰어난 재료들이 주로 사용되고 있으나 고분자재료는 옥외에서 장시간 사용될 경우 자연환경조건에 의해 그 특성의 변화가 심하게 일어나는 것으로 알려져 있다. 이에 따라 각종 전기설비의

신뢰성 향상을 위해서는 절연재료의 열화 메커니즘의 규명과 절연물의 수명예측에 대한 연구가 절실히 요구되고 있다.

본 실험에서는 여러 가지 옥외용 고분자 절연재료 중에서 고분자 Arrester나 케이블의 접속재와 같은 각종 송배전용 절연재료로서 사용되는 EPDM의 열화특성에 대하여 조사하고자 한다.

EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer)은 에틸렌과 프로필렌의 공중합 물질로서 propylene segment는 atactic configuration을 갖게 되어 결정성이 없으므로

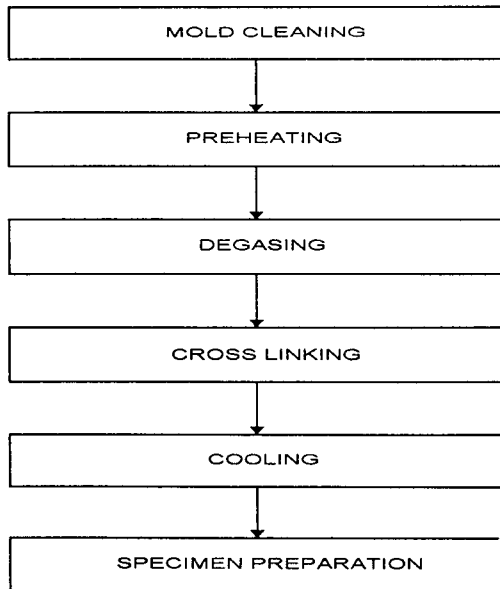
EPDM의 결정성에 기인한다. 그러므로 E/P비가 증가할수록 EPDM의 결정화도는 증가하게 되고 통상 60wt%이하의 ethylene함량에서의 거의 무정형 상태로 존재한다. EPDM의 결정성은 상온에서의 Green Strength를 증가 시켜 혼련 및 사출 공정의 가공성에 큰 영향을 미치고 가황후에도 이들 결정들이 물리적 가교점으로 일부 작용하여 기계적 강도를 증가시키는 효과를 갖게 된다.

절연재료의 열화특성에 미치는 여러 가지 요인들 - 온도, 습도, UV, Ozone, 대기중의 오염 gas 및 salt fog - 중에서 급격한 온도변화에 따른 EPDM의 여러 가지 열화현상 및 전기적인 특성변화를 조사하였다.

2. 실험

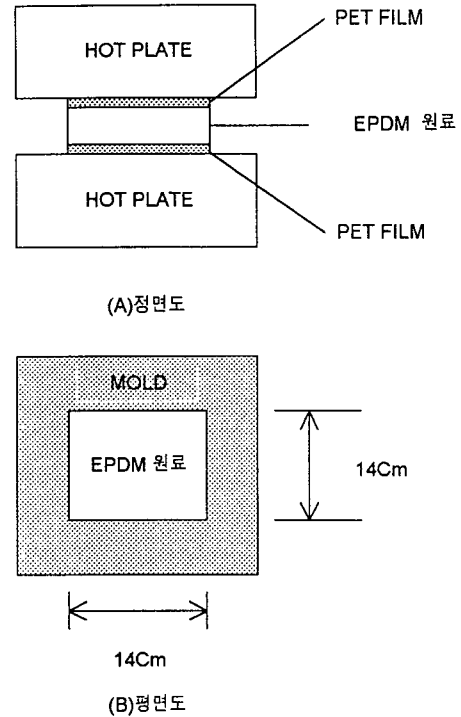
(1) 시료의 제작

시편의 제작에 사용된 원 시료는 국내의 화학 회사에서 제작된 pellet상태의 시료를 이용하였다. 시편의 제조 과정은 < Fig. 1 > 과 같다.



< Fig. 1. > EPDM 시편제작

EPDM 펠렛으로부터 시트의 제작에는 hot plate를 사용하여 120℃에서 용융시킨 다음 175℃에서 10분간 처리한 다음 냉각시켰다. 냉각



< Fig. 2, EPDM 시편 제작 >

은 가열판에 냉수를 순환시켜 시편의 온도를 급속히 냉각시켰다. 이때 시료의 표면이 가열판이나 공기에 직접 노출됨으로써 일어나는 산화의 가능성을 방지하기 위하여 PET film을 사용하여 EPDM의 양면을 보호하였다. (< Fig. 2. (A) > 참조)

위 과정에 따라 1mm두께로 제작된 EPDM을 3Cm × 3Cm로 가공하여 사용하였으며 실험에 들어가기 전에 Ultra-sonic cleaner를 이용하여 에탄올로 시편을 세척하여 오염물질의 영향을 가능한 배제하였다..

(2) Aging처리

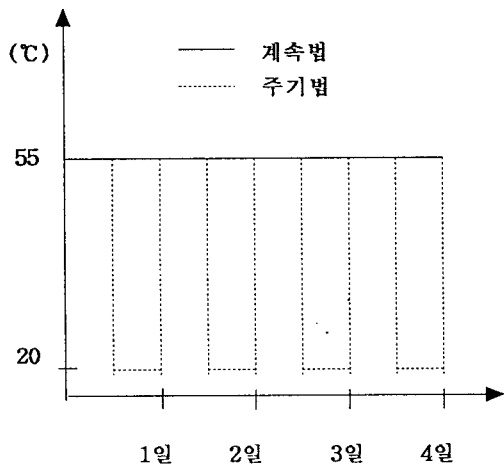
EPDM을 열화 시키기 위한 조건으로서 본 실험에서는 두 가지 방법을 사용하였다. 한가지 방법은 가열과 냉각을 반복하는 heating cycle을 인가하는 방법을 이용하였으며 다른 한가지 방법은 일정온도로 장시간 처리하는 방법을 이용하였다.

열처리 온도는 두가지 방법모두 최고온도를 55℃로 하였으며 열사이클 주기는 가열 12시간, 냉각 12시간을 반복하였다.

열사이클에 의한 열화방법은 내열성 절연재료에 대한 시험법을 규정하고 있는 IEC 216을 참고하였다.

(3) 측정

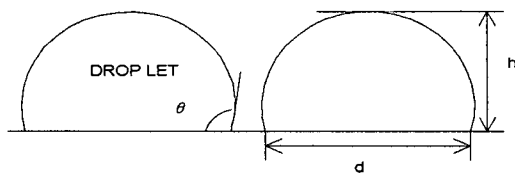
주기적인 열사이클에 의한 화학적 Aging 특성을 관측하기 위하여 FTIR과 SEM을 이용하여 시료의 표면과 bulk에서의 변화를 조사하였다.



< Fig. 3, Heating cycles >

또한 물과의 접촉각 측정을 통하여 표면의 소수성 변화를 관측함으로써 열처리에 의한 EPDM 표면의 열화상태를 조사하였다. 접촉각의 측정은 마이크로미터가 장착된 주사기를 사용하여 가능한 일정한 크기(약 100 μ l)의 물방울을 시료표면에 적하시킨 후 측정하였다.

측정시의 물방울의 크기는 매우 중요하다. 클 경우 중력의 영향을 무시할 수 없으며, 크기가 동일하지 않을 경우 일관성을 확보할 수 없다. 또한 시간에 따른 수분 증발의 경우 d는 거의 변화하지 않고 h만이 감소하게 되므로 속련을 통한 신속한 측정이 요구된다. (<Fig. 4.> 참조)



< Fig. 4 Contact angle >

열처리에 의해 EPDM의 표면이나 bulk에서의 화학적 변화의 가능성을 평가하기 위하여 $\tan \delta$ 를 측정하였다. $\tan \delta$ 는 벌크를 통한 충전전류대 누설전류의 비로서 열처리에 의해 공기중의 산소가 표면 또는 내부로 침투하여 산화를 일으킬 경우 이들이 이온성 캐리어로 작용하여 누설전류에 기여함으로써 유전특성이 변화 형태로 나타날 가능성을 평가하기 위한 것이다.

參考文獻

- 1) "폴리에틸렌 가공기술", 한양화학
- 2) IEEE 216, "Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials", 1990.
- 3) 8th ISH 47. 03, "On the surface hydrophobicity of insulation materials", pp181 - pp 184, 1993
- 4) "전력케이블용 절연재료의 계면특성 향상기술, (중간보고서)" 1996. 8.
- 5) "배전용 고분자예자의 경년 열화 설비구축 및 진단시스템 개발연구(옥내설비), (중간보고서)", 1997. 3.
- 6) "배전용 고분자예자의 경년 열화 설비구축 및 진단 시스템 개발연구(옥내설비), (국외출장보고서)" 1997. 2.