

EPDM애자의 트래킹성 평가

Estimation of Tracking Properties in the EPDM

임장섭, 김덕근, 정우성, 오수홍.
목포해양대학교, 전남대학교, 전남대학교, 광주기능대학.
Lim Jang-Seob, Kim Duck-Keun, Jung Woo-Sung, Oh Soo-t
Mokpo Maritime Univ, Chonnam Univ, Chonnam Univ, Kwang-ju .

<ABSTRACT>

Many researchers make efforts to develop an effective material with anti-tracking property. Specially, the porcelain type insulator is required exchanging to polymer insulator according to the environmental consideration. In this paper, we have developed the estimation system using the translated IEC-60587 test for the application of actual insulator. Those approach has been very successful applied to the various practical insulator.

1. 서 론

전력계통에는 여러 종류의 절연재료가 도전재료, 자성재료 및 절연재료 등으로 사용되고 있다. 이 중 옥외용 절연재료는 타 분야의 재료에 비하여 장기간 사용되고 열악한 환경에 노출되어 있다. 이러한 이유로 옥외용 애자로 Porcelain Type 애자가 내야크성, 내후성, 내열성 등의 절연특성 갖고 있으므로 이용되고 있었다. 그러나 산업의 발전으로 인한 전력수요의 급격한 증가는 상기의 특성외에도 유지·보수, 소형화, 경량화 및 내환경성 등의 추가적인 기능이 요구되고 있다. 특히 종래에 사용되던 Porcelain Type 애자는 내열성, 내열화성, 기계적 강도 등이 우수하지만 가공 및 성형이 곤란하고, 환경적 절연특성 등에서 취약하여, 선진국에서는 약 20년전부터 SIR 및 EPDM 폴리머 절연재료가 연구개발되어 사용되고 있다.

본 연구에서는 22.9[KV]급 EPDM 애자를 직접 테스트할 수 있는 새로운 방법을 제안하여 실제 제품의 트래킹의 발생 및 진행 과정을 분석하고, 특히 field testing된 샘플과의 비교분석을 위하여 개발하였다. 특히 널리 알려진 내트래킹 가속열화 실험방법인 IEC-60587법의 변형된 모델로 제품의 평가를 할 수 있는가를 고찰하고 비교분석 및 개발방향을 판단하고자 한다.

2. 트래킹 실험

트래킹과 같은 표면열화의 오랜 연구기간에도 불구하고, 명확한 열화진단 및 평가가 많은 문제점을 갖고 있다. 특히 신개발품의 성능을 가속열화하여 판단하는 방법 역시도 상당히 어려운 실정이고, 만족할 만한 결과나 기준이 없다. [ASTM(1979)]

내 트래킹성의 시험법은 결과의 재현성을 향상시키기 위하여 IEC-60112법 및 IEC-60587법 등이 있고, Dust & Fog법, 모세관법, DIP법, Wheel testing 등 거의 20여 종류 이상의 방법이 제안되었다. 기존의 트래킹 특성은 가속열화에 대한 여러가지 조건에 대해서 비교분석하는 분야가 대다수를 차지하고 있다. 이러한 Lab Testing의 문제점은 장기간 테스트에 대한 신뢰성 평가의 부족, 활성상태에서 불가능, 장비의 휴대성 여부가 문제, 불분명한 판단근거 등이 있고, 치명적인 문제점은 규정된 샘플상의 고찰만이 가능하다는 점이 있다.

본 연구에서 개발된 제품의 특정부분을 평가할 수 있는 내트래킹성 연구를 위하여 1차적으로 개발된 EPDM 폴리머제품의 상대비교를 수행하고, 이를 모델링한 샘플을 통하여 기술·개발적인 방향을 제안하고자 한다.

3. 실험방법 및 가속열화

IEC에서 규정한 IEC-60587법으로서 두께 6[mm]내외의 시편을 50[mm]×120[mm] 크기로 절단하여 45°로 경사지게 배치하고, 고압측에는 회로의 안정성을 위하여 전류제한용 저항(33kΩ, 300W)을 부착하였다. 과전류단로기는 고전압측에 1[A]이상의 전류가 2초간호를 때 차단되도록 제작하였다. 오손액과 염수를 공급하는 장치로서 튜브펌프를 제작하여 분당 0.6[mℓ]을 상부전극으로 공급하였다. 실험에서의 내트래킹성 시험방법은 시료의 양단에 4.4[KV]의 전압을 인가하였다. 그러나 실험의 목적에 따라서 오손액 적하속도, 전류제한용 저항 및 가속전압은 여러 가지 방법이 규정되어 있다.

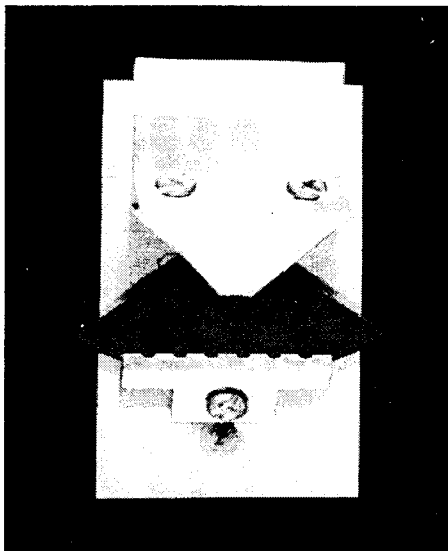


사진 1. EPDM 갓을 실험한 예.

그러나 실제 개발된 변형된 트래킹 시험법은 EPDM 애자의 직경은 8~10[Cm]인점을 고려한다면 IEC-60587법은 실험이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 개발된 제품의 EPDM의 반경에서 중심부의 직경을 뺀 최대 실험거리를 2[Cm], 과전 전압은 3[KV]로 변경하였고, 나머지 조건은 상기에 기술된 조건과 동일하게 수행하였다. 또한 시편상으로 채취하기 위하여 원판을 1/2 또는 1/4로 채취하여 수행하였다. 이에대한 실험은 상당의 그림과 같다.

1차적인 가속열화 방법으로는 열적열화를 수행 하였다. 200[°C]의 건조기 내에서 1시간정도를 수행한 경우를 열적 열화로 본 연구에서는 규정하였다. 이는 폴리머에서는 대단히 가혹한 조건이며, OIT 특성이 중요한 요인이다. 상기 조건은 외국의 개발사에서 발표하는 대단히 우수한 조건의 제품의 최대 능력의 25%에 해당되는 산화방지능력에 해당된다. 이는 ATH의 함량과 필라의 함유량 및 정밀가공 능력에 따라서 좌우되지만, 절대적인 평가방법으로 채택할 목적이 아니고 단기간의 열적능력의 평가 및 내부의 보이드를 간단히 추정하기 위하여 수행하였다.

4. 결과 및 고찰

4-1. 트래킹 가속실험(변형된-60587)

IEC-60587 실험에서는 EPDM의 트래킹 열화가 어떤 과정을 거치는가를 비교적 빠르게 확인할 수 있기 때문에 많은 예비개발 단계에서 수행되어지고 있고, 또한 폴리머의 표면상태는 내트래킹성을 결정하는 대단히 중요한 요건이다. 특히 IEC-60587법과 조합하면 기본적인 폴리머의 제작상황을 추정할 수 있다.

본 연구에서는 최초 개발상태에서 표면을 조사하였다. 1차적으로 EPDM소자의 재질을 개선시키고 적절한 필라를 선택하여 반복적인 개선작업을 수행한 결과, 비교적 개선된 표면상태를 제작할 수 있었다. 이에 따른 장기간의 성능개선에 까지 평가를 내리지는 못했으나 외국의 개발된 제품에 대해서 어느정도 개선된 것으로 추정된다.

IEC-60587 결과에서도 비교적 EPDM의 표면 침식이 상당히 감소하였음을 확인하였다. 그러나 현재의 프로세서에서는 다음과 같은 표면의 결함이 존재하고 있고, 결함의 모형으로 추정되는 결은 EPDM의 가교중에 발생하는 가스 부산물이 표면의 상태를 약화시키는 것으로 추정되며, 이러한 점을 지속적으로 개선하려는 연구가 진행중이다.

국제적으로 제품의 안정성을 평가 받은 외국산에서의 실험에서는 전체 대상의 90%가 20분 이내에 파괴에 도달하는 결과임에도 불구하고 국내의 제품에서는 실험 목표인 1시간의 테스트 동안 1건도 발견되지 않았다.

이것은 국내 개발제품의 개발방향의 문제점을 고찰할 수 있다. 즉 초기 내트래킹성을 너무나도 증대시키려는 방향이 오히려 장기 신뢰성 측면에서 문제를 발생시킬 수 있다는 것이다. 특히 기존의 IEC-60587법으로 시제품을 평가하려는 방향은 문제점을 가지고 있다. 절연 설계기술상으로 충분히 안전한 누설거리 및 트래킹 파괴를 방지할 수 있음에도 불구하고 단순한 단시간 시험을 통하여 초기특성만 증대시킨 결과이다.

따라서 외국의 EPDM 제품과 국산의 제품에 대한 큰 차이를 EPDM의 비중별로 제작하여 단순 평가를 수행하였다. 외국 C사의 EPDM 비중이 1.25정도 이고 외국 D사 및 국내 제품은 1.45에서 1.5 정도를 유지하고 있다. 화학적인 분석에 의하여 전문가의 도움으로 동일한 시료를 모델링하여 다음과 같이 시뮬레이션 하였다.

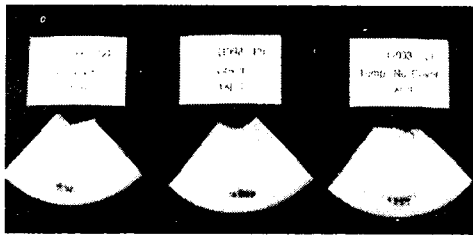


사진 2. A사의 내트래킹성 시험.

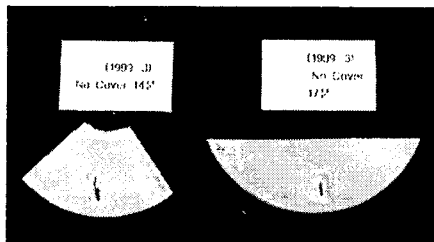


사진 3. B사의 내트래킹성 시험.

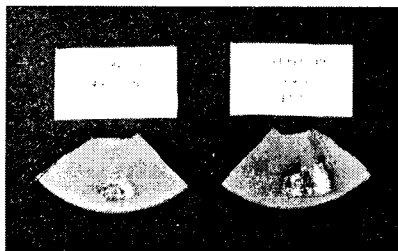


사진 4. C사의 내트래킹성 시험.

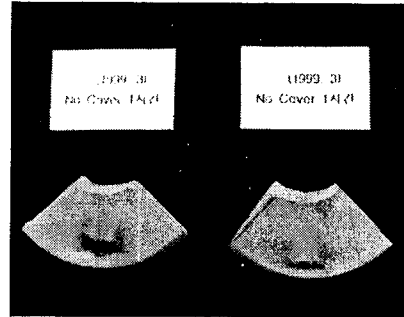


사진 5. D사의 내트래킹성 시험.

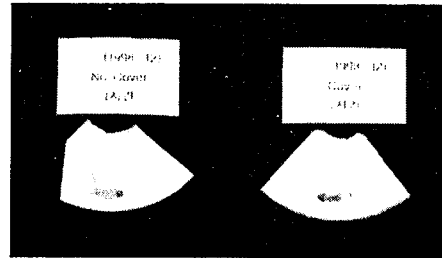
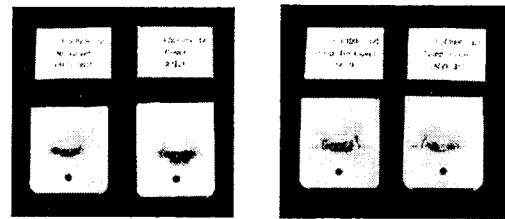
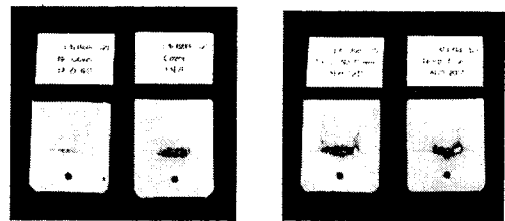


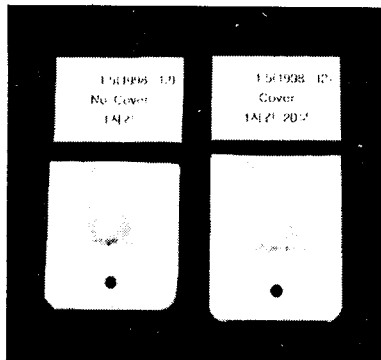
사진 6. E사의 내트래킹성 시험.



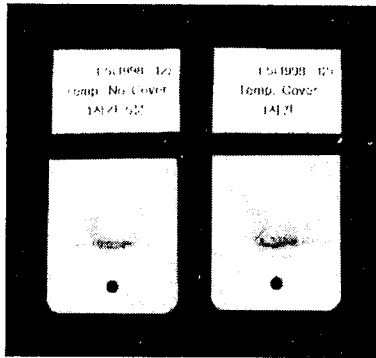
(a) 미열화. (b) 열적 열화
사진 7. 비중 1.3 EPDM의 내트래킹성 시험



(a) 미열화. (b) 열적 열화
사진 8. 비중 1.4 EPDM의 내트래킹성 시험



(a) 미열화



(b) 열적 열화

사진 9. 비중 1.5 EPDM의 내트래킹성 시험.

5. 결 론

본 연구에서는 배전급 EPDM의 성능평가 및 개발을 위하여 변형된 IEC-60587의 연구를 중심으로 제품평가를 수행한 결과는 다음과 같다.

- 1> EPDM용 재료에 IEC-60587법은 시편의 트래킹성에 대한 결과에만 적용할 수 있다. 즉 우수한 제품은 상기 테스트를 통과하지 못하는 경우가 많다.
- 2> 587법과 같은 단기간 시험은 장기신뢰성을 확보하지 못한다.
- 3> 단기적인 고비중 EPDM은 Lab Testing에서 우수한 결과를 트래킹성을 갖지만, 폴리머용 애자의 장점을 손상시킬 수 있다.

4> EPDM의 비중을 증대하는 경우, 열적특성을 증대하지만 내화학적 및 내후성 측면을 고려하여야 한다.

상기와 같은 중간 결과를 얻을 수 있었으나, 반복실험 및 다양한 제품개발이 요구되고 있으며 저비중용 EPDM 및 제조과정의 많은 문제점을 지속적으로 개선하려고 노력해야 한다.

<REFERENCE>

- [1] “배전용애자류의 고품질 기술개발”, 제 1 회 신기술개발 워크샵, 한전전력연구원, 1998.
- [2] T. Kawamura, “Experience and Effectiveness of application of Arresters to Overhead Transmission Lines”, CIGRE G33-301, 1998.
- [3] A. Schnettler “Protection of High Voltage Equipment by Polymer Housed Surge Arresters”, CIGRE G33-302, 1998.
- [4] F. H. Kreuger “Partial Discharge Detection in High-Voltage Equipment”, Butterworth Pub., pp.15-65, 1989.
- [5] C. W. Reed “The Fundamentals of Aging in Polymer-Film Capacitors”, IEEE. Trans. on Dielectrics and Electrical Insulation. Vol.1, No.5, pp.904-922, 1994.
- [6] J. S. Lim “Development of an Adaptive Neuro-Fuzzy Technique Based PD-Model for The Insulation Condition Monitoring and Diagnosis : Practical Aspects and Economic Consideration”, CIGRE G15-108, 1998.