

옥외용 고분자 전기절연재료의 염수 및 UV조사에 의한 열화 특성

The Aging Characteristics of Polymer Electrical Insulation Materials by UV Radiation and Salt Water Spray

최남호 충남대학교 전기공학과
한상일 충남대학교 전기공학과
한상옥 충남대학교 전기공학과
박강식 충남전문대 전기공학과
김종석 대전산업대학교 전기공학과
박양범 청주기능대 전기공학과

N.H. Choi Dept. of Electrical Eng., Chungnam Nat'l Univ.
S.I. Han Dept. of Electrical Eng., Chungnam Nat'l Univ.
S.O. Han Dept. of Electrical Eng., Chungnam Nat'l Univ.
K.S. Park Dept. of Electrical Eng., Chungnam Junior Collage
J.S. Kim Dept. of Electrical Eng., Taejon Nat'l Univ. of Tech.
Y.B. Park Dept. of Electrical Eng., Chongju Polytechnic Collage

Abstract

In this study we investigated the aging characteristics of polymers for electrical insulation by UV radiation and salt water spray treatment. We used the polymers such as EPDM, SR, PTFE, EVA. We measured contact angle and surface resistance to know the aging characteristic of polymer surface. And we use SEM to observe the change of the surface shape. Dry flashover voltage test impulse voltage test were carried for the polymer insulator(EVA). Through this experiment and the analysis we could know the polymers have a good resistance to weathering conditions like as salt spray, UV irradiation and mix of them. And we can compare the aging characteristics between polymers. As a result, we could know that the surface characteristics of PTFE is better than the other. And the degree, electrical characteristics is affected by change of surface shape is not big.

1. Introduction

고분자 기술의 발달에 따라 전기절연용 고분자 재료의 개발 및 사용이 급격히 증가하고 있다. 이에 따라 외국에서는 outdoor insulator의 경우 기존의 porcelain insulator에서 polymer 전기절연 재료를 사용한 insulator로 바뀌어 가고 있는 추세이다. 하지만 polymer재료의 경우 다양한 외부의 자연환경에 노출시 발생될 수 있는 열화특성에 대

한 규명이 요구되고 있다. 한편 다양한 기후조건 변화에 따라 그 특성 또한 다양한 양상을 보이는 것으로 알려져 있다. 이에 우리의 기후 조건 및 제반 조건에 적합한 재료의 개발이 절실히 요구되고 있다. 실제 사용되는 옥외용 고분자 전기절연재료의 경우 대부분 무기재료와 유기재료의 복합구조를 가지며 구조적으로는 mechanical load를 담당하는 FRP rod부분, electrical load를 담당하는 housing부분 그리고 접속 금구로 구성되는 것이

일반적인 구조이다. 이중 옥외의 기후에 직접적으로 노출되는 housing재료로는 전기적 절연성 및 내후성, 내열성 등의 조건이 우수한 것으로 알려진 SR(Silicone Rubber), EPDM(Ethylene Propylene Dine Monomer), EVA(Ethylene Vinylacetate Copolymer), PTFE(Poly-Tetra Fluoro - Ethylene) 등이 주로 사용되고 있다.

본 연구에서는 다양한 옥외의 자연조건 중 polymer 재료의 열화에 가장 큰 영향을 주는 요인들로 알려진 salt spray와 UV를 이용하여 열화처리하고 이들에 의한 polymer의 전반적인 표면열화 현상을 SEM을 통한 관찰을 중심으로 하여 광학현미경, contact angle, surface resistance등을 통하여 관측 및 평가하였다.

2. Experiment

2.1 Specimen and aging system

본 실험에서는 日本 HITACHI Chemical Co.에서 생산한 배전용 polymer insulator(EVA) 및 skirt cut(EVA, EPDM) 그리고 PTFE 시편이 사용되었다.

사용된 chamber는 日本 労働省 産業安全研究所의 장비로서 JIS A 1415(Recommended Practice for Accelerated Artificial Exposure of Plastics Building Materials)와 JIS A 1411(Standard Method of Test for Change in Properties of Plastics Building Materials from Out-door Exposure)에 부합하여 만들어진 장비이다. Chamber내의 건구온도 및 습구온도는 Fig. 1과 같았으며 UV의 조사량은 Table 1에서와 같은 양이 조사 되었다.

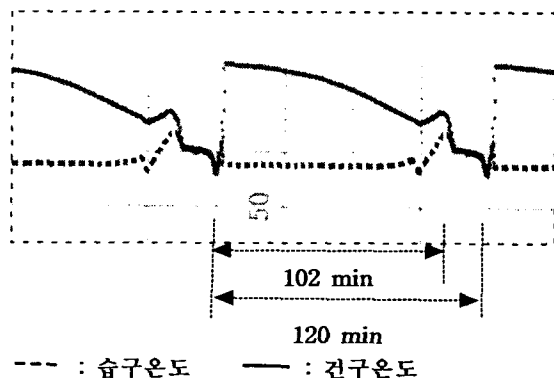


Fig. 1. Wet and dry temperature of the chamber

시간 (hour)	조사량 (KW)
0 ~ 500	641.355KW
500 ~ 1000	636.642KW
1000 ~ 1500	635.092KW
1500 ~ 2000	590.662KW
총량 : 2503.751KW/2000hr	평균 : 0.348KW/m ² /s

Table 1. UV irradiation amount

Fig. 1에서와 같이 120분을 1 cycle로 하였으며 102분간 UV만을 조사한 후 18분간은 UV와 salt water spray를 가하였다. 이에 따라 Fig. 1에서와 같은 건구온도 및 습구온도를 나타내었다. Xenon등을 사용한 UV조사의 경우 Table 1에서와 같은 조사량이 측정되었다.

3. Measurement

모든 항목은 실험 종료 후 일괄적으로 측정되었다.

Contact angle은 KYOWA Interface Science사의 접촉각계를 사용하여 측정되었으며 5 point이상의 측정치 중 최대, 최소치를 제외한 값의 평균을 사용하였다. Surface resistance의 경우 표면에 동심원형의 전극을 증착한 후 저항치를 읽는 방법을 사용하였다. 열화처리된 polymer의 표면관찰은 주로 SEM을 통해 이루어졌으며 contact angle과 surface resistance data와의 비교를 통한 분석하고자 하였다. 또한 실제 polymer insulator(EVA)에 대한 dry flashover test와 dry impulse flashover test가 행하여 졌다.

4. Result

4.1 SEM

모든 시료에 대하여 가속전압 10kV의 조건에서 1000x로 관찰하였다. 각 시료에 있어 처리시간에 따른 polymer 표면의 변화를 및 시료간의 열화 시간대별 비교를 통해 보면 Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4에서와 같이 EPDM과 EVA의 경우 열화시간의 경과에 따라 표면 구조의 두드러진 변화를 볼 수 있었다. 특히 EVA의 경우 2000시간 경과후 Fig. 3. (d)와 같은 커다란 crack이 관찰되었다. 상대적으로 PTFE의 경우 열화 시간 경과에 따라 EPDM이나 EVA에서와 같은 주목할 만한 변화는 없었다.

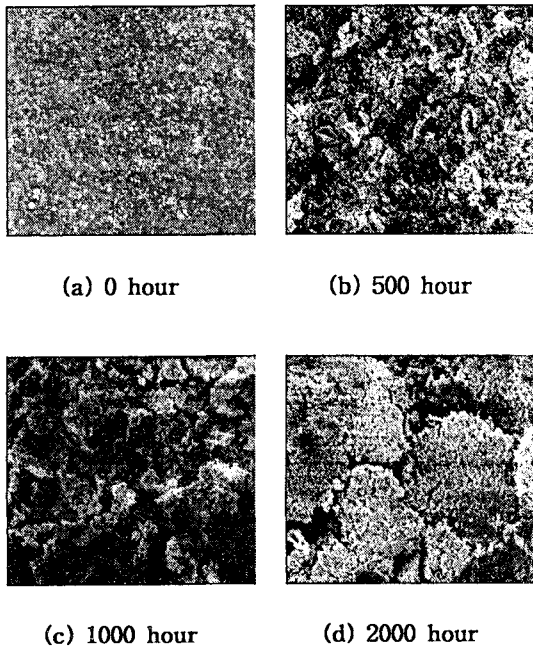


Fig. 2 Surface of EPDM with SEM

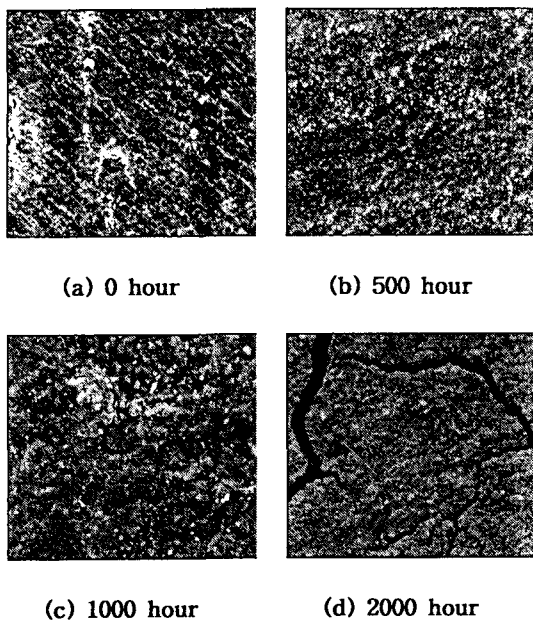


Fig. 3 Surface of EVA with SEM

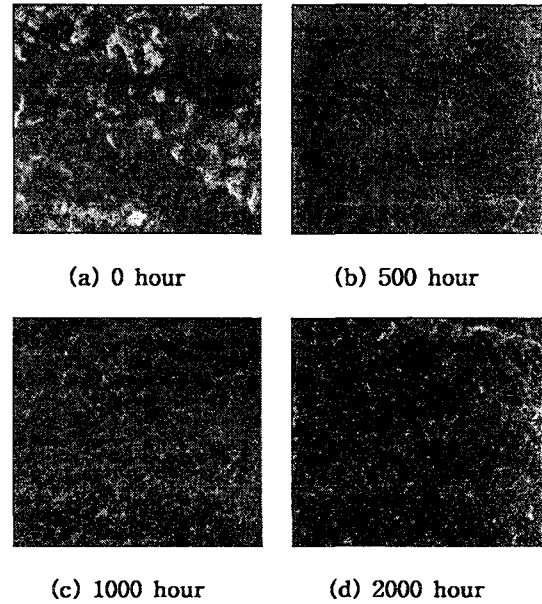


Fig. 4 Surface of PTFE with SEM

4.2 Contact angle and surface resistance.

Contact angle의 측정 결과를 통해 보면 열화에 따른 polymer surface의 hydrophobicity의 변화는 미미한 범위에 머무르는 것으로 나타났다. Surface resistance의 경우 처리되지 않은 sample의 값을 기준으로 오히려 다소간 증가하는 양상을 보였다. 이들 결과로부터 장기적 열화에 따른 표면 상태의 격심한 변화에도 불구하고 polymer surface의 hydrophobicity나 electrical characteristics는 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

4.2 Dry flashover test and dry impulse flashover test.

Fig.5와 Fig.6은 각각 polymer insulator(EVA)에 대한 dry flashover test와 dry impulse flashover test의 결과이다. 이를 통해 보면 열화 시간에 따른 flashover value가 전반적으로 감소하는 경향임을 알 수 있다.

위에서와 같이 polymer surface 및 실제 polymer insulator에 대한 여러 data들을 다시 한번 고찰하여 보면 SEM을 통하여 확인된 열화에 따른 표면 형상의 변화는 surface의 hydrophobicity나

electrical characteristics에 커다란 영향을 주지 못하지만 전체적으로는 커다란 영향을 보임을 dry flashover test나 dry impulse flashover test의 결과를 통해 알 수 있었다.

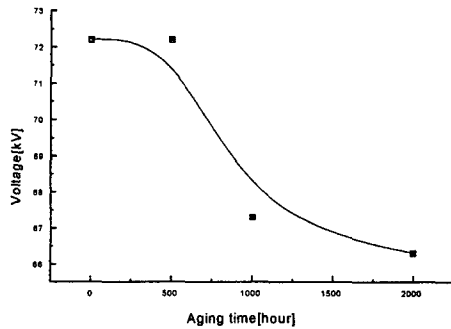


Fig. 5. Dry flashover test for polymer insulator(EVA), 0 hour : 72.2kV, 500 hour : 72.2kV, 1000 hour : 67.3kV, 2000 hour : 66.3kV, for 50 Hz

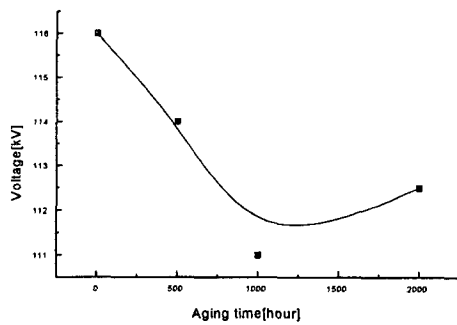


Fig. 6. Dry impulse flashover test for polymer insulator(EVA), 0 hour : 116kV, 500 hour : 114kV, 1000 hour : 111kV, 2000 hour : 112.5kV.

5. Conclusion

옥외용 고분자 전기절연재료의 염수 및 UV조사에 의한 열화 특성에 대한 연구를 통해 다음과 같은 몇몇 결론을 얻었다.

1. 장기적 열화에 따라 polymer 표면 형상은 큰 변화를 보였으며 재료에 따라 열화 정도는 상이 하

였으며 PTFE가 EVA나 EPDM에 비해 매우 특성이 우수한 것으로 나타났다.

2. Polymer 표면형상의 두드러진 변화에도 불구하고 surface hydrophobicity는 약간 감소하는 반면 surface resistance는 다소간 증가하는 것으로 나타났다.

3. 열화처리 시간의 증가에 따라 dry flashover test와 dry impulse flashover test 값은 전반적으로 감소하는 경향을 보였으며 500시간에서 1000시간 사이에 급격히 감소하는 경향을 보였다.

[참고 문헌]

- [1] I. Urushihara, "A Method of Artificial Contamination Test on Composite Insulators", ISH, 47.10, 209 - 212, 1993
- [2] George G. Karady, "Flashover Mechanism of Silicone Rubber Insulators Used for Outdoor Insulation - I", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 10. No 4, 165 -171, 1995
- [3] George G. Karady, "Flashover Mechanism of Silicone Rubber Insulators Used for Outdoor Insulation - II", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 10. No 4, 165 -171, 1995
- [4] Tetsuro Tokoro, "Effect of Water Salinity and Temperature on the Hydrophobicity of Ethylene Propylene Dine Monomer Insulator", IEEE Annual Report, 424-427, 1996
- [5] J.W Chang, "The Role of Backbone Chain Rotation of Polymeric Materials for Outdoor Insulation" 270 -274, 1992
- [6] JIS A 1415, "Recommended Practice for Accelerated Artificial Exposure of Plastics Building Materials"
- [7] JIS A 1411, "Standard Method of Test for Change in Properties of Plastics Building Materials from Out-door Exposure"