

카올린 오손물 누적량 및 누설전류 변화에 관한 연구

박재준*, 송일근**, 이재봉**

중부대학교 전기전자공학과*, 한전전략연구원**

A Study on Kaolin Contaminants Accumulation Contents and Leakage Current Variation

Jae-Jun Park*, Jae-Bong Lee**, Il-Keun Song**

Joongbu Uni*, KEPRI.**

Abstract : This study performs a simulation for an accumulation mechanism of contaminants, which were produced in an industrial belt of inland, on the surface of insulators. From the simulation, silicon insulators presented higher accumulation than that of EPDM(Ethylene Propylene Diene Terpolymer : EPDM) insulators on the same distance in the case of the Virgin polymer insulator, and this result presented the same result in the insulator applied in actual fields. In the case of the accumulation test for the Virgin insulator and insulators used in actual fields, it is evident that the Virgin insulator presented more accumulation than that of the insulator used in actual fields. The results can be caused by the generation of LMW (Low Molecular Weight) on the external material of polymer insulators, and the level of the accumulation can be changed according to the degree of the continuous generation of LMW.

Key Words : Kaolin Contaminants, Pollution, Polymer Insulator

1. 서 론

오손된 애자 고장(failure)은 송.배전 시스템으로부터 전력 품질에 크게 영향을 주고 있다. 애자의 고장 과정은 안개, 비 또는 이슬로부터 습기와 결합하여 오손물(Contaminants)을 공수하여 애자표면상 전도영역을 형성하게 된다. 애자를 가로질러 전류가 흐르는 것은 표면 저항을 떨어뜨리는 결과를 가져온 것이다. 자연적인 세정(Natural Cleaning) 또는 강제적 주기적인 세정을 강행하지 않는다면 결국은 전기적인 활동이 심화하여 과전류 결합이 더욱 강화되어 최후상태인 섬락의 형태(애자고장:Insulator Failure)로 이어지게 된다. 섬락은 모든 전력 설비(송전 및 변전 그리고 배전설비)에는 피해야만 하는 마지막 과정이다. 이러한 섬락을 피하기 위하여 고분자애자의 표면 오손정도를 통한 섬락예지 기법에 관한 연구가 진행되어왔다. 고분자애자 하우징표면상에 누적된 오손물을 제거하기 위한 가장 효과적인 제거기법에 대한 연구와 적외선스펙트럼을 이용한 고분자애자의 실리콘고무의 하우징 열화진단기법에 대한 연구도 진행되어지고 있다.

실험에 사용된 애자의 외피재료로서 EPDM(Ethylene Propylene Diene Terpolymer)와 실리콘 고무를 이용하여 제조된 고분자애자를 사용하였다. 특히, 실리콘 고무는 특히 내후성 외에도 내열성이 우수하고, 동시에 발수성(hydrophobicity)이라고 불리는 독특한 특징으로부터 오손에 견디는 전압특성에도 우수하기 때문에 외피재료의 주류를 이루고 있다. 발수성은 불방울을 형성하는 성질을 말하며, 실리콘 고무 외피의 경우 오손물 부착 후에도 내부로부터 LMW(Low Molecular Weight:이하 LMW라 부

른다)성분이 누출되어 발수성을 회복하기 때문에 표면에 연속한 수막이 형성되지 않으므로 고전압에도 견디는 전압특성을 계속 유지 하게 된다는 연구보고도 있다[1]. 최근에는 표면에 나오는 LMW성분의 구조를 설명하기위한 연구도 있었고, 실리콘 고무중의 LMW성분이 발수성을 유지 또는 회복에 기여하고 있음을 알아내었지만, LMW 성분량의 영향 등의 연구는 아직 없는 상황이다.[2][3] 본 연구에서는 설비를 유지보수하기 위해서 오손되는 과정을 본 연구에서 모의실험 하였다. 오손의 경우는 지역의 지리적이고 환경적인 상황에 따라 서로 다른 오손물이 애자의 표면에 부착되곤 한다. 즉, 비교적 깨끗한 청정지역에서의 오손, 인구밀도가 높고 환경적인 공해가 심한 수도권권의 공장밀집지역의 오손형태를 모의하고 Kaolin 오손물을 이용하여 오손의 과정을 통하여 누적된 오손물의 중량을 모의실험을 실시하여 표면 오손 량을 평가하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

여러 종류의 애자에 오손물 누적실험을 위하여 자체 설계하여 제작된 챔버의 크기는 가로×세로×높이가 2100mm×1000 mm×1000mm로 제작되었다. 오손물 누적실험을 위하여 배전용 고분자 애자를 수평하게 배치하였다. 사진1에서 배치도를 나타내었다. 각각의 애자에 누적된 오손물인 Kaolin 누적량을 알기위하여 애자의 배치도를 오손물 분사대를 기준으로 할 때 P1, P2, P3, P4, P5, P6의 위치는 각각 다음과 같다. 즉 360mm, 600mm, 840mm, 1080mm, 1320mm에 위치하였다. 각각에 대한 간격은 240mm로 일정하게 유지하였다.

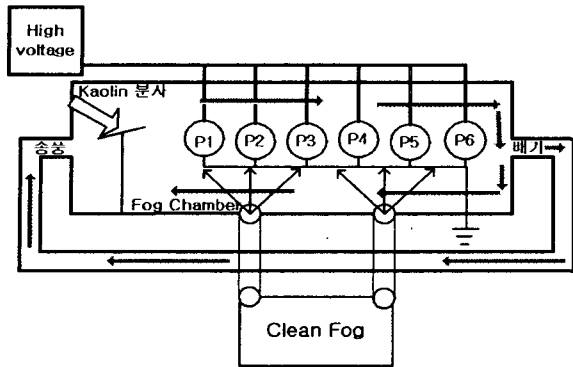


그림1. 오손물 누적시물레이션 장치
Fig 1.Setup of Contaminant Accumulation Simulation

오손의 경우는 내륙의 공장지대에서 발생된 오손물에 의한 애자표면의 오손실험을 실시하였다. 그림1에서는 Kaolin분말(미국산, 일명고령토)을 충분히 건조 후 송풍하여 챔버 내 대류현상을 모의하여 애자 표면에 누적한 오손물 누적량을 조사하기 위한 모의실험장치이다. 연구를 위하여 사용한 재료는 신품애자인 EPDM과 Silicon 애자를 사용하였으며, 또한 수 년 동안 서비스되어 철거된 EPDM과 Silicon 애자를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

신품인 EPDM A형 고분자애자를 사진1에 나타낸 바와 같이 수평으로 배치하였다. Kaolin 분사지점에서 상부로 경사지게 분사시켜 Kaolin 오손분말의 비행거리를 길게 하였다. 그 결과 분사지점에 가까울수록 오손물 누적량이 크게증가 하였고, 이와 반대로 멀수록 오손물의 누적량이 적게누적된 결과를 나타내었다. 이는 오손물을 날릴 수 있는 바람의 세기, 오손물 입자의 중량, 습도의 비율에 따라 달라질 수 있다. 그림2는 Virgin EPDM 고분자애자의 각각의 위치에서 오손물 누적량의 측정결과를 나타내었다.

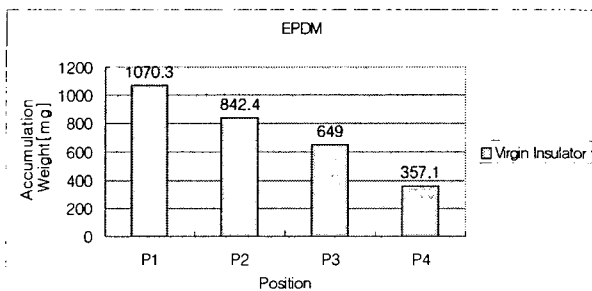


그림2. EPDM Virgin Insulator 오손 중량
Fig 2. Contaminant Weight of EPDM Virgin Insulator

고분자애자가 수평으로 설치되었기 때문에 Sheath면에 가장 많은 오손물이 부착되었고, 금구류 부분에도 그리고 갓의 부분에는 미약한 정도로 부착되었다. 신품의 경우 발수성이 대단히 양호하고, EPDM 하우스징 전체에 LMW성분이 존재하여 한번 부착되면 떨어지는 확률이 상대적으로 적으며, 초기에 부착된 오손물은 유기물의 경우 빗물에

씻겨 나갈 확률이 있지만 무기물의 경우 약한 바람이나 약한 빗물에 대한 영향이 적을 것으로 사료된다. LMW성분이 존재하는 한 표면의 오손이 쉽게 진행되므로, 자연상태에서 오랫동안 지나는 동안 LMW성분이 사라지게 될 것이다. 대체로 초기상태에 부착된 오손물이 쉽게 제거되지 못하여 표면에 누적된 경우로 사료되며, 발수성은 오손된 경우라도 LMW성분이 어느 기간 동안 지속적으로 발생하므로 발수성은 유지되어 Virgin애자의 경우 오손의 경우라도 파괴강도가 크게 나타난 원인으로 사료된다. 그러나 계속적으로 LMW가 누출되지 않으므로 서비스 후 어느 기간이 되면 발수성이 점차로 떨어지게 되고 누설전류 경로가 생성되어 점차 확실한 누설전류경로가 생성되게 된다.

4. 결론

본 연구에서는 각 지역별 환경특성에 의하여 고분자애자의 환경오손을 알기위하여 Kaolin 오손물을 이용 모의실험을 실시하였다.

수도권의 공장밀집지역과 같은 환경오손이 심한 경우 고분자애자표면의 인공 오손량을 측정하기위한 오손물이대기 중에서 대류 할 수 있는 모의 챔버를 제작하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

EPDM Virgin애자(P1:1070,P2:842,P3:649,P4:357mg)와 Silicon Virgin애자의 오손량 비교 시 Silicon 애자(P1:1443,P2:896,P3:625,P4:445mg)의 경우가 많은 오손량을 기록하였고, 서비스된 EPDM애자와 Silicon애자의 경우와도 마찬가지로 Silicon의 누적된 오손량이 많았다. 더불어 Virgin애자와 서비된 애자의 누적된 오손량 측정결과 Virgin애자 경우가 월등히 누적된 오손량이 많음을 알았다. 이는 고분자애자 외피에서 누출된 LMW의 함량과 밀접한 관계를 갖고 있으며, LMW누출양이 많으면 발수력 좋아지고, 더불어 오손량 누적 또한 증가된다.

참고 문헌

- [1] Yukihiro Koshino, Itsuki Umeda, Masaru Nishitoba, Tetuyoshi Mizutani, "Recovery Behavior of Hydrophobicity of Silicon Rubber for Polymer Insulator Housing Deposited with Contaminant", T.IEE.Japan, Vol.121-A, No.9, 2001
- [2] Yukihiro Koshino Itsuki Umeda ,Katsumi Arakawa, "Method of Deterioration Diagnosis for Silicon Rubber Housing of Polymer Insulator(I). ~ Pre-treatment Method of the Specimen and Selection of Analyzing Method~ , T.IEE Japan , Vol.120-A, No.5, 2000
- [3] Yukihiro Koshino Itsuki Umeda ,Katsumi Arakawa, "Method of Deterioration Diagnosis for Silicon Rubber Housing of Polymer Insulator(II)~ Comparison of Insulators Aged with Artificial Method and Natural Fields ~ , T .IEE Japan , Vol.120-A, No.11, 2000