자외선 검출이미지를 이용한 폴리머 애자의 연면방전 특성해석

송길목*, 김영석*, 박상택**
*전기안전연구원, **숭실대학교

An Analysis on Characteristics of Surface Discharge on Polymer Insulator Using UV Detected Images

Kil-Mok Shong*, Young-Seog Kim*, Sang-Taek Park**
*KESCO-ESRI, **Soongsil Univ.

Abstract - In this paper, it's described the UV detected images on polymer insulators using UV camera. The patterns of UV detected images are classified into 3 types such as jellyfish(J), amoeba(A), sunflower(S). J type is detected by high electric field in air. A type is detected by early surface discharge. And, S type is detected by the serious problem in surface of insulator.

1. 서 론

국내의 에너지 환경은 전기에너지의 활용이 높아지면서 전력설비의 역할이 더욱 중요하게 되었다. 전력설비는 용량에 따라 다르나 일반적으로는 점유공간이 넓어 유휴공간을 제한하는 단점을 가지고 있다. 이를 극복하기 위해 절연성능이 향상된 다양한 재료와 설비의 개선된 설계가 개발되고 있다. 국내 현장에서 설치된 전력설비에 있어서 설비 간의 연결 접속부는 노출되어 있으며, 접속부의 접촉 불량 또는 부식 등에 의해 저항이 증가하면서 고장 또는 사고를 유발하기도 한다. 따라서 이를 효과적으로 예방하기 위해서는 안전관리자가 쉽게 확인하여 조치할 수 있는 방법이 필요하다[1-3]. 자외선카메라는 전계집중에 의해 코로나방전이 발생할 때 나타나는 다양한 신호 중 자외선만을 검출하여 이미지를 출력하는 장치로써 이상 지점을 확인하고 조치하는데 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 외부환경 요인이 되는 분진 또는 먼지에 의해 절연성능이 저하되어 나타나는 코로나 방전에 있어서 자외선을 검출하고 패턴을 분류함으로써 현장조치 계획을 수립하는데 용이한 자료로 활용하고자 한다.

2. 본 론

2.1 국내 설비사고 통계 분석

그림 1은 한국전기안전공사에서 집계한 전력설비 통계자료를 정리한 것이다.

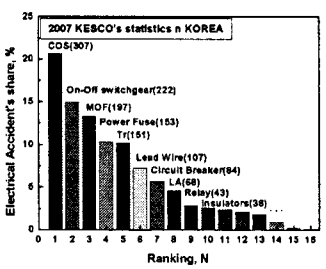


그림 1. 2007년도 국내 설비사고 통계

통계자료에서도 나타나 있듯이 전력설비의 경우 노출충전부에서의 고장 또는 사고발생은 매우 높은 것을 확인할 수 있다. 노출충전부에서의 사고발생은 안전관리자가 지속적인 모니터링을 통해 그 예방이 가능하다.

2.2 자외선 카메라의 특징

그림 2는 현장에서 자외선카메라를 이용하여 촬영한 것으로 총 4개소에서 코로나 방전에 의한 자외선 검출이미지가 나타난 것을 확인할 수 있다.

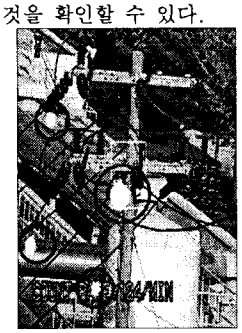


그림 2. 현장에서의 자외선 이미지 검출 예

자외선 검출이미지는 현수애자의 말단부분과 케이블과 케이블간의 접속개소, 현수애자련의 중간부분 등 다양하게 나타났다. 이는 초음파 검출이나 누설전류 검출 등 기존의 진단장비를 가지고 판단하기는 매우 어렵다. 그러나 자외선 카메라의 경우 발생개소와 정도를 파악하는데 매우 용한 것으로 나타났다.

2.3 국내 전력설비의 실태분석

국내 전력설비의 각 개소를 촬영하여 자외선 검출이미지가 발생하는 개소를 정리하였다. 그림 3은 각 설비에서 절연성능이 저하되어 나타나는 코로나 방전을 자외선 검출카메라에 의해 검출하여 나타낸 이미지이다.

자외선 검출이미지만으로는 그 열화정도를 파악하기 어렵고 발생개소를 구분하는 데는 매우 용이한 것을 확인하였다. 따라서 실험을 통해 자외선 검출이미지의 패턴을 분류하는 것이 필요하다. 자외선 검출이미지의 패턴분류 간접적으로 설비의 현 상태를 확인하는 매우 중요한 자료가 될 것으로 판단된다.

(a) 종단접속부 (b) 지지애자

(c) 라인포스트애자 (d) 케이블 본체

그림 3. 자외선 카메라를 이용한 현장실측

그림 3(a)는 케이블 종단접속부에서 발생한 것으로 갓 표면이 외부의 먼지 또는 열화되어 자외선이 검출되었다. 그림(b)는 지지애자로 옥외에 설치된 폐쇄분전반 내부의 동대(busbar)를 지지하는 역할을 한다. 지지애자의 상부에서 외부 환경에 의해 열화된 것으로 추정되는 탈색이 확인되었으며, 자외선이 검출되었다. 그림 3(c)는 전주 위의 케이블을 지지하는 라이포스트애자와 케이블에서 발생한 자외선을 검출한 것이다. 그림 3(d)는 케이블 본체에서 발생한 자외선으로 소선이 끊긴 부분에서 전계가 집중되어 코로나방전이 되면서 자외선이 발생한 것으로 추정된다. 현장에서 실측한 내용을 전압크기와 자외선 검출지점의 코로나 방전위치, 코로나 특성과 원인추정을 정리하였다.

표 1. 전압크기에 따른 자외선 검출과 특성

전압, kV	방전위치	코로나 특성	원인추정
22.9	애자(전원, 부하측)	연면방전, 군열, 케이블과의 탄화부분	관리 및 시공불량
	부싱(전원, 외함측)	연면방전, 군열, 오염	관리 및 시공불량
	케이블(접속, 연결부)	케이블 불량, 열연손은, 접속부 불량 등	제작불량, 관리불량
154	애자(아단부 전원 측)	애자불량, 접속부 불량	시공불량, 관리불량
	애자(연결 접속부)	접속부 불량	시공불량
	케이블(중간)	소선의 열단, 노출된 부분	제작 또는 시공불량
	케이블(연결부분)	접속부 불량, 전계집중	시공불량

전압크기에 있어서 22.9kV의 경우 자외선이 검출된 대상물은 애자, 부싱, 케이블로 구분되었으며, 연면방전이나 전식, 탄화 등에 의해 절연이 저하된 부분에서 발생한 것으로 나타났다. 현장에서 실측한 자료를 근거로 하여 최근 현장에서 사용빈도가 많아지는 폴리머 애자를 대상으로 실험하였다.

2.4 실험구성과 방법

실험구성은 그림 4와 같으며, 폴리머애자를 메리고라운드법으로 하여 표면을 가속열화 하였다.

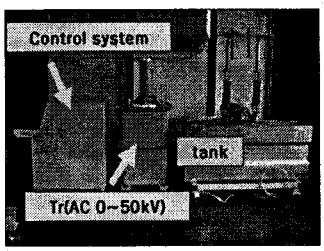
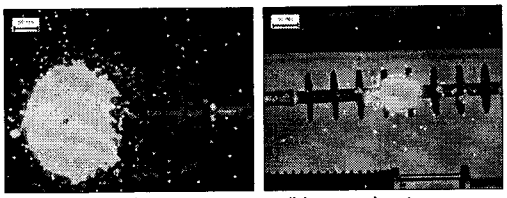


그림 4. 트래킹휠 시험장치 구성

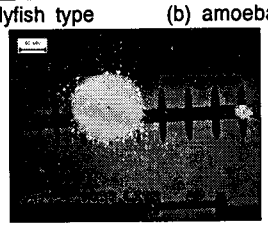
수조에는 약 80㎲·cm의 도전율을 유지하였다. 4개의 시료를 장착하여 가압기, 냉각기, 침수기, 탈수기의 과정을 거치면서 그때의 자외선 발생과 패턴을 분류하였다. 각각의 과정은 40초 동안 지속하였으며, 이동시간은 약 8초를 유지하였다. 본 연구에서는 자외선 검출이미지에 대한 특성패턴을 분류하는데 있다.

2.5 자외선 검출이미지 패턴 분석

실험을 통해 나타난 다양한 패턴을 분류하여 특징이 다수의 트렌드를 가지는 3개의 타입으로 분류하였다. 그림 5는 자외선 검출이미지의 패턴을 분류하여 나타낸 것이다.



(a) jellyfish type (b) amoeba type



(c) sunflower type

그림 5. 자외선검출이미지 패턴분류

그림 5(a)는 젤리피쉬 타입으로 전압이 상승하여 전계가 집중된 상태에서 발생하였다. 표면이 열화된 상태보다는 전계가 집중되었을 경우 나타나는 것을 알 수 있다. 그림 5(b)는 아메바 타입으로 초기 연면방전에서 쉽게 나타나는 형태로서 그 형태가 일정하지는 않으나 연면에 지속적으로 그 형태가 변하면서 나타나는 것을 확인하였다. 표면의 상태는 그 방전의 지속성에 따라 검출시간과 형태의 변화가 다름을 알 수 있다. 그림 5(c)는 썬플라워 타입으로 그 형태가 둥근 특징으로 검출되었다. 이는 대상물의 표면일부에서 탄화 또는 전계가 집중될 수 있는 조건에 의해 자외선이 발생하였다. 일반적으로 둥근 형태의 자외선 검출이미지가 나타난 부분은 절연재료의 표면이 오염도가 심각하고 탄화되고 있음을 확인하였다.

3. 결 론

본 연구는 최근 전력설비 진단에 사용이 가능할 것으로 판단되는 자외선검출 카메라를 이용하여 폴리머애자의 연면방전시 나타나는 자외선 검출이미지 패턴을 분류한 것이다. 현장에서 쉽게 판단할 수 있는 방법의 하나로 그 형태를 구분하고 판단하는 방법을 제시하고자 하였다. 따라서 전력설비의 이상유무를 활선상태에서 적절하고 객관적 방법으로 판단할 수 있는 기준을 마련하고, 전력설비 판단기준으로서의 활용성을 확대하고자 하였다. 궁극적으로는 설비진단을 통해 고장 또는 사고를 미연에 방지하여 고품질의 전기안전서비스 제공하는데 그 목적이 있다. 지속적인 자료구축과 현장데이터의 분석을 통해 현장 적용을 위한 가이드북을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

[1] 송길목, 방선배, 김종민, 김선구, "자기애자에서의 코로나 방전에 의한 자외선이미지 검출", KIEE HV&D spring conference, pp.2-13~2-16, 2007

[2] EPRI, "Guide to Corona and Arcing Inspection of Overhead Transmission Lines",2002

[3] Robert P. Lucht, "Absorption based UV-Sensors for Combustion Processes", SIcon '01, pp.300~302, NOV. 2001