

# 표면열화진단을 위한 적외선카메라의 응용

## The Application of IRR-Camera for the Diagnosis of Surface Degradation

임 장 섭\*, 정 승 천\*\*, 이 진\*\*

Lim Jang-Seob, Jeong Seung-Chun, Lee Jin

\* : 목포해양대학교 전자통신공학부

\*\* : 목포대학교 제어계측공학과

### Abstract

The conventional tracking testing as IEC-60587 is widely used in surface aging measurement of outdoor insulator because those testing can carry out very short time in Lab-testing. Also IEC-60587 testing is able to offer the standard judgement of relative degradation level of outdoor HV machine/system.

Therefore it is very useful method compare to previous conventional tracking testing method and effective Lab-testing method. But surface discharges(SD) have very complex characteristics of discharge pattern so it is required estimation research to development of precise analysis method. In recent, the study of IRR-camera is carrying out discover of temperature of power equipment through condition diagnosis and system development of degradation diagnosis.

In this study, SD occurred from porcelain insulator, used 22.9[KV] distribution, is measured with partial temperature distribution in real time, the degradation grade of SD is analyzed through produced patterns in SD concentration according to applied time.

### I. 서 론

전력계통에서 옥외용 절연재료는 장기간 사용되고 열악한 환경에 노출되어 있다. 특히 현장의 각종 오염환경에 따라서 수명 및 열화인자가 복잡하게 변화된다. 또한 장기간의 신뢰성 평가 및 국산화로 인한 기술적 수준을 객관적으로 표현할 수 있는 방법 및 측정기술의 개발이 요구된다.

표면열화의 현상인 트래킹 파괴는 절연물

을 열악한 환경에서 표면이 오염되면 오염물의 전도성에 따라 누설전류가 흐르고 누설전류에 의한 Joule열이 발생하여, 건조점, 건조대 및 분담점이 형성되어 미소발광방전(Scintillation discharge)이 발생하여 재료 표면이 국부적으로 탄화되어 Track이 급격히 진전되어, 최종적으로 절연파괴에 도달하는 현상을 말한다.

옥외용 설비의 내트래킹성을 측정하기 위

한 규정된 평판 시편에 대한 방법으로 제안되고 있으나, 아직까지 만족할 만한 단계에 이르지 못하였다.

본 연구에서는 22.9[KV]급 porcelain insulator의 트래킹 열화진행 과정을 분석하고, 특히 적외선방사카메라의 표면열 측정에 의한 트래킹 열화과정을 비교분석 및 각종가속시험 전후의 특성을 성능평가 및 판단을 하고자 한다. 이상의 결과에서 SD의 집중은 옥외용 설비의 성능평가의 기준으로 제안한다.

## II. 트래킹 열화진단의 문제점

트래킹 현상을 연구하는 시험법으로 IEC법, ASTM법, DIN법 및 Dust & Fog법 등 20여 종류의 시험법이 제안되어 있으나 결정적이라고 말할 방법은 없다. 특히 트래킹 파괴 양상의 복잡성과 그것을 초래하는 인자의 다양성을 실험실에서 재현하는 것이 곤란하기 때문이다. 또한 이들은 인위적인 가속열화 실험을 통하여 개발된 제품의 품질평가를 하는데 그치고 있고, 그 장치의 가격도 상당한 고가를 치러야만 된다.

특히 Lab testing의 경우에는 이러한 메카니즘에 관한 명확한 구분이나 실측이 어렵다. 그림 1에 트래킹 발생 과정을 영역별로 구분하고 있는 표시하였다.

Region I Scintillation discharge	Region II Carbonization	Region III Tracking breakdown
--	----------------------------	-------------------------------------

그림 1. 트래킹 파괴의 열화과정 메카니즘

그러나 IEC-60587법의 Lab testing에서는 단순히 트래킹파괴 여부 및 트래킹파괴 시간만을 주된 시험데이터로 취급하고 있다. 또한 영역 I 및 II의 열화진행 시간이 트래킹 파괴까지의 시험시간의 90% 이상을 차지하기 때문에 영역 III의 고찰이 어려운 문제점이 있다.

## III. 실험방법

### 3-1. 적외선방사카메라

본 연구에서는 Lab-testing 시 문제시되는 중간단계의 트래킹 진행을 효과적으로 관측하기 위하여 표면열 측정이 가능한 Avio사의 적외선 방사카메라를 IEC-60587법으로 트래킹 시험을 수행하면서 시표표면의 온도분포의 변화를 관찰하였다. IEC-60587법은 시료가 45도 경사진 원인으로 인하여 측정된 온도는 중발열의 영향을 받게됨으로 오차의 범위는 다소 존재하게 된다.

### 3-2. IEC-60587법

실험에 사용한 시험장치는 국제전기기술위원회(IEC)가 규정한 IEC-60587법(오손액경사 평판시험법)을 이용하였으며, 실험조건은 오손액과 염수를 공급하는 장치로서 튜브펌프를 제작하여 분당 0.6[mℓ]을 시험장치의 상부전극으로 공급하고 내트래킹성 시험방법은 시료의 양단에 3.3[kV]의 전압을 인가하였다.

## IV. 결과 및 고찰

### 4-1. PMMA에서의 표면열화 예비실험

트래킹파괴의 시각적 예비실험을 위하여 비교적 Track과 표면방전이 고찰하기 쉬운 PMMA로 수행하여, 폴리머에서의 3가지 열화단계를 다음과 같이 구분하고자 하였다.

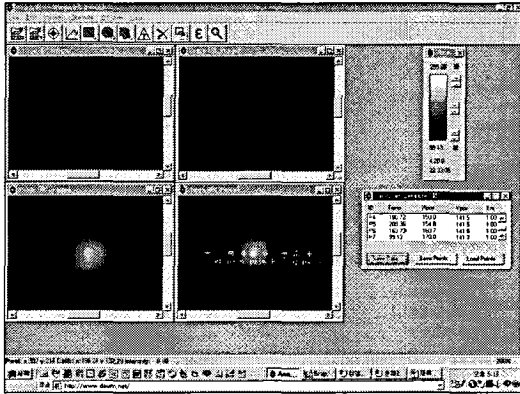


그림 2. 적외선 방사카메라의 관측화면

그림 2는 적외선방사카메라에서 관측된 4개의 파일을 표현한 것이다. 왼쪽의 상단은 실험개시 후 건조대형성을 시작하는 부분에서의 열분석이고, 각각의 진행된 상태에서의 열의 진행이 표면의 온도를 증대시킴을 알 수 있다. 이것은 기존의 IEC-60587법이 단순히 파괴여부나 파괴시간 트래킹 성장길지만을 고찰하지만 트래킹을 보다 효과적으로 고찰할 수 있는 열적 분석 및 고찰이 가능하고, 영역의 구분을 보다 효과적으로 수행할 수 있다는 결과이다. 상기의 반복적인 실험에서 얻어진 온도분포를 그림 3에 표현하였다. 동일한 조건임에도 트래킹 파괴의 시간이 편차를 가지고 있으므로 X축을 파괴시간에 퍼센트로 표현하였다. 열화단계의 진행에

따라서 IIR 온도의 진행은 선형적으로 발전함을 확인 할 수 있으며, PMMA의 경우에는 극히 단시간의 영역 3을 고찰하고 있지만, 표면 온도의 분포는 상당히 점진적으로 선형적 진행을 하고 있다.

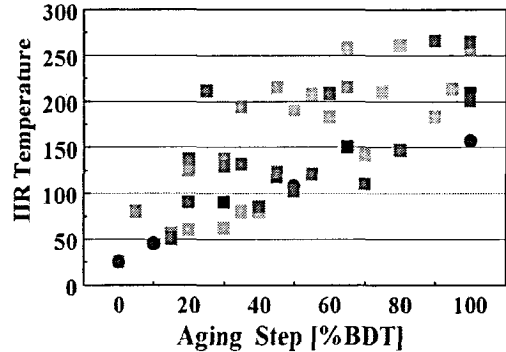


그림 3. IRR 카메라의 온도분포.(IEC-60587)

#### 4-2. Porcelain Insulator의 SD 고찰

인가전압은 과전은 초기전압의 상승성과 오손액의 도전성 및 22.9[kV] 급 배전선로의 선간전압이 13.2 [kV] 임을 고려하여 13.5 [kV] 를 표준으로 하였다. 반복적인 실험을 수십회 수행하여 그 평균치를 구하였고, 사진과 그림의 결과는 그중의 한 예이다.

그림 4에서 시료의 표면온도는 거의 일정한 값을 나타냈다. 온도의 측정치는 20[°C]에서 40[°C]사이의 값으로 얻어지고, 40[°C] 이상의 측정점이 전체 120개 지점중 10개 미만으로 나타나 10[%] 이하의 결과를 보였다.

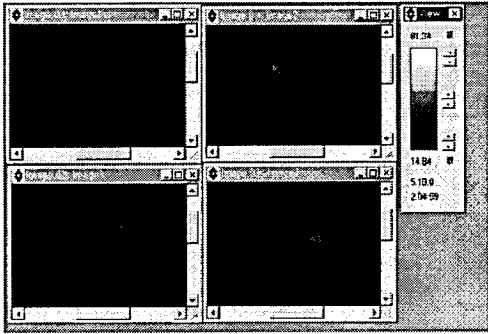
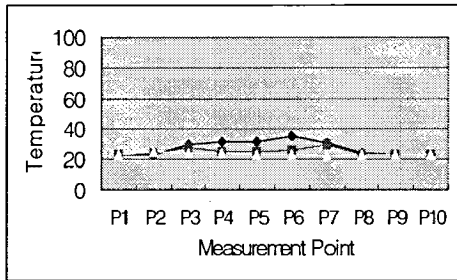
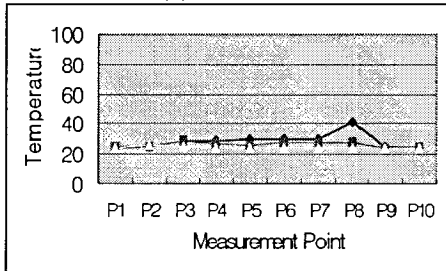


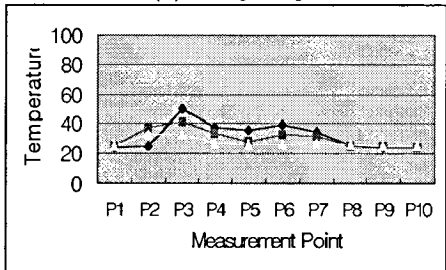
그림 4. SD에 따른 온도분포. (Company A)



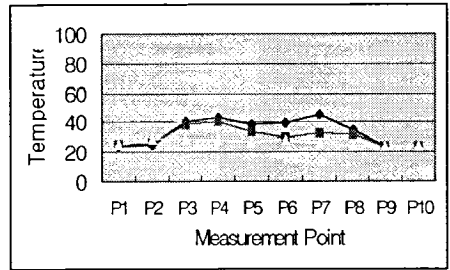
(a) 1 [min]



(b) 10 [min]



(c) 15 [min]



(d) 20 [min]

그림 5. 임의점에서의 온도분포(A 사)

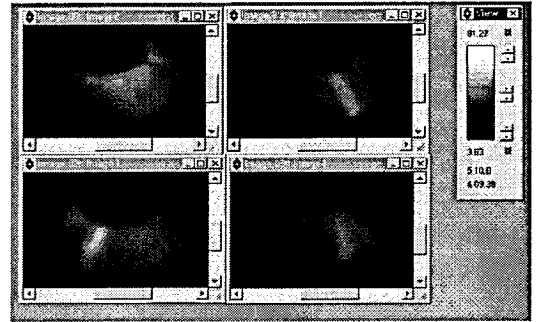
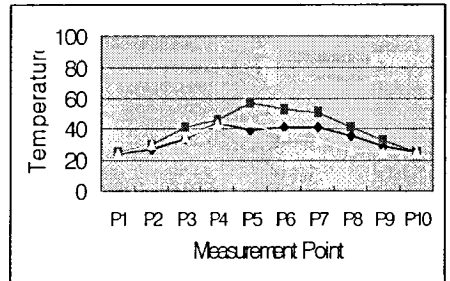
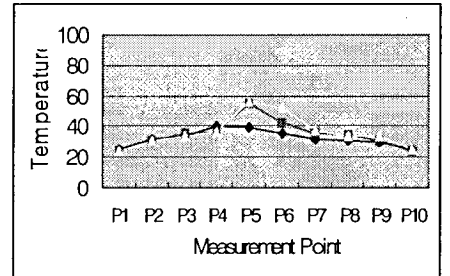


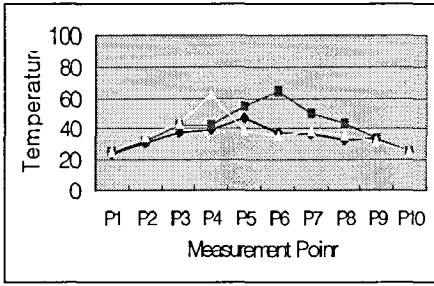
그림 6. SD에 따른 온도분포. (Company B)



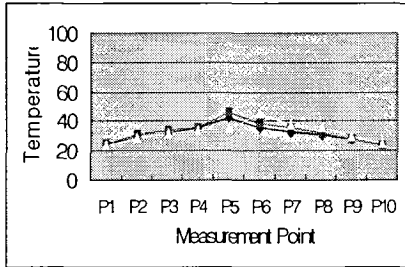
(a) 1 [min]



(b) 10 [min]



(c) 15[min]



(d) 20[min]

그림 7. 임의점에서의 온도분포(B 사)

이는 애자의 제품에 대한 신뢰성 판단의 기준이 되며, 표면온도가 일정하다는 것은 제품의 표면이 균일하고 트래킹의 발생이 집중되지 않았음을 의미한다. 따라서, 시료의 장기 신뢰성을 예측할 수 있고, 다른 시료와의 비교 기준치로 이용할 수 있다. 또한, 적외선 방사카메라의 측정이 신뢰성 판단에 도움을 주는 새로운 평가법으로 제안할 수 있음을 확인할 수 있다.

B사의 표면의 온도분포는 거의 모든 시료에서 불규칙하게 나타나고 있으며, 특히 그림 7의 경우는 60[°C] 이상의 값이 관찰되고, 실험의 초기에도 50[°C]이상의 집중적인 트래킹 현상이 고찰되고 있으며, 특히 건조대 형성이 집중되는 현상을 관측할 수 있다.

## V. 결론

상기의 연구를 통한 적외선 방사카메라의 응용 가능성은 다음과 같다.

- 1> 트래킹 열화는 표면온도고찰을 통하여 단계별 진전특성을 확인할 수 있다.
- 2> 초기 제작품의 SD의 사전적인 예측 및 감지가 가능하다.
- 3> Porcelain 애자의 SD는 열화진행보다는 초기제작상태에 크게 의존한다.

상기의 IIR 분석과 트래킹 누설전류에 관한 복합적인 연구를 통하여, 세라믹 애자와 같은 기존의 불분명한 급진적인 트래킹 파괴에 관한 연구가 요구되고 접근이 기대된다.

## <REFERENCE>

- 1> 김찬형, "표면방전을 이용한 자기재 현수 애자의 표면특성 평가", 99전기전자재료학회 추계학술회의, pp199-202, 1999.