

## 와이블 분포함수를 이용한 트래킹 현상의 가속열화

임 장 섭

목포해양대학교 해양전자통신공학부

### Accelerated Aging of Tracking Phenomena Using Weibull Distribution

Jang-Seob Lim

Division of MEC, Mok-Po National Maritime University,

**Abstract** - In this paper, the statistical judgement using IR camera was discussed and investigated. Acceleration experiments were carried out for the possibility of weibull distribution and then, the acquired data were replaced with quantitative value for safety diagnosis of distribution lines.

와이블 분포는 1930년대 말 볼베어링에 이용할 목적으로 스웨덴의 엔지니어인 와이블(Waloddi Weibull)에 의하여 개발되었고, 1950년부터 본격적으로 기계류에 많이 활용되어 왔다. 와이블 확률치는 누적고장률과 시간축으로 하여 눈금을 만든 이중 대수 방안지로서, 분포함수와 고장의 형태를 예측할 수 있다.

와이블 분포는 신뢰도 계산에서 가장 널리 쓰이는 분포중의 하나로, 모수를 적절히 선택하면 다양한 고장률의 형태를 모형화할 수 있다. 이 분포함수는 마모와 역마모 현상의 모형화가 가능하여 상수 고장률의 묘사도 가능하다는 이점을 가지고 있다. 형상파라미터(Shape Parameter)와 특성수명(Characteristic Life)을 갖는 와이블 분포는 고장률이 멱수 법칙의 형식을 취한다.

#### 1. 서 론

전력계통의 배전선로에서는 현장의 각종 운전 상태에 따라 수명 및 열화인자가 복잡하게 변화되므로, 선로의 안전 관리적 측면에서 비접촉식 활선상태의 검사는 필수적인 요건이 되었다. 그러나 기존의 상태진단 방법으로 시행되고 있는 육안검사, 청각검사 및 촉수검사 등은 신뢰성 문제를 야기함으로써 이를 객관적으로 표현할 수 있는 방법에 대한 연구들이 진행되고 있다.

적외선 방사카메라는 비접촉의 방법으로 설비에서 방출되는 주열을 즉각적으로 확인할 수 있기 때문에 현장적용성이 뛰어나, 가장 각광 받고 있는 진단장비의 하나이다. 그러나 적외선으로 모니터링 된 결과를 판단하는 방법이 체계적이지 않고 경험적으로 행하여지고 있어, 이에 대한 체계적이고 통계적인 고찰이나 판단기준이 부족한 상태이다.

본 연구에서는 열화 3단계로 구분되어지는 단계별 적외선 데이터를 와이블 분포함수를 이용하여 분석하고 그 특성을 고찰한 후, 현장에서 관측된 배전선로의 적외선 데이터에 적용하고자 하였다. 또한, 현장에서 관측된 적외선 데이터의 통계적 분석을 통하여 신뢰성 있는 요주의 상태 진단과 배전선로의 대상별 온도 분포의 기술적 수준을 상대적으로 표현할 수 있는 방법과 판단 기준을 제안하고자 한다

#### 2. 본 론

##### 2.1 와이블 분포함수

수명데이터의 분석법은 크게 두가지로 구분 되는데, 비모수(nonparametric) 방법과 모수 방법이 있다. 모수 방법에는 지수분포, 대수 정규분포, 감마분포, 정규분포 및 와이블 분포가 있는데, 활용도의 측면에서 와이블 분포는 가장 중요시되고 있는 분석법 중 하나이다.

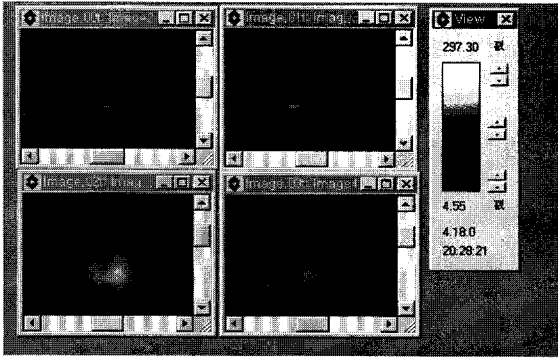
##### 2.2 시료표면의 적외선 온도분포

시료표면의 온도분포를 관찰하기 위하여 내트래킹 실험과정을 적외선 방사카메라를 사용하여 관측하였다. 방전의 발생점과 주변온도 및 탄화로의 온도를 비교하고, 표면온도와 재료 탄화점의 상관관계가 트래킹 파괴특성에 미치는 영향을 고찰하였으며, 트래킹 열화과정을 시료표면의 트랙 형성상태와 온도분포에 따라 각각 구분하고 비교하였다.

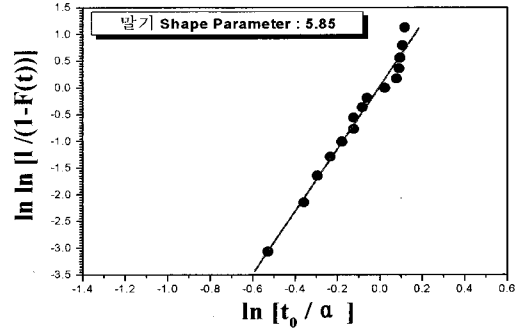
시료는 PMMA수지를 미 노화시료와 노화시료로 각각 구분하였다. 내트래킹성을 시험하는 과정 중, 각 영역의 중간에 시료를 전원에서 분리하여 방전 발생부분 또는 트랙 형성부분을 5 × 5mm크기로 절단하고, 초음파 선별기로 1hr동안 세척한 후, 진공 건조기에서 60℃로 1hr동안 건조하였다.

##### 2.3 적외선 방사카메라의 온도분포

사진 2-1은 가속실험의 파괴시간을 기준으로 파괴수명 50%이하, 파괴수명이 50%이상인 경우의 열화과정을 촬영한 결과이다. 파괴수명과 시간별로 구분하여 분석을 하는 이유는, 표면방전의 실험을 중단시키기 이전에는 절연체의 표면상태 확인이 어렵고, 전체 운용시간의 특정지점을 기준으로 그 결과차이를 비교하는 절연체의 새로운 해석 진단법을 적용하였기 때문이다.

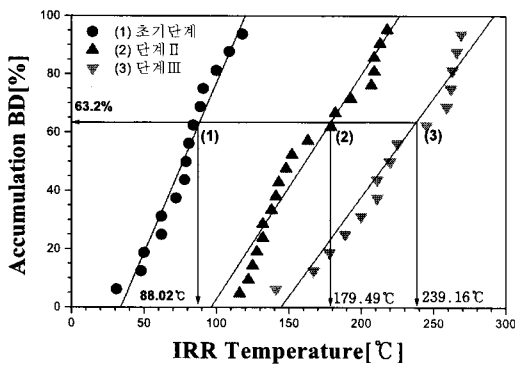


〈사진 2-1〉 PMMA 시료의 적외선 카메라 측정 (Ex.1, IEC-60587법)

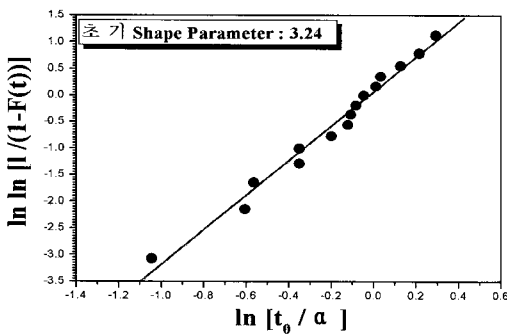


(c) 단계Ⅲ의 형상모수

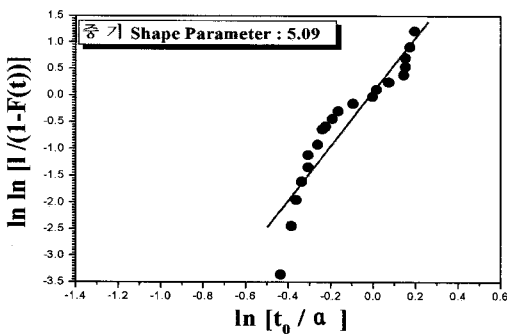
〈그림 2-2〉 각 단계별 형상파라미터



〈그림 2-1〉 각 단계별 척도파라미터



(a) 단계Ⅰ의 형상모수



(b) 단계Ⅱ의 형상모수

적외선 카메라의 온도분포 특성에 와이블 분포함수를 적용하여 정량화 한 다음 그 해석을 다음과 같이 하였다.

첫째, 와이블 분포함수에서 주어진 적외선 데이터의 63.2%를 척도파라미터의 값으로 구한다. 단, 측정되는 대상의 열화단계를 추정하는 것은 척도함수의 데이터만으로는 어렵기 때문에 척도파라미터의 값을 측정 대상의 ‘요주의 상태’ 판정의 근사적인 자료로 이용하는 것이 효과적이다.

둘째, 척도파라미터의 데이터 분포를 해석한 형상파라미터는 열화 단계를 추정할 수 있는 비교치로서 시간에 따른 고장률을 예측하는 자료로 사용이 가능하다. 따라서, 척도파라미터와 형상파라미터의 조합을 이용하면 현장에서 관측된 적외선 카메라의 자료를 토대로 측정 대상의 열화정도 해석에 가장 효과적임을 알 수 있다.

### 3. 결 론

배전설비의 상태진단을 위하여 적외선 방사카메라의 모니터링을 수행하였으며, 가속모델링에서의 기초연구와 현장운용 전력설비에 적용하여 상태진단을 수행하였다. 또한 효과적인 분석을 위하여 와이블 분포해석을 수행한 결론은 다음과 같다.

와이블 분포함수를 적용하여 사고예측이 불분명한 배전선로의 급진적 파괴에 관한 새로운 진단 방법을 제시하였다.

그러나 현장의 운용사례가 시료의 수명에 미치지 못하여 가속 실험의 결과와 비교 되었다. 따라서 시료의 수명예측이 현장의 운용결과와 비교 될 때까지 지속적인 자료의 축적과 연구가 필요하다.

### [참 고 문 헌]

- [1] R.J.Chang and Linas Mazeika, "Electrical Activities Associated with Inclined-plane Tracking and Erosion Test", IEEE (CEIDP) Annual Report, Vol. 1, pp. 381-385, 1996.