

## 전기 설비 및 송배전 분야의 부분방전과 코로나 탐지

최 형 준  
새빛테크(주) 대표이사

### Detection of electrical discharges and corona for electrical utilities & power distribution & transmission markets

Choi, Hyung-Joon  
CEO, Sevittech.co.ltd.,

**Abstract** - 최근 전기설비의 용량이 커짐에 따라 전기설비와 송전설비 및 배전설비 등에서 발생하는 사고는 '2003년 코로나 방전에 의한 미국 동북부 정전사고와 같은 대형사고로 직결될 수 있기 때문에 전기설비에서 발생하는 코로나방전 검출을 통한 기간시설 및 송배전 설비에 대한 사고 원인을 사전 도출하여 전기설비의 장기간에 걸친 원활한 운용과 신뢰성 확보가 매우 중요하다. 이를 위해서 최적의 부정전 첨단계측장비의 필요성이 대두되고 있다.

현재 전력공급의 중단없이 설비의 이상유무를 진단, 감시하기 위한 기술이 활발히 진행되고 있으며 전기설비의 예고 없는 고장발생시 파생되는 악영향은 매우 심각하며, 국내의 경우 전기설비의 노후화로 대형 사고의 위험성이 매우 높아 이러한 사고의 예방을 위한 예지보전(예측보전)을 위한 기술에 대한 도입이 필요하다.

최근 미국전기연구원(EPR)의 주도로 코로나가 전기설비에 미치는 부정적 영향에 대한 연구가 활발하게 진행되었으며 그 결과 코로나 방전으로부터 전기설비의 안정성과 신뢰성을 확보하고 사고를 방지하기 위한 진단기술로서 OFIL社의 DayCor가 개발되었다. 이 논문에서는 전력설비와 송전 및 배전분야에 있어 발생하는 코로나 방전의 영향과 이를 탐지하는 진단기술에 대하여 초점을 맞추고자 한다.

#### 1. 서 론

전기설비의 진단과 송전 배전 분야의 진단은 사고를 방지하기 위한 능동적 의미에서의 예방진단과 사고발생 후에 고장의 원인 또는 사고가 발생한 설비나 위치를 식별하기 위한 사후진단으로 분류할 수 있는데 전기설비와 특히 국가전력시설인 송변전 설비의 예고 없는 고장발생시 파생되는 악영향은 매우 심각하고, 국내의 경우 전기설비의 노후화로 대형 사고의 위험성이 매우 높기 때문에 신뢰도 높은 예방진단검사와 효율적인 유지·보수를 위한 대책의 수립이 필수적이다.

이를 위하여 최근에는 설비의 이상 징후를 활선상태에서 외부에서 탐지하고 검출하기 위한 센서기술의 발전으로, 사고가 치명적이기 전에 대처하고 설비의 보수를 실시하는 시점(Timing)과 합리적 보수방법을 결정하려는 설비진단기술에 대한 관심이 높아지고 있다.

최근 각종 전기설비와 송전, 배전 분야의 설비에 발생하는 사고와 문제점의 원인으로 코로나 방전으로 인한 사례가 증가하고 있는데 코로나 방전으로 인한 피해는 막대한 비용과 피해를 동반한 대형사고로 확대되는 경우도 있어 이를 예방하기 위한 진단장비들이 새롭게 도입되고 있다. 이전에는 이러한 코로나방전을 탐지하기 위한 기술로 적외선을 이용한 열화상 탐지장비를 이용하여 왔으나 여러 가지 문제점이 노출되어 왔으나 자외선을 이용한 탐지장비의 도입으로 인해 전기설비에 발생하는 코로나를 정확하게 추적할 수 있게 되었다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 전기설비 및 송배전 분야의 예방 진단 방법

전기설비와 송배전 설비 등의 예방 진단은 사고 발생시 그 위험성이 매우 높고 사고로 인한 전력 전송의 차질에 따른 경제적 손실이 막대하므로 상시 감시가 용이한 개개의 설비를 대상으로 열화를 진단하는 방법이 주로 사용되어 진다.

이러한 설비의 수명은 열적인 열화와 절연재료에 발생하는 서지 등의 이상전압 또는 외부단락 등의 전기적, 기계적 스트레스에 의한 열화로 결정되고, 파괴할 위험도가 증대할 시점에 대한 열화문제를 고려하는 것이 예방보수 차원에서 매우 중요하다. 설비와 부품의 열화가 진전되면 기계적 손상과 함께 코로나와 같은 부분방전 열화가 진행되며 결과적으로 설비와 부품의 전기적 성능과 기계적 성능이

저하되며 절연파괴로 인한 단락까지 진전되기도 한다.

이러한 열화를 탐지하기 위한 진단 기술로 적외선을 이용한 열화상 탐지장비가 주로 사용되고 있으며 최근 자외선을 이용한진단장비가 새롭게 도입되어 사용되고 있다.

##### 2.2 적외선 열화상 검사와 자외선 검사의 차이

전기설비의 전원라인에 대한 전반적인 광학적 검사는 자외선과 적외선, 가시광선 검사로 구성되어 있다. 전기 설비의 예방 진단을 위해 사용되는 적외선 검사방법과 자외선 검사방법은 상호 보완적인 정보를 제공하는 검사 방법이기 때문에 서로 대체적이지 않다.

코로나는 공기의 전리로 인해 표면에서부터 주변 대기까지 발광하는 부분적 방전으로 부분적으로 강렬한 전기적 영역을 말하며 이러한 과정은 적외선 카메라로는 탐지가 잘 되지 않는 매우 적은 양의 열을 서서히 증가시킨다.

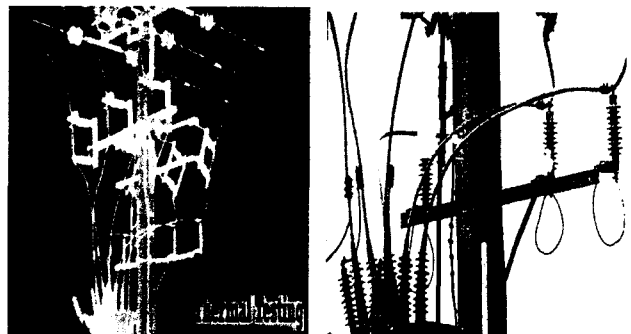
현재 진행되고 있는 적외선 검사는 핫 스팟이라 불리는 열의 원천을 탐지하는데 이는 높은 저항점의 전류 흐름으로 인해 발생한다. 대부분의 경우 코로나 카메라에 의해 관찰되는 것은 적외선 카메라에서 명확히 볼 수 없으며 반대의 경우도 마찬가지이다.

강렬한 아크를 발생시키는 결함의 경우에만 자외선과 적외선 방식이 발생하므로 적외선검사와 자외선검사에 모두 탐지되게 된다.

<표 1> 자외선 및 적외선 검사 방법의 차이

자외선 검사방법	적외선 검사방법
코로나 및 아크의 자외선 방출 탐지	핫 스팟(hot spot)탐지 및 열 탐지
전압 검출	전류 검출
라인의 부하 필요 없음	라인에 부하 증가 필요
태양 간섭의 영향 없음	강한 태양광에 의한 간섭
초기 결함 단계에서 탐지	중기 결함 단계에서 탐지

<그림 1> 적외선 검사와 자외선 검사 비교



##### 2.3 코로나 방전과 전기설비

###### 2.3.1 코로나 방전이 전기설비와 송변전 설비에 미치는 영향

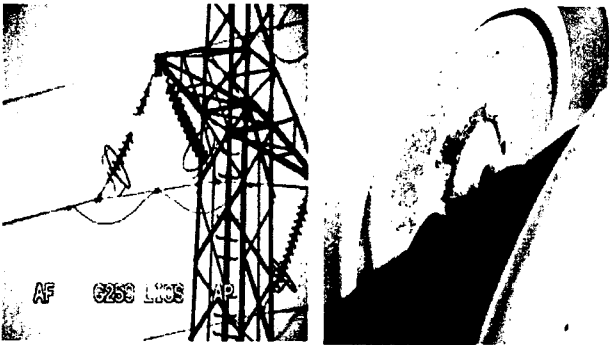
코로나는 대기의 이온화로 인해 발광하는 부분방전을 말하며 전기압과 습도 그리고 고온에 의해 더욱 증가하므로 여름철 비가 오거

나 안개가 있는 기후에 더욱 강하게 나타나며 이러한 코로나 방전 활동은 전기설비에 부정적인 영향을 미치게 된다.

코로나 방전은 단순히 발광으로만 그치는 것이 아니라 부식성이 매우 심한 물질을 생성시키는데 오존, 산화질소, 질산염 등의 물질을 생성시켜 전기 설비와 부품들의 성능 저하를 가져오게 한다. 이러한 산화성 물질들은 전기 부품들의 물리적 피해를 유발함은 물론 심각한 청각 노이즈도 유발하고 라디오와 TV의 간섭과도 유발하게 된다.

전기설비에 부분방전과 코로나 현상이 탐지되면 부식성 물질 생성이 가속화되며 또다시 코로나 방전과 아크방전을 강화시키는 긍정적인 피드백 작용으로 발전하게 된다. 자기절연체의 시멘트 부분의 침식이나 금속부의 파괴로 인해 절연체의 절연기능의 고장과 단락을 유발시키며 결국에는 심각한 사고까지도 연결될 가능성이 있다.

<그림 2> 자외선 코로나 검사와 코로나로 인한 설비결함

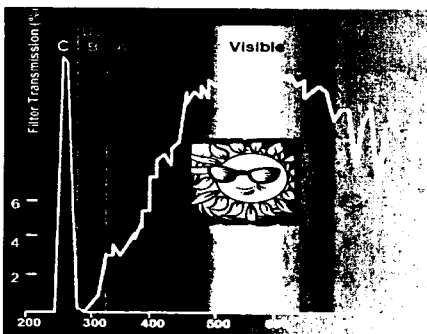


이러한 코로나 방전의 탐지로 인해 여러 가지 가능성을 알아낼 수 있다. 설비에 내재된 가능성 있는 결함과 전력설비의 설치오류 및 설계오류와 같은 하드웨어 상의 오류와 오염, 부식과 침식, 접지 불량, 단락, 갭방전 등 다양한 원인을 암시하며 이러한 문제점에 대한 후속 조치로 설비의 신뢰성을 유지할 수 있다.

**2.4 코로나 방전과 자외선 코로나 탐지 장비**

코로나 방전은 발광 현상을 동반하지만 매우 미미해서 주간은 물론 어둠속에서도 육안으로는 거의 보이지 않으며 짙은 어둠속에서만 일부 관찰이 가능하다. 코로나방전이 눈에 보이지 않는 이유는 가시광선 영역에서 벗어난 자외선 영역에 해당되기 때문이며 이러한 자외선은 태양광선에 의한 간섭으로 인한 영향을 받기 때문이다. 코로나 방전은 230nm에서 405nm의 스펙트럼 범위에서 자외선 방사를 하며 DayCorII는 240nm-280nm의 미세한 자외선을 탐지할 수 있는 Solar Blind 필터를 채택하여 코로나를 탐지할 수 있다.

<그림 3> Solar Blind Filter와 태양 간섭 효과



Solar Blind 필터는 태양에 의한 간섭을 받지 않고 자외선을 탐지할 수 있도록 제작된 특수 필터로서 강한 태양광이 있는 주간에도 태양의 영향을 받지 않고 부분방전과 코로나의 위치를 탐지할 수 있게 해준다. 또한 전기설비 및 송변전 라인의 결함 발견용 광학-전자 장비로 개발된 DayCorII UV Corona 탐기 장비는 육안으로는 보이지 않는 코로나 방전을 150m 떨어진 거리에서 발견할 수 있으며

가시광선 채널을 통한 실화상 이미지와 자외선 이미지를 결합하여 코로나의 정확한 위치를 탐지할 수 있으며 실화상, 자외선 각각의 이미지도 제공하여 준다.

육안으로 놓치는 결함을 찾으려는 EPRI와 OFIL社의 노력으로 이 장비가 개발되었으며, DayCorII를 통해 야간 측정은 물론 주간에도 쉽게 측정할 수 있으며 힘들이지 않고도 하루 중 어느 시간대나 어떤 날씨 조건에도 송배전 설비 곳곳에서 발생하는 방전 현상을 원거리에서 발견할 수 있다. 코로나의 정확한 위치를 탐지할 수 있는 것은 물론, 원거리에서도 고압선의 상태를 점검하는 것이 가능하다.

전기장의 불균질성(heterogeneity)은 전력 라인에 결함이 있는 장소에서 발생하기 때문에 이러한 방전을 살피는 것은 매우 중요하다. 특히 라인이 고압 라인이라면 단순한 불균질성이 아닌 코로나 방전일 가능성이 높으며 결함이 발생한 주변의 공기가 이온화되고 전력의 손실이 일어난다. 이러한 코로나 방전은 단순히 이미 발생한 결함의 증거가 아니라 더 큰 사고의 시작일 수 있기 때문에 철저한 점검과 관리가 반드시 필요하다.

**3. 결 론**

전력계통에서의 진단기술은 천재지변이나 설비의 노후화로 인한 설비의 이상이 발생하였을 경우 신속하게 이를 식별함으로써 손실을 최소화 하는 측면뿐만 아니라 설비에 대한 상시 진단을 통하여 이상이 발생하기 전에 미리 이를 판단함으로써 이로 인한 손실을 예방하는 측면에서도 그 중요성이 매우 크다고 할 수 있다.

특히 전력시스템은 국가의 대표적인 기간산업이며 전력 설비에서 발생하는 이상 경우를 판별하여 설비의 이상 유무를 판단하거나 다수의 설비들로 구성된 시스템에서 이상이 발생하였을 경우 이의 원인 및 정확한 고장설비를 파악하는 기술도입이 필수적이다.

따라서 다양한 전기설비와 송전, 배전, 변전 부문에서 발생하는 부분방전과 코로나로 인해 발생하는 문제점을 관리하고 사고를 방지하기 위해서는 기존의 유지관리 및 상시감시 시스템으로 사용해왔던 적외선 열화상 방식의 검사방법은 코로나를 정확히 탐지할 수 없을 뿐만 아니라 설비 신뢰성 저하의 초기에 탐지하기에는 적절치 않아 이를 보완할 수 있는 최첨단 탐지 장비가 반드시 필요하다.

미국 전기연구원(EPRI)에 의해 새롭게 개발되어 전세계 각국에서 도입하고 있는 신기술의 자외선 코로나 탐지 시스템이 이러한 부분을 보완시키기 위해 매우 유용하며 각국의 전기설비 안전관리 담당자로부터 그 적용성 및 효용성을 인정받고 있는 DayCorII는 더욱 복잡화되고 고기능화되어 가는 전기전력설비에 대한 수요자의 증가하는 욕구를 충족시키기 위해 개발되었으며 많은 설비분야에 이상 및 고장사고의 발생 가능성이 높아지고 있는 상황에서 이러한 사고를 미연에 예방기 위해 각종 전기설비의 철저한 점검과 관리가 반드시 필요하며 DayCorII와 같은 새로운 상시 위험관리 시스템 도입이 필수적이다.

**[참 고 문 헌]**