



GIS의 열화진단기술 고찰

곽희로<승실대학교 전기공학과 교수>
이동준<승실대학교 전기공학과 박사과정>

1. 머리말

프랑스에서 1세기 전 불소 중에서 유황을 연소하여 SF₆ 가스를 합성한 이래로 절연 및 소호에서 SF₆ 가스는 최고의 가스절연물로 사용되어지고 있다. 특히 산업사회의 발달과 인구의 도시집중화에 따라 변전설비가 대용량화, 고전압화하고 있으나 부지확보 차원에서 소형화 및 옥내화가 불가피하므로, 운전 및 보수의 간편화, 계통 운용의 신뢰성, 안전성 확보가 요구되는 운전특성이 매우 우수한 고압의 SF₆ 가스를 절연재료로 사용하는 변전설비의 사용이 늘고 있다.

고압 SF₆ 가스를 절연매체로 하는 대표적인 전력 설비인 가스절연개폐기(GIS)는 금속용기 중에 있는 충전부를 고체절연물(스페이서)로 지지하고, SF₆ 가스를 충전시켜 절연함과 동시에 차단기, 단로기, 접지개폐기, 모선, 변류기, 계기용 변압기, 케이블헤드 등을 접속하여 구성된 시스템이다. GIS를 구성하는 각 기기는 그 중요도에 따라서 스페이스에서 가스를 구획하여 만일의 사고시 다른 기기가 영향을 받지 않도록 배려하고 있다.

GIS의 최대 장점은 모선 및 개폐기기의 축소화에 의하여 변전설비 전체를 콤팩트화할 수 있다는 점이

다. 특히 변전설비의 콤팩트화 요청이 매우 높고 또 환경과의 조화, 고신뢰성, 안전성, 성력화(省力化), 설치공기의 단축 등의 여러 요청으로 인하여 급속하게 GIS화가 진전되고 있다. 최근 차단기, 단로기, 계기용변성기, 접속도체 등을 금속용기에 수납(收納)하고 SF₆ 가스를 봉입한 22[kV]~66, 77[kV]급의 큐비클 타입의 GIS(C-GIS)가 출현하였다. 이와 같은 장점 때문에 GIS는 1960년대 말 처음으로 사용된 이래, 전세계에서 널리 사용 중에 있으며 국내에서도 22[kV]급에서부터 345[kV]급에 이르기까지 운전 중에 있으며 800[kV]급 운전이 곧 이루어질 전망이다.

GIS는 통상의 운전상태에서는 부분방전이 발생하지 않는 충분한 전계강도로 설계되어 있다. 그러나 GIS는 음폐화(陰蔽化), 축소화의 장점을 살려서 널리 적용되고 있지만 반면에 내부 상황을 쉽게 파악하기 어렵기 때문에 만일 사고가 발생할 경우에는 사고원인과 사고점의 표정이 곤란하며 복구에 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 사회적 파급효과가 막대하게 된다. 또한 변전소 무인화를 뒷받침하기 위해서는 GIS에서 발생하는 이상 징후를 초기단계에 찾아내는 것이 중요하다.

본 고에서는 GIS의 열화과정과 열화요인에 대해 살펴보고 이에 따른 GIS의 진단기법을 살펴보고자

한다.

2. GIS의 열화요인과 열화과정

2.1. GIS 열화요인

2.1.1. 열적인 열화

온도 상승은 화학반응을 촉진하게 되며 열화의 속도를 증대시켜 소재의 수명을 단축하는 가장 일반적인 열화요인 중 하나이다. 기기의 온도상승한계는 소재의 열열화의 관점에서 결정되는 경우가 많으며 이러한 현상에 의해 전기적, 기계적 성능이 저하하게 된다. GIS의 고분자재료(스페이서 등)의 절연물은 열에 의해 산화열변화, 열분해현상이 나타나며, 패키징의 경우 열적인 요인에 의해 열화가 되어 가스 기밀효과에 영향을 미치게 된다. 식 (1)은 패키징이 열에 의해 열화 되는 수명을 나타낸 것이다.

$$\log t = A + (0.434 E \frac{1}{RT}) \quad (1)$$

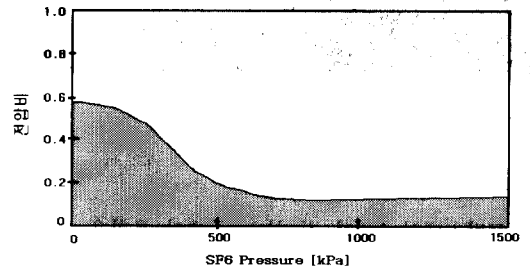
여기서, t 는 패키징의 수명시간, A는 패키징의 재료정수, E는 반응의 활성화에너지, R은 기체정수, T는 패키징의 절대온도

2.1.2. 전기적인 열화

GIS 도전부 전체에 걸쳐 이상적인 평등전계를 유지한다는 것은 불가능하며, 이러한 불평등 전계상태에서 일정조건에 도달하게 되면 부분방전이 발생하게 된다. 여기에는 돌출형 내의 도전부에서 발생하는 코로나 방전, 절연재 표면을 따라 방전로가 구성되는 연면방전, 절연재 내부의 보이드에서 발생하는 보이드방전 등으로 나눌 수 있다. 부분방전에 의한 전도전류는 주열을 발생시켜 열적 열화를 발생하게 하며, 이 이외에 이온전도에 있어서는 전기화학적으로 영향을 미치게 된다. 또한 부분방전에 의해 절연물 표면에 충격을 주게되어 분자구조를 흐트러지게 하

거나 산화반응을 일으키며, 열적작용, 입자충격작용, 이온에 의한 화학작용이 일어난다.

특히 GIS는 GIS 제작, 조립, 설치, 운전과정에서 금속이물이 혼입하게 되고 혼입된 금속이물은 GIS내의 전계를 불평등하게 만들어 부분방전 및 절연사고의 주된 원인으로 작용하고 있다. 그림 1은 동축원통 시스템에 직류전압 인가시 길이 64[mm], 직경 0.45[mm]인 선형 금속이물이 존재할 때 SF₆ 가스에서 절연내력의 감소 정도를 나타내고 있다

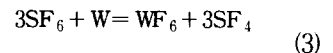
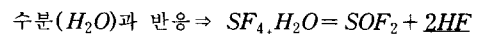
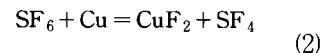


※ 절연 파괴 전압비=금속이물 존재시 ÷ 금속이물 무존재시

그림 1. 동축원통 전극에 선형금속이물 존재시 절연내력 감소

2.1.3. 환경적인 열화

아크에 의해 SF₆ 가스는 분해되며, 아크 소멸 후 온도가 낮아지면 분해가스는 다시 재결합되어 SF₆ 가스로 돌아간다. 이 과정에서 일부 분해가스는 미량의 수분과 반응하여 금속재료나 절연재료에 부착하여 열화를 촉진시킨다. 식 (2)와 (3)은 SF₆ 가스와 금속재료가 반응한 후 수분과 반응하여 나타난 열화 가스를 나타낸 것이다.



또한 GIS 설치 장소에 따라 강우, 산업공해, 염분, 직사광선 등에 의해 기기 표면이 부식하게 된다. 뿐만 아니라 이들 환경적 요인에 의해 제어회로 접점에서의 부식이나 기기 표면의 도료를 열화시켜 기기 기능에 지장을 주는 경우가 있다. 특히 GIS의 SF₆ 가스 중에 수분과 불순물이 함유되어 그 양이 증가 되면 온도가 0[°C] 이하로 저하되는 경우 외함 표면에 결로 현상이 생겨 부분방전 및 지락사고로 이어진다.

2.1.4. 기계적인 열화

기계적 응력이나 진동, 열팽창 계수 차에 의한 기계적 응력, 대전류에 의한 전자력 발생 등에 의해 정상적 분자구조 상실을 가져오며, 이들은 재료의 기계적 특성을 저하시키게 된다. 특히 GIS 부품에서 파괴원인이 되는 것은 충격하중 하에 누적된 스트레스 열화 때문이다.

2.2. 열화과정

GIS의 열화요인에 의해 GIS는 각 부위별로 다음과 같은 과정을 거쳐 본래의 기능을 상실하거나 운전이 지장을 초래하게 된다.

주회로 열화는 절연이상과 기밀이상, 접촉이상 등으로 열화가 진행된다. 절연이상에 의해 기기는 절연내력을 잃으면서 부분방전을 일으키게 되고, 부분방전이 계속될 경우 섬락사고에 이르게 된다. 기밀이상은 가스누출을 일으키게 되고, 가스밀도 저하의 과정을 거쳐 절연내력 저하현상을 보이게 된다. 즉 부분방전 혹은 절연파괴의 과정을 거쳐 기기 사고에 이르게 된다. 주회로 접촉자에 이상이 발생하면 접촉저항 증가에 의해 접촉부 과열현상을 수반하게 된다. 이때 접촉부 주위의 공간은 온도와 압력의 상승을 가져오게 되며, 접촉자 용융, 아크의 발생에 이어 부분방전 또는 절연파괴로 진전된다.

조작장치 열화는 조작기구 이상과 개폐수명 한계 도달, 조작회로 이상에서부터 열화가 진행된다. 조작

기구 이상에 의해 기구부는 파손, 절손이 생겨날 수 있고, 이것은 다시 주회로 접촉불량을 유발하게 되거나, 기기 개폐동작 불가상태로 진행된다. 조작기구 이상은 부품의 비틀림, 절손, 헐거움 등으로 마모, 경화의 과정을 거쳐 개폐특성을 변화시키게 된다. 그 외에도 조작기구부 제어회로에 이상이 생길 경우 이들이 과열, 손상되어 개폐특성 불량으로 이어지면서 기기 개폐 동작이 불가능하게 된다. 보조접점 열화에 의해서도 조작회로 손상을 가져와 기기 개폐특성 불량을 유발시킨다.

피뢰기 열화는 경년변화, 운전조건 등에 의해 피뢰기 소자는 고유한 특성이 변화하게 되며 열화된 소자는 저항분 전류의 증가로 나타나면서 절연내력이 변화하게 되어 절연파괴 사고로 이어진다. 그림 2는 앞에서 설명한 열화과정을 요약하여 정리한 것이다.

3. GIS 진단방법

각종 이상의 전조현상(前兆現象)을 검지하는 외부진단기술이 각방면에서 연구되고 각종방법이 제안되고 있다. 또 GIS 내부의 고장점 표정도 중요하다. 예를 들면 내부에서의 나사풀림 등에 의한 접촉불량에 기인하여 「부분방전→부분방전의 계속에 의한 절연저하→절연파괴」에 이르는 모드를 상정 할 수 있는데 이 과정에서 소리, 진동, 분해가스 등이 부수적으로 발생한다. 또 실 불량에 의한 조작기구의 이상상태와 같이 장시간에 걸쳐 현재화(顯在化)하는 모드도 고려하고 있다.

이와 같은 상태에 이르기 전에 이상을 포착하는 데는 이상상태가 경미한 단계에서 검지하는 것이 바람직하지만, 신호검출의 가능성이나 감시항목수를 고려하여 어느 정도 이상 진전되어 검출하기 쉬운 단계를 목표로 정하여 검출하는 것이 실제적이다. 그림 2는 GIS의 이상진단을 기능별로 분류한 것이다. 본 고에서는 절연기능을 중심으로 이상진단기술 방법에 대해 살펴보고자 한다.

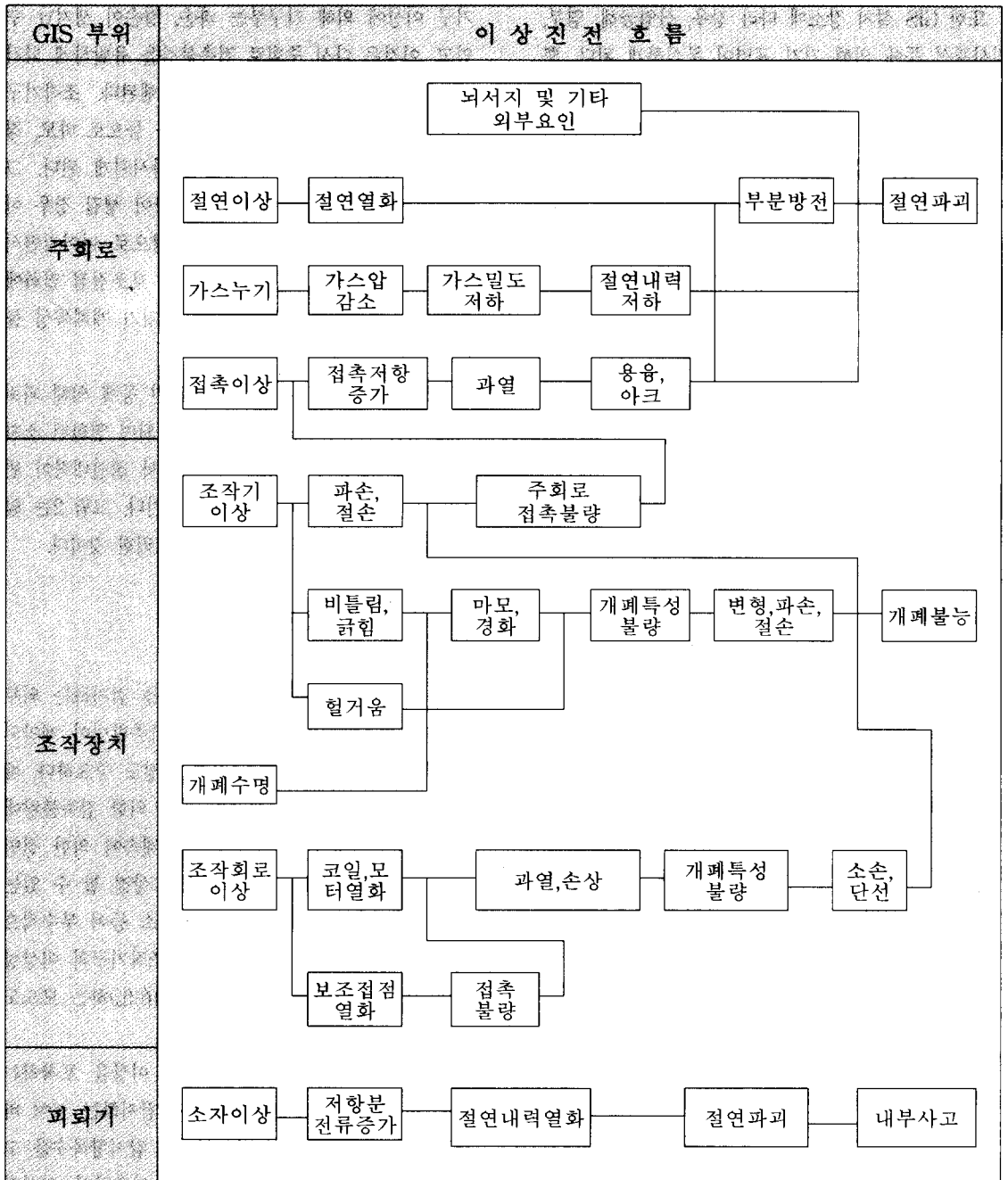


그림 2. GIS 열화과정

3.1. 전자파 검출법

GIS 내부사고는 절연파괴에 이르기 전에 대부분 부분방전의 과정을 거치게 된다. 어떤 결함에 의해

GIS 외함 내에 부분방전(PD)이 발생하게 되면, 고주파 전압과 전류, 음향신호, 빛, 분해가스, 전자파 등이 발생하게 된다. GIS 내부에서 발생하는 전자파

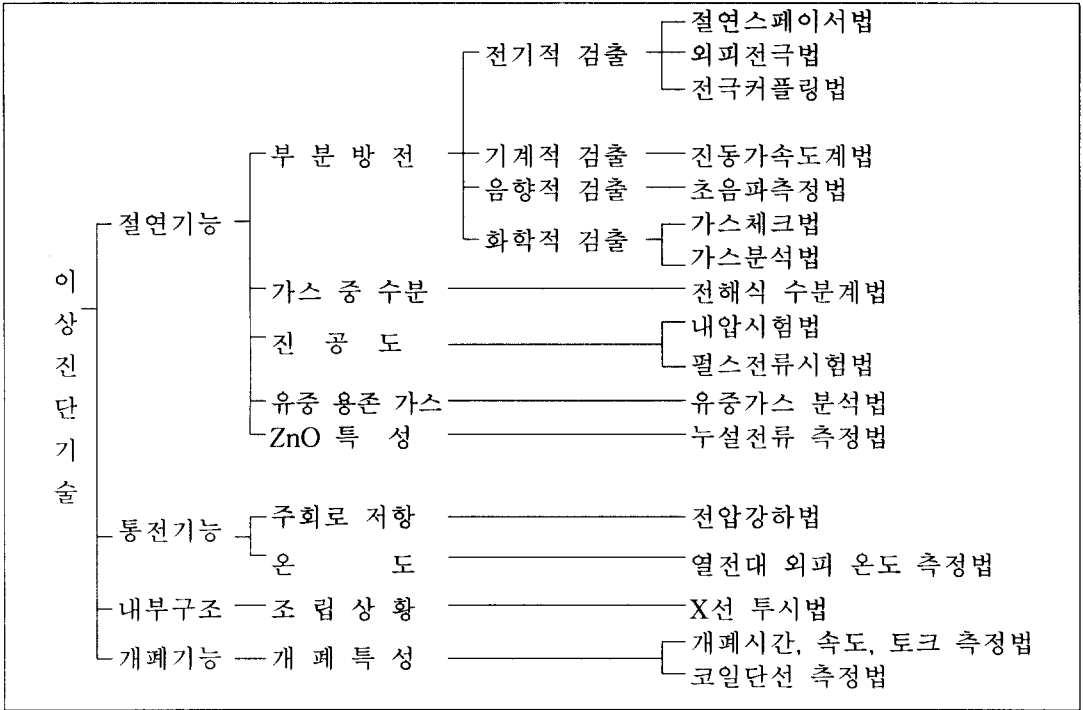


그림 3. GIS의 기능별 이상진단 방법

펄스를 감도 및 신호/잡음비(S/N비)의 관점에서 우수한 고주파 안테나 센서를 이용하여 전자파를 검출하는 기술을 전자파 검출법이라 한다. 특히 부분방전의 방전전류의 상승시간 및 하강시간이 2[ns]이하의 펄스이므로 UHF(Ultra High Frequency) 대역(300[MHz]~3[GHz])의 신호를 고주파 안테나로 측정하고 스펙트럼 분석장치로 해석하여 부분방전을 검출하는 법을 UHF 측정법이라 하며 현장에서는 수 pC의 부분방전을 검출할 수 있다. 실제로 변전소 주변에서 발생하는 노이즈가 300[MHz]이하이므로 300[MHz]이상의 측정설비를 구성하여 설치한다. 현재 이 방법은 선진국의 경우 현장에서 신뢰도가 확보된 수준까지 기술개발이 되어 있으며, 검출감도 측면에서 타 방법에 비해 유리하고, 외부 노이즈의 영향을 최소화할 수 있을 뿐만 아니라, 전압계급에도 구애받지 않는 장점이 있어 현재 많은 나라에서 부분방전 검출법으로 많은 연구 중에 있다.

측정 방법으로는 부분방전에 의해 GIS내에 발생하여 전파하는 전자파의 일부가 그림 7에 보이는 것처럼 스페이서 내부로부터 외부로 누설하는 것을 검출한다. 검출의 대상으로 하는 주파수가 높기 때문에 스페이서의 절연 취부 구조의 유무에는 관계가 없고 스페이서부가 외부로 노출하고 있으면 범용적으로 이용이 가능하다. 외부 취부형의 부분방전센서(루프코일 센서)의 검출한계 감도는 20[pC]정도로 알려져 있지만 기본적으로 환경에 의해 좌우된다.

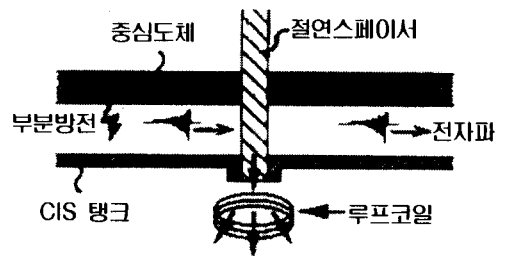


그림 4. 루프코일의 검출 원리

또한 GIS내부에 센서를 실장하여 부분방전신호를 직접 검출해 신호의 검출효율을 높게 하는 방법이 있다. 이 방법은 탱크자신의 차폐효과에 의해 외부노이즈의 제거효과도 동시에 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 이 센서는 용량결합형으로 되어 있어 그림 5에서 보는 것처럼 부분방전에 의해 발생하는 중심도체상의 고주파전위변동을 용량분압에 의해 검출함과 동시에 금속재의 검출전극을 전자과발생공간에 설치하는 것에 의해 안테나로서 전자과에 반응하는 것을 이용한 것이다. 이 센서의 검출감도특성으로는 0.5[pC]까지 확인되고 있다.

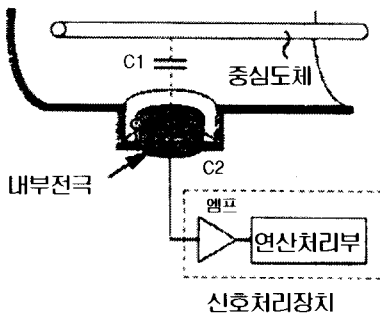


그림 5. 내부전극의 검출 원리

전자과 검출 진단방법 연구에 많은 관심을 갖는 나라중 하나인 영국의 경우 GIS 내부결함을 진단하기 위한 부분방전 검출 연구는 약 10여 년 전부터 시작하여 1988년부터 영국에 새로 설치되는 모든 GIS는 내장형 PD Coupler를 장착하게 되었으며, 기설 GIS는 적절한 기회에 내장형 Coupler를 추가로 장착하여 운영되고 있다.

3.2. 접지선 전류법

GIS 내부에서 부분방전이 발생하면 GIS의 접지선에 고주파의 펄스전류가 흐른다. 이때 PD 전류인 고주파 펄스가 접지선에 흐르는 상용주파 전류에 중첩되어 나타나며, 접지선이 관통하도록 설치된 페라이트 코어(Ferrite core)에 코일을 감고, 이것에 의해 PD 신호를 검출하는 방식이다.

따라서 페라이트 코어에 권선한 코일로 이를 검출할 수 있다. 지락전류는 1점 접지시 전전류가 접지선에 흐르고, 다중접지시 각 접지선에 분류된다. 따라서 다중 접지시는 각 접지선 전류를 비교하여 사고 부위를 판별할 수 있다. 검출부는 고주파 전류를 양호하게 검출하기 위하여 바이패스 필터가 내장되어 있고, 회로부는 저역통과 필터에 의하여 변전소 내의 노이즈 레벨보다 적은 수 MHz의 주파수 대역에서 부분방전 전류를 측정할 수 있다. 또 부분방전은 주기적으로 발생하므로 1초당의 펄스를 계수하여 노이즈에 대한 S/N비를 개선할 수 있다.

3.3. 음향, 진동에 의한 진단법

GIS 내부 부분방전 시에는 아크에 의해 외함 벽에 고주파 충격진동이 발생한다. 따라서 GIS의 외함에 초음파 탐촉자와 진동 가속도계를 취부하고, 내부의 음향과 외함의 미소진동을 계측하는 방법이다. 검출된 신호는 대역통과 필터에 의해 주파수가 선별되고, 산발 노이즈를 레벨 판별기로 제거하고, 컴퓨터에 의해 신호를 평균화 처리하여 검출감도를 개선하고 있다. 또한 충격성 진동이 외함 벽을 전파시 감쇄하므로 복수개의 센서를 이용하여 지락구간을 표정할 수 있다. 이 방법은 부분방전에 의해 발생하는 음향을 검출하는 변압기의 부분방전 측정과 유사한 방법으로, 부분방전은 물론 금속성 이물을 검출하는 방법으로도 이용할 수 있다. GIS의 절연성능을 저하시키는 요인으로는 도전성 이물의 혼입이 있다. 이러한 이물은 인가전계에 의하여 GIS의 시스템 내부에서 상하운동을 하므로 이 충돌음을 검출함으로써 이물의 존재를 검출할 수 있다. 그림 6은 GIS 외함에 도달하는 여러 가지 진동 신호를 주파수 대역별로 나타낸 것이다.

이때 사용되는 가속도센서는 고감도의 압전 진동자를 사용한다. 부분방전에 의한 외함 표면의 진동 레벨은 10[μG](G:중력가속도)에서 5[mG]이다. 최대 검출 주파수 대역은 사용 센서의 공진주파수에 달려

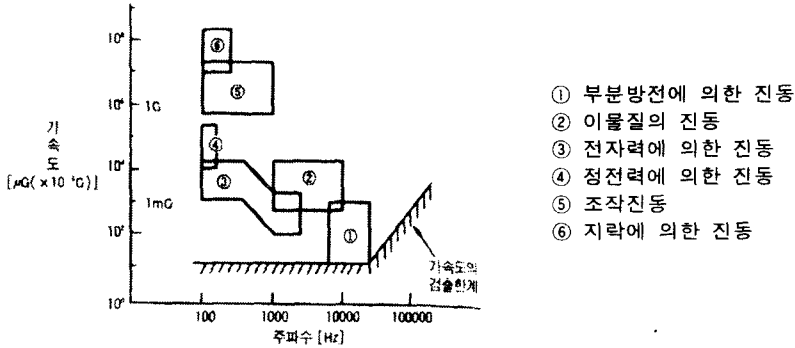
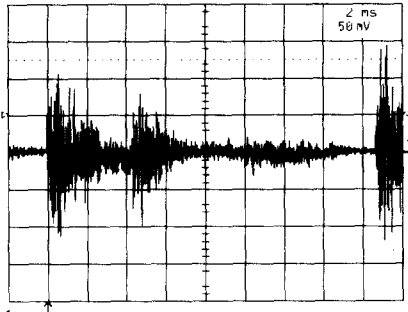
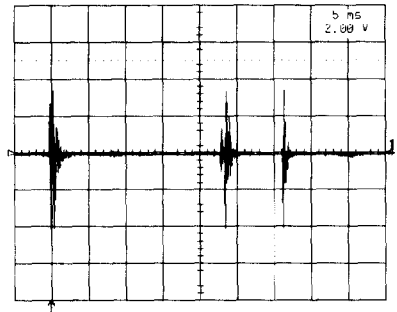


그림 6. GIS의 진동분류



2[msec], 50[mV]

(a) 부분방전에 의한 초음파



5[msec], 2000[mV]

(b) 파티클 충돌에 의한 초음파

그림 7. 모의 GIS에서 측정된 초음파 신호

있다. 검출신호를 노이즈신호와 구별하기 위해 전력 주파수와 동기하여 고역필터나 파형의 전평균 그리고 샘플링법 등과 같은 많은 방법을 사용하고 있다. 또한 압전 진동 초음파 센서를 외함 표면에 부착하여 검출하는 방법이다. 이 센서의 감도는 가속도 센서와 비교할 때 일률적이지는 않다. 이러한 이유로, 공진주파수를 포함하는 협대역이 사용된다. 초음파 센서를 이용하는 방법은 변압기의 코로나 검출기로 사용되고 있지만 복잡한 신호전파 메카니즘과 해석의 어려움 때문에 GIS에는 아직 실적용 하기 어렵다. 이 초음파센서의 장점은 여러 개의 센서를 이용하여 신호의 시간지연(time delay)를 측정하여 부분방전의 위치를 추정할 수 있다는 것이다.

GIS내에서 측정할 수 있는 초음파 신호는 부분방

전에 의한 초음파와 파티클 충돌에 의한 초음파로 구분되어질 수 있다. 그림 10은 모의 GIS내에서 발생하는 부분방전에 의한 초음파 신호와 파티클 충돌에 의한 초음파 신호를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 것처럼 부분방전에 의한 초음파는 파티클 충돌에 의한 초음파 신호보다 크기가 작게 나타났으며 신호의 특성도 주기적으로 나타나고 있다. 한편 파티클 충돌에 의한 초음파 신호는 초음파의 신호가 크고 초음파 발생도 파티클 충돌에 기인하기 때문에 매우 불규칙적으로 측정된다.

초음파 진단에 많은 관심을 가지고 있는 나라중 하나인 노르웨이의 경우 GIS설비가 발전소의 고압 송전축에 설치되어 있으며, GIS 내부의 사고 방지를 위하여, 이물의 진단용 초음파 진단장치 개발을 1980

년부터 시작하여 1997년에 상용화가 이루어졌다. 이것은 On-Line 방법보다 낮은 비용으로 GIS의 진단에 적용할 수 있으며, 현장시험에 적합하고, 현장에서의 일정기간(6개월 정도) 마다 진단시험을 실시하고 있다. 최소 측정 가능레벨은 조건에 따라 다르지만 자유이물의 경우는 길이가 약 2[mm]까지 측정 가능하고, 코로나의 경우는 GIS의 외함 구조에 따라 다른 것으로 2-5[pC] 정도 측정 가능한 것도 있다.

3.4. 화학적 검출에 의한 진단법

대표적인 전력기기인 변압기에서도 유용한 진단 기법으로 사용되는 가스분석에 의한 부분방전 검출법은 GIS 내부에서 장기간 부분방전이 발생하면 SOF_4 , SOF_2 , SO_2F_2 , SO_2 등의 활성 분해 생성물이 발생하므로 가스분석에 의하여 부분방전의 유무를 검출할 수 있다. 가스분석에 있어서는 간이시약에 의한 간편한 방법과 이동형 가스크로마토그래피 (gas chromatography)를 사용한 장치가 개발되고 있다. 간이형은 미세한 유리관에 알루미늄 분말을 봉입한 검출소자를 GIS급 기구에 취부하고 소량의 가스를 추출하여 검출소자가 청색에서 황록색으로 변하는 정도를 측정하여 분해가스의 농도를 측정한다. 한편 컴퓨터를 장착한 소형의 간편한 가스분석장치는 분석시간이 30분으로 분해가스는 CF_4 , CO_2 , 수분의 분석도 가능하다.

표 1은 일본에서 가스절연기에서 일어나는 과열, 부분방전, 아크방전을 모의하여 분해가스를 발생시켜 가스크로마토그래피에 의해 분석한 자료이다.

표 1. 이상상태에서의 특징적인 분해가스

이상상태	특징적인 분해가스
과 열	CO , CO_2 , Furfural, Acetaldehyde
부분방전	SF_4 , SO_2 , CF_4 , SO_2F_2
아크방전	SF_4 , SO_2 , CF_4

3.5. 기타 진단법

3.5.1. 개폐성능이상 진단

개폐기기는 통상 정지되어 있기 때문에 그 개폐성능의 이상검출은 어려우나 이 장애의 발생률은 높고 중요한 진단항목이다. 개폐기기의 성질상 개폐기기의 동작시간을 측정하여 이상을 판단하지 않을 수 없다. 정기점검시 등과 같이 주점점의 개폐시간이 직접 측정되는 경우에는 동작시간의 변화로부터 조작기구부와 가스중의 동작부분에 대하여 윤활불량(潤滑不良), 변형파괴, 나사풀림 등의 이상이 추정된다. 운전중인 경우에는 주점점과 운동하는 보조점점의 개폐시간을 측정하여 대신 사용하는 것도 있다. 또, 동작시 마그네트코일에 흐르는 제어전류파형을 측정하는데 따라 마그네트부의 발청 등에 의한 동작불량을 검출하는 방법도 개발되고 있다.

개폐기기의 스트로크제어에 의한 진단방법은 정보량이 많고 확실한 진단이 가능하기 때문에 현지에서 쉽게 스트로크측정이 가능하도록 구조면의 연구도 현실적으로 실행되고 운전상태에 측정할 수 있는 기기도 있다. 또 차단기의 접점소모량 진단법으로서 개폐특성과 차단전류정보와의 조합에 의한 누적차단전류감시를 실시함으로써 접점의 남은 수명추정도 가능하다.

3.5.2. 가스 압력 밀도 검출법

GIS에 봉입된 SF_6 가스가 누설하면 내부의 절연 성능이 저하된다. 또한 GIS 내부 고장시 아크에 의해 가스압력이 급상승하여 압력 진동과가 발생하므로 SF_6 가스의 누설 및 압력을 측정하는 것이 매우 중요하다. 따라서 이와 같이 GIS내 가스 누설 및 압력을 진단 방법이 가스측정 방법이다.

3.5.3. 아크광에 의한 부분방전 검출법

GIS의 내부 지락시에는 아크에 의한 광이 발생하므로, 이를 검출하여 부분방전을 검출하는 방법으로 아크 광센서 방법이 있다.

3.5.4. 기계적 메스스프링 시스템을 이용한 접지 사고 검출

접지사고시 고가속도의 신호가 금속 외함 표면에 발생한다. 그 신호의 가속도 레벨은 10~40 [G]이고, 공진주파수 성분은 400[Hz]까지이다. 이 방법은 접지 사고 검출과 외함 벽에 여러 개의 센서를 부착하여 진동가속도를 검출함으로써 사고 위치를 추정하는 방법이다. 메스스프링(mass-spring) 시스템의 기계적 센서는 현장에 적용 발전되어 왔다. 충돌 가속도가 발생하면 톱니효과를 이용한 붐이 움직이고 어떤 레벨에 도달하면 마이크로 스위치를 동작시켜 진단하는 방법으로 메스스프링 시스템 방법이 있다.

3.5.5. 적외선 카메라를 이용한 국부기열 검출

접지사고나 외함내에서 내부 고장이 발생하면, 외함표면에 국부온도 변화가 나타난다. 표면온도의 2차원 분포는 적외선 카메라를 이용해서 쉽게 측정할 수 있고 또한 다른 방법들도 사용되고 있다. 변압기에 사용되는 RTD 또는 광 피이버 센서를 이용하여, 3상간의 온도차에 의하여 이상의 유무를 판별하는 적외선 광 센서 방법이 있다.

3.5.6. X-Ray사진을 이용한 병크내의 조립상태와 이물질 검출

X-Ray를 이용한 진단기술은 여러 다른 산업에서도 무해한 검출방법으로써 폭넓게 사용되고 있다. 이 방법은 GIS의 분해와 육안검사 없이 내부 조건을 진단하기 위해 사용되고 있다. 또한 내부 이물질과 볼트나 너트의 풀림, 내부파트의 손상이나 변형 및 접촉 상태나 접촉부위 같은 내부 조립상태를 검출할 수 있다.

3.5.7. 수분측정법

GIS의 SF₆ 가스 중에 수분과 불순물이 함유되어 그 양이 증가되면 온도가 0[°C] 이하로 저하되는 경우 외함 표면에 결로 현상이 생겨 부분방전 및 지락 사고로 이어진다. 특히 GIS처럼 높은 압력이 가해지

는 경우 대기압보다 높은 노점을 갖기 때문에 SF₆ 가스의 수분함유량을 정확하게 규정 값 이하로 유지하는 지를 측정하는 수분측정 방법도 있다.

4. 맺음 말

본 고에서는 GIS의 열화요인과 열화과정 그리고 GIS의 진단 방법에 대해 기능별 중심으로 소개하였다. 특히 GIS에 이상을 미치는 요인 중에는 전기적인 열화가 많은 영향을 미치고 있으며, GIS의 절연 성능 이상을 평가하는 방법 중 부분방전 열화는 일반적으로 전기적인 열화의 거의 모든 단계에서 발생되기 때문에, 부분방전 측정을 통한 GIS의 열화진단은 진단의 정확성과 아울러 기기 운영의 신뢰성 및 기기의 보수나 교체시기 판정에 매우 적합하다고 볼 수 있다.

부분방전 측정을 통한 GIS의 예방진단은 여러 가지 방법에 의해 행해지고 있으며, 특히 전자과 검출법과 초음파 측정법 등은 매우 유용한 방법으로 생각되어진다. 그러나 아직도 GIS 예방진단을 하는데 있어서 가장 어려운 부분으로 진단 알고리즘의 많은 부분이 확립되어 있지 않다는 점을 들 수 있는데, 진단 알고리즘은 다양한 실험실 연구와 현장적용 연구를 거쳐야 만이 효과적인 알고리즘을 도출 할 수 있다. 그러나 아직 이런 부분들은 미미한 실정으로 향후 이에 대한 많은 연구가 필요하다.

또한, 전문가의 지식을 체계화하여 처리하는 기술의 하나인 지식공학(知識工學)을 응용한 시스템을 진단장치에 조립하여 온라인감시와 오프라인진단을 적절히 조합한 변전소 전체의 고도기기관리(高度機器管理)시스템을 구축하는 것이 장래에 필요하게 될 것으로 생각된다.

참고 문헌

- (1) Edward Gulski et, al. "Experience with Digital Analysis of discharges in High voltage Components", IEEE Electrical

Insulated Magazine Vol.15, No.3 pp.9-24, 1999

- [2] M.E. Holmberg, et. al, "Motion of Particles in gas insulated systems", IEEE Electrical Insulated Magazine Vol.14, No.4 pp.5-14, 1998
- [3] Nicholas de Kock et. al, "UHF PD Detection in Gas-Insulated Switchgear-Suitability and Sensitivity of the UHF Method in Comparison with the IEC 270 Methode", IEEE Electrical Insulated Magazine Vol. 12, No. 6 pp.20-26, 1996
- [4] 河本英雄, "GISの診断技術近状實變電所適用", SP-96-16, pp.75~85, 1996.
- [5] 변전설비 진단기술 개발 연구(최종보고서), 전력연구원, pp.69-108, 1998

◇著者紹介◇



곽희로(郭熙魯)

1942년 3월 1일생. 1967년 서울공대 전기공학과 졸업. 1978년 호주 New South Wales 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1986년 중앙대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1967년 한전근무. 1986년 미국 M.I.T Visiting Scientist. 현재, 숭실대학교 전기공학과 교수, 당학회 부회장.



이동준(李東俊)

1971년 12월 27일생. 1995년 숭실대 공대전기공학과 졸업. 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재, 동 대학원 전기공학과 박사과정.