

가스절연 개폐장치의 진단기술 지도

윤진열, 구선근, 박기준, 한기선
한전 전력연구원

Technology Road Map on Predictive Diagnosis for Gas Insulated Switchgear

Jin-yul Yoon, Sun-geun Goo, Kijun Park and Ki-son Han

Abstract - 국내 전기설비진단연구회에서 GIS 고장율 예방할 목적으로 고안한 예방진단 기술지도 초안을 바탕으로 하여 결함의 종류와 진단기술의 종류, 년도별 기술개발 목표, 기술지도 등을 제시하였다.

1. 서 론

GIS(Gas Insulated Switchgear)변전소는 변전소 용지를 기존 변전소에 비해 작게 사용할 수 있을 뿐만 아니라 변전소를 무인으로 운전할 수 있고 주변지역 주민에게 혐오감을 크게 줄일 수 있다는 이점 등으로 인해 오늘날 어느 나라 할 것 없이 GIS 형태의 변전소가 보편화되는 추세이다.

GIS는 운전 중 별도의 유지보수 작업이 필요하지 않도록 설계목표를 정하고 제작된 기기이기는 하지만 고장으로부터 완전히 자유로울 수는 없다. GIS 설비가 고장을 일으키면 고객에게 미치는 불편함이 크고 광범위하게 영향을 미치기 때문에 전력공급자나 연구원 등 여러 사람들이 고장을 예방하기 위한 진단기술의 개발 및 적용에 많은 노력을 기울이고 있다.

본 논문에서는 국내 전기설비 진단연구회에서 GIS 고장 예방할 목적으로 고안한 예방진단 기술지도 초안을 바탕으로 하여 결함의 종류와 특징, 고장 원인별 점유율, 진단기술의 종류와 특징, 년도별 기술개발 목표, 요소기술별 기술개발 지도 등을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 GIS 결함의 종류

GIS 결함은 다양한 종류가 있으나 대표적인 경우를 절연결함과 조작장치 결함으로 나누어 보면 다음과 같다.

2.1.1 절연결함

절연성능을 악화시키는 결함들은 크게 도전성 파티클, 부유전극(Floating Electrode), 돌출전극, 절연체 표면결함, 절연체 내부결함, 흡습, 통전불량 등이다.

파티클 결함은 가장 흔히 나타나는 결함으로써 다수의 도전성 미세입자나 수 mm 길이의 도전성 도체 형태 등을 말한다.

부유전극이란 전계가 미치는 영역 내에 있는 도체가 GIS 내 두 전극인 중앙도체와 접지전극 중 어느 하나에도 전기적으로 연결되지 않은 도체를 말한다. 제작시 부주의로 혹은 운전 중에 볼트류가 풀려서 생기기도 한다. 다른 종류의 결함에 비해 방전량이 가장 크며 일반적으로 수 천 pC 이상이다.

도체 돌출부는 전극 표면에 생긴 날카로운 형상을 말하며 방전량이 수 pC 정도에 해당할 만큼 적을 수도 있다. 침입찌사에 의해 절연파괴 고장으로 연결되는 경우

가 많다.

절연체 표면 결함은 전극을 지지하는 스페이서나 지지대 등의 표면에 트래킹이나 이물질 오염, 흡습 등에 의해 절연성능이 약화된 것을 말한다.

절연체 내부결함은 주로 제작과정에서 생기는 결함으로서 절연체 내부에 만들어진 공극(Void)이나 도체와 절연물과의 경계점에서 생기는 공극 등을 말한다. 절연체 표면결함과 마찬가지로 다른 결함들에 비해 외부 측정과정에서 타 결함들과 구별하기가 어려운 특징이 있다.

흡습은 GIS 내부에 침투된 수분이 온도가 급변할 때 응축되어 절연체 표면에 부착함으로써 절연성능을 낮추게 한다.

통전불량은 부하전류가 통과하는 도체 중에 전기적 연결이 완전하지 못해 접촉저항에 의한 열이 발생하여 문제를 일으키는 경우를 말한다.

2.1.2 조작장치

조작장치 결함은 조작기구를 구성하는 부품들이 파손, 절손, 비틀림, 헐거움, 마모, 경화 등의 원인으로 인해 차단기나 단로기 등 가동부 개폐동작이 원활하지 않거나 주회로 접촉을 불량하게 하는 경우를 말한다.

제어회로 결함이란 구동용 모터나 제어 코일 보조접점 열화 등의 결함으로 인해 가동부 개폐동작이 원활하지 못한 경우를 말한다.

2.2 GIS 고장 원인별 점유율

CIGRE(International Council of Large Electric Power Network) Joint Working Group 33/23.12에서 1998년 발표한 통계에 의하면, 1967년부터 1992년까지 26년간 세계 11개 전력회사(EDF, ENEL, ESCOM, 5개 독일 전력회사, TEPCO, ONTARIO HYDRO, WIENSTORM)의 125 ~ 550 kV GIS에서 발생한 고장통계에서 파티클 결함에 의한 고장이 전체고장 건수의 20 %, 부유전극 결함이 18 %, 통전결함이 11 %, 스페이서 절연체 내부결함이 10 %, 돌출전극(particle on HV 포함)이 5 %, 흡습이 7 %, 원인불명이 11 %, 단로기가 유발한 찌사에 의한 절연파괴가 10 %, 절연과 무관한 고장이 8 %를 차지하고 있다[1].

2.3 GIS 진단기술의 종류

GIS 결함을 진단하는 기술은 다양하나 대표적인 기술들을 절연결함 부분과 조작장치 부분으로 나누어 표시하면 다음과 같다.

2.3.1 절연결함

UHF 부분방전 측정법은 부분방전에 의해 발생한 전파 중 UHF(Ultra High Frequency; 300 ~ 3,000 MHz) 대역신호를 검출하는 방법으로서 가장 흔히 사용하는 기술이다. 센서하나가 검출할 수 있는 범위가 타 기술에 비해 크고 결함위치 추정이 정확하며, 잡음의 영향을 비교

적 적게 받는다.

VHF 부분방전 측정법은 부분방전에 의해 발생한 전자파 중 VHF(Very High Frequency:30-300 MHz) 대역신호를 검출하는 방법이다. 센서하나가 검출할 수 있는 범위가 타 기술에 비해 크기는 하지만 잡음의 영향을 많이 받는다.

초음파 신호측정법은 기계적 신호음인 초음파 대역 신호를 센서를 통해 검출하는 방법으로서 센서 하나가 검출할 수 있는 범위가 작아 상시감시 용으로 적용하기에는 어려운 점이 있다.

가스분석법은 방전에 의해 분해된 가스를 검출하는 기술로서 잡음의 영향에서 자유롭기는 하지만 측정이나 분석에 많은 제약이 따른다.

2.3.2 조작장치 결합

개폐시간 측정법은 제어전류와 기기동작 완료시간을 측정하는 방법으로서 활선상태에서도 설치가 가능하지만 정확한 개폐시간을 측정하는 데에는 한계가 있다.

모터운전시간 측정법은 구동모터가 운전하는 시간, 회수, 운전 시간간격을 측정하여 기준치와 비교함으로써 조작성능 변화를 검출하는 방법이다.

제어전류 감시법은 제어전류 데이터를 장기간에 축적하여 경향을 분석함으로써 조작성능 결합을 검출하는 방법이다.

점점 소모량 감시법은 차단전류 크기를 연산처리하여 정격차단 잔여회수를 계산하고 점점 소모량을 계산할 수 있는 방법이다.

2.4 GIS 결합검출 기술개발 목표

국내 전기설비 진단연구회에서 수립한 기간별 요소기술별 개발목표는 표 1, 표 2와 같다.

표 1. GIS 부분방전 검출기술 개발목표

요소기술명	개발 목표		
	'04-'06	'07-'10	'11-'15
검출 센서	내장, 외장형	고감도	
잡음처리	차폐, Filter	Noise Gating 다중기술적용	
시스템 개발	변전소 단위	소내 타 시스템과 연계	Network 단위(원격지)
신호해석	주요결함	다양한 결함	
위험도 평가		주요결함	다양한 결함

표 2. GIS 조작장치 결합진단기술 개발 목표

요소기술명	개발 목표		
	'04-'06	'07-'10	'11-'15
개폐시간 측정	전류센서개발 광센서 개발	진단기준 개발	Network 단위(원격지)
모터 운전 시간 측정		운전패턴 기준 개발	
점점 소모량 감시		차단전류 정밀크기 측정	점점 소모량 산출기술

3. 결 론

GIS 고장을 일으키는 결함은 다양하며, 흔히 나타나는 결함들을 중심으로 절연결함 부분과 조작장치 결합으로 분류하였다. 절연결함 중에서는 파티클 결함이 가장 흔히 나타나는 결함이고 부유전극 결함의 경우 방전량이 타 결함에 비해 큰 특징을 지닌다.

조작장치 결함으로는 부품들의 파손과 절손, 비틀림, 헐거움, 마모, 경화 등이 있다.

GIS 부분방전을 검출하는 방법으로는 UHF 부분방전 검출기술이 가장 널리 사용되고 있으며, 조작장치 결합을 검출하는 방법은 검출 대상에 따라 적절한 방법을 선택하여 적용할 필요가 있다.

전기설비 진단연구회에서는 국내 기술현황을 고려하여 년도별 요소기술 개발 지도를 제시한바 있으며 그 내용을 본 논문에 표시하였다. 향후 기술환경 변화에 맞추어 기술개발 지도를 적절히 수정함으로써 국내 GIS 진단분야 전반적인 기술수준 향상에 기여하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Joint Working Group 33/23.12, "Insulation co-ordination of GIS: return of experience, on site tests and diagnostic techniques", Electra No. 176, Feb. 1998