



전력기기 예방진단기술의 동향



이동철 / 한전 남서울전력관리처

시작에서

에너지산업의 근간을 이루는 전력공급시스템과 그 골격을 이루는 전력기기의 발전은 정체를 지나 2000년을 기점으로 새로운 국면을 맞고 있다. 그것은 전력수요고객들의 공급전력의 고신뢰화를 바라는 질적 욕구와 산업전반에서 일어나고 있는 IT기술 등 혁신적 기술발전에 따라 새로운 신뢰성개념이 창출되면서 지금까지의 개념과는 다른 전혀 새로운 형태와 구성알고리즘으로 진화의 방향을 세워가고 있으며 특히

변전소의 주변압기, 개폐장치, 발전소의 발전기, 등 중 전력기기(Heavy Duty Power Device)를 주 보호 대상으로 하는 예방진단기술은 태동된 지 20년이 채 안된 무고장 지향의 개념으로서 그 기술적 효용가치가 모든 산업과 경제활동의 근간을 이루는 전력에너지 공급체계의 안정과 그것이 가져다주는 경제적 효과로 인해 가속진화의 연결고리를 만들어가면서 주공급장치를 절대신뢰도 (Perfect Reliability) 개념으로 이끌어가는 견인차의 역할을 하면서 오늘에 이르고 있다. 상태감시와 예방진단(Monitoring & Diagnostic), 이 바들과 실과 같은 두개의 개념은 중전력기기의 신뢰성을 지키는 핵심적 개념으로 고정되어 개개의 Sensing기술, 신호처리기술, Networking 기술, 진단판정기술 등이 개별적으로 또는 시스템적으로 상호 필요요구, 보완적 진화를 가속시키고 있다. 진단의 근원적 표적이 되는 전기절연물의 열화 메커니즘과 대전체(帶電體)에서의 전기적 현상 즉 부분방전에서부터 그것을 처리하고 판단하는 전 시스템의 구성에 대한

총론적 개념과 그것이 가져다 줄 수 있는 경제적효과, 앞으로의 진화의 방향에 대해 알아보자

진단기술의 근원 부분방전

[部分放電, Partial Discharge]

유전체의 특성을 가진 두개의 대전전극사이에서는 그 전계로 인해 전하의 이동이 일어나고 이 전하의 이동을 부분방전이라 일컫는다. 그것은 전극과 전극 사이에서만 일어나지는 않고 한 부분 전체에서 생기는 방전으로 기체 중에서 뾰족한 전극의 첨단 부근에 생기는 코로나방전, 고체절연물의 표면을 따라서 생기는 연면방전(沿面放電), 고체절연물 내의 공극에 생기는 보이드방전 등의 총칭이며 절연물의 열화(劣化)의 원인이 된다. 절연재료에 따른 열화 진행의 정도는 마이카 등 무기절연물에 비해 에폭시 등 유기절연물이 특히 심각하며 부분방전현상은 절연물내에 수트리현상을 발생시키고 같은 전기량에 의해서도 트리의 진행속도는 지속적으로 증가하는 특성을 나타낸다

표 전력용기기의 예방진단 적용분류표

구분	주기기용도	주기기	절연매체 구성	부분방전검출법	비고
전력계통용	발전용	발전기 등	무기절연체 (마이카등)	UHF신호검출법 초음파진단법	
	변전용	주변압기류	절연유	유중개스분석법	
		개폐장치류	SF6 GAS Epoxy Resin	UHF신호검출법 초음파진단법	
	송전용	전력케이블 등	절연유		
	배전용	전력케이블 등	포리에치렌 수지		
민수용	저압용기기	배전반 배전변압기 등			
	산업용기기	모터류	유기무기 각종	UHF 초음파 혼용	

시스템의 구성과 적용방법

부분방전신호의 추적, 검출 방법에는 전기적인 PD 신호를 검출하기 위한 UHF신호진단법과 기계적신호 검출을 위한 음향신호진단법이 있으며 두개의 방법을 상호보완적 필요에 의해 적정히 보완 사용하는 방법이 일반적이다. 이 두가지 수단은 부분방전의 형태에 따라 각각 더 민감하게 반응하는 특징들과 경제적 이유로 인해 선택적으로 적용하며 UHF방식이 적용되는 전기신호검출방식이 부분방전의 종류와 정확도의 측면에서 신뢰도와 높아 고신뢰형 주기를 대상으로 더욱 선호되고 있다. 상태감시의 수단으로는 시스템을 대상기에 설치하여 시행하는 상시감시방식(OnLine Network)과 휴대형기에 의한 이동감시방식이 있으며 대상기의 중요도에 따라 선택적으로 적용한다. 이동식 진단기와 진단기법은 적은 비용으로 감시진단의 효과를 거둘 수 있으나 감시 기간중에 일어날 수 있는 급격한 부분방전에 의한 절연열화과정을 완벽하게 구현하기에는 무리가 있어 주로 공급중단 사태에 민감도가 덜한 기기에 적용하며 진단기 또한 다양해 선택의 폭이 넓다. 부분방전시스템은 모니터링 센서와 온라인상태감시용 신호처리, 노이즈제거용 알고리즘, 상태관정을 위한 기기상태 데이터는 결합원인분석 기술, 위험도 평가기술을 기반 알고리즘으로 한 Diagnostic 시스템에 의해 상태가 판정되고 평가되어 기기신뢰성관리의 근간을 형성한다.

향후전망

밀폐형 전력기기 중 주변압기와 개폐장치(GIS)는 주된 기술발전의 방향이 고신뢰형이 전제된 집적화, 장수명 무고장화에 초점이 맞춰져 절연의 상태를 효과적으로 감시하여 故障前에 신뢰성을 회복시키는 상태기 준의 유지관리기법(Condition Based Maintenance)에서 최근 고도의 경제성 개념이 접목된 신뢰성중심의 유지관리기법(Reliability Centered Maintenance)으로 개념 변화를 가져가고 있으며 이는 유지관리 행위 자체를 결정하는 기준으로 신뢰유지비용의 문제를 가치의 기준으로 삼는 점에서 차이가 있다. 향후의 중전기기 진

화의 주된 형태는 고성능 절연재료와 최적화된 구조를 기반으로 한 신전력기기를 근간으로 디지털제어형 SAS(Substation Automation System)이 변전기기의 주류가 되어가는 것이 세계적 경향이며 이는 장수명, 무고장, 경제형을 주목적으로 한 최적화된 기기를 기기디자인의 기본개념으로 적용하는 것이다. 이러한 기기디자인은 기기 자체의 지능화를 필연적으로 요구하게 되고 지능화는 스스로의 상태를 진단하고 판단하여 운전과 설비투자에 관한 정보를 생산하고 관리하는 진화의 수순을 밟아가면서 전력설비진단기술이 지능화의 가장 중요한 필수요소로서 계속 발전하게 되어 전력기기를 유비쿼터스형 자율신경화 단계에서 절대 신뢰성을 가질 수 있는 기기로 발전해 나갈 것을 전망된다.

결론

전력기기의 개별 신뢰성은 전력시스템 전체의 안정도와 경제급전에 관련되어 한 국가의 전체산업 경쟁력을 좌우지 할 수 있는 요소가 갈수록 커질 것이며 국내 중전기산업의 경쟁력을 결정하는 요소 또한 크다.

예방진단기술은 그 개념과 기술의 탄생이 오래지 않아 최종사용자 고객과 경영관리 차원의 이해에서 많은 이해부족의 측면과 투자개념에서의 기회와 혼란이 존재한다. 해외사례에서의 대개의 경우 시스템 전체에서의 예방진단 설비에 대한 투자의 비중은 10%정도이며 이는 고장으로 인한 실패비용을 한 두 번의 고장의 예방으로 회복할 수 있는 범위에서 이해할 수 있다. 예방진단기술은 그 기술의 근본이 최근의 진보된 IT기술을 핵심으로 하고 있으며 우리나라의 관련기술의 급속한 발전은 진단기술을 가까운 시일 내 세계 정상화 하는데 어려움이 없다. 정부의 R&D정책에서의 체계적 뒷받침과 관련 고급기술 인력의 대량 양성, 인식의 확대, 관련 알고리즘의 고도화를 포함하는 소프트웨어기술의 육성은 중전기산업을 국가핵심전략산업으로 성장시키는 강력한 동력이 될과 동시에 국가전력시스템의 경쟁력을 세계정상화 시키는 기폭제 역할을 할 수 있을 것으로 기대한다.