

변압기 온라인 예방진단 센서의 점검현황

(Inspection On Sensors of Online Preventive diagnostic system Sensors for Power Transformer)

구교선* · 권동진 · 진상범 ·곽주식 · 강연욱

전력연구원*

(Kyo-Sun Koo · Dong-Jin Kweon · Sang-Bum Chin · Joo-Sik Kwak · Yeon-Woog kang)

Abstract

Preventive diagnostic system for power transformer prevents the sudden power failure through monitoring of abnormal symptoms. KEPCO has adopted the preventive diagnostic system at nine 345kV substations since 1997. Application techniques of the diagnostic sensors were settled, but diagnostic algorithm and practical use of accumulated data are not yet established . To build up the diagnostic algorithm and effective use of the preventive diagnostic system, the reliability of the data accumulated in a server computer is very important. Therefore, this paper describes problem when apply system to substation and solution way to improve reliability of the system

1. 서론

변압기 예방진단 기술은 변압기의 운전상태에서 온라인으로 이상징후를 상시 감시하여 급속한 이상 진행시 경보를 발하여 불시정전을 방지하며, 축적된 데이터로 변압기의 상태에 따른 최적의 유지보수 계획을 수립하고, 고장시 누적된 데이터로 이상원인 및 이상위치를 판정하기 위한 기술이다.

전력용 변압기 예방진단기술은 1980년대부터 일본, 미국을 중심으로 개발되어 왔으며, 각국마다의 특성에 맞도록 예방진단시스템을 개발하여 적용하고 있다. 일본의 경우, 변전소의 무인화, 자동화의 입장에서 예방진단시스템과 감시제어시스템을 통합한 변전소 자동화시스템을 적용하고 있다. 특히 일본은 중전기 제작사별로 예방진단시스템을 개발하여, 변압기 납품시에 예방진단시스템을 같이 공급하고 있으며, 전력회사는 변전소의 중요도에 따라 예방진단 항목을 선택하여 적용하고 있다.[1,2] 미국을 비롯한 유럽에서는 일본에 비하여 변전소 전체에 대한 자동화시스템 개발은 저조하나, 변압기, 차단기 및 GIS를 대상으로 설비별 진단장치 개발에 주력하고 있다.[3]

국내에서는 1980년대 중반부터 한전 전력연구원을 중심으로 각종 이상검출 기술을 개발하여 왔으며, 1997년이래로 345kV 9개 변전소에 예방진단시스템이 적용되었고, 2004년에 운전이 개시된 2개의 765kV 변전소에도 예방진단시스템이 도입되었다. [4,5]

그러나, 현재 운전중인 변압기 예방진단시스템의 경우, 각종 센서의 적용기술은 확보되어 있으나, 예방진단 기술이 도입되기 시작하는 초기상태임에 따라 아직까지 진단 알고리즘이 부족한 실정이며, 진단기준치 설정 및 측정 데이터의 활용방법이 확립되어 있지 않은 상태이다. 특히 현장 센서의 데이터와 예방진단시스템의 서버의 데이터 교정이 이루어지지 않아, 정확한 데이터의 축적이 이루어지고 있지 않다.

이는 축적된 데이터 분석을 통한 진단 알고리즘의 구축 및 진단기준치 설정에 많은 어려움이 줄뿐만 아니라, 측정 데이터의 신뢰성을 저하시키는 요인이 되고 있다.

따라서 본 논문에서는 변압기 예방진단 시스템의 효율적인 활용과 측정되는 데이터의 신뢰성을 확보를 위하여, 현재 변전소에 설치·운용 중인 예방진단 시스템의 문제점을 2003년에서 2004년에 걸쳐 분기에 1회씩 조사, 분석하여 시스템의 현장적용상의 문제에 대한 해결책을 모색하였다.

2. 예방진단시스템 적용현황

2.1. 예방진단 시스템 적용 현황

변압기 예방진단시스템은 1997년 동서울 변전소 등 4개 변전소에 적용되기 시작하였으며, 1998년에는 아산 변전소 등 5개 변전소에 추가로 적용되어, 현재 신성남, 평촌, 중부, 동서울, 청원, 아산, 신광주, 선산 및 신양재 변전소 등 345kV급 9개 변전소에서 운전중에 있다. 또한 2004년에 운전 시작된 두 개의 765kV급 변전소에도

적용되었다. 예방진단시스템은 2000년 센서 선정과 시스템 기능보완 및 활용성 제고를 위해, 설치된 시스템의 감시항목 및 센서를 보강하고, 통합 서버로 편입시켰으며, 모니터링 프로그램을 web으로 구축하여, 한전의 전국 사업소에서 변압기의 운전상태를 확인할 수 있도록 하였다.

변압기의 예방진단을 위한 진단항목은 유증가스, 절연유 온도, 압력, 차온도, OLTC 동작전류, 권선온도, 냉각 팬 동작전류, 냉각 펌프 동작전류, 외기온도 및 부하전류의 10가지 종류이고, 기존의 9개의 변전소에서 총 84대의 345kV 변압기에 적용되어 있다.

표 1은 현재 운전중인 예방진단시스템의 변전소별 설치현황과 진단항목을 나타낸 것이다.

표 1 예방진단시스템의 설치현황 및 진단항목
Table 1 Present status and items of the preventive diagnostic system

감시항목	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계
유증가스	9	8	10	13	10	10	12	6	6	84
절연유 온도	9	8	10	13	10	10	12	6	6	84
압력	9	8	7	13	1	1	1	1	1	42
차온도	9	8	7	13	1	1	1	1	1	42
OLTC 동작전류	9	8	10	13	10	10	12	6	6	84
권선온도	9	-	9	12	9	9	12	6	6	72
냉각팬 동작전류	18	-	18	24	18	18	24	12	12	144
냉각펌프 동작전류	18	-	18	24	18	18	24	12	12	144
외기온도	1	-	1	1	1	1	1	1	1	8
부하전류	3	-	3	4	3	3	4	2	2	24

2.2. 예방진단시스템 진단항목

현재 한전에서 사용되고 있는 예방진단시스템의 진단항목은 유증가스분석, 절연유온도, 권선온도, OLTC 토오르크, OLTC 차온도, 탱크압력, 냉각팬 동작전류, 냉각펌프 동작전류, 부하전류, 외기온도 등의 총 10가지이며, 유증가스 분석, 온도, 전류, 압력 등의 항목으로 크게 4 종류로 구분할 수 있다.

표 2는 한전에서 적용중인 예방진단시스템의 세부적 진단항목 및 감시목적을 나타내었다.

표 2 예방진단시스템의 진단항목 및 감시목적
Table 2 Purpose and type of the diagnostic sensors

진단항목	센서종류	진단목적
유증가스	Hydran 201i	절연유증 가스 감시
절연유 온도	측온저항체	과부하, 절연열화, 냉각시스템 감시
권선온도	측온저항체	과부하, 절연열화, 냉각시스템 감시
OLTC	토오르크	***OLTC 구동축 및 과부하 감시
	차온도	
탱크 압력	압력계	변압기 탱크 이상 압력 감시
냉각팬 동작전류	*CT + **TD	냉각시스템 동작상태 및 과부하 감시
냉각펌프 동작전류	CT + TD	냉각시스템 동작상태 및 과부하 감시
부하전류	감시제어 시스템	과부하 및 냉각시스템 감시
외기온도	측온저항체	절연유 및 권선온도, 냉각시스템 감시

*CT : Current Transformer **TD : Transducer
***OLTC : On Load Tap Changer

3. 진단항목별 센서의 문제점 분석 및 해결

3.1 유증가스 측정장치

현재 한전에서 적용하고 있는 온라인 유증가스 측정장치는 경제성의 관점에서 특정가스를 상시 감시하고, 이상검출시에 다성분 가스분석장치를 이용하여 정밀 진단할 수 있도록, 절연유 내의 용존가스 중 H₂ 가스를 주 감시가스로 하는 Hydran 201i를 적용하고 있다.

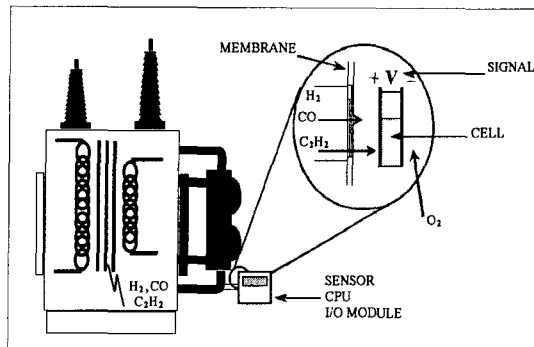


그림 1 Hydran 201i의 센싱원리
Fig. 1 Sensing Principle of the Hydran 201i

Hydran 201i는 선택적 투과막(membrane)과 전자가스 탐지자로 구성되어 있으며, 그림 1과 같이 절연유에 용해된 가스중에서 H₂(100%), CO(18%), C₂H₂(8%), C₂H₄(1.5%) 가스만 선택적 투과막을 통과하여, 주변의 산소와 화학반응하여 전류신호를 발생시킨다. 센서부는 변압기 본체에 설치하며, 측정된 가스농도는 데이터 뒀

특장치로 전송된다. Hydran 201i는 가스 데이터 1개월분을 자체적으로 저장하여, 서버의 데이터 전송에 문제가 발생되어도 데이터 백업이 가능하며, 캘리브레이터 및 소프트웨어를 통한 가스의 보정이 가능하다. 센서, 전자부 및 구동 소프트웨어의 자체 테스트 및 자기진단 기능이 있어, 이상이 발생할 경우 서버로 경보를 출력한다.

본 논문에 적용된 유증가스 센서는 비정상적인 외부 압력이 가해지지 않는 범위 내에서는 센서의 내구성이 견고하다고 여겨지나, 실제로 변전소에 설치된 상당수의 센서가 불량인 상태였다.

표 3은 2년간의 유증가스 측정장치의 수량과 점검에 의해 분석된 고장 센서의 개수를 나타낸 것이다.

표 3 유증가스 측정장치 점검 결과
Table 3 Inspection results of the gas in oil detector

변전소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계	
측정 장치수	9	8	10	13	10	10	12	6	6	84	
고장 센서	03년	2	2	0	1	0	0	0	1	0	6
	04년	2	3	1	2	0	0	0	1	0	9

2003년도는 총 84대중 6대의 센서가 불량인 상태였으며, 전체대비 7.1%의 불량률을 보이고 있었는데, 대부분의 원인은 변압기 정기점검 혹은 임시점검시에 센서의 취급 부주의에 의한 것이었다.

그중 일례를 들면, 그림 2에서처럼 2002년 8월에 센서를 설치하고 얼마 지나지 않아, 2002년 10월에 급격한 가스검출량 증가가 나타났다. 정상적인 데이터라면 변압기 이상으로 변압기 양단의 차단기가 동작되어야 하지만, 실제로 변압기 이상에 의한 이러한 급격한 가스 증가는 아주 드문 경우로, 해당 전력소의 작업일지를 검토한 결과, 같은 날 변압기 진공작업이 있었음이 확인되었다. 유증가스 측정장치의 경우 정밀점검 후 절연유의 진공 주입 때 유증가스 측정장치로 연결되는 밸브를 잠그지 않아, 센서의 삼투막에 진공이 걸려서 파손되는 사례가 많이 발생하였다.

2003년도 점검결과 6개의 센서가 삼투막의 파손으로 정상적으로 데이터를 취득하지 못하였다. 따라서 이러한 문제의 해결을 위하여 운전자들을 대상으로 센서의 탈부착에 대한 정비 교육을 지속적으로 수행하였으며, 그 결과, 2004년도 점검에서는 이와 유사한 사례가 발견되지 않았다. 그러나 2004년도의 점검결과, 두개의 변전소에서 추가로 2개의 센서가 추가로 불량을 나타내었다. 이 센서들은 설치된 지 5년이 경과한 것으로, 취급부주의나 뚜렷한 다른 요인을 찾을 수 없어 센서의 경년열화에 의한 것으로 판단된다.

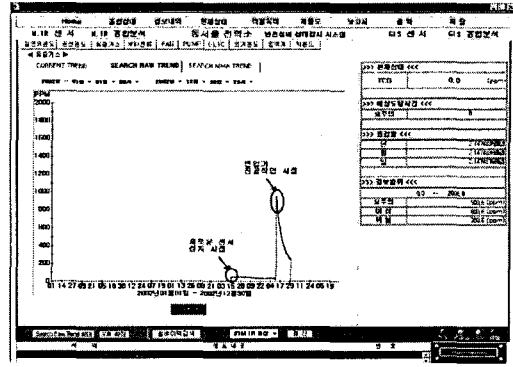


그림 2 센서 파손에 의한 급격한 가스증가
Fig. 2 Gas increase by trouble of the gas in oil detector

이러한 불량 센서들은 새로운 센서로 교체하여야 하나, 아직까지 교체되지 않고 있어 해당 센서가 취부된 변압기에서는 데이터를 취득하지 못하고 있는 상태이다. 그러나 본 연구를 통하여 센서의 불량 원인과 대처방안을 상당수 찾을 수 있었고, 향후 센서파손은 현저히 줄어들 것으로 판단된다.

3.2 온도센서의 문제점 및 해결방안

온도센서에는 유온도 센서, OLTC 차온도 센서, 권선 온도 센서, 외기온도 센서가 있으며, 변압기의 온도측정은 과부하 등 변압기 내부의 과열을 조기에 발견하기 위한 방법으로 기존 변압기에도 적용되어 왔다. 특히, 절연유의 온도 측정은 과부하, 절연열화 및 냉각시스템 등의 감시를 목적으로 한다. 온도를 측정하는 원리는 축온저항체(Resistance Temperature Detection)를 이용하는 방식이다. 축온저항체란 일반적으로 금속은 온도에 거의 비례하여 전기저항이 증가하는 이른바 정(+)의 온도계수를 가지고 있으며, 금속선의 저항치가 온도에 따라 변화하는 특성을 이용하여 온도를 측정하는 방식이다.

3.2.1 절연유 온도센서

유온도의 측정은 축온저항체, 아날로그 표시부, transducer로 구성된다. 변압기 상부에 설치되는 백금 축온저항체는 온도변화에 따라 Pt-100Ω의 저항값이 변화되어 계기의 아날로그 지침을 통해 표시되고, 신호변환기반 내의 transducer를 통해 DC 4~20mA의 값을 DAU로 전송한다. 이 신호는 DAU에서 디지털 신호로 바꾸어 FEP를 통해 서버로 전송한다.

표 4는 절연유 온도센서의 수량과 점검에 의해 파악된 고장 센서의 개수를 나타낸 것이다.

절연유 온도센서의 불량 원인은 변압기에 설치된

AKM 온도계의 이상으로 인한 불량과 신호변환기반 내부에 설치된 신호변환기(transducer)의 이상으로 인한 불량으로 나누어진다. 그 중 온도계의 불량은 대부분 현장 표시기의 불량이 대다수를 차지하고 있었으며, 2003년, 2004년도 조사 중 총 84대 중 3대가 불량으로 나타났다.

표 4 절연유 온도센서 점검 결과

Table 4 Inspection results of the oil temperature sensor

변전소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계
현재 설치 수	9	8	10	13	10	10	12	6	6	84
03 년도	센서 불량	0	0	0	1	2	0	0	0	3
	T/D 불량	0	0	1	1	1	3	0	0	6
04 년도	센서 불량	0	0	0	1	1	0	1	0	3
	T/D 불량	0	0	1	1	1	3	0	0	6

이러한 절연유 온도센서 및 표시기는 온도계 제작사에 의한 수리 및 교체가 되지 않는 한 교정이 어렵다. 그러나 단순한 표시기의 불량은 현장에서의 온도 확인만이 불가능할 뿐, 실제 예방진단시스템의 절연유 온도 데이터는 정상적으로 취득되고 있다.

또한 신호변환기 고장의 경우, 2003년도에 이어 2004년도 점검 결과, 추가로 불량 신호변환기는 발생하지 않아, 일단 외부적인 요인에 의한 신호변환기의 불량은 아니라고 판단되나, 향후 지속적인 관찰이 요구된다.

신호변환기는 절연유 온도센서, 권선온도 센서, 팬 및 펌프 동작전류 센서, OLTC 동작전류 센서 등에서 출력되는 다양한 형태의 신호를 데이터 취득장치인 DAS(Data Acquisition System)에 전달하기 위하여 DC 4~20mA의 신호로 바꾸어 주는 장치로서, 예방진단시스템의 데이터 취득에서 절반 이상의 중간 매개체 역할을 하고 있다. 따라서 현장상황에 강인한 신호변환기를 선택하는 일과 신호변환기 불량률의 원인을 정확히 파악하는 것은 매우 중요하다.

3.2.2 권선온도 센서

권선온도는 유온도 측정과 같은 원리로, 현장에서 측정된 고압, 중압, 저압의 온도는 모자이크 판넬에 부착되어 있는 표시기를 통해 나타나며, 이 표시기에서 출력되는 DC 4~20mA를 DAU로 전송한다. 또한 셀렉터 스위치를 이용하여 고압, 중압, 저압의 온도를 확인할 수 있다.

표 5는 권선온도 센서의 수량과 점검에 의해 파악된 고장 센서의 개수를 나타낸 것으로, 현재 총 72대의 센

서 중 1대가 불량으로 나타났다. 권선온도 센서도 절연유 온도센서와 같이 온도센서 제작사에서 수리하거나, 교체하지 않는 한 고장 센서가 취부된 변압기의 데이터를 정상적으로 취득할 수 없는 상황이다. 또한 신호변환기의 역할과 표시기의 역할을 동시에 수행하고 있는 표시장치는 불량을 전혀 나타내지 않고 있다.

또한 2003년도 점검시 현장 온도계 값과 예방진단 모니터링 시스템의 측정값 사이의 오차가 발생하는 문제점이 있었으나, 지속적인 점검 및 교정을 통하여 2004년도 점검시에는 오차가 거의 발생하지 않았다.

표 5 권선온도 센서 점검 결과

Table 5 Inspection results of the winding temperature sensor

변전소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계
현재 설치 수	9	0	9	12	9	9	12	6	6	72
03 년도	센서 불량	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	표시기 불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04 년도	센서 불량	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	표시기 불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0

그림 3은 예방진단시스템의 데이터 교정 전후 약 1년 동안의 절연유 온도 및 권선온도의 월 평균 데이터 일례를 나타낸 그래프이다.

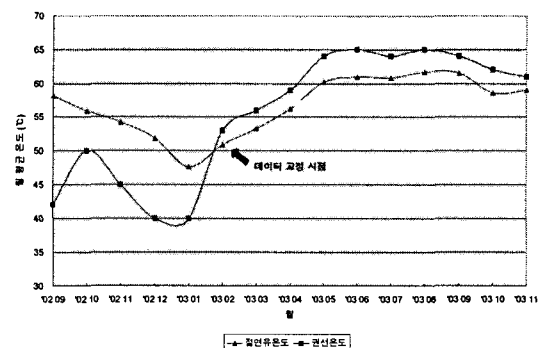


그림 3 절연유 온도 및 권선온도 교정 결과

Fig. 3 Results of the calibration of the oil and winding temperature sensors

절연유는 변압기 권선에서 발생하는 열을 적절히 분산시키는 기능을 한다. 또한 변압기 권선의 온도는 전형적으로 고온의 열을 발생하므로, 절연유 온도가 권선의 온도보다 더 높게 올라가는 경우는 거의 없다. 따라서 일반적으로 정상적인 변압기의 권선온도는 절연유 온도보다 높게 나타난다. 그러나 그림 3의 345kV 변압기는 정상적으로 운전되고 있었지만, 2003년 2월 이전의 데이

터는 절연유 온도가 권선온도보다 평균 10℃ 이상 높은 비정상적인 데이터들이 축적되고 있었다.

3.2.3 외기온도 센서 점검 결과

외기온도 센서는 온도감지부와 신호처리부로 구성되어 있고, 변압기 주위의 온도를 센서부에서 감지하여 신호변환기반 내에 설치되어 있는 transducer에 전달하고, 이 신호를 DC 4~20mA로 바꾸어 DAU로 전송한다. 이 신호는 DAU에서 디지털 신호로 바꾸어 FEP를 통해 서버로 전송한다.

외기온도 센서는 절연유 온도나 권선온도 센서와 마찬가지로 축운저항체를 이용한 PT-100Q 방식의 저항 센서를 사용한다. 센서의 온도에 따른 저항값이 신호변환기반로 입력되어 DC 4~20mA를 출력하여 이 값이 DAS로 입력된다.

표 6 외기온도 센서 점검 결과
Table 6 Inspection results of the ambient temperature sensor

변전소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계
측정 장치수	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8
고장 센서	03년도	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	04년도	0	0	0	0	0	0	0	0	0

표 6은 외기온도 센서의 수량과 2003년도 및 2004년도의 점검에 의해 파악된 고장 센서의 개수를 나타낸 것이다. 2003년도 점검과 마찬가지로 2004년도에도 별다른 이상은 발생하지 않았으며 양호한 상태를 보이고 있다.

3.3 전류센서의 문제점 및 해결방안

전류센서에는 OLTC 동작전류 센서, 냉각 팬 동작전류 센서, 냉각 펌프 동작전류 센서, 부하전류 센서가 있으며, 전류를 측정하기 위하여 전원선에 CT(Current Transformer)를 이용하여 전류 값을 측정한다.

3.3.1 냉각 팬 및 펌프 동작전류 센서

팬, 펌프 동작전류는 제어반 내에 CT(20:5)를 설치하여 팬, 펌프 동작시 동작전류를 측정하고, 신호변환기반 내의 transducer를 통해 DC 4~20mA로 바꾸어 DAU로 전송한다. 이 신호는 DAU에서 디지털 신호로 바꾸어 FEP를 통해 서버로 전송한다.

표 7과 표 8은 냉각 팬 및 펌프의 동작전류 센서의

수량과 점검에 의해 분석된 고장 CT 수량 및 신호변환기의 불량 개수를 나타낸 것이다. 현재 팬 동작전류 센서의 신호변환기 불량은 총 132대중 5대이며, 펌프 동작전류 센서의 신호변환기 불량은 총 144대중 4대이다. 2003년도 점검시 냉각 팬과 펌프의 신호변환기 불량률은 총 276개 중 37개로 13.4%이었으나, 지속적인 점검과 교체로 현재 4% 이하의 불량률로 저감되었다.

그러나 현재 고장이 발생한 신호변환기에 대하여 교체가 이루어지고 있지 않다. 그 이유는 현재 예방진단시스템이 설치된 모든 전력소에는 슬립형 신호변환기가 사용되고 있으나, 현재 이 제품이 단종되어 사실상의 교체나 고장 수리가 불가능한 상황이다.

또한 국내에 이를 대체할 만한 동일 크기 혹은 그 이하의 크기를 가진 신호변환기를 찾을 수가 없어 타 제품으로 교체할 시에 신호변환기반 전체를 다시 설계해야 되는 문제점이 있다. 따라서 해당 변전소에서는 이에 대한 적절한 조치가 필요하다.

특히 냉각 팬 및 펌프 동작전류 측정의 경우, 모터의 기동전류와 신호변환기 내의 온도상승이 신호변환기에 영향을 줄 수 있다. 특히 모터의 기동전류는 정격의 최고 3배가 넘는 전류가 발생될 수 있다. 날씨가 더운 여름철의 경우 냉각 팬 및 펌프의 동작이 빈번하게 발생되므로, 과도한 기동전류에 의해 신호변환기의 불량이 많아질 수 있다. 특히 현대 변압기는 보통 7대에서 9대의 팬이 한 그룹으로 연결되어 있고, 효성 변압기의 경우는 10대에서 12대가 한 그룹으로 연결된다. 따라서 많은 수의 팬이 동시에 과도한 기동전류를 발생시키므로 신호변환기 불량률이 높아질 수 있다. 또한 신호변환기는 플라스틱 재질로 되어 있으므로, 여름철의 경우 신호변환기반 내부의 온도가 매우 높아지는 것도 한 원인으로 판단된다.

표 7 냉각 팬 동작전류 점검 결과
Table 7 Inspection results of the cooling fan current

변전소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계
현재 설치 수	18	0	18	24	18	18	24	12	0	132
03년도	CT 불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T/D 불량	2	0	2	1	0	0	0	0	5
04년도	CT 불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T/D 불량	2	0	2	1	0	0	0	0	5

표 8 냉각 펌프 동작전류 점검 결과

Table 8 Inspection results of the cooling pump current

변전소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계
현재 설치 수	18	0	18	24	18	18	24	12	12	144
03 년도	현장 CT불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T/D 불량	3	0	0	1	0	0	0	0	4
04 년도	현장 CT불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T/D 불량	3	0	0	1	0	0	0	0	4

3.3.2 OLTC 동작전류 센서 점검 결과

OLTC 제어반에 있는 3상 구동모터의 R, S, T상중 S 상에 CT(5:1)를 설치하여 OLTC 동작시의 동작전류를 측정한다. 측정된 전류는 신호변환기반 내의 transducer를 통해 DC 4~20mA로 바꾸어 DAU로 전송하며, DAU에서 디지털 신호로 바꾸어 FEP를 통해 서버로 전송한다.

표 9는 OLTC 동작전류 센서의 수량과 2003년도 및 2004년도의 점검에 의해 파악된 고장 CT 수량 및 신호변환기의 불량 개수를 나타낸 것이다. OLTC 동작전류 센서의 경우 불량률은 총 84대중 2대로 전체적으로 양호한 상태를 나타내었다.

표 9 OLTC 동작전류 점검 결과

Table 9 Inspection results of the OLTC motor current

변전소	A	B	C	D	E	F	G	H	I	계
현재 설치 수	9	8	10	13	10	10	12	6	6	84
03 년도	현장 CT불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T/D 불량	0	0	0	0	0	0	0	2	2
04 년도	현장 CT불량	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T/D 불량	0	0	0	0	0	0	0	2	2

4. 결 론

예방진단시스템의 운전신뢰성을 확보하기 위하여, 9개의 345kV 변전소에서 운전중인 예방진단시스템을 주기적으로 점검하고, 문제점을 분석하여 해결책을 제시하였으며, 주요한 연구결과는 다음과 같다.

- (1) 유중가스 측정장치는 변압기 정밀점검시의 절연유의 진공 주입 때 유중가스 측정장치로 연결되는 밸브를 잠그지 않아, 센서의 삼투막에 진공이 걸려

서 파손되는 사례가 많이 발생하였다.

- (2) 절연유 온도센서는 변압기에 설치된 온도계 자체 및 신호변환기에서 고장이 발생하였으며, 권선온도는 배전반실의 모자이크 판넬의 온도표시기가 현장의 온도값과의 교정이 이루어지지 않아 오차가 발생하였다.

- (3) 냉각 팬 및 펌프의 CT는 고장을 나타내지 않았으나, 신호변환기는 과도한 기동전류와 하절기에 신호변환기반 내의 온도상승으로 인하여 고장이 발생하였다.

- (4) 외기온도센서, OLTC 동작전류 센서 및 부하전류는 별다른 이상을 발생하지 않았다.

변압기 유지보수 기술의 변화에 따라 향후 예방진단시스템은 한전을 비롯하여 철도청 등의 대용량 수용가에 확대 적용될 예정이다. 그러나 변압기 예방진단시스템이 국내에 적용되기 시작하는 초기단계에 있으므로, 시스템 적용에 따른 다양한 문제점이 발생하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] Y.Fujimoto, et. al., "Operation of an On-Line Substation Diagnosis System", IEEE Transaction on Power Delivery, Vol.3, No.4, pp.1628~1635, 1988
- [2] T.Kawada, T.Yamagiwa and F.Endo, "Predictive Maintenance Systems for Substations", Hitachi Review, Vol.40, No.2, pp.135~144, 1991
- [3] J.S. Pearson, B.F. Hampton and A.G. Sellars, "A continuous UHF monitor for gas-insulated substations," IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol.26, No.3, pp.469~478, 1991
- [4] 권 동진 외, "765kV 변전기기 예방진단시스템 개발", 한전전력연구원 최종보고서, pp.1~128, 2001.
- [5] 권동진 외, "전력용 변압기 예방진단 기준설정에 관한 연구," 한전 전력연구원 최종보고서, pp.1~69, 2005