

절연진단 데이터베이스 프로그램을 이용한 고압전동기 열화 분석

공태식, 김희동, 이영준, 주영호  
한전전력연구원

Deterioration Analysis for High Voltage Motor Using Insulation Diagnostic Database Program

Tae-Sik Kong, Hee-Dong Kim, Young-Jun Lee, Yong-Ho Ju  
Korea Electric Power Research Institute

**Abstract** - This paper is purpose to introduce the database management program of insulation tests for high voltage rotating machines. KEPRI has carried out insulation tests for high voltage equipment since 1998, the number of tests grow larger every year. It is difficult to manage the numerous test results, so we developed the insulation diagnostic database program. The features of this program are an easy-search test result and making a graph of AC, tan $\Delta$  test. the most useful function is the trend management. Using the trend function, we can find the aging deterioration for high voltage machines easily.

1. 서 론

전동기 절연시스템이 운전전압보다 떨어지게 되면 절연파괴가 발생하고, 이러한 돌발적인 운전정지로 인해 전체 시스템에 막대한 손실을 발생시키게 된다. 고압전동기 고정자권선 절연물의 결합은 제작 시 발생하거나, 장기간 운전되는 동안 열적, 기계적, 전기적, 화학적인 열화 등에 의해 나타나며, 전동기의 고장원인 중 절연물 손상에 의해 발생하는 것이 약 37%에 이른다.[1] 절연상태에 대한 건전성을 확인하는 방법으로는 고압전동기 정격전압의 1.25 - 1.7배의 전압을 일정시간 동안 인가하여 절연이 파괴되지 않고 견디는가를 보는 절연내력시험법이 있으나 이는 신규 제작된 고압전동기 권선의 품질보증을 위한 수단으로 행하여지는 공장시험, 검수시험 등 특별한 경우에만 사용되어지고 있으며 현장에서 운용 중인 전동기에 대해서 적용하지 않고 있다.[2] 일반적으로 국내 산업현장에서 사용하는 전동기에 대한 진단방법으로는 정격전압 이내에서 실시하고 있으며, 시험의 종류에는 절연저항시험, 성극지수시험, 교류전류시험, 유전정접시험, 부분방전시험 등이 주로 행하여지고 있다.

한전전력연구원에서는 1998년부터 전기설비 절연진단 시험을 수행하고 있으며, 연간 발전기 40여대 고압전동기 600여대 등을 시험하고 있으며 해마다 진단건수가 증가하고 있다. 이렇게 데이터가 방대해 짐에 따라 과거의 시험결과를 검색하고 현재 결과와 비교 분석하는데 곤란을 겪게 되어 보다 체계적으로 데이터를 관리할 필요성이 대두되었다. 따라서 절연진단 데이터베이스 관리 프로그램을 개발하게 되었으며, 이 프로그램을 이용하여 시험결과를 쉽게 찾아볼 수 있게 되었고, 시험결과를 트랜드로 표시하여 경년 열화 분석이 용이하게 하였다. 본 논문에서는 절연진단 시험결과와 체계적인 관리를 위하여 개발한 데이터베이스 프로그램의 개요와 특징을 소개하고 있으며, 또한 프로그램의 트랜드 관리 메뉴를 이용하여 동일한 전동기가 수년에 걸쳐 일어난 절연열화를 분석한 예를 들어 소개하고 있다.

2. 본 론

2.1 절연진단 데이터베이스 프로그램 소개

본 프로그램은 비주얼 스튜디오6.0 베이직 언어로 작성되었으며, 절연진단 시험데이터를 기초 자료로 하여 입력하였다. 자료관리 기능을 통하여 자료 분류형태에 맞게 각각 파일의 레코드형태로 DB에 저장된다. 자료 분류 형태에 따라서 크게 시험결과, 기기정보, 발전소정보로 나누어지며 각각 독립된 테이블로 구성된다. 전체적인 화면구성은 그림2-1과 같이 메인화면에서 각 Sub 화면들을 호출하게 된다.

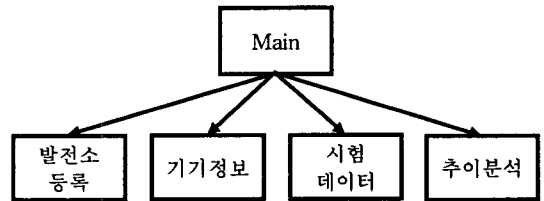


그림 2-1 프로그램 화면 구성도

발전소 등록화면은 발전소에 대한 정보로 발전회사별 발전소 리스트에 대한 정보를 갖고, 기기정보 화면은 각 발전소별로 등록되어진 기기들의 상세정보를 가지며, 추이분석 화면은 각 시험항목에 따른 해당기기 및 동일기기에 대한 시험결과 추이를 그래프로 표시한다.

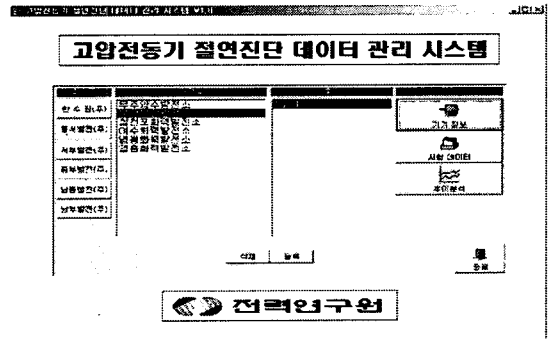


그림 2-2 Main 화면

메인화면은 그림 2-2와 같으며 발전소 등록, 기기정보, 시험데이터 입력, 추이분석 화면 등으로 이동할 수 있다. 시험데이터 입력화면은 그림2-3과 같으며 여기서 절연진단 시험인 절연저항, 직류전류, 교류전류, 유전정접, 부분방전시험과 5가지 시험의 결과만을 요약해 놓은 시험결

과 종합을 각각의 탭으로 만들어 시험데이터의 입력과 검색을 동시에 가능하게 하였다.

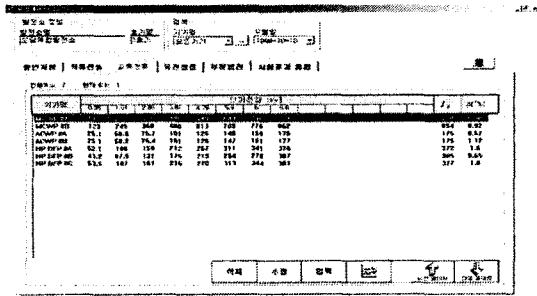


그림 2-3 시험데이터 화면

교류전류시험과 유전정점시험은 전압에 따른 각각의 증가 추이를 분석하기 위해서는 그래프 작성이 반드시 필요하다. 또한 동일 종류 전동기의 시험결과 그래프를 한 화면에서 비교, 분석하기 위하여 본 화면의 하단에 그래프 분석 버튼을 통해 그림 2-4, 2-5와 같이 분석화면으로 이동할 수 있도록 하였다.

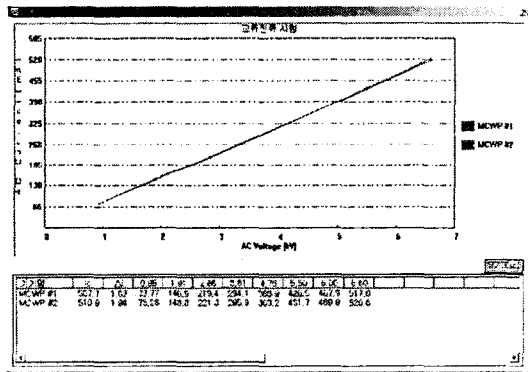


그림 2-4 교류전류 그래프 분석화면

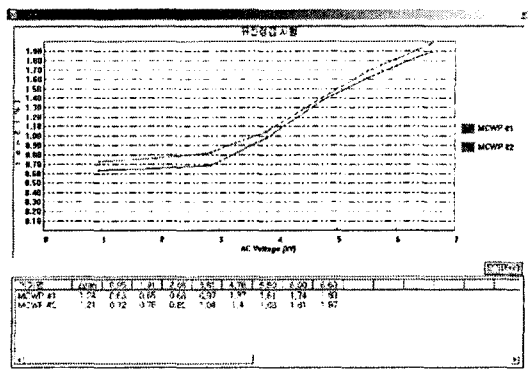


그림 2-5 유전정점 그래프 분석화면

마지막으로 추이분석화면은 그림 2-6과 같으며 본 화면을 통하여 시험횟수에 따른 각각의 절연진단시험 종류별 시험결과와 추이를 쉽게 볼 수 있게 하였으며, 또한 동일 종류의 전동기 추이를 한 화면에 나타나게 하여 경년 열화분석을 용이하게 하였다.

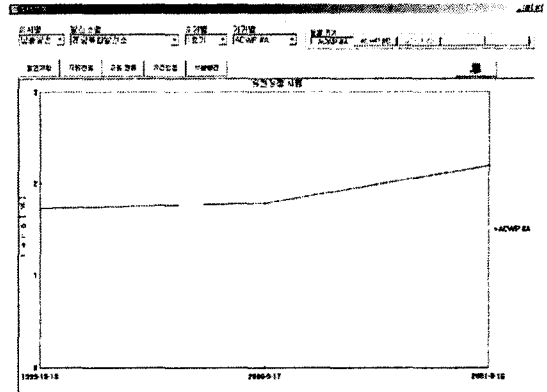


그림 2-6 추이분석 화면

## 2.2 추이분석을 통한 열화판정

본 프로그램을 이용하여 절연진단 시험결과를 체계적으로 데이터 베이스화 함으로써 시험대상기기의 절연열화 과정과 추이분석이 용이하게 되었다. 다음에 소개할 내용은 고압전동기를 약 6년에 걸쳐 3회 절연진단 시험을 실시하여 진단시험결과와 추이분석을 통하여 권선교체를 실시한 예이다. 대상 전동기는 표준석탄화력 미분기용 고압전동기이고, 시험은 1999년, 2002년, 2005년에 절연진단 시험을 실시하였다. 표 2-1은 세 번의 절연진단 시험 결과를 종합한 것이다.

시험항목	Megger [MΩ]	P.I	ΔI[%]	Δtanδ[%]	PD[pC]	종합판정
시험전압	DC5[kV]	DC5[kV]	E	E	E/3	
양호 판정기준	100 이상	2.0 이상	8.5이하	6.5이하	10,000이하	
99/9/14	1,200	4.08	5.33	5.01	2,400	양호
02/02/23	1,500	3.2	7.58	6.8	5,800	요주의
05/02/09	563	2.82	13.21	11.87	12,000	권선교체

표 2-1 고압전동기 절연진단 결과

표에서 보는 바와 같이 99년도에는 시험을 실시한 모든 시험항목에서 양호 기준치내에 들었다. 02년도 시험에서는 유전정점 시험이 기준치를 초과하고 있으며, 교류전류시험과 부분방전 시험은 기준치내에는 들었으나 99년에 비해 증가하고 있어 요주의 판정을 내렸다. 마지막 시험에서는 유전정점시험에서 기준치를 넘어서고 있으며, 또한 교류전류시험도 불량기준치에 근접하고 있다. 2005년에 실시한 시험에서는 교류전류시험, 유전정점시험, 부분방전시험에서 모두 기준치를 초과하고 있으며, 예전의 시험결과 값보다 급증하고 있어 절연물리 상당히 열화된 것으로 판단되어 권선교체 판정을 내려 재 권선을 실시하였다.

그림 2-7, 2-8, 2-9는 3번에 걸쳐 시험한 교류전류, 유전정점, 부분방전 시험의 추이분석화면이다. 그림 2-7, 8, 9에서 보듯이 시간이 지남에 따라 교류전류, 유전정점, 부분방전 시험 결과값이 계속 증가하고 있음을 알 수 있다. 따라서 위 전동기는 계속 절연열화가 되어 가고 있으며, 2005년에 진단한 결과는 기준치를 크게 초과하고 있어 설비의 안전운전을 위하여 권선교체 판정을 내려 재권선을 실시하였다.

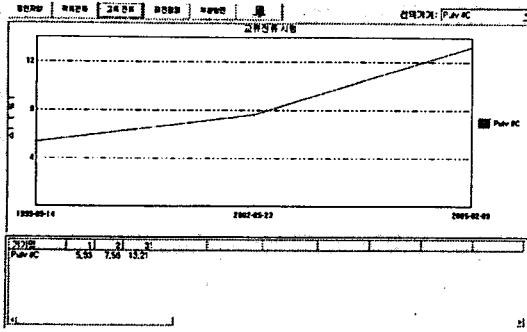


그림 2-7 교류전류시험 추이분석화면

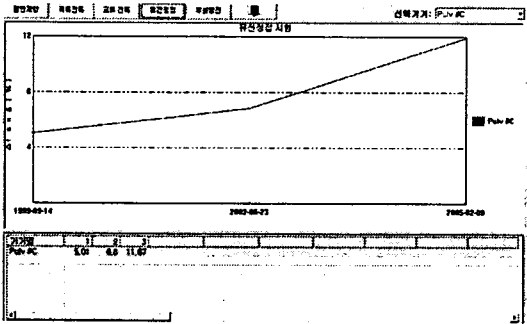


그림 2-8 유전정접시험 추이분석화면

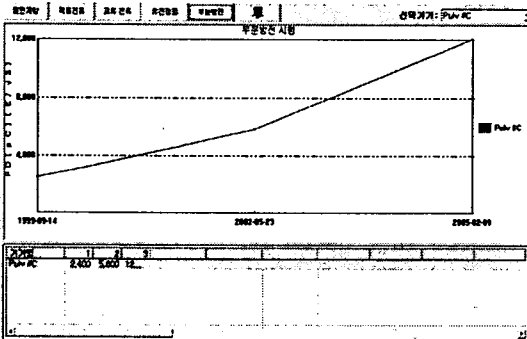


그림 2-9 부분방전시험 추이분석화면

만일 본 추이분석을 하지 않고, 마지막 시험결과만 가지고 판정을 하였다면, 시험 결과값이 절연열화에 의해 나타난 값인지, 아니면 고압전동기가 가지고 있는 고유 특성값인지 판단을 하기가 힘들었을 것이다. 그러나 본 프로그램을 이용하여 과거 시험 결과와 비교, 분석하고, 또한 추이분석 그래프를 통하여 시험값의 변화정도를 분석하여 상기 전동기가 절연열화가 계속 진행 되어가고 있음을 쉽게 알 수 있었다.

### 3. 결 론

1. 전력연구원에서 수행하고 있는 절연진단 시험의 수요가 해마다 증가하고 있으며, 1998년부터 시험한 결과 데이터가 너무 방대하여 관리하는데 어려움을 겪었으나, 본 프로그램을 사용함으로써 쉽고, 체계적인 데이터 관리가 가능하게 되었다.
2. 본 프로그램의 추이관리 기능을 이용하여 절연진단 시험결과의 시간에 따른 변화정도를 화력발전소 미분

기용 고압전동기를 예를 들어 보여주었다.

3. 상기 전동기는 2005년 절연진단 시험중 교류전류, 유전정접, 부분방전시험에서 기준치를 초과하고 있으며, 과거 진단결과와 비교해보면 증가하는 추세를 나타내어 절연물이 계속 열화되는 것으로 판단되어 재권선을 실시하였다.
4. 본 프로그램의 특징은 절연진단시험의 결과를 쉽게 검색할 수 있으며, 교류전류, 유전정접 시험의 그래프 분석이 용이하고, 절연물의 경년열화에 따른 추이변화를 한눈에 볼 수 있어 정확한 진단결과 판정을 가능케 하여 시험의 신뢰성을 높일 수 있게 되었다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Motor Reliability Working Group, "Report of Large Motor Reliability Survey of Industrial and Commercial Installation", Parts I and II, IEEE IAS Transaction Vol I A-21, No4, pp. 863, 1985.
- [2] "Recommended Practice for Insulation Testing of Large AC Rotating Machinery with High direct Voltage", New York : Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE Std. 95-1977, 1977