

고압전동기 절연진단 해석(II)

이영준
전력연구원

Analysis of Insulation Diagnostic Test for High Voltage motor(II)

Young-Jun Lee
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - The insulation diagnostic tests was performed at local thermal power plants high voltage motor. The insulation diagnostic tests include measurements of insulation resistance, polarization index, AC current, $\tan \delta$, partial discharges.

This paper describes Insulation characteristics for high voltage motor which located by inside and outside.

1. 서 론

고압전동기 고장자 권선은 기동, 정지시 및 운전중에 기계적, 열적, 전기적 및 환경적 요인들이 복합적으로 작용하여 열화가 진행되며, 그 결과 정상운전중 불시고장 등의 치명적인 현상이 종종 발생하고 있다.

통상 절연물이 파괴에 이르는 것은 어느 한가지 열화요인에 의해 발생되기 보다는 여러가지 요소가 복합적으로 작용하여 발생한다.⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

기계적 열화는 고장자 권선에 과도한 진동과 기동 정지 반복에 따른 기계적 응력이 주 원인이다. 이것은 정상 운전상태나 기동, 단락과 비동기화 등의 과도상태에서 고장자 권선에 나타나는 전자기력에 기인한다.

열적 열화는 절연물이 고장자 권선에서 발생하는 열에 의해 시간이 지남에 따라 열화되어 발생한다. 각 절연물의 열화속도는 열특성과 가해지는 온도에 따라 결정되며, 만일 절연물의 열등급이 적절히 선정 되었다면 열화와 그에 따른 손상은 보장된 수명기간 동안 서서히 이루어지고 그렇지 않을 경우에는 심각한 열화로 진행된다.⁽⁴⁾

전기적 열화는 절연물이 정격전압 및 과도전압을 견디지 못해 발생한다. 그러나 전기적 열화는 전기적인 성질만이 아니고 열적 및 기계적 열화에 의한 요인이 복합적으로 작용하는 것이 특징이다. 전기적 열화의 요인은 전기적 방전, 표면의 tracking 현상과 흡습, 계통의 이상전압, 전원전압의 불균형 등이 있다.

환경적 열화는 주로 외부로부터 고장자 권선에 습분, 염분, 분진, 먼지 등이 부착되어 절연물에 손상을 가져오며, 이러한 상황은 절연물의 열화를 가속시키는 역할에 중요한 요인으로 작용한다.

전력연구원 절연진단팀은 급변에 306대에 달하는 고압전동기 절연진단 시험을 통해 환경적인 요인이 절연열화에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 실내외에 설치된 고압전동기를 구분하여 절연진단 시험 결과를 고찰하여 보았다.

2. 절연진단시험

2.1 절연진단시험

절연진단을 수행한 고압전동기는 총 306대로서 발전소 건물내에 설치된 전동기는 214대(70%)이며, 발전소 건물 외부에 설치되어 운전중인 전동기는 92대(30%)였다. 그림 1은 절연진단을 시행한 고압전동기의 실내외 설치 분포를 나타내었다. 또한, 그림 2는 306대의 고압전동기의 사용년수를 나타낸 것으로 0~5년 운전된 것이 146대(47.7%), 6~15년이 71대(23.2%), 15년 이상이 89대(29.1%)를 차지 하였다.

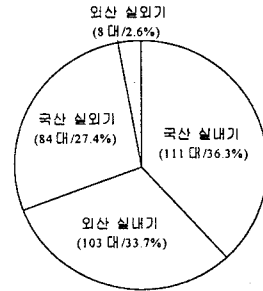


그림 1. 실내외의 고압전동기 설치현황

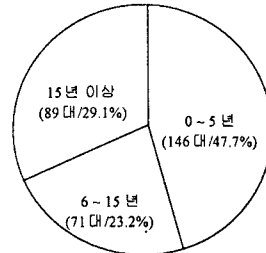


그림 2. 고압전동기 사용년수 현황

2.2 진단시험 항목

고압전동기 고장자 권선을 3상 일괄로하여 절연진단을 수행하였으며, 시험항목은 절연저항(Megger), 직류전류(P.I), 유전정접(Tan δ), 교류전류(AC Current), 부분방전(Partial Discharge)시험 등 비파괴 시험을 수행하였다.

3. 시험결과 및 분석

3.1 절연저항 시험

본 시험에서는 고정자 권선을 3상 일괄로하여 대지 간에 1,000(V) Megger로 전압을 인가하여 1분 후의 절연저항 값을 측정하여 결과 표 1과 같은 결과를 얻었다. 표 1에서 볼 수 있듯이 절연진단 시험을 시행한 306대의 고압전동기 중에서 실외에 설치된 2대의 전동기만이 불량한 결과를 나타내었다.

표 1. 절연저항 시험결과

제작사	시험대수	불량대수	불량율(%)
실내	국산	111	0
	외산	103	0
실외	국산	84	2.38
	외산	8	0

3.2 직류전류 시험

본 시험에서는 고정자 권선을 3상 일괄로하여 대지 간에 직류 5,000(V)를 인가하여 성극지수를 측정하였고, 그 결과는 표 2와 같다. 직류전류 시험 결과에서도 역시 실외에 설치된 4대의 전동기만이 불량한 결과를 나타내었다. 이는 실외에 설치된 전동기가 실내에 설치된 전동기에 비하여 습분, 염분, 먼지 등에 쉽게 노출되어 있어 고정자 권선에 흡습, 오손 등이 발생하여 나타난 현상이라 판단된다.

표 2. 직류전류 시험결과

제작사	시험대수	불량대수	불량율(%)
실내	국산	111	0
	외산	103	0
실외	국산	84	4.76
	외산	8	0

3.3 유전정접 시험

본 시험에서는 고정자 권선을 3상 일괄로하여 대지 간에 정격 상전압의 125(%)에서와 25(%)에서의 $\tan \delta$ 값을 측정하여 그 차를 $\Delta \tan \delta$ 로 얻었으며, 그 결과는 표 3과 같다.

표 3에서 보는바와 같이 실내외를 막론하고 전체적으로 고르게 불량한 결과가 나왔으며, 이는 사용년수의 경과와 더불어 실내외에 설치 위치와는 상관없이 절연물에서 열화가 진행되고 있음을 나타낸다.

표 3. 유전정접 시험결과

제작사	시험대수	불량대수	불량율(%)
실내	국산	111	32.8
	외산	103	13.8
실외	국산	84	16.6
	외산	8	25.0

3.4 교류전류 시험

본 시험에서는 고정자 권선을 3상 일괄로하여 대지 간에 정격 상전압의 125(%)까지 교류전압을 인가하면서 교류전류의 변화상태를 측정하여 전류증가율(ΔI)를 구하였으며, 그 결과는 표 4와 같다.

시험결과에서 보듯이 유전정접 시험결과와 마찬가지로 실내외의 설치위치에 상관없이 불량 대수가 고르게 분포되었음을 알 수 있다.

표 4. 교류전류 시험결과

제작사	시험대수	불량대수	불량율(%)
실내	국산	111	7.20
	외산	103	4.85
실외	국산	84	8.33
	외산	8	25.0

3.5 부분방전 시험

본 시험에서는 고정자 권선을 3상 일괄로하여 대지 간에 정격 상전압을 인가하였을 때 발생하는 부분방전 값을 측정하였으며, 그 결과는 표 5와 같다. 시험결과에서 보듯이 고압전동기의 설치위치는 부분방전 시험결과에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

표 5. 부분방전 시험결과

제작사	시험대수	불량대수	불량율(%)
실내	국산	111	4.50
	외산	103	8.73
실외	국산	84	5.95
	외산	8	12.5

4. 결 론

환경적인 요소가 고압전동기의 절연열화에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위해 306대에 달하는 고압전동기의 절연진단 시험을 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

[1] 절연저항 시험 및 직류전류 시험 결과 실내에 설치된 고압전동기 214대는 모두 양호 하였으나, 실외에 설치된 고압전동기 일부에서는 불량한 결과가 나왔다. 이는 발전소 건물 외부에 설치된 전동기는 습분, 염분, 먼지 등에 쉽게 노출되어 흡습, 오손 현상이 발생한 결과라 판단된다.

[2] 유전정접, 교류전류 및 부분방전 시험 결과는 고압전동기의 설치위치에 상관없이 불량한 결과가 고르게 분포됨을 알 수 있었으며, 이는 환경적 요인에 의한 열화보다는 사용년수의 경과에 따라 기계적, 열적, 전기적 및 환경적 요인이 복합적으로 작용하여 열화가 발생된 것이라 판단된다.

[3] 발전소 건물 외부에 설치된 실외기는 실내기에 비하여 흡습, 오손의 가능성이 많으므로 특별한 관리가 필요하며, 스페이스 히터 등을 상시 가동하여 그 영향을 최소로 줄여야 하겠다.

[참고문헌]

[1] G.C.Stone "Practical Techniques for Measuring PD in Operating Equipment".

IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol.7,
No.4. pp.9~19, 1991.

[2] I.M. Culbert, H. Dhirani and G.C. Stone. "Handbook to Assess the Insulation Condition Large Rotating Machines", EPRI Publication EL-5036, Vol.16, June, 1989.

[3] 한전 전력연구원 발전연구실, 한국전기연구소, "발전기 Stator 수명예측 및 절연진단에 관한 연구 (최종보고서)", 한국전력공사 전력연구원, 11, 1992.

[4] 전력연구원 발전연구실, "발전기 권선 및 철심 진단기법", pp1-16, Sep, 1996.