

비파괴 및 비색법에 의한 주상변압기 절연유의 경년열화 분석

The Analysis on the Oil Deterioration of Pole-Transformer by Non-Destructive and UV/Visible Method

곽 회 로	송실대학교 전기공학과
남 영 우	송실대학교 화학공학과
윤 영 자	송실대학교 화 학 과
권 혁 일 ^o	송실대학교 전기공학과
이 동 준	송실대학교 전기공학과
송 일 근	송실대학교 전기공학과
권 동 진	전 력 연 구 원

Abstract

This paper describes the O.T aging analysis by non-destructive electrical and UV/visible method. Non-destructive diagnosis method is $\tan \delta$ test. Also the new method of the aging analysis, UV/visible method was introduced in this paper and compared with the non-destructive electrical method. The UV/visible test could be useful method for the O.T aging electrical diagnosis such as non-destructive electrical method.

예방진단에 대한 기초자료 및 예방진단기법을 제시하고자 하였다.

본 연구에서는 O.T 경년에 따른 열화가 어떻게 진행되는지를 가속열화와 부분방전등으로 인한 유전체의 손실을 측정하는 $\tan \delta$ 측정법으로 분석하고 UV/visible분광분석방법으로 측정한 결과와 비교하였다. 그리고 주상변압기의 예방진단에 유용하게 사용될 수 있는 판단 지표로서 비색법(UV/Visible)의 적용 가능성을 검토하였다.

1. 서 론

대용량 변압기는 돌발사고로 인한 영향이 광범위하고, 사고복구시 많은 시간이 걸리기 때문에 예방진단법에 관하여 오래 전부터 연구되어 왔다. 그러나 주상변압기의 분포는 전국에 산재해 있고 또한 수량이 막대하여 정전사고시 사회적 문제를 불리일으키고 있는 반면에 주상변압기의 예방진단법에 관한 연구는 미비한 실정이다. 현재 주상 변압기 절연유의 경년열화 진단은 간이수리후 중수리를 실시함으로써 주상변압기의 소손사고 방지와 주상변압기의 내구수명을 평가하고 있다. 이러한 수리점검과정은 많은 인력과 막대한 수리비용을 초래하고 있어 학술적인 연구를 통해-115-

2. 실험장치 및 실험방법

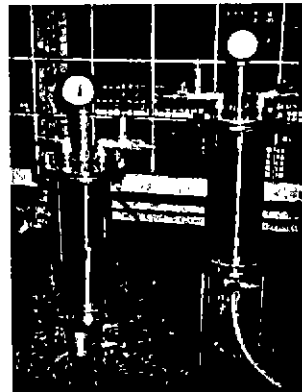


그림 1 가속열화장치

실변압기에서 절연유가 경년에 따라 절연유 성질이 어떻게 변화하는 지를 알아보기 위하여 실변압기에서 절연유를 일정 기간(신유, 8년, 10년, 13년)의 것만을 채유하여 분석하였다. 또한, 실변압기에서의 경년열화와 가속열화방법에 의한 경년열화를 비교분석하기 위하여 가속열화장치로 절연유를 열화시켜 절연유의 성질이 어떻게 변화하는 지를 알아보았다. 특히, 반응기에는 주상변압기에 들어가는 절연재료들의 중량비 (oil : core : coil : papers = 1.35[g] : 800[g] : 778[g] : 40.5[g])에 따라 투입하였으며 온도는 200[°C]와 250[°C]에서 실험을 실시하였다. 각각의 온도에서 실제변압기의 경년열화에 따른 값들과 유사해질 때까지 열화를 시켰으며, 중간에 소량의 시료를 채취하여 Tanδ 분석 및 UV/Visible 분광분석을 검토하였다.

Tanδ 분석은 측정온도 50[°C]와 상용주파수에 서 측정하였다. 또한 UV/Visible 분광분석시험은 절연유와 Hexane을 일정 비율(0.1[mL] : 9.9[mL])로 섞은 다음 380nm의 파장을 갖는 빛을 방출한후 혼합물의 광도를 측정하여 탁한 정도를 알아보는 흡광도실험을 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

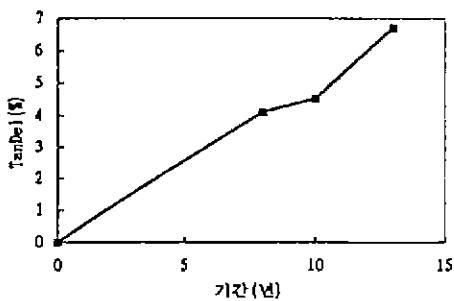


그림 2 실변압기의 경년에 따른 Tan δ 변화량

Tanδ 측정값은 절연유의 열화정도를 측정하는 주요한 지표중의 하나이다. 그림 2는 실변압기에서 경년에 따라 채유한 절연유의 Tanδ 값을 나타내었다. 실변압기의 Tanδ의 측정값을 알아보면 신유는 0.1[%], 8년된 절연유는 4.0[%], 10년된 절연유는 4.5[%], 그리고 13년된 절연유는 6.8[%]로 나타났으며 그 값은 경년

에 따라 증가하는 경향을 나타내고 있다. 이는 실변압기의 절연유가 경년에 따라 열화되고 있음을 보여준다.

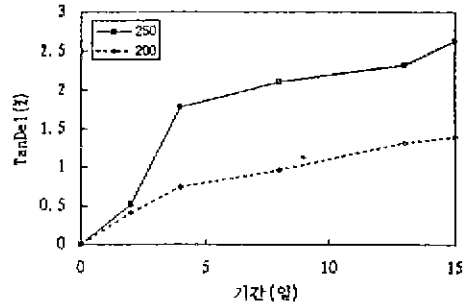


그림 3 가속열화에 따른 열화유의 Tan δ 값 변화

그림 3은 200[°C]와 250[°C]로 열화시킨 절연유의 Tanδ 값의 변화를 나타내었다. 그림 5에서 250[°C]로 열화시킨 경우에는 2일 경과된 열화유는 0.52[%], 4일은 1.78[%], 8일은 2.10[%], 그리고 13일된 열화유는 2.32[%]를 나타내면서 증가하는 경향을 보여주고 있다. 열화장치에 의한 Tanδ의 변화는 실변압기의 사용연도에 따라 Tanδ 변화와 유사한 경향을 보여주고 있다. 이는 열화장치에 의해 절연유가 실변압기에서처럼 열화되고 있음을 나타낸다.

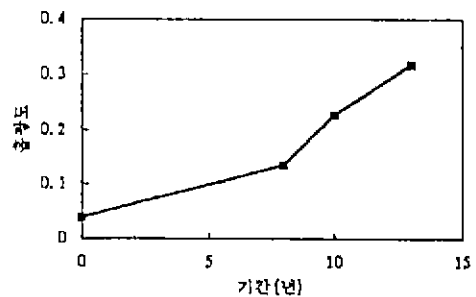


그림 4 실변압기의 경년에 따른 흡광도의 변화량

그림 4는 실변압기에서 채유한 절연유의 흡광도 변화를 알아본 것이다. 신유의 경우는 0.020이었고 8년된 절연유의 흡광도는 0.070 그리고 10년과 13년된 변압기 절연유의 흡광도는 0.058, 0.073 로 시간이 경과함에 따라 절연유의 색은 점점 탁해지는 경향을 나타내고 있다.

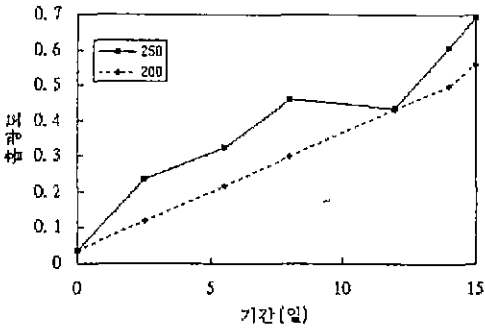


그림 5 가속열화에 따른 흡광도의 변화

그림 5는 절연유를 가속열화시킨 동일한 시료의 흡광도를 나타낸 것이다. 200[°C]와 250[°C]로 열화시킨 열화유에서도 시간이 경과함에 따라 절연유의 흡광도는 점점 높아지고 있다. 이는 절연유가 열화됨에 따라 비파괴진단방법 뿐만이 아니라 흡광도도 나빠지고 있다. 즉, 흡광도 결과가 탁해지면 다른 비파괴진단의 측정값들도 동시에 나빠지는 경향을 나타내고 있다. 그래서 지속적인 연구를 통하여 흡광도와 절연유 열화의 상관관계를 유출하면 절연유의 전기적 비파괴시험법으로 우수한 $\tan \delta$ 측정법을 현장에서 용이하게 실험측정이 가능한 UV/visible 분광분석법으로 대체 가능하리라고 본다.

4. 결 론

본연구에서는 실변압기에서 사용년도에 따른 절연유를 채취하여 전기적 비파괴 시험으로 가장 많이 사용되는 $\tan \delta$ 측정법과 새로운 열화진단방법으로 현장 측정이 용이한 UV/visible분광분석 시험법으로 분석한 결과 열화 경향이 유사함을 알 수 있었다.

그리고, 가속열화시험에 의한 $\tan \delta$ 측정 및 UV/visible분광분석 시험결과로 실변압기의 절연열화경향과 유사함을 알 수 있었다. 따라서 UV/visible분광분석 시험방법을 현장적용하면 간편하고 용이하게 절연유의 열화정도를 파악할 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

- [1] R. Musil et. al, "Testing Practices for the AC Breakdown Voltage Testing of Insulation Liquids," IEEE, Vol.11, pp.21-26, 1995.
- [2] 박희로 등, "전력용 변압기 절연유의 비파괴 진단 시험법 비교연구," 대한전기학회지, 제40권, 제8호, pp.799-807, 1991.
- [3] "변압기 유중 가스 감시 시스템의 운용연구," 연구보고서, 전력연구원, pp.1-78, 1994.
- [4] "電氣絶縁油ハンドブック," 日本石油學會, pp.1-48, 1987.
- [5] Andrzej B.S, "Characterization and Pretreatment of New Transformer Oils," IEEE, Vol.11, pp.8-20, 1995.
- [6] "部分放電劣化", 日本電氣學會 技術報告, pp.1-82, 1984.