

유입변압기 오일필터링에 따른 유전정접 변화사례 고찰

공태식, 김희동
한전전력연구원

Example study of the dissipation factor change according to the oil filtering in large oil-filled transformer

Tae-Sik Kong, Hee-Dong Kim
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - This paper is purpose to understand the dissipation factor properties of the oil-filled large transformer according to the oil filtering. In order to know the insulation characteristic change by insulating oil filtering, we carried out the insulation diagnostic test for the same transformer before oil filtering and after. The insulation diagnosis tests are consist of the megger, the polarization index, the AC current test, the dissipation factor test and the partial discharge test, Especially we took notice of dissipation factor change, we analyzed and made a comparison of the two cases test result

$\tan\delta$ 는 그림1에서와 같이 아래의 식으로 구해질 수 있다.[1]

$$\tan\delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{1}{w C R}$$

절연물 내에 포함된 수분 및 불순물들도 이러한 누설전류를 증가시키는 원인이 되며, 따라서 유전정접을 측정함으로써 변압기 절연물의 절연상태를 파악할 수 있다. 그림1 에서 전압보다 90° 앞선 충전전류(I_C)와 실측전류(I)와의 각을 유전손실각 δ 로 표시하며, 이러한 손실을 측정하는 척도로 유전정접(dissipation factor)은 $\tan\delta$ 로 나타낸다.

1. 서 론

변압기는 안정적인 전력을 공급하는데 매우 중요한 설비로써, 변압기 사고를 예방하기 위한 여러 가지 진단기술을 개발하고 있는 한편 유지보수 및 관리에도 많은 노력을 기울이고 있다. 변압기 내부에서 발생하는 열을 효과적으로 외부로 방출하고, 외부와의 전기적 절연을 목적으로 절연유가 사용되고 있다. 하지만, 사용기간이 경과함에 따라 경년열화현상이나 변압기 내부의 이상에 의한 아크, 코로나 방전, 누설전류로 인해 발생하는 고열에 의해 절연체의 열화가 촉진되고 열분해되어 여러 가지 가스를 발생하게 된다. 또한 운전연수가 증가함에 따라 수분이 절연유에 흡착되며, 가연성가스 및 불순물도 절연유에 혼입되어 절연유의 절연내력을 저하시키는 원인이 된다. 이러한 절연유의 수분 및 불순물 들을 제거하기 위하여 절연유 여과를 하여 사용한다. 절연유 여과의 방법에는 원심분리기법, 여과기법, 전기적 여과기법 등이 있다. 본 논문에서는 발전소 주변압기에 사용되고 있는 대형 유입변압기를 대상으로 절연유 여과 전에 절연진단 시험을 실시하고, 동일 변압기를 절연유 여과 후에 다시 진단을 실시하여 그 결과를 비교하였으며, 특히 진단시험항목 중 그 변화정도가 비교적 큰 유전정접 시험 결과를 분석하여 오일 필터링이 절연진단 시험결과에 미치는 영향을 알아보았다.

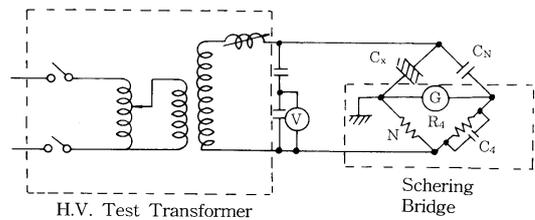


그림 2 유전정접 측정회로

그 측정회로도에는 그림2와 같으며 여기서 C_x 가 변압기 절연시스템의 정전용량이 된다. 그림3은 변압기 절연진단 시험장면이고, 그림4는 절연유 여과장면이다.

2. 본 론

현재 국내 석탄 화력발전소에서 사용 중인 주변압기에 대하여 오일 필터링 전과 후에 유전정접 시험을 실시하고 그 결과를 분석하였으며, 시험방법 및 원리는 아래와 같다.

유전체에 교류전계를 인가하면 유전체 손실이 발생하게 되는데, 절연물 내 쌍극자가 교번전계에 의한 진동을 하며 발생하는 마찰열, 부분방전에 의한 손실, 방전 시 발생하는 빛에 의한 손실 등이 발생한다. 만일, 절연물에 이러한 손실분이 없다면, 충전전류만 존재하겠지만 실제로는 누설전류도 존재하게 된다.

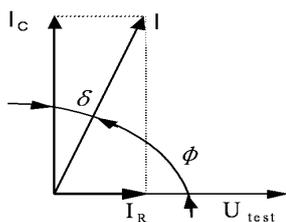


그림1. 유전정접($\tan\delta$)



그림 3 변압기 절연진단 시험장면



그림 4 절연유 여과장치

절연유여과 1달 전과 여과 4달 후 분석한 절연유의 가스, 수분 및 절연과피 전압 등 성분변화는 아래의 표1과 같다.

종류	before	after
가연성가스총량 [$\mu\text{L/L}$]	959	242
총 가스량 [$\mu\text{L/L}$]	128,529	55,675
수분함량 [$\mu\text{L/L}$]	31	8
절연과피전압 [kV/mm]	58	81

표 1 절연유 여과 전, 후 성분비교

3. 시험결과 및 고찰

시험은 고압 측(154kV)과 저압 측(20kV)에 대하여 각각 시험을 실시하였으며, 시험전압은 10kV까지 인가하며 매 1kV 마다 유전정접 값을 기록하였으며, 그 시험결과는 아래와 같다.

Voltage [kV]	H.V side		L.V side	
	before	after	before	after
1	1.46	0.45	0.88	0.51
2	1.47	0.45	0.88	0.52
3	1.47	0.45	0.89	0.46
4	1.47	0.45	0.89	0.46
5	1.47	0.45	0.89	0.46
6	1.47	0.45	0.89	0.46
7	1.47	0.44	0.89	0.46
8	1.48	0.42	0.89	0.46
9	1.49	0.42	0.89	0.46
10	1.50	0.42	0.89	0.46

표 1. 유전정접 시험결과

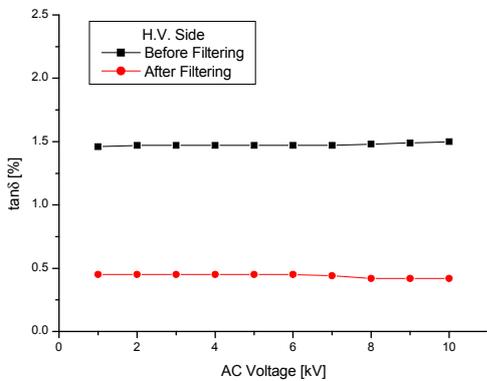


그림 5 고압 측 유전정접 측정결과

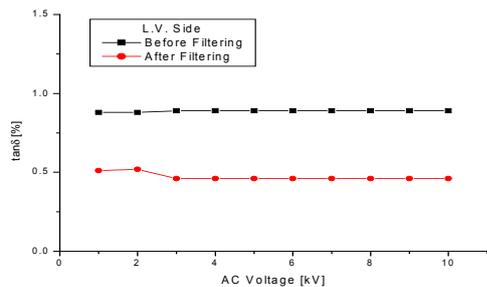


그림 6 저압 측 유전정접 측정결과

상기 표와 그래프에서 보듯이 고압 측과 저압 측 모두 유전정접 값이 절연유 여과 전보다 후에 낮아지는 것을 알 수 있다. 이는 절연유를 여과함으로써 오일 내에 들어있던 수분 및 불순물 등이 제거되어 나타나는 현상으로 분석된다. 그러나 만일 변압기내부에 지속적인 아크의 발생으로 가스 등 불순물이 증가하고 있어 절연열화가 상당히 진행된 변압기일 지라도 오일여과를 실시한 후에 얼마되지 않아 유전정접 시험을 실시한다면 양호한 결과를 나타낼 수도 있다. 따라서 유전정접 시험 결과를 추이관리를 한다면 절연유 여과 시행여부도 같이 관리를 해야 될 것이다.

4. 결 론

금번 유입변압기의 절연유 여과에 따른 유전정접 특성변화를 알아보기 위한 실험의 결과는 아래와 같다.

1. 절연유 여과에 의해 유전정접 값이 크게 개선됨을 알 수 있으며, 이는 절연유 내의 수분 및 도전성 불순물이 제거에 의한 것으로 분석된다.
2. 만일, 변압기내 절연시스템에 결함이 발생하여 높게 나타난 유전정접 값도 절연유 여과에 의해 일시적으로 낮게 나타날 수 있으며, 시험결과 분석 시 절연유 여과시점을 고려하여 판단해야 된다.
3. 절연유 여과 시점을 고려하지 않은 유전정접 시험 수치의 추이관리는 것은 무의미 하다.
4. 변압기 전체 절연상태를 분석하기 위해서는 전기적인 유전정접 시험만으로는 충분하지 않으며, 주기적인 절연유 분석 및 변압기 내부육안점검 등이 필요하다.

[참 고 문 헌]

[1] Power System Instrumentation and Measurements Committee of the IEEE Power Engineering Society, "IEEE Guide for Diagnostic Field Testing of Electric Power Apparatus - Part 1 : Oil Filled Power Transformers, Regulators, and Reactors", (IEEE Std62-1995), pp.19