

電氣設備의 트러블 對策

2

제 1 장 劣化와 트러블(Trouble)의 프로세스(Process)

II. 絶緣油劣化로 發生하는 트러블

일반공장에서 많이 사용되고 있는 油入變壓器(이하 變壓器라 한다), 油入遮斷器(이하 OCB라 한다)나 OF 케이블 등 油入電氣機器에 充填되어 있는 絶緣유는 예전부터 전기적 絶緣 및 냉각매체로서 사용되어 왔다.

絶緣유로서 널리 이용되고 있는 것은 鑛油로서 표 1에 현재 각종 油入機器에 사용되고 있는 주된 絶緣유를 보였다. 이 중에서 변압기에 사용되고 있는 것은 전체의 약 90%로 그 대부분이 鑛油이다. 따라서 여기서는 鑛油에 관해서 기술한다.

鑛油(이하 絶緣油라 한다)는 사용되고 있는 중에 점점 변질되고 淡黃色이었던 것이 黒갈색으로 변하여 드디어는 슬러지(Sludge)(絶緣유的 劣化에 따라 生成하는 泥狀物)을 生成 劣化한다.

絶緣유的 劣化는 주로 공기중의 산소, 수분의 흡수나 불순물의 混入에 의하지만 유입기기 내부에서 발생하는 열, 내부에 사용되는 銅이나 鐵 등의 裸金屬과의 접촉에 따른 촉매작용에 의하여 劣化가 촉진되어 서서히 低下한다. OCB는 전류 차단시의 아크로 絶緣유가 熱分解하는 點을 除去하면 변압기에 사용하는 絶緣유와 거의 같은 劣化가 된다.

이러한 劣化要因中 유입기기 내부에서 발생하는 열이나 裸金屬과의 접촉은 실제로는 이루어지지 않으나 絶緣유와 공기 및 수분이 직접 접촉하지 않는 것과 같이 油入機器에는 각종 劣化防止方式이 취해지고 있으며 그런대로의 效果를 거두고 있다.

변압기의 통상 운전상태에 있어서 絶緣유的 經年劣化 외에 기기 내부에서 발생하는 과열, 코로나나 아크放電 등의 이상현상에 의한 絶緣유的 酸化劣化나 熱分解에 따른 특성저하, 또 機器의 운전, 유지보수상의 문제로서 변압기의 과부하운전, 도체접속부 등의 해이로 인한 過熱, 그밖에 프리저(吸濕呼吸器) 不良, 배킹(Backing)의 劣化와 실부의 조임불량, 기기 케이스의 부식 등에 의한 氣密流出이나 油出 등이 발생하면 絶緣유중에 공기, 수분 등이 흡입되어 絶緣유 뿐만 아니라 다른 絶緣유도 劣化하게 된다. 여기서는 絶緣유的

<표 1> 各種 電氣機器에 사용되고 있는 주된 絶緣油

變壓器	鑛油, 알킬벤젠, 실리콘油
遮斷器	鑛油
케이블	鑛油, 폴리브덴, 알킬벤젠
콘덴서	鑛油, 폴리브덴, 알킬나프탈렌, 알킬지페닐에탄

劣化, 그 劣化의 防止對策 개요와 구체적인 트리플 事例에 관하여 기술한다.

1. 絶緣油의 劣化와 그 防止對策

機器가 운전되고 있는 동안 絶緣油의 성능을 유지, 계속하기 위하여는 그 劣化를 방지하는 것이 중요한 일이다.

가. 絶緣油로서 필요한 諸特性

- (i) 전기적 특성에 뛰어나고, 특히 絶緣과 介電압이 높을 것
- (ii) 冷却效果가 좋을 것, 그를 위해서는 粘度, 流動點이 낮을 것
- (iii) 帶電性이 적을 것
- (iv) 금속에 대한 부식성, 물질이나 絶緣油의 열화를 촉진시키는 물질이 포함되어 있지 않을 것
- (v) 수분이나 섬유류 등의 異物이 포함되어 있지 않을 것
- (v) 高溫에도 化學적으로 안정되고 絶緣과 介電 후의 自復性質을 충분히 준비하고 있는 것 등이다.

나. 絶緣油의 劣化

絶緣油가 열화하는 것은 공기중의 산소, 수분이나 불순물의 混入에 의하지만 최대의 요인은 酸化

現象이다. 이 산화는 기기 내부의 熱이나 銅, 鐵 등의 裸金屬과의 접촉작용에 따라 촉진된다. 이하 이것들의 原因으로 絶緣油의 특성이 어떻게 低下하는가를 기술한다.

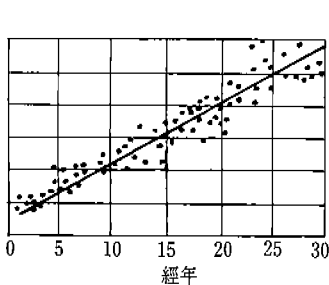
絶緣油가 酸化(絶緣油가 산소와 화합하여 劣化하는 것)하면 酸價(絶緣油중의 산성 성분량)는 그림 1 에도 나타난 바와 같이 經年으로 進行하고, 酸價의 상승은 슬러지의 발생과 밀접한 관계를 가지고 있다. 이것은 그림 2 에서도 알 수 있듯이 酸價가 0.2 이상이 되면 슬러지가 析出된다. 일반적으로는 사용한다가 0.2~0.4로 정해져 있는 것이 대부분이다.

絶緣油의 저항률은 기기의 絶緣저항치와 밀접한 관계가 있는데 그 관계를 그림 3 에 나타내었다.

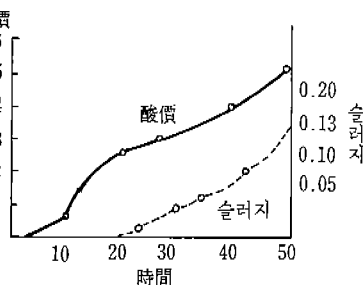
또 酸化가 커지면 絶緣油의 저항률도 떨어지기 때문에, 기기의 絶緣저항도 저하하게 된다. 그림 4 에 기름의 산가와 저항률의 관계를 나타낸다. 그림 5 에는 絶緣과 介電압과 絶緣油중 수분의 관계를 나타내었다.

이와 같이 絶緣油는 기기내에서 장기간 사용되는 중에 劣化하고 그 劣化判定에는 酸價, 저항률, 絶緣과 介電압, $\tan \delta$ 등이 이용된다. 변압기에 사용하는 絶緣의 측정치는 표 2 의 判定기준에 따라 判定한다.

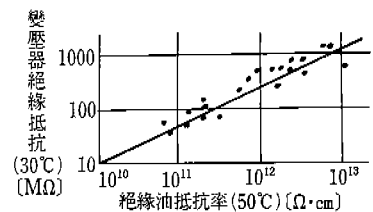
OCB에 사용하는 絶緣油의 劣化要因으로서 특히 電流遮斷에 따른 카보나이트(Carbonate : 炭化)와 水分의 混入이 있다.



<그림 1> 絶緣油의 酸價 (開放形 콘서베이터의 경우)



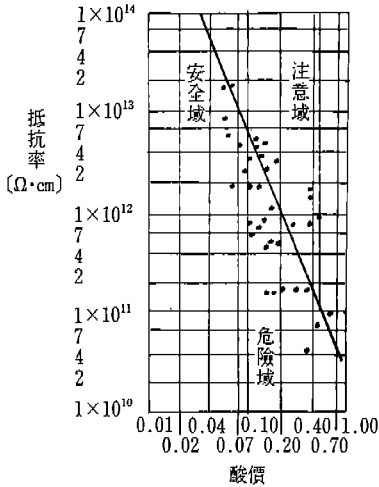
<그림 2> 劣化에 의한 酸價와 슬러지 生成의 傾向



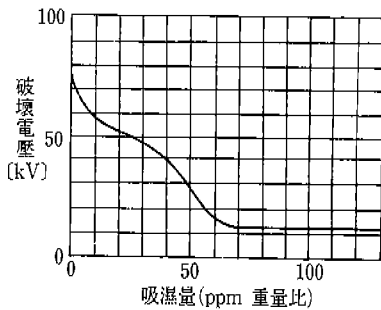
<그림 3> 絶緣油의 抵抗率과 變壓器의 絶緣抵抗과의 關係

<표 2> 油劣化 判定基準

基準	項目	破壞電壓 (kV/2.5mm)	酸價 (mgKOH/g)	抵抗率(50°C) (Ω·cm)	tan δ (%)	界面張力 (dyne/cm)	備考
良好		30 초과	0.2 미만	1×10^{12} 초과	1.25 미만	19 초과	現狀 그대로 使用 可能
要注意		30 미만	0.2~0.5	$1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{12}$	1.25~0.5	16~19	가능하면 再生, 交換
不良		20 미만	0.5 초과	1×10^{11} 미만	5.0 초과	16 미만	신속히 再生 또는 交換



<그림 4> 絶緣油의 酸化와 抵抗率과의 關係



<그림 5> 吸濕量과 破壞電壓

이는 모두 절연유의 파괴전압으로 판정할 수 있다.

일반적으로 OCB에 사용하는 절연유의 절연파괴 전압은 표 3의 數値가 사용되고 있다. 이 數値는 보통의 OCB에 있어서는 충분히 생각할 수 있는 일반적인 數値이다. 그러나 개개의 OCB에 의하여 약간

<표 3> 遮斷器油의 劣化 判定基準

遮斷器의 電壓	絶緣破壞電壓 (kV/2.5mm)		
	良好	注意	要 교체
66kV 이상	30 이상	20 이상	20 미만
22~33kV	30 이상	15 이상	15 미만
22kV 미만	30 이상	10 이상	10 미만

다른 數値를 사용하고 있는 예도 있다.

이때문에 취급설명서가 있는 경우는 그것에 따라 유지보수하는 것이 바람직하다. 절연파괴전압 이외의 특성은 變壓器油에 準한다.

다. 絶緣油의 劣化防止對策

절연유의 열화는 산화가 진행되고, 서서히 酸價가 상승하여 슬러지의 발생에 관계가 있다. 그 슬러지가 철심이나 코일의 냉각 덕트내에 부착하면 냉각효과를 저하시키기 때문에 그것을 방지하는 것이 중요하다. 그러기 위해서는 산소와 습기를 절대로 절연유중에 混入시키지 말아야 하며 절연유와의 접촉을 적게 하여 吸入防止를 도모하는 것이 필요하게 된다.

변압기유의 열화방지방식에는 몇 가지 방법이 있으나 여기서는 일반적으로 사용되고 있는 방식에 대하여 설명한다.

(i) 콘서베이터方式: 변압기 상부에 콘서베이터(절연유 팽창실)를 설치, 절연유와 공기와의 접촉면적을 적게 하고 吸濕呼吸器內의 吸着劑(실리카겔), 活性알루미나 등을 통하여 공기를 呼吸시켜(濕氣를 제거) 劣化를 防止하는 方式(그림 6 참조)

(ii) 窒素密封方式: 질소를 변압기內의 油面上

空間에 封入하여 산소를 완전히 차단하는 方式 (그림 7 참조)

(iii) 密封方式 : 柱上變壓器 등의 소형變압기에 쓰여지며 注油後 外部로부터의 공기흡입을 완전히 차단하는 方式

(iv) 吸着劑方式 : 活性알루미나 등의 흡착제 중에 절연유를 對流循環시켜 油中の 酸 또는 水分을 吸着除去하는 方式(그림 8 참조) 등이 있다.

다음에 OCB油의 劣化防止에 관하여 기술한다. 최근 OCB는 여러 가지로 절연유의 열화방지책을 施行하고 있다. 여기에 그 一例를 소개한다.

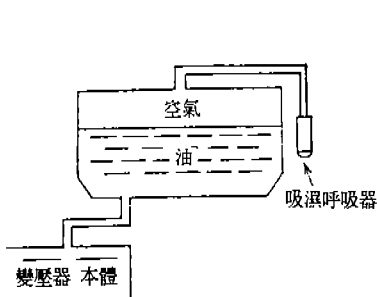
遮斷部에 고성능의 消弧室을 만들어 上部空間은 질소가스를 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 加壓한다. 전류차단시 아크로 인해 절연유의 분해가스가 발생하면 定壓장치가 움직이고 일정한 압력을 가진 構造가 된다.

이에 따라 전류 차단시의 아크에 의한 기름으로 카보나이트의 억제와 질소가스의 加壓에 따라 외부로부터의 水分과 공기의 混入을 막아 酸化를 防止할 수가 있다.

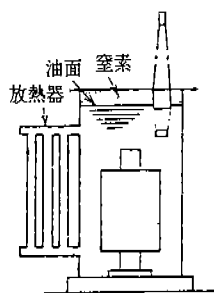
이와 같이 절연유의 劣化要因中에서 吸濕이나 공기중의 산소흡수에 의한 열화는 이의 油劣化防止裝置의 보수를 완전하게 하면 상당히 방지할 수 있다.

2. 絶緣油의 劣化에 의한 油入機器의 トラブル

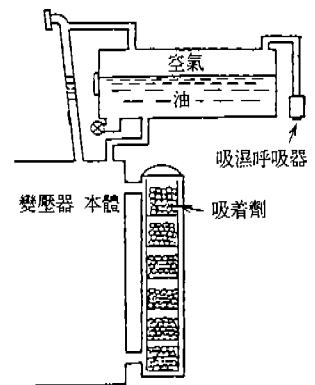
유입기기는 장기간 여러 가지 가혹한 조건하에



<그림 6> 콘서베이터方式(Conservater)



<그림 7> 窒素密封式



<그림 8> 吸着劑式

사용되어서 無整備, 無點檢단으로는 活用할 수 없고 사용자의 적절한 유지보수, 점검을 기대하여 제작되고 있다. 따라서 절연유나 기기의 운전, 정비가 적절하지 않으면 때에 따라서는 機器의 トラブル이 발생하게 된다. 이하 절연유의 劣化에 의한 기기의 トラブル 例와 그 防止對策에 관하여 알아본다.

가. 絶緣油의 劣化에 의한 變壓器의 トラブル

(1) 濕氣, 水分의 混入

(가) トラブル

〈例 1〉 15년 이상이나 운전되고 있는 변압기 핸드홀 덮개(Hand-hole Cover)가 부식하여 일부에 구멍이 뚫린 것을 定期點檢에서 발견하였다. 조사해 본 바 브리사(Breather)內的 실리카겔 吸着劑가 吸濕되어 白色으로 변색되고 이미 흡습능력을 상실한 상태로서 장기간 방치된 상태에서 운전되어 왔다. 그 원인은 브리사內的 실리카겔이 變色될 때 적시에 교환하지 않았기 때문에 일상운전의 히트사이클(Heat Cycle : 변압기내의 온도변화-負荷變動, 外氣溫의 변화 등)로 内部의 압력변화에 의한 호흡작용으로서 습기를 포함한 공기가 내부로 吸入되어 기름에 용해되고 또 탱크 밑바닥에도 水滴이 침적되어 있기 때문

이다. 그 결과 變壓器 내부의 습기나 油中水分이 內部的 熱로 증발이나 結露를 되풀이하는 동안에 핸드홀 덮개나 커버의 內面이 서서히 發錆하고 핸드홀의 一部에 구멍이 난 것이라고 생각된다.

이 트러블 例는 다행히 변압기 사고에 이르기 전에 발견되었으나 핸드홀 및 커버 내면의 赤錆片이나 水滴이 鐵心, 탭 碍子 및 코일상에 떨어질 경우 철심의 코어쇼트, 탭 애자 沿面을 벗겨 地絡事故 또는 변압기의 절연불량에 기인한 코일의 선간절연불량 등의 중대한 전기적 사고를 낳을 우려가 있다.

〈例2〉 高壓부싱 설치에 따른 패킹부 부식의 예이다. 해안선 가까이에 설치되어 있는 변압기는 해수중의 염분이나 砂塵의 흡착 등에 의하여 탭크커버는 부식하기 쉽다. 특히 염분이 함유된 빗물이 부싱 설치의 氣密部에 머물고 패킹마다 面이 發錆하면 수분을 흡입한다. 흡입의 원인 으로서는 저녁때 내리는 비 등으로 급히 차가워질 때, 변압기 內部가 負壓되고 외부로부터 수분을 흡입하고 그 물이 부싱 表面을 따라 沿面 플래시 오버 혹은 내부의 열로 증발하고 커버 內面에 結露한 水滴이 코일상에 落下하여 절연저하를 일으켜 변압기의 전기적 사고가 될 가능성이 있다.

(4) 原因

原因은 다종 다양하나 主要原因은

- (i) 브리사(吸濕呼吸器) 內의 吸着劑 效果의 低下, 오일캡의 油量不足이나 動作不良
- (ii) 핸드홀 커버, 부싱부 등의 패킹 부적합에 의한 氣密不良
- (iii) 내부점검, 탭 切換時의 핸드홀 커버의 締付 不完全
- (iv) 鹽害地區, 化學工場 등 부식성 분위기에서의 腐蝕
- (v) 용접불량에 의한 氣密이나 漏油

등이 있다.

이와 같이 절연유에 濕氣나 水分이 혼입되면 1의 나항에서도 기술한 바와 같이 油의 전기특성은 현저

〈표 4〉 水分의 混入과 트러블에 이르는 프로세스

一次原因	油 및 變壓器의 特性低下	트러블
<ul style="list-style-type: none"> • 브리사 吸濕劑의 變色 • 오일캡 油量 부족 • 패킹 枯化, 劣化, 제작 불량 • 締付 불량 • 絶緣油의 처리 불량 • 吸濕油의 封入 • 機器의 히트 사이클에 의한 氣密의 流出 • 분위기(化學工場·海峯)에 의한 腐蝕 • 熔接不良-氣密, 油密의 流出 	<ul style="list-style-type: none"> • 油의 絶緣破壞 電壓, $\tan \delta$ 抵抗率의 低下, 슬러지, 酸價値의 上昇 • 各種 絶緣物의 絶緣特性 低下 • 混入水分이나 濕氣의 증발, 內部結露, 落下 • 內部發錆 機器 內부에 落下, 堆積 	<ul style="list-style-type: none"> • 絶緣特性的 低下에 의한 電氣的 異常, 事故 (레이어 쇼트, 沿面 프래시오버, 相間短絡, 貫通破壞 등) • 冷却特性的 低下 局部過熱

하게 低下되고 변압기의 절연성능도 저하하여 전기적 사고로 이어진다. 표 4에 변압기의 수분 혼입원인으로 생각되는 트러블을 정리하였다.

(4) 防止對策

이러한 트러블을 防止하기 위하여는 항상 정비 점검으로 機器의 운전상태를 확실히 파악함과 동시에 절연유의 정기적인 시험을 실시하고, 절연과 피전압, 저항률, 酸價와 슬러지 등, 또한 동시에 변압기의 전기특성, 예를 들어 絶緣抵抗, $\tan \delta$ 등의 여러 데이터를 측정하고 그 절대치보다도 오히려 初期値에 대한 變化分을 알고 있는 것이 중요하다. 표 5에 일반적인 일시점검의 점검항목을 나타내었으나 이밖에 변압기의 發錆, 油漏의 유무 등 外觀을 점검하는 것도 필요하다.

(2) 不純物의 混入

(가) 트러블

(i) 절연유중의 섬유질, 먼지 등의 혼입으로 기기에 트러블이 發生하게 되면 油의 절연과 피전압은 저하하기 때문에 기기의 절연특성은 저하하고

<표 5> 日常點檢 項目

點檢項目	點檢의 要領
1 油面(油 量)	油面計의 판독은 油의 溫度로 보아 적정한가.
2 油 溫	溫度計의 판독은 周圍溫度, 負荷로 보아 적정치인가.
3 吸濕呼吸器	吸濕劑는 變色하지 않는가, 吸濕呼吸器 故障은 없는가.
4 音響·臭氣	異常한 音響이 발생하지 않는가, 특이한 냄새는 없는가.
5 油 漏 洩	패킹部分, 熔接部分 등에서 油出은 없는가.
6 油劣化防止裝置	裝置의 動作은 正常인가, 油面, 가스 壓 등에 異常이 없는가.
7 放 壓 裝 置	動作한 형적은 없는가, 放壓板損傷은 없는가.
8 부식의汚損破損	鹽, 먼지 등에 의한 애자의 汚損은 없는가, 애자의 破損, 아크의 흔적은 없는가, 油面은 정상인가, 除雪의 필요는 없는가.
9 탱크·放熱器	各部의 塗裝은 어떠한가, 發錆과 油漏洩은 없는가.
10 冷 却 裝 置	送油펌프, 送水펌프, 冷却扇 등의 動作은 정상인가.
11 端子의 過熱	端子部의 過熱을 막자, 示溫塗料, 變色등으로 판단한다.
12 捲線의 溫度	周圍溫度나 負荷에서 보아 적정한가 (間接式 測溫裝置附).
13 運轉 狀 況	電壓, 電流, 負荷, 周波數, 冷却水溫度 등은 異常 없는가.

주: 12, 13항은 配電盤에 기록하고, 運轉記錄으로서 보존한다.

전기적 사고로 이어진다.

(ii) 油中의 부유물 크기, 數 등에도 영향이 있으나 6kV중 小型變壓器의 油中絶緣尺度는 일반적으로 상당히 여유가 있다. 기기의 부싱리드부와 탭 절환부(Tap Changer)를 제외하면 대부분 절연피복되어 있기 때문에 간헐적인 부분방전이 발생한다고는 생각되지 않는다.

(iii) 그러나 油中에 부유하는 불순물이 탭 애자 표면 등에 보이면 沿面放電에 의한 相間短絡事故에 이른다. 또 鐵心이나 捲線表面에 엉키면 변압기 的 冷却性能에 악영향을 미치는 결과가 된다.

(4) 原因

(i) 유입변압기의 現地에 있어서 내부점검 및

수리시의 작업환경(雨天, 먼지가 많은 장소, 작업중 불순물의 낙하)에서 固形不純物, 섬유질, 먼지, 기타 異物의 混入

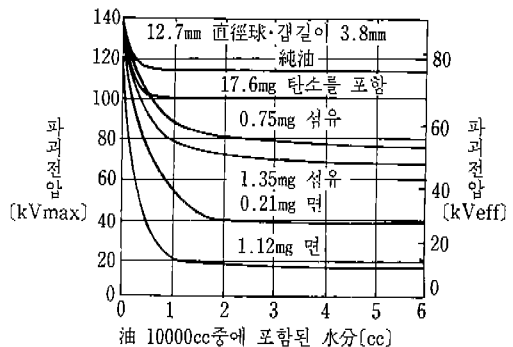
(ii) 현지에서의 油處理, 예를 들어 油의 淨油, 교환 및 異種油의 補充, 기타 淨油機, 필터, 호스 등의 오염, 油의 보관, 취급 부주의로 인한 불순물 的 混入

(iii) 절연유의 特性低下

이러한 불순물이 油中에 부유하면 나쁜 영향을 미치게 되나 특히 수분과 공존하면 그림 9에 나타낸 바와 같이 油의 절연과파전압이 현저히 저하한다. 수분을 함유하지 않는 기름이라도 油中에 함유된 먼지 등은 여러 경우 電荷를 가지고 있기 때문에 電極 근처에 가까이 끌어당겨지고 갭을 橋絡(Bridging)하기 때문에 절연과파전압을 저하시킨다. 표 6에 절연유의 劣化要因과 악영향을 받는 절연특성을 종합해 보았다.

(4) 防止對策

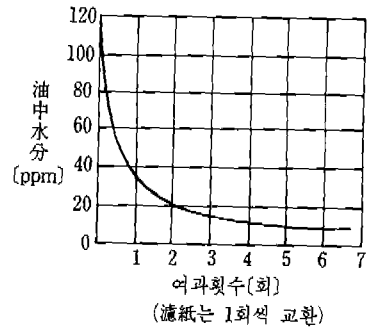
(i) 변압기의 내부점검이나 修理를 행할 때는 가능하면 기름이나 변압기 내부에 不純物이 들어 가지 않는 환경으로, 가능하면 短時間內에 작업이 종료되도록 만반의 준비를 하여야 한다. 또 機器의 開口部는 작업에 지장이 없는 한 비닐시트 등으로 덮개를 하여 작업한다. 만약 이를 철저히 작업하게 되면 야간에는 油中으로 되돌리고 吸濕되지 않도록 주의한다.



<그림 9> 破壞電壓에 미치는 水分의 영향

<표 6> 油의 劣化要因과 惡影響을 받는 絕緣特性

油의 劣化要因		惡影響을 받는 絕緣特性
水分	遊離水分, 溶解水分, 乳化水分	破壞電壓, 體積抵抗率, $\tan \delta$
纖維質	여과지, 결매	破壞電壓
먼지	空氣중의 티끌, 微粒子的 金屬粉	破壞電壓
酸化生成物	슬러지, 有機物	破壞電壓, 體積抵抗率, $\tan \delta$



<그림 10> 濾過에 의한 油中水分의 變化

(ii) 현지작업에 있어서 절연유의 보관관리에 관하여 : 절연유의 취급 부주의에 따라 品質을 아주 나쁘게 할 경우가 있다. 가장 좋지 않은 것은 앞에 설명한 바와 같이 水分, 固形物, 티끌, 熱 등이 있으므로 보관하는 장소는 될수록 청결한 옥내창고가 바람직하고 부득이 屋外에 놓을 때는 드럼통의 경우에는 옆으로 놓고 시트를 걸치는 것이 좋다. 또 絕緣油의 引火點은 휘발유나 등유에 비하면 매우 높고 安定性은 좋으나 역시 위험물로 指定되어 있고 可燃物이 있어서 그 취급에는 충분히 주의하지 않으면 안된다.

(iii) 現地油處理도 淨油機, 필터 및 호스內에 남은 기름이나 오물이 붙어 있어서 미리 세척하는 등의 주의가 필요하다. 또 사용후 開口部는 항상 청소하여 덮어 두는 것도 중요한 일이다.

절연유의 여과에 대하여도 여과지를 잘 건조하게 하고 건조 직후의 여과지를 사용한다. 또 여과지를 잘 털어서 濾紙表面의 浸유질을 씻어 없애고 사용할 필요가 있다. 그림 10에 기르의 여과횟수와 油中水分의 관계를 나타내었다.

(3) 銅黑化現象에 의한 變壓器 トラブル 例

(가) 트러블

黃化銅에 기인한다고 생각되는 트러블은 대부분 無電壓 탭 切換器 또는 裸리드部에서 발생하고 있다.

(i) 無電壓 탭 切換器의 接觸子가 近距離에서

또한 비교적 큰 對向面積에서 配列되어 있으면 剝離된 黃化銅片이 接觸자 사이에서 橋絡이 발생한다. 또 接觸자 표면에서 生成하면 接觸 저항이 증대하고 局部過熱의 원인이 된다.

(ii) 부상 접속용의 油中, 導體部는 裸銅帶가 사용되고 있기 때문에 이 부분에 黃化銅이 生成하고 脫落하여 相間短絡을 발생시킨다.

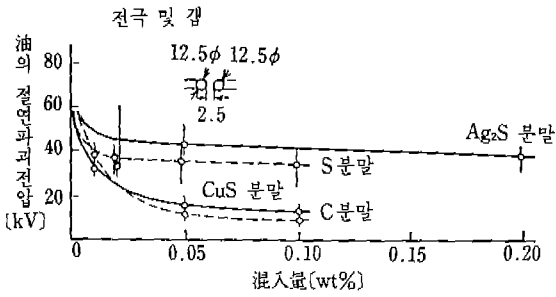
(나) 原因

(i) 절연유 중에 微量이 함유된 유황분과 변압기 내부의 裸銅과의 化學反應에 의하여 導電性의 黃化銅이 銅表面에 生成되고 이것이 어느 정도의 두께가 되면 剝離되어 油中에 부유, 또는 절연구조재의 표면에 떨어져 堆積된다. 특히 油中溶存 酸素가 적은 질소封入式 變壓器로 비교적 이 트러블이 많이 나타나고 있다.

(ii) 절연유의 특성 저하 : 黃化銅, 硫化銀의 粉末을 절연유에 첨가하여 기름의 절연과 과전압을 측정 한 결과의 一例를 그림 11에 표시하였다. 이 그래프에서 알 수 있듯이 黃化銅이 절연류중에 약간만 混入되어도 카본분말과 같고 절연과 과전압은 급격히 저하한다.

(다) 防止對策

절연유에 함유된 부식성 硫黃分을 완전히 제거하는 것은 곤란하지만 新油에 대해서는 적어도 KSC-2101의 16항에 규정되어 있는 부식성 유황



<그림11> 황화銅 混入油의 절연파괴전압

시험을 실시하고 非腐食性인 것을 확인하여 사용한다. 다음에 機器의 防止對策으로서,

- (i) 裸銅部를 紙, 니스 등으로 많은 기름과 직접 接觸시키지 않는다.
- (ii) 裸銅部가 부식하기 쉬운 알루미늄이나 銅合金 등으로 材質을 변경한다.
- (iii) 상기 대책이 시행되지 않을 경우 충분한 油中絶緣距離를 확인한다.

이상의 대책은 앞으로의 제품에 대하여 반영되었으나 가동중의 기기에 대하여는 내부를 점검하여 적절한 조치를 취하는 것이 필요하다.

나. 絶緣油 劣化에 의한 OCB의 트러블

(1) 油의 熱分解

(가) 트러블

OCB는 長期間 사용하기 때문에 정비를 완전하게 하지 않으면 부상의 油中表面에 기름이 분해되어 생긴 카본이 부착된 결과 부싱표면의 절연내력이 저하하여 절연파괴로 이르는 경우가 있다.

(나) 原因

OCB는 절연유 중에서 전류를 차단하기 때문에 그때의 아크에 의한 熱로 油가 분해되어 카본이 발생한다. 따라서 장기간 사용하고 있는 사이에 절연유의 파괴전압이 서서히 저하한다. 그림12에 기름의 熱分解로 인한 트러블의 프로세스를 나타내었다.

(다) 防止對策

절연유의 파괴전압을 측정하고 그 결과가 표 3에 있는 劣化判定基準에서 要交換으로 判定될 경우는 그대로 사용할 수 없다. 따라서 濾過 또는 재생하여 사용하는 것이 필요하다.

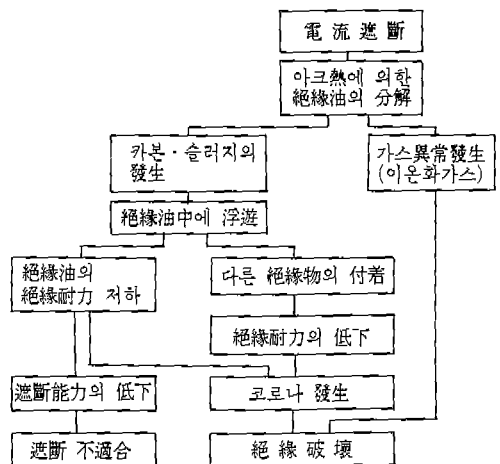
(i) 濾過基準 — 절연유의 파괴전압이 30kV (KSC 2101에 規定된 方法) 미만의 경우는 여과한다.

(ii) 再生基準 — 다음의 어떤 경우는 절연유를 재생(化學處理)한다. 재생에는 상당한 工程과 費用을 필요로 하기 때문에 기름의 전문업체에 의뢰하든가, 가능하면 新油와 交換하는 것이 좋다.

- ① 충분히 여과해도 절연파괴전압이 30kV 이상이 되지 않는 경우
- ② 염분이나 水分이 混入된 경우
- ③ 절연유의 기타 諸特性이 현저히 저하할 경우

(iii) 絶緣油의 교환 및 補充時의 주의

- ① 注油할 때에는 사전에 기름의 절연파괴전압 등을 측정하고 異常이 없는 것을 확인한 후에 한다.
- ② 절연유를 교환할 때는 새로 사용하는 기름으로 탱크 내부를 잘 씻어낸 다음 주입한다.
- ③ 절연유를 補充할 때는 同一한 메이커 제품



<그림12> 熱分解(가스·카본)에 의한 트러블 프로세스

을 사용한다. 베이커가 不分明할 때는 미리 보충할 기름과 혼합해 보아 이상이 없음을 확인한다.

(2) 水分의 混入

(가) 트러블

OCB 상부 덮개(배기장치나 점검덮개)의 패키지가 劣化되면 기밀성이 나빠져 내부에 雨水가 들어간다. 이것이 절연물에 전도되어 절연유에 혼입하면 OCB의 절연과파사고가 일어날 可能性이 있다.

(나) 原因

水分混入原因의 대부분은 변압기의 경우가 같고, 패키징 등 기밀부가 나빠져 雨水가 들어가는 경우와 溫度差로 인해 배기장치보다 습도가 높은 공기를 흡입할 경우가 있다. 수분혼입은 納入後 20년 가까이 경과한 기기에 많이 발생하고 있다. 그림 13에 수분의 혼입에 의한 트러블의 프로세스를 나타내었다.

(다) 防止對策

整備點檢을 한다, 패키징의 劣化가 認知되면 교환한다. 또한 油面計의 변화를 체크하고 이상한 상승이 있으면 點檢한다.

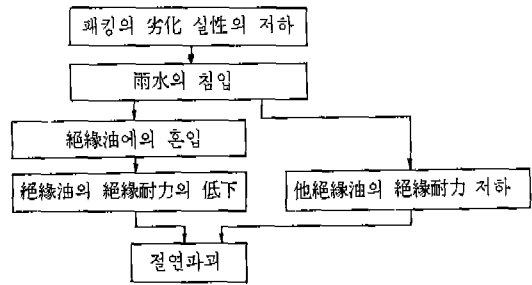
(3) 不純物의 混入

(가) 트러블

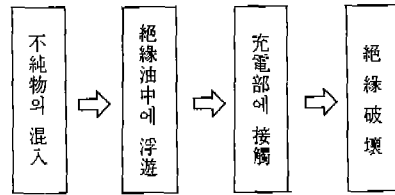
OCB 內部點檢을 행한다, 수일 후에 地絡思考가 발생하여 내부를 점검했을 때 실 찌꺼기가 발견되었다. 이보다 실 찌꺼기가 充電部와 어스면에 끼어서 OCB가 절연과파에 이르렀다.

(나) 原因

內部點檢後에 드물게 일어나는 케이스이지만, 불순물이 混入되었기 때문에 일어나며 대개의 경



<그림 13> 水分의 混入에 의한 트러블 프로세스



<그림 14> 不純物의 混入에 의한 트러블 프로세스

우 點檢時에 사용한 布絲 찌꺼기가 내부에 남아 있기 때문이다. 그림 14에 불순물의 혼입에 의한 트러블의 프로세스를 나타내었다.

(다) 防止對策

內部點檢時에 사용한 기름절레 등 실 찌꺼기를 내부에 절대로 남기지 않도록 청소한다. 또 불순물의 혼입을 방지하기 위한 일반적인 注意는 변압기의 경우와 同一하다.

* * *

絶緣油는 유입기기의 냉각과 절연을 책임지는 주요재료이다. 절연유 특성의 良否는 長期間 安全하게 운전해야 하는 油入機器의 성능, 수명을 크게 좌우한다. 따라서 기기의 유지보수 관리면에서 절연유의 諸特性 變化를 잘 파악함과 동시에 기기의 日常運轉에 세심한 注意를 기울이고 약간의 변화도 놓치는 일이 없도록 조치하는 것이 油入機器의 사고를 미연에 방지하는데 도움이 된다.

☞ 다음 호에 계속