

대용량 전력용변압기의 현장진단시험 (7)



글 / 류 희 석

한국전기연구소 전력기기연구부 절연진단연구팀

4.6.6 가스검출 고장계전기 - 동작

일반적으로 콘서베이터를 장착한 전력용변압기에만 가스검출 고장계전기를 장치한다. 가스검출 계전기는 절연유의 용해가능한 가스의 포화제한치 이상으로 발생한 가스량을 나타내는 절연유로부터 유리된 자유가스량을 검출한다. 일반적으로 매우 추운 날씨에 발생하는 변압기내로의 공기누설 흡입현상 때문에 가스검출계전기가 동작하는 경우가 가끔 발생한다. 계기의 표시가 영점이상 어떤 값을 지시하는 경우 항상 누적된 가스를 제작자의 지침에 따라 분석해야한다. 이 경우 용존가스에 대한 분석을 동시에 실시하는 것이 바람직하다.

변압기에 사용되고 있는 어떤 기기에서는 용존 가스분석을 상시감시하여 어떤 제한치에서 동작시키는 것도 있다. 이러한 기기들은 가스 발생율이

미리 설정된 제한치를 초과하는 경우 사용자에게 경보신호를 알리기 위한 것이다. 이러한 경보가 수신되면 더 상세한 실험실적 용존가스분석시험을 실시한다.

4.6.7 압력고장계전기

두가지 형태의 순시압력 고장계전기가 있다. 가장 일반적인 형태는 절연유 아래쪽에 설치한다. 다른 형태는 가스공간에 설치된다. 액체가 팽창되어 있는 전력기기 내에서 아크가 발생하는 경우 과도한 가스압력이 발생하게 되며 기기에 심각한 손상을 입히게 되고 인명에 매우 위험한 상황이 발생한다.

순시압력 계전기는 보호시스템을 가능한 한 빨리 동작시킴으로써 손상의 정도를 최소화하기 위한 것이다. 비정상적으로 동작하는 기기에 대한 조정, 보수 또는 교체과정은 제작자의 지침서를 참조하여야 한다.

4.6.8 흐름표시계의 동작확인

모든 전력기기의 냉각펌프는 냉각펌프 흐름표시 계기를 구비하고 있다. 이 계기는 펌프를 통하여 절연유가 흐르는가 여부를 관측하기 위하여 사용되며 절연유의 속도 또는 펌프의 상태를 표시하지는 않는다. 절연유 냉각펌프가 확실히 동작된 후 흐름계에는 흐름이 있다는 표시가 나타나야 한다.

다음으로 펌프를 잠시 끄고 계기 위치가 OFF위치(흐름이 없는 위치)로 변화하는가를 점검한다.



결과분석

펌프가 동작되는데도 흐름이 나타나지 않는다면 이송기기가 불완전한 가능성이 있다. 펌프가 동작되지 않는데도 흐름계가 계속 흐름상태를 표시하고 있다면, 아마도 계기가 흐름위치에 고착되어 있을 가능성이 많으며 이송기기 또는 전체 계기를 교체할 필요가 있다. 계기가 펌프를 끈 후 OFF상태(흐름이 없는 상태)를 표시하기까지 잠시동안은 계속 흐름상태를 유지하는 경우가 보통이다.

이것은 절연유의 유지력(conservation of momentum) 때문이다.

주의사항

운전중의 절연유 냉각펌프에서 흐름 부족상태가 나타나는 것은 고장상태가 임박한 것을 나타낸다. 이러한 상태가 나타나는 즉시 필요한 교정 또는 보수작업이 실시되어야 한다.

4.6.9 유면계의 육안점검

변압기 외함내 절연유의 양에 대한 정보는 최우선의 중요도를 갖는다. 대부분의 외함에는 25°C 운전상태로 교정된 액체 수준계가 장치되어 있다.

온도에 따른 액체의 체적 변화로 인하여 수준은 높아지기도 하고 낮아지기도 한다. 기기의 명판에는 액체온도 10°C 변화에 따른 액체 수준의 상승 또는 하강량이 설명되어 있는 경우가 있다.

또는 이러한 규격은 특정한 온도(보통은 25°C)에서의 외함 뚜껑에서부터 액체까지의 거리를 기준으로 하는 경우도 있다. 일반적인 형태의 계기는 원형 표시면을 갖는 분포형태이며 일반적으로 하나 또는 두 개의 경보접점을 장치하고 있다. 하나의 접점은 낮은 액체수준을 표시하고 있다면 두 번째 접점은 높은 수준을 표시한다. 표시면에는 보통 25°C 지점에 고위 및 저위를 표시해 놓고 있다. 나중의 두지점은 상대적인 것으로 어떤 실제 값과의 특성적인 연관성은 없다.

유면계 전면의 지침표시를 판독해야 한다. 이 지시치는 상부유온 측정치에 대해 합리적으로 표준화하여야 한다. 이 계기는 교정이 필요하지 않다. 계기가 교정치에서 벗어난다면 교체하는 것이

바람직하다.

주의사항

중요한 것은 기기의 운전온도범위 전체에 걸쳐 적절한 수준을 유지하는 것이다. 이러한 사항이 이루어지지 않으면 냉각특성을 상실하게 되거나 심하면 기기에 손상을 주게 된다.

4.6.10 압력계의 육안점검

전력기기 외함의 내부압력은 액체온도와 가스 발생의 함수이다. 이 압력은 주기적으로 적절한 규격에 따라 교정된 압력계기에 의해 측정된다.

LTC함이나 조정기에는 전력용변압기 외함에 비하여 상대적으로 약간 높은 압력이 존재한다.

LTC가 진공방 방식이라면 어떤 압력도 존재해서는 안된다. 밀폐방식의 LTC에서는 모든 탭 변환시마다 압력이 발생한다. 이러한 외함들에는 3psi에서 개방되고 1psi에서 다시 밀폐되는 방압변이 설치되어 있어야 한다. 이 동작기준은 탭절환기 외함내로 습기가 침투하는 것을 방지하기 위한 것이다.

주의사항

높은 압력이 발생한다는 것은 매우 심각한 운전상황을 표시하는 것일 수도 있으며 즉시 조사되어야만 한다.

4.6.11 온도계

유온계 및 Hot Spot온도계는 변압기의 적절한 운전을 위하여 매우 중요한 기기이다. 이 계기들은 온도를 표시 할 뿐 아니라 여러가지 온도설정치로 조정 할 수 있는 소형스위치를 사용하여 송풍기 및 냉각기를 동작시킨다. 이 계기들은 현장에서 적절한 기기를 사용하거나 실험실에서 정기적으로 교정되어야 한다.

가. 상부유온계의 교정 : 계기를 변압기에서 분리하여 센서부분을 제거가능한 고온 유조에 담근다. 계기상 여러지점에서 교정하여야 한다.

나. 권선 Hot Spot온도계의 교정 : 측정되는 온도상승분 또는 열적으로 똑같은 변압기에 대한 시험에서 얻어진 자료에 근거하여 권선은

도계의 가열코일에 흐르는 Bias전류는 변압기 권선의 가장 뜨거운 지점의 온도에 의해 발생하므로 예측되는 상부유온상승 이상의 °C단위의 온도구배를 모의 할 수 있도록 공장에서 조절되어 있다.

가열회로의 전류는 변압기 제작자에 의해 조절되며 이 전류의 크기는 기기의 교정상태를 입증할 수 있도록 알려져 있다. Hottest Spot의 온도구배와 열 전류의 교정곡선은 변압기 제작자로부터 입수할 수 있다.

5. 맺음말

전력용변압기는 주절연으로서 쉽지는 않으나 회복이 가능한 절연유를 사용하고 있기 때문에 회전기나 케이בל과 같이 비회복성절연을 가지고 있는 기기와 같이 잔여수명에 대한 개념이 적은 편이다. 또한 액체절연체의 절연열화특성이 명확한 마모특성보다는 외함의 틈새에서의 수분침투, Conservator의 고장, 흡습기구의 불량 등과 같은 우발적인 원인에 의해 열화되는 경우가 많다.

절연기구가 모두 절연유로만 이루어진 것은 아니기 때문에 어느정도의 마모특성이 나타난다는 보고도 있으나 수명에 관련된 열화특성, 또는 비파괴특성을 정의하지는 못하고 있다.

따라서 유입식 전력용변압기의 수명특성을 평가한다는 의미는 유효하지 못한 동기가 되고 따라서, 현재상태로서의 절연특성을 분석하는데 초점이 맞추어져 있다. 크지 않은 부분이나마 절연지의 흡습현상이나 열화현상, 권선의 외형을 관측하기 위한 저전압임펄스(Low voltage Impulse)시험 등이 행해지고 있으나, 분석과정 자체가 일반적 또는 정량적이지 못한 관계로 본고에서는 제외하였다.

본고가 현장에서 실시하는 측정기술에 초점을 맞추었기 때문에 제외한 분야 가운데 중요한 한가지 사항은 변압기의 운전이력을 근거로하는 운전수명에 대한 평가과정이 있다. 한 시점에서 측정된 값은 아니나 계속적으로 운전되는 부하량, 주위조건 등에 따른 변압기의 수명손실을 평가하는 기법이다. 이 기법은 권선내 Hot-Spot의 온도를 기준으로 산출되는 것으로 운영요원이 충실히 Log

sheet만 기록한다면 분석이 가능한 하나의 훌륭한 TBM(Time Base maintenance)평가 기법이다.

본고에서 다룬 현장진단기법들은 대표적인 CBM(Condition Base Maintenance)기법으로서 이 두가지 기법은 상호 보완적으로 적용될 때 서로의 특·장점을 최대화 할 수 있다는 것을 잊지 말아야 하겠다.

본고는 대용량 전력용변압기에 대한 현장에서의 유지보수를 위한 현장진단시험법에 대해서 주로 다뤘다. 이러한 시험법 또는 기술항목들은 기본적으로 고전압공학과 절연재료의 열화과정에 대한 깊이 있는 이해를 바탕으로 수행되어야 하는 과정이다. 따라서 현장에서 근무하는 기술인력이 쉽게 접근하기 어려운 부분이기에는 하나 실제로 실시되는 항목에 대한 기본적인 이해를 가짐으로써 평상시 유지보수 또는 점검에 의한 설비관리 과정에서 현장 기술인력이 설비의 진단에 대한 기본적인 자료를 수집 할 수 있도록 하기 위함이다.

이러한 진단 및 분석기술은 상당한 부분이 현장에 적용되기 시작하고는 있으나 현재로서 일반화된 규격류에 정리되는 상황은 아직 아니고 본고의 내용도 기술적인 논란의 여지가 많이 남아 있다는 것을 밝혀둔다. 또한 집필자의 편의상 전체적인 기술적 경향이 특정자료에 편중되어 있다는 점은 서두에 서술하였다. 이러한 분야에 약간의 경험이 있고 관심이 있는 기술인으로서 이러한 현장과 연관된 기술이 좀더 발전하고 적용되어 많은 자료가 축적되는 계기가 될 수 있었으면 하는 바람으로 이 원고를 작성하였다.

끝으로 전력기기에 대한 진단은 의학적 진단에서와 같이 체계적이며 개연성이 존재하기 때문에 가능한 한 많은 자료가 수집되고 전문가가 확보되어야만 오차 및 오류의 가능성을 최소화 할 수 있다. 또한 설비를 운전하는 현장기술자가 관심을 가지고 필요한 자료를 유지관리 하여야만 모든 부분에서의 진전이 있을 수 있다는 것을 잊지 않기 바란다.

현재 대용량 전력용변압기 및 회전기에 대한 현장진단시험을 실시하고 있는 한국전기연구소의 기술인력은 현장에서 일하는 전기기술자를 돕기 위해 지금도 노력하고 있으며 일부 산업체에는 현장시험을 의뢰받아 실시하고 있다.