Eco-friendly & Excellent

EWOX

변압기 운전 및 보수 지침서

DONGBANG

동방전기공업주식회사

DONGBANG ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.

목　　차

1. 개　　론 ····· 3

2. 운전수칙 ····· 3

3. 보　　수 ····· 9

4. 응급조치 ····· 17

5. 재 도 장 ····· 19

6. 수리절차 20

1. 개론

이 지침서는 당사 변압기의 운전 및 보수를 위한 지침입니다. 변압기의 운전 및 보수에 종사하는 모든 사람은 변압기의 품질 및 신뢰성을 보호하기 위하여 해야 할 것과 말아야 할 것을 숙지하고 있어야 합니다. 모둔 운전시험 및 보수는 이 지침서에 따라 행해져야 합니다. 운전 및 보수 시 일어날 수 있는 모든 가능한 우발사고는 이 지침서에 설명되지 않고 있습니다. 이 지침서에 설명되지 않은 특별한 문제 또는 필요한 더 많은 정보는 당사로 연락 바랍니다.

2. 운전수칙

2.1 안 전

변압기를 운전하는 동안 다음 사항을 준수해야 합니다.

1) 운전 중인 변압기 근처에서의 작업

운전 중인 변압기에 접근 또는 올라가는 것을 금물이며, 전기적인 방전으로 인명의 피해가 야기될 수도 있습니다.

2) 유 면(OIL LEVEL))

운전 중인 변압기에서 밸브나 플러그를 열면 유면의 최소치(最小値)로 떨어지기 쉬우므로 밸브나 플러그를 열지 마십시오.(GAS 밸브나 SAMPLING 밸브는 제외) 오일이 최소치 유면 아래로 떨어지면 내부에서 스파크가 생길 수도 있습니다.

3) 제어회로의 사용

제어회로에는 인명에 위험한 전압을 사용할 수도 있습니다. 스위치나 브레이카들을 동작시킬 때 주의를 요합니다. 만약, 작업이 필요하다면 전원을 차단하고 진행 하십시오.

4) 냉각장치

변압기가 운전될 때 적절한 냉각장치가 작동(作動) 해야 합니다. 그렇지 않으면 위험한 압력이 변압기 내부에 발생할 수 있으며, 심하면 작업자가 위험 상태에 처할 수도 있습니다.

5) 잭 킹(SACKING)

변압기를 옮기고자 할 때는 외형도에 표시된 바와 같이 지정(指定)된 들고리를 사용하십시오. 다른 곳을 잭킹하면 변압기가 손상(損傷)을 입을 수도 있습니다.

6) PULLING EYES

변압기를 끌어당길 경우에는 풀링 아이를 사용하십시오.

7) 변류기(變流器)

보조회로와 연결되어지지 않은 변류기의 2차측 단락(短絡) 및 접지(接地)되어야 합니다.

8) 전기적 접지

변압기 외함은 확실하게 접지되어져야 합니다.

2.2 정상운전(定常運轉) KS C IEC 60076-1

2.2.1 밸브의 개폐

변압기 운전 개시전에 밸브의 개폐상태를 확인하십시오.

2.2.2 송풍기 및 펌프 (공급시)

송풍기 및 펌프는 자동 또는 수동으로 동작될 수 있습니다. 변압기가 정상상태로 운전될 경우에는 송풍기 및 펌프의 작동은 권선온도계 혹은 유온도계의 접점에 의해 자동적으로 조절되도록 하십시오. 송풍기 및 펌프를 자동으로 작동시키는 권선온도계 및 유온도계의 접점온도 설정치는 제어반회로를 참조바라며, 이 온도는 운전조건에 따라 변경될 수 있습니다. 아울러, 수냉식 및 UNIT COOLER TYPE은 PT에 의해 동작되는 경우도 있으니 제어반 회로를 참조 바랍니다.

2.3 비상시 운전

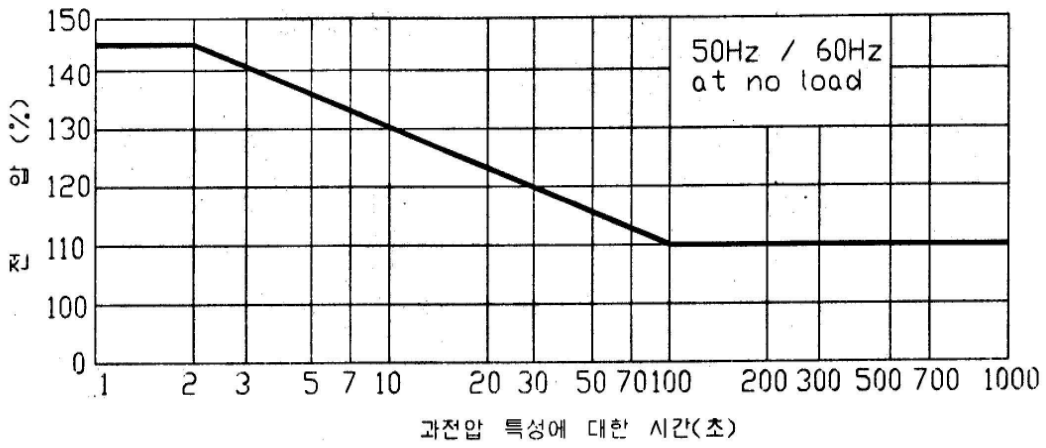
2.3.1 과부하 운전

변압기의 과부하 운전은 IEC 규격 354에 준하여 운전 할 수 있습니다.

2.3.2 과여자 운전

변압기는 그림 1과 같이 과여자 운전이 가능합니다. 특수한 요구가 있는 경우 별도의 그림을 제출하니 참조 바랍니다. 그러나 변압기의 과여자 운전은 국부적인 온도상승 등의 원인이 되므로 특별한 주의를 해야 합니다.

[그림 1] 허용 과전압 특성



2.4 운전 중 검사

2.4.1 보호계기의 조정 값

변압기 보호계기의 경보 차단회로의 조정 값은 표1과 같습니다. 만약, 변압기 운전 시 경보 및 차단접점이 동작할 경우 “변압기 조치”에서 보여준 순서에 의거 정밀 검사를 하십시오.

[표 1] 변압기 경보 및 차단 조정 값

번호	보호계전	조 정 값	
		경 보	차 단
1	브흐홀쯔 계전기	가스량 : 200㎤	1.1m/초
2	OLTC 보호 계전기	-	유속도 : 1.2m/sec
3	유온도계	85℃	95℃
4	권선온도계	95℃	105℃
5	유 면 계	최저 유면	-
6	방압 안전 장치	-	동작압력 : 0.7㎏/㎠
7	충격 압력 계전기	-	0.035㎏/㎠/sec.

※ 온도 조정값은 제어반 회로를 참조 바라며, 상기 수치는 사용부품 및 운전조건에 따라 가변될 수 있으니 유첨의 부품 설명서를 참조 바랍니다.

2.4.2 운전 전 사전점검

변압기를 운전하기 전에 아래 사항을 점검 하십시오

번호	점검항목	점검부분	점검내용	결과	비고
1	유 면	주 변압기 유면계	유면계의 유면과 유온도의 상호일치		
		OLTC 유면계			
		기타 절연유를 채운 탱크	절연유 충만 상태		
2	밸브개폐	콘스베이터 연결밸브 및 보조 연결밸브	개방 및 잠금상태		
		방열기밸브	개방 및 보호 CAP 상태		
		기타밸브	개폐 상태 확인		
3	콘데서 붓싱	유면계	절연유가 채워진 상태		
		누유	누유		
		손상	애관 손상		

번호	점검항목	점검부분	점검내용	결과	비고
4	브흐홀쯔계전기	유면	투시창의 유면		
5	송 풍 기	손으로 송풍기가 잘 돌아가는지 확인			
		전기적 구동	수동 및 자동 작동		
		회전 방향	회전방향의 정확 여부		
6	유 펌 프	전기적 구동	수동 및 자동 작동		
		회전 방향	회전방향의 정확 여부		
7	부하시 탭 절환기	탭 위치의 구동확인	수동 핸들로 구동하면 각 탭의 위치확인		
		전기적 구동	구동하기 전에 중앙탭에 위치하여 상승 또는 하강방향으로 작동 확인		
		회로 및 최종 탭에서의 제산 스위치 작동	수동으로 작동시켜 최초 및 최종 탭에서 제한 스위치 작동 상태		
8	호 흡 기	하부 오일컵	공기의 유통상태		
9	전기시험	권선 및 보조회로의 절연저항측정	변압기 수송, 보관 및 설치 지침서의 현장시험 참조		
		전압비 및 극성 측정			
		절연유의 절연강도 시험			
		변류기의 극성시험	감극성		
		권선온도계용 변류기 연결회로를 포함한 변류기 2차회로	회로가 개방되면 안됨		
		경보 및 제어회로	정확한 연결		
			시방대로 접점이연결또는 개방		
			절연저항은 2Megohms이상		
10	가압 전 대기시간	가압 전 절연유 안정시간 필요함	당사 지침서		
11	외 관	각 부품의 외관	외관의 파손 및 누유		

2.4.3 운전 중 점검

번호	점검항목	점검부분	점검내용	비상시 조치
1	변압기 온도와 부하	1. 유온도계 및 권선온도계로부터 변압기의 온도를 조사기록한다. 2. 주변온도, 부하상태 및 전압을 기록한다.	주변온도에 따라 변압기 부하조정 기준에 의한 절연유 충만상태	온도변화에 주목할 것.
2	유면	유면계의 유면점검	유온-유면 변화표에서 유온도와 유면계의 지침 차이가 10도 이내일 것.	유면변화에 주목할 것.
3	소음	이상 소음 점검	다른 변압기와 비교하여 소음 판단	운전 중지
4	연결부분의 나사풀림	1. 붓싱 및 각종 회로 연결 부분 점검 2. 밸브	풀림이 없어야한다.	재조임
5	누유	밸브, 가스켓 조임 부분 및 용접부위	누유가 없어야한다.	재조임
6	호흡기	1. 호흡제의 색상변화 2. OIL CUP의 유면	1. 호흡제 2/3가 변화하면 교체 2. 적정 유면 유지	1. 재건조 또는 교체 2. 절연유추가
7	냉각설비	1. 누유 점검 2. 이상소음 및 진동 회전방향 점검	1. 누유가 없어야한다. 2. 다른 기기와 비교 하여 소음 판단	운전중지 및 수리
8	붓싱	1. 콘덴서 붓싱의 경우 유면 및 누유점검 2. 애관 오염	1. 정상 유면 유지 2. 오염이 없어야 한다.	1. 운전중지 및 수리 2. 청소
9	제기류	지시기기 및 계전기 점검	누유가 없을 것.	운전중치 및 수리

2.5 변압기의 비정상적 조건

번호	조건	원인	조치	비고
1	브흐홀쯔계전 1단계 동작	내부 방전 (경미한 사고)	브흐홀쯔 계전기의 가스를 뽑을 것	가스 분석
2	브흐홀쯔 계전 2단계 동작	내부 방전 (중대 사고)	운전 중지	1. 절연저항, 권선저항 전압비 및 여자 전류검사 2. 가스 분석
3	방압 안전 장치	내부방전	운전 중지	1. 절연저항, 권선저항 전압비 및 여자 전류검사 2. 가스 분석
4	차동 계전기	내부단선 및 돌입전류	운전 중지	1. 절연저항, 권선저항 전압비 및 여자 전류검사 2. 가스 분석
5	유온도계 및 권선 온도계 1단계 : 경보 2단계 : 차단	과부하 냉각기 사고	변압기 부하를 줄일 것.	변압기 부하점검 및 냉각기 운전점검
6	접지사고	재부 접지, 외부접지	운전 중지	보호계전기 운전점검
7	저유면	누유	절연유 보충	누유점검 및 AIR SEAL CELL TYPE 콘서베이터의 막 파손점검
8	유속계 비작동	유속계 및 펌프고장	부하를 줄이고 펌프 운전 중지	유속계 및 펌프 점검
9	부하시 탭 구동장치의 비작동	전원 차단	-	전압 회로 점검

[주] 보다 상세한 사항은 4장 [응급조치]를 볼 것.

3. 보수(保手)

3.1 개요

번호	항 목	내 용
1	일반사항	1 .인명피해나 변압기 및 관련 보호기기의 손상을 방지하기 우해 충분한 사전 검토 및 주의를 하십시오. 2. 기기의 오동작 또는 인명의 전기적 쇼크를 방지하기 위해 반드시 전원으로부터 변압기를 분리 하십시오. 3. 모든 작업일정은 필요한 작업공구(TOOLS), 예비부품(SPARE PARTS) 및 작업인원에 따라 적절히 계획을 세우십시오.
2	작업전	1. 작업시작 전 변압기는 반드시 전원으로 분리한 후 작업을 시작 하십시오 (관련 차단기로부터 차단하고, 전원 차단 유무를 확인 후 차단기 스위치에 자물쇠를 채워둘 것.) 2. 변압기 및 차단기의 터미널을 접지시킨 후 작업을 하십시오.
3	내부점검	1. 변압기의 내부검사가 필요하다고 판단될 경우 반드시 당사의 품질보증팀에 연락하시어 당사 서비스 기술자가 입회하에서 하도록 하십시오. 2. 내부 검사 동안에 이물질이 탱크내부로 들어가지 않도록 철저하게 준비를 하십시오. (예로서, 작업공구는 작업자의 밸트 등에 긴 줄로서 묶어두고, 작업자의 호주머니 속의 떨어지기 쉬운 물건을 꺼내놓고 탱크 내부로 들어가십시오.)

3.2 보수점검의 종류

번호	항 목	내 용
1	일반사항	1. 변압기 운전 중 정규적인 육안검사를 하십시오. 2. 변압기의 보호기기를 점검하고 기록 하십시오. 이 값들은 변압기에 어떤 사고나 비정상 상태가 발생할 경우 참고 자료가 됩니다. 3. 점검 중 이상소음, 진동, 악취 및 변색 등과 같은 비정상적인 상태 변화에 주의 하십시오.
2	주기점검	주기적인 점검을 하십시오. 1. 상세한 주기검사는 3.4항을 따르십시오. 운전이나 점검 시 얻어진 자료를 바탕으로 점검기간을 늘이거나 줄일 수 있습니다.

3.3 일일 점검 사항

번호	항 목	내 용
1	변압기 온도	1)유온도 및 권선온도를 점검하고 기록하십시오. 2)주변온도, 부하 및 전압을 점검하고 기록하십시오. 부가사항 1. 변압기 온도는 직접적으로 변압기 절연물의 수명에 영향을 미칩니다. 2. 유온도 및 권선온도의 최대 허용한도가 시방서에 규정되어 있습니다. 3. 일일 점검 중, 온도가 얼마인지 등을 비교 검토하고, 부하조건 주변온도 등도 비교 검도하십시오.
2	유면	1)유면계상의 유면을 점검하고 기록하십시오. 2)유면계의 표면 유리가 오염되어 유면 확인이 어려운지 확인하십시오.
3	소음	이상소음 및 진동에 대해 주의 하십시오. 부가사항 1. 평소에 정상적인 소음에 대해 주의를 하여 이상소음을 들었을 때 즉시 정상적인 소음과 비교해서 판단하십시오.
4	누유	밸브, 계기, 용접부, 가스켓 연결부위 등에 누유 흔적이 있는지 점검 하십시오.
5	호흡기	1)실리카켈의 변색을 점검하십시오. 2)하부 OIL CUP의 유면을 점검하십시오.
6	방압 안전장치	방압 안전장치 주위에 절연유 분출 흔적을 점검하십시오.
7	냉각 설비	1. 누유 흔적이 있는지 점검하십시오. 2. 송풍기의 이상소음 및 이상진동을 점검하십시오. 3. 라디에타에 표면손상, 오염 등을 점검하십시오.
8	부하 시 탭 절환기	1. 운전 중 이상소음 발생을 점검 하십시오. 2. 탭 위치가 정확한지 점검하십시오. 3. 탭 변환회수를 기록하십시오. 4. 탭 절환기 콘서베이터 유면계의 유면을 점검 하십시오.
9	문전압기 탭 절환기	탭 위치가 정확한지 점검하십시오. 주의 : 변압기를 여자한 상태에서 탭절환을 하지 마십시오.
10	부싱	1)유입콘덴서 부싱인 경우 누유 및 유면계의 유면을 점검하십시오. 2)부싱애관 등의 오염을 점검하십시오. 3)터미널의 국부과열 등을 점검하십시오.
11	브흐홀쯔계전기	계전기 투시창을 통해 가스의 발생 여부를 점검하십시오. 만약, 가스가 많이 차있는 경우, 가스를 배기하고 변압기 운전상태를 주의해서 관찰하십시오.
12	연결부분 밸브	1)부싱 터미널, 접지, 보호회로 및 기초 고정볼트 등의 연결나사가 풀려 있는지 점검하십시오. 2)밸브 연결 부위의 누유를 점검하십시오.
13	가스 누출	질소가스 변압기는 가스압력을 측정하고 가스누출을 점검하십시오.
14	계기류	지시계 및 계전기들을 점검하십시오.
15	가타	이상 소음, 진동을 점검하십시오.

3.4 주기적 점검

번호	점검항목		기간	기준
1	절 연 유	1. 절연내력측정	매년	50kV/25㎜ CAP이상
		2. 산가측정	매년	0.2이하
		3. KSC2101전기 절연유 시험방법 참조		절연내력 및 산가가 기준치 이하인 경우 절연유검사가 필요하다고 판단되는 경우
2	권선 절연 저항	2000V 메가로 권선간 또는 권선과 대지간 측정	2년~3년	그림2 참조
3	송풍기/ 펌프모터	1. 절연 저항 2. 이상소음 및 진동	6개월	절연저항 : 2M ohm 이상
4	무 전 압 시 탭 절 환 기	1. 동작 점검 2. 누유	매년	
5	불하시탭 절환기	별첨 부품설명서 참조	매년	
6	붓 싱	1. 국부과열 점검 2. 누유 3. 유면(유입부싱) 4. 애관오염 및 손상	2년~3년	오염 등의 심한 경우 깨끗이 세척
7	보호계전기	1. 외형점검 2. 절연저항	2년~3년	절연저항:2Mohm이상
8	현지 제어반	1. 누수흔적 점검	2년~3년	필요시 새 가스켓으로 교체
		2. 모든 연결부위의 조임상태		볼트/너트의 재조임
		3. 모든 스위치, 경보장치 및 표시등의 외관 파손 및 회로점검	매년	비정상적인 부분 교체
		4. 절연저항	2년~3년	
9	호 흡 기	흡습제의 변색	6개월	2/3정도 변색인 경우 교체 또는 건조
10	변압기외부	1. 누유, 녹 및 외부도장 손상	매년	수리 및 부분도장
		2. 연결부위의 점검		볼트/너트의 재조임

3.5 유지보수의 판단기준

3.5.1 변압기의 절연의 점검

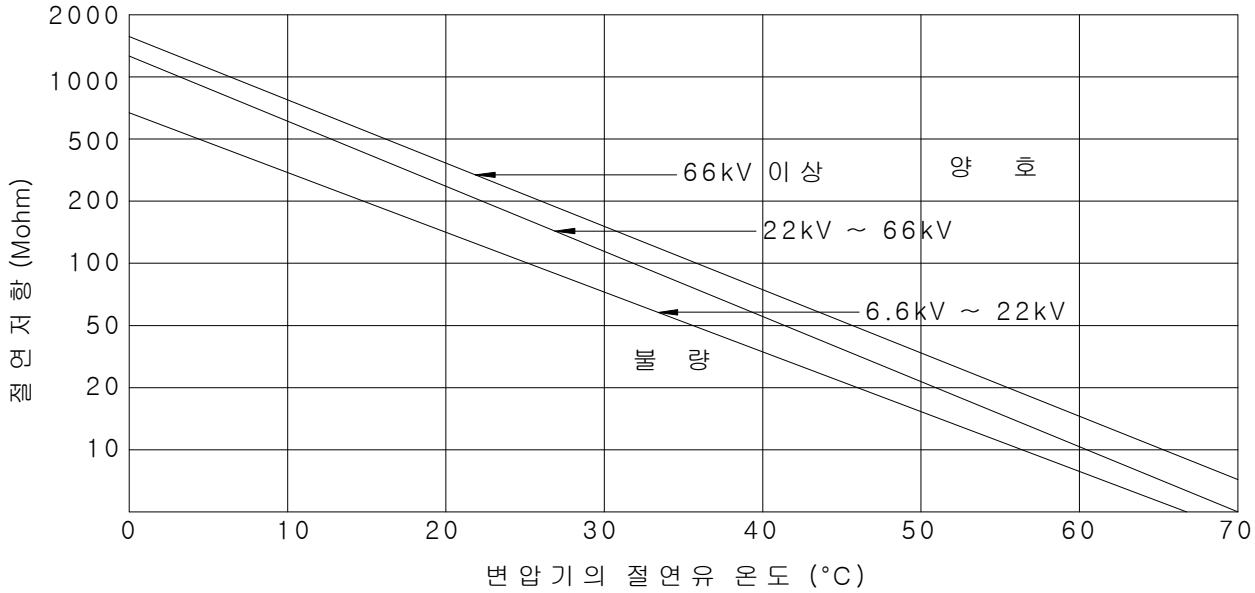
변압기 절연은 사고가 발생하지 않을지라도 오랜 기간이 경과하면 열화 되며, 변압기 수명은 절연물의 수명으로 생각해도 무방합니다. 따라서 절연물의 열화 등에 의한 절연 파괴를 사전 방지하기 위한 점검방법은 다음과 같습니다.

1) 변압기 절연물의 열화판정

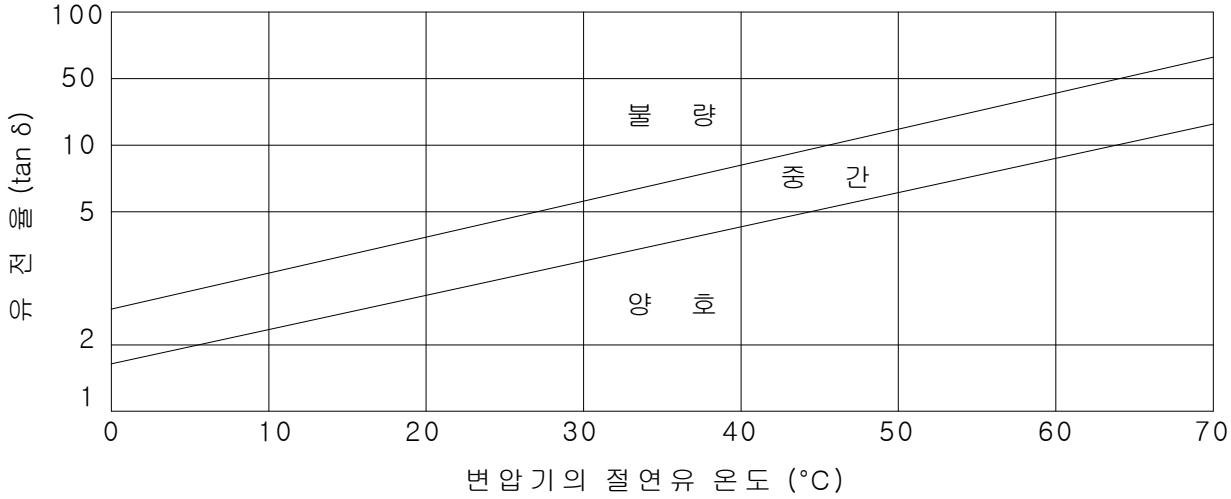
변압기 절연물의 열화 판정은 절연물 시험결과와 운전 기록을 검토하여 매우 신중하게 해야 합니다.

[표 3.5.1] 절연물 열화를 결정하기 위한 표준시험

번호	시험항목	내용	판단기준
1	절연저항	절연저항의 측정은 절연물의 초기 열화정도를 검출하기 위한 매우 유익한 검사입니다. 그러나 이 검사는 절연유의 상태를 점검하는 것은 아닙니다. 절연저항은 절연유속에 포함된 습기에 매우 민감하므로 만약 절연유에 습기가 포함된 경우 절연유의 습기포함여부를 알려줄 수 있는 척도가 됩니다. 보다 적확한 절연저항을 측정하기 위해서 변압기를 선로로부터 완전히 분리하고 부싱 등을 깨끗이 하십시오.	그림2참조
2	유전율	유전율은 절연유를 포함 변압기 권선을 포함된 습기에 매우 밀접한 관계가 있습니다. 유전율의 값의 증가는 절연저항의 감소를 의미 합니다. 따라서 고감도의 Schering bridge을 사용해서 측정하는 것이 좋습니다.	그림3참조
3	기타	절연열화를 결정하기위해 코로나 측정 등이 활용되기도 합니다.	



[그림2] 1000V 또는 2000V 메가(MEGGER)로 측정한 절연저항 허용치(광유)



[그림3] 유전율에 의한 변압기 열화 판단기준

2)절연유 열화의 판정

절연유의 절연내력, 산가, 저항 및 tanε의 측정으로 절연유의 열화를 판정할 수가 있습니다. 일반적으로 절연내력 및 산가는 사용기간 동안 정상 값을 유지하지만, 만약 이들 값이 만족스럽지 못하면 공인시험기관에 절연유의 정밀시험을 의뢰하는 것이 바람직합니다.

(주) 1)절연유 시험방법은 IEC 296을 참조하기 바랍니다.

2)절연유 시료를 채취할 경우 물기나 먼지 등의 이물질의 절연유와 섞이지 않도록 주의하십시오. 절연유 시료 채취는 변압기 절연유 채취밸브를 통해서 직접 하십시오. 시료 재취된 절연유는 가능한 시험 직전까지 시험용 용기에 넣어 대기로부터 오염을 방지토록 하십시오. 모든 시험기구 및 시료 채취기구는 시험 및 재취 전에 절연유로 씻고 건조하십시오.

[표 3.5.2] 절연유 열화판정

번호	시험항목	내용	판단기준
1	절연내력 (파괴전압)	습기의 흡습은 절연내력에 영향을 끼치며, 절연내력의 측정으로 흡습량을 검토할 수 있습니다. 또한 tanδ과 수분내량을 각각 측정하여 절연파괴 전압을 계산할 수도 있습니다.	[표] 3.5.3참조
2	산가	절연유의 열화와 산가의 관계를 규정하는 것은 매우 어렵습니다. 절연유의 산화에 의해 생기는 슬러지(기름찌꺼기)는 냉각작용을 방해합니다. 대략 산가가 0.2정도까지는 슬러지가 잘 안 생기지만 0.4이사이면 슬러지의 발생이 급속해집니다.	[표] 3.5.4참조
3	저항률 (ohm-㎝)	절연유의 체적 저항률은 변압기의 절연에 직접적으로 관계됩니다. 이 저항률은 변압기 온도 상승을 방해 합니다.	[표] 3.5.5참조
4	미량수분	KARL FISHER 방법으로 측정한다.	[표] 3.5.6참조
5	가스분석	유해 가스 분석기	3.6항 참조

[표 3.5.3] 절연유의 표준절연 파괴전압

번 호	적 용 기 기	표 준 치
1	500kV급 이하 변압기	50kV 이상
2	154kV급 이하 변압기	40kV 이상
3	부하시 탭 절환기	40kV 이상

[표 3.5.4] 절연유의 산가

번 호	절연유의 상태	표준치 (㎎KOH/g)
1	양 호	0.2 이하
2	중 간 (적절한 시기에 교체 및 정체가 필요함)	0.2 ~ 0.5
3	불 량 (교체 및 정체가 필요함)	0.5 이하

[표 3.5.5] 절연유 저항가 (50℃ 기준)

번 호	절연유의 상태	표준치 (ohm-㎝)
1	양 호	1×10^{12} 이상
2	중 간	1×10^{11}-1×10^{12}
3	불 량	1×10^{11} 이하

[표 3.5.6] 수분 함량 (PPM)

번호	적용기기	양호	중간	불량
1	500kV급 이하 변압기	20 이하	20 ~ 30	30 초과
2	154kV급 이하, 부하시 탭 절환기	30 이하	30 ~ 40	40 초과

3.6 절연유에 포함된 가스분석

유입 변압기의 초기사고는 항상 절연유 또는 절연물에 과도한 전기적 또는 열에 의한 열화에 의해 발생합니다. 이러한 원인에서 사고가 발생할 경우 사고의 형태 및 절연물의 산화시 여러 종류의 가스가 혼입되어 발생된다는 것이 일반적으로 알려져 있습니다. 따라서 변압기 운전의 초기단계나 적절한 시기에 절연유에 포함된 가스를 분석하여 참고 자료로서 활용하면 보다 유리 합니다.

3.6.1 분석방법

1) 시료채취

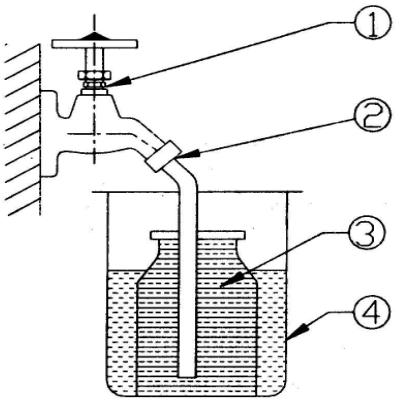
절연유의 시료는 변압기 하부의 배유변이나 시료 채취변으로부터 채취합니다. 시료 채취 시 공기, 이물질 또는 시료 그릇으로부터 오염이 되지 않도록 각별히 주의 하십시오. 특히 오염이 도지 않도록 하기위해서 그림 4에서처럼 먼저 시료 그릇을 변압기로부터 배유한 절연유로 넘치도록 하여 씻고, 채취한 절연유 시료는 가스 분석기에 넣기 전까지 대기에 노출되지 않도록 하십시오.

2) 가스분석

가스를 분석하고 3.6.1의 가스표준과 비교표를 작성하십시오.

3.6.2 시험결과의 판정

가스 함유량에 대한 변압기에서의 몇 가지 일반적인 사고의 시험결과를 표 3.6.2 에 나타나 있습니다. 표 3.6.1과 표 3.6.2는 변압기 상태를 판정하는데 참고가 될 것입니다. 일산화탄소(CO_2)를 제외한 가연선 가스량이 절연유 100㎖당 0.06㎖이면, 일반적으로 변압기의 초기사고로 여겨집니다. 그러나 가연성 가스량의 증가율은 매우 중요한 요인입니다. 그러므로 일년에 1~2회의 가스변화분석을 권합니다. 만약, 변압기에 초기사고가 예상된다면 폐사 고객지원부 또는 전문가와 혐의 후 조치하십시오.



1. 시료 채취변
2. 호스와 연결구
3. 시 료 병
4. 시료그릇

[그림 4] 시료 채취 방법

[표 3.6.1] 가스 분석표

순번	구분	가스종류
1	정상시 분석	O_2 , N_2 , CO, CO_2 , CH_4 (소량)
2	비정상시 분석	H_2 ,CH_4 , C_2H_2, C_2H_4, C_2H_6
3	열화시 분석	CO, CO_2 , CH_4

[표 3.6.2] 사고시 절연유의 가스

순번	사고의 형태	절연유에서의 혼합가스
1	절연유의 과열	CH_4 ,C_2H_4,H_2 ,(C_2H_6, C_3H_6, C_3H_8, C_3H_2)
2	절연유속에서의 과열	H_2 ,C_2H_2,(CH_4 ,C_2H_4,)
3	고체 절연물의 과열	CO, CO_2 ,(H_2 ,C_2H_4,)
4	절연유와 절연지의 동시 과열	CH_4 ,C_2H_4,CO, CO_2 ,H_2
5	절연유와 절연지의 동시 국부 절연파괴	H_2 ,C_2H_4,CO, CO_2 ,(C_2H_4)

주 : ( )속에 가스함량은 드물게 나타납니다.

4. 응급조치(應急措置)

보호 및 감시장비	사 고	사고원인	수정조치
브흐홀쯔 계전기	계전기-경보	- 절연유 손실 - 공기의 축적 - 내부사고의 의한 가스발생 - 심한진동 - 접점고장	- 운전은 계속할 수 있다. - 사고분석을 위하여 다음의 조사와 - 시험을 가능한 빨리 행한다. 1. 유면, 파이프, 밸브상태 검사 2. 전기적 결선 검사 3. 브흐홀쯔 계전기의 기계적 작동검사 4. 5시간내에 계전기속으로 가스 주입과 분석 5. 변압기 상부에서 절연유 시료를 채취하여 분석한다. 6. 변압기 하부에서 절연유 시료를 채취하여 분석한다. 7. 변압기를 선로에서 분리하고 다음 측정을 한다. 7.1 권선과 탱크, 권선간 절연저항측정 7.2 전압비 측정 7.3 직류 저항측정 7.4 무부하 전류 측정 7.5 결과치와 시험성적서 시험치를 비교한다. 8. 사고를 발견할 수 없거나 사고 제거 시에 원상태의 운전으로 돌아간다.
	계전기-차단	- 내부 스파크로 인한 급격한 절연유 파동 - 내부사고로 인한 급격한 가스발생 - 심한진동 - 접점고장	변압기를 선로에서 완전 분리하고 경보시 점검사항(1-3항)을 행한다.
DIVERTER SWITCH의 압력 보호 장치 (공급하는 경우)	압력상승을 방압판 파열 또는 계전기 동작	DIVERTER SWITCH내의 사고로 인한 급격한 파동의 발생	- 폐쇄상태를 유지한다. - 기계적 차단 장치 점검 - DIVERTER SWITCH의 제거 및 점검 - 기계적 차단을 조정한 후 변압기 운전에 들어간다.
DIVERTER SWITCH의 보호계전기 (공급하는 경우)	강한 절연유 파동으로 인한 차단		

보호 및 검사장비	사 고	사고원인	수정조치
저항 온도계 다이알형 온도계	절연유 온도가 너무 높다.	- 변압기의 과부하 또는 부적합한 냉각 잘못된 온도조정	- 변압기의 부하를 줄인다. - 송풍기 및 냉각설비를 작동한다. - 냉각설비의 표면을 세척한다. - 방열기밸브 개폐상태를 조사한다. - 잘못된 온도를 조절한다. - 보상측정으로 인한 온도계를 조사한다. - 전기적결선 및 기계적 작동을 조사 - 냉각설비를 위한 통제 장치를 조사한다. - 변류기 및 온도계를 조사한다.
측온 저항계 (THERMAL REPLICA)	권선 또는 절연유의 온도 측정		
유면계	유면이 낮다.	절연유의 부족 (낮은 온도 또는 절연유 손실)	- 누유를 조사한다. - AIR SEAL CELL TYPE 콘스베이터 고무막 파손을 조사한다.
유속계	절연유 정지	- 밸브 막힘 - 배관부 누유 - 절연유 순화펌프 고장(전원차단 또는 권선온도 감지가 너무 낮다. 순환방향 잘못, 베어링파손) - 접점 고장	- 밸브 개방상태를 조사한다. - 배관부 누유상태를 조사한다. - 절연유 순환장치를 조사한다. (퓨우즈, 펌프순환 방향 교정) - 과전류 차단사고인지 조사한다. - 전기적 결선 및 기계적 차단 등을 조사한다.
방압 안전장치	탱크내부압력이 너무 높다.	- 콘스베이터 배관 막힘 - 탱크 내부의 전기적 스파크	- 배관 및 밸브 검사를 한다. - 브흐홀쯔 계전기의 점검항목(1-8항)에 따라 검사한다.
OLTC에 대한 모터 구동	전기적으로 구동 불가능	- 모터 보호스위치의 전원차단	-전원 공급을 조사한다.
		- 모터 보호스위치가 동작위치에 있지 않다. - 제어 계전기 여자	- 모터 보호 스위치 “ON"
		- 푸쉬버튼 중 1개가 계속적인 동작 또는 고정	- 푸쉬버튼 수선 및 교체
		- 모터 접점이 회복되지 않음	- 공급전원 점검 및 필요시 교체
		- BRAKE 접점이 회복되지 않음	- 접점점검 및 필요시 교체
		- 모터 전원의 한 개 또는 두 개 이상의 회로 개방	- 전원 점검을 한다.

보호 및 감시장비	사고	사고 원인	수정조치
	지속적인 구동	- BRAKE 접점 고정	- 수리 및 교체
	모터 구동 시 보호스위치 차단	- 비상 정지버튼 동작 또는 고정	- 비상 정지버튼 수리 교체 - 크랭크 핸들 접촉부 점검
		- 과부하로 인한 모터 전류 초과	- 부하시 탭 절환기내에 사고가 예상 될시는 폐사 고객지원부로 요청할 것.
무전압시 탭 절환기	- 동작 불가능 - 전압 발생	- 장치 결함 - 접점 불량 - 접점위에 탄소 형성	- 장치 결함 수정: 1년에 한 번 이상 탭절환기 작동 - 접점 오염 제거
흡습 호흡기	흡습제의 변색	- 높은 습도, 유리파손 - 콘서베이터내 습기 - 베관 및 실린더 누유 - 유리 파손 - 보수간격이 너무 길다.	- 실리카겔 및 유리교체 후 밀봉 - 배관 밀봉 및 하부 절연유 점검 - 건조공기 및 질소로서 콘서베이터 건조
절연유의 파괴전압	- 파괴전압이 낮다 - 수분 함량이 너무 높다	- 호흡기의 동작불량 및 장시간 사용 - 수냉식에서의 누유	- 호흡기 동작 점검 - 냉각기 수리 - 절연유 정체 및 교체
붓싱에서의 아아킹갭(GAP)	번번한 동작	- 전기적 아아킹 혼간격의 부적당	- 아아킹 혼 간격 조정
붓싱 터미널	연결부위의 변색	접촉 불량	- 표면의 오염 제거 - 볼트를 단단하게 조인다.
현지 제어반	- 전기적 작동 불량 - 접점의 부식 또는 오염	- 현지제어반 내의 과도한 습기 - 제어반의 습기와 먼지	- 높은 온도로 히이터 조정 - 필요시 필터부착 및 도어 부근 밀봉

5. 재도장

5.1 재도장 시기

도장은 주위환경에 영향을 받으므로 정확하게 도장의 시기를 언급하기는 어려우나 대략 다음과 같다.

설치장소	일반지역	적도부근 및 습기지역 해변 및 화학공장지역
외부	3 ~ 4년	2 ~ 3년
내부	4 ~ 7년	3 ~ 5년

5.2 재도장 방법

5.2.1 옥외용 설

(1) 녹과 일어난 페인트를 제거한 후, 표면을 사호 또는 강철솔로 문지른 후 깨끗잉 세척, 건조하십시오.

(2) 녹을 방지하기 위하여 초벌 도장을 하십시오.

(3) 최초 도장 건조 후, 최종 도장을 하십시오.

(4) 기존 도장위체 재도장을 하는 경우에는 재도장 하기 전 기존도장 표면을 가볍게 문지르면 더욱 효과적입니다.

(5) 도막 두께를 얇게 반복 도장하는 것이 두껍게 한 번 도장하는 것보다 더 효율적입니다.

(6) 특히 볼트 체결 부위에는 초벌 페인트를 듬뿍 바르고 최종 도장을 하십시오.

5.2.2 옥내용 설비

재도장 방법은 옥외용과 같으나, 수용성 페인트를 사용하는 것이 좋습니다. 휘발성 및 연소성 솔벤트는 화기가 남아 있는 옥내에서 휘발성 물체에 도장해서는 안됩니다.

6. 수리절차

변압기 운전 중 발생하는 문제점에 대해서는 당사로 연락하여 주십시오. 당사 변압기의 어떤 문의 시에는 제조번호(SERIAL NUMBERS)를 확인하시어 연락하시면 빠르고 쉽게 처리할 수 있습니다.(031 - 494 - 2279 교환600)