

변압기의 내외부 점검 및 예방판정 (Ⅱ)

글/한국전력공사 정비기획실 부처장 전 민 호

[차 례]

I. 변압기 내외부 점검

1. 점검보수의 종류 및 내용
2. 점검상의 판정기준

II. 변압기의 사고와 그 원인

1. 자기회로에서의 고장
2. 전기회로에서의 고장
3. 절연회로에서의 고장
4. 기 타

III. 변압기 예방진단 기술

1. 유동 용해가스 분석에 의한 변압기 이상상태 판정
가. 검차 가능한 내용
나. 변압기 유지 절연재료의 발생 가스

다. 유기 절연재료의 종류

라. 가열 시험에 의한 발생 가스

마. 유중 가스 분석 및 판정기준

바. 이상 변압기의 내부점검 우선 순위

사. 이상 판정의 방법

아. 이상 진단의 방법

자. 종합 진단

2. 최근의 이상상태 진단기술

가. On-Line 유중 가스 분석

나. 분석장치

다. 유입변압기의 휴대용 절연열화 검출기

라. 유입변압기의 잔존수명 예측

마. 유입변압기의 내부이상검출 연구동향

Ⅲ. 변압기 예방진단 기술

1. 유증 용해가스 분석에 의한 변압기 이상 상태 판정

변압기의 내부에서 이상이 생기면(아크발생, 절연 파괴, 국부과열 등) 반드시 열발생이 수반되며 이때 이 열원에 접촉된 절연재료(절연유, 절연지, P.B, 베크라이트 등)는 열분해되어 CO, CO₂, H₂, CH₄, C₂H₄ 등의 가스를 발생하며 또한 이들 발생가스는 대부분 절연유중에 용해된다. 그러므로 변압기에서 절연유를 채취하여 유증 가스를 분석해보면 발생가스, 발생가스량의 조성에 따라 내부 이상유무 및 그 정도를 추정할 수 있다.

정기적 점검방법은 변압기를 정지해야 가능하나 이 방법은 운전중 간단히 절연유를 소량 채취·분석함으로써 조기에 이상유무를 감지할 수 있는 장점이 있다.

가. 접지 가능한 내용

- 1) 내부이상 유무의 판정
- 2) 내부이상 상태의 진단(과열, Arc, 코로나에 의한 것 등) 및 이상 진행속도도 예측
- 3) 운전 계속여부 판단(운전가능, 계속감시)
- 4) 보수여부의 판정

* 정확한 판단을 위해서는 주기적으로 수회 가스를 추적·분석해야 한다.

나. 변압기 유기 절연재료의 발생가스

유입변압기의 내부에서 Arc(電弧), Corona(부분방전), 철손, 동손 등에 의해 과열이 발생하면 그 부분의 절연재료가 손상을 받아 열분해를 일으켜 재료에 따라 특유의 가스가 발생한다.

발생가스들의 생성원은 액체 절연유를 비롯하여 전부가 유기 절연재료이며 이들 재료는 대부분 중합도가 큰 고분자량의 유기 화합물로서 이상 원인들에 의해 저분자량의 가스들로 분해되어 간다.

다. 유기 절연재료의 종류

1) 절연유

가) 광유-대부분 탄화수소계(파라핀계, 나프타린계, 방향족계): 단독으로 존재하지 않고 2종 또는 3종이 서로 결합하여 한개의 분자를 형성하는 일이 많다.

나) 합성유

2) Kraft지, Manila지

섬유소(Cellulose)가 수백개 고리모양으로 결합된 고분자이다.

Kraft지: 목재펄프를 유산소다로 처리 가공한 절연지로 내열성, 절연성이 좋다.

Manila지: 마닐라 마(麻)가 원료로 표면이 거칠어 바니쉬의 흡수가 잘되고 기계적 강도가 높아 코일 층간 절연에 사용된다.

3) Press Board

Kraft 펄프 또는 면을 원료로 만든 종이를 Press 판상에서 적층 압착시킨 뒤 건조 가공한 판지로서 내온성 및 기계적 강도가 특히 커 냉각 덕트의 Spacer, 철심과 체결 금구간에 끼우는 판, 코일 층간 절연 등에 사용된다.

4) Bakelite

페놀레진은 페놀류와 포름알데히드의 축합반응으로 생성되는 열경화성 수지이다. 이중 가장 오래된 것이 플라스틱으로 기계적 강도가 크고 가공성이 좋아 적층 절연물로 많이 사용된다.

5) 절연 바니쉬

천연수지(Rosin 등) 및 합성수지(페놀계, 포리에스테르계, 실리콘계, 아스팔트계, 에폭시계 등)를 나프사, 가솔린, 알콜 등의 유기 용제로 녹여 만든 것으로 코일함침용, 철심도포용 절연지 및 면포 도포용, 접착용 등으로 사용된다.

라. 가열시험에 의한 발생가스

1) 고체 절연재료

고체 절연재료 300mg을 글라스제 밀봉용기에 넣고 300℃로 유지된 열풍건조로 중에서 6시간 가열후 냉각 취출하여 가스분석해 본 결과 CO, CO₂가

<표 1> 이상의 종류에 따른 발생가스 성분

이상의 종류	발생가스
오일의 과열	CH ₄ , C ₂ H ₄ , H ₂ , {C ₃ H ₆ , C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈ , C ₂ H ₂ }
油中 아크분해	H ₂ , C ₂ H ₂ , {CH ₄ , C ₂ H ₄ }
고체절연물의 과열	CO ₂ , CO, {H ₂ , C ₂ H ₄ }
油, 紙의 과열	CH ₄ , C ₂ H ₄ , H ₂ , CO, CO ₂
油紙의 아크분해	H ₂ , C ₂ H ₂ , CO, CO ₂ , {C ₂ H ₄ }

주: { }는 드물게 발생하는 가스임

대부분이었고 C₂H₂(아세틸렌)이 없는 것이 특징으로 나타났다.

2) 절연유의 열분해

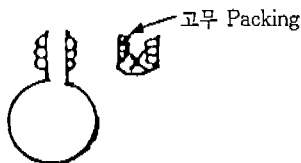
절연유 100mg을 200℃ 이하에서 360시간 유지시켜 열분해를 일으켜 본 결과 CH₄, CO₂가 비교적 다량 발생하였고 250℃로 상승시키니까 C₂~C₃의 가스가 발생하기 시작하였다.

마. 유중 가스분석 및 관정기준

1) 시료 채취 : 탱크하부 배유밸브에서 채취한다.

* 콘서베이터 상부의 기중 가스를 채취하여 TCG를 측정하는 방법이 미국 등에서 다소 이용되고 있다.

2) 채취용기 : Blic Can이 제일 좋다.



3) 채유방법

가) 드레인 밸브 Flange 끝을 잘 닦고 Adaptor를 부착한 후 최소 2ℓ 정도 버리고 Adaptor 끝이 채유용기(=1ℓ)의 Bottom에 오도록 한다.

나) 밸브를 가만히 열어 기포가 생성되지 않도록 오일을 방출하며 용기내에 공기가 생기지 않도록 Over-Flow 시킨다.

다) 채유가 끝나면 대기와 접촉없도록 속히 밀봉한다.

<표 2> 절연유 및 고체 절연물의 Arc에 의한 분해 가스

(수치 : Vol. %)

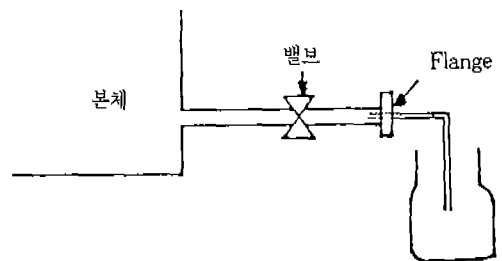
가스의 종류	오일	PB와 오일	페놀수지와 오일
메 탄	0~3	1~10	2~9
에 틸 렌	0~1	1~11	0~3
아세틸렌	14~24	14~21	4~11
수 소	57~74	41~53	41~54
CO	0~1	13~24	24~35
CO ₂	0~3	1~2	0~2
O ₂	1~3	2~3	1~3
N ₂	2~12	4~7	2~6

<표 3> 유중 코로나에 의한 분해 가스

(수치 : Vol. %)

가스의 종류	발생량(ml)	조성(Vol.%)
메 탄	0.804	3.98
에 탄	0.310	1.54
에 틸 렌	0.919	4.55
아세틸렌	1.880	9.30
C ₃ 이상의 탄화수소	0.762	3.78
수 소	15.23	75.55
탄산가스	0.269	1.30

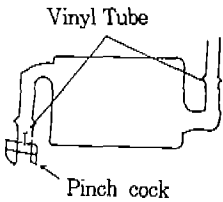
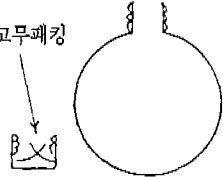
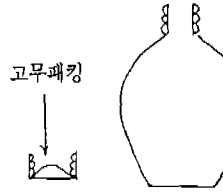
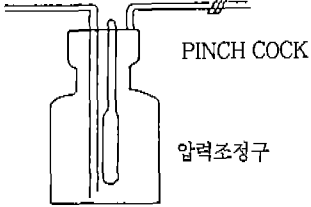
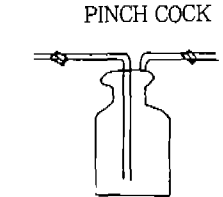
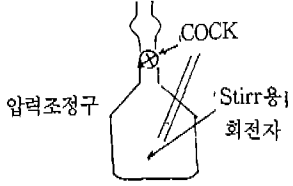

라) 용기는 반드시 속 뚜껑이 있는 알루미늄 깡통이어야 한다(속뚜껑이 없으면 가스량이 반으로 줄어듬).



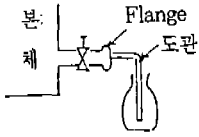
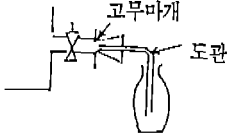
마) 하절기는 시료채취 후 즉시 분석한다(최소한 7일 이내).

* 하절기는 가스가 장시간 용해되지 않고 분해되기 쉬운 상태로 되므로

바) 채유용기의 종류

No	명 칭	약 도	주의사항(○인) 및 채유방법
1	Vinyl Tube 付 Glass 용기	 <p>Vinyl Tube Pinch cock</p>	○ 파손에 주의가 필요 용기를 세워서 하부의 비닐튜브와 도관을 접속하고 서서히 오일을 밀어올려 상부에서 Over Flow 시킨 후 양 Cock를 닫는다.
2	원 형 Bilk 용기	 <p>고무패킹</p>	○ 내부가 보이지 않는다. 도관을 용기의 저부까지 넣어 서서히 오일을 밀어올려 Over Flow 시킨 후 뚜껑을 닫는다.
3	수통형알미늄 용기	 <p>고무패킹</p>	○ 내부가 보이지 않는다. ○ 공간이 생기기 쉽다. 채유방법은 No.2와 동일
4	GAS 흡수병형 GLASS 용기	 <p>PINCH COCK 압력조정구</p>	○ 파손에 주의가 필요·채유방법은 No.1과 동일
5	Polyethylene 용기	 <p>PINCH COCK</p>	○ 가스의 투과에 주의가 필요·채유방법은 No.1과 동일
6	Teflon Cock 付 특수 Glass 용기	 <p>COCK 압력조정구 Stirr-용기 회전자</p>	○ 파손에 주의가 필요 No.1과 유사
7	주 사 기	 <p>삼방COCK 침</p>	○ 파손에 주의가 필요 도관과 접속하고 오일을 흡인 추출을 2~3회 반복 후 채유한다.

사) 채유방법의 대표적인 예

No	명 칭	약 도	채유방법의 개요
1	Flange식		Valve에 맞는 Flange를 달고 Valve와 Flange내의 공기를 빼고 적당량을 배출시킨 후 채유한다.
2	고무마개식		Flange에 맞는 고무마개를 하고 도관의 끝이 용기의 하부에 있도록 하여 채유한다.

4) 가스 분석결과의 판정기준

(단위 : ppm)

판정항목		판정구분	요주의	이 상	위 험	비 고
총가연성 가스	345kV 이하	10MVA 이하	1,000 이상	2,400 이상		
		10MVA 이상	700 "	1,800 "		
	500kV		700 "	1,400 "		해당없음
각 종 가 스 양	수소(H ₂)		400 "	800 "		
	일산화탄소(CO)		300 "	800 "		
	아세틸렌(C ₂ H ₂)		20 "	100 "		
	메탈(CH ₄)		250 "	750 "		
	에탄(C ₂ H ₆)		250 "	750 "		
	에틸렌(C ₂ H ₄)		250 "	750 "		
탄산가스(CO ₂)			4,000 "	7,000 "		기준초과 없음
경시증기량 (T.C.G)	10MVA 이하		300 이상/년	100 이상/월	300 이상/월	
	10MVA 이상		200 이상/년	100 이상/월	300 이상/월	
분 석 주 기			3~6개월/1회	1~2개월/1회	1주~1개월/1회	
대 책			감시측정	감시측정 종합검토	내부점검 실시	

주 (1) 증가율은 시료채취, 분석, 취급상, 오차 발생하므로 3회 이상 실시·비교

(2) 절연유의 인화점이 130℃ 이하인 것은 위험한 경우가 있으므로 주의

바. 이상(異常)변압기의 내부점검 우선순위

변압기의 상태가 이상으로 판정되면 가스 조성에 따라 내부에 어떤 이상이 있는가를 여러가지 방법으로 예측하고 또한 이상상태의 정도에 따라 분해점검 여부를 결정하며 점검우선 순위를 기술하면 다음과 같다.

1) TCG(Total Combustible Gas) 증가량이 위험한 상태로 판정되는 경우.

이상 또는 요주의로 판정되고 TCG의 경시증기량이 300ppm/월 이상 급격히 증가하는 경우.

2) 변압기 경보기가 작동하는 경우-내부이상 외 오동작, 질소과다 주입, 질소가스 압력이 낮을 때 (공기유입) 등에 의해서도 경보가 나므로 원인규명

후 점검

3) 제작 및 운영상 결함이 확실시 되는 경우

사. 이상(異常) 판정의 방법

가스 분석 결과치를 판정기준과 비교하여 피시험 변압기의 내부이상 여부(정상, 요주의, 이상)를 판정하는 것으로 운전계속, 이상진전상태의 추적조사, 내부점검 실시여부를 결정한다.

1) 초기치의 결정

유중 가스의 경시 증가량을 파악하여 이상여부를 판정할 때는 대상 TR의 초기분석치를 결정하여 두는 것이 필요하다.

초기치 :

가) 신설변압기 - 운전개시후 1~2개월 사이의 분석치

나) 정상운전 변압기의 분석치에서 판정기준의 이상치에 미달될 때의 그 분석치

다) 절연유 전부 또는 일부를 교체하거나 여과한 후 오일 전체가 균일화되었을 때의 분석치

2) 판정요소

가) TCG에 의한 판정

H₂, CH₄, C₂H₄, C₂H₂, C₂H₆ {CO, C₃H₈, C₄H₁₀} 등의 합계량이 판정기준치를 초과할 때 이상으로 판정한다.

나) 특정 가스(C₂H₂, H₂)에 의한 방법

절연재료가 Arc 및 Corona에 의해 열분해되면 예외없이 C₂H₂, H₂가 다량 발생하며 이들 가스의 생성온도는 매우 높아 정상적인 변압기에는 거의 없다. 더구나 이들 가스가 발생할 때는 사고의 진전이 빠르므로 소량이라도 검출되는 경우에는 이상으로 판정한다.

다) 개개의 가연성 가스량에 의한 판정

가스 분석결과 가연성 가스량의 합계가 A%라 하면 표 4의 가연성 가스 구분(상단)의 어느 범위에 들어 가는가를 조사하고 그 난의 가연성 가스량(하단)을 B%로 하여 A/B X(그 난의 가연성 가스량)을 구하면 그것이 개개 가연성 가스량의 기준치로 된다. 가스분석치가 1.5~3배 범위면 요주의, 3배 이상이 되면 이상으로 판정된다.

<표 4> 가연성 가스량의 구분별 가스조성 평균치

(수치 : Vol. %)

가스의 종류	0~0.5	0.51 ~1.0	1.01 ~2.00	2.01 ~5.00	5.01 ~10.0	10.0 이상
H ₂	0.05	0.16	0.28	0.46	0.56	3.49
CH ₄	0.01	0.05	0.18	0.61	1.27	5.46
C ₂ H ₂	-	미량	0.01	0.03	0.09	2.76
C ₂ H ₄	0.01	0.05	0.24	0.85	2.44	8.56
C ₂ H ₆	0.01	0.03	0.10	0.21	0.50	1.20
C ₃ H ₈	미량	0.03	0.08	0.27	1.02	1.73
C ₄ H ₁₀	"	0.01	0.01	0.07	0.11	0.11
C ₄ H ₁₀	"	0.02	0.04	0.09	0.18	1.23
CO	0.08	0.37	0.44	0.26	0.21	1.02
합계	0.16	0.72	1.38	2.85	6.38	25.56

아. 이상 진단의 방법

이상으로 판정된 변압기에 대해 보다 구체적으로 이상의 종류, 이상개소, 정도 및 긴급성을 진단하는 방법으로서 지금까지 다음과 같은 방법이 연구 실용화되고 있다.

- ① 가스 패턴에 의한 방법
- ② 가스 조성비에 의한 방법
- ③ 특정가스에 의한 방법

등이 있으며 진단에 임해서는 이들 몇가지 방법을 병용하는 것이 효과적이다.

1) 진단요소

가) 가스 패턴에 의한 방법

이 방법은 횡축에 가스성분을, 종축에 성분가스의 농도(최대농도를 1.0으로 정함)를 Plot하여 모형도를 그린 뒤 그 형상에 의해 이상의 내용을 진단하는 방법으로 다음 표 5와 같다.

나) 가스 조성에 의한 방법

이 방법은 특정 성분가스의 조성비를 구해 이상현상의 내용을 판단하는 것으로 Rogers 방법, IEC 방법, Dornenburg 방법 등이 제안되고 있다.

(1) Rogers 방법

표 6에서 보는 바와 같이 4종의 조성비중의 농도별로 각각 Code를 붙이고 분석결과치에 따라 Code

<표 5> 패턴 진단표

H ₂ 주도형	패턴	이상의 내용
H ₂ -A		<p>H₂ 주도형의 이상의 내용</p> <p>H₂ 주도형의 이상은 부분방전 및 Arc 방전에 의한 경우가 많다. Arc 방전에 의한 이상의 경우에는 패턴 D에 나타낸 것과 같이 C₂H₂의 비율이 크게 된다.</p> <p>H₂ 주도형에 속하는 이상의 구체적 사례로서</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 코일의 충전단락 (2) 코일의 용단 (3) 전위절환기 접점간의 Arc 발생 (4) 순환전류에 의한 Arc 발생 <p>등을 들 수 있지만 4종의 패턴도와의 결부는 곤란하다.</p>
H ₂ -B		<p>H₂ 주도형에 속하는 이상의 구체적 사례로서</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 코일의 충전단락 (2) 코일의 용단 (3) 전위절환기 접점간의 Arc 발생 (4) 순환전류에 의한 Arc 발생 <p>등을 들 수 있지만 4종의 패턴도와의 결부는 곤란하다.</p>
H ₂ -C		
H ₂ -D		
C ₂ H ₂ 주도형	패턴	
C ₂ H ₂ -A		<p>C₂H₂ 주도형 이상의 내용</p> <p>C₂H₂ 주도형의 이상은 코일 단락, Tap 절환기의 섬락 등의 Arc 방전이 많다.</p>
CH ₄ -A		<p>CH₄ 주도형의 이상의 내용</p> <p>CH₄ 주도형의 이상은 접속불량 누설전류 등에 의한 과열에 의한 경우가 많다. 과열이 부분방전 및 arc 방전으로 진행된 경우에는 패턴 C에 나타난 것과 같이 H₂ 및 C₂H₂의 비율이 크게 된다.</p> <p>CH₄ 주도형에 속하는 이상의 구체적인 사례로서</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 전환기 접속불량 (2) 접속부의 느슨함 (3) 절연불량 (4) 다점접지에 의한 국부과열 등을 들 수 있지만 4종의 패턴도와의 결부는 곤란하다.
CH ₄ -B		

C ₂ H ₂ 주도형	패턴	이상의 내용
CH ₄ -C		C ₂ H ₂ 주도형의 이상의 내용 C ₂ H ₄ 주도형의 이상의 내용은 CH ₄ 주도형과 아주 동일하다.
CH ₄ -D		
C ₂ H ₄ -A		
C ₂ H ₄ -B		
C ₂ H ₄ -C		
C ₂ H ₄ -D		

를 조합시켜 이상현상의 종류를 진단하는 방법이다.
진단내용의 종류로는 경년열화로부터 아크손상을 수

반하는 방전까지 12종류로 되어 있다.

<표 6> 가스성분의 Code 표시 및 진단

가스성분 의비율	$\frac{CH_4}{H_2}$			$\frac{C_2H_6}{CH_4}$		
	>0.1	>1	>3	<1	<1	
범위	>0.1 <1	>1 <3	>3	<1	<1	
Code	5	0	1	2	0	1

가스성분 의비율	$\frac{C_2H_4}{C_2H_6}$			$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$		
	<1	>1	>3	<0.5	>0.5	
범위	<1	>1 <3	>3	<0.5	>0.5 <3	>3
Code	0	1	2	0	1	2

Code에 의한 이상의 진단

$\frac{CH_4}{H_2}$	$\frac{C_2H_6}{CH_4}$	$\frac{C_2H_4}{C_2H_6}$	$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	진 단
0	0	0	0	경년열화
5	0	0	0	부분방전
1/2	0	0	0	150°C 이하의 과열
1/2	1	0	0	150°C~200°C "
0	1	0	0	200°C~300°C "
0	0	1	0	일반적인 도체의 과열
1	0	1	0	권선내 순환 전류
1	0	2	0	철심내 및 Tank내의 순환전류에 의한 접속부의 과열
0	0	0	1	전류, 섬락
0	0	1/2	1/2	단락전류를 동반하는 Arc
0	0	2	2	부동전위에 의한 연속방전
5	0	0	1/2	Arc 혼을 동반하는 방전 (Co를 고려)

(2) IEC 방법

3종류의 가스 조성비를 사용한 것이며 Rogers 방법과 동일한 요령으로 진단하며 진단형의 종류는 9종이다(표 7).

<표 7> IEC 방법에 의한 Code 분포 및 진단

가스성분의 비율	$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	$\frac{CH_4}{H_2}$	$\frac{C_2H_6}{C_2H_4}$
<0.1	0	1	0
0.1~1	1	0	0
1~3	1	2	1
>3	2	2	2

형	IEC에 의한 진단	$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	$\frac{CH_4}{H_2}$	$\frac{C_2H_6}{C_2H_4}$
0	경년열화	0	0	0
1	저 에너지 부분 방전	0	1	0
2	고 에너지 부분 방전	1	1	0
3	저 에너지 방전	1	0	1
		2	0	2
4	고 에너지 방전	1	0	2
5	과열(150°C 이하)	0	0	1
6	" (150°C~300°C)	0	2	0
7	" (300°C~700°C)	0	2	1
8	" (700°C~)	0	2	2

(3) Dornenburg 방법

4종의 가스조성비, 3종의 사고종류를 이용하는 방법이다.

사고의 종류	가스 성분의 비율(V/V)			
	방 법 (I)(II)(III) 공동	방 법 (I)	방 법 (II)	방 법 (III)
	$\frac{CH_4}{H_2}$	$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$	$\frac{C_2H_6}{C_2H_2}$	$\frac{C_2H_2}{CH_4}$
열분해 (Hot Spot)	>1	<0.75	>0.4	<0.3
부분방전 이외의 방전	<1	>0.75	<0.4	>0.3
부분방전	<0.1	-	>0.4	<0.3

* 본방법의 적용 조건으로는

① 비를 구성하는 2개의 가스 성분중 어느 하나가 하기 한계치의 2배 이상의 농도를 나타낼 때는 그 비를 진단에 사용할 수 있다.

농도의 한계치	
H ₂	200ppm
CH ₄	50 "
C ₂ H ₆	15 "
C ₂ H ₄	60 "
C ₂ H ₂	15 "

② 적어도 CH₄/H₂ 혹은 C₂H₂/C₂H₄중 어느 것 인가의 비가 (가)의 조건을 만족하고 특히 타성분 비를 구성하고 있는 2개의 가스중 적어도 한개가 위의 한계치 농도보다 클 때는 그들의 성분 비를 동시에 사용할 수 있다.

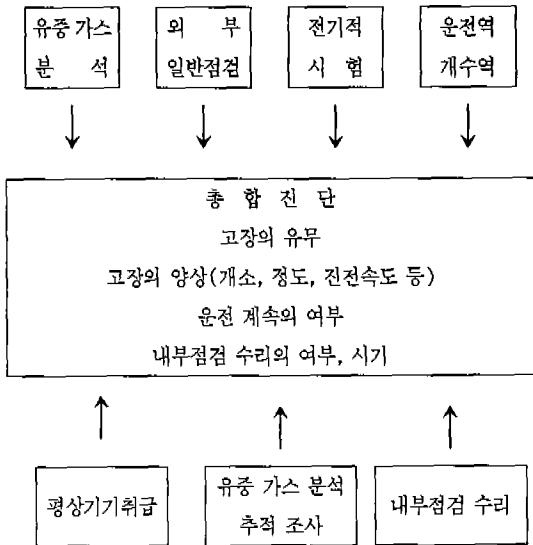
다) 특징 가스에 의한 방법

이상내용 진단에 있어 특징적인 가스에 착안 하는 방법으로 그 대표적인 가스는 CO, CO₂(고체 절연물의 과열), C₂H₂(절연유의 Arc와 고온열분해)이며, 진단의 신뢰성은 낮다.

자. 종합진단

유중 가스 분석에 의해 요주의 이상으로 판정되어 운전 계속 여부, 내부점검, 보수 등의 결정에 있어서는 유중 가스 분석외에 전기적 시험, 외부점검, 운전

<표 8> 종합진단의 체계



이력, 보수이력 등을 종합하여 판단할 필요가 있다.

이것은 진단대상 변압기의 설계, 구조, 운전조건이 각각 다르기 때문에 일률적으로 적용할 수 없는 경우가 있고, 이상상태에 있어서는 경과시간, 유순환방식, 채유개소 등에서 가스 분석만으로 검지될 수 없는 점도 있으며 내부이상에 관계되지 않는 외부요인에 의해 서로 가스 분석치가 증가하는 경우가 있기 때문이다. 따라서 정확한 진단을 위해서는 유중 가스 발생의 경시변화와 가스 분석치의 시험을 병용하여 종합 판단하는 것이 바람직하다.

종합진단의 체계를 나타내면 표 8과 같다.

— 부산지부 이전안내 —

- 일 시 : '95. 4. 25. (화)
- 주 소 : 부산광역시 서구 서대신동 1가 54-3
- 전화번호 : 051-255-0361~3(변동없음)
- 팩스번호 : 051-255-0363(")

