

### 전력용 변압기 유증가스분석 결과와 동향

조성민\*, 김재철\*, 권동진\*\*, 구교선\*\*  
 송실대학교, 전력연구원

## A Result and Pattern of Dissolved Gases Analysis in Kepco

Sung-Min Cho, Jae-Chul Kim, Dong-Jin Kweon, Kyo-Sun Koo  
 SoongSil Univ. Korea Electric Power Research Institute

**Abstract** - Dissolved gas analysis (DGA) is one of the most widely used diagnostic tools for detecting and evaluating faults in electrical equipment. However, interpretation of DGA results is often complex and should always be done with care, involving experienced insulation maintenance personnel. KEPCO (Korea Electric Power Cooperation) has been using DGA technique since KEPCO established the criteria of DGA in 1985. In this paper, we introduce the DGA criteria of KEPCO and analyze the result of DGA. Also we sort pattern in result of DGA. Then, relation between pattern and inner inspection was studied. 67 DGA data was used for analyzing pattern. Some patterns have something to do with cause of incipient fault.

### 1. 서 론

안정적인 전력의 공급은 사회가 계속 발달함에 따라 그 중요성이 부각 되고 있다. 이러한 안정성의 확보를 위해서는 전력 시스템의 많은 설비 중에서 전력용 변압기를 안정적으로 운용 관리하는 것이 매우 중요한 일이다. 한국전력공사가 운영 중인 전력용 변압기는 항상 운전 중에 있어 그 유지 보수가 쉽지 않다. 이 때문에 전력용 변압기의 유지 보수를 위해 많은 진단 기법들이 연구되고 있다. 그 중 유증가스분석 기법은 유입변압기의 초기 고장 진단을 위해 널리 사용되는 기법이며 현재에도 가장 신뢰성이 있는 것으로 알려져 있다. 1960년대부터 전력회사에서 유증가스분석법은 사용되어 왔으며 그들의 축적된 자료를 바탕으로 신뢰성 있는 진단을 하기위해 유증가스분석 기준을 개정 해왔다.

한국전력공사에서는 1982년 전력연구원에서 변압기의 가스분석을 처음으로 실시하였다. 그 후 1985년에 국내의 가스분석 데이터와 일본의 전기협동연구회의 가스분석 기준을 참조하여 한국전력공사의 가스분석 진단 판정기준을 제정하였다. 그 후 몇 차례의 개정을 통해 변압기의 전압 레벨에 따른 분류로 200kV이하와 345kV이상으로 판정기준을 나누었고 C3H8(프로판)가스를 판정기준에 추가하였다.

그 동안 시행 되어온 유증가스분석의 결과들은 한국전력공사의 판정 기준의 특징을 잘 파악 할 수 있는 자료이며 이에 대한 분석은 개선된 판정 기준의해서도 중요하게 사용될 것이다.

### 2. 본 론

#### 2.1 전력용 변압기 유증가스분석

한국전력공사의 유증가스분석은 운전 중인 변압기에 대해서는 연 1회 정기 분석을 실시하고 있으며 초기 설치 및 이설된 변압기는 운전 개시 일로부터 1개월 후에 실시하고 있다. IEC 567을 기반으로 변압기에서 절연유를 채유하는 방법이 지정되어 있으며 절연유는 주석 도금의 캔에 채유되어 가스분석실로 옮겨진다. 전력용 변압기의 유증가스 분석실은 2곳이 운영 중이며 대전이남 지역은 대전전력관리처의 분석실에서 분석되고, 제주도를 포함하여 대전이북 지역은 남서울전력관리처의 분석실에서 분석된다. 옮겨진 절연유는 HeadSpace Sampler 장치에 의해서 절연유에서 가스가 추출되어 진고 추출된 가스는 샘플루프(sample loop)를 통해 가스크로마토그래피(Gas Chromatography)에 주입되어 각각의 가스의 정량 적인 분석 결과가 나타난다. 검출된 가스의 양을 <표 1>의 진단 기준과 비교하여 '정상', '요주의', '이상', '위험'의 4등급의 상태로 나누어지게 되고 각각의 등급에 따라 추가 적인 유증가스분석 시행이나 내부 점검 또는 절연유 열화 상태 분석 등의 후속조치가 이루어진다.

판정기준은 7종의 가스의 수치 중 한 개의 가스라도 기준에 속하면 그 레벨로 판정되어 지고 T.C.G(Total Combustible Gas)는 가연성 가스의 총량으로 위의 7종의 가스는 모두 가연성 가스이다. 초기 설치 및 이설된 변압기에 대해서는 <표 1>의 기준 값의 절반을 고려하여 판정한다.

<표 1> 한국전력공사의 유증가스분석 판정기준

구 분	요주의 (Caution)		이 상 (Abnormal)		위 험 (Danger)	
	200kV 이하	345kV 이상	200kV 이하	345kV 이상	200kV 이하	345kV 이상
H2 (수소)	400~800		801~1,200		-	
CO (일산화탄소)	400~700	350~600	701~1000	601~800	-	
C2H2 (아세틸렌)	25~80	20~60	81~150	61~120	150이상	120이상
CH4 (메탄)	250~750		751~1,000		-	
C2H4 (에틸렌)	300~750		751~1,000		-	
C2H6 (에탄)	250~750		751~1,000		-	
C3H8 (프로판)	250~750		751~1,000		-	
T.C.G (가연성가스총량)	1,000~2,500		2,501~4,000		4,000 초과	
T.C.G 증가량	정상상태에서 200/월 이상		요주의상태에서 200/월 이상		이상상태에서 300/월 이상	
조 치 사 항	추적조사실시 (3개월 1회)		추적조사실시 (1개월 1회)		운전 정지 후 내부점검실시	

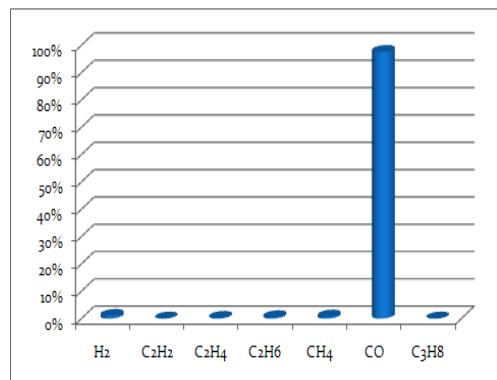
#### 2.2 유증가스분석 결과와 패턴

2000년 이후의 유증가스분석의 결과에 후속조치로 내부점검을 시행한 67개의 데이터의 가스 패턴을 분석 하고 분류하고 패턴에 따른 고장 유형을 분류 하였다. 이미 IEEE등에서 소개된 key가스 분석법을 이용하여 패턴을 분류하고 고장원인은 좀 더 실질적인 내용으로 나타내었다.

<표 2>는 분류한 패턴과 패턴에 속하는 데이터의 수를 나타낸다.

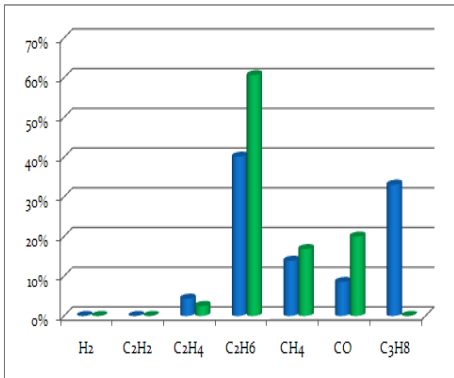
<표 2> 유증가스분석 패턴과

패턴유형	CO	CO-2	C2H6	C2H4	H2	계
데이터수	22	7	12	15	8	64
비율	34.4%	10.9%	18.7%	23.5%	12.5%	100



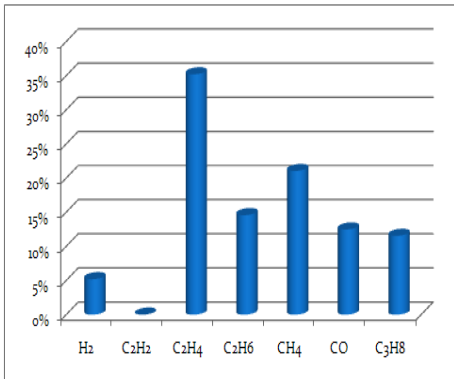
<그림 1> 유형 1 : CO

<그림 1>은 일산화탄소가 주도적으로 나타나고 다른 가스의 증가는 거의 미미한 유형으로 가장 빈번히 발생하는 유형이다. 일산화탄소 주도형의 내부 점검을 하여도 그 원인을 찾지 못하는 경우가 많다.



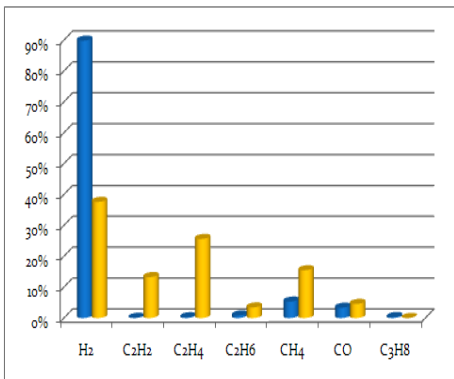
<그림 2> 유형 2 : C2H6

<그림 2>는 에탄이 주도적으로 발생하는 유형이다. 이 유형은 메탄이 추가적으로 발생하고 프로판이 발생하는 경우도 있다. 이렇게 에탄이 주도하는 유형은 내부점검 시 일정한 고장 유형을 발견하기 보다는 고장 원인을 찾지 못하는 경우도 존재하고 이 경우 과부하 운전과 변압기 운전 전압이 정격보다 상승하여 운전하는 경우 발생할 수 있고 미소한 아크흔적이나 미량의 이물질 등이 발견된다.



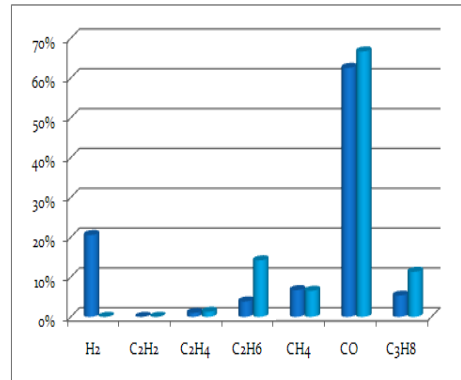
<그림 3> 유형 3 : C2H4

<그림 3>은 에틸렌 주도형으로 메탄과 에탄, 프로판, 일산화탄소 등이 추가적으로 발생하며 이런 에틸렌 주도형의 내부 점검결과는 열화 소손된 흔적이 발견되고 리드선의 고정 볼트의 헐거움이 주로 발견된다.



<그림 4> 유형 4 : H2

<그림 4>는 수소 주도형으로 타 가스의 동반 증가 없이 수소만 나타나는 경우와 타 가스가 추가 적으로 나타나는 유형으로 세부적으로 구분할 수 있다. 수소 주도형의 내부 점검 결과는 동가루와 같은 이물질이 발견되고 아크 흔적 등이 발견된다.



<그림 5> 유형 4 : CO + ETC

<그림 5>는 일산화탄소의 증가와 <그림 1>의 유형과는 다르게 기타의 가스가 동반하여 발생한 경우이다. 이 유형은 내부점검 시 일정한 고장 유형이 발견되지 않고 원인을 찾지 못한 경우도 있고 권선의 층간 단락 및 소량의 이물질, PRESSURE RING 고정 볼트의 풀림 등이 나타나기도 한다.

C2H2와 C3H8은 주도적으로 발생한 사례의 수가 적어 유형의 분류 및 내부점검과의 상관은 분석 대상에서 제외 하였다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 한국전력공사의 전력용 변압기 유증가스분석의 결과로 빈번히 발생하는 패턴을 분석하고 각각의 패턴과 내부점검 결과의 상관관계를 분석하였다. 그 결과 C2H4주도형은 과열에 의한 소손과 전압이 인가되는 볼트의 헐거움이 주된 내부 점검의 결과로 나타나고 H2주도형은 유증의 동가루에 의한 코로나 또는 아크 흔적 등이 빈도 높게 나타났다. 그 외의 CO 및 C2H6주도의 유형에서는 고장원인을 찾지 못하는 경우가 많거나 특정 고장이 빈도 높게 나타 않음을 알 수 있었다..

#### 감사의 글

본 연구는 한국전력공사의 학술용역에 의해 수행되었고 지원에 감사드립니다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] "주변압기 운영기준," 한국전력공사 송변전처, 2002
- [2] 은종영 외 "변압기 용존가스 분석에 의한 고장 예방진단," 한국전력공사 대전전력관리처, pp.1~81, 2001
- [3] "변압기 절연유중 CO2 및 CO 가스의 관리 기준치 설정 연구," 한전 전력연구원 최종보고서, pp.1~101, 1998
- [4] "유입 변압기의 보수관리," 日本電氣協同研究會, 54卷, 5号, pp.1~474, 1999
- [5] 권동진외 4명, "변압기 절연유 가스분석과 고장원인 검토", 대한전기학회 논문집, 전기물성. 응용부문C, 제54권8호, pp.343-349, 2005
- [6] 조성민외 4명, "변압기 유증 가스 진단 오차 원인에 대한 연구", 대한전기학회 전력기술부문회 추계학술대회 논문집, 2006
- [7] M. Duval, "Dissolved gas analysis : It can save your transformer", IEEE electrical insulation magazine, Volume 5, Issue 6, Nov.-Dec. 1989 Page(s):22 - 27
- [8] "IEEE Guide for the interpretation of Gases Generated in Oil-Immersed Transformers", IEEE Std C57.104-1991(ANSI)
- [9] "Mineral oil-impregnated electrical equipment in service - Guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis", IEC60599, 1999