

# 전기철도 수변전설비의 유지 및 운용 ⑤

자료제공 / 교육훈련팀



## 목 차

### 제3장 변전소의 용량과 간격

- 제1절 전철용 변전소 부하의 특성
- 제2절 직류변전소의 용량
- 제3절 교류급전용 변전소의 용량
- 제4절 직류변전소의 기기수와 예비
- 제5절 변전소의 배치

### 제4장 변성기기와 변압기

- 제1절 전철용 직류 변성기기가 구  
비해야 할 성능
- 제2절 변압기 개요
- 제3절 정류기용 변압기
- 제4절 정류기 개요

### 제5장 직류고속도 차단기와 계측

#### (다) 저항식 온도계 (디지털 온도계)

- ① 최근 많이 사용하기 시작하였으며 다음과 같이 구성되어 있다.
- ② 센서 : 온도에따라 저항값이 변화하는 측온 저항체 PTC, Pt100Ω, Thermistor 등이나 열전대, 전압, 전류 등 다양하게 이용
- ③ 리드선 : 감온부 센서의 2 전극을 디지털 온도 표시기의 연산장치 단자와 연결
- ④ 표시기 : 감온체의 고유저항값을 그에 상당하는 온도값으로 연산하여 디지털로 표시하는 부분이며 반드시 외부에서 동작용 전원을 공급하여야 한다
- ⑤ 감온부의 위치는 권선관 내부에 삽입 또는 철심부분에 취부
- ⑥ 표시기는 전자회로로 구성되어서 다음과 같이 다양한 기능을 부가할 수 있다.
- ㉠ 최고, 최저 측정온도 기억 및 복구장치
- ㉡ 경보온도 설정 및 접점출력
- ㉢ 트립온도 설정 및 접점출력
- ㉣ 온도값을 아날로그 또는 디지털로 출력하여 원격측정
- ④ 특징은 다음과 같다.
- ㉤ 가격이 다소 고가이며 동작용 전원을 필요로 한다.



- ㉔ 전자회로의 설계상 다양한 기능을 부가할 수 있다.
- ㉕ 감온체의 체적이 작기 때문에(직경 약 5~8 mm, 길이 약 10~15mm) 설치공간을 제작시 고려하면 권선관 내부에 설치가 가능하여 권선 온도를 정확하게 측정할 수 있다.
- ㉖ 지하철 1~4호선의 경우 최근 새로 제작하는 모듈드형 변압기는 권선의 온도를 정확히 측정하기 위하여 디지털 온도계를 설치하도록 하고 있으며 센서는 권선관 내부의 상부측에 특고압용 변압기는 각 상별로, 용량이 작은 고압용 변압기는 가운데 있는 V상에만 설치하는 것을 원칙으로 하고있다.

(라) 적외선 온도계

- ① 변압기 자체온도의 측정용으로 사용되는 경우는 없고 외부에서 필요개소의 부분적인 온도의 측정용으로 사용
- ② 피 측정물체에 적외선을 조사, 반사되는 파장을 분석하여 온도를 측정
- ③ 피 측정물체와 격리된 상태하에 사용되므로 가압, 운전상태에서 그대로 온도측정이 가능하며 부분 또는 전체적인 화상측정 등 다양하게 온도계측을 할 수 있다.
- ④ 부분 온도측정용은 휴대하기 용이하도록 소형으로 제작되어 있기 때문에 기 설치되어 보편적으로 실제온도와 편차(오차가 아님)가 큰 다이얼식 온도계의 지시값과 비교하여 차이를 변압기 외함에 기록하여 두면 변압기의 온도관리를 보다 효율적으로 할 수 있다.

다. 변압기의 주위온도

- ① 변압기는 사용함에 따라 발열의 축적으로 온도상승이 되고 절연체의 허용온도를 초과하게 되면 절연파괴의 우려가 있기 때문에 온도관리는 유지관리상 매우 중요하다.
- ② 변압기의 온도는 주위온도에 자체발열 축적분이 가산되기 때문에 변압기 설계시 주위온도의 기준을 정하고 있는데 우리나라에서 모듈드형 변압기의 설계시 적용하는 주위온도의 범위는 국제규격인 IEC726에 다음과 같이 규정하고 있다.
- ㉗ 최대 냉각공기 온도 : 40℃

- ㉘ 일일평균 냉각공기 온도 : 30℃
- ㉙ 연간평균 냉각공기 온도 : 20℃
- ③ 자냉식인 변압기는 주위온도가 냉각공기의 온도이므로 언제라도 주위온도 40℃이하를 유지하되 하절기의 경우 하루평균의 온도가 30℃이하이면서 1년간 평균 20℃이하로 유지하는 것으로 설계하기 때문에 이 기준의 충족시 변압기의 정격운전이 보장되는 것으로 판단된다.

라. 변압기의 보호장치

- ① 변압기는 구조상 밀폐되어 있어 외관점검으로는 경미한 고장의 조기발견이 어렵다.
- ② 변압기 내부의 경미한 고장은 시간이 지남에 따라 점차 확대되어 소손사고를 야기한다.
- ③ 변압기 고장시 화재로 확산되거나 복구시간이 오래 소요되는 등 피해가 매우 커진다.
- ④ 때문에 변압기 자체의 고장발생 요인을 미연에 방지하거나 조기발견을 위하여 다음과 같은 방법을 사용한다.
- ㉚ 전기설비시설기준 제54조에 의하면 뱅크용량 5,000[kVA]이상인 변압기에는 내부고장이 생겼을 경우 변압기로부터 전로를 자동차단하는 장치(단, 10,000[kVA]미만일 때는 경보장치라도 된다)를 의무적으로 설치하도록 하고 있다.
- ㉛ 내부고장 발생을 검출하는 방법은 위와 같이 여러 가지 방법이 있으며 유입형변압기는 내부고장 발생시 온도계나 절연유의 상태변화를 이용하여 이를 검출하는 등 많은 방법이 있다. 모듈드형변압기는 내부고장 검출이 어렵기 때문에 뱅크용량 3,000[kVA] 이상인 경우는 비울차동계전기를 설치하여 내부고장 검출방법을 보다 확실하게 하는 것이 바람직하다.
- ⑤ 변압기의 고장종류별 검출장치

보호항목	검출방법
○ 권선의 선간, 층간 절연파괴 또는 단락사고	○ 과전류 계전기-OCR (한시, 순시) ○ 차동 계전기 - DfR ○ 비울차동 계전기 - RDR

보호항목	검출방법
○권선의 지락 사고	○영상전류 계전방식 - CT 잔류회로이용, OCGR ○방향지락 계전방식 - GPT 및 CT잔류회로 이용, DGR ○영상전압 계전방식 - GPT이용, OVGR
○과부하사고	○과전류계전기 - OCR(한시, 순시)
○과열	○저항식 온도계 ○다이얼 온도계
○절연유 특성 이용	○부호홀츠 계전기 ○충격압력 계전기

마. 변압기의 절연유

(1) 변압기유의 보수 판정기준

판정항목	판정대상	기준값
절연과괴 전압 (kV/2.5mm)	전압 660[kV] 이상 유열화 방지장치 부착	35 이상
	기타 변압기	30 이상
	부하시 탭변환 개폐기	20 이상
산가 (mgkoh/g)	신유	0.02 이하
	초고압 변압기	0.2 이하
	32[kV] 이하 변압기	0.3 이하
	상태를 보아 재생 교체가 필요	0.3~0.5
	가능한 한 빨리 교체	0.5 초과
부하 탭전환 개폐기	0.7 이하	
체적저항률 (50°C) [ $\Omega \cdot \text{cm}$ ]	양호	$1 \times 10^{12}$ 이상
	요주의	$1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{12}$
	불량	$1 \times 10^{11}$ 이하
계면장력 (dyne/cm)	양호	19 이상
	요주의	16~19
	불량	16 이하
유전정접 (50°C, 50Hz, 1,000V/분)	양호	1.25 이하
	의문	1.25~5.0
	정밀검사 필요	5.0 이상

(2) 변압기유 시험방법

(가) 절연유 채취방법 및 주의사항

- ① 맨 밑의 밸브를 열고 처음의 것은 버리고 채취한다.
- ② 먼지나 수분이 침투되지 않게 채취한다.
- ③ 채취한 후 가급적 빠른 시간내에 시험을 실시한다.
- ④ 측정중에 너무 가까워서 호흡을 하지 말아야

한다.

- ⑤ 내압시험을 하기 전에 반드시 방전을 시켜야 한다.

(나) 절연유 내압시험 측정방법

- ① 시험기를 설치하고 스위치를 OFF에 놓는다.
- ② 봉의 간격을 2.5mm로 맞춘다.
- ③ 절연유를 눈금까지 부은 다음 기포가 없어지기를 기다린다.
- ④ 스위치를 넣고 전압 조정기를 매초 3000V 속도로 높여가며 절연이 파괴될 때의 전압을 읽는다.
- ⑤ 첫번째 데이터를 버리고 3번 측정하여 평균값을 얻는다.
- ⑥ 이때 절연이 파괴될 때마다 끈흙을 잘 제거해야 한다.

(다) 산가측정

- ① 변압기유를 스포이드를 사용하여 시험관에 5cc(절반 약간안됨)까지 정확하게 조정하며 넣는다.
- ② 산추출액을 그위에 5cc 넣는다.  
\* 산추출액은 사용후 즉시 뚜껑을 닫는다.
- ③ 시험관 입구를 막고 10회 이상 흔든다.
- ④ 산가 적정액을 주사기로 채취하여 조금씩 넣어 흔들어 본다.  
(큰 눈금은 0.2cc 작은 눈금 0.02cc 이다.)
- ⑤ 청색에서 적갈색으로 변하는 시점에서 산가 적정액의 양을 알아둔다.
- ⑥ 지금까지 한것은 예비시험의 수치이다.
- ⑦ 예비치의 자료를 토대로 정밀 측정한다.  
(한번에 0.04~0.1cc씩 추가하면서 흔들어 보아 약 15초간 적갈색으로 색이 보존될 때의 값이 산가이다)

제4절 정류기 개요

1. 실리콘 정류기

실리콘과 게르마늄 등의 반도체를 사용한 정류기는 효율이 높다. 구조도 소형경량이며 보수와 운



전도 간단하고 우수한 성능을 갖는다. 실리콘은 타 반도체에 비해 순전압 강하가 적고 허용온도도 높으며 단위 면적당 전류용량도 크다. 또 逆耐전압도 높아 정류특성이 우수하고 자원도 풍부하다. 실리콘 정류기는 최근 장족의 진보로 제조기술의 진보와 함께 내전압 향상에 수반 변전소 변성기로서 각종 출력의 품종이 넓게 채용되고 있다.

가. 실리콘 정류기의 장점

- ① 구조 취급이 간단하고 보수와 운전이 용이
- ② 효율이 높다
- ③ 소형 경량으로 설치면적이 작고 가격도 저렴하다.
- ④ 순방향의 전압강하가 적다(0.8~ 1.5V정도)
- ⑤ 역내전압이 높고 역전류도 대단히 적다.
- ⑥ 허용온도가 높다.
- ⑦ 耐震性이 강하다.

나. 실리콘 정류기의 문제점

- ① 단시간 과부하내량이 작다.
- ② 과전압내량이 작다.

다. 실리콘 정류소자

외형상으로 STUD형과 평형(DISK형)이 있는데 평형이 방열판과의 접촉면적이 넓어 방열효과가 크고 전류용량도 크다. 직병렬접속 용이로 소형이며 구성이 간단하여 많이 쓰인다.

라. 과부하 한도

실리콘 정류기의 과부하 한도는 소자의 온도상승에 따라 결정된다. 즉 온도가 상승하면 역전류가 증대하고 온도상승을 크게해 어느 한도에서 파괴되며 재사용이 불가능하게 된다. 정류소자의 온도상승 시정수는 극히 작아 그 과부하 한도는 1분간 정도의 단시간 과부하에 의해 소자의 온도상승에 따라 결정된다.

마. 보호

실리콘 정류기는 과전압, 단시간과부하내량이 적으므로 이상전압과 단락전류 등에 의해 과전압 및 단시간 과부하를 낮추는 것이 보호의 중점이다.

과전압에 대해서는 교류측 및 직류측에 피뢰기를 달고 각상에 콘덴서 및 무유도저항으로 구성되는 써어지 옵서버를 설치한다. 차량이나 전차선 단락 사고시의 과전류에 대해서는 고속도 차단기로 보호한다.

바. 실리콘 정류기의 구성

실리콘 정류기는 많은 정류소자를 조합하여 구성된다. 전철용 변성기기가 구비하여야 할 성능은 다음과 같다.

- ① 전철용 부하는 반복 PEAK부하이므로 전류 및 온도 변화의 반복에 대해 실리콘 정류소자가 충분히 견뎌야 한다.
- ② 직류전압이 높고 소자의 직렬개수가 많으므로 역전압 분담을 충분히 평형시켜야 한다.
- ③ 직류측으로부터 이상전압 침입 경우가 많아 직렬소자는 이 이상전압에도 충분히 대응 협조할 수 있어야 한다.
- ④ 전차선로와 전기차의 사고 등으로 급전회로의 단락사고가 발생하는 경우가 많으므로 병렬소자는 과전류에 대해서도 충분히 협조해야 한다.

이러한 성능은 과전압이나 과부하 내량이 작은 실리콘 정류기로서는 가혹한 것이다. 따라서 과전압에 대해서는 수개를 직렬로 구성하고, 과전류에 대해서는 병렬구성을 해서 과전압, 과전류에 대해 충분히 대응함과 동시에 전압전류분담을 충분히 평형시킬 필요가 있다. 실리콘 정류기의 용량은 병렬개수를 크게 함으로써 이론적으로는 얼마든지 증대시킬 수 있으나 병렬소자간의 전류불평형이 증대하여 단락전류도 커지므로 정류기내부 소자 배치에 복잡한 방법을 요한다.

- ⑤ 직렬수 : 소자의 정격 비반복 PEAK역전압과 ARM에 인가 될 수 있다고 추정되는 이상전압치 등에 의해 결정
- ⑥ 병렬수 : 정류기에 결정된 여러 조건하의 부하 전류가 ARM에 흘러도 소자 1개의 통전능력이 충분히 견딜 수 있고 직류측 단락사고도 고려할 수

다음호에 계속됩니다.