전기철도 수변전설비의 유지 및 운용 ④

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 구비해야 할 성능

제2절 변압기 개요

제3절 정류기용 변압기

제4절 정류기 개요

제5장 직류고속도 차단기와 계측

① 원 리

㉮ Ⓜ과 Ⓣ 변압기의 1차단자 ⓐ, ⓑ, ⓒ에 3상전원 R,S,T를 접속, 가압하면 2차측권선에는 Ⓜ과 Ⓣ변압기의 1차측권선에 대응하여 Em, Et의 기전력이 유기된다.

㉯ 이와 같이하여 Em과 Et는 NF를 공동점으로하여 90°의 위상차를 가지게된다.

㉰ 따라서 단상변압기 2대를 스콧트결선하면 3상을 2상으로 변환하여 2차측에 90°의 위상차를 갖는 2상전압을 얻을수 있게되는 것이다.

㉱ 변압기를 가리켜 M좌변압기, 변압기를 가리켜 T좌 변압기라고 부른다.

㉲ 이런 스콧트결선방식은 교류전화 초기에는 단상변압기 2대를 써서 결선을 하였으나 결선의 복잡성과 설치 면적, 경제성 등의 측면에서 현재는 거의 사용하지 않고 있다.

㉳ 현재의 스콧트결선 변압기는 M좌, T좌의 권선을 별개의 철심에 감아서 한 탱크에 수납시키는 2철심형 또는 2개의 철심을 하나로 하는 1철심형인 스콧트결선 변압기가 사용되고 있다.

(나) 교류전화방식의 급전계통

① BT급전방식

권수비 1:1의 흡상변압기(전류를 빨아 올린다는 의미)를 사용 약 4km마다 BT를 설치하고, 트로리에는 부스타 섹션을 설치 BT의 1, 2차측을 트로리선과 부급전선에 각각 직열 접속하고 또 BT의 중간지점의 레일과 부급전선간을 흡상선으로 접속 레일로부터 대지로 흐르는 누설전류를 BT작용에 의해 강제로 부급전선으로 흡상시켜 통신선 유도장애를 경감시키는 방법이다.

② AT급전방식

변전소의 급전전압을 전차선 전압보다 높게하여 선로를 따라 약 10km마다 설치된 단권 변압기로 필요한 전차선전압으로 강압, 전기차에 공급하는 방식으로서 AT의 중성점을 레일에, 1단을 트로리선에, 다른 1단을 급전선에 접속한다. AT 권수비는 임의 가능하나 일반적으로 1:1이 사용된다.

㉮ 변전소로부터의 송전전압을 전기차에 공급되는 전압의 2배로 높게 할 수 있으므로 대전력 공급에 적당하다.

㉯ 부하용량을 일정하게하면 전류가 1/2로 되어 전압강하는 1/2이 되어 변전소 간격을 BT보다 2~3배정도로 멀게 할 수 있어 변전소 수를 줄일 수 있다.

㉰ 변전소 간격을 비교적 멀게할 수 있으므로 위치선정이 자유롭다.

㉱ BT의 부스타 섹션이 불필요하여 전차선의 신뢰도가 높다

㉲ 반면 AT를 약 10Km마다 설치하고 급전선을 전선로에 설치해야 하므로 구성이 복잡하다.

3. 변압기와 관련한 일반적사항

가. 변압기의 소음 원인

(1) 고정상태 불량(볼트류의 조임불량이나 이물질이 끼어있는 경우)

(2) 온도가 너무 많이 올라간 경우

(3) 부하가 과다하거나 불평형 또는 부하측 전압강하가 많은 경우

나. 절연 이격거리

전 압	절연계급	상간또는대지간(mm)	동상간또는동극간(직류)
3.3kV	3A	45	53
	3B	30	53
6.6kV	6A	65	81
	6A	45	105
11kV	10B	90	105
22kV	20B	185	225
33kV	30B	280	330

다. 단락 전류의 계산

※ % 임피던스법 ($\%Z = Z \times In / E \times 100\%$)

Z : 회로의 임피던스, In : 정격전류, E : 회로의 전압

- 단락전류 $Is = 100 / \%Z \times In$ ($In = P/\sqrt{3} \times V$ = 정격전류)
- 단락용량은 변압기용량을 P로 할 경우 $Ps = P \times 100/\%Z$(MVA)
- 차단기용량(단락용량)은 $=\sqrt{3} \times$ 정격전압 × 정격차단전류(단락전류)로 구하여야 된다.

라. 변압기의 시험법

(1) 변압비의 측정

(가) 고압측에 100V정도의 전압을 가하여 고압측과 저압측의 전압비로 측정한다.

(나) 오차를 없게하기 위해 전압계를 바꾸어 가며 각 탭마다 측정.

(2) 극성시험

(가) 고압측에 저압의 전원을 가한다.

(나) V1과 V2의 전압을 비교하여 저압측 유기전압이 낮으면 감극성, 높으면 가극성

(3) 각변위 시험

(가) 3상 변압기에서 고저압단자에서 같은 기호의 것을 하나씩 택하여 접속한다.

(나) 고압측에 낮은 3상전압을 가한다.

(다) 고저압단자간에 나타나는 전압을 측정한다.

(라) 이 값으로 벡타도를 그려보면 각변위가 그려진다.

(마) 표준은△-△, Y-Y는 0 이고, △-Y는 -30도,Y-△는 +30도이다.

(4) 저항측정

(5) 무부하시험

(6) 임피던스시험
(7) 온도 상승시험
(8) 내전압시험
(9) 충격전압시험 등이 있다.

제3절 정류기용 변압기

가 . 변전소에서 사용하는 변압기

가. 1,2호선 : 3상 3선식, 22.9[kV]/1,200[V], 결선방식(△-△), 용량 4,520[kVA]
나. 3,4호선 : 3상 3선식, 22.9[kV]/1,188[V], 결선방식(△-△,Y-△), 용량 2,240[kVA] ×2
다. 고배용 : 3상 3선식, 22.9[kV]/6.6[kV], 결선방식(△-△), 용량 1,000~ 7,000[kVA]
라. 소내용 : 3상 4선식, 6.6[kV]/380-220[V], 결선방식(△-△), 용량 50~150[kVA]

2 . 점검 및 유지관리

가. 점검 방법

(1) 모울드 변압기와 건식 변압기
(가) 일상점검시(가압중)
① 단자부위 발열 여부를 시온테이프, 터미널 캡, 단자 등의 변색상태로 확인
② 권선의 국부발열 여부를 모울드의 색상변색, 오감, 적외선온도계로 확인
③ 권선이나 철심의 이상발열 여부를 온도계 지시상태 및 육안으로 확인
④ 또는 단자의 코로나 발생여부를 청각 및 육안으로확인
⑤ 소내용, 전기실용은 COS리드선 단부 절연피복의 열흔여부 확인
⑥ 변압기 접지단자의 부착상태 확인
⑦ 변압기 소음상태를 평상시와 비교
⑧ 점검중 특히 충전부에 가까이 접근하지 말것(절연모, 절연장갑 착용 및 1인은 점검, 1인은 충전부 접근여부 감시 철저이행)
(나) 정기검사시(단전중)
① 먼지를 조심스럽게 제거하면서 이상유무를 확인
② 단자들의 조임상태, 리드선 압착부분에 열흔 및 부분단선여부 0. 소내용, 전기실용 변압기는 특히 COS 접촉상태등을 확인
③ 절연저항 체크시 주의 사항
㉮ 전기실
배전반의 Main 1차측의 연결상태 확인(표시램프, 전압계, UVR 등)
㉯ 변전소
ⓐ 정류용 변압기 --- 1차측 차단기와 정류기의 부극 단로기를 반드시 개방
ⓑ 고배용 변압기 --- GPT를 인출
㉰ 온도계가 냉각상태에서 지침이 내려가는지 작동상태를확인

(2) 유입 변압기
(가) 일상점검시(가압중)
① 온도, 유량, 개스압 등 지시계기상 정상여부 확인
② 누유 또는 누기되는 곳은 없는지
③ 단자부위 발열 여부를 시온테이프, 터미널 캡, 단자 등의 변색상태로 확인
④ 소내용,전기실용은COS리드선 단부 절연피복의 열흔여부 확인
⑤ 변압기 접지단자의 부착상태 확인
⑥ 변압기 소음상태를 평상시와 비교
⑦ 점검중 특히 충전부에 접근말것(절연모, 절연장갑 착용 및 1인은 점검, 1인은 충전부 접근여부 감시 철저이행)

(나) 정기검사시(단전중)
① 먼지를 조심스럽게 제거하면서 이상유무를 확인
② 단자들의 조임여부, 리드선 압착부분에 열흔 및 부분단선 유무
③ 소내용, 전기실용 변압기는 특히 COS 접촉상태 등을 확인
④ 절연저항 체크시에 주의 사항
㉮ 전기실 : 배전반의 Main 1차측의 연결상태 확인(표시램프, 전압계, UVR 등)
㉯ 변전소
ⓐ 정류용 변압기 --- 1차측 차단기와 정류기의 부극 단로기를 반드시 개방

ⓑ 고배용 변압기 --- GPT를 인출

⑤ 온도계, 질소가스압력계가 냉각상태에서 지침의 변화상태 등 작동상태를 확인

나. 변압기의 온도상승

(1) 변압기 절연종류별 온도상승 도표

절연종류	허용온도(℃)	최고온도(℃)	절연종류	허용온도(℃)	최고온도(℃)
Y		90	F	95	155
A	55	105	H	120 (건식 변압기)	180
E	70	120			
B	75	130	C		180이상

(2) 변압기 온도계측

① 변압기의 온도상승 원인은 전력 변환과정에서 각종 손실로 인하여 발생된 열이 외부 대기중으로 방산되지 못하고 내부에 축적되기 때문이다.

② 변압기내에서 축적되는 온도는 권선의 구조상 이상이 발생시는 국부적으로 상승되면서 열전달 매질(절연재료- 절연유, 에폭시, 공기 등)에 따라 전체적으로 확산되며 과부하시에는 전반적으로 온도가 상승하게 되고 최고온도를 넘게되면 변압기가 절연파괴되므로 온도상승여부의 계측은 변압기 관리상 매우 중요함.

③ 유입변압기는 비교적 온도상승시 대류가 활발한 절연유를 열 전달 매체로 하기 때문에 밀폐된 절연유중 온도를 측정함으로써 변압기권선의 온도상승 상태를 용이하게 계측할 수 있을 뿐 아니라 내부고장으로 인한 급격한 온도상승시 유압(油壓)이나 유류(油流)의 변화를 검출, 적절한 보호차단을 할 수 있으나 모울드형 변압기는 권선관을 개방된 상태에서 열 전도도가 비교적 낮은 공기의 대류를 통하여 냉각하므로 권선의 국부적인 온도나 급격한 온도상승은 감지하기가 어려우며 평균적으로 축적된 상태의 온도를 계측하기 위하여 몇가지 방법이 사용된다.

(3) 변압기에 사용되는 온도 계측장치

(가) 다이얼 온도계 (버든관식)

① 가장 널리 사용하여 오던 방식으로서 다음 3요소로 구성

㉮ 감온부 : 온도에 따라 팽창하는 액체(수은 등)을 넣은 밀봉된 용기

㉯ 도관 : 용기 내 액체의 팽창을 버든관에 전달하는 유연성있는 튜브

㉰ 다이얼 : 액체의 팽창상태를 지침의 회전력으로 바꾸어주는 버든관과 눈금판

② 감온부의 위치는 보통 권선관 상부 대류통로상 철심 프레임에 브라켓취부 설치

③ 다이얼의 구조는 다음의 것이 부가되기도 한다

㉮ 최고 상승온도 기억 및 복구장치

㉯ 경보온도 설정 및 접점출력

㉰ 트립온도 설정 및 접점출력

④ 특징은 다음과 같다.

㉮ 가격이 염가이며 동작용 전원을 필요로 하지않는다.

㉯ 구조가 비교적 간단하고 고장발생이 적으며 수명이 반영구적이다.

㉰ 사용중 파손되더라도 사고발생전 최고온도의 지침은 그대로 보존.

㉱ 감온부의 체적이 크기 때문에(직경 약12~15㎜, 길이 약 150~200㎜) 감온부 주변의 평균온도가 계측되며 유온, 수온 또는 밀폐된 공간의 기온측정에 적합하다.

㉲ 감온부가 금속으로 체적이 커서 자계중에서는 자장형성에 영향을 주어 권선간 절연파괴 사고의 우려가 있기 때문에 감온부를 권선관 내부에 삽입하여 권선의 온도를 계측하기에는 적합하지 않다.

㉳ 다이얼의 위치를 피 측정부분에서 거리를 둘 수 있다.

(나) 다이얼 온도계 (바이메탈식)

① 유입형변압기에 사용하는 방식으로서 다음 2요소로 구성

㉮ 감온부 : 액체(절연유)의 온도를 다이얼에 전달하는 열전도성이 좋은 금속체

㉯ 다이얼 : 전도된 온도만큼 지침을 움직여 주는 바이메탈과 눈금판

다음호에 계속됩니다