



전기설비의 검사, 점검 및 시험 ⑦

글/ 한국공항공사/ 전력시설부장 권 순 구

삼화EOCR(주)/ 마케팅이사 김 기 옥

(주)기술사사무소 금풍엔지니어링 대표이사/ 기술사 이 규 복



목 차

3. 전기설비의 측정방법과 판정

1. 접지 저항 측정
2. 절연 저항 측정
3. 누설전류의 측정
4. 고압회로의 전류측정 및 온도상승측정
5. 조명설비조도의 측정

4. 전기기기의 시험방법과 판정

5. 특고압차단기 및 보호계전기 점검, 시험
6. 전기설비의 이상상태 확인
7. 시험, 측정 기구류와 공구류

(2) 권선저항 측정

여기서는 Kt는 온도 보상계수인데 다음과 같다.

$$Kt = \frac{309.5}{234.5 + t}$$

위의 식에서 t는 권선저항 측정시의 기기온도이다.

※ 권선저항 측정시의 주의사항

- 측정오차를 감소시키기 위해서 변압기 상부에서 Bushing에 최소한 가까운 곳에 계기를 결선한다.
- 전압 강하법으로 권선저항을 측정후 전원회로를 피시험 기기에서 개로할 때는 계측기의 손상을 방지하기 위하여 변압기측에서 전류회로를 단락후 개로 한다.
- 측정시 권선의 온도상승을 방지하기 위하여 변압기 정격전류의 15% 이내의 DC 전류를 흘려야 한다.

한편 전류가 안정된 위치까지 도달하는 시간을 단축하기 위하여 상대단 권선을 단락하여 상호 Impedance를 제거한다.

이때 기록한 전류를 I, 전압을 V라고 하면 t℃ 때의 권선의 저항을 Rt라고 하면

$$R_t = \frac{V}{I} (\Omega) \quad (1.1)$$

(나) 변압기가 Y결선인데 중성점이 인출되지 않을 때 위와 <그림 1.15>에서 중성점에 연결될 Lead를 V나 W Bushing에 연결하여 (가)항의 시험방법과 동일하게 저항을 측정한다.

이때 측정된 전류를 I, 전압을 V라 하면 t℃ 때 1Φ 권선의 저항을 Rt라 하면

$$R_t = \frac{V}{2I} (\Omega) \quad (1.2)$$

(다) 변압기가 Δ 경우 결선은 <그림 1.16>와 같이 결선하며 시험방법은 (가)항과 같이 하며 이때 측정된 전류를 I, 전압을 V라 하면 t℃ 때의 1Φ 권선의 저항은

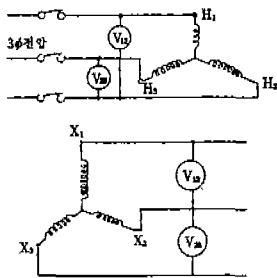
$$R_t = \frac{3}{2} \times \frac{V}{I} (\Omega) \quad (1.2)$$

위의 (가), (나), (다)항의 75℃로 환산하면
 $R_{75^\circ C} = R_t \times K_t (\Omega)$

(3) 전압비 측정

전압비 측정은 변압기의 중간단락 여부를 확인하기 위하여 측정하는데 각 Tap에서 1차와 2차 각 상별로 측정하여 정격전압비와 동일한가를 확인한다.

전압 인가는 고전압측에 적당한 3Φ를 인가하여 전압비 시험을 한다 <그림 1.17>



<그림 1.17> 측정시 결선도

※ 이때 인가한 3Φ 전압측정치가 V12, V23이고 2차측에 유기된 전압이 V12, V23 라고 하면 권수비 (전압비) n은

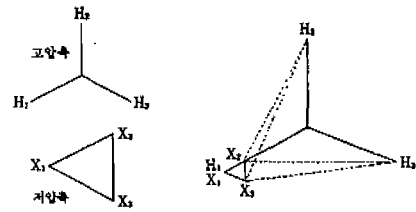
$$n = \frac{V_{12}}{I_{12}} = \frac{V_{23}}{I_{23}}$$

(4) 3Φ 병압기의 각 변위시험

3Φ 변압기의 고압측과 저압측의 동일 상을 Lead로 한 상만 연결하고 고압측에 3Φ 200V를 인가한다.

(가) 변압기가 Y-Δ 결선인 경우

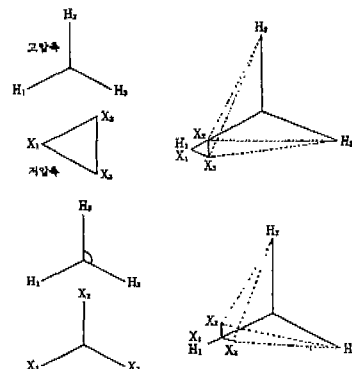
<그림 1.18>에서 H2 - X3, H3 - X3, H3 - X2, H2 - X2, 전압을 측정하여 H2 - X2 = H3 - X3, H2 - X3 > H2 - X2, H2 - X3 > H1 - X2 이면 1차측의 위상은 2차측보다 30° 앞서고 감극성이다.



<그림 1.18>

(나) 변압기가 Y-Y 결선인 경우

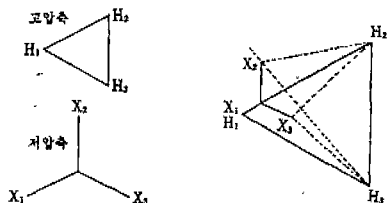
<그림 1.19>에서 전압을 측정된 치가 H2 - X2 = H3 - X3, H2 - X3 > H2 - X2, 이고 H2 - X3 < H1 - X2 이면 1차가 2차는 동상이며 감극성이다.



<그림 1.19>

(다) 변압기가 Δ-Y 결선인 경우

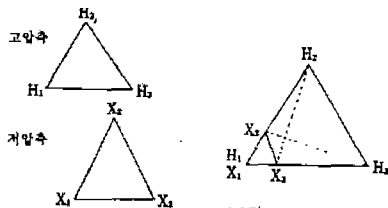
〈그림 1.20〉에서 측정한 전압치가 $H_2 - X_2 = H_3 - X_3, H_3 - X_2 > H_2 - X_2$, 이고 $H_2 - X_2 < H_1 - X_2$ 이면 1차가 2차보다 30° 뒤지며 감극성이다.



〈그림 1.20〉

(라) 변압기가 Δ-Δ 결선인 경우

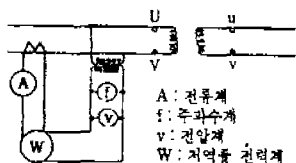
〈그림 1.21〉에서 측정한 전압치가 $H_2 - X_2 = H_3 - X_3, H_2 - X_3 = H_3 - X_2$, 이고 $H_2 - X_3 > H_2 - X_2, H_2 - X_3 < H_1 - X_2$ 이면 1차와 2차는 위상이 동상이며 감극성이다.



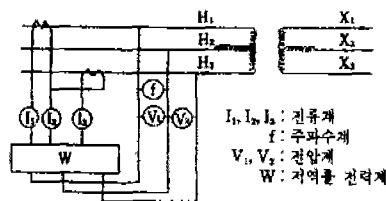
〈그림 1.21〉

(5) 무부하 시험

변압기의 한쪽 권선은 다른쪽 권선에 정격주파수의 정격전압을 인가하여 변압기의 여자전류와 인가전압 및 손실을 측정하는데 측정된 치에서 계기 자체의 손실을 뺀 것이 변압기의 무부하 손실이며 그 측정회로도에는 〈그림 1.22, 1.23〉와 같다.



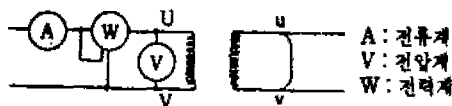
〈그림 1.22〉 1Φ 변압기 무부하손실 측정 계기 결선도



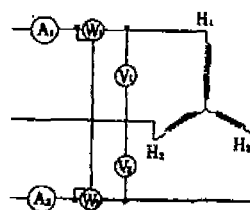
〈그림 1.23〉 3Φ 변압기 무부하손실 측정 계기 결선도

(6) 변압기 손실 측정

변압기의 저압이나 고압중의 한쪽을 단락하고 단락하지 않은 측에 〈그림 1.24, 1.25〉과 같이 계측기를 결선하며, 단상인 경우에는 단상 전압 3Φ인 경우에는 3Φ전압을 인가하여 변압기의 동선을 측정한다.



〈그림 1.24〉 단상인 경우



〈그림 1.25〉 3상인 경우

※ 계기 결선하기 이전의 주의사항

먼저 전원용 변압기의 용량을 선정하기 위하여 변압기에 가압될 전압에서의 단락전류를 다음 식에서 구한다.

$$\text{단락전류 (Is)} = \frac{\text{인가전압(V)} \times \text{정격전류(A)}}{\text{정격전압(V)}} \times \frac{100}{\text{변압기\%Z}}$$

위의 식에서 단락전류가 계산되면 시험 전원용량이 아래 식에서 구해진다.

$$P = \sqrt{3} \times \text{단락전류(A)} \times \text{인가전압(V)}[\text{VA}] \dots\dots\dots 3\Phi \text{인 경우}$$

예제 : 시험용 변압기의 용량 계산하는 방법을 예로 들어보자.

용량 : 30/40(MVA), 전압 : 154/23(kV), 정격전류 : 112A/753A

%Imp : 11.71%인 변압기의 시험용 전원용량은?

(가) 2차측을 단락하는 경우 (23kV V측을 단락하는 경우)

$$\text{단락전류} = \frac{220 \times 112}{23,000} \times \frac{100}{11.71} = 1,366[\text{A}]$$

단, 인가전압을 220V라 하면 전원용량은

$$\sqrt{3} \times 220 \times 1,366 = 520.5[\text{VA}]$$

따라서 전원용 변압기의 용량은 여유를 30%로 보면

$$520.5 \times 1.3 = 676.7[\text{VA}] \text{면 충분하다}$$

(나) 1차측을 단락하는 경우 (154kV측을 단락하는 경우)

$$\text{단락전류} = \frac{220 \times 753}{23,000} \times \frac{100}{11.71} = 61.5[\text{A}]$$

전원용량은 $\sqrt{3} \times 220 \times 61.5 = 24[\text{kVA}]$ 이다.

30%의 여유를 두면 $24[\text{kVA}] \times 1.3 = 31.2[\text{kVA}]$ 이면 충분하다.

위의 (가), (나)항에서 보는 바와 같이 2차측 즉 저압측에서 전압을 인가하고 1차측을 단락하면 단락전류가 61.5[A]나 흐르므로 시험 전원 용량이 너무 크므로 2차측을 단락하고 1차측에 220[V]를 인가하는 것이 안전하다.

상기의 단락시험에서 구하여지는 것은 %Imp, Impedance 전압, 동손실, 동손실율, %R Drop, %X Drop, 전압변동을 등이 구하

여지는데 위의 2차를 단락하고 1차에 3Φ 220V를 인가할 때 이들을 계산하면

(다) %Z

$$\begin{aligned} \%Z &= \frac{\text{인가전압}}{I_s} \times \frac{\text{정격전류}}{\text{전격전압}} = 100 \\ &= \frac{220}{1,366} \times \frac{112}{154,000} \times 100 = 11.71 \end{aligned}$$

(라) Impedance 전압

$$\begin{aligned} \text{Imp 전압} &= \frac{\text{인가전압}}{\text{단락전류}} \times \text{정격전류} \\ &= \frac{220}{1,366} \times 112 = 18,038[\text{V}] \end{aligned}$$

(마) 동손실

$$V_{20^\circ\text{C}} = \frac{(\text{정격전류})^2}{(\text{단락전류})^2} \times \text{측정손실}$$

이때 측정된 손실을 25W로 보면

$$V_{20^\circ\text{C}} = \frac{(112)^2}{(1,366)^2} \times 25 = 168.1[\text{kW}]$$

이것을 75℃로 환산하면 (측정시 온도가 20℃ 이라면) 전체용량에 대한 동손실율은

$$\frac{204.4}{30,000} \times 100 = 0.68\%$$

(바) %R Drop

$$\%R \text{ Drop} = \frac{\text{동손실}}{\text{전용량}} \times 100 = \frac{204.4}{30,000}$$

(사) %Z Drop

$$\%Z \text{ Drop} = \sqrt{\%Z^2 - (\%R \text{ Drop})^2} = \sqrt{11.71^2 - 0.68^2} = 11.69$$

다음호에 계속됩니다