

電氣設備의 絶緣劣化 診断技法에 關한 研究

The Diagnostic Techniques for a Insulating
Deterioration of Electrical Equipment

(6)

田 永 國

韓國電氣研究所 電力機器研究委員

다) Gas 절연 개폐장치 (G.I.S)

Gas絶緣 開閉裝置는 SF₆Gas, 注形固体絶緣物 등 絶緣性能이 우수한 絶緣材料를 使用해 絶緣距離를 대폭 縮小시킨 密封 金屬容器속에 開閉장치를 부착시킨 것으로 絶緣物の 長期信賴性이 이 장치의 신뢰성과 직결한다. 따라서 部分放電試驗은 Gas絶緣장치의 不良을 檢知할 수 있기 때문에 絶緣물의 장기 신뢰성 시험에 重要한 수단이 되고 있다.

여기서는 G.I.S 부분방전 試驗中 現地에서 가능한 方法에 대해 주로 기술하겠다.

(1) 測定回路 및 測定方法

Gas絶緣 開閉裝置의 部分放電 測定法에는 廣帶域法, 低周波法, 同調法이 使用되고 있으며 일반적으로 檢出感도가 높고 雜音의 영향이 적은 低周波法, 同調法이 使用되고 있다.

測定基本回路로는 그림 65와 같은 回路가 使用되고 있는데 (C)의 경우는 보통의 平衡검출外 논리제어잡음 판별기에 의한 外部雜音을 消除하는 方法도 실시되고 있고 또한 (a)에서 測定感도를 향상시키는 方法으로 電源 및 結合

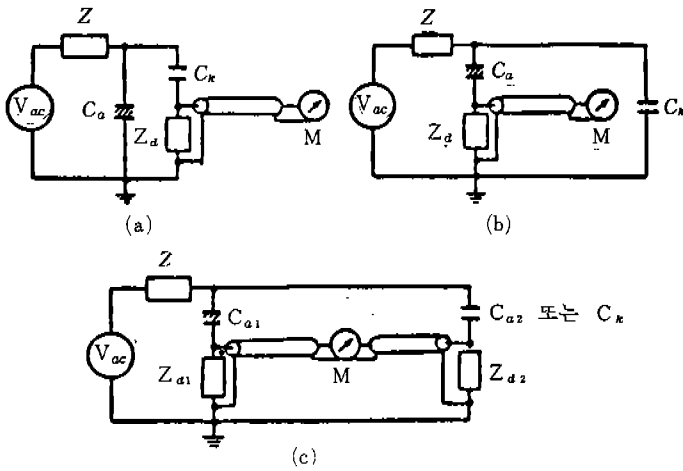
Condenser를 Gas絶緣 개폐장치와 同一한 금속용기내에 취부시켜 완전히 차폐하는 方法이 있는데 이렇게 하면 통상회로구성 (대기중)에 비해 측정감도를 약 20dB 정도 향상시킬 수 있다.

現地에서 Gas絶緣개폐장치의 部分放電 試驗 方法으로는 그림66과 같이 絶緣Spacer를 매입한 전극을 部分放電의 檢出, 測定에 利用하는 絶緣Spacer法이 있다.

이 方法은 絶緣Spacer 근처에서 發生하는 部分放電은 感度 좋게 檢出할 수 있지만 Spacer에서 떨어진 部分에서 發生하는 것에 대해서는 檢出感도가 저하하고 또한 공시품 및 측정기를 포함한 測定回路 全体에 대한 校正이 어렵다.

2) 直流試驗

直流試驗은 絶緣物에 直流電壓을 印加했을 때 電流-時間特性, 絶緣抵抗-溫度特性 혹은 絶緣抵抗-電壓特性등을 測定하여 絶緣性狀 특히 乾燥, 吸濕, 導電性, 不純物의 混入 또는 生成, 汚損, 絶緣欠陥등의 狀態를 조사하는 試



C_a, C_{a1}, C_{a2} : 供試物の Capacitance
 C_k : 結合 Condenser
 Z_d, Z_{d1}, Z_{d2} : 檢出 Impedance
 M : 測定器
 V_{ac} : 電 源
 Z : Impedance 또는 Filter

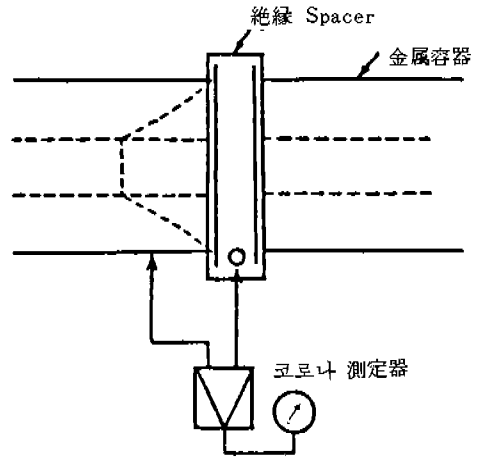
〈그림 65〉 部分放電 試驗回路 (G. I. S)

驗으로 그 試驗回路 및 試驗方法은 다음과 같다.

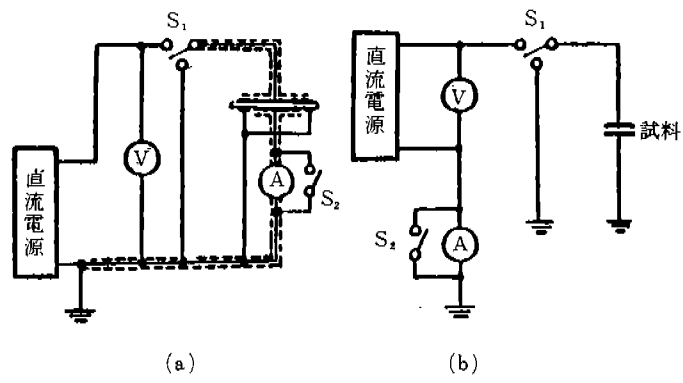
가) 試驗回路

直流試驗回路는 그림 67과 같으며 여기서 (a)는 공시품의 接地側에 電流計를 接續할 수 있는 경우에 적용되고 (b)는 現地등에서 공시품이 接地되어 있어 電流計를 接地側에 接續할 수 없는 경우에 適用된다.

(a)의 경우에는는 공시품의 接地側에 Guard 電極을 設置할 수 있고 (b)는 直流電源을 大地로부터 絶緣시켜 電源의 低壓端子와 大地間에 흐르는 電流를 測定한다. 이때 어느 回路에 있어서도 殘留電荷 (Residual Charge) 를 放



〈그림 66〉 部分放電 檢出路 (絶緣 Spacer 法)



A : 電流計 (μA 計)
 S_1 : 高圧開閉器
 V : 直流電圧計 (高電圧用)
 S_2 : 電流計保護用開閉器

〈그림 67〉 直流試驗回路

電시킬 수 있는 回路가 設置되어 있어야 하고 또한 測定하는 電流가 微小하기 때문에 外部 Noise 혹은 靜電誘導에 의한 測定誤差를 제거하기 위해 接續線을 가능한 짧게하고 차폐선을 使用하는 것이 좋다.

나) 試驗方法

공시품에 直流電壓을 인가하고 나면 電壓을 분리해도 殘留電荷가 남아있어 測定値에 큰 영향을 미치기 때문에 이러한 殘留電荷를 제거하기 위해 試驗電壓 印加前에 적어도 10分以上 電極端子間을 短縮시켜 둘 必要가 있다.

直流試驗은 測定時의 주위 조건 특히 湿度의 영향을 받기 쉽기 때문에 測定時의 주위 조건을 一定하게 유지하는 것이 요망되고 특히 定期的으로 直流試驗을 실시해 劣化 進行 정도를 追跡할 경우에는 測定時의 주위조건을 一定하게 할 必要가 있으며 부득이한 事情에 의해 測定時의 주위조건을 一定하게 할 수 없는 경우는 試驗結果에 溫度 및 湿度를 明記해 둔다.

電流-時間特性 試驗에서 電流測定 時間은 20초, 40초, 1分, 1.5分, 2分, 3分, 7分, 혹은 10分으로 하고 있고 이때 放電電流-時間特性도 測定해 두면 試驗結果 考察時에 참고가 된다.

공시품의 定格電壓이 1 kV以下인 경우에는 定格電壓 근처의 直流電壓으로써 試驗하며 공시품에 電壓을 印加할 경우 電壓印加直後에 앞에서 기술한 順시충전전류와 吸收電流에 의해 比較的 큰 電流가 흐르기 때문에 반드시 電流計의 切換Range를 最大로 해 과전류로부터 電流計를 보호해야 한다.

3) 誘電正接試驗 (tan δ 試驗)

tan δ 試驗은 絶緣物에 交流電壓을 印加할 때의 tan δ 值, tan δ-電壓特性 및 tan δ-溫度特性등을 測定하여 吸濕, 乾燥, 汚損, Void 상태 등의 絶緣性狀 혹은 劣化程度를 指示하는 試驗으로 그 試驗回路 및 裝置, 試驗方法은 다음과 같다.

가) 試驗回路 및 裝置

tan δ 測定에는 통상 Bridge 回路가 使用되며 이러한 Bridge 回路에는 試驗周波數, 電壓, 感度 등에 따라 많은 종류가 있지만 상용주파수

근방에서의 高電壓試驗에는 주로 Schering Bridge 혹은 그 변형이 使用되고 있다.

tan δ 試驗의 試驗回路는 기본적으로 電源 공시품, 표준 Condenser, 測定回路部 및 檢出部로 구성되고 여기에 차폐 및 接地를 위한 附加 장치가 첨가되는 경우도 있다. tan δ 試驗에 통상 使用되고 있는 Bridge의 종류는 전술한 표 22에 잘 나타나 있고 여기서는 각 Bridge 別 동작원리에 대해 기술하겠다.

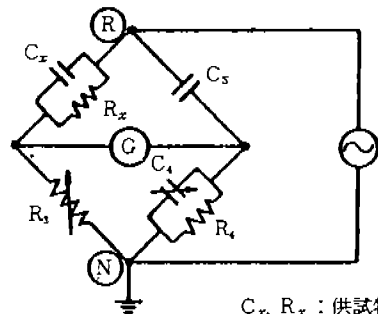
(1) Schering Bridge

Schering Bridge의 구성은 Bridge 本体, 표준 Condenser, 평형검출기 및 電源으로 되어 있고 그 기본회로는 그림 68과 같으며 여기서 C_x , R_x 는 絶緣物의 靜電容量, 損失抵抗을 병렬 등가회로로 나타낸 것이며 絶緣物의 tan δ는 $\frac{1}{WR_x C_x}$ 이다. Bridge가 평형을 이루기 위한 조건은 다음과 같다.

$$\left(\frac{1}{\frac{1}{R_x} + j\omega C_x}\right) \cdot \left(\frac{1}{\frac{1}{R_s} + j\omega C_s}\right) = \frac{R_3}{j\omega C_5}$$

실수부에서 $\tan \delta = \omega C_x R_x$, 허수부에서 $\tan^2 \delta \ll 1$ 을 고려하여 $C_x = \frac{R_s}{R_x} C_s$ 를 구할 수 있다.

평형검출기로는 선택증폭기 부착 검출기가 많이 使用되고 증폭기 出力을 Oscillograph의 Y축에 入力시키고 電源을 X축에 入力시키면 Oscillograph 화면상에 타원 Lissajous 도형을 그리고 Bridge가 평형을 이루게 되면 이 도형이 수평선으로 되기 때문에 雜音으로부터



C_x, R_x : 供試物
 R_3, R_4, C_5 : Bridge 素子
 C_s : 標準 Condenser
 G : 平衡檢出裝置

〈그림 68〉 Schering Bridge 基本回路

기본주파를 식별하기 쉽다.

(2) 逆 Schering Bridge

逆 Schering Bridge의 원리는 Schering Bridge와 同一하며 接地공시품의 誘電正接 測定이 가능한 것으로 그림에서 Bridge接地点을 ㉑에서 ㉒로 변경한 것이다.

이렇게 되면 Bridge 本体와 평형검출회로에 高電壓이 걸리기 때문에 측정자에게 위험이 없도록 충분히 절연되어 있다.

(3) 簡易 Schering Bridge

簡易 Schering Bridge는 Schering Bridge의 조작을 簡易化한 것인 데 어느 정도 정확하게 $\tan \delta$ 를 측정할 수 있는 점이 특징이다.

이 Bridge의 基本回路는 그림69와 같다.

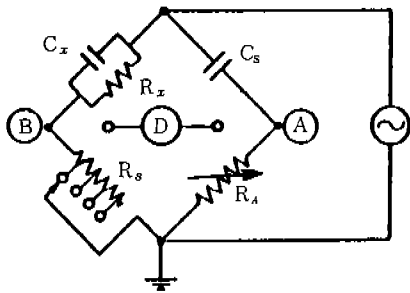
여기서 $R_A \ll \frac{1}{\omega C_s}$, $R_B \ll \frac{1}{\omega C_2}$, $\tan \delta = \frac{1}{\omega C_x R_x} \ll 1$ 일 때 스위치를 절환하여 증폭기 이득(Gain)을 조정해 V_A , V_B 의 電壓을 측정하면

$$V_A = \omega C_s R_A V \quad (V : \text{印加電壓})$$

$$V_B = \omega C_x R_B V \quad \text{이므로 양식에서}$$

$$C_x = \frac{V_B}{V_A} \cdot \frac{R_A}{R_B} \cdot C_s \text{로 구해진다.}$$

電壓計의 Full Scale을 $\frac{R_A}{R_B} \cdot C_s$ 로 하면 증폭기 이득(Gain)을 조정해 V_A Full Scale로 함으로써 C_x 를 직독할 수 있다. 또 스위치를 절환하여 電壓計로 ㉑, ㉒사이의 電壓 V_{AB} 를 측



C_x, R_x : 供試物
 R_A, R_B : Bridge 素子
 C_s : 標準 Condenser
 D : 增幅器付 電壓計

〈그림 69〉 簡易 Schering Bridge 基本回路

정하면

$$V_{AB} = \left[-\frac{R_B}{R_x} + j\omega (C_s R_A - C_x R_B) \right] \cdot V \text{ 이므로 } R_A \text{를 조정해 } V_{AB} \text{가 最小로 되게 하면 } C_s R_A = C_x R_B \text{ 이고 이때 } V_{min} = |V_{AB}| = \frac{R_B}{R_x} V \text{이다.}$$

한편 $V_B = \omega C_x R_B V$ 이므로

$$\frac{V_{min}}{V_B} = \frac{1}{\omega C_x R_x} = \tan \delta \text{로 되어 } \tan \delta \text{가 구}$$

해진다. 따라서 $\tan \delta$ 를 직독하기 위해서는 증폭기 이득(Gain)을 조정해 V_B 가 Full Scale로 되도록 해야한다.

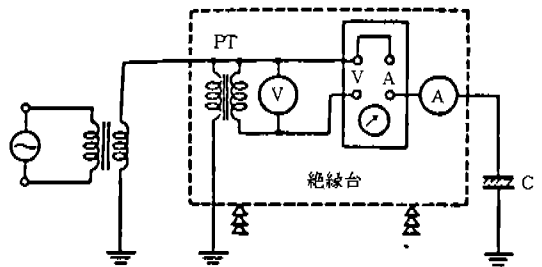
(4) 簡易逆 Schering Bridge

簡易逆 Schering Bridge는 簡易 Schering Bridge의 回路에서 高壓側과 低壓側을 逆으로 한 것이고 측정 원리는 同一하며 接地된 공시품에서도 $\tan \delta$ 를 측정할 수 있다.

(5) 損失角計 ($\tan \delta$ 計)

원리는 전류 역률계와 同一하고 특히 저역률 눈금을 확대해 $\tan \delta$ 를 직독할 수 있게 되어 있는 것이 특징이다.

그 測定回路는 그림70과 같고(공시품이 接地되어 있는 경우) 測定時에는 計器에 걸리는 電壓 및 充電電流가 計器의 使用範圍보다 적은 경우에 加重 Torque가 미약해 Meter의 ligament 마찰 Torque에 의해 發生하는 測定器의 指示誤差, 計器의 内部抵抗에 의한 誤差 및 計器用 變壓器의 位相誤差등에 注意를 기울여야 한다.



VA : 携帶用 損失角計 (電壓, 電流 端子)
 C_r : 供試物 ㉑ : 電壓計
 PT : 計器用 變壓器 ㉒ : 電流計

〈그림 70〉 $\tan \delta$ 計 測定回路

나) 試驗方法

앞에서 기술한 試驗回路 및 試驗裝置를 使用해 $\tan \delta$ 值, $\tan \delta$ -電圧特性, $\tan \delta$ -溫度特性 및 $\tan \delta$ -周波數特性등을 측정하며 여기서는 시험조건 및 試驗上의 제반 주의 사항에 대해 기술하겠다.

(1) 試驗電壓

試驗電壓은 劣化檢出에 必要한 電壓이던 바람직스럽고 특히 乾式絶緣에서 $\tan \delta$ -電圧特性試驗이 대단히 重要하며 油入機器에서도 高压油入 Condenser와 같이 使用電界가 높은 機器에는 試驗電壓을 運轉電壓. 또는 定格電壓까지 높이는 것이 요망된다.

따라서 試驗電壓은 定格電壓까지 적당한 電壓이던 되지만 발전기 Coil등에서는 定格電壓에 따라 표62와 같은 電壓이 일반적으로 使用되고 있다.

그런데 公시품에 따라서는 電壓上昇時 測定値와 下降時 測定値가 틀리는 경우가 있기 때문에 $\tan \delta$ 試驗時 두 가지 경우를 모두 다 測定해야 한다.

(2) 試驗溫度

溫度特性試驗은 通常 室溫에서 機器의 最高使用溫度까지 실시하는 데 이 경우 회전기 coil같이 溫度上昇에 의해 變形될 (絶緣變形) 우려가 있는 機器는 이것을 Slot (혹은 金型)속에 넣어 變形을 방지해야 한다.

公시품이 작으면 箱은조 속에 넣어 溫度를 조절할 수 있고 큰 공시품이어도 coil(혹은 도체)에 전류를 通電시키거나 Spacer Heater 등을 使用해 어느 정도 溫度를 調節할 수 있지만 이것도 困難한 경우에는 運轉停止直後의 高溫에 측정하고 그 以後 점차로 冷却되어 室溫까지 溫度가 저하하기까지의 過程에서 溫度

特性을 測定한다.

(3) 試驗周波數

材料物性的 詳細한 檢討를 하기 위해서는 넓은 周波數 범위에 걸쳐 $\tan \delta$ 周波數特性을 測定해야 하지만 機器絶緣의 경우에는 보통 그 機器의 定格電容量이 큰 Cable, Condenser 및 大容量발전기등에서는 Reactor 補償을 실시해도 電源容量이 不足한 경우가 있는데 이때는 超低周波(예를 들면 0.1Hz)로써 測定하는 方法이 있다.

(4) Guard電極 設置

絶緣物内部단의 $\tan \delta$ 를 測定하고 싶은 경우에는 Guard電極을 設置해 이것을 Bridge의 Guard系에 接續하고 전위평형기를 거쳐 接地한다.

이 경우 표면 누설저항 뿐만 아니라 표류 Capacitance의 영향을 제거하기 위해 Guard電極을 主電極 양단에만 設置하지 말고 主電極 全体를 감싸는 구조로 하는 것이 바람직스럽다.

그러나 회전기 Coil이나 포설전의 Cable과 같은 공시품에는 Guard電極을 設置할 수 없지만 대부분 기기류에는 設置가 곤란하다.

따라서 $\tan \delta$ 試驗의 결과에 반드시 Guard電極의 有無를 기재해 두어야 한다.

(5) 測定誤差

測定誤差는 測定器 자체의 誤差와 外部誘導에 의한 誤差로 구분할 수 있으며 이중 前者는 Bridge를 구성하는 도체 및 저항의 殘留Inductance 및 저항소자 相互間, 容量素子 相互間 혹은 이들과 大地 사이의 표류 Capacitance의 영향 등이라고 간주되므로 $\tan \delta$ 值가 작은 공시품일 경우에는 이들 영향에 注意가 요망된다.

後者の 誤差를 防止하는 첫번째 方法은 공시품, 測定器를 포함한 全試驗回路系를 Shield시키는 것인데 機器類의 試驗 특히 現地試驗에서는 충분한 Shield效果를 얻기가 곤란한 경우가 많다.

外部誘導는 靜電 및 電磁誘導로 구분할 수 있고 이중 電磁誘導는 Shield를 시켜도 제거시킬 수 없는 경우가 많다.

外部誘導를 받는 部位는 공시품과 測定器이

〈표 62〉 $\tan \delta$ - 電圧特性 試驗電壓(發電機 Coil)

定格電圧	試驗電壓(kV)					
3.3 kV 級	1	2	3	3.3		6.6
6.6 kV 級	2	3	4	5	6	11
kV 級	2	4	6	8	10	

지만 檢出側 Lead線이 긴 경우 이것도 誘導를 받는다.

이와 같은 Lead線 誘導에 의한 誤差는 電源電壓의 位相을 180° 反轉시켜 反轉前後의 Bridge 平衡계수를 구해 다음과 같은 式에 의해 $\tan \delta$ 를 補正할 수 있다.

$$\tan \delta = \omega R_4 \cdot \frac{R_{31} \cdot C_{42} + R_{32} \cdot C_{41}}{R_{31} + R_{32}}$$

R_{31}, C_{41} : 反轉前의 R_3, C_4 值

R_{32}, C_{42} : 反轉後의 R_3, C_4 值

또 한가지 方法은 測定周波數를 測定地域의 電力周波數와 다른 周波數를 使用하는 것이다.

4. 設備의 保守 点檢

電氣設備은 設置되는 환경조건, 負荷狀態등에 알맞도록 設計, 製作되어 적절한 施工方法으로 設置되어야 한다. 또한 事故의 防止 및 壽命연장을 위하여는 維持保守도 重要하다.

電力設備의 維持, 保守는 事故時 신속하게 복구하는 사후처리도 중요하지만 平常時에 정기적인 設備 點檢을 실시함으로써 事故를 미연에 방지하여 事故피해를 줄이고, 機器의 壽命을 연장하는 것이 더욱 重要하다.

일반적으로 電氣設備에 실시되고 있는 점검은 豫防保全을 주체로한 것으로 일정한 點檢 및 試驗으로 設備의 機能이 正常的으로 維持되고 있는가를 判定하는 것이며 더욱 효과적인 結果를 얻기 위하여는 個別設備의 故障實態와 原因을 調査하여 이에 알맞는 點檢項目, 週期 및 基準을 設定하여야 한다.

點檢의 種類에는 日常點檢(巡視點檢), 定期點檢, 精密點檢으로 나누어 실시하며 不良個所의 改修는 물론 點檢記錄의 作成, 保存도 重要하다.

最近 點檢은 計測器에 의존하는 경향이 높지만 사람의 五官에 의한 日常點檢이 기초를 이루고 있다.

가. 日常點檢 (巡視點檢)

日常點檢은 設備를 정지시키지 않고 사람의

五官에 의해 設備의 異常 有無를 파악하는 것으로 巡視時 다음과 같은 狀態를 유의하여 실시하여야 한다.

- 設備의 變形, 손상 및 충전부 노출有無
- 接地線의 斷線, 또는 접속 異常 有無
- 電線 접속부의 접속 異常 有無
- 異音, 異臭 有無
- 油누설, 오손 有無
- 設備의 가열 變色 有無
- 過電流遮斷器, 保護繼電器의 설정치 動作 異常 有無
- 表示, 標識 有無
- 設備의 근처에 可燃性, 爆發性 物質의 방치 有無

나. 定期點檢

定期 點檢은 設備를 短時間 정지시키고 실시하는 점검으로 특히 안전면에 주의하여 작업할 필요가 있다.

日常點檢이 충분히 되지 않는 機器에는 定期點檢은 대단히 중요하며, 장기간의 點檢 Data를 보관하여 事故 判定에 참고로 使用하는 것이 重要하다.

다. 精密點檢

精密 點檢은 비교적 長時間의 정지로 設備를 分解點檢하는 것으로 事故에 따른 點檢과 定期的인 精密點檢으로 분류될 수 있으며 특히 機器의 分解 組立時 세밀한 주의를 要한다.

*참고로 主要電氣機器의 定期點檢 項目 및 基準을 作成 別점하였다.

5. 結 言

産業의 發展과 自動化 設備의 확충으로 우발정전에 의한 産業에 파급되는 損失은 막대하게 되었으며 産業에서의 電氣設備의 신뢰성 및 安全性은 매우 重要視되었다.

電力機器의 事故는 대부분이 絶緣破壞에 의한 것으로 우발정전의 豫防 및 잔존 壽命 예측을 위하여는 絶緣劣化 診斷技法은 필수적인 수단이다.

본 調査研究에서는 지금까지 研究開發된 技法을 記述하였다.

그러나 絶緣劣化 診斷技法은 아직 研究中の 技術로 專門的인 測定設備 및 技術이 필요하여 一般 自家用 需用家에서 實用化 되기 위하여는 測定이 간편한 設備 및 技術의 開發이 要請된다.

最近 Sensor 技術의 發達과 Computer의 一般化로 絶緣劣化 診斷技法의 研究는 더욱 활기 를 띠고 있고 우리나라에서도 일부 研究所 및 學校를 중심으로 이 分野의 研究에 관심을 기울이고 있으므로 머지않아 一般 需用家에서 使用이 간편한 設備 및 技術의 開發이 기대된다.

主要電氣機器의 定期点檢項目 및 基準

변 압 기

점검부위 및 항목	점 검 방 법	점 검 기 준
본 체	<ul style="list-style-type: none"> * Bolt, Nut의 체결상태 점검 * 변색, 오손 유무 점검 * 도장상태 점검 * 온도계 (절연유, 권선), 유면계 점검 * 절연유 누유 유무 점검 * 질소 누기 유무 점검 * 호흡장치의 흡습제 변색 유무 점검 * Bushing의 파손 유무 점검 	* 호흡장치의 흡습제 (실리카겔)가 2/3이상 변색되면 말리거나 신품으로 교환한다.
냉 각 장 치	<ul style="list-style-type: none"> * 송유펌프, 송풍기 모터의 동작 점검 * 냉각수 유량 측정 * 송풍기 모터 베어링 점검 * 냉각수 배관 점검 및 청소 	
단 자 함	<ul style="list-style-type: none"> * 단자함의 방수상태 점검 * 접속단자의 조임상태 절연물의 흡집 유무 점검 	
보 호 계 전 기	<ul style="list-style-type: none"> * 설치 및 취부상태, 트립회로 연결 상태 점검 * 동작시험을 실시하여 동작 이상 유무 점검 	
탭 절 환 장 치	<ol style="list-style-type: none"> 1. 무부하 탭 절환 장치 <ul style="list-style-type: none"> * 탭위치를 변환시키며 변압기 1차측에 3상 평형 전압을 인가하여 1차측 전류 및 2차측 전압의 평형 여부 점검 (이때 핸들을 좌우측으로 조금씩 이동하여 완전 접속 구성 여부도 확인요) 2. 부하시 탭 절환 장치 <ul style="list-style-type: none"> * 구동장치, 제어장치 및 보호장치의 이상 유무 점검 * 절환기 내부 유격실의 절연유 교체 여부 점검 * 절환 스위치의 이상 유무 점검 	* 무부하 시험시 확인
절 연저 항 시험	<ul style="list-style-type: none"> * 권선-권선 및 대지간의 절연저항 측정 (1,000V 혹은 2,000V Megger) * 제어회로-대지간의 절연저항 측정 (500V Megger) 	<ul style="list-style-type: none"> * 권선-권선 및 대지간: 그림-9 참조 * 제어회로-대지간: 2 MΩ 이상
절 연 유 시험	<ul style="list-style-type: none"> * 수분 함량 측정 * 내전압치 측정 * 전산가 측정 * 고유 저항율 측정 	<ul style="list-style-type: none"> * 수분함량: 30ppm 이내 * 내전압치: 30kV 이상 * 전산가: 0.2mgKOH/g 미만 * 고유저항율: $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 이상

회전기(유도전동기)

점검부위 및 항목	점검 방법	점검 기준
회 전 자	<ul style="list-style-type: none"> *진애 및 윤활유의 부착유무 점검 *다트 피이스, 코어 부위의 이완유무 점검 *납땜부의 균열, 엔드링의 변형유무 점검 *벨런스 웨이트의 죄임부의 이완 유무 점검 *정지부와의 접촉, 저널의 상처유무 점검 	
고 정 자	<ul style="list-style-type: none"> *진애 및 윤활유의 부착유무 점검 *다트 피이스, 코어 부위의 이완유무 점검 *쇠기의 이완, 각부의 변형유무 점검 	
베 어 링	<p>1. 슬립 베어링</p> <ul style="list-style-type: none"> *윤활유 누설, 베탈의 박리유무 점검 *오일링의 변형, 윤활유의 오손유무 점검 *극부의 강한 마찰유무 점검 *메탈 크리어런스 점검 <p>2. 스러스트 베어링</p> <ul style="list-style-type: none"> *외륜, 외주의 상처 및 변색유무 점검 *내륜과 축의 맞물림 점검 *그리이스의 열화여부 점검 	
슬 립 링	<ul style="list-style-type: none"> *브러시의 마모정도 점검 *슬립링 및 접촉부의 변색유무 점검 	<ul style="list-style-type: none"> *브러시의 마모정도 5-6mm / 1,000Hr 정도
필터및단락권선	<ul style="list-style-type: none"> *필터의 오손 정도 점검 *단락권선의 손상, 변색유무 점검 	<ul style="list-style-type: none"> *필터의 오손 점검 눈이 막히지 않을 정도
공 기 냉 각 기	<ul style="list-style-type: none"> *방풍편의 이상유무 점검 *물의 누설유무 점검 *냉각팬의 손상유무 점검 	
절 연 저항 시험	<ul style="list-style-type: none"> *고정자 코일의 대지간 절연저항 측정 *스페이스 히타의 대지간 절연저항 측정 	<ul style="list-style-type: none"> *고정자 코일의 절연저항 : (40℃) <ul style="list-style-type: none"> • 고압회로 : (kV+1)MΩ 이상/1,000V Megger • 저압회로 : (kV+1)MΩ 이상/500V Megger *스페이스 히타의 절연저항 : 1 MΩ 이상/500V Megger

차 단 기

점검부위 및 항목	점검 방법	점검 기준
외 관 일 반	<ul style="list-style-type: none"> *단자부위의 채부상태, 부식 및 균열 여부 점검 *본체의 도장상태 점검 *개폐표시기 및 표시등의 이상유무 점검 *Bushing의 오손, 파손 유무 점검 *절연유의 누유 유무 점검(유입차단기) 	
조 작 장 치	<ul style="list-style-type: none"> *기구부 Spring의 탈침, 변형, 손상부의 점검 *Stroke 관련 기구부의 조정여부 점검 	

점검 부위 및 항목	점검 방법	점검 기준
	<ul style="list-style-type: none"> *각 피입부, 핀류의 이상유무 점검 *기구부의 흡유 및 청소 *제어회로기의 보조개폐기, 배선조임 상태 점검 *각종 밸브류의 이상유무 점검 *연결 기구부의 이상유무 점검 *완충장치의 조정, oil 교환여부 점검 	
차 단 부	<ul style="list-style-type: none"> *소호실, 절연조작봉의 이상유무 점검 *접촉부의 이상유무 점검 *접촉상태의 조정여부 점검 	
절연저항시험	<ul style="list-style-type: none"> *주회로 상-상 및 대지간의 절연저항 측정 (1,000V 혹은 2,000V Megger) *제어회로부-대지간 절연저항 측정 (500V Megger) 	<ul style="list-style-type: none"> *주회로 : <ul style="list-style-type: none"> • 66kV이상 : 1,000MΩ 이상 • 66kV이하 : 500MΩ 이상 *제어회로부 : 2 MΩ 이상
개폐특성시험	<ul style="list-style-type: none"> *투입시간 (Stroke 포함) *개극시간 (Stroke 포함) *3상 부동시 개폐시간 *트립 Free 시험 *최소동작전압, 동작압력 측정 *공기 소모량 측정 *압력계 점검 	*신품시험 성적서 DATA 참조
절연유내전압시험 (유입차단기)	*절연유를 채워하여 내전압치를 측정	<ul style="list-style-type: none"> *절연유 내전압치 <ul style="list-style-type: none"> • 66kV 이상 : 20kV 이상 • 22-33kV : 15kV 이상 • 22kV 미만 : 10kV 이상
가스누설시험 (가스차단기)	*가스누설시험을 실시하여 가스누설 유무 점검 (Gas Leak Detector)	*가스 누설량: 연 3%이하

참 고 문 헌

1. 油浸絶縁における 複合要因劣化 : 夏目文夫, 乾昭文
2. 劣化プロセスからの 異常予知 : 福田正
3. 油入機器の 寿命予測 : 川田治央
4. 絶縁油の 劣化と 寿命 : 月岡淑郎, 大江悦男
5. 變壓器の 外部 診断技術 : 月岡淑郎
6. 受變電 設備의 予測保全と実務 : 吉川正也, 加村勉
7. 電氣 設備의 故障診断 : 大韓電氣協會
8. 高壓 回轉機における 複合要因劣化 : 谷功, 梅本公一, 夏目文夫
9. 絶縁劣化による 大形 回轉機의 診断 : 谷功, 田中啓郎
10. コイル 絶縁 からの 寿命予測 : 吉田勝彦
11. キュービクル形 가스 絶縁 開閉 装置의 保守と 診断 : 正大信男, 郷富夫, 浅川真司
12. 受電設備의 予測保全と 実務 : 吉川正也, 加村勉
13. 新しい センサ應用による 予知 保全 監視 システム : 土谷要夫
14. 變電 設備의 予知保全 フラクタイズ : 岩田英郎
15. 放射線を 使った 外部診断 : 半田実
16. コロナ 測定による 外部診断 : 松浦清
17. 振動 測定による 外部診断 : 奥津尚宏, 松田節之
18. 가스 絶縁機器의 内部診断 : 楠本季夫, 玉越泰彦
19. 電氣設備의 予測保全と 今後の 展 : 金山慎治, 森井望, 浩
20. 自家用 電氣 工作物 点檢業務 : 韓國電力公社 (1985)
21. 주요 수용 밀집지역 自家用 需用 : 動資部(1985) 現況

(連載 끝)