

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

(5)

田 永 國

韓國電氣研究所 電力機器研究委員

3) 電氣的檢出法(部分放電試驗)

증상시립에서는 試料를 대지로부터 絶緣을 하거나 試驗用 Bushing을 取附해 分圧 단자에서 部分放電을 檢出할 수 있고 外部雜音이 적은 遮蔽室 内部에서 測定할 수 있으므로 部分放電量의 測定, 發生場所의 推定도 可能하다.

그러나 變電所等 現場試驗에서는 상기 條件을 기대하기 어렵고 또한 雜音Level도 높기 때문에 特別한 測定法이 필요하다. 따라서 現場에서 部分放電을 測定할 수 있는 方法에 대하여 알아본다.

(가) 絶緣 Spacer

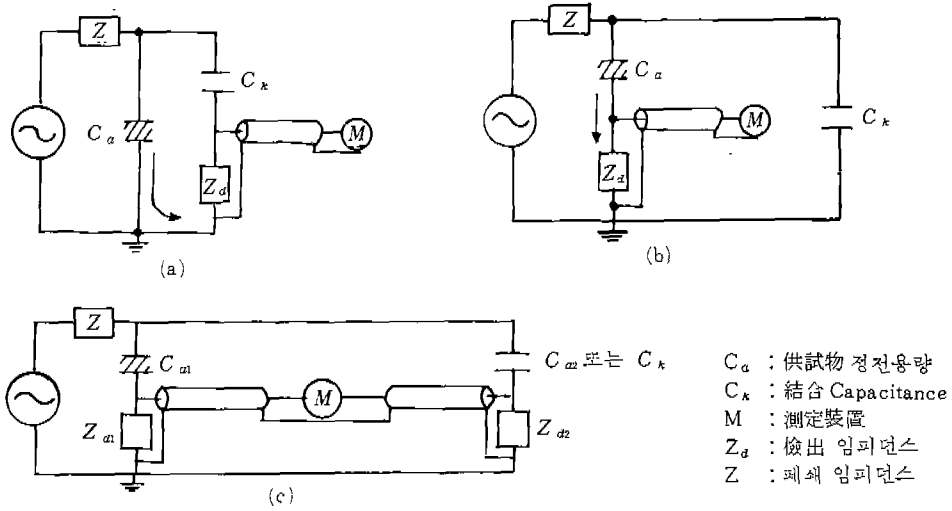
良線 또는 기타 充電部를 容器로부터 絶緣支持하는 Spacer의 電極端子를 容器로부터 絶緣해서 引出하여 部分放電의 檢出, 測定에 利用하는 方法이며 이 方法의 測定回路는 그림 51과 같다. 여기서 充電부와 檢出端의 Capacitance를 C_a , 充電부와 容器사이의 Capacitance를 C_k 라던 結合 condenser를 使用하지 않아도 閉回路가 構成되므로 現場試驗에 適用할 수 있다. 이 경우 C_a (C_k 로 되어 C_a 부분 즉 Spacer 근처에서 發生한 部分放電은 좋은 感度로

檢出되지만 C_k 부분 즉 Spacer에서 떨어진 곳에서 發生한 部分放電의 檢出은 感度が 낮다. 그렇지만 外部 Noise가 C_k 부분에서 發生한 部分放電의 感도와 같이 낮아지므로 雜音 Level이 높은 現場試驗에서는 有利한 條件이 된다. 몇개의 Spacer를 檢出端子로 利用하면 상기와 같은 結점이 무마되며 部分放電의 發生位置도 대략 推定할 수 있다. 이 方法의 結점은 事전에 檢出端子를 設置해야 하며 기설치된 기기는 檢出端子를 設置하기가 어려운 점이다.

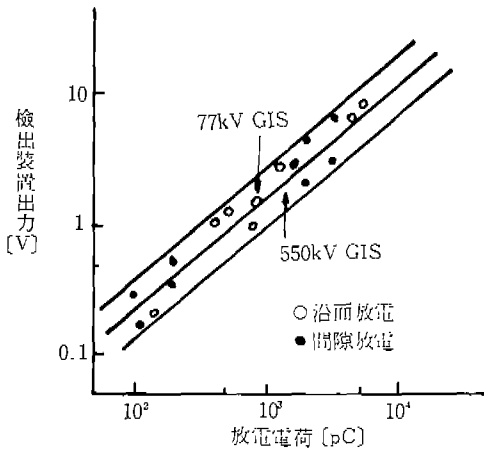
(나) 外被電極法

部分放電 發生時 金屬容器, 架台, 接地부분에 高周波 電流가 흘러 金屬용기의 電位가 과도적으로 上昇한다.

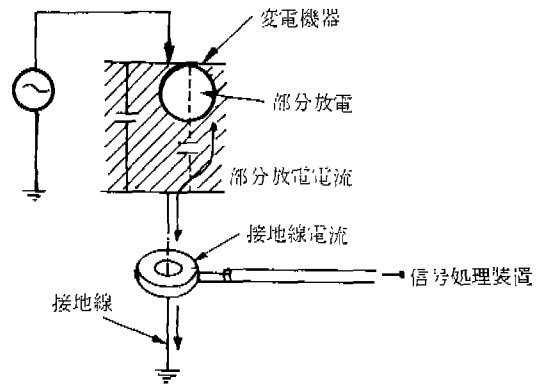
外被電極法은 金屬용기 外壁에 絶緣 Film을 끼워 電極을 取付하고 檢出端에서 帶域增幅器로 增幅하여 Oscillograph로 波形을 觀測하는 것으로 그림 52는 77kV 및 500kV Gas 絶緣母線에 模擬故障의 경우를 放電電荷와 檢出裝置 出力과의 관계로 나타낸 것이다. 이 方法은 運轉中인 遮斷器에 대해서도 外被電極만 取付하면 간단히 실시할 수 있고 部分放電을 電氣



〈그림 51〉 測定回路



〈그림 52〉 방전전하-외피 전극법 검출장치 출력 관계 (77kV, 500kV GIS 모선)



〈그림 53〉 접지선 전류에 의한 부분 방전 검출

信號로 하여 그대로 檢出할 수 있는 점이 特徵이다.

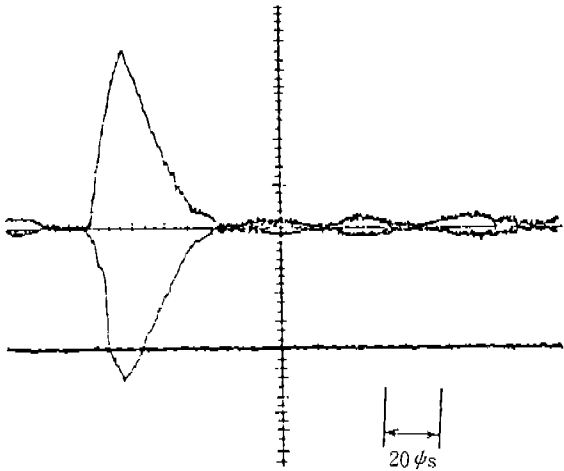
(나) 接地線 Coupling 法

機器의 接地線에 흐르는 課電中の 商用周波電流에 重疊되는 高周波 Pulse를 接地電流 Sensor로 檢出하여 部分放電周波數 대역만을 選擇 增幅하여 感知하는 것으로 檢出 回路는 그림 53, 接地線 電流의 出力波形은 그림 54에 나타내고 있다.

(바) 測定結果 評價

絶緣에 해로운 放電의 有無에 對한 評價方法은 基準電壓에서 일정크기 이상의 放電 有無에 따라 判定한다.

判定 基準이 되는 電壓 및 放電電荷의 크기는 絶緣의 구성 또는 機器의 種類에 따라 다르므로 各各 規定된 評價基準에 따라 評價한다. 그런다음 測定結果를 機器의 改良이나 補修에 活用할 수 있도록 部分放電 發生原因 및 場所를 推定하는 것이 必要하다. 그러나 現在는 統一된 手法이 確立되어 있지 않고 各各의



(그림 54) 절치선 전류출력 파형

知識과 經驗에 의해 診斷, 評價하고 있다.

여기서는 SF₆ Gas開閉裝置 경우에 대하여 언급한다. SF₆ Gas絶緣 開閉裝置의 主 絶緣物은 크게 SF₆ Gas와 注型絶緣物의 2種類로 區別한다. 여기서 固体 絶緣物中の 部分放電은 絶緣物中の 空隙(Void)放電이 代表的인 例고, SF₆ Gas중의 部分放電은 거의 Edge가 있는 導電物質이 絶緣 Spacer의 沿面, 금속용기 内壁등에 介在하고 있는 경우에 발생한다고 생각해도 좋다. 그외의 部分放電은 없지만 導電部 接觸不良으로 部分放電과 分別하기 어려운 Pulse가 檢出되는 경우도 있다.

測定結果에서 部分放電의 發生 原因을 推定 하려면 우선 各 發生 원인별 부분방전 特性을 알아 둘 필요가 있다.

표26은 以上の 發生 原因을 模擬試驗에 의해 얻어진 印加電壓 1 Cycle중의 部分 放電 Pulse 發生 상황(q-φ 特性)이다.

表中에서 ①은 注型絶緣物 中の Void 放電 Pulse Pattern과 特徵을 나타낸 것이며 ①-1은 樹脂중의 圓형Void가 1개 포함된 試料에서의 試驗 例이고, ①-2는 樹脂와 埋込 電極을 고의로 박리시켜 Void를 形成시킨 例로서 放電 Pulse Pattern이 틀려진다.

Void의 形狀, 種類와 放電發生 양상에 대해 각종 data가 얻어지고 있으며 예를 들면 絶緣 Spacer法과 組合하면 不良Spacer의 判別이

나 결점, 形狀의 推定에 도움이 된다.

②는 高電壓側 電極에 針狀突起를 붙인 경우의 SF₆ Gas중 放電Pattern이며 공기중 針端 Corona 放電Pattern과 대단히 類似하고 印加電壓의 負波高值 근처에서 負極性 크기의 고른Pulse가 測定되며 電壓을 上昇하면 負 Pulse의 數가 增加하고 큰 電荷量의 正Pulse가 正波高值 근처에서 發生한다. 상기의 例는 高壓側에 突起를 設置한 例지만 용기측에 突起를 설치할 경우에는 印加電壓의 位相이 180° 어긋난 形態로 되어 正Peak근처에서 負極性 Pulse가 負Peak근처에서 正Pulse로 나타남을 알 수 있다.

電壓位相과 Pulse極性과의 관계는 突起의 位置, 測定回路에 따라 변하며 發生原因, 결점 位置등의 推定時에 이러한 관계를 잘 利用하면 결정적인 수단이 될 수도 있다.

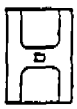
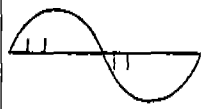
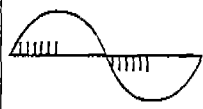
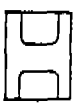
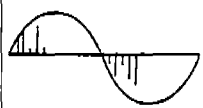
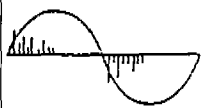
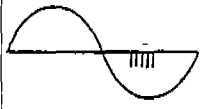
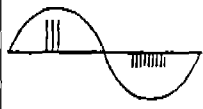
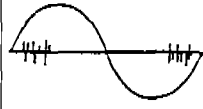
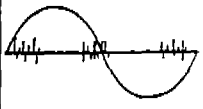

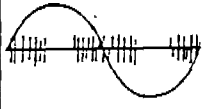
③은 금속용기내에 針狀金屬片을 넣은 경우로 金屬片은 印加電壓에 의해 靜電力을 가지고 電界上昇과 아울러 쏘아 오르기도 하고 Gas空間을 격렬하게 움직이며 移動하기도 하지만 金屬片 尖端 주위Gas중에서 Corona 放電이 생긴다.

이 Pulse의 特徵은 發生위상이 Random하고 Pulse波形이 減衰振動波形으로 되는데 그 이유는 明確하지는 않지만 金屬片 兩端에서 放電을 일으키기 때문이라 생각되어진다. 또 金屬片이 移動할때 용기에 기계적인 衝擊을 가하여 超音波 振動이 발생하며 超音波 Microphone을 금속용기 表面에 裝置, 이것을 檢出하면 電氣的 測定과 함께 評價精度를 향상시킬 수 있다.

④는 高壓側 導體의 繼目接觸을 나쁘게 한 경우로 電壓位相이 0 근처(充電電流 最大値 근처)에 Pulse가 集中되는 경향을 알 수 있고 Pulse極性이 Random한 特徵이 나타나고 있다. 그림55는 支持애자형 絶緣Spacer表面(最大電界部分)에 銅線 또는 알루미늄 粉末을 부착시켜 SF₆ Gas중에서 沿面放電을 시킨 경우이다.

銅線의 길이, 알루미늄분말의 부착面積에 의해 q-V特性이 다른 것을 볼 수 있지만 ②

〈丑 26〉 部分放電 發生原因別 Pulse Pattern

部分放電發生原因		放電 펄스 패턴		特 徵
		放電開始電壓附近	開始電壓×1.5~3	
① 보이드 放電	①-1 球狀氣泡 			<ul style="list-style-type: none"> ○ 펄스의 크기가 크고 수효가 비교적 적다. ○ q의 전압의존성이 거의 없다. ○ q_m은 이론치에 대략 일치한다. ○ V_i와 V_e의 비(比)가 크다.
	①-2 電極剝離 			<ul style="list-style-type: none"> ○ 펄스의 크기가 크르지 않고 수효가 많다. ○ q_m의 전압의존성이 감소하는 방향이다. ○ V_i는 이론치에 가깝다.
② SF ₆ 中 Sharp Edge (高壓側)				<ul style="list-style-type: none"> ○ V_i는 공기중 針端코로나와 같은 형태이고 전압 피이크에서 크기가 크른 負코로나이다. ○ 負코로나 발생빈도의 전압의존성이 크다. ○ 正코로나의 V_i가 높고, q가 크다.
③ 針狀金屬片 (容器側, Free)				<ul style="list-style-type: none"> ○ 펄스의 크기가 크르지 않다. ○ 산발적으로 발생하며 발생위상도 랜덤하다. ○ 펄스파형은 진동한다. ○ q_m의 전압의존성이 작고, N은 증가한다.
④ 金屬部品の 接觸不良 (高壓側)				<ul style="list-style-type: none"> ○ 펄스의 극성이 랜덤하다. ○ 발생위상은 0부근에서 많다. ○ q_m의 전압의존성이 적다. ○ N은 많지만 전압의존성은 적다.

의 Gas중 針狀突起 Pattern의 特徵은 없다. 따라서 部分放電 發生時에는 超音波 및 光의 檢出을 同時에 실시하여 判定에 오류를 범하지 않도록 주의할 필요가 있다.

그림 56은 球狀 Void 실험에서 얻은 Void 直徑과 最大放電電荷 q_m과의 관계를 表示한 것으로 그림에서는 理論式(3)에 의한 計算結果를 함께 나타내었으며 兩者가 比較的 잘 一致하고 있다. 이러한 特性을 각각의 結점에 대해 明確하게 할 수 있으면 部分放電 結果로 故障

의 종류나 크기를 推定할 수 있다.

$$q = \epsilon_0 \epsilon_a \frac{\pi a^2}{2d} e_p \dots\dots\dots (1)$$

여기서

q : 放電電荷

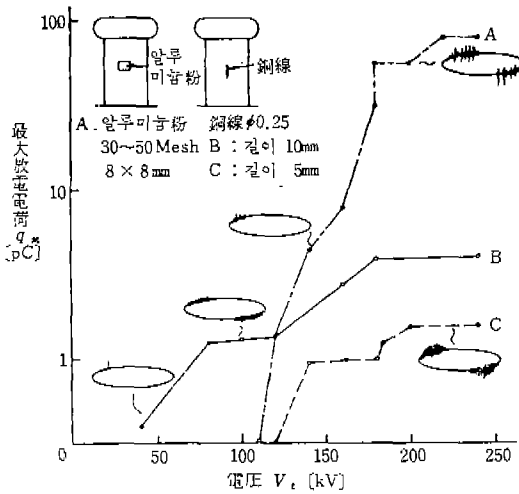
a : Void 直徑

ε₀ : 眞空誘電率

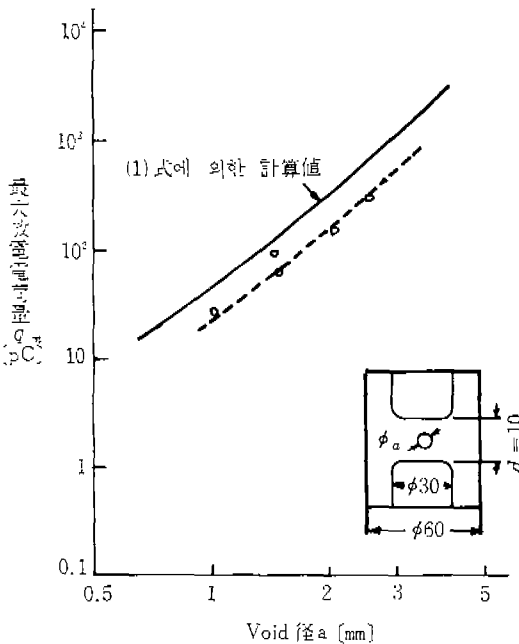
d : 絶緣物의 두께

ε_a : 絶緣物의 比誘電率

e_p : Paschen 불꽃電壓이다.



〈그림 55〉 절연 Spacer 표면에 부착된 금속편에 의한 $q_m - V$ 특성



〈그림 56〉 구상 Void의 크기 - 최대 방전전하 관계

(4) SF₆ Gas 壓力監視

SF₆ Gas 開閉裝置의 内部 SF₆ Gas 壓力 - 溫度曲線은 그림 57과 같이 定格壓力 > 警報壓力 > 耐電壓 保證壓力의 관계가 성립한다. 耐電壓 保證壓力은 Impulse 電壓을 保證하는 壓力

이고 外氣溫度 -20°C 일때도 開閉裝置 内部가 負壓이 되지 않는 條件의 壓力이다. 一般적으로 壓力低下는 時間Parameter로 한 指數函數로써 표현되며 그림 58과 같다. 여기서 初期 壓力을 100%로 하고 壓力 半減期를 5년 및 12년으로 한 경우의 内部壓力 變化를 나타내고 있다. 이러한 관계를 利用하여 어떤 壓力에서 다른 壓力으로 低下하는데 얼마동안의 時間이 걸리는지 알 수 있다.

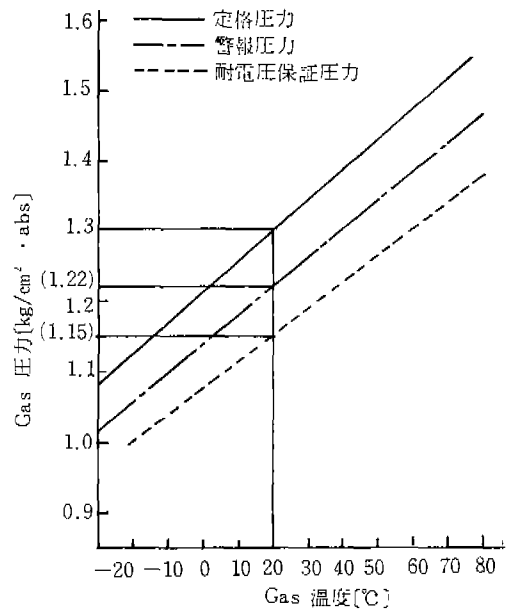
SF₆ Gas 壓力은 Gas 溫度, 大氣壓力에 따라 변하므로 보통 20°C로 換算한 絶對壓力으로 表示하여 換算式은 다음과 같다.

$$P_{20^\circ\text{C}} = \frac{\rho R}{M} \cdot \frac{T_c}{293} (P_A + P_G) \dots\dots\dots (2)$$

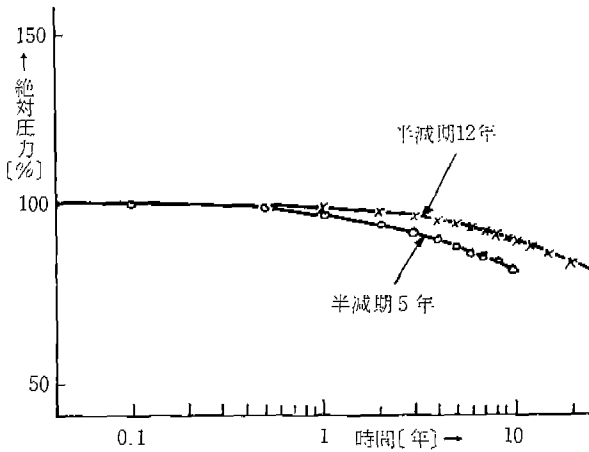
여기서

- P_A : 大氣壓力 (kg/cm²·g)
- T_c : Tank內 溫度 (°C)
- M : SF₆ Gas Mole 質量
- P_G : Gas 壓力 (kg/cm²·g)
- ρ : SF₆ Gas 密度
- R : 氣體整數이다.

일반적으로 SF₆ Gas 壓力이나 Gas 漏泄의 監視는 다음과 같이 한다.



〈그림 57〉 Gas 壓力 - 溫度曲線



(그림 58) 内部压力变化

• 壓力計와 溫度計를 사용 Gas 壓力-Gas 溫度曲線에서 Gas 漏泄量을 測定한다.

• 密度 Switch를 사용하여 Gas 壓力 低下를 檢出하고 Gas 壓力計를 사용 壓力를 測定한다.

나) 内部構造診斷(X線 透過法)

어떤 物質에 放射線을 주사하면 透過 과정에서 相互作用(光電效果, 콘프톤散亂, 뭉슨散亂, 電子帶生成)이 일어나 放射線이 減弱하여 약해지는 性質을 應用하여 密閉形 機器의 外部에서 放射線을 주사하고 放射線 透過 寫眞을 撮影해 이것을 分析하여 機器의 内部 狀態를 診斷하는 方法으로 機器를 分解하지 않고 測定하는 非破壞試驗의 일종이다.

(1) 測定原理

그림 59에서와 같이 두께가 x 인 板의 内部에 두께 Δx 의 空隙이 있는 物体에 透過 寫眞을 얻기 위해 주사한 放射線의 세기를 I_0 라 하고 空隙이 없는 부분과 空隙이 있는 부분을 透過해 Film에 到達한 放射線의 세기를 I 및 I' 라 하면 다음과 같은 관계가 성립된다.

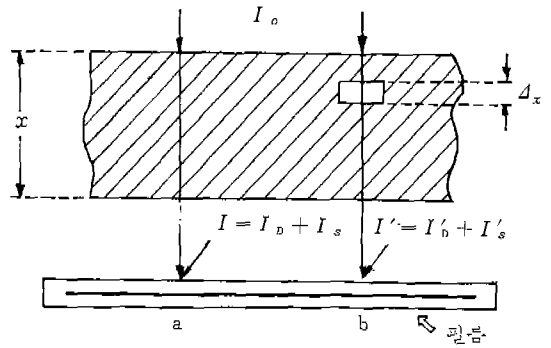
$$I = I_D + I_S = BI_D$$

$$I' = I'_D + I'_S$$

$I'_D = I_D + \Delta I_D$ 또는 $I'_S = I_S$ 로 생각할 수 있으므로 $I' - I = (BI_D + \Delta I_D) - BI_D = \Delta I_D$ 이다.

여기서 I_D, I'_D : 투과 X선의 세기

I_S, I'_S : 산란해 a, b점에 도달한 X선의 세기



(그림 59) 放射線透過寫眞說明圖

B: 再生係數로 $(I_D + I_S)/I_0$ 로 表現된다.

즉 a점과 b점에서는 ΔI_D 만큼 세기의 差가 있는 X線이 到達하기 때문에 Film에 濃度差가 생긴다.

$$k = \frac{I' - I}{I} = \frac{\Delta I_D}{BI_D}$$

또한 I_D 와 I_0 의 관계는

$$I_D = I_0 e^{-\mu x} \dots \dots \dots (3) \text{이다.}$$

여기서 k: 피사체 contrast

μ : 흡수계수

(3) 式을 x 에 대해 微分하면

$$\frac{dI_D}{dx} = -\mu I_0 e^{-\mu x}$$

$$\frac{dI_D}{dx} = -\mu I_D \quad \therefore \Delta I_D = I_D \mu \Delta x \text{이다.}$$

이것을 (3) 式에 대입하면

$$k = \frac{I' - I}{I} = \frac{I_D \mu \Delta x}{BI_D} = \frac{\mu \cdot \Delta x}{B} \text{가 된다.}$$

이상은 單色 X線일 경우이고 白色 X線일 경우는

$$k = \frac{I' - I}{I} = \frac{\mu x \cdot \Delta x}{B} \dots \dots \dots (4) \text{로 표현된다.}$$

單色 X線은 波長이 일정한 X線이고 白色 X線은 實際 사용하는 連續스펙트럼 X線이다.

(2) 診斷可能現象

- 機器内部의 變形 및 破損
- 接續部의 弛緩 및 脫落
- 接觸部의 接觸狀態 및 開極狀態
- 接觸子類의 마모상태
- Spring, Pin 등의 裝着狀態
- 配線狀態

(3) 二重露出法

放射線源과 對診斷部의 位置關係를 變化시키면 透過 寫眞의 影位置가 變化한다. 이러한 현상을 이용하여 機器 内部部品の 位置를 測定하는 것이 二重露出法이다. 그림 60과 같이 放射線源을 F₁位置에 두고 撮影하고 放射線源을 F₂位置로 移動시켜 다시 撮影하여 b를 구한다. 이 경우 F₁-F₂의 距離를 a, 放射線源-Film 사이의 距離를 l로 하면 測定하고자 하는 部品까지의 距離d는 다음과 같다.

$$d = \frac{b \cdot l}{a - b}$$

동일 Film으로 二重露出을 시행하여 觀察이 어려울 경우는 Mark (M)를 사용해 2장의 Film을 撮影하고 M의 位置를 一致시켜 b를 구한다.

다) 開閉性能診斷技術(開閉特性試驗)

開閉特性試驗은 遮斷器의 動作 監視로 操作 Mechanism의 異常및 遮斷部의 尺寸變化를 判斷하는 것이다. 그림 61과 같이 遮斷器의 遮斷部 操作軸에 光Rotary Encoda를 부착하여 主接觸了 Stroke, 제어 Coil 電流波形및 動作 時間을 測定, 初期설정치와 比較 判定한다. 이 試驗에서 예상되는 不良狀態個所의 判定은 표 27과 같다.

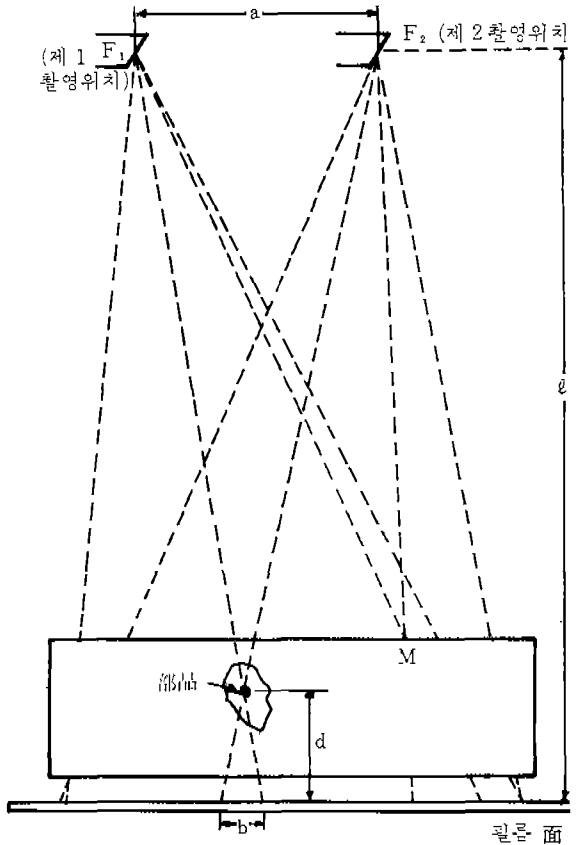
라. 試驗方法

電力機器 絕緣劣化 診斷技法에 많이 이용되는 各種試驗중에서 重要試驗에 대한 試驗方法 및 測定에 대하여 記述하여 보면 다음과 같다.

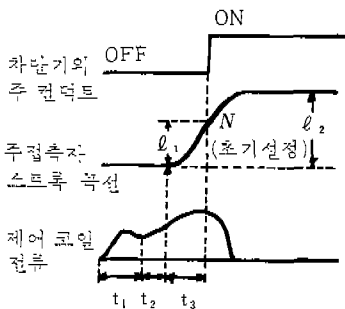
1) 部分放電 試驗

가) 回轉機

回轉機의 部分放電 試驗은 그 대부분이 高壓同期發電機의 固定子卷線에 대하여 行하여 지므로 同期發電機의 試驗方法에 대하여 記述 하겠다.



(그림 60) 이중 노출법(부품 위치 측정)



(그림 61) 차단기 동작 특성그래프

(표 27) 不良狀態 判定

판정항목	예상된 불량상태 개소
$t_1' > T_1$	부입·트립코일 또는 그 주변 하키 등의 조작기구
$t_2' > T_2$	하키 등의 조작기구
$t_3 > T_3$	차단부 구동부분
$l_2 > L_2$	차단부 구동부분

t_1', t_2' : t_1, t_2 의 제어전압 보정값
 T_1, T_2, T_3, L_2 : 이상판정의 기준값

(1) 測定回路

部分放電 測定方法은 광대역법, 低周波法, 同調法으로 크게 나누어지며 發電機卷線의 測定法으로는 종래의 광대역법 및 同調法이 사용되었으나 發電機의 現地 試驗에는 많은 문제점이 있어 低周波法이 사용되고 있다.

그림 62는 低周波法에 의한 部分放電 測定回路의 일례이다.

部分放電 發生에 수반하는 Pulse 電壓은 C_k 를 통하여 검출임피던스 C_a, R_a 에 나타난다.

이 Pulse 電壓은 고주파 동축 Cable을 통하여 高域 Filter, 감쇄기, 증폭기, 계수기 등을 내장한 저주파식 측정기의 入力端에 도달하며 측정기 내에서 증폭된 Pulse 중 기설정된 電壓이상의 Pulse가 계수기에 의해 계수된다.

上記의 측정에 앞서 B점에 校正用電荷發生回路를 결선해 이미 알고 있는 電荷를 注入하여 교정을 할 필요가 있다.

(2) 측정상의 注意事項

發電機 권선의 部分放電 試驗을 現地에서 실시할 경우 특히 주의할 점은 발전기는 그 구조상 권선단(放電發生點: 그림 62의 A점)과 檢出點(B點)과의 도체 인덕턴스(약 $1 \mu H/m$)가 Pulse에 대하여는 리액턴스 효과를 갖고 있어 교정 Pulse의 감쇄 변형이 생긴다. B점에서 注入하여 교정을 할 경우 卷線에 發生하는 放電 Pulse를 高周波數帶域을 갖는 測定器(廣帶域法, 同調法)으로 측정하면 過小表示의 경향이 생기므로 低周波法을 사용하여야 한다.

또한 大容量 發電機의 경우 리액턴스 효과가

있으므로 각 상별로 측정하는 것이 바람직하며 이때 중성점은 상간에 분리할 필요가 없다.

나) 變壓器

高電壓油入變壓器 絶緣에는 部分放電 試驗이 특히 重要視되고 있는 이유는 다음과 같다.

• 油中部分放電은 氣中과는 달리 放電電荷 또는 Energy가 커 絶緣에 致命傷을 줄 수 있다.

• 리스테리시스 특성이 현저하여 한번 발생하면 電壓을 낮추어도 放電이 지속되기 쉽다.

• 絶緣破壞의 前驅現象으로 생각된다.

이와같이 유입 변압기 절연에 지대한 영향을 미치는 부분방전을 試驗하는 方法에 대해 기술하면 다음과 같다.

(1) 측정회로

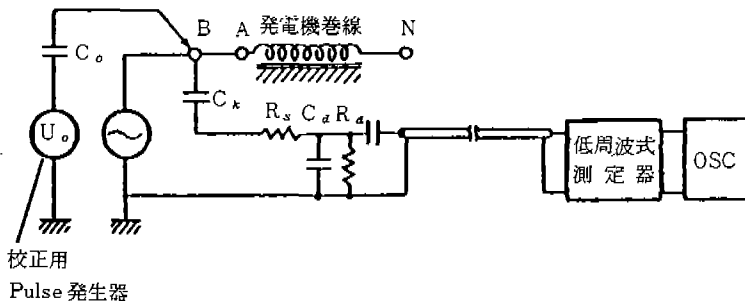
油入變壓器에서 發生하는 部分放電의 대표적인 검출회로는 그림 63과 같다.

여기서 (B-1)은 α 값($\alpha = \sqrt{C/K}$, C: 권선의 대지 Capacitance, K: 권선의 직렬 Capacitance)이 적은 변압기에 좋은 검출회로이지만 外部Noise 영향을 받기 쉬우며 (B-3)은 Bushing의 分壓 Tap에서 검출하고 原理는 (B-2)와 같으며 Tap과 接地間에 큰 Capacitance가 있기 때문에 (B-2)에 비해 검출 감도가 低下한다.

部分放電 測定回路는

• 部分放電電荷의 시간적 변화를 관찰할 수 있을 것.

• 넓은 범위의 部分放電 강도를 測定할 수 있을 것.



- C_0 : 100 pF
- R_a : 10 kΩ
- R_s : 2 kΩ
- C_k : 1,000 pF
- C_a : 5,000 pF

〈그림 62〉 發電機卷線 部分放電測定回路

서울올림픽 경기장 안내

서울승마공원



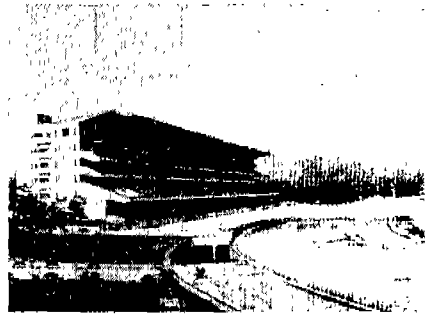
종합마술의 지구력 경기 (원당 종합마술경기장)와 마지달날의 장애물경기 개인전 결승 (올림픽주경기장)을 제외한 모든 승마 경기가 열리는 서울승마공원.

서울올림픽을 앞두고 개축된 서울승마공원은 경기도 과천시 주암동에 위치하고 있다.

4만명을 동시에 수용할 수 있는 경기장 1곳, 연습장 20곳, 지하 1층 지상 6층의 주관람대를 비롯 각종 건물만도 76채나 된다.

또한 300마리를 수용할 수 있는 마사(馬舍)와 3,500대 규모의 주차장, 3,000명을 수용할 수 있는 프레스센터 등을 갖추고 있다.

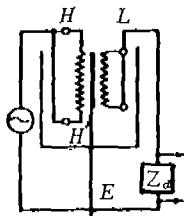
승마공원은 지난해 11월 내한했던 국제승마연맹 회장 앤공주도 "팬테스타(fantastic)하다"고 찬탄해 마지 않을 만큼 35만 5,000평 녹지의 수려한 경관과 어우러져 환상적인 모습을 드러내고 있다.



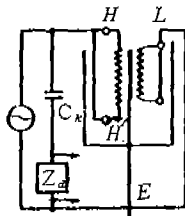
• 증폭기는 50~200Hz보다 넓은 범위의 주파수 영역을 가지며 빠른 과도특성을 보유할

것.

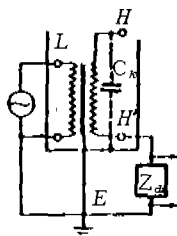
• 部分放電 Pulse와 印加電壓 (位相과의 관



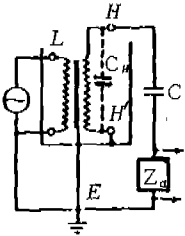
(A-1)



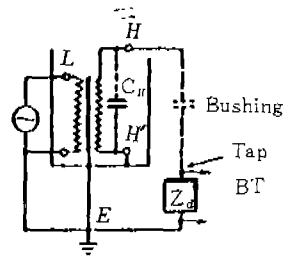
(A-2)



(B-1)



(B-2)

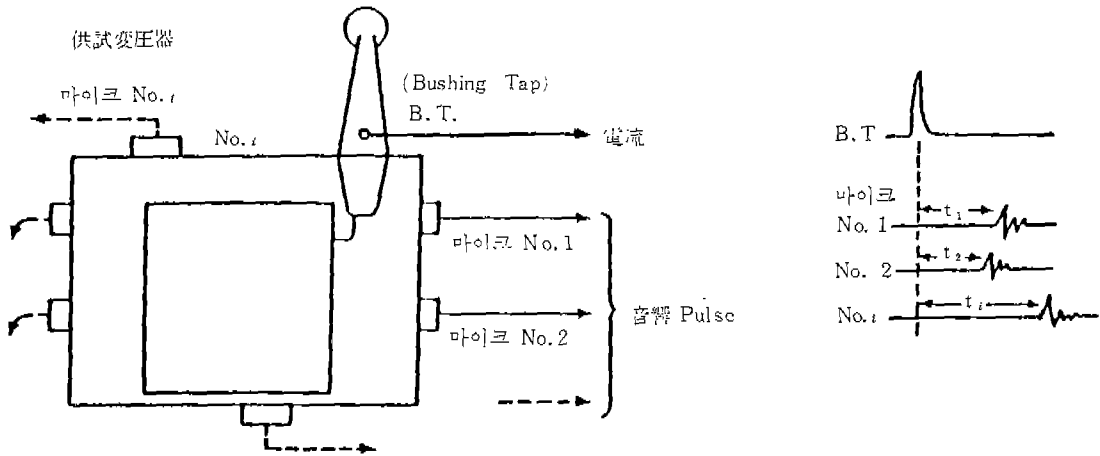


(B-3)

H, H' : 高圧卷線端子
L : 低圧卷線端子
Z_d : 檢出 Impedance
C_k : 結合 Condenser
C_v : 變壓器高壓卷線의 Pulse에 대한 등가 Impedance

(A : 加壓試驗, B : 誘導試驗)

(그림 63) 變壓器의 部分放電 檢出回路



〈그림 64〉 音響法에 의한 部分放電位值判定原理圖

제를 Oscilloscope에 지시할 수 있을 것과 같은 기본적인 사양을 만족해야 한다.

이러한 조건을 만족하는 측정기를 사용하여 시험하는 것은 다음과 같은 이유 때문이다.

- 外部Noise가 있어도 변압기 内部의 부분방전과 識別하기 쉽다.

- 부분방전이 發生한 경우 放電Pulse波形 및 印加電壓에 대한 位相관계를 알 수 있어 부분방전 發生위치 및 형태에 대한 정보도 얻을 수 있다.

- 실용성이 크다.

따라서 이러한 점들을 고려할 때 부분방전의 각종 측정방법중에서 저주파 방식(ERA法)이 가장 적당하다.

(2) 部分放電 發生位置 판정

油入變壓器에서 油中部分放電發生은 絶緣에 致命的이기 때문에 部分放電이 檢出되는 경우에는 發生點을 판정해 대처할 필요가 있다.

이와같이 部分放電試驗에서 重要한 課題로 되고 있는 發生點 판정방법으로는 部分放電에 의한 電流Pulse의 卷線內 전달 및 振動을 利用하는 電流法과 部分放電에 의해 油中에 發生하는 音波를 포착하는 음향법이 있다.

電流法은 定量的이고 高感度인 점에서 큰 利點이 있는 反面 판정精度가 原理적으로 낮고 실시하는 데 여러 가지 難點이 있어 현재 충분

하게 확립된 方法이라 말할 수 없는 데 반해 음향법은 放電發生點의 기하학적 위치를 數cm의 精度로써 판정할 수 있기 때문에 測定感度가 낮은 결점은 있지만 變壓器 内部의 部分放電位置 판정법으로 가장 精度가 좋고 實用的인 方法이다.

이러한 음향법에 의한 위치판정 원리는 그림 64와 같고 變壓器内部에서 部分放電이 發生하면 이에 동반하는 電流Pulse가 Bushing Tap(B.T.)에서 檢出되고 또한 部分放電音은 이보다 어떤 시간만큼 늦게 Tank벽에 分散配置된 數個의 Microphone에 檢出된다. 이때 각각의 Microphone의 電流Pulse에 대한 지연시간(t_1, t_2, \dots, t_i)으로부터 Microphone과 發生點 間의 거리를 알 수 있다. 理論적으로는 3個의 Microphone만 있으면 되지만 실제에는 그 배이상의 Microphone을 使用하지 않으면 판정이 不可能한 경우가 많다.

Microphone은 주위 雜音을 포착하지 않을 정도의 高周波, 高感度로서 통상 100 kHz 前後가 使用되고 있고 또한 電流Pulse도 部分放電音以外的 것을 포착하지 않기 위해 최근 電流Pulse와 部分放電音Pulse의 시간지연특성 차이를 利用해 理論적으로 識別하는 方法이 개발되어 内部 部分放電의 常時監視에도 採用될 전 망도 있다. (계속)