

# 進相用 콘덴서의 保守點檢에 대하여

## 1. 序 言

進相콘덴서는 靜止機器이고 一般的으로는 保守點檢은 쉬운 機器의 一種이다. 따라서 基本的인 事項에 대하여 普偏的인 知識을 가지고 있으면 大概을 바르게 處置할 수 있는 것이다.

注意하여야 할 點은 進相(또는 充電)電流를 흘린다는 다른 機器와 반대의 性質을 가지고 있다는 것 周圍의 機器와의 關係에 따라 共振現象을 나타내는 것 電源에서 切離하여도 電荷를 蓄積하고 있다는 것 等이다.

近者 省에너지가 産業界를 爲始하여 一般에게 까지 큰 課題가 되어 있어 進相콘덴서의 役割은 점차 커진다고 보아야겠다. 現場의, 여러분께 콘덴서를 더한層 理解하도록 保守點檢에 對하여 說明하기로 한다.

## 2. 콘덴서의 形式

PCB問題에 關聯하여 콘덴서의 絶緣紙와 含浸劑를 年代를 따라 記錄하면 大略 다음과 같다. 또 PCB(또는 不燃性油)에 對하여는 既히 아는 바와 같이 79년에 動資部의 指示에 의하여 製造가 中止되었고 使用도 中止되었다.

### (1) 크라프트紙+鉍物油

60年代 以前의 콘덴서는 거의가 50 $\mu$ m程度의 두꺼운 絶緣紙(크라프트紙)를 使用하고 이를 콘덴서油라 불리우는 精製油(鉍物油)가 含浸 充填되어 있었다.

### (2) 크라프트紙+不燃性油

60年代에 가서 誘電率이 높고 不燃性的 PCB

(不燃性油)가 使用되고 크라프트紙와 不燃性油와의 合成으로 小形化되었다.

### (3) 中厚紙+不燃性油

70年代쯤 되어 25 $\mu$ m程度의 中厚紙와 不燃性油와의 合成으로 다시 小形化된 콘덴서가 製作되었다

### (4) 콘덴서薄紙+포리프로필림+不燃性油

70年代 中盤項 부터 콘덴서薄紙와 포리프로필림과 接쳐 만든 것에 不燃性油를 含浸한 콘덴서가 製作되어 한층 小形化 되었다.

### (5) 콘덴서薄紙+포리프로필림+可燃性油

70年 後半期에 PCB에 代置하여 可燃性油를 含浸한 것을 使用하게 되었다.

### (6) 포리프로필림+可燃性油

最近(79年項) 絶緣油를 含浸하기 쉽게 한쪽을 粗面으로 한 포리프로필림을 使用하게 됨으로써 콘덴서薄紙를 除去시킨 것이 製作되고 있다.

## 3. 콘덴서의 特質

電氣機器中에서도 콘덴서는 比較的 纖細한 面이 있어 分解修理는 不可能(絶緣油가 空氣에 닿으면 吸濕하여 性能이 劣化되기 때문)하니가 保守點檢時에는 그러한 配慮가 있어야겠다.

### (1) 케이스

汎用的 高壓進相콘덴서의 케이스는 約 1mm두께의 薄鋼板製이다. 이는 케이스內에 絶緣油를 空際 없이 充填시켰기 때문에 溫度變化에 따라 絶緣油가 膨脹, 收縮하는데 應答을 쉽게 하기 위해서이다.

이런 種類의 것을 缶形콘덴서라 한다. 한편 大容

量器에는 變壓器와 같이 10mm 内外 두께의 鋼板을 使用하고 있으나 그러한 때에는 반드시 絶緣油의 膨脹·收縮을 吸收하는 機構가 施設되어 있다(탱크 形콘덴서라 한다).

다음에 常用콘덴서케이스는 幅이 넓고 깊이는 얇은 形을 하고 있으나 이는 必要한 放熱面積을 갖게 하기 위함이다.

最近의 콘덴서는 低損失로 製作되고 있으나 그에 견주어 小形化되고 있다. 周圍溫度는 40℃(平均 35℃) 以下로 유지하여야 한다.

## (2) 부식

引出端子에는 碍子를 使用하여 케이스 및 瓷장식이 固定하는 方法은 납땜으로 한다. 이는 小形化이기 때문에 無理한 힘을 주지 않도록 조심할 필요가 있다.

## (3) 誘電體(絶緣)

靜電容量은 誘電率·電極面積에 比例하여 電極間距離에 반비례하기 때문에 誘電體 두께(電極間距離)는 極力 얇게 하여 콘덴서를 小形化하고 있다. 따라서 過大한 異常電壓에는 견딜 수 없으니까 注意하여야 한다.

## (4) 殘留電荷

콘덴서는 電源에서 切離한 後에도 電荷가 蓄積되어 있기 때문에 콘덴서에 접속시킬 때에는 반드시 端子間을 抵抗으로 短絡하여 接地시켜 놓아야 한다. 放電抵抗 內藏한 것도 電源에서 切離한 後 5分以上 경과한 후 端子間을 短絡·接地하여 놓아야 한다.

# 4. 保守點檢

平常 巡回時의 目視等に 의한 點檢·定期的인 測定器에 의한 點檢 非正常的일 때의 判定·處置의 順으로 說明한다.

## 4-1 巡回時點檢

### (1) 碍子外觀

가. 碍子の 汚損, 碍子에 먼지가 쌓이면 吸濕等에 의하여 絶緣耐力이 低下되니 汚損의 程度를 보아 停電時에 清掃하여야 한다. 海岸에 가까운 場所 먼지가 많은 場所에는 特別 注意하여야 한다.

나. 碍子에 금이 간 것, 萬一 碍子에 금이 갔을 때에 吸濕에 의하여 絶緣耐力이 低下되니까 注意를 要한다.

다. 端子瓷장식의 變色 電線接續部의 조임이 모자라던 接觸不良으로 發熱하여 端子瓷장식이 變色될 수 있다. 그대로 放置하면 電線의 溶斷事故를 誘發할 수 있으니까 發見되는대로 停電시켜 充分히 조여야 한다(지나치게 조이지 말 것).

### (2) 케이스 外觀

가. 기름새는 것. 케이스의 溶接部 碍子の 납땜한 곳 端子瓷장식部 油封入口部 取部 및 部分等에 對하여 絶緣油의 새는 곳, 스며 나오는 것 등을 調査한다.

나. 케이스의 膨脹, 內部的 絶緣油가 溫度變化에 따라 膨脹, 收縮하기 때문에 케이스 側面은 多少 膨脹된 것이 普通이다. 正常的일 때

50kVA까지는 片面 15mm 以下

200kVA까지는 片面 20mm 以下

300kVA까지는 片面 25mm 以下

이고 이를 大幅 넘은 것은 異常이 있는 것이다.

다. 케이스 누. 케이스의 누는 極度로 進行되면 기름이 새는 原因이 되므로 適宜 防錆劑 處理를 한다.

### (3) 周圍狀況

가. 周圍溫度, 周圍溫度가 40℃(24時間 平均 35℃) 以下인 것을 確認한다. 또 寒冷地에서는 最低 周圍溫度가 -20℃보다 낮지 않은 것을 確認한다.

나. 냄새 콘덴서 周圍에 異常한 냄새가 나는가 注意한다. 石油냄새가 나면 기름이 새 可能性이 있고 오존 냄새가 나면 端子部의 조임이 不充分한 可能性이 있다.

다. 異常音 鎔接機等を 間歇적으로 쓰는 負荷 다 이리스터等의 高調波를 發生하는 機器가 있으면 그 影響으로 가끔 콘덴서에 異常音이 發生한다. 原因을 解明하여 異常音을 없애도록 한다.

### (4) 電壓·電流·溫度上昇

가. 最高使用電壓 定格 周波數로 最高電壓이 定格의 115%로 그 24時間의 平均値가 定格電壓의 110%의 電壓으로 長時間 使用하여도 實用上 支障 없도록 設計되어 있으니 이 電壓以下인 것을 確認

할 필요가 있다.

夜間 輕負荷時가 되면 端子電壓이 上昇할 때가 있으니 그에 對한 點檢도 필요하다. 또 直列리액터를 쓰고 있을 때는 콘덴서의 端子電壓은 上昇하나 이때도 前記 電壓值를 維持하여야 한다.

나. 最大使用電流 콘덴서는 高調波를 吸收하는 特性이 있으니 이를 감안하여 135%以下로 使用토록 設計되어 있으니 이 電流以下인 것을 確認하여야 한다. 電流計가 없을 때는 定期點檢時 測定한다.

다. 溫度上昇 콘덴서側面의 溫度를 調査하여 周圍溫度와의 差가 30℃ 以下이면 우선 異常은 없으나 形式, 周圍狀況에 따라 差異가 있으니 變化에 조심할 必要가 있다.

#### 4-2 定期點檢

定期點檢은 다음과 같이 하여야하나 時間이 지나 는 變化를 調査하면 劣化的 發見에 도움이 되니 꼭 實行하도록 하면 좋겠다.

##### (1) 容 量

端子間의 靜電容量을 靜電容量計(또는 콘덴서 척커)를 利用하여 測定하고 定格周波數 定格電壓等에서 計算에 의하여 求한다.

初期值와 變化가 없는 三相은 平衡하고 있는지 調査한다. 靜電容量計가 없으면 低壓의 파형의가 없는 電流를 흘려 그 電流·電壓에서 計算에 의하여 求할 수도 있다.

##### (2) 絶緣抵抗

端子一括과 케이스間을 1,000V 메가로 測定하여 1,000MΩ 以上이면 좋다. 碍子가 汚損되어 있으면 낮은值가 되니 清掃하여야 한다.

##### (3) 放電抵抗

메가 또는 테스터로 端子 상호간의 저항을 측정하여 斷線與否를 確認한다.

##### (4) 損 失

콘덴서의 損失은 매우 적기(0.35% 以下) 때문에 特殊한 測定器가 必要하나 希望하는 者는 메이커에 測定을 依賴하여도 된다. 또 代身 溫度上昇을 測定하여 損失을 推定하는 方法도 있다.

##### (5) 耐電壓

端子一括과 케이스間에 最高使用 電壓의 1.5倍電

壓을 10分間 印加한다. 端子相互間에 對하여는 定格電壓의 1.5倍의 電壓을 1分間 印加한다. 또 콘덴서의 運轉을 長時間 休止하였을 때는 再使用前에 耐電壓試驗을 꼭 實施할 것.

#### (6) 조임部分

主回路端子, 接地端子에 나사의 풀림이 없는가 確認한다. 但 조임토크가 過大할 때는 碍子를 破損할 수 있으니 注意하여야 한다. 主回路 端子는 190kg-cm 以下 接地端子는 65kg-cm 以下로 하여야 한다.

### 4-3 非正常的일 때의 判定·處置

#### (1) 碍子の 깨짐

碍子が 깨어지면 吸濕하여 絶緣耐力이 低下되어 閃絡等의 事故를 일으킬 可能性이 있으니 새로운 콘덴서로 交替할 必要가 있다.

#### (2) 기름 새는 것

기름이 새면 吸濕하여 絶緣油가 劣化되기 때문에 또 内部에 空隙이 생기면 絶緣耐力이 低下되니까 콘덴서를 直時 交替하여야 한다. 但 더럽혀진 것과 混同하지 않도록 하고 이상할 때는 다시한번 清掃하여 잘 調査할 必要가 있다.

#### (3) 케이스 膨脹

케이스 膨脹이 甚한 것은 内部에 가스가 發生하여 일어난 것으로 콘덴서를 直時 交替하여야 한다. 이때 케이스의 뒷덮개를 드라이버자루로 가볍게 쳐 보면 音色이 變하여 内部에 가스가 發生한 것을 알 수 있다.

#### (4) 溫度의 過多上昇

溫度上昇이 30℃를 넘을 때는 콘덴서는 劣化되어 損失이 增加되고 있으니 콘덴서를 交替할 必要가 있다. 但 콘덴서의 溫度上昇值는 形式·使用環境에 따라 相當한 差異가 있으니 平常時의 溫度上昇을 調査하여 이와 比較하든가 다른 同一定格·同一形式의 콘덴서와 比較하여 良否를 判斷할 必要가 있다.

#### (5) 周圍溫度의 過多上昇

周圍溫度가 너무 높을 때는 熱遮蔽를 하든가 通風이 잘 되도록 하는 處值를 하여 콘덴서가 劣化 안되었나를 溫度上昇值에서 調査할 必要가 있다.

## (6) 異常音 發生

콘덴서는 靜止機器로 異常音을 내는 것은 正常이 아니다. 때로는 여러가지 이상한 소리를 낼때가 있다. 異常音의 原因을 分類하여 보면 다음과 같다.

- a. 콘덴서自身이 内部 放電하고 있을 때
- b. 系統的으로 高調波가 擴大하여 發生할 때
- c. 高調波를 發生하는 機器가 가까이 있을 때
- d. 콘덴서回路(接地包含) 또는 그 近處에 接觸不良이 있을 때

a에 對하여는 콘덴서가 劣化되어 있으니 直時 交替하여야 한다. 그 判定은 同一規格 콘덴서로 交替하여 소리가 안나면 된다.

b는 콘덴서에 高調波가 流入되고 있으니 直列리액터를 設置하여 高調波를 누른다. 때로는 直列리액터가 우는 때도 있으나 그것은 直列리액터가 直結되지 않은 콘덴서가 있어 그러하니 直列리액터를 增設하여야 한다.

c는 近處에 高調波를 發生하는 機器가 있어 例를 들면 銑接機나 사이리스터를 使用한 機器가 있어 그것에서 發生하는 變則的인 高調波가 콘덴서에 流入한다. 直列리액터를 設置하여 解決할 때도 있으나 高調波 發生側에 필터를 設置하는 등의 対策이 必要하다.

d는 電線의 接續部의 조임이 不充分 스워치 컷아웃의 接觸子의 損傷等에 의하는 것으로 잘못된 곳을 調査하여 補修한다.

## (7) 使用電壓 過大

콘덴서의 端子電壓이 定格電壓의 110% 以上일 때는 變壓器의 탭을 내려서 定格値內로 할 必要가 있다. 또 夜間等 輕負荷時에 電壓이 너무 오를때가 있으니 이런때는 콘덴서를 切離할 必要가 있다.

## (8) 使用過多電流

콘덴서의 充電電流가 定格電流의 135% 以上일 때는 使用電壓이 너무 높거나 高調波 電流가 過大하다. 高調波 電流를 減少시키려면 直列리액터를 設置하든가 高調波源에 필터를 設置하는가 하는 対策을 세워야 한다.

## (9) 容量(靜電容量) 變化

容量이 增加 또는 減少하고 있을 때는 콘덴서의 内部素子가 短絡(增加) 또는 斷線(減少)되고 있기

때문에 콘덴서는 破壞되기 始作한 것을 表示한다. 이러한 때는 콘덴서를 直時 交替하여야 한다.

## (10) 絶緣抵抗 低下

絶緣抵抗이 低下하는 것은 콘덴서가 劣化되고 있다는 證據로 交替하여야 한다. 但 碍子部分의 汚損의 影響을 받지 않도록 清掃를 할 것

## (11) 放電抵抗 變化

內藏된 放電抵抗値가 斷線하였을 때는 콘덴서의 劣化가 促進되기 때문에 交替하여야 한다. 但 放電抵抗을  $\Delta$ , Y 結線外에 V 結線으로 되어있는 것이 있으니 注意하여야 한다.

## (12) 損失增大 耐壓不良

損失은 平均的인 絶緣度를 가르키는 것으로 損失이 增加된 것은 콘덴서가 劣화된 것을 明示하는 것이다. 그것은 溫度上昇이 限度를 넘은 것으로도 알 수 있다. 耐壓不良은 文字 그대로 不良이다. 모두 콘덴서를 交替하여야 한다.

## 5. 關聯있는 事項

以上 說明한 事項外에 콘덴서使用中 때때로 겪는 事項에 對하여 簡單히 說明한다.

(1) 콘덴서를 電源에서 開放할 때 콘덴서는 充電狀態이니 開閉器의 極間에는 使用電壓의 2배의 目復電壓이 加하여지니 이 電壓에 異常없이 견딜 수 있도록 開閉器의 保守點檢도 콘덴서와 같이 實施할 必要가 있다.

콘덴서를 電源에 投入할 때는 큰 突入電流가 흐르니까 開閉器의 接點을 損傷시키다든가 CT의 2次側에 過大한 電壓이 發生할 때가 있다.

따라서 開閉器의 點檢을 하여 CT의 過負荷耐量을 適正하게 할 必要가 있다. 또 並列로 콘덴서가 있을 때는 突入電流가 매우 커지므로 直列리액터를 挿入하여 突入電流를 抑制할 必要가 있다.

## (2) 콘덴서의 保護

콘덴서의 破壞에 對한 保護로서는

- ① 퓨우즈를 使用하는 方法
- ② 保護繼電器를 使用하는 方法
- ③ 케이스變形을 檢知하는 암스워치를 使用하는 方法

④ 콘덴서 케이스内部의 壓力上昇에 應動하는 壓

力스위치를 쓰는 方法等이 있다.

(3) 直列리액터

高調波電流을 抑制키 위하여 直列리액터가 使用되나 이 直列리액터는 突入電流을 抑制하는 作用을 하니 使用치 않는 現場에서는 꼭 檢討하여야 한다.

(4) 自動制御裝置

콘덴서의 投入·開放을 自動的으로 하는 省力化 機器로서 自動制御裝置가 있다. 制御方式으로서는 時間制御 無効電力制御가 主流를 이루고 있다.

6. 結 言

以上 콘덴서의 保守點檢에 對한 必要한 事項에 對하여 說明하였다. 콘덴서는 省에너지의 有効한 機器인만큼 다시한번 保守點檢을 再確認하도록 努力하여야겠다. 또 더욱 詳細한 것은 製作所側의 技術資料를 提供받아 實施하도록 하는 것이 바람직하다고 본다.

最後로 콘덴서는 電源에서 切離가 된 後에도 電荷가 蓄積되어 있으니 感電되지 않도록 必히 放電에 注意하여 주기 바란다.

<99 p에서 계속>

前述한 測量이 表面的인 狀況調査일 것 같으면 이 地質調査는 計劃地點에 있어서의 内部 調査라고 할 수 있다. 이 調査는 一般的으로

- (a) 地質專門技術者에 의한 地質調査
- (b) 보어링, 橫坑 등에 의한 試掘調査
- (c) 彈性波, 電氣抵抗法 등에 의한 物理探查

等이 實施된다.

이들의 資料는 斷層地點이나 地質特性을 表示하는 것이며, 댐의 形式, 높이, 位置, 發電所의 位置, 形式, 池수 등의 選定과 水路의 루우트決定에 重要한 資料가 된다.

또 필법等을 採用할 경우에는 骨材集收地點의 選定도 合쳐서 實施되어 特히 重要한 構造物, 例로 댐, 地下式 發電所地點에 있어서의 計劃에는 岩盤 試驗 등을 實施하는 경우가 있다.

(4) 環境調査等

計劃地點에 있어서의 植生物의 現狀과 水質 等の 調査도 함께 實施된다. 이것들의 調査는 比較的 長期에 걸쳐서 調査할 必要가 있기 때문에 地點이 選定되면 早期에 着手하는 것이 바람직하다.

또 假設備關係, 送電線루우트, 配電線루우트, 道路狀況, 水利狀況 및 補償物件等 可及的으로 廣範圍하게 많은 調査를 實施하지 않으면 안된다.



이와같이 많은 調査를 하여 河川의 狀況, 氣象條件, 댐사이드나 導水路의 루우트等の 地形·地質의 現狀·環境狀況等에 對한 充分한 配慮가 있는 後에 비로소 設計에 着手하게 된다.

