

# 出國報告（出國類別：實習）

## 變電所輸變電設備預防診斷技術實習

服務機關：台灣電力公司  
姓名職稱：林君泰（姓名代號：019442）  
電算維護專員  
派赴國家：日本  
出國期間：98.11.26~98.12.02  
報告日期：99.01.7



# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：變電所輸變電設備預防診斷技術實習

頁數 39 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

林君泰 / 台灣電力公司 / 台北供電區營運處 / 電算維護專員  
/(02)29344125-279

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：98/11/26~98/12/2 出國地區：日本

報告日期：

分類號/目

關鍵詞：

基幹給電制御所(Central Load Dispatching Control Center, CLDCC)

名古屋給電制御所(Nagoya Load Dispatching Control Center, Nagoya LDCC)

電力系統安定度維持系統(Transient Stability Control System, TSCS)

中央調度中心(Central Dispatch and Control Center, CDCC)

區域調度中心(Area Dispatch Control Center, ADCC)

部分放電診斷(Partial Discharge Diagnosis, PDD)

超音波分析(Ultra-Sonic Testing, UT)

內容摘要：(二百至三百字)

因調度及維護等權責議題須參考國外電力公司作法，本次奉派參訪日本中部電力公司(Chubu Electric Power Company, Inc)之基幹調度控制所及名古屋給電制御所及收集調度中心組織相關資料，俾作為本公司未來是否推行調度一元化之參考。

NGK 公司生產產品舉凡輸、變、配電用之套管、礙子及避雷器其性能均相當卓越，本次安排至日本 NGK 公司下之 CHITA 工廠參訪，了解油浸紙電容式套管製作過程。

AE 帕瓦株式会社其主要產品有電力變壓器、並聯電抗器、高壓及中壓開關等相關電力設備，服務內容涵蓋輸變電、受變電、配電領域設備和系統的研究、開發、設計、製造、工程諮詢、銷售、安裝及維護等，本次參訪其 GIS 及變壓器工廠，並提供相關設備預防診斷技術(如部份放電監測系統及 X-Ray 診斷技術等)供本公司參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

## 目錄

壹、 實習目的及行程.....	1
一、目的.....	1
二、行程.....	1
貳、 國外實習過程.....	2
一、中部電力公司.....	2
(一)中部電力公司現況簡介.....	2
(二)中央給電指令所及基幹調度控制所.....	6
(三)名古屋給電制御所.....	9
(四)變電所監控系統及電力中心.....	20
二、NGK 公司.....	22
三、日本 AE 帕瓦株式会社.....	31
參、 心得及建議事項.....	38

## 圖表目錄

圖 1	中部電力公司電力設備系統圖	2
圖 2	中部電力公司輸、變、配電設備概要	3
圖 3	工務技術中心組織架構	3
圖 4	中部電力公司組織概要圖	4
圖 5	中部電力各分店下組織圖	5
圖 6	中部電力各級調度中心指令、控制路徑	6
圖 7	基幹調度控制所人員組織	7
圖 8	基幹調度控制所線上值班情景	7
圖 9	基幹調度控制所訓練室	7
圖 10	中央給電指令所與基幹調度控制所間相互後備概念	8
圖 11	電力系統安定度維持系統基本組態架構	9
圖 12	電源系 TSC-P 與基幹系 TSC-P 算術規格	9
圖 13	中部電力系統運用部門組織	10
圖 14	中部電力電力系統架構	10
圖 15	中部電力各級調度中心制御數目	11
圖 16	名古屋支店下的給電制御所	11
圖 17	名古屋支店下系統運用組織	12
圖 18	名古屋給電制御所指令制御體制	12
圖 19	名古屋給電制御所調度人員值班情景	12
圖 20	名古屋給電制御所之調度牆	13
圖 21	支店給電制御所調度系統電腦架構之一	15
圖 22	支店給電制御所調度系統電腦架構之二	15
圖 23	支店給電制御所調度系統電腦架構之三	16
圖 24	支店給電制御所調度系統電腦架構之四	16
圖 25	支店給電制御所調度系統電腦架構之五	17
圖 26	中部電力公司電力監控系統架構	17
圖 27	供電控制資訊通信網路	18
圖 28	通信協定標準化優點說明	18
圖 29	橫跨基幹變電所及分店給電制御所操作示意	19
圖 30	運轉、保養資訊的自動通報(末端裝置共有化)	19
圖 31	中部電力之電力監控系統架構	20
圖 32	變電所保護系統與監控系統結合示意	20
圖 33	STC 設置主目的及次要目的	21
圖 34	STC 功能	21
圖 35	NGK 公司生產之電力用套管及礙子	23
圖 36	油浸紙電容器式套管制製作流程	23
圖 37	完成之套管進行高電壓試驗	24
圖 38	NGK 套管之絕緣油判斷好壞標準	31

## 壹、 實習目的及行程

### 一、 目地

- (一) 由於變電所設備數量不斷增加、人員精簡及預算縮減因素，本公司各變電所設備維護的方式必須從過去的時間計畫維護(TBM)轉變為狀態基準維護(CBM)方能使維護工作更有效率。狀態基準維護(CBM)除了需要設備完整的歷史運轉、維護資料外，還需要藉由一些診斷儀器以確定設備之狀態，故藉由本次出國計劃擬至日本 AE 帕瓦株式会社及 NGK 公司了解相關設備診斷技術及製造過程作為公司未來參考用。
- (二) 因調度及維護等權責議題須參考國外電力公司作法，擬安排至日本中部電力公司轄區內變電所及調度中心收集相關資料供公司未來參考用。

### 二、 行程

行程及工作內容如下：

#### (一) 98/11/26：

往程（台北—名古屋）

#### (二)98/11/27：

日本中部電力公司調度中心研習，宿名古屋。

#### (三) 98/11/28~29：

實習內容整理(例假日)，宿名古屋。

#### (四) 98/11/30：

NGK公司套管製作流程參訪，宿東京。

#### (五) 98/12/01：

日本 AE 帕瓦株式会社 GIS 及變壓器工場參訪及預防診斷技術研習，宿東京。

#### (六) 98/12/02：

返程(東京→台北)

## 貳、 國外實習過程

### 一、 中部電力公司

#### (一) 中部電力公司現況簡介

愛知、岐阜、三重、長野、靜岡(富士山以西)中部五縣為中部電力公司的供電範圍，供給電力約 2998MW(2008 年)，涵蓋面積約 39,000 平方公里，公司員工約 1 萬 6000 人，管轄範圍之電力設備分佈如圖 1，相鄰的電力公司有北陸、東京、關西電力公司，而中部電力公司發、輸、變電設備概要如圖 2。

圖 1. 中部電力公司電力設備系統圖

## 圖 2. 中部電力公司輸、變、配電設備概要

中部電力公司在各縣及名古屋市設有六個支店，總公司位於名古屋市，其組織架構如圖 4，總公司流通事業部下設有系統運用部(相當於台電電力調度處)及工務部(相當於台電供電處及輸工處)，本次中部電力接待人員則是總公司工務部下之工務技術中心人員負責解說變電所內各設備，工務技術中心組織架構則如圖 3.。

## 圖 3. 工務技術中心組織架構

#### 圖 4. 中部電力公司組織概要圖

各分店之組織架構如圖 5.所示，各分店下之技術部相當於台電各供電區營運處，各分店之供(給)電控制(制御)所相當於台電的區域調度中心，本次所參觀之名古屋給電制御所便是隸屬於名古屋支店下。

圖 5.中部電力公司各分店下組織圖

## (二) 中央給電(調度)指令所及基幹調度控制所

電力系統的運行，是由供需運行及系統運行兩部份來組成的，而供需運行的中樞則為中央給電指令所，系統運行的中心則是基幹調度控制所。

中央給電指令所及基幹調度控制所(上述兩者相當於台電的中央調度中心)隸屬於總公司流通本部下系統運用部，中央給電指令所主要任務為**供需調整**及**頻率調整**；負責調度指令 500kV，275kV 核能電廠、水力電廠、火力電廠，電廠值班人員收到指令後執行控制。基幹調度控制所主要任務有**系統監視**、**500kV，275kV 電壓調整**，最後還有對 500kV，275kV 變電所(無人則控制，有人則指令)、抽水蓄能電站(控制)進行**調度操作**。由圖 6.可知中部電力基幹調度控制所對各分店下的給電制御所之間仍採用指令方式；這點與台電中央調度中心與區域調度中心間調度方式是一樣的。

### 圖 6. 中部電力各級調度中心指令、控制路徑

圖 7.為基幹調度控制所人員組織圖，所長 1 人，運營課 13 人，指令控制課下共有 35 人(有 5 課，每課 7 人)圖 8.為線上值班人員值班的情景，而中央給電指令所的指令控制課則有 25 人(有 5 課，每課 5 人)，與台電不同的地方是中部電力多了 1 組值班人員用來訓練及緊急派遣用，故同一時間有一課是在值班的，而另一課則是進行訓練(一年約訓練 60 次)，圖.9 為訓練室(線上值班室等比例縮小)，與線上值班室完全相同。另詢問相關人員基幹調度控制所平均一年約 2 千次停、復電操作，1 萬次的設備檢查。

中央給電(調度)指令所及基幹調度控制所間則可互為備援，故當其中一個發生問題時，另一個可完全接手，圖 10.為其概念示意。

圖 7. 基幹調度控制所人員組織

圖 8. 基幹調度控制所線上值班情景

圖 9. 基幹調度控制所訓練室

## 圖 10. 中央給電指令所與基幹調度控制所間相互後備概念

圖 11.爲了防範因供需不平衡而導致大範圍停電，中部電力建制了一套電力系統安定度維持系統(Transient Stability Control System, TSCS)。舉個例子，假設有一輸電線路遭受雷擊導致跳脫，這時爲了平衡供需及防止發電機組失步(Step-Out)，TSCS 系統分析電網資訊(資訊不停更新)後快速決定該關閉哪些電廠的發電機組並搖控執行發電機組關閉任務，如此可防止電力系統發生更嚴重的全停電事件。中部電力這個系統類似台電供電處建置的特殊保護系統(Special Protection System, SPS)，兩者的差異是當發生供需不平衡時，台電採用跳脫負載策略(Load Shedding)；而中部電力採用跳脫電源策略(Power Shedding)。另外中部電力具有兩套 TSCS(電源系 TSCS 及基幹系 TSCS)，而兩套其中的 TSC-P 單元均爲不同廠家所設計，如此才可交叉比對計算結果，架構上相當嚴謹，圖 12.說明電源系與基幹系 TSCS 個別 TSC-P 算術規格。

電力系統安定度維持系統(TSCS)的架構大致如圖 11.所示，其主要是由中央演算裝置(TSC-P)、子局裝置(TSC-C)、啓動裝置(TSC-S)及傳送遮斷裝置(TSC-T)四大單元組成，下列則分別介紹各個單元的運作流程。

中央演算裝置單元(TSC-P)每隔五分鐘取樣電網資訊一次，得到電網資料後便開始爲可能發生的偶發事故作準備；開始執行電網穩態運算。計算後如果發現電網處於不穩定狀態，TSC-P 則選擇最佳的跳脫發電機組策略，此單元與基幹調度控制所位於同一棟大樓內。

子局裝置單元(TSC-C)負責得到保護系統運作的資訊，衡量故障情形及決定電源卸載順序，TSC-C 單元位於數個中部電力主要的變電所內。

啓動裝置單元(TSC-S)負責傳送保護系統運作資訊到子局裝置單元(TSC-C)，TSC-S 的另一個功能便是觸發 TSC-C 動作。而具有 TSC-C 的變電所便不會有 TSC-S 且僅有電源系 TSCS 具 TSC-S。

傳送遮斷裝置(TSC-T)在得到 TSC-C 的電源卸載信號後，此單元便會去關閉相關的發電機組。TSC-T 裝設在鄰近電廠的主要變電所內。

圖 11. 電力系統安定度維持系統基本組態架構

圖 12. 電源系 TSC-P 與基幹系 TSC-P 算術規格

### (三) 名古屋給電制御所

中部電力公司其系統運用部門組織架構如圖 13.，整個電力系統分別由基幹調度控制所、支店給電制御所及營業所來負責監控(如圖 14.)，中央給電指令所及基幹調度控制所隸屬於總公司下之系統運用部，各支店下則約有 3~4 個給電制御所(相當於台電區域調度中心)，各級調度中心制御內容如圖 15.，本次參訪的名古屋給電制御所則隸屬於名古屋支店下，名古屋支店下未來給電制御所僅會剩下 3 個(如圖 16.所示)，其名古屋支店下之系統運用部門可分為給電課、調度系統課及給電制御所(如圖 17.所示)，其功能如下說明

**給(供)電課(Load Dispatching Section)：**系統的規劃、保護電驛裝設計畫、電力品質控制及檢視，相當於台電的調度課。

**制御(控制)系統課(Dispatch Control System Section)：**負責給電制御所調度系統主機之建置及維護，相當於台電的資控組。

**給電制御所(Load Dispatching Control Section)：**電網及電力設備的監視、變電所內之開關操作、事故恢復供電、依據季節及時區不同最佳化電力系統運轉、資訊採集、記錄並負責將資料送至電力中心，給電制御所相當於台電的區域調度中心，這裡說的電力中心則類似以超高壓為中心的維護中心。

圖 13 .中部電力系統運用部門組織

圖 14. 中部電力公司電力系統架構

圖 15. 中部電力各級調度中心制御數目

圖 16. 名古屋支店下の給電制御所

### 圖 17. 名古屋支店下系統運用組織

以名古屋給電制御所爲例，其指令制御體制如圖 18.，其中指令制御班共有五班，每班有六員，其調度人員線上值班情景如圖 19.。

### 圖 18. 名古屋給電制御所指令制御體制

### 圖 19. 名古屋給電制御所調度人員值班情景

名古屋給電制御所之調度牆如圖 20，其中電網監控板可顯示各變電所之 CB 狀態及功率流(Power Flow)，另外氣象及落雷資訊板則顯示相關的資訊供調度人員研判並做出精準的作為。而調度人員從調度桌(如圖 19.)可得到詳盡的變電所的運轉資訊及故障訊息可供研判後於調度桌上進行電網調度及故障處理。

#### 圖 20. 名古屋給電制御所之調度牆

圖 21.~25.說明名古屋給電制御所調度系統之電腦架構及演化優點，由於各支店給電制御所調度系統採共同開發，故適用所有支店給電制御所，其主要功能如下：

##### 監視：

- 由系統盤・控制桌監視系統狀態
- 系統、機器、配電線故障的通報
- 電壓、過載、相角的自動監視
- 傳輸系統(TC、RCN 等)的
- 水力系統監視

##### 紀錄：

- 電力量的收集與記錄(每一正時)
- 故障、操作的記錄
- 電力潮流圖的作成
- 發變電記錄的收集編輯
- 水文資訊的記錄

##### 控制：

- 個別操作的同時實施
- 電壓調整控制、發電機出力控制

- 自動操作(平常故障時)
- 水力發電機的排程運轉
- 互鎖保護區塊等操作安全機能

#### 通報：

- 對保養所的操作故障訊息的通報

#### 其他計劃

- 發電計劃的設定
- TC 模擬機能
- 訓練機能

而調度系統在設計上則有下列特色

#### 計算機雙系列化(Duplex system)

- 因一部裝置的故障或停止，不會喪失系統全部功能所構成的裝置。
- 在電力設備的擴充及更換所伴隨的系統維護，可以很容易做到，不必使線上功能停止。

#### fail safe/fool proof

- 由於軟體互鎖施行系統運用上可維持安全的手段，在任何場合下也不會誤表示，誤控制的裝置。

#### 分散處理

- 以不同目的微處理器等應用裝置達到機能的分散處理，提高主計算機的業務處理效率。

#### 標準化

- 構成系統的軟硬體力求標準化使用模組化為汎用性、互換性高的設置。

圖 21.支店給電制御所調度系統電腦架構之一

圖 22. 支店給電制御所調度系統電腦架構之二

**圖 23. 支店給電制御所調度系統電腦架構之三**

**圖 24. 支店給電制御所調度系統電腦架構之四**

由於中部電力公司支店各給電制御所調度系統均為同一軟體(如圖 25.)，除了可大幅降低開發費用，後續維護也變的相當簡化。而本公司各區域調度中心調度系統目前就有 3 套(健格、CAE、西門子系統)，故不論在備品管理、系統相容性及人員的技術流通均不如中部電力公司的單純，未來可望在汰換系統時能 7 個調度中心採用同一套軟體，如此將大幅降建制及後續維護費用。

**圖 25. 支店給電制御所調度系統電腦架構之五**

中部電力各個給電制御所之調度系統間資料傳遞使用 RCN 網路(如圖 26.)，其通信網路架構如圖 27.所示。

**圖 26. 中部電力公司電力監控系統架構**

### 圖 27. 供電控制資訊通信網路

圖 28.則說明中部電力採用 OSI 標準通訊協定的優點，台電中央調度中心與區域調度中心間則採用相同的 ICCP 通訊協定來做資料交換。

### 圖 28. 通信協定標準化優點說明

**圖 29. 橫跨基幹調度控制所及分店給電制御所操作示意**

從圖 30.可知假設一超高壓變電所內設備發生故障，基幹調度控制所透過 RCN 網路傳送至分店給電制御所，分店給電制御所再傳送至電力中心。

**圖 30. 運轉、保養資訊的自動通報(末端裝置共有化)**

#### (四) 變電所監控系統及電力中心

圖 31.為中部電力之電力監控系統架構，其中 TC(或 ITC)等同於台電變電所內的 RTU(或 Local SCADA 的通信處理單元)。因 TC 的取樣點較少，隨著變電設備越來越多，資料量大增，故開發了高速大容量的智慧型 TC(ITC)，而裝設 ITC 的變電所(如圖 32.)其監控設備架構類似台電的 Local SCADA 架構之變電所。

下列則說明 TC(或 ITC)的功能

- 控制**：選擇發變電所的機器、確認之後作開關、起動、停止、調整控制。
- 監視**：傳送發變電所設備的狀態（開關狀態、故障資訊）。
- 計測**：傳送發變電所設備的電壓電流電力量等的量測資訊。

圖 31. 中部電力之電力監控系統架構

圖 32. 變電所保護系統與監控系統結合示意

中部電力之各分店下電力中心等同於台電各供電區營運處下之各超高壓變電所(維護據點)，其中指令情報中心(STC)便是設置在電力中心，而 STC 設制目的如圖 33.，其功能如圖 34.

圖 33. STC 設置主目的及次要目的

項 目	機 能 概 要
系統監視機能	.管轄電氣所狀態的宏觀表示與連接的送電線表示
電氣所管理機能	.管轄電氣所的主要管理資訊表示
CRT 控制桌機能	.管轄電氣所的運轉狀態表示 .由單結畫面的機器個別操作及計量值表示 .管轄電氣所故障資訊，控制資訊表示 .Back up 運轉時的日報數據收集表示 .遙控系統狀態表示 .資料維護
遙控結合機能	.傳送控制、異常檢出 .狀態變化檢、資料傳送處理 .常時 TM 的周期傳送 .控制信號 Code check
列表機機能	故障資訊、操作記錄的列印

圖 34. STC 功能

## 二、NGK 公司參訪

變壓器或斷路器外的帶電導體，在引入金屬製的外殼時，必須有個裝置提供相當的絕緣強度好隔離帶電導體與外殼，這個裝置便是套管，而套管除了評估絕緣能力外，由於耐電壓的等級與套管的長度成正比(較高電壓其絕緣距離須較長)，套管所能承受的機械強度也相當重要。

15KV 以下的屋內室套管，其套管內絕緣物一部分採用紙卷製成，而屋外式因考慮氣候變化及鹽、霧場合，需增加套管的洩露距離，故通常採瓷作為套管最外層的絕緣。

而 69KV 以上的套管，由於瓷管的電場強度不是那麼平均，有時就算增加絕緣的厚度耐壓仍然不夠，而電容式套管則利用電容器的原理，使得套管內的電場強度可以平均分配，其作法便是用一層金屬箔及一層絕緣紙捲成電容器後，再置入瓷管內，而瓷管內須加入絕緣油，上下端固定後密封，密封是爲了防止水分進入套管，造成水樹導致絕緣破壞，這點相當重要，在製造過程有一道程序會做防水測試，以確保套管的密封性。

NGK 公司的產品遍佈電子、半導體、汽車等領域，其中以電力方面最爲悠久也最爲重要，舉凡輸、變、配電用之套管、礙子及避雷器其性能均相當卓越，本次安排至日本 NGK 公司下之 CHITA 工廠參訪，CHITA 工廠位於愛知縣，主要生產變壓器、斷路器用之套管，本次則參觀其油浸紙電容器式套管生產，其流程如圖 36 所示，由於工廠禁止拍照的關係，故無法將每一個流程以實際圖片說明，在此僅針對部分做說明。

一開始至堆放原料區域，可看一堆不同的原料依序堆放，部分原料來自美國，其他則來自日本國內，這些原料都是較粗的砂石類的物質，尚需要研磨。

再來則進入研磨區域及攪拌區域，在這裡這些原料經過層層的研磨已經都被磨成細粉，再來便是加水及其他一些添加物開始攪拌成稠狀。

接著到另一個區域是負責用機器刻出套管的形狀，此時套管尚未用高溫烘烤，生產人員小心檢查每個套管的外型是否有缺陷，因爲若不檢察仔細，由於高溫烘烤的時間相當長，若等到烘烤成型後發現，會浪費更多時間。

到了烘烤區，工作人員告知烘烤過程須進行 4 個月，此時間業務人員從接單到交貨共需多久時間，業務人員則告知由於零庫存的關係須 6 個月的時間才能交貨，故無法接受緊急之訂單，零庫存是爲了降低生產成本。

再來便是到組裝及測試區，外觀部分經過多組人員檢驗後、再來便是防水性檢驗，值得一提便是高壓測試，此過程則如圖 36，另外也會做冷、熱交替的測試以確保套管在不良的環境性能依舊不變。

經過測試無問題後便封裝準備出貨，每個流程均井然有序，此時請教業務人員若使用數年後外觀有損壞該如何處理，工作人員則告知唯一的解決方法便是更換新品，由於整個套管製作經多相當多道程序，故參觀後我也覺得應該是沒有修補的方法，不然這麼多道製作流程就變的沒有意義了。

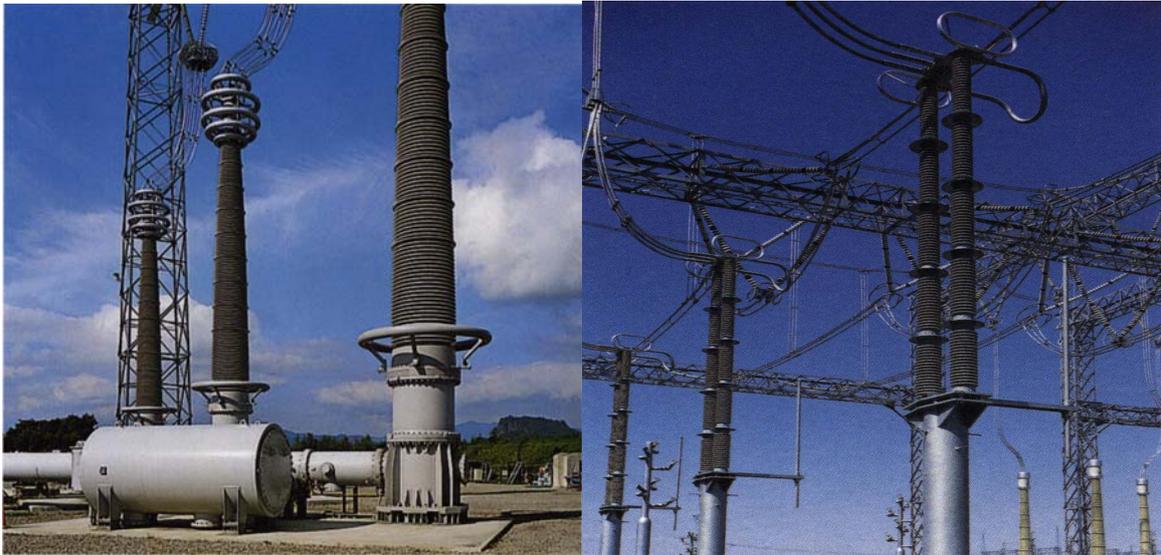


圖 35. NGK 公司生產之電力用套管及礙子

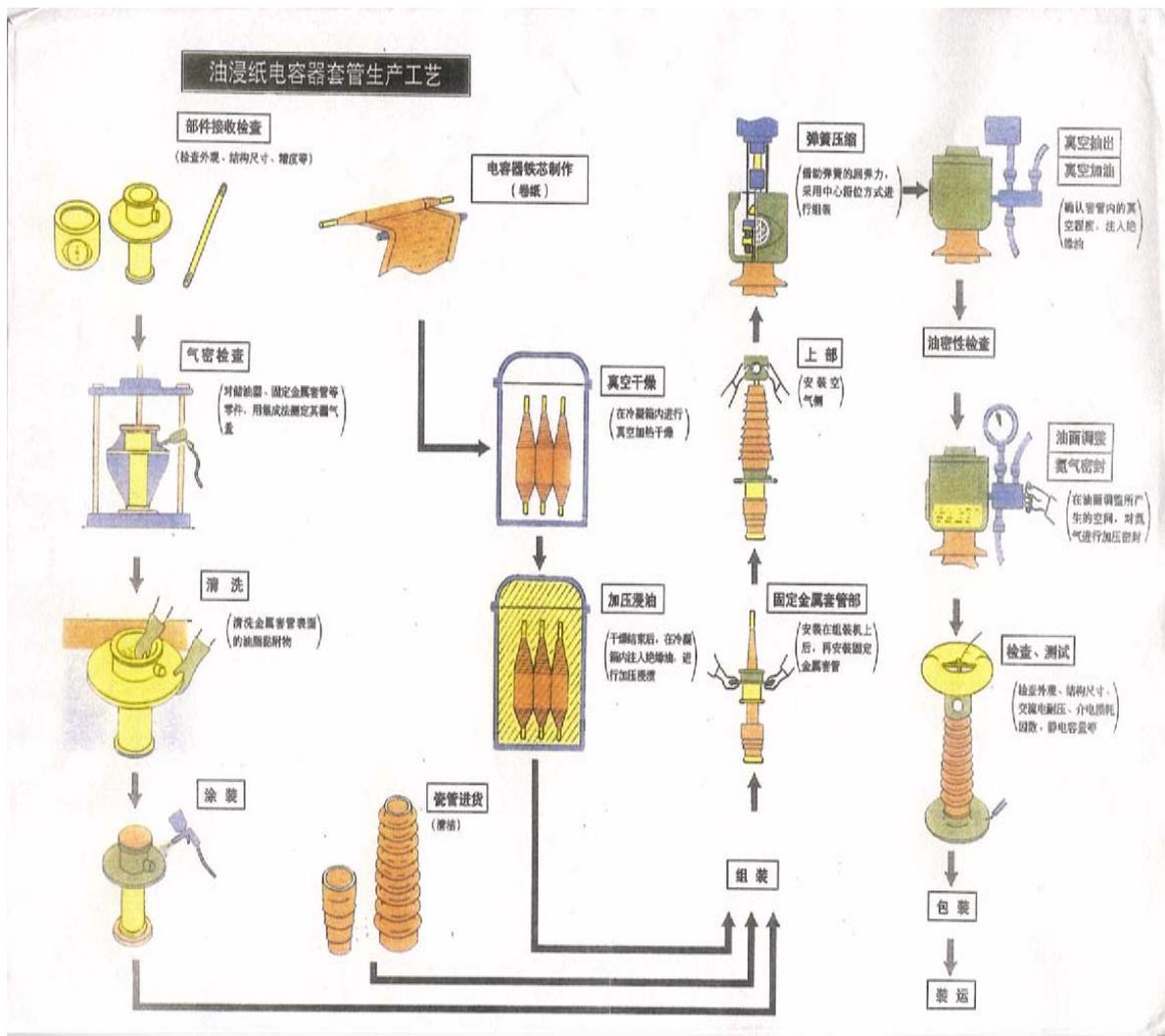


圖 36. 油浸紙電容器式套管製作流程

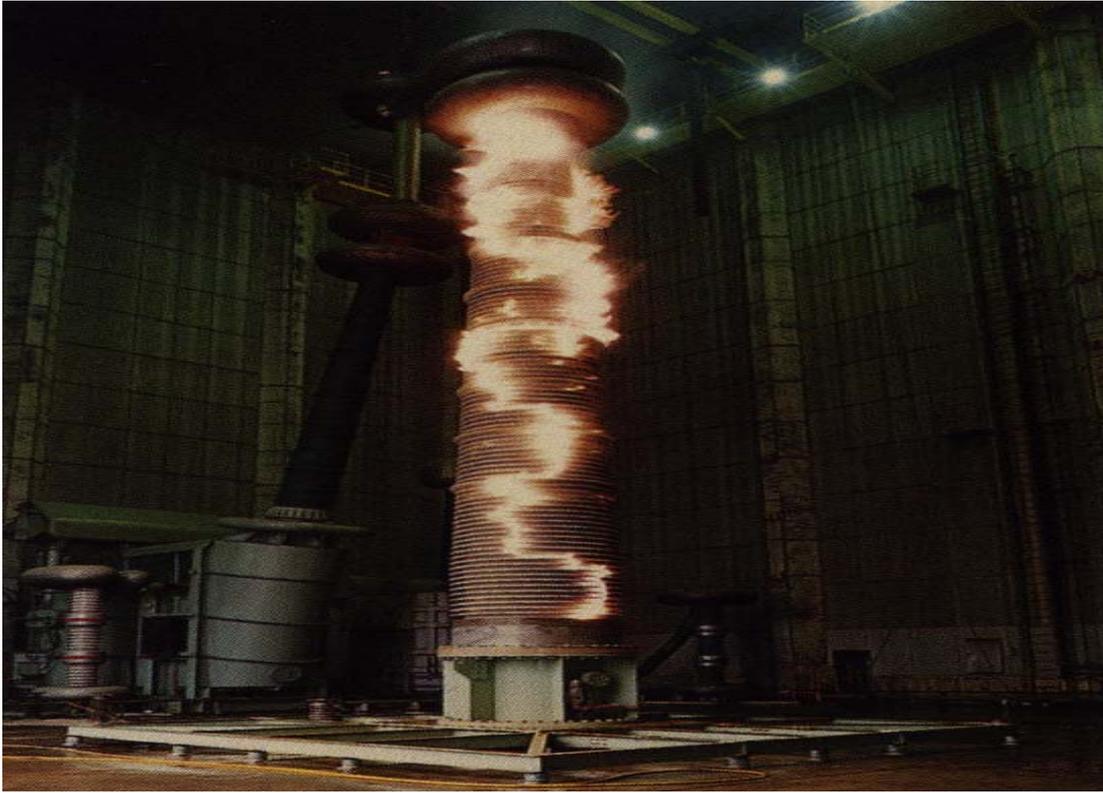


圖 37. 完成之套管進行高電壓試驗

由於套管必須長期且穩定的維持其絕緣的功能，故在油浸紙式套管的維護方面，NGK 公司提供了一些維護檢查的說明，週期性的檢查是爲了預防套管發生絕緣破壞的情況，下列爲 NGK 公司從預防維護的觀點所提供的一些建議

- (一)絕緣油洩漏部分：檢查每個墊片上是否有油洩漏的情形。
- (二)絕緣油準位部份：觀查油面計之油位是否在正常位置。
- (三)瓷葉片污染部分：檢查表面是否有髒污，鹽分附著的程度。
- (四)瓷葉片損壞部分：檢查外觀是否有破裂情形。
- (五)終端接觸導體發熱部份：檢查是否發熱情形。
- (六)異音部份：檢查是否有發出不尋常異音。

上述(一)~(六)爲外部檢查，建議每個月做一次。

- (七)終端引線端子與電纜牢固部分：檢查引線端子與電纜是否牢固。

- (八)絕緣阻抗部份：使用高阻計量測終端對地電阻。

上述(一)~(八)建議每年做一次檢查。

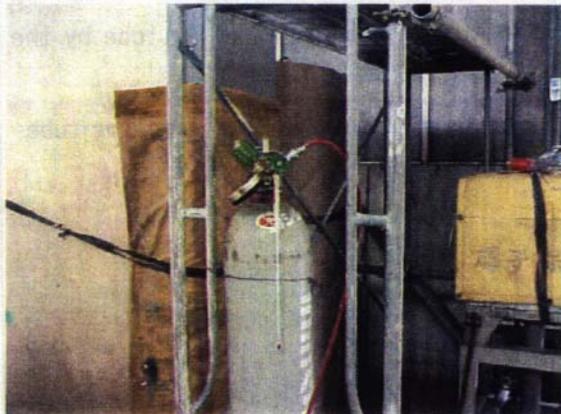
NGK 公司建議套管使用至第 10 年及之後每隔 3 年須進行絕緣油檢查，有關套管絕緣油取樣時間排定應盡量避免雨天及相對濕度 90% 以上取樣絕緣油，下列爲 NGK 公司進行套管絕緣油取樣的過程

### 1. Sampling equipment



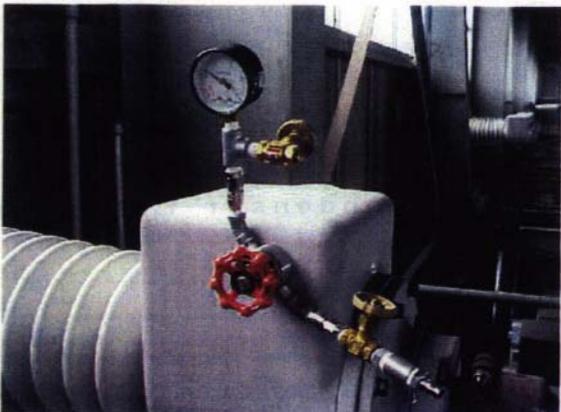
- Nitrogen gas
- Nitrogen gas-filling tool
- Nitrogenous hose
- Oil sampling tube
- Nitrogenous regulator
- Oil sampling containers
- Solvent
- Gasket(O-Ring) for exchanging
- Replenishment oil (treated insulation oil)
- Adhesive etc.

### 2. Setting the nitrogenous regulator



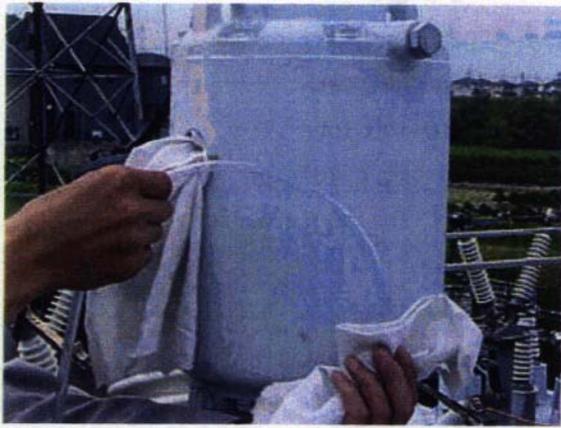
- Blowing nitrogen gas :  $0.5 \text{ kg/cm}^2$
- Pressurizing nitrogen gas :  $1.0 \text{ kg/cm}^2$

### 3. Measuring the initial pressure in the expansion chamber



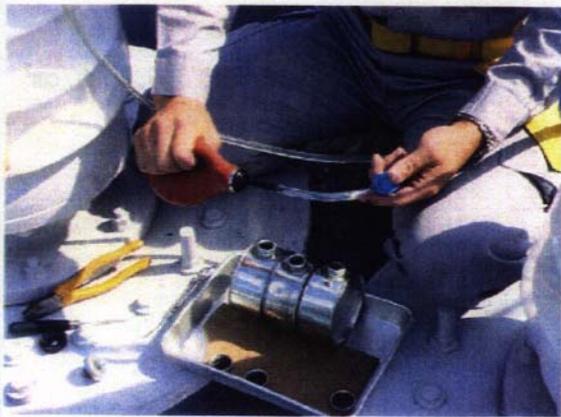
- At first check record catalogue number, serial number and ambient temperature.
- Remove the outer plug.
- Set the nitrogen gas-filling tool and gage on the tool.
- Loosen the inner plug by the turning the handle on the nitrogen gas-filling tool and measure the initial pressure in the expansion chamber.
- Release the pressure in the expansion chamber to atmospheric pressure.

#### 4. Putting oil sampling tube



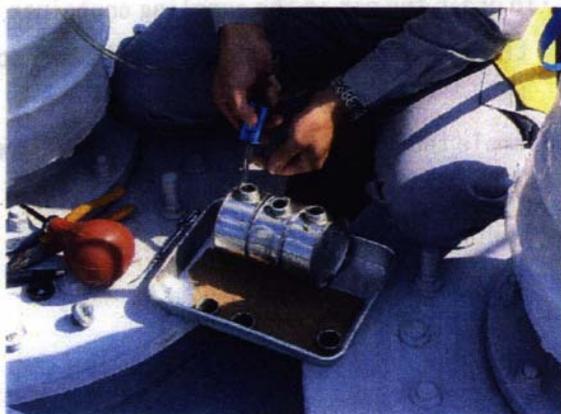
- Put oil sampling tube into the expansion chamber.

#### 5. Washing the sampling tube



- To remove remains in the oil sampling tube , wash the oil sampling tube by the insulation oil of bushing.
- Confirm no air in the oil sampling tube.

#### 6. Washing the oil sampling container



- To remove remains in the sampling container , wash the sampling container by the insulation oil in the bushing.

### 7. Washing the oil sampling container



- Turn around the sampling container about 5 times. At that time, be careful not to bubble the oil.
- Dispose the oil into the waste oil container.

### 8. Oil sampling



- To avoid to bubble the oil , locate the sampling tube at the bottom of the oil sampling container.
- Sampling the oil in the bushing till overflow.

### 9. Draining the air in the oil sampling container



- To drain the air in the sampling container, tilt the sampling container , and then tap it.
- Sample the oil in the bushing till overflow once again.
- Tighten the cap of the sampling container.

10. Confirmation of remaining air in the oil sampling container



- Confirm no air in the sampling container by shaking.

11. Replenishment of new oil



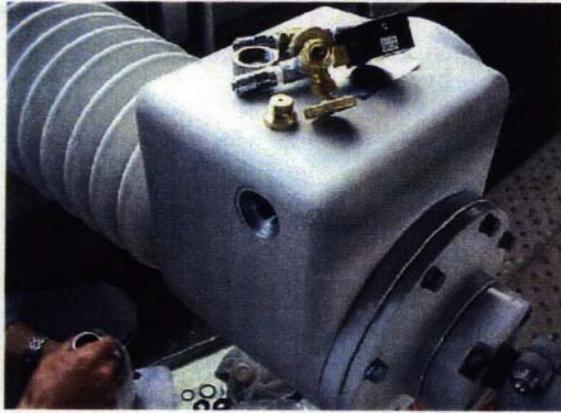
- Put new treated oil into the expansion chamber by the same volume as take out.

12. Cleaning the sealing area of the oil inlet



- Clean the sealing area of the oil inlet by solvent (acetone).

### 13. Preparation of oil inlet parts



- Clean new gasket (O-Ring), outer plug and inner plug by solvent.
- Apply grease to inner plug (a part of male screw and taper), new gasket (O-Ring) for outer plug and outer plug (a part of male screw).
- Put new gasket (O-Ring) on the sealing area of the oil inlet by Adhesive (PLIO BOND) and then, apply grease to put new gasket.

### 14. Blowing nitrogen gas into the expansion chamber



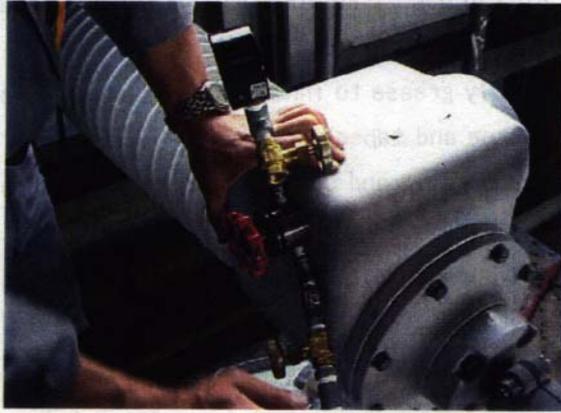
- Blow nitrogen gas into the expansion chamber through the oil inlet to replace the air in the chamber with nitrogen gas. (0.5 kg/cm<sup>2</sup> for 5 min.)

### 15. Fastening inner plug



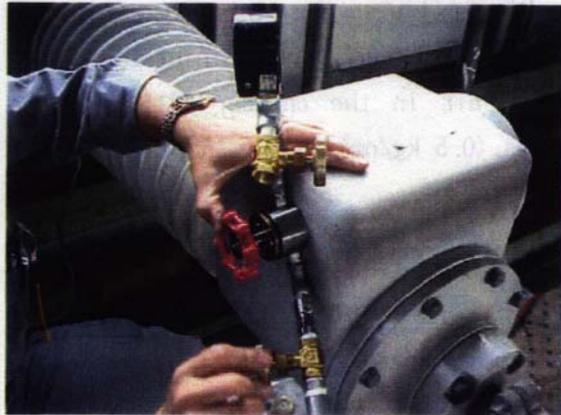
- After blowing nitrogen gas, fasten the inner plug promptly.

#### 16. Setting nitrogen gas-filling tool



- Set the nitrogen gas-filling tool and blow nitrogen gas into the gas-filling tool.

#### 17. Pressurizing the expansion chamber by nitrogen gas



- Pressurize the expansion chamber up to 1.0 kg/cm<sup>2</sup> by nitrogen gas and then, decrease down to 0.1 kg/cm<sup>2</sup> (5 times).  
In case of pressurizing, hold the handle of the gas-filling tool to prevent the handle from springing out.

#### 18. Regulation of internal pressure



- Pressurize the expansion chamber up to 1.0 kg/cm<sup>2</sup> by nitrogen gas and then, regulate internal pressure by decreasing the pressure.
- After regulation of internal pressure, tighten the inner plug and then, loosen it. Confirm the value of internal pressure and then, tighten the inner plug once again.
- Put New O-Ring on the outer plug.
- Put the outer plug out the oil inlet and fasten tightly.

絕緣油分析可用來診斷老化的情形，分析的內容可分為油的物理性及電氣特性，圖 38.為判斷絕緣油好壞的標準，NGK 公司建議超過 10 年後每隔 2~3 年做一次絕緣油分析，原則上建議套管 25 年汰換套管。

Item	Criteria
Insulation strength	More than 50 kV with 2.5 mm gap
Water content	As per figure shown below
Neutralization value	More than 0.2 mg KOH/g
Dissolved gas analysis	1) O <sub>2</sub> : less than 4000 ppm 2) TCG : less than 700 ppm 3) H <sub>2</sub> : less than 400 ppm 4) C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> : not detect 5) CO : less than 300 ppm 6) CO <sub>2</sub> : less than 3000 ppm

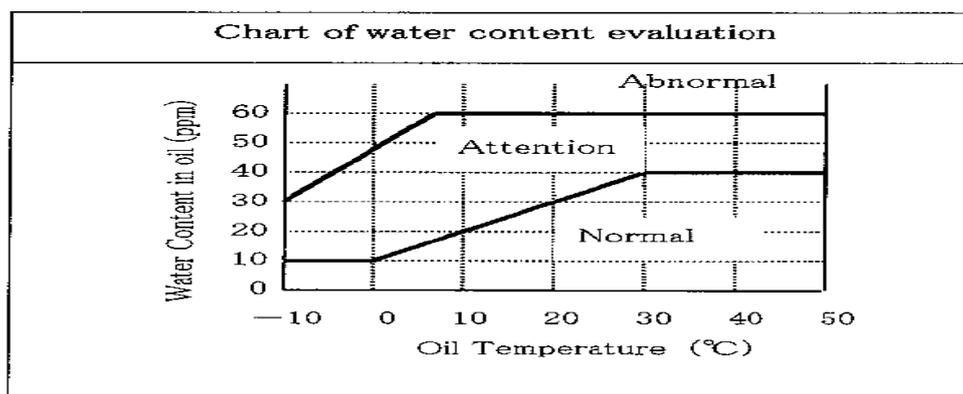


圖 38. NGK 套管之絕緣油判斷好壞標準

### 三、日本 AE 帕瓦株式会社

日本 AE 帕瓦株式会社是由日立制作所、富士电机系统、明电舍投資，於 2001 年 7 月 1 日成立，其主要產品有電力變壓器、並聯電抗器、高壓及中壓開關等相關電力設備，服務內容涵蓋輸變電、受變電、配電領域設備和系統的研究、開發、設計、製造、工程諮詢、銷售、安裝及維護等，在台灣的合作夥伴及生產產品如下

長興電機股份有限公司：變壓器、電抗器

中興電工機械股份有限公司：GIS，GCB，GCS，C-GIS

華城電機股份有限公司：變壓器、電抗器

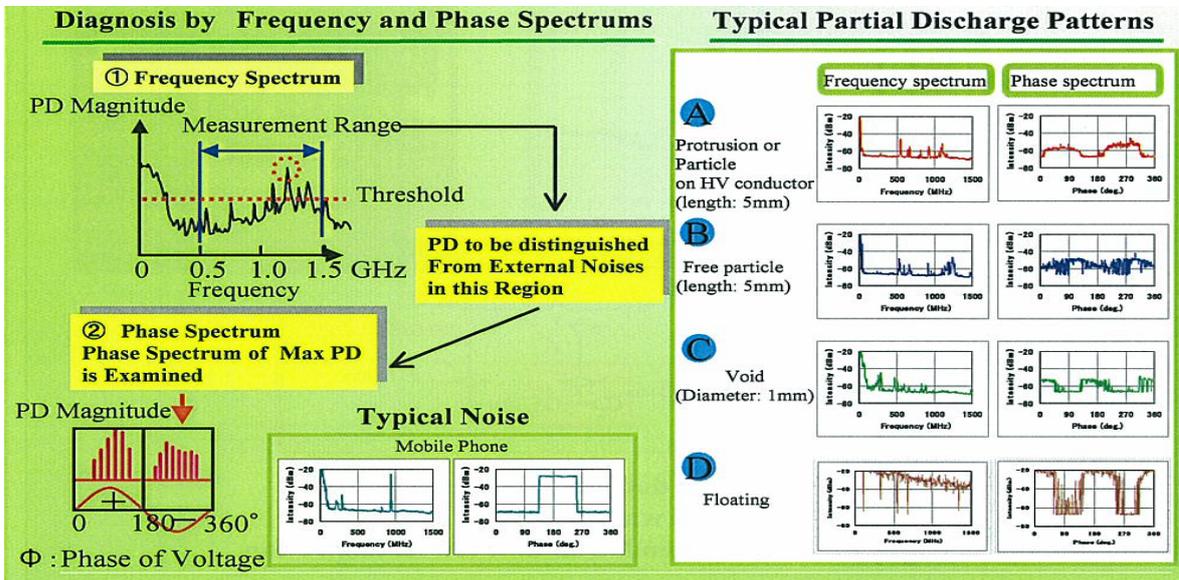
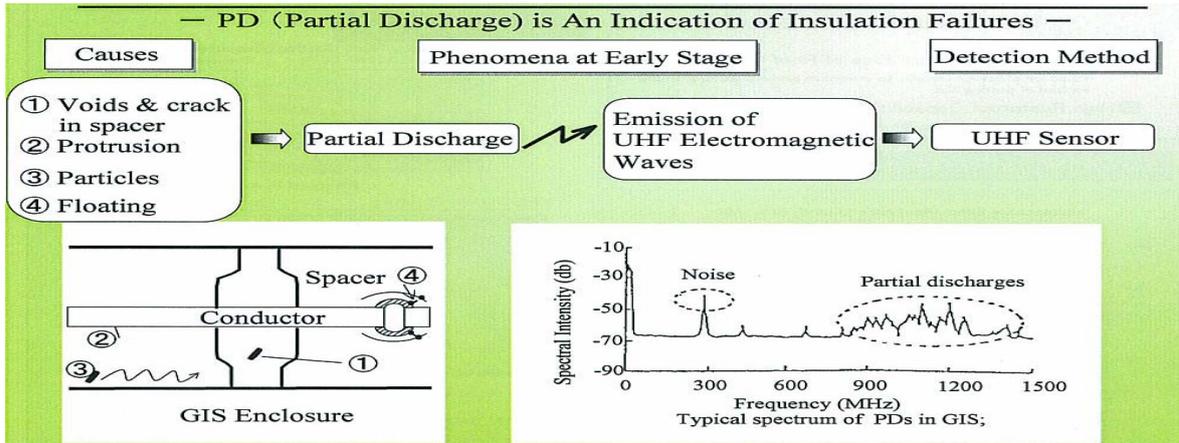
士林電機：電抗器

生物有生老病死，機械設備亦有其壽命，透過時間計畫維護(TBM)可有效延長設備壽命、預防事故、提高機械設備可靠度，但近年來隨著既有設備數量不斷增加、營運費用精簡下，TBM 便有了缺點；當設備數量多的時候會大量消耗維護成本，有些設備明明狀況很好或很少操作卻還要定期維護，這會使得維護人力及資源沒有辦法集中在那些故障率高的設備，為了解決這個問題，台電近年來持續導入狀態維護(CBM)的概念，使用一些新的診斷工具篩選出故障率高的設備，如此才能將維護人力及資源使用在刀口上，而設備在診斷後無問題也可不斷使用下去，如此可達到營運成本。

日本 AE 帕瓦株式会社於參訪時介紹有關設備診斷的新技術，如部份放電監測系統及 X-Ray 診斷技術等，另外為節省營運成本，過去一些損壞須汰換的設備現在則可以採維修方式修復，相關的診斷技術及修復技術如下

# (一) 診斷技術介紹

## 1. 部分放電診斷技術介紹



### Fixed Type

- For Continuous Monitoring -

230kV GIS

PDM Panel

UHF Sensor Detector Box

HUB Box

Screen Samples

[Single Line Diagram] [Trend Viewer of Waveform] [PD Location]

### Portable Type

- For Periodical Inspection -

External UHF Sensors if necessary

C/O SW & Pre-AMP

Handy-SPA

Lap-top PC (option)

Trigger Unit

Printer

- Specification -

UHF Sensor	Internal or External type
Input Channels	3 channels
Frequency Band	500 - 1,500 MHz (typical)
Sensitivity	Below 0.3 pC (with Internal Sensor) Below 2.0 pC (with External Sensor)

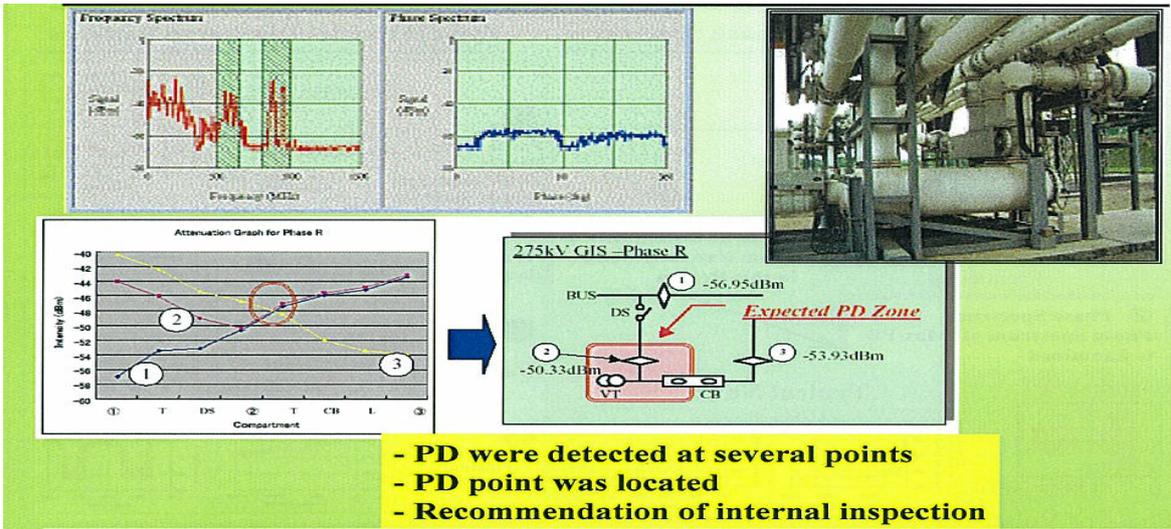
- Display on Handy-SPA -

[F-Q Display]

[φ-Q Display]

External Noise Measurement

PD Measurement



## 2. X-Ray 診断技術紹介

— System Configuration —

**X-ray Generator Setting Up**

**X-Ray Generator**

1. Maker	YXLON or Rigaku
2. Type	SMART 300HP or 300FGS2
3. KV rating	50-300kV
4. mA rating	0.5-3.0mA
5. Focus spot size	1.5mm
6. Cooling	Air
7. Penetration	65mm for steel

**Image Plate**

1. Detector Phosphor	: BaFBr Eu2t
2. Max. Accumulation Time	: 120sec/Frame
3. Weight	: Appox. 100g (without Cassette)

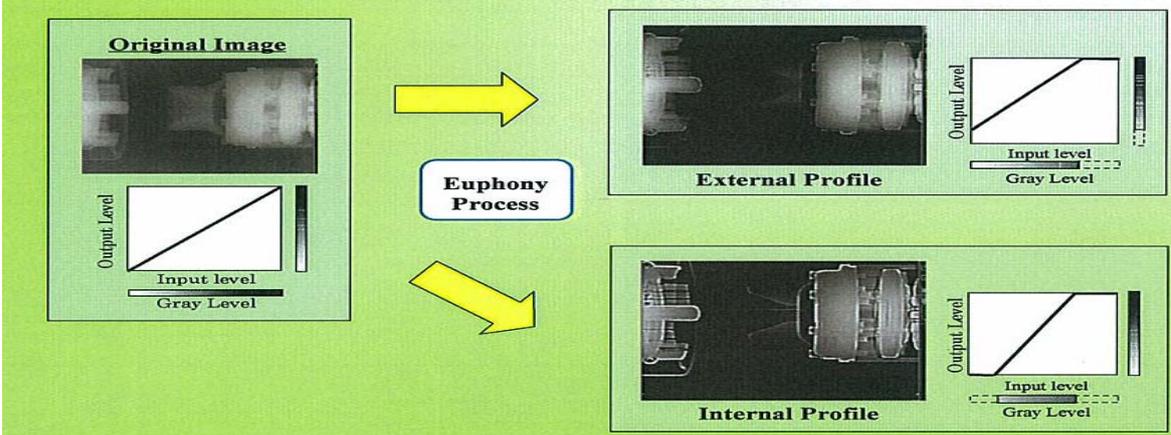
**Image Processor & Monitor**

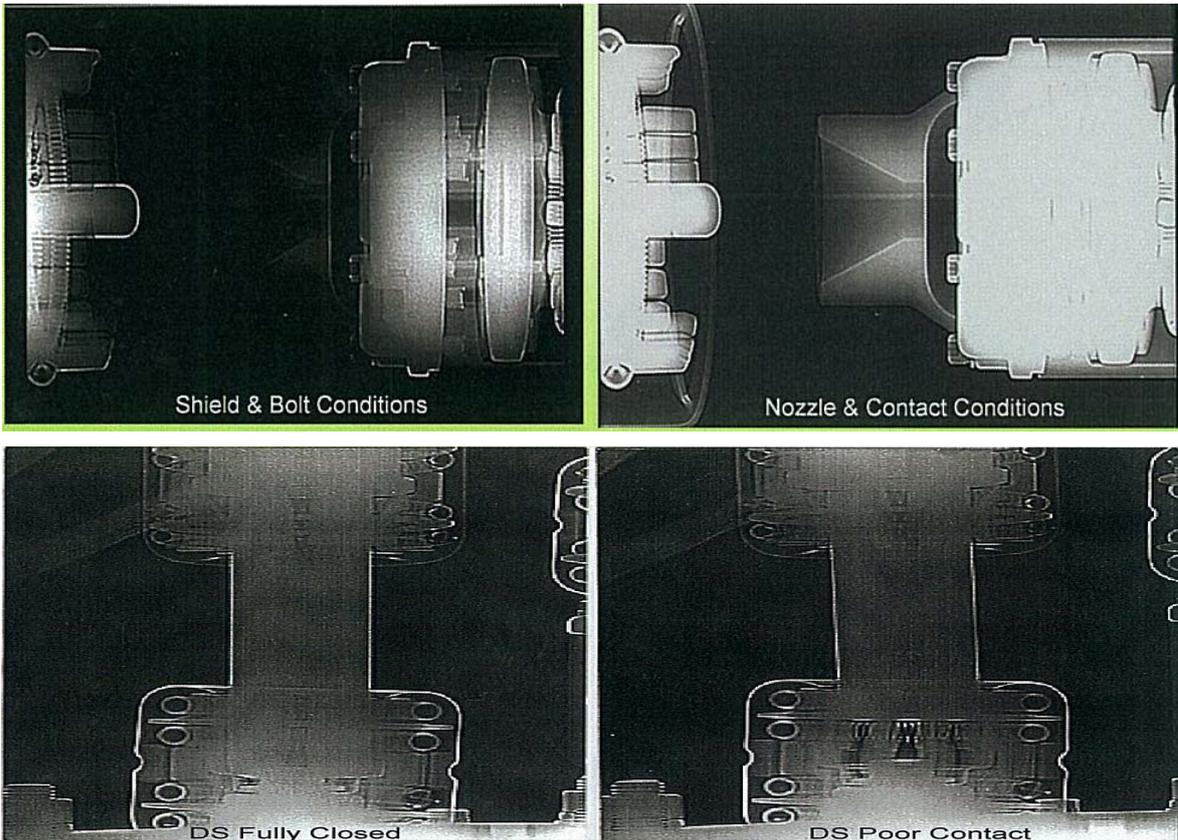
Dimensions: 485mm, 620mm, 1180mm, 200mm, 600mm, 130mm

Legend:

- ① Image Reading Device
- ② DESKTOP PC1
- ③ Monitor for PC1
- ④ DESKTOP PC2
- ⑤ Monitor for PC2
- ⑥ UPS
- ⑦ DVD Recorder
- ⑧ HUB for NETWORK

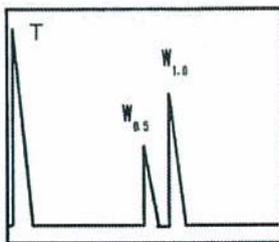
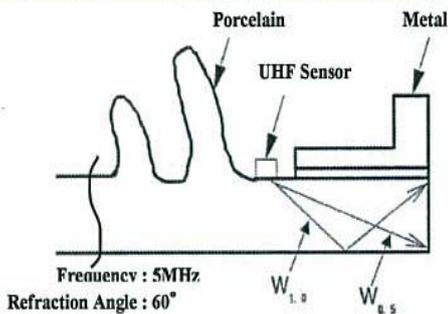
## — Images at Several Stages from One Shot of Image —



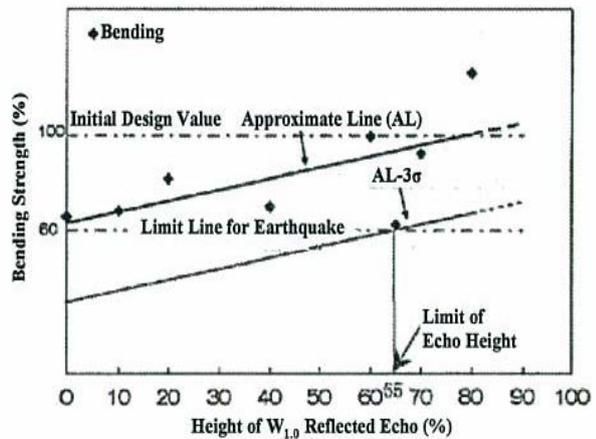


### 3. 超音波診断技術(Ultra-Sonic Testing)應用設備檢測介紹

- In case of a Porcelain, several echoes such as  $W_{0.5}$  and  $W_{1.0}$  are received if the Porcelain is sound.
- The more the Porcelain is affected by Alkali Silica Reaction (ASR), the less the height of the echo received becomes.

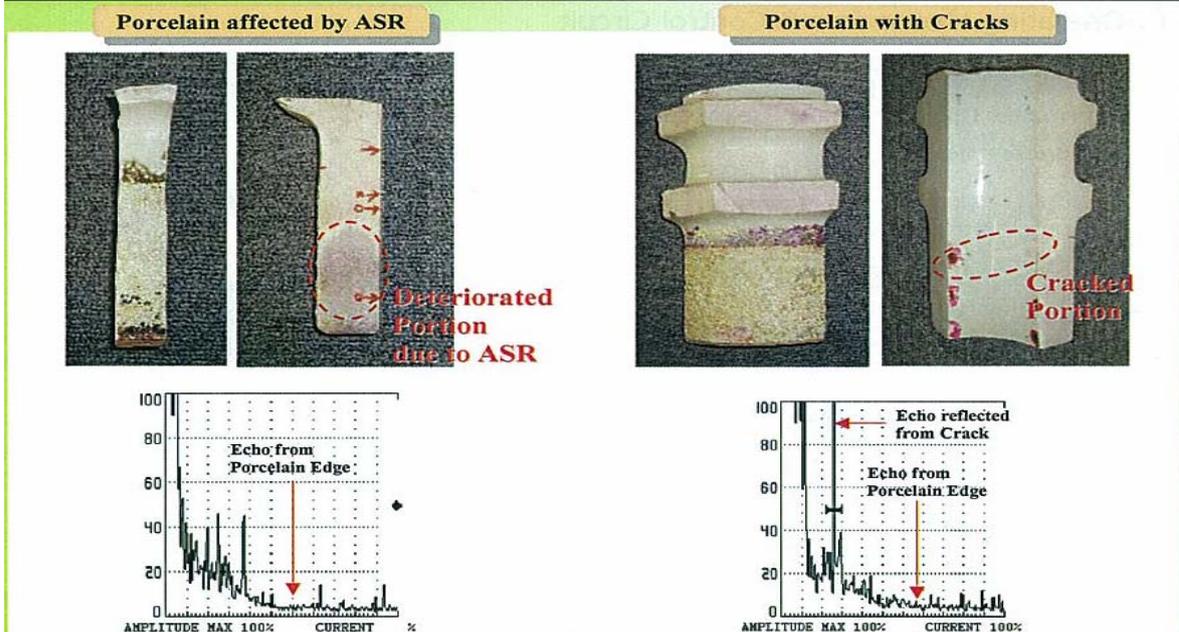


T : Transmitting Wave  
 $W_{0.5}$  : Echo reflected from porcelain edge directly  
 $W_{1.0}$  : Echo reflected from porcelain edge after one bound



Relationship between height of  $W_{1.0}$  reflected wave and Bending Strength of Aged Porcelain

# Inspection Results on Porcelains by UT



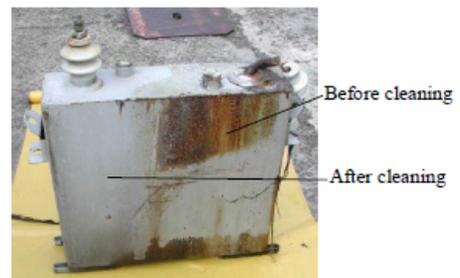
(二)以維修取代汰換的方式解決設備老化問題(延壽方案)

1. 乾冰清潔：可大幅縮短清潔時間且乾冰對設備不具破壞性。

## Dry Ice Blast Cleaning

Maintenance Work calls for Cleaning of Equipment.  
It is a time consuming and troublesome job.

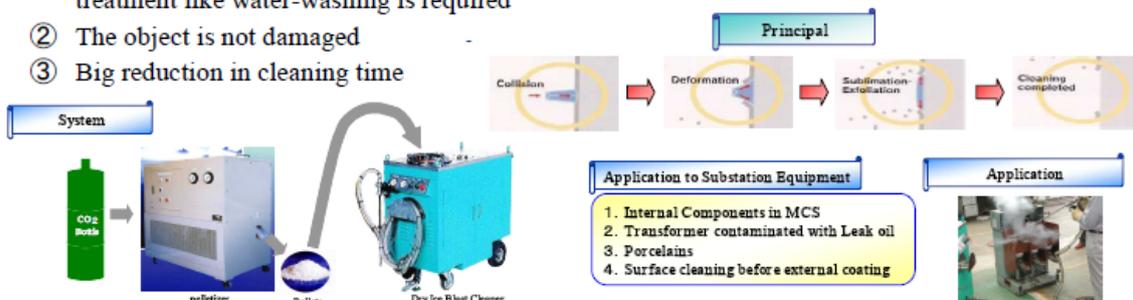
“Dry Ice Blast Cleaning” gets rid of this problem!  
High speed pellets (Dry Ice pieces) accelerated by compressed air collide with the object.  
Contaminants and dusts adhering to the surface are effectively removed thanks to vaporization force of dry ice.

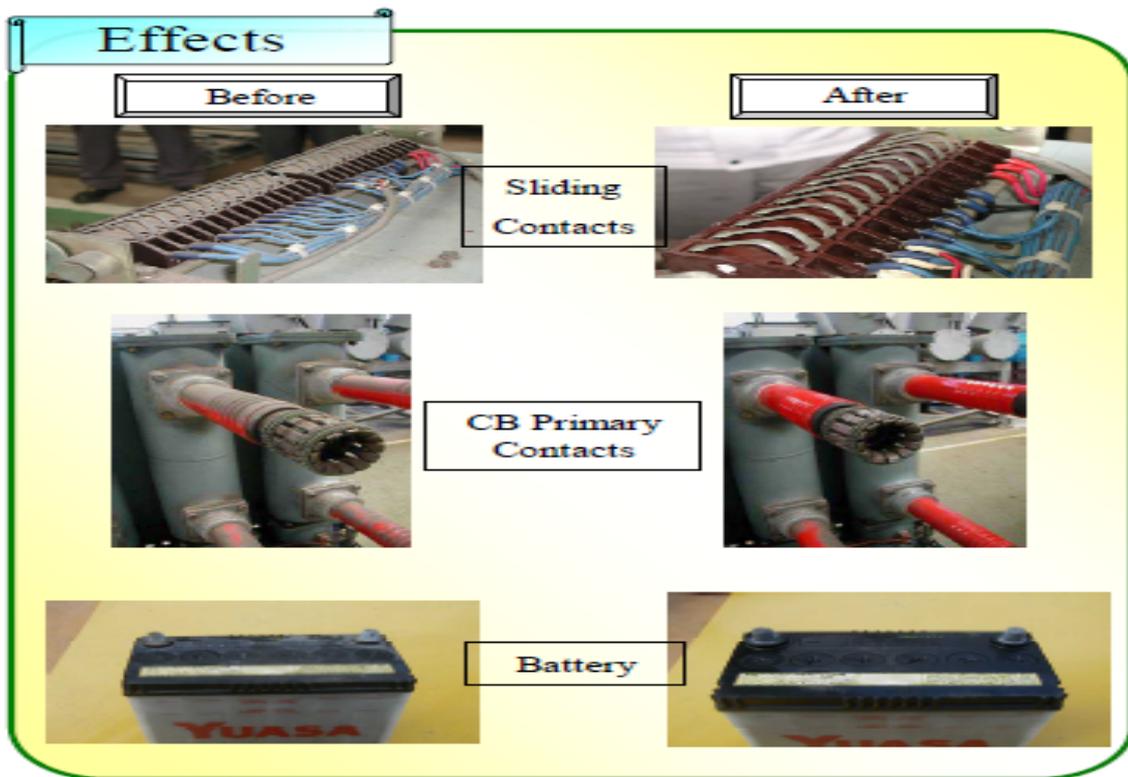


Application of Dry Ice Blast to Oil Leaked Capacitor

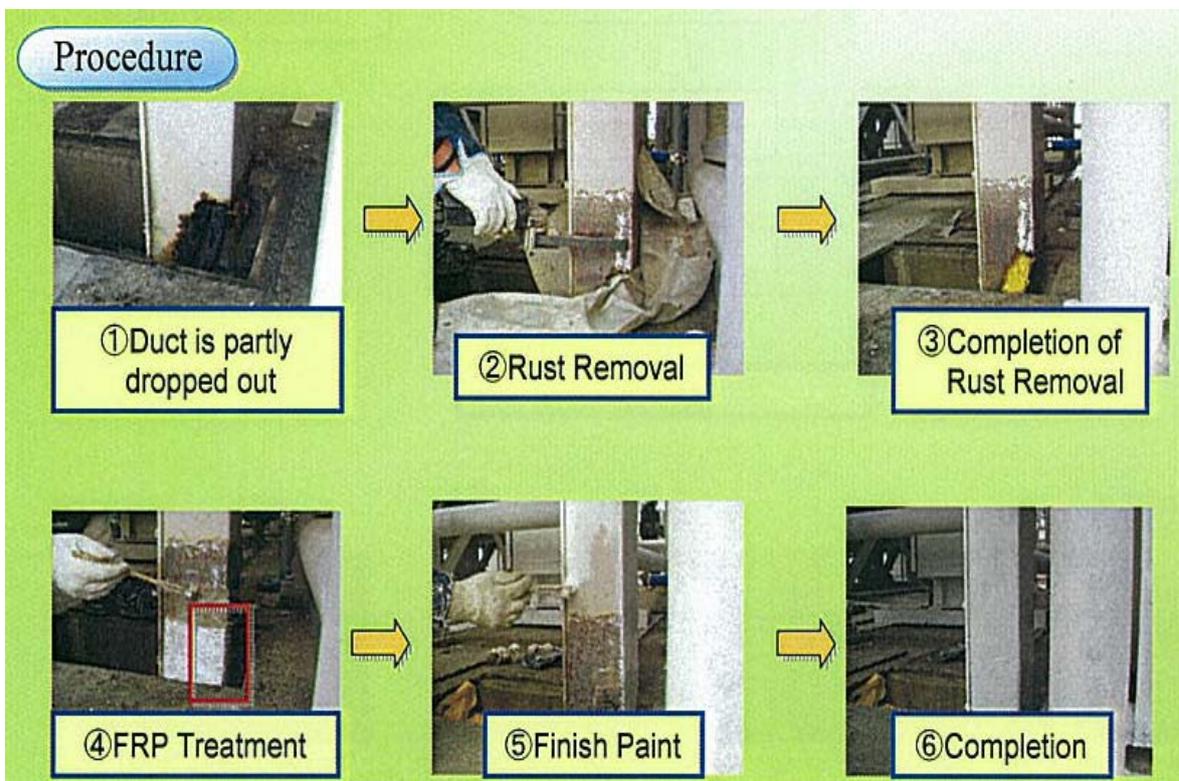
(Features)

- ① Since dry ice pieces disappear after vaporization, no troublesome treatment like water-washing is required
- ② The object is not damaged
- ③ Big reduction in cleaning time

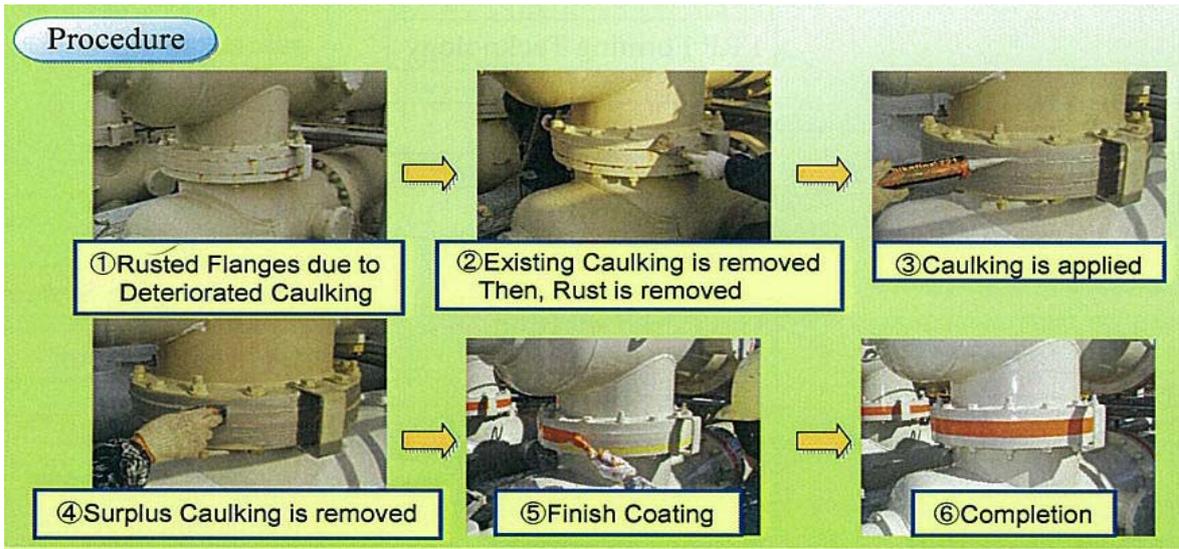




## 2. FRP 形成技術：不需移除電纜即可施工修補銹蝕部份



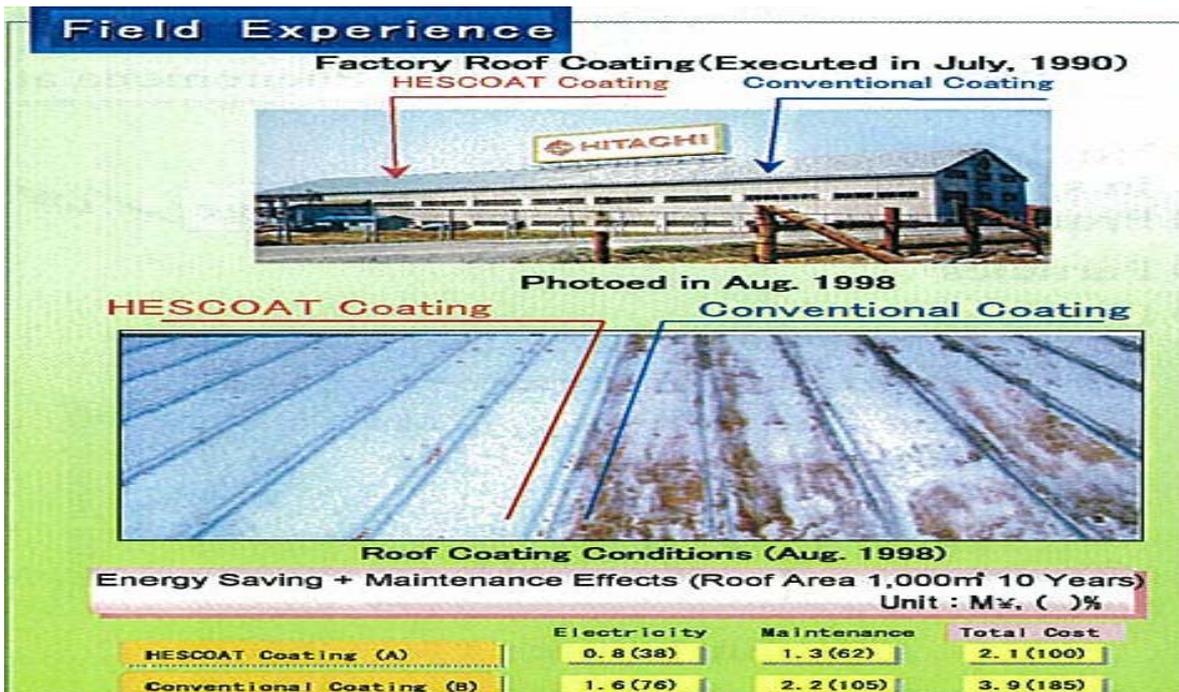
3. 充填縫隙技術：填補較細的縫隙，可防止水分進入內部。



4. 法蘭銹蝕部移除：僅做表面處理，不需更換任一部份，節省費用。



5. 抗腐蝕塗漆：可降低屋頂溫度及及高抗鏽能力



### 參、心得及建議事項

- (一) 本次參觀中部電力公司基幹調度控制所，到其訓練室參觀時，接代人員說明訓練室與線上調度室具相同的功能，也就是當線上調度室發生問題時，值班人員可立即至訓練室繼續調度操作，而值班人員訓練時其電力潮流也與線上運轉相同，故在模擬事故訓練的結果可真正使用在線上電力系統上，建議公司未來汰換區域調度中心系統時，在訓練系統部份可以規定須使用與線上相同之電力潮流，如此模擬的結果才會與實際發生同樣事故結果相同。
- (二) 中部電力之支店給電制御所調度人員共有 5 組人員(其中一組為訓練用)，而台電目前區域調度人員僅有 4 組，建議可增加一組值班人員平日做為訓練用，可提升事故發生時之應變能力。
- (三) 從中部電力資料可知各支店給電制御所調度主機均使用共同軟體，而台電目前各區域調度中心系統便有三種不同軟體(健格、CAE、西門子公司建置)，由於不同系統的維護方式均不相同，故維護的技術以及所開發的工具完全無法流通使用，如此必定增加維護成本，建議本公司各區域調度中心主機於下次汰換時統一更換為相同的調度系統，如此除了可大幅提昇維護的效率，各供電區調度人員也僅須熟悉一種調度系統人機介面，往後不論是人員流通或支援均相當的容易上手。
- (四) 中部電力公司於各分店下設置數個電力中心；電力中心下設有維護部門(相當於本公司以 E/S 為一維護據點)，而每個電力中心皆裝設一套指令情報中心系統，此系統儲存轄區內之變電所設備維護及狀況的資訊，這點可供本公司做為推動資產管理設備狀況存放位置之參考。
- (五) 本次至 AE 帕瓦株式會社參觀其 GIS、變壓器製造工廠，而日本工廠內各項零配件均擺設整齊且工安宣導標語處處可見，部分需要防塵製造的環境也相當乾淨(參觀人員僅能從窗戶看到工作人員製造過程)，建議有參與本公司採購作業之廠家，若有機會至日本該公司參訪時請特別注意環境之整理、整潔及參觀動線規劃等事項，如此其生產之設備或材料品質必然提昇，對本公司亦有助益。
- (六) AE 帕瓦株式會社本次提供一些設備延壽的方法例如使用乾冰高壓製造設備清洗一些不能用水洗的設備(如 CB 的接觸子)、法蘭銹蝕移除的技術等，建議本公司可請國內廠商提供

細部資料或國外使用情形供本公司評估是否引進。