

## 出國報告（出國類別：研習）

# 筒狀儲煤倉之設計、施工、運轉經驗及 高效率 ESP 相關技術研習

服務機關：台灣電力公司

核能火力發電工程處

姓名職稱：潘文川 鍋爐課長

台中發電廠

姓名職稱：譚振邦 策劃課長

派赴國家：日本

出國期間：97.7.15 ~ 97.7.29

報告日期：97.9.16

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：筒狀儲煤倉 (silo) 之設計、施工、運轉經驗及高效率 ESP  
相關技術研習

頁數 29 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

潘文川/台灣電力公司/核能火力發電工程處/鍋爐課長/(02)23229531

譚振邦/台灣電力公司/台中發電廠/策劃課長/(04)26302123 EXT 8120

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：97 年 7 月 15 日至 97 年 7 月 29 日 出國地區：日本

報告日期：97 年 09 月 17 日

分類號/目

關鍵詞：筒狀儲煤倉 (coal silo)、拌煤系統、出料機 (RDM)、濕式、低  
低溫集塵設備 (ESP)。

內容摘要：(二百至三百字)

本公司目前規劃之各超臨界機組燃煤發電計畫 (包括林口、深澳及大林等更新擴建計畫) 及規劃中之台北港發電計畫，均採取以筒狀儲煤倉線上拌煤之方式供應機組之燃煤，惟本公司至今尚無相關經驗，另因目前空污排放限制日趨嚴格，其中又以煙塵之低排放要求更使計畫之推展面臨極大之挑戰，因此有必要儘早前往相關廠商學習先進技術，了解最新之技術發展。本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

## 目 錄

	頁次
壹、 出國緣由.....	3
貳、 出國行程.....	4
參、 出國研習紀要.....	5
肆、 出國研習心得.....	16
伍、 結論與建議.....	18

## 壹、國外公務緣由

本次出國主要目的在於前往日本 J-Power 公司及其電廠 Tachibanawan、Isogo 及三菱重機 (MHI) 公司學習筒狀儲煤倉 (Silo) 之設計、施工、運轉經驗及了解高效率 ESP 之最新技術發展情況。本項出國任務主要緣起於本公司目前規劃之各超臨界機組燃煤發電計畫 (包括林口、深澳及大林等更新擴建計畫) 及規劃中之台北港、台中 11-12 號機發電計畫，均採取以拌煤之方式供應機組之燃煤，藉此提高本公司燃煤採購及煤源調度之彈性，同時為了降低燃煤在堆、儲及運送過程中產生逸散粉塵，並為了配合上述機組燃煤拌煤之需求，上述各發電計畫之儲煤場均採用筒狀儲煤倉 (Silo) 之方式規劃，惟就本公司而言，在此之前尚無任何使用、操作筒狀儲煤倉 (Silo) 之經驗，同時因為未來各發電計畫規劃之煤源其煤質差異頗大，未來機組供煤之順利與否關係機組運轉之穩定性，因此對於 Silo 之設計、施工及運轉等相關技術對應於此一拌煤系統之規劃機制確有先行至相關設備設計、製造廠商及運轉場所了解之必要。

另因本公司規劃之各燃煤發電計畫目前均面臨空污排放限制之嚴格要求，其中又以煙塵之低排放要求更使計畫之推展面臨極大之挑戰，因此對於除塵設備之先進技術亦有必要與廠商進一步洽商、討論與了解之必要。

## 貳、出國行程

本次出國共計十五天，其行程如下：

97 年 7 月 15 日	往程，台北往日本（東京）
97 年 7 月 16~17 日	MHI 東京總公司，低低溫 ESP 技術研習
97 年 7 月 18~21 日	MHI 橫濱總公司，濕式 ESP 技 術研習
97 年 7 月 22~23 日	1. J-Power 東京總公司技術討 論 2. J-Power Tachibanawan 電 廠現場了解與討論
97 年 7 月 24 日	J-Power Isogo 電廠現場了 解與討論
97 年 7 月 25~28 日	綜合討論及意見交換
97 年 7 月 29 日	返程，日本（東京）往台北

## 參、出國研習紀要

### 一、出國背景說明

1. 本公司於 97 年 1 月與日本 J-Power 公司簽署技術合作備忘錄(MOU)，交流議題包括拌煤系統的規劃、設計、建造與營運經驗。
2. 另有鑒於本公司未來新建燃煤機組目前均採 coal silo 儲煤並以 on belt blending 方式進行拌煤供應機組發電所需之燃煤，惟本公司在此之前未曾有過 coal silo 等相關設備之使用經驗，因此開發處簽請核火工處與發電處共同派員前往 J-Power 了解有關 coal silo 之規劃、設計、建造與營運等有關經驗並了解高效率 ESP 之技術發展現況。

### 二、研習內容

#### 1. 筒狀儲煤倉(coal silo)相關研習內容

本次前往研習有關 coal silo 規劃、設計、建造與營運等有關經驗之地點，除了拜訪 J-Power 公司位於東京之總公司外，同時也分別參觀了 J-Power 公司目前已設置有 coal silo 設施並已有運轉使用經驗之兩座超臨界燃煤電廠 — 即橘灣電廠 (TACHIBANAWAN) (參考附圖一) 以及磯子電廠 (ISOGO)。(參考附圖二)

## 橘灣電廠

橘灣發電廠位於日本四國德島縣阿南市行政區域內的小勝島上，該島亦屬於瀨戶海區域室戶阿南國家公園之範圍，因此該電廠於規劃階段亦歷經冗長之協調與溝通，並與當地政府達成各項污染排放之承諾後才得以進行電廠之興建，因此該電廠之各項排放值均遠低於政府規定之標準，卸煤碼頭之清潔維護工作亦做得一塵不染。

以下為橘灣電廠之主要空污排放標準及實績：

項目	硫氧化物 (ppm)	氮氧化物 (ppm)	粒狀物 (mg/m <sup>3</sup> N)
國家標準	420	200	100
承諾地方標準	50	45	10
運轉實績	10~20	35	3~5

## 磯子發電廠

磯子發電廠位於日本橫濱市郊之根案灣內，因此其各項空污排放將直接影響大東京地區之稠密人口生活品質，因此該電廠亦與橫濱市政府簽署協議，承諾各項排放數值將嚴格遵守排放要求，因此為了降低燃煤運送過程所造成之污染，除了多數皮帶機採用密封之氣浮式皮帶外，其儲煤設施亦採用 coal silo 之方儲煤方式，藉以降低煤塵之污染。

以下為磯子電廠之主要空污排放標準及實績：

項目	硫氧化物 (ppm)	氮氧化物 (ppm)	粒狀物 (mg/m <sup>3</sup> N)
承諾地方標準	24	20	10
運轉實績	9	13	2

綜合這次前往 J-Power 總公司及其所屬橘灣電廠 (TACHIBANAWAN)、磯子電廠 (ISOGO) 研習 coal silo 相關技術與經驗後，將有關研習內容

分為與 coal silo 設計有關部分、與 coal silo 施工/建造有關部分以及與 coal silo 運轉有關部分，分述如下：

## A. 與設計有關之部分：

### 1. coal silo 佈置型式之設計：

日本 J-Power 公司所屬之橘灣電廠 (TACHIBANAWAN) 及磯子電廠 (ISOGO)，其 coal silo 之佈置方式並不相同，磯子電廠由於是利用原有舊機組廠地擴建，因機組擴大，以致場地空間非常有限，因此其 coal silo 採用四個倉體及基礎共構，並以『四葉苜蓿形狀』之群倉方式建造 (參考附圖三、四)，每個倉體高 40 公尺，內徑 30 公尺，頂蓋高度為 54.5 公尺。橘灣發電廠之 coal silo 則採取獨立建造方式 (參考附圖五)，每個倉體本體與基礎均為獨立單元，與其他筒倉間不相關聯。橘灣發電廠之 coal silo 共有八座，分成兩列佈置每列共有四座筒倉，每列筒倉底部則由四條皮帶貫穿做為 reclaim conveyor，每個倉體高 52 公尺，內徑 46 公尺，頂蓋高度為 75 公尺。

### 2. coal silo 容量之設計：

橘灣電廠 (TACHIBANAWAN) 及磯子電廠 (ISOGO) 筒狀儲煤倉之設計容量並不相同，磯子電廠共有四座 coal silo，每座 coal silo 之容量各為 2 萬 5 仟公噸，總容量共為 10 萬公噸，可提供該廠兩部 600MW 超臨界機組 (supercritical unit) 在 MCR 情況下連續運轉 10 天之用煤量，磯子電廠之所以採用如此的儲煤總容量設計，主要因為本身場地空間有限，無法提高廠內之儲煤總量，因此磯子電廠另就近利用設於東京灣附近之燃煤儲運中心儲煤，再以專用之自卸式駁船轉運，使其燃煤儲存容量可達到約 30 天用量。

橘灣發電廠共有八座 coal silo，每座 coal silo 之容量各為 7 萬公噸，總容量共為 56 萬公噸，可提供該廠兩部 1050MW 超臨界機組 (supercritical unit) 在 MCR 情況下連續運轉 30 天之用煤量。

橘灣電廠及磯子電廠每座筒狀儲煤倉之設計容量主要是配合煤輪之裝載量設計，橘灣電廠規劃之煤輪為約 7 萬噸級之巴拿馬極限

型，而磯子電廠之運煤船則為 J-Power 公司為該廠專門設計、訂製之自卸船。

### 3. 最多可拌煤種之設計：

橘灣電廠及磯子電廠在拌煤功能上之設計不盡相同，磯子電廠在軟、硬體設計搭配上，最多可拌煤種為 2 種，且電廠人員告知，至今在實際運轉上亦只拌過 2 種不同煤質。而橘灣電廠在軟、硬體設計搭配上，最多可拌煤種為 4 種，電廠人員表示，至今在實際運轉上最多只拌過 3 種不同煤質。

### 4. 犁式出料機(Plow Feeder)之設計：

J-Power 公司之磯子及橘灣電廠之 coal silo 其燃煤進倉方式均利用重力原理，由倉頂之進倉皮帶出料口自然落入倉內，而出倉之燃煤則藉由犁式出料機(Plow Feeder)將筒倉底部之燃煤刮出落入下方對應之出倉皮帶上，由該出倉皮帶將燃煤送出後再轉送到鍋爐之日用煤倉。磯子電廠由兩座筒倉組成一列，四座筒倉共組成兩列，每列筒倉底部各配置兩條出倉皮帶機，每一條出倉皮帶上方則各配置一部 Plow Feeder，該 Plow Feeder (參考附圖六、七)可遊移於出倉皮帶機兩端之間，並且將燃煤由倉底刮落至皮帶機上送往鍋爐燃燒或做熱煤再循環。橘灣電廠則由四座筒倉組成一列，八座筒倉共組成兩列，每列筒倉底部各配置四條出倉皮帶機，每一條出倉皮帶上方亦各配置一部 Plow Feeder，Plow Feeder 亦可遊移於出倉皮帶機兩端(tail and head ends)之間，相同的亦將燃煤由倉底刮落至皮帶機上送往鍋爐燃燒或做熱煤再循環。

磯子及橘灣電廠之犁式出料機其設計之出料精度均可控制在  $\pm 2\%$  之間，另外有關犁式出料機之刀片設計，橘灣電廠因為出料機移動距離較長，為加快移行速度，節省時間，乃根據實際運轉經驗之回饋，改採用兩片刮刀，而磯子電廠因筒倉較小且為群聚式，移行距離短，犁式出料機刮刀數量則採用傳統之 6 片式設計。

## 5. Coal Management Information System 之設計：

J-Power 公司之磯子及橘灣電廠燃煤之儲存、輸運、拌煤工作等均透過 Coal Management Information System 來管理，此套軟體係根據各電廠本身之需求與特性設計，可說是 custom made 的產品，因此 J-Power 公司強調，其建置費用要比一般市場之軟體高。

兩座電廠之 Coal Management Information System 相關資料如下表：

電廠	橘灣	磯子
設計者	J-Power 集團	J-Power 集團
供應商	YOKOGAWA	YAMATAKE
作業系統	UNIX	Windows NT
程式語言	C Language	Visual BASIC

## 6. 防止燃煤自燃之措施與設計：

煤炭在存放過程中發生自燃之問題一直是燃煤堆儲相關設施在設計時必須慎重考量的一大課題，有關防止或處理燃煤發生自燃之問題，J-Power 公司之磯子及橘灣電廠之 coal silo 燃煤堆、儲系統均裝置有相關參數之監控設備並採取必要之預防措施。

兩座電廠在筒狀儲煤倉之頂部均設有溫度、CO、O<sub>2</sub> 及 CH<sub>4</sub> 之偵測器，並有熱煤循環系統之設計，一旦監測系統發現異常現象，電廠將優先把可能發生自燃之煤送往鍋爐燃燒，若因故無法採取此一措施時，再利用循環皮帶機將燃煤送回筒狀儲倉，並且在循環皮帶各轉換點予以噴水冷卻，降低燃煤溫度，防止發生自燃之現象。

## 7. 筒狀儲煤倉防塵與集塵之設計：

J-Power 公司之磯子及橘灣電廠之 coal silo 進煤方式，在之前章節中曾提及，係採用重力方式，從進倉皮帶機之出料口自由落入倉體中，因此，如果進行較容易產生煤塵之燃煤進倉作業時，勢必使得煤倉頂部煙塵瀰漫，若發生逸散，將污染週遭之環境，為避免此一情況，磯子及橘灣電廠在筒狀儲倉上方均設有集塵設施，將逸散之煤塵

收集後經由過濾器過濾，再將乾淨之空氣排出。橘灣電廠之集塵設施係採用濕式之過濾設計（參考附圖八、九），而磯子電廠則採用乾式之方式（濾袋）進行集塵，橘灣電廠濕室集塵設備所產生帶有煤塵的污水，經送往煤廢水專門處理廠處理（沉澱方式）後，再予以循環使用，部分耗損之水量再利用一般之生水予以補充。

## 8. 巡檢電梯（升降梯）之設計：

J-Power 公司之磯子及橘灣電廠在筒狀儲倉區均設有工作人員之巡檢升降梯，橘灣電廠共設置兩部，分別設於兩列儲倉之各一端，而磯子電廠則因其煤倉採四座共構之方式，因此只設置了一部升降梯做為巡檢用。

## B. 與建造/施工有關之部分：

為縮短工期，提升效率並確保工程品質，J-Power 公司之磯子及橘灣電廠筒狀儲倉均採用滑模施工法，使得其建造時程從第一根樁開始至底部之皮帶機及犁式出料機安裝完成為止，磯子電廠共耗用 29 個月，橘灣電廠則共耗用 38 個月。另有關於其建造及供應商部分，犁式出料機、皮帶機之供應商在日本地區具有實績之廠商有三井三池、住友重工、川崎重工、石川島運搬機械等廠商；土木與建築部分在日本地區具有實績之廠則有清水、戶田建設、鹿島大林組、熊谷組、間組等建設公司。

## C. 運轉有關之部分：

### 1. 電廠對新燃煤選定之程序：

不管是橘灣或是磯子電廠，對於新的煤種是否能適合該等機組燃用，其選定之程序大都由燃煤採購單位先以書面作業進行初步篩選，J-Power 公司特別強調，該公司之燃煤採購單位設有研究部門，在書面作業過程中，該部門之技術人員將依據不同機組之設計特性，對是否能接受某一新煤種做初步判斷，經此篩選程序後，再小量採購新煤種（約 10 萬噸）送往各燃煤電廠試燒，試

燒過程係採取漸進方式，先由小比例之新煤與已使用過之煤種混拌，再漸次提高比例（如自 10%開始，每階段 10%逐次增加），試燒過程中將觀察並記錄機組各設備如鍋爐、各式風機、粉煤機等設備之運轉狀況，如試燒結果經電廠判斷不適合機組燃用，得拒絕接受，亦即電廠對新煤種具有接受與否的最後決定權。

J-Power 公司表示，採購燃煤時，不僅要考慮煤價，對於機組燃用後是否可能產生其它成本亦應考量。惟不適用甲電廠之煤未必不適用乙電廠，故會視實際情況採購各電廠適合之煤。

## 2. 混拌之程序與目的：

對於燃煤混拌後要達到怎樣之煤質，J-Power 公司亦先經研究部門人員進行書面推演，再交由現場實際混拌操作。於推演時，係就各項煤質做整體考量，如熱值、水分、硫分、灰分及灰中氧化鈉等，主要目的在讓混拌後之煤質能儘量接近機組設計煤質，並於燃用後能符合環保排放要求，如磯子電廠舉例，其混拌後煤質之硫份需在 0.6%以下、灰中氧化鈉在 1.7%以下。至於無法以混拌改善之煤質項目，如 H.G.I 及灰融點，J-Power 表示，雖然為因應煤價高漲，也希望能儘量擴展煤源，採購之燃煤或許會與設計煤質有些許出入，但基本上差異不會太大，像 H.G.I 及灰融點等，會限制在可接受範圍。

## 3. 關於機組用煤之穩定性：

橘灣電廠之儲煤容量 56 萬噸，約 30 天用量，每日用煤約 1.8 萬噸，透過 Coal Management Information System 的管理，維持發煤煤質之穩定，不論發單一或混拌煤，儘量維持同種煤質連續發送 7 天以上。

磯子電廠儲煤容量 10 萬噸，約 10 天用量，然其日常存煤約僅 3~5 萬噸，一方面目前僅有 1 部機商轉，另一方面，位於東京灣之燃煤儲運中心距離不遠，可適時經由專有之自卸式煤輪駁運。其機組發煤亦儘量維持同種煤質燃用 7 天以上。

#### 4. 關於黏滯煤之處理：

本公司台中發電廠時或收受黏滯煤，對輸卸設備運轉造成很大困擾，故亦特別關切 J-Power 所屬電廠這方面之經驗。橘灣電廠說明，一般水份較高或稍有黏滯的煤，偶爾會在輸送中途的落料槽發生堵塞現象，派專人守候在現場處理即可，而此種情況並不常見，筒狀煤倉儲放該等煤亦無問題。J-Power 表示，類如台中電廠所描述之高度黏滯煤，若經常發生而無法改善，該公司將不會再採購。

#### 5. 其他與運轉有關事宜：

- a. 橘灣電廠亦有燒用亞煙煤經驗，筒倉存放並無問題。
- b. 橘灣電廠最多曾存放 4 種煤於同一筒倉。
- c. 磯子電廠筒狀煤倉尚未曾發生過需啟動再循環功能以冷卻儲煤之情況，而橘灣電廠亦未曾發生過自燃現象，僅做過少數幾次熱煤循環處理。
- d. 不同煤質存放於同一筒倉時煤位的變化係以機組的煤量消耗情況做為計量之依據。
- e. 皮帶之一端留有 RDM 維修空間。
- f. 煤輪船期之安排依據耗煤量、存煤量等考量因子約在三個月前進行安排。

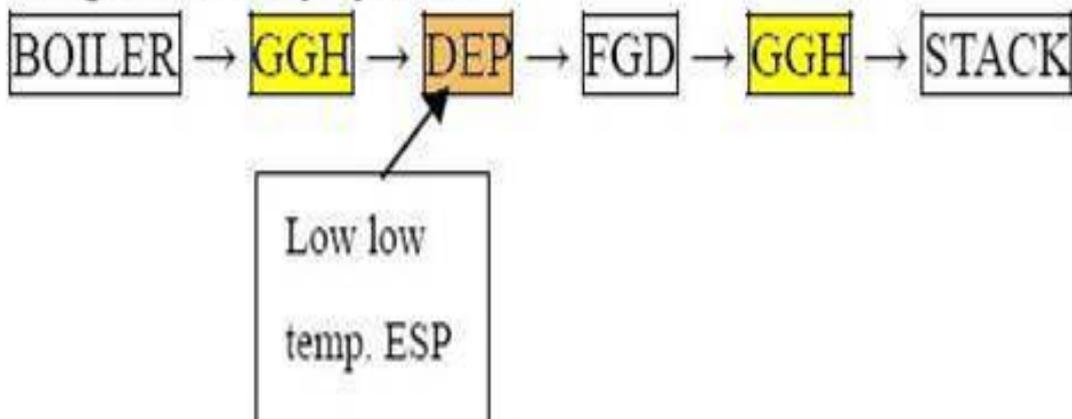
## 2. 靜電集塵器 (ESP) 相關研習內容.

本次出國任務有關靜電集塵器之研習部份主要是前往日本 MHI 總公司與該公司相關技術人員進行有關目前高效率之靜電集塵器相關技術之發展現況進行意見交換與討論，其中包括有集塵器一般之佈置位置、在低煙塵排放要求下，濕式集塵器與低低溫靜電集塵器之比較等，茲概述如下：

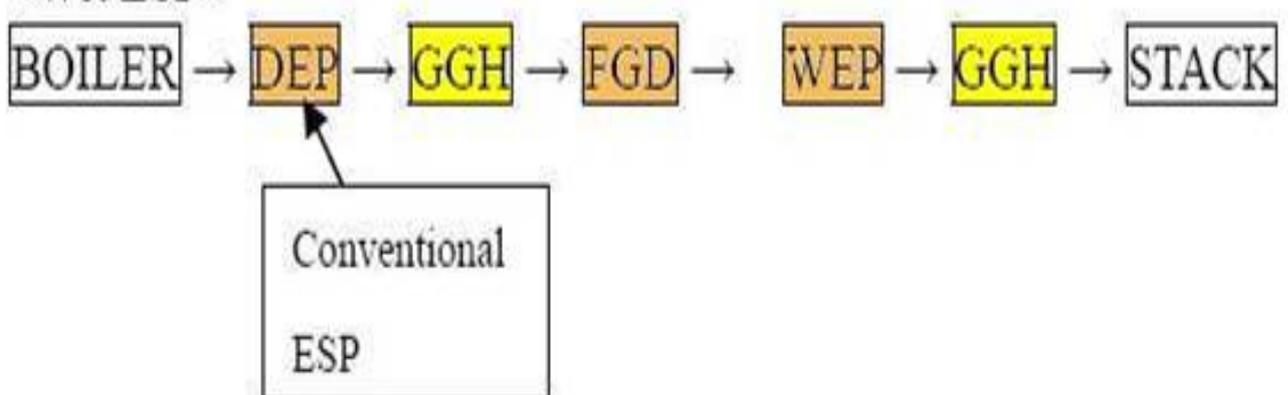
### 一、集塵設備之佈置

經詢問 MHI 有關濕式 (wet type) 靜電集塵器與低低溫靜電集塵器之佈置是否有標準之模式，MHI 表示，該公司在一般情況下，空間上若無特別之限制，高效率低低溫 ESP 或濕式 ESP 之佈置情況大致如下圖：

#### <High efficiency system>



#### <Wet ESP>



## 二、集塵設備之技術發展現況：

MHI 公司表示，就 ESP 技術發展過程而言，低低溫 ESP 是在濕式 ESP 之後才發展出來具有較高除塵效率的除塵設備，因此在新建之燃煤電廠中，原則上該公司大都採用低低溫 ESP 做為機組之除塵設備，以期符合現今較嚴苛之排放要求；對於濕式 ESP 而言，MHI 大都將其用於既有電廠在原先已設有傳統 ESP 且要進一步降低其排放要求情況下，在 FGD 下游再予以增設濕式 ESP，進一步對煙氣進行除塵，以期符合較新的排放要求。MHI 公司亦表示，在燃用一般煤質情況下，若要使煙塵之排放低於  $10 \text{ mg/m}^3\text{N}$ ，必須採用高效率低低溫 ESP 或是傳統 ESP 再加上濕式 ESP 才能達到上述嚴格之排放要求。另外針對濕式 ESP 之除塵效率，MHI 公司亦表示若在濕式 ESP 進口煙塵濃度介於  $30\sim 40 \text{ mg/m}^3\text{N}$  時，該公司可以保證經濕式 ESP 再除塵後，煙塵之濃度保證可降低至  $7 \text{ mg/m}^3\text{N}$ 。從 MHI 所提供的資料以及說明中可了解，濕式 ESP 的放電極以及集塵板都是採用 SUS 316L 材料，並且利用生水做為介質將附著在集塵板上的煤灰予以沖刷並收集分離，所用之生水經處理後大都再予以循環再利用，損失的水量再予以補充。MHI 並針對 800MW 之超臨界燃煤機組若採用濕式 ESP，其每小時之生水補充量約需 12 公噸，MHI 公司並針對濕式 ESP 之用水及廢水排放之水質提供下表供參考。

濕式ESP之用水及廢水排放參考值**Utility consumption List for one Wet-Electrostatic Precipitator**

Item	Condition	Consumption
<u>Electrical</u>	AC 400V 3Φ 50Hz	ESP : <u>136 kW</u> Accessories : <u>34kW</u>
<u>Industrial Water</u> <i>(Make-up water)</i>	pH: 6.0—9.5 SS: less than 50ppm Cl: less than 50ppm Do not permit existing alien substance such as organism.	<u>12 m<sup>3</sup>/h</u> (for making up of circulation water)
Caustic Soda	20 % Solution Pressure : 0.1 MPa	25 kg/h (as SO <sub>3</sub> content is 2 ppm at ESP inlet)
Instrument Air	Pressure : 0.5—0.8 MPa Temp: 40°C	a little

**Waste Water quality**

Item	Condition	Quantity
Waste Water	pH: 6.0—9.5 SS: less than 1000ppm Cl: less than 50ppm	12 m <sup>3</sup> /h

## 肆、出國研習心得

### 一、筒狀儲煤倉部分：

此次出國研習在有關筒狀儲煤倉之設計與現場實際運轉等方面均有具體之收穫，茲分述如下：

#### 1. 筒狀儲煤倉之設計容量與船型之關係：

本公司將陸續進行的林口、深澳及大林等燃煤發電廠之更新擴建計劃，其儲煤方式均採用筒狀煤倉，而每個煤倉容量均為 7 萬公噸，此設計容量主要參照日本橘灣發電廠，然對其原由並不了解。為此，在這次拜訪日本 J-Power 及橘灣發電廠時，特別請其提出說明。J-Power 公司表示，橘灣電廠之筒狀儲煤倉容量，係配合所規劃之煤輪裝載量設計，7 萬公噸約恰可收受 1 艘巴拿馬極限型煤輪。但該公司亦進一步解釋，此為當初之設計理念，在實用上，極難得於煤輪抵達前清空一煤倉以待之，故時需在同一煤倉儲置不同種類的煤。儘管如此，其依各種營運需要而做細膩設計之精神，仍值得本公司參考。

#### 2. 筒狀儲煤倉佈置型式之選擇：

J-Power 公司之磯子發電廠及橘灣發電廠之筒狀儲煤倉佈置方式並不相同，前者採基礎及倉體均為共構之群倉建造方式，後者則採倉體及基礎均各自獨立之建造方式，J-Power 公司解釋，因為磯子發電廠係於原址將舊有機組拆除再擴建，受限空間而無法提供足夠儲煤場地，經過一番精算與比較後，在不得已的情況下才採用群倉方式建造，以節省空間，但其設計、建造與施工技術相對複雜與困難，初期投資成本亦較高。因此，J-Power 公司建議，若沒有場地、空

間之限制，規劃筒倉時無需採取群倉之佈置方式。

### 3. 犁式出料機(Plow Feeder)刮刀數量之選擇：

這次拜訪 J-Power 公司另一項重要收穫即發現磯子電廠及橘灣電廠筒狀儲煤倉底部犁式出料機刮刀數量設計並不相同，橘灣電廠之犁式出料機刮刀數量僅有兩片，以轉軸為中心呈 180 度對稱之方式，而磯子電廠之犁式出料機刮刀數量則為標準之 6 片式，以轉軸為中心每片相隔 60 度。

橘灣電廠之犁式出料機刮刀所以採用兩片式，主要為提昇出料機未負載時在煤倉底部之移行 (traveling) 速度，因為該廠 4 座煤倉排成一列，每列長度約 250 公尺，若採標準之 6 片式之刮刀，在非負載情況下移行時，兩側因受煤倉底部燃煤阻擋而無法快速前進 (約僅 1 公尺/分鐘)，影響效率與操控彈性，故特別要求供應商針對此問題加以改善，經採有 2 片式刮刀設計後，出料機移行速度最快可達 10 公尺/分鐘。

本公司未來之林口、大林更新計畫，煤倉佈置之規劃接近橘灣電廠，故其經驗極具參考價值。

## 二、 高效率靜電除塵設備部分：

根據 MHI 所提供之資料與說明，就靜電除塵設備技術發展歷程而言，低低溫 ESP 與濕式 ESP 相比，低低溫 ESP 在技術發展上為相對較新且效率亦相對較高之除塵設備，與濕式 ESP 相比，低低溫 ESP 可單獨達到低煙塵排放的嚴格要求，而濕式 ESP 則必須與傳統之低溫 ESP 及濕式 FGD 搭配使用方能達到同一排放標準。

另本公司目前規劃之新的發電計畫均設定為海水法 FGD，惟就目前日本供應商而言並無濕式 ESP 或低溫 ESP 與海水法 FGD 搭配運轉之經驗，因此未來相關計畫之採購規範中對於相關系統與設備之穩定性及材質之耐久性應須預為防範與規定。

## 伍、對本公司具體建議

- 一、利用與 J-Power 公司之合作契機，盡快派遣相關運轉技術人員前往該公司之橘灣電廠駐廠見習 coal silo 之運轉、操作實務並做為未來之種子教師：

為展現致力環境保護之誠意與決心，降低煤塵污染，並節省儲煤空間，筒狀煤倉已成為本公司未來新建或改建燃煤電廠主要儲煤方式之一，而在設計上，筒狀煤倉要進行線上拌煤（on belt blending）也較容易，可提供燃煤收、發、儲更大的彈性。

唯截至目前為止，本公司並無任何有關筒狀儲煤倉操作、運轉之實際經驗，因此在多次技術會議場合中，相關人員對未來筒狀儲煤倉就不同煤種之儲存、調度與拌煤工作之實務操作等事項，均有許多疑問與不確定感，為使本公司有關 coal silo 之運轉人員及早了解並熟悉其運轉實況，宜善加利用目前與 J-Power 公司簽署之技術合作備忘錄（其中亦涵蓋有關拌煤系統的營運經驗等），商請該公司提供我方人員前往駐廠學習、了解並提早獲取 coal silo 儲煤、拌煤操作與調度之經驗。

## 二、關於線上拌煤之思考與建議：

由於台灣缺乏自有能源，所有燃煤均仰賴進口，而為確保供煤安全並降低採購成本，故積極拓展各種煤源，隨著近期能源價格高漲，燃料處更有擴大採購低熱值亞煙煤之計畫，而公司推動線上拌煤之目的，似著眼於高、低熱值煤之搭配使機組能夠滿載。

經詢 J-Power 及橘灣、磯子電廠，其混拌政策係就各項煤質全面考量，並均經總公司研究人員先行推演及現場測試，其混拌目的主要在符合鍋爐設計煤質並使燃用後能達到嚴苛之環保排放要求。如磯子電廠人員即舉例，其發送煤質之硫份需低於 0.6%、灰中氧化鈉需低於 1.7%。

而對部份無法藉由混拌改善之煤質項目如 H. G. I 及灰融點等，J-Power 表示這確實是一個問題，如 2 種不同 H. G. I 之煤質送至同 1 座 MILL，則其出力必須以較低之 H. G. I 值為考量，然 J-Power 亦說明，類此項目，在採購時會考慮勿與設計限值差距過大。

目前台中電廠在不具線上混拌設備之情況下，實施分倉混拌試圖解決機組滿載、飛灰色澤、爐管結渣等問題，已具多年經驗，其中混拌高、低熱值煤使機組滿載均能順利進行，然對飛灰色澤、爐管結渣等，則尚難完全如願。且為比較分倉或線上混拌之優劣，台中電廠自 96 年以來已進行 5 次測試，然其結果可謂不分軒輊，無法判定何者較優。

前述鍋爐燃燒諸問題之癥結實在於燃用之煤源太雜、變動太快，難以穩定供應同機組同類煤質，致

運轉人員無充裕時間調整燃燒控制參數。而經詢橘灣、磯子電廠，彼等一般均能維持同種煤發送同機組 7 天以上。

台中電廠針對煤質供應無法穩定之困擾，曾於 97/4/24「97 年水、火力發電系統夏季穩定供電會議」中提案，建請燃料處之燃煤調配能朝「一段時間內密集安排相近煤質抵達」之方向努力，若能藉由購煤合約、船期調度等手段達成，將事半功倍。否則，以台中電廠日用量之大，增建筒狀煤倉，即使線上拌煤較便利，也只是增加一個供煤運轉之選項，仍無法根本解決煤質不穩定導致之鍋爐燃燒問題。

三、建議公司應將煤質分級供應不同燃煤電廠，並將新設燃煤機組之設計煤質配合分級設計，藉以降低機組建造成本、提昇經濟效益：

本公司目前陸續規劃更新改建或新建數個燃煤發電廠，為配合燃料處燃煤採購策略及機組用煤之彈性調度，各機組設計煤質之參數上、下限有日益擴大之傾向，雖然各計畫亦均規劃拌煤設施提供合適之機組燃煤，但是鍋爐及其輔機、空污防治等相關設備在設計時，將因煤質之相關參數變差（例如熱值降低、灰分、硫分及水分等增加），致須投入更高的初期投資成本，但未來機組之實際運轉點，卻又可能偏離設計煤質之下限值甚多，造成投資浪費及不符機組最佳運轉效益之情況。

因此建議公司應將煤質劃分為幾個基本等級（例如將煤質之熱值分為 4500 Kcal/Kg ~ 5000 Kcal/Kg、5100 Kcal/Kg ~ 5500 Kcal/Kg、5600 Kcal/Kg ~ 6000

Kcal/Kg 等)，將不同等級燃煤分送適合之不同機組集中燃用，如此機組用煤得以維持相當程度之穩定，機組設計煤質之範圍便能縮小，降低初期投資成本、提昇運轉效益，同時亦可解決因機組用煤差異過大，對燃煤儲運造成之困擾。

#### 四、建議分階段將台中電廠儲煤場全部改建為筒狀煤倉：

無論橘灣或磯子電廠，都給人小而美之印象，其儲煤設施採用筒狀煤倉，除了環保、美觀、便於儲運管理，節省空間亦為一大考量。

試從下表比較每萬 KW 用地，台中電廠為橘灣之 3 倍，為磯子之 4.6 倍，比日本更為地小人稠之台灣，是否更應提高土地之使用效益？

電廠	橘灣	磯子	台中
總裝置容量 (萬 KW)	210	120	550
面積(公頃)	36	13	278
每萬 KW 用地 (公頃)	0.17	0.11	0.51

目前台中電廠正進行 11、12 機之可行性研究，其中關於供煤系統部份，為因應用煤量增加，規劃再取得灰塘區約 36 公頃土地儲煤，此舉將使得台中電廠佔地更為龐大，而本公司將為之付出之有形無形成本略如下：

1. 土地取得及使用（租金）成本。
2. 長距離輸運設備增加之建造成本。

3. 廠區廣潤、設備分散增加之管理及維護成本。
4. 平面式煤堆需以重機推整增加之人力、油料及設備成本。
5. 因輸運設備需橫跨廠外道路，可能引發民情困擾。

鑑於環保意識日益高漲，室內儲煤設施已成未來趨勢，其中筒式煤倉在管理、防污、運轉及空間上，均最具優勢，雖然造價較高，然考慮各項有形、無形成本，長遠而言，未必不符經濟效益，實值得加以評估。事實上，公司未來新建或改建燃煤電廠，亦已將筒狀煤倉列為主要儲煤方式之一。

建議分階段將台中電廠儲煤區全部改建為筒狀煤倉，則估計僅需目前儲煤區用地之半即足敷未來 12 部機使用。(參附圖十)而自北向南一列列分階段改建，亦不致影響機組供煤。(初略規劃及估算參附表一)

附圖一：J-Power 橘灣電廠



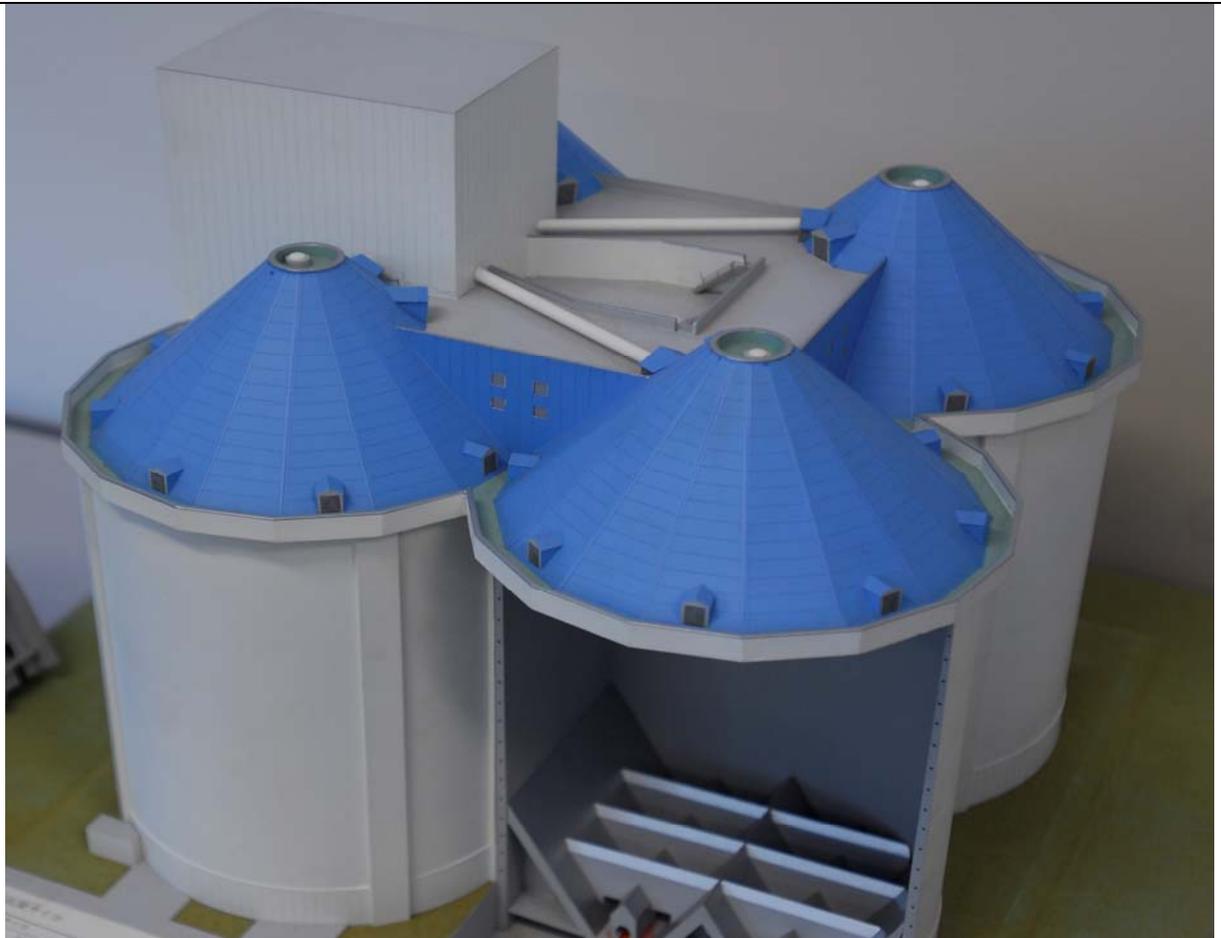
附圖二：J-Power 磯子電廠



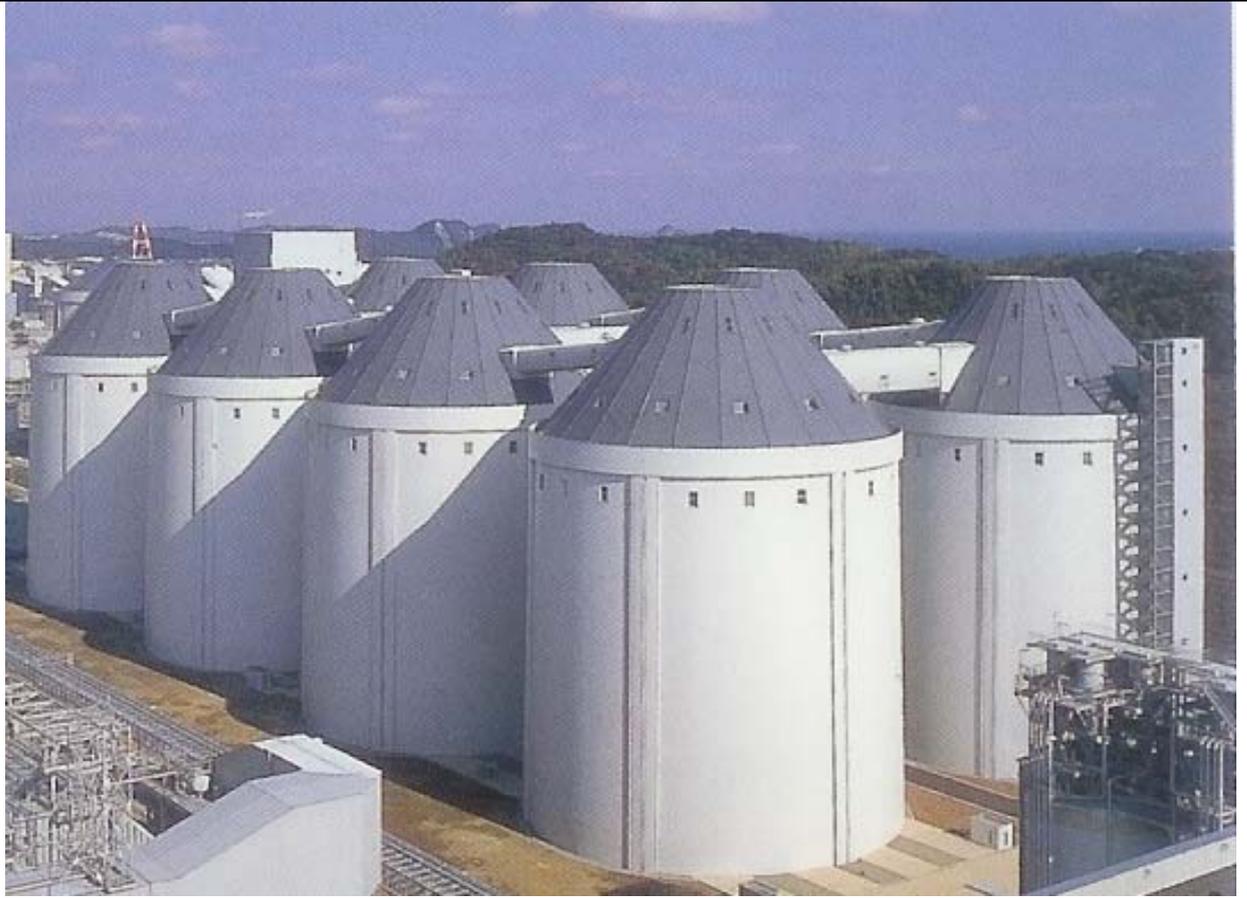
附圖三：群倉建造之筒倉



附圖四：群倉建造之筒倉



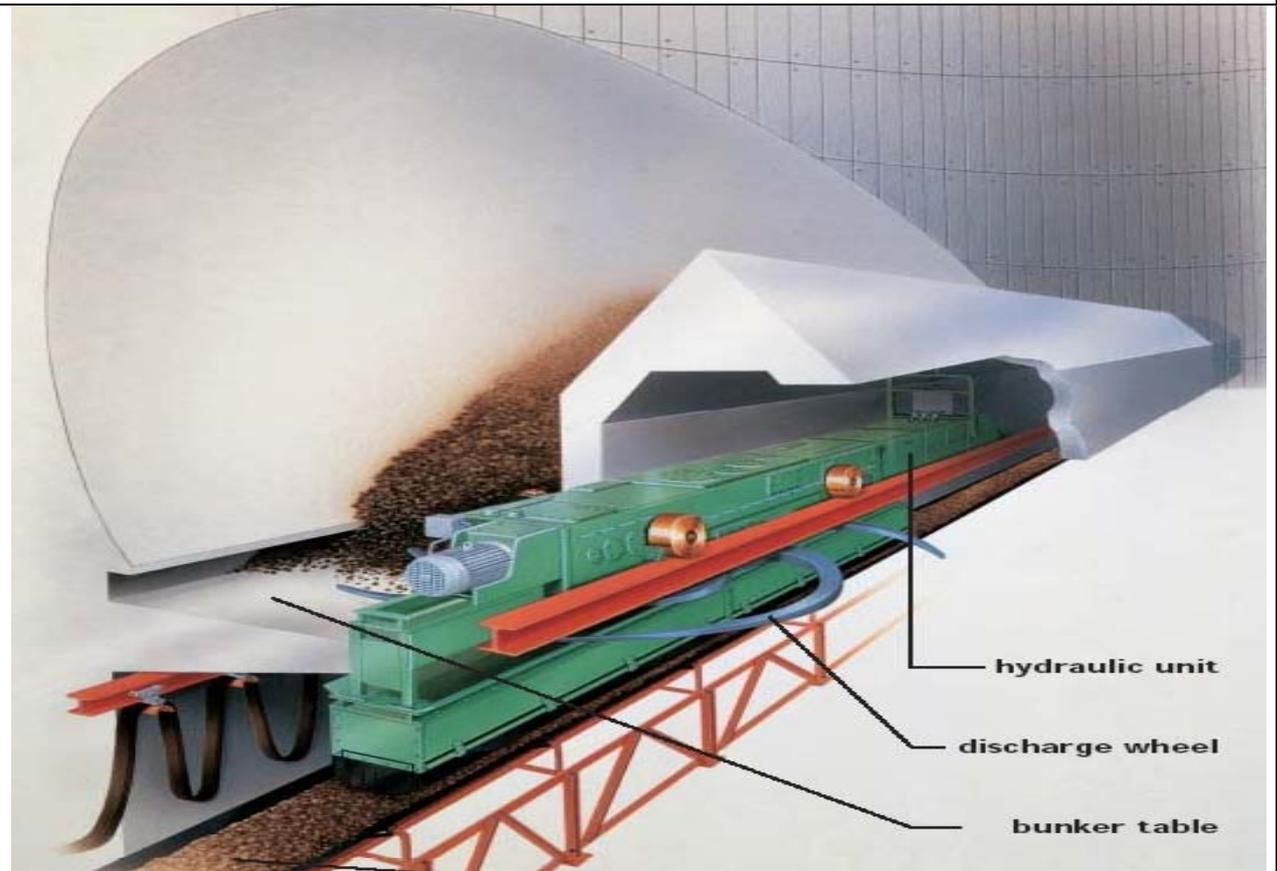
附圖五：獨立建造之筒倉



附圖六：犁式出料機



附圖七：犁式出料機做動圖



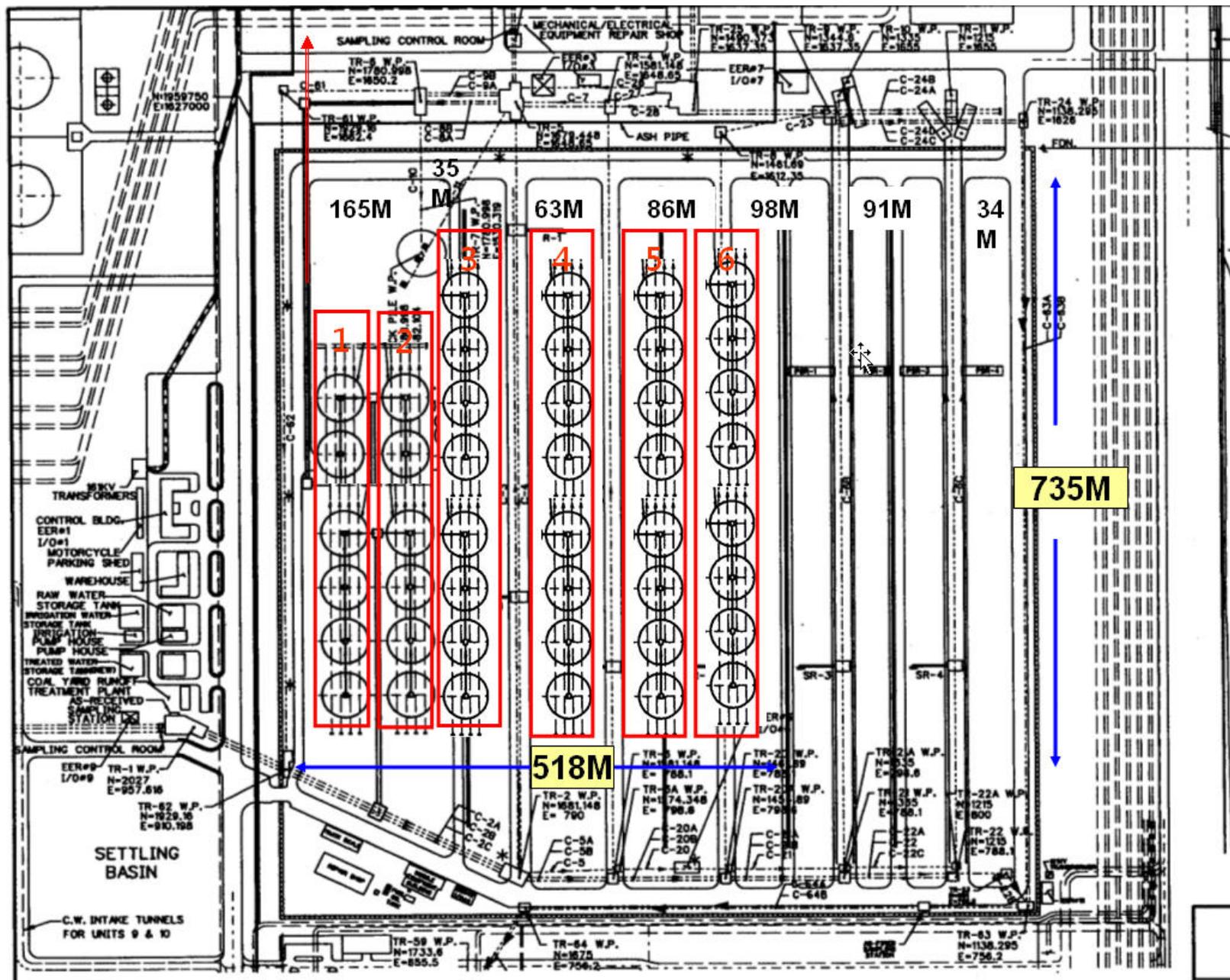
附圖八：濕式集塵設備



附圖九：筒倉集塵管路



附圖十 台中電廠儲煤區改建筒狀煤倉示意圖



附表一 台中電廠 SILO 施工階段可儲煤量估算表(各階段施工區域參附圖十)

施工階段	施工範圍	施工影響 儲煤量 (萬噸)	施工中 SILO 數	完工 SILO 數	完工 SILO 容 量(萬噸)	露天活堆容 量(萬噸)	施工期間 儲煤量	完工後儲 煤量
1	A 北北	48	6	0	0	180	180	222
2	A 北南	48	6	6	42	132	1,74	216
3	A 南	10.4	8	12	84	121.6	205.6	261.6
4	B 區	24.9	8	20	140	96.7	236.7	292.7
5	C 區	26.8	8	28	196	69.9	2,65.9	321.9
6	D 北區	17.1	8	36	252	52.8	304.8	360.8
完工後				44	308	52.8		360.8