

出國報告（出國類別：洽公）

再循環水系統 ASD 變頻器備品監造廠測

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：潘慶龍 電機工程員

派赴國家：日本

出國期間：99.11.22 至 99.12.03








報告日期：100.01.24

出國報告審核表

出國報告名稱：再循環水系統 ASD 變頻器備品監造廠測		
出國人姓名 (2人以上，以1人為代表)	職稱	服務單位
潘慶龍	電機工程師	台灣電力公司 龍門核能發電廠
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>洽公</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：99年11月22日至99年12月03日		報告繳交日期：100年1月24日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他 _____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：	

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人	780395 潘慶龍	審核人	單位 主管	主管處 主管	總經理 副總經理
	 		  		

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：再循環水系統 ASD 變頻器備品監造廠測

頁數 25 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

潘慶龍/台灣電力公司/龍門核能電廠/電機工程師 2490-3550 #3811

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他(洽公)

出國期間：99.11.22 至 99.12.03 出國地區：日本

報告日期：100.01.24

分類號/目 電機工程 ABWR

關鍵詞：RIP-ASD 龍門電廠 ABWR

內容摘要：(二百至三百字)

龍門電廠 RIP-ASD 設備係 ABWR 機組特色之一，功能係將輸入變壓器二次側電壓轉換為變頻變壓(VVVF)之電源驅動爐內泵(RIP)，使核反應爐內產生強制循環水流。ASD 自日本運至工地為 1999 年，直至 2010 年才開始進行元件功能測試(PCT)及試運轉測試(Pre-op test)。在此期間，關鍵性備品已不再生產。為了試運轉期間及商轉期間的運轉維護品質，洽訪東芝公司採購備品及停產問題。同時，適逢與本廠同型機組的東京電力(TEPCO)柏崎-刈羽 6 號機 RIP-ASD 檢修，至該廠參訪運轉經驗及維護工作項目、ASD 上游電源 MG set 系統維護工作經驗、輸入變壓器式的差異及運轉維護經驗，值得做為本廠參考。最後提出新設機組時的改進建議。

目 錄

壹、國外公務之內容與過程	1
一、目的.....	1
(一)出國任務.....	1
(二)緣起及目標.....	1
二、過程.....	1
貳、執行過程與內容	2
一、龍門電廠再循環水系統	2
二、再循環水系統泵驅動器 ASD	9
三、ASD 備品測試	11
四、問題討論.....	12
五、參訪柏崎-刈羽電廠	15
參、心得與感想	16
肆、建議.....	17
伍、附件.....	18

壹、國外公務之內容與過程

一、目的

(一) 出國任務

赴 ASD 系統製造廠家-東芝公司洽談已停產備品問題及已訂購之備品測試及系統設計討論。另赴東京電力公司(TEPCO)轄下之柏崎-刈羽電廠參訪 6 號機 ASD 年度檢修工作，出國期間自九十九年十一月二十二日至九十九年十二月三日，共計 12 天。

(二) 緣起及目標

龍門電廠再循環水系統採用高電壓變頻器(簡稱為 ASD)取代以全壓式馬達起動運轉，與台電核一、二、三廠最大不同之處為可變速方式驅動再循環泵(re-circulation pump)，提供反應爐強迫循環水流，係為本廠 ABWR 型核能機組特點之一。由日本東芝 Toshiba 公司承製，為本公司核能電廠目前唯一採用之設備，對其設計、性能、測試、運轉及維護等尚無相關經驗。

本廠 ASD 設備出廠已逾 10 年，多數關鍵零件已不再生產，為配合龍門電廠發電工作順利及減少突發故障狀況，提高運轉品質，核火處已協助本廠辦理採購備品，東芝將依採購合約重啟生產線製造零件，以符合原設備的功能需求。為確保零件功能與相容性，前往東京 Toshiba 工廠監造 ASD 變頻器備品；並至柏崎-刈羽電廠 6 號機觀摩 ASD 維護測試及洽談設備更新改善工作，做為本廠參考。

二、過程

奉派至日本東京廠家參與備品製造測試工作及觀摩柏崎-刈羽電廠 6 號機 ASD 年度檢修工作，共為期 12 天，詳細過程及工作內容如下表：

起始日	迄止日	地點	工作內容
991122	991122		往程(台北-東京)
991123	991128	東京	ASD 變頻器備品監造
991129	991201	新瀉縣	觀摩柏崎-刈羽電廠 6 號機 ASD 年度檢修工作
991202	991202	東京	ASD 變頻器備品監造、心得討論
991203	991203		返程(東京-台北)

貳、執行過程與內容

龍門電廠再循環水系統，系統代號 B31，英文名稱 Reactor Recirculation System，簡稱 RCIR。

A 設計基準：(RCIR 歸類為發電功能)

- 安全功能 — (RCIR 部份為反應器壓力邊界範圍)
 1. RCIR 之爐內泵 (RIP) 馬達殼、馬達端蓋、自泵至熱交換器之管路與熱交換器之殼側等，皆屬反應爐壓力邊界之範圍；當發生異常故障或設計基準事故時，仍能維持燃料與反應爐壓力邊界之完整性。
 2. 當沖淨管線 (Purge Line) 介於沖淨供水站 (Purge Station) 與過流量止回閥 (Excess Flow Check Valve) 之管段發生破斷之假設失效狀態時，過流量止回閥會隔離沖淨系統。當沖淨管線於一次圍阻體外至過流量止回閥間任何管段發生破斷之假設失效狀態時，其流量率計算值明顯低於一般儀用管之容許值【即其洩漏量甚小】；因此，過流量止回閥在沖淨管線發生破斷之假設失效狀態時，具有隔離圍阻體之充分能力。
- 發電功能
 1. 提供強迫水流以增加功率。
 2. 當反應爐功率介於 65-100% 範圍時，不必抽插控制棒，藉本系統結合再循環水控制系統 (RFC) 即可控制其功率。
 3. 當再循環水系統失效時，爐內泵 (RIP) 具有充分之慣性使爐心水流緩慢降低，以確保燃料熱限值不致超限。

B 再循環水系統系統敘述：

- 一、 RCIR 主要係由十台可變速之爐水再循環泵【通稱爐內泵】組成，此泵馬達組由 RPV 底板支撐，RIP 自爐底周邊推動水流經爐底區向上穿過爐心底板、爐心、汽水分離器、再回到降流區環帶。
 1. 爐內泵：位於 RPV 槽內、自泵甲板 (Pump Deck) 處分隔成上下二部份，上半部為低壓區，下半部為高壓區，為一單級混流式葉輪，由一向下延伸之長軸驅動，動葉輪則套入於擴散器 (Diffuser) 殼內，而擴散器 (Diffuser) 殼插入於泵甲板孔內。
 2. 泵馬達 (Recirculation Pump Motor) 泵馬達部份裝置於馬達金屬殼 (Motor Casing) 之內，而馬達金屬殼則焊接在 RPV 泵管嘴 (Pump Nozzle) 上，構成反應爐冷卻水壓力邊界 (Reactor Coolant Pressure Boundary; RCPB) 而屬於 Safety Class I 的設備，故必須依 ASME SEC. III DIV. I Subsection NB Class I 的標準設計，在馬達金屬殼最底端裝有 Motor Cover 亦屬於 RCPB 的一部份，同時做為 non-rotating 止推軸承基座。
 3. 扣緊套管 (Stretch Tube) 是一支薄的套管猶如中空螺栓，惟頭部有一向外延伸之唇蓋，做為扣緊 Diffuser 之用，底部有一螺紋同樣做為扣緊 Diffuser 之用，以克服 RPV 內 Thermal Transient 及泵運轉所造成的震動力。
 4. 兩垂直限制器 (Restraints) 以防馬達金屬殼射出。
- 二、再循環流量控制 (RFC) 系統並非 RCIR 的支系統，但兩者關係密切，RIP 之固態

可調速度驅動器（Solid-State Adjustable Speed Drive，ASDs）提供邏輯控制信號並且最後以適當的可變電壓、可變頻率之三相電力輸入 RIP 之感應馬達，以調節 RCIR 在各種穩定態（Steady State）負載跟隨（Load Following）或暫態反應等模式下的 NSSS 運轉。

- 三、反應爐再循環水系統雖歸屬於非安全相關等級之系統，但卻屬於發電重要系統之一，再循環水系統提供 RPV 內爐水強制循環，比起使用溫差（Thermal Head）自然循環，得到更多的電力的產生。當爐心流量增加初始，將使空泡含量（Void Fraction）減少，因而使中子的緩和效果較好，使中子產生核分裂的機會加大，進而提升了反應爐的熱功率。但當反應爐的熱功率提升後，將使空泡含量增加，而會抑制反應爐功率的上升，而使反應爐熱功率穩定在較高位階的熱功率。當爐心流量降低時，則會得到與前述相反的效應，而使反應爐熱功率穩定在較低位階的熱功率。
- 四、系統在正常運轉時，透過再循環水流量控制系統（RFC），可使爐內泵速度改變，因此流量率、功率可於『功率-流量圖 Power-Flow Map』上依一定棒線（Constant Rod Line）調節；在 100%棒線時，控制爐心冷卻水流率於 40~100%之間，即可調節爐心功率於 65~100%之間；而在爐心末期時（EOC）所有控制棒全出，爐心冷卻水流率需增至 111%才能維持 100%爐心功率；EOC 時其對應關係為爐心冷卻水流率於 40~111%、而泵速為 31~100%。再循環水流量率在最低流量與 111%爐心流量之間（即流量控制範圍）變化，在不抽棒情況下，即可控制反應器功率在 65%~100%之間，經由流量控制範圍來控制反應器功率即由 RFC 完成【在自動運轉時 RFC 則接受 APR 之控制】。
- 五、再循環水流量控制系統（RFC）之功能包括爐內泵速度控制、回退與跳脫功能等。
- 六、另爐內泵扮演極重要的一個角色，在再循環水系統喪失功能（malfunction）情況下，仍可持續提供爐心流量（Core Flow）以確保燃料熱限值（Thermal Limit）不致於超過設計標準。
- 七、除爐內泵之外，另有四個支系統：爐內泵馬達冷卻系統（Recirculation Motor Cooling；RMC） 爐內泵馬達沖淨系統（Recirculation Motor Purge；RMP） 爐內泵振動偵測系統及爐內泵軸封膨脹密封系統（Recirculation Motor Inflatable Shaft Seal；RMISS）等子系統與 RIP 泵均有相當密切的關係，以下分別詳細介紹。
- 八、爐內泵馬達冷卻系統（Recirculation Motor Cooling Subsystem；RMC）

當 RIP 運轉時，馬達內部所產生之熱量以及由 RPV 爐水傳到 RIP 內部的熱量均須被移走，本系統透過爐內泵馬達熱交換器（RMHX）及密閉管路可達到此目的，每一台 RIP 有其各自的熱交換器，必須依 ASME Sec. III Div. I Subsection NC Class 2 的標準設計。熱交換器之位置應儘可能靠近 RIP，即位於 Reactor Vessel Support Pedestal 內。

當 RIP 運轉時，冷卻水藉由 RM Auxiliary Impeller 加壓流經泵馬達內部，再流回至熱交換器，用反應爐廠房冷卻水（Reactor Building Cooling Water；RBCW）加以冷卻。在反應器運轉而馬達停止運轉時，則反應爐廠房冷卻水流經熱交換器的管側，促使 RMC 管路內與 RMHX 殼側冷卻水自然循環，並提供殼側 RMC 足夠的流量，以控制 RM 溫度在可接受之範圍內。

在 RMC 管路上裝有溫度偵測儀器，如果冷卻水出口溫度太高，則會有警報信號送至主控制室，供運轉員採取措施。不論熱交換器殼側之 RMC 或管側 RBCW 冷卻水，其水質要求均很高，以儘可能減少管面生垢（Tube Fouling）。另熱交換器在設計時須考慮可進入內部清潔維護之相關要求，例如在殼側設計有可供拆卸的凸緣，便於檢修內部管排。至於三個 RBCW Division 非安全部份管路之間設有連通管，當機組正常運轉時均保持打開，可確保隨時提供冷卻水到 RIP 熱交換器處。

九、爐內泵馬達沖淨系統（Recirculation Motor Purge Subsystem；RMP）

本系統水源由控制棒驅動系統（CRD）供水，流經位於乾井（一次圍阻體）外面共通集管上（Common Header）再流經各支管送到各 RIP 泵。管路上安裝有流量調節器，可手動操作控制閥調至所需流量約 10 L/min（十台總流量）。此項操作不必進入圍阻體內操作，方便運轉員控制流量，此沖淨水流在進入馬達金屬殼後，沿著泵轉軸與扣緊套管之環狀空間（RM Shaft-Stretch Tube Annulus）往上流入 RPV 內，並維持最低流量（約 10 L/min）以避免爐心內有不潔物流入馬達殼內，而損壞 RIP，所提供的沖淨水壓力須高於反應爐壓力約 0.14 MPaG 以上，其流量及溫度的設定，須考慮控制在一定範圍內，以防止產生熱應力（Thermal Stresses）。若有不正常的流量，過高或過低時均會有警報送至主控制室，提醒運轉員調節流量。

由於本系統管路穿過一次圍阻體，穿越乾井，再往下接至 RIP 處，因為流速低，管路又長，故管內沖淨水流會吸取周圍環境熱量致其溫度高於進入 RIP 最低溫度之需求，因而設計上不必再加裝加熱器。在沖淨管路上亦裝有溫度偵測儀器，以確保本系統操作溫度在可允許運轉條件之內。若喪失沖淨水流時，RIP 具有能力持續運轉一段時間（約為 30 分鐘），允許運轉員有足夠的時間去操作跳脫 RIP，在此時間內，只允許 RIP 馬達受到輕微污染或可能損壞二次封環，然而此後果須不能造成 RPV 爐水有任何洩漏至 RIP 底部。

已跳脫的 RIP 只要沖淨水可用，其二次封環並不會因喪失至 RMHX 之冷卻水而受損，若沖淨水及至 RMHX 之冷卻水同時喪失，受損的部份僅限於二次封環。

十、爐內泵馬達膨脹軸封系統（Recirculation Motor Inflatable Shaft Seal Subsystem；RMISS）

本系統主要功能在 RIP 須進行維護時，提供二次軸封，防止 RPV 爐水往下流至馬達底端，軸封材料採用合成橡膠彈性材料（Elastomeric Material）。當本系統發揮功能時，可洩掉馬達側腔室內（Cavity）的水，進而開始拆卸馬達內部組件，俾利進行馬達維修工作。軸封系統是利用手動操作方式，在機組停機狀態下，RIP 馬達停止運轉，使用手提式電動泵打入高壓水，使軸封環膨脹緊密封住軸周面，造成密封效果，水源是自補水系統（Make up Water System）提供，當不需要密封時，運轉員操作洩水閥將水洩壓，使恢復原來正常運轉狀態，在 RIP 運轉情況下，為防止二次軸封接觸泵軸，設計上須考慮設置連通管及手動控制閥，使馬達金屬殼側及密封側平衡，在正常運轉狀態下，該控制閥為全開，若 RMISS 系統運作時，該閥則須關閉。

十一、RIP 振動監視系統

本系統持續監視所有 RIP 轉速與振動信號，提供機械動態性能之評估資訊；另外，

也提供轉速與振動信號及高振動警報輸出等予其他系統；加速度信號僅作為在 RIP 振動監視盤產生警報聲音；轉速、振動與加速度等之信號處理單元置於一次圍阻體外，而轉速與加速度等之信號預先放大器則置於一次圍阻體內。

十二、爐內泵馬達電源：

RIP 的電力電源係來自兩串非安全電力負載供給，每一串供給 5 台 RIP，再區分成兩串 13.8KV 匯流排（**PG A1—A、F；A2—B、E、H；B1—D、J；B2—C、G、K Buses**）其中 3 台 RIP 經由馬達發電機組（Motor/Generator, M/G Set）提供電力，另 2 台直接由 13.8KV 提供，故在單一電力配電設備故障時，最多同時跳脫 3 台 RIP。若經由馬達發電機組提供的電力系統故障，則馬達發電機組具有足夠的慣性矩，使輸出電力的電壓維持 70% 以上至少 3 秒鐘，使 3 台 RIP 持續運轉 3 秒之後才會跳脫 RIP。

十三、RIP 泵與有關設備性能說明

- 1.安全分析結果顯示，反應爐再循環水系統（RCIR）可用 7 台，8 台，9 台或 10 台 RIP 泵連續運轉，若 10 台 RIP 全部運轉時，可提供爐心 111%額定流量，若 9 台泵運轉（即 One RIP Out Of Service）時，則至少可提供爐心 100%額定流量。在正常運轉下，每台 RIP 轉速的改變率，每秒約為 $\pm 5\%$ 。但在 RIP 泵轉速回退（Runback）的過程中，每秒可減少 10%的轉速。RIP 泵在跳脫之前，會先回退到最低轉速（約 31% 額定轉速）然後再跳脫。
- 2.熱交換器設計時，除須考慮馬達本身所產生的熱量之外，另也考慮移除泵殼、泵軸及 RPV 爐水傳送之熱量。若在熱待機狀態下，雖 RIP 泵沒有運轉，但也有足夠的冷卻水供至熱交換器，馬達冷卻系統之冷卻水能自然循環，以移除馬達所產生的熱量，並有能力維持水的溫度低於泵及馬達的溫度要求，以避免損壞其設備；該熱交換器在 3% 塞管率情況下，仍能帶走全部熱量，達到冷卻效果。
- 3.反應爐再循環水系統（RCIR）雖歸屬為非安全系統，但卻是與發電相關的重要系統，除了屬於反應爐冷卻水壓力邊界（RCPB）之設備在設計基礎事故（DBA）情形下，須維持其原有功能之外，其他不屬於反應爐冷卻水壓力邊界的設備（包含儀器部份）在設計基礎事故情形下，並無需要維持其功能。
- 4.進步型沸水式反應爐（ABWR）再循環水系統已取消再循環管路及再循環泵，另外在 RIP Shaft 及 Stretch Tube 之間做成微細環狀空間，使其在 RMC 系統及 RMP 系統管路破管時，會抑制爐水的流失，限制流量低於正常補水量。
- 5.本系統設備、管路、儀器設備等在設計、製造、檢驗均必須遵循 ASME、IEEE、ANS、TEMA、CFR 及 US NRC R.G.等相關規定，至於設計年限，除 RIP 馬達 Casing 設計為 60 年，其餘設備設計為 40 年。而附屬配件，需要定期維修或更換者，例如：襯墊、固定套筒、墊片、電源線穿越器、機械軸封、閥之迫緊（Packing）、O 形環、振動探測器、速度探測器、泵耐磨環（Wear Ring）及軸承等各有不同的設計年限。
- 6.Vital AC 系統，供應控制邏輯、儀器等所須之電力。另外，再循環水流量控制系統（RFC）藉著固態電子邏輯控制，以調整 RIP 轉速。
- 7.由於 RCIR 系統大部分設備如 RIP 泵、熱交換器、管閥等均位於一次圍阻體（乾井）內，反應器運轉中（一燃料週期 18 月）無法進行任何維修，設計上必須考

慮在使用年限內能承受環境輻射總劑量，而不會喪失其設備功能。上述這些用來支援 RCIR 運轉之附屬系統，均具高度完整性以及高度可靠性，以達到電廠可用率在 87 % 目標值以上。

C 重要設備

一、爐內泵 (RIP)

- 1.馬達殼、馬達蓋、主螺栓及帽、輔助殼蓋與螺栓等依 ASME SEC 3 Div. 1 Subsec. NB 設計。
- 2.每一台 RIP 都可在所有其他台泵都運轉於 31%額定轉速時所生之逆流情況下來起動。
- 3.爐內泵與馬達之總效率為 >65%；泵在 95%總水頭時，效率 >75%，此點為其設計流量率。
- 4.所有爐內泵都運轉時，最大之爐心水流率可達 77,000 M³/hr，亦即每台泵在總水頭 40 m 流量率為 7,700 M³/hr。
- 5.在無再循環泵馬達沖淨系統 (RMP) 之情形下，爐內泵可運轉至少 30 分鐘。
- 6.RIP 馬達為可變速、三相、四極之鼠籠式濕式感應馬達。
- 7.在 RMHX 無冷卻水之情形下，RIP 馬達於反應器在額定溫度以下，可以額定轉速運轉五分鐘。

8.RIP 性能資料

	111%C.F.	100%C.F.	100%C.F.
RIP 運轉台數	10	10	9
額定流率 m ³ /hr 台	7700 (33900gpm)	6912 (30430)	8291 (36500)
總水頭 m	40 (131.2 呎)	32.6 (107.0)	35.8 (117.5)
入口壓力 MPaG	7.25 (1051.4psia)	7.25 (1051.4)	7.25 (1051.4)
轉速 RPM	< = 1450	< = 1450	< = 1450

9.RIP 馬達沖淨支系統： 每台沖淨流率為 0.90±0.12 公升/分

馬達入口溫度為 30~70 °C @ 爐水溫度 > 100 °C

馬達入口溫度為 10~70 °C @ 爐水溫度 ≤ 100 °C

10.RIP 馬達膨脹封水支系統：最低壓力為 980 kPa (142 psi)

最高壓力為 1370 kPa (199 psi)

11.RIP 馬達熱交換器 (RMHX)

數量	10
型式	殼管式
殼材	不銹鋼
管材	不銹鋼

殼側設計壓力	8620 kPa (1250 psi)
殼側設計溫度	302 °C
管側設計壓力	1380 kPa (200 psi)
管側設計溫度	70 °C

二、RIP 馬達熱交換器 (RMHX)

1. 為殼管式熱交換器作為 RIP 之冷卻。
2. 此熱交換器依『熱交換器廠家協會-TEMA』之標準設計，同時符合 ASME Sec. 3 Subsec. NC。
3. 每一 RMHX 容量大小之設計為能處理以 279 °C 爐水時，在任何 RIP 轉速下所產生之熱負載。
4. 此熱交換器在 3% 塞管率下仍能作滿載之冷卻負載。
5. 此熱交換器為垂直安裝，RMC 水在殼側，如此可使 RMC 水以自然循環方式流經馬達。

三、管閥

1. 所有安全等級之管閥設計符合 ASME Sec. 3 之要求。
2. 所有非安全等級之管閥設計符合 ASME B31.1【動力管路】之要求
3. 由於低的沖淨流率，故沖淨管穿越一次圍阻體之穿越器係依 ASME Sec. 3 儀用管穿越器之要求來設計，包括穿越器外側裝置過流量止回閥 (Excess Flow Check vlv.) 與內側裝有限流孔，且其外側裝置手動隔離閥，可於運轉中隔離沖淨水。
4. 所有高壓逸氣與洩水管都配置兩只串聯之手動球形隔離閥；而所有低壓逸氣與洩水管 (熱交換器之管側) 只配置一只手動球形隔離閥。
5. 在每一 RMP 供水管上裝有針形閥，其與 RMP 供水集管上之自足式控制閥 (Self-Contained Control vlv.) 共同調節沖淨流量。
6. RMP 供水集管上有釋放閥，防止此管線受 CRD 過壓。

D 系統運轉

一、在所有功率階都需要 RCIR 之運轉，其運轉模式可分為正常運轉、回退、跳脫。RIP 可被獨立或群體控制；亦可被自動或手動控制，詳見再循環水流量控制系統(RFC)。爐內泵速度改變，因此流量率、功率可於『功率-流量圖 Power-Flow Map』上依一定棒線(Constant Rod Line)調節；在 100%棒線時，控制爐心冷卻水流率於 40~100%之間，即可調節爐心功率於 65~100%之間；而在爐心末期時(EOC) 所有控制棒全出，爐心冷卻水流率需增至 111%才能維持 100%爐心功率輸出；EOC 時其對應關係是泵速為 31~100%可得爐心冷卻水流率於 40~111%。除上述運轉模式外，另由分析結果，可藉由 7 台或 8 台 RIP 的運轉，可達到電廠機組的降載運轉。

二、正常運轉：電廠在起動、功率運轉、熱待機等模式時，都需要 RCIR 之運轉；而在停機冷卻模式時則不需要 RCIR 之運轉。只要九台 RIP 運轉即可提供額定爐心流量（即額定功率）而若安全分析結果可被接受時，亦可藉由 7 台或 8 台 RIP 的運轉，以達到電廠機組的降載運轉。在任何時候，RCPB 都必需維持；在整個運轉階段與所有不正常狀態下，RIP 都必需運轉。

只要 RIP 運轉則其支系統如 RMC / RMHXs 都必需運轉，而且、在任何一台 RIP 跳脫後，直到爐水溫度降到低於 RMC 流體離開馬達殼之溫度以前，仍需維持運轉，此主要是保護泵及馬達之內部，尤其是馬達線圈的絕緣。

在 RIP 電力喪失之情形下，仍需 RMC 支系統維持其功能；於發生電力喪失之後，設計上會儘速再起動 RBCW 泵，以使供應 RMC 支系統的冷卻水恢復流通至 RMHXs。

於正常運轉時，十台 RIP 之轉速相同，其自降流區抽送爐水至爐底區，使爐底區加壓而增加爐心再循環流量；此舉使反應器以較高功率運轉，而且可藉由 RIP 轉速之改變而易於快速地調整功率。

三、起動運轉：通常在抽棒之前即已先起動 RIP，運轉員先起動 M-G Sets，然後再依 180 度交錯方式依序起動 RIP，當所有 RIP 起動後以最低轉速運轉，之後通常同步升速提昇爐心流量。

四、功率運轉：電廠偶爾需在降載情況下執行定期測試，而須以 RCIR 來作功率之調整；亦即以變更 RIP 之轉速來完成。

五、不正常運轉：在一些不正常條件下，RIP 可能會停轉或降速；在下述事件時，再循環水流量控制系統(RFC)會送出一信號而使 RIP 自動回退(Runback)：

※ 個別 RIP 之再循環泵馬達冷卻水(RMC)出口溫度『高-高』High-High 達三選二之條件時，泵會回退至最低速，並在六秒後由 RIP ASD 跳脫 RIP。

※ 其他會造成 RIP 回退或跳脫之條件請參閱再循環水流量控制系統(RFC)。

※ 每台 RIP 之馬達殼底部裝有制轉裝置 Anti-rotation Device (ARD) 以防止泵之反轉，也防止在正常運轉時當其中一台停轉後因回流水而反轉。

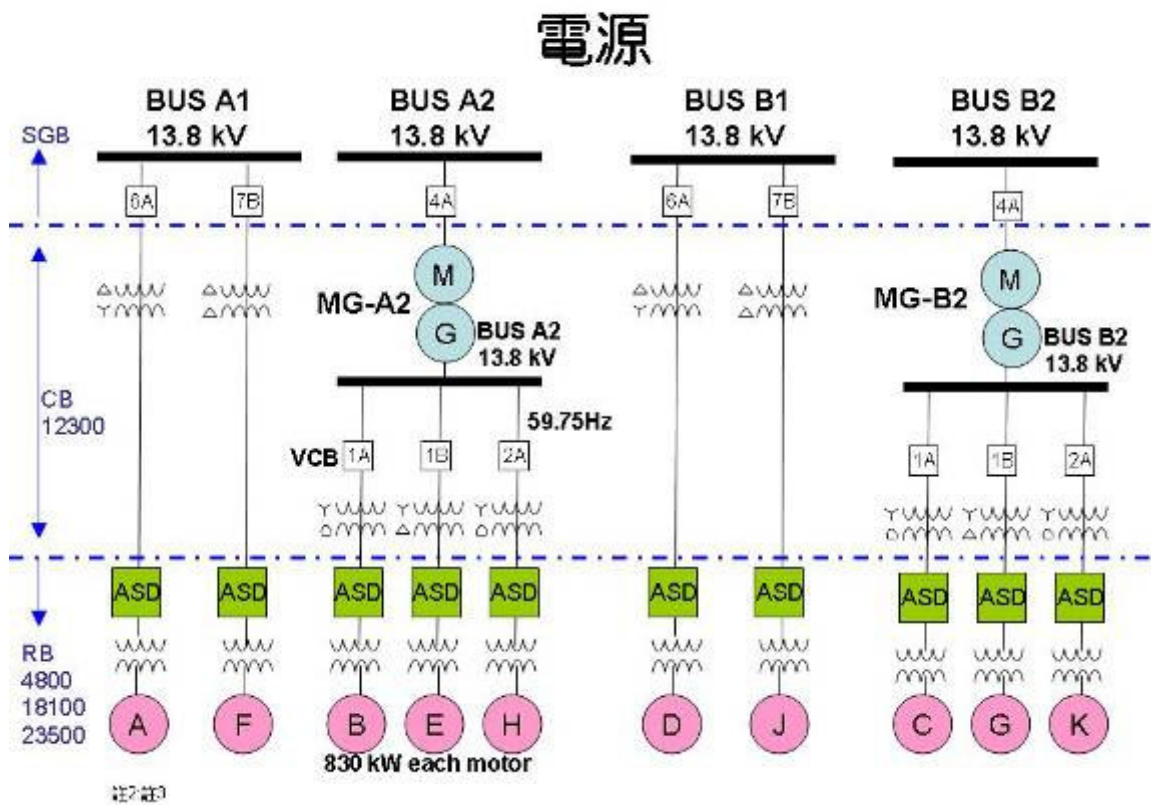
六、停轉

系統停機操作基本上為起動之相反程序，所有爐內泵於反應爐未達穩定之冷停機之前都不會完全停轉。

二、再循環水系統泵驅動器 ASD

本廠 ASD 設備由日本 TMEIC 公司承製，TMEIC 公司全名為 Toshiba Mitsubishi-Electrical Industrial Systems Corporation 係為東芝與三菱公司合資成立，奇異 GE 公司將此系統交由東芝公司承包，再由 TMEIC 公司研發組裝。TMEIC 製造 ASD 工廠位於東京東芝府中事業（Toshiba Corporation Fuchu Complex）所內，府中事業所設立於 1940 年，員工約 9600 人，所內佔地面積約 655000 平方公尺。此行至日本東芝公司監造 ASD 備品及問題討論，皆於府中事業所進行。

中壓電源經由輸入變壓器降壓至三相交流 1025V-60Hz 後，做為 ASD 輸入側電源，經電力電子迴路變頻變壓（VVVF）轉換後，滿載時電壓輸出為三相 2964V，最大輸出電流 243A，運轉頻率範圍 15.3~49.4Hz，總容量為 1250kVA，單線圖如下圖所示，綠色方塊即為 ASD 驅動器。



再循環水系統 ASD 性能規格如下所示

Control system: V/F control

Equipment rating:1250kVA-2.964 kV-243A

Over load:150%-10s

Over current:200%-Inst.

Power supply

Main: AC 1025V-60Hz-3 phase

Control: AC 120V-60Hz-1 phase

DC 125V

Space heater AC 208V-60Hz-3 phase

Lights & outlets : AC 120V-60Hz-1 phase

Motor rating : 4P-830kW-2.964kV-222A-1450 rpm-49.4 Hz

C81 系統 MG set 比較		
	龍門電廠	柏崎-刈羽電廠 6 號機
設備供應商	西門子及 AvK	東芝
機組配置方式	縱向串列式	平行並列式
發電機電壓	13.8 kV	6.9 kV
發電機容量	5100 kVA	5100 kVA
發電機極數	6	6
飛輪裝設位置	發電機自由端(NDE)	發電機與馬達連軸端(DE)
馬達額定電壓	13.2 kV	6.9 kV
馬達規格	3800 kW	3800 kW
轉速	1195 rpm	990 rpm
馬達滿載電流	199A	399A

三、ASD 備品測試：

核火工程處與民國 99 年 7 月，向 GE 訂購 ASD 備品共計 98 項，總金額約 505 萬美金。爲了確保新訂購品品質及與原 ASD 相容程度，有必要進行測試。於是以本年度出國計畫第 206 號，前往東京東芝公司監造及測試備品零件。

監造測試備品零件共安排 6 個工作日，自 11 月 23 日起至 11 月 26 日，另自 12 月 2 日至 3 日。中間 11 月 29 日至 12 月 1 日共 3 天的時間，前往柏崎-刈羽電廠 6 號機實地觀摩年度維修工作。有關此部份報告，於後面章節詳述。

測試工作完全於東芝府中工廠內進行所有定購備品的測試，因廠內不能拍照，僅能於廠房外留影，如文末附件，測試儀器如文末附件。

四、問題討論

問題 1:ASD 備品問題

問題說明:除了已訂購備品測試工作，然而本次出差任務另一重點為備品短缺問題。本廠原需求品項為 152 項，但實際購得品項僅 98 項，其中相差數目，為 ASD 系統控制電路卡片種類數目。GE 公司在採購合約(M8749911M00104)上表示控制電路卡片報價並未得到東芝方面的回應，故本次訂購並未包含控制電路卡片。本變頻式馬達驅動設備製造於西元 1999 年，至今已購置超過十年，且 ASD 設備當初並未提供電路控制卡片備品，一旦控制卡片故障，必需視故障情形將 RIP 馬達停止運轉。如此可能衝擊建廠測試進度。因此，在府中工廠工作期間，與製造 ASD 相關部門同仁商討備品短缺問題。東芝公司表示：龍門電廠採用之爐內泵驅動器控制電路板，出廠已超過 10 以上，相關零組件大多已不再生產，若重新開模訂製，重製成本將非常高昂。相較於本廠 ASD 設備整體更新，成本也許將更為低廉，且採用更為進步的軟、硬體零件。針對此議題，東芝提出兩種改善方案供本廠參考，兩種方案皆有預算價格。

當 ASD 於運轉期間發生故障，可切換至後備系統繼續運轉，原故障系統可線上更換故障零件。但換裝下來的故障品維修管道則尚未建立，必需與東芝公司洽談後續支援維修的管道。

回覆：ASD 設備屬核能工業相關產品，對於此類產品的海外輸出，日本政府法律有嚴格限制。建議台電與東芝共同透過上層政府如經濟部、行政院與日本對應政府機關溝通，讓日本政府同意台電與東芝間的商業協議。並承諾東芝公司可率相關製造、設計部門人員至龍門電廠說明兩方案的進行方式。會議中，東芝公司提供目前 ASD 備品零件的供貨狀況共 5 頁，其中藍色標示者，為已停產項目；黃色標示為有代用零件項目。

2011 年 1 月，本廠已非正式的方式通知東芝公司聯絡人:邱 海星(Kaisei Oka) 先生，於農曆年後擇期開會討論本案。東芝公司 邱先生表示:需要時間準備資料，確定時間將再另訂。

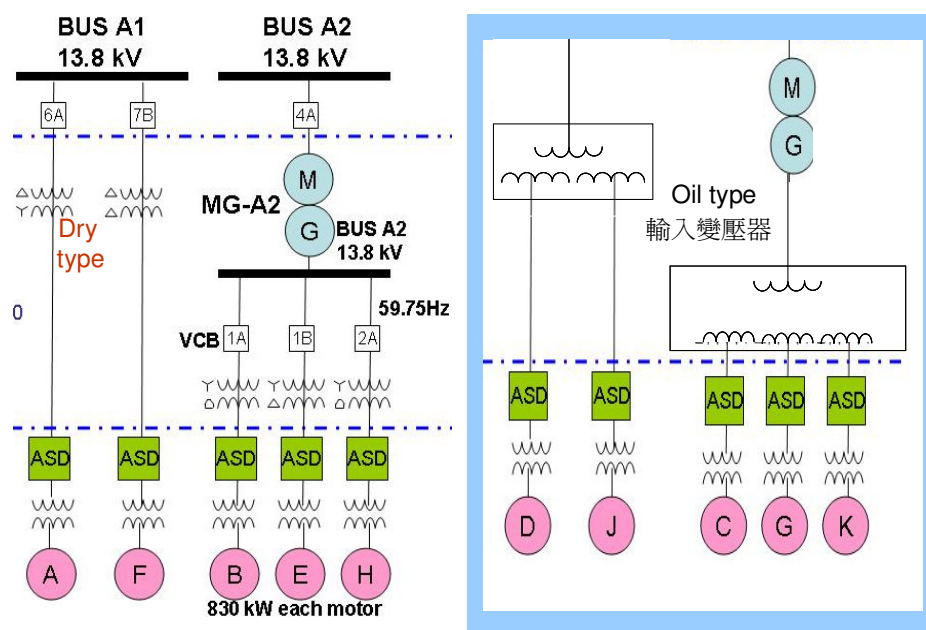
問題 2: 龍門與柏崎刈羽電廠 ASD 輸入變壓器型式差別

問題說明: 龍門電廠與柏崎刈羽電廠皆採用東芝提供之 ASD 驅動系統, 此系統中以輸入變壓器將中壓電壓降至 1025VAC 後, 做為 ASD 的輸入電源。在奇異 GE 的配電設計, 是以 10 台乾式變壓器做為降壓變壓器(step-down transformer), 做為 ASD 的輸入電源設備, 以露天方式裝設於控制廠房樓頂。

因屬乾式變壓器, 其絕緣介質為變壓器週遭環境空氣, 變壓器線圈絕緣程度受近海天候影響十分顯著。民國 99 年度, 本廠進行 1 號機 C81 系統施工後測試(PCT)、試運轉測試(Pre-op) 及 FIV 測試期間, 經常遭遇天候不佳, 環境溼空氣侵入變壓器線圈, 絕緣程度低下; 變壓器箱內雖有加熱器, 但所設計加熱功率不足, 無法有效趕出濕氣, 變壓器無法受電加壓, 影響 C81 系統 ASD 起動測試時程。造成每次變壓器加壓前, 需先確定變壓器線圈絕緣程度。

曾至柏崎刈羽電廠參訪的前輩表示, 該廠所採用之輸入變壓器為油浸式, 即繞組線圈是浸泡於絕緣油中, 可有效隔離濕氣, 維持絕緣程度的穩定。

回覆: 東芝設計部門人員福岡 朋之(Tomoyuki Fukuoka)及名取 秀(Suguru Natori)先生, 他們表示: 柏崎刈羽電廠輸入變壓器型式與龍門電廠不同, 參考下方附圖, 藍色粗框內為柏崎刈羽電廠 ASD 供電方式。該廠採用雙繞組及三繞組變壓器, 將電力配送至下游 ASD。如此的设计, 使變壓器容量將為龍門電廠的兩倍至三倍, 變壓器於高容量的運作模式下, 變壓器將需要更佳的散熱能力, 故採用油浸式變壓器。絕緣油不但可隔離濕空氣, 配合循環油泵, 強制產生對流循環, 提高散熱能力。



龍門電廠

藍框內為柏崎刈羽電廠

問題 3: MG set、control system、Generator AVR 運轉經驗、改善經驗

問題說明:龍門電廠 MG set 為供電至 ASD 輸入變壓器之旋轉電機,由西門子公司(Siemens)提供這組設備。此套設備亦遭遇 ASD 相同的備品短缺問題,包含 PLC、連軸器耗材、潤滑油系統及及 AVR 備品,國內均無原廠代理商,亦無貿易商可辦理進口。倘若設備故障,將先行以 2 號機為備品來源。但長遠來看,仍需補足設備零件。

MG set 搭配之自動電壓調整器 SE2 為 redundant 式,意即其中一台 AVR 故障時,可立即自動切換至備援 AVR,使 MG set 可繼續運轉而不致跳機。職曾在網路上搜尋 AVR 備品,原德國製造商 AvKSEG 已被收購合併,並已不再生產此產品,當 SE2 內的控制卡片故障時,將無法自動切換至備援或誤動作,造成 MG set 不預期跳機。

回覆:柏崎刈羽電廠 6 號機的 MG set 及相關設備亦由東芝公司提供,AVR 及 PLC 系統皆已運轉多年,但因建廠初期即採購備品,所以沒有備品問題,且若設備故障,可直送東芝公司維修,沒有備品零件問題。相關備品則由東京電力公司負責採購備品,東芝公司負責年度檢修維護工作,料件則由東京電力公司提供。東芝公司另表示,若龍門電廠 MG set 系統需要更新時,東芝公司可提供技術及設備的支援。

問題 4: RIP-ASD 維護工作

龍門電廠 RIP-ASD 已移交至電廠,由電廠進行維護工作。對於此設備的維護工作內容,東芝原廠設備文件僅有粗略的文字描述,本廠人員並未實際操作。維護內容主要包括如下:

- 1)C0/C1/C2 控制電路板維護
- 2)電力盤 Rectifier/GTO 模組、電容盤、電抗盤、輸入輸出變壓器維護
- 3)光纖導通功率測試

五、參訪柏崎刈羽電廠

柏崎刈羽電廠(Kashiwazaki-Kariwa)隸屬於東京電力公司(TEPCO)，其廠內共有 7 部機組，其中 6 號機及 7 號機與龍門電廠相同，反應爐為 ABWR 型。全廠總發電量為 764582 GWh。

機組	毛裝置容量 MWe	淨裝置容量 MWe	反應器型式	類別	反應器供應商	建造日期	併聯日期	商轉日期
1	1100	1067	BWR	BWR5	東芝 Toshiba	1980-06-05	1985-02-13	1985-09-18
2	1100	1067	BWR	BWR5	東芝 Toshiba	1985-11-18	1990-02-08	1990-09-28
3	1100	1067	BWR	BWR5	東芝 Toshiba	1985-06-20	1992-12-08	1993-08-11
4	1100	1067	BWR	BWR5	日立	1990-03-07	1993-12-21	1994-08-11
5	1100	1067	BWR	BWR5	日立	1985-06-01	1989-09-12	1990-04-10
6	1356	1315	ABWR	--	東芝/ 奇異	1992-11-03	1996-01-29	1996-11-07
7	1356	1315	ABWR	--	日立/ 奇異	1993-07-01	1996-12-17	1997-07-02

KK 電廠大門處，人、車戒備十分森嚴，均需配帶識別證及出示車證後，才能通過。大門照片如附圖。

此出國計畫預算科目並未包含”實習”課程預算，僅編列洽公行程，所以此行僅能以觀摩方式討論維護工作內容，不能實地接受原廠指導演練。柏崎 -刈羽電廠 於 99 年 10 月底至 12 月間，是 6 號機進行年度檢修，RIP -ASD 亦將進行檢修。本廠透過東芝公司與東京電力公司聯繫，獲得進廠許可，方有機會進入日本電廠參訪觀摩。

進入電廠的參訪路徑為：

- (1) 柏崎 -刈羽 6 號機 ASD 輸入變壓器區，露天方式置於廠房屋頂。因採油浸式，未增設額外遮風避雨結構。
- (2) RIP -ASD 設備區：地下一層，ASD 盤體為深灰色。
- (3) MG -set 區
- (4) 主控制室
- (5) 展覽館

當 ASD 進行測試工作時，需自 C1 盤及 C2 盤將 8 個運轉狀態輸出至波形紀錄器，以確認系統運作情形。

RIP-ASD 共為 10 台，每當一台 ASD 量測完成後，必須迅速轉移位置到鄰台 ASD 量測，拆裝多芯信號 cable 耗時費力；爲了提高測試效率，東芝將波型紀錄器信號輸入端與 ASD 輸出端互聯處，改設快速接頭，並留置一截信號線於盤內，該接頭爲 Tyco 公司製 metrimate 系列產品。本廠將模仿該廠模式，裝設類似測試線，以改善測試效率。此外，東芝公司對於 ASD 盤組件測試有一整合測試平台如附圖，包括波形記錄器、功率計、電源供應器、示波器等，也可提升 ASD 測試工作效率，本廠也將進行規畫購製此系統。

雖然本次參訪重點爲 RIP-ASD 設備，而我們亦要求東芝協助，安排參訪 MG-set。該廠的 MG set 排列方式與龍門不同，KK 電廠爲兩台並列式的配置，也就是兩台 MG set 轉子爲互相平行的排列；而龍門電廠的 MG set 爲一直線串列式排列。MG set 有裝設慣性飛輪，龍門電廠的 MG set 裝置於發電機自由端(Non Drive-end)，而 KK 電廠則裝設於連軸端(coupling-end)。該廠的 MG set 亦由東芝公司提供，容量規格與龍門電廠接近。

GE 設計本廠廠房時，並未將 MG set 置放空間設計入任一廠房內，最後在控制廠房(control building 北側平面層 EL. 12300，以不鏽鋼浪板增建鐵皮屋，名稱爲 CBA(Control Building Annex)，但未考量 MG set 維護空間及起重吊具，造成年度拆解維修時，必需拆解鐵皮屋屋頂，以廠房外部的移動式吊車將整組 MG set 吊出，吊車起重能力至少需要 70 公噸，但現場並無足夠空間置放 70 公噸級以上的吊車。此問題已以現場問題報告(FPR)提出，目前爲止尚無解決方案。KK 電廠雖無起重吊車但有考量維護工作的需要，加大廠房空間，可順利拆解檢修 MG set。

參、心得及感想

1. 自從參與龍門 1 號機儀電類測試工作以來，東芝公司所提供之軟硬體讓我們留下很好的印象。設備硬體而言：出廠品質可靠；就軟體而言，人員專業程度及敬業態度，和他們共事，會感到可靠及信賴，這是值得學習的地方。
2. 東芝工程師在做測試時會有如行雲流水班順暢，台電人員事先對於測試程序書的研讀及瞭解程度就顯得相當重要。有些測試因事前未看過測試程序書，以致在參與測試時只能對照他們有無依程序書執行，無法進一步瞭解相關技術。
3. 東芝公司在測試盤面時會自製小工具方便測試，不但加強測試準確性也縮短了測試時間。日後若能試運轉期間，開發一些小工具用在測試上，能夠更有效率。機組運轉中若發生故障，也能縮短查修時間。
4. 東芝現場技術人員工作服材料是抗靜電材質，可避免操作人員不慎破壞電子設備。

5. KK 電廠內廠內主控制室及部份走廊甚至鋪設地毯，環境十分清潔。
6. 本廠與 KK 電廠同為 ABWR 型機組，可安排定期交流維護經驗或參訪，促進文化與技術間的交流。

肆、建議

1. 本廠採用之 RIP-ASD 變頻驅動器在日本已停產，已不再生產關鍵性備品，將為日後本廠維護工作的盲點。KK 電廠於運轉初期即已與東芝簽訂維護合約，可將故障品送回東芝公司協助故障排除，在短時間內了解故障肇因。台灣東芝則無此技術服務能力，仍需將故障品送回日本檢修。本廠可參考 KK 電廠方式，與東芝公司共同討論建立技術支援管道，縮短停機時間、增進機組運轉品質。
2. 未來龍門核電廠規畫新機組時，應避免 1、2 號機的設計缺失再度發生。系統設計時，應以維護、運轉人員的需要為設計目標。尤其應以維護操作工作空間及維護吊車做為首要考量，設計圖面應會審運轉、維護部門。
3. 龍門廠設計公司 GE 採分包方式採購設備，生產國別包括歐、美及日本，設備規格有英制及公制，造成公制設備接口，但管線為英制。如此產生許多系統介面及整合問題，耗費台電公司許多人力與資金處理，造成商轉時間一再延後。建議公司考慮採用統包制。
4. 儀電工作人員工作服應選用抗靜電材質，可避免工作人員身上所附著之靜電影響儀電設備，造成設備誤動作。

伍、附件

11/24 (水)

TPC ASD来客 対応スケジュール (案)

同席者：TMEIC 中川、高岡、[原I設]名取、[原営海]丘、高田 計五名

集合時間： 9:15

集合場所： JR 北府中駅 改札口

緊急連絡： 090-5506-4066 (丘)

時間	場所	内容	対応者
09:30		御到着	
09:30~09:50	ゲストハウス #13	(府) 紹介(DVD) 簡単な製品紹介とプラットフォーム紹介	府中総務 (丘、日中通訳)
10:00~10:20	#46	パワエレ製品製造部門	[PEP]
10:30~10:50	#48	発電制御システム製造部門	[発シブ]
11:00~11:20	#28	エレベータ板金製造部門	(TELC)
11:30~11:50	#25	電気機関車製造部門	[交シブ]
12:00~13:00		昼食	中川、高岡、名取、丘、高田 計 5名
13:00~15:00		ASD定期点検時の準備及び注意事項 ASD製造中止部品についての考え方 (TPC質問事項への回答) 技術的な討議(フリートーク形式)	中川、高岡、名取、 交流は書面を出すか?
15:00~15:10		休憩	
15:10~15:40		東芝よりTPCへの購入促進の提案 質疑応答	名取
15:40~16:00		K-6 見学説明	丘

圖 1、問題討論當天行程

3.1.3 Recommended Replacement Periods for Parts

Rectifier Panel

The meaning of the marker is shown to last page.

◇ stands for a serial number.

Device	Parts name	Type form	Number	Replacement (Period years)
REC◇	RECTIFIER MODULE	Thyristor :SF1500GX22(P-N) etc.	3	15
ZLA◇	SURGE ABSORBER	ERZ-U31JP252H	1	10-15
FU◇	FUSE	15-CA-URF-100 MICRO SWITCH(MC 3E 2-5 BS)	3	5-7
DS◇	DISCONNECTING SWITCH	F10 3P AUX.CONTACT(WLCA250VDC-0.4A)	1	15
PT◇	POTENTIAL TRANS.	VT-E1EP1 1025/110V-2*200VA	2	15
CT◇	CURRENT TRANSFORMER	ECT-40S-1026-1000/5A	2	15
		ECT-40C-5/5A	4	15
PWB◇	CONTROL BOARD	ARND-0302A (OC-DET)	2	10-15
LB◇	LAMP	TSPH-DC110WB(S)	1	5-7
LB◇	LAMP	TSPH-DC110BLB(S)	2	5-7
DRS◇	DOOR SWITCH	ABN 211 10A (Black) 1a-1b	3	10-15
LS◇	LIMIT SWITCH	Z-15GW2 250V-15A	2	10-15
THS◇	THERMAL RELAY	TRSI-45BPR02-PT3/8	1	15
		TRSI-50BPR02-PT3/8	1	15
SH◇	SPACE HEATER	AC200V- 80W 50Hz/60Hz	2	15
		AC200V-160W 50Hz/60Hz	1	15

主屋中止

● 代用品

Inverter Panel 1 or 2

◇ stands for a serial number.

Device	Parts name	Type form	* Number	Replacement (Period years)
INV◇	INVERTER MODULE	GTO:SG3000GXHZ4(P-N) et al.	3	15
CT◇	CURRENT TRANSFORMER	ECT-15S-T1016 750/5A	2	15
		ECT-100AU 5/5A	4	15
X◇	REACTOR	F-17(N) 5.0uH-650A	1	10-15
C◇	CAPACITOR	RG12X207JAXZBT	1	10-15
SR◇	DIODE	200EXG13(P-N)	1	10-15
RT◇	RESISTOR	MLS30F400KNX900HZZ	8	10-15
HCT◇	HALL EFFECT CT	NNC-10AGSB 1500A/4A	2	10-15
PS◇	POWER SUPPLY	HI-1200N	1	7-10
PWB◇	CONTROL BOARD	ARND-2579A (GOE-R)	3	10-15
		ARND-2589A (GOE-L)	3	10-15
		ARND-2578A (GDRV-R)	3	10-15
		ARND-2588A (GDRV-L)	3	10-15
DRS◇	DOOR SWITCH	ABN 211 10A(Black) 1a-1b	3	10-15
LS◇	LIMIT SWITCH	Z-15GW2 250V-15A	2	10-15
THS◇	THERMAL RELAY	TRSI-45BPR02-PT3/8	1	15
		TRSI-50BPR02-PT3/8	1	15
SH◇	SPACE HEATER	AC200V- 80W 50Hz/60Hz	2	15
		AC200V-160W 50Hz/60Hz	1	15

*The number is for each panel

附表 1 of 5、ASD 備品停產及代用零件表

Controller Panel Common

◇ stands for a serial number.

Device	Parts name	Type form	Number	Replacement (Period years)
K◇	RELAY	MY4ZN-D2-AP5 DC100/110V	75	5-7
	RELAY	MY4ZN-D2-AP5 DC24V	50	5-7
	FLICKER RELAY	AUF1-1CS	1	5-7
	ANNUNCIATOR RELAY	RA3D1	2	5-7
	RELAY	MM2XP 24VDC-2a2b	2	5-7
	RELAY	MM2XP 100/110VDC-2a2b	1	5-7
ZLA◇	SURGE ABSORBER	C325100 0.84W-120VAC	4	10-15
	SURGE ABSORBER	C-5A3 0.72W-53VAC	2	10-15
	SURGE ABSORBER	SA168-R-220V	1	10-15
T◇	TIMER RELAY	H3CR-A8 DC110V	2	5-7
DRS◇	DOOR SWITCH	ABN 222 10A(Black) 2a-2b	1	10-15
S◇	SELECT SWITCH	TS3ACE-T1A HE-6C	1	10-15
	TOGGLE SWITCH	S-6A	2	10-15
	PUSH BUTTON SW.	ABN 222 10A(Black) 2a-2b	1	10-15
	PUSH BUTTON SW.	ABN 122 10A(Black) 2a-2b	4	10-15
BZ◇	BUZZER	BZ-17-110DC	1	10-15
MC◇	ELECTRO MAGNETIC CONTACTOR	C-50J 200V-60Hz 2a-2b	1	5-7
DV◇	VOLTAGE RELAY	SDV-FH2 AC/DC10-300V	2	7-10
ANN◇	ANNUNCIATOR	ATRE-H5C (Red)	4	10-15
	ANNUNCIATOR	A0NE-N4C (White)	1	10-15
	ANNUNCIATOR	A0NE-N4CXB (Blue)	3	10-15
ELD◇	DISPLAY	GP-430 DC24V	1	10-15
SH◇	SPACE HEATER	AC200V-160W 50Hz/60Hz	1	15
CON◇	OUTLET	DC1111E(W) 125V-15A	1	10-15
LB◇	LAMP	LW 100V-60W	1	5-7
PWB◇	CONTROL BOARD	RPBX-0338B (GR-DET-B)	1	10-15
	CONTROL BOARD	RPBX-0339A (CB-VF-B)	2	10-15
	CONTROL BOARD	RPBX-0328A (ISO-B)	2	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2591A (P9CN)	2	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2592A (P25CN)	1	10-15
PWB◇	CONTROL BOARD	ARND-2585B (IGP)	4	10-15
IGPU	MOTHER BOARD	ARND-2586A (IGP-J)	1	15
PWB◇	CONTROL BOARD	ARND-2580B (CHG)	3	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2581B (ITF)	2	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2583B (PSM)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2584B (DPS)	1	10-15
CNTU	MOTHER BOARD	ARND-2582A (CHG-J)	1	15

附表 2 of 5、ASD 備品停產及代用零件表

Reactor Panel

◇ stands for a serial number.

Device	Parts name	Type form	Number	Replacement (Period years)
X◇	REACTOR	HDR DC1200V-1170A-3.2mH	1	10-15
TIS◇	DIAL TYPE THERMOMETER	M4-GS-S (0-200℃)	1	10-15
DRS◇	DOOR SWITCH	ABN 211 10A (Black) 1a-1b	3	10-15
LS◇	LIMIT SWITCH	Z-15GW2 250V-15A	2	10-15
SH◇	SPACE HEATER	AC200V- 80W 50Hz/60Hz	2	15
		AC200V-160W 50Hz/60Hz	1	15

Capacitor Panel

◇ stands for a serial number.

Device	Parts name	Type form	Number	Replacement (Period years)
C◇	CAPACITOR	RG12X488RXXZYT	3	10-15
		FL12X504KAHNBA	1	10-15
		VCL-1A 0.1uF 400V	1	10-15
RT◇	RESISTOR	MLS30F103KIX900HZZ	4	10-15
		MLS15F102KNX900HZZ	6	10-15
		MLS15L400KNX900HZZ	1	10-15
		SCRW22 56 OHM	1	10-15
		SCH40 24 OHM	1	10-15
SR◇	DIODE	1200GXHH22(P-N)	1	15
X◇	REACTOR	F-17(N) 5.0uH	1	10-15
		F-17(N) 40.0uH-300A	1	10-15
THY◇	THYRISTOR	SF1500GXH22(P-N)	1	15
CT◇	CURRENT TRANSFORMER	ECT-40S-1026G 1500/5A	1	15
		ECT-40C 5/5A	2	15
		ECT-40C 5/1A	1	15
PWB◇	CONTROL BOARD	RPBX-0333B (GATE)	1	10-15
		ARND-2576A (VF-DET)	2	10-15
		ARND-2577B (CF-DET)	1	10-15
		RPBX-0328A (ISO-B)	1	10-15
PTR◇	PULSE TRANS.	MPT-61P5	1	10-15
DRS◇	DOOR SWITCH	ABN 211 10A(BlackK) 1a-1b	3	10-15
LS◇	LIMIT SWITCH	Z-15GW2 250V-15A	2	10-15
THS◇	THERMAL RELAY	TRSI-45BPR02-PT3/8	1	15
		TRSI-50BPR02-PT3/8	1	15
SH◇	SPACE HEATER	AC200V- 80W 50Hz/60Hz	2	15
		AC200V-160W 50Hz/60Hz	1	15
CON◇	OUTLET	DC1111E(W) 125V-15A	2	10-15
FU◇	FUSE	NRF5-30 250V-10A	2	5

附表 3 of 5、ASD 備品停產及代用零件表

Controller Panel 1 or 2

◇ stands for a serial number.

Device	Parts name	Type form	Number *	Replacement (Period years)
PWB◇	CONTROL BOARD	ARND-2687 (CPU)	1	10-15
	BATTERY	CR2032	1	2
	CONTROL BOARD	ARND-2561A (STD)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2565A (PHC)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2566A (INV)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2563A (PTG)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2567A (FBK)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2570A (AIO)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2562 (SIO)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2564B (DIO)	2	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2560A (HSR)	2	10-15
	BATTERY	CR2025	2	2
	CONTROL BOARD	ARND-2575A (FAN)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2573A (PA)	1	10-15
CNTU◇	MOTHER BOARD	ARND-2568A (JIJ2)	1	15

*The number is for each panel

This list is extract from "Instructions for RIP ASD Maintenance (VPF No. 6641-523-00-04)"

- The blue marker shows the spare part that production was stopped. Therefore the investigation of the replacement is necessary.
- The yellow marker shows the spare part which is not arranged in purchase order for RIP ASD spare part.
- The spare part which is not made a marker is arranged in purchase order for RIP ASD spare part. However the spare part which is attached "●" to right side become the replacement for the production stopped.
- The arranged spare part, type form and number of the spare part gives priority to purchase order for RIP ASD spare part.

附表 4 of 5、ASD 備品停產及代用零件表

Controller Panel 1 or 2

◇ stands for a serial number.

Device	Parts name	Type form	Number *	Replacement (Period years)
PSU◇	POWER SUPPLY	TF-901D 5VDC-20.0A, 15VDC-2.0A 15VDC-1.0A, 24VDC-3.0A 100VDC-2.2A	1	7-10
FAN◇	FAN	109R0812S4N03	3	3-5
MCCB◇	MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER	SS30-2P-10A (DC)	1	10-15
RT◇	RESISTOR	RS5FS 5W-150k-OHM	2	10-15
	RESISTOR	SCH40G 10-OHM 35W	2	10-15
	RESISTOR	SCH40G 1K-OHM 35W	1	10-15
	RESISTOR	SCH40G 5.1K-OHM 35W	1	10-15
D◇	DIODE	61M100 1000V-60A	1	15
C◇	CAPACITOR	PWM 250VDC-470uF	1	7-10
	CAPACITOR	PWM2D2F472 315VDC-4700uF	2	7-10
	CAPACITOR	FNX-H 200VDC-10uF	2	10-15
K◇	RELAY	MY4ZN-D2-AP5 DC100/110V	8	5-7
	RELAY	MY4ZN-D2-AP5 DC24V	52	5-7
DRS◇	DOOR SWITCH	ABN 222 10A(Black) 2a-2b	1	10-15
TR◇	TRANSFORMER	PBT4-5W561 30VA 110/38,6,6V $\Delta - \Delta Y Y$	1	10-15
	TRANSFORMER	PBT4-5W840 30VA 110/38,6,6V $Y - \Delta Y Y$	1	10-15
AXCT◇	CURRENT TRANS.	CT-1C295T 3PH-5/0.02A	4	10-15
	CURRENT TRANS.	CT-1C295B 1PHx2-5/0.02A	6	10-15
ISO◇	ISOLATOR	SVF-Z6-R 4-20mA;1-5V	3	10-15
	RESISTOR	REM 100 -OHM 0.5W	3	10-15
	ISOLATOR	SVF-5A-R 0-5V;4-20mA	3	10-15
SH◇	SPACE HEATER	AC200V-160W 50Hz/60Hz	1	15
LB◇	LAMP	LW 100V-60W	1	5-7
	LAMP	TSPH-DC024BLB(S) 24VDC (Blue)	1	5-7
FAN◇	FAN	109R0824H4D01 DC24V	2	3-5
PWB◇	CONTROL BOARD	ARND-8135A (PD18)	1	10-15
	CONTROL BOARD	RPBX-0328B (ISO·B)	2	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2571A (J31ISO)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2572A (FBK·CN)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2591A (P9CN)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2592A (P25CN)	2	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2593B (P15CN)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2594B (P37CN)	1	10-15
	CONTROL BOARD	ARND-2594C (P37CN)	1	10-15

*The number is for each panel

附表 5 of 5、ASD 備品停產及代用零件表

11/29 (月)、11/30 (火)、12/1 (水) TPC 柏崎サイト見学 対応予定

11/29 (月)

上越新幹線 16:32 東京 18:16 長岡 車名 とき 335
16:12 東京 17:52 長岡 車名 とき 333
15:32 東京 17:23 長岡 車名 とき 331
長岡ニューオータニ 夕食及び宿泊

11/30 (火)

08:30~09:30	移動 (タクシー) (60分)
09:30~10:00	東電、及び東芝建設事務所表敬挨拶 (30分)
10:00~10:30	柏崎原子力発電所概要説明 (30分)
10:30~12:00	サイト一般見学 (90分)
12:00~13:00	昼食
13:00~14:00	中操(2階)、コントロール建屋 屋上 RIP-ASD 関連機器 (60分)
14:00~17:00	原子炉建屋 地下1階 RIP-ASD 室 (180分)
17:00~18:00	移動 長岡 (タクシー) (60分)

長岡ニューオータニ 夕食及び宿泊

12/01 (水)

08:30~09:30 移動 (タクシー) (60分)
09:30~12:00 制御電源測定 11/19-11/30 (A/F号機) 定検見学(150分)
12:00~13:00 昼食 (60分)
13:00~14:00 移動 長岡 (タクシー) (60分)

東京移動

15:11 長岡 17:00 東京 車名 Max とき 330

圖 2、柏崎-刈羽電廠參訪行程

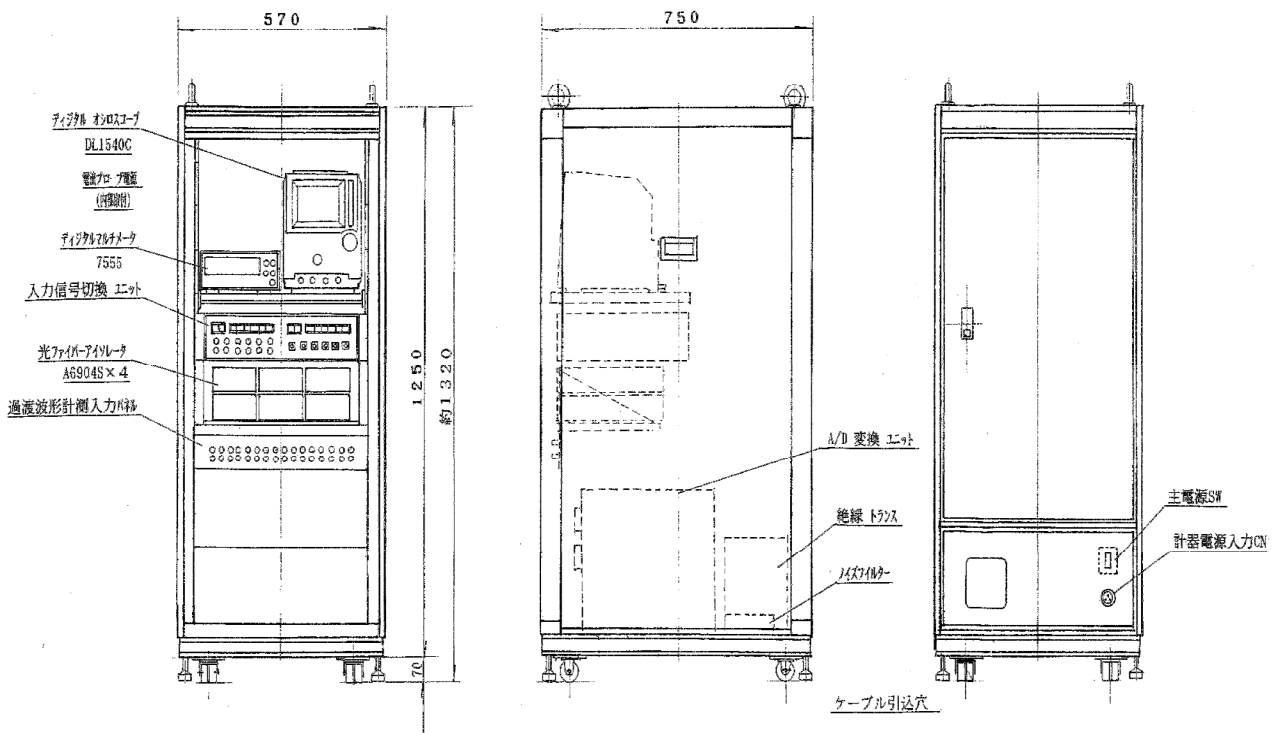


圖 3、ASD 測試平台，含紀錄器、示波器功率計及電源供應器



圖 4、前排左一:Tmeic 中川先生、左二:Tmeic 高岡先生，前排右一:東芝福岡先生，前排右二:東芝名取先生



圖 5、參訪東芝公司於柏崎-刈羽電廠辦公室



圖 6、參訪東芝公司於柏崎-刈羽電廠辦公室



圖 7、柏崎-刈羽電廠外圍參訪