

# 龍門核能電廠第十九次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國九十四年八月十一日

# 目 錄

壹、前言 .....	3
貳、視察說明 .....	4
參、視察結果 .....	5
肆、結論 .....	24
伍、視察照片 .....	26
附件一 龍門計畫第十九次定期視察計畫 .....	32
附件二 龍門計畫第十九次定期視察座談會會議紀錄.....	35
附件三 核能電廠注意改進事項 .....	45
附件四 視察備忘錄 .....	48

## 壹、前言

台電公司核四建廠工程，自今年 3 月首度將一號機 RPV 吊裝於基座後，雖然工程仍持續推進，然而像 RPV 之安裝等後續工作仍有些延宕，例如：有防範風雨功用之 RPV 頂部遮雨棚至 5 月下旬才裝設完成，而提供 RPV 側向力支撐之穩定器則遲至 6 月下旬尚未安裝完畢，使得 RPV 整體安裝工作仍未告一段落。這充分顯示除天候等外在因素無法掌控外，作業進度沒有適度的規劃掌控也是重要原因之一。另外，最近核四建廠工程顧問（提供技術人力支援）開標結果，得知仍由原廠家益鼎公司得標，但同時也透露出不少有經驗的工程師即將離開現職，這是否會影響工程品質，冀望台電公司能嚴肅對待，以確保建廠品質。

為持續引進日本核電廠品質管制方面之實務經驗，提昇本會核四建廠管制人員之視察作業品質及公信力，本次定期視察作業亦持續之前視察做法，再度透過財團法人核能科技協會(核協會)邀請日本東芝公司派遣其具核電廠設計專長之人員共同參與。

本次定期視察作業係由原能會核能管制處(七人)、核研所核四建廠安全管制支援小組(三人)與放射性物料管理局(二人)等之視察人員，再加上核協會(二人)及東芝公司專家清水建男先生，所組成之視察團隊共同執行，由原能會核能管制處賴科長尚煜擔任領隊，於 94 年 6 月 27 日至 7 月 1 日實施。本次視察分別針對土木結構施工、機械設備管路安裝、非破壞檢驗及銲接、模擬器安裝及維護規劃、施工介面及廠務管理、廢料處理系統及廠房工程等領域，共分成七個小組進行視察工作。本報告

係綜述除核廢料系統以外工程之視察情形及結果，至於核廢料系統部分則由放射性物料管理局依其作業方式辦理。

## 貳、視察說明

截至 94 年 6 月底止，核四工程實際累計總計畫進度為 60.82 % (各分項進度為：設計 95.69 %、採購 97.53 %、施工 47.29 %、試運轉 7.24 % )，目前進行之主要工程包括：核島區廠房結構工程、汽機島區廠房結構工程、核廢料廠房新建工程、核廢料隧道新建工程、進出管制及機組行政大樓工程、循環冷卻水出水道(海底隧道)工程、循環冷卻水進出水暗渠及電纜管道工程以及之前才開工之共同煙囪工程等，共計 35 項；另外即將進行之工程有：廠內低輻射廢料貯存倉庫新建工程、消防隊部及消防車庫、冷修配廠、一般修配廠及倉庫新建工程等，共計 8 項。

本次定期視察各項分組作業詳如附件一之說明，視察作業執行前，依計畫由台電龍門施工處於視察前會議中，針對核四工程進度、主結構工程施工情形及重要問題檢討等進行簡報，俾便參與視察人員對主要施工作業及配合工程能有較完整的輪廓。會議中亦就一號機 RPV 穩定器安裝準備過程提出說明，包括人員訓練及現場環境模擬演練等；另外，直接關係運轉人員訓練之模擬器，台電公司也提出維護、安裝、測試及訓練等時程規劃。會中並與相關人員進行溝通，使後續視察工作能更順利進行。視察期間所需文件及現場查證工作，均有指定相關人員提供或安排適當時機赴現場說明，以利掌握問題點。另外在視察期間，核協會所邀請之日本專家亦假核四廠召開兩次座談會（附件二）。待視察作業

完成後，援例由視察小組領隊率全體成員召開視察後會議，由各項視察相關人員報告發現供與會人員共同溝通，其目的主要排除不必要的疑慮，取得問題點之共識，使視察發現之優缺點一目了然。

## 參、視察結果

### 一、土木結構施工品質作業

#### (一)共同煙囪工程品質

1. 審查共同煙囪工程之施工計畫包含其整體施工計畫及其分項施工計畫，大致完整而詳實，特別是正進行中的場鑄基樁施工計畫及檢驗程序書其作業項目、檢驗標準、檢查方法、檢查頻率、管理紀錄等等，都已建立管理標準。且整體品質計畫亦依據公共工程委員會訂定「公共工程施工品質管理作業要點」編訂，值得肯定。
2. 整體施工計畫中有多項規定必須由專任技師簽章，例如開挖工作施工計畫書、滑動模板施工計畫書、金屬構件組立安裝施工計畫書等，經查證開挖工作施工計畫書專任技師已簽章；滑動模板施工計畫書目前送施工處審查中，但專任技師未簽章，請施工處更正承包商「台電審查同意再簽章」的錯誤觀念，要求承包商了解送審資料簽章係責任表示，勿便宜行事規避責任。
3. 滑動模板施工計畫書目前正送施工處審查中，由於本作業係持續移動之作業，並跟隨完成混凝土澆置。依施工規範 3C.3.10 混凝土之養護與保護規定，須 3 天不被太陽直接照射，以及大雨造成混

凝土沖刷之保護方式，請施工處對養護方式與保護規定之妥適性詳加審查。

4. 依整體施工計畫第 4.10.2 節規定混凝土澆置時需有完整混凝土澆置計畫之內容，但目前已完成 25 支基樁製作及混凝土澆置，均未擬定澆置計畫，建議改善。
5. 審查本工程所有程序書有關「停留檢驗點」之規定為「....乙方等候 48 小時而甲方仍未到達時，乙方則可進行後續工作。....」與施工處 LMP-QLD-003 檢驗辦法作業程序書 4.3 節停留檢驗點「...作業點，必須暫停作業，經檢驗或檢測合格後始能施行下一步作業」規定相違背，建議改善。
6. 依施工規範 2B.2.5 節規定基樁完整性試驗必須以不大於 25cm/sec 速率拉昇感應器至歸零位置（超音波檢測），查證檢驗表項目並無相關檢驗規定，而試驗時控制速率方式以手拉執行，是否對試驗結果有品質上的影響，建議澄清上述疑慮。
7. 在基樁完整性試驗中 11.3.2.7 規定，由大地及結構工程師共同判定瑕疵（Flaw）是否為影響基樁功能之缺陷（Defect）。雖然 11.1 節已定義何謂瑕疵、缺陷，但比較計畫書中參考樣圖及試驗樁進行完整性試驗後結果，有明顯牴觸樣圖情形，且認定係由超音波試驗之操作者（下包商）負責判定是否周延。建議判定方面能有更具體研判方式，或具相當程度以上之專業判定。

(二)查核品保小組工地巡查報告編號 94-013 查詢表有關「一號機汽機廠

房結構鋼柱 4307 螺栓安裝鎖緊應力」，經與經辦課及品質課討論後，仍有以下疑義：

- 1.一號機汽機廠房 EL 2500mm 有 7 根鋼柱 ( A075-C-1~7 )，每根基座由 8 根  $\psi 32\text{mm}$  之 A307 螺栓栓接，在 94 年 5 月 5 日進行安裝，安裝扭力值為 30kgf-m，但依照設計單位答覆之 CIR 所述，該  $\psi 32\text{mm}$  螺栓應採用 36ksi 之 Proof Load，其相對扭力值為 15kgf-m，安裝扭力值 30kgf-m 遠大於 15kgf-m，明顯不符安裝扭力值要求。
- 2.依照新亞公司提出的螺栓試驗報告拉力強度為 73.1ksi，依換算表換算安裝扭力值 30kgf-m 為 71.71ksi，相當接近極限值。由於安裝所施加預力為暫時狀態，待正式安裝才正式依鎖磅值鎖固，預鎖力應在彈性範圍內為宜，請檢討預鎖結果是否已超過降伏應力值，造成塑性變形。目前螺栓鬆開之處置是否符合品質要求，請檢討並建議開立 NCR 追蹤處理。
- 3.依施工規範 5C.3.5 節 Field Bolting 規定，須依 RCSC 規範規定辦理，而該規範第 8.(d) 規定 DTI 栓接鎖緊應做拉力驗證試驗，請檢討目前作業是否符合以上規範要求，若不符合請改善。
- 4.建議對鋼構廠房之安裝與施工須注意事項，應先辦理相關訓練，以維護施工作業品質。

(三)一號機汽機廠房 EL 12300mm 樓版西側，有部分牆筋之 90 度標準彎鉤錨釘於樓版內，被加工變形，雖然施工規範有允許現場加工之規

定，但應在施工處同意且不違反設計規範下，執行現場加工；另就設計規範而言，亦不應踰越其規定。建議改善事項部分有：

- 1.對現場廠商自行加工的品管，應建立預防再發生之機制。
- 2.本案鋼筋與埋板牴觸，應為鋼筋或埋板安裝錯誤所致，若是因埋板安裝過高，深入樓板內，將會影響樓板結構。因此，建議檢討發生的原因並提出改善方案。
- 3.本案經設計單位石威公司評估，判定為照現況使用，建議提出評估報告。且由於鋼筋錨釘為結構行為，請提供照現況使用之結構計算式。

## 二、管路與機械設備安裝品質作業

- 1.查看二號機位於 R/B EL-1700mm 之 RBCW 管架，編號 2E22-GUD-0412 之安裝定位紀錄，圖面水平距離需求 a 為 402mm，實際量測為 401mm，b 為 1980mm，實際量測為 1980mm，圖面高程 EL-500mm，實際量測為高程 EL-500mm，以上均在正負 50mm 可接受之誤差範圍之內。所使用之量測儀器均為皮尺、水稱及鉛錘等傳統工具。
- 2.現場查證二號機 C/B EL-1850mm 之 RBCW 管架，編號 2P21-ANC-0267 之安裝定位，圖面水平距離需求 c 為 2000mm，實際量測為 2005mm，d 為 678mm，實際量測為 675mm。圖面高程 EL1980mm，實際量測為高程 EL-1981mm。以上均在正負 50mm 可接受之誤差範圍內。

3. 現場查證二號機 C/B EL-8200mm 之 RBCW A/B/C 台泵浦及 A/B/C 台熱交換器之安裝維護保養，電氣及機械部分均有定期檢查，現場馬達 Space Heater 均使用中，惟該處地面仍有些微積水，為避免馬達受潮，建議宜儘速處理。
4. 現場查證一號機 R/B EL-8200mm RM117 ( HCU 室 )，室內溫度 24℃，在要求溫度 40℃ 之內；相對濕度 80%，亦在要求相對濕度 90% 之內，均符合要求。複查以往紀錄，發現其室內相對濕度曾達 92%，略高於可接受值，研判係受連日豪雨之影響。查看 1C12-P-0001A/B CRD 泵之維護保養均正常，馬達均有通電加熱，發現 1C12-P-0001A 泵馬達之絕緣值由 5 月 27 日之 2000MΩ 降至 6 月 27 日之 1300MΩ，1C12-P-0001B 泵馬達之絕緣值由 5 月 27 日之 2000MΩ 降至 6 月 27 日之 1000MΩ，惟仍在可接受標準 Min. 5MΩ 以上。
5. 一號機 FMCRD 及 RIP 維護設備，該批維護設備包括：  
1F13-PLAT-0008: FMCRD Cart，1F13-PLAT-0012: Pneumatic System for UV Platform Provides Air to Cylinders/Air Motors 等約 20 件。這些設備預定安裝於一號機 R/B EL-1700mm RM233 及 RM225 維護保養室，目前已運入暫存於該二房間內。現場巡察發現均有掛執行維護保養卡，承商均依規定之保養時間維護簽卡，經辦課則依 LMP-QLD-022 設備安裝期間維護保養管制作業程序書第 3 版新修訂為至少三個月見證一次執行。惟發現地面仍有積

水，建議宜迅速處理，以免設備生銹腐蝕之事件。

6. 經查配管課業務相關之 FDDR，發現相關之解決文件為 FDI，自 92 年底即陸續開立 FDI 多件且均未結案，建議迅速尋求解決方案，以免影響整體工程進度。另外，根據不符合狀況管制作業程序書（第 4 版）第 4.7 項中之規定，主辦課簽報 NCR 並依其內容送相關單位審查，主辦課確認 FDI 經公司核准後始同意廠家據以辦理，然如前述 2P21-ANC-0267 之安裝，已根據 FDDR LT2-00027 成立 FDI-20074，但並無 NCR 追蹤。

### 三、設備維護保養與倉儲管理

#### (一) 二號機反應器壓力槽倉庫儲存查證

二號機反應器壓力槽倉庫除了放置壓力槽以外，還有反應器頂蓋、內部組件、O-ring 及二號機汽機轉子等設備。該倉庫屬於 B 級，倉庫必須防火、通風及排水良好，室溫必須維持在 5 至 48 之間，以防水氣凝結。該倉庫查核情況如下：

1. 室內照明、防火、通風、及場地清潔均符合要求。
2. 室內溫度 30 符合 B 級倉儲要求。
3. 室內各項設備之標識、覆蓋保護、密封、塗裝均良好。
4. 設備均依設備指引要求定期檢查並登錄保養紀錄。
5. 反應器壓力槽內充氮氣為 12.5kPa，符合 9.81~24.5kPa 之要求。

#### (二) 柴油機倉庫儲存查證

柴油機倉庫剛於 6 月下旬興建完成，其等級屬於 B 級。依廠家要求

柴油機儲存等級為 C 級，龍門施工處主管考量柴油機是安全有關設備而將 C 級儲存提升為 B 級儲存，此種作法可以肯定施工處人員對核能施工品質與安全日趨重視，相信施工處爾後會更落實核能安全文化。此次柴油機倉庫查核情形如下：

- 1.倉庫內部尚在整修中，因此照明、防火及通風尚未施工，倉庫未達 B 級要求。
- 2.一號機柴油機 A 台( 1R21-DG-001A )採購編號 8749011MS041A0-03，上掛有 NCR 編號 NCR-055-357，經查確認該柴油機係在卸貨時引擎受損，損壞部分為 Nozzle#L320 及#L321 及其相關管路與電氣迴路；目前 NCR 雖已成立，但未進行後續處理作業，請台電留意 NCR 處理時效。
- 3.其餘 5 台柴油機覆蓋保護、密封良好。另外，設備已依照廠家說明書建立設備維護指引及保養紀錄卡。

### (三)器材室外儲存查證

室外儲存於分類等級中屬於 D 級，主要考慮是天氣因素，器材必須墊高，不可與地面接觸，且器材必須用防雨帆布或塑膠物覆蓋，並保持通風良好。為避免空氣留滯而導致遮雨棚高溫與潮濕，排水亦需良好以減低器材銹蝕現象，目前室外儲存除了少數管節未覆蓋外，大部分均採用籠式遮雨棚，其功能優勝於帆布覆蓋，龍門施工處如此用心從事改善遮蓋方式，值得鼓勵。此次室外儲存查核是採用任意選定方式，查核情形如下：

#### 1.主蒸汽管節籠式遮雨棚 ( M30-15-6-26 ) 儲存查證

6月27日下午由材料課會同配管課人員查核主蒸汽管節遮雨棚之儲存情形，發現管節均依設備指引要求定期登錄保養紀錄，場地排水及管節密封良好，因通風較差，目視檢查結果發現管節 1B21-PSP-004、0019 及 0027 表面有生銹現象，但情況不太嚴重。

#### 2.一號機主汽機潤滑油儲存槽籠式遮雨棚 ( M30-15-6-21 ) 查證

隨後查核一號機汽機潤滑油槽 ( 容量 70800 Liters ) 籠式遮雨棚儲存情形，目視結果發現油槽 2N-34-TKN-500 之標識、密封、塗裝及地面排水均良好，且油槽均依設備指引要求定期檢查並登錄保養紀錄。

#### 3.未覆蓋管節露天查證

在中四倉庫前面之空地有二處存放未覆蓋之管節，因長久曝露於大氣，直接受到風吹雨淋，造成許多管節封蓋 ( Caps 或 Plugs ) 脫落及管面生銹等現象。抽檢反應器廠房冷卻水管節 ( 2P24-PSP-58、77、80、177 及 182 ) 內部生銹情形，結果發現管節內部銹蝕非常嚴重，請台電多加注意管節腐蝕問題。

#### 4.二號機汽機 Cross Under/Over 管節露天儲存查證

查閱駐龍門品保小組工程品質報告時，瞭解二號機汽機 Cross Under Pipe Assembly 驗收時發現管節內部有生銹現象，隨即以 RIR 要求廠家 MHI 改善，MHI 業已完成除銹改善。6月27日下午請材料課安排赴現場查核，結果發現管口均已套上塑膠套並以帆布封

住，目視外表確認密封良好。上述管節目前均未覆蓋，仍曝露在大氣中，請台電研究是否會再衍生銹蝕問題。

#### (四)B 級倉庫中一及中四儲存查證

查證中一及中四倉庫屬於 B 級結果，室內照明、防火、通風、排水及場地清潔均符合要求。在中一倉庫查核之設備為 Normal Chiller Units、AHU 及 SBGT，在中四倉庫查核之設備為 FPCU Pump、AFPC Pump 及 SBGT 之 Charcoal，情形如下：

- 1.各項設備均依設備指引要求定期檢查並登錄保養紀錄。
- 2.各項設備之標識、覆蓋保養、密封及塗裝均良好。
- 3.FPCU 及 AFPC Pump 之馬達加熱器均有送電，馬達絕緣值維持在 100MΩ 以上。
- 4.用來乾燥 AHU 及 SBGT 之 200W 電燈泡均有送電。
- 5.Chiller Water Unit 之充氮氣壓力為 11kpa，符合要求。

#### (五)現場設備維護保養及儲存查證

- 1.6 月 28 日及 6 月 30 日分別到一號機及二號機反應器廠房巡查，安裝場地器材標識及銘牌均完整清楚，承包商及相關課均依設備指引要求定期執行維護保養檢查作業，並定期登錄保養紀錄。
- 2.查證品質課之裝備、材料保養維修檢查紀錄及駐龍門品保小組之工地品質巡視報告，確認品保與品質人員均有訂定計畫定期查核設備安裝期間之維護保養作業，符合程序書 LMP-OLD-022 之規定。

3. 安裝場地器材設備防火、防塵、防撞措施、濕度及排水應比照 B 級倉庫來管制，巡查一、二號機反應器廠房 EL-8200mm 及 EL-1700mm，發現上述要求一號機比以前改進很多，二號機則還須加強改善，雖然二號機完工日期較一號機慢一年，場地應比照一號機將現場環境提升至 B 級倉庫水平。

#### (六) 建議事項

1. 請研討颱風因應及改善措施，以合理抑低颱風來襲時室外籠式遮雨棚之損壞率。
2. 請全面檢查碳鋼管節內部銹蝕情形，如發現銹蝕應予改善。
3. 將已安裝設備或暫存器材之廠房提升至 B 倉儲等級，二號機亦應比照一號機辦理。
4. 建議二號機汽機 Cross Under/Over 管節使用籠式遮雨棚覆蓋。

#### 四、非破壞檢測與銲接管制作業

##### 1. 一號機 Stabilizer Test Piece 銲工檢驗

雖然中鼎公司銲工碰刹先生於 6 月 29 日第一次銲接試件未通過 PT 檢驗，但立即於 6 月 30 日於現場進行第二次銲接試件，PT 檢驗已順利符合，並將送至天泰公司進行 Fracture and Macro Test。對於施工處接受備忘錄建議，要求中鼎公司銲工於現場環境條件銲接 Test Piece，值得肯定。

目前 Stabilizer Test Piece 銲接作業方式應可符合 NRC REG Guide 1.71 對於侷限空間下銲工檢驗之建議，希望施工處儘早完成

Stabilizer 安裝作業，以提供 RPV 足夠之側向支撐。依據汽源課提供之 Stabilizer Test Piece 銲接作業之銲接程序書（WPS No：2902-1-3-1-53，版次：0 版），PQR-021 與 PQR-023 之 Support Document（如試驗報告、非破壞檢驗報告）相互錯置，請查證原管制版文件，如確認上述情形存在，請更正。

NRC REG Guide 1.71 主要之意義在於彌補 Sec IX 中缺乏侷限空間下銲工檢驗之要求，Stabilizer Test Piece 銲接作業之結果恰能彰顯 REG Guide 1.71 之價值，日後 Core Internals 銲接可能遭遇更多類似狀況，建議施工處秉持此一原則，相信更能確保銲接作業之品質。

## 2.二號機基座垂直銲道非破壞檢測作業

視察二號機基座垂直銲道 UT 檢測作業，品質課 NDE 股及大世界公司員工均依據程序書執行相關作業。外鈹垂直銲道之初步檢測結果顯示，銲接品質均能符合施工規範，僅有 8 處含渣或氣孔之顯示，這些雖均為合格之顯示，執行檢驗之人員仍依規定據實記錄。期望汽源課汲取一號機寶貴經驗後，二號機基座組裝及銲接作業能更順利。

第一層外鈹四條垂直銲道中 RS12 與 RS13 連接之銲道 WN275 上、下端均有明顯高低落差，可能會影響後續與第二層及基鈹銲接品質。建議施工處依據 AWS D1.1-90，3.3.4 節關於 Joint Root Opening 之相關規定，執行後續銲接作業，以提供銲接品質最佳之

保障。

### 3.二號機 2T49-M4004 W-00167 銲接作業

視察二號機 2T49-M4004 W00167 銲接作業，Root Pass 之 PT 已於 6 月 21 日完成並通過檢驗，配管課及中鼎公司同仁均依據程序書執行相關作業，銲工資格、銲材領用均符合程序書。

## 五、工程設計與施工介面管理（含 SEO 組織及功能）

- 1.SEO 已於 93 年 7 月成立，目前編制有台電公司 7 人及石威公司 3 人，其餘人員尚未派駐，建議儘速完成設計顧問公司人員進駐，使得 SEO 之設置能確實有效發揮其功能。
- 2.SEO 成立後仍使用核技處程序書，為配合現場作業，應擬訂適合工地需求之程序書，目前僅研擬出 NED-H-5.1-T 程序書草案，SEO 雖已成立一年，但尚無正式發行之版本，建議應儘速完成程序書之發行。
- 3.SEO 主要是協助施工處處理 NCR/FCR 等變更設計案，在奇異及石威公司相關人員尚未進駐前，建議應擬妥變更設計儘可能於工地解決之方案，並應建立 NCR/FCR 等之追蹤機制。
- 4.施工處目前有關工程檢討項目計有：龍門計畫工程檢討、CMJG Meeting 工程管理、RPV 吊裝施工協調會、161KV 加壓進度追蹤專案會議、汽機廠房結構工程、核廢料隧道施工時程、分項工程施工檢討、各工程課與奇異、石威及日立等設計公司召開設計及施工介面等工程追蹤會議，缺乏整體工程之規劃及追蹤。建議應能有整體

工程之控管機制，以強化工程管制之效能。

5. 依據 LMP-PMD-011 程序書之第 6.2.2 所述之表 PMD-011-06 施工概況表，查閱 93 年 12 月至 94 年 5 月執行情況良好；另查同時段之 PMD-011-05 重要資源運用情況季報表，該表與現行陳報方式完全不同，僅汽源課依現行要求陳報，請檢討程序書的適用性，並修訂之。
6. 施工處迄今開立 383 件 NCR，已處理 291 件，待處理尚有 92 件。施工處為有效處理 NCR，於 3 月起每月定期召開追蹤會議，參與會議者有核技處、核安處、核火工處、GE 及 S&W 等，有效加速處理廠家長久未回應之 NCR（如 Flowserve），施工處能以積極態度處理 NCR，值得肯定。
7. 廢料廠房電氣盤面使用 PVC 電纜，不符初期安全分析報告書（PSAR）之承諾，電氣課於 92 年 5 月進料驗收時開立 RIR（Receiving Inspection Record）要求廠家處理，該課並持續追蹤後續處理情形。由於需更換電纜線材且 NCR 管制追蹤較 RIR 嚴謹，建議依「LMP-MTD-013 外購器材驗收作業程序書」之 6.4.6「驗收時若發現有 Defect 時，則須另簽發 NCR 處理，---」開立 NCR，以利後續追蹤。
8. 現場變更設計 FCR（Field Change Request），施工處迄今開立 233 件，已處理結案 226 件，尚有 7 件待處理。查閱 FCR 編號 HYD-219 石威公司同意變更並發行新版圖面（06888-0Y41-S5551 Rev.7），查核榮工公司圖面使用情形，其舊版圖面已依規定回收並改用新版圖面。

另外，查閱 FCR 編號 HYD-218 中興公司同意變更並發行 DCN ZW-023，榮工公司已依規定使用 DCN。FCR 之處理時效及執行情況良好，惟發現經辦課有使用舊版表格，經辦課應確實使用新版表格，避免使用舊版文件。

## 六、模擬器維護、安裝及測試規劃作業

- 1.查閱模擬器安裝工程之器材檢驗表，在不同日期、品名及編號等之鍍鋅檢驗報告資料中，其鍍鋅量檢測值均相同，請澄清說明其檢測值是否正確。
- 2.模擬器安裝工程，經現場巡查，其盤面安裝及定位檢驗均依程序書執行。現場施作高架地板及天花板，惟控制室之照明設備可能無法於觸控面板安裝前完成，對於日後安裝照明設備時，應考量觸控面板之防護措施。至於未來模擬器先行安裝完成使用，但訓練中心尚在施工，部份設施（如消防設備）尚未完工之狀況，建議施工處應規劃替代方案。
- 3.模擬器在 FAT 所產生之 DR，理應於送抵核四工地前完成。經查在 FAT 期間台電開出 1570 件 DR，經處理完成 1228 件，尚待解決有 342 件。預定 SAT 前解決 283 件 DR，剩餘 59 件 DR 將於 Full Scope Simulator 期間完成處理。請台電公司督促奇異公司儘速妥善解決 DR 之問題。

## 七、廠務管理與工程管控

廠務管理與工程管控均為工程管理重要之一環，良好的廠務管理，才有良好的施工品質，事前建立妥善之工程管控機制，才能使各項作業順利達成預期目標。此為龍門計畫必須重視的課題。

### (一)廠務管理

本次定期視察針對廠務管理之查證，抽查一號機反應器廠房及訓練中心之執行情形，整體而言已有相當的改善。就制度面而言，三級查核制度持續有效的執行與追蹤、廠務管理相關作業程序書之建立及落實動火管制作業之執行，成效良好，值得肯定；於施工現場執行面而言，抽查一號機反應器廠房結果，廠區清潔、照明、通風良好，緊急通訊連絡設備可用，設備保護良好，電源配置箱之電線均整理整齊並關妥，RPV區域已依管制區劃落實人員機具管制。另亦發現下列事項有待改善：

- 1.有關清潔之要求，尚未依分區之基準劃分施工廠區。
- 2.訓練中心模擬器主控室已劃分為三級清潔區，但對人員管制及防止異物入侵之處理須再加強。
- 3.一號機反應器廠房 EL-1700mm 東側，RM243 內堆置許多安全相關管節，例如 1G31-PSP-98、144、158、310 等，該室目前潮濕髒亂且管節端蓋未封妥，造成生鏽未處理，影響設備組件品質，有待改善。

### (二)工程管控

針對工程管控部份之查證，龍門計畫之工程管控係分 Level □

Level □四層級管理，Level □依設計、採購、施工、試運轉四項劃分 23 小項並繪製網圖及工程進度表，由核火工處負責管控。Level □為施工部份依土木、機械、電氣、儀控，分 16 小項分別訂定工程進度表及網圖，由各承辦課每月提供施工進度予工程管理課彙整，再由工管課負責追蹤管控，並藉由每月一次之施工管理團隊會議（CMJG Meeting）追蹤各項施工進度及解決施工介面問題，對設計圖面之催促或困難解決問題則提報更高階層之龍門計畫工程檢討會處理。Level □與□為各分項工程施工之管理，由各承辦課負責追蹤各承包商進度及協調處理施工介面問題，並藉由每二週一次或不定期之專案會議進行協調溝通，協調解決相關問題，以利工作之進行。總體而言，龍門計畫已建立分層施工管控機制。

## 八、核協會視察部分

### (一)現場安全

- 1.現場有很多開口，另外鷹架類附近欄杆把手等，設置不太完整，有可能造成跌落事故，宜改善。
- 2.部份地區無照明，以防止事故之觀點而言，應加強設置照明。
- 3.未來工程愈來愈多，密閉空間也愈多，應該執行氧氣濃度測定，以防止缺氧事故。
- 4.反應爐廠房最底層，ECCS Pump 等已定位，與日本核電廠比較並不遜色，但是從現場安全之觀點看來，作業完之地區，有必要將不需的器材零件等整理好。

### (二)安裝完畢設備之維護保養

1. CRD 系統的 HCU 已經定位，該房間內有上鎖管理也有濕度控制，也有防止灰塵隨工作鞋進入，管理狀況良好，每一房間之設備保養很重要。
2. 對設備安裝完畢之地區，宜防止雨水之流入等。
3. 倉儲分 A、B、C、D 等級，設備在現場安裝後，宜特別注意環境狀況，特別是電氣類之濕度管理，例如：下乾井用以安裝 FMCRD、RIP 之操作設備也有進行保養，但是覆蓋帆布對空間而言仍是屬開放狀態，屋內有部分電氣設備，應有乾燥劑等以去除水份。
4. 二號機 RPV 在專用倉庫儲存，RPV 內部也注入氮氣，外部亦有防銹漆，應無問題。

### (三) 工程管理

1. 採用 Open Top 工法，廠房工程和設備移入之時間必需密切配合，日本的作法是先作成 Master Schedule，再有各 Area 的 Sub-Master Schedule，興建廠房之包商與安裝機電之包商與電力公司召開工程會議，作成三週之作業時程進行，工程管理會議主持者為主包商，因此，在核四工地設置 SEO 有其功效。
2. 設計應早日定案極為重要，例如：現場施工之前三個月前應已確定相關設計圖面的定案，必需徹底執行這樣的計劃原則。

### (四) 設計變更管理

1. 對設計完畢者應無問題，但設計未完成者，建議進行設計變更管理及設計審查。通常設計變更管理應和同型電廠比較，對防止不符合事件

相當有效。設計審查對評估設計之妥當性頗具效用。

- 2.特別是主控室係依據美國 DC( Design Certification )設計，與 K6/7( 柏崎 ) 及 H-5 ( 濱岡 ) 不同，必須進行充分詳細的設計評估，模擬器執行運轉訓練之同時，對模擬器設計和實際主控室進行比較評估極為重要。

#### (五)今後課題

- 1.今後的階段為設備管路安裝作業、管路沖洗、電氣試驗、系統試驗、啟動試驗等各階段，建議應事先準備要領書（指引）、手順書（程序書），建議事先進行設計審查。
- 2.特別是啟動試驗階段出現 NCR 時，應以模擬器進行分析，這種執行組織架構事先建立等工作極為有效。
- 3.QA 制度係依據美國 10CFR APP.B 制訂，QA Manual 亦獲原能會核備，此表示促進龍門計畫之品質制度應無問題，如前所述，最重要的是在各階段所面臨的課題，實務上應加以確認並早日解決。

#### (六)建議事項

- 1.6 月 27 日下午巡視施工現場，發現工地現場臨時搭建之上下鷹架及部分走道，空間太狹小，部份銜接處接縫過大。以日本工地搭建標準來考量，未盡理想，仍有許多改進的地方。為避免發生工安事故，建議應針對將來可能之墜落事故之防止方面加以改善。
- 2.FMCRD（微調控制棒驅動）裝置是 ABWR 的重要關鍵設備，倉儲期間列為 B 等級儲存，現已在施工現場安裝完畢，6 月 27 日下午巡視

現場時發現該精密裝置現場，其環境管理條件未符合 B 等級條件要求。濕度和溫度控制以及空氣清潔度管制等，建議依規定做好現場管理工作。

3. 工期拖延太久，針對已安裝好之管路及機械設備之維護保養，建議應將鹽害防止措施（氯離子滲進材料內部產生 TGSCC）列為維護保養之重點工作，以確保核電廠不銹鋼組件之品質不致因施工而有劣化之虞。
4. 座談會中，針對 Flushing 之規劃及執行談得很多，事實上 Flushing 之主要目的只是去除組件或管路設備中積存之銹蝕雜物（Clad）而已，並非去除施工期間侵入之異物。其實以沖洗來去除異物是無法獲得滿意效果。對機械組件或管路而言，異物入侵或積存是很嚴重的問題，施工期間嚴格執行管制以防止異物入侵是很重要的基本要求。所以施工前務必規劃好作業管制區域及措施，而施工期間相關作業部門一定要做好管制措施，並由其他督導部門嚴格執行追查或查證工作，以落實管制。所以說『事前防止異物入侵，遠比事後想盡辦法去除要好』是最好的政策。
5. 對電氣系統設備或器材而言，放置場所的環境管理很重要，尤其是濕度和溫度的控制和灰塵滲進的有效防止都是很必要的管制措施。
6. 非破壞檢測管制方面，人員資格之管理，檢測設備檢驗，材料成份限制等之要求，均符合程序書之相關規定執行並有各項紀錄存查。查核 UT 檢測作業紀錄過程中，針對編號 GWLM-UT-9404-01 和

GWLM-UT-9404-01R1 兩份檢測報告深入查核，除符合程序書規定要求外，並將兩份報告交叉比對後，發現對於瑕疵修補作業，追蹤查核容易，對銲接施工品質易於掌握。NDE 股並針對發現瑕疵異常的銲接組件做統計分析，對於有效掌握 NDE 執行檢測現況裨益良多。

7.核四施工現場有設置 SEO 組織，其功能有助於解決施工期間產生 NCR 案件並有效整合各部門間之介面問題，對施工進度加速趕工有正面加分作用。在此，針對 SEO 有兩項建議：

(1)組織系統內增加一個技術顧問小組，聘請具有豐富實務經驗之專家（如東芝、日立）駐台，以協助台電公司解決相關問題。

(2)SEO 成立已有一段時間，惟尚未展開全面運作，應立即展開並加速運作，相信對工作進度有極大的助益。

8.反應爐之爐內組件結構物安裝，為防止異物侵入，施工前要做好作業管制區域的規劃並落實管制工作。因為安裝工期很長，為防止反應爐體材料產生 TGSCC 之虞，建議務必做好鹽害的防止工作，避免海風夾帶之氯離子滲進材料內部。

## **肆、結論**

本次視察仍就根據以往針對影響核四建廠品質之作業項目繼續進行定期視察工作，主要目的地是惕勵核四工作人員秉持專業態度，持續推展建廠進度；並藉由管制的立場嚴格監督台電公司遵守品保規定，確保核四建廠品質。最近數月以來，核四建廠工程不斷有新增項目展開，從一號機 RPV 安裝到共同煙囪之興建等，不無看出工程進度正在一點一滴

的累積，站在長期建廠過程，應俱有鼓舞作用；但相對的，設備安裝品質、施工介面及工程管控等也逐漸成為下一階段所面臨之課題。自過去曾發生的案例得知，工程的規劃掌控一直有改善的空間，而隨著土建工程進展，設備安裝的施工介面問題也日漸浮出，如何確保施工品質也是努力的目標。從最進正在安裝的模擬器規劃案表現，台電公司在此方面的努力也著實在增進，值得稱許。

綜合本次視察結果，在設備安裝、銲接檢測、模擬器安裝方面，大致能維持良好水準；然在土木結構 工程設計與介面管控及廠務管理(包括倉儲)等，仍有改善或再精進之處。依歷次之作法，涉及品質缺失部分以發行注意改進事項要求改善(附件三)，至於不直接影響品質者則以備忘錄要求防範(附件四)，對於前述各項要求，本會將持續追蹤，確實督促台電公司改善完成。



照片一 視察前會議



照片二 日籍專家與龍門施工處人員第一次討論情形



照片三 日籍專家與龍門施工處人員第二次討論情形



照片四 模擬器安裝工程現況



照片五 廠務管理現場查證



照片六 共同煙囪工程施工現況



照片七 管路與機械設備安裝施作現況查證



照片八 主蒸汽管節籠式遮雨棚儲存現況查證



照片九 未覆蓋管節露天儲存查證



照片十 視察中與龍門施工處人員討論情形



照片十一 輔助用過燃料廠房施工現況圖景



照片十二 視察後會議-視察結果檢討情形

## 龍門計畫第十九次定期視察計畫

### 一、視察人員

(一)領隊：賴科長尚煜

(二)視察人員

本會人員：石門環、姜文騰、林喬源、邱正哲、  
張國榮、許明童

物管局：劉志添、鄭維申

核研所專家：廖俐毅、楊慶威、史美嘉

會外專家：清水建夫、謝牧謙、黃圭珍

### 二、視察時程

(一)時間：94年6月27日至7月1日

(二)視察前會議：94年6月27日上午10時

(三)視察後會議：94年7月1日下午13時30分

### 三、視察項目

第一組：

(一)土木結構施工品管作業

(二)管路與機械設備安裝品質作業

(三)設備維護保養與倉儲管理

(四)非破壞檢測與銲接管制作業

(五)工程設計與施工介面管理(含 SEO 組織及功能)

(六)模擬器維護、安裝及測試規劃作業

(七)廠務管理與工程管控

第二組(廢料處理系統及廠房工程)

(一)土木結構施工作業管理

(二)品質管制作業(自主品管及台電三級品管)

(三)品質保證作業(稽查及審查功能)

(四)廠務管理

(五)現場巡視

(六)人員訓練

#### 四、注意事項

(一)視察前會議時，請提出下列簡報：

1. 核四工程現況及問題檢討
2. 模擬器維護、安裝、測試及訓練規劃

(二)請針對各視察項目指派連絡人，全程協助視察相關事宜。

(三)本案承辦人：曹松楠（TEL：2232-2146）

## 龍門計畫第十九次定期視察(核協會支援項目)時程

參加人員：原能會 石門環技正 等

核協會 謝牧謙博士

黃圭珍研究員

東芝公司 清水建男技監

6/27(一)

10:00 12:00 視察前會議

13:30 15:30 現場巡查：管路與機械設備安裝品質作業

15:30 17:00 資料整理、討論

6/28(二)

09:00 12:00 座談會：ABWR 設計及施工經驗交流

(龍門施工處、核四廠)

13:30 15:30 視察：SEO(工地設計室)視察

15:30 17:00 資料整理、討論

6/29(三)

09:00 12:00 座談會：工程設計與施工介面管理

(SEO、QA、QC、品質督導組)

13:30 15:30 (1)現場巡查：管路與機械設備安裝品質作業(#1RB、中  
船及中鼎鐸條室)

(2)視察：非破壞檢測與鐸接管制作業(NDE 股)

15:30 17:00 資料整理、討論

6/30(四)

09:00 12:00 視察：倉儲管理、倉庫巡查

13:30 17:00 與 QA、QC 討論會：QA 組織、制度及 QC 功能等

7/1(五)

10:00 12:00 視察後會議

- 原能會第十九次定期視察 -  
日本東芝公司 - 清水建男先生『工程設計及施工介面管理』座談會

一、時間：94年6月29日 上午9:00 12:00

二、地點：龍門施工處簡報室

三、出席人員： 記錄：連易棠

原能會：石門環技正

核協會：謝牧謙博士、黃圭珍研究員

東芝公司：清水建男技監

台電公司：如附簽名表

四、討論事項：

1.Q：執行從 ECCS 系統至反應爐之 Flushing 作業，如何判定 Flushing 作業已經完成？就日本經驗而言，是否可能發生異物由執行 Flushing 作業時採用之 Filter 上掉入反應爐內之情形？

A：判定原則係以時間為依據；實際上日本也經歷過上述由 Filter 掉入反應爐內及在吊上 Filter 施以清洗異物時，發生異物再掉入反應爐內之情形。

2.Q：是否亦有因異物掉入 Nozzle 而發生堵塞的情形？

A：基本上，並無這種經驗，且施工中發生較大異物掉入 Nozzle 之可能性很低。就運轉中電廠而言，曾發生鋼絲刷之鋼絲掉入反應爐內，造成燃料破損，故在有異物掉入之虞處所，嚴禁使用金屬鋼刷，而改用尼龍刷。

3.Q：施工期間，除了以大量水執行反應爐之 Flushing 作業外，是否有其他方法(如改走其他路徑)可予 Flushing，以避免焊渣等異物進入反應爐內？

A：日本之反應爐 Flushing 作法，與其說將異物沖走，不如說是除銹，故其目的係以除銹為主。可利用 ECCS 泵注入水，或將止回閥打開，接上臨時管，從止回閥以下至反應爐之間充滿水，使充入之水自由落下之方式予以 Flushing，並將避免異物進入反應爐之範圍擴大。

4.Q：東芝公司之 Engineering QMS，日本政府機關對核電廠施工階段有無要求？就試運轉階段，政府有無 Inspection 視察？

A：基本上，日本管制單位為經濟產業省下之原子力安全保安院 (NISA)，事業者為電力公司，有關 Inspection 項目、方式及週期皆有明文規定。在 2-3 年前，包括電氣事業法在內之相關核電法令已大幅修訂，日本於保安規定中規定必須將品保計畫納入，而該品保計畫要求設備、材料從設計及採購階段起即需納入規範，因此從事品保工作人員極為辛苦。以廠家而言，必須接受第三者檢查機關定期審查。另外，新聞報導若有電廠不符合事件時，就必須接受 Case by Case 之非定期 Special Inspection。

5.Q：Special Inspection 由誰執行？RPV Internal(例 CRD)所作之耐壓試壓完成後檢查，其施工、試運轉至商轉期間所作之檢查項目為何？

A：由 NISA 執行檢查。施工期間至商轉期間，以動作檢查為例，可

分 CRD、ECCS 及 Interlock 動作等三項檢查。管制單位在施工期間執行檢查之目的係為查證是否依照工事計畫書執行。

6.Q：台灣核電廠現狀，提出 PSAR、環境影響評估以取得建造許可，最後提出 FSAR 再進行 Fuel Loading 作業。(核四廠賴股長說明)

A：了解。(清水先生回答)

7.Q：日本在施工階段之甲、乙、丙三項檢查為何？

A：設備結構及耐壓檢查、Fuel Loading 前如 Flushing、RCIC 動作檢查、Fuel Loading 後檢查。

8.Q：RPV 施以設計壓力 1.25 倍之 Hydrotest 時，FMCRD 是否已安裝完成？

A：若 FMCRD 安裝完成後才作 Hydrotest，此時 RPV Housing Flange 尚未安裝，可利用臨時管路先作 Flushing。置於反應爐內之 Filter，其主要目的為施行 Flushing 除銹，如此進入反應爐內之異物便會很少。

9.Q：自 K6/K7 於 1996/1997 年商轉至濱岡#5 商轉已有 10 年，ABWR 核電廠有何重要變更與改善？

A：基本上 ABWR 有五項特徵：RCCV、RIP、FMCRD、高壓注水器強化及數位化。其中在 K6/K7，RIP 電源由 10 個變為 4 個，已電源統合化(ASD-Adjustable Speed Drive)。FMCRD 已發展為 Sealless FMCRD，無洩漏可能性(Elimination the leak protection)。數位化方面，以 Integrated Digital Control System 作到將現場狀況利用光纖

傳送至主控室。而主控室使用 A-PODIA 方式作業，特別是控制面板部份技術進步神速，且主控室之電腦化朝小型化、高速化邁進。

10.Q：日本電廠是否會將故障時之管理細節，利用不適合(NCR)情報管理系統，推廣至電廠各部門來使用？

A：這套系統為東芝公司內部系統，每一個人之個人電腦皆可使用，但未分享至電力公司。惟於東通一號機，東芝公司曾將設計有關情報予東北電力公司分享。

11.Q：從設計、製造、採購、施工至運轉階段，NCR 之量很多，請問那一階段之 NCR 量最多？如何加速 NCR 之處理？

A：設計階段 NCR 量最多。製造階段 NCR 量雖不多但較複雜。施工階段曾發生以 K6/K7 使用之程序書拿來用於其他機組，而造成不適合現象(10 年前可用，10 年後不可沿用)；其中原因為作業人員之問題，因此人員如何管理實為一項傷腦筋的事。至於如何加速 NCR 之處理，基本上應儘量不要讓 NCR 發生，再來於設計變更時要審慎評估及審查。以運轉中電廠而言，應先找出 NCR 之根本原因，找出原因後就可以加速解決 NCR；若有不明原因，可以 Mock-up 方式來追溯原因。以日本運轉中電廠為例，事先防範比 NCR 發生後之保全作法更為重要。龍門計畫為施工中電廠，不適用上述預防措施，故工程進度與 Interface 管理很重要，若這種運作流程一旦中斷，易導致整個 System 發生問題，另外設計審查也很重要，上游作好，下游就不易發生問題。

12.Q：外購設備因瑕疵，廠家無法立刻來台處理，又因龍門計畫採 Open Top 工法，形成設備已要安裝，但 NCR 尚未結案，日本方面，如何解決？

A：以日本為例，曾有柴油發電機之軸有缺陷而採用其他電廠備品、組件之通融作法，但僅限於組件而非整個設備。Open Top 工法雖可加快施工，但除非每一 Area 之所有設備皆可順利安裝後再予封頂，否則將因 NCR 尚未結案而拖延土木進度，需 Case by Case 衡量輕重得失再採取應對作法。例如日本曾因壓力試驗水壓太大，造成設備管路損毀而重新安裝事件。

13.Q：RPV Internal 要安裝，但 Over Head Crane 尚不可使用，如何處理？

A：日本當然無此經驗，但若臨時 Crane 在各方面之吊裝條件(如人員、設備)都符合要求，應可以臨時 Crane 進行 RPV Internal 安裝。在日本之運轉中電廠於大修及換燃料時，可以 Over Head Crane 執行作業，而施工中電廠應先將 Over Head Crane 完成，才能進行 RPV Internal 安裝。

14.Q：在日本 Shroud 與 RPV 一起安裝，但核四廠卻分開安裝，且 Over Head Crane 在 RPV Hydrotest 前 5 個月才安裝，請問將如將 Shroud 吊裝於 RPV 內？

A：本人了解這種情形，但個人認為不得已狀況下，只好使用一般 Crane 吊裝，但須注意該 Crane 之精度可否符合需求。

15.Q：雖早期爐內結構物有在現場焊接情形，但最近幾年幾乎都在廠製階段，換言之 CRD Housing 在現場焊接？

A：本人無爐內結構物在現場焊接之類似經驗，但 CRD Housing 係在現場焊接沒錯。

**- 原能會第十九次定期視察 -**  
**日本東芝公司 - 清水建男先生『ABWR 設計及施工經驗交流』座談會**

一、時間：94 年 6 月 28 日 上午 9:00 12:00

二、地點：龍門施工處第四會議室

三、出席人員： 記錄：闕志修

原能會：石門環技正

核協會：謝牧謙博士、黃圭珍研究員

東芝公司：清水建男技監

台電公司：如附簽名表

四、討論事項：

1.Q：日本濱岡(H-5)電廠之主控制室完工時程（含安裝、測試）似乎比傳統 BWR 電廠更早，原因為何？另外，兩種型式之電廠主控制室其安裝/測試有何不同？

A：日本濱岡(H-5)電廠之主控制室完工時程較早，主要與廠家合約有關，與電廠型式無直接關連。

兩種型式電廠之主控制室均須於受電後才能進行電氣方面之測試。

主控制室於 Reactor Building 完工後即進行測試。

2.Q：日本濱岡(H-5)電廠 Start-up 測試主要檢查項目為何？

A：濱岡(H-5)電廠 Start-up 測試分成四階段（功率分別於 25%、50%、75%及 100%），部份檢查項目（如棄載、MSIV 測試等）

須會同國家管制單位檢查。

濱岡(H-5)電廠 Start-up 測試之檢查項目與核四廠大致相同，可參考相關法規。

3.Q：核電廠建造分成設計、採購、製造、安裝等項目；日本 TOSHIBA 公司建廠過程參與範圍？

A：除土木、建築等工程由電力公司發包外，機電工程部份則由 TOSHIBA 負責。

核電廠建廠機電部份分為 Engineering Procurement Construction 三階段。

Engineering：協助電力公司取得管制單位認可/許可。

Procurement：TOSHIBA 負責整體發包作業。

Construction：機電設備、管路等安裝工程須與土、建工程等承包商配合。

4.Q：日本濱岡(H-5)電廠之模組化規劃負責單位？

A：模組化規劃由 TOSHIBA 公司負責。

模組化 Size 大小依施工現場決定，並藉 3-D CAD Model 完成。

5.Q：對核電廠設計、採購、建造三時程重疊期間之看法？

A：TOSHIBA 公司原子能部門負責電廠設計，另有其它部門分別負責採購與建造，當這三項工程時程重疊時，必須靠部門間彼此訊息流通，達成共識與默契。

6.Q：與 RPV 連接系統之 Flushing 如何進行？

A：與 RPV 連接系統管路之 Flushing 水源係由 ECC/FDW 系統供水，經加壓後再沖洗 RPV 連接管路，並於 RPV 隔板下方設置臨時過濾網以過濾雜質，RPV 另有外接臨時管去除沖洗水。

7.Q：RPV 水壓測試如何配合 RPV 內部組件安裝進度？

A：若 RPV 水壓測試在 FMCRD 安裝前進行，則須以盲板封住 FMCRD 上方後執行測試。

8.Q：核能電廠管路 Flushing 是否可採用蒸汽沖洗？

A：基本上管路 Flushing 並不採用蒸汽，僅汽機養生時使用蒸汽除銹及去油脂。

9.Q：RPV、Top Guide、Core Shroud 等是否採用吊車施工？人員進出 RPV 如何管制？

A：RPV 爐內組件原則上是在工廠製造完成後再運至工地組裝，除 CRD 須進行工地現場焊接外，其餘組件僅進行組裝，並利用吊車完成吊裝作業。

RPV 開蓋期間必須在 Flange 附近設制管制站，人員進出須穿著乾淨衣服，避免異物掉入 RPV。

10.Q：日本 K6/K7 電廠之 RPV 內部組件安裝費時多久？

A：依日本電廠過去經驗約須 12 個月。

11.Q：RPV 頂部開蓋後將無氮封保護，此時 RPV 內部組件應如何防止銹蝕？

A：RPV 頂部開蓋後主要管制項目為防止異物掉落，故人員進出管

制為重點工作。

- 防止鹽害亦為重點，日本電廠於 RPV 頂部開蓋後即加設屋頂保護，並採用空調方式控制 RPV 之溫、濕度，以防止鹽害發生。

12.Q：日本核能電廠興建費時約 37 個月，臺灣核四廠施工進度卻延遲 4 年之久，試問如何有效縮短施工工期？

- A：
- 以日本 TOSHIBA 為例，日本電力公司投入龐大資金興建電廠，資金由市場取得，故成本將反應在電價。TOSHIBA 在取得建造合約後便積極與電力公司協調如何有效縮短工期以降低成本。然而，臺灣核四工程因歷經停建風波，故無法合理評估工期。
  - 日本對未來核能電廠興建已努力朝向縮短工期以降低建廠成本，並希望工期目標能下降至 28 個月。

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-94-008	日期	94年8月2日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 Tel: 2232-2146
<p>注意改進事項：龍門計畫第十九次定期視察建議改善事項。</p> <p>內容：</p> <p>一、土木結構施工品管作業</p> <p>(一)共同煙囪工程品質部分</p> <p>在基樁完整性試驗中第 11.3.2.7 規定，由大地及結構工程師共同判定瑕疵 (Flaw) 是否為影響基樁功能之缺陷 (Defect)。雖然 11.1 節已定義何謂瑕疵、缺陷，但比較計畫書中參考樣圖及試驗樁進行完整性試驗後結果，有明顯牴觸樣圖情形，且認定係由超音波試驗之操作者 (下包商) 負責判定是否周延。建議判定方面能有更具體研判方式，或達相當程度以上之專業判定為宜。</p> <p>(二)查核品保小組工地巡查報告編號 94-013 查詢表有關「一號機汽機廠房結構鋼柱 A307 螺栓安裝鎖緊應力」，建議改善事項部分如下：</p> <p>1.一號機汽機廠房 EL 2500mm 有 7 根鋼柱 (A075-C-1~7)，每根基座由 8 根 <math>\psi 32\text{mm}</math> 之 A307 螺栓栓接，在 94 年 5 月 5 日進行安裝，安裝扭力值為 30kgf-m，但依照設計單位答覆之 CIR 所述，該 <math>\psi 32\text{mm}</math> 螺栓應採用 36ksi 之 Proof Load，其相對扭力值為 15kgf-m，安裝扭力值 30kgf-m 遠大於 15kgf-m，明顯不合安裝扭力值要求。</p> <p>2.依照新亞公司提出的螺栓試驗報告拉力強度為 73.1ksi，依換算表換算安裝扭力值 30kgf-m 為 71.71ksi，相當接近極限值，由於安裝所施加預力為暫時狀態，待正式安裝才正式依鎖磅值鎖固，預鎖力應在彈性範圍內為宜，請檢討預鎖結果是否已超過降伏應力值，造成塑性變形。目前螺栓鬆開之處置是否符合品質要求，亦請檢討並建議開立 NCR 追蹤處理。</p>			

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

3.依施工規範 5C.3.5 節 Field Bolting 規定，須依 RCSC 規範之規定辦理。而該規範第 8.(d) 規定 DTI 栓接鎖緊應做拉力驗證試驗，請檢討目前作業是否符合以上規範要求，若不符合請改善。

4.建議對鋼構廠房之安裝與施工須注意事項，應事先辦理相關訓練，以維護施工作業品質。

(三)一號機汽機廠房 EL 12300mm 樓版西側，有部分牆筋之 90 度標準彎鉤錨釘於樓版內，被加工變形，踰越設計規範尺度。建議改善事項部分如下：

- 1.對現場廠商自行加工的品管，應建立預防再發生之機制。
- 2.本案鋼筋與埋鈹牴觸部分，應為鋼筋或埋鈹安裝錯誤所致，若是埋鈹安裝過高，深入樓板內，將會影響樓板結構。因此，請檢討發生的原因並提出改善方案。
- 3.本案經設計單位石威公司評估，判定為照現況使用，請提出評估報告。且由於鋼筋錨釘為結構行為，請提供照現況使用之結構計算式。

### 二、設備維護保養與倉儲管理建議改善事項

- 1.請研討颱風因應及改善措施，以合理抑低颱風來襲時室外籠式遮雨棚之損壞率。
- 2.請全面檢查碳鋼管節內部銹蝕情形，如發現銹蝕應予改善。
- 3.將已安裝設備或暫存器材之廠房提升至 B 倉儲等級，二號機亦應比照一號機辦理。
- 4.建議二號機汽機 Cross Under/Over 管節使用籠式遮雨棚覆蓋

### 三、工程設計與施工介面管理有關 SEO 組織及功能部分

- 1.SEO 已於 93 年 7 月成立，目前編制有台電公司 7 人及石威公司 3 人，其餘人員尚未派駐，建議儘速完成設計顧問公司人

## 核能電廠注意改進事項(續頁)

員進駐，使得 SEO 之設置功能有效發揮。

2. SEO 成立後仍使用核技處程序書，為配合現場作業，應擬訂適合工地需求之程序書，目前僅研擬出 NED-H-5.1-T 程序書草案，SEO 已成立一年，但尚未有正式發行之版本，建議應儘速完成程序書之發行。

3. SEO 主要協助施工處處理 NCR/FCR 等變更設計案，在奇異及石威公司相關人員尚未進駐前，建議應擬妥變更設計儘可能於工地解決之方案，並應建立 NCR/FCR 等之追蹤機制。

### 四、廠務管理與工程管控建議改善事項

1. 有關清潔之要求，尚未依分區之基準建立施工廠區之劃分。

2. 訓練中心模擬器主控室已劃分為三級清潔區，但對人員管制及防止異物入侵之處理須再加強。

3. 一號機反應器廠房 EL-1700mm 東側，RM243 內堆置許多安全相關管節，例如 1G31-PSP-98,144,158,310 等，該室目前潮濕髒亂且管端蓋未封妥，造成生鏽未處理，影響設備組件品質，有待改善。

參考文件：

## 核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-94-07-0	日期	94年8月2日
廠別	龍門施工處	相關單位	台電核安處、核四品質督導會報督導組
<p>事由：本會龍門計畫第十九次定期視察發現及建議如說明，請針對所列事項進行檢討及改善參考。</p> <p>說明：</p> <p>一、土木結構施工品管作業（共同煙囪工程品質部分）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 整體施工計畫中有多項規定必須由專任技師簽章，例如開挖工作施工計畫書、滑動模板施工計畫書、金屬構件組立安裝施工計畫書等，經查證發現，滑動模板施工計畫書目前送施工處審查中，但專任技師並未簽章。請施工處更正承包商「台電審查同意再簽章」的不正確觀念，要求承包商了解送審資料簽章係責任表示，勿便宜行事規避責任。</li> <li>2. 滑動模板施工計畫書目前正送施工處審查中，由於本作業係持續移動之作業，並跟隨完成混凝土澆置，依施工規範 3C.3.10 混凝土之養護與保護規定，須 3 天不被太陽直接照射，以及大雨造成混凝土沖刷之保護方式，請施工處對養護方式與保護規定之妥適性詳加審查。</li> <li>3. 依整體施工計畫第 4.10.2 節規定混凝土澆置時需有完整混凝土澆置計畫之內容，但目前已完成 25 支基樁製作及混凝土澆置，均未擬定澆置計畫，請改善。</li> <li>4. 審查本工程所有程序書有關「停留檢驗點」之規定為「...乙方等候 48 小時而甲方仍未到達時，乙方則可進行後續工作。...」與施工處 LMP-QLD-003 檢驗辦法作業程序書 4.3 節停留檢驗點「...作業點必須暫停作業，經檢驗或檢測合格後始能施行下一步作業」規定相違背，請改善。</li> </ol>			

## 核能電廠視察備忘錄 (續頁)

5. 依施工規範 2B.2.5 節規定基樁完整性試驗必須以不大於 25cm/sec 速率拉昇感應器至歸零位置 (超音波檢測), 查證檢驗表項目並無相關檢驗規定, 而試驗時控制速率方式以手拉執行, 是否對試驗結果有品質上的影響, 請澄清上述疑慮。

### 二、管路與機械設備安裝品質作業

1. 現場查證二號機 C/B EL-8200mm 之 RBCW A/B/C 台泵浦及 A/B/C 台熱交換器之安裝維護保養, 電氣及機械部分均有定期檢查, 現場馬達 Space Heater 均使用中, 惟該處地面仍有些微積水。另外, 一號機 FMCRD 及 RIP 維護設備, 該批維護設備包括: 1F13-PLAT-0008: FMCRD Cart, 1F13-PLAT-0012: Pneumatic System for UV Platform Provides Air to Cylinders/Air Motors 等約 20 件, 這些設備預定安裝於一號機 R/B EL-1700MM RM233 及 RM225 維護保養室, 目前已運入暫存於該兩房間內, 現場地面亦有積水。為避免馬達受潮及設備生銹腐蝕, 建議宜迅速處理。

2. 經查配管課業務相關之 FDDR, 發現相關之解決文件為 FDI, 自 92 年底即陸續開立 FDI 多件且均未完成, 建議迅速尋求解決方案, 以免影響整體工程進度。另外, 根據不符合狀況管制作業程序書 (第 4 版) 第 4.7 項中之規定, 主辦課簽報 NCR 並依其內容送相關單位審查, 並確認 FDI 經公司核准後始同意廠家據以辦理, 然前述 2P21-ANC-0267 之安裝, 已根據 FDDR LT2-00027 成立 FDI-20074, 但並無 NCR 追蹤, 請澄清。

### 三、非破壞檢測與銲接管制作業

1. 依據汽源課提供之 Stabilizer Test Piece 銲接作業之銲接程序書 (WPS No: 2902-1-3-1-53, 版次: 0 版), PQR-021 與 PQR-023 之 Support Document (如試驗報告、非破壞檢驗報告) 相互錯置, 建議查證原管制版文件, 如確認上述情形存在, 應予更正。

## 核能電廠視察備忘錄 (續頁)

2.二號機基座第一層外鈹四條垂直鐸道中 RS12 與 RS13 連接之鐸道 WN275 上、下端均有明顯高低落差，可能會影響後續與第二層及基鈹鐸接品質。建議施工處依據 AWS D1.1-90，3.3.4 節關於 Joint Root Opening 之相關規定，執行後續鐸接作業，以提供鐸接品質最佳之保障。

### 四、工程設計與施工介面管理

- 1.施工處目前有關工程檢討計有：龍門計畫工程檢討、CMJG Meeting 工程管理、RPV 吊裝施工協調會、161KV 加壓進度追蹤專案會議、汽機廠房結構工程、核廢料隧道施工時程、分項工程施工檢討、各工程課與奇異、石威及日立等設計公司召開設計及施工介面等工程追蹤會議，缺乏整體工程之規劃及追蹤，建議應能有整體工程之控管機制，以強化工程管制之效能。
- 2.依據 LMP-PMD-011 程序書之第 6.2.2 所述之表 PMD-011-06 施工概況表，查閱 93 年 12 月至 94 年 5 月執行情況良好；另查同時段之 PMD-011-05 重要資源運用情況季報表，該表與現行陳報方式完全不同，僅汽源課依現行要求陳報，請檢討程序書的適用性，並修訂之。
- 3.廢料廠房電氣盤面使用 PVC 電纜，不符初期安全分析報告書(PSAR)之承諾，電氣課於 92 年 5 月進料驗收時開立 RIR (RECEIVING INSPECTION RECORD) 要求廠家處理，該課並持續追蹤後續處理情形。由於需更換電纜線材且 NCR 管制追蹤較 RIR 嚴謹，建議依「LMP-MTD-013 外購器材驗收作業程序書」之 6.4.6「驗收時若發現有 Defect 時，則須另簽發 NCR 處理，」開立 NCR，以利後續追蹤。
- 4.查閱模擬器安裝工程之器材檢驗表，其鍍鋅檢驗報告之日期、品名及編號等不同份資料，鍍鋅量檢測值均相同，請澄清說明其檢測值是否正確。

承辦人：曹松楠

電話：02-22322146