

龍門核能電廠第三十二次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國 97 年 10 月 27 日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	2
參、視察結果.....	5
肆、結論與建議.....	25
伍、視察照片.....	28
附件一 龍門計畫第三十二次定期視察計畫	
附件二 核能工程注意改進事項	

壹、前言

依「核子反應器設施管制法」第七條及「核子反應器設施品質保證準則」規定，核子反應器設施經營者應建立符合核子反應器設施品質保證準則要求之品質保證方案，明定從事會影響核能安全有關功能作業之人員、部門及機構之權責，以及作業需達成之品質目標、執行功能及品質保證功能，期確保核能工程品質。依此項要求台電公司乃根據本會「核子反應器設施品質保證準則」編寫「核四工程品質保證方案」經本會核備後，做為核四廠建廠工程中核能安全有關項目及作業之品質保證要求及執行依據。

依據台電公司原先之施工進度說明，台電公司原預定於今(97)年3月15日執行一號機反應器水壓試驗，但由於目前台電公司部分施工進度無法配合，該項水壓試驗之時程預估將延至10月執行。另一號機緊急爐心冷卻系統(ECCS)相關管路及儀器安裝則陸續進行中。設計上，ECCS系統在反應爐發生爐水流失事故時，必須能迅速補水進入反應爐，以維持爐心燃料經常被冷卻水淹覆。鑑於ECCS系統必須肩負其重要安全之救援功能，為確保該項安裝施工作業均能符合各項品質保證準則，本會乃配合台電公司之施工時程，將台電公司核四廠「一號機ECCS系統設備安裝現況(含E11/E22/E51等系統)」，列為本次定期視察之視察項目。

而有關二號機之施工進度部分，二號機反應器內部組件已於5月8日開始進行安裝，爐心側鈹及爐心底鈹已分別於8月19日及9月16日銲接完成，爐內泵及爐心底鈹差壓管亦已完成安裝，為確保後續安裝施工作業均能符合各項品質要求，故將「二號機

反應器內部組件安裝」亦列為本次定期視察之視察項目。

由於核四工程系統設備已陸續完成安裝，相關設備施工後測試(Post Construction Test,PCT)亦已持續進行中，依據台電公司一號機 PCT 執行進度說明，123 個系統計 936 項 PCT 測試項目中約已執行 48 項，目前執行進度約為 5%。為督促龍門施工處落實相關設備 PCT 作業之執行，本次定期視察亦將「一號機施工後測試作業執行現況」及「施工後測試作業品保制度」列為本次定期視察之視察項目。

本次定期視察作業由原能會核能管制處徐副處長明德擔任領隊，率領由原能會核能管制處(11 人)及核研所核四建廠安全管制支援小組(3 人)等共同組成視察團隊，自今(97)年 9 月 30 日至 10 月 3 日於核四工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第三十二次定期視察計畫(附件一)。

貳、工程現況

依視察前台電公司所提報資料，至 97 年 8 月底止，計畫實際總進度為 83.42%，較計畫預定進度 86.45% 落後 3.03%。各主要分項作業實際進度如下(括弧內為與預定進度差異情形)，設計(權重：19%)：94.46%(-0.07%)，採購(權重：15%)：99.70%(-0.03%)，施工(權重：58%)：82.28%(-4.83%)，試運轉(權重：8%)：34.94%(-2.64%)。

目前核四廠大多數之主要分項工程均已展開實際之施工作業，依施工處提報之資料顯示，於一號機施工作業部分，除持續

進行之各廠房土木結構工程、水路施工工程及反應器內部組件後續安裝作業外，汽機安裝與主飼水泵驅動汽輪機安裝、反應器水壓測試、ECCS 注水測試、電氣儀控設備安裝與測試及 PCT 測試作業亦是未來數月極重要且關鍵之要徑工程；於二號機施工作業部分，除持續進行之各廠房土木結構工程、反應器內部組件安裝作業外，用過燃料池底鈹及蒸汽乾燥器/汽水分離器儲存池底鈹銲接作業、主冷凝器內部組件及相關設備安裝亦是未來數月極重要且關鍵之要徑工程。另外，輔助燃料廠房設備安裝、廢料處理系統機械設備安裝、消防管路安裝及除礦水管路安裝作業等亦為未來半年內陸續執行之作業。為確保這些重要要徑工程之施工品質不致因趕工而有所影響，本會已針對前述工程及施工作業，擇定若干重要項目，正依實際施工規劃與作業執行狀況，進行專案及持續性視察及查核作業。

在一號機反應器水壓試驗準備作業方面，與水壓試驗相關之小口徑管路支架除其中有 14 組支架目前缺料中，施工處已提請核火工處進行採購中外，其餘小口徑管路支架均已完成安裝。施工處說明，雖然該 14 組支架至今仍缺料中，但經 GE 公司駐工地之技術顧問表示，施工處仍可就現狀進行反應器水壓試驗。

在一號機汽機安裝與主飼水泵驅動汽輪機安裝作業方面，主汽輪發電機目前之主要工作現況為進行低壓汽機 No.2 內缸對心定位作業，並進行更換軸承墊塊，將臨時墊塊更換為永久墊塊，同時，低壓汽機控制閥檢查平台安裝、發電機滑環室(勵磁機)安裝、汽機轉子 Spacer 安裝、汽機慢車齒輪安裝、主蒸汽跨管安裝

調整、蒸汽再熱閥及蒸汽控制閥(RSV & ICV)安裝等作業，則為主汽輪發電機近期之工作項目。至於一號機主飼水泵驅動汽輪機安裝作業方面，主飼水泵驅動汽輪機 A/B 均已完成相關汽機及水泵吊裝作業，且相關之潤滑油系統及液壓油系統大部分管路亦已完成安裝，但相關汽機驅動之高壓及低壓蒸汽管路則尚未完成組裝；主飼水泵驅動汽輪機 C 部分，則因土木基礎施工作業仍在進行中，相關汽機、水泵、潤滑油系統及液壓油系統均未開始進行相關吊裝作業。

在二號機反應器內部組件安裝作業方面，二號機反應器爐心側鈹及爐心底鈹已分別於 8 月 19 日及 9 月 16 日銲接完成，爐內泵及爐心底鈹差壓管亦已完成安裝，目前正進行爐內泵導架安裝中。而主蒸汽管延伸管嘴安裝作業部分，其中 72° 及 252° 主蒸汽管延伸管嘴目前已完成全厚度(109mm)銲接，後續將進行最終之非破壞檢測作業，而 108° 及 288° 主蒸汽管延伸管嘴日前已完成半厚度(54.5mm)銲接，目前正持續進行銲接中。至於先前一號機於反應爐控制棒驅動殼(CRDH)銲接安裝期間，曾因反應爐短管收縮問題，使得銲接水平腳長尺寸無法符合 14.2mm 的接受標準，對於後續二號機反應爐 CRDH 銲接安裝作業之執行準備，經日前 CTCI 及 GE 公司銲接專家親臨現場工地指導施作模擬銲接結果，反應爐短管銲接水平腳長尺寸仍不符合 14.2mm 之接受標準，而由於二號機反應爐短管其厚度較一號機薄，預估二號機亦應無法符合 14.2mm 之接受標準，但經 GE 公司評估結果，認為 CTCI 銲接人員已證實儘可能降低銲接期間熱量輸入之能力，反應爐短管

收縮量應可獲得控制，而現場銲接時因有較大之熱沉及空調環境，現場銲接時的收縮應該會較模擬銲接時為小，GE 公司則在有條件狀態下，同意 CTCI 執行二號機反應爐 CRDH 銲接安裝。

在一號機 PCT 測試作業方面，目前除已完成 PCT 測試項目及測試作業流程確立外，部分 PCT 測試程序書仍在編寫中。由於需執行試運轉系統共計 123 個，PCT 測試項目共 936 項，至視察時，施工處已執行 48 項，執行進度約為 5%，已執行 PCT 測試之系統如 C74/H23/P11/P13/R10/R11/R12/R13/R16/R41/S21 等。由於受到施工處工管組對於後續工程進度再檢討與規劃作業仍尚未定案之影響，致核四廠負責部門人員於視察時尚無法提出較確切之作業執行期程規劃方案。

參、視察結果

一、管路與設備安裝及檢驗作業

- (一)於一號機冷凝水補充及淨化系統之除礦水室 1P11-M8055 管節及 RHR C 區泵室現場巡視期間，均發現以鐵絲吊撐其他管子進行相關作業，建請台電公司於施工過程中應避免類似情形發生。
- (二)現場巡視一號機冷凝水補充及淨化系統之除礦水室時，發現二條管線上下跨越之間隙似乎太小，建請台電公司予以改善並澄清相關間隙允許值之規定。
- (三)在 1K11-DRN-0260、0265 二只閥、RHR Hx-1C 之殼側 P21 管路出口端及 RB 414 室 1E11-BV-0506C/A 逸氣閥出口端表面等

皆未加以封蓋保護；為避免異物入侵及端口受損，台電公司宜加強巡查，俾確實改善。

(四)1B21-PH-215 彈簧支架之安裝，其上端直接頂至鋼構上，二者之間幾乎沒有間隙，是否會影響彈簧支架實際功能，建請主辦單位評估，並建議安裝作業宜配合現場實務，儘量避免類似情形。

(五)於一號機 RCIC 泵室 1E51-M4024-F319 管節上發現有一支支架懸空吊在空中，另有一支則跨置於 1E51 彎管上。

(六)查核一號機 RHR C 泵維護保養紀錄，從其維護保養紀錄資料顯示，於 95 年以前同一設備保養時間間隔有 4 個月或 2 個月一次，但從 96 年以後維護保養紀錄資料顯示，皆能依照維護保養工作指引之規定，將保養項目按時填於檢查紀錄表內。

(七)一號機 RB EL.-8200mm RHR Hx-1C，置於工地現場之 ABC 20 型乾粉滅火器，查證其有效期限為 96 年 8 月 20 日，此滅火器顯然已經過期很久，而每三個月應檢查一次之定期檢查表似也未發現而作適當處理。

(八)由台電公司擬將核島區系統安全閥接頭由銲接式改為法蘭式乙案，顯示許多安裝設備之設計涉及日後核電廠維護作業之執行難易實務，惟相關情形在既有之核一、二、三廠均已有經驗，應早已回饋給核四建廠參考，且 GE 公司當初作細部設計時，台電公司有關部門於內部審查時即應提出相關問題及建議，依理應不致於安裝時或甚至於安裝後才提出問題。為有效增進安裝作業及品質，建議台電公司應落實細部設計圖

面等之內部審查機制，尤其是在當前 GE 公司核能人力不夠充分之情況下，台電公司更應加強其內部審圖程序，貫徹事前之審圖預防機制重於事後之改正措施。

(九)一般管路系統安裝實務都允許小部分之臨時支架存在，且彈簧支架之固定彈簧 tap 一般都於管路系統水壓試驗後才拆掉；惟於反應器水壓試驗 GE 公司規範卻明文規定所有之臨時支架均必須於反應器水壓試驗前拆除，全部之永久性支架均應於水壓試驗前安裝完成，且彈簧支架及避震器等撓性支架均須於水壓試驗時拆除固定 tap 並置於 cold setting。因一號機 ECCS 管路系統水壓試驗即將進行，爰請施工處向 GE 公司澄清相關管路系統之水壓試驗是否亦有相同之要求，並確認各系統之水壓試驗時，其大口徑及小口徑管路支架之完成程度，以及其管路撓性支架設定狀態之要求內容。

(十)因管路系統應力分析實務，係以 Anchored Supports 為分界點，故針對系統水壓試驗之邊界閥等，其支架之安裝似宜涵蓋至外緣，而不宜僅涵蓋至其內緣之最接近者(尤其是對大口徑管路)。水壓試驗邊界閥或設備之支架安裝，是否應涵蓋至其邊界閥或設備外緣之最接近者，建請台電公司予以澄清。

(十一)現場安裝工作常發生一些設計上須澄清或先確認之問題，龍門計畫安裝作業等常因此而受影響，爰建議施工處能要求 GE 公司增派駐現場技術人員協助解決工地安裝之相關爭議，以增進現場安裝作業效率及品質。

(十二)由 GE 公司延遲轉送一號機反應器爐內泵製造廠家(東芝公

司)之技術文件，致延誤反應器水壓測試時程案，顯示重大設備之協力廠商技術資訊被 GE 公司壟斷之不對等缺失，建議台電公司宜設法建立制度解決之，否則不但影響設備安裝品質，恐對以後之相關試驗時程及品質均會有不良影響。

二、非破壞檢測與銲接管制作業

本次定期視察在銲接管制作業方面分別針對現場作業情形、銲材室管理(巡查)及銲工資格管理等進行查證；非破壞檢測管制作業則針對廠商及人員資格管制、檢測材料查驗與設備校驗情形等進行了解。視察結果概述如下：

(一)非破壞檢測管制作業

- 1.在人員資格之管理方面，施工處要求廠商應定期(每六個月)提送檢測人員資格名單，以進行管理。經查核詹記(華榮)公司、中鼎(儀光)公司、理成(中檢)及新亞(萬機)公司等廠商提送之檢測人員資格紀錄及施工處非破壞檢測(NDE)課建立之管制紀錄，本年度施工處 NDE 課係於 3 月間執行完成上半年度之查核作業，目前正進行下半年度之查核中，並已完成中鼎(儀光)公司部分之作業。
- 2.檢測設備校驗及材料成分限制等之管制作業執行方面，檢測設備係每半年(4&10 月)由經辦組針對於工地設置工房之廠商進行查核，並將結果紀錄提送 NDE 課並由其管理，查核汽源組對 CTCI 所作查核紀錄(97 年 4 月)均符合要求。於檢測材料檢測靈敏度及材質成分管制方面，主要針對 PT 材料，目前 NDE 課亦仍依規定依批次進行查驗，並將檢測紀錄及材質證

明文件建檔留存，符合規定要求。

3. 針對於施工廠商自行執行檢測作業之查證方面，施工處 NDE 課目前仍維持 RT 抽檢，其他檢測項目派員現場見證檢測作業之方式實施，經查閱 NDE 課所作紀錄及自行統計結果，顯示 8 月及 9 月之 RT 抽檢比率各為 9.7% 及 4.4%，均符合 3% 以上之承諾。

(二) 銲接管制作業

1. 於一號機濕井底部巡視時，隨處可見棄置於地之銲材，雖其中主要為使用剩下之銲根，但亦可見有接近完整之銲材。
2. 於一號機 RB EL-8200mm No.112 房間發現銲工(LMW-1557)之銲材保溫筒內有兩種尺寸之 E7018 銲材(3.2 & 5.0mm)與銲材提領單僅 3.2mm 一種之發料紀錄不符。
3. 於一號機上乾井 1B21-PH-215 彈簧支架安裝銲接作業現場，發現銲工 LMW-1633 未隨身攜帶銲工工作證及銲材提領單，雖其於事後(約十分鐘後)已補提出，但鑑於此一情形已於近來之視察中再三出現，請台電公司提醒有關人員注意。
4. 於一號機 RB EL-8200mm No.112 及 132 兩房間，陸續查證 LMW-1554 及 1533 兩銲工將進行施銲作業之管支架，發現均非其銲材提領單所列之施工項目(1E11-GUD-803901，1E51-GUD-801524，1E11-ANC-806903)。
5. 於一號機 RB EL-8200mm No.112 房間巡視時，發現一名銲工正於高架上進行施銲作業，另一組銲工正進行準備中，經了解兩項銲接作業所用銲機一台置於 EL-1700 樓層，一台則置

於 No.112 房間外走道上，而其中置於 No.112 房間外且正進行銲接作業之銲機(No. 1078)之回路(工件母材至銲機)電纜夾頭，係以銲條把手夾於銲機上方之管支架，且未儘可能接近工件(照片七)，不符規定，亦有增加感電機率之可能，請改正作業人員此一工作習慣。另本項作業規定亦列於動火許可證中之工作安全檢點事項中，針對上述情形，請台電公司要求有關動火巡查人員與監火人員應確實落實現場巡查、檢點作業以維人員及設備安全。

6.有關防火毯鋪設及動火管制與監火人員設置等之防火要求，依此次定期視察現場巡視所見，現場均未見監火人員在場之情形，以及防火毯或未鋪設或未鋪設完善，致銲接火星直接落於下方設備區域之情形仍為常見，顯示動火管制作業仍有待加強，請加強改善及提醒注意，避免設備受損。另依動火管制之規定，「已安裝設備地區」屬動火管制較嚴謹且應經工安環保組現場安全檢核後方可簽發動火許可之區域，以目前一號機設備安裝情形，一號機多數區域均應屬應執行限制動火管制作業之區域，惟實際上所採取之管制作為仍圈選自行管制，與規定有所出入，請台電公司檢討改正或澄清說明。

7.依程序書 LMP-QLD-011 第 6.6 節之規定，銲品課於一般性之銲接檢驗作業外，亦需進行現場銲接作業之巡查，並將巡查結果填寫於 QLD-011-08 表中，以採取必要作為。惟查核發現銲品課自 96 年 9 月後即未依程序書規定使用 QLD-011-08 表執行現場巡查作業，不符程序書規定。另依本會近來及此次

視察之現場查證，發現工地銲接作業及管制之品質，已較本會去年執行銲接專案視察期間有退步之趨勢，顯示有關管制巡查作業有再做檢討加強之必要，本會亦將視情形加強銲接作業現場巡查之頻次。

- 8.查核 CTCI 銲材室銲材發放領用、銲材烤(保溫)箱校驗(4 台分別於 97 年 3 月間進行校驗)、保溫筒定期查驗及銲材材質文件(抽查 E7018 Lot No.80401301/3w725 之 CMTR(No.97-02))紀錄等，除銲材庫存更新登錄作業，仍因銲材發放領用單數量龐大，而有一日左右之延遲，致無法即時了解各保溫箱內銲材數量現況情形外，其餘各項作業均能依規定要求進行。雖然庫存更新登錄之延遲時間與以往相較有相當之縮短，惟仍請相關單位能再予改善縮短以儘早確認有關作業之正確性。
- 9.針對現場加班作業後銲材回收作業情形進行了解，依 CTCI 品保經理與銲接工程師等之說明，於銲材管理人員並未能配合加班情形下，係採取由銲工自行將保溫筒置於銲材室外並插電存放用剩銲材，待隔日再由銲材管理人員辦理收回作業之作法，此外 CTCI 銲接工程師亦會再至銲材室進行確認。
- 10.在廠商銲材室定期查核方面，依程序書之要求銲品課每月需針對各廠商之銲材室，執行至少一次之巡查作業，經查閱本項巡查紀錄，9 月份雖已針對 20 家廠商之銲材室進行巡查，但仍有 4 家尚未執行。依作業負責人員表示此係因有關業務剛進行輪調所致，近日內將會完成所餘 4 家之巡查作業。

11. 銲工資格管制作業方面，本次係針對銲品課辦理廠商銲工資格檢定考試之查證作業情形進行了解，依有關紀錄顯示各廠家辦理銲工資格檢定考試時，銲品課雖均會派員至考試現場進行查證，惟負責查證人員並未建立查證紀錄，致無法了解查證作業及結果情形，並供日後核發銲工工作證明之依據，此似失去進行現場查證之意義，建議台電公司應要求建立適當紀錄；另檢定紀錄表中對於目視檢驗結果之判定，並未經檢驗人員之簽證署名，檢驗人員及其資格均無從了解確認，請台電公司加以改善。

三、施工後測試作業執行現況

核四廠一號機須執行試運轉之系統共 123 個，其中包含 936 項 PCT 測試項目，目前電廠已執行完畢共 48 項，約為 5%。視察期間僅 HPCF B 串管路水壓測試一項 PCT 測試正在進行(照片八)。

本次視察乃針對現正進行之 PCT 測試執行現場查證，於 10 月 1 及 2 日現場查證 HPCF 管路 B 串水壓測試 Package 1 及兩小段管路之測試情形，並針對已執行測試完畢之程序書與測試紀錄進行查證，視察結果如下：

(一)HPCF 管路 B 串水壓測試執行現場查證

1. 查證 HPCF 管路 B 串水壓測試時，發現僅測試負責人持有測試程序書、圖面、紀錄表格、試壓指引及焊道列表等文件，其餘參與測試人員都未持有任何書面資料，於執行先備條件檢查與測試操作時無法依循實施及現場記錄，不符測試規定，建請經辦組予以改善。

- 2.現場查證發現 HPCF 管路 B 串水壓測試 Package 1 並無專用執行版程序書，僅有以螢光筆標示範圍之管路 P&ID 圖及零星之測試參數表格，建議測試次項目也應建立明確之執行版程序書，以符合測試品質要求。
- 3.測試人員宣稱測試前已執行工具箱會議，但是無法提出紀錄及簽名。請施工處及核四廠測試負責人確實執行測試前工具箱會議，並使用制式工具箱會議紀錄表格。
- 4.測試人員宣稱測試前已取得水質報告書，但是現場無法提供。由於測試記錄表內有「試驗介質」標準及檢驗情形兩項，請測試負責人於測試前取得水質報告書，並詳實記錄。
- 5.查證測試期間，發生管路加壓、持壓、再降壓進行查漏過程中，由於操作人員誤解而提前洩壓放水，但當時測試人員還在檢查鐸道，尚未完成所有查漏工作，於是再加壓查漏。導致此項作業疏失的原因是測試負責人也執行查漏，現場沒有明確的指揮掌控，以致程序混亂，請經辦組予以改善。
- 6.當測試接近尾聲時，發現測試紀錄表格(壓力試驗檢驗表)完全空白，未能及時記錄測試數據並簽名，不符合品保要求，請於爾後測試時改善。
- 7.現場訪談兩位施工處品質組人員，發現其對應執行之職責並不了解且未積極執行，且未攜帶程序書，應簽章見證之表格欄位也沒有及時簽名。請施工處改善，於爾後測試時確實執行 QC 職責。另針對 PCT 作業，施工處品質組未建立稽查與管制計畫，請改善。

- 8.10月2日之現場查證發現在工具箱會議前及先備條件檢查前即開始進行排氣，並未按程序書步驟實施，請於爾後之測試改善。
- 9.測試現場管路持續漏水且造成地板濕滑，有可能導致工安事故，請測試負責人注意現場環境與廠務管理。
- 10.一名參與測試之承包商工作人員未著安全鞋，請測試負責人於爾後之測試前確實檢查人員服裝與裝備要求。

(二)執行測試完畢之程序書與測試紀錄查證

- 1.依據程序書 PCT-OPP-102「施工後測試作業流程」規定，施工單位於執行 PCT 測試前 7 天，應將測試申請表送達核四廠運轉組檢控組，以為排程及掛卡之依據。然目前施工單位多為執行測試前 1 至 2 日才送檢控組，為期測試之前置工作能充分準備，建議施工單位確實執行測試前 7 天送達之要求。
- 2.測試程序書 PCT-ELD-018「中壓裝甲開關箱安裝、檢驗及功能測試作業程序書」中之 PCT 測試檢驗表內容係依據榮電公司內部程序書之檢驗方式為之，此榮電公司之檢驗格式是否有經過相關單位查證並允許執行，請澄清。
- 3.前項程序書 PCT-ELD-018 缺儀器校正記錄表，請澄清。
- 4.抽驗約 20 份程序書均未發現工具箱會議記錄表，請澄清。
- 5.SAIR 空壓機 1P51-CMP-5001B PCT Part A 測試記錄 Commissioning Check List-B 第 1 頁整欄有簽名卻未填日期，請澄清。
- 6.P51 之程序書 PCT-NAD-058.01「SAIR PCT Part A」及 R16 之

程序書 PCT-ELD-075「CVCF 系統施工後測試作業程序書」等兩項測試均已完成，但未列入檢控組提送本次視察之「已完成或執行中 PCT」清單，顯示 PCT 測試之掌控有所疏漏，請澄清。

7. 根據視察前會議簡報資料顯示，目前一號機 PCT 測試執行完成進度約為 5%，然而龍門計畫工程進度表內的「試運轉工作項目」卻將一號機 PCT 測試進度設定為 100%，權重 30% (比試運轉測試 15% 還高)，以致一號機 PCT 測試對整體測試進度的貢獻成為 15.6% ($100\% \times 30\% \times 52\%$)。如果使用真實完成進度 5%，此項貢獻度將降為 0.78%，而兩部機之測試總進度也將由 34.94% 降為 20.12%。請針對以上不合理之現象，進行必要之修正。

四、施工後測試作業品保制度

- (一) 核安處駐龍門工地品保小組針對 PCT 作業，對於 S 及 R1 之品質文件審查，依程序書要求進行全面性審查；至於 PCT 現場稽查部分，則以現場巡查方式進行，並撰寫巡查報告，查閱 97-E-43 及 97-E-45 巡查報告分別進行 345kV Cable 交流耐壓測試與 Cable bus 0100A4 測試等作業，由於目前現場執行 PCT 項目不多，品保小組大多能配合參與，但將來全面性展開 PCT 測試作業時，恐無法如目前方式配合參與，建議仍應建立 PCT 作業稽查計畫，以確保品保稽查制度之完整。
- (二) 品保小組每月擬定工程品保巡查計畫，並據以執行及撰寫巡查報告，惟每月之巡查項目均有設備維護保養項目，但均未

明訂巡查設備之名稱或區域，容易造成設備維護作業之稽查死角，建議應明訂巡查設備之名稱或區域，以避免重複巡查或有遺漏等現象之發生。

(三)品保小組依據 NDS-LMG-18.1-T 稽查作業程序書，訂定年度稽查計畫，查閱品保小組 97 年度執行品保稽查作業，截至目前為止已執行 15 次稽查作業，並依規定撰寫稽查報告，以及依據稽查發現發出 CAR 共 132 件，符合程序書之要求。

(四)目前施工處執行 PCT 測試作業前，先進行所謂 Dry Run 測試，但在執行 Dry Run 作業時，若發生測試不符合要求(如目前執行 CSTF 測試發生高振動問題)，並沒有任何相關之管制機制(如開立 NCR 等)，而任由廠家或經辦組自行改善處理，施工處應建立對 Dry Run 測試不符合部分之管制措施(如開立 NCR 等)，以確保 Dry Run 測試過程之品質。

(五)查閱目前檢驗表執行現況，PCT 測試檢驗表均呈現符合，最終文件理應呈現全部符合要求，但 PCT 執行過程可能會發生檢驗項目不符合之情況，但查閱部分檢驗表並未發現有不符之檢驗項目，該部分經品質組表示不符合即退回經辦組與承包商改善後，再進行檢驗，由於無不符合檢驗表之處理情形，使得設備狀況之追蹤無法進行，喪失對設備真實資訊的瞭解，請依品質管制要求，依正常程序開立 NCR 或其他補充報告，以確保 PCT 測試過程的品質作業。

(六)施工處品質組年度有針對 CAR/NCR 分別統計及分析發生之肇因，並於施工處內部會議上提出說明，惟未再進一步追蹤

其改善情形，建議能將分析結果落實到實際執行面，以降低重複發生之機率。

(七)PCT 測試作業核四廠品質組之角色定位為何，請澄清。即將進行之試運轉測試，核四廠品質組負責執行品質查核作業，為確保試運轉測試之品質查核作業，核四廠品質組應即著手研擬試運轉測試稽查計畫，並儘速發行，以確保試運轉測試之品質。

五、品質稽查(含人員資格及 NCR)

(一)品保與稽查作業品質

- 1.抽查品保小組 97 年 8、9、10 月份的品保查詢表共 17 份，其中鉸工施鉸前應以溫度筆檢查預熱溫度，施鉸 P3 材料要檢查鉸接層間溫度，共有 7 次記載鉸工未帶溫度筆或使用不正確的溫度筆測量，違反比例甚高，建議經辦組應加強執行現場鉸接查證作業。
- 2.品保小組每年底訂定次年之年度稽查計畫，因核四廠承包商相當多，依品保小組之 DNS-LMG-18.1-T 稽查作業程序書 4.6 節規定，視需要含分包商至少每三年稽查一次，ASME Sec.III 廠家則每年至少一次，然而由年度稽查計畫並無法確定是否已涵蓋應稽查廠家，是否滿足每年或每三年稽查一次之要求。建議稽查計畫應先列出所有廠家及每年或每三年稽查一次的認定，同時不再查之廠家應敘明不再稽查之原因，而後若有新增廠家，則再增列入稽查廠家名單中。
- 3.鉸條供應商天泰公司提供核島區 ASME 相關設備安裝鉸接之

鐳條材料，經 CTCI 廠家審查與評鑑合格，符合安全級核能品保廠家資格作業要求。惟，天泰公司同時供應東元與輝昇公司之風管安裝廠家 S 級鐳條，依內購內製器材管制追蹤表顯示天泰公司為無品保方案之材料供應商，係依主包商(東元、輝昇)品保方案執行，請澄清鐳條供應廠家天泰公司資格辦理方式之差異，以及主包商對天泰公司之品質稽查辦理情形。

4. 東元承攬之核島區風管安裝工程之油漆塗料供應廠家-永記造漆公司，依內購內製器材管制追蹤表顯示其等級歸類為 S/R，表永記公司同時提供 S 級與 R 級塗料，但該公司僅生產 R 級塗料，S 級塗料則為代理進口，請澄清永記公司提供 S 級油漆塗料之管制與審核辦理情形，及現場施工如何管制 S 級與 R 級塗料之使用，以避免 R 級塗料誤用於 S 級塗料區域。
5. 東元公司之 S 級螺栓供應廠家依品保小組提供資料為允大公司，但訪談經辦組認為允大公司資格不符更換為高旺公司。惟，允大公司為 CTCI 評鑑之 ASME Sec.III Class 2&3 品保方案審查與評鑑合格廠家，似無資格疑慮，請台電公司查證並說明本項中之螺栓供應廠家其資格與品保方案審查情形。
6. 昇輝公司承攬非核島區風管安裝工程之 S 級螺栓材料供應廠家春雨公司，經訪談經辦組人員表示，供應廠家尚未經主包商審查與評鑑通過，然而螺栓材料已於風管設備安裝中使用，請說明實際作業情形，若有不符品保作業情形，請檢討改善。

(二)人員訓練與資格

- 1.依程序書 LMP-QLD-029「檢驗人員考訓及資格銓定作業程序書」抽查「台灣電力公司核能工程檢驗人員資料卡」內容紀錄品質，發現有諸多以修正液塗掉修改情形，包括職務異動、檢驗資格升級及持照年限更新時，將舊紀錄塗去更改為新紀錄，而相關電腦紀錄亦同時更新，造成原始紀錄刪除情形，不符文件品保之可追溯性要求，建議可增加欄位登錄有效日期以及管理資料應附有檢驗人員的相片，以增加人員鑑識方便性。
- 2.部分檢驗人員資格未確實登錄，如儀控組彭國俊為儀控初級與電銲初級檢驗資格，等級核定日期欄未登錄電銲初級，儀控檢驗資格則誤植為中級；周鴻銘、曾曉菁……等新進人員已取得部分專業檢驗資格，但未確實登錄；以及部分缺漏 96 年度訓練時數統計資料，請台電公司加強相關文件作業品質管理。
- 3.依檢驗人員考訓及資格銓定作業程序書第 4.2.2.1(1)檢驗人員共同科目「組長(含)以下之人員均須參加『檢驗人員共同科目』課程」，經抽查品質組資料發現品質組經理無任何訓練紀錄，若經理完成『檢驗人員共同科目』課程，並符合資格銓定要求，是否取得檢驗人員資格(如何持照)，請澄清並改善。又，對於工區經理等人歸屬於何組，有無訓練科目或時數要求，請台電公司予以澄清。
- 4.鑑於核四工程已有多起涉及重要品保與品管不符合之違規案例，在違規案例的了解對核四工程品質管制與品保制度建

立，具相當正面意義，建議台電公司應納入經常性專業訓練科目，以實際切身案例為教材，將更具啟發與認識核能品保。

(三)不符合報告(NCR)作業品質

調閱部分品質組管登之 NCR，發現施工處對 NCR 之開立以進行品質改善之問題敘述、認定、處理方式、評估等管制追蹤辦理情形等，已存在明顯執行偏差情形，包括：

- 1.一件 NCR 編號涵蓋超過一件以上之設備或組件，對不同設備或組件、或可能涉及不同品質之缺陷、改善處理方式不同，乃至部分結案變成全案結案之不符合作業等，例如本次二號機 RB 廠房 EL-8200 設備淹水所開立之 NCR 編號 1171、1189、1190~1196、1202、1203、1242 等，請台電公司依單一設備逐項重新開立不符合報告管制。
- 2.經現場巡視部份前項淹水設備，發現仍有部分設備未開立 NCR，以 2E11-MBV-021A、2E11-MCV-022A、2E51-MBV-001 等為例，設備均位於地板 2 公尺以下，確為淹水設備，但 NCR 清單中未見該設備之不符合報告，請台電公司全面檢查淹水設備包括已安裝管節，是否已開立 NCR，以進行品質改善管制作業。
- 3.非品質不符合設備卻開立 NCR，例如編號；NCR-ELD-1219 在材料尚未完成驗收，因配合現場安裝而開立 NCR，藉開立 NCR 為工具，非依正常程序而將未驗收合格設備進行設備現場安裝作業，不符 NCR 開立條件，請檢討並改善。
- 4.不符合狀況敘述應敘述不符合情形(例如 NCR-NSS-1236)、認

定應勾選是否成立(例如 NCR-NSS-1202/1203)，是否為安全有關應正確勾選(例如 NCR-PPD-1148) 等，請施工處加強 NCR 開立內容之文件品質管理，並建議增加是否為 ASME 相關，與修補或重作之資格限制條件。

5.抽查 NCR-NSS-1138 案中 RCCV Wall 的 1T62-MPEN-0006E 及 1T62-MPEN-0006F 穿牆管內的管子遭外力撞擊彎曲，修改時將該 Sleeve 切短後鉸回。惟，穿牆管屬 ASME Sec. III Div.II 規範，原安裝廠家為中船公司，請施工處澄清為何由 CTCI 進行修改作業。

6.NCR 掛卡作業諸多缺失，包括已結案未銷卡 (NCR-PPD-195/276)、未結案卻現場銷卡撤除 (NCR-QLD-445)、目前淹水設備 NCR 大部分未掛卡，以及掛卡不確實。

7.其他問題包括：

(1)NCR-NSS-1236 之系統編號 RCIC PIPING SUPPORT/B31 繕寫錯誤，應改為 RCIR PIPING SUPPORT/B31，照現況使用。

(2)NCR-NSS-1091 以二號機器材安裝於一號機之文件可追溯性，請說明如何達到文件可追溯性要求。

六、現場巡視與廠務管理

鑑於核四廠興建工程即將進行一號機 ECCS 注水試驗作業，及二號機已於 97 年 5 月 8 日開始執行爐心內部組件安裝作業，為確保各項施工作業場所確實落實廠務管理，本次視察之視察範圍

乃就一號機反應器廠房相關 ECCS 設備現場環境廠務管理、一號機反應器廠房廠用海水(RBSW)設備現場環境廠務管理及二號機反應爐爐心內部組件施工清潔管控作業進行了解。相關視察發現摘述如下：

(一)一號機反應器廠房相關 ECCS 設備現場環境廠務管理

- 1.巡視一號機反應器廠房 EL.-8200mm 濕井反應爐基座內部之廠務現況，由第一層水平通洩口往反應爐基座內部觀察，發現反應爐基座內部有淤沙及積水現象，請相關經辦組查明淤沙及積水來源，並儘速處理改善。
- 2.巡視一號機反應器廠房 EL.-8200mm 濕井內部相關 ECCS 設備現場之廠務現況，發現 RHR A/B 串抑壓池取水進口過濾器 1E11-STR-0001A/B 及 HPCF B 串抑壓池取水進口過濾器 1E22-STR-0002B 並未以防火布加以覆蓋保護，建請相關經辦組處理改善。另現場視察期間，發現多份 ECCS 「器材設備安裝期間維護保養/檢查紀錄卡」隨地丟置於抑壓池襯板，甚至發現 HPCF C 串抑壓池取水進口過濾器 1E22-STR-0002C 「器材設備安裝期間維護保養/檢查紀錄卡」誤置放於 RCIC 抑壓池取水進口過濾器 1E51-STR-0001 上，承包商及施工處是否確實執行相關設備維護保養及檢查，令人質疑，亦請相關經辦組確實檢討改善。
- 3.巡視一號機反應器廠房 EL.-8200mm 濕井抑壓池襯板之廠務現況，於抑壓池襯板上到處可發現煙蒂、錐條及雜物等，現場廠務凌亂，顯示濕井內部廠務管理並未落實，請相關經辦

組確實檢討改善現場廠務狀況。

- 4.巡視一號機反應器廠房 EL.-8200mm 濕井內部相關 SPCU 管路及 CMS 設備現場之廠務現況，發現 SPCU 抑壓池取水進口管路及其出口管路均呈現開口狀態，且 CMS 系統相關水位及壓力偵測儀器管路限流孔管路亦呈現開口狀態，均未進行任何防止異物入侵之保護，建請相關經辦組處理改善。
- 5.巡視一號機反應器廠房 EL.-8200mm RHR A 泵室之廠務現況，發現 RHR A 熱交換 Hx-1A 出口管路裝置溫度偵測元件 TE-8A 之 Thermal well 呈現開口狀態，亦未進行任何防止異物入侵之保護，同時，該出口管路之部分管節發現有局部管路表面遭泥漿污染現象，建請相關經辦組處理改善。
- 6.巡視一號機反應器廠房 EL.-8200mm RCIC 泵室之廠務現況，發現該泵室地面洩水孔有不明來源之進水現象，造成地面表面積水，建請相關經辦組處理改善。
- 7.巡視一號機反應器廠房 EL.-8200mm RHR C 泵室之廠務現況，發現 RHR C 熱交換 Hx-1C 設備基座四周地面有不明來源之積水現象，同時，RHR C 出口管路上之逆止閥 1E11-UV-0002C 並未以防火布加以覆蓋保護，且發現有施工架架設於該泵室房間冷卻組 1T41-AHU-0103C 上方，建請相關經辦組處理改善。

(二)一號機 RBSW 設備現場環境廠務管理

- 1.巡視一號機 RBSW 廠用海水渠道現場之廠務現況，發現經過蕃蜜颱風侵襲後，部分 RBSW 廠用海水渠道內部至今仍嚴重

積水，由於該渠道內目前已完成部分管節、管節支架及電纜拖架安裝，建請相關經辦組儘速處理改善。

- 2.巡視一號機 RBSW 廠用海水渠道現場之廠務現況，於一號機 RBSW Div. I 廠用海水渠道，發現電纜拖架安裝工程所使用之 S 級電纜拖架被充當為上下渠道之樓梯使用(照片九)，建請相關經辦組儘速處理改善。

(三)二號機反應爐爐心內部組件施工清潔管制作業

- 1.抽查二號機 RPV 清潔管制室環境管制作業，發現清潔管制室所置放之管制作業程序書 LMP-NSS-016 之版次為第 0 版，而未置放最新之版次(第 1 版)，建請相關經辦組處理改善。
- 2.抽查二號機 RPV 內部環境管制每日記錄表，發現該記錄表之空間環境相對濕度並未明列管制限值，建請相關經辦組處理改善。同時，現場巡視時，發現量測 RPV 內部空間含氧量之氧濃度監測系統尚未達到連續監測功能，為確保工作人員之安全，在該監測系統未達到連續監測功能前，建請相關經辦組增加監測頻率。
- 3.依據管制作業程序書 LMP-NSS-016 第 6.6.2 節及第 6.6.3 節之規定，每月應執行一次 RPV 內部組件表面含氬量擦拭測試及 RPV 內部專門工作服清洗後含氬量抽樣測試，但經查證結果，發現二號機自 97 年 5 月 8 日開始執行爐心內部組件安裝作業以來，迄今並未執行上述相關之測試，建請相關經辦組儘速檢討處理改善。
- 4.依據管制作業程序書 LMP-NSS-016 第 4.2.2 節之規定，申請

進入 RPV 內部工作許可之申請時間最長為一週，但抽查 8 月份相關申請紀錄，發現部分申請許可之申請時間超過上述最長時間之規定，建請相關經辦組處理改善。

5. 抽查二號機 RPV 清潔管制室人員管制登錄表，發現於 97 年 8 月 15 日之人員管制登錄表中，發現當日有 3 位人員於下午進入 RPV 內部作業紀錄，卻無離開清潔管制室紀錄，顯示當日進出管制登錄不夠確實，建請相關經辦組處理改善。

6. 抽查二號機 RPV 內部清潔狀況，發現於二號機 RPV Top Guide 工作平台上方堆置使用於工作架上之多餘木製踏板，同時，於其他廠房巡視時，亦發現有木料堆置之情形，為預防廠區火災之發生，建請施工處加強廠內可燃物質之管制。

肆、結論與建議

依據本次定期視察之了解，在各項視察項目中，仍可發現若干執行缺失或瑕疵，其中在一號機 ECCS 系統設備安裝及二號機反應器內部組件安裝施工作業方面，經此次視察結果，於相關之管路與設備安裝及廠務管理視察方面仍能發現過去以往所常見之缺失。同時，依本會近來及此次視察之現場查證，發現工地銲接作業及管制之品質，已較本會去年執行銲接專案視察期間有退步之趨勢，顯示有關管制巡查作業有再做檢討加強之必要，本會亦將視情形加強銲接作業現場巡查之頻次。另調閱部分品質組管登之 NCR，發現施工處對 NCR 之開立以進行品質改善之問題敘述、認定、處理方式、評估等管制追蹤辦理情形等，亦存在明顯執行

偏差情形。

由於先前台電公司曾表示，核四廠乃為首次使用國產安全級電纜架之國內核電廠，其製造廠家為國內欣歐企業股份有限公司，但經本會近期執行專案視察後，發現該製造廠家所生產之安全級電纜架並無法符合核能級產品之要求，而於本次視察中，仍發現部分核四工程所使用之安全級鉸條及安全級螺栓等係由國內廠家所提供，該等國內廠家所製造之安全級產品品質是否符合核能產品之要求，有待台電公司進一步澄清。為確保核四建廠施工品質，本會亦已於97年8月21日以會核字第0970013401號書函要求台電公司提供核四廠安全級器材級設備之國內製造廠家清冊，以及台電公司對核能級廠家之審查、認定標準與依據，供本會未來執行稽查之參考。

在一號機 PCT 測試作業執行現況及 PCT 測試作業品保制度作業方面，雖然本次視察僅執行一項 HPCF 管路 B 串水壓測試現場查證，然仍發現施工處測試團隊缺乏經驗，測試前之準備工作不確實，現場未按照程序書執行測試及記錄，品質組人員未積極執行職責等缺失，期許台電公司能正視缺失，確實改善。施工處品質組及核安處駐龍門工地品保小組應建立 PCT 測試稽查計畫，以確保 PCT 作業之品質。

視察期間，同時發現核四廠一號機安全等級之管路廠製鉸道，於製造時並未執行水壓測試，但施工處於執行管路水壓測試時，原供應廠商 GE 公司並未派遣獨立第三者(ANI)執行廠製鉸道之驗證工作，可能影響日後 Data Report 簽署及 ASME Code 之符

合性。針對本項問題，本會亦已於 97 年 10 月 8 日以會核字第 0970016921 號書函要求台電公司予以澄清。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，視察人員除均已於視察過程中立即告知會同視察之台電公司人員外，更於視察後會議中提出說明，並與施工處相關部門人員再進行討論，確認所發現問題確實存在。而為促請台電公司確實考量缺失情形並參酌各項建議，以督促龍門施工處針對視察發現缺失進行改善，本會將依行政作業流程，將前述視察發現以注意改進事項 AN-LM-97-012 及 AN-LM-97-013 正式函送台電公司。而各項缺失改善情形本會亦將持續定期追蹤其執行情形，以督促台電公司及龍門施工處完成改善，並期避免類似問題再次發生，以達到提升核四建廠施工品質之最終目標。

註：本報告限於篇幅，附件部分並未附上，如有任何疑問，請洽本會牛效中科長，Tel：02-2232-2140

視察照片



照片一：視察前會議



照片二：一號機反應器廠房施工現況



照片三：一號機控制廠房施工現況



照片四：一號機汽機廠房施工現況



照片五：二號機反應器廠房施工現況



照片六：輔助燃料廠房施工現況



照片七：電銲機回路電纜夾頭未置於儘可能接近工件情形



照片八：一號機 HPCF 管路 B 串現場水壓測試情形



照片九：一號機 S 級電纜拖架被充當為上下渠道之樓梯使用情形



照片十：視察後會議情形