

龍門核能電廠第二十六次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國九十六年五月十日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	2
參、視察結果.....	5
肆、結論與建議.....	27
伍、視察照片.....	29
附件一 龍門計畫第二十六次定期視察計畫	
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。

為了解台電公司品保部門及龍門施工處在品保與施工品質管制作業之執行，是否符合前述之法規與「核四工程品質保證方案」之要求，以及其所應達成之品保目標與功能，本會定期視察作業乃就台電公司品保部門及龍門施工處在品保與工程管理等作業之執行情形，參照台電公司「核四工程品質保證方案」，進行整體性之視察作業，然為兼顧並增進視察之深度及系統性，本會定期視察作業乃逐一針對電廠各系統之施工品保及管理作業情形進行了解。

本次定期視察除選定核四廠「核島區土木結構工程」及「廢料廠房工程」做為視察執行標的，以及持續查核「反應器內部組件安裝」工程施工現況外，為了解開立公司財務問題對核四工程之影響，亦就開立公司原承攬工程之現況情形進行了解。視察團隊人員分工針對其施工文件管制、設備倉儲與維護保養、工程管

控、品質稽查、設備安裝及廠務管理等項目，就施工管理與品保管制之作業情形進行深入之查核、了解。

本次定期視察作業由原能會核能管制處賴科長尚煜擔任領隊，率領由原能會核能管制處(7人)、核研所核四建廠安全管制支援小組(3人)及放射性物料管理局(2人)等共同組成視察團隊，自96年3月19至23日於核四工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第二十六次定期視察計畫(如附件一)。

貳、工程現況

行政院於95年8月21日核定調整核四廠第1、2號機商轉日期後，台電公司即依此重新檢討修訂現階段核四工程整體與各分項作業工程之進度狀況。依視察前台電公司所提報資料顯示至96年2月底止，計畫實際總進度為62.59%，較計畫預定進度64.91%落後2.32%。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%)：89.41%(1.78%)，採購(權重：15%)：98.21%(-0.11%)，施工(權重：58%)：51.13%(-4.66%)，試運轉(權重：8%)：14.98%(0.43%)。

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，而由工程時程調整情形顯示，預期未來半年之重要或要徑工程目標除持續進行之1號機汽機安裝前置作業之主冷凝器與天車安裝、1號機反應器內部組件安裝作業，以及2號機反應器廠房

EL+12300 隔膜地板(Diaphragm Floor)施工作業，預定於 96 年 7 月 15 日進行之 161kV 加壓作業之相關工程施工亦是目前及未來數月極重要及關鍵之要徑施工工程。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。

核四廠一號機反應器內部組件安裝作業自 95 年 12 月下旬正式展開後，目前正進行爐心側鈹(Core Shroud)之安裝銲接作業，其預計 4 月上旬完成施銲之作業，並接續展開爐心底鈹(Core Plate)之安裝作業。至於 95 年 10 月即開始進行之主蒸汽噴嘴延伸管銲接及銲後熱處理程序書模擬驗證測試作業，因受爐心側鈹安裝作業排擠，銲機及作業人員不足影響，模擬驗證測試作業自爐心側鈹現場銲接作業展開後即告暫停。

開立公司依合約金額為核四工程中僅次於新亞公司之第二大工程承攬商，其承做之工程計有：汽機廠房管路製造及安裝工程、核廢料隧道內 ASME B31.1 管路系統安裝工程、放射性廢料處理系統機械設備與管路安裝工程、儀控系統設備安裝工程、其他廠區(非核島區部分)電氣設備安裝工程。另其亦分包核四廠廠房排氣口工程中「備用氣體處理系統」之部分管路配管作業。

95 年 9 月 4 日開立公司發生跳票事件後，其下包商聯合於 95 年 10 月 18 日宣布停止現場施工作業，而因銀行團決定不再資助

開立公司，台電公司認為開立公司已無法執行工程合約遂於 95 年 11 月 2 日決定朝解約、原下包商承接及台電公司收回自行施工等方向處理。

而受此影響其除可能造成核四工程進度約 6~12 個月之延宕外(依 95 年 12 月底之世界核能運轉協會 (WANO) 於核四工地之評估)，其施工方式除由原下包商依原合約條件現況繼續承做之儀控系統設備安裝工程(詹記公司)及核廢料隧道管路系統安裝工程(博賢公司)外，其他工程依台電公司之規劃亦均將重新分割，以小包商之方式重新招標，惟由於此一做法將導致汽機廠房管路製造及安裝工程中之部分作業無法滿足 ASME B&PV SEC III NCA 之相關品保要求，台電公司曾於今(96)年 2 月中向本會提出解決處理方案，請求免除有關 NA 授權證書廠商資格 (NA Certificate Holder)、ASME 授權核能檢驗員(ANI)、系統報告書(N-5 Data Report)及 ASME 規範安裝之標示(NA Stamp)等 ASME B&PV SEC III NCA 相關品保要求。對於台電公司所提方案，本會除依 PSAR 與 ASME B&PV 規範精神及品保獨立性要求，提出有關審查意見外，亦在與台電公司持續討論中，獲致：「符合品質保證精神、重視工程品質，可免除 ASME 授權證書資格認定」之開立公司財務問題後續處理共識。台電公司目前正依此共識及核能有關法規要求與品質保證精神規劃處理涉及 ASME B&PV SEC III Code 之有關工程處理方案中。

參、視察結果

一、施工文件管制

本次視察從個案需求角度抽樣查核一號機反應器廠房 EL+12300 的廠房布置，包括 Room 411、424、435 及 444 等區域。視察過程，以 Room 411 為例，說明如下：該房間高程位於反應器廠房 EL+12300mm 與 EL+18100mm 之間、平面成狹長型，門口開於東面靠主蒸汽隧道側，其北面為加強鋼筋混凝土包封容器(RCCV)約 40°至 60°左右的扇型牆與穿越孔，西側為封閉牆，南側也是 RB 牆。該房間從進門看，依序有若干機械穿越器，包括二支反應器廠房冷卻水系統 RBCW-A 的進/出水管；再深入則有 1G31-MPEN-0003A 反應器爐水淨化系統(RWCU)流量管、1B21-MPEN-0006A、-0005A、-0004A 主蒸汽系統水位、儀器管，以及若干電氣穿越孔。機械穿越器主要為提供其對應系統之壓力偵測管(PT)、流量偵測管(FT)等小管穿越加強鋼筋混凝土包封容器(RCCV)所用；幾個電氣穿越孔則為提供未來將安裝電氣穿越器之用，包括：

- 1R51-EPEN-0001C1 div I LV power
- 1R51-EPEN-0003BA RIP 1A、1B power
- 1R51-EPEN-0001EX non-div load group A/C inst.
- 1R51-EPEN-0002BB RIP 1C、1D power
- 1R51-EPEN-0001D1 div I Control
- 1R51-EPEN-0001E1 div I inst.

本項視察發現如下：

- (一) 儀控課所提 1G31-MPEN-0003A 相關管路 ISO 圖、電纜托架分布圖、下游儀器盤面圖及部份電氣穿越器等之成套品質文件(QRP)相當完整。
- (二) 視察中發現反應器廠房 EL+12300mm 有許多穿越孔的#PN 標誌均有被塗漆覆蓋之情形，此與已往於反應器廠房 EL+4800 視察發現之了解情形有出入。請施工處澄清為何這些現成的放樣參考點要予以塗掉。

二、設備倉儲與維護保養

本次視察之視察範圍為台電公司龍門施工處原發包給開立公司所承攬之工程及反應爐爐心內部組件等相關設備倉儲與現場安裝之儲存狀況，及相關設備倉儲與現場安裝之維護保養狀況進行查證，相關視察發現如下：

(一) 設備儲存狀況

1. 抽查冷一倉庫、冷二倉庫、中二倉庫、中三倉庫、中四倉庫、中五倉庫、中六倉庫及二號機反應爐壓力槽儲存倉庫等相關原開立承攬工程之設備儲存及反應爐爐心內部組件之儲存狀況，視察結果，相關設備倉儲儲存狀況大致良好。
2. 抽查一號機汽機廠房 EL.+2500mm 原開立公司所承攬工程之已安裝及暫置放現場之管節及管配件等儲存狀況，發現其雖已於近期剛完成維護保養，但仍可見部分原覆蓋於管節配件之帆布有遭人掀起，以及少部分之大口徑管節端口之密封帆

布已有破損等，不符合施工處程序書 LMP-QLD-022 第 6.3.3.2 節規定之情形。

3. 巡視暫置放於露天儲存區之反應器廠房海水系統(RBSW)海水進口渠道管路管節儲存狀況，發現一只屬於備用氣體處理系統 (SGTS) 之管路管節，其兩端端口封蓋均已脫落，不符合相關器材儲存作業規定。
4. 巡視汽機廠房海水系統 (TBSW) 海水進口渠道管路安裝工程現場，發現現場積水嚴重，而其中二號機大部分之管路管節並未予以墊高，直接置放於現場積水之渠道地面上，且部分管路管節端口之封套亦有脫落或破損之現象，不符合相關器材儲存及保養管制作業規定。

(二) 維護保養狀況

1. 抽查一號機汽機廠房 EL.+2500mm 原開立公司所承攬工程之不鏽鋼管節及管配件於現場安裝維護保養狀況及管節配件暫置放於現場之維護保養狀況，發現台電公司龍門施工處自從與開立公司終止契約後，雖相關維護保養作業由台電公司龍門施工處暫行接手進行，但其所制定之器材設備安裝期間維護保養工作指引之維護週期為每季執行一次相關設備之維護保養，與原開立公司依台電公司龍門施工處所審核同意之「工

地器材儲存搬移作業程序書」要求每月執行一次相關設備維護保養之規定並不一致。

2. 抽查中三倉庫發現汽機廠房冷卻水系統 (TBCW) 電動馬達操作閥之器材儲存紀錄卡所要求之電阻值數值標準為 $\geq 1\text{M}\Omega$ ，與該器材儲存期維護工作指引要求 $\geq 1.5\text{M}\Omega$ 並不一致，且電氣課於 95 年 5 月 17 日執行該項器材儲存維護檢查作業後，並未依工作指引規定之週期，持續於每季執行後續之器材儲存維護檢查作業。
3. 存放於中三倉庫之循環水系統迴轉攔污柵沖洗泵過濾器工程設備，汽機課於 95 年 11 月 1 日執行該項器材儲存維護檢查作業後，並未依工作指引規定之週期，持續於每季執行後續之器材儲存維護檢查作業。
4. 存放於中六倉庫之反應器廠房海水系統(RBSW)迴轉攔污柵沖洗泵工程設備，依其器材儲存期間維護工作指引規定，應執行之器材儲存維護項目，包括濕度指示器檢查項目，但現場之器材儲存記錄卡顯示，汽機課人員於每季執行器材儲存維護作業時，均未執行該項濕度指示器檢查，且現場檢視濕度指示器結果，發現濕度指示器指示均已由藍色轉變為白色，已不符儲存要求。

5. 抽查一、二號機反應爐內部組件及二號機反應爐壓力槽等之儲存保養狀況，有以下發現：

- (1) 96 年 3 月 20 日，本會視察人員抽查當日剛由電氣課完成每周器材儲存維護作業之爐內泵(RIP)及馬達等設備，發現其中有 2 箱爐內泵(RIP)及馬達之氮封氮氣壓力錶指示實際僅約 0.0015MPa，明顯小於該工作指引最低接受標準值 0.005MPa 之要求，但 3 月 20 日之維護作業紀錄，卻顯示各項維護項目檢查結果均為良好。
- (2) 一號機反應爐爐內中子照射監測試片之現場器材儲存紀錄卡紀錄顯示，自 95 年 12 月 29 日以後，汽源課人員即未再繼續執行該項器材儲存維護檢查作業。
- (3) 一號機反應爐爐心內部組件 Part I 之器材儲存期維護工作指引規定，其器材儲存維護項目應包括覆蓋物、記號識別及濕度指示器等之 3 項檢查，但現場之器材儲存紀錄卡僅顯示要求每月執行濕度指示器之檢查。
- (4) 二號機控制棒驅動機殼(CRD Housing)、爐心偵測儀管殼(ICM Housing)及控制棒導引管(CR Guide Tube)等依器材儲存期維護工作指引規定執行之器材儲存維護項目應包括清潔、覆蓋物及記號識別等之 3 項檢查，但現場之

器材儲存紀錄卡紀錄顯示，每月實際執行之器材儲存維護檢查項目為鏽蝕、破損、變質及覆蓋物等項目之檢查，和工作指引不甚相符。

- (5) 二號機反應爐壓力槽頂蓋之器材儲存維護周期及項目，依工作指引規定為每周鏽蝕、破損、變質及消防設備檢查等項目，而依現場器材儲存紀錄卡之紀錄顯示，檢查結果均為正常，但實際上二號機反應爐壓力槽頂蓋之格蘭圓周四周已有明顯鏽蝕痕跡產生(如視察照片十一、十二)，且置於二號機反應爐壓力槽頂蓋旁之 20 型乾粉滅火器，亦已逾越其有效期限(其有效截止日為 96 年 2 月 15 日)。

三、檢驗、試驗與品質稽查(含人員資格及 NCR)

本次視察主要針對「開立公司原承攬工程現況」及「爐內組件安裝」之經辦課與承包商相關作業進行查核。由於開立公司原承攬工程，有部份尚在招標作業中。故本次視察僅就核安處品保小組稽查作業、施工處品質課執行之品質督導作業，以及儀控與配管課等之檢驗、試驗與人員資格進行查核，有關視察查核情形及結果說明如下：

- (一) 核安處駐龍門工地品保小組 95 年共執行 19 次稽查作業，品保小組分別於 95 年 7 月及 95 年 11 月稽查開立與中鼎公

司，除了將稽查結果撰寫稽查報告，並就發現之缺失，分別開立 CAR95-137-95-147 及 CAR95-191-95-192 要求承包商改善，執行情形良好。

- (二) 依據「LMP-QLD-012 品質督導作業程序書」查閱品質課執行不定期之品質督導查核工作，本次就品質課針對開立與中鼎公司之品質督導報告進行查核。品質課分別於 94 年 7 月 6 日、94 年 11 月 11 日、95 年 1 月 2 日、95 年 3 月 8 日及 95 年 10 月 11 日共 5 次，對開立公司執行督導查核(龍核 0153、9405、9503、9518、9562)，以及 95 年 7 月 31 日對中鼎公司執行查核(龍核 9546)，並就督導結果對中鼎公司開立 2 份矯正行動通知(CAR836、CAR837)要求改善，中鼎公司於 95 年 11 月 1 日及 95 年 9 月 11 日分別改善完成，符合程序書要求
- (三) 依「LMP-QLD-029 檢驗人員考訓及資格銓定作業程序書」查核配管課及儀控課之檢驗人員銓定紀錄，發現配管課部份檢驗人員之 95 年度受訓時數低於程序書要求之 30 小時，請儘速依程序書 6.7.2 節規定半年內補訓完成。
- (四) 開立公司原承攬之「核廢料隧道內 GE 案號 59.1200 之 ASME B31.1 管路安裝工程」，轉由博賢公司承攬，目前主要進行品保方案、人員資格及相關程序書等陸續送審中。故現場檢驗及試驗等均尚未正式執行。
- (五) 開立公司原承攬之「儀控系統設備安裝工程」，轉由詹記科技公司承攬，目前主要進行品保方案及相關程序書修改，並提送審查中。故現場檢驗作業均尚未全面展開執行(除配合土建施作部份外)。另，對於儀器校正與調校實驗室建

立及試驗設備之採購亦平行展開執行中。惟為配合 161kV 加壓作業及預防廠家實驗室無法適時建立，儀控課已著手規畫建立調校實驗室，以降低對日後施工之影響。由於距 161kV 系統加壓預定之時程，已相當緊迫，但各項作業尚未就緒，為避免屆時因趕工而影響施工品質，建議儀控課加速規劃及作業。

- (六) 依奇異公司對反應器內部組件安裝施工規範之規定(第 C.3.1.5 節)：為管控研磨作業品質，研磨作業應制定書面程序書，並由合格人員依規定程序執行。另依本會要求前述之書面研磨作業程序書，應加以驗證，以確認作業結果能達成施工規範要求之”將冷作硬化層移除”結果，惟據了解此一驗證作業至今尚未執行。另，中鼎公司之反應器內部組件安裝研磨控制程序書第 4.2 節亦規定：”該研磨作業人員必須於實際工作前完成訓練並驗證(Demonstrate)其能力，有關之訓練及能力證明文件均須建檔保存”。惟，查中鼎公司相關文件，僅有 1 頁之訓練簽名紀錄，其他訓練有關文件及能力資格證明等，均未建檔留存。
- (七) 電銲監工小組原係為加強反應器內部組件銲接作業現場監控而設置，並非現有品質管制體制內之編制，故其作業中並不執行檢驗作業及簽署檢驗紀錄，且其人員管理劃歸汽源課執行。現施工處以人力不足為考量，將原品質課執行之檢驗作業改由隸屬汽源課之電銲監工小組人員執行，此是否符合品管機制應再考量。

四、管路與設備安裝

本次視察之範圍，主要就台電公司龍門施工處原發包給開立公司所承攬之工程及反應器內部組件等之管路與設備安裝狀況進行抽查，相關視察發現如下：

(一) 3月19日下午，於一號機汽機廠房 EL+2500mm 西北角，抽查原開立公司承攬之管路安裝工程狀況，發現於一號機汽機廠房 EL+2500mm 西北角，抽查原開立公司承攬之管路安裝工程狀況，發現有一些原先開立公司已安裝好之管節，可能因擋住後續設備之施工，致原有之支撐被移除，其中有 2 支管節係以鐵絲及繩子懸空繫在上方之管路及旁邊之空氣儲存槽上(1P52A-RCCV-5001A&B)，施工處應加強現場安裝作業及工序之管理與協調。另約 3 時 30 分左右，於前述現場角落發現有一只電源被拔除之電銲條保溫筒仍有餘溫，但現場並未見有施工作業及人員。

(二) 針對原先開立公司之銲材管制室，抽查其暫停/撤除使用之清算及管制作業紀錄等，發現施工處配管課及品質課等，雖對未開封之銲條均由銲材製造原廠取回有所瞭解，但對於已開封銲材之後續管制及現況情形等均不知道。經追查，發現原先開立公司已開封之銲材係由其下包商如益公司逕予取走，現已不能使用，目前分別存於施工處內其辦公室及樓下之廠房內，該廠房並已加鎖。針對上述情形請施工處確依程

序書要求落實執行對撤除之鐸材管制室之離廠管制作業，以免品質不符之鐸材有不當流用之情形發生。

(三) 視察一號機反應器內部組件安裝作業部分

1. 根據目前爐心側鈹及支撐環臨時性鐸道移除後所執行之控制研磨結果，其兩個磨料號數間之研磨方向似乎並未垂直或交叉，且未完全將上一號數磨料之磨痕完全移除，施工處亦未對該現場研磨作業建立管制機制，不符合施工規範及程序書所述需將上一號數磨料之磨痕完全移除並經確認之要求。
2. 已完成 PT 檢測作業之外側第 2 階段(13~26mm)鐸道，發現其表面仍有殘留 PT 檢測藥劑，未立即以丙酮(acetone)或酒精加以清除乾淨，不符「爐心側鈹安裝程序書」第 5.9.2 節要求。
3. 由於施工處未依規定將檢驗文件置於作業現場，為了解檢驗作業執行情形乃借閱中鼎公司之自主檢驗文件，結果發現除當時正進行鐸接作業之內側第 2 階段鐸道未執行鐸前檢驗作業外，外側第 2 階段鐸道之鐸後檢驗作業亦未執行，然而後續再查閱施工處鐸道檢驗紀錄時，卻發現施工處經辦課已完成檢驗作業，但品質課停留檢驗點(Hold Point)未執行之情形，不符檢驗作業程序書應待廠商完成自主檢驗後方執行檢

驗之要求。

4. 在前述閱覽中鼎公司自主檢驗紀錄過程中，發現其所記錄之銲接電流(~250A)與銲接程序書(WPS)所規定者(80~180A)有所不同。經了解施工處電銲監工小組發現後，曾於3月12日開立矯正行動通知(編號：1026)要求汽源課/中鼎公司改善，但至視察當時(3月21日)仍未見改善或答覆。經查閱所開立之矯正行動通知、ASME B&PV Code，以及目前之銲接入熱量後，確認在技術方面，因電流僅為銲接輔助變數(Supplementary Variable)且銲接入熱量未超過限制(19700J/cm)而無違反法規及規範之問題，但其不符合程序書規定仍是事實。考量銲接作業具不可逆性，因此在未答覆該矯正行動通知或修改程序書消除疑慮之前，不宜持續進行該現場銲接作業，致失去設置矯正行動通知制度，以及消除潛在可能品質疑慮之目的。
5. 針對前項3施工處品質課未執行銲道檢驗作業乙事，雖然品質課方面以其已於外側第一階段(0~13mm)時執行銲前檢驗作業，且目前該銲道仍處於銲接作業中，尚未至執行銲後檢驗之時機，因此認為目前無需進行銲後檢驗，然以實際銲接作業係依法規要求以每13mm為階段分段進行，且程序書亦規定

每階段除需進行 PT 檢測外，亦需進行鐸道目視檢驗，因此品質課停留檢驗點(H)之鐸後目視檢驗每階段仍應執行。至於鐸前檢驗作業因其中有”接頭表面清潔度”檢驗項目，因此仍有必要執行，以確認鐸道 PT 檢測藥劑已完全清除。

6. 依據 ASME B&PV SEC III NG-5231 與中鼎公司「爐心側鈹安裝程序書」第 5.9.2 及 5.9.3 節均規定：「爐心側鈹與其支撐環間鐸道，每 13mm 均須執行 PT 檢測」；依前述規定，該施鐸作業中應適時進行鐸道厚度量測，以確保各 13mm 之階段性鐸道厚度未超過限制，俾適時進行 PT 檢驗。惟，查核其現場作業紀錄情形，並無該厚度量測之作業紀錄。

7. 反應爐(RPV)爐體垂直度依安裝規範要求應每月定期監測一次並記錄，經了解此項作業要求僅於 RPV 內部組件安裝作業開始清潔室吊裝時(95 年 12 月 18 日)及爐心側鈹吊裝時(96 年 1 月 30 日)各執行一次，其執行情形不符安裝規範要求。

(四)二號機反應器穩定器(RPV Stabilizer)安裝作業缺失：

1. 抽查核四廠二號機反應器廠房 EL+18440mm 反應器穩定器(RPV Stabilizer)安裝情形，發現原由中船公司所進行之 8 座穩定器基座(Stabilizer Support Bracket)安裝，於安裝完成後，施工處並未依反應器屏蔽牆組裝檢驗表執行驗收檢

驗，即將該設備交由中鼎公司進行後續之反應器穩定器(RPV Stabilizer)安裝，不符合品質保證方案之要求。

2. 另查中鼎公司於進行後續之反應器穩定器(RPV Stabilizer)安裝時，其中位於反應器屏蔽牆 45 度之反應器穩定器於安裝過程中，陸續發生銲接間隙不符合 Stabilizer 銲接程序書(WPS)要求，以及穩定器基座高程不符反應器穩定器安裝需求而需進行修改等之狀況。但施工處在未開立不符合品質報告(NCR)及完成設計圖面變更情形下，即同意由中船公司逕予進行該穩定器基座(Stabilizer Support Bracket)上端墊板之尺寸更換，其間並曾發生墊板尺寸更換錯誤之狀況。上述情形，不符合龍門施工處作業程序書 LMP-QLD-001「不符合狀況及通報管制作業程序書」之要求。

五、土木結構施工作業(核島區廠房結構施工品質與管理作業查證)

本項視察此次主要針對反應器廠房、控制廠房土木結構施工作業情形進行了解，結果於一號機反應器廠房 EL+1970~12300 180 度加強鋼筋混凝土包封容器牆(RCCV Wall)外側處，發現其剪力鋼筋之 90 度彎鉤有遭切除之情形。以下為視察過程中主要之發現及建議：

- (一)控制廠房區鋼結構工程為配合設備安裝，陸續完成防火披覆的施工作業，但現場發現到處都有防火披覆被設備安裝承包

商移除，提供永久性支撐或臨時支撐銲接於鋼樑或鋼柱上，因防火披覆已完成檢驗作業，故日後復原仍應重新檢驗，但何處被移除防火披覆並未紀錄，如何進行復原檢驗並確保其完整性，施工處應予以澄清說明。又目前反應器廠房的鋼樑表面塗裝也已陸續施工並檢驗完成，但仍可見臨時鋼構支撐移除後，所露出之未塗裝部份，如何確保其後續施工及檢驗之完整性，施工處亦須一併說明。

- (二) 針對部分為安裝設備所銲接但目前尚未拆除的臨時支撐，應建立管理措施並建立紀錄，以供日後移除時，作為是否有相關作業需復原或修補以及辦理修補檢驗的參考依據。
- (三) 核島區廠房屬保安要求最高之區域，大多數出入口均裝有特殊門，目前特殊門的安裝作業已著手展開，而現階段出入口以區塊保留方式施作，因此將以二次施作方式澆置混凝土，又配合中鋼機械的安裝程序，此二次施作區塊需再分兩次澆置混凝土，二次施作最大問題為混凝土澆置的充填情形，在分多次澆置的情形下混凝土間隙產生的可能性也相對增加，請台電公司留意此作業是否滿足要求，特別是對於氣密功能要求。
- (四) 一號機反應器廠房的用過燃料池座落於加強鋼筋混凝土包

封容器頂板(RCCV TOP SLAB)與加強鋼筋混凝土包封容器牆(RCCV Wall)的外側，由於EL+1970~12300 180度RCCV Wall之牆體混凝土之尺寸過大，造成用過燃料池襯板無法安裝，新亞公司因此將超過之混凝土予以打除，結果有以下情形：

1. 本案將表面混凝土打除，露出所有的#18環筋，顯示存在保護層被敲除及是否符合設計須求的問題。
2. RCCV Wall之主筋及環筋為#18鋼筋，剪力筋為一端錨錠器另一端90°標準彎鉤之#9鋼筋，90°標準彎鉤在鋼筋組力後應附在環筋外側，但新亞施工人員逕將90°標準彎鉤部分以氧乙炔予以切除，使剪力筋喪失錨錠功能，降低了圍阻體的整體抗剪、耐震能力。台電公司應開立不符合品質報告(NCR)，並對本案進行品質缺失檢討，以及結構強度影響之評估並完成改善。
3. 由現場混凝土敲除後發現部分環筋上的續接器位置，仍超過用過燃料池襯板安裝位置，由於用過燃料池預組裝已將完成，其尺寸牴觸的改善方案應速擬定。
4. 從本案與以往的案例，以及再檢視不符合品質報告(NCR)發生類似的品質缺失來看，現場施工人員未遵守工地不得加工鋼筋，而將鋼筋截切或變形的規定，一再發生，顯示承包商、

主辦課及品質課等工程師及管制人員無法落實工地施工管理。

(五) 現場常發現牆或樓板之小號鋼筋(剪力筋或箍筋)，有因似施工人員為後續作業施作容易而將彎鉤變形之情形，為確保結構鋼筋加工尺寸，能發揮符合設計的功能要求，施工處應要求人員不得現場改變鋼筋形狀或尺寸。

(六) 95年8月10日以後土木課開立之不符合品質報告(NCR)(CIV-537、539、551、552、553、540、556、581A、617)共9件，其中因施工介面或施工人員擅自切除鋼筋或物件銲在不該銲之物件上有5件(CIV-537、551、552、556、581A)，其情形與一號機反應器廠房用過燃料池(Spent Fuel Spool)下層東側之RCCV Wall 剪力筋被施工人員切除類似，以及堆置在一號機反應器廠房EL. +23500之鋼筋有二支以氧乙炔火焰切割，違反規定，施工處應加強承包廠商之管理與人員之訓練講習。

(七) 抽查近半年儀控課及電氣課所開出之不符合品質報告(NCR)

有以下發現：

1. NCR 574 案除設備主辦課未確認構件已安裝而同意混凝土澆置之缺失外，施工經辦課對施工承包商未安裝構件之確認作

業，亦有必要督促廠商做好其自我施工管理上之改善。

2. NCR-525 案為二號機控制廠房編號 2T43-PDT-0022B/C5 之 PW-7 型穿越套管未安裝，與埋版圖號 31113-2U73-S3080A 不符，本案因設計公司發行 FDDR-LT2-00228 辦理，並判斷為未埋設之穿牆管恰巧為設計錯誤，已依 GE 之 FDDR-LT1-00668 及 FDDR-LT2-00228 重新施工辦理結案，經本會進一步查證 FDDR-LT2-00228 等相關資料後有以下疑義，須澄清說明：

(1) FDDR-LT2-00228 所顯示資料，有文件 1~4 共 4 件穿牆套管 (PW) 及文件 5~7 共 3 件樓板穿越套管 (PF)，而這 7 件套管均依文件 8 的 TYPE PF-9 來設計施工，穿牆套管安裝高程在 EL+12300~17150 之間的牆面上，樓板穿越套管則安裝在 EL+12300 的樓板上，依照 EL+12300 樓板的完成時間為 95 年 11 月 22 日，而 FDDR 的發行是在 95 年 10 月 25 日推算，穿牆套管可能尚未安裝且牆混凝土亦未澆置，應無礙 FDDR 的施工，但樓板混凝土若已灌漿，樓板套管則確定無法安裝。

(2) 若本案有「已澆置混凝土而未安裝套管」之情形，是否應開立 NCR 處理？

(3) NCR525 結案理由顯示奇異公司(GE)設計錯誤，故發行

FDDR-LT1-00668 以彌補原設計位置之疏失，因此，同前項理由，一號機控制廠房日前已完成屋頂層樓板混凝土澆置，FDDR-LT1-00668 是否仍未安裝或已安裝，若已有補安裝情形，是否有開立不符合品質報告(NCR)處理？

(4) 本案 NCR525 雖已辦理結案並判斷「恰巧 GE 設計錯誤」而無礙施工品質，但整體看來卻是面臨更多的品質問題，施工處理應了解施工現況面臨 FDDR 的執行問題，但實際情形卻讓人不解？

(5) 本案 FDDR 文件第 2 頁，有表格最後一欄日期為 2/28/07，文件的管制章為 95 年 10 月 26 日。

(八) 控制廠房 EL+7600 主控制室內，發現原已經設計變更移除之兩根鋼柱仍存在於現場，施工處應澄清此兩根鋼柱之設計變更完成時間及施工時間？若係於設計變更完成才進行施工，則設計變更後此樓層的樑柱設計理應足以承受上方的各種載重(包括地震力及外加之安全係數等設計考慮)，而施工中之載重應遠低於前述之載重，故須再澄清說明施作此兩根鋼柱之用意為何？另現場發現施工人員已將此兩根鋼柱之上段(鋼柱分上、中、下三段組裝)上方螺栓切除，並計劃以千斤頂將樑頂起以移除該兩根鋼柱，此作業方式對結構是

否會造成影響，亦必須加以澄清。又鑒於施工人員將螺栓切除與移除作業係廠商的自主管理作業，並無程序書規範，施工處又未必可時時監控承包商的施工作業，建議施工處應規範承包商不得對結構體施以一定以上之非恰當作用力，或非經台電公司同意，否則不得施作，以免影響結構品質，或說明對此類作業施工處之管制做法。

六、廠務管理及現場巡視

本次視察主要針對反應爐內部組件清潔管制作業現況情形進行了解，並巡視反應器/汽機廠房海水系統(RBSW/TBSW)渠道與一號機汽機廠房 EL+2500 等工地現場，有關視察發現及建議摘述如下。

(一) 反應爐內部組件清潔管制作業

1. 清潔管制小組已於日前(3月15日)，針對管制作業執行情形進行檢討並修訂管制程序書，依據所提檢討內容情形，大致包含本會歷次視察之發現建議，除請落實檢討改善措施外，並請持續維持本項定期檢討機制，以期清潔管制作業能更盡完善。
2. 在定期性之內部組件表面及工作服等氯含量監測作業方面，依程序書規定應每月執行一次，經查除2月份之內部組件表面氯含量監測未執行檢測外，包含本(3)月份部分之檢測作業

均已執行完成。

3. 在 RPV 內部環境(溫、溼度、含氧量及通風正壓等)監控方面，雖已依規定每日進行監測，然視察人員仍曾經在清潔管制室內發現有工作人員之工作服有遭汗水溼透之情形，因此請清潔管制人員隨時注意空調溫度之調整，以避免工作人員再出現前述之情形。
4. 依程序書之規定，工具及物料原則上應統一進出，但查核工具及物料管制登錄表發現多數之工具及物料均係工作人員各自携入，與程序書所述不符。此外亦發現有工作人員携入明顯非其作業所需物料之情形(如鉸工携帶 PT 檢測藥劑)。
5. 目前對於放置於 RPV 內之工具及物料雖已建檔管制然僅每月進行清查乙次，考量現場空間狹小及施工作业之增加，建議施工處除縮短定期清查週期外，並配合每周提送之工作項目與時程規劃建立機制，將超過一定時間以上用不到之施工工具器材強制移出，以適當管制 RPV 內部放置之工具及物料數量。
6. 目前設置之閉路監測系統並未隨施工狀態適時調整攝影機位置，致使 1 月 30 日爐心側鈹(Core Shroud)吊入後，即無法自清潔室監看到爐內組件安裝及現場清潔作業之情形，失去

原設置監看及減少非必要人員進入之目的。

7. 查閱「進入 RPV 內部工作許可」發現有許多許可期長達兩週以上甚至一個月之現象，以及有由中鼎公司管制人員自行加填臨時進入人員之情形。由於曾發現有無「進入 RPV 內部工作許可」之人員仍可進入之情形，且在確認過程中發現管制人員似有依印象管制長期作業人員進出之狀況，請施工處檢討此種長期許可之妥適性或另規劃對此類人員之管制措施，並避免現場僅由中鼎公司管制人員自行加填之情形，以免失去管制意義。

(二) 反應器/汽機廠房海水系統(RBSW/TBSW)渠道與一號機汽機廠房 EL+2500 現場巡視

1. 反應器/汽機廠房海水系統(RBSW/TBSW)渠道與一號機汽機廠房 EL+2500 現場巡視之結果，現場積水情形仍頗為嚴重，部分區域甚至有需穿雨鞋或踩於枕木上方能行走之狀況，致除現場管節有浸於水中之情形外，現場高溼度之環境，對已置放現場但未進行溼度控制保護之設備附屬電子控制器材(特別是馬達操作閥)之品質，恐有不良之影響，施工處應加以注意並採取適當預防改善措施。
2. 現場施工垃圾隨意散置堆積及鋸材與鋸尾任意棄置現場，均

常為視察人員發現之情形，請施工處加強現場清潔管理及鋸材回收管制等作業。

3. 一號機循環冷卻水抽水機房(CWPH)現場之冷卻水水泵(CWP)之預留安裝口上均裝有安全網，符合工安要求。

七、廢棄物廠房及廢棄物貯存倉庫新建工程部分

廢料廠房之設備管路由於開立公司財務問題影響延後安裝，目前已規劃分為兩包標案並均正進行公開閱覽中，施工處預定於四月底開標決定後續承接廠商。受此影響本次視察主要針對設備維護、土木作業監測及法規要求提報相關文件現況進行了解。有關視察發現及建議，摘要如下：

- (一) 查驗廢料廠房之「器材設備安裝期間維護保養/檢查見證表」紀錄，現場檢查廢料廠房各項桶槽及固化間已安裝設備(包括超高壓縮機、固化系統等)之保養現況及紀錄說明，均符合程序書要求。
- (二) 廢料倉庫目前完成周邊排樁之安放，每週定期執行排樁穩定性之觀測作業。依週報表之分析結果，目前廢料倉庫開挖面應仍屬穩定，在安全作業之範圍。
- (三) 核四廠之廢棄物處理系統及貯存倉庫安全分析報告依本會初期安全分析報告(PSAR)審查之要求，需於建廠期間提送完成，然台電公司僅曾於90年9月提報初期安全分析報告(PSAR)

審查重要追蹤事項：11-001 及 11-004 兩案時，提送初步之設計資料，至於有關處理系統之詳細安全分析資料則至今尚未提送補足。雖依放射性物料管理法(物管法)第二十六條之規定：「核子反應器設施廠址內，安全分析報告所涵蓋之放射性廢棄物處理或貯存設施，其興建或運轉之申請，得與核子反應器設施之建造執照及運轉執照申請合併辦理。」，但為利於日後終期安全分析報告(FSAR)審查作業之執行，台電公司應依本會 PSAR 審查意見儘早補足詳細之安全分析資料。

肆、結論與建議

本次定期視察中雖於現場施工人力及作業狀況，有令人感受核四工程全面展開之趕工氣氛，然亦或許是受趕工時程壓力、工作面增加及施工品質管制人力與作法未隨之提升與落實等影響，視察中除發現有加強鋼筋混凝土包封容器牆(RCCV Wall)剪力鋼筋 90 度彎鉤遭任意切除之嚴重施工管制(理)缺失外，亦發現多項設備之維護保養作業未落實及紀錄不符實際現況等缺乏核安文化意識之缺失。

而鑑於加強鋼筋混凝土包封容器牆(RCCV Wall)之安全重要性，以及此事件顯示核四工地於現場管制、巡查執行不足，與施工介面管制協調機制欠缺或未能落實等情形嚴重，經審慎考量及多方檢討後，本會已決定針對此項缺失依法開立違規，並研議處

以罰鍰，至於視察中之其他缺失發現及建議，則依對象性質區分，分別開立 AN-LM-96-03 及 AN-LM-96-04 等兩件注意改進事項，函請台電公司針對各項缺失進行檢討，並落實督促龍門施工處改善，本會亦將持續定期追蹤其執行情形至改善完成，期避免類似問題再次發生，並進而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

賴尚煜科長，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



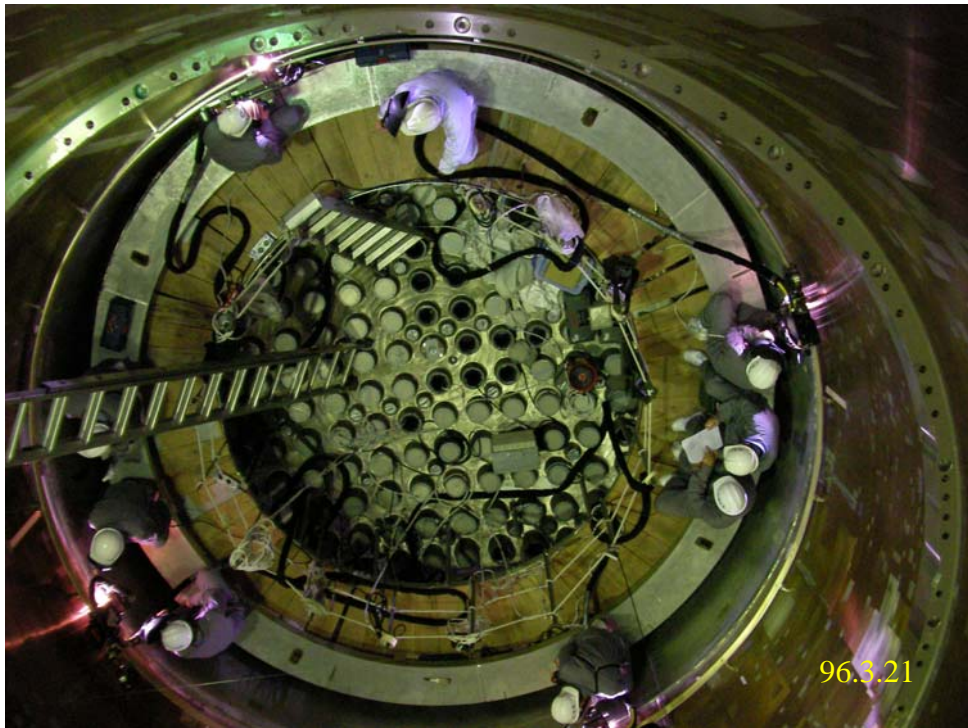
照片三：一號機控制廠房施工現況



照片四：一號機汽機廠房施工現況



照片五：核廢料廠房施工現況



照片六：爐心側鈹銲接作業情形(一)



照片七：爐心側鈹銲接作業情形(二)



照片八：視察一號機汽機廠房現場管路儲存情形



照片九：視察循環冷卻水抽水機房現場情形



照片十：視察後會議情形



照片十一：二號機反應爐壓力槽頂蓋格蘭圓周四周鏽蝕痕跡（一）



照片十二：二號機反應爐壓力槽頂蓋格蘭圓周四周鏽蝕痕跡（二）