

龍門核能電廠第九次定期視察報告

行政院原子能委員會
核能管制處

中華民國九十二年一月

目 錄

壹、前言.....	1
貳、視察項目.....	2
參、視察結果.....	3
肆、結論.....	16
伍、視察照片.....	18

壹、前言

核四廠建廠工程至目前為止，包含受設備採購作業進度延滯，而暫停現場施工之循環冷卻水抽水機廠房工程，以及受反應器基座案影響而停止之第一層基座現場安裝工程，均已陸續恢復施工或依既有之工程規劃進度積極準備及進行中。而隨著機械設備及管路安裝工程之順利進行，一號機反應器廠房已開始進行底層樓板之封頂施工作業，依其施工進度及施工單位之預估，應可於九十二年一月底開始進行分區澆置混凝土之作業。

由於核四廠係以日本之柏崎刈羽核電廠為其設計之參考廠，加以許多重要之設備組件均由日本廠家進行製造，是以如何有效吸取柏崎刈羽核電廠之既有經驗，提升核四廠建廠施工品質，乃至日後運轉安全等，皆為本會對核四廠安全管制工作的重點。在引進日本建廠品質管制經驗方面，本會於九十一年六月間，曾邀請日本專責執行核能電廠設備檢查作業之財團法人發電設備技術檢查協會(JAPEIC)，派遣此方面之專家與本會、台電公司及核四工程有關之承包廠商等人員，就核電廠建廠品質管制經驗進行數場講演及經驗交流活動。而為使本會核四建廠管制有關人員，能實際地吸收日本 JAPEIC 人員之建廠視察經驗，本次視察即再邀請 JAPEIC 派遣兩名非破壞檢測及銲接方面之專家加入視察團隊。

因此，本次定期視察作業即由原能會核能管制處(六人)、核研所核四建廠安全管制支援小組(四人)與放射性物料管理局(三

人)等之視察人員，以及兩位 JAPEIC 之專家分別為米山弘志與藤岡和俊先生所組成之視察團隊共同執行，並由原能會核能管制處牛科長效中擔任領隊，於九十一年十二月三日至六日實施視察作業。視察作業執行時，視察人員進一步區分成兩組，分別針對核廢料廠房及核四其他工程進行規劃項目之視察作業。本報告乃綜述核廢料廠房以外工程之視察情形，至於核廢料廠房部分之視察結果則由放射性物料管理局另依其作業方式辦理。

貳、視察項目

截至九十一年十一月底止，核四工程實際累計總計畫進度為 42.76%(各分項進度為：設計：90.07%，採購：82.38%，施工：22.92%，試運轉：0%)，目前進行之主要工程包括核島區與汽機島區廠房結構工程、核廢料廠房新建工程、循環冷卻水出水道(海底隧道)工程、循環冷卻水抽水機廠房工程、訓練中心新建工程及進水口防波堤與重件碼頭工程等，共計二十多項。

而鑑於近來發現數起設備器材運抵核四工地後，未能依規定方式加以儲放之情事，因此為深入瞭解龍門施工處在目前倉儲空間緊迫狀況下的因應措施及未來之規劃，故於視察作業前，請台電龍門施工處以「設備儲運作業現況及規劃」為題進行簡報。此外，因核廢料廠房之機械設備與管路安裝工程已開工半年，為瞭解其實際之作業現況，亦請有關部門於視察前會議中進行簡報。

為使視察人員與台電公司及承包商人員，能對視察之重點與

視察中之各項發現能有所瞭解，以及對所發現之現象及問題能有明確之認知與共識，於視察前、後會議均安排台電公司及各主要承包商人員於會中列席，以即時進行必要之討論。

參、視察結果

一、機械設備安裝作業：

龍門計畫第一、二號機核島區機械設備與管路安裝工程，係由中鼎／大字聯合承包，目前進行一號機反應器廠房-8200mm 設備管吊架之安裝作業，視察團隊針對主辦課（汽源課及配管課）對承包商施工品質之管控情形等進行查證，發現承包商中鼎公司對於各項施工品質管制文件之使用，已頗能落實傳票(Travel)管制制度之精神，於施工作業執行前將各項設備及管路予以系統性的分類，並有組織地將其所需之品質管制文件整合成套，如此不僅可供現場施工人員在品管作業配合上的明確指引，對於品質人員之作業質量亦能有所助益，視察人員認為此一措施為其施工自主檢查作業（包括中鼎公司 ANI 及 QC 人員之檢查作業），提供了良好的執行基礎及成效。此外施工處各主辦課之檢驗員及品質課之 QC 人員，對於各停留查證點之檢查作業執行情形亦能落實，相信若能持續此一作業狀況並改善部分缺失之處，應能進一步確保並維持良好之施工品質。以下為本次視察過程中所發現之值得注意或再改進的事項：

(一) 查核 RBCW (-8200mm) 1P21-M4008 之管路安裝，對於銲工資

格、鐸條之領用、現場背覆鐸條之保溫措施等，均能依規定執行。惟發現鐸接前之組裝檢查，承包商及施工處之 QC 人員已經簽名確認，但主辦單位人員卻未簽名之情形，顯示相關檢查作業之執行流程及施工處品管人員之查核功能等，仍有改善與加強之處。

(二) 抽查 M4008 Gud 0655 管吊架之安裝，發現應電鐸之部份與圖面相符，左、右間隙 2mm 可符合規定，上部間隙雖較小（約 1mm 左右），惟仍符合標準。

(三) 核島區-8200mm 之七只 AHU，目前已完成二只 AHU 初步定位，另五只亦已吊放於現場。抽查其中三只 AHU（102B、103B、103C），均已完成防水防塵布之塔架及覆蓋作業，現場維護記錄表亦顯示有每日執行現場巡視一次，惟發現下列事項待改進：二只 AHU 未能依規定進行馬達加熱除濕（其記錄表均已簽名）、部份基座螺絲未以套管保護、安裝用之組件（鐵板）未能妥為保管。此外，現場設備建議懸掛明顯標示牌，以利爾後之維護保養作業人員之辨識。

二、土木工程施工作業

核四廠各項土木結構工程施工作業，由日漸增加之混凝土澆置數量可知其進行頗為順利，本次視察除調閱部分檢驗及混凝土澆置紀錄外，亦針對施工現場進行巡察，由相關品質紀錄及現場拆模後混凝土表面狀態、平整度與色澤等，顯示其品管作業及整

體之混凝土施工品質能維持應有之水準，惟仍有下列待改善及澄清之處：

- (一) 反應器廠房滲水乙案，已進行相當程度查證，部分區域至今仍有滲水情形，以致白華現象持續，建議在其上方昇層混凝土澆置前，採取適當斷（止）水措施，以避免水與混凝土持續反應造成混凝土品質降低，影響耐久性與降低屏蔽功能等。
- (二) 巡視一號機汽機廠房發現外牆牆面亦有滲水情形，其發生位置主要為不同昇層間澆置介面及澆置昇層中傾斜水平澆置介面，此與反應器廠房發生情形不同，為避免對混凝土耐久性造成影響，施工處應查明發生原因並儘速改善，並請特別加強對澆置面處理（打毛），以及澆置中作業的掌控，以確保混凝土品質。
- (三) 反應器廠房特殊門目前均採 Block Out 處理，待牆體混凝土澆置後再行安裝，其狀況等同於二次施工。於 ACI MANUAL OF CONCRETE INSPECTION 中，對於牆體後補的混凝土澆置施工方式，提供有良好之施工方式建議，施工處應說明新亞將採何種方式施作，並請與 ACI MANUAL 所提之施工方式做一比較說明。

三、銲接作業管制

本次視察對於銲接作業管制之查核，係會同兩位 JAPEIC

人員共同執行，視察之內容主要針對銲接檢驗作業及銲道品質等，進行實地查核及檢視，其次則針對銲材之管制作業進行瞭解。以下為視察中主要之發現：

(一)中船公司部分

1.巡視中船公司銲材室查核銲材管理之作業情形，發現各項銲材管理作業與紀錄均能依程序書要求規定確實執行，各項紀錄之填寫亦頗為詳實。惟視察人員審核管制紀錄內容後，發現下列缺失，請施工處要求中船公司儘速建立代理人制度，並落實其實質功能：

- (1) 發現部分 W3 表因負責審核人員請假，致由填寫人員代為審核核准之情形。此一做法並不符合管制精神之要求。
- (2) 詢問當時於銲材室之代理管理人員(原銲材管理人請假)，有關之銲材管理規定作業流程及規定要求，發現其對於部分之規定要求並不熟悉。對此中船公司應對各項業務之代理人員施予充分之訓練，以實際發揮業務代理之功能。

2.另發現有 W3 表並未經審核人員署名，經中船人員解釋此乃因假日加班作業，且因僅有一名銲工進行銲接工作，而配合出勤之中船人員亦僅二人(銲材管理人及現場監工)，致有上述情形，建議日後若有類似情形發生，

請適當調整 W3 表填寫審核作業時間點，以確使 W3 表中之內容均能經複核並確認無誤。

(二)中鼎公司部分

中鼎公司現行之鐸材提領單(即 W3 表)填寫方式，係由現場工程師之助理人員填寫，經現場工程師審核及簽名後，再交由鐸工至鐸材室領用鐸材。在上述過程中，實際負責填寫之現場工程師助理人員並未於表中署名，現場工程師則簽名並註記日期但未寫上時間，至於鐸材管理人則有完整地將發料人及發料之日期與時間填寫清楚。由於上述三人為 W3 表各項作業之實際執行(工程助理、鐸材管理人)及審核人員(現場工程師)，為釐清權責及顯示實際作業程序與時間點，建議三者均應署名並完整註記作業執行時之日期與時間。

(三)、其他意見

- 1.至一號機反應器廠房現場抽查 RBCW 之 FW-00642 鐸道(屬 1P21-PSP-873 管路)，其鐸接工作已完成底道之施鐸，檢視其鐸道外觀則相當良好。經進一步觀察鐸道表面狀況及與中鼎公司 ANI (其正於現場執行 1P21-GUD-0607 吊架鐸道檢查作業)討論有關之鐸道資訊、檢查要求與現況，並經本會視察人員實際調閱該鐸道之檢測紀錄後，確認該鐸道已於十一月十五日在施工

處檢測人員見證下完成檢測作業。

- 2.至一號機 RCCV LINER 第七層處進行鐸道之檢視作業，發現其垂直鐸道及水平鐸道之定位點鐸品質均相當良好，惟垂直鐸道似有定位不佳之現象，此可能是鋼板彎形滾壓作業不佳所致，已建議施工處對此加以注意。

四、非破壞檢測作業管制

對於非破壞檢測作業管制執行情形之查證，亦是會同兩位 JAPEIC 人員共同執行，視察作業係以調閱 RT 檢測底片進行檢視，以瞭解其有關之檢測品質。以下為 JAPEIC 人員對 RT 檢測底片查核情形及結果之摘要：

- (一) 抽檢一號機 RCCV LINER PENETRATION 共六只法蘭鐸道 (WN.18~19, 22~25) 檢測紀錄及 RT 底片，確認其 RT 底片品質均符合規定，且其檢測紀錄能對於 RT 照相之幾何模糊度及照相技術與物件配置等，均能有明確之記載，令人一目瞭然，此為值得稱許之優點。惟 JAPEIC 視察人員認為於 RT 底片鐸道標定鉛字處附近處之鐸道影像似有不連續之現象，由於此一顯示，其判斷鐸道標定鉛字似於 RT 照相過程中有遭到些微移動之可能(依一般之要求鐸道標定鉛字於 RT 照相過程應不得移動)，因此認為此為一美中不足之處。

對此一疑慮經本會視察人員再一次調閱上述鐸道之 RT 底

片進行檢視，並與台電及實際執行檢測作業之華榮公司人員討論，當時現場作業情形及鐸道與工作物之幾何結構，再參照 JAPEIC 視察人員與台電人員之討論情形，本會視察人員認為 JAPEIC 視察人員應是尚未完全明瞭鐸道與工作物之幾何結構，以及視察當時之討論過於熱烈致影響翻譯之進行，而使其對檢測狀況之認知出現誤差所致。因此，對於鐸道標定鉛字於 RT 照相過程遭到移動之可能應可排除。

- (二) 依 ASME 法規之要求，鋼板厚度達到 19mm 以上時，方適合使用 γ -ray 作為 RT 照相時之射源，至於 19mm 以下之鋼板原則上應使用 X 光機作為 RT 照相時之射源，以期獲得足夠之底片品質及解析度。然而板厚僅有 6.4mm 之 RCCV LINER，由於受作業環境限制，乃以 γ -ray 作為 RT 照相之射源，雖然其使用 γ -ray 作為 RT 照相射源之底片品質，已經性能驗證證實符合法規對 RT 底片品質之要求，而為可接受之方法，惟仍建議在現場作業環境允許之狀況下，儘量使用 X 光機作為 RT 照相之射源，期獲得最佳之底片品質。

五、倉儲管制作業

核四工程由於受到停工之影響，致器材設備進廠之速度較現場施工進度超前甚多，由於此一狀況與建廠之初對於倉儲空

間需求之評估與規劃有甚大之差異，導致倉儲管理單位於核四復工後，一直無法應付遽增之倉儲空間需求。此外大量到場之器材設備其有關之管理作業亦對倉儲管理單位及工作人員形成相當之工作要求。有鑑於倉儲品質之良窳對設備品質之影響，本會歷次定期視察作業均將倉儲管制作業列為視察之重要項目，以促使台電公司重視此一問題並積極改善。本次定期視察作業仍延續以往之方式，透過現場巡察及調閱倉儲管制(理)文件之方式執行，並發現以下有待改善之事項：

- (一) 核四廠 B&C 級設備截至目前為止已儲存 29878 m²，尚可儲存 3274 m²，預計設備陸續進廠後，將於九十一年年底滿倉，經統計材料課提供資料後，不足部分將近 11350 m²倉容量，施工處應儘速謀求解決方式，以因應倉儲容量即將面臨不足的情形。
- (二) 由 RPV Bearing Plate、Gland Steam Evaporator 等設備採搭建臨時鐵皮屋方式儲存來看，其搭建原因或因設備尺寸過大，無法入庫儲存，或因無符合之儲存場地，均顯現施工處未能事先取得欲儲存設備之資料，進行事前規劃準備，使得設備於進廠後無法立即儲存於符合儲存等級之場地，致形成設備儲存作業之空窗期。特別是針對此類無法入庫儲存之設備，其倉儲規劃更應及早準備，施工處應檢討改善有關之作業流程及規劃，就如何提早掌握設備進廠時間、及早規劃等事項，進行檢討並

指定權責單位落實執行，避免日後再發生類似情形。

- (三) 近數個月來陸續有重件設備進廠儲存，經本會視察員發現有設備儲存不符合之情形，甚至於日前中六、中七等新建 B 級倉庫在完工使用後，仍有設備儲存不符之情形，包括：RPV REFUELING BELLOWS 為 C or D 級，因長期儲存經辦課定為 C 級，以及 Cooler & Cooler Housing 與 Main Oil Tank 之 C 級儲存等級，目前均儲存於 D 級露天儲存場上外加活動棚架，此結果與程序書規定之 C 級儲存等級不符，對此施工處應進行檢討並改善。
- (四) 經查十月二十六日進廠之 Generator Stator 為 B 級儲存等級，目前儲存於 D 級之重件儲存場，並將就地搭建鐵皮屋，施工處應說明搭建鐵皮屋前之儲存狀況是否符合儲存品質要求。
- (五) 針對第(一)及(二)項顯現出之設備儲存管理作業與規劃缺失，建議施工處應建立設備入庫及出倉的時程及進廠儲存設備尺寸（或包裝尺寸）等資料，以作為統計倉儲需求容量及評估可否順利搬運之依據，進而能及早推估未來各階段倉儲空間需求量，並提供日後是否需再興建倉庫或擬定其他因應方式之依據。
- (六) 其他發現缺失：

1.Power Supply Cabinet Serial NO.1T49-PL002B 自 89 年

驗收至今仍暫行保留，為避免影響日後設備安裝時程，應儘速改善此情形。

2. # 1 FCS Control Panel B 為 A 級設備，其保養紀錄卡卻登記為 B 級；另外掛卡標識不清之問題，建議應將所有設備所掛標示卡之設備安全等級、儲存等級、該批次之總件數、第幾件、管理單位（人員）等明確標示，以及暫行保留時為那部分，以掌握所有設備動態。

3.65.0610 Sampling Station 於 9 月 11 日 進廠卻未驗收且未掛待驗卡。

4.中三倉庫有一批待驗設備未標進廠日期，且圖示禁止堆疊，現場卻堆疊儲存，不符製造廠家儲存要求。

5.本會駐廠視察員曾多次發現露天儲存廠有管節覆蓋不完整、Caps 脫落等情形，而 LMP-MPT-007 程序書規定材料課應每月至少定期檢查一次，施工處應加強督導落實此一規定，並將執行情形作成檢查紀錄，以符合品管要求。

6.冷氣空調倉庫(一)之廢氣偵測系統（1T63-SKD-009A）為含有 Sr-90 之放射性物質容器，且表面劑量達 0.1~0.3 μ Sv/h，應加掛「放射性物質」之標籤，但卻未見執行，應加以改善。

六、備忘錄及注意改進事項辦理情形

為了解施工處對各項備忘錄及注意改進事項處理情形，以及其承諾之改善措施之執行現狀，視察人員乃選擇部份備忘錄及注意改進事項進行查核。經查閱相關資料共有以下之發現：

- (一) 注意改進事項 AN-LM-91-03-3、AN-LM-91-55-1、AN-LM-91-62-1、AN-LM-91-62-2 及 AN-LM-91-62-3 等，經查證後，均有依所提出之改善措施確實執行。
- (二) 下列備忘錄及注意改進事項經查核後，仍發現有部分缺失或需再落實改善措施者：

- 1. 注意改進事項 AN-LM-91-43-4-2：有關舊版文件銷毀或蓋作廢章部分，查閱相關程序書，發現部份程序書（如 C237P-C3-01 屬核能安全工程圖面管理程序等）僅於封面蓋「作廢」，其餘內容並未蓋作廢章，且部分程序書新版與舊版分置不同卷宗。為確保文件使用最新版，應將舊版文件未銷毀部份仍應全部蓋作廢章，以避免遭到誤用。
- 2. 注意改進事項 AN-LM-91-43-3-3：關於人員資格及訓練部分，查閱核能工程檢驗人員資料中，尚存以下缺失：
 - (1) 人員訓練登錄總表與個人訓練登錄資料中所列資料不一致；另部分人員之個人資料不完整；
 - (2) 人員接受訓練，但未確實登錄於人員訓練登錄總表或個人訓練資料

表中；(3)部分人員受訓尚不足十八小時，施工處應再查證此部分人員，是否已於十二月底前完成相關訓練，以符合程序書規定。

3.注意改進事項 AN-LM-91-50-1-5：有關檢驗人員訓練部份，已依「檢驗人員考訓銓定辦法」完成銓定、發照程序及更新相關檢驗人員資料，但由檢驗人員資料中，發現人員訓練紀錄分散於各次訓練紀錄內，並未建立個人訓練紀錄表登錄個人每次受訓之資料，建議將每次訓練資料登錄於個人人員訓練紀錄表中。此外，仍有部份人員之訓練時數不足，請施工處要求其應於十二月底前辦理完成相關訓練，以符合考訓銓定辦法之規定。

4.注意改進事項 AN-LM-91-18：主要針對九十一年四月二十四日吊車發生傾倒事件後，為避免相同缺失再發生所提出之改善要求。依施工處所提之預防再發生措施第2點，全廠區吊車數量、操作員及吊掛員等由應電腦檔案加以管控。經查工環課並未針對吊掛人員建立電腦檔案以進行管控，應確實再依所提之預防措施實進行改善。

5.注意改進事項 AN-LM-91-07-2-3：係查核施工處是否依承諾對銲接設備及器具之適用性進行查核，查證結果發現施工處已要求廠商對使用之電銲設備每半年進行可

用性測試，並將結果明確標示於銲接設備上，另承諾應進行之查核作業措施已再修改，併入現場銲接作業巡查中執行，惟查閱其作業記錄並未各別註明其查核設備之資訊，建議應於現場銲接作業巡查表中明確註記。

6.注意改進事項 AN-LM-91-07-2-3：係要求建立及落實廢棄銲材回收管理機制，經調閱電銲股對各承包商銲材管制室之定期巡查紀錄，並詢問巡查人員其執行狀況，發現對各承包商廢棄銲材之管制作業，均有定期執行查核作業，惟對於廢棄銲材回收筒之放置位置方面，仍有部分承包商未將其置於銲材室內，為使廢棄銲材能受到銲材管理人員之有效管制，施工處應儘速要求各承包商將廢棄銲材回收筒移置銲材室內。

7.備忘錄 LM-會核-91-17：有關管路及吊架等電銲時銲條領用數量，是否依承諾修正之程序書及規定進行管控。查證結果發現：預定於十一月底完成修訂之程序書尚未修定完成，惟查核十二月二日至四日之 W3 表，發現中鼎公司對每一銲工之當日銲條領用數量已有合理之核發管控，已符合原有之改善承諾，惟仍請施工處促其儘速完成程序書之修訂作業。

8.備忘錄 LM-會核-91-2：查核中船公司是否依承諾每月一次召集電銲工作人員，檢討銲接工作情形，落實銲工

作業管理。查證結果發現中船公司並未留有辦理情形之紀錄資料，無法查證實際之辦理情形，請施工處要求中船公司於本項作業執行時，應將相關紀錄留存，以符合品保精神。

七、現場巡視-廠務及工安管理

視察人員於反應器廠房-8200mm 巡視，發現承包商為配合-8200mm 樓層之封頂作業，已將全部設備組件（包括大、小管件、管吊架）運入施工現場，以利日後施工，但吊入之管子及管吊架於工作後未清理放置整齊，致凌亂堆置於地；例如核能級之 RHR 系統 Item No.17.01, Type : 35.79.59 等吊架，因現場空間狹小且地面常有積水，為能確保施工品質及人員安全，施工處應督促承包商確實作好工作後之清(整)理作業。

肆、結論

由本次視察之結果來看，核四廠建廠作業在機械設備安裝、非破壞檢測及銲接等之施工品質管制作業已有一定之水準。特別是銲接作業管制方面，在歷經反應器基座案之檢討改善後，其有關之管制流程及措施已為參與本次視察作業之 JAPEIC 專家所認可，因此如何確實執行各項管制作為應是下階段管制工作之重點。至於土木結構施工方面，其施工作業情形及進度亦均已漸入佳境，然由於部分牆面之滲水及白華問題，雖已由相關單位追查肇因中，但因至今仍未提出有效之解決與預防方案及明確之

評估說明，此為現階段必須加以極積改善之問題。

根據歷次之視察經驗發現核四建廠作業在倉儲及廠務管理方面，或因受停工及承包廠商眾多不易有效管理之影響，致一直未能顯著改善，因此如何促使台電公司重視這些問題並提出積極有效的解決對策與管理措施，亦將是本會未來重要之工作項目。

註：對本報告如有疑問，請洽本會牛效中科長，電話：2232-2140。

伍、視察照片



照片一：視察前會議



照片二：視察反應器廠房機械設備及管路安裝情形



照片三：視察反應器基座第一層輔助板拆除作業情形



照片四：視察非破壞檢測作業情形