

龍門核能電廠第十四次定期視察報告

行政院原子能委員會
核能管制處

中華民國九十三年六月

目 錄

壹、前言.....	1
貳、視察項目.....	2
參、視察結果.....	3
肆、結論.....	11
伍、視察照片.....	13

壹、前言

截至九十三年二月底止，核四工程實際累計總計畫進度為55.46%(各分項進度為：設計：94.11%，採購：97.27%，施工：39.36%，試運轉：2%)，目前進行之主要工程包括：核島區與汽機島區廠房結構及設備管路安裝工程、核廢料廠房新建工程、放射性廢料處理系統機械設備與管路安裝工程、循環冷卻水進出水道(含海底隧道)工程及循環冷卻水抽水機廠房工程等，共計三十三項。

根據一號機反應器壓力容器吊(安)裝作業規劃，反應器壓力容器吊(安)裝前應先完成：反應器基座、反應器生物屏蔽牆及EL.12300之橫隔樓板(Diaphragm Floor)等三項前期施工作業。目前因反應器生物屏蔽牆仍在由中船公司製造中，以及圍阻體牆與基座之施工安裝仍未達橫隔樓板安裝高度，致前述三項前期施工作業，目前僅有反應器基座正進行工地安裝作業。在台電公司持續進行反應器基座安裝工程之同時，基於增加基座穩固性之設計考量，基座鋼構內部空間將以混凝土予以填充，因此，台電公司亦正積極此一混凝土澆置作業之規劃。由於考量基座內部結構對混凝土澆置作業之困難、澆置混凝土過程對基座結構完整性之可能影響，以及填充後對安裝銲接作業施作之限制等因素，本會在獲知此一混凝土澆置作業規劃展開之始，即主動並持續了解台電公司規劃執行情形，而為對台電公司此項作業之規劃有整體之了解，本次定期視察除針對現場施工作業情形進行視察外，亦針對

台電公司現階段作業規劃情形進行較深入之了解，期適時採取視察管制作為、確保澆置作業之順利、基座結構之完善，並避免對後續安裝作業造成困擾。

此外，為持續吸收日本核電廠建廠品質管制作業經驗，提昇本會視察人員之視察管制作業水準，本次定期視察亦再次邀請日本財團法人發電設備技術檢查協會(JAPEIC)派遣具建廠品質管制作業經驗之銲接與非破壞檢測專家參與部分視察項目之執行。

本次定期視察作業於九十三年三月二十三日至二十六日實施，視察團隊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(二人)及 JAPEIC(二人)等之視察人員所組成，並由原能會核能管制處牛科長效中擔任領隊。本報告即綜述本次定期視察之執行情形及結果。

貳、視察項目

本次定期視察作業配合 JAPEIC 專家之參與，區分成兩組執行，第一組係由本會及核研所人員組成，主要針對一號機反應爐基座混凝土澆置作業、儀控設備接收、檢驗及維護作業、品保功能(廠家稽查作業)及工安與廠務管理等項目之管制情形進行視察；第二組則由 JAPEIC 專家、本會及核研所人員共同組成，視察項目配合 JAPEIC 專家之專長以非破壞檢測作業品管及銲接作業管制為主。

視察作業執行前除依例由台電施工處在視察前會議中針對核四工程進度及現況進行簡報外，亦請台電施工處主辦部門以「一號機反應爐基座混凝土澆置作業規劃(含配合工程現況)」為題進行報告，以使視察人員能對基座混凝土澆置作業規劃及有關配合工程現況有較完整之了解，並與有關人員進行初步之意見交換，以利後續視察作業之執行。

參、視察結果

一、一號機反應爐基座混凝土澆置作業

本項視察作業除依據簡報資料針對澆置作業執行部門(土木課)所提澆置計畫書進行審查外，視察人員亦曾再會同澆置作業執行(土木課)及基座安裝部門(汽源課)人員，赴基座現場進行現地之對照了解。以下為視察執行之結果：

(一) 文件審查：

1. 混凝土澆置計畫書內容過於簡略，無法了解細部的施工作業方式，例如：作業空間之位置與高程、澆置管線的完整安排示意圖、澆置的動線、人員設備作業方式，應再加以補充。
2. 基座混凝土澆置作業之情況及性質與一般 RC 混凝土之澆置作業有所不同，應將差異條列，並對施工人員進行澆置

前人員訓練，說明作業順序與控制方式、應注意及規範之要求事項等。

3. 澆置工每組兩人，在作業空間狹小及混凝土澆置速度較快情形下，可否順利執行，建議對人力之配置情形再做檢討，以確認人力是否充足。
4. 將對第一次與第二次澆置方式之說明應加以分開，以利分別說明澆置位置、人員設備等作業控制之時點等，俾便於工作人員了解。
5. 第三次之 RPV Support Frame 之混凝土灌注口為直徑 100mm 之半圓形開口採用 3”（將近 100mm）直徑軟管澆置，恐過於勉強，且可能不利於振動棒之使用，請再檢討其施工可行性。
6. 澆置高程每次不得超過 1.5m，其控制方式為何，應明列於澆置計畫中。又次高程之澆置時間如何，是否在混凝土凝結時間內，亦需再加以檢討。

(二) 現場查證

1. 在 Equipment Hatch 及 Personnel Air Lock 的通道上、下方兩側各有一塊小鋼板圍成的小隔艙（圖面 DWg.C237B-144-B008），澆置計畫書中未說明其澆置方式

為何。

2. 前項隔艙留有 45x35cm 之橢圓型開口，經汽源課表示係為了內側有一加強鈹需銲接所開之口（圖面 DWg.C237B-244-A026 Q & AC 斷面及細部 19 圖），故該預留孔並非混凝土澆置孔，且將進行鋼鈹封銲，有以下事項請澄清：
 - (1). 小隔艙是否須澆置混凝土，請在鋼鈹封銲前儘速確認。
 - (2). 預留孔需進行鋼鈹封銲，在本次視察前似乎尚未進行封銲，恐有遺漏之可能，請全面查核是否尚有類似情形。
 - (3). 本案反應汽源課與土木課間工作界面配合缺乏查核機制，請加以改善。
 - (4). 請土木課全面檢查基座本體內空間，以確認所有隔艙在澆置計畫中是否可完全涵蓋。
3. 在水平連接鈹上設有混凝土澆置孔及排氣孔，可有效降低形成氣室的可能，但降低程度如何請說明。
4. 又 Equipment Hatch 及 Personnel Air Lock 底鈹未設置排氣孔，且面積為相對最大者，請說明澆置方式為何，如何確保不會有氣室的產生。
5. 第三次之 RPV Support Frame 及第 2 項之小隔艙如需澆置

混凝土，均為側面澆置，請說明側面澆置之方式，以確保混凝土能充滿全部空間。

6. 有關各種澆置問題之解決，建議進行模擬測試（用壓克力透明板製作），分別對頂板設有排氣孔與無排氣孔、有震動棒搗實與無震動棒搗實等情況下，確認高流化劑混凝土流動與填充情形，以充分掌握各種混凝土澆置狀況。

二、儀控設備接收、檢驗及維護作業

本項作業主要針對儀控課執行儀控有關設備之接收、檢驗及維護等情形進行查核，執行結果顯示各項作業大致良好，惟有下列建議及發現：

- (一) 儀控課對儀控設備進料管理，以該課自行研發之電子資料庫管理系統管制，對相關組件之管理有正面效益。另為確保該系統完整性，建議能考量對重要組件之進料與材料課進料資料進行重複比對。
- (二) 部分 MHI 設備，其外包裝上之 Humidity Indicator 顯示超過高標(50%)，二月份日本技師來台處理，經日本技師現場量測其內部溼度尚未超過 50%，但 Indicator 顯示已超過，該部分日後如何維護保養，請儀控課應儘速與 MHI 澄清及修訂相關儲存程序書，以利後續設備倉儲維護。並請對其他以溼度監視之設備（如 MHI、MELCO 等），於保固期(12

個月)後之處理程序及日後儲存維護之措施,提出因應對策。

三、品保功能(廠家稽查作業)

本項作業係就台電核安處駐龍門施工處品保小組執行各工程作業承包廠商稽查作業情形,以及稽查發現管制作業執行情形進行查核。有關查核情形及結果分述如下:

(一) 查核廠家稽查作業年度計畫,品保小組依據

「NSD-LMG-18.1-T Rev.0 駐龍門品保小組稽查作業程序」編定年度計畫,九十二年度編定預計執行 11 次定期廠家品保作業稽查,九十三年度預計執行 14 次廠家品保作業稽查。經查核執行結果九十二年度依計畫執行 11 次及二次不定期稽查作業,九十三年度迄今依計畫執行二次,均符合程序書規定。

(二) 查核核安處駐龍門工地品保小組九十二年對廠家品保作業稽查,該小組彙整稽核結果編寫台灣電力公司核能安全處龍門工程品保稽查報告書,並開立 180 件改正行動通知單(CAR)。查核開立之改正行動通知單執行情形,其辦理情形該小組均有詳實紀錄。惟就未結案執行追蹤部分,雖每月執行追蹤,但並無法於(如 92-43 92-44 及 92-45 等 CAR)追蹤表上呈現展延理由,建議爾後應加註展延原因,以利後續之追蹤。

(三) 查核改正行動通知單(CAR)執行情形,在案內之結案辦

理情形，有關於接受同意但仍待查證後結案，查證結果均有確實執行查證。

- (四) 九十二年度及九十三年度廠家稽查作業部分委由核研所辦理稽查作業，查核稽查人員均依規定接受稽查訓練並取得人員資格，符合程序書要求。

四、工安與廠務管理

經視察人員實地巡視一、二號機反應器及控制廠房等工區及查核部分工環課巡視檢查紀錄，發現施工處雖已針對本會以往所提缺失進行改善，並有部分成效，惟仍可於巡視過程發現應予改善及再做檢討之事項。

- (一) 招標合約施工說明書內第三章，工地安全衛生規定內附英文版 ASME NQA-1 1994 年版；建議爾後應附中文版供承包商參考，俾使各承包單位更明確了解及易於執行各項要求，且可避免日後爭議。
- (二) 查證消防防護計畫中有關消防安全設備之檢查(93年)，施工處工環課已依規定每月針對廠區消防設備及照明設備巡視檢查並紀錄，如發現故障時亦迅速開立請修單請相關單位檢修。
- (三) 請施工處檢討目前現場施工區域之逃生路線，各逃生出入口應符合相關消防法規要求，以應付緊急事故之需。

- (四) 二號機控制廠房 2P26-M4022-FW-024、010 等管節及 2P21-STRT-413 支撐架上，施工單位直接架設工作用木板，不符合要求。雖配管課已迅即要求廠商改善完畢，惟類似問題請施工處全面查察，並請有效督促廠商，避免爾後類似情形重複發生。
- (五) 一號機反應器廠房部分進出門門框周圍之外露鋼筋，施工單位將其適當處理、防護，有效維護進出人員之安全，對此細節施工單位亦能注意值得稱許。請施工處查核各廠房、樓層之出入門門框是否有類似情形，應比照辦理。
- (六) 對於廠務管理問題，施工處已於多次開會場合中提出檢討、改善，顯見施工處已積極處理相關問題。

五、非破壞檢測作業品管、銲接作業管制及現場巡視

本次定期視察作業本會及核研所視察人員會同兩位日本 JAPEIC 專家共同執行：非破壞檢測作業品管、銲接作業管制及現場巡視等三項目之視察作業。其中在銲接作業管制及現場巡視兩項方面，係以實地赴施工及作業現場之方式，實地查證有關施工作業執行現況為主；至於非破壞檢測作業則以赴台電公司檢測作業執行單位，實際查證檢測作業管制程序紀錄及檢測紀錄為主，以了解施工處對檢測人員資格、設備可用性及程序等管制作業之執行情形。根據前述三項視察項目之視察結果顯示，多數之施工作業項目均能具有良好之執行水準。以下簡述

此三項視察項目之主要視察意見及建議：

- (一) 查閱各項檢測報告(PT,MT,UT,RT)之記錄內容及項目均十分完整並整理良好。
- (二) 有關 RT 檢測瑕疵之記錄方式，施工處目前在報告中僅對一定大小以上之瑕疵進行記錄，且僅註明其是否可以接受，對於瑕疵之種類、位置及大小等資訊則記載於底片上，此與日本不論瑕疵之大小均將之記錄，且所有資訊亦記錄於報告中的方式不同。日本方面採取此項做法之考量，係在為日後 ISI 建立易於查閱之檢測參考資料庫，此一考量及做法提供台電公司參考。
- (三) 目前對於完成定位及檢驗之鐸道所採取之防銹及異物入侵措施(如：塗刷可鐸性防銹漆及貼膠帶等)，對於鐸接施工品質之提昇已有更正面之助益及提昇。
- (四) 觀察管路自動鐸接(TIG)之過程，鐸機操作員對於鐸接中鐸接面之處理態度與要求嚴謹。此外查證發現台電公司對鐸機操作員資格應定期審查之要求，較日本現行之要求更為嚴格。
- (五) 巡視中船鐸材室，鐸材管理人員對於有關作業程序要求均相當熟悉，查核相關紀錄亦顯示其執行頗為落實，例如查核對鐸材發放量之控制情形，其除均能依規定每次發放半天工作量之鐸材外，對於有需再領用鐸材之情形，其鐸材領用(W3)表之紀錄亦能詳實反應出鐸材領用及回收之狀

況。此外，對鐸材存放烤箱之資料標示執行情形，經檢視亦均相當清楚易於分別。

- (六) 巡視一號機基座第三層鐸接施工現場時，發現施鐸中之鐸工有於其脖子圍繞毛巾之情形，為免鐸接時之火花引燃毛巾，建議鐸工能尋求其他更為安全之防護器具。
- (七) 至一號機基座第三層鐸接施工現場之路程中，在經過反應器廠房樓板時，發現施工單位並未在已完成鋼筋綁之區域鋪設木板，供需進入或經過該區域之工作人員行走，致工作人員需直接走在鋼筋上，為避免人員跌倒受傷，建議在工作人員進出工地之路徑上加鋪木板，以維人員之安全。
- (八) 對於不銹鋼管路與碳鋼支架是否需使用絕緣墊片問題，本會曾同意在有良好環境控制使導電物質不致產生之條件下，可不需使用絕緣墊片，但依目前現場之環境條件，顯然無法達到前述可不需使用絕緣墊片之要求，請施工處會同核技處依現場環境條件再檢討絕緣墊片使用之必要性。

肆、結論

本次定期視察除再邀請日本 JAPEIC 專家會同本會視察團隊，共同針對非破壞檢測及鐸接作業等項目執行視察作業，交流雙方之管制視察經驗外，亦根據核四建廠工程進度及本會管制規劃需要針對一號機反應爐基座混凝土澆置、儀控設備維護及廠家稽查作業等進行深入之查核。

視察結果顯示，在非破壞檢測及銲接施工作業等之管制方面，大體上均能落實規定要求，並維持良好之作業執行品質水準，而為參與視察作業之 JAPEIC 專家所肯定。而在廠家稽查作業方面台電公司駐龍門施工處品保小組之執行情形亦均能滿足有關之要求及頻次。至於在一號機反應爐基座混凝土澆置、儀控設備維護及工安與廠務管理等之規劃及管制作業方面，雖亦多能符合有關之作業規定或有相當程度之改善，惟視察人員仍發現少數不符作業規定之情事及若干執行細節仍有可再做檢討改善與確認之事項。

針對視察過程中之各項發現，視察人員除在視察過程中即告知相關部門及人員注意改善外，持續追蹤管制台電公司及施工處相關改善及執行情形，以避免類似問題再次發生。視察人員亦已於視察作業結束後，立即依行政作業流程開立五件視察備忘錄 (LM-會核-93-07~11)，函請台電公司進行檢討改善及參考，以期持續提升核四建廠施工作業之品質水準。

註：本報告限於篇幅附件部份並未附上，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



照片三：一號機汽機廠房施工現況



照片四：二號機反應器廠房施工現況



照片五：輔助用過燃料廠房施工現況



照片六：南北防波堤及重件碼頭施工現況



照片七：進水暗渠施工情形



照片八：視察儀控設備維護作業情形



照片九：JAPEIC 人員視察現場管路自動銲接作業情形



照片十：視察人員執行現場巡視作業情形



照片十一視察一號機基座安裝銲接作業情形



照片十二：視察後會議情形