

龍門核能電廠第十五次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國九十三年九月一日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、視察項目.....	2
參、視察結果.....	2
肆、結論.....	17
伍、視察照片.....	18

壹、前言

核四工程累計總計畫進度至九十三年五月底止，為 57.12% (各分項進度為：設計：94.32%，採購：97.27%，施工：42.02%，試運轉：3%)，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、核廢料隧道工程、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。而各項建廠工程在現場施工人員的共同努力之下，除部分仍受設計變更影響，致需以 BLOCK OUT 方式分區施工乃至暫停施作之作業項目外，大致均按其進度積極進行中。例如：首次在國內以海底隧道鑽掘方式進行施工之循環冷卻水進出水道工程，目前之施工進度，在一號機之海底隧道鑽掘作業方面，已即將抵達鑽掘終點，正進行最後之對準定位量測作業，以確保鑽掘之隧道能正確進入位於到達井上之到達室，近期內將進行最關鍵之到達破鏡作業。

本次定期視察作業亦如往例分別由原能會核能管制處(五人)、核研所核四建廠安全管制支援小組(二人)及放射性物料管理局(二人)等之視察人員共同組成視察團隊，並由原能會核能管制處牛科長效中擔任領隊，於九十三年六月二十八日至七月二日實施。本報告即綜述本次定期視察作業中，除核廢料廠房以外工程之視察執行情形及結果。有關核廢料廠房部分之視察結果另由放射性物料管理局依其作業方式辦理。

貳、視察項目

本次定期視察除針對品保文件管理、備忘錄與注改事項管制及特殊製程管制等定期性之視察項目進行持續性之了解外，亦就現階段工程施工重要項目及本會駐廠視察有關之發現情形等，分別再選定循環冷卻水系統、儀控設備維護安裝作業及檢驗作業執行情形等作為本次定期視察之查核項目。

其中在循環冷卻水系統方面係因考量抽水機房工程自本(九十三)年初恢復施工以來，本會曾陸續發現若干需再做改善之施工現象，有必要在此工程尚在初期階段，進行較全面之現狀了解，以要求廠商進行確實之改善。此外，針對即將展開之海底隧道到達及破鏡作業，由於階段施工將採行冷凍工法進行止水作為，其相關作業技術及安全要求相對而言較隧道潛盾鑽掘階段之要求更為嚴謹，因此本次視察作業亦將此部份之施工規劃及準備現況之了解列為視察內容。

參、視察結果

一、循環冷卻水系統

本次針對循環冷卻水系統有關工程之視察，因針對工地現場狀況之需要及時間之限制，係以抽水機房工程及海底隧道破鏡作業為主要之視察範圍。其中在海底隧道破鏡作業方面係就相關規劃與準備作業之情形，請有關人員進行說明及訪談，以了解執行

現況、有關要求及期程。至於抽水機房工程方面則以現場巡視查核配合人員之訪談，針對有關施工及改善作業現況進行了解。根據視察之結果顯示在海底隧道破鏡作業方面之規劃準備情形大致良好，因此主要之視察發現集中於抽水機房工程方面，以下僅簡述此部分之視察發現內容：

(一) 查證循環水抽水機房結構工程之止水帶設計有下列情形，需再進行檢討、評估影響程度並採取適當改善對策：

1. 內裝型止水帶於基礎底板一、二、三區塊與四、五區塊間作融接，形成內、外裝型止水帶連接的獨特設計，其止水性仍待評估確認，應再作檢討說明。另本項設計(含變更)過程之審查核可程序是否周延，亦應一併澄清。
2. 基礎底板一、三、四、五區塊間施工縫，均無內裝型止水帶設計，其是否滿足止水功能需求？
3. 止水帶設計疑義，中興工程顧問公司曾以第一區塊情形回覆施工處，說明無需設置止水帶，但其理由未盡周延。且答覆中未對其他區塊間施工縫是否須設置止水帶及種類有所說明，經辦課在此情形下，即進行後續處理作業之簽辦規劃，有未儘周延之處。
4. 大棟公司曾基於混凝土澆置施工性需要，將基礎澆置區塊分割圖進行變更，並兩度送核技處審查且核可，然此項作業並未充分考慮止水帶設置需求之情形。

(二) 視察循環水抽水機房基礎第三區塊混凝土澆置作業，有下列發現需再作檢討改善：

1. 止水帶設置處之混凝土澆置高程控制不夠確實，部分過高或過低，致止水帶埋置高度不足。
2. 基礎上方有部分區域具蓄水池功能，其牆體設計有兩道止水帶及凹樁，兩道止水帶因分別安裝於凹樁兩側凸緣上，其外側混凝土厚度受鋼筋及保護層等厚度需要，致內側圍束止水帶之混凝土厚度略薄，在混凝土打毛作業及清除品質不良混凝土時，很容易損害止水帶功能，施工處應考量修改施工凹樁尺寸之可能性，以提供止水帶足夠混凝土圍束厚度，以確保止水帶應有之功能。
3. 由澆置混凝土表面混凝土鬆散、高低不一及缺損的情況研判，澆置時之混凝土表面搗實作業並不夠確實。
4. 基礎側面模板拆模後，發現在東西兩側表面有顏色不同、弱面、凝結時間不同，以及上層模板膨脹表面凸出等現象。
5. 由於抽水機房基礎混凝土第一~三區塊，均發現有多處疑似混凝土冷接縫之情形，施工處應檢討成因，除評估此一情形對工程品質之影響程度(防水、耐久、防蝕及水密性要求)，並研擬改善及預防對策。

(三) 查證抽水機房基礎第三區塊混凝土拌合廠預拌混凝土發料單，有以下情形：

1. 整體出料情形雖未見明顯中斷，但部分時段因同時供料給其他工地，造成供料速度變緩，有影響澆置作業連續性之可能。
 2. 發現有多車次(82~92)之發料單，其完成澆置之時間在 60 至 85 分鐘間，幾達混凝土廢棄時間(90 分鐘)，有影響品質之疑慮。
 3. 部分發料單上顯示之到達時間有不符合作業管制之異常情形，如正常到達時間距出廠時間約在 5 分鐘左右，但有些僅花 0~1 分鐘，甚至有到達時間比出廠時間還早的錯誤紀錄，記錄作業之落實有待加強。
 4. 本次澆置時程長達 30 小時，從經辦課、品質課、信南拌合廠均輪班換人，但由收料單簽收人之簽收紀錄顯示，澆置現場負責簽收之人員均為同一人，是否合理需加以澄清。
- (四) 經辦課與品質課對於抽水機房工程承包商許多可能影響施工品質之情形，如：止水帶安裝品質及混凝土澆置作業不良，致止水帶失去止水設計功能，僅要求承包商改善，而未依品管作業程序進行管制及追蹤改善作業情形；承包商未依程序書規定通報施工處即逕自修補基礎第一、二區塊混凝土表面，以及施工過程中發生停電、塞管、供料緩慢、搗實作業不確實等，均未依品管作業程序，採行規定之品

保(管)作為，致有違反核四工程有關品保方案及管制要求之狀況，並導致第三區塊施工品質仍有多項品質不佳情形。施工處應針對本案處置過程檢討、評估各項工程及管理缺失情況及影響，並進行改善。

- (五) 核四工程均規定澆置前應完成澆置計畫書，但循環水抽水機房工程僅將澆置計畫書附於檢驗表後，而未依承包商文件審查作業程序書要求事先進行審查、審定與發行。此外，由於抽水機房基礎區塊面積大、水密性品質要求高，而由之前澆置作業所出現之管控與品質缺失，顯示施工處應再加強檢討澆置計畫書審查之品質及執行時之落實，以確保澆置分區順序、時程、準備工作與執行時之完善與適當。
- (六) 針對循環水抽水機房發生之混凝土施工品質、止水帶設計與施工品質、未適時採管制程序管制追蹤或預防策略，以及文件審查等問題，本會曾以備忘錄(LM-會核-93-13-1)要求對相關工程及品管進行教育及訓練，目前承包商雖已辦理部分訓練課程，但訓練對象及訓練項目應再做加強。經辦課與品質課則仍未對本工程相關人員進行工程檢討及其相關之教育與訓練，此顯示相關工程人員對施工品質不良的檢討與反應，仍不夠積極。施工處應正視此問題對工程品質的影響，品質課亦應做好品質及品管作業監督之工作，並建立各工程人員正確品質觀念。
- (七) 承包商、混供股及混品股三方執行混凝土出料品質與品控

確認抽查程序時，應於抽查時即於出料單上簽名並記錄時間，再另行一併簽名，不宜全部都留待澆置結束後，與其他未抽查部份之出料單一併統一簽名，而失去現場監工及確認簽名之意義。

(八) 針對混凝土供料及品管作業，應針對下列事項再作檢討、考量：

1. 監管單位（混供股）應考量拌合廠供料速度有限及設備可能發生故障等因素下之保守供料量，對同一時間內可供應量作規定限制，並明訂於混凝土供領料作業程序書中，作為廠商申請供料審核管控的依據，以避免同時核准多處工程澆置，降低供料速度，影響施工品質。另建議要求承包商應於澆置計畫中，增列該區塊混凝土供料速度需求計算式，提送審查並做為供料審核管控之參考。
2. 對同一時間內供料區域及混凝土配比種類亦應有所限制，以避免造成操作人員之配比操作錯誤，或運送調度錯誤之不良後果。
3. 現場取樣試驗部份，公共工程委員會曾對坍度試驗建議應適時留下照片紀錄，核四工程的品保要求更高，因此建議取樣試驗時及抗壓試驗等亦應適時拍照作成品質紀錄文件，可提高該紀錄之可信度。

(九) 循環水抽水機房等結構為 S 級或 R 級結構物，且下半部結

構在海平面以下，其混凝土構造物之防水、耐久、防蝕的水密性要求，應較核島區廠房結構及汽機廠房結構要求為高，但實際上其防水層與基礎層底部濾排水設計，以及混凝土強度要求等，並未較核島區廠房及汽機廠房高，此部分需再做澄清，以說明設計要求是否已滿足強度、耐久及水密性等要求。

- (十) 查證循環水抽水機房施工現場，發現有局部養護水流經基礎牆面造成輕微水泥漿被洗刷流失，以及表面混凝土未硬化遭刮傷之情形，建議施工處應就不同配比混凝土之緩凝情形，統一規定保守拆模時間或各配比分別拆模時間。

二、儀控設備維護及安裝規劃作業

本項作業主要針對儀控有關設備安裝規劃準備情形進行了解，並現場查證倉儲與現場存放設備維護保養執行狀況，有關視察內容及結果摘述如下：

- (一) 模擬中心已發包之 74.0240 標中有關儀控安裝部分之合約已解約，施工處應儘早採取因應做為，以避免影響日後模擬器之安裝工程。
- (二) 設備在倉儲期間由施工處儀器課依據 MTD-007 執行維護保養，設備安裝至現場後，則由承包商依據程序書 OLD-022 執行維護保養；MTD-007 雖有維護保養執行計劃及設備維護保養記錄表，但欠缺全面性計畫執行結果，並無法進行

完整性之管理查證。針對此一整體管理查證需要，儀控課自行發展記錄總表，對於設備器材整體之維護保養時程及設備進場情況瞭若指掌，有益於追蹤查證管理，建議將此類表格納入程序書中，並推廣至各課使用。此外，由 HCU 的查證時，發現設備安裝至現場改由承包商維護保養後，其維護保養紀錄僅存於承包商，建議主辦課及品質課留存乙份，以利掌握維護保養之實際情況。

- (三) 維護保養程序書以 MTD-007 為基準及設備原廠提供之 O&M 來補充工作指引及記錄表，但在查證 RIP 振動偵檢設備時，發現儲存期限與原廠提供之 O&M 不符合之情形，儀控課並於 91 年向奇異公司提出澄清說明，惟迄今已逾 2 年仍未澄清，該課應持續追蹤儘速釐清儲存期限。此外針對原廠提供之 O&M，如有對於個別設備器材之維護保養之特別說明要求時，宜將其加註於維護保養工作指引中，以提醒工作人員之注意。
- (四) 赴現場巡視於 EL-1700, RM.243，發現現場地面積水嚴重、施工器材散置及移至現場之器材貯存環境不太理想，設備器材之測試及安裝空間不足，施工處對於設備器材由倉庫吊運至現場前之環境要求，應有整體之考量，並建立適當之管制措施。
- (五) 查看吊至現場編號 1G31-ABV-0013A 之 AOV 的維護保養情形時，發現該只閥體有銹蝕現象，經查閱中鼎公司曾以

備忘錄 C2902-CTCI/TPC-0651M 說明該設備領料時，即發現有銹蝕現象，惟施工處對此設備之銹蝕狀況未加處置，即由承商移至環境較差、溼氣較重之現場，有加速該設備銹蝕惡化之疑慮，而現場記錄表又未據實記錄，施工處應針對此一情形檢討改善。

三、品保文件、圖面及程序書管理

本項視察作業主要針對工管課執行文件管制中心管理之運作情形進行查核，視察結果顯示各項有關之文件接收、分發、回收及門禁管理情形等之作業執行情形，大致符合相關之規定，而依視察所得，有下列視察發現需請施工處參考改善：

- (一) 工管課目前已擬定完成「舊版圖回收稽催辦法」，建議將其納入 LMP-PMD-012「圖面及規範管制作業程序書」以利遵循。
- (二) 資料中心之環境依規定應保持在 21°C 以下及相對濕度 30%~50% 之間，以避免品質文件資料損毀變質。然因工地時常會有在夜間或假日停電之狀況，致資料中心空調系統亦因之停止運轉，且需待上班以後才能復電運轉，然在此期間資料中心之環境條件早已不在規定條件內，建議施工處將資料中心空調系統改為可自動復歸運轉或研擬其他適當措施，以維持資料中心環境條件符合要求。

四、備忘錄與注改事項管制及辦理情形

台電公司對於本會所提注意改進事項及備忘錄等之管控作業，係分別由核安處及龍門施工處負責執行，其中注意改進事項部分依核安處作業程序書 NSD-PE-16.1-T“行政院原子能委員會簽發之核能工程違規事項／注意改進事項處理程序”進行；在視察備忘錄部分，施工處目前已依本會要求完成備忘錄處理程序書之編寫，正由核安處進行後續之審查作業。依視察情形顯示，在管登、分類建檔及稽催等管理作業方面，施工處目前均有專人負責，其執行情形經查核大致能依程序書之要求執行。以下摘述視察執行中之主要發現：

(一) 目前注改事項仍有部分九十一年間即開立，卻至今仍未完成改善結案之案件，請核安處儘速了解原因並積極處理，以清除有關缺失持續對施工及設備品質造成影響之狀態與可能疑慮。

(二) 查核部分注改事項目前處理狀況及改善措施執行情形，有下列情形：

1. AN-LM-92-14(一號機 RPV 儲存期間維護保養前置準備作業，未於 RPV 到庫前完成)

施工處曾於九十二年十二月間答覆本會將針對缺失，進行程序書條文之修訂，然材料課至今仍未完成程序書之修訂。二號機 RPV 即將運抵核四工地，經查證汽源課至今仍如一號機之情形一般，未及早將所需之維護保養文件表單備妥並提送

審查備用。

2. AM-LM-92-25-2(舊版圖面回收稽催機制)

目前工管課已完成回收稽催辦法，建議將該辦法列入程序書以明確作業規定。

3. AM-LM-92-19(電銲機校(檢)驗作業)

經查證本年至今電銲股僅執行一次廠家電銲機校(檢)驗會同作業，且由於無其他電銲機會同校(檢)驗作業之資料，無法了解廠家對此項作業之執行及施工處管制情形，針對此一現象施工處應加以改善。由於本項作業在執行之實務及性質上，應可以書面方式進行聯繫，請施工處考量改以書面方式進行作業之聯繫。

4. AN-LM-92-10-1(吊車、採作員及吊掛人員電腦建檔管制作業)

經查核吊車進出與人員資格等紀錄，以及電腦建檔作業執行情形及正確性，結果顯示工環課對改善措施之後續執行情形良好。

5. AN-LM-92-10-1(NCR 處理方式研擬時限)

施工處已修訂程序書重新規定將 NCR 處理方式研擬時限原則，惟查閱 NCR 處理紀錄時，仍可發現大部分涉及外購合約

與設計之案件，其處理方式研擬時間均仍會超過修訂後之30天規定，對於此一情形台電公司應再做檢討改善。此外針對會持續造成施工與設備品質劣化，影響後續施工作業進度或疑慮之案件，應建立更極積之處理機制，以縮短處理時效。

五、特殊製程管制

針對銲接及非破壞檢測等兩項作業之管制情形，視察人員分別針對施工處非破壞檢測股執行承包商抽驗，以及部分承包商銲材室管理等相關作業執行情形進行查核，有關之巡查結果簡述於後：

- (一) 查證理成公司銲材室電銲條烤箱校驗紀錄，發現其紀錄標籤有記載編號，但兩部電銲條烤箱均未見有相對應之編號標示，施工處應要求廠商改善。
- (二) 理成公司銲接管制作業未依規定定期建立「銲接人員工作紀錄表」，以管制銲接人員資格，應要求請其改善。
- (三) 查證東元公司銲條烤箱校驗情形，發現其僅校驗溫度紀錄器，未作偵測器(SENSOR，即熱電耦)部分之校驗，除應請其補行校驗外，亦應針對其他廠商進行查證，了解是否有類似情形。
- (四) 查核品質課非破壞檢驗股九十三年四至六月份之銲道抽檢作業執行情形，由相關紀錄顯示其抽檢率均符合規定標

準，且每半個月進行統計，每季亦會將彙整後之資料送本會參考。

- (五) 查證施工處對承包商 PT 檢測材料靈敏度測試查核執行情形，發現其每月均進行一次靈敏度測試，超過規定之查驗頻率要求。

六、檢驗作業執行

經實際巡查二號機控制廠房樓版混凝土澆置前與管路銲道銲接等檢驗作業之執行情形後，施工處應針對下列情形進行檢討改善：

- (一) 二號機控制廠房(EL.1400~2975)S2-2 區塊樓版混凝土澆置前檢驗作業部分：

1. 澆置作業現場新亞公司人員仍在進行澆置面清潔整理之同時，主辦課及品質課人員亦正在進行澆置前之檢驗作業，此一情形不符合品保檢驗程序：「施工處應於新亞公司完成自主檢驗後，方進行甲方檢驗作業．．．」之程序要求。此外，因澆置前檢驗紀錄表為具時效性之檢驗紀錄，應請檢驗及審核人員於簽署時加註時間。
2. 部分埋件之安裝固定銲道，仍可發現有銲渣包附其上，應加強埋件安裝後之銲道檢驗品質。
3. 查證部分檢驗表紀錄發現覆驗比例極低，而經由人員訪談檢驗作業程序得知，檢驗人員在檢驗過程中發現不合格項

目，多採取包容態度，要求承包商改善後“再申請初驗”，此並不符合檢驗程序之要求，且會降低檢驗品質及作業效率，亦容易養成承包商依賴或碰運氣的習慣，對於落實承包商自主檢驗，有負面影響，建議施工處對檢驗程序應採取更積極態度。

(二) 二號機控制廠房 2P21-PRST-0036、2P26-M4009-W0031 及 2P21-M4142-W00671 等管路及支架銲道銲接檢驗作業部分：

1. 銲工及檢驗人員均未依規定攜帶程序書。
2. 檢驗表之銲道接頭型式未正確勾選。
3. 品質課勾選之 HOLD POINT 檢驗點(可溶性紙板/灌氣閘)，其檢驗結果未記錄。
4. 應執行銲道底道 NDE(PT)檢驗之銲道，其底道檢驗結果，未註記於檢驗表。
5. 發現部分銲道之銲前檢驗完成至銲中檢驗之間隔時間有長達近一年之狀況，且其銲中作業開始前並無執行再檢驗。鑑於其銲前檢驗成效及其維持情形，在此狀況之下並無法確認是否仍符合要求，對此施工處應通盤考量品質、材料特性及防護措施能力等需要，擬定適當之檢驗有效期限限制。

七、現場巡視

針對現場施工環境管理維持及工安管制執行情形，根據視察人員實地赴一、二號機反應器及控制廠房進行巡視，有下述發現及建議，請施工處再做檢討改善：

- (一) 目前設備器材由倉庫領料移入工地後，多需存放工地一段時日，此期間因地面積水、環境潮濕，管節鋼架材料相互堆疊或遭踩踏，均可能造成損傷影響設備器材之品質。此外日後之檢測、安裝及維護保養作業亦可能因此增加困擾，施工處應儘量避免過早及非必要性之設備器材移入工地。
- (二) 工環課目前僅以每星期填勾一張週報表之方式記錄其每日巡廠狀況，此不易顯示巡廠工作之情形，建議改採用日誌方式進行，此外如能建立巡廠工作指引，除預先計劃巡場工作，並明確劃分其與主辦課及承商間的權責，以使巡廠工作更加完善並利於執行。
- (三) 對於本年五月五日之火警及六月十五日之人員跌傷事故，施工處能於事後迅速要求承包商檢討改善值得嘉許。然事先預防較事後檢討改善更為重要，施工處應確實促請承包商落實每天工作前之危險及工安注意事項告知要求。
- (四) 於 ASME NQA-1 中對廠區清潔分級有明確之規定，應儘早依此訂定廠區清潔分級要求，並及早促請有關承包商做好開始實施之準備。

肆、結論

本次定期視察結果顯示，在儀控設備維護及安裝規劃、品保文件與圖面管理、備忘錄與注改事項管制及特殊製程管制等方面，大體均能遵循有關之作業規定執行或有相當程度之改善，僅有部分事項之若干執行細節及發現仍有可再改善的空間。至於在抽水機廠房土木結構施工管理與檢驗作業執行等方面，仍可發現若干缺失疑慮及未能完全符合程序書規定要求之現象，並需再做澄清、檢討並加強改善。

針對前述之視察發現及建議改善之情形，視察人員在視察過程中除即告知相關部門及人員注意改善外，於視察結束後亦依問題的重要性，分別開立四件注意改進事項(AN-LM-93-006~9)及六件視察備忘錄(LM-會核-93-023~28)，並依行政作業流程正式發函台電公司，請台電公司確實督促龍門施工處進行澄清、檢討，並擬定改善措施。本會亦將持續追蹤管制台電公司及施工處對相關缺失之改善措施規劃及執行情形，避免類似問題再次發生，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份並未附上，如有任何疑問，請洽本會黃智宗科長，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：抽水機房施工現況



照片六：進水暗渠施工現況



照片七：核廢料廠房施工現況



照片八：出水道工程一號機潛盾隧道施工現況



照片九：視察抽水機房施工現場情形



照片十：視察後會議情形