

龍門核能電廠第十七次定期視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國九十三年十二月二十日

目 錄

壹、前言.....	1
貳、視察項目.....	2
參、視察結果.....	3
肆、結論與建議.....	17
伍、視察照片.....	19
附件一 龍門計畫第十七次定期視察計畫	
附件二 龍門計畫第十七次定期視察期間討論會日程表	
附件三 龍門計畫第十七次定期視察討論會紀錄	
附件四 日本技術顧問山下裕宣先生本次定期視察綜合建議	
附件五 核能工程注意改進事項	

壹、前言

核四工程累計總計畫進度至九十三年十一月底止，為 57.43% (各分項進度為：設計：95.16%(-1.06%)，採購：97.32%(-2.43%)，施工：42.26%(-29%)，試運轉：3%(0.4%)。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、核廢料廠房土木結構、放射性廢料處理系統機械設備與管路安裝、核廢料隧道、高壓電纜管路結構、循環冷卻水進出水道(含海底隧道)及循環冷卻水抽水機廠房等七大類共三十三項工程。未來半年將進行之工程計有：十二萬噸生水系統及道路工程、廠區內外電纜管道工程、進出管制與機組行政大樓工程等十一項。

針對工程進度持續落後問題，台電公司經檢討後共提出：設計變更與施工衝突頻繁、營建物料上漲衝擊、承包廠商無法完全適應核能電廠嚴格繁複之品質控管要求及檢驗流程，以及承包商施工意願低落致出工人力不足等四大主要因素，並分別提出因應對策進行改善，例如：要求設計廠家改善其設計品質，以有效履行設計圖面發行及修改之時間限制，期減少對施工廠家作業之干擾。又為強化核四工程施工團隊之信心，以提升承包商施工意願，台電公司高層主管近期內亦多次赴核四工地視察、座談，期激勵有關工程單位與人員之工作士氣。

為持續引進國外核電廠建廠管制作業與施工品質管控之經驗，提升本會視察人員之視察作業之能力，並強化本會核四建廠安全管制之深度及其公正性，本次定期視察乃委請財團法人核能

科技協進會邀請國外具進步型沸水式反應器建廠、運轉管制以及具核能電廠銲接與非破壞檢測品質管制作業等經驗之學者專家，共同組成專家團隊協助本會視察作業之執行。本次視察該協會特別邀請日本東京電力公司原子力運營管理部部長山下裕宣(Hironobu Yamashita)先生擔任此一專家團隊之國外專家成員。

本次定期視察作業時程，自九十三年十二月六日至十日，視察團隊由原能會核能管制處(八人)、放射性物料管理局(三人)、核研所核四建廠安全管制支援小組(三人)及核能科技協進會(三人，含國外專家一人)之視察人員所組成，並由原能會核能管制處黃科長智宗擔任領隊。視察作業執行時，為配合放射性物料管理局執行核廢料廠房工程之需要，視察團隊分成兩組，第一組由本會核管處、核研所及核能科技協進會等人員組成，主要針對核廢料廠房以外之核四工程進行視察；第二組則由放射性物料管理局之人員所組成，並僅就核廢料廠房有關之工程作業進行查核。本報告即綜述本次定期視察作業中，第一組之視察結果及執行情形。有關核廢料廠房部分之視察結果則另由放射性物料管理局依其作業方式辦理。

貳、視察項目及經過

本次定期視察作業考量視察團隊中之會外專家山下裕宣先生除具有日本柏崎六、七號機(核四廠之設計參考機組)之建廠管理經驗外，其在有關核電廠施工規劃、運轉測試，乃至營運管理等方面均具有豐富之經驗，為能進一步與山下先生就電廠施工管理

規劃、運轉及測試等方面之經驗交流與學習，以增加核四廠施工、設計以及日後營運部門，在相關領域之經驗交流機會，期強化改善目前困境與規劃執行之能力。本次視察之項目除仍依據核四工程現況需要及本會歷次視察發現情形，持續針對施工品質與承包商品質管理、設備維護保養與倉儲管理及廠務管理等項目進行追蹤與定期性之查核外，在執行方式上除採取文件審查及現場查核等例行性之作法外，本次視察更就「管路、機械設備與反應爐壓力容器安(吊)裝」、「核電廠施工計畫與管理作業」、「機組試運轉與維護」，以及「東京電力柏崎核電廠經驗」等項目為題，分別與台電公司龍門施工處、核能四廠、核技處及核安處等核四工程有關部門之人員，進行多場次之討論會。

此外，在視察作業執行前除依例由龍門施工處在視察前會議中針對核四工程及設備安裝與維護現況進行簡報外，亦請其針對核四工程目前所遭遇之問題進行檢討報告，期能督促施工處正視問題之所在，並積極地加以改善。本次定期視察計畫及各項討論會日程，請參見附件一、二。

參、視察結果

一、會外專家團隊視察建議

本次定期視察外聘專家除與本會人員協同負責管路與機械設備安裝品管作業項目之視察，並以現場巡視及與工程主辦部門人員以討論會之方式執行外，亦就核四廠施工管理、規劃、

試運轉作業及日本東電應力腐蝕龜裂經驗等為題，進行多場之座談討論及演講會。以下僅摘述視察及日本專家之綜合建議，相關討論會之會議紀錄，詳參附件三、四。

- (一) 一號機反應器廠房之 RCCV WALL LINER 第八層與隔膜地板襯板(D/F LINER)組合後其配合誤差均可控制在 10mm 以內，遠較日本已有之施工經驗為佳(誤差約在 20~30mm 以上)，顯示施工廠家在施工過程之控制及夾治具製作之經驗良好。
- (二) 存放工地未開箱之設備，會因空氣潮濕且存放時間過久而受不良之影響，其維護問題應督促承包商善加管理，並將維護資料予以留存。開箱時應由施工處相關部門會同承包商仔細檢查外觀，必要時應可做相關之檢測與檢驗，以釐清維護責任。
- (三) 由於核四工地環境特殊，含鹽量頗高的潮濕空氣加上工期的時間長，極可能於已安裝設備及管路表面生成嚴重的腐蝕物質。如果現在沒有一套預防措施，這些腐蝕物質將可能逐漸滲透進入設備或管路材料的內部，如此則勢必影響未來機組之運轉維護。建議對設備及管路表面定期執行附著氯元素之測定及清除，並能於清除後進行再測定以評估清除方法是否適當。根據日本電廠之經驗，設備及管路表面氯元素之清除週期的訂定是非常重要的，亦是目前設備及管路維護的關鍵問題。日本曾有電廠因此導致機組於運轉五、六年後，即進行

換管之情形，並停機一年。由於現場已安裝設備及管路的維護是由施工承包商負責，為落實維護工作，建議施工處相關部門應採取積極之措施，以有效監督此項維護工作之執行。

(四) 現場巡視時發現土建鋼筋絕大部份已生鏽，並且亦有少部份已有腐蝕情形，建議在灌漿之前必須充分清洗乾淨，以確保土建品質。

(五) 核四工地施工進度嚴重落後，為有效展開工程之施作，建議事項如下：

1. 要讓全體施工人員充分瞭解體會自己的責任，朝著共同目標一致努力。
2. 品質管理制度(QMS)必須提升，尤其是每一個體和群體的權限要劃分清楚。
3. 吸取日本建廠相關技術，並系統化地搜尋。

(六) 藉由工地巡視及多日與施工部門員工面對面討論相關問題時，發現核四工地施工在推動工作方面，部門間之相互協調不是很理想，以致分工合作無法充分發揮。由此顯示核四工程組織體系似未能有效發揮其功能，而縱向的組織體系與橫向的資訊傳達亦有不良之情形。

二、施工品質與承包商品質管理

有關施工處執行施工品質與承包商品質管理之情形，本次視察主要依據「LMP-QLD-012 品質查核作業程序書」，針對品質課執行內部及承包商之品質查核作業狀況進行查證。各項視察情形及

結果摘述如下：

- (一) 品質課今年至十一月底共執行二十七次不定期查核作業，執行範圍包含施工處各工程經辦課、承包商等。查閱部分查核報告(如：龍核-131、132、134、136 等)均依程序書規定編定查核查對表，對查核缺失亦均有開立矯正行動通知要求改善，執行情況良好。
- (二) 「LMP-QLD-014 內部品質稽核作業程序書」之查核事項，本年度並未執行，經洽詢品質課表示該份程序書即將作廢。惟考量該份程序書作廢後，將以何種機制方式替代該程序書之功能，施工處應加以澄清。
- (三) 查閱矯正行動通知編號 441 及 441-1，其要求汽源課就承包商新亞公司之新、舊圖面管控作業之缺失進行改正行動，CAR 441 自九十二年八月開立至九十三年三月尚未改正完成，而另開立 CAR 441-1 繼續追蹤，經辦課預定九十三年五月完成改正。經洽詢品質課查核人員表示，相關作業仍未完成。因圖面管控涉及施工現場使用圖面之正確性，建議品質課依程序書規定對查證未如期改善者，再開立 CAR 繼續追蹤，另請經辦課儘速完成改正行動之要求，以避免舊版圖面遭誤用。
- (四) 品保小組依年度計畫執行廠家稽查作業共十五次，至十一月底已完成十三件，尚有二件預定十二月執行並已發出品保稽查通知。查閱部分稽查作業紀錄(編號：93-10 及 93-09)均依規定撰寫稽查報告及對查核缺失開立改正行動通知要求

改善，執行情況良好。

- (五) 奇異（GE）公司及石威（S&W）公司分別提供核島區及汽機島區之廠房設備配置 3D 電腦立體圖面，以供施工處作為施工規劃時之參考。建議施工處應積極使用 3D 電腦模型，以降低施工介面之衝突及規劃施工作業之順序，提升施工品質。

三、土木結構施工品管作業

本項視察主要針對潛盾隧道工程與共同煙囪等之施工與規劃現況進行了解，並就混凝土供應與品管作業情形進行查核及訪談有關作業人員，此外亦實地赴一號機反應器廠房進行巡視。視察之發現及建議概述如下：

- (一) 現場巡視一號機反應器廠房，在 EL-1700 樓板東側之內牆發現曾進行混凝土修補作業之部位仍出現有滲水之狀況，且由於該滲水區域已有白華的碳酸鈣化學析出物，顯示滲水已有相當時日。以往台電公司對此類滲水問題所開立之 NCR 案件，技術或設計單位處置時多以日後上方封頂後即不會再有水進入，因此評估同意採混凝土修補程序進行改善。由於上述評估作業大多屬程序上之評估，由前述之現場實際情況，其內部是否有蜂窩現象，因未進行超音波檢測無法得知。建議台電公司在進行滲水處的混凝土修補時應與一般表面混凝土修補不同（如先行確認內部是否有蜂窩問題），並宜作部份加強，例如滲水處修補前先進行壓力灌漿，至於壓力灌漿點須幾處則由技術或設計單

位評估，如此應屬較完善的修補改善方法。

(二) 潛盾隧道工程

1. 經與主辦人員討論有關冷凍工法的作業程序，知悉其作業方式的可行性。台電公司也已提送「潛盾到達作業緊急應變計畫書」予本會備查。
2. 查核測溫管的經時變化圖，今(九十三年)十月二十五日的記錄顯示溫度有高於 0 之情形，據悉係由外在因素(颱風)導致斷電所致。對此一情形工程主辦單位已有進行改善，例如加設替代電源及定期檢查，並於颱風期間指派專人執行併聯測試及維護。

(三) 共同煙囪結構工程

1. 有關共同煙囪之地質鑽探資料、地震分析及基礎設計資料等已送原能會審查中，至於地面結構設計的相關資料，亦將請台電公司送本會審查。
2. 共同煙囪的基礎厚度為 4m，係屬巨積結構體。其所採用混凝土之齡期為多少天(28 天或 91 天)，應再澄清。
3. 如上項齡期若採用 28 天，則應提詳細說明其可行性及其是否符合巨積混凝土規範之規定。

四、倉儲管理

針對施工處倉儲管理作業執行情形，視察人員實地赴各倉儲現場了解各器材設備之儲放及材料課倉庫管理情形，視察發現及建議摘要如下：

(一) 倉儲及定位管理查核

核四工程施工進度緩慢，國內、外採購器材及組件照採購規範按時交貨，設備器材抵達工地的數量遠超出領用，材料課為確保器材於儲存期間得到適當的存放與保養，並能發現不妥情況下，採取補救措施以確保品質。對設備器材領用前之器材驗收、儲存、搬移或協助維護等，採取一貫之倉儲管理作業，材料課之工作成效比以前進步良多。在定位管理方面，材料課已設立儲存區平面圖，將倉庫位置標記代號，就物料所在位置編號註於帳卡上，並與電腦連線建檔管理，最近又利用電腦繪出倉庫位置編號平面圖，若有器材進出，隨即更新電腦平面圖，使物管人員隨時掌握庫位最新資料，倉儲人員不必花費很多時間即可查出空出的倉位，以儲放新進的器材，或由倉庫取得所需的器材。

(二) 器材儲存

十二月八日由品保、材料課及維護人員陪同到倉庫視察器材是否依照等級(A-D 級)及倉儲定位管理辦法，將器材分類標示清楚，查證結果均符合要求。另，視察 A 級倉庫時，發現倉庫之溫度及濕度未設記錄簿登記存查。視察 B 級倉庫(中三、中四)時，發現器材 Shop Fab. PPG-ASME-CL1(主蒸汽系統組件)之成套文件資料不全，缺少器材儲存維護記錄。經再查核，確認維護單位將該文件存放於辦公室，依程序書規定上述文件應與器材成套文件放在一起。視察室外 D 級儲存時，發現有少數加熱器或廢料桶之覆蓋物被颱風吹走後尚未

補回，中三倉庫前放置之管節有少量封蓋破損，無密封作用，另有許多四角形支撐管因無管塞受到雨水淋濕，管內面均生銹。另外，有些木櫃頂部腐爛破漏亦未覆蓋，因此這些器材品質是否會受到影響，施工處應予檢查。

五、非破壞檢測與銲接管制作業

本次視察在銲接作業之管制方面，主要針對品質課電銲股執行銲接作業現場每日巡查及承包商銲材室每月定期稽查作業之情形進行了解。非破壞檢測管制作業方面，則以了解 NDE 股執行承包商 NDE 檢測作業之抽查情形，以及對承包商 NDE 人員之管理狀況為主。另視察期間，亦針對一號機反應器基座第四、五層銲接缺陷比率過高、程序管制缺失，以及銲道缺陷修補整體銲道品質查驗要求等之改善作法與執行方式，與施工處工程主辦單位相關人員進行討論。各項視察結果分述如下：

- (一) 依據電銲股每日現場巡視作業紀錄顯示，電銲股每日均依規定指派專人至銲接作業現場抽查銲工資格、銲材使用、銲機及銲接作業參數等之狀態進行查核，並能將查核事項及結果加以詳細記錄，部分巡查人員亦會針對承包商銲材室電源狀況進行不定期之了解，符合程序書之規定及本會之要求。另為查證每日現場巡視作業紀錄之正確性，乃調閱銲工派工及銲材領料紀錄(如 W3 表)與每日現場巡視作業紀錄進行比對(如十二月一日之紀錄資料)，查證結果顯示兩者登載之資料情形並無不同。

- (二) 承包商鐸材室依規定電鐸股每月需進行至少一次之查核作業，以查證承包商鐸材及鐸材烤箱管理情形，經查核電鐸股十一月份曾針對中船、榮工(詹記)、彰記、新亞(TB)、理成、中鼎及東元等承包商之鐸材室進行稽查作業，符合規定要求。
- (三) 為管制承包商鐸工資格之有效期限，承包商除應定期提送鐸工資格名冊外，依規定亦應定期將鐸工派工紀錄(如 W3 表等)送交電鐸股以供其查核鐸工資格名冊之正確性，經查電鐸股對於此一文件已派有專人進行管理及鐸工資格名冊正確性之查核。
- (四) 另至工環課了解電鐸機進場工安查驗程序改善情形，目前工環課已完成程序書之修正，待正式發行後即正式進行定期抽查作業。有關鐸機校驗查核方面，目前已依本會要求，納入進場查核項目，由電鐸股視鐸機型式及數量實施抽查。
- (五) 查核十、十一月份 NDE 股執行承包商 NDE 檢測作業抽查情形，其查核比率在 UT、PT、MT 方面為 100%，在 RT 方面為 12.5~28.6%之間，均符合程序書之規定要求。
- (六) 於查核承包商 NDE 人員管理情形時發現，NDE 股存放之承包商 NDE 人員資格資料並非最新之資訊，至於查核中發現有下列應改善情形：萬機公司(新亞公司 NDE 承包商)之 L-III 人員其聘書已於今(九十三)年五月到期，而有部分 L-II 及 L-I 人員之資格亦有於五月後到期之情形，其人員資格證照延續

更換情形如何，又中船公司之資料並未見 L-III 人員之資料。經向 NDE 股人員詢問發現，目前工程主辦部門並未定期將承包商 NDE 人員變動狀況資料，送 NDE 股參考，致有此一狀況。建議施工處有關工程主辦部門於收到承包商 NDE 人員資格變更資料後能再送一份至 NDE 股供其參考以利其人員資格管理之工作。

- (七) 一號機反應器基座第四、五層間銲道銲接作業，因出現未能落實執行對稱銲接程序承諾及銲道缺陷比率過高等之問題，本會曾要求施工進行檢討改善作法，並為避免因修補作業與外鈹及隔艙銲道銲接作業同時進行，可能引發兩施銲作業間熱應力(變)之交互作用，影響銲道之品質，亦要求施工處應研擬驗證檢測辦法，並於本次定期視察中一併提出。視察期間施工處有關工程負責主管人員，除針對本會關切之銲接施工管理缺失問題提出改善方案，以及說明銲道缺陷比率過高之原因與目前技術上之改善對策外，亦與本會視察人員就銲道驗證檢測執行方式進行討論。經其深入檢討與說明銲接缺失原因及改善措施，並提出後續外鈹銲道之對稱銲接順序說明文件，有關銲接技術方面之疑慮已獲得初步之澄清，惟請其確實督促中船公司落實施工管理作為，以確保前述銲接順序規劃能確實實施，避免類似缺失再出現，期降低銲接缺陷產生之可能。另有關內鈹銲道修補後之驗證檢測作法，將依徑向隔板部分進行 10%及外、內鈹與環形隔板進行 20%

之比率進行抽測，而後則依加抽相鄰隔艙鐸道，以及全面重新檢測之順序原則處理後續缺陷再加抽問題。另考量外鈹與外環形隔板鐸道(即 WN210 及 213~232 鐸道)之鐸接作業，施工處已將所提鐸接技術改善措施應用於其鐸接製程中，加以其目前仍在進行鐸接作業，因此此部分將視未來初次全面非破壞檢測之結果，決定是否進行鐸補後之抽測作業。

六、設計變更與不符合事項之管控

本項視察項目，主要針對 FCR/ECN/DCN 等案件之處理及管制作業執行情形進行查核，以了解施工處是否確實依有關程序書之規定執行。本項查證結果簡述於後：

- (一) 施工處迄今已開立 205 件 FCR，今年度有 12 件以 DCN 結案，其中有 5 件(FCR No. HYD-185、186、168、198，ARD-172)可由 FCR 追溯至 DCN，其他 7 件(FCR No. HYD-177、182、187、196，CIV-180、195、197)，無法由 FCR 追溯至 DCN。建議在 FCR 上加註所簽發的 DCN/ECN 文號。
- (二) 查閱水路課及榮工處 FCR 管制，查核 FCR No. HYD-186 及配合發行的 DCN-ZW-020，規定修改的圖面共三張，查閱管制圖面均已反映至工程圖。
- (三) 抽查品質課 93 年 9 月至 93 年 12 月 1 日 NCR 管制，管制流程皆按照程序書 LMP-QLD-001 之規定執行，由簽報單位課長核可後送品質課編號，此項作業符合程序書之規定。
- (四) 二號機 RCIC Keep Fill Pump 因馬達軸承不易轉動而無法完

成對心作業，已開立 NCR-ELD-190 要求奇異公司處理，惟經現場查核，設備並未依規定懸掛 NCR 卡。

(五) 二號機 RHR Hx，因 AUT 檢測發現 A 台及 B 有台有缺陷判定不合格，並開立 NCR-185，經現場查證 2E11-HX-0001A 並未掛 NCR 卡。

(六) 抽查 NCR-ELD-314 及 NCR-NSS-300 不符合案件之處理現況，經查核現場設備均已按規定掛卡及隔離。

(七) 依據 NCR 管制程序書 LMP-QLD-001 之規定，對 NCR 案件之處理，內/外購承包商/供應商應在 15/30 天內在(1)Use-as-is (2)Repair (3)Rework (4)Reject (5)Others 中擇一，但發現 NCR-NAD-270 約需 109 天、NCR-TGP-275 約需 55 天，由此觀之，此規定對廠商並無約束力，施工處是否有告知廠商此項規定，或此項規定有重新研討修正之需要。

(八) SEO 組織及功能

龍門施工處 SEO 成立之目的，在於有效快速處理工地施工與設計間之介面問題，其成員目前有台電核技處 5 員、支援人員 1 員，工程顧問(石威公司)3 員，但奇異公司有施工及設計經驗之人員尚未進駐，對於整體組織的運作功能，實無法立竿見影的提升，亦無法發揮相關變更設計案儘可能在工地解決之功能。為能發揮 SEO 整體組織功能，台電公司應儘速完成奇異公司人員進駐作業。

七、設備維護與廠務管理

在設備維護與廠務管理方面，目前施工處正依本會歷來之視察要求，擬定改善措施，積極的逐步進行改善中，本次定期視察主要以了解改善措施之實施現況為主，根據視察之結果目前工地之廠務管理狀況已較往昔有大幅之改善。以下概述視察之過程與結果：

(一) 設備維護保養

1.查證核安處派駐龍門工地品保小組執行現場設備維護保養

查驗功能，顯示品保小組每月均進行查驗一次，發現之缺失亦隨即通知主辦課或承包商即刻改善並追蹤其改善完成後結案，符合監督功能。

2.十二月七日利用此次視察機會進行一次現場維護保養作業

之會同查核，查核設備為一號機 RHR Pump A 台之維護保養，以確認設備維護保養之落實性。查核結果顯示維護保養工作前之工具準備，例如工作照明燈、吸塵器、防護油及活動鉗手等工具均齊備，人員工作踏板已搭妥，安全繩索亦依規定配掛，一組工作人員共 5 人(包括領班 1 人)，其維護保養項目大致均能符合「設備維護保養工作指引」之要求。惟對使用之器具未予以分類或標示使用類別以防止誤用，例如：鋼絲刷、盛油容器之種類等，此外擦拭後塗抹之防護用油之油質是否符合要求，亦須再澄清。

3.由此次會同查核 RHR Pump A 之維護保養情形，自拆除覆蓋物至完成維護保養工作(不包括搭工作架時間)約須 1.5~2 小

時，依目前已安裝之設備(不包括管閥)量，僅賴此一組人員來完成維護保養工作，已稍嫌不足。考量日後設備安裝規模日益增加，建議施工處能再評估維護保養工作之質與量及所須之人力，以落實維護保養工作。針對維護保養人力之運用，核四廠維護人員能於此時共同參與，對相關設備日後之運轉維護應有相當助益，應可考量請其協力。另針對維護保養工作之監督，目前由經辦課、品質及品保人員作定期查核，其查核工作大部份以事後之紀錄查核為主，近期施工處為落實設備維護保養工作，已完成相關作業程序書之修訂並規定「該項設備至少每三個月要見證一次」，對設備維護保養工作將會有實質助益，此為相當務實之作法。

(二) 廠務管理

- 1.十二月六日赴一號機反應器廠房各樓層巡查，巡查結果顯示施工現場環境已大有改善，其中包括地面之清洗、逃生路徑之標示、消防器材位置圖示、待安裝設備組件之標示、廠房照明之改善、電纜線之整理等，其改善結果值得肯定，惟建議置於現場之滅火器應予固定。
- 2.目前施工處計劃改善事項包括：現場人員器材之動線規劃及現場緊急廣播系統之架設等。於視察過程中亦瞭解上述廠房環境清潔、消防設備等狀況之維護責任係由目前承包商(惠民公司)負責，各項設備之維修則由施工處各相關維護課執行，依目前之運作結果看來，尚稱積極順利。

3.針對廠務管理查核制度上，目前施工處已完成「廠務管理工作查核辦法」，並明訂由品質課、工環課、品保小組及核四廠共同組成查核小組，且每月至少至現場查核二次，至目前為止共執行三次查核，成效良好。惟查核後之後續處理追蹤情形較為緩慢，例如：十一月十八日第一次查核中計 18 項缺點，至視察期間為止尚有 4 件未完成改善，十一月三十日第二次查核以後之改善情形則均未回報改善結果，而其改善期限則定為立即改善或 3 天完成改善，建議主辦課應依改善期限積極主動追蹤並將改善情形知會查核小組。

肆、結論與建議

本次定期視察結果顯示，在工程承包商管理與稽查、銲接與非破壞檢測作業管制及不符合事項管制等方面，大體均能遵循有關作業之規定執行，而在廠務管理、現場已安裝設備維護作業及倉儲管理等方面則已有相當程度之改善，視察中所發現之缺失多數為執行細節及其落實性仍可有再改善空間之事項，僅有少部分事項屬未能符合程序書規定，而應再繼續檢討並加強改善者。

在本次定期視察中經由會外專家之參與，除協助執行部分視察項目，以吸取其建廠實務經驗外，亦經由多場與台電公司核四工程有關人員之討論會之舉辦，將日本核電廠建廠規劃、施工管理、運轉維護及測試等經驗之引進，並與其進行經驗與技術之交流，而由各場會議參與熱烈之情形及所獲得之成果與建議內容來看，其對現階段核四工程及乃至日後運轉維護之整體品質與安全

的提升應是可以預期的。

針對視察中之各項發現與建議改善事項，以及會外專家所提意見，雖均已於視察過程中即告知相關部門及人員注意改善，或即以會議紀錄方式提供龍門施工處與核四廠有關部門參考外，為請台電公司能確實考量參酌各項建議，並督促龍門施工處進行檢討與改善，本會亦開立注意改進事項 AN-LM-93-012(如附件五)函送台電公司辦理。對於各項應加以檢討改善之事項，本會亦將持續追蹤執行情形，以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：對本報告如有任何疑問，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：輔助用過燃料廠房施工現況



照片六：進水暗渠施工情形



照片七：視察中視察團隊討論情形



照片八：視察一號機反應器壓力容器儲存情形



照片九：視察巡視一號機 RCIC 設備現場情形



照片十：視察一號機 RHR Pump 維護保養作業情形(一)



照片十一：視察一號機 RHR Pump 維護保養作業情形(二)



照片十二：視察一號機 RCCV LINER 施工現場情形



照片十三：與施工處人員進行設備安裝視察、討論會情形



照片十四：視察後會議情形

龍門計畫第十七次定期視察計畫

一、視察人員

(一)領隊：黃科長智宗

(二)視察人員

第一組

本會人員：石門環、姜文騰、林傳睿、林喬源、許明童、曹松楠

核研所專家：廖俐毅、吳毓秀、張瑞金

會外專家：山下裕宣、謝牧謙、黃圭珍

第二組：唐大維、劉志添、胡肇桂

二、視察時程

(一) 時間：九十三年十二月六日至十日

(二) 視察前會議：九十三年十二月六日上午十時

(三) 視察後會議：九十三年十二月十日上午十時

三、視察項目

第一組

1. 施工品質與承包商品質管理
2. 土木結構施工品管作業
3. 管路與機械設備安裝品管作業
4. 設備維護保養與倉儲管理
5. 非破壞檢測與銲接管制作業

6. 設計變更與不符合事項之管控

7. 廠務管理與現場巡視

第二組(廢料處理系統及廠房工程)

1. 土木結構施工作業管理

2. 品質管制作業(自主品管及台電三級品管)

3. 品質保證作業(稽查及審查功能)

4. 銲接管制作業

5. 廠務管理

6. 現場巡視

四、 注意事項

(一)視察前會議時，請提出下列簡報

1. 核四工程現況及問題檢討

2. 設備安裝與維護現況及問題檢討

(二) 請針對各視察項目指派連絡人，全程協助視察相關事宜。

(三) 本案承辦人：曹松楠(TEL：2232-2146)

原能會龍門計畫第十七次定期視察期間討論會日程

視察日程：93 年 12 月 6 日 10 日

視察人員：原 能 會 視察團隊成員

技術顧問：東京電力 山下裕宣部長

核 協 會 謝牧謙執行長

核 協 會 黃圭珍研究員

12 月 6 日(一)	10:00	11:00	視察會前議
	11:00	12:00	原能會視察人員討論會
	13:30	15:30	現場巡查
	15:30	17:00	整理資料
12 月 7 日(二)	09:00	11:40	試運轉與維護討論會(核四廠)
	13:30	15:30	"
	15:30	16:00	資料整理
	16:00	17:00	原能會視察人員討論會
12 月 8 日(三)	09:00	11:40	設備、管路安裝、RPV 安裝 (汽源課、配管課)
	13:30	16:30	施工計畫與管理討論會(施工處)
12 月 9 日(四)	09:00	10:00	整理資料、撰寫報告
	10:00	11:40	東電 SCC 經驗(施工處、核四廠、 SEO)
	13:30	16:30	東京電力柏崎核電廠經驗交流會 (施工處、核四廠、SEO)
12 月 10 日(五)	09:00	10:00	整理資料
	10:00	11:30	視察後會議

龍門計畫第十七次定期視察期間討論會會議紀錄

—試運轉與維護討論會—

一、時間： 93 年 12 月 7 日

二、地點：龍門施工處第二會議室

三、出席人員：

原能會：石技正門環

核協會：謝執行長牧謙

黃研究員圭珍

核四廠：徐廠長懷瓊 蔡副廠長富豐 劉副廠長增喜

楊業勳 王仲賢 陳肇寅

陳德和 張勳智 李家光

陳志雄 康力仁 江文鑑

董其元 黃錫煌 洪源水

程忠良 徐錫奎 辛潤（記錄）

四、討論事項：

- 1、感謝原能會安排山下裕宣先生能於百忙之中，撥冗來工地提供東電寶貴經驗，特先致謝忱。
- 2、東電於 K-6、K-7 扮演之角色為設定主要時程（Master Schedule），細部計劃則由 Toshiba 與 Hitachi 規劃、領導、整合完成。東電極重視品質確

保，建立了特別的品保方案，尤其著重於工期的掌握。

- 3、 施工裝機階段有關反應爐內部組件（Reactor Internals）吊運、安裝和 Containment 封頂之順序山下先生提供「藍皮書」等相關文件資料，請電廠參考。
- 4、 反應爐內部組件焊接如 Shroud、CRD Housing 焊接，東電經驗為：自 KK 電廠四號機開始，即採用自動焊接，Shroud 之焊接似以「自動焊接」較佳。

Shroud 焊接時，須先在 Top Guide 及 Core Plate 處用臨時支撐環作為橫向支撐，以防 Shroud 變形，該等臨時支撐環鎖在 Top Guide 及 Core Plate 的螺栓孔上。Shroud 焊接前須先頂高，以留出開槽間隙，頂高方式為利用 4 支千斤頂一端支撐於 Stub Tube 上，一端頂住 Core Plate 臨時支撐環，以微調出間隙。

CRD Housing 焊接在 Stub Tube 上似亦以「自動焊接」較佳。CRD Housing 焊接後，一定會有少量彎曲變形，須注意的是變形量不要超出規定，且中心線須保持對準（使用雷射儀）。

- 5、 電氣盤內線在廠家已作檢查，外線部分在現場裝接後及送電前均應該詳細檢查，以確保功能正常。
- 6、 RPV 安裝後之耐壓測試（Hydro Test），原本之作法為局部耐壓測試後，配合局部 Flush，全部耐壓測試後再全部 Flush，但現有趨勢為取消局部之耐壓測試，只需俟整體條件符合後，執行整體之耐壓測試及 Flush 工

作。由於此部分工作須配合完整的測試界面掌控 (Scoping), 水處理 (Water Management) 及工序配合 (Sequence), 建議台電可請日本或美國顧問, 屆時至工地現場予以指導。

- 7、反應爐從安裝後到 Fuel Loading 東電經驗為：共須執行 2 次 Hydro Test , 第一次壓力為 1.25 倍, 第二次壓力為 1.0 倍, 詳細時程山下先生提供有「藍皮書」請電廠自行翻閱。
- 8、有關東電之 K-6、K-7 儀控系統於與機械設備一起做系統測試後執行之“ V & V ”程序書及 Pre-Op-Test 和 Start Up Test 所用特殊工具/儀器的詳細資料, 目前並無現成資料, 可俟進一步搜尋後提供電廠參考。
- 9、東電於 K-6 K-7 執行相關儀控系統測試時, 一般而言係採用 Semi-Loop : Sensor-Terminal 及 Terminal-Controller 兩段執行。
- 10、東電維護作業進行主要依循下列三項準則：
 - (1) 重要設備皆建立各自的維修、運轉歷史資料檔
 - (2) 建立維修資料庫 (PM Database), 依照過去經驗及 RCM (Reliability Centered Maintenance) 規劃維修項目及週期。
 - (3) 建立運轉指標 (PI Indicator)上述三項原則係東電正在進行之作業 (On-Going), 與美國 PM 作法不盡相同, 提供電廠參考。
- 11、東電之經驗：ECCS 馬達因處於待機情況, 可能十年需更換, 長期運轉的馬達如 (RIP、CWP) 壽命反而較長, 發電機轉子係採用更換方式,

福島一號機之定子有重新繞線過，至於中壓開關設備及斷路器，一般而言，並未送回製造工廠檢查、重新組裝。

- 12、光纖接頭若有構造上失效問題，東電係採用更換方式，至於光纖線路之檢查項目及週期需進一步清查方能提供。
- 13、依 KK 電廠經驗，RIP 維護週期為 2 台/大修，FMCRD 為整支分解 25%/大修，惟電廠應參考同型電廠及文獻資料，自行訂定最適合的維護週期。RIP 及 FMCRD 曾經出現過的故障很少，RIP 曾在平成 10 年發生過因 Cr 附著在 Impeller 上導致振動過大，而 RIP 及 FMCRD 更換時，K7 劑量僅為 K6 的 1/18，原因為工作人員站在 Undervessel，旁邊有一些 LPRM Tube，K7 大修時，在 LPRM 管下方，裝上新型 Cover Tube，可阻止爐水一直向下流至 LPRM 管露出於 Undervessel 的部分，如此自然大量減少工作人員接受的劑量。此新型 Cover Tube 為大修承包商製作，詳細資料請參閱山下先生提供「ABWR 初回定檢技術評價（最終報告）」。
- 14、核四廠 RWCU 主泵係採用德國 KSB 公司無軸封式泵，依瞭解日本東京電力 K6/K7 核電廠之 RWCU 泵亦採用同一廠牌型式的泵，本公司核一、二廠 RWCU 泵亦採用同一廠牌的泵，但止推軸承有多次不正常磨損，日本有多個 BWR 核電廠之 RWCU 泵亦改採 KSB 公司的無軸封式泵，此項問題較為困難，日本核電廠亦為此問題困擾，尋求解決辦法中。
- 15、K-6、K-7 為 9*9 的燃料，配合 Control Cell Core 的設計，其控制棒葉片亦有裂紋問題（Cracking）發生，更換後正在尋找肇因。

- 16、K-6、K-7 有使用 APR 自動控制系統，相關運用經驗之資料，請先參閱山下先生所提供之文件資料，若無現成資料，可俟進一步搜尋後提供電廠參考。。
- 17、東電之福島一號機因機組容量小，飼水加氫後造成之劑量不致過高，而執行飼水加氫，其餘機組東電立場為儘量不執行飼水加氫作業。

龍門計畫第十七次定期視察期間討論會會議紀錄

—設備、管路安裝、RPV 安裝討論會—

一、時間：93 年 12 月 08 日

二、地點：龍門施工處第二會議室

三、出席人員：原能會視察人員、施工處汽源課、配管課與中鼎公司相關人員

四、討論事項及結論

(一) 配管課部分

工作內容：管路、管閥、管架及附屬設備之安裝及檢驗，其主要依循相關法規、規範及程序書，如 ASME CODE、GE 頒發之 72.0410 規範、TPC 及 CTCI 之相關安裝檢驗程序書，進行現場各項安裝及檢驗工作，目前主要工作進度：

- 1.一號機 RB EL -8200 &-1700，CB EL -8200 及-1850 之管路、管閥、管架及附屬設備之安裝。
- 2.二號機 RB EL -8200，CB EL -8200 &-1850 之管路、管閥、管架及附屬設備之安裝及 RB EL-1700 管路設備之吊放。
- 3.上述樓層已放置現場之管路安裝進度約達 80~ 90%。

問題交流：

- 1.與設備相連接之銲道實況上無法全部進行水壓試驗。對這些銲道，日本東京電力公司之經驗是否可用 RT 檢驗代替。

2. 管路系統完成後其 FLUSH 程序中之介質，除了水洗以外，依日本東京電力公司之經驗有無使用酸洗或鹼洗。

問題答覆：

1. 壓力試驗與非破壞檢驗(RT)之檢驗性質及目的並不相同，若非無法執行，否則需依規定進行相關之壓力試驗。若與設備相接之銲道無法進行水壓試驗時，依日本東京電力公司之經驗該銲道之驗證可用 RT 檢驗代替之。
2. 依日本東京電力公司之經驗並無使用酸洗或鹼洗。FLUSH 雖重要但重點再於其後之水質控制，如水中之鐵離子控制及水質之化學平衡等。水質的狀態會對將來營運時之背景輻射劑量有很大影響，以日本為例 HITACH 與 TOSIBA 兩公司因水質控制之技術不同 HITACH 公司（水質中鎳離子濃度較高）之背景劑量低 3 倍。

(二) 汽源課部分

1. 中鼎編寫之相關安裝及檢驗程序書中之內容尚需加強其可讀性。
2. 施工中若不符合狀況(NCR)應於相關之檢驗表中註明 NCR 之狀況，以便後續查核時能輕易追蹤處理情形。
3. RPV 運輸道路應注意道路之傾斜度需在 0.05% 以下，且路面承載力需在 5.4T/平方公尺以上，目前 RPV 運輸道路皆設計為 10T/平方公尺以上。

- 4.重件等特殊設備運輸及吊裝時應事先具備緊急應變計畫及故障排除方法，目前中鼎提送之 RPV 運搬與吊裝計畫書中皆附有此兩項作業程序。
- 5.RPV 吊裝時自吊離地面至吊入基座上所費時間相當長，應請吊車公司評估地震之影響因素，做好防備以防止設備發生意外損傷。
- 6.RPV 運出倉庫前應妥善做好表面除銹及防銹處理，以便能長期安放在基座上。
- 7.RPV Internal parts 在日本均維護極佳，龍門計畫存放在倉庫之 RPV Internals 設備，應注意檢查 seal 是否損毀或乾燥劑是否充足，不銹鋼材料表面應注意其表面氯成份之附著，以避免爾後 IGSCC 產生之可能。
- 8 MOCK-UP TEST 之材料原則上應使用與設計相同之材料，若需要使用替代品時需充份檢討，留下記錄且謹慎行事，更應獲得原設計單位 GE 之同意。
- 9.CRD 系統之管路焊接應採用對接焊而不使用套焊，其他具放射性流體的管路接合亦應如是。
- 10.中鼎編寫之行政管理程序書其內容相當充實及完整。
- 11.CORE PLATE 與 FMCRD GUIDE TUBE 安裝時應特別注意上下位置之對齊，務必與下方之 CRD HOUSING 在同一中心線上。

龍門計畫第十七次定期視察期間討論會會議紀錄

—施工規劃與施工管理討論會—

一、時間：93年12月8日

二、地點：龍門施工處第一會議室

三、出席人員：

原能會：黃智宗、石門環、姜文騰、曹松楠、

核協會：山下裕宣、謝牧謙、黃圭珍

核技處：賴逢裕

龍門施工處：許仁勇、王寧強、方安明、黃士衡、林深淵、楊金生、

張維鈞、吳鏡弓、蔡勝文、宋國器、顏國華、黃文龍、

張靜豪、吳永峰、曾坤維、林振清、謝宗亮、陳水勇、

蘇美惠（記錄）

四、討論事項：

1. What is the percentage weight for the procurement, construction, pre-op, etc in your project?

- 東電公司對於建廠工程並未訂定計畫之總進度百分比，而係針對施

工各專業工作予以量化，如人工量及工作進度。特別著重於交付土建、機電工作之日期及完成時間之管控。

- 東電公司建廠工作係在設計已完成 95%後，再開始施工，土建、機電、管路施工順序均已提前制定，後續土建、機電施工比較不會互相干擾。
- 每一樓層平面 Block 切割方式係由 Master Schedule 為主，以建築、機械、電機區分，並依序施工。
- 施工時是以小 Area 來執行，每 3 天開協調會議，3 週做 Schedule 的修正。
- 進度排定後須嚴謹執行以縮短工期，並可使用電腦來模擬施工順序及排置，非常有效。為考慮工法及維修，使用模組化的 Layout 方法，可以減少很多不必要的衝突。在工廠預先 Block 及現場模組化可有效縮短工期。
- 東電公司從 K3 廠即開始使用模組化施工，在 1990 年代以前則是以傳統方式施工。

2. Japan is using the modularizations method for construction, how depth is the modularization involved and is their any limitations?

- (1)設備模組的大小必須限制為 33 公尺以下(2)須儘量減少設計變更，以標準化為優先。
- 日本目前有 Toshiba 及 Hitachi 兩大廠商，各有特色但並未協商使其

標準化。所以有些在 K6 廠的模組並不適用於 K7 廠，部份模組仍會協商儘量予以標準化，但未全部強制要求以免失去競爭力。

- 以模組化方式進行的項目大約不到全部施工之 50%，其做法是先將大型設備 Layout，再予以規劃模組化配置。
- 東電公司已近卅年不使用類似核四施工的分包方式。如採用標準化 / 電腦化，可考慮採國際包統包或分包方式，以降低施工費用。如採分包方式施工，應聘請有經驗的 AE 公司來管理。

3. Is there have any government agency like the labor department that regulated the labor and working surroundings which has the power to halt the construction temporary when they requested to improve the construction environment?

- 日本係由勞動省管制，相當於本國勞委會，亦有停工權利且要求非常嚴格，其權力比產經省(我國經濟部)還大，可逕自赴廠執行檢查工作。

4. In Japan, what kinds of role did The Atomic Energy Committee is acting during the construction period? Did they have the absolute power to supervise and inspection the site?

- 在日本係由經濟產業省原子力安全保安院(NISA)授證民間組織執行檢查。
- 原能會係依原子能法規定監督查核，必須於建廠過程執行管制，以確保將來核能電廠運轉之安全及品質無虞。

- 為考慮民意及對核能之疑慮，在日本有關建廠期間的安全與品質法規制定的比美國嚴謹，所付出之費用亦較美國為高，但也需要考量風險 / 費用間之平衡。

5. What kinds of inspection system performed in Japan and by which organizations?

- 在日本有正式官方管制單位 NISA 依據法律執行必要檢查,東電公司編有 QMS 規定檢驗單位及檢驗範圍。
- 東電公司之教育訓練、包商管理等亦包括在 NISA 的管制範圍內，承包商人員之教育訓練及能力是否足夠也要檢查，並檢查電力公司對承包商是否下達正確指示、及對承包商之資格 / 訓練是否確實審查。
- 從材料至設備安裝是委由 JNES 檢查，早期銲接檢查是由施工者接受檢查，現改由電力公司接受管制單位檢查。
- 在日本並無 ANI 之保險制度，是委託類似 JAPEIC 機構檢查。同時日本管制單位的檢查比台灣的 AEC 更嚴格，東電公司因此需增加約 6,7 倍的人力來應付。

6. Which nuclear energy regulations (U.S. or Japan) do you follow, if there is a conflict between U.S. and Japan which one you would conform?

- 係以日本法規為主，與美國不同。

7. For Nuclear power plant in Japan, is there any water preservation plan?

- 在日本也有類似本國環保及水保之要求，例如溫排水及河川保護之

規定等。

8. Except the Atomic Energy Committee for supervising and inspecting the site, is there any other organizations including the private and public sector to monitor the site?

- 依檢查性質如有需要亦可委託第三者檢查，另外在日本，地方政府並無法律授權可對電力公司進行監督，但一般地方政府可依協定事項監督電力公司。

9. What is the philosophy of construction management in Japan?

- 在核電廠最重要為(1)確保安全(2)建廠資本儘量降低(3)品質確保。
- 要降低成本方法：工期短縮、人工減少、標準化。
- 和智慧財產無關的資訊應儘量公開化。

10. 日本核能電廠施工/安裝廠家是否都有品質保證方案？

- 東電公司核能部門有建立品保計畫書，每一個電廠亦均建立有品保計畫。各級承包商則依東電公司制定之施工要領提出相關作業之施工計畫書、程序書等。東電公司須 check 各級次包商有無提送計畫、程序書等。

龍門計畫第十七次定期視察期間討論會會議紀錄

- 建廠經驗與問題討論會 -

一、時間：93年12月9日

二、地點：龍門施工處第四會議室

三、出席人員：

原能會：黃智宗 石門環

核協會：謝牧謙 黃圭珍

核安品保小組：彭雙全

督導組：林武鈿 廖春生

核計處：劉照昆

SEO：賴逢裕 陳錫階

核四廠：江文鑑

龍門施工處：許仁勇、王寧強、方安明、李明國、顏國華、王偉峰、

顏鎮國、劉效湯、陳秀忠、江子揚、曹建文、柳力哲、

楊坤寧、洪錦榮、吳鏡弓、郭耀興、廖昱翔、湯禮時、

連易棠、許仕杰、林榮傳、陳智宗、陳丁裕、蔡勝文、

黃陳揚、沈正隆、周玉峰、楊克武、施博敏、張育文、

簡憲銘、徐滄興、楊克文(記錄)

中鼎公司：蕭昇應

四、討論事項：

(一)

- 1、日本的安全分類與美國是一樣，但因日本是地震頻繁之地區，核能電廠耐震設計安全也是反核團體主要訴求，故其地震之設計考量與要求比美國嚴格(因應日本最近發生之強震，未來可能考慮以地震 7.5 級強度以上為設計考量)。
- 2、日本品保制度與美國 10CFR50 APP.B 要求一致，不過日本除 10CFR50 APP.B 外，亦參照 ISO 及其它要求，制成一套日本核能電廠適用之品保制度。在台灣核能電廠設備、系統及組件有核能安全相關與非核能安全相關之分類，如汽機在台灣屬非核能安全相關之設備，但在日本仍視為核能電廠之重要設備，其品質方案則完全比照安全相關設備之等級。換言之，日本核電廠所有設備都比照 Q 級之標準，並無所謂 Non Q 之一般等級分類。
- 3、日本對於地震及環境之驗證比美國嚴格，而且在日本一般都在試驗室用實體以設計地震來進行驗證及測試，即便是像柴油機一樣大的設備，也是放在 Shaking Table 上實際震動驗證，而美國則適情況採用分析或實體或二者搭配使用之驗證方式。

(二) 日本都採用公制(因日本法律規定須採公制)之方式施工。台灣核四計

畫因特殊招標環境造成英制與公制併用方式。如果屬各自獨立的區塊分別使用不同的公、英制系統，因各自仍保有其一貫性問題不大。但如果在同一區塊中混合公、英制規格及法規，因不純是單位換算的問題，可能會衍生一些其它的問題需進一步探究，最好能避免。

(三) 日本漸漸採用法國之標準模組化，不但設計標準化，而且施工也採標準化。日本之 ABWR 是 20 年前開發後逐步加以改進之機組，並漸漸地加以標準化。日本採統包，台灣目前採分包方式，大概是日本 20 或 30 年前作法，其設計成本會增加 20~30%。另外日本在實際展開施工作業前已完成 95% 之設計。K6 及 K7 是日本第一次採用 ABWR 之設計，剛開始有碰到一些問題，但都慢慢在現場解決。設計變更以工地人員(包括電力公司及主包商)就可以加以處理解決不須增設額外之組織及人力，日本東京電力公司與主包商之間因長期合作建立良好之關係，處理後續設計變更之連繫沒有發現什麼問題。

(四) 日本在完成 95% 設計情況下才依 3-D 拆成側面、立面、平面圖。因仍提供這些 2-D 圖面，管路施工較無問題，何況日本都在廠房外先組成較大模組(機器及管路已預組完成)後再吊入廠房內，在現場之安裝工作只是模組間之管路連接而已。

- (五) 由於目前日本核能電廠之建造都是經過長期改良之設計，埋件之設計已接近無誤差之情況。在某些特殊的狀況下仍保留些許備用埋件，惟數量很少。將來萬一發現埋件不夠時，也可以利用化學螺絲固定，採用後裝方式增設埋板。另在管溝(Trench)之設計會預留之空間容納日後增加之管線。
- (六) 有關柏崎電廠 K6 K7 之施工建廠 運轉之經驗回饋資料已在 93.12.7 座談會中提供給核四廠 COPY，如有需要可洽核四廠 COPY。
- (七) 有關柏崎電廠之重要設備故障、停機等資料可透過核協會到國外尋找相關的人才來解決關鍵的問題或以專案及付費方式透過東京電力公司合作尋找問題的解決。
- (八) 日本並沒有類似美國 N STAMP 之制度。
- (九) 目前像 ISO 單位是歐洲系統才是真正的國際化而美國之英制單位也和國際無法統一，故日本之核能標準要改國際化與美國核能標準統合目前是有困難。
- (十) EPRI US ABWR Requirement Documents 係日本與 GE 合作，也是六個國家共同開發及制定。對於 ABWR 關鍵性之技術，美國的貢獻反而不像瑞典、法國、德國等國那樣大。日本也是參考美國這套 ABWR 設計要求，制成自己一套完整之技術要求。

(十一) 美國之製造廠商是要有 STAMP 資格，日本是沒有這套制度，而是由日本東京電力公司自訂核能等級之規格及檢驗程序。而輔助機器(如空調) 當然也是要有核能等級的要求。

(十二) 由於日本管制單位有將適用範圍擴大之趨勢，也就是將設備之附屬件(如油尺、水位表等)之等級擴大視為與設備同屬核能等級之趨勢。日本相較於其它國家採較嚴的管制如將空調定為核能規格，故成本增加，目前正在討論是否需如此嚴格，應取得一個平衡點。

日本技術顧問山下裕宣先生核四視察感想及建議事項

謝牧謙 譯述

2004/12/14

一、目前東電公司(TEPCO)的想法

- 1.1997 年應台電要求，東電曾將「Class Room Session Program on TEPCO's Experience for Modularization Construction Methods and Construction Management in the ABWR Project」報告書，依 TPC-TEPCO 雙方簽訂的協議書，提供給台電。
- 2.東電在三、四年前開始對日本的其他電力公司及日本原燃公司等，提供耐震設計技術的顧問業務。二年前，東電人員曾拜訪台電，針對核四建廠有提出技術顧問的建議案，但據東電公司內部消息，本建議案台電方面並無具體回應(但有個別的要求資料，東電亦有無償提供)。
- 3.有關提供技術顧問業務，東電想以商業模式來進行，因此如台電有任何技術顧問的需求，擬明確說明「業務範圍」、「資訊交流的辦法」等，以便依規定來進行。
- 4.東電目前對美國的新核電計畫有很大的興趣，現在正與 TVA、USEC、GE、東芝等集團合作，又對台灣、中國的核電建設亦表關心。

二、感想

核四計畫在現況下要順利進行必需將總建設費用降低，核四現已採用分包制度，又未採用 Block 施工法(模組化施工法)，事情已過去，也沒辦法，以這種東電 30 年前的作法，為使施工圓滿順利，當務之急應考慮以下方案：

- 1.日立有東電 K-6, 7，北陸電力志賀 2 號機的建設經驗，對 ABWR

有全面整體(Whole Plan 的 Construction Experience)的建廠經驗，台電可以請日立公司當顧問。

2.K-6/7 的運轉經驗等，再加上濱岡-5 號機，還有今後預定檢討中的東電東通-1 號機的設計變更項目等*有關電力公司所執行的審查(Review)可以請日本的電力公司協助。

3.台電的年青技術人員可以到柏崎、志賀等核電廠，駐廠實習訓練(約 3 個月，可反覆)，這樣長期來改變台電的技術文化亦可列為目標。

4.要考慮與日本電力公司的溝通方法(因為文化背景的不同，必需要更充分的溝通)。

* 核四的設計變更項目特別多，如何有效將其制度化、效率化是為問題所在。

三、目前重要的課題

- 1.如何加速施工的進度
- 2.如何提昇施工品質
- 3.如何提高技術面層次(Design Review 的方法)

四、建議事項

- 1.組織全體似未能有效發揮功能，縱向的組織體系，橫向的資訊傳達不良。
- 2.記錄的範圍，施工程序書的完整性等，因時間關係無法查證，因此未能判斷到底好不好，有沒有完整，但設計變更很多以及設計變更的管理辦法(誰負責，經由怎麼樣的檢討程序，最後如何經由 Design Review Meeting 討論認可等)是否完整，令人擔心。
- 3.對每一個人自己所負責的工作，僅憑個人的疑問/問題意識在工作。各系統(System)，或設備的設計檢討時，應依據統一的規定

程序(Procedure)，予以系統化(Systematic)的檢討，才可以減少遺漏檢討的地方(若僅依個別的檢討，一定會有很多檢討疏漏的地方)。

4. 與項 3 相同，對過去建廠及運轉的經驗要充分調查，然後反映在新的電廠，這是非常重要的事，但是似乎沒有系統化的進行。調查後必需反映的系統化步驟很重要。
- 5 技術層次而言，全世界的輕水爐(LWR)在過去 10 年內由於出問題而使容量因素(Capacity Factor)降低的主要原因是材料(Material)的問題。(BWR 的 IGSCC，PWR 的 PWSCC，燃料洩漏等)，這些材料問題如充分注意，可以確保基本的容量因素。台電公司應該經常參加日本材料問題的研討會/檢討會等。
6. 主契約者及 Vender 的責任應明確、嚴格、具體的規定，工作有否按規定進行，台電應進入主廠家(Vender)、下包廠家(Sub vender)的層次查證。
7. 為了確認 I & C 系統的完全數位(Total Digital)化(Soft Logic 化)的完整性，應以 V & V(Verification and Validation)的方法充分進行調查、檢討。ABWR 的 I & C，要查證的組合數多而複雜，需要考慮充分的時間與人力。
8. GE 在 K-6, 7 時沒有做 Construction and Installation Procedure Drawing and Manual，我想 GE 無法做，核四到底如何進行令人擔心。

五、其他事項

核四很多設備已到達現場保管中，到安裝尚須儲存一段時間，安裝後到運轉也會長期放置。

首先必須查證長期保管的方法是否恰當，其次安裝前開封時要確認設備的完整性(可以 Warranty Claim)，安裝後適當的管理方法及定期查證亦屬必要。

* 特別是不銹鋼器材，不論是 S.S.304 或 316 曝露在海邊鹽霧的氣氛中，將來運轉 5、6 年後或更長時間，材質 TGSCC 的問題將陸續呈現（詳情列核協會報告中）。

六、感想

三天內接受很多問題，但感覺到問題沒有系統化，都只提到自己想要解決的問題。應該先考慮工作的架構，亦即先要確立制度化的設計審查(Systematic Design Review)方法，這時要先詳細調查過去的建廠經驗、設計變更實績、運轉時的不符合事項(Non-Conformance)等，並對全系統、全項目進行設計審查。調查時也要擬定計畫，列出調查項目，並派人到日本、美國等蒐集最新的知識，然後再反覆進行設計審查。

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-93-012	日期	93 年 12 月 22 日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 Tel : 2232-2146
注意改進事項：龍門計畫第十七次定期視察建議改善事項 內容： 一、施工品質與承包商品質管理 (一) 據悉「LMP-QLD-014 內部品質稽核作業程序書」即將作廢，請澄清該份程序書作廢後，將以何種機制、方式替代該程序書之功能。 (二) 經查新亞公司之新、舊圖面管控作業之缺失雖持續以改正行動通知編號 441 及 441-1，要求汽源課及承包商進行改正，然至目前為止仍未完成改善，且已超過九十三年五月汽源課所預定之期限。因圖面管控涉及施工現場使用圖面之正確性，品質課應依程序書規定對查證未如期改善者，再開立 CAR 繼續追蹤，另請經辦課儘速完成改正行動之要求，以避免舊版圖面遭誤用。 (三) 奇異（GE）公司及石威（S&W）公司分別提供核島區及汽機島區之廠房設備配置 3D 電腦立體圖面，以供施工處作為施工規劃時之參考。建議施工處應積極使用 3D 電腦模型，降低施工介面之衝突及有效規劃施工作業之順序，以提升施工品質。 二、土木結構施工品質管作業 (一) 針對一號機反應器廠房 EL-1700 樓板東側內牆牆面出現已修補但仍長期出現滲水情形之狀況，請檢討現行對類似 NCR 之處理程序及對策是否恰當周全。建議在進行滲水處的混凝土修補前應對內部狀況進行確認，並考慮進行壓力灌漿之可能。 （ 續下頁 ）			
參考文件：			

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-93-012	日期	93 年 12 月 22 日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 Tel : 2232-2146

注意改進事項：龍門計畫第十七次定期視察建議改善事項(承上頁)

內容：

(二) 針對共同煙囪工程請澄清下列事項：

- 1.共同煙囪的基礎厚度為 4m，屬巨積結構體。請澄清該基礎所採用混凝土之齡期為多少天(28 天或 91 天)。
2. 如上項齡期若採用 28 天，請提詳細說明其可行性及其是否符合巨積混凝土規範之規定。

三、請就下列器材倉儲管理事項進行改善或檢討現行措施是否恰當

- (一) A 級倉庫請考量設置溫、濕度記錄簿，每日定時記錄溫度與濕度值。
- (二) 器材儲存維護文件依程序書規定應與器材成套文件放在一起，請依照程序書規定執行。
- (三) 室外儲存器材覆蓋物有遭颱風吹走仍未補回者，管頭封蓋亦有破損者，器材包裝木櫃也有破爛不可用者，請針對上述情形進行改善。
- (四) 請定期檢查室外器材覆蓋保護物狀況，並注意是否有阻礙通風情形，以及排水是否良好。

四、非破壞檢測管制作業

目前對於工程承包商 NDE 人員資格之管理措施，除施工說明書有需於工程開始前，送施工處(工程主辦及 NDE 部門)審查之規定外

(續下頁)

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-93-012	日期	93 年 12 月 22 日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 Tel : 2232-2146
注意改進事項：龍門計畫第十七次定期視察建議改善事項(承上頁) 內容： ，施工處或承包商並無定期或不定期查核或提送 NDE 人員變動狀況資料之要求。鑑於發現有萬機公司 L-III 人員聘書已過期及中船公司 L-III 人員資料缺漏，而施工處有關部門無法掌握詳情之情形，以及 L-III 人員為 NDE 人員資格考銓之關鍵人員。建議施工處能定期或不定期查核或要求提送資料，並至少對承包商 L-III 之 NDE 人員予以較完善之追蹤管理作為。 五、設計變更與不符合事項之管控 (一) 有部分 FCR 之紀錄有加註其產生簽發的 DCN/ECN 文號，部分則無。由於有加註 DCN/ECN 文號者可據以追蹤後續處理狀況，建議能推廣此一做法。 (二) 查核 NCR-ELD-190(二號機 RCIC Keep Fill Pump 馬達軸承轉動不易，無法執行對心作業)及 NCR-185(RHR Hx A&B 台 UT 檢測不合格)等二件 NCR 案件，發現其設備現場未依規定懸掛 NCR 卡之情形，請查明確認後儘速處理。 (三) NCR 管制程序書 LMP-QLD-001，已將內/外購承包商/供應商擬定其處理對策之時限分別延長為 15/30 天，但 NCR-NAD-270 及 NCR-TGP-275 仍有各費時 109 及 55 天之狀況。請澄清上述規定對廠商是否有約束力，以及是否有告知廠商此項規定，並重新檢討此項規定是否有修正之需要。 (四) 龍門施工處 SEO 成立之目的，在於有效快速處理工地施工與設計間之介面問題，但目前具有施工及設計經驗之奇異公司人員 (續下頁)			
參考文件：			

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-93-012	日期	93 年 12 月 22 日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 Tel : 2232-2146
注意改進事項：龍門計畫第十七次定期視察建議改善事項(承上頁) 內容： 仍尚未進駐，對於整體組織的運作及功能的發揮，實有相當之影響，致無法發揮相關設計變更案儘可能在工地解決之設定目標。為了能夠發揮 SEO 整體組織的功能，台電應儘速完成此部分人員之進駐作業。 六、設備維護 (一) 會同查核一號機 RHR Pump A 之維護保養作業，發現有下情形應加以改善或澄清： 1. 對所使用之器具並未予以分類或標示使用類別，以防止誤(混)用之措施(例如鋼絲刷種類，盛油容器內容物之標示)。 2. 擦拭後塗抹之防護用油之油質是否符合要求須再澄清。 (二) 根據會同查核 RHR Pump A 維護保養所見證之情形及時間，依已安裝之設備(不包括管閥)數量，以目前僅有的一組人力來執行所有之維護保養工作，恐已稍嫌不足。考量日後設備安裝之規模日益增加，建議主辦課能再評估維護保養工作之質、量及所須之人力，以落實維護保養工作。此外，是否請核四廠人員協助，亦請納入規劃考量。 (三) 核四工地環境靠近海邊空氣潮濕含鹽量頗高，加上工期時間長，為有效監測已安裝及儲存中之器材設備之維護及品質狀況，避免因空氣潮濕且存放時間過久而受不良之影響(如不銹鋼受鹽中氯之侵害)，建議採行下列措施： (續下頁)			
參考文件：			

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-93-012	日期	93 年 12 月 22 日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 Tel : 2232-2146

注意改進事項：龍門計畫第十七次定期視察建議改善事項(承上頁)

內容：

1. 對存放工地未開箱之設備，其維護作業除應有效督促承包商善加管理，並將維護資料予以留存外，開箱時建議應由施工處相關部門會同承包商仔細檢查外觀，必要時應再做相關檢測與檢驗，以釐清維護責任。
2. 對於已安裝設備、管路及器材應有一套監測檢驗與清除機制，以檢測材料表面是否有腐蝕物質生成並予以清除，以避免生成之腐蝕物質逐漸滲透進入設備或管路材料內部的可能，而影響未來機組之運轉維護。例如對不銹鋼材質之設備及管路表面定期執行附著氯元素之測定與清除，以及評估清除方法是否適當等。(日本曾有電廠因此維護作業缺失導致機組於運轉五、六年後，即進行換管並因此停機一年之情形)

七、廠務管理

- (一) 目前置於工地現場之消防滅火器材未予以固定，請加以改善。
- (二) 廠務管理查核小組目前已執行三次查核作業，成效良好，惟查核後之後續追蹤作業，並未依所定改善期限進行複查，致仍有逾期未完成改善之情形。建議主辦課應依改善期限積極主動追蹤並將改善情形知會查核小組。

八、現場巡視及其他

- (一) 現場巡視時發現土建鋼筋絕大部份都有生銹情形，並且亦有少些部份已有腐蝕現象，建議在灌漿之前必須充分清洗乾淨，以

(續下頁)

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-93-012	日期	93 年 12 月 22 日
廠別	龍門施工處	承辦人	曹松楠 Tel : 2232-2146
注意改進事項：龍門計畫第十七次定期視察建議改善事項(承上頁) 內容： 確保土建品質。 (二) 在工地巡視及與工作人員討論相關問題時，發現核四工地在工作推動方面，部門間之相互協調不是很理想，以致分工合作無法充分發揮，影響組織全體功能的發揮。組織的縱向管理及橫向的資訊傳達應有再改善之空間。 (三) 在工地巡視及與工作人員討論相關問題時，發現核四工地在工作推動方面，部門間之相互協調不是很理想，以致分工合作無法充分發揮，影響組織全體功能的發揮。組織的縱向管理及橫向的資訊傳達應有再改善之空間。			
參考文件：			