

龍門核能電廠第 42 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 100 年 5 月 3 日

摘要

龍門核能電廠第 42 次定期視察之重點，分別為塗裝作業計畫及施行現況查證、系統移交後之維護管理及 RCIS 系統人機介面測試現況查證、防海嘯設計查證、1 號機圍阻體穿越器安裝作業品質查證以及 2 號機施工廠務管理等項目進行視察。視察作業由本會核能管制處及核研所支援同仁之視察團隊，自 100 年 3 月 21 日至 25 日於龍門核能電廠工地進行。

本次定期視察之結果如報告本文，主要發現重點摘錄如下：

1. 一次圍阻體內塗裝巡視，發現諸多支架銲接後經修補過之塗漆凌亂，施工人員是否具有資格檢定且依據程序書執行修補作業，以及部分設備不當塗漆等缺失，電廠應確實檢討改善。
2. 查證電廠定期維護紀錄，發現消防系統馬達編號 OP-16-MBV-5002 連續兩次定期維護量測絕緣值均不符需大於 $15M\Omega$ 之要求，但電廠人員未依規定立即開立請修工作聯絡書或立即處理，應加以改進。
3. 查證儀控組執行緊要寒水（ECW）系統之儀控類定期維護紀錄，發現電廠只依據儀控設備工作指引，只要求針對儀控設備外觀檢查，未明確要求儀控設備應符合清潔度要求，因此造成 ECW 系統現場儀控盤體雖有定期維護但清潔度不符合要求，應加以改正。
4. 查證反應器廠房冷卻海水系統（RBSW）泵室時，發現臨時使用之電纜自 EL.5300 樓地板穿越，但該穿越孔已實際密封填塞，不符施工品管，電廠應加以改善。
5. 查證 RBSW 廠房 EL.5300 地面層除泵室有水密門保護外，部分電氣盤面等設備將受到海嘯來襲影響而有損壞之虞。電廠應查證該層有哪些主要設備，並澄清該設備損壞對安全運轉影響性為何。

6. 反應器廠房部分穿牆孔之管路相當壅塞，現場不易施工；為確保施工品質，台電公司應加強檢驗，以確保密封充填之施工品質。
7. 1 號機一次圍阻體上乾井處的設備進出口(Equipment Hatch)及人員氣鎖門(Personnel Airlock)穿越器與內襯板(Liner)相連接的垂直銲道，經現場目視檢測發現二處疑似銲邊燒損(Undercut)，其中一道經目測結果長度超過 1 公尺，凹陷深度約 5 公釐；另一道則較不明顯，實際凹陷深度須經儀器量測確認。而依據 GE 設計圖面(31113-OU71-S6156)，Liner Plate 厚度為 6.4mm。該二處銲道是否符合 ASME B&PV 規範的要求，台電公司應澄清說明。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，本會已分別開立注意改進事項 AN-LM-100-12、13、14、15、16、17 等 6 件，正式函送台電公司，要求檢討改善。

目 錄

壹、前言.....	1
貳、工程現況.....	3
參、視察結果.....	3
肆、結論與建議.....	24
附件一 龍門計畫第 42 次定期視察計畫	26
附件二 核能工程注意改進事項	28
附件三 視察照片	41

壹、前言

本次定期視察共分 5 個小組分項執行相關之作業查證，其中防海嘯設計查證，主要係因在日本 311 大地震導致之海嘯，造成福島電廠之意外事故，進行相關之查證。其次鑒於曾有國外核電廠，發現一次圍阻體內油漆剝落掉入緊急集水池，造成安全系統緊急取水口有堵塞之疑慮，故本會將龍門電廠塗裝作業計畫及施行現況列入本次定期視察之重點項目予以查證。此外亦執行龍門電廠 1 號機圍阻體穿越器安裝作業查證藉以確認台電公司相關工程之品質及作業程序是否依規定執行。

由於台電公司內部分工作業之規劃，龍門核能電廠由原本於興建作業所扮演之支援角色，已逐漸取代龍門施工處原先所扮演之主導角色而陸續在執行相關之測試作業，且隨著設備之施工後測試陸續完成，龍門施工處已開始將一些系統及其品質文件等移交龍門核能電廠，而電廠並已逐漸在進行以系統為主之試運轉測試階段，本季龍門電廠正積極執行電纜線檢整作業，為督促台電公司落實相關整線作業完成後之測試工作，並確實做好已長期使用設備之維護工作，故將「系統移交後之維護管理及 RCIS 系統人機介面測試現況查證」列為本次定期視察之查證項目。

另外由於 2 號機設備施工亦同時進行中，本會亦將廠務管理納入本次視察，藉以查證各廠房之環境及清潔情形，以確保施工中之電力、儀控及機械等設備之可靠性，

本次定期視察作業由原能會核能管制處與核研所人員共同組成視察團隊，自 100 年 3 月 21 日至 25 日於龍門核能電廠工地進行。本次定期視察之實施項目及人員等，請參見龍門計畫第 42 次定期視察計畫(附件一)。

貳、工程現況

依龍門施工處提報之資料顯示，1 號機各主要廠房之廠房結構體、配管工程、機械組件、風管安裝工程、電氣及儀控安裝工程等，已大致完成，目前僅剩反應器內部部分組件及電纜鋪設仍持續安裝作業各主要廠房整理電纜線及遠端多工器（RMU）內部整線等作業，為現階段重點工作，本季仍持續進行整線及整線後之 I/O 測試工作。

在 2 號機施工作業，除各廠房結構體已大致完成外，刻正進行包含：管路及支架、儀控盤體、消防管路、分散式控制與資訊系統(DCIS)網路層安裝、機械設備、電纜托網及電氣導線管、光纖纜線敷設、風管、燃料裝填樓層機械設備等安裝作業。

在 1 號機初始測試方面，因大部分機械及管路水壓之施工後測試已完成，龍門施工處已完成移交系統包括：反應爐再循環泵、緊急爐心冷卻水系統、爐水淨化系統、海水電解設備、輔助鍋爐設備及通風、冷凝水傳送系統、廠房冷卻水及海水、高/中壓電力分配系統等總計 37 個系統（統計至 100 年 3 月底）給龍門電廠，並逐步進行各系統之試運轉測試；唯因前述廠房電纜線整理及 RMU 內部整線等作業，致無法操作人機介面顯示器(VDU)，試運轉測試作業也因此暫停約 7 個月。

參、視察結果

一、塗裝作業計畫及施行現況查證

鑒於曾有國外核電廠，發現一次圍阻體內油漆剝落掉入緊急集水池，造成安全系統緊急取水口有堵塞之疑慮，故本會將龍門電廠塗裝作業計畫及施行現況列入本次定期視察之重點項目予以查證。本次視察係依據 FSAR 6.1.2.1 Protective Coating 及 GE 規範 Categories of Painting and Coating 之規定，針對龍門電廠 1 號

機內部塗裝作業進行查證。本次查證範圍為反應器廠房（一次圍阻體）、控制廠房內屬 N 區之混凝土面、鋼材面及設備管路等區域。本次查證重點為龍門電廠塗裝作業計畫、核能級塗料品保文件、核能級塗裝作業施工/檢驗程序書、塗裝作業人員資格審定程序書及現場查證等，查證情形茲分述如下。

（一）龍門電廠塗裝作業計畫查證：

台電公司核技處依據 FSAR 6.1.2.1 將核能級塗料與一般區域之劃分為 N 區（核能級塗料）（適用於一次圍阻體內之區域）及 D 區（核能級塗料）（適用於一次圍阻體外之污染區），且均須符合 ASTM D5144 相關規定，另 C 區（一般區域）適用於無輻射污染之一般清潔區。並將全廠區域，依此劃分且明定適用之塗料等，本計畫應可接受；惟仍建議可將廠內不可油漆之組件，如閥牌、閥桿、螺紋、連桿機構等活動組件，以及電氣設備之接地線、不銹鋼管路等，於塗裝計畫內述明不得塗裝。

（二）核能級塗料品保文件查證：

龍門電廠依據 ASTM D5144 相關規定，採用 AMERON 公司生產之 AMERCOAT-90 系列核能級塗料，並應用於全廠 N 區及 D 區。經查證該公司之品保及相關測試文件均符合 ASTM 相關章節規定之抗輻射能力、除污能力、拉拔測試、耐磨試驗、防火測試及設計基準事故測試等規定，可以接受。

（三）塗裝作業施工/檢驗及塗裝作業人員資格審定程序書查證：

1. 查驗承包商新亞公司及永記公司(鋼面、混凝土面、dry wall 表面)，1 號機核島區廠房結構之「塗裝人員資格檢定辦法及程序」、「合格塗裝人員資格檢定及銓定資料」、「防護塗裝檢驗人員資料」，及「塗裝人員資格檢定辦法之資格審查人員相關資料」，未發現明顯缺失。
2. 查證 1 號機核島區廠房結構之「鋼鐵面表面塗裝施工及

檢驗作業程序書」及「混凝土面施工及檢驗作業程序書」，發現承包商新亞公司施作部份均有完整的施作及檢驗程序書，和塗裝作業自主檢驗表。再查證龍門施工處 LAM-ARD-007 鋼鐵面及混凝土面塗裝作業程序書，皆有相對應之工程檢驗驗收表，且對驗收項目查驗均有詳細之規定，未發現缺失。

3. 整體視察承包商塗裝作業人員資格及施作檢驗程序書，尚符合現況，惟台電公司尚未建立塗裝作業相關程序書及人員審定辦法，僅依據承包商相關辦法及其發行之程序書，此作法存有疑慮，台電公司應儘速建立相關程序書。
4. 經查塗裝檢驗表（龍門建 189-C-032-036 RWB 及 TPE-189-自 1-1-036）內之黏著力、含水量、相對溼度、溫度等量測結果，發現承包商自主檢驗表並未實際將量測數值記錄下來，僅以「符合」二字表示，且此情況存在於各檢驗表內，請一併檢討改善。另建築組與品質組檢驗員於檢驗時，均將量測數值詳細記錄於檢驗紀錄表內，值得肯定。

（四）現場查證：會同施工處建築組相關人員進行 N 區（一次圍阻體）及 D 區（一次圍阻體外之反應器廠房污染區）之現場塗裝查證，相關發現如下。

N 區（一次圍阻體）發現：

1. 本區內包括貼布、指示標記、警告標示等物件，應於燃料裝填前移除。
2. 本區內支架銲接後經修補過之塗漆凌亂，施工人員是否具有資格檢定且依據程序書執行修補作業，應澄清改善。
3. 上乾井主蒸汽管隔離閥彈簧處不得油漆，應剷除。

4. 上乾井反應器廠房冷卻水系統 B 串止回閥旁通氣動隔離閥出口管路未油漆，應改善。
5. 濕井吊車及軌道之塗裝是否為核能級塗料，應澄清。
6. 濕井內之燈具架塗料是否為核能級塗料，應澄清。

D 區發現：

1. 本區內包括貼布、指示標記、警告標示等物件，應於燃料裝填前移除。
2. 本區內甚多閥桿、螺栓及接地線部位不當油漆，應剷除。
3. 本區內各樓層地板仍有許多區域塗裝遭外力破壞，應於燃料裝填前修補完成。

目前因為 1 號機尚在施工及測試階段，已完成之塗裝難免會遭受些許破壞，台電公司應訂定塗裝檢查計畫，就一次圍阻體內部塗裝作業，於燃料裝填前執行履勘巡視，以維日後運轉安全。

本項目視察發現缺失已開立注意改進案 AN-LM-100-13，正式函送台電公司，要求檢討改善。

二、系統移交後之維護管理及控制棒及資訊 (RCIS) 系統人機介面測試現況查證

(一) 1 號機系統移交後設備維護作業查證

此次 1 號機系統移交後維護執行狀況查證，主要查證項目分為三項，第一項選定已完成系統移交作業之設備，第二項選定未完成系統移交但需長期運轉之設備，第三項則查證品保單位針對系統移交後之設備維護狀態之查證。查證方式主要利用選定之系統設備，依據電廠設備分類（機械、電氣及儀控）特性所建立之工作指引，及利用設備廠家維護手冊進行查證，驗證電廠執行設備維護項目是否符合廠家規定，相關查證結果如下：

1. 已完成系統移交之設備維護狀況查證。

經查證電廠已完成系統移交之設備，依據 SAM-19 規定係由電廠負責維護，本會依據設備重要性及經常運轉兩項原則，選定反應器廠房冷卻水系統（RBCW）及反應器廠房海水系統（RBSW）進行查證，茲利用前述系統設備查證電廠引用相關工作指引執行設備維護狀況，相關查證結果彙整如後。

(1) 機械類設備維護狀況查證

- a. 經查證 RBCW 系統係由機械組負責維護，RBSW 系統則由修配組負責維護，由於前述兩個系統係作為廠房其他系統之熱沉，因此須連續運轉，由於移交至今已運轉超過一年，電廠利用現場電纜整線時機進行小型大修（mini outage），該兩個系統均已排入小型大修進行必要之維護，實際利用設備廠家維護手冊資料核對前述兩個系統之機械設備維護狀況，確認年度維護項目與廠家要求一致，符合規定。
- b. 電廠利用 700 系列程序書執行相關維護工作，以驗證維護程序之可行性與正確性，值得肯定。
- c. 抽查維護 RBCW 泵維修包商工作人員資格均符合規定，未發現缺失，另，抽查部分定期維護記錄，確認電廠機械與修配組雖自行使用紙本方式管控其定期維護紀錄，但未發現有疏漏及缺失。

(2) 電氣類設備維護狀況查證

經查證 RBCW 系統及 RBSW 系統其電源由緊要安全匯流排供電，電氣組已利用小型大修時機進行緊要安全匯流排斷路器維護，經實際核對設備廠家維護手冊資料與維護內容，確認年度維護項目與廠家要求一致，符

合規定，惟，抽查定期維護紀錄時，發現消防系統馬達編號 OP-16-MBV-5002 連續兩次定期維護量測絕緣值均不符需大於 15MΩ 之要求，然電廠人員未依規定立即開立請修工作聯絡書處理，應加以改進。

(3) 儀控類設備維護狀況查證

經查證 RBCW 系統及 RBSW 系統之儀控類設備於小型大修時，並未進行相關維護工作，為確認儀控設備現況，因此查證該兩個系統之校正周期，經實際在現場核對儀器校正周期均尚在有效期間內，不需再次校正，電廠因維護管理控制系統 (MMCS) 尚未將儀控校正管制納入，因此儀控組係採自行管制方式因應，並未發現有所缺失。

2. 未完成系統移交但需長期運轉之設備維護狀況查證

依據電廠起動管理手冊 SAM-19 規定未，完成系統移交之設備由施工處負責維護，但電廠將未完成系統移交但需長期運轉之設備納入其維護範圍，此類系統本會選定緊要寒水系統 (ECW) 及廠用空氣系統 (1P51) 及儀用空氣系統 (1P52) 設備進行查證，電廠亦引用相關工作指引執行設備維護工作，相關查證結果彙整如後：

(1) 機械類設備維護狀況查證

- a. 經查證 ECW 系統係由修配組負責維護，因 ECW 系統提供控制室及控制廠房空調，因此必須長期連續運轉，部分設備已運轉超過一年，電廠修配組於是利用小型大修時機進行維護，實際利用設備廠家維護手冊資料核對 ECW 系統之機械設備維護狀況，確認年度維護項目與廠家要求一致，符合規定，維護紀錄同樣利用 700 系列程序書執行相關維護工作，以驗證維護程

序之可行性與正確性。

- b. 經查證廠用空氣（1P51）及儀用空氣（1P52）尚由施工處輔機組負責維護。經現場視察，該組確實按週期（每月）依施工處設備維護工作指引進行維護，現場紀錄完整，設備承包商亦進行維護，無重大缺失。按保養週期應於運轉 8000 小時後更換 service kit 及潤滑油等亦有執行，並留存紀錄。但經查證發現系統施工後測試(PCT)項目僅存「乾燥器切換至 remote 由 LMCP 控制時乾燥器無法循環吸附再生」未解決，但施工處僅開立 CAR（矯正行動通知-2153）給承商。依規定 PCT 測試結果不符應開立不符合報告（NCR）追蹤解決。且 CAR 上承商「答覆」欄空白，也未填寫預定完成日期。施工處訂定之完成期限（99.12.24）早已超過，應確實改善。

(2) 電氣類設備維護狀況查證

- a. 依廠家維護手冊規定，每個月應確認電氣盤體及電氣箱應清潔，由於 ECW 設備供電時無法進行清潔，因此只能利用小型大修時停電進行清潔，經查證設備高壓電氣部分確實已利用小型大修時機進行維護。
- b. 經查證發現 ECW 系統編號 C11P-25-480V-enclosure 盤未進行清潔維護，應加以改進。

(3) 儀控類設備維護狀況查證

- a. 經查證 ECW 系統之儀控類設備於小型大修時，並未進行相關維護工作，視察員因此查證該系統之校正周期，經實際在現場核對儀器校正周期均尚在有效期間內不需再次校正，未發現缺失。
- b. 抽查儀控組執行 ECW 系統之儀控類定期維護紀錄，

發現電廠只針對現場具有儀控盤體之系統進行定期維護，依據儀控設備工作指引，只要求針對儀控設備外觀檢查，未明確要求儀控設備應符合清潔度要求，因此造成 ECW 系統現場儀控盤體雖有定期維護但清潔度不符合要求，應加以改正。

- c. 電廠儀控組只針對已移交系統進行定期維護，未移交系統則未執行，該部分權責屬於施工處，經至控制室背盤及現場抽檢 Invensys 及 DRS 盤體清潔程度，現場雖然未達運轉中電廠要求程度，但因現場工程已較少施作灰塵量少許多，加上整線結束後包商亦進行清潔，因此儀控盤體清潔度已較先前改善，但現場電廠負責之 Invensys 盤體清潔度較施工處負責之 DRS 及 NUMAC 盤體清潔度要佳，建議施工處應比照電廠作法加強盤體清潔，日後若系統移交，電廠應建立相關定期維護表進行預防維護。
- d. 利用現場整線時機進行相關設備小型大修，但未知會施工處儀控組利用停電時機進行儀控盤體內部清潔工作，現整線告一段落現場設備已復電無法進行內部清潔工作，建議日後若有檢修設備而須停電時機，應知會施工處或電廠儀控組實施盤體內部組件清潔。

3.品質單位對系統移交設備維護作業執行品保稽查結果查證

- (1) 依 SAM-19 現行內容並未規定電廠品質組及台電核安處應針對系統移交設備維護作業執行品保稽查，但電廠程序書規定品質組每三個月應執行相關維護作業查證，經查證品質組維護查證紀錄，確認電廠品質組確實依據程序書規定執行狀況良好，未發現缺失。
- (2) 依據電廠 SAM-19 要求測試主持人負責協調與管控試運

轉期間之設備維護工作，但實際查證設備維護工作主要係由電廠維護組負責與 SAM-19 敘述不符，電廠應予以修正。

(二) 控制棒及資訊系統人機介面測試現況查證

為查證目前已進行之纜線及現場遠端多工器 (RMU) 盤體重整後之相關 I/O 重測作業所實施之施工後及人機介面測試狀況，選定控制棒及資訊系統 (RCIS) 人機介面測試進行查證，相關查證結果如後：

1. 經約談電廠負責 RCIS 系統測試之測試主持人 (TD) 並檢閱執行版程序書，確認 RCIS 施工後及人機介面測試程序書於 99 年整合為一份程序書 PCT-ICP-125-009，該份程序書目前已完成送電前檢查、送電測試、直流電源供應器輸出測試、Time Relay 調整、軟體驗證、RCIS/RAPI DOI 測試、Digital IO 測試、ERICP/ERIP 效能測試、PIP 輸入測試、介面測試、ATLM/RWM Data link 等測試。至今年 (100) 3 月 25 日僅剩 SIP 信號及操作畫面之 Historian 驗證尚未執行，待 RMU 0501A/B 盤執行 I/O 測試後才能繼續執行，檢閱施工後測試紀錄表格，均有完整記錄、敘述與簽署，無明顯缺失。
2. 經查驗文件確認於 RCIS 系統於今年 (100) 2 月已完成纜線及 RMU 重整後之相關 I/O 重測作業，整線前已執行過的測試，電廠在整線後全部重做，如 1H23-PL-0103/0104 等 RMU 盤之 I/O 測試及導通測試，符合台電公司承諾本會有關纜線及 RMU 重整後之重測規定。

本項目視察發現缺失，已開立注意改進案 AN-LM-100-15，正式函送台電公司，要求檢討改善。

三、防海嘯設計查證

台電公司依所委託成功大學水工試驗進行「核能四廠最大海嘯及暴潮之評估」之研究結果訂定核四廠廠區廠址高程為 EL.12 公尺，由於核島區與汽機島區等主要廠房即以 EL.12 公尺為地面高程，故各主要廠房座落位置與設計要求相符。

反應器廠房海水冷卻水抽水廠房(RBSW)等座落位置地面高程為 EL.5.3 公尺，故抽水廠房有受到地震引發海嘯侵襲的可能，經現場初步查證 RBSW 安全有關設備主要為 EL.5300 樓層的泵室，以及 EL.12000 樓層的安全級電氣盤等設備，1、2 號機 RBSW 泵室共 12 間，均已設水密門，內部高程 12 公尺以下之各種穿越孔大致已完成水密的隔封作業，底部的抽水水道至泵室間已盲封，且泵室的排水系統有防倒灌的逆止閥設備，故泵室在 12 公尺以下防海嘯侵襲，現場視察情形大致符合設計要求。其他主要安全級設備為電氣盤，設置於 EL.12000 樓層，可免於 12 公尺以下海嘯的侵襲。

整體而言，核四廠現場已依 FSAR2.4.6 節防海嘯之相關內容進行設計，惟有關細部設計的符合性、現場巡視時的實際發現，以及查證期間部分資料台電公司未能及時提供等因素，故有以下事項需確認、澄清或提出補充說明資料等，條列如下：

- (一) RBSW 廠房 EL.5300 地面層除泵室外，尚有部分電氣盤面等設備，若海嘯來襲將受到影響而有損壞之虞，請查證有哪些主要設備，並澄清該設備損壞對安全運轉之影響性。
- (二) 巡視 RBSW 泵室時發現臨時使用之電纜自 EL.5300 樓地板穿越，但該穿越孔已實際密封填塞，不符施工品管，請改善。
- (三) EL.5300 樓地板部份穿越管開口，管線等設備已安裝，但未填塞密封材。
- (四) 現場應進行整體性防海嘯之查證，包含 12 公尺高程以下各

類穿越開口之密封完成情形以及有無管道(含渠道、箱涵、管溝...等)因海嘯上溯而造成廠房淹水的可能。

(五) 另有關水密門採購、測試與安裝等事宜，請台電公司提供以下資料並提出說明：

1. 防淹水設備之水密門、半水密門以及其他等特殊門(如氣密門、防水門、防輻射門、防拋射門等)屬安全級設備，該設備之廠家資格、規範要求，以及符合性等說明。
2. 廠製完成設備之要求測試項目、測試設備或執行測試機構有無資格要求，測試取樣規定、測試報告結果與代表性請提出說明資料。
3. 廠製符合後，現場安裝之檢驗、功能測試以及現場接收測試等規定與實際結果。
4. 安裝符合後，日後有無運轉維護要求，以確保該設備之功能(特別是材料有老化影響之設備)。
5. 各類開口需密封時，其密封材料之檢驗或測試要求。
6. 核島區等內部所設置安裝之水密門與半水密門，其設計基準為何(與防海嘯無關)，現場已安裝之設備房間(ECCS系統與 HCU ROOM)其牆面或頂部有許多開口，與水密門之設計有無影響。
7. 台電公司係依據委託成功大學水工試驗所進行「核能四廠最大海嘯及暴潮之評估」之研究結果訂定核四廠廠區廠址高程，惟該報告係於民國 74 年完成，距今已屆滿 25 年以上，面對日趨異常的極端氣候，請台電公司就前述研究報告之現況合宜性，是否重作分析進行檢討；以及原研究報告所模擬之地形差異，對海嘯上溯的影響差異為何，並請考量是否進一步說明於本廠位置地形的實際

海嘯上溯的分析結果。

本項視察發現缺失，已開立注意改進案 AN-LM-100-16，正式函送台電公司，要求檢討改善。

四、1 號機圍阻體穿越器安裝作業品質查證

(一) 1 號機核島區廠房穿牆孔密封工程之品質作業查證

龍門核電廠 1 號機之機械、電氣及儀控等系統設備已完成相關安裝作業，電纜線敷設及重整作業亦逐漸完成，電廠除了針對各系統進行試運轉測試外，亦將進行各隔間及樓層間之相關管線穿牆孔密封作業，以避免事故後輻射外洩及火災蔓延。因穿牆孔密封作業品質之良窳，將會影響輻射屏蔽效能及防火能力，為確保人員及設備之安全，本次定期視察遂執行 1 號機核島區建物及設備穿孔密封作業之視察。

本工程係由國內凱達營造股份有限公司承攬，工程名稱：台灣電力公司龍門（核四）計畫第 1、2 號機核島區建物穿孔密封（Penetration Seal）、設備防火阻截（Fire Barrier）及防火防護（Fire Proofing）工程，其施作範圍包括核島區內之建物（包含一次圍阻體以外之反應器廠房、控制廠房、開關廠房及輔助燃料廠房等）之開孔密封及設備（包含管路、電纜槽、電纜管、纜線、風管等）之防火阻截及部分隔間之輻射屏蔽等相關作業。

本次視察主要針對反應器廠房（未含一次圍阻體內）各隔間及樓層間之管線穿牆孔密封作業進行查證。因須防止輻射洩漏及火災蔓延，故所採用之密封材料，多需具有防火、防輻射及耐壓等功能。因此，本次視察包含密封材料之驗證、人員資格、施工檢驗及品保作業等之查證；視察結果如下：

1. 密封材料相關文件

(1) 查閱凱達營造公司所提送之密封材料型錄資料，其係為

美商 PCI Promatec 公司所生產，依其性質可區分為 (1) 具防輻射、防火及耐壓等密封材料，其材料編號分別為 SF-150NH、Boot SEAL 及 Radflex 等 3 種；(2) 具有防火及耐壓之密封材料，則有 LDSE 及 Promaflex 等 2 種；(3) 僅具有防火之密封材料為 SE-Foam，以及配合密封作業使用之填隙膏 (編號 DC-732)，共計 7 種密封材料。台電公司分別審查同意該前述密封材料之防火、耐壓或防輻射等之驗證及分析報告，符合品保程序要求。

(2) 施工處根據美商奇異公司編寫之 31113.72.0450 Rev.2 施工規範，其第 2.3.3.8 節規定：「任何混凝土結構內之穿孔輻射密封，均須等同或超越該混凝土之輻射屏蔽效能。一般而言，穿孔須灌裝至充滿混凝土之厚度，但經分析決定者除外。」且前項規範第 3.1 節亦規定：「所有穿孔密封必須能耐火 3 小時(3 Hours Fire Rating)」。於抽查凱達營造公司所出具之中華民國輻防協會「龍門計畫第 1、2 號機核島區建物及設備穿孔密封及防火防護工程填充屏蔽計算」，以及由美國 BRAND INDUSTRIAL SERVICE, INC. (BISCO) 執行之防火測試「FIRE AND HOSE STREAM TEST」等報告，似符合品保程序要求 (參下一點說明：ASTM 法規年版不符)。

(3) 根據奇異公司提供之 31113.72.0450 Rev.2 施工規範，其第 2 節有關法規之 ASTM E119 使用年份為 1981 版，且 BISCO 公司對密封材料之測試報告 748-219 之出版日期為 1986 年 10 月，惟發現上述施工規範之使用法規年版及測試報告之年份均與龍門核電廠 PSAR 第 1.8 節之承諾 ASTM E119-1988 年版不符，請台電公司澄清。

2. 人員資格

根據龍門計畫第 1、2 號機核島區建物及設備穿孔密封

及防火防護工程之中文「工程規範」第 1.5.1 節規定：「乙方至少須有兩名經材料廠商訓練合格且領有合格證明之技術人員，且需於開始施工前進駐。」又，第 1.5.2 節規定：「乙方執行本項工作之人員，應為擁有良好技術及經驗之技工，並由乙方所授權認可，同時現場施工時，應隨時保持兩員(含以上)1.5.1 所述技術人員，若有變動應立即以書面通知甲方備查。」

- (1) 上述所述之工作人員，須由乙方所授權認可，惟施工處經辦組於 100 年 3 月 23 日在本次定期視察期間才針對乙方新進人員教育訓練，並未完整留存相關訓練紀錄，而開立矯正行動通知 (CAR 2202)，要求改善。由於施工人員素質對穿牆孔密封工程之施工品質影響甚鉅，雖然施工人員已完成相關訓練，但訓練資料未完整保存下，則無法佐證人員訓練之成效，請台電公司確實督促承包商之人員教育訓練及工作人員之認可銓定，以確保密封工程之施工品質。但龍門施工處於本次定期視察期間主動針對該問題開立 CAR 要求承包商改善，仍值得肯定。
- (2) 施工處曾發現凱達營造公司將持有材料供應商之證照人員集中於反應器廠房，而控制廠房及輔助燃料廠房等均無持有合格證照人員。此部分，施工處雖已要求凱達營造公司進行檢討，惟為確保施工作業符合材料供應商之施作要求，請台電公司確實督促承包商於現場施工時，應隨時保持有合格人員在場。

3. 品保作業

施工處曾於現場巡視時，發現凱達營造公司有多處穿孔之填充作業，在台電公司尚未正式發行管制圖前即已施作模板(尚未灌注密封材料)之缺失，並於 99 年 8 月要求

凱達營造公司立即徹查其所有無管制版圖面已施作完畢之穿孔數量。惟發現施工處於 99 年 9 月 8 日本會查證本案時，才針對該項未正式發行管制圖前即已施作之作業缺失開立不符合報告 (NCR-PPD-3509)，查閱 NCR-PPD-3509 其依程序辦理並已結案；惟本案施工處並未於發現不符合情形時，即應依程序開立不符合報告 (NCR)，請改善。

4. 現場作業

- (1) 現場抽查反應器廠房內之穿牆孔密封工程施作情形，在反應器廠房 EL.18100 樓層發現數處有臨時電纜線未拆除而進行密封之情形，而無論廠家自主檢驗表或台電公司穿孔密封灌裝檢驗表，於灌裝前、後都必須檢驗確認有無雜、異物及清潔度等，惟仍有數處存在臨時電纜線未拆除而密封之情形，且有關廠家之自主檢驗表及台電公司檢驗表均填寫「無異物」、「無雜物」或「符合」等，顯示未落實相關檢驗作業，應檢討改善。
 - (2) 前述臨時電纜線未拆除而密封部分，施工處經辦組說明：「臨時電纜線未拆除而進行密封前，均會請相關單位確認臨時電纜線是否拆除，若須施工期間保留，則會在未拆除下進行密封，否則相關臨時電纜線將拆除後，再進行穿牆孔密封工程。」惟對於密封後再移除臨時電纜線之作業結果，是否會影響原先之輻射屏蔽效能等，台電公司應加以澄清，以確保人員安全。
 - (3) 反應器廠房部分穿牆孔之管路相當擁塞，現場不易施工；為確保施工品質，台電公司屆時應加強檢驗，以確保密封充填之施工品質。(如照片 6)
5. 定期視察後，又配合施工處經辦組於 100 年 4 月 1 日拆除輔助燃料廠房之密封編號 31113-0U97-SEAL-029018 及

31113-0U97-SEAL-029020 之設備穿孔密封，再赴現場進行查證，以確保密封工程之施工品質。其中編號 31113-0U97-SEAL-0290 18 係使用兩種不同材料，分別為 LDSE 及 PROMAFLEX，設計厚度分別為 101.6mm (4") 及 152.4mm (6")，經現場開封後之實際量測為約 118mm 及約 220mm，均符合設計要求；編號 31113-0U97-SEAL-029020 之使用材料則為 PROMAFLEX，設計厚度為 152.4mm (6")，經現場開封後之實際量測為 160mm，亦符合設計要求。

(二) 1 號機反應器廠房圍阻體穿越器(機械)工程之品質作業查證

龍門電廠圍阻體穿越器依用途可區分為機械穿越器及電氣穿越器，本次視察主要針對機械穿越器部分進行查證，視察結果如下：

1. 1 號機一次圍阻體上乾井處的設備進出口(Equipment Hatch) 及人員氣鎖門(Personnel Airlock)穿越器與內襯板(Liner)相連接的垂直銲道，經現場目視檢測發現二處疑似銲邊燒損(Undercut)，其中一道經目測結果長度超過 1 公尺，凹陷深度約 5 公釐；另一道則較不明顯，實際凹陷深度須經儀器量測確認。依據 ASME B&PV Sec. III Div. II 2001 Edition including 2003 Addenda CC-4542.5 Surfaces of Welds：「undercuts which do not exceed 1/32 in. (0.8mm) for liner plate 1/4 in. (6mm) nominal thickness and greater are permitted」，而依據 GE 設計圖面(31113-OU71-S6156)，Liner Plate 厚度為 6.4mm。該二處銲道是否符合 ASME B&PV 規範的要求，台電公司應澄清說明。
2. 上乾井處人員氣鎖門(Personnel Airlock)由日本東芝公司負責的銲道，經現場勘查發現填角銲完成面呈現 30 度的斜角，與一般的 45 度斜角不同，且銲道完成表面呈現疑似銲

疤(Crater)。由於台電公司提供的 GE 公司設計圖(編號：31113-OU71-S6156)，並未註明該鐸道的尺寸，無法確認該鐸道是否符合設計要求。另依 ASME B&PV Sec. III Div. II XI-1622 「All craters shall be filled to the full cross section of the weld」，該鐸道有無修補需求，台電公司應澄清說明。

3. 經查對台電公司「S 級鐸道對接鐸作業檢驗表」、「S 級鐸道對接鐸作業自主檢驗表」，初步發現有下述鐸接施工過程、品質及檢驗的瑕疵：

(1) 編號 W-40003 等多個鐸道：自主檢驗表的鐸接前檢查日期為 95.12.22，但預熱及底道鐸接的日期為 96.01.19，中間相距 28 日，考量工地環境髒亂，如此工序安排已失去鐸接前檢查的意義。台電公司應查明實際情形並謀求補救之道。

(2) 編號 W-40035 等多個鐸道：預熱的日期登載為 94.12.12，但底道鐸接及層間溫度的檢查日期為 95.01.17，中間相距 36 日，顯示：1)正式鐸接前並未進行預熱溫度的檢驗或未如實記錄，或是：2)第一層鐸完後 36 日在未預熱的情形下即進行第二層以後的鐸接。如是第一種情形，表示台電公司的品質檢驗過程有疏漏；如是第二種情形，表示鐸道鐸接的方法不符合 ASME B&PV 規範的要求。台電公司應查明實際情形並謀求補救之道。

(3) 鐸道編號 W-40040：自主檢驗表「層間溫度」欄位，檢驗員僅記錄為「符合」，未紀錄實際量測溫度，簽章日期為 95.03.14；而作業檢驗表經辦課及品質課檢驗員也僅記載「符合」，簽章日期為 95.03.15。台電公司檢驗員未於施鐸現場親自確認「層間溫度」，僅於事後依據承包商的「符合」書面紀錄依樣葫蘆，等同於為承包商

背書，使品管制度流於形式，應加以檢討改善。

4. 經檢視台電公司「S級銲道對接銲作業檢驗表」(表格編號：QLD-011-01, 版次：9)、「S級銲道對接銲作業自主檢驗表」(表格編號：2902-P-0018 Rev.1)，發現表格設計及記錄事項有如下共通性缺失：

- (1) 檢驗表第 12 項「銲接前 B.根部間隙」：均未註明根部間隙的容許尺寸，施工人員、品管及檢驗人員將無法確認合格的標準。而作業檢驗表要求須以「量規量測」，但相關人員均僅簡單記錄為「符合」，未實際登載量測到的數據。
- (2) 檢驗表第 13 項「銲接中 B.預熱、D.層間溫度」：自主檢驗表及作業檢驗表均要求須以「溫度筆量測」，但許多均僅記錄為「符合」，未實際記錄量測到的溫度。而經查台電公司管路安裝工程施工說明書第 3.8.15 節「每一銲接接頭之熱處理作業須作成溫度紀錄及檢查紀錄，內容詳列銲接接頭編號…加熱溫度/時間…」，顯見台電公司並未要求施工廠商依規範確實記錄。
- (3) 檢驗表第 15 項「目視檢驗 B.銲冠檢查」：雖有註明數種合格標準，但並未明確指出該特定銲道應適用那一種標準；且亦未記錄實際量測到的數據。
- (4) 檢驗表未包含「熱輸入」的檢核欄位：按一般工程施工規範，均要求銲接前須依照規定電壓、電流及速度進行銲接作業，而在承包商的銲接作業管制程序書（編號：2902-71P-2020(NC)，版次：4）亦要求自動或半自動銲接須依設定之電壓、電流及銲接速度計算單位長度的輸入熱量，並要求不得超過 19,700 J/cm。
- (5) 檢驗表對於多層銲道僅有一項「層間溫度」的檢查欄

位，無法應付 3 層以上多層銲道的檢查需求。

綜合上述，針對本項視察所發現之缺失，已分別開立 AN-LM-100-014 及 017 等 2 件注意改進事項，函請台電公司改善及澄清。

五、2 號機施工廠務管理

本次查證主要依據電廠程序書 LMP-SED-013 執行廠務管理查證，查證場所包含控制廠房（CB）、反應器廠房（RB）、汽機廠房（TB）及開關廠廠房（SGB）之施工現場狀況。發現缺失如下：

（一）共同部分：

1. 經查證 3/2 至 3/9 每日巡視改善通知單要求改善事項計 69 項，於改善期限到期未完成改善總計 46 件，已改善完成為 23 件。未完成改善率偏高。
2. 各廠房逃生指示及門口逃生指示燈設置不完善，未裝臨時廣播系統及臨時電話，不符程序書 LMP-SED-013 6.2.2.1 節之規定。
3. 未依程序書 LMP-SED-013 6.1 節之規定建立管制區域級別進行管制。

（二）控制廠房（CB）

1. CB EL+12300mm 591 室 2H12-PL-1005 積塵。
2. CB EL-1850mm 231 室施工架搭在管路上，不符程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之規定。
3. CB EL+2900mm CLASS 1E DIV II DC POWER CENTER 防塵蓋部分脫落；2RD3-CVCF-0000D4（CLASS 1E CVCF INCOMING）未加防塵蓋。

4. 2R16-BYC-0002R4 (CLASS 1E GB STBY BTRY) 未加熱除濕。
5. CB EL+7600mm 492 室信號線溝槽不整潔。
6. CB EL+17150mm 未規劃物料暫存區及垃圾收集區，不符程序書 LMP-SED-013 6.2.1.1 節之規定。

(三) 反應器廠房 (RB)

1. RB EL+23500mm 西南角吊裝口安全網未完全鋪滿。
2. RB EL-1700mm 管制站未確實要求人員進出登記 (該區屬三級管制區域，3/21 下午中鼎包商進入未登記，在下乾井 EL+1650mm 執行焊接工作)，不符程序書 LMP-SED-013 6.1.3 節之規定。
3. RB EL-18100mm 上乾井電焊作業防火毯未鋪滿致錒渣掉落至下乾井。
4. RB EL-8200mm 北側往 141 房間通道處，東元電機人員攜帶香菸及檳榔進入管制區，不符程序書 LMP-SED-013 6.1.3 節之規定。

(四) 汽機廠房 (TB)

1. TB EL+12300 北側樓梯間有積水未清除，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.2.2 節，如有積水應予清除之要求。
2. TB 北側樓梯門 EL.+2500 R126 未安裝逃生指示燈，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.2.7 之要求。
3. TB EL+2500 的 2H21-1RK-5015、5017、5053、5007 未裝防塵套，設備有灰塵，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.5.1.5 節之要求。
4. TB 2H23-PL-5009、5007 保養至 99.11.10 日及 2K11-P-5022B

立式泵至 99.3.20，未依規定執行三月一次保養（依台電公司的器材設備安裝期間維護保養/檢查見證表）。

5. 汽機廠房 2K11-TNK-5020、5022 承包商輝昇工程及凱富保溫將其施工架靠在設備上，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之要求。

（五）開關廠廠房（SGB）

1. SGB EL+7600 電池室有數顆蓄電池的電解液，其液位已低於 Low Level，及發現電纜線的線頭裸露。另外查閱蓄電池之檢驗紀錄表，最近一次檢驗時間為 99 年 06 月 30 日，已超過 8 個月，不符合程序書 LMP-ELD-015 6.6.4 節之規定，6 個月以內需檢查最初充電值。
2. SGB EL+22300 Rm3054 有一台電鍋正在蒸飯包及咖啡，在垃圾筒也有喝完的咖啡罐約 10 個。同時也在該區接線盒內發現有檳榔、紙板、香煙盒等物品。不符合程序書 LMP-SED-013 6.1.3.4 節之規定，該區清潔度要求為第 4 區應禁止飲食吸煙。

（六）循環水泵室（CWPH）

1. CWPH 2P27-P-5001B 泵浦的基座上(軸四週)有煙蒂，不符合程序書 LMP-SED-013 6.1.3.4 節之規定。
2. SGB CWPH 發現有一工作平台倚靠在 2W13-P-5001A 的不銹鋼管路邊，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之規定，未經同意且不得依靠或在管線及設備上搭工作架。
3. CWPH 2P28-1RK-5006 的壓力調節閥之壓力錶塑膠蓋已被打裂。
4. CWPH RBSW 的泵浦室 B2 及 A1 房有工作支架綁在導線管上，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之規定。

5. RBSW 2P26-P-5001A1 應每月保養，但最近一次絕緣電阻值量測在 99 年 11 月 8 日，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.5.1.5 章節之規定。

上述缺失，本會已開立注意改進事項 AN-LM-100-012，請台電公司檢討改進。

肆、結論與建議

龍門核能電廠 1 號機目前的施工進度已逐漸進入尾聲，各項設備已陸續完成施工後測試，並執行部分系統之移交作業並邁入試運轉測試階段，原本預計 99 年第 3 季將有許多系統同時執行測試，唯自本會第 39 次定期視察（99 年 6 月），發現主控制室高架地板電纜線凌亂之後，電廠於 99 年 9 月份展開整線作業，造成試運轉測試暫停的情形，其整線作業至今仍在持續進行中，預估完成日期將延到本年第 2 季末，目前已有部分系統完成整線作業，並接續展開 I/O 測試及人機介面測試中。綜觀本次視察發現缺失，在一次圍阻體塗裝作業檢查方面，發現支架銲接後未依規定進行修補及一些設備之不當塗漆；在系統移交後之維護管理及 RCIS 系統人機介面測試現況查證方面，發現小部分維護保養記錄不夠詳盡之缺失；在 2 號機廠務管理查證方面，亦發現各廠房逃生指示及門口逃生指示燈設置不完善，未裝臨時廣播系統及臨時電話及現場清潔環境不佳等。

在防海嘯設計查證方面，主要係因在日本 311 大地震導致之海嘯，進而造成福島電廠之意外事故進行相關查證，查證後發現如：RBSW 廠房地面層除泵室有水密門保護外，其餘部分電氣盤面及本身設備，恐將受到海嘯來襲影響而損壞。同時亦發現一些建物間管路穿越孔未予以密封，恐有因海嘯而造成淹水之虞，另外對於異常運轉程序書 528.04「海嘯警報期間之運轉」，其部分操

作內容及步驟尚不完備，亦須進行改版作業等。

針對本次視察過程中發現之各項缺失及建議事項，視察人員除均已於視察過程中立即告知會同視察之台電公司人員外，更於視察後會議中提出說明，並與施工處及龍門電廠相關部門人員再進行討論，確認所發現問題確實存在。而為促請台電公司確實考量缺失情形並參酌各項建議，以督促龍門施工處與龍門核能電廠針對視察發現缺失進行改善。針對本次視察所發現缺失，本會已以注意改進事項 AN-LM-100-12、13、14、15、16、17 等 6 件（附件二），正式函送台電公司，要求改善。而各項缺失改善情形本會亦將持續定期追蹤其執行情形，以督促台電公司完成改善，並期避免類似問題再次發生，以達到提升龍門計畫建廠施工品質之最終目標。

註：如對文內敘述有任何疑問，請洽本會趙衛武科長，Tel：02-2232-2121

龍門計畫第四十二次定期視察計畫

一、視察人員

(一)領隊：徐副處長明德

(二)視察人員

本會人員：莊長富、趙衛武、葉元川、李建智、張世傑、
張國榮、許明童、廖建勛、宋清泉、洪子傑、
王迪生、張經妙、鄭再富

核研所專家：廖俐毅、吳毓秀、張瑞金、張宗淵

二、視察時程

(一)時間：100年3月21日至25日

(二)視察前會議：100年3月21日（星期一）上午10時

(三)視察後會議：100年3月25日（星期五）下午1時30分

三、視察項目

(一)龍門電廠塗裝作業計畫及施行現況查證

(二)系統移交後之維護管理及RCIS系統人機介面測試現況查證

(三)防海嘯設計查證

(四)1號機圍阻體穿越器安裝作業品質查證

(五)2號機施工廠務管理

四、注意事項

(一)視察前會議時，請提出下列簡報：

1. 龍門工程現況與問題檢討(含未來半年重要工程目標之要徑工程及準備作業現況與進度)
2. 龍門電廠塗裝作業總計畫(核能級塗料與一般區域之劃分)、塗裝作業施工及塗裝作業人員資格審定及相關程序
3. 系統移交後之維護管理現況
4. 圍阻體穿越器安裝、檢驗及測試作業程序、LLRT 執行作業現況、相關之 NCR

(二)請針對各視察項目指派連絡人，提供視察作業場所及全程協助視察相關事宜。

(三)本案承辦人：王迪生 (TEL：2232-2123)

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-012	日期	100年4月7日
廠別	龍門電廠	承辦人	王惠民 2232-2128
<p>注改事項：龍門計畫第 42 次定期視察 2 號機廠務管理缺失，請檢討改正。</p> <p>內容：3 月 21 日至 3 月 25 日依程序書 LMP-SED-013 執行廠務管理查證，發現缺失如下，請檢討改正。</p> <p>一、共同部分：</p> <p>(一) 經查證 3/2 至 3/9 每日巡視改善通知單要求改善事項計 69 項，於改善期限到期卻未完成改善總計 46 件，已改善完成為 23 件。未完成改善率偏高。</p> <p>(二) 各廠房逃生指示及門口逃生指示燈設置不完善，未裝臨時廣播系統及臨時電話，不符程序書 LMP-SED-013 6.2.2.1 節之規定。</p> <p>(三) 未依程序書 LMP-SED-013 6.1 節之規定建立管制區域級別進行管制。</p> <p>二、控制廠房 (CB)</p> <p>(一) CB EL+12300mm 591 室 2H12-PL-1005 積塵。</p> <p>(二) CB EL-1850mm 231 室施工架搭在管路上，不符程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之規定。</p> <p>(三) CB EL+2900mm CLASS 1E DIV II DC POWER CENTER 防塵蓋部分脫落；2RD3-CVCF-0000D4 (CLASS 1E CVCF INCOMING) 未加防塵蓋。</p> <p>(四) 2R16-BYC-0002R4 (CLASS 1E GB STBY BTRY) 未加熱除濕。</p> <p>(五) CB EL+7600mm 492 室信號線溝槽不整潔。</p> <p>(六) CB EL+17150mm 未規劃物料暫存區及垃圾收集區，不符程序書 LMP-SED-013 6.2.1.1 節之規定。</p> <p>三、反應器廠房 (RB)</p> <p>(一) RB EL+23500mm 西南角吊裝口安全網未完全鋪滿。</p>			

核能電廠注意改進事項(續頁)

- (二) RB EL-1700mm 管制站未確實要求人員進出登記(該區屬三級管制區域, 3/21 下午中鼎包商進入未登記, 在下乾井 EL+1650mm 執行焊接工作), 不符程序書 LMP-SED-013 6.1.3 節之規定。
- (三) RB EL-18100mm 上乾井電焊作業防火毯未鋪滿致錒渣掉落至下乾井。
- (四) RB EL-8200mm 北側往 141 房間通道處, 東元電機人員攜帶香菸及檳榔進入管制區, 不符程序書 LMP-SED-013 6.1.3 節之規定。

四、汽機廠房 (TB)

- (一) TB EL+12300 北側樓梯間有積水未清除, 不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.2.2 節, 如有積水應予清除之要求。
- (二) TB 北側樓梯門 EL.+2500 R126 未安裝逃生指示燈, 不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.2.7 之要求。
- (三) TB EL+2500 的 2H21-1RK-5015、5017、5053、5007 未裝防塵套, 設備有灰塵, 不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.5.1.5 節之要求。
- (四) TB 2H23-PL-5009、5007 保養至 99 年 11 月 10 日及 2K11-P-5022B 立式泵至 99.3.20, 未依規定執行三月一次保養(依台電公司的器材設備安裝期間維護保養/檢查見證表)。
- (五) 汽機廠房 2K11-TNK-5020、5022 承包商輝昇工程及凱富保溫將其施工架靠在設備上, 不符程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之要求。

五、開關廠廠房 (SGB)

- (一) SGB EL+7600 電池室有數顆蓄電池的電解液, 其液位已低於 Low Level, 及發現電纜線的線頭裸露。另外查閱蓄電池之檢驗紀錄表, 最近一次檢驗時間為 99 年 06 月 30 日, 已超過 8 個月, 不符程序書 LMP-ELD-015 6.6.4 節之規定, 6 個月以內需檢查最初充電值。
- (二) SGB EL+22300 Rm3054 有一台電鍋正在蒸飯包及咖啡, 在垃圾筒也有喝完的咖啡罐約 10 個。同時也在該區接線盒內發現有檳榔、紙板、香煙盒等物品。不符程序書 LMP-SED-013 6.1.3.4 節之規定, 該區清潔度要求為第 4 區應禁止飲食吸煙。

核能電廠注意改進事項(續頁)

六、循環水泵室 (CWPH)

- (一) CWPH 2P27-P-5001B 泵浦的基座上(軸四週)有煙蒂，不符合程序書 LMP-SED-013 6.1.3.4 節之規定。
- (二) SGB CWPH 發現有一工作平台倚靠在 2W13-P-5001A 的不銹鋼管路邊，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之規定，未經同意且不得依靠或在管線及設備上搭工作架。
- (三) CWPH 2P28-1RK-5006 的壓力調節閥之壓力錶塑膠蓋已被打裂。
- (四) CWPH RBSW 的泵浦室 B2 及 A1 房有工作支架綁在導線管上，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.3.1 節之規定。
- (五) RBSW 2P26-P-5001A1 應每月保養，但最近一次絕緣電阻值量測在 99 年 11 月 8 日，不符合程序書 LMP-SED-013 6.2.5.1.5 章節之規定。

參考文件：程序書 LMP-SED-013。

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-100-013	日 期	100 年 04 月 08 日
廠 別	龍門核電廠	承辦人	王迪生 2232-2123

注改事項：第 42 次定期視察塗裝作業計劃及施行現況查證發現。

內 容：

- 一、請 貴公司儘速建立承包商塗裝作業人員資格及施作檢驗程序書。
- 二、請 貴公司訂定塗裝檢查計畫，就一次圍阻體內部塗裝作業，於燃料裝填前執行履勘巡視，以維日後運轉安全。
- 三、N 區（一次圍阻體）現場查證發現缺失或須澄清事項：
 - 1.本區內包括貼布、指示標記、警告標示等請於燃料裝填前移除。
 - 2.本區內支架銲接後經修補過之塗漆凌亂，施工人員是否具有資格檢定且依據程序書執行修補作業，請澄清改善。
 - 3.上乾井 MSIV 彈簧處不得油漆，應剷除。
 - 4.上乾井 RBCW B 串止回閥旁通氣動隔離閥出口管路未油漆，請改善。
 - 5.濕井吊車及軌道之塗裝是否為核能級塗料，請澄清改善。
 - 6.濕井內之燈具架塗料是否為核能級塗料，請澄清改善。
- 四、D 區（反應器廠房污染區）現場查證發現缺失或須澄清事項：
 - 1.本區內包括貼布、指示標記、警告標示等請於燃料裝填前移除。
 - 2.本區內甚多閥桿、螺栓及接地線部位不當油漆，應剷除。
 - 3.本區內各樓層地板仍有許多區域塗裝遭外力破壞，請於燃料裝填前修補完成。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-100-014	日期	100 年 04 月 14 日
廠 別	龍門核能電廠	承辦人	許明童 2232-2141

注改事項：龍門計畫第 42 次定期視察建議改善事項——一號機反應器廠房穿牆孔密封工程之品質作業查證。

內 容：

- 一、根據奇異公司提供之 31113.72.0450 Rev.2 施工規範，其第 2 節有關法規之 ASTM E119 使用年份為 1981 版，且 BISCO 公司對密封材料之測試報告 748-219 之出版日期為 1986 年 10 月，惟發現上述施工規範之使用法規年版及測試報告之年份均與龍門核電廠 PSAR 第 1.8 節之承諾 ASTM E119-1988 年版不符，請澄清。
- 二、施工處曾於現場巡視時，發現凱達營造公司有多處穿孔之填充作業，在台電公司尚未正式發行管制圖前即已施作模板（尚未灌注密封材料）之缺失，並於 99 年 8 月要求凱達營造公司立即徹查其所有無管制版圖面已施作完畢之穿孔數量。惟發現施工處直至 99 年 9 月 8 日本會查證本案時，才針對該項未正式發行管制圖前即已施作之作業缺失開立不符合報告（NCR-PPD-3509）。龍門施工處應於發現有不符或相關之缺失，即應依程序開立不符合報告（NCR）或矯正行動通知（CAR），請改善。
- 三、反應器廠房 EL.18100 樓層發現數處有臨時電纜線未拆除而進行密封之情形，而無論廠家自主檢驗表或台電公司穿孔密封灌裝檢驗表，於灌裝前、後都必須檢驗確認有無雜物、異物及清潔度等，惟仍有數處存在臨時電纜線未拆除而密封之情形，且有關廠家之自主檢驗表及台電公司檢驗表均填寫「無異物」、「無雜物」或「符合」等，顯示未落實相關檢驗作業，請改善；並請澄清說明於密封後再移除臨時電纜線之作業，是否會影響原先之輻射屏蔽效能。

核能電廠注意改進事項(續頁)

四、施工處曾發現凱達營造公司將持有材料供應商之證照人員集中於反應器廠房，而控制廠房及輔助燃料廠房等均無持有合格證照人員。此部分，施工處雖已要求凱達營造公司進行檢討，惟為確保施工作業符合材料供應商之施作要求，建請台電公司督促承包商於現場施工時，應隨時保持有合格人員在場。

五、對於現場部分穿牆孔之管路相當擁塞，施工不易；為確保施工品質，請台電公司屆時加強檢驗，以確保密封充填之施工品質。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-015	日期	100 年 04 月 11 日
廠別	龍門電廠	承辦人	宋清泉 2232-2125
<p>注改事項：龍門計畫第42次定期視察建議改善事項-1號機系統移交後維護作業查證。</p> <p>內 容：</p> <p>龍門計畫第 42 次視察有關 1 號機系統移交後維護作業查證項目，相關查證缺失如下：</p> <p>一、已完成系統移交之設備維護狀況查證：</p> <p>抽查 RBCW 系統及 RBSW 系統定期維護紀錄時，發現消防系統馬達編號 OP-16-MBV-5002 連續兩次定期維護量測絕緣值均不符 $>15m\Omega$ 之要求，但電廠人員未依規定立即開立請修工作聯絡書或立即處理，請改進。</p> <p>二、未完成系統移交但需長期運轉之設備維護狀況查證：</p> <p>(一) 經查證廠用空氣 (1P51) 及儀用空氣 (1P52) 發現系統 PCT 僅存「乾燥器切換至 remote 由 LMCP 控制時乾燥器無法循環吸附再生」未解決，但施工處僅開立 CAR (矯正行動通知-2153) 給承商。依規定 PCT 測試結果不符應開立 NCR 追蹤解決。且 CAR 上承商「答覆」欄空白，也未填寫預定完成日期。施工處訂定之完成期限(99.12.24)亦已超過，請確實改善。</p> <p>(二) 經抽查發現緊要寒水機系統 (ECW) 編號 C11P-25-480V-Enclosur 盤未進行清潔維護，請改進。</p> <p>(三) 抽查儀控組執行 ECW 系統之儀控類定期維護紀錄，發現電廠只針對現場具有儀控盤體之系統進行定期維護，依據儀控設備工作指引，只要求針對儀控設備外觀檢查，未明確要求儀控設備應符合清潔度要求，因此造成 ECW 系統現場儀控盤體雖有執行定期維護但盤體清潔度不符要求之缺失，請改正。</p>			

核能電廠注意改進事項(續頁)

(四) 現場抽檢 1 號機控制室背盤及 Invensys 及 DRS 盤體清潔程度，發現電廠負責之 Invensys 盤體清潔度較施工處負責之 DRS 及 NUMAC 盤體清潔度要佳，建議施工處應比照電廠作法加強 DRS 及 NUMAC 盤體清潔。

(五) 電廠利用現場整線時機進行相關設備小型大修，但未知會施工處儀控組利用停電時機進行儀控盤體內部清潔工作，建議日後若有檢修設備而須停電時機，應知會施工處或電廠儀控組實施盤體內部組件清潔。

三、品質單位對系統移交設備維護作業執行品保稽查結果查證

依據電廠 SAM-19 要求測試主持人負責協調與管控試運轉期間之設備維護工作，但實際查證設備維護工作主要係由電廠維護組負責，做法與 SAM-19 的敘述不符，請修正。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-100-016	日 期	100 年 4 月 13 日
廠 別	龍門電廠	承 辦 人	張國榮 電話：2232-2142

注改事項：龍門計畫第 42 次定期視察之防海嘯設計查證

內 容：整體而言，龍門電廠現場已依 FSAR 防海嘯侵襲之相關章節設計，惟有關細部設計的符合性、現場巡視時的實際發現，以及查證期間部份資料台電公司未能及時提供，故請台電公司就以下項目確認、澄清或提出補充說明等資料。

- 一、RBSW 廠房 EL.5300 地面層除泵室有水密門保護外，部分電氣盤面等設備將受到海嘯來襲影響而損壞。請查證該層有哪些主要設備，並澄清該設備損壞對安全運轉影響性為何。
- 二、巡視 RBSW 泵室時，發現似為臨時使用之電纜自 EL.5300 樓地板穿越，但該穿越孔已實際密封填塞，不符施工品管，請改善。
- 三、同上 EL.5300 樓地板部份穿越管開口，管線等設備已安裝，但未填塞密封材。另請提供密封材料性能資料，以澄清能耐海嘯來襲之水壓。
- 四、現場應就電廠 12 公尺高程以下各類穿越開口之密封完成情形以及有無管道(含渠道、箱涵、管溝...等)因海嘯上溯而造成廠房淹水的可能，進行整體性防海嘯之查證。
- 五、另有關水密門等採購、測試與安裝等，請台電公司提供以下資料並提出相關說明：
 - (一)防淹水設備之水密門、半水密門以及其他屬安全級設備之特殊門(如氣密門、防水門、防輻射門、防拋射門等)，該設備之廠家資格、規範要求，以及符合性等說明。
 - (二)廠製完成設備之要求測試項目、測試設備或執行測試機構有無資格要求，測試取樣規定、測試報告結果與代表性，請提出相關說明資料。
 - (三)廠製符合後，現場安裝之檢驗、功能測試以及現場接收測試等規定與實際結果。

核能電廠注意改進事項(續頁)

- (四) 安裝符合後，日後有無運轉維護要求，以確保該設備之功能(特別是材料可能受老化影響之設備)。
- (五) 各類開口需密封時，其密封材料之檢驗或測試要求。
- (六) 核島區等內部所設置安裝之水密門與半水密門，其設計基準為何(與防海嘯無關)，現場已安裝之設備房間(ECCS 系統與 HCU ROOM)其牆面或頂部有許多開口，與水密門之設計有無影響。
- (七) 台電公司係依據委託成功大學水工試驗所進行「核能四廠最大海嘯及暴潮之評估」之研究結果訂定核四廠廠區廠址高程，惟該報告除研究年代久遠(1985 年)，距今已屆滿 25 年以上，面對日趨異常的極端氣候，請台電公司就前述研究報告之現況合宜性，是否重作分析進行檢討；以及原研究報告所模擬之地形差異，對海嘯上溯的影響差異為何，並請以龍門電廠位置地形的實際情形，說明海嘯可能上溯的分析結果。

參考文件：

核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-100-017	日期	100 年 04 月 14 日
廠別	龍門核能電廠	承辦人	張世傑 2232-2143

注改事項：龍門計畫第42次定期視察建議改善事項——一號機反應器廠房圍阻體穿越器(機械)工程之品質作業查證。

內 容：

- 一、一號機一次圍阻體上乾井處的設備進出口(Equipment Hatch)及人員氣鎖門(Personnel Airlock)穿越器與內襯板(Liner)相連接的垂直銲道，經現場目視檢測發現二處疑似銲邊燒損(Undercut)，其中一道經目測結果長度超過 1 公尺，凹陷深度約 5 公釐；另一道則較不明顯，實際凹陷深度須經儀器量測確認。依據 ASME B&PV Sec. III Div. II 2001 Edition including 2003 Addenda CC-4542.5 Surfaces of Welds：「undercuts which do not exceed 1/32 in. (0.8mm) for liner plate 1/4 in. (6mm) nominal thickness and greater are permitted」，而依據 GE 設計圖面(31113-OU71-S6156)，Liner Plate 厚度為 6.4mm。該二處銲道是否符合 ASME B&PV 規範的要求，請澄清說明。
- 二、上乾井處人員氣鎖門(Personnel Airlock)由日本東芝公司負責的銲道，經現場勘查發現填角銲完成面呈現 30 度的斜角，與一般的 45 度斜角不同，且銲道完成表面呈現疑似銲疤(Crater)。由於台電公司提供的 GE 公司設計圖(編號：31113-OU71-S6156)，並未註明該銲道的尺寸，無法確認該銲道是否符合設計要求。另依 ASME B&PV Sec. III Div. II XI-1622 「All craters shall be filled to the full cross section of the weld」，該銲道有無修補需求，請澄清說明。
- 三、經查對台電公司「S 級銲道對接銲作業檢驗表」、「S 級銲道對接銲作業自主檢驗表」，初步發現有下述銲接施工過程、品質及檢驗的瑕疵：
 - (1)編號 W-40003 等多個銲道：自主檢驗表的銲接前檢查日期為 95.12.22，但預熱及底道銲接的日期為 96.01.19，中間相距 28 日，考量工地環境髒亂，如此工序安排已失去銲接前檢查的意義。請查明實際情形並謀求補救之道。

核能電廠注意改進事項(續頁)

(2)編號 W-40035 等多個鐸道：預熱的日期登載為 94.12.12，但底道鐸接及層間溫度的檢查日期為 95.01.17，中間相距 36 日，顯示：1)正式鐸接前並未進行預熱溫度的檢驗或未如實記錄，或是：2)第一層鐸完後 36 日在未預熱的情形下即進行第二層以後的鐸接。如是第一種情形，表示台電公司的品質檢驗過程有疏漏；如是第二種情形，表示鐸道鐸接的方法不符合 ASME B&PV 規範的要求。請查明實際情形並謀求補救之道。

(3)鐸道編號 W-40040：自主檢驗表「層間溫度」欄位，檢驗員僅記錄為「符合」，未記錄實際量測溫度，簽章日期為 95.03.14；而作業檢驗表經辦課及品質課檢驗員也僅記載「符合」，簽章日期為 95.03.15。台電公司檢驗員未於施鐸現場親自確認「層間溫度」，僅於事後依據承包商的「符合」書面紀錄依樣葫蘆，等同於為承包商背書，使品管制度流於形式。

四、經檢視台電公司「S 級鐸道對接鐸作業檢驗表」(表格編號：QLD-011-01, 版次：9)、「S 級鐸道對接鐸作業自主檢驗表」(表格編號：2902-P-0018 Rev.1)，發現表格設計及記錄事項有如下共通性缺失：

(1)檢驗表第 12 項「鐸接前 B.根部間隙」：均未註明根部間隙的容許尺寸，施工人員、品管及檢驗人員將無法確認合格的標準。而作業檢驗表要求須以「量規量測」，但相關人員均僅簡單記錄為「符合」，未實際登載量測到的數據。

(2)檢驗表第 13 項「鐸接中 B.預熱、D.層間溫度」：自主檢驗表及作業檢驗表均要求須以「溫度筆量測」，但許多均僅記錄為「符合」，未實際記錄量測到的溫度。而經查台電公司管路安裝工程施工說明書第 3.8.15 節「每一鐸接接頭之熱處理作業須作成溫度紀錄及檢查紀錄，內容詳列鐸接接頭編號…加熱溫度/時間…」，顯見台電公司並未要求施工廠商依規範確實記錄。

(3)檢驗表第 15 項「目視檢驗 B.鐸冠檢查」：雖有註明數種合格標準，但並未明確指出該特定鐸道應適用那一種標準；且亦未記錄實際量測到的數據。

(4)檢驗表未包含「熱輸入」的檢核欄位：按一般工程施工規範，均要求

核能電廠注意改進事項(續頁)

銲接前須依照規定電壓、電流及速度進行銲接作業，而在承包商的銲接作業管制程序書（編號：2902-71P-2020(NC)，版次：4）亦要求自動或半自動銲接須依設定之電壓、電流及銲接速度計算單位長度的輸入熱量，並要求不得超過 19,700 J/cm。

- (5)檢驗表對於多層銲道僅有一項「層間溫度」的檢查欄位，無法應付 3 層以上多層銲道的檢查需求。

參考文件：



照片一 趙衛武科長主持視察前會議



照片二 一次圍阻體內支架銲接後經修補過之塗漆凌亂，施工人員是否具有資格檢定且依據程序書執行修補作業，請澄清改善



照片三 一次圍阻體內閥體及閥桿不當塗漆



照片四 汽機廠房施工架靠在設備上，不符合程序書之要求



照片五 海水泵室穿越管開口未填塞密封材



照片六 部分穿牆孔管路相當壅塞，現場不易施工



照片七 趙衛武科長主持視察後會議