

核四廠 1 號機反應爐水壓測試 相關作業視察報告

行政院原子能委員會 核能管制處

日期：97 年 12 月 16 日

目 錄

一、前言	1
二、管制說明	1
三、視察發現	2
四、結論與建議	9
五、參考文件	10
六、附錄	
視察現場照片	11
附件一 注意改進事項 AN-LM-97-009	15
附件二 核四廠 1 號機反應爐水壓測試計畫及相關品保方案準備狀況會議紀錄	19
附件三 核四廠 1 號機反應爐水壓測試前須澄清事項審查會議紀錄及核四廠 1 號機反應爐水壓測試前須再澄清事項彙整表	22
附件四 核四廠 1 號機反應爐水壓申請審查會會議紀錄	26
附件五 核四廠 1 號機反應爐水壓測試先備條件缺失	28
附件六 管制決行表	29
附件七 注意改進事項 AN-LM-97-017	30
附件八 備忘錄 LM-會核-97-19-0	31

附圖一 核四廠 1 號機反應爐水壓測試範圍示意圖 32

附圖二 核四廠 1 號機反應爐水壓測試實際加壓曲線圖 33

一、前言

核四廠 1 號機反應爐壓力容器（Reactor Pressure Vessel，RPV）係由美國奇異（GE）公司負責設計，日本日立公司生產製造，屬安全等級 class 1 之設備，依美國機械工程師學會鍋爐及壓力容器規範（ASME Boiler and Pressure Vessel Code）之規定，使用前必須執行反應爐設計壓力(8.62 MPa) 1.25 倍之靜水壓測試（10.78 MPa）。除此之外，在壓力邊界內與反應爐相連之系統管路，因無隔離閥可供隔離加壓，因此必須與反應爐本體一同接受水壓測試，以確認壓力邊界內所有銲道（包含現場施工銲道與廠製銲道）均無洩漏疑慮，確保未來反應爐運轉之完整性及安全。

由於設計壓力 1.25 倍之靜水壓測試為破壞性測試，依製造廠家說明終其運轉壽命只允許執行 10 次，但核四廠 1 號機反應爐本體出廠時，已執行兩次設計壓力 1.25 倍之靜水壓測試，因此只剩 8 次餘額可供測試，本會為求慎重起見，特將核四廠 1 號機反應爐水壓測試列為管制項目，除要求台電公司測試程序必須符合 ASME Code 外，亦要求台電公司確認水壓測試範圍、管路支架、水質等項目，必須符合原設計廠家奇異公司之規範，另外本會亦請台電公司參考國內外核能電廠執行反應爐水壓測試的經驗，審慎規劃本次的測試管制作業。

二、管制說明

台電公司原先規劃於 97 年 3 月 15 日執行核四廠 1 號機水壓測試，惟

本會視察人員於 97 年 2 月份至現場與核四廠執行測試主辦單位(機械組)討論之後，發現無論就測試範圍內系統的施工狀況、測試程序書內容、與奇異公司測試規範的符合性等，均離可以測試的程度尚有一段距離，本會因而於 97 年 3 月執行龍門電廠(核四廠)第 30 次定期視察時，要求核四廠提送 1 號機水壓測試之測試計畫及程序書供本會審查，正式展開管制作業。隨後因台電公司水壓測試時程，一再因現場準備工作無法達到奇異公司規範要求而變動，加上奇異公司及台電公司回覆本會審查意見一再拖延，造成本會為縮減審查時間及配合台電公司來文回覆審查進度而於 97 年 5 月至 10 月間開始陸續召開三次管制會議，討論核四廠水壓測試前的各項準備工作狀況及本會提出之審查意見，並配合 6 月份第 31 次龍門計畫定期團隊視察，針對核四廠準備水壓測試準備工作情形進行視察，由於核四廠諸多工作尚未完成，例如部分系統短管尚未銲接完成，水壓測試範圍小支架安裝進度嚴重落後，核四廠根本無法進行水壓測試，加上現場廠務管理狀況不佳，本會因此開立 1 件注意改進事項共計 22 項改進意見（參附件一）要求核四廠及龍門施工處改正。相關審查意見及改正意見經陸續審核同意台電公司處理方式後，本會於 10 月 24 日第三次管制會議中原則同意台電公司可執行核四廠 1 號機水壓測試。但本會為求慎，重於核四廠正式執行測試前及測試期間分別執行兩次團隊視察，以確認核四廠是否確實遵循測試程序書及計畫，執行其水壓測試準備工作及測試步驟。

總計本會針對台電公司核四廠 1 號機水壓測試計畫、測試程序書共提出 44 項審查意見，10 月 28、29 日執行現場測試先備條件團隊視察時開立 10 項待改善事項，另於水壓測試後核對銲道清單，發現部分現場銲道與檢

查清單不完全相符，因此另再開立注意改進事項 1 件要求改進。

三、視察發現

依本會編譯之「反應爐冷卻水系統水壓測試視察程序書」(參考文件 1) 內容，核四廠 1 號機水壓測試的視察工作可分測試程序書、計畫及改正措施之審查、現場查證、及測試結果評估等項目，以下針對此三大項目討論視察發現如下：

(一)程序書、計畫及與水壓測試相關之改正措施審查

因本會將核四廠反應爐水壓測試列入管制項目，因此要求台電公司先行將反應爐水壓測試計畫及測試程序書送會審查，同時本會要求 1 號機反應爐施工期間因施工偏差所開立之改正措施（注意改進事項、備忘錄）均必須於水壓測試前澄清，由於審查意見及需澄清事項眾多，本會為避免審查流程及審查時間過於冗長，因此利用會議討論方式進行主要問題審查與澄清，並於 5 月 21 日召開反應爐水壓測試第一次審查會議，會議內容主要針對核四廠反應爐水壓測試之先備條件完整性與奇異公司要求之測試規範差異處提出審查意見（參附件二），8 月 19 日召開第二次審查會議，會議中將核四廠於執行反應爐水壓測試前尚未澄清事項及相關審查意見予以彙整列表，並針對前次審查問題進行討論（參附件三），台電公司陸續澄清本會提出之審查意見後，本會於 10 月 24 日召開第三次審查會議，會議內容主要為針對核四廠於正式執行第一階段反應爐水壓測試前，最後必須再確

認之事項，因已無重大須於水壓測試前澄清事項，因此於會議中同意核四廠可執行反應爐水壓測試（參附件四）。由於核四廠為將所有有關本會要求之審查意見納入其測試計畫及程序書內，例如核四廠建立銲道檢查清單、查漏人員分組及訓練、品質人員須訂立停留查證點、反應爐底銲道查證應增列表格及查證方式及將程序書段落查證方式改為逐項查證等，因此陸續修改其測試計畫及程序書內容（總計修改三版），至於與反應爐相關之改正措施部份，除兩件注意改進事項（AN-LM-96-006-2-4、AN-LM-97-009-2-8）其管制內容並不影響水壓測試進行，以及控制棒驅動機殼（CRDH）爐底短管銲腳不足部分，則另案要求報會管制，其餘改正措施經本會詳加審查後同意結案，有關核四廠反應爐水壓測試計畫及程序書審查重點及結果如下：

1. 測試範圍之界定

原先台電公司規劃測試範圍僅包含大管及儀控管路部分，但奇異公司測試規範將爐內泵沖洗管路亦包含在內，本會因此要求台電公司亦必須將此部分納入，另，核四廠為求反應爐水壓測試順利，因此測試前先行執行飼水管路隔離閥內漏狀況，結果於測試時發現飼水管路隔離閥因設計緣故，由爐內加壓會導致飼水管路隔離閥被頂開，將造成反應爐無法加壓，台電公司因此開立 CIR（顧客資訊要求）請奇異公司澄清，奇異公司回函台電公司同意測試範圍縮至飼水管路隔離閥前之止回閥（參附圖），剩餘尚無法於此次完成水壓測試部分為反應爐飼水管路兩座止回閥下游及反應爐頂蓋 O 型環洩水管路，因前述管路可單獨隔離執行水壓測試，所以核四廠 1 號機

必須待這些管路完成水壓測試後，才算是完整之反應爐水壓測試。

2. 測試規範要求安裝之設備

依奇異公司規範要求反應爐水壓測試前，核四廠除必須先完成與反應爐相接之短管銲接外，尚包含爐心側板、爐心底板、爐內泵導軌...等共 15 項爐內設備及 10 台爐內泵、205 支控制棒驅動殼與 62 個爐心儀殼盲板等安裝工作，同時測試範圍內之永久固定支架亦必須完成並將插銷移除，本會要求核四廠必須符合奇異公司前述規範，方得實施水壓測試。因此核四廠一號機水壓測試範圍內之工作（含小支架安裝）於 9 月下旬才大致完成。

3. 測試先備可用系統

依各核電廠實施反應爐水壓測試經驗可知，電廠執行反應爐水壓測試時其主控制室已能操作部分設備（例如：管閥、泵、電力系統及儀控設備等），但核四廠 1 號機主控制室未能操作任何設備可支援水壓測試，因此無任何電廠經驗可供參考。本會依初期安全分析報告（PSAR）內容要求台電公司澄清控制棒驅動（CRD）系統是否應先可用，以支援反應爐水壓測試。經台電公司詢問奇異公司後，奇異公司澄清 CRD 泵不一定是加壓用的泵，但若爐內泵安裝完畢，則反應爐水壓測試期間，需提供爐內泵沖淨水（purge flow），同時爐內泵供應廠商東芝公司亦要求台電公司必須在反應爐水壓測試期間，提供支援爐內泵沖淨水。因此台電公司最後始決定將沖淨水管路安裝納入測試範圍，並利用控制棒驅動泵及臨時水源提供沖淨

水，但因爐內泵沖淨水管路安裝工作量龐大，造成龍門施工處至 10 月初才全部安裝完成。

4. 測試水溫限制及水質要求

反應爐水壓測試期間依奇異公司規範要求，水溫溫度必須高於反應爐材質脆性溫度 $-20^{\circ}\text{C}+33.4^{\circ}\text{C}$ ，因此測試時水溫必須大於 13.4°C ，由於廠房內室溫均大於 20°C ，加上核四廠 1 號機測試時間適值秋季且核四廠於測試前將確認水溫不會小於 13.4°C ；另，核四廠測試時將使用除礦水，水質遠優於奇異公司規範，此 2 項要求台電公司均合乎規範。

5. 測試壓力限制與保護

依奇異公司規範測試壓力必須達 10.775MPa ，但不得大於 11.42MPa ，核四廠為因應此項要求，因此加裝過壓保護之壓力釋放閥及警報，本會另要求核四廠應增訂過壓時之緊急應變計畫及適當之通訊設備與訓練，以防範萬一。

6. 設備清單與銲道檢查清單之建立

由於本會審查台電公司報會之水壓測試程序書時，發現其未建立包含壓力邊界內之設備清單、支架清單、銲道檢查清單與盲封設備清單等，加上第 31 次龍門計畫定期團隊視察時，發現核四廠提供之銲道檢查清單與現場並不一致(參本會第 31 次龍門計畫定期團隊視察報告)，本會因此要求台電公司必須建立測試範圍內各項設備及

銑道檢查清單，並徹底檢討其正確性。此項要求台電公司利用各核電廠支援反應爐水壓測試人員，進行全面性之現場清查與核對，並由台電核安處進行複查，本會視察員亦利用駐廠期間對相關設備清單進行抽查。

7. 反應爐底不易接近之銑道檢查方式

核四廠1號機反應爐爐底部有205支控制棒驅動殼與62個爐心儀殼設備穿越，此部分檢查人員無法靠近銑道檢查是否洩漏，台電公司因此提出利用遙控攝影機方式伸入反應爐底部檢查方式替代，此項檢查方式本會視察員除現場實際模擬查證其解析度及執行方式是否符合ASME規定外，本會亦邀請日本原子力安全基盤機構（JNES）檢查人員至核四廠偕同視察時，一同確認此項檢查方式是否符合規定，經討論後確認此項檢查方式可以接受。

(二)現場查證工作

本會除審查反應爐水壓測試計畫及程序書外，並於測試前、後執行現場查證，相關查證結果如下：

1. 水壓測試前先備條件之查證

本會為確認核四廠執行反應爐水壓測試，是否確實依報會核准之程序書及計畫完成反應爐水壓測試先備條件，因此於10月29日派員執行反應爐水壓測試先備條件視察，查證結果基本上台電公司已完成

測試前先備條件之要求，相關視察缺失共 10 項，詳如附件五。

前述缺失核四廠於 10 月 29 日下午完成改善後，本會視察員進行複查確認前述缺失均已改正，於該日下午 16 時 20 分利用管制決行表（參附件六）同意核四廠 1 號機反應爐水壓測試可達測試壓力，並附帶提出下列注意要求事項：

- (1). 台電公司於反應爐水壓測試查漏階段（設計壓力）期間，應待中鼎公司核能檢查員（ANI）人員確實查證完畢後方得洩壓。
- (2). 台電公司應於反應爐水壓測試後，確實得到中鼎公司 ANI 人員簽署包含管路廠製銲道在內之反應爐水壓之測試報告。
- (3). 台電公司應於反應爐水壓測試 8.20MPa 前，提送測試範圍內之非破壞檢測紀錄完整清單，並經 QA 人員查核正確後，方可繼續升壓。

2. 反應爐水壓測試期間之視察

核四廠於 10 月 29 日下午獲得本會同意測試之許可後，於當日晚間開始加壓，依測試計畫及程序書步驟，先分別加壓至 1.72 MPa 及 8.20 MPa 進行初步查漏，隨後因爐心隔離冷卻系統（RCIC）（管路編號：E51-M8047）1 吋儀控管路彎管處破漏，電廠決定降壓並進行換管。10 月 31 日核四廠修復相關洩漏設備後，晚間再次執行加壓，至隔日（11 月 1 日）清晨 5:13 達到設計壓力之 1.25 倍（10.78 MPa），並持壓 12 分鐘。05:25 開始洩壓，06:00 降壓至設計壓力 8.70 MPa，開始執行正式查漏，中鼎公司核能檢查員亦同步進行見證。06:30 中鼎

核能檢查員（ANI）見證結束，電廠則查漏至 08：09 確認無任何鐸道洩漏後才開始進行降壓，10：45 反應爐降壓完成，未見明顯的洩漏。核四廠 1 號機反應爐水壓測試加壓過程示意圖如附圖二。

本會視察人員在 1 號機反應爐加壓測試期間，依電廠執行鐸道查漏的分組，再加上控制中心共分成 7 組執行測試時之查證工作，並於上述第一次加壓階段，陪同電廠查證人員進行第一次全面查漏，查證發現之缺失主要為：

- (1). 部分測試邊界閥之閥桿格蘭有些微洩漏現象。
- (2). 爐內泵（RIP）H 台熱交換器洩水管路隔離閥無法完全隔離，造成下游流量目視鏡前後墊片洩漏。
- (3). 爐心隔離冷卻系統（RCIC）（管路編號：E51-M8047）1 吋儀控管路彎管處破漏。
- (4). CRD 泵之爐內泵沖淨水流量傳送器（RIP Purge flow transmitter）墊片發生洩漏。
- (5). 反應爐水壓測試期間曾發生 CRD 泵 Purge Flow F 串流量計故障、壓力計紀錄器曾發生故障無法記錄、及臨時加壓泵之壓力計無法顯示壓力等設備故障。

核四廠彙整前述缺失並確認無其他重要設備洩漏失後，於 10 月 30 日中午開始降壓洩水，進行缺失改正並將 E51-M8047 切管及重新換管檢修，以便重新再度加壓測試。

10 月 31 日 18：50 核四廠開始第二次反應爐加壓，其加壓過程

十分順利，本會視察員除監測核四廠加壓過程外，並於反應爐達預定測試壓力後，降壓至 7.2 MPa 時執行現場管路銲道洩漏複檢，查證結果未發現有銲道或組件洩漏，另，測試加壓期間本會視察員於反應爐加壓至 8.20 MPa 前，再次要求台電公司與中鼎公司再次確認測試範圍內之銲道非破壞檢測紀錄清單，再次核對銲道清單正確性，並要求核四廠提交一份最新版之銲道清單，供本會視察員於反應爐水壓測試完畢後核對現場銲道完整性。

(三)測試結果評估

核四廠 1 號機反應爐水壓測試結束後，本會視察員查證其測試文件完整性，包含中鼎公司 ANI 人員簽署現場銲道與廠製銲道之完整性、台電公司 ANI 人員是否簽署完畢、品質人員查核結果及檢附之銲道清單是否均已查核完成等，查證結果發現台電公司核能檢查員（ANI）因部分文件未澄清因此尚未簽署，其餘部分則未發現缺失；但本會視察員重新核對現場銲道(共 2438 口)檢查清單完整性時，發現有 1 口銲道未在現場檢查清單中，此項缺失將可能造成檢查人員未檢查此一銲道是否有洩漏情形，此項缺失經查係因承包商中鼎公司為因應現場施工需要，將原奇異公司設計施工圖面修改以符合現場需求，造成現場增加 1 口銲道，但中鼎公司未能將現場實際施工現狀回饋至竣工圖面，造成此一銲道未在銲道檢查清單中。

由於本會在測試前已再三要求台電公司確認檢查銲道清單完整性，卻仍發生銲道遺漏檢查之缺失，因此已開立注意改進事項編號：

AN-LM-97-017 要求核四廠改進（附件七），同時將此問題將提交龍門核管會議，要求台電公司針對核四廠施工圖面管控提出改善機制。

四、結論與建議

綜合核四廠 1 號機反應爐水壓測試視察，核四廠執行反應爐水壓測試，雖然與國內以往三座核能電廠之做法有所不同，但核四廠之做法基本上已符合 ASME code 及廠商奇異公司規範，執行過程亦只因一小段儀控管路洩漏而須降壓檢修一次。綜觀此次核四廠 1 號機反應爐水壓測試之所以能順利執行，係因核四廠於反應爐水壓測試前已將測試範圍內之管閥執行測漏，並將發現洩漏之管閥先進行拆檢維修，同時每口鉚道均已執行非破壞檢測確認其完整性，再加上事先充分的規劃及準備，因此核四廠 1 號機反應爐水壓測試只耗時 3 天即順利完成。

核四廠 1 號機雖已完成反應爐水壓測試，但現場仍需持續進行多項施工作業，為避免施工人員誤毀損反應爐水壓測試範圍內之管路，將造成水壓測試必須重作，本會因此另開立備忘錄：LM-會核-97-19-0(如附件八)，要求台電公司針對 1 號機反應爐水壓測試範圍管路提出保護措施，至此視察才算告一段落，本會將持續針對核四廠 1 號機重要之施工後測試進行視察與管控，以確認核四廠設備之安全性與完整性及未來核四廠之試運轉測試。

本案若有疑問請電本會趙衛武科長，電話（02）2232-2121

五、參考文件

1. 原能會核管處 NRD-IP-706 「反應爐冷卻水系統水壓測試視察程序書」
2. 核四廠：PCT-OPP-049.1 「反應爐安裝後水壓測試作業程序書」
3. 核四廠「反應爐安裝後水壓測試計畫」
4. 奇異：31113-OB11-2513 Pressure-Temperature Limits Report (PTLR)
5. 奇異：(S) B110011 RPV System Hydrostatic Test Requirements Specification



本會視察員視察反應爐水壓測試中心設備狀況



本會視察員視察反應爐水壓測試中心相關紀錄與管制狀況



本會視察員針對反應爐水壓測試範圍鉸道現場查漏作業進行確認



本會視察員對反應爐水壓測試現場壓力監測儀器紀錄器實地查證

核能電廠注意改進事項

編 號	AN-LM-97-009	日 期	97 年 6 月 16 日
廠 別	核四廠/龍門施工處	承 辦 人	宋清泉 2232-2125
注改事項：龍門計畫第 31 次定期視察建議改善事項-反應爐水壓測試準備作業部分。 內 容： 一、查證核四廠反應爐水壓測試計畫及程序書內容，請澄清或改進以下問題： 1. 再循環水系統（B31）馬達沖淨管路圍阻體外側隔離閥 1B31-BV-0004A~K，未納入測試壓力邊界，與奇異公司反應爐水壓測試規範不盡相符。 2. 部分止回閥上下游的逸氣閥或洩水閥於測試期間均為關閉隔離狀態，不符合反應爐水壓測試計畫所提確保止回閥上下游管路能連通加壓之原意。 3. 參考日本 JNES 參與本次視察人員之經驗，核四廠反應爐水壓測試之加壓速率似有過大之現象，請考量酌予減低，或對於接近測試壓力時之加壓速率另訂要求。 4. 反應爐水壓測試時的水質要求，並未含奇異公司規範要求之 S^{2-} 濃度檢測，請澄清如何執行。 5. 核四廠擬增加臨時往復式電動泵做為第一階段之升壓工具，其操作方式及步驟請加入程序書中，並明定第一階段升壓之目標值及規劃臨時往復式電動泵安裝地點及系統流徑等事項。 6. 主蒸汽（B21）、再循環水（B31）及爐水淨化（G31）等系統安裝溫度元件之 Thermo-well 係為反應爐水壓測試壓力邊界範圍之組件，但該組件並未標示於相關 ISO 圖上，請建立管控查核機制，確保壓力邊界範圍內所有需測銲道均已納入。			

核能電廠注意改進事項(續頁)

二、經本會視察員會同龍門施工處/核四廠人員進行反應爐水壓測試相關之現場查核，發現以下待改進事項：

- 1.龍門施工處所提供之反應爐水壓測試壓力邊界範圍內鐸道清單與現場狀況並不完全一致，請確實檢討並確認鐸道清單之正確性。
- 2.檢測焊道用的台架目前尚未架設，照明也沒有額外增設，亮度不足以執行檢測焊道。請依據測試時程儘早規劃，並統計列出須架設之台架與照明之數目及位置。
- 3.鑒於核四廠 1 號機現場仍在施工，以及受測試範圍鐸道尚無法確認之現況，因此為確認測試時不易接近之鐸道，檢測人員之目視距離是否符合法規，請於測試前進行現場巡查(walkdown)確認並記錄之。
- 4.CRDH 爐底穿越孔數量龐大，空間狹窄，且無標記可供辨視，檢測時可能需經常性之移動，而本項檢查作業尚無程序書，如何確保每一 CRDH 鐸道均被完整檢查，不致遺漏或重複檢查，請妥善規劃。
- 5.臨時指揮中心及臨時增壓泵區域，應設置足夠之消防設備，以符合工安要求，並防範火災的發生。
- 6.現有臨時水位計水位為透明軟管，請考量是否改為硬質透明管，藉以增加其耐壓強度。
- 7.臨時壓力計之表頭除刻度範圍須符合 ASME 規範要求外，應能精確地鑑別反應爐水壓測試期間之壓力讀數。日本專家的經驗顯示，係採用 0.5 kg/cm² 為壓力計的最小刻度。
- 8.1 號機上乾井 1B21-STRT-0107 及 0407 分別鐸接於 RCCV Wall 上之 EM-031949 與 EM-031958 埋鈑，雖經奇異公司於 CIR 中澄清只要滿足鐸道尺寸即可，但依圖需 48cm 之包覆鐸，現場量測僅約 45cm。本案至今仍未完成該項檢驗，且仍有鐸道尺寸不足情形，請查證後說明本案相關檢驗及處置是否符合品質檢驗與品保要求。

核能電廠注意改進事項(續頁)

三、反應爐水壓測試相關施工品質查核，待改進或澄清問題如下：

- 1.經抽查施工處品質組所提供之反應爐水壓測試相關 ISO 圖清單，發現部分本次核四廠 1 號機反應爐水壓測試壓力邊界範圍內所需之相關 ISO 圖面並未列於清單中，請建立清查機制。
- 2.經查證龍門施工處品質組辦理成套文件審查作業，僅偏向程序提送管理，而缺乏實際審查與管控機制，請加強文件建檔管理與審查，且應自行建立文件清單而非只是依據中鼎公司所提資料清單管理。
- 3.核安處品保部門雖會針對施工處檢驗表進行線上審查，但相關審查意見只存於電腦內，未納入施工文件或檢驗表內供參考，為避免電腦故障資料散失，請龍門施工處妥善備分或增加紙本。
- 4.核四廠已完成 CRDH to Stub Tube 鐸道檢查之 Remote 目視設備準備，但並未依據 ASME Code 準備作業程序書及進行能力驗證展示作業，請研擬改正，另核四廠所編寫之反應爐水壓測試相關程序書未經中鼎 ANI 人員接受，故此一作業方式及其結果，是否可為中鼎 ANI 同意接受，亦請再確認。
- 5.經查證 FCR-NSS-375 所附之設計變更圖面，並核對品質組提供之管制版 ISO 圖，並未顯示相關變更內容，仍為舊有之管制版，請檢討有關圖面變更管制作業之周延性，以免圖面與現場不符合。
- 6.經查證包含 NCR-826、FCR-338、FDDR LT1-01015 及 QAI 96-029 等，均與 1 號機 CRDH 與 STUB Tube 之鐸道腳長尺寸有關，其上游文件 FDDR LT1-01015 仍未結案，但相關下游文件包含 QAI 96-029 品保查證卻結案之不合理情形，因本案涉及重要設備壓力邊界品質，請儘速澄清並辦理結案。
- 7.目前台電公司辦理本會注意改進事項與備忘錄等與 RPV 水壓測試相關範圍內項目，經查證依施工處品質組提送（97.05.27）之結案資料，仍缺 AN-LM-97-004-1-（5），請補列。

核能電廠注意改進事項(續頁)

8.抽查 ISO DRAWING No.1E11-M4045 之檢驗紀錄文件，發現有以下缺失：

- (1)清單顯示有 5 座管架安裝檢驗表，但無管架安裝銲接檢驗文件，且提送至品質組之文件中亦無管架安裝銲接檢驗文件。本案顯示除無法直接追溯管架安裝銲接檢驗表外，也無法追溯該文件之歸檔情形，請檢討改善。
- (2)在銲接作業檢驗表目錄中登錄有銲補之銲接作業檢驗表(W-00040)，卻缺少原始之銲接作業檢驗表，另，清單中登錄有銲補之銲接作業檢驗表(W-00042)，但文件內卻僅有銲補前之檢驗表項目，顯示銲接作業檢驗表文件不夠完整，請檢討改善。
- (3)各管路銲道之非破壞檢測紀錄，於銲接作業檢驗表均有登載其紀錄編號，惟清單中並無相關非破壞檢測紀錄，請補列入成套品質文件。

參考文件：

「核四廠 1 號機反應爐水壓測試計畫及相關品保方案準備狀況」會議紀錄

一、時間：97 年 5 月 21 日（星期三）上午 9 時 30 分

二、地點：原子能委員會六樓會議室

三、主席：陳處長宜彬

四、出席人員：

原能會：徐副處長明德、莊長富、牛效中、趙衛武、高斌、葉元川、李建智、鄭再富、石門環、李綺思、張國榮、洪子傑。

台電公司：林副廠長榮宜、葉英川總稽查、陳文智副處長、臧鶴年、李榮曜、顏文祥、陳德和、吳耀文、許永輝、魏天佑、彭富福、林清榮、黃正孝。

五、紀錄：宋清泉

六、討論：略。

七、決議事項：

- （一）核四廠 1 號機反應爐水壓測試時，在高壓力狀況下之金屬溫度限值是否為 13.4℃ 以上即可，或必須遵循 P-T curve 溫度限值，以及測試時是否應加溫等事項請台電公司向 GE 公司詢問澄清。
- （二）核四廠 1 號機反應爐水壓測試時程在核四廠規劃之整體系統測試順序為何？與 GE 公司原先規劃之整體系統施工後測試順序是否有所不同？若測試順序顛倒對於後續之系統測試及設備安全是否有所影響，請台電公司向 GE 公司詢問澄清。
- （三）反應爐水壓測試通過後，若後續執行之 ECCS 系統注水測試結果不符預期，需要調整反應爐內部組件，則反應爐水壓測試是否需要重新再次執行或重新執行清潔等其他工作，請台電公司向 GE 公司詢問釐清。

子傑

- (四) FSAR 第 14 章提及 CRD 液壓系統，第一階段試運轉後，可作為支援反應爐水壓測試之用，因此反應爐水壓測試前，機組是否需有永久性設備可用作為輔助，請台電公司向 GE 公司詢問澄清。
- (五) 反應爐水壓測試之升壓率或降壓率，若超過程序書規定時，是否須執行安全評估，請台電公司向 GE 公司詢問澄清。
- (六) 反應爐水壓測試時，其測試壓力達到 1.25 倍設計壓力之持壓時間，至少需要 10 分鐘或更長時間，請台電公司向 GE 公司詢問澄清。
- (七) 反應爐水壓測試前，反應爐內部組件是否已依 GE 公司相關規範規定完成安裝，請台電公司再次確認。
- (八) 反應爐水壓測試時，有關壓力邊界隔離閥之墊片、密封之查漏，台電公司於測試前應先完成規劃分組。
- (九) 電廠於執行反應爐水壓測試程序書步驟前，應先確認所有測試先備條件均已完成，才得據以實施。
- (十) 請台電公司於執行反應爐水壓測試前，應先確認符合 GE 公司之水壓測試規範 (26A5307 Rev0) 之要求事項，其中包含壓力邊界內永久管路支架安裝完成。
- (十一) 預製管節 (Prefabricated Spool) 的銲道 (Shop Weld)，於廠製時是否已執行水壓測試，其測試壓力是否與反應爐水壓測試壓力相同，若前述條件不符時，則 Shop Weld 應納入查漏清單中。
- (十二) GE 公司之水壓測試規範 (26A5307 Rev0) 之要求事項，反應爐水壓測試前反應爐應徹底清潔，台電公司只利用擦拭與吸塵器方式清潔，其清潔程度是否足夠滿足 GE 公司之水壓測試規範，請台電公司澄清。

(十三) 請列出台電公司核四廠 1 號機水壓測試計畫及程序書中與 GE 公司水壓測試規範不同之處（包括先備條件、準備作業與系統可用性等）並請說明其差異性是否有安全疑慮。

(十四) 核四廠 1 號機工程陸續進入施工後測試階段，在相關設備移交核四廠執行試運轉工作之前，核四廠品保組織應先建立，以確保品質。

八、散會：下午 13 時 15 分。

「核四廠 1 號機反應爐水壓測試前須澄清事項審查」

會議紀錄

一、時間：97 年 8 月 14 日（星期四）上午 9 時 30 分

二、地點：原子能委員會六樓會議室

三、主席：陳宜彬處長

四、出席人員：

原能會：徐副處長明德、莊長富、牛效中、趙衛武、曹松楠、葉元川、李建智、張國榮、王迪生、宋清泉。

台電公司：葉英川副處長、林榮宜副廠長、陳文智副處長、臧鶴年、李榮曜、顏文祥、詹世亮、吳耀文、許永輝、魏天佑、王重章、陳永祥、林清榮、賴逢隆。

五、紀錄：宋清泉

六、討論：略。

七、決議事項：

（一）核四廠 1 號機反應爐水壓測試前須澄清事項，經會議審查後須再澄清事項彙整表詳如附件。惟本會針對反應爐水壓測試歷次函送意見（會議紀錄、注意改進事項、備忘錄、測試計畫及程序書審查意見）及台電公司之回覆，仍會依正常公文程序辦理。

（二）依據 GE 公司回覆台電公司之 CIR (client information request) 內容，反應爐廠房海水系統 (RBSW) 應較反應爐廠房冷卻水系統 (RBCW) 先完成試運轉，台電公司應列入未來執行試運轉測試規劃之參考。

（三）在有關測試順序的議題方面，此次核四廠 1 號機反應爐水壓測試，台電公司擬採取分段的方式實施，亦即未包含爐內泵馬達沖淨管路圍阻體內外側隔離閥間之管路，此項做法雖未違反法規規定 (ASME code)，但台電公司須待補作上述管路之水壓測試

後，始算完成 GE 公司規範要求之反應爐水壓測試。

- (四) 核四廠將使用遙控目視設備檢查 1 號機反應爐爐底穿越管 (CRDH 及 ICM) 是否有洩漏，其相關檢測能力應經中鼎 ANI 人員認證同意。

八、散會：下午 12 時 10 分。

1. 核四廠 1 號機反應爐水壓測試須再澄清事項彙整表

97 年 8 月 15 日修訂

項次		後續待澄或說明事項
1	「核四廠 1 號機反應爐水壓測試計畫及相關品保方案準備狀況」會議紀錄第四項：FSAR 第 14 章提及 CRD 液壓系統，第一階段試運轉後，可作為支援反應爐水壓測試之用，因此反應爐水壓測試前，機組是否需有永久性設備可用作為輔助，請台電公司向 GE 公司詢問澄清。	依 GE 公司之回覆 CRD 液壓系統係 RIP 及/或 FMCRD 裝好後，建議使用 CRD purge flow 以維持其所需之清潔，請台電公司進一步向 GE 公司澄清在核四廠 RIP 已裝好的情況下，執行水壓測試時是否需要 CRD purge flow。
2	「核四廠 1 號機反應爐水壓測試計畫及相關品保方案準備狀況」會議紀錄第十三項：請列出台電公司核四廠 1 號機水壓測試計畫及程序書中與 GE 公司水壓測試規範不同之處（包括先備條件、準備作業與系統可用性）並請說明其差異性是否有安全疑慮。	請台電公司確實比對並修正說明後，再申請結案。(例如：本次反應爐水壓測試範圍與規範相異之處、永久支架的使用情形等)
3	注改 AN-LM-97-009-3-5 經查證 FCR-NSS-375 所附之設計變更圖面，並核對品質組提供之管制版 ISO 圖，並未顯示相關變更內容，仍為舊有之管制版，請檢討有關圖面變更管制作業之周延性，以免圖面與現場不符合。	由於資料回覆本會時間較晚，本案待審查後再行決定是否結案。
4	注改 AN-LM-96-006-2-4 爐心測板鉚道品質疑慮。	本案待進一步答覆後再行決定是否結案。
5	注改 AN-LM-96-006-2-1 Core Plate 及 TOP Guide 之 Bolt Tensioner。	由於資料回覆本會時間較晚，本案待審查後再行決定是否結案。
6	注改 AN-LM-97-004-1-5、AN-LM-97-004-1-6、AN-LM-97-004-1-7 等三案係與管路支架能否使用臨時支架代替有關。	此三案請台電公司洽 GE 公司澄清下列事項： 1. 於反應爐水壓測試時能否使用臨時支架代替永久支架。 2. 已裝設之永久支架之 VT-3 是否須完成功能測試。
7	注改 AN-LM-97-004-2-5 1 號機 CRDH 鉚腳長無法符合設計要求。	有關 CRDH 鉚道喉深尺寸不足疑慮，本會審查意見如下： 1. 請台電公司應於水壓測試前提供 GE 公司初步認為 CRDH 鉚道喉深尺寸現況，應無安全疑慮且符合 ASME Code 要求可以接受

		之文件證明或會議記錄。 2. 依 GE 公司 GEPT-2008-1732 函顯示，GE 公司要求台電公司應提送經安裝者 QA 人員簽證之竣品質文件 (QA Record)，而本會 AN-LM-97-004-2-5 之審查意見亦有類似要求，有關文件請於回覆前項注改及 97 年 5 月 6 日會核字第 0970007552 號書函時一併提送，另並請說明所用測量方法，以及比較 97 年 3 月 20 日施工處量測結果與 97 年 4 月-5 月間品保小組量測結果之差異。 3. GE 公司評估報告提出時間，應於 FMCRD 設備安裝前提出。
8	注改 AN-LM-97-004-2-6 水壓測試前應完成所有相關 NCR、注意改進事項、備忘錄澄清與改善。	請台電公司完成表列項目後再申請結案。
9	備忘錄 HQ-會核-96-04-0 CRDH Stub tube 銲接後銲道尺寸設計變更，HPCF Coupling Brace 組件銲道尺寸設計變更。	本項與注改 AN-LM-97-004-2-5 內容相似，應一起結案。

「核四廠 1 號機反應爐水壓測試申請審查會」會議
紀錄

一、時間：97 年 10 月 24 日（星期五）下午 13 時 45 分

二、地點：原子能委員會六樓會議室

三、主席：陳宜彬處長

四、出席人員：

原能會：徐明德副處長、牛效中、趙衛武、曹松楠、
石門環、李綺思、張國榮、洪子傑、宋清
泉。

台電公司：邱德成處長、葉英川副處長、林榮宜副廠
長、王伯輝副廠長、林俊隆、詹世亮、李榮
曜、賴逢裕、顏文祥、魏天佑、林清榮。

工研院：王立華

五、紀錄：宋清泉

六、討論：略。

七、決議事項：

- （一）台電公司係請中鼎公司支援核能檢查員（ANI）代為簽署見證反應爐水壓測試範圍內廠製鐸道，請台電公司確認並提供中鼎公司 ANI 已同意檢查並簽署廠製鐸道相關檢查文件。
- （二）核四廠 1 號機安全等級管路水壓測試亦有廠製鐸道問題，請台電公司參照反應爐水壓測試廠製鐸道檢查之方式處理。
- （三）有關注意改進事項編號：AN-LM-96-006-2-4 及 AN-LM-97-009-2-8，因該兩案管制內容與反應爐水壓測試無直接之關聯性，准許台電公司於反應爐水壓測試後再予以澄清。
- （四）有關 205 支控制棒驅動機殼（CRDH）之爐底短管（Stub Tube）鐸道喉深是否確實大於 ASME 規定乙案（注意改進事項編號：AN-LM-97-004-2-

5)，台電公司承諾於反應爐水壓測試後提出抽樣檢查比例及適當之量測方式。二號機部份，請台電公司研訂量測工具、方法、時機及程序書，以確認銲道符合規定。

(五) 本會原則同意可進行一號機反應爐水壓測試，請台電公司於10月27日中午前告知本會預定執行期程，本會將派員前往查證。

八、散會：下午16時45分。

核四廠 1 號機反應爐水壓測試先備條件缺失

- (1) 爐內泵 (RIP) C 台熱交換器洩水管路隔離閥無法全關，造成下方視窗管路漏水。
- (2) 臨時加壓泵回水管路接頭於測試加壓時有洩漏情形。
- (3) 測試高聲電話時發現有故障。
- (4) 控制中心現場十分悶熱，建議通風系統應起動運轉。
- (5) 未見臨時柴油發電機測試紀錄，無法得知是否可用，反應爐下乾井臨時加裝之沉水泵是否可用仍待澄清。
- (6) 未見臨時加壓泵操作程序書，另，臨時加壓泵是否有過壓保護待澄清。
- (7) 儀控管路 1B21-BV-026A 至 122-0012A/B 之間臨時旁通管路未加臨時支撐，待改進。
- (8) 儀控設備之校驗紀錄未查證待澄清。
- (9) 上乾井 18100 樓層照明不穩，待改進。
- (10) 反應爐水壓測試範圍內之管路非破壞檢測紀錄清單未建立，施工處應於水壓測試前建立並經 QA 人員確認其正確性。

核能機組管制決行表

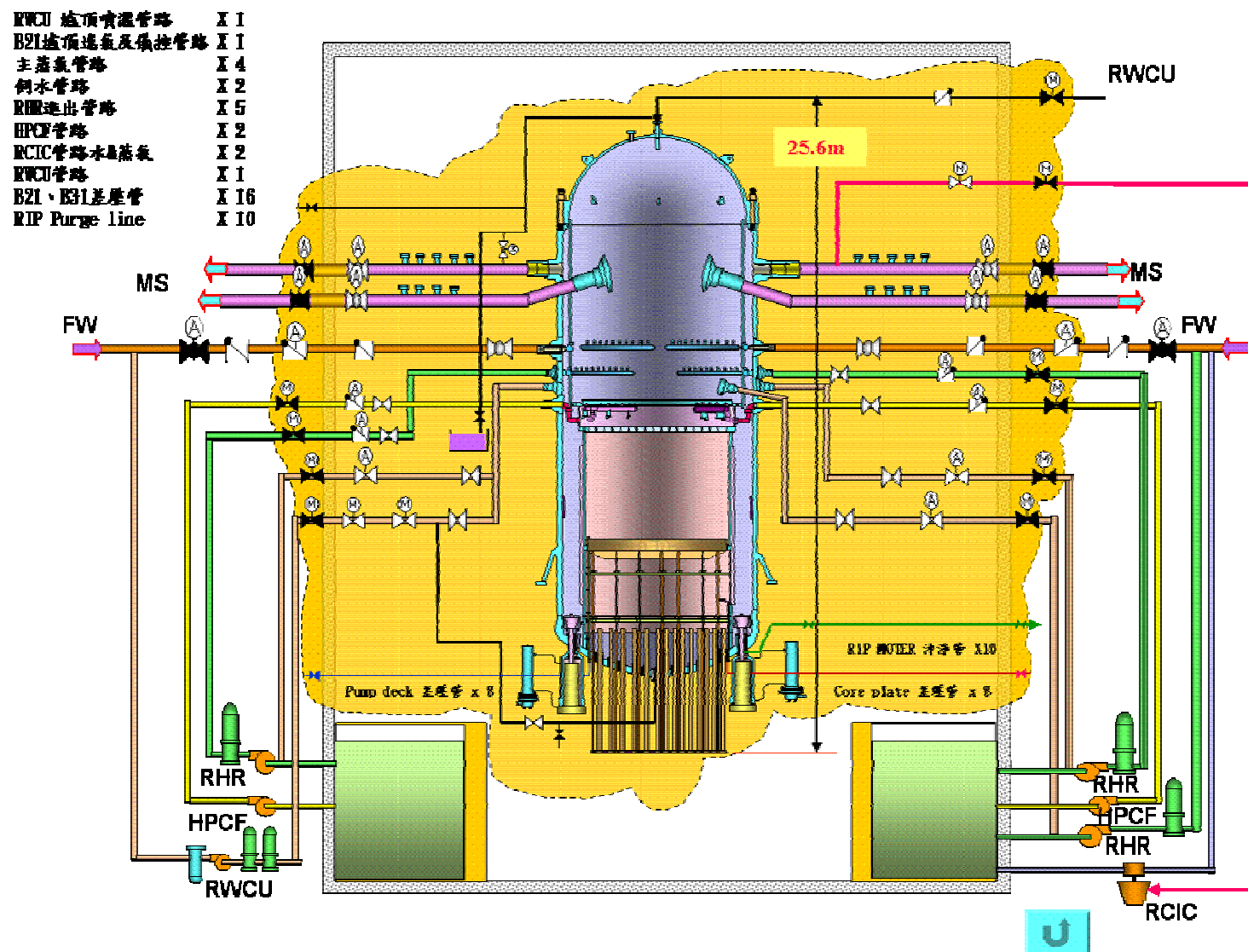
廠別、機組別	核四廠一號機		
管制事項	核四廠一號機反應爐水壓測試		
同意時間	97 年 10 月 29 日 16 時 20 分		
要求事項： 一、待緊急柴油發電機測試完畢且功能正常可作為替代電源後，同意可執行核四廠一號機反應爐水壓測試。 二、台電公司於反應爐水壓測試查漏階段（設計壓力）期間，應待中鼎公司 ANI 人員確實查證完畢後方得洩壓（緊急狀況除外）。 三、台電公司應於反應爐水壓測試後，確實得到中鼎公司 ANI 人員簽署包含管路廠製鐸道在內之測試報告。 四、台電公司應於反應爐水壓測試查漏階段壓力（8.20MPa）之前，提送測試範圍內鐸道之非破壞檢測紀錄完整清單，並經 QA 人員查核正確後，方可繼續升壓。 以下空白			
承辦人	科長	副處長	處長
宋清泉	趙衛武	核能管制處 副處長 徐明德	核能管制處 副處長 徐明德 971029/620

核能電廠注意改進事項

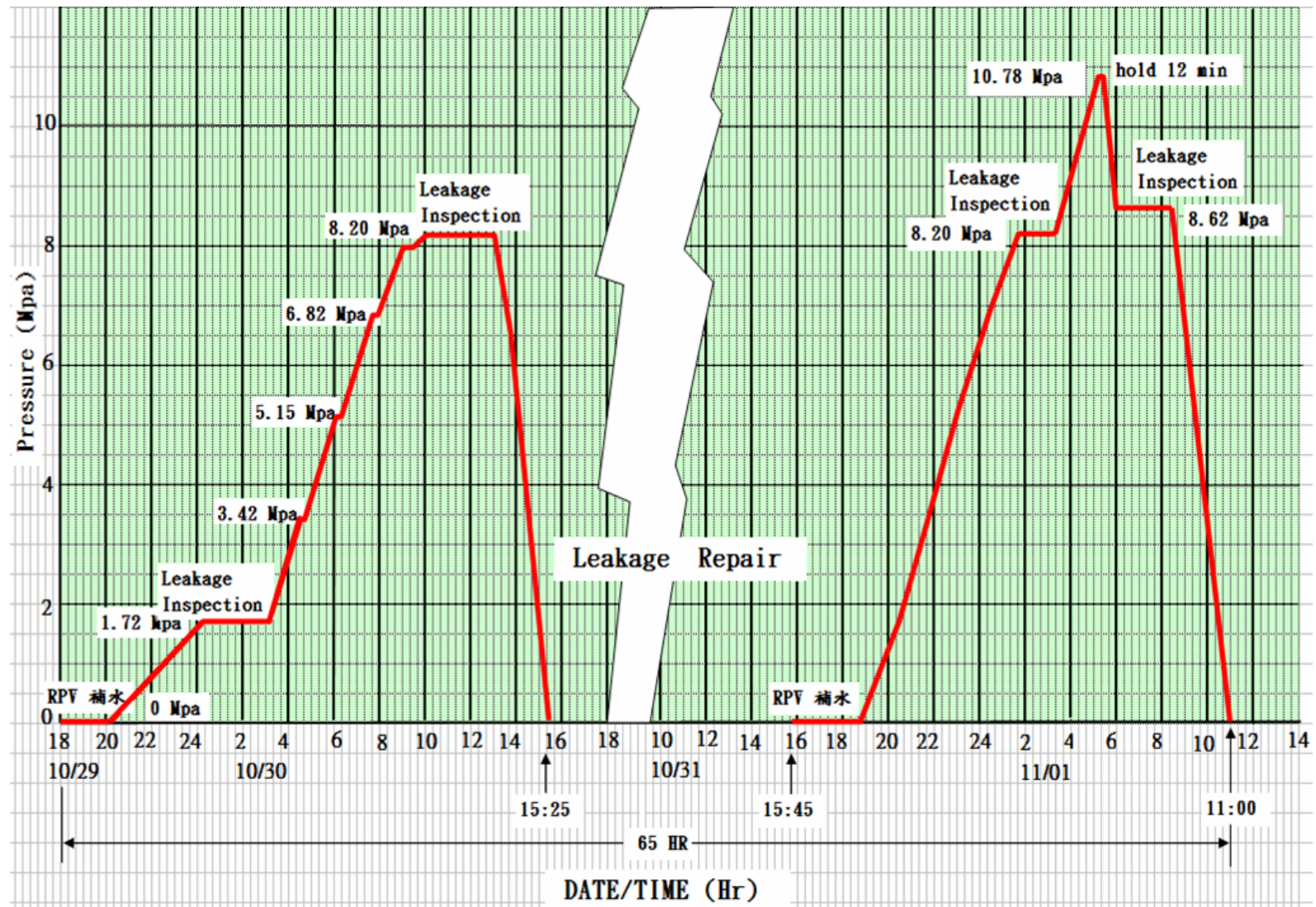
編 號	AN-LM-97-017	日 期	97 年 11 月 28 日
廠 別	龍門施工處	承 辦 人	宋清泉 2232-2125
注改事項：請針對核四廠 1 號機反應爐水壓測試發生疏漏致 1 口鉀道未檢驗，提出改正措施。 內 容： 核四廠 1 號機反應爐水壓測試第一階段已於 11 月 1 日結束，但本會視察員於核對鉀道清單時，發現有 1 口鉀道編號：B31-M8112-W7 未納入檢查鉀道清單內，請針對疏漏之鉀道未能於反應爐水壓測試時完成檢查，提出因應之改正措施。			
參考文件：			

核能電廠視察備忘錄

編號	LM-會核-97-19 -0	日期	97 年 11 月 05 日
廠別	核能四廠	相關單位	核能安全處
事由：核四廠1號機反應爐水壓測試後續應注意事項。 說明： 一、核四廠一號機反應爐水壓測試範圍內管路大部分已於11月1日完成測試，鑑於反應器廠房及圍阻體內仍有許多工作需進行，因此如何避免反應爐水壓測試範圍管路被包商誤切斷或因施工不慎造成損壞，請龍門施工處提出防範措施，以免反應爐水壓測試需再次實施。 二、反應爐水壓測試範圍內之彈簧吊架固定插銷於測試期間均已移除，測試完畢是否須復歸以保護吊架，請龍門施工處澄清。			
承辦人：宋清泉		電話：02-22322125	



附圖一 核四廠 1 號機反應爐水壓測試範圍示意圖



附圖二 核四廠 1 號機反應爐水壓測試實際加壓曲線圖