

NRD-NPP-115-02

核二廠1號機「護箱裝載池復原
修改案」現場施工
專案視察報告

核能安全委員會 核安管制組
中華民國 115 年 3 月

摘要

核能安全委員會(以下簡稱本會)於 114 年 8 月 1 日接獲台電公司提出核二廠 1 號機「護箱裝載池復原修改案」現場施工作業申請，係台電公司為因應核二廠 1 號機除役期間將用過燃料移出至乾貯設施之作業需求，須將先前運轉期間為解決用過燃料池接近滿儲而改裝為用過燃料貯存空間之護箱裝載池，恢復至原始設計功能狀態。核二廠護箱裝載池復原修改案相關之安全分析報告及設計修改成套文件，業經本會分別於 112 年 11 月 21 日及 114 年 7 月 29 日審查同意後，台電公司依核二廠除役計畫重要管制事項 KS-DP-07 規劃之時程，提出本案核二廠 1 號機「護箱裝載池復原修改案」現場施工作業申請。

本案現場施工作業執行期間，本會除由駐廠視察員進行現場查證外，對於重要工程項目亦再派員至現場進行查證。期間，並於 114 年 9 月 24 日由審查小組會外委員及會內相關同仁執行施工期間聯合視察。在電廠相關施工與測試作業完成後，本會亦於 114 年 12 月 18 日由審查小組會外委員及會內相關同仁執行完工後聯合視察，並進行相關品質文件查證。

本項專案視察並未發現有需後續追蹤管制，現場相關視察發現，電廠均已澄清說明並完成相關改善作業。總結此次專案視察結果，經現場實地視察後，確認核二廠 1 號機「護箱裝載池復原修改案」現場施工作業均依相關設計圖面及作業程序書施工，已恢復原先設計功能，故本會於 114 年 12 月 29 日同意核二廠 1 號機護箱裝載池可啟用以進行原設計功能之作業。

目錄

壹、前言	1
貳、視察過程與結果	1
參、結論	8
附件一 核二廠 1 號機護箱裝載池復原案施工視察計畫	9

壹、前言

核能安全委員會(以下簡稱本會)於 114 年 8 月 1 日接獲台電公司提出核二廠 1 號機「護箱裝載池復原修改案」現場施工作業申請，係台電公司為因應核二廠 1 號機除役期間將用過燃料移出至乾貯設施之作業需求，須將先前運轉期間為解決用過燃料池接近滿儲而改裝為用過燃料貯存空間之護箱裝載池，恢復至原始設計功能狀態。核二廠護箱裝載池復原修改案相關之安全分析報告及設計修改成套文件，業經本會分別於 112 年 11 月 21 日及 114 年 7 月 29 日審查同意後，台電公司依核二廠除役計畫重要管制事項 KS-DP-07 規劃之時程，提出本案核二廠 1 號機「護箱裝載池復原修改案」現場施工作業申請。

本案現場執行期間，本會除由駐廠視察員進行現場查證外，對於重要工程項目亦再派員至現場進行查證，本會視察計畫如附件一。施工作業期間，本會審查小組會外委員及會內相關同仁於 114 年 9 月 24 日執行施工期間聯合視察。在電廠相關施工與測試作業完成後，本會亦於 114 年 12 月 18 日由審查小組會外委員及會內相關同仁執行完工後聯合視察，並進行相關品質文件查證。

貳、視察過程與結果

台電公司核二廠於 114 年 8 月 15 日開始進行現場施工作業，本會依據台電公司提報之施工計畫，規劃對燃料挪移作業、裝載池改裝設備移除作業、不銹鋼銲接構件復原作業、裝載池內盲封之管路復原作業、曝露管制及合理抑低計畫等，進行包括施工狀況、作業品質、安全管制和防範異物入侵措施等之查證，並在核二廠完成現場施工作業後，對品質文件進行查證。另在現場施工作業執行期間及完成後，由本案審查小組會外委員及會內相關同仁赴核二廠執行聯合視察。本

次視察方式包括文件審查、人員訪談和現場實地作業查證等，視察結果如下：

一、燃料挪移作業查證

查證 1 號機燃料廠房三樓用過燃料池現場燃料挪移與上傳作業執行情形，操作人員將用過燃料由護箱裝載池格架吊出，置放於斜面燃料傳送系統 (IFTS)，再傳送至反應器廠房七樓上燃料池；現場有品質組及運轉組人員就執行步驟進行查核，且有工安組人員進行現場作業安全監督，無異常發現。查燃料台車上有二名操作人員，符合核二廠程序書 D336.7「燃料處理台操作(燃料廠房)」規定執行過程應雙重確認之要求，且操作人員均有接受規定之訓練；另燃料台車上工作桌置有燃料編號與挪移管控表(KMP FORM)和燃料吊起後重量確認表，電廠操作人員及核技人員確實依表執行並記錄，無不符之發現。

本次亦針對 1 號機反應器廠房七樓之上燃料池進行燃料挪移作業進行查證。現場操作人員吊出由斜面燃料傳送系統 (IFTS) 傳送之用過燃料，並移置上燃料池格架儲放。作業全程皆有運轉組人員從旁核對操作步驟，工安組人員亦在場執行作業安全監督，無異常發現。燃料台車配置兩名依規受訓之操作人員，作業過程符合程序書 D282「燃料挪移程序書」之雙重確認規定；抽查燃料編號與挪移管控表 (KMP FORM) 及燃料吊起後重量確認表，皆依規定執行並紀錄，無不符之發現。

查證工作現場防範異物入侵措施(FME)作業執行情形，各作業現場皆有依核二廠程序書 D708.1.1「燃料填換樓及下燃料池區域 FME 管制」規定建立 FME 管制區，並設置 FME 管制桌，FME 管制表格皆有確實登載；人員攜帶物品皆有確實執行防止鬆脫措施，

並確認狀況良好；現場環境整潔良好，無不符之發現。

查證燃料挪移作業期間除役技術規範之符合性，其作業期間燃料廠房維持完整可用，符合除役技術規範 3.7.8 之規定；查作業期間兩串燃料廠房排氣系統均為可用，符合除役技術規範 3.7.9 之規定；另查作業期間二串備用氣體處理系統(SGTS)系統均為可用，符合除役技術規範 3.6.4.3 之規定，無不符之發現。

查證燃料傳送相關設備功能測試作業執行情形，在燃料傳送作業執行前，燃料填換台車及斜面燃料傳送系統皆依核二廠程序書 D619.3.1「燃料填換台功能測試」規定進行功能驗證符合，無不符之發現；燃料傳送過程中，電廠依核二廠程序書 D619.7.1「斜面燃料傳送系統運轉性能測試」規定每 12 小時驗證兩個控道及警示燈皆可用，並依核二廠程序書 D619.7.2「斜面燃料傳送系統每週運轉性能測試」規定每 7 日驗證 IFTS 涉及人員安全之系統出入門相關之連鎖、閉鎖開關功能及阻塞閥動作正常，無不符之發現。

二、裝載池改裝設備移除作業查證

查證 1 號機護箱裝載池改裝設備移除作業執行情形，電廠於吊掛作業執行前召開工具箱會議，確實執行維護查證表之相關步驟；操作人員皆具備證照且完成人員訓練，並完成工作程序安全檢核表、吊具檢查表等之查核規定，符合核二廠程序書 D795「起重搬運程序書」之規定。盲封板移除完成後針對管路施工部位執行目視檢測(VT)及液滲檢測(PT)，確保管路狀況，符合核二廠特殊程序書 SP-2022-01「護箱裝載池復原特殊程序書」之規定。此外，吊運作業有依核二廠程序書 D737.1「起重機預防保養、測試檢查」規定，確認固定式起重機、高空工作車符合每日作業前之檢查要求，人員搭乘設備亦具備合格標示，無不符之發現。

三、不銹鋼銲接構件復原作業查證

至核二廠預製場查證水門掛架銲接之首次模擬演練執行情形，提出視察意見如下：(1)應建立水門掛架銲接模擬演練之作業查核文件，經電廠品質組及台電公司品保小組訂定查核點及建立品質文件；(2)水門掛架之銲接程序，應經過設計單位確認；(3)就模擬演練採用手持式溫度槍量測襯板背覆混凝土之溫度，說明其依據及適切性。電廠就前述本會視察意見，已修訂核二廠特殊程序書 SP-2022-01「護箱裝載池復原特殊程序書」，就水門掛架銲接之相關參數、順序及銲道編號等，送相關組訂定查核點；修正後之水門掛架銲接程序，已經過設計單位確認，並用於後續模擬演練執行紀錄之水門掛架與襯板銲接管控程序表，且改用熱電偶量測銲道背襯溫度進行試驗。前述視察意見需澄清及改善部分，皆已完成。

至核二廠預製場查證水門掛架銲接之後續模擬演練執行情形，再次提出視察意見如下：(1)銲接工作查核表之查核項目，如銲前檢驗銲件接頭、銲道施銲完成與銲接過程中及銲後需量測銲口及銲道尺寸等，並未註明查核內容及接受標準；(2)請澄清檢查銲道表面之目視檢查人員資格；(3)對填角銲之腳長尺寸檢查，請澄清相關規範標準與程序，並建立相關施工圖面與文件後再據以執行；(4)請澄清設計修改文件(DCRD-K1-0001)對於水門掛架未見相關材質檢測要求程序之依據。電廠就前述本會視察意見，已提出澄清說明，除提供相關檢查人員資格證明與檢測依據外，並增列銲接工作查證精進項目，包含點銲、填角銲、銲接中及銲接完成之檢驗內容與接受標準，建立據以執行之相關施工圖面與文件。前述視察意見需澄清及改善部分，皆已完成且可接受。

查證 4 號水門掛架編號 M67R(G4-6)銲接模擬演練(預製場)銲後目視檢測(VT)及液滲檢測(PT)作業現場視察，查皆依程序書

PDSI-VT-24-1 及 PDSI-PT-24-1 執行，檢測結果正常，無不符之發現。另電廠依核二廠特殊程序書 SP-2022-01「護箱裝載池復原特殊程序書」附件五-5，執行護箱裝載池水門掛架尺寸及銲道檢測，皆符合程序書尺寸接受標準，無不符之發現。

就電廠執行裝載池復原之水門掛架銲接作業，分別查證舊水門掛架殘餘結構移除後 PT 檢測作業、3 號水門掛架點銲定位作業、水門掛架點銲後與襯板間隙之量測及點銲尺寸量測等，檢視相關作業皆有量測記錄，水門掛架銲後之襯板執行液滲檢測結果為正常，無不符之發現。

四、裝載池內盲封之管路復原作業查證

至 1 號機護箱裝載池內查證現場作業執行情形，工作人員使用砂輪機及吸塵器對 12 吋管盲板銲道執行清除作業，清除後再執行目視檢測，現場搭架、圍籬及吊掛等工安管制作業良好，無異常發現。

五、曝露管制查證

視察臨時管制站之管制情形，臨時管制站管理人員有注意與提醒工作人員有關劑量計之正確配戴方式之作為，污染區圍籬設置、區域輻射與污染之度量及標示、人力之配置，均依程序書 D903「進出管制程序」相關規定執行，工作人員皆依規定配戴劑量配章(TLD 與 EPD)，無異常發現。

抽查施工作業期間核二廠工作人員劑量計(TLD、EPD)配戴查核紀錄表(114 年 11 月份)，皆依核二廠程序書 D907「輻射工作許可證作業程序」，完整紀錄，且電廠自主劑量配章抽檢結果均為正常，無異常發現。

六、合理抑低計畫查證

本次施工作業，因污染較預期低，工時較預期短，各工項合計之集體劑量實績值為 41.72 人毫西弗，比目標值 89.28 人毫西弗低估。主要差異係「燃料挪移作業」，因保守估計用過燃料劑量率，實際劑量率遠低於預期。故該項目實際值 1.38 人毫西弗，比目標值 23.88 人毫西弗低估，無異常發現。

本次施工作業，依合理抑低計畫執行，無發生人員劑量超限、環境污染或重大輻安事件，其餘建議事項，均已當場請電廠提出澄清或檢討改善。各工項合計之集體劑量實績值比目標值低，無異常發現。

七、完工後品質文件查證

電廠依核二廠程序書 D282「燃料挪移程序書」執行 1 號機護箱裝載池復原案執行燃料挪移作業，經查程序書執行紀錄，包括工具箱會議(TBM)紀錄、燃料吊起後重量確認表（燃料廠房三樓）及燃料吊起後重量確認表（反應器廠房七樓）等，無不符程序書規定之發現。

有關燃料挪移作業期間防範異物入侵(FME)管制作業，係電廠依程序書 D708.1.1「燃料填換樓及下燃料池區域 FME 管制」執行。抽查燃料填換樓/下燃料池 FME 管制自我查證核對表，其時間、人員紀錄完整，工作前檢查、工作後檢查項目皆有核對紀錄，並由檢驗員簽名確認，無不符之發現。

查核電廠依核二廠程序書 SP-2022-01「護箱裝載池復原特殊程序書」所執行裝載池內盲封管路復原作業執行紀錄，包括銲接工作查證表、目視檢測報告及液滲檢測報告等，無不符程序書規定之發現。此外，盲封管路復原後依核二廠程序書 D1111.02「壓力試驗工

作管制程序」進行壓力試驗，抽查壓力試驗紀錄，其時間、人員紀錄完整，試驗前準備、試驗時查漏皆有核對紀錄，並由檢驗員簽名確認，無不符之發現。

查證水門掛架銲接作業之執行紀錄中就水門掛架襯板銲接程序之新構件銲接查證表第 15、16、20 項之精進項目，包括銲件表面清潔、接頭裝配後之銲口清潔、銲口定位、點銲目視檢查、銲接中查證之銲口定位及銲接順序等銲道施工、銲道施銲完成之銲道尺寸等，電廠已依本會視察意見增列查證內容與接受標準；抽查水門掛架編號 G3-6 及 G4-1 銲接過程包括點銲、銲接中與完成後之銲道檢查等相關紀錄，無不符之發現。

有關水門掛架銲接及檢測相關之施工作業品質文件，抽查水門掛架編號 G3-2、G3-6、G4-5 及 G4-6 之部分，包括水門掛架與襯板銲接管控程序表中有關銲接電流、銲接速度與每道銲道間隔時間等，均參考模擬演練紀錄表之參數執行，銲接入熱量經程序書計算結果皆符合規定；另查水門掛架編號 G3-2、G3-6、G4-5 及 G4-6 施工完成之目視檢測及液滲檢測報告，檢查結果均為正常，無不符之發現。

查核 3 號與 4 號水門掛架襯板平整度之施工作業品質文件，抽閱 3 號與 4 號水門掛架襯板平整度量測檢驗報告附件六-1、2 內容，G3-1~G3-6 及 G4-1~G4-6 平整度差異皆小於接受標準，無不符之發現。

八、聯合視察執行情形

本案現場施工作業執行期間，本會於 114 年 9 月 24 日由本案審查小組會外委員與本會同仁至核二廠進行現場施工作業視察，除赴現場實地查證，並於視察後就現場施工作業相關之核安、輻安、工安、動火管制及作業精進等議題與台電公司進行討論。114 年 12

月 18 日本會再度由本案審查小組會外委員與本會同仁至核二廠赴核二廠辦理完工視察，查核復原施工作業的品質與結果，確認 1 號機護箱裝載池已恢復原先設計功能。

參、結論

本項專案視察並未發現有需後續追蹤管制，現場相關視察發現，電廠均已提出澄清說明並完成相關改善作業。總結此次專案視察結果，經現場實地視察後，確認核二廠 1 號機「護箱裝載池復原修改案」現場施工作業均依相關設計圖面及作業程序書施工，已恢復原先設計功能，故本會於 114 年 12 月 29 日同意核二廠 1 號機護箱裝載池可啟用以進行原設計功能之作業。

附件一

核二廠1號機護箱裝載池復原案施工視察計畫

一、視察人員：

領 隊：廖科長柏名

第一組：曹松楠、熊大綱、張自豪、陳志嘉、莊宴惠、楊杰翰、羅毅駿

第二組：林駿丞

二、視察時程：

114年8月15日至115年2月25日（約195天）（依實際工期適當調整）

三、注意事項：

1. 請電廠品質組及核安處駐廠小組嚴格稽查包商施工狀況及作業品質。
2. 請加強異物入侵經驗回饋及防範措施。
3. 潛在危害作業(吊運、吊掛、動火等)請加強工安防護措施。
4. 施工作業期間應加強防範人為作業疏失及工安管理。
5. 本次視察承辦人：陳志嘉(TEL：22322138)。

四、各分組視察項目及人員如下：

第一組

項次	視 察 項 目	視察人員	是否需停留查證
1	燃料挪移作業	陳志嘉	是
2	裝載池改裝設備移除作業	熊大綱 楊杰翰	是
3	不銹鋼銲接構件復原作業	莊宴惠 曹松楠	是
4	裝載池內盲封之管路復原作業	張自豪 羅毅駿	是

第二組

項次	視 察 項 目	負責人	是否需停留查證
1	曝露管制	林駿丞	否
5	合理抑低計畫	林駿丞	否