

核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業

107年度統合演練專案檢查報告

(107年4月)



原子能委員會放射性物料管理局

目 次

一、檢查目的.....	1
二、檢查依據.....	1
三、檢查計畫.....	2
四、檢查發現.....	2
五、檢查結果.....	7

一、檢查目的

依據物管局 105 年 5 月第 131 次放射性物料管制會議議案 734 管制決議，要求台電公司加強維持核一廠乾式貯存熱測試作業能量。台電公司遵照本項決議規劃於 105-107 年間完成兩次統合演練作業。第一次統合演練作業已於 106 年 3 月 17 日至年 4 月 14 日完成執行，第二次統合演練作業規劃於 107 年 2 月 26 日至 3 月 30 日執行。演練目的係模擬真實運轉作業狀況，於核一廠實地全程執行各相關工作，並統合核一廠各相關單位，使各類人員能熟悉作業性質，並增強介面協調，以提升參與乾貯工作人員之作業熟練度及後續熱測試作業安全。

本次演練作業，物管局依據「核一廠乾式貯存設施熱測試準備作業 107 年度統合演練專案檢查計畫」及檢查導則（IG-1、IG-2）派員到場執行檢查，目的係查證現場作業程序及設備功能接受標準等要求，與物管局完成核備之「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫」及其相關程序書規定內容之一致性，藉以提升未來乾式貯存作業之安全管制。

二、檢查依據

- (一) 放射性物料管理法及其施行細則。
- (二) 放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則。
- (三) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品質保證計畫(第十版)。
- (四) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告審查結論。
- (五) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫。
- (六) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施整體功能驗證結果報告。
- (七) 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫相關程序書。
- (八) 核一乾貯統合演練作業檢查導則（IG-1）及檢查查核表（IG-2）。

(物管局)

(九) 駐核能電廠安全小組一般稽查作業程序書(DNS-G-18.2-T)

三、檢查計畫

(一) 檢查重點：

1. 作業現場工安、輻安管制要求及人員資格檢定。
2. 密封鋼筒準備及阻力測試
3. 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位。
4. 模擬燃料束裝填。
5. 屏蔽上蓋安裝。
6. 水下傳送護箱吊運操作/傳送護箱定位及除污。
7. 壓力測試、排水、真空乾燥。
8. 孔蓋銲接、結構上蓋銲接及非破壞檢測。
9. 傳送護箱吊裝與密封鋼筒傳送。
10. 混凝土護箱 (VCC) 運送。

(二) 檢查小組成員：(職銜敬稱略)

李彥良、嚴國城、萬明憲、郭嘉仁、李博修、黃炳昌、黃維凡、陳伊琳、鄭敬翰、楊偉鑫。

四、檢查發現

本局於演練期間派員到場執行檢查，經由紀錄文件查核、人員訪談及現場巡查等，逐項查證各項目之執行成效。檢查結果摘要如下：

(一) 作業現場工安、輻安管制要求及人員資格檢定

1. 每日演練作業執行前，由現場作業負責人召集作業人員召開工具箱會議，確認參與作業內容之工作人員、說明工作項目及安全注意事項，並依規填寫工具箱會議/危害告知紀錄表。另作業現場均有派駐工安人員，以確保人員作業安全，符合工安作業要求。
2. 查演練過程中於執行高架作業、高處作業前，負責人召集作業人員執行特定潛在危害作業告知，另執行吊運作業前，均有進行吊掛用具檢查，以確保人員作業安全，符合工安作業要求。
3. 反應器廠房吊具操作人員楊○業先生具有勞動部「固定式起重機操作-架空式-機上操作」技術士證，符合規定。
4. 本次統合演練作業人員共有57位，參與人員均完成乾貯設施安裝及吊運階段人員專業訓練且訓練成績合格。經查各項技術人員均具備資格檢定證書，符合管制要求。（輻防人員具有原能會核發之輻射防護人員認可證書、工安人員具有職業安全衛生技術士證、銲接人員均經台電公司林口訓練中心檢定合格、非破壞檢測人員均領有財團法人非破壞檢測學會資格證書。

(二) 密封鋼筒準備及阻力測試

1. 密封鋼筒方管阻力測試作業，係為驗證密封鋼筒方管之垂直度與尺寸精度為良好狀態，其作法將模擬燃料束置放於鋼筒燃料方管中，並記錄燃料方管電子磅秤阻力，接收標準為模擬燃料束重量(±50磅)。查演練過程台電公司確實依據「密封鋼筒前置作業程序書 (ISFSI-07-SOP-07004)」第 6.4 節密封鋼筒方管阻力測試程序，執行編號25號密封鋼筒，共10批次方管阻力測試，測試結果符合規定。
2. 密封鋼筒阻力測試於二貯庫執行，作業現場（含吊車）共有14盞燈具，有4盞未亮，經檢查員提醒，核一廠已於演練期間完成改善。

(三) 密封鋼筒/傳送護箱吊運與下水定位

1. 密封鋼筒下水作業，係將密封鋼筒置入傳送護箱並吊運入用過燃料池，接受標準為傳送護箱併同密封鋼筒吊運至燃料池護箱裝載區定位。查台電公司演練過程確實依據「反應器廠房內操作程序書 (ISFSI-07-SOP-07008)」第 6.2 節傳送護箱含密封鋼筒吊入燃料池燃料裝載區程序之內容執行，順利完成吊運作業。
2. 現場查核密封鋼筒灌水、吊具接合確認、主吊車煞車功能確認、循環水回流等相關作業均依照程序書執行，作業內容分述如下：
 - (1) 執行密封鋼筒灌水作業測試，作業人員均於灌水前及灌水時，隨時檢查水管及接頭有無破漏。
 - (2) 傳送護箱吊軌與 J 形鉤接合經確認後，緩慢將傳送護箱吊起至距離地面 30 公分，再將傳送護箱下降至距離地面 15 公分，暫停 1 分鐘，以確認反應器廠房主吊車煞車功能正常。
 - (3) 以除礦水淋濕傳送護箱外表，並緩慢降下傳送護箱，確認傳送護箱底板池壁保護塊分別朝向燃料池東面及北面牆，並以水下攝影機確認傳送護箱已坐妥。

(四) 模擬燃料束裝填

模擬燃料束裝填驗證作業，係為確認模擬燃料束可順利裝填於密封鋼筒內指定之位置，接受標準為模擬燃料束可以通過密封鋼筒4個極限位置DC-1、DC-4、DI-4、DG-1裝填測試。查台電公司演練過程確實依據「反應器廠房內操作程序書 (ISFSI-07-SOP-07008)」第 6.3 節燃料裝填相關程序執行，順利完成燃料裝載測試，且裝填作業過程中，燃料池水溫為27.5°C，符合程序書不高於水溫41°C之規定。

(五) 屏蔽上蓋安裝

屏蔽上蓋安裝主要係將屏蔽上蓋置放在密封鋼筒支撐環上，接收標準為屏蔽上蓋插槽與密封鋼筒定位鍵接合。查台電公司演練過程確實依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP- 07008)」第6.4節安裝密封鋼筒屏蔽上蓋相關程序執行，順利完成屏蔽上蓋安裝作業，且各項會驗工作均有確實執行及簽章，符合自主品質管制要求。

(六) 水下傳送護箱吊運操作/傳送護箱定位及除污

本項作業主要係將傳送護箱併同已裝載燃料之密封鋼筒吊至五樓操作區定位，並進行傳送護箱除污作業。查台電公司演練過程確實依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP- 07008)」第6.5節傳送護箱含已裝載之密封鋼筒吊至五樓操作區程序及「輻射防護作業程序書(ISFSI-07-SOP-07013)」相關程序執行，順利完成密封鋼筒及傳送護箱出水及除污作業。

(七) 壓力測試、排水、真空乾燥

1. 密封鋼筒氣壓測漏作業，主要係執行鐳道氬氣壓力測試，查台電公司演練過程確實依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP-07008-08)」第6.7節進行，氬氣壓力測試前後皆為20.3psig並維持10分鐘，符合氣壓測試合格標準。另密封鋼筒排水作業，則係依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP- 07008-08)」第6.8節規定進行，並順利完成。
2. 現場查核品質文件，各項會驗工作均有確實執行及簽章，相關測試結果並紀錄於「密封鋼筒作業紀錄」及「密封鋼筒作業時間限制追蹤表」等，符合自主品質管制要求。

(八) 孔蓋銲接、結構上蓋銲接及非破壞檢測

1. 查排水孔及排氣孔封口蓋銲接作業，台電公司確實依據「反應器廠房內操作程序書(ISFSI-07-SOP- 07008)」第6.11節排水孔及排氣孔封口蓋銲接及「密封鋼筒上蓋銲接操作程序書」(ISFSI-07-SOP-07007)進行，順利完成排水孔及排氣孔底道與表道銲接。(圖7-8)
2. 銲接完成後依據「密封鋼筒上蓋銲道非破壞檢測程序書 (ISFSI-07-SOP-07002)」執行液滲檢測及目視檢測作業，由具備LT 及VT Level II 檢測資格人員廖○成先生負責執行，檢測結果均為合格。
3. 上蓋銲道洩漏測試係依據「密封鋼筒上蓋銲道洩漏測試程序書 (ISFSI-07-SOP-07003)」第5.0節檢測程序規定執行，接收標準為氬氣洩漏率不得大於 $2 \times 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 限值。經查氬氣測漏作業係由具備LT Level II 檢測資格人員趙○行先生負責執行，檢測結果氬氣洩漏率為 $6.67 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{sec}$ 限值，符合程序書規定。

(九) 傳送護箱吊裝與密封鋼筒傳送

1. 傳送護箱吊送作業係依據「反應器廠房內操作程序書(編號：ISFSI-07-SOP-07008-08)」。執行作業前，傳送護箱銜接器已組裝於反應器廠房一樓之混凝土護箱頂部，而混凝土護箱則置於多軸油壓板車上。將傳送護箱吊離地面約30公分，再下降至15公分高度，確認反應器廠房主吊車之煞車功能。調整傳送護箱方位，由5樓吊送至一樓混凝土護箱上方，將傳送護箱屏蔽門連接頭與銜接器屏蔽門拉桿連接後，將2樓防震裝置懸臂放平頂至定位，完成密封鋼筒傳送演練後，再將傳送護箱吊回5樓操作區定位。
2. 輻射防護人員執行密封鋼筒外表面之污染偵測作業，查核確認擦拭樣品之 β/γ 與 α 值，符合「輻射防護作業程序書」(ISFSI-07-SOP-07013-11)之限值，即 $\beta/\gamma < 180\text{Bq}/100\text{cm}^2$ 並低於程序書所規定之行政管理限值($\beta/\gamma < 50\text{Bq}/100\text{cm}^2$; $\alpha < 1 \text{ Bq}/100\text{cm}^2$)。

(十) 混凝土護箱 (VCC) 運送

1. 混凝土護箱運送工作係依據「混凝土護箱前置及運送作業程序書 (ISFSI-07-SOP-07005)」第 6.3 節進行。經查，作業前台電公司依規定執行多軸油壓板車檢查並填寫檢查表，以及設備例行運轉檢查記錄表。作業步驟完成後，依規定執行簽核與複查，符合自主品質管制要求。
2. 運送作業前確認混凝土護箱移動路徑無異物並淨空，聯繫輻防及保安人員並安排交通指揮與管制事宜後，即開始進行運送作業。運送過程中進行必要之交通指揮與管制，警車、工程車及消防車等全程跟送，順利將混凝土護箱運送至乾貯場。

五、檢查結果

本次統合演練作業自 107 年 2 月 26 日開始至 107 年 3 月 30 日完成，演練期間物管局依據檢查計畫派員到場執行檢查，逐項查證各演練項目之執行成效及品質文件，確認作業程序及設備功能接受標準等要求，與「核一廠用過核子燃料乾式貯存設施試運轉計畫」及其相關程序書規定內容之一致性，檢查結果並未發現缺失情形。

本次演練作業過程中，物管局分別於 107 年 3 月 13 日及 3 月 20 日邀請放射性物料諮詢委員、地方代表及環保團體到場參訪，實地了解演練作業並聽取與會代表建言。訪查活動資訊已登載至原能會網站，落實公眾參與及資訊公開。

為強化安全管制，物管局已於 107 年 1 月 29 日放射性物料臨時管制會議決議，要求台電公司於核一廠乾貯熱測試作業前，每年應至少執行 1 次統合演練作業，持續維持熱測試作業能量，並加強乾貯作業技術移轉，培養核一廠自主作業能力，以確保未來熱測試作業安全。