
核二廠乾式貯存設施密封鋼筒

製程品質專案檢查

111年第4次檢查報告



放射性物料管理局

中華民國111年12月

目 次

一、檢查目的	1
二、檢查依據	2
三、檢查計畫	3
四、檢查發現	3
五、檢查結果	12

一、檢查目的

為解決核二廠用過核子燃料池貯存空間不足問題，台電公司於101年2月依放射性物料管理法規定，向原能會提出核二廠用過核子燃料乾式貯存設施建造執照申請案，經原能會審查後，於104年8月核發建造執照。有關核二廠乾式貯存設施密封鋼筒及其組件製造，台電公司係委託美國NAC International公司(以下簡稱NAC公司)及我國俊鼎機械廠股份有限公司(以下簡稱俊鼎公司)執行，並於104年12月4日正式授權製造。

密封鋼筒及其組件製造期間，台電公司各業務單位依「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品質保證計畫」(以下簡稱興建專案品保計畫)之組織分工執行三級品保作業。針對密封鋼筒銲接與非破壞檢測等特殊製程，則委託中銓興業有限公司(以下簡稱:中銓公司)執行。

為確保密封鋼筒及其組件之製程品質符合安全要求，本局依據台電公司製造時程規劃，組成檢查小組定期辦理專案檢查作業。本次專案檢查於111年12月7~9日至俊鼎公司執行，追蹤管控製造進度及查核台電公司三級品保之執行成效。目前本專案之製造進度概要說明如下：

(一) 密封鋼筒(TSC)製造進度：

1. TSC-01~09已完成製造及交運至核二廠暫存。
2. TSC-10 中子吸收板安裝/銲接。
3. TSC-16 殼體圈縫(WC2)銲道RT會驗完成
4. TSC-17 殼體圈縫(WC2)銲道銲接。
5. TSC-16&17 燃料方管銲道VT會驗完成。
6. TSC-21~22 燃料方管銲道VT/MT會驗完成。
7. TSC-24 側邊支撐板銲道VT/MT會驗完成。

8. TSC-24~27 殼體直縫(WL1/WL2)銲道射線檢測(RT)會驗完成

9. TSC 26&27 側邊支撐板支撐軌銲接。

(二) 傳送護箱(TFR)製造進度：

TFR本體、附屬配件及防撞緩衝器已完成製造及交付至核二廠暫存。

(三) 混凝土護箱(VCC)製造進度：

1. VCC-01~09已完成製造及交運至核二廠暫存。

2. VCC-10~16 Shell L線組立/銲接完成。

3. VCC-10~14 Shell C線組立/銲接完成。

4. VCC-10~16 底座底板組立/銲接完成。

5. VCC-10~16 底座立管、基板、支撐軌件組立/銲接完成。

6. VCC-10~16 頂蓋各組件組立完成。

7. VCC-10~16 進氣口頂板；實心棒組立/銲接。

8. VCC-10~12 排氣口銲件組立/銲接。

(四) 門型吊車製造進度：

已完成製造及廠內組裝與負載測試，已交運至核二廠暫存。

二、檢查依據

(一) 核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告及其審查結論。

(二) 台灣電力公司核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品質保證計畫(第 10 版，109 年 8 月)。

(三) 國外法規、規範、準則及指引等(包括 10 CFR 72、ASME、NUREG-1536, 1567 等)。

- (四) 核二廠乾式貯存設施密封鋼筒及相關機械組件製造規範書及程序書。
- (五) 核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施國內工廠製造駐廠檢驗作業程序書(DNBM-S2-10.1)(第3版，111年7月)。
- (六) 核能後端營運處巡查作業程序書(第14版，111年9月)。
- (七) 核二廠用過核子燃料乾式貯存密封鋼筒第三者檢驗計畫書(品質巡查計畫書)(第2版，111年10月)。
- (八) 核能安全處稽查作業程序書(DNS-A-18.1-T)(第14版，111年3月)
- (九) 核能安全處稽查員考訓及資格審查作業程序書(DNS-P-2.1)(第20版，109年4月)。

三、檢查計畫

(一) 檢查重點：

1. 台電公司自主品質巡查。
2. 俊鼎公司品質文件紀錄。
3. 第三者檢驗執行紀錄。
4. 製造廠現場巡查。

(二) 檢查小組成員：（職銜敬稱略）

嚴國城、萬明憲、袁懿宏、陳又新。

四、檢查發現

(一) 核安處品保稽查作業執行成效：

1. 查核安處於10月25~27日，依據「核能安全處稽查作業程序書(DNS-A-18.1-T)」執行本專案品保稽查。稽查項目包含：依111年

9~10月份核後端處駐廠工作日誌複查相關會驗紀錄、稽查俊鼎公司儀器校正、銲接人員資格、非破壞人員資格及製造傳票等文件，以及近期建議追蹤事項改善辦理情形等，相關稽查結果彙整成品保稽查報告，並提出建議事項，以強化製程品質，符合自主品質管制要求。

2. 核安處稽查結果內容摘述如下：

- (1) 稽查俊鼎公司111年9~10月儀器校正文件，模擬燃料束(DF-001)於111年10月12日由俊鼎公司自行完成校正(校正報告：DF-001-12)；新增氬氣試漏瓶(GM-39I)於111年8月24日由原廠VTI公司完成校正(校正報告:6907-AC3-20220824100150)，黑光照度計 (GM-59)於111年9月21日由儀校科技股份有限公司完成校正(校正報告:22A069070)，相關校正報告內容與本專案儀器校正總表紀錄一致。
- (2) 稽查核能後端處駐廠作業管制情形，查駐廠會驗報告(編號:DNBM-QCM-TSC-163)，駐廠人員於7月19日至9月15日期間進行TSC-14無電鍍鎳試片取樣檢查，相關試驗送樣、檢驗報告確認，並存有相關無電鍍鎳檢查查核表備查；查駐廠會驗報告(編號:DNBM-QCM-TSC-164)，9月29日執行TSC-24側邊支撐銲件0°/90°/180°/270°組合銲道VT檢查(銲道編號:WN-098-3)，中銓公司及後端處均依規定參與檢驗；查10月21日駐廠工作日誌，現場工作為TSC-19燃料方管加工作業、TSC-12密封鋼桶氬氣測漏前置作業，駐場人員依應查證填報項目查驗；上述各項查驗結果均符合要求。
- (3) 查現場銲材管理室，查銲材保溫箱TM-36、TM-37，均依規定存放銲條，現場查核貼附之校正紀錄，與品質紀錄一致；各銲

條備品均依規定分類存放於架上，無與其他專案混用之情形；查銲材領用紀錄(領用單編號:1026-001)，銲接人員蔡○宏之銲材領用單，使用銲材材料ER70S-6，與銲接程序書(S1-129-1)所用之材料一致，符合規定。

- (4) 查後端處駐廠檢驗人員陳○宇資格，考評紀錄符合程序書「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施國內工廠製造駐廠檢驗人員考評程序書DNBM-S2-10.2」第4.4.1及4.4.2節學歷資格及訓練要求，並記錄於附件9.3「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施國內工廠製造駐廠檢驗人員考評表」中，經由領隊/協同領隊、副處長及處長審查人員資格。
- (5) 查過去核安處稽查建議事項而未完成改善項目，各項目經複查後同意結案；綜合稽查結果，核安處開立建議事項5項，無須開立稽查改正通知項目；建議事項主要係針對部分文件內容有誤植及資料完整性應補強情形，後續核安處將持續追蹤各建議事項改善情形，以符合自主品質管制要求。

(二) 核能後端營運處品質巡查作業

1. 查後端處安管組依「核能後端營運處巡查作業程序書(DNBM-G-18.1, Rev.14, 110.12.21)」於111年9月12~14日、111年10月31日~11月2日、111年11月30日~12月2日執行本專案之9、10、11月品質巡查作業，抽查相關品質巡查報告，重點包含：(1)製造現場檢驗作業品質文件紀錄查核、(2)追蹤核安處品保稽查建議事項、(3)物管局專案檢查發現改善辦理情形、(4)品質巡查發現之改正辦理情形、(5)現場製造工作期間相關檢驗、檢查紀錄巡查、及(6)查核中銓公司第三者檢驗作業等執行成效，相關檢查結果均彙整成品質巡查報告，符合自主品質管制要求。

2. 依本局111年第2次專案檢查結果，發現111年3~5月份品質巡查報告內容未將品質巡查查對表列入附件。本次檢查後端處安管9~10月份品質巡查報告內容，確認已將巡查查對表納入，另9~10月份巡查報告依程序書填寫分配及預定時程表，並召開巡查會議，符合程序書及自主品質管制要求。
3. 查後端處駐廠檢驗人員確實依據「核能二廠用過核子燃料乾式貯存設施國內工廠製造駐廠檢驗作業程序書」執行製造/品質文件確認、銲接材料發放與管制作業查證，及本專案材料、半成品與成品貯存作業、製程會驗點等查證，並完成「駐廠檢驗人員工作日誌」，符合自主品質管制要求。
4. 駐廠檢驗人員於111年10月至11月期間共執行6項會驗工作，抽查相關會驗紀錄檢查發現如下：
 - (1) 6項會驗工作內容包含燃料方管成型後銲道目視檢查(VT)、磁粒檢測(MT)；燃料方管、定位轂、方形銷、固定片銲道VT檢查；密封鋼筒外殼與底板銲接後之內徑、外徑、總長度、底板外徑尺寸檢查；無電鍍鎳試片取樣檢查；外殼銲件-組裝、內側銲道銲接等會驗工作，台電公司駐廠人員確實依程序書要求完成「停留檢驗點與見證檢驗點駐廠檢驗報告(會驗報告)」，符合自主品質管制要求。
 - (2) 抽查111年10月28日駐廠檢驗人員工作日誌，發現照片之「銲材領用單」表格，有名稱與程序書0513A-91DA-200-C附件六「銲材領用單」不一致情形；另工作日誌中"四、應查證填報項目"之第1.6、1.8、1.9、2.1項等所述銲材領用單來源亦誤繕為0513A-91DA-201-C；經查發現係由於程序書DNBM-S2-10.1附件9.8.1“駐廠檢驗人員工作日誌”內容有誤

所致，已要求台電公司更正附件9.8.1內容，俾利駐廠人員引用正確表格撰寫日誌。

- (3) 另111年10月28日駐廠檢驗人員工作日誌之”七、其他”勾選當日進行核安處稽查，惟核安處於10月27日已完成稽查作業，已請台電公司更正誤植文件並要求加強文件紀錄品質。

(三) 俊鼎公司製程品質文件檢查：

1. 查俊鼎公司本季完成本專案「專案品保計畫(俊鼎工地建照部份)(0513A-PQP-002_R2A)」、「混凝土護箱鋼材銲件及其零組件檢查與測試計畫(ITP)(0513A-VCC-ITP-001_R3A)」、「密封鋼筒檢查與測試計畫(0513A-TSC-ITP-001_R5A)」及「銲接材料發放和管制程序書(0513A-91DA-200-C_R4A)」進版更新，並於111年11月1日經台電公司審核後發行使用，符合自主品質管制要求。
2. 稽查俊鼎公司不符合報告(NCR)之管制作業，本專案不符合報告(NCR)以「不符合報告(NCR)文件登錄表(品保手冊樣表19-01)」管登，符合品保手冊規定；抽查本專案2022年巡查/稽查/檢查缺失改善資料，今年度無就現況使用、重做、修補、退貨相關之不符合事項相關缺失開立。
3. 查俊鼎公司於本季執行TSC-23燃料方管#1~#45成型後銲道目視檢查(VT)及磁粒檢測(MT) (製造傳票編號：TSC-E-01~45)，檢查品質文件紀錄，結果摘述如下：

- (1) 俊鼎公司於111年11月23~25日執行燃料方管銲道目視檢查(VT)，檢驗作業係由俊鼎公司檢驗人員(楊○弘，VT Level II)及品管人員(陳○宇)依據「目視檢查程序書(0513A-91WI-605_R7)」執行，並完成目視檢查報告。45組燃料方管銲道檢驗結果皆符合ASME SEC III之接收標準。

(2) 俊鼎公司於111年11月23~25日執行燃料方管鐸道磁粒檢驗(MT)，檢驗作業係由俊鼎公司檢驗人員(黃○光)及品管人員(陳○榮)依據「磁粒檢測程序書(0513A-91WI-603_R5)」執行。依據程序書4.2節要求，MT檢查前先使用黑光照度計確認照明強度達到標準值 $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 以上，磁軛距離為7.62~20.3公分間，磁軛吸舉力應大於4.5公斤。查磁粒檢驗報告，本次照明強度皆大於 $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，磁軛距離為17cm，符合要求。試驗結果判定合格，符合ASME SEC III之接收標準。

(3) 俊鼎公司於作業前確實將相關設備儀器照度計(GM-118)、捲尺(GMR-243)、鐸道規(WG-01)、黑光照度計(GM-59)、紅外線測溫槍(TM-60A)校正。另本項為停留檢驗點，經查台電公司及第三者檢驗公司依規定執行查證作業並於製造傳票簽署，符合自主品質管制要求。

4. 查俊鼎公司於執行TSC-16密封鋼筒燃料方管無電鍍鎳作業製程品質文件，本項作業係依據「無電鍍鎳程序書(0513A-TSC-007-R2)」執行，相關作業結果摘述如下：

(1) 依據程序書4.2.1節，無電鍍鎳前應先執行工件表面清潔工作，查俊鼎公司確實依據「清潔洗淨程序書(0513A-91WI-509_R1)」採用噴砂處理方式執行工件表面清潔並完成清洗檢查報告；惟參考程序書4.2.2之作業流程，清洗檢查報告表單紀錄內容未能顯示作業人員是否確實按照各槽浸泡作業時間要求執行作業，本局已要求台電公司駐廠檢驗人員於後續無電鍍鎳作業期間執行現場檢查，並將相關結果紀錄於工作日誌，本局將於後續專案檢查另行查證，本項列為追蹤管制

事項。

- (2) 噴砂完成後及送入無電鍍鎳廠房依4.2.2節順序執行作業，並於作業中持續監測鍍鎳槽之溶液PH值、溫度、鎳含量濃度、次亞磷酸濃度，經查作業人員確實依據程序書執行監測並留下紀錄。
- (3) 鍍膜完成後必須依據ASTM B733-97 9.3.4執行膜後檢查，最低鍍鎳層膜厚度不得低於25 um，經查作業人員確實依據前述要求執行膜厚度量測，量測結果膜厚皆符合接收標準。
- (4) 依據程序書4.4.4及4.4.5應取試片進行附著力及含磷量檢驗，附著測試標準為在4倍放大鏡下沒有缺陷(裂紋、剝離)，含磷量不得低於5%wt，經查俊鼎公司將試片送SGS檢驗實驗室，進行附著力及含磷量試驗，試驗結果試片鍍層無浮凸或附著不良現象，另含磷量介於10.8-12.2 %wt，符合接收標準。

(四) 第三者工廠品質巡查作業(中銓公司)執行成效：

1. 查第三者檢驗報告編號：111-C-217、日期：111年12月1日、會驗單編號:0513A-URS-TSC-4th-060. Rev 0/111.11.23，會驗範圍/工程：TSC-25側邊支撐鐸件0°、90°、180°、270°-組合 鐸道目視檢查(VT)，確實核對現場VT檢查人員楊○弘視力檢查日期 (111年1月4日)符合要求，量測儀器校正校期(照度計GM-101校期112年7月6日；捲尺GMR-243校期112年2月20日；鐸道規WG-84校期112年2月17日)。惟發現鐸道VT檢查前照度量測結果1142Lx紀錄與會驗佐證照片的說明註記(1188Lx)不符，已請台電公司更正完成。
2. 查第三者檢驗報告編號：111-C-215、日期:111年11月23~25日、會驗單編號:0513A-IRS-TSC-4th-059. REV 0/111.11.14，會驗範圍/工

程：TSC-23燃料方管#1~#45鐸道磁粒檢驗(MT)，確實核對檢測人員:黃○光，資格證照編號:KA-455校期113年10月，體檢日111年10月4日，符合規定；核對紅外線測溫槍(編號:TM-60A、校期112年2月20日)、照度計(編號:GM-118、校期112年8月9日)、黑光照度計(編號:GM-59、校期112年9月20日)、捲尺(編號:GMR-243、校期112年2月20日)、鐸道規(編號:WG-01、校期112年8月9日)，均符合規定。

3. 鐸道MT檢查前確認磁軛(編號MT-06)吸舉力(AC4.5Kg；編號：CTCI-BCB5)；黑光強度測量 $1480\text{uW}/\text{cm}^2$ (標準值：大於 $1000\text{uW}/\text{cm}^2$)；背景亮度測量 0.00Lx (標準值：小於 20Lx)；工作表面溫度 23°C ($13^\circ\text{C}\sim 49^\circ\text{C}$)；鐸道及鄰近1吋以內區域表面清理及乾燥，MT檢查結果:燃料方管#1~#20無發現裂紋及未鐸透等缺陷顯示，鐸道表面清潔，無油污等，符合檢查程序書規定之ASME Sec III NG-5340接受標準。
4. 查TSC-11，液滲檢測(PT)會驗報告，日期111年09月29日，會驗單編號:0513A-IRS-TSC-3th-119 REV.0，傳票編號TSC-A-06，步驟15；查驗檢測人員資格陳○文(NKD-892，效期112年6月)，使用同廠牌之液滲材料執行本次檢驗，被檢物溫度 31°C ($10^\circ\text{C}\sim 52^\circ\text{C}$)，白光照度測量 1154Lx (大於 1000Lx)，液滲時間與顯像時間均為11分鐘；使用儀器如紅外線測溫槍(TM-60A、效期112年2月24日)、照度計(GM-101，效期112年7月6日)、捲尺(GMR-243，效期112年2月20日)均符合要求。

(五) 製造廠區現場巡視

1. 本局檢查人員至現場參與鐸接會驗工作，現場檢查鐸材領料作業，鐸材管理室人員確認鐸工人員符合領用單上人員姓名後，依

據領用單上材料取料並秤重(天泰TGA-308L、種類ER308L，規格2.4mm，批號6031452106，爐號E73521，重量1Kg)。中銓公司人員亦確認鐸材上種類編號後，取至施作現場施作；現場架設灑水設備完成並對施作部位噴水降溫，施鐸人員確實配戴防護護具後執行鐸接作業；因全程作業超過1日，僅觀看前段作業後至其他廠區巡查。

2. 查俊鼎公司後方貯存倉庫存放成品及半成品存放情形，戶外貯存區半成品及已全數清空並移入廠內製造；倉庫內TSC組件亦移入產線製造中，僅剩下燃料方管、側邊支撐板與組裝輔具，貯存狀況良好，無異常。
3. 查鐸材管理室貯存鐸材均依儲架上標示存放，用過鐸材依據規定畫上黑線註記並依保溫箱蓋上標示位置集中存放，貯存狀況良好，無異常。保溫箱上溫度控制計校正日期為2022.11.15，下次校正日期為2023.02.14，符合三個月一次的要求。
4. 鐸材領用單登記確實，領用鐸工林○琥(W1110)；人員資格認可日期:111年11月22；效期至112年2月22日，依據鐸接程序編號S8-175，領用鐸材ER308L，規格重量登記填寫確實，庫存紀錄表確實登記與領用單相符，符合規定。

五、檢查結果

本次執行「核二廠乾式貯存設施密封鋼筒製程品質專案檢查」111年第4次專案檢查作業，主要檢查結果說明如下：

- (一) 現場查核111年9月至111年11月作業期間，台電公司駐廠品質巡查會驗報告、中銓公司第三者巡查報告及俊鼎公司製程品質文件，確認各項檢驗作業依相關作業程序書執行，惟檢查發現部份品質文件誤植或記錄不完整情形，已要求台電公司立即改正，並確實檢討以提升品質文件完整性。
- (二) 有關無電鍍鎳作業清洗檢查報告表單紀錄內容未能顯示作業人員是否確實按照各槽浸泡作業時間要求執行作業，已要求台電公司駐廠檢驗人員於後續無電鍍鎳作業期間執行現場檢查，並將相關結果紀錄於工作日誌，本局將於後續專案檢查另行查證。
- (三) 因本案規劃112年底完成所有組件製造作業，其中近期已展開VCC鋼構組件製造，經查10-16組VCC鋼構組件製造傳票，部份傳票尚有工項未完成，本局已提醒台電公司駐廠作業人員於後續製造時，務必嚴謹查核各傳票工項依時序確實完成，以避免作業疏漏。
- (四) 因應本專案刻正進行加速製造生產，相關之檢驗作業數量亦明顯增加，本局已提醒台電公司為維持駐廠檢驗品質，應視作業情況適當調整駐廠人力，以確保製造品質。
- (五) 本局將持續嚴格監督並查核台電公司自主品質管理成效，以確認本專案各項設備及組件製造，符合品質及安全要求，確保未來設施營運安全。