

核二廠乾式貯存設施密封鋼筒

製程品質專案檢查

112年第3次檢查報告



放射性物料管理局

中華民國112年9月



# 目 次

|              |    |
|--------------|----|
| 一、檢查目的 ..... | 3  |
| 二、檢查依據 ..... | 4  |
| 三、檢查計畫 ..... | 5  |
| 四、檢查發現 ..... | 5  |
| 五、檢查結果 ..... | 13 |



## 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之查證，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112年9月6~8日至俊鼎公司執行，追蹤管控制造進度及查核台電公司三級品保自主品質管制之執行成效。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-01~18已完成製造，已交運至核二廠暫存。
2. TSC-19~27燃料方管銲道VT會驗完成。
3. TSC-19~25無電鍍鍍完成。
4. TSC-19~23中子吸收板安裝/銲接完成。
5. TSC-19~22組合測試完成。
6. TSC-19~27側邊支撐板製造完成。
7. TSC-19~27彎角板製造完成。
8. TSC-19~27殼體圈縫(WC2)銲道RT會驗完成。

9. TSC-19~27底板鐸道UT會驗完成。

(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-19~27 Shell L線組立/鐸接完成。

3. VCC-19~27 Shell C線組立/鐸接完成。

4. VCC-19~27底座基板、剪力釘鐸接完成。

5. VCC-19~27底座混凝土取樣完成。

6. VCC-19~27頂蓋混凝土取樣完成。

7. VCC-19~27內襯鐸件尺寸檢查完成。

(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○城、高○俊、王○鍾、袁○宏。

### 四、檢查發現

(一) 核安處品保稽查作業執行成效：

1. 核安處 112 年 7 月執行專案品保稽查期間，發現俊鼎公司進行混凝土護箱頂蓋與底座混凝土澆置時，澆置紀錄無檢測硬固混凝土比重之報告，且未將檢測硬固混凝土比重納入相關程序書中，已開立 ACAR 改正行動，要求俊鼎公司改善，經台電公司駐廠人員持續追蹤，俊鼎公司完成程序書修訂並函送台電公審查中，相關混凝土式樣經送 SGS 檢測，檢測結果符合要求，符合自主品質管制要求。

2. 核安處於 112 年 8 月 23~25 日，依據「台電公司核二廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品保計畫」以及「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施專案品保手冊」等規定執行俊鼎公司 112 年度設備製造階段品保稽查。稽查重點包含作業指導書、作業程序書和圖面的正確性與完整性、文件管制、製程管制（含特殊製程）、檢驗管制、試驗管制、品質保證紀錄，以及專案品質稽核作業項目進行查核，並持續追蹤近期建議事項改善情形等。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。

## (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-G18.1, Rev.14, 111.9)」於 112 年 6 月 19~21 日、112 年 7 月 26~28 日、112 年 8 月 21~23 日執行本專案之 112 年 6~8 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. 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志」。
3. 駐廠檢驗人員於 112 年 6 月至 112 年 8 月期間共執行 69 項（VCC33 項、TSC36 項）會驗工作，抽查相關會驗紀錄檢查發現

如下：

- (1) VCC 部分包含內襯鐸件、底座鐸件之尺寸檢查、鐸件完成後之鐸道目視檢查；組合試驗之底座鐸件基本水平度檢查、頂部凸緣水平度檢查、內襯鐸件與排氣口鐸件試組裝定位；頂蓋組裝之頂蓋最終尺寸檢查；試片外殼鐸件之領料及材料鑑定；底座鐸件及頂蓋之混凝土澆置、密度檢查取樣，並依程序書要求完成「停留檢驗點與見證檢驗點駐廠檢驗報告」，符合自主品質管制要求。
- (2) TSC 部分則包含外殼鐸件組裝之密封鋼桶氬氣洩漏檢驗、水壓試驗、開槽及研磨後 PT 檢查、外殼內側鐸道鐸接 VT/PT/RT 檢查；燃料方管與中子吸收板組裝之最終尺寸檢查；提籃與燃料方管組裝後之尺寸檢查；無電鍍鍍試片取樣檢查；燃料方管定位穀、方型銷、固定片之鐸道 VT 檢查；密封鋼桶組合試驗以及最終檢查等會驗工作，並依程序書要求完成「停留檢驗點與見證檢驗點駐廠檢驗報告」，符合自主品質管制要求。

(三) 俊鼎公司製程品質文件檢查：

1. VCC 混凝土澆置作業程序紀錄缺失：依據核二廠之「用過核子燃料乾式財存設施混凝土護箱頂蓋與底座混凝土澆置程序書(0513A-91WI-600-2)」作業程序第 5.1.2 條 F. b.項(混凝土施工款拌和)要求略以：「混凝土自加水拌和起至運送澆置於最後位置之時間止不可超過 1.5 小時，若超過此時間而未澆置之任何混凝土均拒絕使用。」經查俊鼎公司品質文件紀錄，僅出具預拌混凝土送貨單所載之混凝土出場時間，而未能提供送澆置於最後位置之時間，本項已開立檢查發現追蹤管制事項，要求台電公司提出不影響 VCC 設備品質之證明及改善措施。

2. 查俊鼎公司本季完成本專案 7 件製程作業程序書修訂，包含「專案品保手冊(0513A-PQAM-001\_R12)」、「非破壞人員資格檢定紀錄(0513A-91TS-601\_R20)」、「銲接人員資格檢定紀錄(0513A-WPQ-01\_R12)」、「銲接人員資格名冊(0513A-QWL-01\_R26)」、「無電鍍鎳程序書(0513A-TSC-007\_R3)」、「密封鋼筒-監視樣品製程管制表(製造傳票)(0513A-TSC-SV\_R1)」、「混凝土護箱-環境監測試片製程管制表(製造傳票)(0513A-VCC-SV\_R1)」，並經台電公司審查同意後進版發行，符合自主品質管制要求。
3. 俊鼎公司於 112 年 6~8 月依據專案品保計畫程序書(0513A-PQP-001\_R10)第 5.6 節要求，辦理本年度俊鼎公司內部品保稽核及協力廠商(孟晉、SGS、昭俐、祥旭、儀光公司)之外部品保稽核作業。俊鼎公司於稽核前辦理稽核前會議，確認稽核範圍、稽核標準及稽核查檢表討論，並由稽核員黃 O 宗或林 O 靖依據品保手冊執行稽核，完成稽核報告及留存相關稽核紀錄，稽核結果摘述如下：

(1) 俊鼎公司於 111 年 7 月 12~14 日，辦理內部品保稽核作業，由稽核人員依據調查查檢表所列稽核項目逐項查核，檢查結果確認俊鼎公司行政部、業務部與市場開發部、設備設計部、製造專案部、採購部、大社機械廠等各部門確實依據專案品保手冊要求執行相關作業，符合自主品質管制要求。

(2) 俊鼎公司於 112 年 6 月 9 日，辦理協力廠商祥旭公司外部品保稽核作業，該公司主要係供應本專案無電鍍鎳組件原料。查該公司具有 ISO 9001:2015 品質管理系統驗證合格，可符合本專案電鍍鎳組件原料供應適用的品保要求，並可符合 NAC Specification 71160-S-05 (Rev. 2)要求之品質作業。

- (3) 俊鼎公司於 112 年 7 月 7 日，辦理協力廠商昭俐公司外部品保稽核作業，該公司為本專案設備儀器校正協力廠商，具有經財團法人全國認證基金會(TAF)認證之實驗室。外部稽查結果確認廠商確實依照品保手冊及相關程序執行本專案設備儀器校正作業。
- (4) 俊鼎公司於 112 年 8 月 10 日，辦理協力廠商儀光公司外部品保稽核作業，該公司主要係協助執行本專案射線檢測作業。查該公司使用輻射源具有原能會核發之放射性物質許可證，另輻射防護計畫業獲原能會核備，稽核結果確認儀光公司符合本專案射線檢驗作業資格要求。
4. 抽查 TSC-023 成套品質文件製造傳票(傳票編號：TSC-E-01)相關步驟執行情形：
- (1) WELD POST 融熔銲接後 VT 檢查，檢驗作業係由俊鼎公司檢驗人員(楊○弘，VT Level II)執行，檢驗前以照度計量測光線強度，確認達 1000 LUX 以上(1302 LUX)，所用照度計(GM-101)在效期範圍內，另檢驗報告經審查人員(林○靖，VT Level III)複核，相關作業依據「目視檢查程序書(0513A-91WI-605\_R7)」執行，完成銲道目視檢驗報告(報告編號 VT-TSC-23-WN-093-06-001)，經查檢驗結果為合格。
- (2) 抽查燃料方管與中子吸收板組裝確認作業，俊鼎公司確實依程序書 0513A-TSC-005 規定執行中子吸收板、鋁板、保護板(固定片)安裝檢查，由檢查人員(陳○宇)進行外觀表面完整、無損傷與異物及油污等項目檢查，並完成檢查結果報告(報告編號 NAIR-TSC-23-001)，符合自主品質管制要求。
- (3) 抽查燃料方管銲件之最終尺寸檢查作業，俊鼎公司確實依作業程序書 0513A-TSC-91DQ-605 完成燃料方管銲件(Type3)

最終尺寸檢驗報告(報告編號 DIR-TSC-23-058)及燃料方管 (Type3)平面度尺寸檢驗報告(報告編號 DIR-TSC-23-059)，相關量測儀器(GMR-244(捲尺)、TAG-04(固定片 Go-No Go)、VC-86(游標卡尺)、TH-02(厚薄規))校正效期符合規定。檢驗結果尺寸均未超過公差範圍，檢驗報告判定合格並經品管人員簽核，符合自主品質管制要求。

5. 抽查 TSC-023 成套品質文件製造傳票(傳票編號：TSC-A-06)相關步驟執行情形：

(1) 抽查密封鋼筒氦氣洩漏檢驗作業，經查已完成氦氣洩漏試驗檢測數據記錄表(報告編號 HLTR-TSC-23-001)，其中系統修正因素之比較結果符合規定( $SCF2 \geq 0.65 * SCF1$ )；相關量測儀器如溫度計(TM-47A)、壓力表(PG-00117)、真空壓力表(GM-39N 及 GM-39P)、標準漏瓶(GM-39M)等校正日期皆符合規定；檢驗後並完成氦氣洩漏試驗報告(報告編號 HLTR-TSC-23-002)，試驗結果符合氦氣洩漏率小於或等於  $2.0 \times 10^{-7} \text{ mbar} \cdot \text{l/sec}$  之合格標準。

(2) 檢查開槽及研磨後 PT 檢查作業，查相關作業依液滲檢測程序書(0513A-91WI-602, Rev. 8)完成液滲檢驗報告(報告編號 PT-TSC-23-WN-085-1a-001)；查非破壞檢測人員資格檢定記錄(0513A-91TS-601)之游離輻射作業勞工特殊體格(健康)檢查記錄表，液滲檢驗人員(陳○文)視力檢測資格有效期限 112 年 10 月 19 日，檢測記錄正常；檢測結果無發現龜裂、夾層及線型顯示或大於 5mm 之圓形缺陷顯示，符合 ASME Sec. III Div.1 NB-5350 接受標準。

6. 查核俊鼎公司 NCR 及 CAR 相關管理紀錄：

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

以「不符合報告(NCR)文件登錄表(品保手冊樣表 19-02)」管登，符合品保手冊規定。另抽查本專案 2023 年巡查/稽查/檢查之缺失改善資料，計有開立 2 項矯正措施要求(CAR)，包括：

- (1) 「TSC 執行無電鍍鎳作業，與無電鍍鎳作業程序書作業相異」：台電公司要求俊鼎公司應了解本次事件肇因，並平行開展清查各工項，檢討監工查核機制成效。俊鼎公司接受 CAR 後立即進行缺失改正，提出無電鍍鎳作業流程違反程序分析報告，修訂「無電鍍鎳程序書(0513A-TSC-007, Rev. 3)」，並於 112 年 6 月 9 日經台電公司審核後發行使用。該檢討報告經台電三回審查後已同意結案。
- (2) 「VCC 執行混凝土澆置作業時，有遺漏硬固混凝土比重未試驗」：俊鼎公司內部已自行開立 CAR 進行缺失矯正(CAR 編號 CAR-QA-126)，修訂混凝土護箱與底座混凝土澆置程序書(0513A-91WI-600-2\_R2A)，已提送後端處審查中，並於 112 年 8 月 2 日執行硬固混凝土比重試驗，試驗結果合格，本項將持續追蹤改善情形。

7. 查閱俊鼎公司本專案之儀器校正紀錄，確認本專案使用之設備儀器皆在校正週期內，符合自主品質管制要求。

(四) 第三者工廠品質巡查作業(中銓公司)執行成效：

1. 查中銓公司執行密封鋼筒外殼組裝鐸道 RT 檢查(H)，RT 檢測報告編號 RT-TSC-SV-WN-081-3-001，會驗單編號 0513A-IRS-TSC-SV-006 REV0，傳票編號:TSC-A-03，步驟 8，日期 112 年 8 月 10-11 日射線檢測 RT 查核表，現場執行檢驗輻防人員黃○光，效期 118.02.05；陳○榮，效期 116.01.31；輻射管制區外劑量量測 8.20uSv/h，符合小於 20 uSv/h 規定；底片黑度為 3.10~3.65，符合 2.0~4.0 之要求；底片幾何模糊度(Ug)為 0.046mm，符合小於

0.51mm 之規定；輻射偵測儀器編號:704749，效期 112.09.14；判片人員陳○榮，編號 NKO-940，效期 2026.06，有關人員資格、儀器設備、檢測各步驟皆符合標準；檢測結果判讀符合 ASME Sec III Div.1 NB-5320 標準。

2. 查中銓公司第三者檢驗報告編號:112-C-302，檢驗項目:密封鋼筒 #SV 外殼鐸件-外殼組裝 SH1、SH2 鐸道 PT 檢查(H)，會驗單編號:0513A-IRS-TSC-SV-006.REV/112.07.31；日期 112 年 8 月 7 日，查驗現場液滲檢查(PT)人員陳○文，資格證照編號 NKD-892，有效期 2025.06；使用紅外線測溫槍(TM-60A)校正效期 2024.02.09，照度計(GM-101)校正效期 2024.02.09；鐸道規(WG-84)校正效期 2024.02.09；液滲滲透液有效期限 2024.07；清潔液有效期限 2025.06；顯像液有效期限 2025.08；鐸道 PT 檢查前確認被檢物溫度測量 29°C(標準值:10°C~52°C)，白光照度測量 1091Lx(大於 1000Lx 標準值)，有關人員資格、儀器設備、檢測各步驟皆符合標準；檢測結果無發現裂紋及未鐸透等缺陷顯示，符合檢查程序書規定之 ASME Sec III NB-5350 接受標準。
3. 查中銓公司第三者檢驗報告編號:112-C-301，檢驗項目:密封鋼筒 #SV 外殼鐸件-外殼組裝 SH1、SH2 鐸道 VT 檢查(as ground)(W)，會驗單編號 0513A-IRS-TSC-SV-006.REV 0/112.07.31，檢測報告編號 VT-TSC-SV-WN-081-3-001，查驗現場目視檢查(VT)檢查人員楊○弘，資格證照編號 MC-432，效期 2024.10，視力檢查日期:111.10.25，查驗照度計(GM-101)校正效期:2024.07.05，鐸道規(WG-84)校正效期 2024.02.09，捲尺(GMR-244)校正效期 2024.02.09，檢查前照度強度為 1043Lx(大於 1000Lx 標準值)，有關人員資格、儀器設備、檢測各步驟皆符合標準，檢查結果無發現裂紋及未鐸透等缺陷顯示，符合 ASME-SEC.III NB-4424&4426

標準。

4. 查中銓公司第三者檢驗報告編號:112-C-207，檢驗項目密封鋼筒#22 組合試驗 模擬燃料尺規測試(模擬燃料束置入燃料方管之拉力測試)(H)，檢測報告編號 DFGTVR-TSC-22-001，電子吊磅(GM-62)校正效期 2024.02.21，模擬燃料束(尺規)(DF-001)校正效期 2023.10.10，檢測前確實依據程序書 0513A-TSC-008 R2 規定檢查。查驗各燃料方管測試結果 D 值均小於 45.4kg，符合規定。

#### (五) 製造廠區現場巡視

1. 現場製造生產線上所擺放之半成品，製造區內無非本案物品堆放，管理良好。
2. 查本專案使用鐸條為 E7016(天泰 TL-50)及 E7018(天泰 TL-508)皆屬低氫系鐸條、鐸藥為天泰(TF-565)，存放烘乾爐，溫度指示器顯示為 123℃，因近期無鐸接工作執行，現場無鐸材領用單，核對”鐸接材料庫存紀錄”紀錄完整並由管理員、製表者、器材組組長核章確認，符合規定。
3. 查閱鐸材保溫紀錄表每日均有確實記錄兩次，符合鐸接材料發放和管制程序書(0513A-91DA-200C)要求。查閱俊鼎公司鐸接人員資格名冊(0513A-QWL-01\_R26)，吳○私、王○星、阮○重，已更新人員資格日期:112 年 8 月 22 日，符合每三個月更新人員資格之規定。

### 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」112 年第 3 次專案檢查作業，主要檢查結果說明如下：

1. 現場查核112年5月至8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，惟台電公司巡查報告仍發現文件

記錄錯誤缺失，本局已要求台電公司持續提升文件品質。

2. 本次檢查發現混凝土護箱製造品質文件，未依據程序書要求確實登載混凝土澆置於最後位置之時間，本項已開立檢查發現追蹤管制事項，要求台電公司評估本項缺失對澆置品質之影響，並提出相關證明及改善措施。
3. 本專案預計第四季可完成所有護箱設備組件製造作業，台電公司並規劃分批運送至核二廠重件倉庫貯放。本局將持續嚴格監督，以確認各項設備及組件製造品質符合安全要求。