核二廠乾式貯存設施密封鋼筒

製程品質專案檢查

112年第4次檢查報告

核能安全委員會

中華民國112年12月

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.....11

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，本組每季派員執行製造品質專案檢查，追蹤管控製造品質及查核台電公司三級品保自主品質管制之執行成效。本次專案檢查作業於112年12月6~8日至俊鼎公司執行，本專案製造之設備組件包含27組密封鋼筒及混凝土護箱鋼構組件、1組傳送護箱，以及1組門型吊車，所有設備組件已於112年底完成製造，並分批運送至核二廠重件倉庫貯放。本次檢查作業主要係就製程品質文件及巡查紀錄進行查核，相關結果摘述如檢查發現。

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、陳○琳、王○鍾、袁○宏、簡○純。

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，開立 ACAR 改正行動，要求俊鼎公司檢討改善。本案俊鼎公司已補做硬固混凝土比重檢測並確認檢測結果符合接收標準，另亦確認該批次混凝土試體抗壓強度符合程序書要求，俊鼎公司並進版修訂「混凝土護箱與底座混凝土澆置程序書(0513A-91WI-600-2, Rev.

3)」增列硬固混凝土比重檢測項目，相關改善結果經台電公司審查後於 112 年 9 月 28 日同意結案。

2. 核安處於 112 年 11 月 8~10 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質保證計畫」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、專案品質稽核作業項目進行查核，以及後端處駐廠執行情形進行查證，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(DNBMG18.1,Rev.14, 112.2)」於 112 年 9 月 25~27 日、112 年 10 月 25~27 日執行本專案品質巡查作業，抽查相關品質巡查報告，重點包含：(1)管制機關專案檢查發現改善辦理情形、(2)追蹤核安處品保稽查建議事項改善情形、(3)俊鼎公司品保稽查工作計畫執行情形、(4)現場製造工作期間相關檢驗、檢查紀錄留存情形、 (5)前次品質巡查發現及追蹤事項改正情形及(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 DNBM-S2-10.1,Rev.3, 112.6」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」。

3. 駐廠檢驗人員於 112 年 9 月至 112 年 11 月期間共執行 29 項（VCC13 項、TSC16 項）會驗工作，抽查相關會驗紀錄檢查發現如下：

(1) VCC 會驗作業包含：VCC-10 至 VCC-27 底座銲件、頂蓋銲件、排氣口銲件、內襯銲件之噴砂作業、VCC-10 至 VCC-27 最終檢查、VCC 試片外殼銲件試片噴砂等會驗工作，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。

(2) TSC 會驗作業包含：TSC-23 至 TSC-27 燃料方管與中子吸收板組裝確認、燃料方管銲件之最終尺寸檢查、無電鍍鎳試片取樣檢查、提籃與燃料方管組裝後之尺寸檢查、密封鋼筒組合試驗、模擬燃料尺規測試（拉力測試）、密封上蓋鋼筒外殼之組合測試、排水排氣套管插入組合測試、排水排氣孔蓋組合試驗、銲道 VT/PT 檢查、電鍍鎳試片取樣檢查、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. 查俊鼎公司本季完成本專案 6 件製程作業程序書修訂，包含「非破壞人員資格檢定紀錄(0513A-91TS-601, Rev. 21)」、「塗裝程序書(0513A-91WI-511, Rev. 4)」、「設備暫時貯存期間之巡視檢查程序書(0513A-SAM-001, Rev. 2)」、「密封鋼筒檢查與測試計畫(ITP) (0513A-TSC-ITP-001, Rev. 7)」、「混凝土護箱頂蓋與底座混凝土澆置作業程序書(0513A-91WI-600-2, Rev. 3)」、「混凝土護箱鋼材銲件及其零組件檢查與測試計畫(0513A-VCC-ITP-001, Rev. 5)」，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。

2. 抽查 TSC-027 成套品質文件製造傳票(傳票編號：TSC-E-03)相關步驟執行情形：

(1) 抽查 112 年 10 月 13 日執行 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，證書編號 PQ-MC-243)執行，檢驗前以照度計量測光線強度，確認達 1000 LUX 以上(1320 LUX)，所用照度計(GM-118)在效期範圍內，另檢驗報告經審查人員(陳○榮，VT Level III，證書編號 PQ-NKD-940)複核，相關作業依據「目視檢查程序書(0513A-91WI-605, Rev. 7)」執行，完成銲道目視檢驗報告(報告編號 VT-TSC-27-WN-094-06-001)，經查檢驗結果為合格。

(2) 抽查 112 年 10 月 7~23 日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, Rev. 3)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-27-001)，符合自主品質管制要求。

(3) 抽查 112 年 10 月 24 日燃料方管銲件最終尺寸檢查作業，俊鼎公司確實依作業程序書(0513A-TSC-91DQ-605, Rev. 6)完成燃料方管銲件(Type4)最終尺寸檢驗報告(報告編號 DIR-TSC-27-062)及燃料方管(Type4)平面度尺寸檢驗報告(報告編號 DIR-TSC-27-063)，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。上述檢驗報告使用之相關量測儀器(GMR-244(捲尺)、TAG-03(Go-No Go 量具)、VC-86(游標卡尺)、TH-02(厚薄規))校正效期符合規定。

3. 查核俊鼎公司 NCR 及 CAR 相關管理紀錄，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，迄今計開立 4 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」(CAR 編號 CAR-QA-125，3 月 25 日開立，6 月 8 日結案)：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)，並經台電公司審核後發行使用。該檢討報告經台電公司三次審查後同意結案。

(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」(CAR 編號 CAR-QA-126，7 月 24 日開立，9 月 28 日結案)：俊鼎公司內部已自行開立 CAR 進行缺失矯正，於 112 年 8 月 2 日執行硬固混凝土比重試驗，試驗結果符合接受標準。針對本項缺失，俊鼎公司矯正措施為修訂混凝土護箱與底座混凝土澆置程序書(0513A-91WI-600-2, Rev. 3)，增列「硬固混凝土比重試驗」之材料試驗報告項目及自主檢查增列硬固混凝土比重合乎規定步驟，確保作業程序之正確與完整性，並對相關人員進行再教育訓練，該版程序書經台電公司核准使用。

(3) 「VCC 執行混凝土澆置作業時，對混凝土運送澆置作業時間記載未完整記錄」(CAR 編號 CAR-QA-127，9 月 11 日開立，9 月 18 日結案)：依據核二廠乾貯設施之「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, Rev. 2)」作業程序第 5.1.2 章節 F. b.項(混凝土施工拌和)要求：「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。」，查俊鼎公司於 112 年 5 月 8 日執行混凝土護箱(VCC-10-VCC-27)之頂蓋與底座混凝土澆置作業時，對於上述要求，僅有預拌混凝土送貨單所記載之混凝土出貨時間，而未有記載送至澆置於最後位置之時間，不符合程序書之澆置作業記載時間規定要求。對本項缺失，俊鼎公司說明經評估混凝土試體之試驗結果，均符合接受標準，因此混凝土護箱之頂蓋與底座澆置品質並不受影響。俊鼎公司針對缺失提出之矯正措施為修訂混凝土護箱與底座混凝土澆置程序書(0513A-91WI-600-2, Rev. 3)，補增列程序書相關內容的敘述與查核項目要求，並對相關人員進行再教育訓練。

(4) 「VCC-13 傳票編號 VCC-C-01 步驟 1 執行『領料及材料鑑定』作業時，其完成日期與材料收料檢查日期，有所抵觸不合理」(CAR 編號 CAR-QA-128，10 月 26 日開立，10 月 31 日結案)：台電公司後端處於 112 年 10 月 25~27 日查核混凝土護箱設備 VCC-13，發現前述作業執行完成日期(2017 年 10 月 12 日)與該批材料收料檢查完成日期(2017 年 10 月 31 日)，兩者時間抵觸顯不合理，不符合核二廠乾貯設施之「材料接收及貯存作業程序書(0513A-91DA-201-1, Rev. 2)」之材料發放前應完成材料驗收合格之要求。經查證該批材料取樣試驗結果符合其材料規範(屬非核能等級)的接受標準要求。針對缺失，俊鼎公司清查此類情形發生的混凝土護箱設備計有 7 套(VCC-10 至 VCC-16)，其有關「領料及材料鑑

定」查證結果，品管工程師均已再簽署確認材料品質符合要求。為避免類似情形再發生，俊鼎公司後續將進行人員再教育訓練，以確保符合程序書規定。

4. 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. 查中銓興業有限公司(以下簡稱中銓公司)執行第三者檢驗工作，檢驗範圍/工程:密封鋼筒#27 組合試驗提籃置入鋼筒外殼之組合試驗(H)，會驗單編號:0513A-IRS-TSC-4th-158.REV 0/112.10.16，日期 112 年 10 月 30 日。查驗現場密封鋼筒外殼表面擦拭乾淨，無油污及異物，清潔度良好。鋼筒外殼真圓度檢查 0°/180°方位外徑 1830mm，90°/270°方位外徑 1829mm，檢查符合 1828±3mm 要求；鋼筒外殼垂直度檢查，外殼 0°方位點上方垂直點與下方垂直點差異 1mm，90°方位點上方垂直點與下方垂直點差異 1mm，檢查結果符合圖說容許誤差±4.4mm 規定，檢測報告編號:BISATR-TSC-27-001。

2. 查中銓公司執行密封鋼筒 TSC-27 組合試驗銲道 PT 檢查(H)，會驗單編號:0513A-IRS-TSC-4th-153.REV 1/112.09.27，日期 112 年 10 月 11 日，本次作業依 0513A-91WI-602 REV.8 規定檢查，現場液滲(PT)檢查:陳○文，資格證照編號 NKD-892，有效期限 2025.06，體檢日 112.09.19，符合程序書要求；檢驗所使用儀器紅外線測溫槍(T-60A)校正效期 2024.02.09；照度計(GM-118)校正效期 2024.08.02；捲尺(GMR-244)、銲道規(WG-84)校正效期 2024.02.09；所使用滲透液(SKL-SP2)有效期限 2024.07；顯像液(SKD-S2)有效期限 2025.08；檢查前確認被檢物表面 32.8℃(標準

值 10℃~52℃)；白光照度測量 1135Lx(標準值>1000Lx)；PT 檢測結果無發現裂紋及未銲透等缺陷顯示，銲道表面清潔無油污，符合 ASME SecIII NB-5350 標準。

3. 查中銓公司執行密封鋼筒 TSC-25 組合試驗排水管插入之組合測試(H)，會驗單編號:0513A-IRS-TSC-4th-153.REV 1/112.09.27，日期 112 年 10 月 04 日，依據組合程序書 0513A-TSC-005 Rev.3 規定檢查，查驗現場排水組件無須再切割，排水管組件順利插入並鎖入屏蔽上蓋之排水孔中。排水管與提籃間組合無異常干涉，符合程序書要求。

4. 查中銓公司執行密封鋼筒 TSC-25 組合試驗模擬燃料尺規試驗(模擬燃料束置入燃料方管之拉力測試(H))，會驗單編號: 0513A-IRS-TSC-4th-153.Rev 1/112.09.27，依據尺規試驗程序書 0513A-IRS-008 R2 規定檢查，日期 112 年 10 月 03 日。查驗現場模擬燃料束、吊具表面擦拭乾淨，且無油渣及異物；依據模擬燃料尺規測試程序書作業前掛上電子吊磅及天車吊鉤，並歸零；依附表之編號順序置入提籃方管中，置入阻力最大 8.2 公斤，拉出最大阻力 4.6 公斤，符合不能超過 45.4 公斤之規定，對應檢測報告編號 DFGTVR-TSC-25-001；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，檢查結果合格。

5. 查中銓公司執行密封鋼筒 TSC-27 組合試驗銲道 VT 檢查(W)，執行組合試驗銲道(WN-085-4/W-085-5)VT 檢查，會驗單編號:0513A-IRS-TSC-4th-158.REV 0/112.10.16，日期 112 年 11 月 2 日，依據目視程序書 0513A-91WI-605 REV.7 執行檢查，執行檢查人員資格編號 MC-423，有效日期 2024.10，視力檢查日期 112.06.16；照度計(GM-118)校正效期為 2024.08.02，捲尺(GMR-

244)校正效期 2024.02.09，銲道規(WG-84)校正效期 2024.02.09，均符合規定；檢測前照度量測結果為 1113Lx，符合程序書規定(1000Lx)。VT 檢驗結果無發現裂紋及未銲透等缺陷顯示，符合程序書規定 ASME SECIII.NB-4424&4426 接受標準。

(五) 製造廠區現場巡視

現場巡查待運貯之成品，包裝良好無異常發現。

(六) 核二廠第26號倉庫貯存作業

1. 11 月 21 日、11 月 22 日台電公司執行 TSC-19 至 TSC-27 密封鋼桶及相關組件運送至核二廠第 26 號倉庫貯存作業，運送前依據 TSC 筒身吊掛作業計畫書 D795 執行相關檢點作業，並於當日作業前召開工具箱會議，查閱 11 月 21 日與 11 月 22 日施工日誌，施工項目設備數量記載有誤，已現場要求台電公司立即更正，確保品質記錄完整。

2. 11 月 21 日現場巡查核二廠第 26 號倉庫貯存環境，密封鋼筒筒身放置於木質鞍座上並包覆防水塑膠布貯存，未發現該區域有潮濕積水情形，惟 VCC 底座銲件貯存區帆布上方與地面有積水，已要求台電公司盡速處理並應注意貯存環境，以維持組件貯存狀況。

3. 依設備暫時貯存期間之巡視檢查程序書 0513A-SAM-001 與核二廠用過核子燃料乾式貯存駐廠檢驗作業程序書 DNBM-S2-10.1 規定於暫貯期間應定期（每季、每年）及不定期（颱風後、強降雨後）執行外觀包裝檢查，查閱紀錄 112 年已執行 3 次每季巡檢，1 次年度巡檢，及 3 次不定期巡檢，其中第二季與第三季巡檢時分別發現 TSC-01 與 TSC-08 周圍有發現白蟻，現場使用殺蟲劑進行除蟲，台電公司於檢查前會議說明，已於 12 月另請除蟲公司於枕木區進行噴藥，並於 11 月將 TSC-08 枕木更換為黑色防蟲漆的木

頭腳料，後續於巡查時確認除蟲效果，請台電公司巡查時確實加強枕木區域之巡查作業。

4. 12 月 20 日本組派員至核二廠第 26 號倉庫檢查密封鋼筒組件運輸作業檢查及貯存環境，檢查發現因雨天內側靠牆貯區地面均有積水現象，下方枕木浸水，已現場請台電公司積極改善貯存環境及雨後積水處理；另貯存區運送作業，第 26 號倉庫大門口處水泥伸縮縫缺損，入口處高低落差，亦建議請台電公司改善。

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 4 次專案檢查作業，主要檢查結果說明如下：

1. 查核112年9月至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，惟台電公司巡查報告仍發現文件紀錄錯誤缺失，本組檢查人員已提醒台電公司審查移交製造品質文件時，注意文件品質。
2. 本專案已完成所有護箱設備組件製造作業，台電公司依規劃分批運送至核二廠重件倉庫貯放。本組於運送作業期間派員現場視察，發現核二廠第26號倉庫部分貯區地面雨後會有積水現象，造成部份物件包裝帆布有積水現象以及木質鞍座下方枕木浸濕，本組已開立檢查發現追蹤管制事項，要求台電公司積極改善貯存環境。
3. 本專案自105年開始執行設備組件製造作業，至112年底已全數完成製造作業，相關組件設備並送往核二廠第26號重件倉庫貯放。核二廠乾式貯存設施自104年8月取得建造執照後，目前仍未動工興建。有關設施水土保持計畫相關訴訟案仍持續由高等行政法院審理中，待相關案件判決定讞台電公司才能決定能否動工興建。本組要求台

電公司對於已經製造完成之設備組件應妥善貯存管理，維持組件設備之可用性，確保未來用過核子燃料運貯作業安全。