

核二廠乾式貯存設施密封鋼筒

製程品質專案檢查

112年第1次檢查報告



放射性物料管理局

中華民國112年3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3月15~17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-01~12已完成製造，其中TSC-01~09已交運至核二廠暫存。
2. TSC-10~14中子吸收板安裝/銲接完成。
3. TSC-10~19底板銲道超音波檢測(UT)會驗完成。
4. TSC-10~23殼體圈縫(WC2)銲道射線檢測(RT)會驗完成。
5. TSC-10~27側邊支撐板、彎角板製造完成。
6. TSC18~21燃料方管銲道目視檢查(VT)會驗完成。
7. TSC-20~21底板圈縫銲道銲接。
8. TSC-23~25燃料方管銲道VT/磁粒檢測(MT)會驗完成(孟晉)。

9. TSC-24~25殼體圈縫(WC2)銲道銲接。

(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-10~18 Shell L線組立/銲接完成。
3. VCC-10~16 Shell C線組立/銲接完成。
4. VCC-10~27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進氣口銲件尺寸檢查完成。
8. VCC-10~20排氣口銲件尺寸檢查完成。

(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：

萬技正、王技士、陳技佐。

四、檢查發現

(一) 核安處品保稽查作業執行成效：

1. 核安處於111年12月27~29日、112年2月22~24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。稽查重點包含密封鋼筒製程品質文件查核、過去稽查建議事項之改善情形追蹤，以及後端處駐廠巡查作業執行情形等。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11月至112年2月儀器校正文件，TEMP CONTROL (TM-36、TM-37) 於111年11月15日由俊鼎公司自行完成校正(校正報告：TM-036-67、TM-037-67)；鈎錶(GH-74) 於111年10月25日由CLC科技檢校中心完成校正(校正報告：CLE2687-111)；微壓錶(PG-00117)於112年1月6日由CLC科技檢校中心完成校正(校正報告：CLP0070-112)；電子式溫濕度計(TM-47A)於111年11月7日由CLC科技檢校中心完成校正(校正報告：CLT6829-111)；鐸道規(WG-30)於112年2月10日由CLC科技檢校中心完成校正(校正報告：CLT085015-112)。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，抽查駐廠會驗報告(編號：DNBM-QCM-TSC-171、DNBM-QCM-TSC-178、DNBM-QCM-TSC-195、DNBM-QCM-TSC-197、DNBM-QCM-TSC-205)，有關TSC-23燃料方管#1~45成型後鐸道VT/MT檢查、TSC-17~18外殼鐸件-外殼組裝-SH1、SH2外側鐸道鐸接作業、TSC-18外殼鐸件-外殼組裝-SH1、SH2鐸道VT、液滲檢測(PT)、RT檢查作業、TSC-22外殼鐸件-外殼組裝-SH1、SH2內側鐸道鐸接作業，以及TSC-11密封鋼筒組合試驗-限制塊與殼身鐸道VT、PT檢查作業，駐廠人員確實依規定執行會驗作業並記錄檢驗結果。另抽查112年1月7日駐廠工作日誌，現場工作為TSC-19燃料方管加工作業；VCC-13~14角板、shell、凸緣點鐸鐸接；VCC-19~20排氣口鐸接、TSC-21燃料方管加工作業，駐廠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) 查鐸材管理室，鐸材保溫箱TM-36、TM-37依規定存放鐸條，現場查核貼附之校正紀錄，與品質紀錄一致；各鐸條備品均依

規定分類存放於架上，無與其他專案混用之情形；查鐸材領用紀錄(領用單編號:1026-001)，鐸接人員蔡○宏之鐸材領用單，使用鐸材材料ER70S-6，與鐸接程序書(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王○傑資格，考評紀錄符合「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) 本季核安處稽查結果，針對開立建議事項針對核能後端營運處駐廠檢驗人員考評資料、現場鐸接作業之鐸道編號、品質文件完整性等開立建議事項要求後端處改善，有助於提升本專案製造品質，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-G-18.1, Rev.14, 111.9)」於111年12月21~23日、112年1月11~13日、112年2月15~17日執行本專案之111年12月及112年1、2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誌」。惟本局抽查工作日誌仍發現有紀錄不完整(誤植及漏填)情形，要求駐廠人員應加強自主品質管制。

3. 駐廠檢驗人員於111年12月至112年2月期間共執行39項會驗工作，抽查相關會驗紀錄檢查發現如下：
 - (1) 39項會驗工作內容包含TSC外殼銲件、燃料方管、支撐板銲件及支撐銲件等之VT、PT、RT、UT、MT等會驗工作，以及VCC內襯銲件內殼領料及材料鑑定、尺寸檢查及基板標示剪力釘位置尺寸檢驗等會驗工作，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」。
 - (2) 查「核二乾貯設備製造期間駐廠檢驗作業程序書(DNBM-S2-10.1)」，駐廠檢驗人員工作日誌應查證填報項目3.4內容，因引用程序書項次進版更動，項次自4.6變更為4.7。已要求台電公司更新程序書內容。

(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「銲接材料發放和管制程序書(0513A-91DA-200-C_R5)」、「非破壞檢測人員資格檢定記錄(0513A-91TS-601_R19)」、「專案品保計畫(俊鼎工地建照部份)(0513A-PQP-002_R3)」、「銲接人員資格名冊(0513A-QWL-01_R23)」、「銲接人員資格檢定紀錄(0513A-WPQ-01_R10)」、「密封鋼筒檢查與測試計畫(0513A-TSC-ITP-001_R6)」及「混凝土護箱設備製造WPS附PQR紀錄(0513A-VCC-WPS-01_R4)」進版更新，並經台電公司審核後發行使用，符合自主品質管制要求。

2. 查俊鼎公司持有ASME N-Type、NA-Type、NPT-Type、NS-Type核能資格證書（證書編號分別為N-3253、N-3719、N-3254、N-3869），證書有效日期均至2025年12月8日。
3. 抽查TSC-10成套品質文件密封鋼筒組合試驗部分，檢查提籃安裝完成後置入鋼筒外殼中之文件紀錄，確認相關作業依程序書0513A-TSC-005 rev.3，執行鋼筒外殼清潔檢查、鋼筒外殼真圓度檢查、鋼筒外殼垂直度檢查、確認提籃置入鋼筒無干涉等工作，並完成提籃置入鋼筒外殼之組合試驗報告(BISATR-TSC-10-001)、清洗檢查報告(IRCR-TSC-10-002)、密封鋼筒外殼與底板銲接後尺寸檢驗報告(DIR-TSC-10-057)。另依程序書0513A-TSC-008 rev.2第4.1節進行模擬燃料束拉力測試，完成模擬燃料尺規測試報告(DFGTVR-TSC-10-001)，測試結果拉力值均不超過100磅(45.4公斤)，符合程序書0513A-TSC-008 rev.2接受標準及自主品質管制要求。
4. 查俊鼎公司「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施清潔洗淨程序書」(0513A-91WI-509 rev.1)第4.1節所列之清潔方法，與程序書附件二”清洗檢查報告”之清潔方法未有對應，且程序書本文第5.0節之附件二名稱(清潔檢查報告)與程序書附件二名稱(清洗檢查報告)不一致。在不違反相關標準規定與作業程序前提下，為避免文件內容前後無法對應，已建議台電公司考量修正。另依該程序書第4.3節「…需檢查其清潔性，油漬、污垢、金屬碎屑或其他的污染物應使用上述的清潔方法予以去除…應符合NQA-1 subpart 2.1 class C之標準…」。惟抽查TSC-10清洗檢查報告(IRCR-TSC-10-002)，檢查結果僅為”表面無油漬”即判定合格，檢查報告說明內容過於簡略，已要求台電公司應強化檢查說明內容，以確保清潔作業確實依程序書要求執行。

5. 抽查VCC-16成套品質文件有關基板標示剪力釘位置部分，確認112年2月21日之現場作業為依程序書0513A-VCC-91DQ-605 rev.4規定進行，並完成填列”基板標示剪力釘位置尺寸檢驗報告”(DIR-VCC-16-006)，相關報告並經品管人員簽核。報告顯示量測尺寸均位於公差範圍內，檢驗結果合格，另確認所使用量測儀器GMR-244效期(2024.2.9)符合規定。另檢查112年2月21日台電公司駐廠檢驗報告(會驗編號：DNBM-QCM-VCC-003)，確認當日執行VCC 10~16之基板標示剪力釘位置作業，俊鼎公司及台電公司人員均依規定參與檢驗，惟會驗報告第七”停留檢驗點與見證檢驗點駐廠檢驗報告應查證填報項目及頻率核對”第1.9項之”是否執行”欄位有誤植情形，請台電公司依現場實際作業改正，並加強文件紀錄品質。
6. 依本局111年第4次檢查報告，檢查結果說明”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”，本次檢查112年3月2日台電公司之駐廠檢驗人員工作日誌，內容雖說明當日執行TSC-17無電鍍鎳作業，惟未依本局檢查報告要求記錄各槽浸泡作業時間，仍無法確認是否按各槽浸泡作業時間執行作業。本局要求台電公司後續於執行無電鍍鎳作業時，應依要求確實記載相關結果，以確保密封鋼筒製程品質符合要求。
7. 查俊鼎公司於本季執行TSC-18燃料方管#1~45燃料方管、定位轂、方型銷、固定片鐸道VT檢查(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112年1月5~6日執行燃料方管鐸道目視檢測，檢驗作業係由俊鼎公司檢驗人員(楊O弘，VT Level II)及品管人員

(陳O宇)依據「目視檢查程序書(0513A-91WI-605_R7)」執行，並完成目視檢驗報告。45組燃料方管銲道檢驗結果皆符合程序書中所列ASME SEC III之接收標準。

(2) 俊鼎公司於作業前確實將相關設備儀器照度計(GM-101)、捲尺(GMR-243)、銲道規(WG-84)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。

(四) 第三者工廠品質巡查作業(中銓公司)執行成效：

1. 查中銓公司執行第三者檢驗報告，執行TSC-18外殼銲件-組裝內、外側銲道PT檢查(H點)會驗，本次會驗依據程序書0513A-91WI-602_R8規定檢查，文件所附人員資格、量測儀器校正效期、PT檢查前照度、待驗銲道表面溫度、PT檢驗執行步驟及檢驗結果皆符合規定。
2. 查中銓公司執行第三者檢驗報告，執行TSC-21、TSC-22外殼銲件-外殼組裝SH1、SH2銲道VT檢查(W點)會驗，本次會驗依據程序書0513A-91WI-605_R7規定檢查，查驗現場照度計、捲尺、VT檢查前照明強度、人員資格以及VT檢查結果皆符合規定。

(五) 製造廠區現場巡視

1. 現場查核會驗點檢驗作業辦理情形：
 - (1) 查核VCC基板標示剪力釘位置尺寸檢驗工作，俊鼎公司檢驗人員依「混凝土護箱鋼材銲件及其零組件尺寸檢查程序書(0513A-VCC-91DQ-605_R4)」執行VCC-17~26基板標示剪力釘位置尺寸量測，台電公司駐廠人員執行見證檢驗點查證工作(會驗單編號0513A-IRS-VCC-4th-003)。檢驗結果尺寸量測均未超過圖面尺寸之公差範圍。惟本局發現檢驗人員執行尺寸量測

時，量測點兩端高度不同，可能影響量測尺寸正確性，已現場要求改進。

(2) 查核TSC燃料方管中子吸收板、鋁板、保護板(固定板)安裝檢查工作，俊鼎公司檢驗人員依「密封鋼筒組合試驗程序書(0513A-TSC-005_R3)」執行TSC-15 燃料方管#1~45中子吸收板、鋁板、保護板(固定板)安裝檢查，台電公司駐廠人員執行見證檢驗點查證工作(會驗單編號0513A-IRS-TSC-3th-147)。檢驗結果皆確認中子吸收板、鋁板、保護板(固定板)安裝數量及其方位正確，外觀表面完整，無損傷與異物及油污之情形。

2. 查俊鼎公司戶外貯存區已無貯放本專案之成品及半成品，倉庫內TSC組件亦已移入產線製造中；倉庫內貯放已完成三只TSC成品及VCC組件，TSC成品筒身均放置於木質鞍座上，並以藍色帆布包裝，符合程序書要求。惟檢查發現其包裝外觀有輕微破損之狀況，台電公司說明該成品暫時貯存於室內廠房，無雨水、髒污沾附之疑慮，該帆布係為臨時性包裝，已請俊鼎公司完成補強，另會在交貨前委由專業包裝廠商重新包覆。
3. 查銆材管理室貯存銆材均依儲架上標示存放，用過銆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2023年2月14日，下次校正日期為2023年5月13日，符合程序書三個月校正頻率之要求。另檢視台電公司核後端處2月份品質巡查報告，保溫箱溫度控制器(CAHO SR-T901)設定溫度與顯示溫度偏差過大，台電公司說明該保溫箱係以類比式指針調整至設定溫度，烤箱加熱後，將保溫箱內溫度感測器拉至箱外數位顯示溫度顯示供查閱，實際溫度以箱外數位顯示溫度為主，並以經校正之紅外線溫度計測量箱內溫度與實際溫度，其誤差小於2℃。

4. 鐸材領用單登記確實，領用鐸工(蔡○宏，鐸工編號W46)依據鐸接程序編號S1-129-1，領用鐸材ER70S-6，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」112年第1次專案檢查作業，主要檢查結果說明如下：

- (一) 現場查核111年12月至112年2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) 本局111年第4季檢查要求台電公司駐廠檢驗人員於無電鍍鎳作業期間，將相關結果記錄於駐廠檢驗人員工作日誌。惟本次檢查台電公司仍未記錄各槽浸泡作業時間，無法確認是否按各槽浸泡作業時間執行作業。本局要求台電公司將本項建議納入列管事項追蹤，並確實執行檢驗作業，確保製造品質。
- (三) 台電公司規劃於112年底完成本案所有組件製造作業，本次檢查發現近期相關檢驗作業數量明顯增加，然品質文件紀錄缺失亦有增加趨勢，本局再次提醒台電公司應視現場製程檢驗需求適時調整駐廠人力，台電公司已承諾將視會驗點檢驗量適時調配人力，確保駐廠檢驗作業品質。
- (四) 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。