

核二廠乾式貯存設施密封鋼筒

製程品質專案檢查

106年第2次檢查報告



放射性物料管理局

中華民國一〇六年六月

目次

一、檢查目的	1
二、檢查依據	3
三、檢查計畫	3
四、檢查發現	3
五、檢查結果	11

一、檢查目的

台電公司為解決核二廠用過核子燃料池貯存空間不足問題，依政府採購法辦理公開招標作業，委託NAC International公司(以下簡稱NAC公司)及俊鼎機械廠股份有限公司(以下簡稱俊鼎公司)執行核二廠乾貯設施密封鋼筒及其組件之製造。其中NAC公司負責貯存組件與運貯設備之設計、安全分析報告編撰及用過核子燃料裝填貯存等，俊鼎公司則負責貯存組件、運貯相關設備之製造及貯存場之設計與建造。

台電公司核能後端營運處(以下簡稱後端處)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」第十章之規定，建立及執行本專案之檢驗計劃，106年起由台電公司核能技術處(以下簡稱核技處)負責國內工廠製造期間的品質巡查及現場施工的監造作業。另針對密封鋼筒銲接、非破壞檢驗及熱處理等特殊製程，委託精林企業有限公司執行第三者檢查。

為確保核二廠乾式貯存密封鋼筒及其組件之製程品質符合法規要求，本局參照台電公司製造時程規劃，組成檢查小組並邀請非破壞檢驗專家徐鴻發博士及高家揚副研究員協助提供專業意見，依據本局檢查導則，於106年5月15-17日至高雄俊鼎公司執行專案檢查。台電公司核二廠乾式貯存設備製造進度概要說明如下。

為確保核二廠乾式貯存密封鋼筒及其組件之製程品質符合法規要求，本局參照台電公司製造時程規劃，組成檢查小組並邀請非破壞檢驗專家徐鴻發博士及高家揚副研究員協助提供專業意見，依據本局檢查導則，於106年5月15-17日至高雄俊鼎公司執行專案檢查。台電公司核二廠乾式貯存設備製造進度概要說明如下：

(一) 密封鋼筒(TSC)製造進度：

1. 殼身板料(SA-240 type 304/304L，size：0.5”t×96”×480”)已完成2批

非檢定材料(Unqualified Source Material)之檢定作業，編號TSC-01殼身已對接完成，編號TSC-02殼身材料已捲製完成。

2. 燃料方管材料(SA-537 grade class1，size：6.35t×1524×6000mm)已完成9批非檢定材料(Unqualified Source Material)之檢定作業。其中編號TSC-01已完成，編號TSC-02 正在執行附屬配件的機械加工及銲接組立，編號TSC-03、TSC-04正再執行燃料方管機械加工。

(二) 傳送護箱(TFR)製造進度：

1. TFR本體內、外殼組立及銲接完成、鉛磚組立完成，目前正在執行頂環與內外殼身銲接。
2. TFR附屬配件銲接器及吊軌組件正在製造中。
3. 防撞緩衝器由國外廠家製造，目前本體已組裝完成，General plastics已充填泡沫膠完成，運回台灣中。

(三) 混凝土護箱(VCC)製造進度：

1. VCC本體編號VCC-01及VCC-02已完成殼身組立銲接以及導引柵組立銲接，目前正在執行頂部凸緣與內殼銲接。
2. VCC組件編號VCC-01～VCC-09已完成頂蓋銲接。

(四) 門型吊車製造進度：

1. 吊運車樑已完成本體組立及銲接、支撐托架組立及銲接以及端點限制器組立及銲接。
2. 吊車衍樑已完成本體組立及銲接、緩衝器托架組立及銲接以及上、下水平支撐組立及銲接。
3. 吊車附屬配件已完成TSC銲接器負載測試以及限制環組立及銲接。

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。
- (四) 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(第七版,105.12)。
- (五) 國內外法規、規範、準則及指引等(包括 10 CFR 72、ASME、NUREG-1536, 1567 等)。
- (六) 核二廠乾式貯存設施密封鋼筒及組件製造檢查導則 IG-1、IG-2。
- (七) 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。

三、檢查計畫

(一) 檢查重點：

- 1. 查證台電公司品質巡查紀錄。
- 2. 查證俊鼎公司品質紀錄。
- 3. 製造廠現場巡查。

(二) 檢查小組成員：（職銜敬稱略）

劉志添、嚴國城、胡弘昌、郭嘉仁、徐鴻發及高家揚。

四、檢查發現

本次檢查重點主要有台電公司專案品質保證計畫及專案品保手冊執行現況，以及俊鼎公司密封鋼筒組件製造進度及品質文件紀錄。台電公司執行核二乾貯設備製造之品質保證作業分工，主要分為核能安全處（以下簡稱核安處）負責品保稽查作業、核能後端處（以下簡稱後端處）負責品質與

工安作業、核能技術處（以下簡稱核技處）負責駐廠品質巡查工作，本次檢查結果與發現如下：

（一）台電公司部分：

1. 核安處品保稽查作業：

- （1）核安處依據核二廠用過核子燃料乾式貯存設施「安全分析報告」及「興建專案品保計畫」，每年至少執行一次內部有關單位（後端處）內部稽查及承包商外部稽查。
- （2）核安處於 106 年 4 月 17-21 日至俊鼎公司執行「106 年度核二廠用過核子燃料乾式貯存設備製造專案品保稽查」，稽查對象有俊鼎公司及台電公司核技處駐廠人員，稽查重點包括現場查證及查閱各項品質文件與紀錄，同時對相關作業人員進行訪談，以查證各項作業之執行與管制是否符合相關法規、專案品保手冊與作業程序書等規定。
- （3）稽查結果顯示無重大缺失，但仍針對專案品保手冊（PQAM）與俊鼎公司之品保手冊（QAM）規定不一致、程序書及設計圖面標示錯誤、製程管制之停留點選點程序瑕疵及銲接、檢驗不完整等情形等開立 6 項稽查改正通知，要求俊鼎公司改善，以精進製造品質。所有稽查改正事項均已列表管制，符合自主品質管制要求。
- （4）查前項核安處所開立之稽查改正通知，其中編號 ACAR-17CTS1-3，主要係針對密封鋼筒製造傳票(編號 TSC-A-06)之水壓試驗工作項目未依「國內工廠製造品質巡查計劃書」訂定停留檢驗點，要求俊鼎公司檢討改善。然而，該項缺失曾於105 年即開立稽查改正通知(編號 ACAR-16PSC2-01)列管並已完成結案。本次核安處稽查又發現相同問題，凸顯俊鼎公司對內部製程管制表之管理有明顯疏失且台電公司也未善盡監督責

任，不符合「核二廠乾式貯存設施興建專案品質保證計畫」第五章管制要求。惟目前製程進度仍於密封鋼筒銲接成型階段，尚無水壓試驗之查證點，已要求台電公司盡快完成製造傳票修訂及審定，以確保密封鋼筒製造品質符合要求。

- (5) 針對核安處 106 年核能安全稽查報告部分，抽查俊鼎公司焊材領用單編號「0412-004」、「0413-003」其規格填寫 0.1mm 與「焊接材料庫存紀錄」(1.6mm)不一致之改善情形，經現場檢查確認係誤植，並立即改善完成。

2. 後端處執行製程品質與工安作業稽查

- (1) 後端處依據核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告、核能後端處品質巡查作業程序書以及核二廠用過核子燃料乾式貯存設施第一期興建計畫檢驗計畫等，辦理例行品質巡查作業及不定期檢查，其中包含對俊鼎公司與其分包商之稽查。
- (2) 後端處於 106 年 3 月 24 日派員查證俊鼎公司對其方管成型及銲接工作之協力廠商一甲國際股份有限公司之年度品質調查。一甲公司主要產品「機械加工服務」；後端處之稽查重點主要為從旁查證俊鼎公司品質調查程序，以確認俊鼎公司執行廠商品質調查作業符合本專案品質保證計畫相關規定，並觀察一甲公司各項製造品質管制工作，以符合本計畫契約與品保規定。稽查結果確認俊鼎公司執行一甲公司年度品質調查作業程序符合 NQA-1 與 NCA-4000 相關規定，且確認一甲公司具備生產且提供符合品質要求之技術能力。
- (3) 後端處於 106 年 5 月 11-12 日派員至俊鼎公司執行第 2 季例行檢查，稽查重點包含：
- i. 本局 105 年度及 106 年度品質專案檢查所開立注改事項之改善與執行成效。

ii. 台電公司核安處於 106 年品保稽查之各項稽查改正通知改善情形。

iii. 俊鼎公司對鐸材供應商、機械加工廠商、校正試驗廠商、方管成型鐸接承包商稽查及調查工作執行情形、現場製造工作期間各相關檢驗及檢查記錄、現場製程進度有關之材料管理、切割及組立鐸接作業以及相關製造傳票與工作紀錄。
稽查結果無發現重大缺失，符合自主品質管制要求。

(4) 查核精林企業有限公司第三者工廠品質巡查報告(TSC)密封鋼筒第四冊(106-C-053、106-C-052、106-C-047、106-C-041、106-C-038、106-C-036、106-C-035、106-C-031)符合第三者品質管制作業要求；另後端處表示會定期對該巡查報告進行覆核，符合自主品質管制要求。

3. 核技處駐廠品質巡查作業成效

(1) 台電公司「核能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 7 版）」第十章（檢驗），已將核技處納入，並自 106 年 1 月起取代泰興公司，負責執行本專案國內工廠製造過程檢驗 / 駐廠品質巡查作業。

(2) 106 年第 2 季共執行 17 項停留查證點及見證檢驗點會驗工作，分別為 7 項密封鋼筒會驗（包含外殼鐸件鐸道 NDE、提籃彎角支撐鐸件鐸道 NDE、燃料方管鐸道 NDE 等）、4 項傳送護箱會驗（包含吊軌之鐸道 NDE、吊耳軸之鐸道 NDE、鉛屏蔽密實度檢測等）、2 項混凝土護箱會驗（基板與剪力釘鐸接、進氣口頂板標示剪力釘位置）、4 項門型吊車會驗（包含吊運車樑及配件尺寸檢查、水平支撐之 MT 檢查頂部吊架負載測試後 MT 等）。查證結果顯示各項會驗結果均完整紀錄於「台電公司停留檢驗點與見證檢驗點品質巡查報告」，符合品質巡查程

序書要求。

- (3) 抽查精林企業有限公司第三者工廠品質見證點/停留檢驗點查核表，查核日期：106 年 3 月 24 日，工程名稱：核二廠用過核子燃料乾式貯存密封鋼筒，作業項目：目視檢測(VT)焊道檢查(W點)，經查該查核表除俊鼎公司外，台電公司核技處駐廠人員及精林企業有限公司均有會驗，符合品質巡查程序書要求。
- (4) 本局於前次檢查時，曾要求台電公司應加強駐廠品質巡查作業成效，並開立注意改進事項要求台電公司通盤檢討並提出具體改善方案。台電公司依據本局注意改進事項要求，已研提本案之國內工廠製造檢驗/品質巡查作業改善方案，並據以實施，另經查核技處駐廠人員依據「材料接收及貯存作業程序書」執行現場材料貯放檢查，106 年度上半年已針對俊鼎公司現場材料貯放缺失，開立四項改正行動要求（CAR）進行管制，以確保材料貯放符合程序書要求。顯見核技處對於駐廠品質巡查工作，已有提昇管制成效，值得肯定。

(二) 俊鼎公司部分：

1. 查閱俊鼎公司「儀器校正狀況管制總表」，更新日期為 2017 年 5 月 3 日，符合每月第一個星期前準備之要求，Item NO.61 超音波檢測儀器須於 2017 年 5 月 12 日前完成校正，經查該儀器已於 2017 年 5 月 10 日進行校正，符合「品保手冊」(QAM-01-C 02ED Rev.5)第 16.2.3 節規定。
2. 複查俊鼎公司非檢定材料製造傳票編號 USM-0513A-6 步驟 6（Traceability marking and cutting），發現台電公司並未對本局注意改進事項之結案申請承諾事項，新增見證檢驗點，說明如下：
 - (1) 本局於 105 年 7 月 18~20 日執行 105 年度第 1 次專案檢查時，發現台電公司對於非檢定材料的使用，未考量製造商執行前述

材料之檢驗、試驗時，於製造傳票上訂定見證點或以稽核方式辦理現場查證。因此，本局於 8 月 29 日開立注意改進事項 FCMA-105-2-3004，要求台電公司檢討改善。

(2) 台電公司續於 106 年 1 月 20 日提報注意改進事項答復說明，承諾已於 A 級材料之製造傳票內訂立「Traceability Marking and Cutting」步驟為見證點，並要求俊鼎公司在執行非檢定材料的試樣送驗時，通知台電公司派員查證。

(3) 本次檢查複查俊鼎公司製造傳票，抽查傳票編號 USM-0513A-21（材料 SA-537-CL1(NG)），發現台電公司仍無訂定見證點及執行見證檢驗，除違反安全分析報告第十章品質保證計畫之品質管理要求外，亦不符合上述注意改進事項答復說明之承諾事項，對核二乾貯設備組件製造之整體品質保證工作顯有疏失，本局將研擬開立五級違規事項，要求台電公司徹底檢討改善。

3. 本局邀聘非破壞檢測專家審閱相關特殊製程程序書內容，提供以下檢查發現，並將分別開立注意改進事項要求台電公司具體檢討改善：

(1) 超音波檢驗程序書（0513A-91WI-601/Rev.2）應補正事項：

- i. 程序書 4.2.4 節，圖一顯示基本校正規塊未繪製「鐸道」，應依作業要求予以補繪。
- ii. 程序書 4.3.2（3）節之「校正規塊圖」與 4.2.4 節「基本校正規塊」圖不同。另 4.2.5 節「系統校正規塊」，也未詳細載明系統校正規塊之規格及規塊圖說。以上應立即釐清並完成補正。

(2) 超音波檢驗報告及相關查驗紀錄：

- i. 超音波檢驗報告應列出儀器廠牌型號及序號、試件名稱及工作內容概要。

- ii. 超音波檢驗報告應增列溫度數值記錄，以確保檢測工件與基本校正規塊之表面溫差符合程序書 4.3.2 (4) 之要求。
 - iii. 超音波檢測報告內容顯示以水為耦合劑，雖其水質檢測證明符合超音波檢測程序書 4.2.3 規定，惟應考量耦合劑的儲存方式，以確保下一次檢測時，耦合劑水質符合程序書要求。
- (3) 磁粒檢測程序書 (0513-91WI-603/ Rev.1) 、磁粒檢驗報告及相關查驗或校正記錄，檢查發現如下：
- i. 本程序書僅適用磁軛濕式(螢光磁粒)檢測法，而檢測報告增列與本程序書無關的檢測條件及技術，易造成現場執行者的困擾且對文件品質不夠嚴謹。
 - ii. 4.3 節「檢測程序」，本節未載明檢測環境、檢測人員及黑光燈等檢測程序要求，不符合 ASME Section V Article 7 T-777.2 之規定。另 4.2.3 節「磁場指示標準塊」，僅載明用途及圖說，並未載明「使用時機」於 4.3 節「檢測程序」中。
 - iii. 查核磁粒檢驗報告 (MT-TSC-01-WN-093-1-001/-093-1-002/-094-1-001) 及相關校正記錄 (GM-59-09)，發現「磁軛/接觸棒距離」記錄值為 19 公分，而「磁軛吸力」為 4.5 公斤。按程序書 4.2.1A 及 B 之規定：「磁軛可為固定腳或有關節型，極距為 3 至 8 吋。交流電磁軛於最大之使用極距應能舉起至少 10 磅 (4.5 公斤)。」惟本項磁軛極距記錄為 19 公分尚未達最大極距，無法確保於最大極距可提起 10 磅 (4.5 公斤)。
 - iv. 「照明狀況」，使用光源為黑光燈，未載明設備型號。照度值為 $15440 \mu\text{w}/\text{cm}^2$ ，經比對黑光燈校正記錄 (記錄編號：GM-59-09) 發現儀器校正範圍為 $0-10000\mu\text{w}/\text{cm}^2$ ，而實際照度值已大於儀器校正範圍，無法確認量測值的準確性。

- v. 依 ASME Section V Article 7 T-777.2 (d) 及程序書 4.2.4 節之規定：「黑光強度至少應每 8 小時或工作地點更換時量測以確認其強度」。惟檢驗報告中並未記載本項參數，應檢討補正，以供確認符合要求。
- vi. 依程序書 4.3.4 節「檢查之涵蓋性」，檢查模式可分為兩種模式，以鐸道為基準線分別為垂直或平行檢測及斜交 45 度檢測，檢測模式擇一選用即可，惟檢測報告未載明使用的檢測模式。

(三) 製造廠區現場巡視

1. 鋼材及半成品貯存區

核二乾貯半成品露天貯放依規定確實進行防護作業，符合材料貯存規定。現場勘查核二乾貯密封鋼筒、混凝土護箱、傳送護箱及吊車製造作業等檢查，確認製造流程及材料貯存現況符合規定。

2. 鐸材管制室

(1) 查閱「鐸材保溫紀錄表」，依據鐸接材料發放和管制程序書(0513A-91DA-200-C Rev.1)第 4.3.3 規定，低氫系鐸條要保存在爐溫最低 120℃ 的爐內，且爐溫每天紀錄於「鐸材保溫紀錄表」兩次。經查俊鼎公司現使用焊條為 E7016(天泰 TL-50)及 E7018(天泰 TL-508)皆屬低氫系鐸條，經 350℃ 乾燥後，存放於爐溫 120℃ 以上，且每天記錄兩次爐溫，焊材乾燥紀錄表及焊材保溫紀錄表皆符合「鐸接材料發放和管制程序書(0513A-91DA-200-C_1C)」要求。另查烘乾爐溫度指示器，最近校正日期為 2017 年 4 月 11 日亦符合三個月校正一次之規定。

(2) 焊材領用單有進行分類管理，且於領用單左上方註記當日施作項目內容，其管理良好。另查閱俊鼎公司合格鐸工名冊(QWL，更新日期:106 年 2 月 23 日)，符合每三個月內更新名冊之要求。

- (3) 抽查焊材領用單編號 0214-004【焊接設備：TSC-01，焊接程序編號：S1-129-1(焊接方法 GTAW)，焊工姓名:蔡○宏(W46)】，經查焊材領用單與焊接材料庫存紀錄使用量一致，另查合格焊工名冊(QWL)該員符合資格，且記錄於焊工施焊登錄表上。
- (4) 抽查焊材領用單編號 0324-004【焊接設備：TSC-02，焊接程序編號:S1-129-1(焊接方法 GTAW)，焊工姓名:趙○吉(F013)】，經查焊材領用單與焊接材料庫存紀錄使用量一致，且該員登載於合格焊工名冊(QWL)，惟未登載於焊工施焊登錄表。查「鉚接及鉚接修補程序書(0513A-91WI-508 Rev.2)」第 5.4.1 節內容略以：電鉚領班依據合格焊工名冊(QWL)，指派合格焊工來執行焊接工作，並記錄於焊工施焊登錄表。本案已要求俊鼎公司將焊工代號 F 類之焊工於點焊時記錄於焊工施焊登錄表內，以符合焊接查驗管控程序要求。

五、檢查結果

本次為「核二廠乾式貯存設施密封鋼筒製程品質專案檢查」106 年第 2 次專案檢查作業，檢查重點係確認對台電公司及俊鼎公司等專案品質保證計畫及專案品保手冊執行成效，本次檢查發現歸納如下：

- (一) 本次稽查核技處駐廠人員品質巡查成效，發現駐廠人員確實依據「材料接收及貯存作業程序書」執行現場材料貯放檢查，且在106年度上半年已針對俊鼎公司現場材料貯放缺失，開立四項改正行動要求（CAR）進行管制，以確保材料貯放符合程序書要求。顯見核技處對於駐廠品質巡查工作，已有提昇管制成效，值得肯定。
- (二) 本次檢查俊鼎公司之超音波檢驗程序書、超音波檢驗報告、磁粒檢驗程序書、磁粒檢驗報告仍發現多項品質文件不完整之處，已要求

台電公司督促俊鼎公司檢討改善，本局將於下次檢查複查其改善情形。

(三) 查鐸材管制室之低氫系鐸條貯存情形及鐸材保溫紀錄表，均有符合「鐸接材料發放和管制程序書(0513A-91DA-200-C_1C)」要求。另抽查鐸材領用單發現其與鐸接材料庫存紀錄使用量一致，符合自主管理要求。

(四) 本次檢查結果，開立1件五級違規事項及2件注意改進事項，要求台電公司檢討改善，以確保設備製造品質符合要求。臚列如下：

1. 針對俊鼎公司製造傳票（編號USM-0513A-21），台電公司未依注意改進事項答復說明之承諾事項，訂定見證點及執行見證檢驗，開立五級違規事項要求台電公司檢討改善。

五級違規事項辦理情形：

本局於106年6月30日會物字第1060008697號函開立五級違規事項編號：EF-106-KS-001要求台電公司改善。台電公司於106年8月11日電核能部核安字第1068075462號函申請結案。經審查後，本局於106年9月1日會物字第1060011730號函准予結案。

2. 針對超音波檢驗程序書（0513A-91WI-601/Rev.2）及檢驗報告應補正事項，開立注意改進事項要求台電公司檢討改善。

注意改進事項辦理情形：

本局於106年7月6日物三字第1060001888號函開立注意改進事項編號：FCMA-106-2-3006要求台電公司改善。台電公司於106年9月8日電核能部核安字第1068083095號函申請結案。經審查後，本局於106年9月12日物三字第1060002523號函准予結案。

3. 針對磁粒檢測程序書（0513-91WI-603/ Rev.1）及檢驗報告應補正

事項，開立注意改進事項要求台電公司檢討改善。

注意改進事項辦理情形：

本局於106年7月6日物三字第1060001888號函開立注意改進事項編號：FCMA-106-2-3007要求台電公司改善。台電公司於106年10月27日電核能部核安字第1068099783號函申請結案。經審查後，本局於106年11月9日物三字第1060002973號函准予結案。

- (五) 本局將持續督促台電公司加強自主管理，並嚴密追蹤違規事項及注意改進事項之後續改善作為，以確保乾貯設備符合品質及安全要求。