

---

# 核二廠乾式貯存設施密封鋼筒

## 製程品質專案檢查

### 109年第4次檢查報告



放射性物料管理局

中華民國一〇九年十二月



# 目 次

一、檢查目的 .....	1
二、檢查依據 .....	2
三、檢查計畫 .....	2
四、檢查發現 .....	3
五、檢查結果 .....	11



## 一、檢查目的

為解決核二廠用過核子燃料水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之特殊製程，台電公司則另委託精林企業有限公司執行第三者檢查作業。

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，掌握製造進度及查核台電公司三級品保之執行成效。本次專案檢查於109年12月2~4日至俊鼎公司執行，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。
2. TSC-10~TSC-12正在執行提籃組件機械加工及殼身銲接。

### (二) 傳送護箱(TFR)製造進度：

TFR本體、附屬配件及防撞緩衝器均已製造完成，並貯放於俊鼎公司倉庫內。

### (三) 混凝土護箱(VCC)製造進度：

1. VCC-01~09已完成製造。

2. VCC-10~16完成本體、組件頂蓋及底座製造。

(四) 門型吊車製造進度：

完成噴砂油漆、廠內組裝與負載測試，並貯放於俊鼎公司倉庫內。

## 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 1 版，109 年 11 月)。

(六) 核能後端營運處巡查作業程序書(第 13 版，109 年 3 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 4 版，109 年 8 月)

## 三、檢查計畫

(一) 檢查重點：

1. 台電公司自主品質巡查及三級品保執行成效。
2. 俊鼎公司品質文件紀錄。
3. 製造廠現場巡查。

(二) 檢查小組成員：(職銜敬稱略)

郭明傳、嚴國城、萬明憲、袁懿宏。

## 四、檢查發現

### (一) 核安處品保稽查作業執行成效：

1. 核安處於109年10月21~23日派員至俊鼎公司執行本專案品保稽查，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. 查閱核安處品保稽查報告，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，稽查成果摘述如下：

(1) 本局前次(109年第3次)之檢查發現，建議俊鼎公司針對混凝土護箱頂蓋與底座混凝土澆置程序書(0513A-91WI-600-2)，有關裂縫寬度(被動裂縫) $>0.04$ 英寸之修補方法，其檢討報告應包含後續評估、可用性判定與因應修補措施，並列為後續追蹤管制事項。查核安處本次執行品保稽查，將上述建議事項納入追蹤查驗，確認俊鼎公司業依本局建議完成程序書(0513A-91WI-600-2)修訂，並經台電公司審查同意後，進版發行。

(2) 核安處查閱本專案「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)，建議「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CAR作業」流程圖，結案程序應增列複審機制。經查後端處業依稽查建議事項完成程序書修訂，以強化自主品質巡查成效。

### (二) 後端處駐廠品質巡查作業執行成效：

1. 抽查後端處109年10~11月份「駐廠檢驗人員工作日誌」，每日工作要點包含銲接材料發放與管制作業，本專案材料、半成品與成

品貯存作業查證，以及製程會驗點查證等，並確實將相關工作情形記錄於工作日誌中，符合自主品質管制要求。惟11月5日執行TSC-11外殼SH2內側鐸道鐸接作業之鐸道編號誤植為WN-081-4(正確為WN-081-5)，已要求檢驗人員立即改正。

2. 查後端處109年9~11月共執行14項會驗工作，包含TSC-08模擬燃料尺規測試、最終檢查；TSC-09提籃置入鋼筒外殼之組合試驗、模擬燃料尺規測試、密封鋼筒上蓋與鋼筒外殼之組合測試、排水管插入之組合測試、排水與排氣孔蓋之組合試驗、鐸道之目視檢查作業(VT)與液滲檢測作業(PT)；TSC-10鐸道鐸接、鐸道根部與底板開槽面液滲檢測；TSC-11鐸道鐸接、鐸道根部與底板開槽面液滲檢測；TSC-12鐸道鐸接等會驗工作。本次抽查作業內容，均詳實記錄於會驗報告，符合自主品質管制要求。

3. 抽查TSC-11底板開槽面液滲檢測、內側鐸道鐸接、外側鐸道根部PT檢查會驗報告(會驗日期：109年10月26-30日，會驗單編號：0513A-IRS-TSC-3th-017\_R0，會驗報告編號：DNBM-QCM-TSC-010)，查核結果如下：

(1) TSC-11外殼SH1內側鐸道部分(鐸道編號WN-081-4)，鐸接作業係由俊鼎公司合格鐸工王O文(鐸工編號W73)依據「密封鋼筒設備製造WPS附PQR紀錄(0513A-TSC-WPS-01\_R5)」鐸接程序(鐸接程序編號S8-175)執行。經查，鐸接方式、鐸條材質、使用電流、電壓均符合鐸接程序規定。鐸道鐸接作業使用之鈎錶(GM-75A)、紅外線測溫槍(TM-60A)有效期皆在校正週期內。

(2) 底板開槽面液滲檢測係由俊鼎公司非破壞檢測人員陳O文(PT Level II)依據「液滲檢測程序書(0513A-91WI-602\_R6)」執行。檢查結果無發現龜裂、夾層、線形顯示或大於5mm之圓形缺

陷，符合ASME Sec III Div. 1 NB-5350接受標準，並由非破壞檢測人員林O靖(PT Level III)就檢測結果複核，符合程序書管制要求。檢測作業使用之紅外線測溫槍(TM-60A)、照度計(GM-101)、捲尺(GMR-243)有效期皆在校正週期內。

(3) 前項檢測作業為「建議之見證點及停留檢驗點(0513A-RWAHP-001)」中所列之停留檢驗點，作業過程駐廠檢驗人員及第三者檢驗人員(精林公司)全程派員查核，第三者檢驗人員並完成「第三者品質巡查見證點/停留檢驗點查核表」，符合自主品質管制要求。

4. 抽查TSC-11外殼SH1外側銲道銲接、外殼SH2內側銲道銲接會驗報告(會驗日期：109年11月3-6日，會驗單編號：0513A-IRS-TSC-3th-018\_R0，會驗報告編號：DNBM-QCM-TSC-011)、TSC-12外殼SH1/SH2內側銲道銲接會驗報告(會驗日期：109年11月9-12日，會驗單編號：0513A-IRS-TSC-3th-020\_R0，會驗報告編號：DNBM-QCM-TSC-013)及TSC-11外殼SH2外側銲道根部液滲檢測會驗報告(會驗日期：109年11月27日，會驗單編號：0513A-IRS-TSC-3th-021\_R0，會驗報告編號：DNBM-QCM-TSC-014)，亦如上所述皆符合程序書要求。

### (三) 第三者工廠品質巡查作業(精林公司)執行成效

1. 精林公司109年8月依據核安處稽查建議完成「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」修訂，本次檢查確認精林公司巡查人員已依新版程序書執行檢驗作業，符合自主品質管制要求。
2. 查會驗申請編號:0513A-IRS-TSC-3<sup>th</sup>-016 Rev.1，TSC-10密封鋼筒之外殼銲件SH2\_外側銲道銲接(W點)之會驗工作(傳票編號:TSC-A-

03，步驟11，執行時間為109年10月20~21日，第三者巡查報告編號109-C-070)，檢查結果確認俊鼎公司確實依照「密封鋼筒設備製造WPS附PQR紀錄」程序書，由合格銲工人員(王O文先生，編號W73)執行銲接作業，其銲接程序符合WPS及ASME Sec. IX規定值範圍。

3. 查會驗申請編號:0513A-IRS-TSC-3<sup>th</sup>-015 Rev.0，TSC-10密封鋼筒之外殼銲件SH2\_外側銲道根部PT檢查(H點)之會驗工作(傳票編號:TSC-A-03，步驟10，執行時間為109年10月16日，第三者巡查報告編號109-C-069)，檢查結果確認俊鼎公司確實依照「液滲檢測程序書0513A-91WI-602 Rev.6」程序書執行作業，由合格液滲檢測人員(黃O光先生，PT LEVEL II資格證照PQ-KA-455，效期OCT.2021)執行PT檢測作業，其檢測結果無缺陷顯示，符合ASME Sec. III Div.1 NB-5350接受標準。

#### (四) 俊鼎公司製程品質文件檢查

1. 俊鼎公司於109年8月3日完成本專案「液滲檢測程序書」進版發行(由R5進版至R6)，經抽查TSC-10~TSC-12之銲道液滲檢測紀錄，確認俊鼎公司確實依最新版次程序書規定執行檢驗作業，並由停留檢驗點查證單位(精林公司、台電公司)於製造傳票簽核確認，符合自主品質管制要求。
2. 查後端處品質巡查人員於109年10月29日抽查俊鼎公司非破壞檢測人員之視力檢查證明，發現有2位檢測人員之視力檢查證明不符合「非破壞檢測人員資格考核及授證檢定程序書(0513A-91TS-600)」第4.3.1節「視力檢查之有效期限為一年」之規定，其後續處理僅由俊鼎公司自行開立矯正措施(CAR)，要求相關人員赴醫院體檢並繳交醫生出具之視力檢查證明。本局進一步檢查發現如下：

- (1) 依據「液滲檢測程序書(0513A-91WI-602\_R6)」第4.7節，液滲檢測人員之視力要求需符合本專案「非破壞檢測人員資格考核及授證檢定程序書(0513A-91TS-600)」第4.3.1節之規定。
  - (2) 查台電公司工廠製造停留檢驗點與見證檢驗點駐廠檢驗報告(編號：DNBM-QCM-TSC-010)及精林公司之第三者品質巡查報告(109-C-71、109-C-72、109-C-74)，俊鼎公司於109年10月27日及10月29日執行TSC-10及TSC-11鐳道液滲檢測作業，分別由陳O文及黃O光2位非破壞檢測人員執行，2位檢測人員分別於108年10月22日及108年10月2日接受視力檢查，其檢查證明超過有效期限1年之規定，惟仍執行檢測作業，不符合程序書之人員資格要求。
  - (3) 台電公司駐廠巡查人員及精林公司品質巡查人員未於作業前確認檢測人員之視力檢查證明，另出具之會驗報告仍認定檢查結果為合格，不符合品保之管制要求。
3. 依據「核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告」，本專案之非破壞檢測作業係引用ASME Sec V (2001年版)。依據該規範第六章「液滲檢測作業」T-676節，顯像時間及判讀應於顯像液塗覆後10~60分鐘內完成。查「液滲檢測程序書(0513A-91WI-602\_R6)第4.3.7節「顯像時間至少為7分鐘」及第4.3.8節「判讀應於7~60分鐘內執行」，與前述ASME Sec V (2001年版)規範不符。
  4. 依據前述檢查發現，本局已開立注意改進事項(FCMA-109-2-3002)，要求台電公司依據ASME Sec V規範修正本專案之「液滲檢測作業程序書」。另應強化本項檢測作業之品質巡查成效，並再檢視本專案已完成液滲檢測作業之檢測結果，以確保製造品質。

5. 抽查TSC-09品質成套文件，檢查項目包含製造傳票TSC-I-01之組合試驗、模擬燃料尺規測試、鐸道目視檢測與液滲檢測，以及製造傳票TSC-J-01之最終檢查。針對品保文件抽查結果說明如下：

- (1) 查TSC-09提籃置入密封鋼筒外殼之組合測試、密封上蓋與鋼筒外殼之組合測試、排水管插入之組合測試、排水與排氣孔蓋之組合測試，各項組合測試確實依「密封鋼筒組合試驗程序書(0513A-TSC-005\_R3)」執行，並由台電公司駐廠人員及精林公司第三者巡查人員現場執行會驗，確認檢查結果合格，符合自主品質管制要求。
- (2) 查TSC-09提籃置入密封鋼筒後限制塊與外殼鐸件鐸接之鐸道目視檢查作業，檢測人員為楊O弘，具有目視檢測中級檢測師(VT Level II)資格(證書編號：PQ-MC-423)，且視力檢查證明符合「非破壞檢測人員資格考核及授證檢定程序書(0513A-91TS-600)」第4.3.1節「視力檢查之有效期限為一年」之規定。檢測過程確實依「目視檢查程序書(0513A-91WI-605\_R5)」執行，並由台電公司駐廠人員及精林公司第三者巡查人員現場執行會驗，確認檢查結果合格，符合自主品質管制要求。
- (3) 查TSC-09提籃置入密封鋼筒後限制塊與外殼鐸件鐸接之鐸道液滲檢測作業，檢測人員為黃O光，具有液滲檢測中級檢測師(PT Level II)資格(證書編號：PQ-KA-455)，且視力檢查證明符合「非破壞檢測人員資格考核及授證檢定程序書(0513A-91TS-600)」第4.3.1節「視力檢查之有效期限為一年」之規定。檢測過程確實依據「液滲檢測程序書(0513A-91WI-602\_R6)」執行，並由台電公司駐廠人員及精林公司第三者巡

查人員現場執行會驗，確認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之接受標準，符合自主品質管制要求。

(4) 查TSC-09最終檢查，由俊鼎公司品管人員陳O宇依據「密封鋼筒最終檢查程序書(0513A-TSC-011\_R3)」查對所有製造傳票上相關之檢驗/試驗/測試報告，並由後端處駐廠巡查人員李O珊見證，確認檢查結果符合接受標準，符合自主品質管制要求。

6. 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。

(五) TSC-12外側鐸道根部液滲檢測作業查證

1. 本項檢測作業為「建議之見證點及停留檢驗點(0513A-RWAHP-001)」中所列之停留檢驗點，檢測過程需通知台電公司辦理會驗。俊鼎公司於109年11月23日提出會驗申請(會驗單編號：0513A-IRS-TSC-3<sup>th</sup>-022)，安排於12月3日執行TSC-12密封鋼桶(製造傳票:TSC-A-02，步驟10)之外側鐸道根部液滲檢測作業，並辦理會驗。

2. 現場查核檢測人員及檢測設備執照，查核結果如下：

(1) 本次檢測使用之清潔液(SKC-S)、滲透液(SKL-SP2)、顯像劑(SKD-S2)為「液滲檢測程序書(0513A-91WI-602\_R6)」認可之廠牌型號，且於有效期限內。

(2) 檢測人員為黃O光，具有液滲檢測中級檢測師(PT Level II)資格(證書編號：PQ-KA-455)，且視力檢查證明符合「非破壞檢測人員資格考核及授證檢定程序書(0513A-91TS-600)」第4.3.1節

「視力檢查之有效期限為一年」之規定。

(3) 檢測使用之紅外線測溫槍(TM-60A)、照度計(GM-101)、捲尺(GMR-243)有效期皆在校正週期內。

3. 本次檢測作業全程依據「液滲檢測程序書(0513A-91WI-602\_R6)」執行，過程及結果摘述如下：

(1) 檢測溫度22°C符合程序書第4.6節被檢測物之表面溫度應保持於10°C~52°C以下之安全需求。

(2) 照度強度1281Lux (距離500mm)，符合程序書第4.2.2節檢測區之白光照度至少應有1000Lux之規定。

(3) 滲透時間11分鐘、顯像時間10分鐘符合程序書第4.3.4節及第4.3.7節規定。

(4) 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之接受標準。

#### (六) 製造廠區現場巡視

1. 現場巡查成品、半成品之貯放現況：

目前均覆蓋藍色帆布且與非本專案製品分隔標示，密封鋼筒成品、半成品均放置廠房內集中貯放，符合自主品質管制要求。惟發現乾貯半成品暫貯區帆布有明顯破洞，已請台電公司駐廠人員注意乾貯組件之儲存情況；

2. 鐸材管理室巡查：

經查俊鼎公司烘乾爐存放天泰 TL-50、天泰 TL-508 及天泰 TF-565 焊藥，擺放位置與爐門標示位置一致，使用過焊條有畫上黑線標註，符合規定；烘乾爐 3 號溫度指示器(TM-36)，最近校正日期為2020年11月30日，符合每3個月校正一次之規定。

3. 鐸材及鐸工管理抽查：

- (1) 鐸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，管理良好。另查閱俊鼎公司合格鐸工名冊(QWL，更新日期:109年11月22日)，符合每3個月內更新名冊之要求。
- (2) 抽查俊鼎公司現使用鐸材為ER70S-6(天泰TGA-56)，鐸材領用單編號1202-001(鐸材設備：TSC-10，鐸材程序編號：S1-129-1，鐸工姓名: 陳○軒(W13))、1203-001(鐸材設備：TSC-10，鐸材程序編號：S1-129-1，鐸工姓名蔡○宏(W46))。經查鐸材領用單與鐸材材料庫存紀錄使用量一致，另查合格鐸工名冊(QWL)該員符合資格，且記錄於鐸工施鐸登錄表上。
- (3) 依據俊鼎公司鐸接修補程序書(編號: 0513A-91WI-508)，抽查鐸工施鐸登錄表7月~9月紀錄，俊鼎公司確實依程序書條文5.4.2 A.b.執行統計，並依鐸接方法分類紀錄每個月放射線檢查紀錄，經檢視鐸接RT檢查總不合格率為0%，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」109年第4次專案檢查作業，檢查結果簡述如下：

- (一) 台電公司核安處、後端處持續依「興建專案品保計畫」要求，執行本專案品保稽查及製程品質巡查作業，以確保本專案製程品質，符合自主品質管制要求。
- (二) 本專案109年9~11月共計執行14項製程會驗作業，經查俊鼎公司製造傳票、台電公司會驗報告及第三者品質巡查報告，相關作業內容均詳實記載，符合品質文件管制要求。
- (三) 針對本專案「液滲檢測程序書」之品保缺失，本局已開立注意改進事項(FCMA-109-2-3002)要求台電公司依據ASME Sec V(2001年版)規

範修正程序書。另應強化本項檢測作業之品質巡查成效，並再檢視本專案已完成液滲檢測作業之檢測結果，以確保製造品質

(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，以確保本專案各項設備及組件製造，符合品質及安全要求。