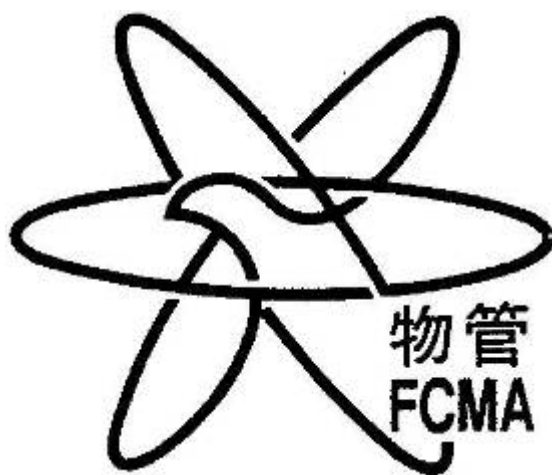

核一廠乾式貯存設施興建檢查

100 年第 2 季檢查報告

(100 年 6 月)



行政院原子能委員會放射性物料管理局

核一廠乾式貯存設施興建檢查 100 年第 2 季檢查報告

目 次

一、 檢查目的	2
二、 檢查依據與檢查計畫	2
三、 檢查結果	4
四、 結語	8

一、檢查目的

我國對於用過核子燃料乾式貯存設施審查制度之法規設計，係採取建造執照與運轉執照的兩階段審查制度，同時在設施興建與運轉期間執行安全與品質檢查，以確保用過核子燃料乾式貯存的安全性。

核一廠用過核子乾式貯存設施土木施工部分，包括場址土層改良、排水設施與邊坡穩定設施、乾華橋改建、混凝土護箱貯存基座、混凝土護箱與外加屏蔽施作等工程。本次檢查目的係依據原能會核備在案之安全分析報告及設施興建專案品質保證計畫(四版)等文件，查證台電公司自主品質管理、品質保證執行成效，並分別就台電公司北部施工處(以下簡稱北工處)於設施整地及橋梁工程品質監造、承攬廠商品質文件審核情形及現場施工等三方向進行訪談與查核，以確保工程材料及施工作業均能符合品質要求。

二、檢查依據與檢查計畫

(一)、 依據文件

本次檢查作業係依據下列文件執行：

1. 放射性物料管理法及其施行細則
2. 核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告
3. 台電公司核一廠用過核子燃料乾式貯存設施興建專案品質保證計畫（四版）
4. 行政院原子能委員會放射性物料管理局檢查導則(IG-1)
5. 行政院原子能委員會放射性物料管理局檢查查核表(IG-2)
6. 核一廠用過核燃料貯存設施整地及橋梁工程監造計畫

(二)、 檢查計畫

為查證北工處對核一廠用過核子燃料乾式貯存設施之設計及施工，包括乾華橋改建、場址護岸排樁及邊坡穩定設施、混凝土護箱貯存基座、混凝土護箱及其外加屏蔽澆置等工程項目之品保措施管制得宜，物管局於 100 年 6 月 15 日，執行設施興建專案 100 年第 2 季定期檢查作業。

1. 檢查重點：

- (1). 混凝土材料及鋼筋材質抽驗
- (2). 場鑄樁鋼筋組立查驗
- (3). 混凝土試體養生及壓驗等現場作業品保
- (4). 地錨確認試驗、適用性實驗及驗收實驗
- (5). 台電公司自主品質稽查成效
- (6). 工地巡查

2. 檢查小組成員：(職稱略)

劉文忠、劉志添、陳文泉、曾漢湘、田國鎮、林克劼、賴弘智

3. 受檢單位參與人員：(職稱略)

- (1). 台電核能後端處：李忠正、楊志雄、張瑛俞、江毓騰、歐陽加乙
- (2). 台電核能安全處：杜聖果
- (3). 台電核一廠：黃丁來、林全成、陳朝福
- (4). 北工處：張基海、李煥全、柯子昭、黃清松、阮明創

三、檢查結果

(一)、 現場巡查

1. 工區巡查：

- (1). 截至 100 年 6 月 14 日止，整體工程預定進度 23.51%，實際為 17.31%。第一分項工程(橋樑部份)預定進度 71.48%、實際進度 63.51%；第二分項工程（整地部份）預定進度 18.71%、實際進度 12.63%。
- (2). 現階段工地正進行護岸段擋土排樁施作，也是最接近上方 69keV 輸配電纜處，要求台電公司應特別注意工安，以預防機具碰觸到電纜線。據北施處說明：核一廠調度處已將 69keV 輸配電纜自 6 月 1~19 日斷電，俾利工程施作及作業安全。
- (3). 迄 6 月 15 日止，坡趾段 54 支排樁已完成安裝，護岸段 78 支排樁部分，剩 21 支排樁未完成安裝，預計 6 月底可全部施作完成。現場抽查鋼筋籠組裝作業，均依邊坡穩定度及擋土設計圖面(編號 6-6-7)施作，現場施工情形良好。
- (4). 邊坡穩定觀測系統中，有關「水位觀測井」預警值、警戒值及行動值之合理值訂定，目前尚未定案，以及規劃「土中傾度管」將於暴雨與地震後加測乙次等，其暴雨量與地震級數亦未訂定執行加測作業標準值。請北施處儘速釐清作業要求與時機，並納入監測計畫中。

2. 混凝土試體養生與壓驗作業品保檢查：

檢查期間由台電公司人員陪同，查核混凝土供應商「協旺建設股份有限公司」及承作混凝土試體養生與壓驗的「鑫鼎工

程有限公司」，查核其混凝土供應及混凝土試體養生與壓驗作業的品保。

- (1). 查核協旺公司之混凝土供料作業，該公司之混凝土拌合所需材料，包括粗、細粒料、砂石及水泥都有分區貯存，每日供料前都會先進行篩分析。混凝土拌合流程有專人以電腦控制，下料後的混凝土拌合車會先經過磅再確認，並以GPS 掌控其行車狀況，台電公司針對核一乾貯工程並派有人員駐廠稽查。針對協旺公司混凝土供料作業，查核結果未發現不符合事項。
- (2). 負責混凝土試體養生與壓驗的鑫鼎公司，具有通過中華民國財團法人全國認證基金會(TAF)認證之材料實驗室(認證編號為 TAF0501)，接受 TAF 不定期稽核。
 - i. 本次查核鑫鼎公司壓驗試體之萬能試驗機(HT-9391PC)之校正日期仍於有效期限內。
 - ii. 混凝土試體採水中氧護，養護池的溫度控制 23.7°C ，符合養護池溫度 $21-25^{\circ}\text{C}$ 的限值。
 - iii. 現場進行核一乾貯工程之乾華新橋 A1 及 A2 橋台基地 4 顆混凝土試體抗壓強度測試及 CP 護岸段排樁 4 顆混凝土試體抗壓強度測試。台電公司人員均於現場進行測試結果之確認。針對鑫鼎公司混凝土試體養生與壓驗查核並未發現缺失。
- (3). 查核台電公司北施處針對核一廠用過核子燃料乾式貯存設施整地與橋梁工程之混凝土材料取樣試驗之相關文件(查驗表編號：北土 033 施 009)，檢查發現北部施工處針對

II 型水泥、骨材、拌合水、添加劑都委託通過 TAF 認證合格的 SGS 化學實驗室執行相關之測試，各項材料檢驗結果經北工處查驗符合規範規定。然而，II 型水泥的化學成分雖符合規範規定，但其中水合熱要求(矽酸三鈣 C_3S 與鋁酸三鈣 C_3A 的含量總合)量測值為 67.3%，高於中華民國國家標準 CNS 61R2001「卜特蘭水泥」規定的 58%。

(二)、文件紀錄查核

1. 混凝土及鋼筋材質檢驗記錄

(1). 抽查 100 年 4 月 24 日之「一般工作查驗表」(北工 0033-趾 044)，其查驗範圍為「混凝土及砂漿實際出料配比及檢測資料」以及「粗細粒料篩分析及配比計算表」查驗內容包括「現場抽驗紀錄表」、「混凝土氯離子含量檢測報告」、「混凝土配比用量統計表」、「粗細粒料篩分析試驗」及「粗細粒料篩級配配比計算表」。實際查驗相關檢測報告後，發現均合乎規範要求。

(2). 抽查 100 年 4 月 20 日之「一般工作查驗表」(北工 0033-CP067)，其查驗範圍為混凝土圓柱式體抗壓強度測試資料之「28 天抗壓報告」及「7 天抗壓報告」(編號分別為：B1101800 及 B1101799)。經實際查驗相關檢測報告後，均合乎規範要求。

2. 場鑄樁鋼筋組立查驗

(1). 查閱坡趾端排樁編號 B051~B054 之場鑄樁鋼筋查驗表(100.04.26 提報)、護岸端排樁編號 C10~C17 之場鑄樁鋼筋

查驗表(100.06.01 提報)，顯示鋼筋籠組立品質查驗項目包括鋼筋籠長度、鋼筋號數、間距、護耳間距、鋼筋綁緊、搭接、牢固及其他補強等，均依邊坡穩定度及擋土設計圖面(編號 6-6-7 及編號 6-6-5)按實施作。惟部分「查驗表流水編號」闕漏，當場已要求台電北施處增補編號並改正完成，俾利文件追蹤查核。

- (2). 查閱護岸端排樁鋼筋之器材查驗表(100.05.26、北工 0033-器 019)，鋼筋籠器材品質查驗項目包括出廠證明、外觀查視、材質判定，尺寸量測、性能檢查，取樣試驗及試驗結果報告等，台電北施處均確實執行實際查驗並紀錄查驗結果，符合 CNS 560 及作業程序書要求。

3. 地錨確認試驗、適用性實驗及驗收實驗

台電公司人員表示現階段僅完成地錨確認試驗，適用性試驗及驗收試驗兩部份將俟未來安裝進度適時執行。檢查期間由台電公司北施處彭盛勇先生及柯工程師說明地錨確認試驗作業，並提供相關紀錄及試驗報告等資料，包括北部施工處地錨預力檢查表、遠碩營造公司地錨工程自主檢查表、東洋工程公司預力鋼腱地錨確認試驗施拉力紀錄表、確認性試驗地錨 5 公分方塊試體抗壓強度試驗結果、工程施工紀錄照片(地錨確認試驗施工位置照片)、施工綱要規範第 02492 章預力地錨、遠碩營造公司預力鋼腱現場確認試驗(試錨)報告書等。

該地錨確認試驗於 100 年 4 月中旬選定 3 處施測點鑽孔安裝，分別位於上邊坡道路旁 2 處及坡址 1 處。依水保計畫之邊坡保護工設計，為證明特定形式的地錨能夠符合設計要求，亦

即證明地錨符合設計載重，施作確認試驗 50 噸地錨(深度 32 公尺，錨碇段 12 公尺及自由段 20 公尺)二支及 30 噸地錨(深度 17 公尺，錨碇段 8 公尺及自由段 9 公尺)一支。

- (1). 查核該 3 組確認試驗於 5 月 8 日進行之地錨工程施工自主檢查結果，相關之灌漿試體強度分別為 702 kg/cm^2 、 740 kg/cm^2 及 570 kg/cm^2 均大於 210 kg/cm^2 的檢查標準值。依台電公司北部施工處 5 月 9 日地錨預力檢查結果，顯示試驗機具、儀器校正及試驗情形均為合格。
- (2). 查核該 3 組確認試驗於 5 月 10~12 日期間進行預力鋼腱地錨確認試驗施拉力之結果，50 噸地錨及 30 噸地錨之極限拉力(T_y)分別為 111.3t 及 79.5t，各階段之實驗拉力及觀測時間，均符合相關施工綱要規範。雖試驗結果設計地錨之自由段長度、錨碇段長度及安全係數均達設計要求，惟相關報告書(遠碩營造公司預力鋼腱現場確認試驗_試錨_報告書)內容，在本次查核作業中有下列缺失須進一步釐清。
 - i. 針對預力鋼腱地錨確認試驗施拉力紀錄表比對原始資料之內容，鋼腱變位值紀錄欄(量測值、實際伸長量及備註說明)有多處數據不吻合，並且未予說明整理後之數據的依據。
 - ii. 有關試驗時施拉程序，依據相關施工綱要規範，原則上應繼續施拉力至破壞為止，並挖出檢視其自由段、破壞模式及防蝕系統之情況。惟現地執行確認試驗時，於試驗完後所進行之破壞試驗，均僅施預力至鋼絞線斷裂即實驗終止，並無後續查驗破壞模式等動作，報告書亦未

予以說明。

針對上述 2 項檢查發現的問題，台電公司承諾將重新檢視原始數據及整理後之結果，並將相關計算內容說明於備註欄；對於確認試驗完後所進行之破壞試驗，均有施拉力至鋼絞線斷裂，因現地挖出自由段觀察困難，且已可確認其破壞情形，故試驗完後即予終止。

4. 台電公司自主品管與品保成效

(1). 抽查台電北施處品質改正通知（附件一）

(QCM-QL-100-006)，係有關坡趾段排樁（編號 008）混凝土 29 天試體抗壓強度 323、281kgf/cm²，平均強度 302 kgf/cm² 小於設計強度 310 kgf/cm²，以及坡趾段排樁（編號 011）混凝土 28 天試體抗壓強度 296、358kgf/cm²，單一強度試驗小於設計強度 310 kgf/cm²。

i. 北施處品質組依「不符合事項作業程序書

(PPC0-QQL-37)」於 4 月 6 日開立品質改正通知，要求泰興工程(設計單位)評估試體平均強度 302 kgf/cm² 是否符合設計強度需求。

ii. 泰興公司於 5 月 3 日以 email 方式回覆台電北施處：「經查水保計畫中有關基樁之設計，混凝土試體抗壓強度試驗值 302 kgf/cm² 尚能符合實際之計算強度」。但經查證水保計畫工程圖號 6-6-7，標示擋土排樁所需之混凝土試體抗壓強度實為 310 kgf/cm²。且泰興公司亦未提出相關

安全評估資料供台電北施處參辦。

- iii. 又北施處於品質改正通知單上評估意見欄之評估處理方式，則註記依據泰興公司評估結果辦理而勾選「其他」，並非勾選「現況接受」，此等處理程序不符合程序書(PPC0-QQL-37)的規定。
- iv. 前述不符合事項擬開立注意改進事項，要求台電核安處督促北施處立即補正並提出改善方案，使其符合作業品保計畫。

(2). 查核駐核一廠安全小組執行現場巡視紀錄，其文件紀錄完整並均留存備查。截至6月9日止，共計執行18次，僅在2月18日發現缺失並開立品質改正通知乙件（編號為100-04-PC），北部施工處亦於3月23日函覆核安處改善情形，且經核安處審查同意結案。

(3). 查閱台電核安處於4月26日至29日派員執行專案稽查報告，經查共計開立改正通知4件，優良作業計17項，建議事項共9項。其中4件改正通知中，北施處已於6月2日逐項答復其改善情形，核安處並於6月9日經審查及現場複查後已同意結案，成效良好。

四、結語

本次檢查項目包括台電公司自主品管與品保執行成效、混凝土材料及場鑄樁鋼筋品質查驗、混凝土試體養生與壓驗作業品保、地錨確認試驗及工地巡查等。檢查結果條列如下，其中第(四)~(六)項不符合事項，擬開立注意改進事項，要求台電公司具體檢討改善，以確保施工品質與

作業安全。

- (一)、護岸段擋土排樁施作現場，是最接近上方 69keV 輸配電纜處，核一廠調度處已將 69keV 輸配電纜自 6 月 1~19 日斷電，俾利工程施作及作業安全，另台電公司依作業需求已加強宣導 69keV 電纜線下方之工安管制。
- (二)、混凝土供應商協旺建設股份有限公司及承作混凝土試體養生與壓驗的鑫鼎工程有限公司，其流程管制良好，台電公司人員均駐廠稽查，查核結果良好。
- (三)、各項抽查之品質文件紀錄均依據台電公司自主品管及品保作業要求執行品質查驗點的稽核並紀錄建檔備查。
- (四)、地錨確認試驗結果，雖設計地錨之自由段長度、錨碇段長度及安全係數均達設計要求。惟依據施工綱要規範，報告書內容在鋼腱變位數據整理部分未與原始數據相符，另確認試驗僅至施預力至鋼絞線斷裂即終止實驗，並未能清楚判定破壞模式，請台電公司重新檢視報告內容，並予以釐清說明。

注意改進事項結案辦理情形：

本項注意改進事項物管局於 100 年 6 月 30 日物三字第 1000001741 號函要求台電公司改善，台電公司於 100 年 9 月 6 日電核安字第 10009062221 號函申請 FCMA-100-SF-008 (R0) 結案，經審查後，物管局於 100 年 9 月 8 日物三字第 1000002306 號函同意結案。

- (五)、查核台電公司核一廠用過核子燃料乾式貯存設施整地與橋梁工程之混凝土材料取樣試驗之相關文件，發現 II 型水泥的水合熱 (C_3S+C_3A wt%)量測結果高於 CNS 61 的規範之不符合材料規範事項，要求台電公司提出說明。

注意改進事項結案辦理情形：

本項注意改進事項物管局於 100 年 6 月 30 日物三字第 1000001741 號函要求台電公司改善，台電公司於 100 年 9 月 6 日電核安字第 10009061941 號函申請 FCMA-100-SF-007 (R0) 結案，經審查後，物管局於 100 年 9 月 7 日物三字第 1000002309 號函同意結案。

- (六)、坡趾段排樁編號 008 及 011 有關混凝土試體抗壓強度不符合設計強度 310 kgf/cm^2 之品質改正通知不符合作業程序書 (PPC0-QQL-37) 相關要求事項，要求台電公司檢討補正。

注意改進事項結案辦理情形：

本項注意改進事項物管局於 100 年 6 月 30 日物三字第 1000001741 號函要求台電公司改善，台電公司於 100 年 9 月 6 日電核安字第 10009061931 號函申請 FCMA-100-SF-006 (R0) 結案，經審查後，物管局於 100 年 9 月 7 日物三字第 1000002310 號函同意結案。