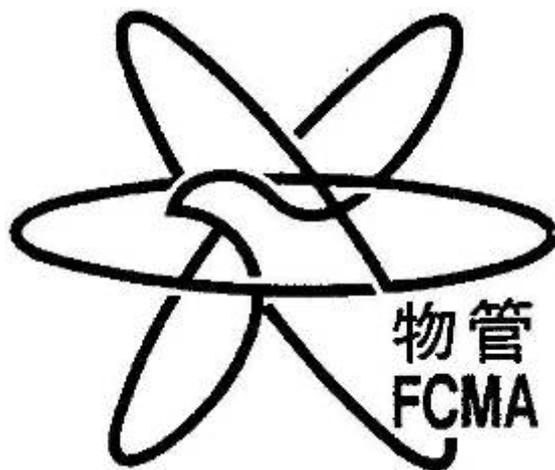

核一廠乾式貯存設施興建檢查

103 年第 1 季檢查報告

(103 年 3 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 103 年第 1 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	9

一、檢查目的

核一廠用過核子燃料乾式貯存設施土木施工部分，包括場址土質改良、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（Vertical Concrete Cask，以下簡稱 VCC）與外加屏蔽(Add-On Shield, 以下簡稱 AOS)施作等工程。其中，混凝土護箱與外加屏蔽為持續施作工程，餘項工程均已完工。因土木工程具有不可更換及回復的特性，其施工品質的良窳，直接影響放射性廢棄物或用過核子燃料相關設施興建工程品質，亦關係著未來興建完成後，設施能否長期維持穩定安全營運之保證。

物管局 103 年第一季分別於 1 月 21 日、1 月 24 日、3 月 4 日、3 月 25-26 日至核一廠進行乾式貯存設施興建檢查。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(七版)等文件，查證台電公司自主品質管理、品質保證執行成效，就台電公司北部施工處(以下簡稱北工處)於混凝土護箱澆置工程品質監造、加馬輻射密實度檢測作業、承攬廠商品質文件審核情形及現場施工等面向進行訪談與查核，以確保工程材料及施工作業能符合品質要求。

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（七版）。
4. 行政院原子能委員會放射性物料管理局檢查導則(IG-1、IG-2)。

5. 混凝土護箱 (VCC) 及外加屏蔽之鋼筋混凝土施工規範 (ISFSI-05-SPE-07001-06)。
6. VCC 混凝土灌漿、試驗及養護程序書(VCC-MST-01)。
7. VCC 混凝土密實度檢測程序書(VCC-WI-01-B)，豪昱營造股份有限公司，101 年 7 月。
8. 工程施工、安衛設施查驗作業程序書，台電北工處 (PPCO-QQL-17-v4)。

(二)、 檢查計畫

現場查證台電公司對核一廠用過核子燃料乾式貯存設施之混凝土護箱及其外加屏蔽澆置等工程項目之作業情形及品保管制執行情況。物管局 103 年第一季共執行 4 次檢查，檢查時程及內容如下：

1. 檢查重點：

- | | | |
|-----|------------------|----------------|
| (1) | 混凝土護箱及外加屏蔽品保文件檢查 | (103.01.21) |
| (2) | 外加屏蔽澆置作業檢查 | (103.01.24) |
| (3) | 混凝土護箱澆置作業檢查 | (103.03.04) |
| (4) | 混凝土護箱加馬輻射密實度檢測作業 | (103.03.25/26) |

2. 檢查小組成員：(職稱略)

劉志添、郭明傳、李彥良、嚴國城

3. 受檢單位參與人員：(職稱略)

- (1) 台電北工處：張基海、阮明創
- (2) 台電核一廠：林義隆、邱志明、林全成
- (3) 豪昱營造公司：徐曉峰

- (4) 核能研究所：陳志豪、李柏蒼、劉鎮洋、黃毓皓
- (5) 三能建築師事務所：游家豪
- (6) 華光工程顧問公司：劉永貴

三、檢查結果

本工程興建案之混凝土貯存護箱及外加屏蔽之施工進度，截至 103 年 3 月底止，混凝土貯存護箱(VCC) 共完成澆置 25 組，加馬射線密實度檢測完成 23 組，實際完成進度為 100%。外加屏蔽(AOS)完成澆置 14 組，實際完成進度為 56%。

(一)、 混凝土護箱及外加屏蔽品保文件檢查

1. 執行混凝土護箱及外加屏蔽製造品保文件檢查，其中混凝土護箱編號#15、#17 及#18 之 28 天齡期各 4 顆混凝土試體抗壓強度（#15 護箱：281、280、270、275 kgf/cm²；#17 護箱：271、260、265、266 kgf/cm²；#18 護箱：253、262、284、292 kgf/cm²），部分試體試驗結果，不符合「混凝土護箱設計圖（圖號：VCC-001-007（1/2）」規定，混凝土其 28 天齡期抗壓強度為 280kgf/cm²。
2. 台電公司針對該不符合項目之品質改正措施，不符合專案品保計畫之要求，已開立注意改進事項，要求台電公司依據「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」（修訂第 7 版）第十五章「不符合材料、零件或組件之管制」權責區分及作業要求，先提送 NCR 送台電公司核安處審查。
3. 經查編號#17 之混凝土護箱 VCC 輻射檢驗記錄（文件編號 VCC17-W1-01-B 附件 1.3），射源 H-3 高度之 D1 位置密實度

檢測值登載為 11.4 $\mu\text{Sv/h}$ ，遠大於合格標準 (0.933 $\mu\text{Sv/h}$)，現場要求台電公司北施處需重新檢視原始之人工記錄文件，並提送本局相關確認資料。經查核人工記錄文件，射源 H-3 高度之 D1 位置密實度檢測值登載為 0.58 $\mu\text{Sv/h}$ ，結果符合合格標準。

4. 輻射檢測報告所登載之輻射偵檢儀器序號為 40115，與校正報告所登載之儀器序號 (40155) 不一致；輻射檢驗記錄共計 9 頁，與 VCC 輻射檢驗記錄表所登載頁次計 10 頁不一致。文件記錄不一致處，現場已要求台電公司北施處，需依品保文件作業要求完成修正。

(二)、 外加屏蔽澆置作業檢查

1. 現場查證台電北工處隨機指定抽檢 2 車次預拌混凝土材質，並委由 TAF 認證檢驗機構(華光工程顧問股份有限公司)執行現場混凝土材質檢驗與取樣，包括溫度、坍度、氯離子及空氣含量等，符合 ASTM C172 檢測規範。經現場取樣檢驗結果需符合施工規範要求後，始能進行澆置作業。
2. 1 月 24 日執行兩組外加屏蔽(AOS 編號 13、14)澆置作業時，台電公司北工處現場品管人員(阮明創先生)，依據「VCC 品質管理標準」之要求，於每組外加屏蔽澆置前，隨機指定抽檢 2 車次預拌混凝土材質。依施工規範要求每組外加屏蔽各取樣 2 組試體(16 顆試體)，共計 4 組試體(32 顆試體)執行抗壓試驗。
3. 外加屏蔽編號 13 分別抽驗車號 327-RA 及車號 687-TW 兩車

之混凝土品質；外加屏蔽編號 14 分別抽驗車號 397-RA 及車號 005-SM 之混凝土品質，查驗結果顯示濕單位重、含氣量、氯離子及溫度符合「VCC 混凝土灌漿、試驗及養護程序書(文件編號：VCC-MST-01-B1)」標準。

4. 混凝土濕單位重及含氣量試驗，係依 CNS 11151 混凝土單位重、拌合體積及含氣量（比重）試驗法相關規定進行。試驗結果濕單位重分別為 2,317、2,327、2,345 及 2,330 kg/m³，符合 ACI 349 混凝土單位重（ $\geq 2,240 \text{kg/m}^3$ ）要求；含氣量試驗結果分別為 1.5%、1.3%、1.0%及 1.2%，符合 ACI 349 之含氣量（ $< 5\%$ ）規定。
5. 混凝土坍度試驗，係依 CNS 1176 混凝土坍度試驗法相關規定進行。坍度試驗結果分別為 13.5cm、17.0cm、16.0cm 及 16.5cm，符合 CNS 3090（容許坍度為 11.2~18.8cm）之規定。
6. 混凝土氯離子含量試驗，係依 CNS 13465 新拌混凝土中水溶性氯離子含量試驗法相關規定進行。試驗結果分別為 0.04kg/m³、0.05kg/m³、0.06kg/m³ 及 0.06kg/m³，符合 CNS 3090 氯離子含量（ $< 0.3 \text{kg/m}^3$ ）之規定。
7. 現場亦抽驗混凝土材質檢驗所用之儀器器具的校正情形及有效期限，如氯離子檢測計及量秤等結果均符合規定。

(三)、 混凝土護箱澆置作業檢查

1. 現場巡查混凝土護箱澆置，發現高空作業支撐架符合工安法規，另作業前工具箱會議中，現場負責人依例宣導工作人員應加掛安全母索，作業人員繫背帶並確實加掛，可確保作業

人員之安全。

2. 3月4日執行兩組混凝土護箱(VCC編號24、25)澆置作業時，查驗混凝土材質檢驗與取樣結果。編號24混凝土護箱抽驗車號396-RA及397-RA之混凝土品質；混凝土護箱編號25分別抽驗車號399-RS及車號688-TW之混凝土品質，查驗結果顯示濕單位重、含氣量、氯離子及溫度符合「VCC混凝土灌漿、試驗及養護程序書(文件編號：VCC-MST-01-B1)」標準。
3. 混凝土濕單位重及含氣量試驗，係依CNS 11151混凝土單位重、拌合體積及含氣量(比重)試驗法相關規定進行。試驗結果濕單位重分別為2,312、2,331、2,323及2,321 kg/m³，符合ACI 349混凝土單位重($\geq 2,240 \text{ kg/m}^3$)要求；含氣量試驗結果均為1.1%，符合ACI 349之含氣量($< 5\%$)規定。
4. 混凝土坍度試驗，係依CNS 1176混凝土坍度試驗法相關規定進行。坍度試驗結果分別為14.5cm、13.5cm、15.0cm及17.0cm，符合CNS 3090(容許坍度為11.2~18.8cm)之規定。
5. 混凝土氯離子含量試驗，係依CNS 13465新拌混凝土中水溶性氯離子含量試驗法相關規定進行。試驗結果均為0.01kg/m³，符合CNS 3090氯離子含量($< 0.3 \text{ kg/m}^3$)之規定。
6. 混凝土護箱成品於暫貯期間均以防水帆布包裝，符合「VCC及外加屏蔽之鋼筋混凝土施工規範」要求。

(四)、加馬輻射密實度檢測作業

1. 3月25~26日現場查核混凝土護箱編號19、20及21之加馬

射線密實度檢測作業，經查核檢測人員資格，郭瑞銘先生具備輻射防護員(輻專員字第 02408 號)及放射線檢測中級檢驗師(證號 NKH-049)證照、李柏蒼先生具備輻射防護師(輻專師字第 00236 號)證照，操作人員徐翊庭先生及薛崇興先生具放射性或可發生游離輻射設備操作人員證照(輻安證字第 13213 號及第 12440 號)。另現場共備置 2 台手持式輻射偵檢儀(型號: ATOMTEX AT1121)，校正日期皆為 103 年 3 月 20 日。檢測人員資格、儀器數量及有效校正期符合「VCC 混凝土密實度檢測程序書」之規定。

2. 查核量測人員以混凝土護箱之高度方向及外圓周方向每 50 公分(含)以下劃一格，VCC 之設計高度為 5,702mm，外徑為 3,454mm，計算出每一組 VCC 之交叉點為 198 點及中心點為 176 點，共計 374 點，逐點紀錄並確認符合接受標準。
3. 查證混凝土護箱下方進氣口處設有屏蔽塞，上方排氣口設有臨時屏蔽上蓋板，以降低背景輻射，管控監測區域之輻射強度小於 $5\mu\text{Sv/h}$ 限值，現場量測結果為 $0.11\sim 0.13\mu\text{Sv/h}$ ，符合 VCC 混凝土密實度檢測程序書(VCC-WI-01-B)第 5.2 節作業要求。
4. 現場查核 3 組混凝土護箱之加馬射線密實度檢測結果，其表面劑量率約在 $0.4\mu\text{Sv/h}\sim 0.7\mu\text{Sv/h}$ 之間，符合「VCC 混凝土密實度檢測程序書」之合格標準限值內(合格標準 $=0.5915\times 1.338(\mu\text{Sv/h})=0.791(\mu\text{Sv/h})$ ，加上背景輻射值 $0.08\sim 0.1(\mu\text{Sv/h})$ 後，合格標準為 $0.871(\mu\text{Sv/h})$)。
5. 混凝土澆置作業以及加馬輻射密實度檢測作業過程中，台電

核一廠核技組林全成先生、保健物理組邱志明、林義盛先生均全程駐點稽核，落實自主品管、品保作業，符合「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」第十八章稽查作業規定。

四、結語

現場查證混凝土材質澆置前抽驗、震動搗實作業、混凝土護箱加馬輻射密實度檢測作業、品質文件紀錄查核、台電公司自主品管與品保執行成效等，經現場查證結果均符合施工規範及相關作業程序書之規定。檢查結果摘要條列如下：

- (一)、 混凝土護箱(VCC)及外加屏蔽(AOS)之混凝土材料品質試驗結果（濕單位重、含氣量、溫度、坍度及氯離子含量），符合「VCC及外加屏蔽之鋼筋混凝土施工規範」要求。
- (二)、 混凝土護箱編號 19、20、21 表面各測點之加馬輻射劑量檢測結果均小於合格標準限值 0.871($\mu\text{Sv/h}$)。另相關檢測人員資格、量測儀器、輻防管制作業以及量測作業要求等，現場查證結果均符合作業要求。
- (三)、 混凝土護箱及其外加屏蔽澆置作業過程，台電公司核一廠稽查人員全程駐點稽核，落實自主品管作業，符合「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」第十八章稽查作業規定。
- (四)、 執行混凝土護箱及外加屏蔽製造品保文件檢查，混凝土護箱編號 15、17、18 之混凝土圓柱試體 28 天齡期抗壓強度未達設計強度，其不符合項目之品質改正措施不符合專案品保計畫，已開立注意

改進事項要求台電公司檢討改正。

注意改進事項結案辦理情形：

物管局 103 年 2 月 18 日物三字 1030000442 號函開立注意改進事項編號 FCMA-103-CSSF-001 要求台電公司檢討改善。台電公司 104 年 1 月 29 日電核安字第 1048007516 號函申請結案。經審查後，物管局 104 年 2 月 4 日物三字第 1040000283 號函同意結案。