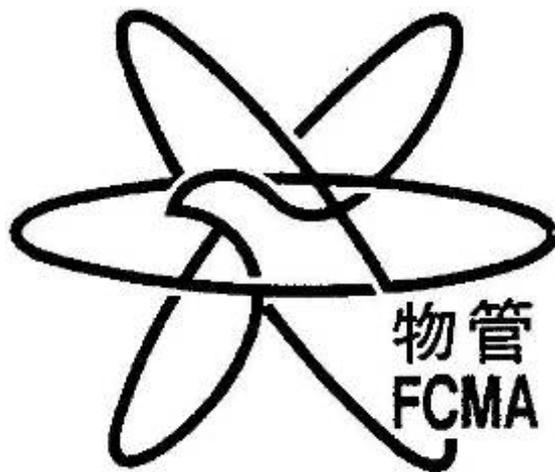


---

# 核一廠乾式貯存設施興建檢查

## 102 年第 4 季檢查報告

(102 年 11 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 102 年第 4 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。

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(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品保措施管制得宜，物管局於 102 年 10 月 22~24 日分別派員執行混凝土護箱鋼筋組立、混凝土澆置、養護作業以及混凝土護箱加馬輻射密實度檢測作業檢查。

### 1. 檢查重點：

- (1) 混凝土護箱鋼筋組立品質查核
- (2) 混凝土材質現場取樣檢測作業
- (3) 混凝土澆置及養護作業
- (4) 加馬輻射密實度檢測作業
- (5) 台電公司自主品質稽查成效

### 2. 檢查小組成員：(職稱略)

陳文泉、劉志添、郭明傳、李彥良、萬明憲

### 3. 受檢單位參與人員：(職稱略)

- (1) 台電核一廠：林全成、邱志明、林義盛
- (2) 台電北工處：張基海、李煥金、阮明創
- (3) 豪昱營造公司：陳明忠

(4) 核能研究所：李柏蒼、陳志豪

### 三、檢查結果

本工程興建安之混凝土貯存護箱及外加屏蔽之施工進度，截至 102 年 10 月底止，混凝土貯存護箱(VCC) 共完成澆置 22 組，加馬射線密實度檢測完成 20 組，實際完成進度為 88%，外加屏蔽(AOS)完成澆置 10 組，實際完成進度為 40%。

#### (一)、 混凝土護箱鋼筋組立品質查核

1. 依據混凝土護箱(VCC)及外加屏蔽之鋼筋混凝土施工規範第 6 章，承包商對於鋼筋號數、加工、排紮、續接、支撐、表面狀況及保護層等相關文件須進行審查與同意，經查核 VCC 鋼筋組立查驗表(編號 1020912-02、1020912-04)，施工單位確依規定進行 VCC 護箱鋼筋號數是否與工程圖說相符、鋼筋是否牢固無晃動等項目進行自主查驗。
2. 台電公司北部施工處依據「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（七版）」之監造責任，於 102 年 9 月 12 日進行混凝土護箱澆置前之鋼筋組立品質查驗，查核鋼筋號數、搭接位置及長度(大於 840mm)、箍筋間距及保護層厚度(50mm)等均符合施工規範要求。

#### (二)、 混凝土材質現場取樣檢測作業

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。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。10 月 22 日執行兩只護箱(編號 20 及 22)混凝土澆置作業時，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，於每組混凝土護箱澆置前，隨機指定抽檢 2 車次預拌混凝土材質。依施工規範要求每只 VCC 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。

2. 混凝土預拌車於澆置期間共使用 12 車次，編號 20 之護箱分別抽驗第 2 車(車號 399-RS)及第 5 車(車號 689-TW)；編號 22 之護箱分別抽驗第 8 車(車號 326-RA)及第 10 車(車號 687-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 2,289、2,3、2,312 及 2,306 kg/m<sup>3</sup>，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 1.3%、1.4%、1.7%及 1.5%，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 14.0cm、13.0cm、15.5cm 及 16.5cm，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。試驗結果分別為 0.014kg/m<sup>3</sup>、0.02kg/m<sup>3</sup>、0.014kg/m<sup>3</sup> 及 0.013kg/m<sup>3</sup>，符合 CNS 3090 氯離子含量 (< 0.3kg/m<sup>3</sup>) 之規定。

### (三)、 混凝土澆置及養護作業

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. 依據「VCC 及外加屏蔽之鋼筋混凝土施工規範（文件編號：ISFSI-05-SPE-07001-06）」7.3.7.2 節拌和要求，略以「混凝土自加水拌合起至運送澆置於最後位置之時間止不可超過 1.5 小時，若超過此時間而未澆置之任何混凝土均拒絕使用」。經查核，承包商(豪昱公司)，確實填列預拌混凝土澆置記錄表，記載時間及數值與出料單相符。另查，第二只混凝土護箱之

澆置預拌混凝土(396-RA)，超過施工規範規定自加水拌合起至最後澆置 1.5 小時之時限要求。已針對此項缺失，開立注意改進事項(編號：FCMA-102-CSSF-005)，要求台電公司研提具體改善措施，並提供技術性評估結果(NCR)。

3. 混凝土養護作業係於混凝土澆置完成後，以塑膠帆布覆蓋整體，以避免混凝土暴露面周圍空氣之流動，並確保養護期間其周圍溫度維持 13°C 以上，符合混凝土護箱(VCC)及外加屏蔽之鋼筋混凝土施工規範 (ISFSI-05-SPE-07001-06)要求。

#### (四)、 加馬輻射密實度檢測作業

1. 10 月 23~24 日現場查核編號 9、11、13、16 及 18 號混凝土護箱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，操作人員蔡政忠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 12092 號及第 12440 號)。另現場共備置 2 台手持式輻射偵檢儀(型號：ATOMTEX AT1125A)，校正日期皆為 102 年 3 月 5 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 $\mu$ Sv/h 限值，現場量測結果為 0.123 $\mu$ 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 5 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 0.3 $\mu$ Sv/h~0.6 $\mu$ Sv/h 之間，符合「VCC 混凝土密實度檢測程序書」之 0.916 $\mu$ Sv/h 合格標準限值內。

#### (五)、 台電公司自主品質稽查成效

1. 台電北工處李煥金先生於混凝土供料廠商(生銘預拌廠)現場稽核每部車次出廠前混凝土材質需符合品質要求，方同意運送出廠，並要求混凝土預拌車應於 90 分鐘內完成澆置，以確保符合施工規範。
2. 混凝土澆置前，台電公司委由第三者 TAF 認證檢驗機構(華光工程顧問股份有限公司)再次執行現場混凝土材質取樣與檢驗，以符合 ASTM C172 檢測規範並確認混凝土材質要求。

3. 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。工程實務上，雖混凝土加緩凝劑後，可延長凝固時間避免施工冷接縫的發生，但現場作業仍須符合施工規範各項要求，檢查結果摘要條列如下：

- (一)、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 公正檢驗機構(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，符合施工規範要求。
- (二)、混凝土貯存護箱(VCC)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。
- (三)、混凝土護箱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 0.916( $\mu\text{Sv/h}$ )。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。

- (四)、 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。
- (五)、 混凝土護箱(編號22)之預拌混凝土澆置時間超過施工規範乙項，已開立注意改進事項要求台電公司研提具體改善措施，並提報不符合報告。台電公司說明擬於 102 年 12 月 27 日前提出混凝土材初凝時間研析評估結果報告。

**注意改進事項結案辦理情形：**

**物管局 102 年 10 月 29 日物三字 1020002849 號函開立注意改進事項編號 FCMA-102-CSSF-005 要求台電公司檢討改善。台電公司 103 年 3 月 25 日電核安字 1038024591 號申請結案。經審查後，物管局 103 年 4 月 1 日物三字第 103000800 號函同意結案。**

