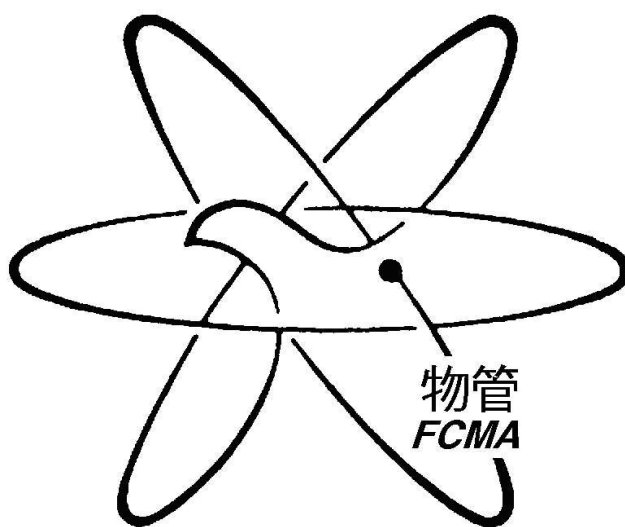


台電公司低放射性廢棄物高性能混凝土處置容
器使用申請書

審查報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

中華民國一〇五年七月

目 錄

一、前言	1
二、審查過程	2
三、審查意見及答覆說明	2
四、審查結論	5
五、結語	6

一、前言

台灣電力股份有限公司(以下簡稱台電公司)為提高低放射性廢棄物之貯存安全及確保處置盛裝容器功能，設計混凝土材質之盛裝容器，以耐 100 年高性能混凝土結構完整容器(High Performance Concrete Container, HPCC)為設計目標。台電公司為收集實際盛裝低放射性廢棄物後核種擴散之相關數據，先行申請為低放射性廢棄物之一般(耐 50 年)盛裝容器，並於 102 年 12 月 16 日業已經行政院原子能委員會放射性物料管理局(以下簡稱物管局)審查同意核備在案。嗣各項耐 100 年試驗數據齊備，台電公司遂依據「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第九條，於 104 年 6 月 16 日檢具「低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器使用申請書」提出使用申請。

本案申請容器之設計使用年限為 100 年，係為符合「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第四條第二項「維持一百年結構完整之容器」之要求，可用於盛裝「不適合固化或固化後不符合第六條(固化體品質標準)規定之 A 類廢棄物」。容器外表面施以防護塗裝，使其易於除污並避免頂部積水；為考量操作及搬運便利性，容器桶身設計有桶箍，另於頂端預埋 4 支吊掛螺絲；桶身及桶蓋除了以混凝土為基材，為強化結構之強度，混凝土內再摻入鋼纖維。此外，容器的淨容量為 300 公升，且設計為可使國內核電廠現今使用之 55 加侖桶直接置入。

為確認本容器於使用年限內能維持其結構完整，物管局與外聘專家學者組成審查團隊進行審查，內容包括：容器之設計、製造、試驗及品保等，並依據我國的「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」及「低放射性廢棄物最終處置盛裝容器審查規範」等法規進行審核，以確認本容器符合安全要求。

二、審查過程

台灣公司依據「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第九條之規定，於 104 年 6 月 16 日檢具「低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器使用申請書」，向物管局申請核准使用許可。物管局於收到申請書後，經檢視內容架構完整性符合要求，隨即展開審查作業。

本案由物管局與外聘專家學者共十位組成審查團隊，審查台電公司提送之使用申請書。104 年 8 月 5 日邀集審查委員舉行第一次審查會議，並於 104 年 8 月 10 日函復台電公司第一次審查意見。台電公司於 105 年 8 月 31 日提出答覆說明並修訂報告，物管局複審後於 104 年 9 月 15 日函送台電公司第二次審查意見。為符合「低放射性廢棄物最終處置盛裝容器審查規範」第十四點之規定，台電公司於 105 年 2 月 15 日函送原型容器裝填測試計畫，嗣後物管局於 105 年 3 月 22 日完成原型容器裝填測試檢查，並於 105 年 4 月 29 日收到台電公司第二次審查意見答覆函。最後，在第三次審查意見均獲得委員同意接受，物管局於 105 年 5 月 26 日函復台電公司，要求台電公司其依歷次意見答覆與承諾事項進行申請書修訂。台電公司復於 105 年 6 月 17 日，將最終修正版之申請書函送物管局核備。

三、審查意見及答覆說明

1. 高性能混凝土處置容器之設計

依審查發現本案採用鋼纖維增加高性能混凝土處置容器抗拉強度的效果似乎有限，請台電公司說明採用鋼纖混凝土之原因，與分析其對容器耐久性之可能影響。另考量容器的設計使用年限長達 100 年，在確保吊裝機具，螺栓與塗裝等，是否也具備有可與容器匹配的耐久性，亦要求台電公司說明。

台電公司除了提出容器剖開的剖面照片，證實鋼纖維呈現均勻分佈。另一方面，以實際數據顯示添加 1.5% 之鋼纖維混凝土配比之 28 天抗拉強度約可提升 40%，鋼纖維的加入確實有助於提升混凝土的抗拉強度。另外，台電公司說明此容器盛裝的內容物是放射性廢棄物，貯存期間除非發現其破損或毀壞，否則不再有內容物取出之需求，若將來要外運，亦需先經再塗裝及除污及檢查後才可送往最終處置場，且因為容器的強度高，在不用使螺栓的情況下亦可使用夾桶方式搬運，吊裝搬運具有雙重選擇應沒有問題。

因目前容器的測試，都是在大氣的貯存環境進行。未來處置設施可能是在地下水位飽和層中，請台電公司驗證在上述環境中能維持 100 年的結構完整性。

台電公司提出實驗數據說明，除了相關試驗及使用年限評估皆是以浸泡在溶液中進行模擬與評估。在參考經濟部建議候選場址鄰近的地下水資料得知，氯鹽與硫酸鹽濃度皆低於 72 mg/L，與本案耐久性試驗條件氯鹽濃度(30,000 mg/L)及硫酸鹽濃度(50,000 mg/L)約大於兩者候場址附近地下水鹽類濃度 400 倍，故可知本試驗環境比未來處置設施的地化環境更嚴苛。

本項審查發現有關之審查意見，經台電公司答覆說明澄清後，審查委員認為本容器之設計與結果可以接受。

2. 高性能混凝土處置容器之製造

申請書中的容器容量設計配比用量多寡、0.5m³ 砂漿拌合機、成品拌合機之處理量等製造設計問題，故台電公司能否說明泥料均相同、設備是否合適及拌合機是否應加大。另有關鋼纖維設計配比含量定為體積比 1.5%，為了確保拌合過程中的鋼纖維分佈均勻性，請台電公司說明如何操作試驗過程中對於鋼纖維的均勻度。

台電公司表示目前於核研所內設計是以每批次製造一只容器及頂蓋的量(共 0.26 m³)，因此成品拌合機之容量還足以負荷，未來擴大製造量時會將容器容量設計配比用量多寡及拌合機之處理量等意見納入。至於在確保混凝土之均勻度方面，本申請案的拌合設備是依照 CNS 3090 預拌混凝土之規定進行拌合機均勻度檢驗。另外，在執行均勻度試驗的 6 個項目之外，並經水洗混凝土後以磁鐵將鋼纖維收集烘乾秤重，兩次取樣的結果分別為 0.815kg 及 0.839kg(重量比分別為 4.66%及 4.78%)，可證實兩次取樣混凝土中的鋼纖維含量相當，故可推估說明鋼纖維於混凝土中均勻的分布。

本項審查發現有關之審查意見，經台電公司答覆說明澄清後，審查委員認為本容器之製造程序與方法可以接受。

3. 容器之試驗與品質保證計畫

本案申請書提出容器需進行結構完整性評估，包括：滲水試驗、噴灑試驗、自由墜落試驗、貫穿試驗、震動試驗、堆積試驗、吊掛試驗。惟台電公司要如何證實只要通過高性能混凝土處置容器結構完整性試驗，即可證明本案容器耐 100 年。

台電公司表示依據美國 NRC 10 CFR61 規定，耐 300 年高完整性容器應進行如表 4.44 之結構完整性測試。如符合試驗結果即視為可耐 300 年之高完整性容器。依據此論述，本申請案之容器判斷可耐 100 年。

在審查耐久性評估方面，台電公司是否能提供台灣可能之危害因子及其程度，以反應現地之實際條件。此外，以中性化和氯離子而言，最易造成鋼筋腐蝕，然而此本容器中無鋼筋之配置，故要求台電公司澄清為何須進行中性化與氯離子之滲透控制及試驗與目的之關連性。

台電公司舉證台灣可能之危害因子有二氧化碳，其體積濃度約為 0.04%、氯離子濃度約為 72(mg/L)及硫酸鹽濃度約為 8.3(mg/L)，且二氧

化碳與地下水環境條件遠低於本案目前試驗及模擬設定條件(CO₂:20%、NaCl 溶液: 3%、硫酸鹽溶液: 50,000 ppm)，故對本案容器可能造成之危害程度很小。另台電公司表示本案是最保守的態度進行混凝土品質試驗及耐久性評估，因此將可能影響混凝土品質之有害因子如鋼纖維鏽蝕及探討中性化可能影響混凝土 pH 值等，儘量列入試驗項目，則可以確保容器之耐久性。

本案要求台電公司將各節所載之技術性內容，以管制程序書、作業程序書或容器製造規範的方式呈現。台電公司表示將依據最新版「核能營運品質保證方案」相關章節，以及「低放射廢棄物盛裝容器使用申請書導則」第五章品質保證計畫所要求內容，撰寫成處置容器製造程序書，並列入電廠營運程序書管理。

本項審查發現有關之審查意見，經台電公司答覆說明澄清後，審查委員認為本容器之試驗方法與品質保證計畫可以接受。

四、審查結論

本案申請書審查結果如下：

1. 本容器之設計、製造、試驗與品質保證等內容，經審查後認為可符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」之要求，可用於盛裝各類低放射性廢棄物。本容器具有 100 年使用年限內防阻內部放射性物質外洩之功能，經審查後認為可符合「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第四條第二項「維持一百年結構完整之容器」之要求，可用於盛裝「不適合固化或固化後不符合第六條(固化體品質標準)規定之 A 類廢棄物」。
2. 本案容器是以高性能混凝土加強鋼纖為材料製成，同時選擇與使用相似混凝土材料之法國規範(ANDRA)作為參考依據。容器經過嚴格的測試所取得之數據，可符合耐 100 年結構完整之容器設計要求。未來台電公司應將本容器的各項特性及其裝填資訊，提供給最終處置場設計

者參考，以妥善處置工程障壁之設計。

3. 在容器製造完成後貯存之部分，因本案為國內首例高性能混凝土處置容器，未來此容器要進行處置前，應提出貯存期間的監測數據來佐證其功能完整性，以利處置設施接收。因此，台電公司應注意辦理本容器貯存期間的監測與數據收集。
4. 有關容器試驗與品質保證計畫部分，台電公司在容器製造前、製造中、成品驗收、重裝封蓋等均訂有品質計畫或作業程序書以管控制造品質。惟本容器申請之適用範圍並未函括運送容器，因此，未來台電公司要進行本容器的外運作業前，應依「放射性廢棄物運作許可辦法」第三條之規定，另案提出運送計畫申請放射性廢棄物之運送許可。

五、結語

台電公司所申請之低放射性廢棄物混凝土盛裝容器使用申請，經過 3 次書面審查，各項審查意見，經台電公司答覆說明後，審查委員認為可以接受。該容器於設計、製造、試驗與品質保證之內容均符合相關法規之要求，並具有 100 年使用年限內防阻內部放射性物質外洩之功能。因此，物管局同意核備台電公司對低放射性廢棄物高性能混凝土處置容器之使用申請。